УНИВЕРСИТЕТ ПО АРХИТЕКТУРА СТРОИТЕЛСТВО
И ГЕОДЕЗИЯ

инж. Адриана Николова-Кехайова

ОЦЕНКА НА ПРОПУСКНАТА СПОСОБНОСТ НА ИЗГРАДЕНИ ХТС

АВТОРЕФЕРАТ

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“

Област на висше образование: 5. *Технически науки*

Професионално направление: 5.7. *Архитектура, строителство и геодезия*

Научна специалност: *Инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство*

Научен ръководител: доц. д-р инж. Венци Божков



гр. София, 2026 г.

АДМИНИСТРАТИВНА СПРАВКА

На основание чл. 44, ал.4 от ПУДПЗСДС на УАСГ и Решение на Факултетен съвет на *„Хидротехнически факултет“* с Протокол 40/26.02.2019г. докторантът е зачислен в редовна форма на обучение със Заповед 173/27.02.2019г. на Ректора на УАСГ към катедра „Хидравлика и хидрология“ по научна специалност: *Инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство, с* научен ръководител: доц. д-р инж. Венци Божков и тема на дисертационния труд *„Оценка на пропускната способност на изградени ХТС“.*

Със Заповед 657/03.10.2022г. на Ректора на УАСГ, на основание чл. 24, ал.6 от ППЗРАСРБ, чл. 59, ал.3 от ПУДПЗСДС на УАСГ и Протокол 29/27.09.2022г. от Решение на Факултетен съвет, направено по предложение на катедра „Хидравлика и хидрология“ (Доклад на доц. д-р инж. Весела Захариева и Протокол на катедрен съвет, проведен на 19.09.2022г.) докторантът е отчислен с право на защита на докторска дисертация по професионално направление: 5.7. Архитектура, строителство и геодезия и научна специалност: „Инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство“

ДАННИ ЗА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

Дисертационният труд е разработен в обем на 253 стр. Структурата е в 7 части. Библиографията обхваща 144 източника, разработени са 66 фигури, 6 диаграми, 43 таблици и 3 приложения.

По темата на дисертационния труд са изготвени три самостоятелни статии - част от получените резултати са докладвани на национални конференции и международни семинари.

СЪДЪРЖАНИЕ

Посвещение 5

Благодарности 6

Публикации към дисертационния труд 7

I. ВЪВЕДЕНИЕ И ЦЕЛИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО 8

I.1. Въведение 8

I.2. Предмет на изследването 13

I.3. Цели и задачи на дисертационния труд 14

I.4. Структура на дисертационния труд 17

I.5. Терминология 18

I.5.1. Основни понятия и дефиниции 18

I.5.2. Обща терминология 20

II. ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЯ НА ЯЗОВИРНОТО СТРОИТЕЛСТВО 23

III. ИСТОРИЧЕСКО РАЗВИТИЕ НА ЯЗОВИРНОТО СТРОИТЕЛСТВО 34

IV. НОРМИ И НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА НАСИПНИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ В БЪЛГАРИЯ 42

V. АНАЛИЗ НА НОРМАТИВНИТЕ УСЛОВИЯ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА НАСИПНИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ В БЪЛГАРИЯ 43

VI. ОЦЕНКА НА СЪОТВЕТСТВИЕТО НА ИЗГРАДЕНИТЕ ХИДРОТЕХНИЧЕСКИ СЪОРЪЖЕНИЯ С ДЕЙСТВАЩАТА НОРМАТИВНА РЕДБА 55

VII. ИЗВОДИ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРИНОСИ 61

VII.1. Основни концепции и изводи от литературния обзор 61

VII.1.1. Основни концепции 61

VII.1.2. Ключови изводи от обзора 61

VII.2. Методология: Как е проведено изследването 62

VII.3. Резултати и анализи: Най-значимите данни и находки (разкрития) от практическата част 63

VII.4. Научни приноси и Заключение 64

VII.4.1. Научно- приложни приноси: 64

VII.4.2. Заключение: Как работата надгражда досегашните знания? 65

VII.5. Препоръки за бъдещи изследвания 65

Списък на използваните съкращения 68

Списък на фигурите 70
Списък на диаграмите 70
Списък на таблиците 70
Използвана литература 71

ПОСВЕЩЕНИЕ:

"Посвещавам този труд на моите родители, които ме научиха да ценя знанието."

"На моя съпруг и син - за любовта, търпението и неизменната подкрепа по извървения път."

Благодарности:

Писането на дисертационен труд изисква време, енергия и споделени усилия. Изказвам своята искрена признателност към моя научен ръководител доц. д-р инж. Венци Божков за неговия изключителен професионализъм, ценни напътствия, търпение и морална подкрепа при подготовката на труда и публикациите към него. Той ми даде свобода и пространство за съзидание, което е безценен дар.

Изразявам специална благодарност към научното ръководство на катедра „Хидравлика и хидрология“ към УАСГ за възможността да разработя настоящото дисертационно изследване — за мен беше изключителна чест и отговорност да работя по тази тема. Сърдечно благодаря и на целия колектив на Хидротехническия факултет за колегиалната атмосфера, споделения опит и ползотворните дискусии по време на докторантурата ми

Благодарна съм за оказаното съдействие, доверие и подкрепа на ръководството на ДАМТН, както и на колегите от ГД „Надзор на язовирните стени и съоръженията към тях“ за съвместната ползотворна работа и за възможността да участвам в експертни дискусии с утвърдени специалисти.

Признателна съм и на ръководството и колегите от „Земинвест“ ЕАД към МЗХ за динамичната работна среда, възпитала у мен висока професионална дисциплина.

Специални благодарности отправям към моите приятели - хидроинженери, за тяхната прозорлива критика, подкрепа и професионализъм през годините.

На моя съпруг съм дълбоко признателна за неговата неоценима морална подкрепа, безкрайно разбиране и търпение през многото сезони на теренни проучвания и писане.

Най-горещо благодаря на моя син, който всеки ден ми показва, че няма невъзможни неща, както и на моите родители и приятели, които винаги вярваха в мен и ми даваха сили по време на целия творчески процес.

Накрая бих искала да изкажа благодарността си към моите академични и духовни учители, както и към прекрасните български инженери, които раздават себе си без остатък в името на родното инженерно дело.

Тази дисертация е резултат от колективно дело. Нито едно от несъвършенствата в текста не бива да се приписва на споменатите лица, а единствено на мен. За всички нейни достойнства обаче им благодаря дълбоко, с обич и от сърце!

ПУБЛИКАЦИИ КЪМ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Николова-Кехайова, А. Развитие на нормите за проектиране и строителство на малки язовирни стени в България, съответствие на съществуващите малки насипни язовирни стени с изискванията на актуалната нормативна база. В: *Годишник на УАСГ*, 2023, том 56, брой 1, [16 страници, 191-206].
2. Николова-Кехайова, А. Малките язовири в България, история на строителството и проблеми при тяхната експлоатация. В: *Сборник с доклади от XVIII Национална младежка научно-практическа конференция*, София: Федерация на научно-техническите съюзи в България (ФНТС), 2021, [6 страници, 111-117].
3. Николова-Кехайова, А. Актуализиране на действителната пропускна способност на облекчителните съоръжения на язовирите [Презентация No 8]. В: *Осми българо-австрийски семинар „Хидроложки опасности и свързани с тях проблеми“*, София, 30–31 май 2019, Доклад № 8. Достъпно на: https://www.ba-seminar.eu/en/past-seminars-english/2019-en [цитирано на 28.05.2026 г.].Nikolova-Kehayova, A. Updating actual capability of the dam outlet works [Presentation]. In: *Proceedings of the 8th Bulgarian-Austrian Seminar "Hydrological hazards and related problems"*, Sofia, 30–31 May 2019, Paper No. 8. Available from: https://www.ba-seminar.eu/en/past-seminars-english/2019-en [Accessed 28 May 2026].

I. ВЪВЕДЕНИЕ И ЦЕЛИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

I.1. Въведение

Началото на настоящото изследване беше поставено по време на практическите анализи и преките наблюдения в областта на техническия надзор и контрола на язовирните стени, които авторът осъществява като част от контролния орган ДАМТН. Натрупаният опит на терен и стремежът към обогатяване на научнопрактическите знания залегнаха в основата на детайлното проучване на общо 432 малки язовира на територията на Република България.

Техническите проверки на насипните язовирни стени и съоръженията към тях са извършени в периода от 2016 г. до 2025 г. Въз основа на проведеното мащабно изследване е направен комплексен анализ на техническото им състояние съгласно действащата нормативна уредба, резултатите от който са предмет на настоящия научноизследователски труд. Тези многогодишни наблюдения и резултатите от тях позволиха да се оцени доколко завареното техническо състояние на съоръженията, проектирани съгласно по-стари нормативни изисквания, отговаря на действащите критерии за безопасност и надеждност. Чрез анализ на реалното състояние на изследваните 432 малки язовира е изведена актуална статистика за характерните дефекти и конструктивни дефицити (като например липсата на основни изпускатели).

В условията на масова липса на първоначална проектантска и екзекутивна документация за голяма част от обектите, извършеният анализ придобива важно значение за изясняване на експлоатационното състояние на тези съоръжения в страната. В тази връзка трудът дава обективна оценка за техническото състояние на язовирните стени и съоръженията към тях, като същевременно формира и обща представа за преобладаващите тенденции и проблеми при експлоатацията на този тип хидротехнически съоръжения (ХТС) в България.

Част от получените резултати са докладвани на национални конференции и международни семинари, като за целта бяха изготвени три самостоятелни статии.

Контекст и актуалност на изследването:

Дисертационният труд, който е на тема „Оценка на пропускната способност на изградени хидротехнически съоръжения (ХТС)“, има изразен приложно-аналитичен характер в условията на съвременния климатичен дефицит на сигурност. Глобалните климатични изменения предизвикват екстремни валежи и наводнения, които често променят хидроложките и хидравличните условия около язовирите. Историческите методи за изчисляване на *„високата вълна“* вече не съответстват на реалността. Променената хидроложка картина се явява основният катализатор за спешната нужда от ревизия на съоръженията. Настоящата дисертация се фокусира върху практическата оценка на пропускната способност на съществуващи ХТС. Изследването не си поставя за цел чисто теоретични хидравлични изчисления

и извеждане на уравнения. Неговият основен принос е в анализа на една критична тенденция, установена при теренните проверки – липсата или конструктивната недостатъчност на облекчителни съоръжения за управление на притока в язовира. С други думи фокусът на изследването е насочен не към теоретично хидравлично моделиране и извеждане на нови формули, а към констатирания в практиката системен дефицит (или липса) на облекчителни съоръжения за безопасното провеждане на постъпилите в язовирите високи води.

В последно време се говори все по-осезаемо за *„изменение на климата“* като глобален проблем, който има отражение върху управлението на водните ресурси в света. Как се отразява това явление върху движението, разпределението и качеството на водите по Земята, е въпрос на редица проучвания. В настоящия дисертационен труд ще бъде разгледана темата за *„Пропускната способност на изградените хидротехнически съоръжения“* вследствие от настъпилите климатични изменения в страната, и на полаганите за поддръжката им грижи през последните няколко десетилетия. В поредица публикации, а напоследък и в медийното пространство често се обсъжда въпроса за *"глобалното затопляне"*. Този феномен се идентифицира като *"глобален проблем"* във връзка с измененията, които предизвиква в световен мащаб. През последните десетилетия са регистрирани значителни разлики по отношение на изменението на:

- средната годишна температура,
- показателите за качество на атмосферния въздух,
- количеството на водните ресурси.

В конкретния случай представлява интерес влиянието на климатичните изменения върху управлението на водните ресурси. Изменението на климата има негативно въздействие върху водните ресурси в световен мащаб. То се изразява по-специално в завишените стойности на изпаренията и резките изменения на количествата валежи по време и място. Тези климатични изменения, които биват идентифицирани като *"глобално затопляне"* довеждат до промяна не само в глобалното разпределение и естествения кръговрат на водите на планетата, но и до съществено изменение на хидравличните условия на работа при вече изградените хидротехнически съоръжения. Промяната в интензивността на валежите и формирането на по-резки и високи вълни принуждават облекчителните съоръжения (преливниците) да функционират при режими, различни от първоначално проектираните. Това води до увеличаване на хидравличния напор над преливните ръбове, повишаване на скоростта на потока в бързотоците и излагане на конструкциите на повишен риск от кавитация и динамична ерозия — фактори, които застрашават цялостната сигурност на язовирните стени. Когато се промени хидравличният режим, съоръжения, проектирани преди десетилетия, започват да работят в критични и непредвидени режими.

Глобалните климатични изменения водят до съществени изменения в хидроложката картина на планетата. Факт е, че през последните години се

наблюдават екстремни метеорологични явления, които водят до нарушаване на водния цикъл. Наблюдават се все по-чести засушавания, интензивни валежи и наводнения, които пряко застрашават не само човека и създадената от него инфраструктура, а и околната среда заедно с животинския свят в нея.

През XXI век нараства ролята на язовирите в управлението на водните ресурси. С изграждането им се постига максимална ефективност в оползотворяването на водните ресурси в световен мащаб. *[1]* Тези хидротехнически съоръжения освен, че регулират речния отток, също съхраняват вода за цели на:

- питейно-битово и промишлено водоснабдяване,
- напояване,
- производство на електрическа енергия,
- навигация, отдих и спорт.

Язовирите се превръщат в най-важните и най-значими съоръжения в управлението на речните басейни. Контролират движението на наносите в реките, намират приложение и в борбата с наводненията, предпазвайки предимно населени територии от заливане. Това ги прави неизменна част от инфраструктурата на всяка страна в света.

От друга страна язовирите като едни от *„най-грандиозните инженерни съоръжения“* са потенциално опасни и застрашаващи човешки живот, околна среда и инфраструктура, както споменава в свои научни статии проф. Д. Тошев, почетен председател на *„Българския национален комитет по големите язовири“. [1], [2]* Затова, както казва още той, язовирите е необходимо *„да се експлоатират при строги условия на технически контрол“,* за постигане на *„високо ниво на сигурност“. [3]*

Тези строги изисквания имат отношение към осигуряване на *„достатъчна проводимост“* на облекчителните съоръжения на язовира, както при нормални условия на експлоатация, така и в екстремни условия при сеизмична активност, хидроложки явления или антропогенни фактори. Това от своя страна означава, че конструкцията на язовирната стена е необходимо, да бъде напълно осигурена срещу преливане през короната й.

Сигурността на язовирите се определя от условието за *„управление на рисковете“* от аварии и прекъсване на експлоатацията им, при които може да бъде застрашен живота и здравето на хората, и или да бъдат предизвикани и нанесени щети върху инфраструктура и околна среда. *[1], [4]*

Опитът на водещите хидроинженери показва, че най-големите рискове по време на експлоатация на язовири са възникнали в резултат от случайни събития или събития с *„вероятностен характер“.* В инженерната практика съществува схващането за *„приемлив риск“* от разрушения или повреди на изградени язовирни стени. Смята се за *„приемлив“* риска от възникване на авария на язовира в резултат от настъпването на събитие с повторяемост веднъж на 10 000 години. Вероятността от настъпване на събитие със *„случаен характер“* може да се определи математически като 10^{-4}. Такива събития са

наводнения и земетресения, които в хидростроителството се дефинират още като *„хидроложки и сеизмичен хазарт“.*

В настоящия дисертационен труд ще бъдат разгледани въпроси, които се отнасят до *„хидроложката сигурност“* на изградените насипни язовирни стени и необходимостта от оценка на *„действителната пропускна способност“* на съществуващите хидротехническите съоръжения. При насипните язовирни стени от първостепенно значение е рискът от преливане през короната на язовирната стена при пълноводие. Този *„риск от преливане“* през короната може да бъде намален чрез преустройване и възстановяване на преливните съоръжения. *[3], [6]*

В контекста на дисертацията и в хидротехническата практика, понятието **„ОЦЕНКА“** (на пропускната способност) има по-дълбок смисъл от простото *„пресмятане“* или *„изчисляване“*. То изисква критичен анализ, съпоставка и заключение за сигурността на съоръжението в реални условия. Понятието **„ОЦЕНКА“** трябва да се разбира като комплексен процес, който преминава през три основни нива:

1. Количествена оценка (Хидравлично пресмятане)

Това е инженерно – математическата страна на въпроса. Целта е да се определи реалният максимален дебит (Q_{max} m^3/s), който преливникът може да пропусне физически, без водите да прелеят през короната на язовирна стена.

- *Какво включва:* Изчисляване на максималния напор над преливния ръб, геометрията на преливния фронт, коефициента на оттичане и капацитета на бързотока и на водобойния басейн.
- *Критичния момент тук:* Много често проектният капацитет по чертеж се разминава с реалния, заради настъпили изменения в геометрията (например неоторизирано надграждане на преливния ръб, стесняване на бързотока или изграждане на мост над него)

2. Сравнителна оценка (Нормативно съответствие)

След като е изчислена реалната пропускна способност, се съпоставя с **АКТУАЛИЗИРАНИТЕ ХИДРОЛОЖКИ ИЗИСКВАНИЯ** за съответния клас язовирна стена съгласно действащата нормативна уредба.

