

## **PROGRAMME** **ПРОГРАМА**

### **30.10.2003 Thursday (четвъртък)**

Registration: 9,30 – 10,00 - Регистриране на участниците  
Opening: 10,00 – 10,20 - Откриване на семинара  
Presentation: 10,20 – 11,40 - Доклади

### **LIST OF PAPERS**

D. Toshev Safety of hydraulic structures – Bulgarian experience  
Д. Тошев Сигурност на хидротехническите съоръжения – Българският опит

P. Schöberl Dam safety in Austria  
П. Шьоберл Сигурност на язовирите в Австрия

A. Tzenkov Static and seismic analysis of the safety of Tzankov kamak arch dam  
St. Venkov  
А. Ценков Статичен и сеизмичен анализ на сигурността на дъгова язовирна стена  
Ст. Венков “Цанков камък”

H. Linsbauer Dam safety – fracture mechanics approach  
Х. Линсбауер Сигурност на язовирните стени – подход на механика на разрушението

Coffee: 11,40 – 12,00 - Кафе пауза  
Presentation: 12,00 – 13,20 - Доклади

K. Ivancheva “Beli Iskar” concrete dam rehabilitation  
St. Venkov

К. Иванчева Рехабилитация на бетонова язовирна стена “Бели Искър”  
Ст. Венков

G. Zenz Concrete dams – safety assessment and design  
Г. Ценц Бетонни язовирни стени – оценка на сигурността и проектиране

Ch. Kolev Creating principles for assurance and alarm information system on the river  
valley after large dams  
Ч. Колев Принципи за изграждане на информационна система за сигурност и  
оповестяване по поречието след големи язовири.

V. Iliev Application of inflatable membranes in reconstruction of hydraulic structures  
В. Илиев Приложение на напълняемите мембранни конструкции при експлоатация и  
рехабилитация на хидротехнически съоръжения

### **31.10.2003 Friday (петък)**

Presentation: 10,00 – 11,20 - Доклади

#### **LIST OF PAPERS**

H. Drobir Spillways of dams in Austria – a new design concept for flood water discharging  
X. Дробир Преливници на язовири в Австрия. Нова концепция за преливното водно количество

St. Modev Historical maximums and design floods of the river Arda  
Ст. Модев Исторически максимуми и проектни високи вълни за р.Арда.

M. Guirguinova Reconstruction of “Beli Iskar” dam based on prestressed anchoring in the rock  
Al. Traikov base  
М. Гиргинова Реконструкция на язовирна стена “Бели Искър” с напрегнати анкери,  
Ал. Трайков закотвени в скалната основа

V. Kienberger Hoisting Forces on High-Head Roller Gates  
Ф. Кийнбергер Подемни сили върху високонапорни ролкови затвори

Coffee: 11,20 – 11,40 - Кафе пауза  
Presentation: 11,40 – 13,00 - Доклади

Chr. Abadjiev Problems of dams monitoring  
Хр. Абаджиев Проблеми при мониторинга на язовирните стени

P. Tschernutter Embankment Dams in Austria. Design Features and Safety Assessment  
П. Чернуттер Насипни язовирни стени в Австрия. Проектиране и оценка на сигурността

Iv. Atanasova Safety of tailing ponds in mining industry with their remediation  
V. Veleva  
Z. Karaivanova  
B. Kalchev  
Ив. Атанасова Сигурност на отпадъкохранилищата от добивната промишленост при  
В. Желева тяхното саниране  
З. Караиванова  
Б. Калчев

R. Nikolaeva Dam and Hydraulic structures safety in terms of the guidelines for technical  
exploitation  
Р. Николаева Сигурност на язовирните стени и ХТС заложена в Правилник за техническа експлоатация

Closing: 13,00 – 13,15 - Закриване на семинара

# **SAFETY OF HYDRAULIC STRUCTURES - BULGARIAN EXPERIENCE**

**Dimiter Toshev**

Department of Hydraulic Engineering, UACEG, Sofia

## **ABSTRACT**

The paper shares a part of the experience of Bulgarian hydraulic-engineers in the investigation, design, construction and operation of hydraulic structures, including 2000 dam reservoirs (215 of which are large dams), more than 100 Hydro Power Stations, 3 Pump Storage Power Stations, more than 40 tailing dams and ash dams and more than 350 km hydraulic tunnels. The graduates of the Faculty of Hydraulic Engineering have significant contribution to projects in the Middle East and Africa.

The high modern ecological requirements lead the specialists to the problems of industrial and domestic waste deposition.

Another great problem is that in the last years no large hydraulic structures are built in Bulgaria. The suspension of 14 dams results in idle lying of capital investments and insufficient safety of uncompleted structures.

Safety should be treated as a fragile structure based on three columns - design, construction and operation.

Unexpected geological structure of Kardzhali Arch Dam created the necessity of strengthening the left wing of the arch dam. The underestimation of seepage through the base of Pchelina Earthfill Dam necessitated additional construction of 57 relief wells.

Another aspect of safety concerns the reliability degree of determination of geotechnical parameters, the behavior of materials in the process of dam construction and with water level dynamics in the dam reservoir.

An example demonstrates the static and dynamic stability reassessment of Mandra Dam. This example is indicative of complex behavior of dam on a soft soil foundation and subject to intense traffic on the crest.

The paper illustrates the experience of the author in the research, design and analysis of the state of various dams. An opinion on the failure of a dam in Syria and the ideas of its restoration are shared.

# СИГУРНОСТ НА ХИДРОТЕХНИЧЕСКИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ - БЪЛГАРСКИЯТ ОПИТ

Димитър Тошев  
катедра “Хидротехника” при УАСГ

## РЕЗЮМЕ

В доклада се споделя опит на българските хидростроители в проучването, проектирането, строителството и експлоатацията на хидротехнически съоръжения, включително над 2000 язовири, от които 215 големи язовири, над сто Водноелектрически централи, три ПАВЕЦ, над 40 хвостохранилища и сгуроотвали, над 350 км хидротехнически тунели.

Голям е приносът на възпитаниците на Хидротехническият факултет в реализирането на проекти в Близкия изток и Африка.

Съвременните изисквания към опазване на околната среда насочиха специалистите към проблемите на складиране на индустриални и битови отпадъци.

