

Здружение Македонски комитет за големи брани
Macedonian Committee on Large Dams

Зборник на трудови Proceedings

Conference on topic Dam engineering during energy transition and aging hydrotechnics infrastructure

Конференција на тема

**Инженерството
за брани во услови
на енергетска
транзиција и остарена
хидротехничка
инфраструктура**

Конференција на тема: Инженерството за брани во услови на енергетска транзиција и остарена хидротехничка инфраструктура, Скопје, 18-19.10.2024

Конференција на тема:
Инженерството за брани во услови на
енергетска транзиција и остарена
хидротехничка инфраструктура
Скопје, 18-19.10.2024

Conference on topic:
Dam engineering during energy
transition and aging hydrotechnics
infrastructure
Skopje, 18-19.10.2024

18-19.10.2024 го дина
18-19.10.2024

Скопје, Р.С. Македонија
Skopje, R.N. Macedonia



Здружение Македонски комитет за големи брани
Macedonian Committee on Large Dams

Зборник на трудови
Proceedings

КОНФЕРЕНЦИЈА НА ТЕМА:

**ИНЖЕНЕРСТВОТО ЗА БРАНИ ВО УСЛОВИ НА
ЕНЕРГЕТСКА ТРАНЗИЦИЈА И ОСТАРЕНА
ХИДРОТЕХНИЧКА ИНФРАСТРУКТУРА**

CONFERENCE ON TOPIC:

**DAM ENGINEERING DURING ENERGY
TRANSITION AND AGING HYDROTECHNICS
INFRASTRUCTURE**

18.10÷19.10. 2024 год.

18.10÷19.10. 2024

Скопје, Р.С. Македонија

Skopje, R.N. Macedonia

ОРГАНИЗАТОР

Здружение Македонски комитет за големи брани

ORGANIZED BY

Macedonian Committee on Large Dams

ИЗДАВАЧ

Здружение Македонски комитет за големи брани

PUBLISHED BY

Macedonian Committee on Large Dams

ЗА ИЗДАВАЧОТ

Проф. д-р Љупчо Петковски

Претседател на Здружение Македонски комитет
за големи брани**FOR THE PUBLISHER**

Prof. Ljupcho Petkovski, PhD

President of Macedonian Committee on
Large Dams**ТЕХНИЧКА ОБРАБОТКА**

Фросина П. Георгиевска, Стевчо Митовски

TECHNICAL PREPARATION BY

Frosina P. Georgievska, Stevcho Mitovski

УРЕДНИК

Проф. Д-р Љупчо Петковски

ЛЕКТУРА

Тања Стевановска Цветковска

EDITOR

Prof. Ljupcho Petkovski, PhD

PROOFREADER

Tanja Stevanovska Cvetkovska

ПЕЧАТЕЊЕ

Промедиа - Скопје

ТИРАЖ

70 примероци

МЕСТО И ГОДИНА НА ОБЈАВУВАЊЕ

Скопје, 2024

ФОТОГРАФИЈА НА НАСЛОВНА СТРАНА

Брана „Маврово“

PRINTED BY

Promedia - Skopje

PRINTING RUN

70 copies

LOCATION AND DATE OF PUBLISHING

Skopje, 2024

COVER PHOTO

‘Mavrovo’ dam

© Сите права се заштитени. Публикацијата не смее да биде преведувана или копирана во целина или во делови без писмена дозвола на издавачот.

© All rights reserved. The publication can not be translated or copied at full or any part of it without written permission from the publisher.

CIP - Каталогизација во публикација Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

627.8.04/.09(497.7)(062)

621.311.21(497.7)(062)

ЗБОРНИК на трудови / Конференција на тема: инженерството за брани во услови на енергетска транзиција и остарена хидротехничка инфраструктура, 18.10-19.10.2024 год., Скопје, Р. С. Македонија ; [уредник Љупчо Петковски] = Proceedings / Conference on topic: dam engineering during energy transition and aging hydrotechnics infrastructure, 18.10-19.10.2024, Skopje, R. N. Macedonia ; [editor Ljupcho Petkovski]. - Скопје : Здружение Македонски комитет за големи брани = Skopje : Macedonian committee on large dams, 2024 (Скопје : Промедиа ; Skopje : Promedia). - [200] стр. : илустр. ; 21 см

Фусноти кон текстот. - Текст на мак. и англ. јазик. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-4953-03-6

а) Брани -- Хидротехнички аспекти -- Хидроенергетски аспекти -- Македонија -- Собири

COBISS.MK-ID 64549381

ПРЕДГОВОР

Потребата од одржување конференција на тема „Инженерството за брани во услови на енергетска транзиција и остарена хидротехничка инфраструктура“ е заради исполнување на повеќе цели, од кои доминантни се следните пет. Прво, најголемиот дел од водостопанската инфраструктура во РС Македонија е од постар датум и се наметнува проблемот за подобрување на сигурноста и на функционалноста на старите брани. Подобрувањето се однесува во иновирањето на техничката документација во согласност со сегашните проектантски критериуми за потврдување на сигурноста, навремено детектирање на оштетените хидротехнички објекти и нивна санација. Второ, Мавровскиот хидроенергетски систем со трите хидроелектрични централи: ХЕЦ „Вруток“, ХЕЦ „Равен“, ХЕЦ „Врбен“ и со акумулацијата Маврово со вкупен волумен од 275 М-м³ вода е еден од најголемите и најсложените во македонскиот електроенергетски систем. Првата фаза од изградбата на системот почнала во 1947 година, а завршила по 13 години, во 1960 година. Во 1952 година започнало да се полни најголемото вештачко езеро во Македонија, Мавровското Езеро. Трето, во последната деценија има драматични промени во инсталираната моќност на централите за производство на електрична енергија од обновливи и еколошки чисти извори на енергија. Не е тешко да се предвиди дека во 2024 година инсталираната моќност на соларните централи, кои станаа позначајни само во последната деценија, ќе ја надмине инсталираната моќност на хидроцентралите, кои се градат повеќе од стотина години. Овој глобален тренд, најверојатно, ќе се преслика и во енергетскиот сектор во Македонија, каде што е изграден само 30 % од хидроенергетскиот технички потенцијал. Во забрваната енергетска транзиција инсталирањето на соларните централи кои се карактеризираат со непредвидливо и нерамномерно производство на електрична енергија е поттик за градба на нови хидроцентрали за стабилизирање на електроенергетскиот систем. Четврто, имајќи предвид дека водните акумулации со голем корисен волумен се единствените активни мерки за ублажување на негативните влијанија од климатските промени, логично е дека развојот на хидроенергетиката во идниот период треба да биде со повеќенаменските акумулации, со навремено инволвирање на приоритетните водокорисници: водоснабдување, наводнување, еколошки гарантирано протекување, како и за одбрана од поплави. И петто, во моментот повторно се актуализира реструктурирањето на водостопанските претпријатија, обединети во АД ВС на РСМ. Предуслов за успешно реформирање на водостопанството е да се согледаат сите можности за унапредување на организационата поставеност на хидроградежништвото, водостопанството и хидроенергетиката и да се упростат комплицираните бирократски процедури со кои воопшто не се подобрува техничката документација, туку се одложува започнувањето со градбата на хидротехничките објекти.