- *Въпросът, на който следва да се даде отговор:* Може ли проектираният преливник да пропусне висока вълна с изискваната от действащите норми обезпеченост (например вълна, която се случва веднъж на 100, 1000 или 10 000 години – $Q_{1\%}$, $Q_{0.1\%}$)?
- *Защо това е „оценка“:* Защото малките язовири у нас са проектирани преди десетилетия за значително по-малки водни количества. Поради климатичните изменения, оразмерителните високи води днес са много по-големи. Оценката показва дефицита в пропускната способност.
-

3. Експлоатационна оценка (Техническо състояние на място)

Един преливник може да има перфектни размери на хартия, но реалната му пропускна способност да е силно компрометирана поради експлоатационни фактори. Тук *„оценка“* означава да бъде анализирано действителното състояние:

- *Затлачване и обрастване:* Има ли дървета, храсти или наноси в бързотока или входовете, които намаляват реалното сечение и увеличават грапавостта?
- *Конструктивни нарушения:* Има ли разрушен бетон, кавитационни язви или паднали плочи по бързотока, които биха предизвикали разрушаване на съоръжението при преминаване на висока вълна?
- *Функционалност на съоръженията:* Провеждат ли се водите безопасно до речното корито под язовирна стена, или застрашава петата на насипа?

Под „**ОЦЕНКА НА ПРОПУСКНАТА СПОСОБНОСТ**“ на изградените ХТС следва да се разбира научно-практически анализ, който не се ограничава единствено до хидравличното оразмеряване на съоръженията. Той представлява **КОМПЛЕКСНА ЕКСПЕРТИЗА,** съпоставяща реалния хидравличен капацитет на преливниците с актуалните климатични и нормативни изисквания, като задължително отчита физическото и експлоатационното състояние на конструкциите, установено чрез преки технически наблюдения и проверки.

Предполага се, че в резултат на изменението на климата вероятността от нарастване на размера и честотата на хидроложките явления - *екстремно високи води* при изградените язовирни стени е голяма. Такива са *„старите язовирни стени“,* изграждани в условия на „*стари нормативи“* и както споменава в свои статии проф. Д. Тошев „*без адекватни конструктивни мерки“.* При тях *„рискът от преливане“* е висок, поради настъпилите вече деструктивни процеси както в тялото на язовирна стена, така и в основата ѝ. *[3]* При новопостроените язовирни стени *„рискът от преливане“* е по-малък от този при съществуващите язовирни стени, защото преливниците при новите язовирни стени са изчислени с „*актуални данни за високи вълни“*, които са повлияни от климатичните изменения. *[5]* Счита се, че *„нулев риск“* в строителството е невъзможно да се приеме, но е необходимо да се полагат нужните грижи в експлоатацията на съоръженията за неговото намаляване. Затова като превантивна мярка може да се възприеме въвеждането на системи за оповестяване, посредством които рискът за човешки живот в заливаемите територии може да бъде сведен до минимум.

В тази връзка трябва да се търси устойчиво решение срещу *„риска от преливане“* през короната при съществуващите язовирни стени. Мярка в правилната посока ще бъде *„актуализиране на пропускната способност“* на облекчителните им съоръжения. Това означава, че поддържането на ниско ниво на риска трябва да се базира на *„периодична преоценка на хидравличния*

риск“ на изградените язовирни стени, което се налага от изискването за тяхната сигурност при експлоатация. *[1], [3]*

През последните две десетилетия в редица научни статии и доклади от международни и световни конференции е засегната темата за „*преоценката на хидравличните условия“* на съществуващите язовири. Това се превръща в съществена цел за световната инженерна практика в хидротехническото строителство. Тази *„преоценка“* продължава да бъде важна цел и сега, тъй като за значителна част от изследваните случаи на язовири се доказва необходимостта от *„увеличаване на проводимостта“* на преливните съоръжения към язовирните стени.

С други думи резултатите от направените изследвания показват неотложната нужда да бъде направена *„оценка“* на пропускната способност на изградените хидротехнически съоръжения. В какво се изразява тази *„оценка на пропускната способност*“? – в *„актуализация на данни“*, които не кореспондират с настъпилите промени: в конкретния случай говорим за изградените през 50 –те и 60 –те години на миналия век язовирни стени с изискванията на новата нормативна уредба в условия на климатични изменения.

По повод темата на текущото изследване *„оценката“* се изразява в приложението на *„обновени хидроложки данни“,* въз основа на които могат да бъдат направени актуални изчисления на *„действителната“* проводимост на преливните съоръжения на язовирите. *„Новите“* хидроложки данни биха дали по - точна представа за оразмерителните водни количества, които трябва да бъдат провеждани през преливните съоръжения на язовирите. Резултатите от това изследване ще бъдат база за *„преоценка на хидроложката сигурност“* на съществуващите язовирни стени. *[1], [2], [3]*

У нас, хидроложките явления през 2005 година с екстремно високи води и предизвиканите от тях наводнения са показателен факт за необходимостта от *„преоценка на хидроложкия риск“* и хидравличните условия при провеждане на високи води, както през облекчителните съоръжения, така и в речната долина след язовирната стена. *[3]*

I.2. Предмет на изследването

От контекста на заглавието на дисертацията става ясно, че обект на изследването са хидротехническите съоръжения (ХТС) в България, с фокус върху съществуващите насипни язовирни стени. Изследването обхваща тяхната история, проектиране и текущо състояние в условията на климатични изменения. Предмет на настоящото изследване ще бъдат малките насипни язовирни стени в Р България. По-конкретно, изследването се фокусира върху:

- Техните технически характеристики и параметри,
- Принципите на тяхното проектиране и строителство в миналото,
- Текущата им експлоатация и поддръжка в съвременните условия.

Малките язовири са съоръженията, които улавят водите от деретата на малки водоизточници, както и падналите валежи в обхват на техния водосбор. Водата, събрана в тях, се използва за различни цели, като напояване, оросяване на деретата след язовирните им стени, с което се подпомага работата на дренажните кладенци. От друга страна са благоприятни места за отглеждане на риба и водни птици, както и за отдих и воден спорт. Язовирните им стени са изграждани предимно от земно-насипен материал, който се добивал в близост до строителната площадка на обекта.

В настоящият дисертационен труд ще стане ясно какви са били принципите на проектиране и строителство на насипните язовири в България. Ще бъде представена информация за техническите характеристики и параметри на малките язовири. Към коя категория се отнасят и какви са изискванията, които се предявяват към тях по отношение на експлоатацията им. Историята им на строителство говори много за това, колко са били значими в миналото и все още тези съоръжения са ключов фактор в управлението на водните ресурси в България. Ползата от изграждането на язовири в световен мащаб е изключително голяма предвид целите, за които могат да се използват водите, съхранявани в тях.

I.3. Цели и задачи на дисертационния труд

Твърдението, че *„язовирното строителство в Р България е наследство от миналия век“* може да се приеме за напълно основателно. През втората половина на XX век хидротехническото строителство у нас се развива с висок темп. Българските инженери са правели проучвания и проекти на хидротехнически съоръжения, и са изграждали язовирни стени, ВЕЦ и ПАВЕЦ, деривационни тунели и канали, хвостохранилища и защитни диги, след което строителството бележи *„продължителен застой“.[4],[5]* Днес, изключително важен и актуален въпрос, който стои с приоритет е експлоатацията и поддръжката на изградените в страната язовири – в текущите условия на глобални климатични изменения.

Цел на разработката: Климатичните изменения поставят нови въпроси, за които ще се търсят отговори от бъдещите поколения инженери. По този повод *„преоценката на хидравличните условия“* на язовирите у нас се превръща в основна идея на настоящото изследване. Целта на разработка е оценка на пропускната способност на изградените ХТС. Тя включва няколко подцели:

- *Хидроложка сигурност*: Да се аргументира необходимостта от използване на „*обновени хидроложки данни*“ за изчисляване на действителната проводимост на преливните съоръжения. Използване на „обновени хидроложки данни“, които отразяват интензивността на валежите през последните две десетилетия, с цел предотвратяване на преливане през короната (най-честата причина за аварии при насипните стени.

- *Доказване на значимостта:* Да се подчертае ролята на малките язовири в управлението на водните ресурси в България чрез проследяване на историята на тяхното строителство.
- *Сравнителен нормативен анализ:* Да се представят и съпоставят нормативните условия (правилници и норми), по които са проектирани старите язовирни стени, спрямо действащата в момента законова рамка. Извършване на сравнителен анализ между условията, при които са били изградени язовирите в миналото, и настоящите изисквания за тяхната поддръжка, експлоатация и пропускане на екстремни високи вълни.
- *Преоценка на хидравличните условия:* Да се извърши нов анализ на съществуващите язовири, за да се гарантира тяхната сигурност при екстремни хидроложки събития.
- *Предлагане на мерки за намаляване на риска:* Извеждане на конкретни изводи и практически заключения за подобряване на техническото състояние на облекчителните съоръжения и повишаване на надеждността на малките язовири на национално ниво.

В заключение, дисертационният труд има за цел да предложи устойчиво решение срещу риска от преливане през короната на съществуващите язовирни стени чрез периодична преоценка на хидравличния риск.

Основни задачи: Основните задачи са ясно дефинирани в самото начало и се фокусират върху необходимостта от модернизация и сигурност на съществуващата инфраструктура. Основната цел на научноизследователски труд е актуализация на пропускната способност на облекчителните съоръжения (преливници и изпускатели) на вече изградените хидротехнически съоръжения (ХТС) в България. С доказването на основната идея ще се предложи решение за гарантиране на тяхната безопасност в условията на съвременните климатични изменения и актуализирани хидроложки данни.

Изпълнението на поставената цел е процес на постигане на конкретни изводи и резултати, които доказват основната идея на дисертационния труд, свързана с темата за *„Оценка на пропусканата способност на изградените ХТС*“. Успоредно с основната идея на изследването за постигане на целта на разработката са формулирани следните основни задачи:

- *Доказване на стратегическата значимост на малките язовири:* Изследване на историята на строителството им у нас, за да се подчертае тяхната роля в управлението на водните ресурси, защитата от наводнения и икономическото развитие.
- *Анализ на нормативната еволюция:* Проследяване на различията и промените в нормите за проектиране на насипни язовирни стени — от най-ранните правилници (1948 г.) до съвременната законова рамка. Целта е да се установи как промяната в стандартите влияе върху изчислената сигурност на старите съоръжения.

- *Оценка на експлоатационната безопасност:* Разглеждане на техническите условия и параметри (като надвишение на короната и филтрационна устойчивост), които гарантират безопасността на земно-насипните стени.
- *Съпоставка между проектни и съвременни изисквания:* Извършване на сравнителен анализ между условията, при които са били изградени язовирите в миналото, и настоящите изисквания за тяхната поддръжка, експлоатация и пропускане на екстремни високи вълни.
- *Хидроложка преоценка:* Аргументиране на необходимостта от използване на *„обновени хидроложки данни“,* които отразяват интензивността на валежите през последните две десетилетия, с цел предотвратяване на преливане през короната (най-честата причина за аварии при насипните стени).
- *Предлагане на мерки за намаляване на риска:* Извеждане на конкретни изводи и практически заключения за подобряване на техническото състояние на облекчителните съоръжения и повишаване на надеждността на малките язовири на национално ниво.

Накратко: Целта е да се премине от *„исторически проектни параметри“* към *„актуална хидравлична сигурност“,* за да се защити населението и инфраструктурата под язовирните стени.

В заключение на дисертационния труд ще бъде доказана и изцяло аргументирана основната идея за необходимостта от *„оценка на хидроложката сигурност“* на язовирите в Р България, предвид значимостта на тези съоръжения - изграждащи инфраструктурата на страната ни преди повече от 75 години.

Методология на изследването: Поради физическа амортизация, голяма част от съществуващите язовири в България страдат от критичен дефицит на пропускна способност, което налага спешна инженерна модернизация на облекчителните им съоръжения, за да се гарантира тяхната безопасност при екстремни климатични събития.

Ключови етапи на изследването :

- *Проблемът:* Много от съоръженията са проектирани по стари норми и хидроложки данни, които не съответстват на днешните нива на валежи и хидроложки риск.
- *Реалността:* Практическият анализ на 82 малки язовира показва сериозни дефекти (разрушени преливници, липса на изпускатели, наноси).
- *Решението:* Преминаване от теоретични формули към реална технико-експлоатационна оценка и спешна актуализация на инфраструктурата.

I.4. Структура на дисертационния труд

Структурата на разработка е логически изградена и е основана върху това да проследи пътя от историческата значимост и нормативната уредба до съвременните технически предизвикателства пред язовирното строителство.

Структурата на дисертационния труд се състои от седем части.

Първа част е концептуалната рамка на дисертационния труд, където се дефинира контекста и актуалността на темата, по която се разработва изследването. Тази част поставя основата на изследването. В нея се разглежда:

- Глобалният проблем с изменението на климата и неговото отражение върху водните ресурси.
- Хидравличните условия при изградените съоръжения и как те се променят вследствие на екстремни валежи и наводнения.
- Дефиниране на целта: оценка на пропускната способност на облекчителните съоръжения чрез използване на „обновени хидроложки данни“.

Втора част представя ключовата роля на язовирите в управлението на водните ресурси. Освен предназначението на язовирите за водоснабдяване, напояване, производство на електроенергия и защита от наводнения се разглежда въпросът за язовирите като критична инфраструктура.

Трета част служи за контекст и доказва опита в световен мащаб и опита на страната ни в сферата на хидростроителството.

Четвърта част разглежда нормативни документи за проектиране на насипни язовирни стени в България - правилници, инструкции и норми от 1948 год. до 1986 год.

В пета част на дисертационното изследване е направен подробен анализ на нормативните условия за проектиране на съществуващите съоръжения. Сравняват се правилниците от 1948 г. до 1986 г., за да се покаже как са се променяли изискванията за сигурност и изчислителните методи за проектиране.

Шеста част представя практическото състояние на малките язовири в България, тази част е базирана на реални данни от извършени наблюдения. Това е частта, която анализира административните проблеми:

- Промени в собствеността: Анализ на прехода от ТКЗС и АПК към частна и общинска собственост и как това е довело до „размиване на отговорността“ за поддръжката.
- Рискове: Изводи за това как липсата на адекватно управление и контрол застрашава населението и инфраструктурата.

Седмата част е синтез на резултатите от изследването:

- Доказана е необходимостта от периодична преоценка на хидравличния риск.

- Аргументирана е нуждата от техническа актуализация на старите съоръжения, за да съответстват на съвременните климатични изменения и действащите нормативни изисквания.
- Изложени са научно-приложими приноси: Нови знания за оценка на проводимостта.
- Представени са практически препоръки: Насоки за бъдеща експлоатация и надзор на съоръженията.

В края на дисертационното изследване са представени списъци на използваните съкращения, приложените фигури и таблици, както и списък на литературата, включващ над 144 източника които подкрепят научноизследователската достоверност на труда.

Тази структура на дисератцията описва плавен преход от теоретичните и историческите основи към конкретните инженерни проблеми и техните решения.

I.5. Терминология

I.5.1. Основни понятия и дефиниции

Списък на ключовите термини, използвани в дисертацията. Те са обяснени чрез текста, като са добавени и препратки към техния теоретичен или нормативен произход.

Хидротехническо съоръжение (ХТС):

- *Смисъл в текста:* Общо понятие за всички изкуствено създадени съоръжения за управление на водите. В дисертационният труд се класифицират по важност (I до IV клас), което определя и изискванията за тяхната сигурност.
- *Произход:* Понятието е дефинирано в Закона за водите и Наредбите за проектиране на ХТС.

Облекчителни съоръжения (ОС):

- *Смисъл в текста:* Това са хидравличните съоръжения на язовирната стена (преливници и основни изпускатели), чиято задача е безопасното пропускане на излишните води. Основният акцент в дисертационното изследване е, че техният капацитет трябва да се актуализира спрямо новите хидроложки реалности.
- *Произход:* Понятието е заложено в българската нормативна уредба (напр. Наредба №14 за техническата експлоатация на язовирните стени). Теоретично се базира на класическата хидравлика.

Пропускна способност (Проводимост)

- *Смисъл в текста:* Максималното количество вода (Q, в m^3/s), което едно съоръжение може да пропусне, без да се застраши конструкцията. Дисертацията доказва, че проектната проводимост от миналия век често е по-ниска от нуждите на настоящето.

- *Произход:* Формулите за проводимост произтичат от уравненията на Бернули и уравненията за преливане през широк праг (хидравлика).

Висока вълна (Хидрограф на високата вълна)

- *Смисъл в текста:* Екстремното количество вода, постъпващо в язовира вследствие на интензивни валежи или снеготопене и/или на двете. В дисертацията се аргументира, че параметрите на високата вълна трябва да се преизчислят заради климатичните изменения.
- *Произход:* Термин от инженерната хидрология. Методите за изчисление се базират на статистически анализи на многогодишни наблюдения.

Хидроложки риск

- *Смисъл в текста:* Вероятността от настъпване на събитие (наводнение), което надхвърля проектните възможности на съоръжението. Авторът застъпва тезата за „периодична преоценка“ на този риск. Това е рискът от опасни природни явления, свързани с водите – най-вече наводнения (речни, поройни), но също и засушавания. Хидроложкият риск е свързан с природните процеси – количеството вода в природата (валежи, отток, нива на реките). Риск от преливане на река поради паднали обилни валежи и снеготопене.
- *Произход:* Концепцията за риск в инженерството (Risk Assessment), развита значително след големите язовирни аварии през XX век.

Ретензия (Ретензионен обем)

- *Смисъл в текста:* Способността на язовира да „задържа“ част от високата вълна в свободния си обем, като по този начин намалява количеството вода, което трябва да премине през преливника.
- *Произход:* От латинското *retentio* (задържане). Фундаментално понятие в хидротехниката за трансформация на оттока.

