

# **XXXII. PRIEHRADNÉ DNI 2010**

**Konferencia s medzinárodnou účasťou pod záštitou  
Ministerstva životného prostredia SR  
a s podporou Medzinárodného Višegrádskeho fondu**

## **BULLETIN 20**

### **INFORMÁCIE Z 23. SVETOVÉHO KONGRESU ICOLD V BRAZÍLI**

**Pripravili:**  
**Ing. Marian Minárik, PhD.**  
**Prof. Ing. Emília Bednárová, PhD.**

**Banská Bystrica, 8. - 10. júna 2010**

## 23. SVETOVÝ KONGRES ICOLD

V dňoch 25. – 29. 05. 2009 sa v Brazílii, v najvýznamnejšom kongresovom centre mesta Brazília v paláci Guimaraesasa Ulyssessa konal 23. svetový kongres ICOLD-u. Na kongrese boli prejednávané štyri otázky s delením na okruhy problémov v takomto členení:

### **OTÁZKA 88: PRIEHRADY A VÝROBA ELEKTRICKEJ ENERGIE**

1. Úloha priehrad a nádrží v rámci obnoviteľných zdrojov energie. Potenciál vodnej energie a jej súčasný rozvoj.
2. Vodná energia ako súčasť trvalo udržateľného rozvoja - jej príspevok k dosiahnutiu „Cieľa rozvoja Milénia“ a k redukcii skleníkových plynov.
3. Plánovanie, návrh a výstavba priehrad pre energetické využitie: technické, finančné, sociálne a environmentálne aspekty; príklady priaznivých sociálnych a environmentálnych dopadov.
4. Úloha výroby elektrickej energie vo viacúčelových nádržiach: pravidlá prevádzky a interakcia s ostatnými účelmi.
5. Prečerpávacie vodné elektrárne: špecifiká návrhu priehrad a špeciálne požiadavky.

### **OTÁZKA 89: MANAŽMENT SEDIMENTÁCIE V EXISTUJÚCICH A NOVÝCH NÁDRŽIACH**

1. Uvedenie do problematiky (vrátane transportu sedimentov, environmentálnych a ekonomických dopadov).
2. Inovatívny návrh riešenia zanášania v nádržiach a povodiach riek.
3. Zhodnotenie skúseností získaných na existujúcich nádržiach: preplachovanie, čistenie, bagrovanie.
4. Efektivita a náklady na stavebné opatrenia zabraňujúce zanášaniam a prevádzkové postupy.
5. Techniky riešenia zanášania.

### **OTÁZKA 90: REKONŠTRUKCIE (VYLEPŠENIA) EXISTUJÚCICH PRIEHRAD**

1. Rekonštrukcie pre zlepšenie štrukturálnych a hydraulických vlastností.
2. Rekonštrukcie pre splnenie nových predpisov, prevádzkových a environmentálnych požiadaviek.
3. Technické riešenia a alternatívne návrhy zvyšovania priehrad.
4. Ekonomické náklady na zvyšovanie priehrad (vrátane zvyšovanie retenčnej kapacity, zvyšovanie zásobného objemu a iných vylepšení).

### **OTÁZKA 91: ZABEZPEČENIE BEZPEČNOSTI PRIEHRAD**

1. Metódy a výsledky rizikovej analýzy (vrátane uvažovania ľudského faktoru).
2. Regulácia a ekonomické záležitosti.
3. Dopad na prevádzku nádrží.
4. Havarijné plány a hlásna služba.
5. Diaľkový monitoring a kontrola priehrad.

K týmto štyrom otázkam bolo spolu zaslaných 188 príspevkov z 32 členských krajín ICOLD-u. Najpočetnejšie boli zastúpené krajiny Čína (18 príspevkov), Španielsko (16), Japonsko (15), Francúzsko (15), Spojené štáty (13) a Švédsko (11). Slovenské priehradné stavitel'stvo bolo reprezentované 3 príspevkami, české priehradné stavitel'stvo 5 príspevkami. Samotného kongresu sa zúčastnilo viac ako 1200 účastníkov z celého sveta. Cieľom predkladaného bulletinu je v krátkosti informovať o hlavných okruhoch tém, ktoré boli prejednávané na kongrese, zhrnúť výsledky zaslaných príspevkov a najdôležitejšie závery generálnych spravodajcov, ktorí spracovali jednotlivé otázky kongresu.

## OTÁZKA 88

**Priehrady a výroba elektrickej energie**

Generálny spravodajca: Giovanni RUGGERI, Taliansko

1. Úloha priehrad a nádrží v rámci obnoviteľných zdrojov energie. Potenciál vodnej energie a jej súčasný rozvoj.
2. Vodná energia ako súčasť trvalo udržateľného rozvoja - jej príspevok k dosiahnutiu „Cieľa rozvoja Milénia“ a k redukcii skleníkových plynov.
3. Plánovanie, návrh a výstavba priehrad pre energetické využitie: technické, finančné, sociálne a environmentálne aspekty; príklady priaznivých sociálnych a environmentálnych dopadov.
4. Úloha výroby elektrickej energie vo viacúčelových nádržiach: pravidlá prevádzky a interakcia s ostatnými účelmi.
5. Prečerpávacie vodné elektrárne: špecifiká návrhu priehrad a špeciálne požiadavky.

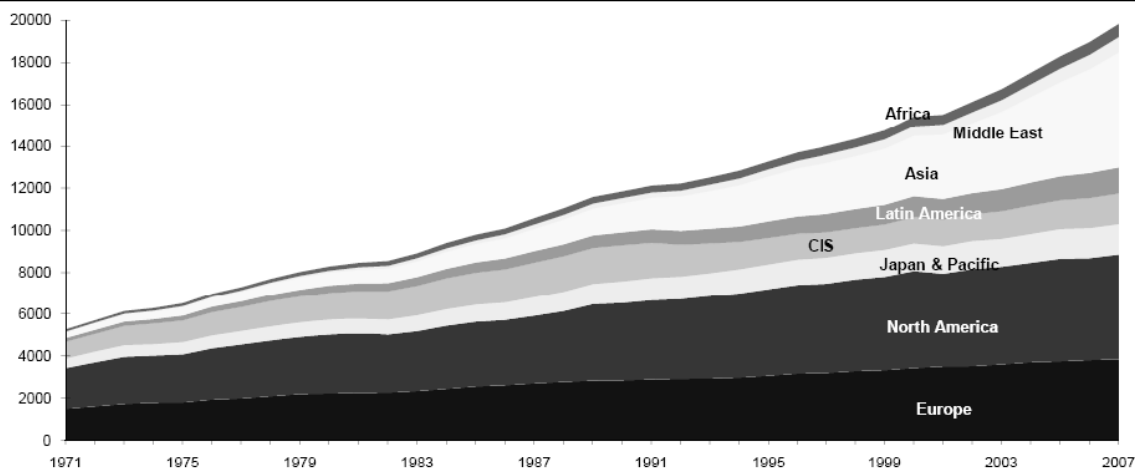
**PO ET PRÍSPEVKOV 40**

- R.1 YANAGAWA J., KUSUMI M., ABE K., KUROKI H., NAKAMURA S. (Japan) **Present and future of use of precast members in Dam construction.** *Prítomnosť a budúcnosť využívania prefabrikovaných prvkov v priehradnom staviteľstve*
- R.2 HRUSTINEC L., LUKAC M., KUZMA J. (Slovakia) **Some problems in the projects of the pump-station of hydropower plant Ipel in Slovakia.** *Niektoré problémy v projektoch pre erpávacej vodnej elektrárne Ipe na Slovensku*
- R.3 U MYO MYINT H.E., ZAW U.M., DREDGE A., DUNSTAN M. (U.K.) **Yeywa hydropower project, Myanmar- Current developments in RCC Dams.** *Vodná elektrárne Yeywa, Myanmar – aktuálny vývoj v RCC priehradách*
- R.4 GAIKWAD V.V., SHELKE V.C., SAPRE S., DUNSTAN M. (U.K.) **Ghatghar pumped-storage scheme - The first RCC dams in India.** *Pre erpávacia vodná elektrárne Ghatghar – prvé RCC priehrady v Indii*
- R.5 SIRCA A., JOSIPOVIC Z., KVATERNIK K., MOCNIK I., SOMRAK D. (Slovenia) **A multipurpose lower Sava river project in Slovenia.** *Projekt viacúčelového využitia dolného úseku rieky Sáva v Slovinsku*
- R.6 SILVEIRA J.F. (Brazil) **Practical evaluation of Lugeon's and Pautre's criteria for leakages through concrete dams.** *Zhodnotenie Lugeonových a Pautrových kritérií pre priesaky cez podložie betónových priehrad*
- R.7 SAXEGAARD H. (Norway) **Asphalt cores for embankment dams.** *Asfaltové jadro v zemných priehradách*
- R.8 ULLAH CHAUDRY K., AKHTAR J. (Pakistan) **Siting aspects of Dasu hydropower project social consideration as the decisive factor.** *Aspekty umiestnenia vodnej elektrárne Dasu, sociálne hľadisko ako rozhodujúci faktor*
- R.9 E. GHANI U. (Pakistan) **Hydropower in sustainable development (Millenium development goals & greenhouse gases context).** *Vodná energia v trvalo udržateľnom rozvoji (Vývojové ciele milénia a redukcia skleníkových plynov)*
- R.10 GHEORGHIESCU P., MATEESCU O., STOICAN M. (Romania) **Role of large dams and storage reservoirs in hydropower generation in Romania.** *Úloha veľkých priehrad a zásobných nádrží vo výrobe vodnej energie v Rumunsku*
- R.11 SINYUGIN V.Y., SHPOLYANSKI Y.B., USACHEV I.N., ISTORIK B.L. (Russia) **Technical solution and technology of construction of Tidal power plants' dams of Russia.** *Technické riešenie a technológia výstavby prílivových vodných elektrární v Rusku*
- R.12 BRODERICK W. (USA) **Niagara power project - A success story of international cooperation.** *Niagarský energetický projekt - Príbeh úspešnej medzinárodnej spolupráce*
- R.13 TREMBLAY A., BASTIEN J., GILL R., DEMARTY M. (Canada) **Development of a technique for continuous measurement of greenhouse gas in hydroelectric reservoirs.** *Vývoj techniky pre kontinuálne meranie emisií skleníkových plynov v energetických vodných nádržiach*
- R.14 MARINO J. J., CASTRO A., PARAMO C., CASTANO G. (Colombia) **Studies for the Diquis hydroelectric project in Costa Rica.** *Štúdiá vodnej elektrárne Diquis v Kostarike*

- R.15 RIZZO P. C., OSTERLE J., HOLLENKAMP T., GIESMANN C. (USA) **Design basis for the new upper reservoir Taum Sauk pump storage project.** *Zásady návrhu novej hornej nádrže pre erpávacej vodnej elektrárne Taum Sauk*
- R.16 ALICESCU V., TOURNIER J. P. (Canada) **Development of La Romaine Hydroelectric Project, situated in the Northern Quebec, Canada.** *Vývoj projektu vodnej elektrárne La Romaine, situovanej v severnom Quebecu v Kanade*
- R.17 SUN Z., CAI Z., CHEN M. (China) **Research and practice of eco-adaptability management of the Three Gorges Project.** *Výskum a prax v manažmente eko-adaptability projektu priehrady Troch roklín*
- R.18 GUANGJING C., ZHIYU S., YONG G., YONGBAI C. (China) **Measures to protect aquatic resources in large-scale hydraulic engineering projects on the Yangtze River.** *Opatrenia na ochranu vodných zdrojov pri veľkých vodohospodárskych projektoch na rieke Yangtze*
- R.19 RIZZO P. C., GAEKEL L., RIZZO C. M., NICHOLS S. (USA) **RCC Mix design and testing program rebuild of the new upper reservoir Taum Sauk pump storage project.** *Návrh zloženia RCC zmesi a možnosti prerobenia projektu výstavby hornej nádrže pre erpávacej vodnej elektrárne Tum Sauk*
- R.20 CHEN J., GAO F., WANG X., XIAO W. (China) **Seismic response analysis for Yele Dam.** *Analýza seizmických účinkov na priehradu Yele*
- R.21 JIAZHENG L., YAN S., HUAQUAN Y. (China) **Study on effect of aggregate variety on concrete volume deformation.** *Vplyv typu plniva v betónovej zmesi na objemové zmeny*
- R.22 XUESHAN A., XIANJIA W., WENTAO F. (China) **Integrating health river evaluation with reservoir ecological operation.** *Integrácia hodnotenia zdravia rieky s ekologickou prevádzkou nádrže*
- R.23 ZULIN H., BENLIN D., KEJIAN C. (China) **Computation of river flow and pollutant transport after second-stage cofferdam for the Three Gorges project.** *Výpočet prietoku a transportu znečisťujúcich látok (polutantov) po druhej etape ohrádzky projektu Troch Roklín*
- R.24 BROZA V., CIDLINSKY M., CHARVATOVA E., KREJCI V., SKOKAN T.(Czech Rep.) **Additional construction of small water power plants by previously built dams.** *Dodatok na výstavbu malých vodných elektrární na skôr vybudovaných priehradách*
- R.25 BALDOVIN E., BRIZZO N. (Italy) **Susa Gorge: A demodulation reservoir for Pont Ventoux hydro power plant.** *Susa Gorge: Prerobenie nádrže pre vodnú elektrárňu Pont Ventoux*
- R.26 ZEPING X., GANG D. (China) **Research on concrete face slab rupture of high CFRD.** *Výskum trhliny betónového plášťa a na kamenitej priehrade s tesniacim plášťom*
- R.27 SINYUGIN V. YU, KHAZIAKHMETOV R.M., BELLENDIR YE N., LAPIN G.G., PEKHTIN V.A. (Russia) **Hydroelectric potential of Russia and its perspectives of use.** *Hydroenergetický potenciál Ruska a perspektívy jeho využitia*
- R.28 SADRNEJAD S. A. (Iran) **Micro planes crack damage analysis of concrete arch dams.** *Analýza mikrotrhlín na klenbových priehradách*
- R.29 CONRAD M., DREDGE A., MORRIS D., STEIGER K. M. (Switzerland) **Decision making for design and construction of large roller compacted concrete (RCC) dams.** *Rozhodovanie o návrhu a výstavbe veľkých priehrad z valcovaného betónu*
- R.30 DE VASCONCELOS A. A., CAVALCANTI A. J. C. T., CONTE A. E., DE SOUZA J. A. (Brazil) **The Sobradinho reservoir and the Sao Francisco river control during Xingo Dam Construction.** *Nádrž Sobradinho a regulovanie rieky Sao Francisco počas výstavby priehrady Xingo*
- R.31 LARCHER M., KNOBLAUCH H., HEIGERTH G., WAGNER E., STERING P. (Austria) **Model tests to design the surge tank of the pump storage plant Limberg II.** *Modelové skúšky návrhu vyrovnávacej komory pre erpávacej vodnej elektrárne Limberg II*
- R.32 LEMPERIERE F. (France) **Offshore pumped storage plants for renewable energies (the Emerald Lakes).** *Pre erpávacie vodné elektrárne ako obnoviteľný zdroj energie (jazerá Emerald)*
- R.33 SMONDACK B., FAYOLLE D., SHUKLA S. K., PRASAD G. M. (France) **Tehri pumped storage plant project : the challenge of high head variations.** *Projekt pre erpávacej vodnej elektrárne Tehri : Vysporiadanie sa s vysokým rozkyvom spádu*
- R.34 JOHANNESON P., PEREZ H. J., STEFANSSON B. (Iceland) **Updated behavior of the Karahnjúkar concrete-face rockfill dam in Iceland.** *Správanie sa priehrady s plášťovým tesnením Karahnjúkar na Islande*
- R.35 TIAN J. Y., WANG X. M. (China) **Discussion on SZJ'S simplified hardin soil dynamic constitutive relation.** *Hardinov zjednodušený model dynamických konštitutívnych vzťahov pre zeminy*
- R.36 ISAKSSON K. (Sweden) **Swedish hydropower centre (SVC).** *Centrum švédskych vodných elektrární*
- R.37 MARQUES FILHO J., TRABOULSI M. A., PAULON V. A. (Brazil) **High fines content RCC strength parameter.** *Pevnostné vlastnosti RCC betónu s vysokým obsahom jemnozrnných frakcií*
- R.38 MARQUES FILHO P. L., WUNDER E., MARTINS CALCINA A., GARCEZDUARTE J., M., COSSO LIMA A. L. (Brazil) **Irapé Power Plant - Design and construction measures required by sulphide rich Mass.** *Vodná elektrárňu Irapé – návrh a realizácia opatrení v skalnom prostredí bohatom na sulfidy*
- R.39 PURER E., NETZER E. (Austria) **The power plant Kops II in Western Austria.** *Vodná elektrárňu Kops II v Západnom Rakúsku*
- R.40 MARTINEZ P. G. G. (Venezuela) **Practicies in social and environmental issues performed by Edelca in the Lower Carony river projects.** *Návrh sociálnych a environmentálnych opatrení aplikovaných Edelcom na dolnom toku rieky Carony*