Съществува и сериозен проблем. През последните години у нас не се изграждат големи хидротехнически обекти. Спряно е строителството на 14 язовирни стени с две основни последици - замразяване на капиталовложения и недостатъчна сигурност на недовършените конструкции.

На сигурността трябва да се гледа като на една крехка конструкция стояща върху три опори (проекта, строителството и експлоатация).

Изненади в геоложката среда доведоха до необходимостта от заздравяване на лявото крило на дъгова стена “Кърджали”. Подценяването на пропускливостта на основата на земнонаситната стена “Пчелина” наложи допълнително да се изградят 57 облекчителни кладенци.

Друг проблем при оценка на сигурността е доколко надеждно са определени геотехническите параметри, какво е поведението на материалите в процеса на изграждане на стената и при динамика на водните нива в язовира.

Показан е пример на преоценка на статическата и динамическата устойчивост на язовирна стена “Мандра”, пример за сложно поведение на стена върху слаба основа и подложена на динамични товари от интензивен трафик върху короната.

Демонстрира се опитът на автора в проучване, проектиране и анализ на състоянието на язовирни стени. Излага се мнение за разрушаване на язовирна стена в Сирия и се предлагат идеи за нейното възстановяване.

# **DAM SAFETY IN AUSTRIA**

**Peter Schöberl**

Verbund Austrian Hydro Power AG, Vienna, Austria

## **ABSTRACT**

Large dams and their reservoirs are hydraulic structures representing a certain risk for the population living downstream. A lot of examples prove that fact. So, dam safety is a very important theme especially in highly populated countries.

Dam safety is based on three columns: design and construction, dam surveillance and maintenance, emergency concepts. This contribution deals especially with dam surveillance practiced in Austria and touches emergency concepts.

Dam surveillance is composed of three tasks: visual inspection, measurements and tests. With visual inspection, the condition of a dam is investigated. The behaviour of a dam or a part of it is registered by measurements. A short overview about the most important measurement devices, data processing and the remote control system used in Verbund-AHP will be given. Further, the checking of hydro mechanical equipment and measuring devices by functional tests will be presented. Finally, some remarks on dam breach analysis, emergency action plans and the cooperation of operators and authorities will be given.

# **СИГУРНОСТ НА ЯЗОВИРИТЕ В АВСТРИЯ**

**Петер Шьоберл**

Verbund Austrian Hydro Power AG, Vienna, Austria

## **РЕЗЮМЕ**

Големите язовирни стени и техните водохранилища са хидротехнически съоръжения, които представляват известен риск за населението, живеещо надолу по реките, на които те са изградени. Много примери потвърждават този факт. Така че сигурността на язовирите е много важна тема, особено в гъстонаселените страни.

Сигурността на язовирите се крепи върху 3 стълба: проектиране и изграждане; наблюдение и поддръжка; подготвеност за аварийни ситуации. Докладът третира по-специално контрола, осъществяван в Австрия и засяга и концепциите за реакция при аварийни ситуации.

Наблюдението на язовирната стена включва три задачи: визуално наблюдение, измервания и тестове. Чрез визуалната проверка се изследва състоянието на стената. Поведението на стената или нейни части се отчита чрез измерванията. Кратък преглед ще бъде направен на най-важните измервателни устройства, обработката на информацията и системата за дистанционен контрол, използвани в Verbund-AHP. По-нататък, ще бъде представено проверяването на хидромеханичното оборудване и измервателните уреди чрез функционални тестове. И накрая, ще бъдат направени някои бележки върху анализ на разрушаване на стена, планове за действия в аварийни ситуации и сътрудничеството между операторите на стената и властите.

# **STATIC AND SEISMIC ANALYSIS OF THE SAFETY OF TZANKOV KAMAK ARCH DAM**

**A. Tzenkov, S. Venkov**  
Energoproekt-Hydropower Ltd, Sofia, Bulgaria

## **ABSTRACT**

This paper presents a safety analysis performed on the 130 m high Tzankov Kamak double-curvature arch dam. The analysis is carried out by means of NISA, a general purpose finite element program. The mathematical model of the analysed system is three-dimensional and consists of the dam body and part of its foundation. The actual geological varieties and zones of the dam foundation are modelled with sufficient accuracy. The dam-foundation system is assumed to behave linearly. Considered are the loadings due to self weight, hydrostatic pressure, uplift, temperature differences and seismic impact. Modal transient analysis is carried out to investigate the seismic response of the system. The dam-reservoir interaction is considered by means of the added mass method. To define the dam safety the values of the computed stresses are compared with the maximum tensile and compressive stress which the dam and the rock foundation can withstand without damage and failure. The safety of the dam abutments is analysed for kinematically possible surfaces. The analysis carried out proves the static and seismic safety of the dam.

# **СТАТИЧЕН И СЕИЗМИЧЕН АНАЛИЗ НА СИГУРНОСТТА НА ДЪГОВА ЯЗОВИРНА СТЕНА "ЦАНКОВ КАМЪК"**

**А. Ценков, С. Венков**  
Енергопроект-Хидроенергетика ООД

## **РЕЗЮМЕ**

Настоящият доклад представя проведения анализ на сигурността на високата 130 метра дъгова язовирна стена "Цанков камък". Анализът на стената е проведен при предпоставка за линейна зависимост за работа на системата по метода на крайните елементи посредством програмния пакет "NISA". Математическият модел на изследваната система обхваща тялото на язовирната стена и част от основата, като са моделирани с достатъчна точност съществуващите геоложки разновидности и зони. Отчетени са натоварвания от собствено тегло, хидростатичен натиск, филтрационен противонатиск, температурни въздействия и въздействия от сеизмични натоварвания. Изследването на реагирането на стената при земетръс е проведен чрез модален транзитен анализ. Взаимодействието стена-вода е отчетено посредством присъединени маси. Основен критерий за определяне на сигурността на стената е величината на получените напрежения в тялото и основата на язовирната стена при сравнението ѝ с максималните напрежения на опън и натиск, които бетона и скалните разновидности в основата могат да понесат без да претърпят разрушение. Изследвана е и устойчивостта на бреговите опори за кинематически възможни повърхнини. Проведеният анализ доказва статичната и сеизмична сигурност на язовирната стена.