Земно-насипна язовирна стена

- *Смисъл в текста:* Основният обект на изследване. Повечето малки язовири в България са от този тип. Трудът подчертава тяхната уязвимост при преливане през короната, което води до ерозия и разрушаване.
- *Произход:* Това е един от най-старите типове стени в инженерната история (от Древна Месопотамия и Египет), дефиниран в съвременните Еврокодове и националните норми за проектиране (напр. Норми за проектиране на хидротехнически съоръжения – 1986 г.).

Основен изпускател

- *Смисъл в текста:* Тръбопровод под язовирната стена или в нея, който служи за източване на язовира. В практическата част авторът алармира, че при над 37% от малките язовири това съоръжение липсва или е неизправно.

- *Произход:* Класически елемент от хидротехническата инфраструктура, предназначен за управление на водното ниво и аварийни ситуации.

Филтрация и Филтрационна устойчивост

- *Смисъл в текста:* Движението на водата през порите на земния насип или основата. Дисертацията разглежда как правилното проектиране на дренажите контролира този процес, за да не се стигне до *„суфозия“* (измиване на частици) и разрушаване на стената.
- *Произход:* Закон на Дарси (1856 г.) за движение на флуиди в пореста среда.

Надежден/Надеждност (Безопасност)

- *Смисъл в текста:* Състоянието на язовирната стена, при което тя изпълнява функциите си без риск за хората. В дисертацията се обвързва с нормативните документи и правилното поддържане след реституцията на земята.
- *Произход:* Свързано с понятието *Dam Safety*, развивано от организации като ICOLD (Международна комисия по големите язовири).

Тези понятия формират *„скелета“* на дисертационното изследване и тяхното коректно използване показва задълбочен подход в научноизследователската експертиза.

I.5.2. Обща терминология

В контекста на изследването, терминологията трябва да отразява прехода от чисто инженерни дефиниции към административно-правни и хидроложки аспекти. Представен е систематизиран подбор на терминологията, разделена по области, както е заложена в текста:

- **Инженерно-конструктивна терминология**

Тези термини описват физическите елементи на обекта и тяхното проектиране:

- ***Насипна язовирна стена (Земно-насипна):*** Основната конструкция, обект на изследването. В текста се прави разграничение между хомогенни и зонални стени (с ядро или екран).
- ***Облекчителни съоръжения (ОС):*** Съвкупното понятие за всички съоръжения, които *„облекчават“* язовира от излишни води -главно преливници и основни изпускатели
- ***Надвишение (Freeboard):*** Разстоянието от максималното водно ниво до короната на стената. Това е критичен термин в дисертацията, тъй като недостигът му води до преливане през короната.

- ***Дренажна призма/обратен филтър:*** Елементи, които контролират депресионната крива (нивото на филтрационната вода в тялото на стената).

- **ХИДРАВЛИЧНА И ХИДРОЛОЖКА ТЕРМИНОЛОГИЯ**

Термини, свързани с динамиката на водите, които са в центъра на научния принос:

- ***Пропускна способност (Проводимост):*** Максималният дебит Q_{max} m^3/s, който едно съоръжение може да пропусне. Основната теза е, че тя трябва да се актуализира.
- ***Висока вълна (Вълна с обезпеченост P %):*** Статистическо понятие за екстремен приток. В дисертационния труд се анализира как повторяемостта (напр. 1 на 1000 години) се променя заради климата.
- ***Ретензия (Трансформация на оттока):*** Процесът, при който водохранилището временно „складира“ част от високата вълна, намалявайки върховия дебит след язовирната стена.
- ***Хидравличен риск:*** Рискът от внезапно хидравлично натоварване, което превишава проектните параметри. Хидравличен риск се използва тогава, когато говорим за поведението на водата в изкуствено изградена среда или специфичното ѝ механично действие. *Хидравликата* е приложна наука за законите на движение и равновесие на течностите (особено през тръби, канали и съоръжения) - този риск е свързан с:
  - Капацитета на речното корито или канал да пропусне дадено количество вода.
  - Опасността от разрушаване на диги, язовирни стени или мостове под натиска на водното течение.
  - Промяна в скоростта и силата на потока, която може да предизвика ерозия на съоръженията.

  Хидравличният риск е свързан с механичните процеси – движението и силата на водата, взаимодействието ѝ със съоръженията. Риск от скъсване на дига поради твърде високо налягане или срутване на мост заради силното течение.

- **НОРМАТИВНО-ПРАВНА И АДМИНИСТРАТИВНА ТЕРМИНОЛОГИЯ**

Тази част е изключително важна за изследване на *„малките язовири“:*

- ***Клас на съоръжението (I - IV клас):*** Категоризация според стопанското значение и потенциалния риск, която определя строгите изисквания за проектиране.
- ***Експлоатационна надеждност:*** Способността на съоръжението да изпълнява функциите си без аварии в рамките на проектния си срок.

- ***Техническа изправност/Надлежно състояние:*** Термин, използван в докладите на комисиите, които проверяват язовирите.
- ***Собственост и отговорност:*** Терминологичен мост към социалната част на дисертацията, разглеждащ статута на язовирите след ликвидацията на ТКЗС/АПК.

- **ТЕРМИНОЛОГИЯ НА РИСКА И БЕЗОПАСНОСТТА**
  - ***Преливане през короната (Overtopping):*** Най-опасното състояние за насипна стена, което в 90% от случаите води до нейното разрушаване.
  - ***Суфозия (Вътрешна ерозия):*** Измиване на малките частици от почвата под действието на филтрацията.
  - ***Актуализация на сигурността:*** Процесът на привеждане на старите съоръжения към съвременните изисквания.

II. ЗНАЧЕНИЕ И РОЛЯ НА ЯЗОВИРНОТО СТРОИТЕЛСТВО

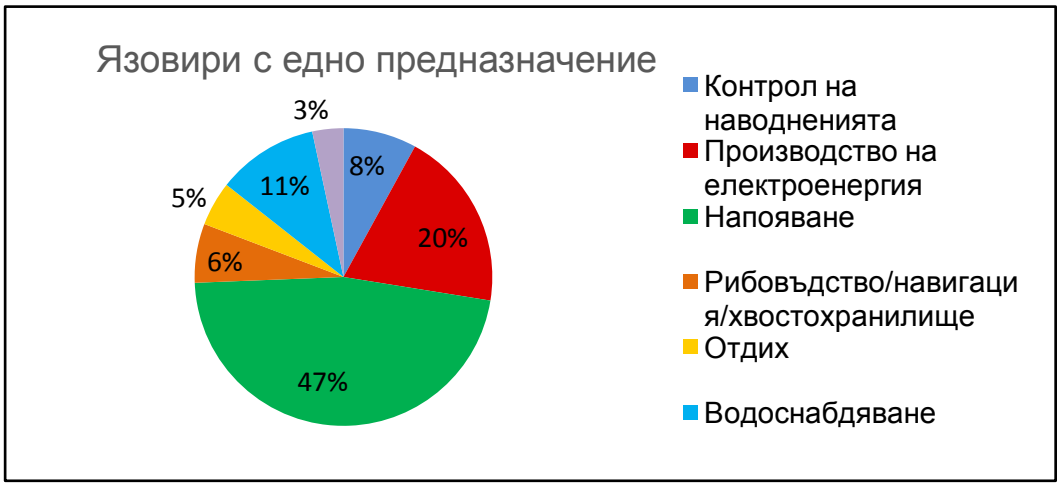
ВЪВ ВТОРА ГЛАВА се представят статистически данни, които категорично доказват значимостта на язовирите като ключов елемент в управлението на водните ресурси. В тази част е разгледан и другият аспект от изграждането на язовири, представяйки тези съоръжения като критична инфраструктура, причиняваща значителни екологични въздействия, социални и икономически последици. Извършен е подробен ретроспективен анализ на по-значимите хидроложки събития на територията на Република България, довели до наводнения с мащабни материални щети и човешки жертви. Анализът доказва, че за намаляване на хидроложкия риск е необходима радикална промяна в подхода на управление на водите и експлоатация на изградените язовири – преминаване от реактивно управление (ликвидиране на последиците) към постоянна превенция на негативните последствия, базирана на съвременен хидравличен анализ и актуализирани разчетни параметри на съоръженията. Същевременно е представено състоянието на язовирното строителство в България, което се обуславя от общия брой хидротехнически съоръжения в експлоатация. В тази връзка са отразени слабостите в управлението на водните ресурси и експлоатацията при малките язовири.

ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НА ЯЗОВИРИТЕ СПОРЕД СВЕТОВНИЯ РЕГИСТЪР

Статистическите данни, въведени в Световния регистър през декември 2024 год., представят информация за предназначението на 42 825 язовира (от над 62 000 общо регистрирани). Според статистиката на МКГЯ язовирите са разпределени в две основни категории:

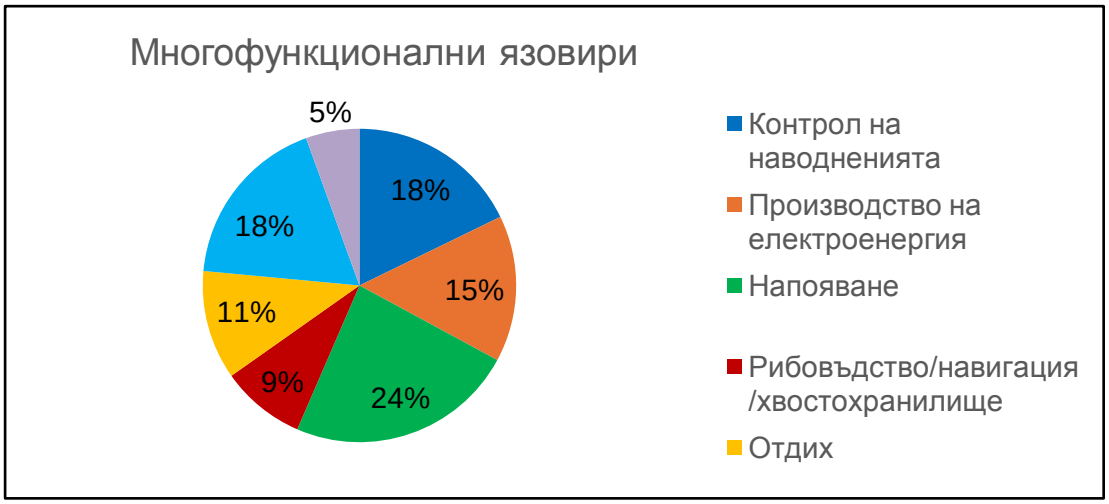
- язовири с едно предназначение (31 473) или 50.5 % язовири,
- язовири с повече от едно предназначение – *„многофункционални“* язовири (11 352) или 18.2 % язовири. *[9], [10]*

Сред язовирите с едно предназначение 47% са за напояване, 20% за производство на електроенергия, 11% за водоснабдяване, 8% за контрол на наводнения, 5% за отдих и по-малко от 10% за навигация и рибовъдство, *диаграма № II.1 [9], [10]*



Диаграма № II.1. *Статистика на МКГЯ – язовири с едно предназначение [11]*

При *„многофункционалните“* язовири 24% са за напояване, 15% за производство на електроенергия, 18% за водоснабдяване, 18% за контрол на наводнения, 11% за отдих и 14% за навигация и рибовъдство, *диаграма № II.2 [9], [10]*



Диаграма № II.2. *Статистика на МКГЯ - язовири с повече от едно предназначение [11]*

Търсенето на вода в световен мащаб непрекъснато нараства, в този контекст язовирите играят ключова роля в управлението на водните ресурси в речните басейни. Като многофункционални съоръжения, те са от стратегическо значение за всяка развиваща се страна, тъй като инвестицията в тях носи съществени икономически и социални ползи за населението. Според данни на Международната комисия за големите язовири (МКГЯ) през последните няколко столетия количеството вода, използвано от сладководни басейни, се е увеличило с 35 пъти, като в същото време световното население е нараснало 8 пъти. Предполага се, че при сегашното световно население, което непрекъснато нараства годишно, и с неговите легитимни очаквания за по-висок стандарт на живот, се очаква глобалното търсене на водата да нараства с още 2 % до 3 % годишно през следващите десетилетия. *[8], [9]*

В условия на непрекъснато нарастващото потребление на вода особено в региони, където водните ресурси от сладководните басейни са ограничени, климатичните изменения и сезонните колебания променят оттока в речните басейни. Вследствие от тях възникват наводнения или настъпва суша, които причиняват от една страна проблеми с катастрофални размери, а от друга страна възпрепятстват ефективното използване на речния отток. По данни на МКГЯ общия капацитет на съхранените водни ресурси от язовири е около 8 989 km^3, *[8]* което показва, че язовирите допринасят значително за *„ефективното управление“* на ограничените водни ресурси на планетата, които са неравномерно разпределени и биват подложени на големи сезонни колебания.

Паралелно с ползите, съществен аспект остава управлението на рисковете при експлоатацията на хидротехническите съоръжения, както и контролът върху вредното въздействие на водите. Управлението на водите обхваща и управлението на риска, свързано с експлоатационната сигурност на

съоръженията и превенцията на неблагоприятните хидроложки явления. Поради това съвременните язовири се проектират като обекти, които съвместяват функции по водоснабдяване, напояване, производство на електроенергия, навигация, задържане на наноси и защита от наводнения. В резултат на тази еволюция язовирите се изграждат като комплексни хидровъзли с многоцелево предназначение.

СЪСТОЯНИЕ НА ЯЗОВИРНОТО СТРОИТЕЛСТВО В БЪЛГАРИЯ

Язовирното строителство в България се основава на работата и усилията на инженерите в хидростроителството, но също така и на опита от добрите практики, заимствани от други страни по света. Състоянието на хидротехническото строителство у нас се обуславя от общия брой изградени хидротехнически съоръжения до сега:

- над 2000 язовира, от които 216 големи язовира съгласно класификация на Международната комисия по големи язовири. След продължителен застой, през 2010 год. броят на големите язовири нараства с още един – построен е язовир *„Цанков камък“,*
- над 40 на брой хвостохранилища и сгуроотвали, със значителни размери на стената, част от тях с преустановена експлоатация в резултат на изчерпване капацитета на хранилищата им или поради преустановяване на добива на руда;
- над 100 ВЕЦ,
- 4 броя ПАВЕЦ, включително най-голямата на Балканите ПАВЕЦ *„Чаира“,*
- над 750 *km* хидравлични тунели и деривационни канали.

Най-голям брой язовири у нас са построени през 60-те години на миналия век. Според представената информация в *таблица II.1.*– броят им възлиза на 95, което представлява 44% от големите язовири *[1], [2]*

Таблица № II.1 Г*олемите язовири в България по период на изграждане [3]*

ПЕРИОД	**от 1940 г. до 1949 г.**	**от 1950 г. до 1959 г.**	**от 1960 г. до 1969 г.**	**от 1970 г. до 1979 г.**	**от 1980 г. до 1989 г.**	**от 1990 г. до 1999 г.**	**от 2000 г. до 2010 г.**
БРОЙ	2	21	95	61	26	10	1
%	1%	10%	44%	29%	12%	4%	0.5%

В следващите две *таблици II.2 и II.3* е представено разпределението на язовирите стени според височината и типа на конструкцията им.

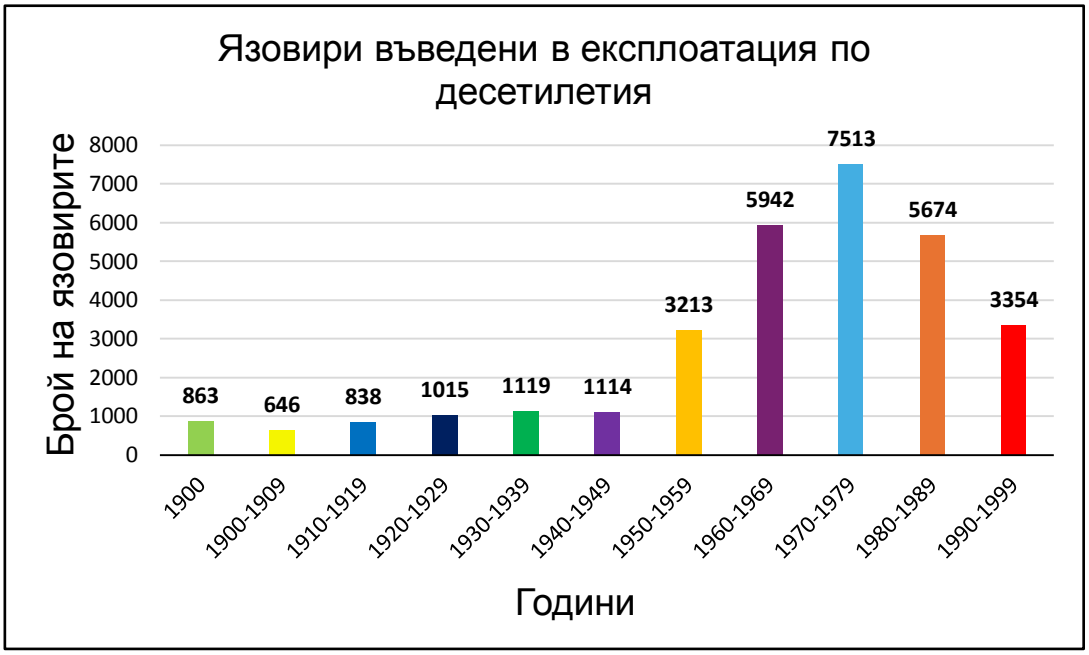
Таблица № II.2. *Разпределение на язовирите според височина на язовирната стена [3]*

ВИСОЧИНА НА ЯЗОВИРНАТА СТЕНА	**0 - 15**	**15 - 29**	**≤ 59**	**60 - 99**	**100 - 149**	**> 150**
БРОЙ	8 - ГОЛЕМИ > 1800 - МАЛКИ	136	55	13	4	0

Таблица № II.3. *Разпределение на язовирните стени според типа на конструкцията [3]*

ТИП	ЗЕМНИ	КАМЕННИ	БЕТОННИ	КОНТРАФОРСНИ	ОБЛЕКЧЕНИ	ДЪГОВИ	ДРУГИ
БРОЙ	172	26	9	2	2	2	3
%	80	12	4	1	1	1	1

Земните и каменно-насипните язовирни стени в България са около 92 % от общия брой големи язовири. Интерес представлява броя на язовирите влезли в експлоатация през годините по декади. През 60-те и 70- те години на миналия век са изградени над 70 % от язовирите в България. Това съвпада с периода на усилено строителство на язовири в света. [2],[3]. От построените над 50 000 язовира в целия свят, през периода 1960-1980 год. били изградени около 20 000, което представлява 40% от общия брой построени язовирни стени *[7][8].* От *Диаграма II.3* е видно, че в световен мащаб строителството на язовири намалява. Диаграмата представя броя на големите язовири в света, въведени в експлоатация по декади.