Претседателството на ЗМКГБ, на седницата одржана на 29.2.2024 година, донесе одлука да се операционализира Годишниот план на активности, усвоен на Годишното собрание на ЗМКГБ во декември 2023 година, и да се одржи конференцијата на 18.10.2024 година во Скопје. Здружението МКГБ е стручна, невладина и непрофитабилна инженерска организација и е член на Меѓународната комисија за големи брани (ICOLD) во континуитет од 1950 година. Процената дека Здружението ќе биде успешен организатор на ова советување беше поткрепена со фактот дека во минатиот период ЗМКГБ се докажа со реализацијата на поголем број научни собири: Советување на тема: Проектирање и изградба на браната *Козјак* (1999); Прв конгрес за брани (2004); Советување на тема: Браната *Козјак* – искуство од изградбата, првото полнење и почетната експлоатација (2005); Втор конгрес за брани (2008); International Workshop "Advanced methods and materials for dam construction", with lecturers from Greece, Switzerland and R. Macedonia (2009); International Symposium "Dams - recent experiences on research, design, construction and service", organized by MACOLD and SLOCOLD (2011); Конференција на тема: Хидројаловиштата во Р Македонија (2012); Трет конгрес за брани (2013); Десетто советување за ВСХТ (2014); Конференција на тема: Состојбата со водостопанската инфраструктура (2015); 11. Советување за ВСХТ (2016); Четврти конгрес за брани (2017); Трибина на тема: 80 години на инженерството за брани во Р Македонија (2018); 12. Советување за ВСХТ (2019); Second International Symposium "Water reservoirs – an Active Measure in Adapting to Climate Change",

organized by MACOLD and SLOCOLD (2020); Петти конгрес за брани (2021); Втора конференција за хидројаловишта (2022) и 13. Советување за ВСХТ (2023).

За конференцијата пристигнаа поголем број реферати, а Редакцискиот одбор прифати 16 да бидат отпечатени во Зборникот посветен на конференцијата. Рефератите се на македонски јазик (13) и на англиски јазик (3), а се подготвени од експерти од Македонија, Бугарија и од Словенија. Распоредот на рефератите во Зборникот е приспособен на широкиот спектар на проблеми што се третираат во трудовите, без да бидат систематизирани во конкретни тематски поглавја. На конференцијата очекуваме да има успешни презентации и дискусии по рефератите, како и трансфер на знаење меѓу учесниците од водостопанската и од хидротехничката фела, кои припаѓаат на различни сектори - од практиката до научноистражувачките центри, односно од проектантски и изведувачки компании до оператори со хидросистеми. Очекуваме манифестацијата, која се одржува во Комората за овластени архитекти и инженери (КОАИ) во Скопје, да биде собир за пријатно дружење, нови познанства и неформални разговори.

Ја користам оваа пригода да им се заблагодарам на авторите на рефератите, за нивниот вложен труд и придонес во развојот на хидротехниката, водостопанството и хидроенергетиката во Северна Македонија; на членовите на Редакцискиот одбор, кои ги евалуираа рефератите; на членовите на Организацискиот одбор за нивната пожртвувана работа; на спонзорите и на учесниците на конференцијата.

Скопје,
октомври 2024 година

Претседател на ЗМКГБ,


проф. д-р Љупчо Петковски

PREFACE

The need to hold a Conference on "Dam Engineering in conditions of energy transition and aging hydrotechnics infrastructure" is due to the fulfillment of several goals, of which the following five are predominant. First, most of the water infrastructure in the Republic of N. Macedonia is from an older date and the problem of improving the reliability and functionality of the old dams arises. The improvement refers to the innovation of the technical documentation in accordance with the current design criteria for confirming reliability, timely detection of damaged hydrotechnical facilities and their rehabilitation. Second, the Mavrovo hydropower system with its three hydroelectric power plants: HPP Vrutok, HPP Raven, HPP Vrben and with a total reservoir of 275 M-m³ of water is one of the largest and most complex in the Macedonian power system. The first phase of the construction of the System began in 1947, and ended after 13 years, in 1960. In 1952, the largest artificial lake in Macedonia, Mavrovo lake, started impounding. Hydropower is one of the most important branches in the field of water use. Third, in the last decade there have been dramatic changes in the installed capacity of electricity generation plants from renewable and environmentally clean energy sources. It is not difficult to predict that in 2024 the installed capacity of solar power plants, which have become more significant only in the last decade, will exceed the installed capacity of hydropower plants, which have been under construction for more than a hundred years. This global trend will most likely be reflected in the energy sector in N. Macedonia, where only 30% of the technically usable hydropower potential has been built. In the busy energy transition, the installation of solar power plants, which are characterized by unpredictable and uneven production of electricity, is an incentive for the construction of new hydropower plants to stabilize the electric power system. Fourth, taking into account that water reservoirs with a large active volume are the only active measures to mitigate the negative impacts of climate change, it is logical that the development of hydropower in the future period should be with multi-purpose reservoirs, with the timely involvement of priority water users: water supply, irrigation, environmentally guaranteed discharge, as well as for flood defense. And fifth, the restructuring of the water companies, united in AD Water Economy of R.N. Macedonia (mk: 'AD VSRM') is currently being updated again. A prerequisite for a successful reform of the water management is to perceive all the possibilities for improving the organizational set-up of hydro-construction, water management and hydro-energy and to simplify the complicated bureaucratic procedures that do not improve the technical documentation at all, but rather prolong the start of the construction of the hydro-technical facilities.

The Presidency of MACOLD, at the session held on 29.2.2024, made a decision to operationalize the Annual Plan of Activities, adopted at the Annual Assembly of MACOLD in December 2023 and to hold the Conference on 18.10.2024 in Skopje. MACOLD is a professional, non-governmental and non-profit engineering organization and has been a member of the International Commission on Large Dams (ICOLD) continuously since 1950. The assessment that the Association will be a successful organizer of this consultation was supported by the fact that in the past period MACOLD has proven itself with the realization of a large number of scientific gatherings: Conference on the topic: Design and construction of the Kozjak dam (1999); First Congress on Dams (2004); Conference on topic: Kozjak Dam – experience from construction, first filling and initial operation (2005); Second Congress on Dams (2008); International Workshop "Advanced methods and materials for dam construction", with lecturers from Greece, Switzerland and R. Macedonia (2009); International Symposium "Dams - recent experiences on research, design, construction and service", organized by MACOLD and SLOCOLD (2011); Conference on the topic: Water reservoirs in R. Macedonia (2012); Third Congress on Dams (2013); 10th Conference on Water economy and hydrotechnics (2014), Conference on topic: The State of Water Infrastructure (2015), 11th Conference on Water economy and hydrotechnics (2016), Fourth Congress on Dams (2017), Tribune on topic: 80 Years of Dam Engineering in R.N. Macedonia (2018), 12th Conference on Water economy and hydrotechnics (2019), Second International Symposium "Water reservoirs – an Active Measure in Adapting to Climate Change", organized by MACOLD and SLOCOLD (2020), 5th Congress on Dams (2021), Second Conference on tailings storage facilities (2022) and 13th Conference on Water economy and hydrotechnics (2023).

A large number of abstracts were received for the Conference, and the Editorial Board accepted 16 to be printed in the Proceedings dedicated to the conference. The abstracts are in Macedonian (13) and in English (3), and were prepared by experts from Macedonia, Bulgaria and Slovenia. The layout of the

abstracts in the proceedings is adapted to the wide range of problems that are treated in the papers, without being systematized in specific thematic chapters. At the conference, we expect successful presentations and discussions after the abstracts, as well as a transfer of knowledge between the participants from the water and hydrotechnical field, who belong to different sectors - from practice to scientific research centers, that is, from design and construction companies to hydrosystem operators. We expect the event, which is held at the Chamber of Certified Architects and Engineers (KOAI) in Skopje, to be a gathering for pleasant socializing, new acquaintances and informal conversations.

I use this opportunity to thank the authors of the papers, for their hard work and contribution to the development of hydrotechnics, water management and hydropower in North Macedonia; to the members of the Editorial Board, who evaluated the abstracts; to the members of the Organizing Board for their dedicated work; to the sponsors and participants of the Conference.