# **DAM SAFETY – FRACTURE MECHANICS APPROACH**

**H. N. Linsbauer**

*Institut für Konstruktiven Wasserbau, Technische Universitaet Wien,  
Karlsplatz 13, A-1040 Wien*

## **ABSTRACT**

Fracture mechanics based strategies in dam engineering besides the usual design, operation, monitoring and maintenance procedures nowadays also have become essential tools in this field – especially in cases of damage and repair. This is well documented in the rapid growing number of (published) applications and benchmark problems related to this topic. Within the framework of the present seminar this contribution is arranged as a general link stretching from principles (basics) of fracture mechanics via theme related aspects in design of concrete dams and discussion of (theoretical) benchmark problems to a full application in dam engineering. A special case of actual cracking in a dam is discussed in detail.

# **СИГУРНОСТ НА ЯЗОВИРНИ СТЕНИ – ПОДХОД НА МЕХАНИКАТА НА РАЗРУШЕНИЕТО**

**Х. Н. Линсбауер**

*Institut für Konstruktiven Wasserbau, Technische Universitaet Wien,  
Karlsplatz 13, A-1040 Wien*

## **РЕЗЮМЕ**

Стратегиите в язовирното инженерство, базирани на механиката на разрушението, наред с обичайните процедури на проектиране, експлоатация, мониторинг и поддръжка, в наши дни стават все по-важен инструмент в тази област - особено в случаи на щети и възстановяване. Това е добре документирано в бързо нарастващия брой публикации и примерни проблеми, свързани с тази тема. В рамките на настоящия семинар, този доклад има за цел да направи връзка от принципите (основите) на механиката на разрушението, през аспекти от проектирането на язовирните стени и дискусия на (теоретични) примерни проблеми до цялостно приложение в язовирното инженерство. Обстойно разгледан е специален случай на реално напукване в язовирна стена.

# “BELI ISKAR” CONCRETE DAM REHABILITATION

**Kamelia Ivancheva, Stoino Venkov**  
Energoproekt-Hydropower Ltd  
**BULGARIA**

## ABSTRACT

The paper presents the static and dynamic methods used in the analyses of the old concrete gravity dam “Beli Iskar”. The results show that the dam has slender cross section and it is not well resistant to earthquakes. For the region, listed with 9<sup>th</sup> range of earthquake and with the continuously extracting of the free lime from the dam body, the dam strength has been decreased 2 to 3 times.

The dam is located in a high mountain area of adverse climatic conditions. It had not effective drainage system and not effective grouting curtain.

All that made it necessary special measures for the dam strengthening and water tightness to be applied.

Seven alternative methods for the dam strengthening and rehabilitation were considered. The selected alternative consists of water tight barrier on the dam upstream face by means of geomembrane system and strengthening the dam body by placing new concrete on the dam downstream face.

These envisaged rehabilitation measures were to be implemented into two stages:

**Stage 1** – engineering measures to be carried out in one season (May-November 2002) including the following:

- ensuring the water tight barrier on the dam upstream face by means of geomembrane system
- grouting with cement solution the dam body from the crest and from the gallery
- implementation of new grouting curtain in dam U/S abutment, from the concrete slab
- implementation of new drainage system in the Drainage Gallery
- installation of new Instrumentation system (straight and reverse pendulums, pies dynamometers, pies meters etc.)

**Stage 2** – engineering measures to be carried out for the dam strengthening by placing new concrete on the dam downstream face, thus ensuring its stability against sliding, static and dynamic loading and earthquake.

Stage 1 was completed in 2002 – implementation of geomembrane system, dam body grouting, new grouting curtain and new Instrumentation system. The carried out work for Stage 1 is documented in rich photo and video materials.



# РЕХАБИЛИТАЦИЯ НА БЕТОНОВА ЯЗОВИРНА СТЕНА “БЕЛИ ИСКЪР”

**К. Иванчева, Ст. Венков**  
“ Енергопроект - Хидроенергетика “ ООД  
София, България

## РЕЗЮМЕ

В доклада са описани методите за статични и динамични изследвания на яз. стена “Бели Искър” при съществуващо положение. Резултатите показват, че стената има стройно напречно сечение и не е устойчива на земетръс. За район със земетръс IX степен, непрекъснатото изнасяне на свободна вар е намалило якостните свойства на бетона от 2 до 3 пъти.

Стената е построена във високопланинските райони и се експлоатира при тежки климатични условия. Тя няма ефективна дренажна система и противифилтрационна завеса.

Всичко това налага да се приложат ефективни мероприятия по укрепване, заздравяване и обезпечаване на водоплътност на яз. стена.

Разгледани са 7 алтернативни методи за рехабилитация на стената. От тях е избрана алтернатива, включваща водоплътна преграда от водната страна с PVC геомембрана и укрепване на стената с нов бетон, положен по въздушната повърхност.

Тези инженерни мероприятия по рехабилитация ще се извършат на два етапа:

**I етап** – включва изпълнение на инженерни мероприятия за един строителен сезон от м. май до м. ноември, през 2002 г. както следва:

- Обезпечаване водоплътността на водната повърхност на стената, чрез PVC геокомпозит;
- Инжектиране тялото на стената с цимент от короната и галерията;
- Изпълнение на нова инжекционна завеса в петата на водния откос от стоманобетонена плоча;
- Изпълнение на нова дренажна система в дренажната галерия;
- Монтаж на нова КИС (прави и обратни отвеси, пиезодинамометри, пиезометри и др.).

**II етап** – включва укрепителни мероприятия от въздушната страна за обезпечаване на устойчивост на стената на хлъзгане и носеща способност при статични натоварвания и сеизмични въздействия.

През 2002 год. е завършен I-ви етап с полагането на PVC геомембраната, инжекционните мероприятия в тялото на стената, инжекционната завеса и монтажа на КИС. Изпълнението е документирано с богат снимков и филмов материал.

# CONCRETE DAMS - SAFETY ASSESSMENT AND DESIGN

**Gerald Zenz**

Verbundplan Consulting Engineers

## SUMMARY

For the surveillance and safety assessment of existing dams visual inspections together with measurements and their interpretation play an important role. To assess on the dams performance, physical models are developed for being correlated with the monitored behavior. These models should correlate with the design prerequisites and confirm design assumptions to guarantee the safe operation of the structure. In addition this knowledge is used for design of new dams.