Диаграма № II.3. *Язовирни стени в света въведени в експлоатация по декади.*

През 70-те години са построени 7 511 големи язовира – този период се обуславя с усилено строителство, по-късно през 90-те години броят на язовирите намалява. [7] Главна причина за това е изчерпване на техническите възможности и икономическа целесъобразност - в голяма степен речните системи вече били застроени.

Всички изброени ползи биха могли да отъждествят язовирите като *„многофункционални“* хидротехнически съоръжения, които имат особено важно значение за развитието на глобалното общество. Общата водна площ на всички построени язовири в световната практика до момента е повече от 400 000 km^2, като повечето от язовирите са разположени в Европа, Азия и Северна

Америка*. [3][7]* В глобален аспект водите от язовирите донасят значителни ползи за хората, свързани с производството на електрическа енергия, развитието на селското стопанство и индустрията. Въпреки това поради негативното им въздействие върху речните екосистеми, язовирите често биват възприети и като обект на вредно въздействие върху околната среда.

В много случаи язовирите са предпочитани места за отдих и риболов, но заедно с положителния икономически ефект, носят и негативни последици, свързани със замърсяване и нарушаване на екологичното равновесие на прилежащите им територии. В бъдеще *„взаимодействието на язовирите с околната среда“* вероятно ще се превърне в тема на спорен дебат.

От началото на XX век изграждането на язовири придобива мащабни размери. Днес на планетата има повече от 60 000 големи язовира. [8][9] Построяването на язовири и използването на водата в тях се определя от икономическите нужди на всяка страна по света. Не навсякъде има изобилие от реки и езера, които напълно да задоволят нуждата от вода. Изграждането на язовири позволява съхраняваните в тях води да бъдат използвани рационално, както за питейно-битови нужди, така и за напояване на земеделски култури и производство на електрическа енергия. В същото време да предпазват прилежащите територите от вредното им въздействие.

УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДИТЕ В БЪЛГАРИЯ

Управлението на водните ресурси у нас се основава на Закона за водите. Законът за водите в Република България има за цел да осигури стратегическо управление на водите в интерес на обществото. Стратегията е насочена към постигане на условия за осигуряване на достатъчно количество и добро качество на водите с цел тяхното *„устойчиво, балансирано и справедливо“* използване. [12] Признаването на водите като жизненоважен природен ресурс и общо наследство на страната ни, което трябва да се опазва и съхранява, е в основата за постигане на устойчивото и рационално управление на водите в България. По смисъла на Закона за водите (*съгл. § 1, ал. (1), т. 30)* управлението на водните ресурси включва дейности съгласно *таблица II.4.*

Таблица.II.4. *Управление на водите съгласно Закона за водите [12]*

УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДИТЕ		
ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВОДИТЕ	**ОПАЗВАНЕ И ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ВОДИТЕ**	**ПРЕДПАЗВАНЕ ОТ ВРЕДНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ВОДИТЕ**
1. ВОДОСНАБДЯВАНЕ 2. НАПОЯВАНЕ 3. ПРОИЗВЕЖДАНЕ НА ЕЛ. ЕНЕРГИЯ	1. ВРЪЩАНЕ В ПРИРОДАТА 2.ЗАУСТВАНЕ 3.ПРЕЧИСТВАНЕ	ИЗГРАЖДАНЕ НА: 1. ЯЗОВИРИ 2. ЗАЩИТНИ ДИГИ 3. КОРЕКЦИИ НА РЕЧНИТЕ КОРИТА

Управлението на водите е комплексен процес, базиран на принципа на речните басейни в съответствие с европейското законодателство. То включва

държавни институции, общини и ВиК оператори, като основен приоритет е осигуряването на питейна вода, екологосъобразност и опазване на водните ресурси от замърсяване. Управлението е децентрализирано според естественото разположение на водните басейни, за да се гарантира баланс между наличния ресурс и нуждите на местните общности, земеделието и индустрията. Тъй като водата се използва за битови нужди, енергетика и земеделие, отговорностите са разпределени на национално ниво между няколко министерства, всяко от които има своя специфична роля.

НАЦИОНАЛНО НИВО (ПОЛИТИКА И РЕГУЛАЦИЯ)

На върха на системата стоят министерствата, които определят правилата, разпределят ресурсите и контролират тяхната експлоатация.

- Министерство на околната среда и водите (МОСВ) – Главният регулатор,
- Министерство на регионалното развитие и благоустройството (МРРБ) – ВиК секторът,
- Министерство на земеделието и храните (МЗХ) – Напояването,
- Министерство на енергетиката (МЕ) – Хидроенергия,
- Министерство на здравеопазването (МЗ) – Качеството.

БАСЕЙНОВО НИВО (ТЕРИТОРИАЛНО УПРАВЛЕНИЕ)

Управлението на речните басейни е разделено на 4 Басейнови дирекции. Те са структури към МОСВ и управляват водите на принципа на естествените речни басейни:

- Басейнова дирекция Дунавски район
- Басейнова дирекция Черноморски район
- Басейнова дирекция Източнобеломорски район
- Басейнова дирекция Западнобеломорски район

МЕСТНО НИВО И КОНТРОЛНИ ОРГАНИ

- Общините (Местната власт):
- КЕВР (Комисия за енергийно и водно регулиране):
- ДАМТН (Държавна агенция за метрологичен и технически надзор):

КАК СЕ КООРДИНИРАТ ИНСТИТУЦИИТЕ ПРИ ПРОГНОЗА ЗА БЕДСТВИЕ?

Системата е силно фрагментирана. Например, ако една река прелее: в селото отговорна е общината, извън селото (по нивите) – Министерството на земеделието, ако има язовир нагоре по течението – зависи дали е към НЕК, „Напоителни системи“ или е общински, а разрешителното му се контролира от Басейновата дирекция. Именно това преплитане на функции прави координацията при кризи толкова тромава.

Когато се активира прогноза за опасни метеорологични явления (интензивни проливни валежи или бързо снеготопене), в България се задейства строго разписан алгоритъм за координация по вертикалата **„ПРОГНОЗА – РЕГУЛАТОР – СПАСИТЕЛИ – МЕСТНА ВЛАСТ“.**

КЪДЕ СА СЛАБОСТИТЕ В РЕАЛНОСТТА? –

СЛАБОСТИ ПРИ ПРОГНОЗА ЗА БЕДСТВИЯ ПРИ МАЛКИТЕ ЯЗОВИРИ:

Докато при големите държавни язовири има наложен строг технически контрол, то при малките язовири такъв практически липсва или е силно затруднен. Забавеният информационен поток от НИМХ през басейновите дирекции до общините и концесионерите (които понякога умишлено бавят изпускането на водата) поражда сериозни рискове при екстремни валежи.

На хартия схемата е перфектна, но практиката показва два проблема:

- **ПЪРВО,** малките общински язовири (често дадени на концесия**)** не винаги се поддържат изправни и концесионерите понякога отказват да изпускат водата навреме, за да не загубят рибата си.
- **ВТОРО,** комуникацията в първите часове понякога се забавя заради липсата на автоматизирани измервателни станции по по-малките реки, което принуждава институциите да реагират след като водата вече е влязла в къщите, а не превантивно.

Наводненията и щетите, причинени от разрушаването на язовирна стена могат да бъдат изключително големи. Това се дължи на факта, че разрушаването на язовирната стена често е само малка част от общите щети, които включват загубите от унищожаването на свързаните с тях съоръжения.

НЕГАТИВНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ОТ СТРОИТЕЛСТВОТО НА ЯЗОВИРИ

Строителството на язовири осигурява водноелектрическа енергия, контрол на наводненията и водоснабдяване, но причинява значителни екологични и социални щети. То нарушава естествените речни екосистеми, залива огромни територии и принуждава хиляди хора да се преместват.

ЕКОЛОГИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ

Нарушаване на речния баланс: Променя се естественото течение на реките, което води до задържане на наноси и промяна в температурата и състава на водата надолу по течението.

Загуба на биоразнообразие: Язовирните стени действат като физическа бариера за мигриращите видове риби (напр. есетровите риби), което може да доведе до тяхното изчезване.

Унищожаване на хабитати: Заливат се плодородни долини, гори и влажни зони, което води до загуба на местообитания за стотици видове растения и животни.

Емисии на парникови газове: Разлагащата се биомаса в новозалетия периметър отделя метан – газ с мощен парников ефект.

СОЦИАЛНИ И ИКОНОМИЧЕСКИ ПОСЛЕДИЦИ

Разселване на населението: Големите язовири изискват огромни площи, което често налага принудително изселване на цели села и общности от родните им места.

Загуба на културно наследство: При строежа се унищожават исторически, археологически и културни паметници, оставащи завинаги под водата.

Риск от аварии: Язовирите са потенциален източник на риск. При земетресения или лоша поддръжка, тяхното разрушаване може да доведе до катастрофални наводнения и загуба на човешки животи.

КАТАСТРОФАЛНИ НАВОДНЕНИЯ

Наводненията са едно от най-опустошителните бедствия, които нанасят катастрофални последствия за хора, животни и инфраструктура, намиращи се върху прилежащите територии на язовирите и реките. В историята остават големи катастрофи, които са се случили с язовирни стени, примери за наводнения, причинили значителни щети и загуби вследствие от разрушаване на язовирни стени или екстремни хидроложки явления в България са:

- Згоригласката катастрофа - 1 май 1966 г.
- Европейското наводнение – през май 2005 г.
- Наводнението в Цар Калоян, област Разград на 6 август 2007 г.
- Наводнението на село Бисер, област Хасково - на 6 февруари 2012 г.
- Наводнението в община Мизия, област Враца - през 2014 г.

ПРЕВЕНЦИЯ НА НЕГАТИВНИТЕ ПОСЛЕДИЦИ

Причините за мащабите на гореописаните катастрофалните събития са резултат не само от случилите се наводнения, а и от липсата на превантивност при експлоатацията на съоръженията, причинили авариите в тези райони на България. С приоритет стои въпросът не само да бъдат предвидени, а и да бъдат предприети своевременни мерки за намаляване на въздействието на водите и минимализиране на последиците от аварии. *[13]* Необходимо е изграждането на национална мрежа за системни наблюдения на реките, която да служи като основа за предприемането на мерки като:

- **ОПТИМИЗИРАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА ЯЗОВИРИТЕ** чрез поетапно изпускане на водите от водохранилищата в застрашените райони, като превантивна мярка при прогнози за проливни валежи и риск от наводнения,
- **КОРИГИРАНЕ РЕЧНИТЕ ЛЕГЛА** чрез изграждане на бетонни подпори в рисковите зони с максимално хидравлично въздействие и ерозирали брегове, както и постоянна грижа за почистване на коритата от довлечени материали, отпадъци и наноси,
- **ПРОВЕЖДАНЕ НА ЗАЛЕСИТЕЛНИ ДЕЙНОСТИ** във водосборите на реките и язовирите, както и в прилежащите им обезлесени територии, с цел намаляване на интензивността на повърхностния отток и

минимализиране на гравитационните процеси по склоновете на речните долини.

Това са изключително важни и практически насочени мерки за управление на водните ресурси и риска от наводнения. Въпреки това трябва да се има предвид, че речните басейни са сложна хидроложка система, съставена от множество взаимосвързани елементи и подсистеми. Наличието на неизправност на един или няколко елементи от тази система може да доведе до тежки последици за човека и неговата дейност. Екстремните валежи в България не са изключение, но в климатологичен план обемите им рядко достигат глобални катастрофални мащаби. Въпреки това тяхната нарастваща интензивност често води до сериозни локални бедствия. Авариите, които причиняват, са резултат от липса на преоценка или превантивност в мерките за сигурност. Предотвратяването на последици като резултат от природни бедствия, включва цялостна дългосрочна стратегия с участието на институции и специалисти в различни сфери. В основа на тази стратегия трябва да стои с приоритет отговорното отношение към природата и нейното опазването.

Въпреки безспорните глобални ползи, изграждането на мащабна хидротехническа инфраструктура оказва и негативно въздействие върху околната среда. Това налага своевременно прилагане на ефективни мерки за предотвратяване на екологичните щети още на етап проектиране. Целта е да се постигне плавна интеграция на хидротехническото съоръжение в месната екосистема, така че неговата поява да бъде изцяло съобразена с естествените характеристики и специфични природни дадености на района. Изграждането на язовири е комплексен процес, чиито негативни екологични и социални последици изискват целенасочени мерки.

За да се сведат до минимум щетите върху природата и местните общности, се прилагат набор от инженерни, екологични и управленски решения.

Екологични мерки и опазване на биоразнообразието

Изграждане на рибни проходи: Съоръжения като рибни стълби или байпасни канали позволяват на мигриращите видове риби да преодолеят язовирната стена и да стигнат до местата си за размножаване.

Осигуряване на екологичен отток: Поддържането на постоянен минимален воден отток в реката след язовирната стена е критично за оцеляването на речната екосистема и крайречните местообитания.

Контрол на седиментите: Използват се технологии за периодично изпускане на наносите (наноси, пясък), за да се предотврати тяхното натрупване в язовира и ерозията на речното корито след него.

Социални стратегии и защита на населението

Справедливо обезщетение и релокация: Засегнатите от завиряването местни общности трябва да получат справедливи пазарни компенсации и адекватна помощ за преместване.

Ранно предупреждение и евакуация: Инсталирането на автоматизирани системи за оповестяване е задължително за защита на населението надолу по течението при аварии.

Превенция на климатичните изменения и емисиите

Управление на биомасата: Почистване на терена от дървесна растителност преди завиряването на язовира. Това драстично намалява гниенето във водата и последващите емисии на метан и въглероден диоксид (основни парникови газове).

Каскадно управление: Оптимизиране на работата на язовирите в речни каскади, за да се намали температурния шок на водата, изпускана в реките, и да се подобри качеството ѝ. Координираното управление на язовирните системи, разположени в речните каскади, позволява регулиране на топлинния режим на изпусканите водни маси. Чрез контролирано трансфериране на води между отделните стъпала на каскадата се предотвратява термичният шок в речното легло, предизвикан от изпускането на студени дънни води. Същевременно този подход стимулира процесите на естествена аерация и самопречистване, което води до съществено подобряване на физико-химичните показатели и екологичното качество на водите.

Нормативни и оперативни механизми

Оценки за въздействие върху околната среда (ОВОС): Законодателството в Европейски съюз (ЕС) изисква строги оценки и обществени консултации преди одобряването на всеки хидротехнически проект, за да се избегнат необратими щети.

Строг технически контрол: Периодичните проверки за изправността на язовирните стени и съоръженията гарантират безопасността на инфраструктурата срещу преливане и разрушаване.

В заключение може да се направи изводът, че вредите и ползите от язовирното строителство се определят чрез неговото въздействие върху човека и околната среда в резултат от изграждането на съоръжения като язовирните стени. Това въздействие може да се оцени в няколко ключови аспекта:

- **На първо място:** Ползите за хората, произтичащи от язовирите като резервоари за съхранение на вода, необходима за питейно-битови нужди, напояване в селското стопанство и производството на електрическа енергия.
- **На второ място:** Ролята на язовирите като регулатори в борбата с наводненията, което е основен приоритет както за безопасността на населението, така и за опазването на околната среда.
- **На трето място:** Позитивното влияние върху геоложката структура в речните басейни чрез ограничаване и понижаване на ерозионните процеси в речното легло.

- **На четвърто място:** Регулирането на водния отток и нивата на водите в речните басейни, което е водеща цел към устойчивото управление на водните ресурси.

Същевременно всички тези ползи са съпътствани от редица негативни въздействия върху човешката среда, сред които принудително преселване на хора и загуба на археологически и културни ценности под водите на язовирите.

Как възниква строителството на язовири и през какви процеси преминава то ще стане ясно от историческите факти изложени в следващата глава.