Skopje,
October 2024

President of MACOLD,



Prof. Ljupcho Petkovski, PhD

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР / ORGANIZING BOARD

Проф. д-р Љупчо Петковски

Градежен факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје, Р.С. Македонија

Prof. Ljupcho Petkovski, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R. N. Macedonia

М-р Славко Милевски

АД Електрани на Република Северна Македонија, ХЕС Црн Дрим

Slavko Milevski, MSc

AD Power Plants of Republic of North Macedonia, HES Crn Drim

Вонр. проф. д-р Стевчо Митовски

Градежен факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје, Р.С. Македонија

Assoc. prof. Stevcho Mitovski, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Проф. д-р Драги Дојчиновски

Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје, Р.С. Македонија

Prof. Dragi Dojchinovski, PhD

Institute for Earthquake Engineering and Engineering Seismology, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R. N. Macedonia

Игор Николоски

Градежен Институт Македонија АД Скопје, Р.С. Македонија

Igor Nikoloski

Civil Engineering Institute Macedonia AD Skopje, R.N. Macedonia

Д-р Драган Димитриевски

ГЕИНГ Кребс унд Кифер Инт., Скопје, Р.С. Македонија

Dragan Dimitrievski, PhD

GEING Krebs und Kiefer Int., Skopje, R.N. Macedonia

Ѓорѓи Чакаровски

Чакар&Партнерс, Скопје, Р.С. Македонија

Gjorgji Chakarovski

Chakar&Partners, Skopje, R.N. Macedonia

Лидија Зафировска

Рудник „Булмак“, Пробиштип

Lidija Zafirovska

Mine ‘Bulmak’, Probishtip

Шпресим Ибраими

Институт за земјотресно инженерство и климатски промени, Скопје

Shpresim Ibraimi

Institute for earthquake engineering and climate changes, Skopje

Илија Кондински

ЈП Стрежево – Битола, Р.С. Македонија

Pija Kondinski

JSC Strezhevo – Bitola, R.N. Macedonia

Вонр. проф. д-р Игор Пешевски

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Assoc. prof. Igor Peshevski, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Здравко Јаковлевски

МГМ Инженеринг, Скопје, Р.С. Македонија

Zdravko Jakovlevski

MGM Inzenering, Skopje, R.N. Macedonia

Даниел Цеков

АДИНГ АД Скопје, Р.С. Македонија

Daniel Cekov

ADING AD Skopje, R.N. Macedonia

Орце Мангаровски

ДГ БЕТОН АД Скопје, Р.С. Македонија

Orce Mangarovski

DG BETON AD Skopje, R.N. Macedonia

Љубе Димов

АД Водостопанство на Р.С. Македонија

Ljube Dimov

AD Water economy in R.N. Macedonia

Илбер Мирта

Министерство за животна средина и просторно планирање на Р.С. Македонија

Iber Mirta

Ministry of Environment and Physical Planning of R.N. Macedonia

Борче Гоцевски

Рудник САСА, Македонска Каменица, Р.С. Македонија

Borche Gocovski

SASA Mine, Makedonska Kamenica, R.N. Macedonia

Никола Горгиев

Рудник БУЧИМ Радовиш, Р.С. Македонија

Nikola Gorgiev

BUCHIM Mine Radovish, R.N. Macedonia

Љупчо Георгиевски

Рудник БУЛМАК Радовиш, Р.С. Македонија

Nikola Gorgiev

BULMAK Mine Radovish, R.N. Macedonia

Блашко Димитров

Комора на овластени архитекти и инженери, Скопје, Р.С. Македонија

Vlashko Dimitrov

Chamber of certified engineers and architects, Skopje, R.N. Macedonia

Љупчо Благоевски

ЈП Злетовица, Пробиштип, Р.С. Македонија

Ljupcho Blagoevski

PE Zletovica, Probishtip, R.N. Macedonia

Методија Граматковски

ЈП Стрежево – Битола, Р.С. Македонија

Metodija Gramatkovski

PE Strezhevo – Bitola, R.N. Macedonia

Панче Иванов

ЈП Лисиче, Р.С. Македонија

Panche Ivanov

PE Lisiche, R.N. Macedonia

Ванчо Ангелов

Геохидро консалтинг – Скопје, Р.С. Македонија

Vancho Angelov

Geohidro konsalting – Skopje, R.N. Macedonia

Добре Тасевски

СИНТЕК Специфик, Р.С. Македонија

Dobre Tasevski

SINTEK Specifik, R.N. Macedonia

Теодор Цоневски

ГТИ, Скопје, Р.С. Македонија

Teodor Conevski

GTI, Skopje, R.N. Macedonia

Снежана Мартулкова

Министерство за животна средина и просторно планирање на Р.С. Македонија

Snezhana Martulkova

Ministry of Environment and Physical Planning of R.N. Macedonia

Александар Сапунџиовски

Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство на Р.С. Македонија

Aleksandar Sapundziovski

Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy of R.N. Macedonia

Јосиф Каевски

ХЕИ Скопје, Р.С. Македонија

Josif Kjaevski

HEI Skopje, R.N. Macedonia

Д-р Станислава Додева

Швајцарска амбасада во Скопје, Р.С. Македонија

Stanislava Dodeva, PhD

Swiss Cooperation Office, R.N. Macedonia

Вонр. проф. д-р Маријана Лазаревска

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Assoc. prof. Marijana Lazarevska, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Проф. д-р Грозде Алексовски

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Prof. Grozde Aleksovski, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Вонр. проф. д-р Јован Б. Папиќ

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Assoc. prof. Jovan B. Papic, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Вонр. проф. д-р Гоце Тасески

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Assoc. prof. Goce Taseski, PhD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Фросина Пановска Георгиевска

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Frosina Panovska Georgievska

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

ПОЧЕСЕН ОДБОР / HONORARY BOARD

Цветан Трипуновски, Министер

Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство на Р.С. Македонија

Cvetan Tripunovski, Minister

Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy of R.N. Macedonia

Александар Николоски, Министер

Министерство за транспорт и врски на Р.С. Македонија

Aleksandar Nikoloski, Minister

Ministry of transport and connections of R.N. Macedonia

Izet Mexhiti, Министер

Министерство за животна средина и просторно планирање на Р.С. Македонија

Izet Mexhiti, Minister

Ministry of Environment and Physical Planning of R.N. Macedonia

Филип Филиповски, Главен извршен директор

АД Водостопанство на Р. С. Македонија

Filip Filipovski, CEO

AD Water economy in R.N. Macedonia

Лазо Узунчев, Генерален директор

АД ЕСМ, Р.С. Македонија

Lazo Uzunchev, CEO

AD ESM, R.N. Macedonia

Проф. д-р Дејан Мираковски, Ректор

Универзитет Гоце Делчев, Штип, Р.С. Македонија

Prof. Dejan Mirakovski, PhD, Rector

Goce Delechev University, Shtip R.N. Macedonia

Проф. д-р Горан Марковски, Декан

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Prof. Goran Markovski, PhD, Dean

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Проф. д-р Влатко Шешов, Директор

Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија, Универзитет “Св. Кирил и Методиј” во Скопје, Р.С. Македонија

Prof. Vlatko Sheshov, PhD, Director

Institute for Earthquake Engineering and Engineering Seismology, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R. N. Macedonia

Крис Колбурн, Генерален директор

Рудник САСА, Македонска Каменица, Р.С. Македонија

Chris Colburn, CEO

SASA Mine, Makedonska Kamenica, R.N. Macedonia

Илија Горанов, Генерален директор

Рудник БУЛМАК Радовиш, Р.С. Македонија

Илија Goranov, CEO

BULMAK Mine Radovish, R.N. Macedonia

Проф. д-р Љубомир Танчев

Почесен претседател на ЗМКГБ

Prof. Ljubomir Tanchev, PhD

Honorary president of MACOLD

Илија Андонов – Ченто
Заслужен член на ЗМКГБ
Pija Andonov – Chento
Honorary member of MACOL

Нестор Ангеловски
Заслужен член на ЗМКГБ
Nestor Angelovski
Honorary member of MACOLD

Проф. Наум Гапковски
Заслужен член на ЗМКГБ
Prof. Naum Gapkovski
Honorary member of MACOLD

Проф. Станислав Миловановиќ
Заслужен член на ЗМКГБ
Prof. Stanislav Milovanovic
Honorary member of MACOLD

Проф. Коста Талаганов
Заслужен член на ЗМКГБ
Prof. Kosta Talaganov
Honorary member of MACOLD