## VÝBER NAJDÔLEŽITEJŠÍCH POZNÁMOK GENERÁLNEHO SPRAVODAJCU

Pokiaľ v rokoch 1970-2000 bol nárast výroby elektrickej energie (EE) konštantný, v ostatných rokoch trend nárastu sa značne zrýchľuje a rastie rýchlejšie ako ktorýkoľvek iný zdroj energie (obr. 1)



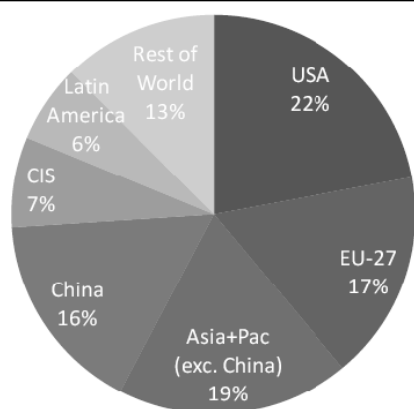
Obr.1 Vývoj nárastu výroby elektrickej energie

Pokiaľ trend rastu výroby EE v krajinách OECD je naďalej konštantný (2% ročne) krajiny Ázie a Stredného východu zaznamenávajú prudký rast potreby EE, zvlášť v Číne.

Generálny spravodajca poukazuje na fakt, že nárast výroby elektriny z uhlia a zemného plynu je rýchlejší ako u ostatných zdrojov energie a v súčasnosti dosahuje viac ako 60 % z celkovej výroby.

Predpokladmi ďalšieho vývoja výroby a spotreby EE sa venovali viaceré agentúry. Podľa prognózy agentúry Enerdata (R.3) sa spotreba EE do roku 2020 zvýši o cca. 30% (najmä v Indii a Číne). Medzinárodná agentúra pre energiu predpokladá, že podiel výroby EE z obnoviteľných zdrojov bude v roku 2030 predstavovať okolo 15%. Tu treba poznamenať, že napr. OSN si v dokumente „Rozvojové ciele milénia“

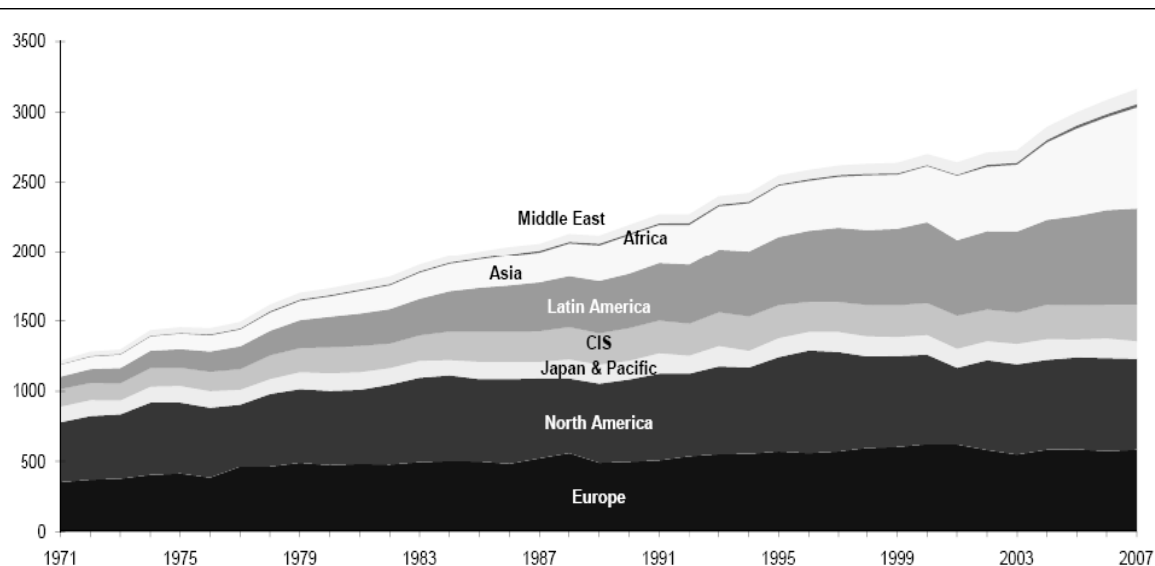
Obr.2 Zastúpenie oblastí vo výrobe vodnej EE



v ôsmych bodoch vytýčila úlohu do roku 2015 zlepšiť sociálne a ekonomické podmienky najchudobnejších krajín sveta (odstrániť chudobu, dosiahnuť základné vzdelanie, znížiť detskú úmrtnosť, boj z HIV a d.). Výroba EE sa síce v týchto ôsmych cieľoch priamo nespomína, avšak dostatočné zásobovanie EE bude pre ich dosiahnutie nevyhnutné. Do pozornosti vstupuje aj požiadavka zníženia skleníkových plynov, čo determinuje vývoj technológií a s ním súvisiaci nárast výroby čistej a lacnej energie z obnoviteľných zdrojov.

### Využitie vodnej energie

Na energii získanej z obnoviteľných zdrojov sa až 90% podieľa vodná energia. Vývoj výroby vodnej energie od roku 1970 a jeho rozdelenie podľa oblastí dokumentuje obr. 3.



Obr.3 Vývoj nárastu výroby elektrickej energie vyrobenej vodnými elektrárnami

Z analýzy vyplýva, že takmer v 60 krajinách sveta vodná energia predstavuje viac ako 50% celkovej vyrobenej EE. Viac ako polovicu svetovej produkcie EE z vody pripadá na Čínu, Kanadu, Brazíliu, USA a Rusko. Podľa registra ICOLD najčastejším účelom nádrží je zavlažovanie (38%) a druhé miesto zastáva využitie vodnej energie (18%). V generálnej správe je uvedený prehľad najvýznamnejších vodných elektrární vo svete, ako aj zastúpenie vodnej energie na celkovej výrobe EE v jednotlivých krajinách. Popredné miesto v týchto štatistikách zohráva Čína.

Príspevky zaradené do tohto tematického okruhu:

- R.05 venuje pozornosť kaskáde šiestich vodných stupňov na Sáva v Slovinsku s prihliadnutím na ochranu životného prostredia.
- R.11 sa zaoberá vývojom nových technológií výstavby prílivových vodných elektrární a ich turbín v Rusku.
- R.16 pojednáva o energetickom projekte La Romain, z plánovaným rokom ukončenia v roku 2014. Pozornosť je upriamená na výber typu priehrady.
- R.25 opisuje projekt novej vodnej elektrárne v Taliansku, ktorá má nahradiť dve staršie, postavené pred 100 rokmi.
- R.27 študuje využitie hydroenergetického potenciálu v Rusku a jeho vyhliadky; Pozornosť je upriamená najmä na menej rozvinuté oblasti Ruska.

Špecifické technické problémy navrhovania priehrad technológiou RCC a rockfillových priehrad s plášťovým tesnením popisujú príspevky: R.01, R.03, R.29.

Príspevky R.06, R.19, R.20, R.21, R.26, R.28, R.30, R.34, R.35, R.37 a R.38 priamo nesúvisia s témou. Sú rôznorodé a rozoberajú napríklad trhliny plášťového tesnenia, objemové zmeny v betóne, riadenie povodní, vplyv seizmicity na bezpečnosť vodných stavieb atď.

### Základné faktory výroby vodnej elektrickej energie

Z odstupom viac ako 100 rokov sú pozitíva a negatíva vodných elektrární dostatočne známe. Odporcovia priehrad poukazujú spravidla len na nevýhody, zatiaľ čo významný prínos vodných elektrární nie je dostatočne v spoločnosti prezentovaný. Touto problematikou sa zaoberá príspevok R.27, ktorý podáva komplexnú analýzu výhod

a nevýhod výroby EE vo vodných elektrárňach. Obsahom zaujme aj R.09, ktorý obhajuje rozvoj vodnej energie ako najdôležitejší obnoviteľný zdroj energie

### ***Náklady***

Nie zanedbateľným faktorom pri výrobe EE sú náklady. V prípade jej výroby vo VE sa vo všeobecnosti náklady považujú za vysoké. Súvisí to s výstavbou priehrad, elektrární, funkčných objektov a i. Generálny spravodajca však potvrdzuje opak. Účinnosť vodných elektrární môže byť až 95%, u fosílnych palív len okolo 60%. Podľa poznatkov a skúseností vodné elektrárne počas svojej životnosti vyrobia 200 krát viac energie v porovnaní s energiou vynaloženou na ich výstavbu, údržbu a prevádzku.

### ***Podporné služby pre elektrizačnú sústavu***

Spravodajca venuje pozornosť postaveniu vodných elektrární nielen pri výrobe elektrickej energie ale aj pri stabilizácii elektrizačnej sústavy. S danou problematikou priamo, alebo okrajovo súvisia príspevky autorov:

- R.10 ktorí popisujú sústavu nádrží s vodnými elektrárňami na rieke Lotra a poukazujú na ich nezastupiteľné miesto v elektrizačnej sústave Rumunska.
- R.15 a R.19 sa venujú návrhu novej priehrady hornej nádrže PVE Taum Sauk, ktorá má nahradiť havarovanú priehradu.
- R.31, R.33 a R.39 venujú pozornosť optimalizácii energetických zariadení na vodných elektrárňach v Rakúsku a Francúzsku.
- R.32 ponúka zaujímavé riešenie prímorskej prečerpávacej vodnej elektrárne.
- R.02 rozoberá geotechnické aspekty pri návrhu rockfillovej priehrady prečerpávacej vodnej elektrárne Ipeľ.

### ***Produkcia skleníkových plynov***

Súvislosti medzi výrobou elektrickej energie a globálnymi zmenami klímy sú dostatočne známe. V súčasnosti najmä tepelné elektrárne svojou produkciou skleníkových plynov prispievajú ku globálnemu otepľovaniu planéty. Naproti tomu vodné elektrárne majú zanedbateľný vplyv na produkciu skleníkových plynov. V tejto súvislosti uvádza spravodajca dva príspevky.

- R.09 porovnáva náklady na emisie skleníkových plynov pri rôznych technológiách výroby EE.
- R.13 sa venuje monitoringu produkcie skleníkových plynov na vodných elektrárňach.

### ***Environmentálne a sociálne otázky***

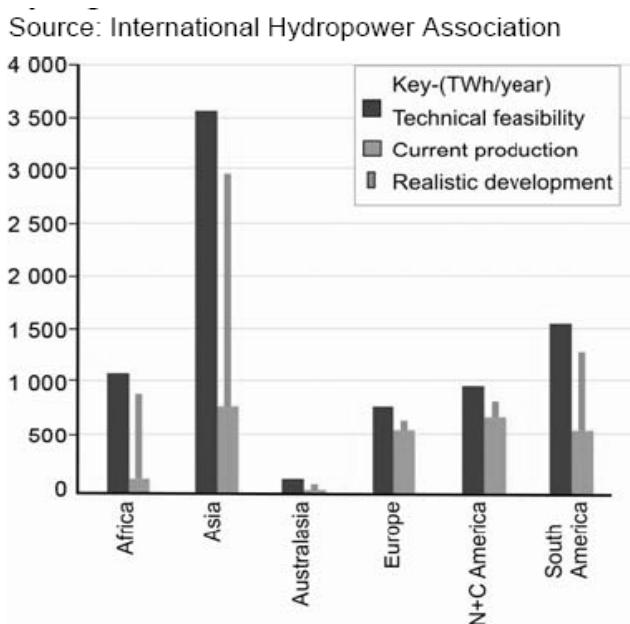
Rešpektovanie sociálnych a environmentálnych vplyvov v štádiu plánovania, výstavby a prevádzky priehrad je dnes štandardným postupom v mnohých krajinách. Napriek tomu Svetová komisia pre priehrady (WDC) neodporúča budovať veľké vodné elektrárne, uprednostňuje MVE. Aj preto environmentálne a sociálne otázky zaujali viacerých prispievateľov príspevkov. Tak napr.:

- R.14 prezentuje nový projekt, ktorý zohľadňuje environmentálne a sociálne faktory, s minimálnym dopadom na životné prostredie
- R. 08 opisuje problémy súvisiace s návrhom projektu VD v regióne bohatom na historické pamiatky. Ponúka rôzne riešenia minimalizácie environmentálnych a sociálnych dôsledkov
- R.40 sa venuje problematike minimalizácie vplyvov prevádzky veľkých vodných VE na ekosystém vo Venezuele
- R.17, R.18, R.22 a R.23 rozoberajú uvedenú problematiku v súvislosti s výstavbou VD Troch Roklín

R.12 sa zaoberá využitím vodnej energie na Niagarských vodopádoch, s minimálnym zásahom do prírodného prostredia  
Podobné problémy rozoberajú R.05 a R.25.

### Budúcnosť vodných elektrární

V súčasnosti je vo svete využívaná len jedna tretina celkového hydroenergetického potenciálu. Kým v Európe a severnej Amerike je tento potenciál využitý, v Ázii je využitá len tretina jeho kapacity, v Afrike je to ešte menej (obr. 4).



Obr.4 Využitie hydroenergetického potenciálu

R.12 rozoberá problematiku bezpečnosti existujúcich VD z hľadiska ich starnutia.

R.36 sa zaoberá úlohou „Švédskeho vodného centra“ pri zachovávaní vedomostí a skúseností priehradného staviteľstva.

R.11 poukazuje na možnosti využitia energetických VD aj pre iné účely – protipovodňová ochrana.

Generálny spravodajca nastoľuje tiež otázku efektívneho využitia existujúcich energetických vodných diel

R.13 popisuje možnosti zvýšenia výroby EE na 2500 existujúcich priehradách v USA

R.24 analyzuje vývoj využitia hydroenergetického potenciálu v Čechách. Prezентuje tiež pozitívny dopad získaný dodatočným vybudovaním MVE na jestvujúcich priehradách (realizovaných cca. 50 projektov).