III. ИСТОРИЧЕСКО РАЗВИТИЕ НА ЯЗОВИРНОТО СТРОИТЕЛСТВО

В ТРЕТА ГЛАВА е проследена историята на язовирното строителство в България, за да се подчертае, че експлоатационният цикъл на голяма част от тези съоръжения вече навлиза в критична фаза на амортизация. Обърнато е специално внимание на отговорността към наследената от миналия век хидротехническа инфраструктура, проектирана и изградена често при силно ограничени ресурси, но с фундаментална цел – осигуряване на дългосрочна водна сигурност в контекста на климатичните изменения. Историческият преглед доказва стратегическата роля на това строителство, но и поставя на преден план проблема със *„стареенето“* на съоръженията и предизвикателството за предаване на съществуващия язовирен фонд в безопасно състояние на следващите поколения. Доказаната във времето стойност на тези съоръжения налага своевременно преминаване към съвременни методи за управление и въвеждане на иновативни подходи за подобряване на тяхното техническо състояние.

ИСТОРИЧЕСКИ КОНТЕКСТ НА ХИДРОТЕХНИЧЕСКОТО СТРОИТЕЛСТВО:

- *Начало през Средновековието (XIII в.):* Първите *„земно-насипни водопроводни прегради“* са изградени на р. Палакария (Самоковско) за промиване на желязна руда. През XIV–XV в. започва строеж на напоителни канали за оризища и градини по реките Марица, Струма и Искър. [14][15]
- *Периодът на Османското владичество:* Строителството продължава по по-примитивен начин, изграждани са малки язовири в Добруджа и напоителни канали в Пловдивско/Пазарджишко. [17]
- *След Освобождението:* През 1920 г. правителството на Александър Стамболийски създава първия в Европа *„Закон за водните синдикати“,* който ангажира държавата да финансира язовири и канали и поставя началото на *„масовата електрификация на селата“.* [15]
- *Преди Втората световна война:* Въведени в експлоатация са язовирите „Златна Панега“ (1938 г. – за промишлени нужди) и „Бели Искър“ (започнат 1939 г., завършен 1946 г. – за водоснабдяване на София). [18]

БУМЪТ В СТРОИТЕЛСТВОТО СЛЕД 1944 Г.

- *Политическа и стопанска трансформация:* След 9 септември 1944 г. се установява комунистически режим, който оставил трайна следа в хидротехническото строителство у нас. *[17]* По съветски модел се предприема мащабна индустриализация и инфраструктурно строителство с подкрепата на СССР.
- *Колективизация (ТКЗС):* До 1958 г. около 90% от земята е окрупнена в ТКЗС. Това дава мощен тласък на изграждането на мелиоративни съоръжения (напоителни системи). *[23]*
- *Мащабни резултати:* Между 1954 г. и 1966 г. са изградени 35 големи земно-насипни язовира, а поливните площи в страната нарастват драстично – от 300 km^2 до 6 000 km^2 . Строителството на язовири превежда България от предимно аграрна държава към индустриална нация. [18] [22]

- *Комплексно предназначение:* Изградените каскади (като „Белмекен-Сестримо-Чаира“, „Баташки водносилов път“, „Доспат-Въча“) и хидровъзли имат комплексна роля: електроенергия, напояване, водоснабдяване, защита от наводнения, риболов и спорт.

Специфика и значение на малките язовири

- *Роля в земеделието***:** Малките язовири улавят повърхностния отток през зима и пролетта, задържат водите във водохранилищата си и ги изпускат по време на системните летни засушавания.

- *Защитна функция:* Те регулират речния отток, контролират повърхностните води и се оказват най-ефективното средство срещу опустошителни наводнения (предизвикани и от обезлесяването на водосборните райони в миналото).

Организация и еволюция на строителния процес:

- *Строителство като „общонародно дело“:* В началото (50-те години) изграждането се извършва изцяло на ръка или с животинска тяга (с колички, вагонетки и добитък) от самите кооператори. Пример: ТКЗС-то на с. Генерал Николаево изгражда 11 язовира между 1952 и 1958 г., пренасяйки 248 000 m^3 пръст без машини. [16][17]

- *Механизация:* Първите малки язовири у нас са изграждани при тежки условия, с лишения, с *„примитивни средства“, „на ръка“* и с *„животинска тяга“* (напр. с. Брезово).На по-късен етап живата сила е напълно заменена от строителни машини и процесът се механизира.

- *Проектиране и наука:* Ключова роля за този подем имат организации като *„Енергопроект“* и *„Водпроект“,* както и научните екипи от БАН и ВИАС (чрез хидравлични модели в лабораториите). [17]

Проблеми и предизвикателства

- *Липса на съгласуваност в проектирането:* Поради конфликти между стопанските организации понякога са вземани нецелесъобразни решения. Водите от водохранилищата им достигали помпажно напоителното поле, вместо да бъдат използвани гравитачно, оставяйки близките земи без напояване. [19]

- *Липсата на задълбочено проучване:* При проектирането и строителството на облекчителните съоръжения и избора на приблизителни методи за хидравлично оразмеряване довеждали до извършване на допълнителни конструктивни подобрения. Построяването на малки язовири се случвало съвсем първобитно, без каквито и да било строителни принципи, поради което често язовирните им стени били разрушавани вследствие от преливането на високи води

- *Използвани методи при подготовка на основата:*

- *Почистване на речното легло***:** Строителството винаги е започвало с трасиране на основните репери и пълно отстраняване на

растителността и неподходящия почвен слой. Целта е била да се осигури здрава връзка между естествения терен и новия насип.

- *Изграждане на „зъб“ (траншея):* Прокопавала се е дълбока траншея по цялото протежение на основата, докато се достигне до водоупора (напълно непропусклив скален или почвен слой). След това траншеята се е запълвала с добре трамбована водоплътна глина. Поради липса на техника в ранните години, този процес се е извършвал изцяло на ръка, което често е било предпоставка за дефекти при лошо изпълнение. [14]

- *Изграждане и контрол на земния насип:*

- *Определяне на характеристиките на почвата:* Тъй като над 90% от малките язовири са изградени от еднородни глинести и суглинести почви, е било критично да се следи тяхната плътност. При липса на лабораторни данни са използвани полеви методи:

- *Методът с иглата на Проктор:* Ръчен уред с динамометър, пружина и игла, чрез който се измерва съпротивлението на почвата при потъване в килограми, за да се отчете нейната плътност. [22]

- *Технология на „пробния насип“:* Преди масовото полагане на пръст са се провеждали опити върху тестов участък. Чрез тях се е определял точният брой преминавания, които уплътняващата машина (валяк) трябва да направи, за да постигне обемно тегло на насипа, еднакво с това в кариерата. [21]

- *Водоплътно ядро:* Тъй като насипният материал често бил водопропусклив, в средата на тялото на язовирната стена се е оформяло ядро от чиста глина, което да задържа водата, действайки на принципа на бетонните гравитачни стени.

СТРОИТЕЛСТВО НА ОСНОВЕН ИЗПУСКАТЕЛ И ВОДОВЗЕМНИ СЪОРЪЖЕНИЯ

- *Отвеждане на водите по време на строителство***:** За разлика от големите язовири, където са се изграждали скъпи временни отбиващи съоръжения, при малките язовири речният отток по време на самия строеж се е отвеждал директно през основния изпускател. Той е полаган в изкоп на дъното на речната долина преди изграждането на насипа над него.

- *Конструкция и материали:* Тръбопроводите на малките язовири масово са изпълнявани от етернитови тръби (по-рядко железни или стоманобетонни), вкопани дълбоко в терена, за да не се затиснат и счупят от валяците.

- *Управление на водите:* Първите язовири са проектирани с високи входни *„водоземни кули–колони“* със спирателен кран вътре в чашата на язовира, достъпни по пешеходен мост (пасарелка). Шахтите са имали *„дамбалкени“* (греди) за цялостно изпразване и почистване от наноси. По-късно, с цел икономия, в Южна България се налага практиката основният изпускател и водовземното съоръжение да се обединяват, а спирателните кранове да се изнасят в *„шибърни шахти“* по сухия (външния) откос на язовирната стена. [21]

- *Метод за уплътняване около тръбите:* Тъй като контактната зона между тръбата (етернит/желязо) и насипа е най-слабото място за поява на

опасна филтрация, най-сигурният метод е бил старателното трамбоване на ръка непосредствено около тръбопровода. [22]

МЕТОДИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА ЯЗОВИРНАТА СТЕНА СРЕЩУ ФИЛТРАЦИЯ

- *Изграждане на дренажни устройства:* За да се улесни преминаването на дренажните води и да се понижи нивото на т.нар. *„депресионна крива“* (нивото на филтриращата вода в язовирната стена) и да се предотврати избиването на вода по сухия откос, са прилагани следните методи:

  - *Каменни призми:* Изграждане на пропусклива подпора от камъни в петата на въздушния откос (приложена при над 80% от малките язовири). [22]
  - *Хумусни призми:* По-евтина алтернатива на каменните призми.
  - *Биологичен дренаж (засаждане на дървета):* Метод, при който на 1.0 метър от стъпката на сухия откос се засаждат влаголюбиви дървета с дълбока коренова система (червена върба или черна топола). Тяхното силно транспириращо действие изсушава насипа, а корените укрепват механично почвения скелет срещу разрушаване. [19]

Извод: Практиката в хидротехническото строителство показва прехода от първоначални грешки към намирането на ефективни решения за дългосрочна поддръжка, укрепване и безопасност на малките язовири.

ОСНОВНИТЕ АКЦЕНТИ ПРИ УКРЕПВАНЕ НА ОТКОСИТЕ НА ЯЗОВИРНАТА СТЕНА:

Въвеждат се три основни метода на защита на *воден откос* в зависимост от височината на вълната:

- *Каменна броня (заскалявка):* Изпълнявала се от здрави скални материали от билото на язовирната стена до под нивото на „мъртвия обем“ в язовира. Под каменната броня задължително се полага филтър от песъчливи почви (с дебелина 1.10 m до 2.0 m), чиято основна функция е да предпазва земния насип под него от замръзване. Устойчивостта на бронята зависи от тежестта на отделният камък, дебелината на облицовката, ъгълът на откосната повърхнина спрямо хоризонта, устойчивостта на филтрационния пласт под облицовката.[14]
- *Плет от фашина (снопи от храсти):* Прилага се при средни вълнения (около 30 cm), като плетовете се запълват с хумус. [16]
- *Биологично укрепване (слама, вършини и шавар):* Приложимо при слаби вълнения (до 20 cm). Използва се полагане на слама (10 cm пласт), прикрепена с клонки (вършини) чрез дървени колове. Изключително успешен се оказва опитът в Пазарджишко (с. Априлци) чрез засяване на шавар и кошничарска върба – растението развива дълбоки корени, а листата му образуват гъста *„рогозка“,* предпазваща откоса от отмиване. [20]

Понякога предвидената в проекта на малкия язовир облицовка не се изпълнявала. Това били случаите, в които инженерите при строителството на

язовирната стена приемали за *„незначително“* вълнението на водата в язовира. С времето практиката показала, че насипът не можел да противодейства на вълнението на водата в язовира. Всички земно-насипни язовирни стени, които били оставени без облицовка по воден откос, получили деформации по насипа за сравнително кратък период на експлоатация.

Въздушният откос при земно-насипните язовирни стени също е изложен на непрекъснато въздействие от атмосферните води и силни ветрове, които с времето причинявали локални изравяния или частично обрушване на профила. Затова се въвеждат следните инженерни мерки:

- *Затревяване и чимове:* Полага се хумусен слой (20 cm) и се засява трева или се редят готови чимове, които дават моментална защита, докато засятата трева изисква време за израстване. [22]
- *Посаждане на дървета в петата:* Засаждат се акация, върба и най-вече тополи, които изсмукват филтриращата вода и предотвратяват заблатяването на основата на стената.
- *Берми:* На всеки 8.0 m до 12.0 m височина по откоса се изграждат „берми“ с отводнителни канавки за контролиране на повърхностния отток. [21]

ЕКСПЛОАТАЦИЯ, КОНТРОЛ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДНИТЕ НИВА

- *Техническите кадри на ТКЗС* носят пряка отговорност за ежедневната поддръжка, измерванията и текущите ремонти. Управителният съвет на ТКЗС съхранява цялата техническа документация и проекти за малките язовири. [20]
- *Паспорт на съоръжението:* В него се вписват данни за първоначалните коти и основните репери. След изграждането започва интензивно следене за хоризонтални и вертикални деформации (слягане).
- *Честота на измерванията:* През първите две години измерванията се правят на всеки два месеца, а след третата година – на всеки шест месеца до пълното затихване процесите на консолидация (слягането) на насипа на язовирна стена. При констатиране на разлика във височините на основни точки на короната на язовирна стена, се извършва насипване на инертен материал на ръка по цялата дължина на короната, а за укрепването от двете й страни при откосите се засажда жив плет от фиданки. [20]
- *Държавният орган „Водно стопанство“* към окръжните съвети провежда периодични технически прегледи, упражнява контрол над експлоатацията и дава задължителни предписания за ремонтни дейности.
- *Контрол чрез преливник или рейка:* Нормалното работно водно ниво (Кота НВН) се поддържа автоматично чрез преливника. При язовири без преливник се поставя *„градуирана скала“* т.нар. рейка и при повишаване на нивото над *„кота нормално водно ниво“,* се пристъпва към контролирано изпускане на води от язовира чрез отваря спирателният кран на основния изпускател. [22]

- *Опасност при бързо източване:* Изпускането на водата от водохранилището трябва да става контролирано и плавно. Твърде бързото понижаване на водното ниво предизвиква свличане на земни маси от откоси и бреговете на речната долина (причина за тежки аварии в селата П. Славейково и Раднево).

- *Контрол на Твърдия отток (наноси):* Тъй като малките язовири се пълнят от дъждовни води, оттичащи се от обработваеми и обезлесени площи, те бързо се запълват с наноси и тлакове. Данни от извършени измерванията между 1954 г. и 1958 г. показват, че за един сравнително кратък период се наблюдава бързо запълване на полезния обем на водохранилищата на малките язовири. За да се достигне проектният експлоатационен срок от 50 години, се изисква:

  - редовно почистване на утайките чрез отваряне на основния изпускател (дамбалкените) по време на принудително изпразване.
  - мащабно залесяване на целия водосборен басейн на реката, за да се спре ерозията и преносът на земни маси към язовира.

Проблеми и рискове пред язовирния фонд в България

Техническо несъответствие: Начинът на изграждане на старите язовири не отговаря на съвременните технически изисквания за сигурност, особено в контекста на глобалните климатични и хидроложки изменения.

Амортизация и дефицит на поддръжка: Повечето язовирни стени са достигнали края на експлоатационния си срок. Наблюдават се необратими процеси на стареене на материалите и дългогодишен дефицит на поддръжка – проблем подробно анализиран от катедра „Хидравлика и хидрология“ към УАСГ- град София.

Опасни прецеденти и липса на регистър:

- В България липсва публичен, единен и актуален регистър за изведените от експлоатация язовири.
- През 2014 г. временно са спрени 78 рискови язовира.
- През 2017 г. Прокуратурата определя 205 язовира с най-висока степен на неизправност, като за 115 е наредено изпразване до кота *„мъртъв обем“.*

Отговорни институции: Техническата безопасност и ремонтите са задължение на собственика/стопанина (напр. „Напоителни системи“ ЕАД), под надзора на ДАМТН, МОСВ и Басейновите дирекции.

Съществуващите язовири са стратегическо наследство, изградено с много труд в периоди на икономически лишения, за да се гарантира водната независимост на страната. Днес в контекста на динамичните климатични изменения, водата се превръща в критично важен ресурс, което изисква от съвременните специалисти да влязат в ролята на отговорни стопани. Отговорността пред наследеното богатство от малки и големи язовири

задължава към по-висока инициативност за подобряване на параметрите им и предаването им на следващите поколения в технически изправен вид.

Глобалните рискове, свързани с остаряването на язовирния фонд

Глобалният риск: Докладът на Организацията на обединените нации ООН (UNU-INWEH)**.** Текстът цитира ключови данни от официалния доклад *„Остарялата водна инфраструктура – нововъзникващ глобален риск“*:

Критична фаза: По-голямата част от регистрираните 58 700 големи язовира в света са строени между 1930 и 1970 г. При проектен живот от 50 до 100 години, те навлизат в опасна фаза на амортизация. *[24]*

Признаци на стареене на глобалната инфраструктура:

- Нарастващ брой аварии и прогресивно увеличаващи се разходи за ремонт;
- Намаляване на полезния обем и увеличаване на мъртвия обем поради интензивно *утаяване на наноси.*

Краят на строителната „революция“: През последните четири десетилетия темпът на изграждане на нови язовири бележи спад. Причината е изчерпването на подходящи географски локации — близо 50% от общия обем на речния отток в света вече е регулиран от язовири. *[25]* Вероятната причина за това може да се обясни с ограниченията, които биват наложени от една страна от икономическия натиск и от друга липсата на практически умения за модернизация на остарелите язовири. Тъй като те стават все по-скъпи за поддръжка и експлоатация като хидротехнически съоръжения за реализиране на водостопанска дейност в световен мащаб. Затова възниква тенденцията за извеждане на *„негодните“* язовири от експлоатация, или с други думи тези загубили своето функционално предназначение и роля в управлението на водните ресурси на планетата.