To set up boundary values for the dam behaviour under different loading conditions, the application of a regression analysis is demonstrated. Based on a hybrid model – which incorporates statistical as well as numerical analyses – the different contributions, e.g. to the overall plumb line and extensometer measurements, are demonstrated. This leads to the ability to separate into elastic, time dependent as well as permanent, irreversible deformations. The amount of these deformations is discussed on readings from a 190m high arch dam.

The finite element model used to analyze the elastic response as a part of the regression analysis is explained. The input parameters for the model based on the investigations carried out during the construction of the dam are discussed. The modeling of the dam construction sequence and normal loading cases are described based on restrictions of the finite element code used.

The main design criteria are compared with the outcome of the comparison between measured and calculated results. The model set up and the determination of the input parameters – these are material or geometry dependent – are explained in relation to the status of knowledge and kind of project considered. Three examples are given to deal with that matter.

Within a first example for a gravity dam the seepage analysis together with the abutment stability analysis is shown. Within the second example the abutment bearing behaviour of an arch dam is assessed. The results of such an analysis and the effect of grout and drainage curtain location with the assumptions for the uplift pressure are highlighted.

To incorporate earthquake loading during the design modal superposition method is common practice. To assess with the help of the direct integration method on nonlinear effects due to maximum credible earthquake shaking is shown as an third example.

In the context of this presentation the possibility to contribute to the network based European Research project IALAD (Integrity Assessment of Concrete Dams), present at the web-page <http://nw-ialad.uibk.ac.at>, will be addressed too.

# БЕТОННИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ - ОЦЕНКА НА СИГУРНОСТТА И ПРОЕКТИРАНЕ

Гералд Ценц

Verbundplan Consulting Engineers

## РЕЗЮМЕ

Съществена роля за контрола и оценката на сигурността на съществуващите язовирни стени играят визуалните наблюдения и заедно с измерванията и тяхната интерпретация. За оценката на стените са разработени физични модели, които се свързват с наблюдаваното поведение на стените. Тези модели трябва да са в съгласие с проектните предпоставки и да потвърждават проектните презумпции, за да се гарантира безопасната експлоатация на съоръженията. Освен това, тези познания се използват и при проектирането на нови язовирни стени.

За задаването на граничните стойности на поведение на стената при различни условия на натоварване е приложен регресионен анализ. С хибриден модел, който включва както статистически, така и числени изследвания, са демонстрирани различните приноси, например на отвесови и екстензометрични измервания. Това води до възможността да се направи разделение на еластични, зависими от времето и на постоянни, необратими деформации. Размерът на тези деформации е разгледан на примера на измервания на 190 м висока дъгова стена.

Изясен е методът на крайните елементи, използван за анализа на еластичната реакция, като част от регресионния анализ, е обяснен. Разгледани са входните параметри за модела, получени от изследванията при строителството на стената. Моделирането на последователността при строителството на стената и случаите на нормални натоварвания са описани според ограниченията на използваната програма с крайни елементи.

Основните проектни критерии са сравнени с резултатите от съпоставката между измерените и изчислени резултати. Съставянето на модела и определянето на входните параметри, които са зависими от материалите и геометрията, са обяснени във връзка със степента на познание и вида на проекта. Дадени са 3 примера, които третира тази материя.

В първия пример за гравитационна стена са показани филтрационен анализ и изследване на устойчивостта на скатове на стената. Във втория пример е оценена носещата способност на опорите на дъгова язовирна стена. Резултатите от такъв анализ и ефекта от мястото на дренажната и инжекционна завеса, с отчитане на предпоставката за водния подем, са подчертани.

Обща практика е в процеса на проектиране да се включват и сеизмичното натоварване по "Метода със суперпозиция по главни форми". Оценката с помощта на "Метода за директно интегриране" на нелинейните ефекти при максимално допустимото земетръсно въздействие е показана в третия пример.

# **CREATING PRINCIPLES FOR ASSURANCE AND ALARME INFORMATION SISTEME ON THE RIVER VALLEY AFTER LARGE DAMS**

**Chavdar Kolev**

Director General of “Vodno Stopanstvo” Ltd.  
1000, Sofia, 16 Lavele Str.

## **ABSTRACT**

The experience of designing for quite automatic alarm system, situated on the large dams. Actual information technologies have utilized. The tasks to appreciate the risk and emergency are decided.

The problems of rapidly alarming of avoiding of simulation and subjective factors, of permanently working and testing of the system are decided too.

There are possibilities for increasing of the system by new modules and subsystems.

The program has hierarchical organization and it is connected to hardware on the principle “open software”. The communication model has seven levels, respectively to ISO.

Hydrotechnical structures for extinction of water’s turbulence after the emergency moment are designed.

There are investigations for acoustic parameters of the area and for optimal situating of alarm facilities.

# **ПРИНЦИПИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА СИГУРНОСТ И ОПОВЕСТЯВАНЕ ПО ПОРЕЧИЕТО СЛЕД ГОЛЕМИ ЯЗОВИРИ**

**Чавдар Колев**

Ген.Директор на “Водно стопанство” ЕАД,  
1000, София, ул. “Лавеле” №16

## **РЕЗЮМЕ**

Представен е опитът от проектирането на напълно автоматизирана алармена система за разполагане на големи язовири.

Използвани са съвременни високи информационни технологии. Решени са задачите за оценка на риска и аварията, за най-бързо алармиране, за избягване на субективните и симулативните фактори, за постоянна проверка на готовността за работа на системата.

Създадени са възможности за разширяване на системата с нови модули и подсистеми.

Програмата има йерархична организация и е привързана към хардуера на принципа “отворен софтуер”. Моделът на комуникациите има седем слоя, както е според ISO.

Разработени са хидротехнически съоръжения за успокояване на турбулентното движение на водата след момента на аварията.

Изследвани са акустичните параметри на района и е оптимизирано разположението на сигналните устройства.

Анализирана е експлоатационната надеждност на системата.