### Podpora a rozvoj obnoviteľných zdrojov energie

V závere generálny spravodajca venuje pozornosť legislatíve, súvisiacej s vytváraním podmienok podporujúcich rozvoj obnoviteľných zdrojov energie v jednotlivých častiach sveta. Táto úloha je predmetom záujmu národných vlád. S cieľom zvýšenia účinnosti týchto opatrení národné vlády môžu koordinovať svoje zámery s inými krajinami v rámci spoločenstva ako napr. v Európskej únii. Ciele sú definované tak, aby členské štáty EU splnili svoje záväzky definované v Kjótskom protokole.

## OTÁZKA 89

**Manažment sedimentácie v existujúcich a nových nádržiach***Generálny spravodajca: G. R. BASSON, Južná Afrika*

1. Uvedenie do problematiky (vrátane transportu sedimentov, environmentálnych a ekonomických dopadov).
2. Inovatívny návrh riešenia zanášania v nádržiach a povodiach riek.
3. Zhodnotenie skúseností získaných na existujúcich nádržiach: preplachovanie, čistenie, bagrovanie.
4. Efektivita a náklady na stavebné opatrenia zabraňujúce zanášaniam a prevádzkové postupy.
5. Techniky riešenia zanášania.

**PO ET PRÍSPEVKOV 29**

- R.1 HASNAOUI D., OULKACHA L. TOUJI M. (Maroc) **L'envasement des retenues de barrages au Maroc (Siltation of dams reservoirs in Morocco).** *Zanášanie nádrží v Maroku*
- R.2 OUCHI M., JIN H., FUKUDA T. (Japan) **Sustainable sediment management plan of the Wonogiri multipurpose reservoir in Indonesia.** *Udržateľný plán riadenia sedimentácie viacerých nádrží Wonogiri v Indonézii*
- R.3 SETO K., SAKAMOTO T., SUETSUGI T. (Japan) **Sediment control measures and improvement effects of physical condition and environment by sediment flushing - A case study in the Yahagi Dam.** *Opatrenia pre kontrolu sedimentácie a zlepšenie fyzikálnych podmienok a prostredia prepúšťaním sedimentov – prípad priehrady Yahagi*
- R.4 SUMI T., KOBAYASHI K., YAMAGUCHI K., TAKATA Y. (Japan) **Study on the applicability of the asset management for reservoir sediment management.** *Štúdiá použiteľnosti aktívneho prístupu pri riešení zanášania nádrží*
- R.5 SUMI T., KOTSUBO H., KIDO K., KUBOTA A., YOSHIKOSHI I., SANDANBATA I., TEMMYO T., KODAKA S. (Japan) **Primary treatment of dredging system for dam sediment replenishing to the river.** *Prvotné opatrenie – vyáženie sedimentov a ich opätovné vysypanie do rieky*
- R.6 SUMI T., NAKAMURA S., HAYASHI K. (Japan) **The effect of sediment flushing and environmental mitigation measures in the Kurobe River.** *Efekt prepláchnutia sedimentov a opatrení na zlepšenie prostredia rieky Kurobe*
- R.7 AOYAMA T., HAKOISHI N., SAKURAI T., TAKASU S., IKEDA T. (Japan) **Evaluation of the impact of stream type flood control dams on sediment management.** *Hodnotenie vplyvu údolných retených nádrží na zanášanie*
- R.8 MITSUZUMI A., KATO M., OMOTO Y. (Japan) **Effect of sediment bypass system as a measure against long-term turbidity and sedimentation in dam reservoir.** *Vplyv sedimentačného obtokového systému na dlhodobé zakalenie a sedimentáciu v nádržiach*
- R.9 TOYODA T., KOMAI T., TAKEUCHI M., FUKUSHIMA M., SAKAI Y., UEADA S., HORIYA S., SAKAKIYAMA R., OHTA H. (Japan) **Characterization of humic substances deposited on the bottom of dam reservoir and their effective utilization.** *Charakteristika humusových substancií uložených na dne nádrže a ich efektívne využitie*
- R.10 AKALAY B., KETTANI M., FERHAN M'JID. (Maroc) **Désenvasement de la retenue du barrage mechra homadi (Maroc), et mise en service de la vidange de fond (Desludging of Mechra Homadi Dam reservoir and entry into service of the bottom outlet).** *Zbavenie sedimentov nádrže Mechra Homadi a uvedenie dnových výpustov do prevádzky*
- R.11 LUKAC MIROSLAV, LUKAC MICHAL (Slovakia) **Siltation of reservoirs in Slovakia - Its reasons, consequences and approaches to cope with this issue.** *Zanášanie nádrží na Slovensku – jeho dôvody, dôsledky a prístupy ako sa s ním vysporiada*

- R.12 BIZZINI F., CARUANA R., COLONNA P., DE VITA P., FANELLI G., GRANATA T., GRECO A., LA BARBERA G., MARCHITELLI M., TIDDIA D. (Italy) **The silting problem for reservoirs of Italian Large Dams.** *Problém zanášania talianskych nádrží*
- R.13 SHALABY A.M. (Egypt) **Siltation in High Aswan Dam Reservoir in Egypt.** *Zanášanie Ve kej Asuánskej nádrže v Egypte*
- R.14 DASCALESCU N., ASMAN I., DIMU G. (Romania) **Evaluation of the silting degree and of the measures for prevention and control of the phenomenon at storage reservoirs in Romania.** *Zhodnotenie miery zanášania a opatrení pre prevenciu a kontrolu tohto javu na akumulácných nádržiach v Rumunsku*
- R.15 MARINO J. J., CASTRO H., MANJARRES F., GAMEZ J., DAZA A., ALARCON W. (Colombia) **Sediment management at the Chivor Hydroelectric project in Colombia.** *Riešenie zanášania energetickej nádrže Chivor v Columbii*
- R.16 MARINO J. J., PINEROS J., AMAYA F., ROMERO G. (Colombia) **Sediment management at the Tablachaca reservoir of Peru.** *Riešenie zanášania nádrže Tablachaca v Peru*
- R.17 ANNANDALE G. W., PALMIERI A. (United States) **Reservoir sustainability - Identification, assessment and successful implementation of reservoir sedimentation management strategies.** *Udržateľný rozvoj nádrží – Identifikácia, hodnotenie a úspešná implementácia stratégií riešenia zanášania*
- R.18 MOTLIK M. (Czech Rep.) **Sediment control regime of water courses and reservoirs in north-west Bohemia.** *Režim kontroly sedimentácie vodných tokov a nádrží v Severozápadných čechách*
- R.19 HAJIHOSEINI M., SALEHI NEYHSGABURI A. A., GHAZANFARI K., MOHAMMAD MIRZAEI M. A. (Iran) **Numerical analysis of effects of sluice gate location on efficiency of sediment removal from dam reservoir.** *Numerická analýza vplyvu umiestnenia stavidla na účinnosť odstraňovania sedimentov z nádrže*
- R.20 GUO Q., CAO W. (China) **Reservoir sedimentation and its control.** *Zanášanie nádrže a jeho kontrola*
- R.21 MÜLLER P. J., DE CESARE G. (Switzerland) **Sedimentation problems in the reservoirs of the Kraftwerke Sarganserland.** *Problémy zanášania v nádržiach vodných elektrární Sarganserland*
- R.22 PAOLI J., ROYET P., TOURMENT R., ISAMBERT F. (France) **Barrage de l'Alésani: sécurisation de l'unique prise d'eau menacée d'envasement.** *Priehrada l'Alésani: vysporiadanie sa z riešením zanášania*
- R.23 BOUCHARD J.P., POIREL A., MENU S. (France) **Sediment management: the Durance bassin.** *Riešenie zanášania nádrže Durance*
- R.24 JENZER ALTHAUS J. M.I., DE CESARE G., BOILLAT J.L., SCHLEISS A. J. (Switzerland) **Turbidity currents at the origin of reservoir sedimentation, case studies.** *Zakalené prúdy pri vzniku sedimentácie v nádrži, príklady*
- R.25 ALIEV N. A., BELIKOV V. E., GAMZATOV T. G. (Russia) **Silting of water reservoirs in the Sulak river basin.** *Zanášanie vodných nádrží v povodí rieky Sulak*
- R.26 GHOLILOU A. (Iran) **Simple technology for dam construction in Shikalak Masonary Dam.** *Jednoduchá technológia výstavby priehrady Shikalak Masonary*
- R.27 WOLFRUM S. G., CERESO P. G. (Spain) **Solutions for siltation in reservoirs in the south of Spain.** *Riešenia zanášania nádrží v južnom Španielsku*
- R.28 MANUECO M. G., SEGURA N., SALETE DIAZ E., SALETE CASINO E., BERNIA S., PERNAS J. (Spain) **Sedimentation study in the future reservoir of Terrateig (Valencia, Spain).** *Štúdiá zanášania v pripravovanej nádrži Terrateig (Valencia, Španielsko)*
- R.29 HUSSAIN F. (Pakistan) **Development of sediment management programme for Diamer Basha Reservoir based on one-dimensional numerical modeling.** *Vytvorenie programu riešenia sedimentácie nádrže Diamer Basha, založenom na jednorozmernom numerickom modelovaní*

## VÝBER NAJDÔLEŽITEJŠÍCH POZNÁMOK GENERÁLNEHO SPRÁVODAJCU

Vysoká miera zanášania v mnohých priehradách a lepšia starostlivosť o trvalú udržateľnosť prevádzky nádrží zdôrazňuje nevyhnutnosť riešenia problémov sedimentácie v nádržiach. Hlavnými problémami sedimentácie v nádržiach sú:

- strata objemu,
- porušenie turbín a strata na výrobe elektrickej energie,
- vplyvy na prostredie pod nádržou.

Celkový svetový objem nádrží je približne 7000 km<sup>3</sup> (podľa registra ICOLD 6100 km<sup>3</sup>, ale keď zarátame priehrady s H <15m, je to odhadom 7000 km<sup>3</sup>), s ktorých 3000 km<sup>3</sup> predstavuje stály priestor pre výrobu vodnej energie. Z 4000 km<sup>3</sup> využívaného objemu je

najviac (okolo 1000 km<sup>3</sup>) vyčleneného pre energetický účel, zvyšok pre ostatné účely ako zavlažovanie, zásobovanie pitnou alebo technologickou vodou a d'.

Ročné množstvo sedimentov uložených všetkými svetovými riekami je odhadované na 24 – 30 miliárd ton z ročného riečneho odtoku 40 000 km<sup>3</sup>, čo predstavuje cca. 0,6 až 0,75 t/1000 m<sup>3</sup> vody. Toto množstvo je však veľmi závislé na prietokových pomeroch a charaktere rieky. Nie všetky sedimenty sa ukladajú v nádržiach, usadený objem sedimentov je odhadovaný na 1400 mil. m<sup>3</sup>, ročná miera zanášania je odhadovaná na 40 mil. m<sup>3</sup> čo predstavuje 0.6 % celkového objemu nádrží. Najviac sa zanášanie týka energetických nádrží, hlavne zmenšovaním stáleho objemu, strata na výrobe elektrickej energie však nie je úmerná strate na objeme. Generálny spravodajca pre jednotlivé účely nádrží finančne vyjadril straty spôsobené zanášaním nádrží, prostredníctvom pomeru strát vzniknutých sedimentáciou ku vynaloženým nákladom na vytvorenie objemu. Ročné straty spôsobené zanášaním nádrží sú 17 miliárd \$, pričom celkové ročné náklady na prevádzku priehrad sú 57 miliárd \$ a celkové ročné výnosy 175-225 miliárd \$. Straty zanášaním teda predstavujú okolo 30 % zo všetkých nákladov na prevádzku priehrad. Avšak v mnohých krajinách je vynakladaných omnoho menej prostriedkov na opatrenia proti zanášaniu priehrad ako je spomínaných 30% prevádzkových nákladov. Problém riešenia zanášania sa tak presúva na ďalšie generácie.

### **Riešenie zanášania nádrží prepúšťaním sedimentov cez nádrž**

- R.03 sa zaoberá priehradou Yahagi v Japonsku. Za najvhodnejšie opatrenie pre vysporiadanie sa so zanášaním bola zvolená metóda hydrosukcie. Sedimenty boli odsávané a cez tunel transportované pod priehradu. Monitoring prostredia pod priehradou nezaznamenal výraznejší vplyv dodávania sedimentov do koryta rieky, čo bolo spôsobené pomerne malým objemom sedimentov.
- R.06 pojednáva o efektoch prepláchnutia sedimentov na dvoch priehradách na rieke Kurobe. Autori zistili, že preplachovanie počas udržiavania nízkej hladiny vody v nádrži významne zvyšuje účinok preplachovania. Pre evakuáciu živočíchov počas preplachovania nádrže boli použité evakuačné kanály.
- R.16 uvádza poznatky z optimalizácie periodického preplachovania nádrže Toblachaca. Na tejto priehrade bolo zistené, že na to, aby vyplavovanie nádrže bolo účinné, treba zabezpečiť minimálny prietok 400 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.
- R.19 pomocou 3D modelu analyzuje, ako významne môže poloha stavidla ovplyvniť účinnosť vyplachovania sedimentov. Z výsledkov vyplýva, že pri nádržiach symetrického tvaru je dosahovaná tým väčšia účinnosť, čím je stavidlo umiestnené viac do stredu priehrady.
- R.20 opisuje stav nádrží v Číne z hľadiska sedimentácie a korešpondujúce opatrenia na riešenie tohto fenoménu. V príspevku sú popísané dva príklady riešenia zanášania v nádržiach. V prvom museli byť zrekonštruované funkčné objekty priehrad tak, aby sa počas povodní vypláchli plaveniny z nádrže. V druhom prípade sa autori zaoberajú kaskádou nádrží. Opatreniami vo vrcholovej nádrži kaskády možno výrazne zredukovať zanášanie v ostatných nádržiach kaskády.
- R.21 uvádza riešenie sedimentácie pomocou ovzdušňovania. Výsledky dosiahnuté touto metódou neboli uspokojivé. Na základe výsledkov boli zostavené tieto odporúčania: treba zabrániť prítoku zakalenej vody do nádrže, ovzdušňovať sedimenty súčasne s otvoreným spodným výpustom, počas ovzdušňovania treba nechať pustené turbíny elektrárne, cez ktoré pretečie zakalená voda
- R.24 na viacerých príkladoch zo Švajčiarska popisuje koncentrované plavenie jemnozrnných plavenín v zakalených prúdoch vody. Plavený materiál je dôsledkom

erózie v povodí riek a bystrín. Riešením na zabránenie usadzovania sedimentov priamo v nádrži je vybudovanie zemných prehrádzok v miestach pred nádržou, kde sa materiál usadí a neohrozí zanášaním hlavnú priehradu.