Световни примери за риск и ликвидация:

- *Язовир „Муллаперияр“ (Индия):* Построен през далечната 1895 г. Ситуиран е в сеизмична зона, има конструктивни дефекти и при авария застрашава 3.5 милиона души, което генерира сериозни политически спорове. [25]
- *Премахване на язовири във Франция (2019 г.):* Ликвидацията на язовирите *„Везин“* (Vézins) и *„Ла Рош ки Боа“* (La Roche-qui-Boit) е най-мащабният проект за премахване на язовирни стени в Европа с цел екологично възстановяване. Този процес е в съответствие с Рамковата директива за водите (РДВ) на Европейския съюз, изискваща постигане на *„добро екологично състояние“* на водните тела най-късно до 2027 г. [24]

Концепция за устойчиво развитие и бъдещи предизвикателства

- *Приемственост между поколенията:* Хидроинженерите днес трябва да преминат от ролята на строители към ролята на отговорни стопани.

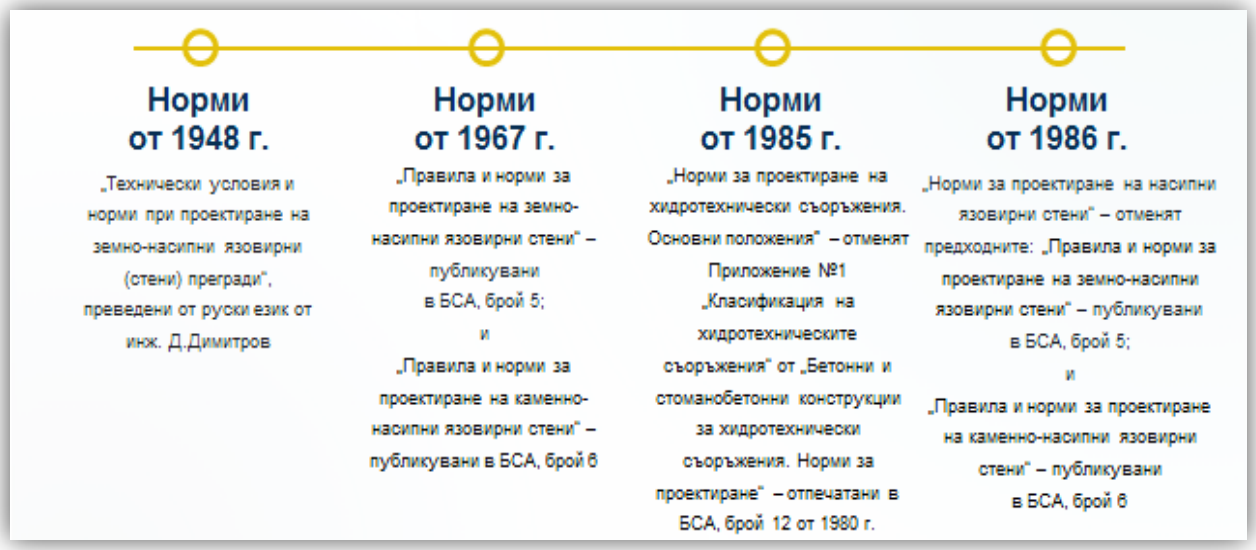
Наследената инфраструктура изисква модернизация, за да се гарантира водната независимост на страната на фона на климатичните промени.

- *Докладът „Брунтланд“ (1987 г.):* Устойчивото развитие на водната инфраструктура изисква задоволяване на настоящите нужди от водни ресурси, без да се компрометира способността на следващите поколения да задоволяват своите.

- *Нова тенденция (Извеждане от експлоатация):* Ликвидацията на амортизирани или функционално загубили своето предназначение язовири е сложен, дълъг и скъп процес (проф. Алън Къри). Съвременната инженерна практика се нуждае от спешно разработване на стандартизирана рамка от протоколи за безопасно премахване и екологично възстановяване на естествената среда.

IV. НОРМИ И НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА НАСИПНИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ В БЪЛГАРИЯ

ЧЕТВЪРТА ГЛАВА представлява ключов етап в дисертационния труд, тъй като в нея се извършва подробен анализ на нормативната рамка. Изследването проследява развитието на нормативните документи в България за период от близо четири десетилетия (от 1948 г. до 1986 г.). Хронологичният преглед започва с първите наредби от 1948 г. и преминава през нормите от 50-те и 60-те години на миналия век – периодът, в който е изградена по-голямата част от малките язовири в страната – за да достигне до съвременните изисквания.



Фиг.IV.1. *Нормативни документи за проектиране на язовирни стени в България*

Изследването на различни литературни източници и нормативни документи в проектирането и строителството на язовирни стени в България предлага възможност да се анализират практиките в изграждането на язовирни стени от земно-насипни материали. В същото време литературния прочит ни връща назад в годините, когато хидротехническото проектиране и строителство в България е започнало своето развитие. В нормативните документи бе отрита подробна информация за проектирането на отделните елементи на язовирната стена, както и за прилежащите съоръженията към нея.

От прочетеното бяха извлечени техническите правила и принципи, които да послужат за целта на научноизследователския анализ, а именно да бъде направено теоретично съпоставяне на условията в проектирането на язовирни стени някога през далечната 1948 год. и изискванията днес в експлоатацията на язовирните стени, построени съгласно тогавашните норми за проектиране (някогашните НП). Основна цел след прочита бе да се проследи съдържанието на отделните нормативни документи и да се установи наличие на настъпили промени по отношение на техническите правила в проектирането на земно-насипни язовирни стени. Начало на теоретичното изследване се поставя с първите норми за проектиране до действащите такива и общовалидни днес в сферата на проектирането, строителството и експлоатацията на язовирни стени в България.

V. АНАЛИЗ НА НОРМАТИВНИТЕ УСЛОВИЯ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА НАСИПНИ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ В БЪЛГАРИЯ

В ПЕТА ГЛАВА се анализират различията в нормите за проектиране – от първите регламенти до действащата в момента нормативна уредба. Направена е подробна съпоставка между проектните условия, при които са изградени съществуващите язовирни стени, и настоящите нормативни изисквания за безопасност. Чрез сравнителен анализ на правилниците, действали в периода от 1948 г. до 1986 г., се проследява динамиката в критериите за сигурност и еволюцията на изчислителните методи. В този контекст подробно са разгледани условията за проектиране на конструктивните елементи на язовирните стени, като специален акцент е поставен върху осигуряването на необходимото *„надвишение“* на короната над най-високото водно ниво като критичен фактор за предотвратяване на преливане през язовирната стена. Наред с това се анализира оразмеряването на облекчителните съоръжения, като се изследват методите за изчисляване на максималните водни количества, които преливниците (и основните изпускатели) трябва да бъдат в състояние да проведат безопасно при високи води. В резултат на анализа се установява, че по-късните нормативни актове постепенно усъвършенстват теоретичните принципи за хидравличните процеси, стъпвайки на натрупания експлоатационен опит от вече изградените съоръжения. Основната цел на този обзор е да изясни критериите, по които са били оразмерявани преливните съоръжения в миналото, и да обоснове научно причините, поради които техният капацитет се оказва недостатъчен спрямо съвременните изисквания за безопасност.

СЪЩНОСТ И ЦЕЛ НА ПРЕВИШЕНИЕТО (НАДВИШЕНИЕТО) НА КОРОНАТА

ПРЕВЕНЦИЯ ОТ АВАРИИ: Височината на короната на язовирната стена над най-високия статически хоризонт наречена *„превишение“* или *„надвишение“* е конструктивен запас за сигурност. Основната му цел е да предотврати преливане на вода и повърхностно размиване на насипа, което може да доведе до пълно разрушаване на язовирната стена. [27, стр.30]

РЕЗЕРВ ПРИ СЛЯГАНЕ НА ЗЕМНО-НАСИПНИЯ МАТЕРИАЛ: Тази височина служи и като резерв за очаквания процес на слягане на земно-/каменно-насипния материал. Важно изискване в нормите от 1948 г. и от 1967 г. е, че в изчисленото превишение срещу преливане не се включва допълнителния запас за слягане на язовирната стена и основата ѝ, той се изчислява отделно чрез методите на земната механика. [29, стр. 7-11]

ЕВОЛЮЦИЯ В ИЗЧИСЛИТЕЛНИТЕ МЕТОДИ И ФОРМУЛИ:

НОРМИ ОТ 1948 Г.: Съгласно § 90 от НП-1948 г. в раздел VI. *„Конструиране на напречния профил на язовирната преграда и отделните ѝ елементи“* - *„превишението“* на короната на *„язовирната преграда“* над най-високия статически воден хоризонт в язовира се изчислява по формулата:

$$\boldsymbol{d = e + h + \delta}$$

където:

- d – *„исканото превишение“* на короната на *„язовирната преграда“;*
- e – големината на възможното повишение на хоризонта на водата при *„язовирната преграда“* над котата на най-високия статически хоризонт, във връзка с повдигането на водата от вятъра;
- h – превишение на вълните от вятъра над нивото на водата в покой;
- δ – величина, въведена за сигурност.

- при Н. В. Н. (нормално водно ниво) в язовира, величината δ приема стойности:
  - 1.00 m за язовирни прегради I клас
  - 0.75 m за язовирни прегради II клас
  - 0.50 m за язовирни прегради III клас
- при К. В. Н. (критично водно ниво) в язовира, величината δ приема стойности:
  - 0.75 m за язовирни прегради I клас
  - 0.60 m за язовирни прегради II клас
  - 0.40 m за язовирни прегради III клас

Норми от 1967 г.: Съгласно условията, изложени в *„Правила и Норми за проектиране на земно-насипни язовирни стени“* от 1967 г. котата на короната на язовирна стена се изчислява за два отделни случая, след което за окончателен се избира по-неблагоприятният от двата случая (по-голямо превишение): [28, стр. 13-14]

1. *Случай 1:* Форсирано статическо водно ниво (НВВН) + средна скорост на вятъра. *(Δh):* $\text{НВВН} + d_{\text{СР}}$
2. *Случай 2:* Нормално статическо водно ниво (НВРВН) + максимална скорост на вятъра. *(Δh):* $\text{НВРВН} + d_{MAX}$

При изчисляване на двата случая по отделно, вълната предизвикана от вятъра се приема с различна обезпеченост съобразно класа на съоръженията, *таблица V.*

Таблица V.1. *Обезпеченост на ветровата вълна при определяне на „превишението“ на короната на язовирната стена.*

Клас на съоръжението	**Обезпеченост в %**	
	$\text{НВВН} + \boldsymbol{d}_{\text{СР}}$	$\text{НВРВН} + \boldsymbol{d_{MAX}}$
I	0.2	0.02
II	0.2	0.02
III	0.5	0.03
IV	0.5	0.05

Необходимото превишение d на короната на язовирната стена над статическото водно ниво в нормите за проектиране на земно-насипни язовирни стени от 1967 год. се пресмята по формулата:

$$d = h_{\Pi} + \Delta h + a,$$

където:

- h_{Π} – височина на пълзенето на вълната по откоса,
- Δh – повдигане на водното ниво от вятъра,
- a – височина на сигурност;

Височината на сигурност a в [m] се избира в зависимост от класа на язовирната стена и условията на експлоатация по *таблица V.2.* от нормите:

Таблица. *Височина на сигурност α според условията на експлоатация и класът на язовирната стена*.V.2.

Условия на експлоатация	**Височината на сигурност α**		
	Клас на язовирната стена		
	I	II	III, IV
Нормални	1,00	0,70	0,50
Извънредни	0,70	0,50	0,40

Норми от 1985 г.: Ако котата на короната на язовирната стената съгласно *„Нормите за проектиране на насипните стени“* от 1985 год. се определя от *„надвишението“* h, прибавено към изчислителното водно ниво в язовира по формулата:

$$h = \Delta h + h_{\Pi} + a$$

където:

- Δh - подуване на водното ниво в язовира. Изчислява се при разгон на вятъра, равен и по-голям от 5 km
- h_{Π} - пълзене на ветровата вълна по откоса на язовирната стена
- a – запас.

То пълзенето на вълната и запаса се определят за два изчислителни случая в зависимост от класа на язовирната стена, обезпеченостите на водните нива и вятъра съгласно *таблица .* За кота на короната на язовирната стена се определя най-високата кота, получена по двата случая за определяне на *„надвишението“* h на язовирната стена. Елементите на вълната от вятър, както и пълзенето на вълната се определят по съветския правилник за вълнови и

ледови натоварвания - СН и П 2.06.04-82 до издаване на български норми. [30, стр. 6-7]

Таблица V.3. *Определяне пълзенето на ветровата вълна според класа на язовирната стена*

Клас на язовирната стената	1 случай НВРВН*		2 случай НВВН**		
	Обезп. на вятъра %	Запас [m]	Обезпеч. за НВВН %	Обезпеч. на вятъра%	Запас [m]
I	2	0.8	0.01	50	0.5
II	2	0.5	0.1	50	0.3
III	3	0.5	0.5	50	0.3
IV	5	0.5	1.0	50	0.3

.**Забележка:**

- **НВРВН *** - Най-високо работно водно ниво е кота ръб преливник или на затворните органи
- **НВВН **** - Най-високо водно ниво в язовира е при пропускане на максималното оразмерително количество при дадената обезпеченост

В ръководство за проектиране по водно строителство, издадено през 1989 год.: Котата на короната на язовирната стена приема за окончателна тази стойност, определена за по-неблагоприятния от следните два случая:

1) При кота най-високо водно ниво (НВВН) в язовира и средномногогодишна максимална скорост на вятъра с обезпеченост 50% за съоръжения I и II клас;
2) При кота най-високо работно водно ниво (НВРВН) в язовира и максимална оразмерителна скорост на вятъра с обезпеченост 2% за съоръжения I и II клас. [31, стр. 98]

$$d = \Delta h + h_{\text{П}} + h_{\text{зап}}$$

където:

- Δh - е подуване на водното ниво в язовира;
- $h_{\text{П}}$ – пълзене на ветровата вълна по откоса на язовирната стена;
- $h_{\text{зап}}$– запас;

Детайлизира се изчисляването на пълзенето на вълната $h_{\text{П}}$ чрез въвеждане на коефициенти за грапавина ($K_{\text{г}}$ и водопропускливост ($K_{\text{п}}$) на предпазния пласт на откоса (бетонни плочи, баластра, ломен камък и др.).

СПЕЦИФИЧНИ КОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ ИЗИСКВАНИЯ:

При изготвяне на проекта се разработва и вариант с водоплътен и устойчив парапет, чиято височина се добавя в *„надвишението“* при окончателното определяне на котата на короната на язовирната стена.[30, стр. 7] В нормативните документи от 1985 год. се казва, че независимо от класа на язовирната стена без изключение във всички случаи котата на короната на язовирната стена не може да се проектира по-ниско от НВВН или следва да приема стойности най-малко 30 cm над НВРВН.

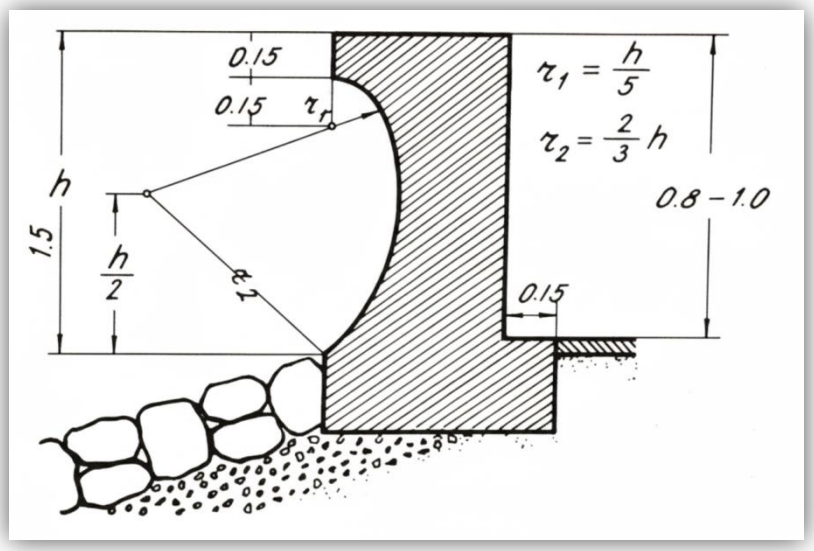
Изключение от горе описаното условие са язовирни стени с височина над 100 m, проектирани в земетръсни райони от VII до IX степен по скалата на Рихтер. При определяне на котата на короната на язовирната стена *„надвишението“* h се избира да бъде равно на пълзенето на вълна, предизвикана от земетръс при НВРВН, същото приема следните стойности:[32]

- земетръс при VII степен: 1.20 m,
- земетръс при VIII степен: 2.00 m,
- земетръс при IX степен: 2.70 m;

ОЦЕНКА НА РИСКА: Когато преливането през короната на язовирната стена би предизвикало авария с човешки жертви, към стойности за получаване на необходимото превишение се добавя допълнителен запас не по-малко от 50 cm съгласно класа на съоръжението, определящ се от застрашените обекти в заливаемата зона на водохранилището. [29, стр. 7-8]

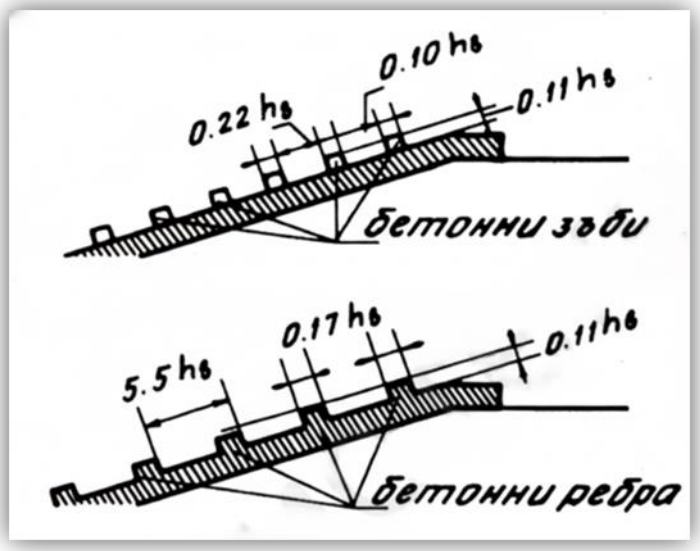
Минималната стойност на надвишението на короната на язовирната стена съгласно указанията в нормите следва да бъде най-малко 50 см над котата на преливника. [29,стр. 7-8] При изчисляване котата на короната на язовирната стена в стойността на полученото *„превишение“* не се включва *„превишението за слягане“* на язовирната стена и основата й.