# APPLICATION OF INFLATABLE MEMBRANES IN RECONSTRUCTION OF HYDRAULIC STRUCTURES

**Vesselin D. Iliev**

Department of Physics-Mathematical and Technical Sciences  
University of Chemical Technology and Metallurgy  
8 St. Kliment Ohridski blvd.  
1756 Sofia, Bulgaria  
e-mail: [veso@uctm.edu](mailto:veso@uctm.edu)

## ABSTRACT

Inflatable hydraulic membrane structure is a closed-shape volume formed by high-strength technical membrane. This volume changing his size and forms a high-level horizontal and vertical compression at low inside pressure during filing by water. In present paper the method for applying of this articles in construction of temporary structures in places difficult for access is presented. The examples for inflatable hydraulic structures applied in reconstruction of TK1-NPP "Kozloduj" and GND2 – RHPP "Tchaira" are exposed.

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА НАПЪЛНЯЕМИТЕ МЕМБРАННИ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ И РЕХАБИЛИТАЦИЯ НА ХИДРОТЕХНИЧЕСКИ СЪОРЪЖЕНИЯ

**Веселин Д. Илиев**

Департамент по физикоматематически и технически науки  
Химикотехнологичен и металургичен университет  
бул. "Климент Охридски" 8, 1756 София,  
е-поща: [veso@uctm.edu](mailto:veso@uctm.edu)

## РЕЗЮМЕ

Напълняемите хидротехнически мембранни конструкции представляват затворен обем, образуван от високоякостна техническа мембрана, който след напълване с вода променя формата и големината си така, че създава голям хоризонтален и вертикален натиск при малко вътрешно налягане. В настоящата работа е изложена методика за прилагане на тези изделия при изграждане на временни отбивни съоръжения в труднодостъпни райони. Методиката е илюстрирана с конкретни примери от рехабилитацията на яза на ТК-1 при АЕЦ "Козлодуй" и на ГНД-2 при ПАВЕЦ "Чаира".

# **SPILLWAYS OF DAMS IN AUSTRIA – A NEW DESIGN CONCEPT FOR FLOOD WATER DISCHARGING**

**Helmut Drobir**

Institute of Hydraulic Engineering, Vienna University of Technology  
A-1040 Vienna, Karlsplatz 13, Austria

## **ABSTRACT**

This paper deals with the new design concept for dam spillways in Austria. The design concept is a proposal to the "Austrian Commission on Dams" and will be discussed at the next meeting in December 2003. The Austrian Commission on Dams was established by the Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Economics of Water Use as Supreme Water Authority in Austria. Selected experts of all disciplines involved in the construction of a dam are members of this commission.

The design concept is effective for dams according to the definition by the International Commission on Large Dams (ICOLD) and is valid for catchment areas from 10 to 1000 km<sup>2</sup>. The new design concept can only be applied to smaller dams, if the dimensions of the spillways are insufficient for flood discharge, and they thus represent quite a risk. The design concept cannot be used for dams of bed load catchment and for barrages of run-off-river schemes.

# **ПРЕЛИВНИЦИ НА ЯЗОВИРНИ СТЕНИ В АВСТРИЯ – НОВА ПРОЕКТНА КОНЦЕПЦИЯ ЗА ПРОПУСКАНЕ НА ВИСОКИ ВОДИ**

**Хелмут Дробир**

Технически университет Виена, Виена, Австрия  
Institute of Hydraulic Engineering, Vienna University of Technology  
A-1040 Vienna, Karlsplatz 13, Austria

## **РЕЗЮМЕ**

Настоящият доклад разглежда нова проектна концепция за преливници на язовирни стени в Австрия. Тази концепция е предложена на "Австрийската комисия по язовири" и ще бъде обсъдена на следващата среща през декември 2003г. Австрийската комисия по язовири беше основана от Федералното министерство на земеделието, горите, околната среда и водното стопанство като висша инстанция по водите в Австрия. Избрани специалисти от всички дисциплини, свързани с изграждането на една язовирна стена, са членове на тази комисия.

Проектната концепция е ефективна за язовирни стени съгласно дефиницията на Международната комисия по големите язовири (ICOLD) и е валидна за водосборни области с площ от 10 до 1000 km<sup>2</sup>. Новата проектна концепция може да бъде приложена само за по-малки стени, ако размерите на преливниците са недостатъчни за висока вълна и по този начин те представляват опасност. Проектната концепция не може да бъде използвана при стени с дънни водовземания и при язове на руслови хидровъзли.

# HISTORICAL MAXIMUMS AND THE DESIGN FLOODS OF THE RIVER ARDA

**Stefan Modev**

E-mail: [modev\\_fhe@uacg.bg](mailto:modev_fhe@uacg.bg)

## ABSTRACT

Design Floods are base element of the investigations in concern with the design of the building structures, in particularly – hydraulic structures. The probability of exceedence for the first class structures is taken usually 1 time per 1000 or 10000 Years. The existed studies sed that the return period of 5000 or 10000 Years probably characterise “The highest upthanked pic of the flood” (Grjivanski, Austria-1971). The estimation of such pic is based on statistical methods. Signifficant extrapolation of the probability of exceedence curve, out of the interval with observations is used usually. The hystorical maximums are possibly method to check the extrapolation reliability. Together with this the use of the stohastic and genetic hydrological models give us the possibility to compare the design flood parameters with the parameters of the main meteorological phenomenas – usually the storm parameters.

The report is a “case study” from the Bulgarian hydrological practice, where by the help of hystorical maximum and complex of computational methods are computed the design floods of the Gorna Arda cascade, located on the upstream section of the river Arda.

# ИСТОРИЧЕСКИ МАКСИМУМИ И ПРОЕКТНИ ВИСОКИ ВЪЛНИ ЗА РЕКА АРДА

**Стефан Модев**

E-mail: [modev\\_fhe@uacg.bg](mailto:modev_fhe@uacg.bg)

## РЕЗЮМЕ

Проектните високи вълни са основен елемент на изследванията при проектиране на строителни съоръжения, в частност на хидротехнически съоръжения. Вероятността за надвишение при първи клас съоръжения обикновено е 1 път на 1000 или 1 път на 10000 г. Съществуващи изследвания показват, че период на повторение от 5000 или 10000 г вероятно характеризира “най-висок мислим връх на висока вълна” (Грживенски, 1971 - Австрия). Определянето на подобен връх обикновено се основава на статистически методи, при което се използва значителна екстраполация на кривата на безопасност извън интервала, определен от наблюденията. Историческите максимуми са един от възможните начини за проверка на надеждността на екстраполацията. Заедно с това използването на стохастични и генетически хидрологични модели позволява да се сравнят характеристиките на високата вълна с характеристиките на пораздащите я метеорологични явления – обикновено интензивни дъждове.