### **Riešenie zanášania nádrží bagrovaním, hydrosukciou alebo odvedením sedimentov**

- R.04 sa zaoberá aktívnym prístupom k riešeniu zanášania nádrží. Na rôznych príkladoch porovnáva jednotlivé opatrenia pre vysporiadanie sa so sedimentáciou v nádržiach: bagrovanie, odvedenie sedimentov, vyťaženie sedimentov pri vyprázdnenej nádrži. Napriek prerušeniu prevádzky nádrže bolo ako najekonomickejšie a najúčinnnejšie vyhodnotené vyťaženie sedimentov pri vyprázdnenej nádrži.
- R.05 sa zaoberá in-situ testom bagrovania hrubozrnných sedimentov z nádrže, ktoré predchádza prepúšťaniu jemnozrnných sedimentov do koryta pod nádržou. Z výsledkov vyplýva, že pri rýchlosti bagrovania 3 - 4 m<sup>3</sup> za hodinu sa vyťaží až 70 – 80 % sedimentov. Navrhnutými opatreniami bol tiež znížený obsah nežiaducich látok v sedimentoch, ktoré sú prepúšťané do koryta pod priehradou.
- R.08 popisuje monitoring systému odvedenia sedimentov pomocou obtokového kanála vykonávaného v rokoch 1998 - 2006. 2350 metrov dlhý obtokový kanál má maximálnu prietokovú kapacitu 140 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Až 90 % všetkých sedimentov bolo odvedených prostredníctvom tohto kanála. Taktiež boli zaznamenané pozitívne účinky prevedenia sedimentov na biodiverzitu v koryte pod priehradou.
- R.10 pojednáva o odstránení sedimentov metódou hydrosukcie, pri ktorej boli odstránené len pevné sedimenty. Miestom na ukladanie vyťažených sedimentov bola terénna depresia vzdialená 2 km od nádrže. Sedimenty boli dopravované potrubím, čo si vyžiadalo tiež spoľahlivé riešenie odvodnenia týchto sedimentov.
- R.14 sa venuje rumunským nádržiam, ktoré boli najviac postihnuté zanášaním. Napriek testovaniu rôznych riešení nebolo zatiaľ navrhnuté účinné opatrenie pre elimináciu tohto nežiaduceho účinku.
- R.27 opisuje rôzne opatrenia riešiace problém sedimentácie nádrží v južnom Španielsku. Niektoré nádrže boli zanesené do takej miery, že prestali plniť svoje vodohospodárske funkcie. Ich súčasným účelom je iba rekreácia.
- R.28 na nádrži Terrateig bola aplikovaná Musclovea rovnica pre výpočet prírastku sedimentov. Podľa výpočtu až 88% sedimentov sa uloží v nádrži. Pre zabráneniu sedimentácie tejto nádrže je potrebné navrhnuť vhodné protipatrenia.

### **Riešenie zanášania nádrží zachytávaním sedimentov nad priehradou**

- R.01 pri navrhovaní nádrží v Maroku sa mŕtvy priestor navrhoval tak, aby sa nezaplnil skôr ako po 50 rokoch prevádzky. Napriek tomu väčšina nádrží má veľké problémy so zanášaním. Preto je potrebné aplikovať dodatočné opatrenia pre elimináciu zanášania.
- R.02 sa venuje návrhu viacúčelovej nádrže Wonogiri v Indonézii. Na základe 2D numerického modelovania bolo za najvhodnejšie opatrenie zvolené rozdelenie nádrže na dva priestory - priestor, v ktorom sa budú usadzovať sedimenty a priestor vodohospodársky využívaný. Tieto dva priestory budú oddelené uzatváracou hrádzou.
- R.15 v Kolumbii boli použité viaceré metódy riešenia zanášania nádrží. Na priehrade Chivor boli zvažované viaceré alternatívy riešenia sedimentácie vrátane nulového variantu. Ako najvhodnejšie riešenie bolo zvolená prestavba vtokov na turbíny, čím je možné predĺžiť prevádzku turbín o približne 55 rokov.
- R.18 opisuje riešenie zanášania nádrží v severozápadných Čechách. Pomocou hradenia prítokov vlievajúcich sa do nádrže sa podarilo významne obmedziť zanášanie nádrží.

Prítoky sú hradené štrkovými hrádzami, zanesený priestor je periodicky vyprázdňovaný.

- R.22 nádrž L'Alesani je z tých, ktoré sa urgentne potrebujú vysporiadať zo zaneseným priestorom. Sedimenty už vyradili z funkcie spodný výpusť, polovica výšky odberného potrubia je taktiež zanesená. Funkčné objekty sú združené do združeného funkčného objektu. Ako dočasné riešenie bolo zvolené vybudovanie nového vyššie položeného odberného potrubia. Plánovaným trvalým riešením je odstránenie sedimentov z priestoru okolo združeného funkčného objektu prepláchnutím.
- R.25 v Rusku je taktiež mnoho nádrží zasiahnutých zvýšeným zanášaním. Preplachovanie nádrží neprineslo očakávané výsledky. Účinné preplachovanie je možné len u nádrží s vhodne navrhnutými spodnými výpustami a priepadmi. Ako najúčinnjšie opatrenie bolo vyhodnotené navrhnutie usadzovacej nádrže na toku nad nádržou.
- R.29 prostredníctvom numerického modelovania posudzuje rôzne opatrenia riešiace sedimentáciu v nádrži Diamer Basha. Najvhodnejším riešením je vybudovanie usadzovacej nádrže v hornej časti povodia rieky Horný Indus.

### **Udržateľné riešenia zanášania nádrží**

- R.07 sa zaoberá zanášaním nádrží, ktoré slúžia na ochranu pred povodňami. Na fyzikálnom modeli bolo zistené, že počas povodne pri stúpaní hladiny je cez priehradu prevedených omnoho menej splavenín ako pri klesaní hladiny. Taktiež zanášanie retenčných nádrží má úplne iný charakter ako zanášanie zásobných nádrží.
- R.09 konštatuje, že vo väčšine prípadov vyťažené sedimenty nemajú ekonomickú hodnotu. V príspevku bolo študované ekonomické využitie humusových sedimentov, tieto by mohli byť použité ako hnojivo pre rastliny.
- R.11 opisuje ako sa s problémami zanášania riešia na Slovensku. Uvádza tiež nameranú mieru zanesenia slovenských nádrží. Použité opatrenia boli bagrovanie, preplachovanie nádrží ako aj vyčlenenie mŕtveho priestoru určeného na zanesenie. Pre modelovanie ukladania sedimentov bol zhotovený 1D a 2D numerický model. Na základe výsledkov numerického modelovania je možné konštatovať, že najlepšie výsledky je možné dosiahnuť kombináciou viacerých opatrení proti sedimentácii v nádržiach.
- R.12 uvádza konflikt medzi opatreniami eliminujúcimi zanášanie nádrží a environmentálnymi predpismi. Dôsledkom tohto konfliktu sú nepriaznivé vplyvy tak na prevádzku nádrží ako aj na životné prostredie.
- R.13 sa zaoberá zanášaním Veľkej Asuánskej priehrady. Z výsledkov monitoringu vyplýva, že nádrž bola do značnej miery zanesená. V súčasnosti sú uvažované viaceré opatrenia na riešenie sedimentácie ako bagrovanie, vybudovanie obtokového kanála a mnohé ďalšie.
- R.17 sa zaoberá návrhovou životnosťou nádrží. Autori navrhujú zmeniť prístup pri navrhovaní nádrží z návrhovej životnosti na prístup životných cyklov nádrže. Druhý prístup zohľadňuje medzigeneračný faktor. Zatiaľ čo súčasná generácia profituje z efektov nádrže, budúca generácia bude musieť znášať náklady na riešenie nepriaznivých dôsledkov prevádzky nádrže. Preto navrhujú vytvoriť taký finančný mechanizmus, pri ktorom sa počas prevádzky nádrže vytvorí fond na financovanie budúcich nákladov spojených s rekonštrukčnými prácami na nádržiach a priehradách.
- R.23 sa komplexne zaoberá problémom sedimentácie v povodí rieky Durance. Vzhľadom na výrazné zanášanie nádrží v tomto povodí sú navrhované opatrenia v celom povodí na minimalizovanie sedimentácie.

## OTÁZKA 90

**Rekonštrukcie (vylepšenia) existujúcich priehrad***Generálny spravodajca: M. BARTSCH, Švédsko*

1. Rekonštrukcie pre zlepšenie štrukturálnych a hydraulických vlastností.
2. Rekonštrukcie pre splnenie nových predpisov, prevádzkových a environmentálnych požiadaviek.
3. Technické riešenia a alternatívne návrhy zvyšovania priehrad.
4. Ekonomické náklady na zvyšovanie priehrad (vrátane zvyšovanie retenčnej kapacity, zvyšovanie zásobného objemu a iných vylepšení).

**PO ET PRÍSPEVKOV 58**

- R.1 SUZUKI M. (Japan) **Outline and effects of permanent sediment management measures for Miwa Dam.** *Popis a účinky trvalých opatrení pre zamedzenie sedimentácie v nádrži Miwa*
- R.2 MARCELLO A., BALLATORE S., MEDA P. (Italy) **Place Moulin : Arch gravity Dam deformations with high water levels.** *Moulinová priehrada: Deformácie klenbovej priehrady s gravitačným únikom spojené s vysokými hladinami vody*
- R.3 OLDANI G., GIGLI P., JAPPELLI R., MAUGLIANI V. (Italy) **Erosion control through an observational approach at Isola Serafini gate structure on the river Po, Italy.** *Kontrola erózie pomocou observačnej metódy hate Isola Serafini na rieke Po, Taliansko*
- R.4 YOSHIOKA I., OKIDA T., OIKAWA T. (Japan) **Rehabilitation of the Taishakugawa dam with the aim of improving flood discharge capacity and seismic stability.** *Obnova priehrady Taishakugawa s cieľom zlepšiť povodňovú kapacitu a seizmickú stabilitu*
- R.5 CHRAIBI A.F., TENOURI K. (Maroc) **Surélévation du barrage Sidi Mohamed Ben Abdellah (Raising of Sidi Mohamed Ben Abdellah dam).** *Nadvyšovanie priehrady Sidi Mohamed Ben Abdellah*
- R.6 OSUGI T., NOGUCHI S., MAEYAMA Y., KUMAGAI K. (Japan) **A lot of approaches for restoration of natural environment in the downstream river of Dams in Japan.** *Viaceré prístupy k obnove prirodzeného prírodného prostredia v riekach pod priehradami v Japonsku*
- R.7 AKALAY M. B., EL RHAZ M., EL GHISSASSI A., DE SIMONE C. (Maroc) **Increase of Sidi Driss storage capacity by fusegates Hydroplus.** *Zvýšenie zásobného priestoru nádrže Sidi Driss prostredníctvom odplaviteľného preklápacieho hradenia Hydroplus.*
- R.8 SCUERO A.M., VASCHETTI G. L. (Italy) **Unconventional design in Dam raising : Sar Cheshmeh Tailings Dam.** *Netradičný návrh v nadvyšovaní hrádzí : Odkalisko Sar Cheshmeh*
- R.9 NOORZAD A., GHAEMIAN M. (Iran) **Upgrading of existing concrete dams against earthquakes.** *Modernizácia existujúcich betónových priehrad pre lepšie odolávanie zemetraseniu*
- R.10 BRATIANU G., POPOVICI A., STEMATIU D., VOINITCHI C. (Romania) **Assessment concerning Dridu River Dam rehabilitation works.** *Zhodnotenie rekonštrukčných prác na priehrade Dridu*
- R.11 LAKSIRI L.B.K. (Sri Lanka) **Establishment of leakage mechanism based on hydrogeological aspects Samanalawewa reservoir.** *Zavedenie mechanizmu hydrogeologického zisovania priesakov na nádrži Samanalawewa*
- R.12 KAMALADASA B. (Sri Lanka) **Upgrading the existing dams - Challenges face by the Sri Lankan dam Engineers.** *Rekonštrukcie existujúcich priehrad – Výzva pre priehradných inžinierov na Srí Lanke*
- R.13 LIIF J., NILSSON A., RONNQVIST H. (Sweden) **Agnsjön Dam - Internal erosion in the foundation and remedial measures.** *Priehrada Agnsjön – vnútorná erózia v základovej škáre a sanačné opatrenia*
- R.14 GUSTAFSSON A., JOHANSSON F., RYTTERS K., STILLE H. (Sweden) **Sliding stability of concrete gravity dams founded on rock - Proposal for new Swedish guidelines.** *Šmyková stabilita betónových gravitačných priehrad založených na skalnom podloží – Návrh nových švédskych smerníc*
- R.15 STENSTRÖM P., XL YANG J., BOND H., SJÖDIN A., STEINER R. (Sweden) **Increasing capacity spillway discharge capacity at Höljes Dam, Klarälven, Sweden.** *Zvýšenie kapacity priepadu na priehrade Höljes, Klarälven, Švédsko*
- R.16 ANSELL A., EKSTRÖM T., HASSANZADEH M., MALM R. (Sweden) **Verification of the cause of the cracks in a buttress dam.** *Overenie príčin trhlin na lenenej priehrade*
- R.17 CHOPRA A.K., NUSS L.K. (USA) **Seismic safety evaluation and upgrading of Arch Dams.** *Hodnotenie seizmickej bezpečnosti a modernizácia klenbových priehrad*