МАСИВЕН ПАРАПЕТ: Изграждането на здрав, водонепропусклив парапет на короната (като продължение на диафрагмата), както е показано на фиг. позволява съществено намаляване на общата височина на язовирната стена. В този случай короната се проектира най-малко 30 cm над НВРВН, или се приема равна на НВВН, но не по-ниско от тази кота с оглед пропускане на максимални водни количества. [31, стр. 98]



Фиг.V.1. Масивен парапет и бетонни зъби/ ребра [31]

БЕТОННИ ЗЪБИ ИЛИ РЕБРА: Височината на пълзене на вълната по водния откос (а оттам и необходимата височина на язовирната стена) може да се намали чрез оформяне на откоса с бетонни зъби или ребра, както е показано на *фиг.V.2.* [118, стр. 99]



Фиг.V.2 Оформяне на воден откос на язовирна стена с бетонни зъби или ребра [31]

Основни изводи:

През годините на проектиране и строителство на земно - насипни язовирни стени идеята за превантивност при определяне котата на короната на язовирната стена се развива с оглед изследване на всички коефициенти и величини, които се въвеждат с цел безопасност и сигурност.

Съпоставяйки начинът, по който е представено *„превишаването“* на короната на язовирната стена над най-високия статически хоризонт във водохранилището в нормативните документи от 1948 год. с издадените през 1985 год. се откриват различия в техническите показатели, заложени при проектирането на язовирни стени.

Става ясно, че следващите публикувани след 1948 год. норми, обобщават проектните условия на база вече изградени хидротехнически съоръжения, в тях се моделират и усъвършенстват теоретични принципи, имащи отношение към хидравличните и хидроложки процеси в района на проектираната и построена язовирна стена, както и прилежащите към нея съоръжения.

В обобщение:

Наблюдава се: Прогрес на превантивността: Методологията за определяне на котата на короната преминава от по-прости емпирични формули (1948 г.) към по-сложно математическо моделиране на хидравличните, ветровите и вълновите процеси (1985–1989 г.).

Интегриране на практически опит: Нормативните актове, публикувани след 1948 г., стъпват върху реални данни от експлоатацията на вече изградени хидротехнически съоръжения, което позволява прецизиране на коефициентите за сигурност и отчитане на фактори като грапавина на откоса, сеизмичност и вълни от земетресения.

УСЛОВИЯ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА ОБЛЕКЧИТЕЛНИ СЪОРЪЖЕНИЯ

СЪЩНОСТ И ЗНАЧЕНИЕ НА ОБЛЕКЧИТЕЛНИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ

- *Два основни типа:* Облекчителните съоръжения се делят на *водопреливни* (преливници – за пропускане на излишни високи води) и *водоизпускателни* (основни изпускатели – за частично или пълно изпразване при ремонт или авария). Проектираните към язовирните стени - преливници и основни изпускатели имат за цел, да пропускат максимални количества вода от язовира съгласно изчислените в проекта за провеждане от облекчителните съоръжения водни количества.
- *Рискове при оразмеряването: Занижаването на изчислителното максимално водно количество* създава риск от преливане през короната и разрушаване на язовирната стената. *Завишаването на изчислителното максимално водно количество* води до преоразмеряване на съоръженията и излишно оскъпяване на целия хидровъзел. [33, стр. 86]

Максималните водни количества се определят въз основа на хидроложки проучвания на водосборната област. Затова още в процеса на проектиране на бъдещия язовир е от значение, да бъде установен режима на водното течение в реката преди стартиране на строителните работи. Това от друга страна поставя и въпроса за определяне на максималните водни количества, които ще бъдат пропускани по време на строителния период.

УСЛОВИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДИТЕ ПО ВРЕМЕ НА СТРОИТЕЛСТВО

Обвързаност на плановете: Сроковете за изграждане на преливниците и изпускателите трябва да са синхронизирани с генералния план за маневриране на строителните води.

Методи за отбиване на водите (Норми от 1948 г.):

- *При малки реки:* Водите се отвеждат в обход чрез отбивни тунели или корита.
- *При широки речни участъци:* Изграждане на стената на етапи (в свободната част на терасата) или чрез преграждане на руслото с отбивен яз.
- *Чрез акумулиране:* Задържане и подприщване на водите в горната част над строителната площадка.
- *Приоритетен метод:* За основополагащ се приема методът за изграждане *„на сухо“,* но се допуска и насипване *„в течащо състояние“* с цел спазване на графиците. [27, стр. 17]

Независимо от избора на строителство, в случая е от значение, да бъдат изчислените предварително максималните водни количества в реката, които имат отношение към механизацията на работния процес при изпълнение на строителните работи.

Хидроложки проучвания и дефиниране на водния отток:

- *Фокус на проучванията:* Изследват се колебанията на водните количества и нива, зимният/летният режим и твърдият отток (наносите).
- *Естествен срещу трансформиран режим: „Естественият режим“* на речното течение се определя по исторически хидроложки данни, докато *„трансформиращият режим“* се установява при отчитане влиянието на човешката дейност в басейна на реката чрез хидравлични изчисления. [27, стр. 16стр.]

ЕВОЛЮЦИЯ НА НОРМАТИВНАТА УРЕДБА И ТЕРМИНОЛОГИЯТА:

- *Промяна в термините:* В нормите от 1948 г. се използва понятието *„трайност“* (нормална и форсирана), докато в по-късните документи се преминава към термина *„обезпеченост“* (в проценти). [27, стр. 16]
- *Хронологични пропуски и допълнения:*

В НП - 1948 г.: Въвеждат се два случая за изчисляване на максималната *„пропускна способност“* на *„водопреливното“* съоръжение (със или без повишение на нивата над нормалния подпрен хоризонт):

- *Първи случай:* Когато е предвидено *„повишение на хоризонтите на водата“* в язовира над котата на неговия *„нормален подпрен хоризонт“*, с други думи над кота преливен ръб (НВРВН), при който случай максималната *„пропускна способност“* на преливното съоръжение се установява, при отчитане на:
  - *„акумулиращото действие“* на водохранилището,
  - характера на *„нарастването“,*

- големината и възможната продължителност на *„наводнението или пълноводието“* при условия на приетата за тях съгласно § 30 от нормите „нормална трайност“ [27, стр. 16-19]

- *Втори случай:* Когато не е предвидено *„повишение на хоризонта на водата“* в язовира по - високо от котата на неговия „*нормален подпрен хоризонт“,* при този случай *„изчислената максимална пропускна способност“* на преливното съоръжение се определя от големината на *„изчисления максимален приток“* във водохранилището на язовира, количествено определен съгласно нормите. [27, стр. 19]

Пресмятането на *„максималната пропускна способност“* на преливните съоръжения може да се изчисли по способа *на Д. И. Кочерин*, в случай, че бъдат взети под внимание *„акумулиращото действие“* на водохранилището, големината и възможната продължителност на *„наводнението или пълноводието“.* [27, стр. 19]

Максималните водни количества, за които се извършва оразмеряването на облекчителните съоръжения, се определят при различна обезпеченост. [33, стр. 86] Обезпечеността P в % на максималните водни количества при оразмеряване на преливници и основни изпускатели на язовирни стени приема стойности, дадени в *таблица V.4.*

Таблица. V.4. *Обезпеченост на максималните водни количества при оразмеряване на облекчителните съоръжения на язовирните стени според класа на съоръжението [33, стр. 86]*

КЛАС НА СЪОРЪЖЕНИЕТО	**ОБЕЗПЕЧЕНОСТ *P* в %**	
	ПРИ НОРМАЛНИ УСЛОВИЯ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ	**ПРИ ИЗВЪНРЕДНИ УСЛОВИЯ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ**
I	**0,1**	**0,01**
II	**1,0**	**0,1**
III	**2,0**	**0,5**
IV	**5,0**	**1,0**
V	**10,0**	**3,0**

В НП - 1967 г.: Въпросът с изчислителното максимално водно количество липсва в детайли; дадените стойности за обезпеченост (от I до IV клас) касаят единствено преливниците. Липсват данни за V клас съоръжения.

Таблица V.5. *Обезпеченост на максималните водни количества при оразмеряване на преливните съоръжения според класа на язовирната стена [28, стр. 43]*

УСЛОВИЯ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ	**КЛАС НА ЯЗОВИРНАТА СТЕНА**			
	I	II	III	IV
	ОБЕЗПЕЧЕНОСТ В %			
НОРМАЛНИ	0,1	1,0	2,0	5
ИЗВЪНРЕДНИ	0,01	0,1	0,5	1

В НП – ХТС – 1985 г. : Въвеждат се подробни разяснения, общовалидни за хидротехнически съоръжения. Стойностите в нормите от 1985 г. съответстват на извънредни условия на експлоатация. В нормите е отразено, че *„изчислителната обезпеченост“* на максималните водни количества за определяне на водните нива и оразмеряване на преливните и изпускателните съоръжения, при отчитане на *„ретензията“* във водохранилището, се приема в зависимост от класа на съоръжението съгласно данните в *таблица* [34, стр. 23] Отделно са представени данни относно *„изчислителната обезпеченост*“ на водовземните съоръжения към язовирната стена.

Таблица V.6. *Изчислителна обезпеченост на водните количества според класа на съоръжението*

КЛАС НА СЪОРЪЖЕНИЕТО	**I**	**II**	**III**	**IV**
ОБЕЗПЕЧЕНОСТ НА ВОДНИТЕ КОЛИЧЕСТВА, P %	**0,01**	**0,1**	**0,5**	**1,0**

В нормите е отразено, че *„изчислителната обезпеченост“* на максималните водни количества за определяне на водните нива и оразмеряване на преливните и изпускателните съоръжения, при отчитане на *„ретензията“* във водохранилището, се приема в зависимост от класа на съоръжението съгласно данните в *таблица.*

Извод: Във връзка с изложената до тук информация относно максималните водни количества, за които се оразмеряват облекчителните съоръжения на язовирните стени става ясно, че в публикуваните нормативни документи и други източници, които касаят проектирането на облекчителни съоръжения, се наблюдават технически изменения в условията за проектиране и определяне на характерни за съоръженията технически условия.

Например в НП - 1948 год. се казва, че големината на *„изчислените максимални водни количества“* в реката се определя от условието за тяхната *„трайност“,* изразена в проценти и тази величина може да бъде *„нормална“* и *„форсирана“,* докато в следващите нормативни документи се казва, че максималните водни количества, за които се извършва оразмеряването на облекчителните съоръжения, се определят при различна *„обезпеченост“* в проценти при нормални и извънредни условия на експлоатация на съоръженията.

В обобщение на горното*:* Проектните условия се променят през годините на развитие на хидротехническото строителство. Установява се, че в някои от нормите данните за оразмеряване на облекчителните съоръжения са общовалидни за – преливници и основни изпускатели, а в други норми например издадените през 1967 година, стойностите на обезпеченостите важат единствено за преливните съоръжения. Вероятно това се дължи на

хидроложката информация и характеристики на водосборната област на проучваните и проектирани язовири, в периода, за който са били валидни тези нормативни документи.

Еволюция на техническите изисквания (1948 – 1985 г.)

Норми от 1948 г.

- *Задължителност:* Изграждането на преливник и изпускател е *„правило“.* Липсата им трябва да бъде технически обоснована. [27, стр. 15]
- *Типове преливници:* Разграничават се *„свободен“, „щитов“* (сифонен) и *„комбиниран“* тип в зависимост от капацитета им и контрола върху водното ниво. [27, стр. 19-20]
- *Разположение:* Препоръчва се изпускателите да обхождат язовирната стена (тунелно), вместо да минават през основата ѝ, за по-голяма сигурност.

Норми от 1967 г.

- *Хидравлично оразмеряване:* Въвеждат се задължителни моделни изследвания за язовирни стени от I и II клас. [28, стр. 42]
- *Конструктивни решения:* Детайлно са описани *„открити“, „закрити“ (тунелни)* и *„траншейни“* преливници. [28, стр. 43]
- *Материали:* Появяват се специфични изисквания за стоманена облицовка (панцеровка) при изпълнение на основен изпускател в зависимост от диаметъра и налягането.
- *Входни съоръжения:* проектират се като водовземни кули с цел вземане на вода от различни хоризонти на язовира за напояване или за питейно и промишлено водоснабдяване. [28, стр. 41]

Норми от 1985 г.

- *Интеграция:* Допуска се обединяване на преливник, изпускател и водовземане в обща конструкция.
- *Защита и устойчивост:* Фокус върху явлението кавитация и използването на високоякостни материали за облицовката на преливния тракт.
- *Експлоатационна безопасност:* Изисквания за минимална загуба на напор, защита срещу засмукване на въздух и осигуряване на *„енергогасители“* (водобой, рисберма) за предпазване на речното корито от размиване.

Ключови конструктивни принципи при основните изпускатели:

- *Местоположение:* Основен принцип е изпускателните съоръжения да се изграждат извън тялото на насипната язовирна стена (в бреговия

скат). Ако са в тялото, трябва да са върху здрава (несвиваема) основа и при взети специални противофилтрационни мерки. [28, стр. 42]

- *Сигурност:* Основните изпускатели трябва да имат два затвора – работен и ремонтен.
- *Поддръжка:* Диаметърът на тръбите при основния изпускател трябва да е над 0.40 m, за да позволява ревизия и ремонт. [28, стр. 42]

Основни изводи

- *Фундаментален извод:* Правилното проектиране на облекчителните съоръжения е критично за сигурността на язовирната стена, тъй като обемът на водохранилището рядко може да поеме целия приток при екстремни ситуации.
- *Динамика в проектирането:* Проектните условия и нормативните изисквания се изменят значително през годините (1948, 1967, 1985 г.), което отразява развитието на хидротехническото строителство и натрупаната хидроложка информация за водосборните области. С времето изискванията преминават от общи дефиниции към строго специфични хидравлични и статистически изчисления, отчитащи сеизмичност, кавитация и геоложки особености.
- *Приоритет на безопасността:* Основната еволюция в нормите е насочена към предотвратяване на преливане през язовирната стена, свързана с изчисляване на котата на короната и максималните водни количества, провеждани през облекчителните съоръжения. Наред с това стои въпросът с техническите изисквания към филтрационната устойчивост на язовирната стена, което е най-честата причина за аварии при земно-насипните язовирни стени.
- *Технико-икономически баланс:* Изборът на тип преливник или изпускател винаги е резултат от баланс между геоложките дадености на терена и очакваните максимални водни количества.
- *Обхват на нормите:* Ако в някои периоди (1967 г.) нормативите за обезпеченост са профилирани само за преливни съоръжения, в други (1985 г.) те се уеднаквяват общо за всички облекчителни съоръжения.
- *Зависимост от класа:* Проектната обезпеченост на водните количества винаги е в пряка зависимост от класа на съоръжението (от I до V клас), като варира спрямо това дали условията на експлоатация са нормални или извънредни.

VI. ОЦЕНКА НА СЪОТВЕТСТВИЕТО НА ИЗГРАДЕНИТЕ ХИДРОТЕХНИЧЕСКИ СЪОРЪЖЕНИЯ С ДЕЙСТВАЩАТА НОРМАТИВНА УРЕДБА

В ШЕСТА ГЛАВА са представени резултатите от практическите анализи на малките язовирни стени, извършени от автора на терен. Данните от мониторинга показват, че значителен процент от съоръженията споделят сходни експлоатационни проблеми. В тази връзка детайлно са систематизирани най-често срещаните повреди по елементите на язовирните стени и облекчителните съоръжения, като са изследвани и конкретните причини за тяхното възникване. Сред основните експлоатационни проблеми се открояват системната липса на поддръжка и неясната собственост и отговорност след ликвидирането на ТКЗС и АПК, което е довело до прогресивно влошаване на техническото състояние на обектите. При направената оценка на сигурността на извадка от 82 малки язовира е установено, че 37,8% от тях са с нарушена технологична сигурност, а при над 37% напълно липсва изграден основен изпускател. Като критичен пример в изследването е разгледано наводнението в гр. Цар Калоян (2007 г.), което служи като пряко доказателство за катастрофалните последствия от преливане през короната на язовирната стена, когато капацитетът на преливните съоръжения е недостатъчен да поеме притока на възникналата висока вълна.

Преливането през короната е най-критичният риск за насипните язовирни стени. Историческият опит показва, че основната заплаха за малките земно-насипни язовири е преливането на вода над земния насип (короната) вследствие на недостатъчен капацитет на преливниците при пълноводие. Тъй като насипните стени не са оразмерени за такова хидравлично натоварване, това води до размиване на насипа и скъсване на язовирната стена, предизвикващо катастрофални последици за населените места надолу по течението.