Докладът разглежда пример от българската хидрологична практика, при който с помощта на исторически максимум и комплекс от изчислителни методи са определени максималните оразмерителни водни количества за каскада Горна Арда, разположена на р.Арда.

## **RECONSTRUCTION OF BELI ISKAR DAM BASED ON PRESTRESSED ANCHORING IN THE ROCK BASE**

**Maria Mavrova-Guirguinova, Alexander Traikov**  
University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy- Sofia

### **SUMMARY**

The first stage of reconstruction and rehabilitation of Beli Iskar concrete dam is carried out in 2002. A PVC membrane is placed on the upstream face of the dam, injections in the dam body and the rock base are executed as well.

In order to continue the safety service of the dam it is necessary to be improved the overall stability and bearing capacity of the dam including an earthquake resistance design. That is the task of the foreseen Second stage of the reconstruction.

In the existing design proposals different solutions are taken into account. After technical and financial comparison two of them are proposed to be developed in details for the Second stage of the reconstruction:

- Reinforcing of the downstream face of the dam by concrete
- Reinforcing of the downstream face of the dam by rockfill

In this report a general overview of the advantages and the disadvantages of a different solution – by anchoring of the dam to the rock base. Mostly the influence of the structural solution on the stress distribution is analyzed.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ НА ЯЗОВИРНА СТЕНА "БЕЛИ ИСКЪР" С НАПРЕГНАТИ АНКЕРИ, ЗАКОТВЕНИ В СКАЛНАТА ОСНОВА**

**Мария Маврова-Гиргинова, Александър Трайков**  
Университет по архитектура, строителство и геодезия - София

### **РЕЗЮМЕ**

Първият етап от реконструкцията и рехабилитацията на бетоновата язовирна стена Бели Искър е реализиран през 2002г. Положена е PVC геомембрана върху водния откос, изпълнени са инжекции в тялото на стената и нова противифилтрационна инжекционна завеса в скалната основа.

За да продължи безопасната експлоатация на язовира се налага да бъде подобрена общата устойчивост и носещата способност на стената, включително оразмеряване на сеизмични въздействия. Това е задача на предстоящия Втори етап от предвижданата реконструкцията.

В известните проектни разработки са разгледани различни варианти за увеличаване сигурността на язовирната стена. След технико-икономическо сравнение на тези варианти за Втория етап от реконструкцията са предпочетени да бъдат разработени в детайли два от тях:

- Укрепване на въздушния откос на стената с бетонова конструкция;
- Затежняване на въздушния откос с уплътнен каменен насип.

В настоящия доклад се прави общ анализ на предимствата и недостатъците на вариант за реконструкция чрез анкериране на стената. Анализира се главно влиянието на конструктивното решение върху напрегнатото и деформирано състояние на съоръжението.



# HOISTING FORCES ON HIGH-HEAD ROLLER GATES

**Volker Kienberger**

VA TECH HYDRO GmbH & Co

A –4031 Linz, Lunzerstraße 78, P.O. Box 28, Austria

Phone:+43-70-6987-8817, Fax:+43-70-6980-8826, E-mail: [Volker.Kienberger@vatech-hydro.at](mailto:Volker.Kienberger@vatech-hydro.at)

## ABSTRACT

To guarantee secure operation of water passages of high-head power plants - as intakes, diversions, bottom outlets or spillways - roller gates can be installed. The movement of such gates in upward and in downward direction has to be possible at any operation condition, but most important in emergency cases. Hoisting equipments – by preference hydraulic hoists – have to be designed to withstand all forces acting on such a gate in vertical direction.

The paper treats the calculation of those vertical forces. Besides dead weight, buoyancy and frictional forces very important is the estimation of hydrodynamic forces. From all types of high-head gates, leaf gates cause the greatest problems in connection with hydrodynamic forces. The so-called downpull is often greater than the dead weight of the gate. Accurate design for any hydraulic working condition is demanded for that purpose.

In order to improve the knowledge of downpull forces VA TECH HYDRO commissioned the Institute of Hydraulic Engineering, Vienna University of Technology, to carry out model tests. The tests led to results allowing to reduce assumed forces for the lay out of hydraulic cylinders and hydraulic power unit and, thus, to reduce costs.

Conceptual modifications of the shape of the gate, openings in the vertical main girders, even exceeded those primary results.

## ПОДЕМНИ СИЛИ ВЪРХУ ВИСОКОНАПОРНИ РОЛКОВИ ЗАТВОРИ

**Фолкер Кийнбергер**

VA TECH HYDRO GmbH & Co

A-4031 Linz, Lunzerstrasse 78, P.O. Box 28, Austria

Phone: +43-70-6987-8817, Fax: +43-70-6980-8826, E-mail: [Volker.Kienberger@vatech-hydro.at](mailto:Volker.Kienberger@vatech-hydro.at)

## РЕЗЮМЕ

За гарантирането на сигурната експлоатация на водопровеждащите съоръжения на високонапорни електроцентрали - като водоземания, отклонения, дънни изпускатели или преливници - могат да се инсталират пълзящи на лагери затвори. Движението на такива затвори нагоре и надолу трябва да е възможно при всякакви експлоатационни условия и най-вече при аварийни ситуации. Повдигателните механизми - за предпочитане са хидравличните повдигачи - трябва да са проектирани, така че да могат да устоят на всички сили, които действат на затвора във вертикална посока.

Този доклад разглежда изчисленията на вертикалните сили. Наред със собственото тегло, хидростатичния подем и силите на триене, много важна е и оценката на хидродинамичните сили. Измежду всички видове високонапорни затвори, секторните затвори създават най-големите проблеми по отношение на хидродинамичните сили. Така нареченото теглене надолу е често по-голямо от собственото тегло на затвора. Поради тази причина е необходимо точно проектиране съобразено с всички възможни експлоатационни условия.

За да подобри познаването на теглещите надолу сили VA TECH HYDRO възложи на Института по водно строителство към Техническия Университет Виена да проведе моделни изследвания. Изследванията доведоха до резултати, които позволиха намаляването на въпросните сили при монтирането на хидравличните цилиндри и задвижката, а по този начин намаляване и на разходите.