- R.18 ISO-AHOLA V., TARBOX G., WADE D.L. (USA) **FEM optimization of rehabilitation design for big Tujunga Dam.** *Optimalizácia návrhu obnovy vekej priehrady Tujunga metódou MKP*
- R.19 SCARELLA M., SEMBENELLI P.G. (Italy) **Upgrading of Val Noci and Badana spillways to cope with modified hydrological forecast.** *Rekonštrukcia priepadov priehrad Val Noci a Badane pre vysporiadanie sa so zmenenými hydrologickými predpoveami*
- R.20 GIAHI M., SHIROUYEH ARAGHI M., TORABI GOUDARZI M. (Iran) **Effects of geological and karst-hydrogeology phenomena on the design of water tightness of the Sheshpir dam site.** *Vplyv geologických a krasových hydrogeologických podmienok na návrh utesnenia lokality priehrady Sheshpir*
- R.21 FARZI F., REZ TADAYON H., SABZEHALI H. (Iran) **Upgrading the Zarineh-Roud Dam.** *Rekonštrukcia priehrady Zarineh-Roud*
- R.22 WELBANK J., HINKS J.L., GREEN G.S. (United Kingdom) **Slope instability and remedial works at Sutton Bingham reservoir.** *Svahová nestabilita a sanačné práce na vodnej nádrži Sutton Bingham*
- R.23 NOMBRE A., KABORE M., LEMPÉRIÈRE F., VIGNY J. P. (Burkina Faso) **Heightening projekt of Wedbila dam spillway using fuse plugs engineering.** *Zvýšenie priepadov na priehrade Wedbila prostredníctvom odplaviteľného preklápacieho hradenia*
- R.24 LOPEZ F., BOSLER J. (Australia) **Inelastic seismic analysis of Dartmouth intake tower.** *Neelastická seizmická analýza vtokovej veže priehrady Dartmouth*
- R.25 OBERNHUBER P., PERNER F. (Austria) **Arch dam analysis using Zillergründl dam as an example.** *Analýza klenbovej priehrady ilustrovaná na priehrade Zillergründl*
- R.26 LI N-H., LI H-T. (China) **Hengshan clay core gravel-fill dam heightened using concrete face rockfill dam.** *Zvýšenie a prestavanie heterogénnej sypanej hrádze s ťlovým tesniacim jadrom na rockfillovú priehradu s tesniacim plášťom*
- R.27 HUI Y., CHENG-DONG L., FU-HENG M., YAN X. (China) **Features of heighting gravity-wall type rock-fill dam of Wutongyuan.** *Zvýšenie rockfillovej priehrady s gravitačnou stenou Wutongyuan*
- R.28 TONGCHUN L., TIANYOU Y., LANHAO Z. (China) **Crack stability analysis for heightening gravity dam with longitudinal cracks.** *Stabilitná analýza puklín gravitačnej betónovej priehrady s pozdĺžnymi puklinami*
- R.29 JIAN X., FAN W. (China) **Key technologies in heightening of Danjiangkou Dam.** *Kľúčové technológie pri zvyšovaní priehrady Danjiangkou*
- R.30 SVANCARA J., KREJCI V. (Czech Rep.) **Repair of the Mostiste Dam.** *Rekonštrukcia priehrady Mostišt*
- R.31 ESMAEIL NIA OMRAN M., MOHAMMAD MIRZAEI M. A. (Iran) **Upgrading of Fariman Dam to improve structural and hydraulic performance.** *Rekonštrukcia priehrady Fariman s cieľom zlepšenia pevnostných a hydraulických vlastností*
- R.32 SAFI M., HAMIDIAN M., SAHRANAVARD S. H., KARIMI S., GHEZELSOFLU A. (Iran) **Safety evaluation of two historical masonry dams in Iran.** *Hodnotenia bezpečnosti dvoch historických murovaných priehrad v Iráne*
- R.33 ABADJIEV C. B., TENEV G. Y., GEORGIEV G. Z. (Bulgaria) **Examples to upgrading the seepage control of dams.** *Príklady zlepšenia kontroly priesakov priehrad*
- R.34 KHERKHAH N., FOULADI NASHTA C., LEHONI K. (Iran) **Ekbatan concrete gravity buttress dam heightening and rehabilitation.** *Zvýšenie a rekonštrukcia betónovej hlavicevej priehrady Ekbatan*
- R.35 ZHONGQING Z. (China) **Measures for reinforcing concrete gravity dams.** *Opatrenia pre vystužovanie (posilnenie) betónových gravitačných priehrad*
- R.36 TOLOSHINOV A.V., YURKEVICH B.N., BYKOV D.S. (Russia) **Reconstruction at the Sayano-Shushenskaya HPS: shore spillway.** *Rekonštrukcia elektrárne Sayano-Shushenskaya: priepad*
- R.37 SOROUSH A., TABATABAIE SHOURIJEH P. (Iran) **Design and dam construction considerations to reduce internal erosion risks in earth dams.** *Návrhy a opatrenia pri výstavbe na zníženie rizika výskytu vnútornej erózie u zemných priehrad*
- R.38 MINE E., DEROO L., YE O. E. (France) **Safety rehabilitation works for the Bagre dam.** *Zvýšenie bezpečnosti priehrady BAGRE*
- R.39 VIGNY J. P., LEMPÉRIÈRE F. (France) **Very economical concrete fuse plugs to improve safety or storage of existing dams.** *Veľmi úsporné betónové odplaviteľné preklápacie hradenia na zlepšenie bezpečnosti existujúcich priehrad*
- R.40 LACROIX S., WALZ A. (France) **Engineering a fusegated spillway.** *Navrhovanie odplaviteľného preklápacieho hradenia*
- R.41 EKSTRÖM I., CEDERSTRÖM M., JOHANSSON S., SJÖDAHL P. (Sweden) **Upgrading of an old power plant for new environmental and technical requirements.** *Modernizácia starej vodnej elektrárne pod a nových environmentálnych a technických požiadaviek*
- R.42 ZHOU J., ROGERS M. F., KELLER T. O., MEDA J. (USA) **Roller-compacted concrete for raising San Vicente Dam.** *Valcovaný betón použitý pri zvyšovaní priehrady San Vicente*
- R.43 LEITE RIBEIRO M., BIERI M., BOILLAT J. L., SCHLEISS A. J., DELORME F., LAUGIER F. (Switzerland) **Hydraulic capacity improvement of existing spillways - design of piano key weirs.** *Zvýšenie hydraulickej kapacity existujúcich priepadov – návrh priepadu v tvare pianových kláves*
- R.44 TARBOX G. S., ISO-AHOLA V., ROGERS M. F., ZHOU J. (USA) **Structural design optimization with raising San Vicente Dam.** *Optimalizácia návrhu zvýšenia priehrady San Vicente*
- R.45 DE FRANCISCO J. P., PEREZ-CECILIA D. (Spain) **Implementation a new bottom outlet in Jarosa Dam, employment a tunnel boring machine without emptying the reservoir.** *Realizácia nového dnového výpustu na priehrade Jaros, použitie tunelového vrtacieho stroja bez vyprázdnenia nádrže*

- R.46 CORDERO PAGE D., ELVIRO GRACIA V., MATEOS IGUACEL C. (Spain) **Regulatable siphon spillway.** *Regulovateľný násoskový priepad*
- R.47 LAFUENTE DIOS R., MERINO ARROYO M., DE DIEGO CALVO P., MARTINEZ MAZARIEGOS J.L. (Spain) **Heightening of Yesa Dam.** *Zvýšenie priehrady Yesa*
- R.48 KOCAHAN H. T., WYCKOFF R., WOSNIK M. (USA) **US experience with fusegates for spillway inadequacy remediation.** *Americká skúsenosť s odplaviteľným preklápacím hradením pri rekonštrukcii nevhodne navrhnutých priepadov*
- R.49 HIJOS BITRIAN F., MANUECO PFEIFFER G., SEGURA NOTARIO N. (Spain) **Upgrading of Arenos Dam.** *Rekonštrukcia priehrady Arenos*
- R.50 RIERA RICO J. (Spain) **New intakes for urban water supply at Iznajar Dam.** *Nové odbery pre zásobovanie obyvateľstva vodou na nádrži Iznajar*
- R.51 RIERA RICO J. (Spain) **New bottom outlets for Iznajar Dam.** *Nové dnové výpusty na priehrade Iznajar*
- R.52 TARBOX G. S., JUBRAN M., ROGERS K., DUNSTAN M. (USA) **Special issues of interface, facing systems and RCC design for raising San Vicente Dam.** *Osobité problémy spojenia, utesnenia a návrhu RCC betónu pri zvyšovaní priehrady San Vicente*
- R.53 HERWEYNEN R., HARMAN T., SWINDON A. (Australia) **Catagunya post tensioned dam. The challenge of old style anchors.** *Dodatok nepredpätá priehrada Catagunya. Vysporiadanie sa so starým typom kotiev*
- R.54 NACKLER K., BINDER J. (Austria) **Reinforcement of the Feldsee dam with main emphasis on the improved subsoil seal.** *Vystuženie priehrady Feldsee s hlavným dôrazom na zlepšenie tesnenia podložia*
- R.55 OOSTHUIZEN C. (South Africa) **Challenges experienced during the upgrading of a RCC dam in south Africa.** *Výzvy, ktoré sprevádzali modernizáciu RCC priehrady v Južnej Afrike*
- R.56 GUNN R. M., WOHLNICH A., COMTESSE J-L., AJEJE W. (Switzerland) **Techno-economic comparison of dam alternatives - Specific advantages of an RCC arch dam solution.** *Technicko – ekonomické porovnanie alternatív priehrady – špecifické výhody riešenia RCC klenbovej priehrady*
- R.57 KAMAL M. M., SHALABY A. M. (Egypt) **Positive effects of the High Aswan Dam (HAD) on downstream area.** *Pozitívne účinky Veľkej Asuánskej priehrady na oblasť pod priehradou*
- R.58 VALGOI P. (Italy) **Extraordinary maintenance of "S. Giacomo di Fraele" Dam.** *Neobvyklá údržba priehrady „S. Giacomo di Fraele“*

## VÝBER NAJDÔLEŽITEJŠÍCH POZNÁMOK GENERÁLNEHO SPRÁVODAJCU

Z 50 000 veľkých priehrad, ktoré sú v súčasnej dobe v prevádzke už viac ako polovica je staršia ako 50 rokov. Počas dlhých rokov prevádzky priehrad sa zdokonaľovali technické znalosti a sprísňovali predpisy týkajúce sa bezpečnosti priehrad. Týmto zmeneným predpisom a požiadavkám na priehrady je potrebné prispôbiť existujúce priehrady. Zvýšené požiadavky spoločnosti na vodu a energiu majú tiež za následok snahu o zvýšenie kapacity existujúcich priehrad.

### 1. Prí iných rekonštrukciách (vylepšení) priehrad

V polovici minulého storočia rástla výstavba priehrad a teda ich počet vo svete rýchlym tempom. Pri zabezpečovaní vodohospodárskych potrieb sa do popredia dostávala aj otázka rizika týchto stavieb pre územie pod priehradou, ktoré bolo dostatočne nízke na to, aby bolo akceptované spoločnosťou. Napriek nízkemu riziku každý rok najmenej jedna veľká priehrada havarovala. So snahou ešte viac znížiť riziko havárie priehrad sa predpisy postupne sprísňovali.

Pojem starnutie priehrad zahŕňa procesy ovplyvňujúce vlastnosti priehrady a jej konštrukčných materiálov a teda znižovanie spoľahlivosti konštrukcie a jej funkcií spojených s bezpečnosťou priehrady. Rekonštrukcie sú nevyhnutné ako protiopatrenie k tomuto javu, pre zvýšenie životnosti existujúcich priehrad. U sypaných priehrad sú najčastejšou príčinou rekonštrukcií filtračné poruchy ako priesaky, vnútorná erózia v jadrách a priľahlých filtroch. U betónových priehrad je to starnutie betónu a priepadových zariadení.

Zmena prevádzky a zvyšovanie priehrad sú často motivované dôvodmi nezávislými so samotnou priehradou. Sú to väčšinou zvýšené požiadavky konzumentov na vodu, zmeny vo výrobe elektrickej energie, požiadavky na povodňovú ochranu a d'.

## 2. Rekonštrukcie (vylepšenia) pre zaistenie bezpečnosti priehrad

Bezpečnosť priehrad je založená na troch hlavných pilieroch:

- bezpečný návrh a výstavba priehrad,
- bezpečná prevádzka a technicko-bezpečnostný dohľad na priehradách,
- pripravenosť na havarijné situácie.

### *Hydrologické a hydraulické riziká – modifikácia funkčných objektov*

Historická skúsenosť ukazuje, že neschopnosť priehrad bezpečne previesť povodňové prietoky stojí za viac ako tretinou porušení priehrad. Sypané priehrady sú vzhľadom na slabú odolnosť voči erózii pri preliatí ohrozené viac, vyskytujú sa však aj poruchy pri preliatí betónových priehrad, hlavne v oblasti základov a zaviazaní do svahov. Preliatie priehrad nie je vždy spôsobené len nedostatočnou kapacitou priepadov, ale aj ich nefunkčnosťou. Ako sa postupne vyvíja metodika výpočtu návrhovej povodne, požiadavky na kapacitu priepadov neustále rastú. Prestavba funkčných objektov bola a pravdepodobne stále je najčastejšou rekonštrukciou na priehradách v celom svete. Náklady na takúto prestavbu môžu byť značné, skladajú sa z nákladov na samotnú prestavbu ako aj zo zníženia efektov počas výstavby.

Z hľadiska spoľahlivosti nehradené priepady sú bezpochyby najbezpečnejším typom priepadov. Ich nevýhodou je malá flexibilita riadenia povodne. Náklady na vybudovanie nehradených priepadov sú obyčajne vyššie ako hradených, vzhľadom na dlhú priepadovú hranu, široký sklz a d'. Preto je snaha hľadať také technické riešenie, ktoré dokáže zabezpečiť spoľahlivú funkciu pri znížených nákladoch. Takýmto riešením je napríklad labyrintový priepad. Problematikou nehradených bezpečnostných priepadov sa v rámci otázky 90 venujú príspevky R.19, R.38, R.43, R.55.

Hradené priepady sú aplikované v prípadoch, kedy nemáme dostatočnú dĺžku koruny alebo ak vyžadujeme flexibilnú kontrolu prietokov pod priehradou. Avšak musíme mať vždy na pamäti ich menšiu spoľahlivosť pri povodniach. Prevádzka hradiacej konštrukcie môže zlyhať ako dôsledok štrukturálnej poruchy, poruchy komponentov, porušenie starnutím alebo prevádzková chyba. Korózia je jedným z hlavných problémov starnutia hradiacich konštrukcií. Problematikou hradených bezpečnostných priepadov sa v rámci otázky 90 venujú príspevky R.04, R.12, R.15, R.36.

Vo veľa prípadoch sú nainštalované oba typy priepadov – aj hradený aj nehradený. Hradený priepad slúži na prevedenie menších povodní, pri väčších povodniach sa do funkcie dostáva nehradený bezpečnostný priepad.

V snahe zvýšiť spoľahlivosť hradiacich konštrukcií, boli vyvinuté systémy pre samovoľné otváranie uzáverov stúpajúcou vodou v nádrži – sú to odplaviteľné hrádzky či odplaviteľné preklápacie hradenie. Ponorné preklápacie hradenie od firmy Hydroplus bolo v poslednej dobe nainštalované na 50 priehradách po celom svete s priepadovou kapacitou v rozmedzí od 100 do 30 000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Pri bežných povodniach voda prepadá cez hradenie, počas extrémnych povodní je toto hradenie odplavené. Jednotlivé časti hradenia sa inštalujú do prefabrikovaných rámov na korune priepadu. Hradenie sa udrží na svojom mieste len vďaka gravitačným silám. Keď cez neho prechádza stredne veľká povodňová vlna, labyrintovo usporiadaná koruna hradenia pôsobí ako hať, ktorá má 3 krát dlhšiu priepadovú hranu ako bežný priepad. Počas extrémnych povodní voda zaplaví vnútornú komoru hradenia, čím vznikne vztlak, ktorý preklopí hradenie a odplaví ho. Po skončení povodne sa neporušené segmenty hradenia uložia na pôvodné miesto. Ak boli zničené, nahradia sa novými segmentami. Problematikou tohto typu hradenia sa zaoberalo viacero

príspevkov R.07, R.23, R.39, R.40, R.48. Iné riešenie samovoľne aktivujúceho sa priepadu je násoskový priepad, ktorého návrh je predmetom príspevku R.46.

Pre existujúce hrádze s nedostatočnou kapacitou priepadov je veľa prístupov ako vyriešiť tento problém. Prístupy zahŕňajú jeden alebo viacero z týchto riešení:

- zvýšenie retenčnej kapacity zmenou manipulácie alebo zvýšením priehrady,
- prestavba existujúcich priepadov pre zvýšenie ich kapacity alebo pridanie ďalších priepadov.

Zvýšenie retenčného priestoru nádrže je väčšinou lacnejšie riešenie ako zvyšovanie kapacity priepadov. Je však spojené so stratou prínosov vodného diela, preto by toto riešenie nemalo byť trvalé. Zvýšenie kapacity priepadov sa dá dosiahnuť znížením priepadovej hrany existujúcich priepadov a inštaláciou hradenia, rozšírením existujúcich priepadov, pridaním nových priepadov. Vhodnosť jednotlivých riešení je pri každom vodnom diele individuálna.

K téme otázky 90 boli zaslané príspevky R.22, R.45, R.49 a R.51, ktoré sa venujú rekonštrukciám dnových výpustov priehrad.