Славчо Михајловски
Заслужен член на ЗМКГБ
Slavcho Mihajlovski
Honorary member of MACOLD

РЕДАКЦИСКИ ОДБОР / EDITORIAL BOARD

Проф. д-р Љупчо Петковски, Претседател на ЗМКГБ

Градежен факултет, Универзитет Св. Кирил и Методиј во Скопје, Р.С. Македонија

Prof. Ljupcho Petkovski, PhD, President of MACOLD

Civil Engineering Faculty, Ss Cyril and Methodius University in Skopje, R.N. Macedonia

Проф. д-р Емилија Беднарова, Претседател на Словачкиот комитет за големи брани

Технички Универзитет во Братислава, Словачка

Prof. Emilia Bednarova, PhD, President on Slovak Committee on Large Dams

Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Проф. д-р Хасан Тосун

Факултет за инженерство и архитектура, Универзитет во Османгази, Ескисехир, Турција

Prof. Hasan Tosun, PhD

Faculty of Engineering and Architecture, Osmangazi University, Eskisehir, Turkey

Проф. д-р Алтан Абдуламит, Претседател на Романскиот комитет за големи брани

Технички Универзитет во Букурешт, Романија

Prof. Altan Abdulamit, PhD, President on Romanian Committee on Large Dams

Technical University in Bucharest, Romania

Проф. д-р Џорџ Дуњас, Претседател за Здружението за големи брани во Грција

Империјал Колеџ Лондон, Англија; Здружение за големи брани во Грција

Prof. George Dounias, PhD, President on Greek Committee of Large Dams

Imperial College of Science and Technology, London, UK; Greek Committee of Large Dams

Доц. д-р Андреј Крижановски

Факултет за градежништво и геодезија, Универзитет во Љубљана, Словенија

Assoc. prof. Andrej Kryžanowski, PhD

Faculty of engineering and geodesy, University in Ljubljana, Slovenia

Проф. д-р Тина Дашиќ

Градежен факултет, Универзитет во Белград, Србија

Prof. Tina Dasic, PhD

Civil Engineering Faculty, University of Belgrade, Serbia

Проф. д-р Димитар Кислиаков, Претседател на Бугарскиот комитет за големи брани

Универзитет по архитектура, градежништво и геодезија, Бугарија

Prof. Dimitar Kisliakov, PhD, President on Bulgarian Committee of Large Dams

University of Architecture, Civil engineering and Geodesy, Bulgaria

Проф. д-р Зекирија Идризи

Универзитет Мајка Тереза, Р.С. Македонија

Prof. Zekirija Idrizi, PhD

Mother Teresa University, R.N. Macedonia

Проф. д-р Благоја Големеов

Факултет за технички и природни науки, Универзитет Гоце Делчев, Штип, Р.С. Македонија

Prof. Blagoja Golomeov, PhD

Faculty of technical and natural sciences, University Goce Delchev, Shtip, R.N. Macedonia

Проф. д-р Илиос Вилос

Технички факултет, Универзитет Св. Климент Охридски во Битола, Р.С. Македонија

Prof. Ilios Vilos, PhD

Technical faculty, University Ss Clement of Ohrid, R.N. Macedonia

Одржувањето на **Конференција на тема „Инженерството за брани во услови на енергетска транзиција и остарена хидротехничка инфраструктура“** го поддржаа повеќе компании и институции, за што Организациониот одбор на Конференцијата срдечно им се заблагодарува. Спонзори на манифестациите организирани од ЗМКГБ во 2023 година и заклучно со датумот на печатењето на Зборникот посветен на конференцијата:

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1. Саса, М.Каменица | 12. БУЛМАК, Пробиштип |
| 2. АД ВSRM, Скопје | 13. АД ЕСМ, ХЕС Маврово, Гостивар |
| 3. КОАОИ, Скопје | 14. ИЗИИС, УКИМ, Скопје |
| 4. Бучим, Радовиш | 15. АД ЕСМ, ХЕС Црн Дрим, Струга |
| 5. ГФ, УКИМ, Скопје | 16. ЈП Злетовица, Пробиштип |
| 6. Адинг, Скопје | 17. АД ЕСМ, ХЕС Треска, Скопје |
| 7. ГИМ, Скопје | 18. ДИЖС, Скопје |
| 8. ЈП Стрежево, Битола | 19. ЈП Лисиче, Велес |
| 9. ХЕИ, Скопје | 20. Хидроконсулт, Скопје |
| 10. Геинг, Скопје | 21. ИЗИКП, Скопје |
| 11. ГХК, Скопје | 22. СТЕНТОН, Битола |

The Conference on topic: "Dam Engineering in conditions of energy transition and aging hydrotechnics infrastructure" was supported by several companies and institutions, for which the Organizing Committee of the Conference sincerely thanks them. Sponsors of the events organized by MACOLD in 2023 and as of the date of printing of the Proceedings dedicated to the conference, are:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sasa, M. Kamenica | 12. BULMAK, Probishtip |
| 2. AD VSRM, Skopje | 13. AD ESM, HPS Mavrovo, Gostivar |
| 3. KOAOI, Skopje | 14. IZIIS, UKIM, Skopje |
| 4. Buchim, Radovish | 15. AD ESM, HES Crn Drim, Struga |
| 5. GF, UKIM, Skopje | 16. JP Zletovica, Probishtip |
| 6. Ading, Skopje | 17. AD ESM, HES Treska, Skopje |
| 7. GIM, Skopje | 18. DIŽS, Skopje |
| 8. JP Strezhevo, Bitola | 19. JP Lisice, Veles |
| 9. HEI, Skopje | 20. Hydroconsult, Skopje |
| 10. Geing, Skopje | 21. IZIKP, Skopje |
| 11. GHK, Skopje | 22. STENTON, Bitola |