Концептуални промени във формата на затвора, чрез отвори в главните вертикални греди, дори надхвърлиха тези първични резултати.

# PROBLEMS OF DAMS MONITORING

**Christo Abadjiev**

University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia

*abadjiev@pi-link.net*

## SUMMARY

The safety control of a dam includes the monitoring system, including the visual inspections, on the one hand, and the analysis of all measurements and observations, the conclusions and decisions for actions, on the other hand.

The instrumentation could be the reliable basic component of the monitoring, however it could be also unnecessary expensive, wrong directed, giving confusing results and even to be dangerous for the dam itself.

A lot of instruments are installed in new dams and plenty of measurements are performed. However, few conclusions about the optimization of the instrumentation have been made and still less shared and published. Some need exists to summarize the analyses and all the experience gained. On the basis of realized observations and analyses, the dam monitoring system can be optimized to minimum quantity of instruments and at the same time sufficient to guarantee the dam safety at the lowest cost.

To be effective, the monitoring requires a logical and comprehensive program and careful execution, to begin with clear defining the purposes of the monitoring program and end with planning how to implement the measurement data. Here, the basic links and steps of a successful dam safety monitoring program are presented, as well as some examples of often used wrong decisions.

# ПРОБЛЕМИ ПРИ МОНИТОРИНГА НА ЯЗОВИРНИТЕ СТЕНИ

**Христо Абаджиев**

Университет по архитектура, строителство и геодезия, София

*abadjiev@pi-link.net*

## РЕЗЮМЕ

Много инструменти се влагат в новите язовирни стени и много измервания се правят. Но малко изводи и заключения се правят. Още по-малко се споделят и публикуват. Чувства се нужда от обобщаване на натрупания опит по измерванията на отделните явления при различните видове стени и техния анализ.

Въз основа извършени наблюдения може да се оптимизира контролно измервателната система, да се извършват достатъчни за сигурността на стената измервания при минимална стойност.

Надеждността на мониторинга на сигурността на язовирната стена зависи от планирането и изпълнението на ясна и последователна програма. Тя започва от прогнозиране на поведението на язовирната стена, дефинирането на процесите, които трябва да се наблюдават и измерват и как да се действа при аномалии, избора на инструменти и тяхното разположение, начинът и екзекутив на полагане, редовно подържане и калибриране, събиране, графическо представяне и интерпретиране на данните и завършва с анализа на състоянието на съоръжението и съответните мерки. Мониторингът е верига от тези звена. Надеждността на тази верига е толкова силна, колкото е силно най-слабото ѝ звено. Затова на всяко от тях трябва да се обръща подобаващото внимание. Тук са представени накратко основните звена и етапи на една мониторингова програма за язовирна стена.

# **EMBANKMENT DAMS IN AUSTRIA DESIGN FEATURES AND SAFETY ASSESSMENT**

**Peter Tschernutter**, Civil Engineer  
Tschernutter Consulting Ltd.

## **SUMMARY**

In Austria 25 embankment dams are registered with heights from 15 m to 153 m and one of them is currently under construction. Almost all high dams preliminary serve for the purpose of utilizing hydropower. Prior to 1958 dams were built at heights of up to 25 m and later on 20 higher dams have been constructed with central earth cores (four), central concrete cores (two), central asphalt concrete cores (four) and asphalt concrete facings (ten).

For asphalt concrete faced dams actual design features, the evaluation and the current state of the technology as well as long term experience together with ongoing ageing phenomena in high mountain regions will be described and shown on different samples.

On the other hand the design philosophy of an 88 m high dam with a central asphalt core, the construction technology and some long term operating experience will be given.

In the assessment of safety a certain subjective element is inevitable and - as wellknown - procedures differ from one country to another. Particularly important behaviour data for safety assessment in Austria are:

- Seepage
- Uplift and porewater pressures
- Deformations of the dam, foundation and surroundings
- Ageing of materials
- New flood design criteria
- Required adjustments of the monitoring system

On some samples constructional measures for improving the stability and durability of dams (relief wells, additional sealing of the dam abutment, strengthening and repair of asphalt concrete facings) and their operational equipment (spillway capacity, dam crest height, new bottom and intermediate outlet).

On several dams the monitoring systems have also been improved.

# НАСИПНИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ В АВСТРИЯ. ОСОБЕНОСТИ НА ПРОЕКТИРАНЕ И ОЦЕНКА НА СИГУРНОСТТА

Петер Чернюттер, строителен инженер  
Tschernutter Consulting Ltd.

## РЕЗЮМЕ

В Австрия са регистрирани 25 насипни язовирни стени с височина от 15 до 153 м, като една от тях в момента се изгражда. Почти всички високи стени преимуществено служат за използване на водната енергия. До 1958 г. язовирните стени са строени с височина до 25 м, а след това 20 по-високи стени са били изградени с централни земни ядра (4), централни бетонни диафрагми (2), централни асфалтобетонни диафрагми (4) и асфалтобетонни екрани (10).

Различни примери показват оценката и настоящото състояние на технологиите за изграждане на стените с асфалтобетонни екрани във високопланински райони, както и опита с явлението на стареене.

От друга страна са представени проектната философия на язовирна стена, висока 88 м, с централно асфалтово ядро, както и дългогодишен опит в експлоатацията и.

В оценката на сигурността, неизбежни са някои субективни елементи и, както е известно, процедурите се различават в различните страни. Специално за Австрия, данните с особено значение за оценка на сигурността, са:

- филтрация
- воден подем и порово налягане
- деформации на стената, основата и прилежащите терени
- стареене на материалите
- нови проектни критерии за висока вълна
- изисквани настройки на мониторинговата система

В някои от случаите са взети конструктивни мерки за подобряване на устойчивостта и дълготрайността на стените (облекчителни кладенци, допълнително изолиране на опорите на стената в скатове, усилване и ремонт на асфалтобетонните екрани) и на тяхното експлоатационно оборудване (пропускна способност на преливник, височина на короната, нов основен и междинен изпускател).

При някои от стените са подобрени и контролно-измервателните системи.