### ***Seizmické riziká***

Zemetrasenie predstavuje viacnásobné riziká pre priehradu:

- trasenie povrchu spôsobujúce vibrácie v priehradách funkčných objektoch a príslušenstve, v ich základoch a zaviazaniach,
- poruchové pohyby v základoch spôsobujúce štrukturálne pretvorenia
- poruchové premiestnenia v dne nádrže spôsobujúce vlny v nádrži alebo straty vodnej hladiny,
- pohyby mas do nádrže spôsobujúce nárazové vlny v nádrži.

Veľké priehradu boli jedny z prvých stavieb, v ktorých boli v 30-tych rokoch minulého storočia uvažované seizmické návrhové kritériá. V súčasnosti sa zistilo, že zemetrasenia dokážu vyvolať významne vyššie zrýchlenie povrchu ako bolo uvažované v čase návrhu mnohých existujúcich priehrad. Preto sa v mnohých krajinách predpisujú pre návrh priehrad na seizmickú odolnosť sprísňujú.

### ***Spevňovanie betónových a murovaných priehrad***

Rekonštrukcie a vylepšovanie betónových a murovaných priehrad sa týkajú procesu starnutia priehrad a prispôbovania novým moderným kritériám stability taktiež zohľadňujúcim účinky zemetrasenia. Hlavné problémy v opätovnom posudzovaní a vylepšovaní priehrad sú: problémy zakladania a vztlakov v podloží, hydrologické a seizmické účinky, statická stabilita a rekonštrukcie spojené so zhoršením vlastností betónu.

#### **Problémy zakladania a vztlakov v podloží:**

- príliš nízke vztlakové sily uvažované pri návrhu. Opatrením pre riešenie tohto problému je zvyčajne kombinácia injektovania spolu s drenážou, príp. zväčšenie profilu priehrady alebo dodatočné kotvenie
- degradácia injekčnej clony a drenážneho systému počas prevádzky. Opatrením je doteršovanie alebo vybudovanie novej injekčnej clony
- strata pevnosti skalného podložia. Opatrením je spevňovanie podložia injektážou

- erózia podložia, ktorá je väčšinou spojená so stratou pevnosti. Opatrením je injektovanie pre uzavretie priesakových ciest a vyplnenie kaverien a puklín

#### Seizmická stabilita:

Určenie správania sa priehrady počas zemetrasenia je náročná úloha, vyžadujúca pri riešení používať náročné 2D alebo 3D modely založené na metóde konečných prvkov. Náročná je tiež úloha zaviesť do výpočtu správne vstupné parametre. Šesť príspevkov sa zaoberá zlepšovaním seizmickej odolnosti priehrad – R.04, R.09, R.17, R.18, R.24 a R.32.

#### Statická stabilita:

Problematikou vylepšení priehrad pre zvýšenie statickej stability sa venovali príspevky – R.14, R.35, R.53 a R.58. Tri príspevky pojednávajú o statickej analýze neočakávaného správania veľkých betónových priehrad – R.02, R.16 a R.25.

#### Zhoršenie vlastností betónu:

Príkladmi zhoršenia vlastností betónu sú reakcia zásada-pojivo, zmrazovanie a rozmrazovanie, síranový atak, vylúhovanie ovplyvňujúce priepustnosť, pevnostné a elastické vlastnosti materiálu. Rekonštrukcie priehrad vzhľadom na zhoršovanie vlastností betónu neboli primárnym predmetom žiadneho príspevku, v niektorých príspevkoch sa im však venuje pozornosť – R.10 a R.12.

### **Spevňovanie sypaných priehrad**

Tri hlavné príčiny ohrozujú bezpečnosť sypaných hrádzí:

- povrchová erózia, vo väčšine prípadov spojená s preliatím priehrady počas povodne alebo spôsobená vývermi na vzdušnej päte svahu
- zvýšený priesak a vnútorná erózia v telese alebo podloží priehrady
- nestabilita svahov.

Podľa štatistík ICOLD-u sú priesaky a vnútorná erózia spolu s povodňami dve najčastejšie príčiny porúch sypaných priehrad. Zvýšené priesaky a vnútorná erózia sa môžu vyskytnúť náhle aj po desiatkach rokov bezporuchovej prevádzky. Homogénne priehrady sú náchylnejšie na výskyt vnútornej erózie ako priehrady heterogénne. Najcitlivejšie miesto je kontakt medzi sypanou časťou a betónovými objektmi. Veľa starších priehrad nie je vybavených filtrami alebo filtre nespĺňajú dnešné nároky na ich návrh. Filtre sú základným opatrením pre predchádzanie vnútornej erózie. Náklady na ich vybudovanie sú pomerne veľké, čo môže viesť k snahe ich redukcie. Problémy spojené s vnútornou eróziou je ťažké odhaliť. Preto je potrebné venovať pozornosť metódam odhaľujúcim riziko vzniku vnútornej erózie. Modernými technikami pre monitorovanie priesakov sú geofyzikálne metódy ako teplotné merania alebo medzivrtové seizmické merania. Problematikou meraní filtračných parametrov a vylepšení sypaných priehrad z hľadiska odolávania filtračným poruchám sa venovalo veľké množstvo príspevkov – R.10, R.11, R.12, R.13, R.30, R.33, R.41, R.54.

Nestabilita svahov je väčšinou spojená so starými priehradami, navrhovanými v čase nedostatočných geotechnických znalostí. Poruchy stability svahov majú často veľmi úzku súvislosť s priesakmi a nadmernými pórovými tlakmi, tak ako je to opisované vo viacerých príspevkoch, ktoré sa venujú filtračným poruchám. Najčastejším opatrením je zmiernenie sklonu svahu doplnené zlepšením drenážneho systému. Problematike poruchy 15 m vysokej priehrady Sutton Bingham sa venuje príspevok R.22.

### 3. Zvyšovanie priehrad

Rastúce požiadavky na vodu, povodňovú ochranu a energiu nás vedie k výstavbe nových priehrad, ako aj k zvyšovaniu priehrad existujúcich. Ak sa rozhodneme pre zvýšenie priehrad, dodatočný objem, ktorý získame môže byť významný, pričom náklady na zvyšovanie sú vo všeobecnosti podstatne nižšie ako náklady na vybudovanie novej priehrady s korešpondujúcim objemom. V mnohých prípadoch environmentálne dopady zvyšovania sú nižšie ako pri nových prihradách, záber pôdy sa obmedzí na územie okolo existujúcej nádrže, pričom pri novej prihrade je potrebné zabráť celé údolie. Existuje niekoľko dôvodov pre zvyšovanie priehrad:

- zvýšenie kompenzujúce sadnutie priehrady. Veľkosť takéhoto zvýšenia býva zvyčajne veľmi malá.
- zvýšenie priehrady pre prevedenie väčších povodňových prietokov. Väčší objem dosiahneme zvýšením koruny priehrady, v niektorých prípadoch len nadvýšením tesniace prvku, bez zmeny bežnej prevádzky nádrže. Veľkosť takéhoto zvýšenia je obvyčajne limitovaná na zopár metrov.
- Zvýšenie pre získanie dodatočného objemu nádrže pre rôzne účely ako zásobovanie, zavlažovanie, povodňová ochrana alebo zvýšenie spádu pre výrobu elektrickej energie. Veľkosť zvýšenia môže byť ľubovoľná – od malých zvýšení až po významné zvýšenia priehrady. K tejto téme bolo zaslaných veľké množstvo príspevkov týkajúcich sa tak malých ako aj veľkých zvýšení priehrad.

Pri najmenších zvýšeníach – R.07, R.23 nebolo potrebné zvyšovať korunu priehrady, postačila prestavba priehrad, ktorá umožnila zvýšenie retenčného objemu nádrže.

Zvýšiť možno priehradu ľubovoľného typu. Zvýšenie môže byť monolitické, bez zmeny typu priehrady, ale aj kombinácia dvoch rôznych typov priehrady – starej a novej. Zachovanie pôvodného typu priehrady je väčšinou výhodnejšie, zmena typu priehrady je tiež jedným z možných riešení. Príklady mierneho monolitického zvýšenia priehrad sú uvedené v príspevkoch R.21 a R.55. Výraznejšie monolitické zvýšenie priehrad je predmetom príspevkov: R.27, R.28, R.34, R.42, R.44, R.52. Príklady zvýšení priehrad so zmenou typu priehrady sú dokumentované v príspevkoch R.26, R.31 a R.47.

Ak pripadá už vo fáze projektovania do úvahy prípadné neskoršie zvyšovanie priehrady, je možné projekt priehrady prispôbiť tak, aby jeho zvyšovanie bolo v budúcnosti jednoduchšie. Niekoľko príspevkov sa zaoberá zvyšovaním priehrad, ktoré boli na takúto rekonštrukciu pripravené – R.05, R.08, R.29, R.41.

### 4. Rekonštrukcie pre splnenie nových environmentálnych a prevádzkových požiadaviek

Problémy spojené s otázkou splnenia nových environmentálnych a prevádzkových požiadaviek sú:

- adaptácia na zmenené režimy povodní modifikáciou prevádzky
- vývoj stratégií riadenia sedimentácie pre zníženie strát na objeme
- opatrenia pre boj s eutrofizáciou v nádržiach
- opatrenia pre odstránenie bariéry pre migráciu rýb
- stanovenie minimálneho prietoku v toku pod prihradou
- implementácia selektívnych odberov z viacerých horizontov nádrže.

K tejto problematike boli zaslané len dva príspevky – R.01, R.06.

## OTÁZKA 91

**Zabezpečenie bezpečnosti priehrad**

Generálny spravodajca: P. A. ZIELINSKI, Kanada

1. Metódy a výsledky rizikovej analýzy (vrátane uvažovania ľudského faktoru).
2. Regulácia a ekonomické záležitosti.
3. Dopad na prevádzku nádrží.
4. Havarijné plány a hlásna služba.
5. Diaľkový monitoring a kontrola priehrad.

**PO ET PRÍSPEVKOV 61**

- R.1 YAMAGUCHI Y., KOBORI T., YOSHIDA H., SAKAMOTO T., ITAYA H., IWASAKI T. (Japan) **Real-time monitoring of exterior deformation of embankment dam using GPS.** *Meranie vonkajších deformácií sypanej priehrady metódou GPS v reálnom ase*
- R.2 TSUKUI M., SOMEYA K. (Japan) **Report on a system for checking safety of dam body and reservoir slope during first filling and the occurred landslide.** *Správa o systéme kontroly bezpečnosti telesa priehrady a svahov nádrže pri prvom plnení a vyskytnutý zosuv*
- R.3 YAMAGUCHI Y., BABA H., TAKAHASHI K., KIMURA S., MORI T. (Japan) **Behavior a large-scale rockfill dam constructed on sand and gravel foundation during first filling of reservoir.** *Správanie sa vekej rockfilovej priehrady zakladanej na piesku a štrku počas prvého plnenia nádrže*
- R.4 YANG J., JOHANSSON N., CEDERSTRÖM M. (Sweden) **Handling reservoir floating debris for safe spillway discharge of extreme floods - Laboratory investigations.** *Nakladanie s plaveným odpadom počas extrémnych povodní s cieľom zabezpečenia bezpečnosti prevádzky priepadu – laboratórny výskum*
- R.5 BEDNAROVA E., MINARIK M., MISCIK M. (Slovakia) **Possibilities of increasing dams' safety.** *Možnosti zvyšovania bezpečnosti priehrad*
- R.6 BARHOUCHE AIREN A.D., LUCIANA DIVINO P., MOTTA DA COSTA A. (Brazil) **Classification of deteriorations of dams and hydroelectric powerplants: The importance for risk analysis.** *Klasifikácia opotrebenia priehrad a vodných elektrární: jej dôležitosť pre analýzu rizík*
- R.7 MEDEIROS C.H. DE A.C. (Brazil) **Interfaces and discontinuities: What are the risks of the hydraulic fracturing or hydraulic separation mechanisms becoming a major cause of embankment dam accident in which concentrated leaks have lead to internal erosion?** *Rozhrania a diskontinuity: Aké sú riziká hydraulického prelomenia alebo separácie z nich, ktoré sú hlavnou príčinou filtračných porúch zemných priehrad, koniacich vnútornou eróziou?*
- R.8 FUSARO T.C., GOMES R.C. (Brazil) **Establishment of values of control for instrumentation and automatic alert systems for Emboracacao Dam.** *Stanovenie medzných hodnôt automatického varovného systému priehrady Emboracacao*
- R.9 HUMAR N., RAVNIKAR TURK M., PODOBNIK I. (Slovenia) **Vulnerability of the Vogrscek Earth Dam.** *Náchylnosť zemnej priehrady Vogrscek na poruchy*
- R.10 OLIVEIRA COSTA C., PALMA J., TAVARES CASTRO A., VISEU T. (Portugal) **Alqueva-Pedrogao joint early warning system.** *Alqueva-Pedrogao - systém včasného varovania*
- R.11 PIMENTA L., CALDEIRA L., MARANHA DAS NEVES E. (Portugal) **Risk analysis of Odelouca cofferdam.** *Results of an event tree analysis.* *Riziková analýza ohrádzky Odelouca. Výsledky stromovej analýzy javov*
- R.12 ABDULAMIT A. (Romania) **Safety of dams in Romania.** *Bezpečnosť priehrad v Rumunsku*
- R.13 ZUBAKIN V., KHAZIAKHMETOV R., BELLENDIR E., PAK A. (Russia) **Regulatory aspects of hydraulic structures safety management.** *Regulačné aspekty riadenia bezpečnosti vodných stavieb*
- R.14 BOGUSH B.B., GLAGOVSKY V.B., PEKHTIN V.A., SHCHERBINA V.I. (Russia) **Assessment of the condition and management of safety of hydropower plants in Russia.** *Stanovenie podmienok a riadenie bezpečnosti vodných elektrární v Rusku*
- R.15 TALAGALA P. (Sri Lanka) **Dams - strategic component in water resources management. Risk based approach for dam rehabilitation.** *Priehrady – strategický prvok vo vodnom hospodárstve. Obnova priehrady založená na rizikovej analýze*
- R.16 ENGSTRÖM MEYER A., BARTSCH M., ASCILA R., STENSTRÖM P., JENDER M. (Sweden) **Coordinated emergency preparedness planning in Swedish rivers.** *Koordinované plánovanie havarijnej pripravenosti na švédskych riekach*