СОДРЖИНА

1	УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЛЕГИСЛАТИВАТА ВО Р.С. МАКЕДОНИЈА ЗА ПОБРЗО ДОБИВАЊЕ НА ОДОБРЕНИЕ ЗА ГРАДБА ЗА ХИДРОТЕХНИЧКИТЕ ОБЈЕКТИ	1
	Лидија Зафировска	
2	ЕКСТРЕМНИ ПОПЛАВИ ВО СЛОВЕНИЈА ВО 2023 И УЛОГАТА НА БРАНИТЕ И ЗАШТИТНИТЕ НАСИПИ ВО СПРАВУВАЊЕТО СО ПОПЛАВИТЕ	13
	Нина Хумар, Андреј Крижановски	
3	ОПРЕДЕЛУВАЊЕ ОПЕРАТИВНА ПОЛИТИКА ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ЕДНОАКУМУЛАЦИОНЕН ХИДРОСИСТЕМ	23
	Александра Рувческа Илиеска	
4	ВЛИЈАНИЕТО НА ФОРМАТА НА РЕЧНАТА ДОЛИНА ВО СЕИЗМИЧКИОТ ОДГОВОР НА БРАНИТЕ	35
	Силвија Петкова, Димитар Кислиаков, Огњан Тодоров	
5	ТЕХНИЧКО РЕШЕНИЕ ЗА ПРИЛАГОДУВАЊЕ НА ОСНОВНИОТ ПРОЕКТ ВО ДЕЛОТ НА ИЗВЕДБА НА ТЕМЕЛ ЗА ИНЈЕКТИРАЊЕ ВО ОСНОВА - БРАНА „ОТИЊА“	43
	Ангела Шишкин, Сиљан Михајловски, Ана Тодорова, Љупче Кулаков	
6	МОДИФИКАЦИЈА НА НАПРЕЧНИОТ ПРЕСЕК НА СВРТУВАЧКА КОМБИНИРАНА БРАНА ВО ФАЗНО НАДВИШУВАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ	51
	Љупчо Петковски, Стевчо Митовски, Фросина Пановска Георгиевска	
7	САНАЦИЈА НА ПРЕЛИВНИОТ ОРГАН И РЕКОНСТРУКЦИЈА НА ЗАФАТНАТА ГРАДБА ЗА ХЕЦ „ПЕНА“, ТЕТОВО	59
	Катерина Велеска, Драган Димитриевски	
8	77 ГОДИНИ ОД ПОЧЕТОКОТ НА ГРАДБАТА НА ХЕС „МАВРОВО“, ГОСТИВАР, ПРЕГЛЕД НА НАЈЗНАЧАЈНИТЕ САНАЦИИ И РЕВИТАЛИЗАЦИИ ВО ЕКСПЛОАТАЦИОНИОТ ПЕРИОД НА ХЕС „МАВРОВО“	71
	Томче Јаневски, Зоран Јосифоски, Добре Апостолоски	
9	САНАЦИЈА НА ДИСИПАТОР НА ЕНЕРГИЈА НА ЕВАКУАЦИОНЕН ОРГАН НА БРАНАТА „МАВРОВИЦА“, СВ. НИКОЛЕ	97
	Катерина Велеска, Драган Димитриевски	
10	ХИДРОЦЕНТРАЛИ ЗА ЦЕЛОСНО ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ЕНЕРГЕТСКИОТ ПОТЕНЦИЈАЛ НА ПОВЕЌЕНАМЕНСКИОТ ХИДРОСИСТЕМ „ЗЛЕТОВИЦА“	105
	Ненад Аритоновиќ, Јосиф Ќаевски, Лилјана Ќаевска	
11	ПРЕДИЗВИК НА БРАНА „КНЕЖЕВО“ ВО ИЗГРАДБА НА ПЛОВАЧКА ФОТОВОЛТАИЧНА ПОСТРОЈКА	115
	Елена Алексова Досевска	
12	ИЗБОР НА НАЈПОВОЛНА КОНФИГУРАЦИЈА НА ПОСТОЈНИТЕ ПОВЕЌЕНАМЕНСКИ ВОДОСТОПАНСКИ СИСТЕМИ	121
	Јосиф Ќаевски, Ненад Аритоновиќ, Лилјана Ќаевска	
13	ОПЕРАТИВНО УПРАВУВАЊЕ СО ХЕЦ СО ПРИМЕНА НА СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ	141
	Стевчо Митовски, Фросина Пановска Георгиевска, Љупчо Петковски	
14	ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ВЛИЈАНИЕТО НА ОПЕРАТИВНИТЕ ПАРАМЕТРИ ПРИ УПРАВУВАЊЕ СО ХЕЦ СО ПРИМЕНА НА МОДЕЛ БАЗИРАН НА МАШИНСКО УЧЕЊЕ	151
	Фросина Пановска Георгиевска, Стевчо Митовски, Љупчо Петковски	

15	АНТРОПОГЕНО И КЛИМАТСКО ВЛИЈАНИЕ ВРЗ ВОДНОТО НИВО ВО ЕЗЕРОТО „ПРЕСПА“	165
	Васко Стојов	
16	ПРИМЕНА НА ИНФОРМАЦИСКОТО МОДЕЛИРАЊЕ НА ГРАДБИ (БИМ) ВО ХИДРОТЕХНИКАТА	177
	Гоце Тасески, Душка Софрониевска, Никола Крстовски	

ПРИМЕНА НА ИНФОРМАЦИСКОТО МОДЕЛИРАЊЕ НА ГРАДБИ (БИМ) ВО ХИДРОТЕХНИКАТА

Гоце Тасески¹, Душка Софрониевска², Никола Крстовски³

Резиме

Кај нас проектната документација традиционално се изработува во дводимензионална графичка презентација потпомогнато од компјутерски софтвер, но досега се покажа дека ваквиот пристап одзема многу време и е со мала ефикасност.

Информатичкото моделирање на градби е напредна технологија која претставува основа на дигиталната трансформација во градежната индустрија. БИМ претставува иновативен процес базиран на недвосмислен 3D модел кој овозможува јасна визуализација и нуди алатки за поефикасно планирање, проектирање, градење и управување со градежните објекти.

Целта на овој труд е да се истакнат бенефитите од примената на БИМ во инфраструктурни хидротехнички проекти, со посебен осврт на бенефитите добиени од проектирањето. Преку претставување на основите на концептот за информатичкото моделирање на градби и преку практично моделирање на хидротехнички објекти.

Клучни зборови: хидротехнички објекти, информациското моделирање на градби

APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN HYDROTECHNICS

Goce Taseski¹, Dushka Sofronievska², Nikola Krstovski³

Summary

Traditionally, project documentation is produced in two-dimensional graphical presentation with the aid of computer software. This approach is time-consuming and of low efficiency.

Building Information Modeling is an advanced technology that is the basis of digital transformation in the AEC industry. BIM represents an innovative process based on an unambiguous 3D model that allows clear visualization and offers tools for more efficient planning, design, construction and management of construction facilities.

The aim of the paper is to emphasize the benefits of the application of BIM in hydrotechnical projects, with a special reference to the benefits obtained from the design based on BIM technology. By presenting the basics of the concept of Information Modeling of buildings and through practical modeling of hydrotechnical facilities.

Key words: Hydrotechnical facilities, Building Information Modeling

¹PhD, Civil Engineering Faculty Skopje, taleski@gf.ukim.edu.mk

²MSc, ADISSPDP, dsofronievska@yahoo.com

³MSc, Civil Engineering Faculty Skopje, nikolatudence@gmail.com

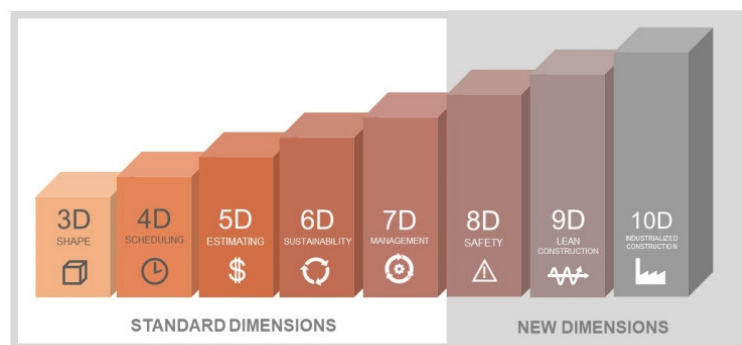
1. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРИМЕНА НА БИМ ВО ИНЖЕНЕРСКИ ОБЈЕКТИ

1.1. БИМ КОНЦЕПТ

Информатичкото моделирање на градби (БИМ) е еден од најперспективните правци во областа на архитектурата и инженерството од сите области. Со БИМ технологијата дигитално се конструираат еден или повеќе прецизни виртуелни модели на објектот. Овие модели ја следат и се развиваат низ секоја фаза од реализацијата на објектот (проектот) овозможувајќи подобра анализа и контрола отколку мануелниот (традиционалниот) пристап. На крајот од процесот, овие компјутерски генерирани модели содржат точна геометрија и податоци потребни за секоја активност која се спроведува за комплетна реализација на градбата - изведба, производство, набавки и сл. БИМ, исто така, опфаќа бројни функции за моделирање на животниот циклус на објектот, создавајќи основа за нови можности за проектирање, градење и промена на улогите и односите во проектниот тим. При правилно усвојување и практикување, БИМ овозможува поинтегрирани процеси на проектирање и изведба кои резултираат со подобар квалитет на објектите со истовремено намалени трошоци и скратено време за реализација.

БИМ моделот вообичаено се оформува во согласност со претходно дефинирани барања за да одговори на конкретна специфична потреба. На веќе оформен модел кој содржи свои информации во БИМ подоцна може да му се додаваат различни дополнителни параметри во зависност од потребите на фазата во која е проектот или во зависност од неговата комплексност. Нивото на овие дополнителни параметри се опишува преку БИМ димензии.

Секоја од димензиите на БИМ одговара на одредено ниво на податоци кои ги носи проектот, секоја има своја цел и е корисна за да дознаеме колку би чинел проектот, која би била неговата временска рамка и колку би бил одржлив во иднина (слика 1).