# SAFETY OF TAILING PONDS IN MINING INDUSTRY WITH THEIR REMEDIATION

Ivanka Atanasova, Violeta Veleva, Zdravka Karaivanova  
“NIPRORUDA” JSCo – Sofia  
Borislav Kalchev – “Geosinmat” Ltd.

## ABSTRACT

The storage of the tailings from mining and concentrating of ferrous and non-ferrous metals ores and industrial minerals and other operations has been performed in waste depots known as tailing ponds. These structures if are not supervised and remediated could cause ecological problems. Many of them are potentially dangerous due to their large volumes and reached heights of construction.

For eliminating the harmful consequences from mining and processing operations of natural resources and in pursuance of Programs for remediation of environment pollution caused by historical actions of negligence currently is initiated their conservation and reclamation of the tailing ponds. For achieving this target is necessary to be known well the specific character of construction and operation of such facilities, to be made an assessment of the bearing capacity of the stored tailings. These potentially dangerous structures should have a guaranteed stability also after their reclamation.

For implementation of the remediation and reclamation measures for these structures are possible two approaches:

- **After awaiting** a complete draining of the waste (tailing), which is a long process (according to the experience gained by “NIPRORUDA”, as per hydrological minimum may last more than 5-6 years) and only just after verification of the bearing capacity of tailings through conducting new engineering-geological surveys could be allowed the procedure for conservation and remediation;
- **By consolidation** of the non-consolidated tailing applying specific technology with use of geo-nets, acting as reinforcement. In such a way is ensured potentiality for safe work of building and transport machinery.

On the tailing pond “Rossen 2” project was imposed the second engineering solution. The total horizontal area is 150 decares. In result of the engineering solution was closed the water mirror of the tailing pond “Rossen 2” for a period of 4,5 months.

For the first time in our country were used geo-nets for conservation of such a project. With the implementation of this project was eliminated the risk of people and animal sinking. Also was ceased the dust-loading of the region which is in close vicinity to the beach of Chernomorets village.

The security guarantees of those important facilities (tailing ponds from mining industry) should be found, even after their closure, in the deep knowledge in structures of the projects and the bottlenecks during their operation, and in the possibility for taking proper and competent decisions.

# СИГУРНОСТ НА ОТПАДЪКОХРАНИЛИЩАТА ОТ ДОБИВНАТА ПРОМИШЛЕННОСТ ПРИ ТЯХНОТО САНИРАНЕ

Иванка Атанасова, Виолета Велева, Здравка Караиванова  
“НИПРОРУДА” АД – София  
Борислав Калчев – “Геосинмат” ООД

## РЕЗЮМЕ

Съхраняването на отпадъците от добива и обогатяването на руди на черни и цветни метали и нерудни изкопаеми и др. производства е извършвано в отпадъкохранилища, популярни като хвостохранилища. Тези съоръжения, оставени без наблюдение и саниране, могат да създадат екологични проблеми. Много от тях са потенциално опасни с големите си обеми и достигнати височини на изграждане.

С цел ликвидиране на вредните последствия от добива и преработката на природни ресурси, в изпълнение на Програми за отстраняване на екологични щети от минали действия или бездействия сега се пристъпва към консервация и рекултивация на отпадъкохранилищата. За да се изпълни това, е необходимо да се познава спецификата на строителството и експлоатацията на тези съоръжения, да се направи оценка на носещата способност на складирания отпадък. Тези потенциално опасни съоръжения трябва да имат гарантирана устойчивост и след тяхната рекултивация.

При реализацията на оздравителните и рекултивационни мероприятия на тези съоръжения са възможни два подхода:

- **след изчакване** пълното дрениране на отпадъка (хвоста), което е продължителен процес (според придобития опит на “НИПРОРУДА”, при хидроложки минимум може да продължи повече от 5-6 години) и едва при доказване носимоспособността на хвоста чрез извършване на нови инж. геоложки проучвания може да се разреши изпълнение на консервация и рекултивация;
- **чрез заздравяване** на неконсолидирания хвост по специална технология с използване на геомрежи, работещи като армировка. По този начин се осигурява възможност за безопасна работа на строителната и транспортна техника.

На обект хвостохранилище “Росен 2” се наложи използването на второто техническо решение. Общата хоризонтална площ е 150 дка. В резултат на техническото решение се затвори водното огледало на хвостохранилище “Росен-2” за 4,5 месеца.

За първи път у нас се използваха геомрежи за консервация на такъв обект. С реализацията на проекта се премахна опасността от пропадане на хора и животни. Спря се и запрашаването на района, който е в непосредствена близост до плажната ивица на с.Черноморец.

Гаранциите за сигурността на тези отговорни съоръжения (отпадъкохранилищата от добивната промишленост) и след закриването им, трябва да се търсят преди всичко в задълбоченото познаване конструкцията на изпълнените обекти, проблемните места по време на експлоатацията им и във възможността за вземане на точни и компетентни решения.

# **DAM AND HYDRAULIC STRUCTURES SAFETY IN TERMS OF THE GUIDELINES FOR TECHNICAL EXPLOITATION**

**Rositsa Nikolaeva**

University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy- Sofia

## **SUMMARY**

Dam and hydraulic structures safety during exploitation is the core of the obligations of the operation teams. In 2002 the Guidelines for technical exploitation was adopted by National Electricity Company. This paper gives systematically operation requirements and obligations for the every stage of the hydraulic structures life; criteria for safety estimation; role of monitoring; inspections for state estimation and information documentation.

# **СИГУРНОСТ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ЯЗОВИРНИ СТЕНИ И ХТС ЗАЛОЖЕНА В ПРАВИЛНИК ЗА ТЕХНИЧЕСКА ЕКСПЛОАТАЦИЯ**

**Росица Николаева**

Университет по архитектура, строителство и геодезия – София

## **РЕЗЮМЕ**

Сигурността на експлоатация на язовирните стени и ХТС е в основата на задълженията на екипите по експлоатация.

Приетият през 2002 г. от НЕК- ЕАД Правилник за техническа експлоатация на язовирни стени и ХТС към ВЕЦ, ТЕЦ и АЕЦ последователно формулира изискванията и задълженията на експлоатацията през различните етапи на работа на хидротехническите съоръжения относно сигурността им, както и показателите за оценка на сигурността, ролята на наблюденията и измерванията, инспекциите за оценка на състоянието (сигурността) на съоръженията и документиране на информацията.