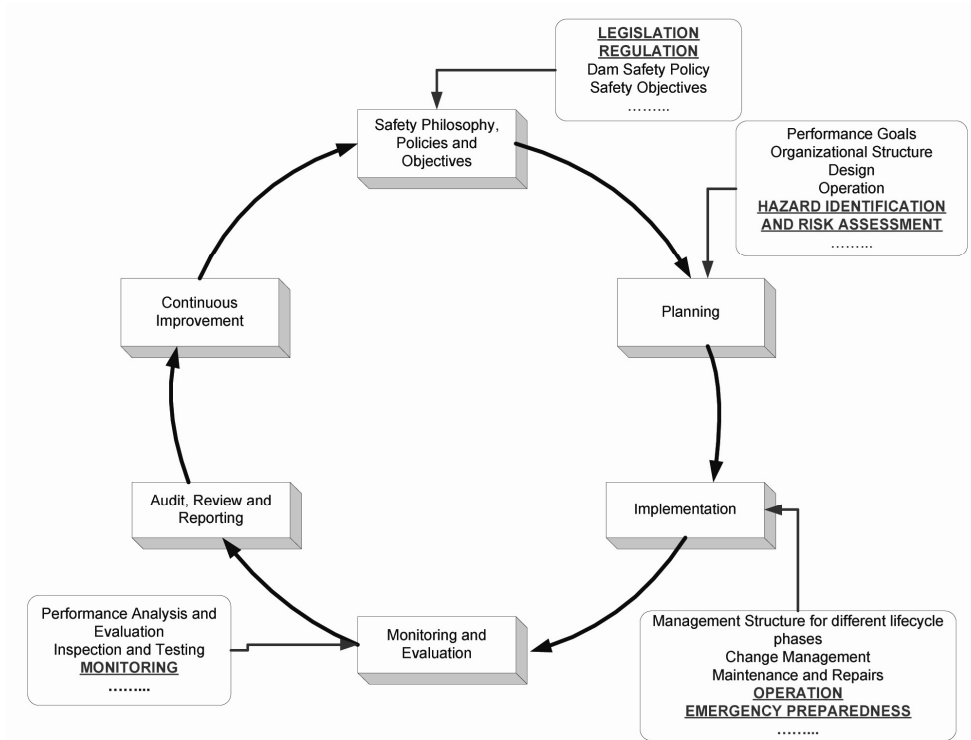
- R.17 TOSUN H. (Canada) **Earthquake safety evaluation of an embankment dam subjected to strong seismic excitation, North Turkey.** *Hodnotenie seizmickej bezpe nosti zemnej priehrady vystavenej silným seizmickým za aženiam, severné Turecko*
- R.18 HARTFORD D.N.D. (Canada) **Management of floods downstream of dams through virtual reality simulation.** *Riadenie povodní pod priehradami pomocou virtuálnej simulácie reality*
- R.19 HARTFORD D.N.D. (Canada) **Relationship between deterministic safety assessments and probabilistic risk assessments in dam safety management.** *Vz ah medzi deterministickým hodnotením bezpe nosti a pravdepodobnostným posúdením rizika v bezpe nosti priehrad*
- R.20 ZIELINSKI P.A., BAECHER G.B., HARTFORD D.N.D. (Canada) **Risk - informed approach to dam safety regulation.** *Prístup informovania o rizikách v predpisoch o bezpe nosti priehrad*
- R.21 HINKS J.L., MASON P.J., CLAYDON J. (United Kingdom) **The 2007 event at Ulley reservoir near Sheffield.** *Udalos z roku 2007 na nádrži Ulley blízko Sheffieldu*
- R.22 HOPE I., WARREN A., HAMILTON-KING L. (United Kingdom) **Learning from experience to promote reservoir safety - Introduction of a new post-incident reporting system for UK dams.** *Pou enie sa zo skúsenosti pre zlepšenie bezpe nosti nádrží – uvedenie nového systému podávania správ po poruchách priehrad vo Ve kej Británii*
- R.23 HOPE I. (United Kingdom) **Reservoir safety - Reducing risks, eliminating hazards.** *Bezpe nos nádrží – znižovanie rizika, eliminovanie nebezpe enstva*
- R.24 WESTBERG M. (Sweden) **Structural reliability analysis of concrete dams - Theory and case study.** *Analýza štruktúrálnej spo ahlivosti betónových priehrad - teória a prípadová štúdia*
- R.25 SEHGAL C. K., SAXENA H. S., GANJI K. K. (USA) **Important considerations in radial gates design.** *Dôležité poznámky k navrhovaniu segmentových uzáverov*
- R.26 JAFARZADEH F., FERDOS F., SOLEIMANBEIGI A. (Iran) **Comparison between two and three dimensional seepage analysis of rockfill dams constructed in narrow valleys - A case study.** *Porovnanie dvoj a troj-dimenzionalnej filtra nej analýzy rockfillových priehrad postavených v úzkych údoliach - prípadová štúdia*
- R.27 JUN G., GUOXUE D. (China) **Realization remote automated safety monitoring in the TGP dam.** *Realizácia dia kovo ovládaného automatického pozorovacieho systému na priehrade TGP*
- R.28 CHUN Z., JINPING Z., JINSHENG J., ZHENGCHAO L. (China) **Study on the statistic model with impoundment factors for the analysis of the horizontal displacement of a loam core earth/rock dam.** *Štúdia statického modelu s faktormi plnenia pre analýzu horizontálnych posunov hlinitého jadra zemno-kamennej priehrady*
- R.29 CHEN J., HE Y., WANG X., XIONG K. (China) **Analysis on the data from earthquake monitoring of Yele Dam.** *Analýza dát z monitoringu seizmických ú inkov na priehrade Yele*
- R.30 SEDLAK K., SAKAR K. (Czech Rep.) **Study on technical conditions of hydraulic structures in the Czech republic.** *Analýza technického stavu vodných diel v eskej republike*
- R.31 KUCERA R., SMRZ P. (Czech Rep.) **Monitoring system for the safety surveillance and supervision and operation quantities on hydraulic structures of the Povodi Vltavy.** *Monitorovací systém TBD na vodných stavbách v Povodí Vltavy*
- R.32 SOLTANI H., SALEMI S., NOORZAD A., MGALOBLOV Y. (Iran) **Dam safety assessment and seepage investigation of Kowsar Dam.** *Posúdenie bezpe nosti a prieskum priesakov na priehrade Kowsar*
- R.33 WIELAND M., BRENNER R.P., LAASONEN J., OSTANIEVIC D. (Switzerland) **Internal emergency action plan in dam safety management of Riga HPP in Latvia.** *Vnútorý havarijný ak ný plán v oblasti riadenia bezpe nosti vodnej elektrárne Riga v Lotyšsku*
- R.34 DARBRE G. R., SCHWYTER M., CONSTANTIN C., SCHLEGEL T. (Switzerland) **Emergency planning for large dams: swiss experience in water alarm.** *Plánovanie havárií ve kých priehrad: švaj iarska skúsenos zo systémom vyzozumenia obyvate stva*
- R.35 NASAB S. K., JAVID A., YAKHKESHI M. E. (Iran) **Determination of rock mass shear strength parameters using in-situ direct shear test; case study : Narmab Dam, Iran.** *Stanovenie šmykovej pevnosti horninového masívu pomocou priamej in-situ šmykovej skúšky: priehrada Narmab, Irán*
- R.36 ROYET P., PEYRAS L., BECUE J. P., CARVAJAL C. (France) **Analytical review of gravity dam stability: from novel french limit-state guidelines to a probabilistic assessment of structural safety.** *Analytické posúdenie stability gravita ných priehrad: od novelizovanej francúzskych predpisov pre limitné stavy ku pravdepodobnostnému ur ovaniu konštruk nej bezpe nosti*
- R.37 BADIN B., CHATENOUX O., COCHET P., FOUCAULT C., SABATON A. (France) **Risk linked to hydromechanical equipment on dam spillway structures.** *Riziko spojené s hydromechanickými zariadeniami na priepadových konštrukciách*
- R.38 AVRIL T., MOSNIER D., BEAUDOUIN F., ALESSANDRONI A. (France) **Several risk analysis methods to support hydropower plant maintenance at EDF.** *Viaceré metódy rizikovej analýzy na zlepšenie údržby vodných elektrární spoloč nosti EDF*
- R.39 FROSSARD E. (France) **On the structural safety of large rockfill dams.** *O konštruk nej bezpe nosti ve kých kamenitých priehrad*
- R.40 DEGOUTTE G., CRUCHON P., LE DELLIQU P., MONIÉ N., ROYET P. (France) **New regulations on the safety of dams and levees in France.** *Nové predpisy týkajúce sa bezpe nosti priehrad a hrádzí vo Francúzsku*
- R.41 FABRE J. P., BOURDAROT E., LAIGLE F., MOUREY R., PAUTY P., AIGOUY S. (France) **Adaptation of dam operation in order to control mechanical load: examples of the Louzas, Gage and Grandes Patures**

- dams. Prispôsobenie sa prevádzky priehrady kontrole mechanického zaťaženia: príklady priehrad Louzas, Gage a Grand Pature
- R.42 VEDRENNE C., FABRE J.P., COURIVAUD J. R., FRY J. J. (France) **Leak detection and quantification using temperature logging over the length of a fibre optic cable.** Zisovanie priesakových ciest použitím metódy merania teploty po dĺžke optického vlákna
- R.43 AMBERG F. (Switzerland) **Interpretative models for concrete dam displacements.** Interpretatívne modely posunov na betónových priehradách
- R.44 WANG S., WANG H., DONG F. (China) **Monitoring optimum and remote control for an existing embankment dam.** Optimálny monitoring s diaľkovým ovládaním pre existujúce sypané priehrady
- R.45 PERCELL P. (USA) **Evaluation of risk for a new design at the conceptual level.** Hodnotenie rizika pre nový návrh na koncepcijnej úrovni
- R.46 JUSTO J. L., CARRASCO R., MORALES A. (Spain) **A seismic hazard analysis of Canales Dam.** Analýza seizmického rizika na priehrade Canales
- R.47 SERRANO A., ESCUDER I., DE MEMBRILLERA M. G., ALTAREJOS L. (Spain) **Presas: software for risk analysis.** Presas: program pre rizikovú analýzu
- R.48 ESCUDER I., DE MEMBRILLERA M. G., MEGHELLA M., SERRANO A. (Spain) **Damse: An European Methodology for risk based security assessment of dams.** Damse: európska metodika hodnotenia bezpečnosti ností priehrad
- R.49 ALTAREJOS L., ESCUDER I., DE MEMBRILLERA M. G., SERRANO A. (Spain) **Risk analysis and probability of failure of a gravity dam.** Riziková analýza a pravdepodobnosť poruchy na gravitačnej priehrade
- R.50 PEREZ SANCHEZ L., GARCIA-LOYGORRI VERASTEGUI A., MONTALBAN OJADOS F. (Spain) **The joint operation of dams as a system for guaranteeing hydrological safety.** Prevádzka nádrží v sústave pre zabezpečenie hydrologickej bezpečnosti ností
- R.51 NUNEZ A., AGUILAR J. V., GIMENEZ E., HOPPE S. (Spain) **Evolution of automated dam monitoring systems in the Ebro river basin, Spain.** Vývoj automatizovaného systému kontroly priehrad v povodí rieky Ebro v Španielsku
- R.52 BUIL J. M., RIO F., AGUADO A., ARAUJO G., LOPEZ C. M., AGULLO L. (Spain) **Mequinenza dam: revision of an earlier diagnosis.** Priehrada Mequinenza: revízia predchádzajúcej diagnózy
- R.53 DE CEA AZANEDO J. C., SANCHEZ CABEZAS F. J. (Spain) **Current situation of Spanish State Dams.** Súčasný stav španielskych štátnych priehrad
- R.54 THEDEEN T. (Sweden) **Dam safety limits for society - Comparison with road traffic and Nuclear power.** Hranica bezpečnosti ností priehrad pre spoločnosť - porovnanie s cestnou dopravou a jadrovou energiou
- R.55 HALPIN E., BECKER B., HARKNESS A., SNORTELAND N. (USA) **Joint development of a risk management and assessment strategy for federal dam and levee owners.** Spoločný vývoj riadenia rizík a stanovenie stratégie pre štátne priehrady a vlastníkov hrádzí
- R.56 WESTER K., BERTSSON S., JANSSON T., LINDSTROM L., HARTFORD D. (Sweden) **A 3-D dam facility model for improved dam safety assessment.** 3-D model inštrumentácie priehrady pre lepšie posúdenie jej bezpečnosti ností
- R.57 FIORINI A. S., PITON C. L., ZANUTTO RIBEIRO J. A., FRAZAO MATOS S. (Brazil) **Re-instrumentation of the interface between the buttress and the rockfill dam at the Itaipu hydroelectric power plant.** Vylepšenie inštrumentácie kontaktu medzi hlavicovou a rockfillovou priehradou na vodnej elektrárni Itaipu
- R.58 KRUGER C. M., NETO A. C., KRUGER D. A. V. (Brazil) **Structural reliability analysis - A framework for RCC dams.** Analýza konštrukčnej spoľahlivosti – rámcová smernica pre RCC priehrady
- R.59 KAMAL M. M. (Egypt) **Flood management after the construction of High Aswan Dam.** Riadenie povodňového rizika po výstavbe Veľkej Asuánskej priehrady
- R.60 PENOT I., FABRE J.P., DAUMAS B. (France) **Analysis and modelling of the behaviour of civil engineering structures by taking into account air temperature: Thermal „H.S.T“ method.** Analýza a modelovanie správania sa stavebných konštrukcií s ohľadom na teplotu okolitého vzduchu: Termálna „H.S.T“ metóda
- R.61 FORTE E., GUALZETTI G., FEDERICO F., JAPPELLI R. (Italy) **Rehabilitation safeguards the twenty years old facing of Anapo pumped storage power plant in Sicily.** Rekonštrukcia monitoringu dvadsa rokov starého plášťa a priehrady pre erpávacej vodnej elektrárne Anapo na Sicílii

## VÝBER NAJDÔLEŽITEJŠÍCH POZNÁMOK GENERÁLNEHO SPRAVODAJCU

Manažment bezpečnosti priehrad je vo všeobecnosti manažment rizík, ktoré môžu ohroziť ľudí, územie a prostredie ako dôsledok poruchy priehrady. Riziko ohrozenia ľudí a prostredia musí byť tak malé ako je to len technicky možné. Pojem „bezpečnosť priehrad“ má rôzne interpretácie a významy. Pre verejnosť je bezpečnosť synonymom eliminácie havárií a porúch priehrad. Pre regulačné orgány bezpečný systém je taký, ktorý spĺňa predpisy, normy a návrhové kritériá. Moderný manažment bezpečnosti definuje koncept bezpečnosti ináč. Aj keď eliminácia rizík je požadovaná na vysokej úrovni, úplná eliminácia je často technicky nemožná alebo nereálna, resp. sociálne nie je najlepším

riešením. Bezpečnosť je stav pri ktorom riziko je redukované a riadené na alebo pod akceptovateľnú úroveň. Správne navrhnutý systém manažmentu bezpečnosti by mal byť úplný, mal by zahŕňať všetkých 6 prvkov v súlade s obr.1, na ktorom je znázornené, ktorým prvkom manažmentu bezpečnosti priehrad sa venovali príspevky zaslané k otázke 91.



Obr.1 Prvky manažmentu bezpečnosti priehrad

### Problematika regulácie (legislatívy)

Ohrozenia na ľudských životoch spojené s priehradami vyvolávajú u ľudí obavy, ktoré vytvárajú požiadavky na politickú a vládnu reakciu. Regulácia je dôležitá pri všetkých nebezpečných aktivitách, návrh a implementácia dobrej regulácie však nie je jednoduchá úloha. Porovnanie empirických výsledkov viacerých predpisov týkajúcich sa zdravotných a bezpečnostných rizík poukázalo na významné rozdiely v úsporách na ľudských životoch. Účinnosť vládnej regulácie, ktorá bola podrobne analyzovaná na pôde OECD je závislá od splnenia týchto bodov:

- ciele regulácie musia byť jasne zadefinované a porozumené
- regulačné zásahy musia byť odôvodnené, musia byť preverené aj iné možnosti ako intervencia vlády
- regulácia musí byť vytváraná v otvorenom a transparentnom prostredí, musí reflektovať záujmy všetkých partnerov.