Слика 1. БИМ димензии.

Секоја од димензиите одговара на соодветно ниво, и тоа:

- 2D – оваа димензија е најраната форма на моделите, претставени дводимензионално, изработени рачно или со користење на софтверот Cad.
- 3D – во оваа димензија објектите се претставуваат во три геометриски проекции (x, y и z); ваквиот приказ овозможува јасна просторна визуализација уште пред почеток на реализација на проектот.
- 4D – оваа димензија е поврзана со планирање на изведбата земајќи предвид уште една нова компонента – времето.
- 5D – процена на трошоци, анализи, следење на буџетот.
- 6D – оваа димензија на моделирање ја вклучува и ефикасноста со управувањето на објектот.
- 7D – оваа димензија се однесува на процесите на менаџирање и одржувањето со објектите во тек на нивниот експлоатациони век.
- 8D – оваа димензија се фокусира на полето на здравје и безбедност.
- 9D – со овој пристап ефикасно се менаџираат ресурсите и суровите материјали, минимизирајќи го градежниот отпад и користејќи ги придобивките од негова реупотреба.

- 10D – оваа БИМ димензија ги интегрира сите различни аспекти на дигитализацијата со цел подобрување на продуктивноста во градежната индустрија.

1.2. ПАРАМЕТРИСКО МОДЕЛИРАЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

Основен принцип по кој апликациите базирани на БИМ се разликуваат од досега широко користените CAD апликации е принципот на параметриско моделирање на елементи (object-based parametric modeling).

Под параметриско моделирање на елементите не се подразбира моделирање елементи со дефинирана и непроменлива геометрија и карактеристики, туку терминот опфаќа параметри и правила на однесување кои ја одредуваат геометријата на елементите како и на некои негеометриски својства и карактеристики кои ги поседуваат самите елементи. Параметрите и правилата на однесување на одреден елемент можат да бидат изрази (компоненти) кои се однесуваат и на други елементи со што се овозможува сите елементи кои се во корелација автоматски да се ажурираат при промена на потребите на корисникот.

На располагање се класи на елементи кои овозможуваат креирање на многубројни различни елементи по форма во зависност од зададените параметри и корелацијата со други елементи. Атрибутите што ги носат елементите како податоци се неопходни за спроведување на анализите, пресметките и сл. За да може секој од елементите да биде опфатен со какава било анализа во процесот, неопходно е да е моделиран со користење на принципот на параметриско моделирање. На ваков начин, во БИМ моделирањето, секој елемент се моделира тродимензионално со атрибути дефинирани од корисникот.

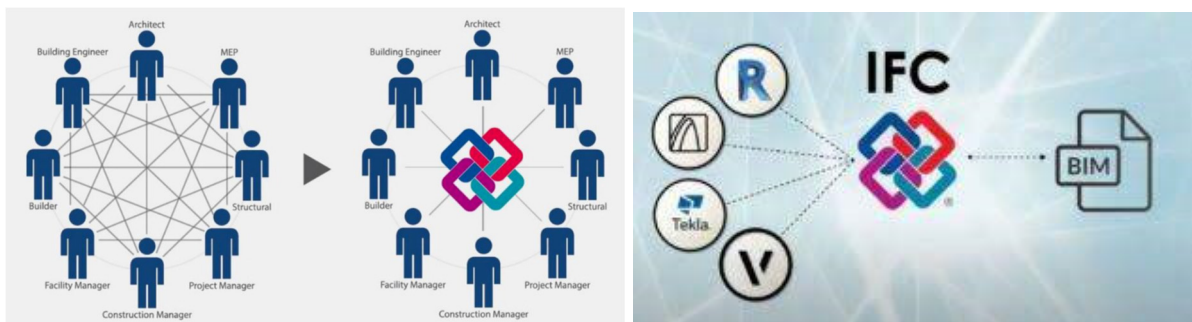
За да одговори на потребата од лесна и брза модификација на комплексни форми во процесот на дизајнирање, развојот на компјутерскиот софтвер е насочен кон развој на интерактивно 3D моделирање, еволуирајќи во повеќе чекори во изминатите години - од обична 3D презентација до принципот на параметриско моделирање на елементи, како кулминација на досегашниот процес.

1.3. ИНТЕРОПЕРАБИЛНОСТ

Интероперабилноста е една од фундаменталните карактеристики на БИМ технологијата. Тоа е способност за размена на податоци помеѓу различни апликации, што го прави работниот тек потечен и порафиниран, а понекогаш ја олеснува неговата автоматизација.

Интероперабилноста се базира на размена на фајлови во одреден формат.

Постојат два основни дата-модел (формати) – Industry Foundation Classes (IFC) за планирање, проектирање, изведба и менаџмент на градби и CIMSteel Integration Standard Version 2 (CIS/2) за конструктивно инженерство и фабрикација на челик. ISO – 15926 е уште еден модел кој е поврзан со планирање на процесни постројки во текот на нивниот експлоатационен век. Сите три модели (формати) претставуваат различен тип на геометрија, релации, процеси и материјали, перформанси и други карактеристики потребни за проектирање и производство/изведба.



Слика 2. Интероперабилност.

Проектирањето и изведбата на одреден објект претставуваат тимски активности. Секоја активност во своето поле на специјалност е поддржана од соодветни компјутерски апликации. Покрај способноста за презентација на геометријата и материјалот, овие апликации носат податоци за статички и енергетски анализи кои се однесуваат на објектот. На пример, динамичкиот план е негеометриска презентација на проектот, тесно врзана со самиот проект; изведбените модели за одредени потсистеми (бетонирање, изведба на цевни системи, електрични инсталации) исто така се презентации со свои специфични детали. Интероперабилноста е способност да се пренесуваат овие податоци помеѓу апликациите, со што повеќе апликации заедно придонесуваат за крајниот производ. Во најмала рака, интероперабилноста ја елиминира потребата за „рачно“ копирање на податоци кои се генерирани во друга апликација.

1.4. СТЕПЕН НА РАЗВОЈ – LOD (LEVEL OF DEVELOPMENT)

Степенот на развој (LOD – Level of development), како БИМ алатка, претставува збир на индустриски стандарди преку кои се дефинира начинот за документирање, приказот и се специфицираат податоците кои се моделираат во БИМ.

Назначувањето на степенот на развој дава информација на секој вклучен во процесот за степенот на разработка на информациите поврзани со секој елемент од БИМ проектот. Дефинирањето на степенот на развој овозможува да се добие јасна слика за дотогаш вградените карактеристики на елементите во моделот, во различни фази на развој на проектот.

Постојат шест различни степени на развој во БИМ (дефинирани според America Institute of Architects - AIA):

- LOD 100 – фаза на концептуално решение;
- LOD 200 – фаза на шематски приказ;
- LOD 300 – фаза на проектирање;
- LOD 350 – фаза на документација при градба;
- LOD 400 – фаза на изведба;
- LOD 500 – as-build фаза;



Слика 3. Степени на развој во БИМ (Level of Development-LOD)

2. МОМЕНТАЛНА СИТУАЦИЈА И ПРЕДИЗВИЦИ СО КОИ СЕ СООЧУВА ГРАДЕЖНИОТ СЕКТОР ВО ПРОЦЕСОТ НА ПРОЕКТИРАЊЕ

Со децении наназад проектантите како основен израз ја користат дводимензионалната графичка презентација употребувајќи компјутерски софтвер кој значително ја забрзува работата во однос на претходно рачно изработуваните проекти. Оваа дводимензионална презентација постепено преминува во тродимензионална, но без метод за споделување на информации помеѓу различни фази кои ја сочинуваат проектната документација. Работејќи на ваков начин, со недостиг на координација, проектниот процес останува фрагментиран и базиран на писмена комуникација.

Еден од честите проблеми кај традиционалниот 2D пристап во процесот на проектирање е долгото време што е потребно и многуте средства што се вложени за да се дојде до ниво на кое може да се направат одредени проценки битни за насоката во која би си развивал проектот. Овие проценки и анализи вообичаено се прават на крај, кога е премногу доцна за правење драстични промени во проектот.

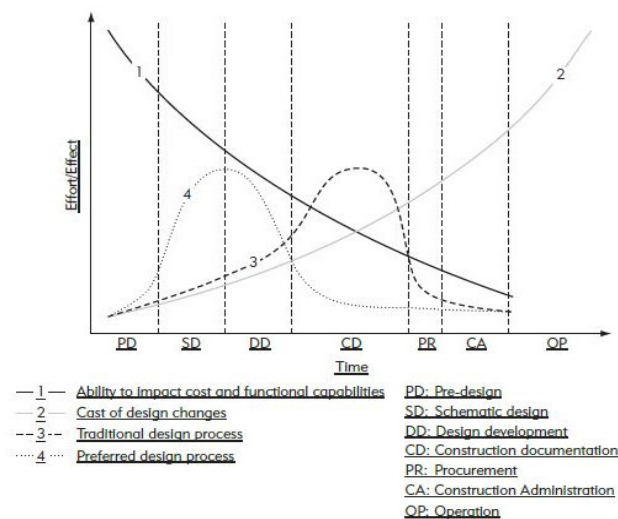
Како резултат на ваквиот пристап на работење често се јавува неусогласеност во проектите, и тоа често во делот на инсталациите во објектот. Грешките и пропустите во проектната документација често предизвикуваат неочекувани трошоци при изведба, задоцнувања, дури и судски спорови помеѓу разни инволвирани страни во процесот.

Информатичкото моделирање на градби (БИМ) претставува епохална транзиција во проектантската практика. Со автоматизитарање на делови од процесот на проектирање, БИМ го редистрибуира трудот ставајќи поголем акцент на фазата во која се дефинира концептот на проектот (идејниот проект). На тој начин се создава солидна база за анализа на различни аспекти уште во раната фаза на процесот на проектирање, што овозможува безболна интервенција и правење потребни промени со цел наоѓање најрационално решение. Истовремено става на располагање корисни алатки со кои се обезбедува конзистентност на податоците низ целата проектна документација, низ целиот процес и сите фази на проектирање, со што се избегнуваат несаканите пропусти и неусогласености во проектната документација.

2.1. БИМ ВО ПРОЕКТНИОТ ПРОЦЕС

Принципот на параметриско моделирање на елементи и интероперабилноста заедно со растечката низа на БИМ алатки за специфични функции овозможуваат многу процесни подобрувања во рамки на традиционалните проектантски практики. Овие придобивки ги опфаќаат сите фази на проектирање. Постојат методи за употреба на БИМ технологијата кои дополнително треба да се развијат во иднина, но постојат и некои развојни патеки кои се доволно развиени за да може да се увидат значајните придобивки. Во продолжение е анализиран проектниот процес од три различни гледишта кои се манифестираат во различен степен кај различен тип на проекти, во зависност од нивото на содржани и разработувани информации.

Првото гледиште се однесува на идејниот проект, кој вообичаено се изготвува како дел од проектот. Идејниот проект треба да ја одреди основната рамка во која ќе се развие проектот во подоцнежната фаза. Важноста на рефокусот на идејниот проект, односно на концептуалното решение е експлицитно илустрирана на графиконот на слика 4.



Слика 4. Степени на развој во БИМ (Level of Development-LOD)

2.2. БИМ КАКО АЛАТКА ЗА КОМУНИКАЦИЈА

Реализација на еден проект вклучува високо ниво на координација и соработка. Координацијата и соработката вклучуваат повеќе нивоа на комуникација. На едно ниво се случува комуникација меѓу соработниците во врска со вредностите, намерите, контекстот и процедурите. На друго ниво се случува комуникација како потреба за размена на дигитални податоци помеѓу алатките

користени од различни учесници во процесот, при што различни членови на проектниот тим користат различни дигитални алатки за да ги поддржат своите специфични специјалности.

3D моделите, кои се основата на БИМ, обезбедуваат големи подобрувања во комуникацијата помеѓу соработниците во делот на просторните визуализации. При што, подобрувања на проектното решение можат да се прават директно во тридимензионалниот модел (што би било тешко изводливо на дводимензионални цртежи на хартија), а исто така секој од соработниците може лесно да увиди како неговата работа зависи или влијае на работата на другите соработници. На комуникациско ниво на размена на дигитални податоци, БИМ технологијата се потпира на принципот на интероперабилност, односно размена на информации помеѓу повеќе системи преку неутралниот дата-формат IFC, поддржан од повеќе платформи.

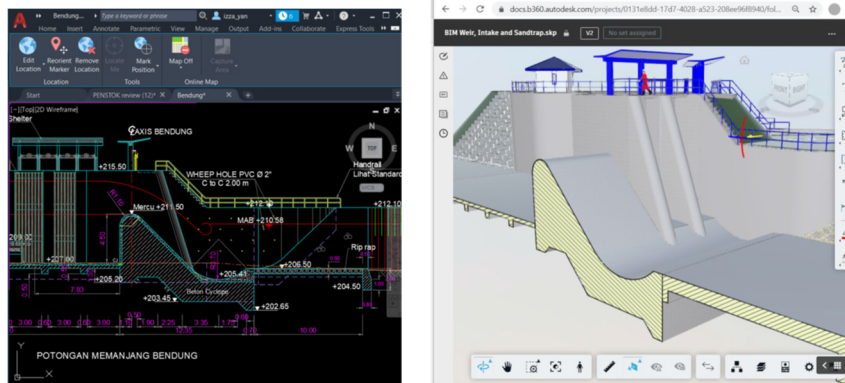
Овие нови комуникациски способности отвораат нови можности за подобрување на комплетното проектно решение. Дигитализираниот пристап со алатки за анализи и симулации на располагање во целост го поддржува проектниот процес и на тој начин го олеснува.

Координацијата на проектантите со производниот сектор преку БИМ-моделите уште во раните фази на проектниот процес го подига нивото на координација уште повисоко.

Овие промени, дури и во рана фаза на имплементација на БИМ методологијата влијаат на промената на распределба на трудот и времето што проектантите го вложуваат во различни нивоа од проектирањето (идеен, основен проект).

2.3. ГРАФИЧКА ПРЕЗЕНТАЦИЈА – ЦРТЕЖИ

Бидејќи дигиталниот модел (БИМ моделот) го поседува комплетниот геометриски распоред на градбата и нејзините системи, и објектите (елементите) содржани во моделот носат свои карактеристики и спецификации, потенцијално моделот може да носи многу повеќе информации од цртежите. Сепак, цртежите ќе продолжат да постојат и во иднина. Работните практики сè уште се централизираны на цртежи, без разлика дали се работи за хартиени или електронски форми.



Слика 5. Графичка презентација (CAD и BIM).

Врз основа на дигиталниот модел може да се експортираат сите посакувани погледи во форма на цртежи, како и многу други информации во форма на извештаи, збирки на податоци и др. Доколку сите цртежи се експортираат од еден ист модел, може да се очекува комплетна доследност (конзистентност) помеѓу нив. Оваа можност сама по себе решава значаен проблем - елиминира значаен извор на грешки. При работа со дводимензионални цртежи, секоја промена мора рачно да биде внесена и пренесена повеќекратно низ сите цртежи, што потенцијално резултира со човечки грешки поради несоодветно ажурирање на сите цртежи.

Новите репрезентации кои ќе содржат лесни интерпретации на резултатите од проектниот процес се уште една област за истражување на можностите на БИМ технологијата. Долгорочна цел е целосно автоматизирање на генерирањето на цртежите од моделот со примена на претходно дефинирани урнеци за посакуваните погледи.

2.4. РЕВИЗИЈА НА ПРОЕКТНАТА ДОКУМЕНТАЦИЈА

Постојат БИМ алатки коишто овозможуваат спроведување на севкупниот процес на ревизија на проектната документација - од поднесување на проектот за ревизија, до контрола, коментар, поднесување на ревидентски извештај и конечно одобрување на истата.