Podľa predmetnej správy sa postupne upúšťa od tradičného prístupu príkazov a následnej kontroly ku prístupu založenom na cieľoch. V tomto prístupe sa stanoví cieľ, ktorý má byť dosiahnutý, s možnosťou alternatívnych spôsobov dosiahnutia tohto cieľa. Príspevky zaradené do predmetného tematického okruhu:

- R.09 prezentuje problémy na zemnej priehrade Vipava, vybudovanej v roku 1988, kde sa na vzdušnom svahu objavili priesaky. Táto porucha detailne poukázala na nedokonalosť súčasnej legislatívy a regulácie v Slovinsku.
- R.12 v krátkosti charakterizuje manažment bezpečnosti priehrad v Rumunsku.
- R.13, R.14 sa zaoberajú ruským federálnym zákonom týkajúcim sa bezpečnosti priehrad, ktorý nadobudol účinnosť v roku 2003.
- R.19 sa venuje porovnaniu tradičného prístupu k regulácii s prístupom informovaného rizika.
- R.20 sa zaoberá tradičnou legislatívou založenou na deterministickom prístupe, v ktorom je definovaný súbor pravidiel a požiadaviek, ktoré musia byť splnené. Proces posudzovania prebieha v dvoch krokoch, v prvom sa ohodnotí stavba z pohľadu potenciálneho rizika, v druhom sa zostaví súbor princípov, pravidiel a požiadaviek na jej prevádzku. Posúdenie rizík je stále vo vývojovej fáze a najmä v ich uplatnení na priehradu; zásady hodnotenia rizík sú logické a racionálne, silne ovplyvnené kultúrnym prostredím každej krajiny. Preto je nemožné očakávať hodnotenie rizík platné pre všetky krajiny.
- R.23 popisuje súčasný vývoj v zdokonaľovaní legislatívy dotýkajúcej sa bezpečnosti priehrad v Anglicku a Walese.
- R.30 sa venuje výsledkom správy o technickom stave vodných stavieb, ktorá bola vypracovaná Ministerstvom poľnohospodárstva v roku 2005. Predmetom skúmania bol stav 304 priehrad. Pre 113 z nich boli navrhnuté opatrenia pre zaistenie ich bezpečnej prevádzky.
- R.40 sa venuje novej legislatíve a jej implementácii vo Francúzsku

### **Riziková analýza**

Už pred dlhým časom Lowrance upozornil na základné nepochopenie procesu stanovenia bezpečnosti. Existuje nesprávne očakávanie, že skúsení vedci a inžinieri v oblasti bezpečnosti priehrad dokážu určiť, či je konkrétna priehrad bezpečná. Avšak metódy fyzikálnych vied dokážu len určiť pravdepodobnosť a dôsledky havarijnej udalosti. Týchto faktov sa musí ujať osoba, ktorej cieľom je rozhodnúť, či sú tieto riziká akceptovateľné. Takže kým určovanie rizík je otázka technická, rozhodovanie o akceptovateľnosti rizika je otázka politická a spoločenská.

Riziková analýza sa stala štandardným postupom v priehradnom staviteľstve. Veľké množstvo príspevkov poskytuje dobrý prehľad o rastúcom záujme o využívanie techník rizikovej analýzy a metód v oblasti bezpečnosti priehrad:

- R.06 vyzdvihuje význam zbierania a katalogizovania porúch priehrad. Tieto databázy sú nápomocné pri diagnostike, rizikovej analýze a rizikovom manažmente priehrad.
- R.11 prezentuje rizikovú analýzu ohrádzky Odelouca s použitím stromovej analýzy javov.
- R.15 demonštruje špecifickú metodiku posudzovania rizík priehrad. V prvom kroku sa identifikujú potenciálne možnosti porušenia, ktoré sa bodovo ohodnotia pre rôzne zaťažovacie stavy. V druhom kroku sa ohodnotia dopady, ktoré sú určené s ohľadom na potenciálne straty na životoch a majetku. Rizikový index je výsledkom sčítania oboch faktorov.
- R.19 pojednáva o vzťahoch medzi deterministickou a pravdepodobnostnou analýzou rizík v bezpečnosti priehrad.

Tri príspevky reflektujú problematiku aplikácie analýzy štrukturálnej spoľahlivosti pri rizikovej analýze priehrad – R.24, R.36 a R.58.

- R.38 charakterizuje viacero metód rizikovej analýzy použitých pre zlepšenie prevádzky priehrad spravovaných spoločnosťou EDF. Stavby EDF boli rozdelené do 17 skupín. Výsledkom metódy rizikovej analýzy je zostavenie máp, ktoré sú základnou pre určenie prevádzkových požiadaviek.
- R.45 prezentuje prístup pri ktorom je zakomponovaná riziková koncepcia už v štádiu návrhu stavby. Riziková analýza bola zostavená multidisciplinárnym tímom odborníkov.
- R.46 opisuje analýzu seizmického ohrozenia priehrady Caneles.
- R.47 poskytuje prehľad o programe Presas určenom pre rizikovú analýzu.
- R.48 sa venuje vývoju a overeniu metodiky rizík európskych priehrad, vzhľadom na možné ohrozenie teroristickými útokmi, sabotážami a záškodníckymi akciami.
- R.49 ilustruje ako sa do rizikovej analýzy dá zakomponovať stanovenie pravdepodobnosti poruchy priepadového bloku španielskej betónovej priehrady šmykom.
- R.54 začína konštatovaním, že spoločnosť má zodpovednosť za normy a kontrolu bezpečnosti vo veľa sektoroch ako je doprava, atómové elektrárne a iné. Tieto sektory sú považované za základ pre bezpečnostné normy priehrad.
- R.55 poskytuje informácie o iniciatíve U.S. Army Corps of Engineers and U. S. Bureau of Reclamation v otázke vývoja stratégie manažmentu rizika, metód a usmernení pre posudzovanie bezpečnosti priehrad a hrádzí.

### **Technicko-bezpe nostný doh ad a monitoring**

Poruchy priehrad spôsobené inými faktormi ako povodňami či zemetraseniami sú väčšinou sprevádzané varovnými signálmi, ktoré ak sú včas odhalené môžu pomôcť zastaviť alebo kontrolovať priebeh poruchového mechanizmu. Najzákladnejšou funkciou dohľadu, inšpekcie a monitoringu je teda detekcia týchto varovných signálov a nežiaduceho správania priehrady v čase. Všetky aktivity súvisiace s dohľadom, inšpekciou a monitoringom musia byť vhodne navrhnuté, organizované a implementované v celkovom pláne manažmentu bezpečnosti priehrady. Frekvencia meraní jednotlivých stavieb, systémov a komponentov by mala byť stanovená na základe:

- dôležitosti pre bezpečnosť stavieb, systémov a komponentov
- ich vlastnej spoľahlivosti
- ich odhadnutom potenciáli degradácie počas prevádzky a ich charakteristikách starnutia
- prevádzkových skúseností.

Príspevky zaslané k téme dohľadu a monitoringu sa vo väčšine prípadov týkali vylepšenia monitorovacieho systému priehrad.

- R.01 ilustruje, ako môže byť použitý Globálny pozičný systém (GPS) pre kontinuálne merania vonkajších deformácií sypanej priehrady. Tento systém merania je obzvlášť efektívny počas mimoriadnych udalostí, napr. keď hladina v nádrži počas povodne rýchlo stúpa prípadne počas výskytu zemetrasení.
- R.02 opisuje plán prvého plnenia nádrže Takizawa, metódy kontroly bezpečnosti priehrady navrhnuté pred prvým naplnením priehrady a metódy kontroly navrhnuté po dvojnásobnom výskyte trhlín na brehoch nádrže počas prvého plnenia nádrže.
- R.03 opisuje a vysvetľuje opatrenia pre zaistenie bezpečnosti priehrady Chubetsu.
- R.05 prezentuje metódy zvyšovania bezpečnosti priehrad na Slovensku. Špeciálna pozornosť je venovaná geofyzikálnym meraniam filtračných rýchlostí vo vrtoch.
- R.07 pojednáva o otázkach spojených s koncentrovanými priesakmi, ktoré sa vyskytli počas prvého plnenia viacerých priehrad alebo následne počas bežných prevádzkových

- podmienok. Tieto poruchy boli dôsledkom hydraulického porušenia, ktoré bolo tiež dôvodom svetovo známych havárií priehrad Balderhead, Teton či Hyttejuvet.
- R.08 demonštruje aplikáciu deterministických a štatistických metód ako nástroja v predbežných analýzach dát z monitoringu priehrady Emborcacao.
  - R.10 prezentuje hlavné charakteristiky priehrad Alqueva a Pedrogao a rizikovú analýzu územia pod priehradami ohrozeného prielomovou povodňovou vlnou.
  - R.17 sa zaoberá zhodnotením seizmickej odolnosti sypanej priehrady Degirmendere v Turecku. Prostredníctvom 2D MKP modelu bolo vypočítané, že pri maximálnom návrhovom zemetrasení koruna priehrady sadne maximálne 40 cm.
  - R.22 diskutuje nový systém hlásenia porúch, ktorý bol vo Veľkej Británii zavedený do praxe v roku 2007 Environmentálnou agentúrou.
  - R.27 uvádza základné podmienky a charakteristiky automatizovaného monitorovacieho systému na priehrade Troch roklín.
  - R.29 poskytuje výsledky analýzy dát z monitoringu seizmických účinkov na priehrade Yele.
  - R.31 poskytuje informácie o technicko-bezpečnostnom dohľade vodných stavieb Povodia Vltavy, ktorý bol implementovaný v roku 1999.
  - R.42 opisuje detekciu priesakov cez sypané priehradz metódou merania teploty optickým vláknom.
  - R.44 sa zaoberá výskumom návrhu monitoringu bezpečnosti priehrad.
  - R.51 opisuje ako sú výsledky izolovaného monitorovacieho systému 38 priehrad v povodí rieky Ebro centralizované do jednej databázy v hlavnej kancelárii majiteľa priehrad
  - R.57 sa venuje re-inštrumentácii spojenia medzi hlavicovou a rockfillovou priehradou na VS Itaipu.

## Núdzové plánovanie

Pripravenosť na stav núdze je neoddeliteľnou súčasťou každého systému manažmentu bezpečnosti. Napriek veľkému úsiliu o zabezpečenie bezpečnosti počas návrhu, výstavby a prevádzky priehrad existuje možnosť, že porucha prerastie do stavu núdze, ktorý si bude vyžadovať rýchlu akciu. Efektívny systém manažmentu bezpečnosti priehrad musí zabezpečiť adekvátnu pripravenosť tak organizácie vlastniacej priehradu ako aj lokálnych alebo regionálnych samospráv. Odozva a pripravenosť sú dva rozdielne pojmy. Pod pojmom núdzová pripravenosť sa rozumie formálny program na mieste ako časť infraštruktúry ochrany a bezpečnosti. Cieľom núdzovej pripravenosti je zabezpečiť adekvátne opatrenia pre časovo koordinované, kontrolované a efektívne riadenie na mieste nešťastia. Cieľom núdzovej odozvy je prebratie kontroly nad situáciou spôsobenou haváriou priehrady, prevencia a zmierňovanie dôsledkov a príprava pre obnovenie sociálnych a ekonomických aktivít na mieste havárie. Predložené príspevky poskytujú informácie o stave núdzového plánovania v jednotlivých členských štátoch ICOLD-u.

- R.16 opisuje koordinovanú núdzovú pripravenosť vo Švédsku. Pilotný projekt bol aplikovaný na povodie rieky Ljusnan, na ktorej sa nachádza 20 veľkých priehrad. Po skončení pilotného projektu bolo rozhodnuté vypracovať podobné plány núdzovej pripravenosti pre všetky hlavné energeticky využívané rieky vo Švédsku.
- R.33 v príspevku sú vysvetlené základné princípy Vnútorného núdzového akčného plánu (IEAP).
- R.34 detailne popisuje švajčiarske skúsenosti so systémom hlásnej služby. Systém je nastavený tak, aby čas pre evakuáciu obyvateľstva z ohrozeného územia pod priehradou bol dostatočný.

## Prevádzka

Pri veľmi zjednodušenom pohľade, priehrada môže byť porušená len dvomi základnými spôsobmi:

- preliatím koruny, ktoré vedie k nekontrolovateľnému toku vody s potenciálom erodovania a deštrukcie telesa priehrady
- kolapsom telesa priehrady spôsobeným nedostatočnou vnútornou odolnosťou.

Oba tieto poruchové mechanizmy môžu byť iniciované alebo zväčšené prítomnosťou rôznych iných nebezpečenstiev ako: prevádzkové a bezpečnostné postupy, prevádzkové príkazy, stratégiami a plánmi údržby, predpoveďou prítokov atď. Preto prevádzka predstavuje veľmi dôležitý faktor v každom systéme manažmentu bezpečnosti. Predložené príspevky sa zaoberajú širokou škálou tém – od modifikácie prevádzkových plánov pre jednu priehradu až po hydrologickú bezpečnosť kaskády nádrží na rieke.

- R.04 sa zaoberá zachádzaním s materiálom plaveným v nádrži. Plavený materiál upcháva prípady a znižuje ich kapacitu, čo predstavuje riziko pri extrémnych povodniach.
- R.21 opisuje povodeň z roku 2007 na murovanej priehrade Ulley. Vzhľadom na riziko havárie boli evakuované oblasti pod priehradou a uzatvorená diaľnica M1.
- R.50 hlavnou témou príspevku je spoločná prevádzka sústavy priehrad pre zabezpečenie ich hydrologickej bezpečnosti.
- R.59 popisuje históriu povodňového riadenia v Egypte, ktoré bolo ovplyvnené výstavbou Veľkej Asuánskej priehrady

## Analýzy

Analytické metódy používané pri riadení bezpečnosti priehrad predstavujú extrémne široké spektrum prístupov a techník. Analytické metódy by mali byť schopné zhodnotiť odozvu priehrady na všetky možné prevádzkové podmienky pri všetkých zaťažovacích stavoch. Analytické a modelové metódy sú však zaťažené neistotami spojenými s prírodnými javmi a limitovanými znalosťami. Významná snaha je venovaná vývoju metód pre lepšie porozumenie a kvantifikáciu neistôt pri analýze bezpečnosti a fáze rozhodovania, čo potvrdzuje veľké množstvo príspevkov zaslaných k tejto téme:

- R.04 opisuje simuláciu virtuálnej povodne na priehrade.
- R.25 pojednáva o detailnom návrhu segmentových uzáverov.
- R.26 poskytuje porovnanie 2D a 3D filtračnej analýzy rockfillovej priehrady vybudovanej v úzkom údolí.
- R.28 popisuje štúdiu zemno-kamenitej priehrady so šikmým vnútorným tenenním Xiaolangdi.
- R.32 opisuje posúdenie bezpečnosti a prieskum filtračných parametrov priehrady Kovsar.
- R.35 indikuje, že analýza stability svahov priehrad môže byť pri niektorých typoch priehrady omnoho aktuálnejšia ako u typov iných.
- R.39 Komentuje štrukturálnu bezpečnosť vysokých rockfillových priehrad.
- R.43 sa zaoberá monitoringom priehrad a interpretačným modelom použitým pre overenie štrukturálnych premiestnení betónových priehrad.
- R.52 popisuje revíziu skorších diagnostík na priehrade Mequinenza.
- R.53 opisuje hlavné problémy španielskych štátnych priehrad zistené pri komplexnej analýze ich bezpečnosti.
- R.56 sa venuje 3D modelu pre zlepšenie stanovenia bezpečnosti priehrady.
- R.60 popisuje analýzy správania sa inžinierskych stavieb metódou HST.