Една од БИМ алатките која е прилично практична во делот на контрола на инсталациите е Navisworks. Моќта на оваа платформа е лесното суперпонирање (преклопени и прикажани заедно) на повеќе модели изработени во различни софтверски алатки. Со оваа алатка, покрај другите можности, може да се врши проверка за судири на инсталации (clash-checking) како и споредба на верзии на моделот.

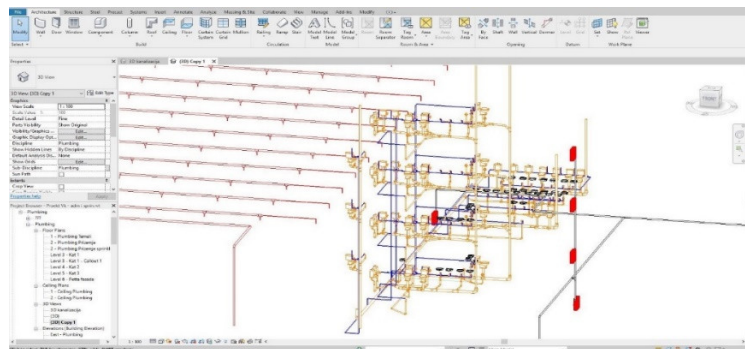
Ефективната соработка помеѓу проектантскиот и ревидентскиот тим, со кратки итерации (постапување по ревидентска забелешка и повторна ревизија) се одразува на времето, но и на квалитетот на проектната документација. Резултатот е помалку потрошено време и подобар напредок во секоја проектна задача.

3. ПРИМЕРИ ЗА ПРИМЕНА НА БИМ ВО ХИДРОТЕХНИКАТА

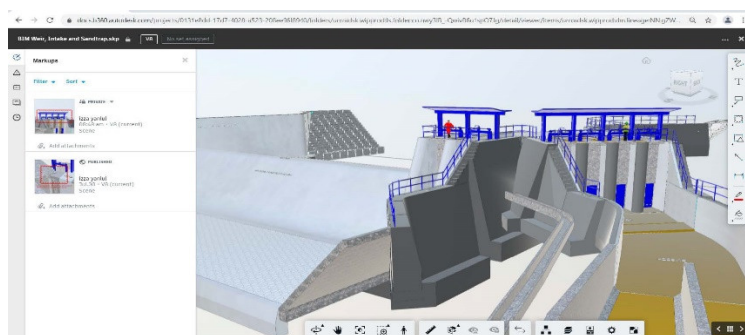
За разлика од другите градежни дисциплини, примената на БИМ во инфраструктурните објекти, а особено во хидротехничките објекти, е на самиот почеток и во светски рамки, а тоа пред сè се должи на следниве уникатни карактеристики кои ги имаат хидротехничките објекти:

- Големината и просторноста на хидротехничките објекти
- Различните трошоци за изградба и одржување
- Значително поголем период на изградба
- Еколошки и регионални предизвици
- Комплекси конструкции
- Управување со ризици

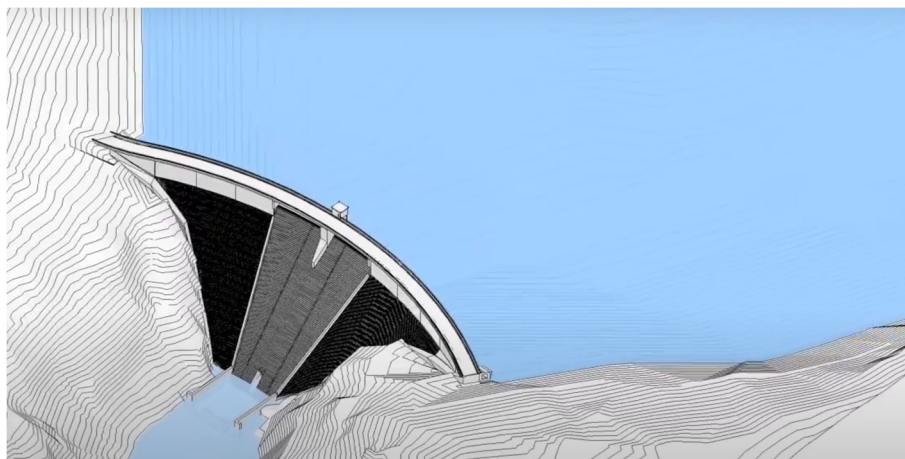
Во продолжение на следните слики се дадени примери за користење на БИМ технологијата во хидротехниката.



Слика 6. БИМ модел за внатрешни хидротехнички инсталации.



Слика 7. БИМ модел за 6MW Mini Hydro Power Plant Project in West Pasaman, West Sumatra.



Слика 8. BIM модел за Voqqaata Dam - 50 метри висока брана.



Слика 9. BIM модел Construction of Tanzanian's 2115MW Rufiji River Hydro Project.

ЗАКЛУЧОК

Една од основните поволности на ова дигитална технологија, а која се однесува на проектирањето хидротехнички објекти, е зголемување на ефикасноста и на ефективноста при процесот на изработка на проектната документација. Можноста за автоматизирање на одредени процеси значајно го скратува времето потребно за изготвување на проектна документација, а истовремено ваквиот пристап на детално дигитално планирање резултира со зголемен квалитет на проектната документација со што се обезбедува заштеда на средства и ресурси при изведбата. Имајќи ги предвид принципите на параметриско моделирање елементи и интероперабилноста, инкорпорирани во својата фундаментална основа, BIM овозможува интегриран пристап на работа (работа на единствен модел и пристап до заедничка база на податоци, ажурирани во реално време) со високо ниво на координација и комуникација. Истовремено става на располагање и лесни методи кои гарантираат конзистентност низ целата проектна документација, низ целиот процес на проектирање, со што се избегнуваат несаканите пропусти и неусогласености во проектната документација, кои, за жал, не е можно да останат незабележани во текот на изведбата.

Еден од главните предизвици за имплементација на BIM технологијата е приспособувањето на сите учесници во проектниот процес на новиот начин на работа и новиот начин на документирање и комуницирање. Но под диктат на темпото на развој на техниката и технологијата, со текот на времето, секој ќе треба да се адаптира на новата практика при што истата ќе стане стандардна (традиционална).

Промените кои ги носи БИМ, како нова дигитална технологија, несомнено ја менуваат траекторијата по која досега сме се движеле како поединци во професијата, по што неминовно ќе ја сменат и траекторијата на самата професија и затоа на истата треба да се гледа како стратешка алатка за раст и развој во градежниот сектор.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Application research of BIM technology in water supply and drainage engineering, Yuting Lia and Mingxia Jing, Journal of Physics: Conf. Series 1168, 2019
- [2] Plumbing Engineering Design Handbook, Volume 1 Fundamentals of Plumbing Engineering, American Society of Plumbing Engineers, 8614 W. Catalpa Avenue, Suite 1007 Chicago, IL 2004
- [3] Facility piping systems handbook for Industrial, Commercial, and Healthcare Facilities Michael Frankel, CPD, Third Edition, 2007
- [4] Plumbing solutions for MEP designers User Manual for Valsir Revit families for waste and supply systems
- [5] Autodesk, Inc Autodesk Revit MEP Pipeline Integrated Design Application [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011
- [6] Aram, S, Eastman C M, Sacks, R, Panushev, I. and Venugopal, M. Introducing a New Methodology to Develop the Information Delivery Manual for AEC Projects. Proceedings of the CIB W78 2010:27th International Conference -Cairo, Egypt 2010: 49
- [7] Auto CAD Development System Programmer's Reference, Autodesk, Inc.
- [8] Building SMART International Modelling Support Group, IFC 2x Edition 3 Model Implementation Guide Version 2.0
- [9] BIM handbook: A guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors, Chuck Eastman et al, 2011 D. P. Coduto: „Geotechnical Engineering: Principles and Practices“, Prentice-Hall, New Jersey, 1999, 759p