Климатичните промени изискват спешна преоценка на хидроложкия риск. Настъпилите изменения водят до генериране на екстремни високи води, които значително превишават старите оразмерителни стойности, заложени при проектирането на съоръженията преди 1989 г. Трагичните събития от Цар Калоян (2007 г.), където каскадно се скъсат пет язовира ("Езерче-1 и 2", "Цар Калоян-1, 2 и 3"), доказват, че съществуващите преливници физически не могат да проведат съвременните водни количества.

Хронична липса на поддръжка при малките язовири може да се дефинира като експлоатация на *„закъснителни бомби“.* Малките язовири са хидротехнически съоръжения със скрити рискове, а екплоатацията им е с отложено действие. Случаят с разрушаването на язовир „Иваново“ (2012 г.) в с. Бисер също акцентира върху системния проблем в управлението на малките язовири в страната. Основните причини за авариите са комплексни:

- нефункциониращи или липсващи основни изпускатели, което е предпоставка за невъзможно контролирано изпускане на обема във водохранилищата им,

- обрасли с дървета и храсти преливници и намалена проводимост на речните легла след язовирните стени,
- липса на редовни ремонтно-възстановителни дейности.

Изводът на дисертационния труд е императивен: *„Спешна нужда от техническа модернизация“* - държавата и операторите трябва да преминат към активно преустройство, реконструкция и надграждане на облекчителните съоръжения (преливници и изпускатели) на малките язовирни стени. Нужно е спешна преоценка на хидравличните им параметри, за да се гарантира сигурността на населението съгласно настъпилите климатични изменения.

В рамките на професионалния опит като оператор на малки язовири, и експерт в областта на техническия надзор и контрола на язовирните стени и съоръженията към тях (като част от контролиращия орган ДАМТН), беше проведено подробно проучване на стотици малки язовири на територията на Република България. Преките наблюдения и технически проверки върху техните насипни язовирни стени и съоръженията към тях бяха извършени в периода от 2016 год. до 2025 год. Въз основа на проведеното изследване беше направен комплексен анализ на техническото им състояние съгласно действащата нормативна уредба, резултатите от който са предмет на настоящия дисертационен труд.

МЕТОДОЛОГИЯ И ОБХВАТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО:

- *Мащаб и период:* Проведено е детайлно проучване на 432 броя малки язовири на територията на България за период от 9 години,
- *Експертна база:* Изследването се основава на преки визуални огледи, технически проверки и периодични пробни манипулации, извършени от автора в ролята му на оператор на малки язовири и експерт в ДАМТН.
- *Алтернативен подход:* Поради масовата липса на първоначална проектантска документация (унищожена или изгубена в Прехода), прекият технически инспекционен мониторинг се явява единственият надежден източник на данни за оценка на риска.

КЛАСИФИКАЦИЯ ПО СТЕПЕН НА ПОТЕНЦИАЛНА ОПАСНОСТ:

Съгласно чл. 141б от Закона за водите анализираните 432 броя язовири са определени в съответната степен на потенциална опасност според критериите за класификация:

- Общо 36 броя малки язовири попадат в *„първа висока степен“* на потенциална опасност, или 8 % от анализираните язовири, които отговарят на критериите:
    1. В заливаемата зона на язовира попадат елементи от инфраструктурата, водещи до отрицателни последствия за обществото и човешкото здраве, и стопански такива от първа и втора категория по смисъла на чл. 2 и чл. 4, ал. 5 от Наредба № 1 за номенклатурата за видовете строежи; строежи и обекти,

свързани с националната сигурност и отбраната на страната съгласно чл. 137 от Закона за устройство на територията (ЗУТ), [26]

2. Язовирът е комплексен и значим и попада в списъка с язовири - Приложение № 1 към чл. 13, ал. 1, т. 1 от Закона за водите,
3. Язовирът е *„голям“* по смисъла на чл. 141а, ал. 1 от Закона за водите, [12]
4. Язовирът е *„малък“* по смисъла на чл. 141а, ал. 2 от Закона за водите, който е единствен източник за водоснабдяване на населени места или предприятия с национално или регионално значение, [12]
5. Язовирът попада в райони, за които съществува значителен потенциален риск от наводнения (РЗПРН), или в землище непосредствено над РЗПРН съгласно плана за управление на риска от наводнения (ПУРН), публикуван на интернет страницата на Министерството на околната среда и водите (МОСВ) - Води - Планове за управление - ПУРН - РЗПРН - Съответната БД - Таблица с РЗПРН, [26]
6. Има опасност от заливане на IPPC и SEVESO предприятия и други предприятия с комплексни разрешителни съгласно публичен регистър на страницата на МОСВ - Превантивна дейност – регистър,
7. Съществува опасност от това да бъдат засегнати зони, предназначени за питейно-битово водоснабдяване, и на минералните води по чл. 135, ал. 1, т. 6 от Закона за водите. [12]

- Общо 48 броя малки язовири попадат във *„втора значителна степен“* на потенциална опасност или около 11 % от язовирите, на които са извършвани проверки и се класифицират по следните критерии:

1. Язовирът е *„малък“* по смисъла на чл. 141а, ал. 2 от Закона за водите, който е основен източник за водоснабдяване на населени места или предприятия с регионално значение, [12]
2. Има опасност от заливане на елементи от инфраструктурата от втора, трета, четвърта и пета категория по смисъла на чл. 4 (без ал. 5), чл. 6, чл. 8 и чл. 10 (без ал. 5) от Наредба № 1 за номенклатурата на видовете строежи, [26]
3. В заливаемата зона на язовира попадат защитени територии: категории V и VI по чл. 5 от ЗЗТ.

- Приблизително 81 % от язовирите попадат в *„трета ниска степен“* на потенциална опасност, което се равнява на 350 броя малки язовири от общо анализираните, които отговарят на следващите критерии:

1. Язовирът е „малък“ по смисъла на чл. 141а, ал. 2 от Закона за водите, който е допълнителен източник за водоснабдяване на населени места или предприятия с регионално значение или има друго предназначение, [12]
2. Има опасност от заливане на елементи от инфраструктурата от шеста категория по смисъла на чл. 12 от Наредба № 1 за номенклатурата на видовете строежи, [26]
3. В заливаемата зона попадат обекти на недвижимото културно-историческо наследство по чл. 10, ал. 5 от Наредба № 1 за номенклатурата на видовете строежи, има засегнати гори и/или обработваеми селскостопански земи, [26]
4. Язовири, некласифицирани във висока или значителна степен на потенциална опасност, се класифицират в трета ниска степен. [26]

ОЦЕНКА НА СИГУРНОСТТА НА ЯЗОВИРИТЕ С „ВИСОКА“ И „ЗНАЧИТЕЛНА“ СТЕПЕН НА ПОТЕНЦИАЛНА ОПАСНОСТ:

Въз основа на показатели за конструктивна и технологична сигурност, съгласно чл. 45 от *Наредба за условията и реда за осъществяване на техническата и безопасната експлоатация на язовирните стени и на съоръженията към тях и за осъществяване на контрол за техническото им състояние,* в сила от 31.01.2020 г. Приета с ПМС № 12 от 28.02.2020 г. Обн. ДВ. бр.9 от 31 Януари 2020 г., бе извършена оценка на сигурността на класифицираните 82 броя малки язовири в *„първа“* и *„втора“* степен на потенциална опасност от общо 432 броя анализирани язовири, като с оглед на това бе определено и техническото им състояние на база извършени преки наблюдения и визуални огледи на язовирните им стени и периодични пробни манипулации на съоръженията им.

Резултатите от този анализ показват, че значителен процент от съоръженията показват сходни експлоатационни проблеми. Систематизирани са най-често срещаните повреди по елементите на язовирните стените и облекчителните съоръжения, като са изследвани и причините за тяхното възникване:

- 7 броя от язовирите са с деформации и нарушения по насипа или 8,5 % от наблюдаваните язовирите са с нарушени показатели за конструктивна сигурност,
- общо 37,8% от язовирите са с нарушени показатели за технологична сигурност, като 11 броя от язовирите (13,4 %) са с конструктивни нарушения по преливника и 20 броя от язовирите (24,4 %) имат неизправност по елементите на основния изпускател,
- 30 броя от язовирите са без изграден (проектиран) основен изпускател или малко повече от 37 % от язовирите са с нарушени показатели за качество върху околната среда.

Сред основните експлоатационни проблеми и масови конструктивни и технологични дефекти се открояват не само системната липса на поддръжка, но и неясната собственост и отговорност назад във времето след ликвидирането на ТКЗС и АПК, което е довело до прогресивно влошаване на техническото състояние на язовирите.

Исторически и политически контекст (1944 – 1989 г.)

- *Идеологически и икономически преустройства:* Проектирането и изграждането на язовирите съвпада с периода на комунистическия режим, прехода към планова икономика и ликвидирането на частната собственост.
- *Етапи на колективизация на земята и инвентара:* **1945 г.:** Създаване на ТКЗС (първоначално с доброволен характер и запазване на рента). **1946 г.:** Закон за трудовата поземлена собственост (ЗТПС) – мащабно отчуждаване и таван на собствеността (до 200-300 дка). [36] Създаване на Държавни земеделски стопанства (ДЗС). **1948 г.:** Закон за изкупуване на едрия земеделски машинен инвентар – насилствена експроприация (национализация) на техниката и създаване на Машинно-тракторни станции (МТС). [35] **1950 – 1956 г.:** Насилствена колективизация чрез репресии, икономически натиск, обявяване на стопани за *„кулаци“* и *„народни врагове“* и конфискация на земи. [37] Към **1957 г.** 92% от земята е кооперирана.
- *Правен статут на земята при социализма:* Чрез Примерните устави на ТКЗС (от 1950 и 1967 г.) собствеността върху земята формално остава на селяните, но тя губи реалните си граници и се превръща в окрупнени кооперативни блокове (безвъзмездно право на ползване от ТКЗС).
- *Окрупняване (70-те години):* ТКЗС и ДЗС се преливат в Аграрно-промишлени комплекси (АПК) с цел претопяване на собствеността в *„единна общонародна собственост“.* [39] [37]

Периодът на Прехода и Реституцията (след 1989 г.)

- *Преминаване към пазарна икономика:* Закриване на ТКЗС и АПК (по силата на ЗСПЗЗ).
- *Процесът на реституция:* Приемане на ЗСПЗЗ (1991 г.). Преминаването от първоначалния *„комасационен принцип“* към възстановяване на земята в реални граници (включително в урбанизирани територии) предизвиква сериозни административни и градоустройствени сътресения. [38]
- *Кадастрални проблеми и Карта на възстановената собственост (КВС):* Появяват се масови разминавания между Кадастралните планове и КВС около строителните граници на населените места. Това налага издаването на специални указания (1998 г.) и воденето

на съдебни и административни дела (чрез СГКК по реда на ЗКИР) за изчистване на спорове за собственост. [38]

КОРЕНИТЕ НА ПРОБЛЕМА:

- *„Размиване на отговорността“ - исторически обусловено:*

Сегашните аварии и лошото техническо състояние на язовирните стени и съоръженията към тях не се дължат единствено на съвременно безхаберие в експлоатацията на малките язовири. Корените на проблема са в постоянното прехвърляне и *„размиване на отговорността“* за експлоатацията на съоръженията през десетилетията на политически реформи, национализация и последвала реституция. Тъй като земите под и около язовирите са сменяли собствениците си (частни лица\ТКЗС\АПК\реституенти/нови кооперации), поддръжката е оставала на заден план.

- *Реституцията е създала административен хаос за ХТС*

Ликвидирането на АПК/ТКЗС и *„раздробяването на земята“* след 1989 г. са довели до тежки административни и правни проблеми. Наличието на скрити или неотразени поземлени имоти в близост до язовирните стени възпрепятства правилното им управление и експлоатация в правно отношение. Кадастралните карти имат само декларативно действие и не решават споровете за собственост на земите около язовирите.

- *Налице е критична липса на техническа документация:*

Проектантският капацитет преди 1989 г. е бил на много високо ниво, но документацията от национално значение е безвъзвратно загубена или разпиляна след закриването на организации като *„Водпроект“.*

- *Последици за малките язовири:*

Те масово нямат екзекутивна документация (построени са по типови проекти от местни ТКЗС). Държавните контролни органи (ДАМТН) и операторите са принудени да оценяват сигурността на язовирните стени *„на сляпо“* — без данни за вложените почви, геологията на основата и изпълнението на дренажните системи.

- *Нужен е нов, съвременен подход към ХТС*

Нормативната уредба (ЗУТ, Закон за водите, Наредба за експлоатацията на язовирите от 2020 г., ЗАНН) се развива, но изостава спрямо реалните проблеми. Осигуряването на безопасността на язовирите в условия на експлоатация изисква те да бъдат разглеждани като обекти от национален приоритет, изискващи коренно различен и цялостен подход към тяхното проектиране, поддържане и мониторинг.

VII. ИЗВОДИ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРИНОСИ

VII. 1. Основни концепции и изводи от литературния обзор

Основните концепции и изводи от литературния обзор в дисертационния труд са фокусирани върху ролята на язовирите в контекста на глобалните климатични изменения и сигурността на съществуващата инфраструктура.

VII.1.1. Основни концепции

- **Язовирите като ключов ресурс:** Те се определят като най-важния фактор в управлението на водните ресурси, изпълняващи функции като напояване (47% от язовирите с едно предназначение), производство на електроенергия, водоснабдяване и защита от наводнения.
- **Глобални климатични изменения:** Идентифицирани са като феномен, който променя хидроложкия цикъл, водейки до екстремни метеорологични явления като засушавания и интензивни валежи. Това налага преоценка на хидравличните условия, при които са проектирани съоръженията.
- **Управление на риска:** Сигурността на язовирите се базира на управлението на риска от аварии. *„Приемлив риск“* в инженерната практика се счита събитие с повторяемост веднъж на 10 000 години (10^{-4}).
- **Типология на стените:** Около 67% от язовирните стени в света са земно-насипни, което ги прави най-разпространения и същевременно най-стария тип конструкции, изискващи специфично внимание при поддръжката.

VII.1.2. Ключови изводи от обзора

- **Морално остаряване на проектите (вече не отговарят на съвременните изисквания):** Повечето язовири са проектирани през 50-те и 60-те години на миналия век по *„стари нормативи“* и без съвременни конструктивни мерки, което увеличава риска от преливане през короната.
- **Необходимост от актуализация:** Резултатите от проучванията показват неотложна нужда от актуализиране на пропускната способност на облекчителните съоръжения чрез прилагане на „обновени хидроложки данни“, които отчитат съвременните климатични условия.
- **Проблеми при малките язовири:** Статистическият анализ показва, че значителна част от малките язовири (над 37%) нямат изграден основен изпускател, а при 37,8% е нарушена технологичната сигурност.
- **Ликвидиране на отговорността:** След промените в собствеността на земеделските земи (реституцията), поддръжката на много

съоръжения е занемарена, което води до висок риск от катастрофални наводнения.

ИЗВОДЪТ НА АВТОРА е, че поддържането на ниско ниво на риск трябва да се базира на периодична преоценка на хидравличния риск, тъй като „нулев риск“ в строителството е невъзможен.

VII.2. МЕТОДОЛОГИЯ: КАК Е ПРОВЕДЕНО ИЗСЛЕДВАНЕТО

Трудът изследва пропускната способност на изградени ХТС от практическа гледна точка. Основният акцент е поставен върху констатирания при проверките дефицит на облекчителни съоръжения за язовирните води, а не върху детайлно хидравлично оразмеряване и формули. Изследването е проведено чрез комбиниран подход, включващ историко-правен анализ, сравнителен метод и технико-експлоатационна оценка. Основните етапи и методи, използвани в дисертационния труд:

1. РЕТРОСПЕКТИВЕН И НОРМАТИВЕН АНАЛИЗ

Авторът започва с подробно проучване на историята на язовирното строителство, за да установи контекста, в който са проектирани съществуващите съоръжения. Основен акцент е поставен върху:

- **СРАВНЕНИЕ НА НОРМАТИВНИТЕ УРЕДБИ:** Анализирани са промените в правилниците и нормите за проектиране (от 1948 г., през 1953 г., 1965 г. до 1986 г.). Целта е да се проследи как са се променяли изискванията за сигурност и изчислителните методи през годините.
- **КЛАСИФИКАЦИЯ НА СЪОРЪЖЕНИЯТА:** Изследвано е как определянето на класа на хидротехническото съоръжение (ХТС) влияе върху проектните параметри на облекчителните съоръжения.

2. ТЕХНИКО-ИНЖЕНЕРЕН АНАЛИЗ НА СЪОРЪЖЕНИЯТА

Изследването се фокусира върху специфични конструктивни елементи, които определят пропускната способност и безопасността:

- **ПРЕЛИВНИЦИ И ИЗПУСКАТЕЛИ:** Анализирани са различните типове съоръжения и техните хидравлични характеристики. Разгледани са условията за тяхната работа при екстремни натоварвания (високи вълни).
- **ФИЛТРАЦИОНЕН РЕЖИМ И ДРЕНАЖИ:** Проучено е влиянието на дренажните системи върху стабилитета на земно-насипните стени, което е пряко свързано с общата сигурност на хидротехническото съоръжение при преливане.

3. СТАТИСТИЧЕСКИ И ПРАКТИЧЕСКИ АНАЛИЗ (ЕМПИРИЧНА ЧАСТ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД)

Изследването включва преглед на реалното състояние на голям брой обекти (язовири) в България:

- **АНАЛИЗ НА ИЗВАДКА ОТ 82 МАЛКИ ЯЗОВИРА:** Проведено е изследване на тяхната технологична и конструктивна сигурност.

- **Идентификация на дефекти:** Документирани са най-честите проблеми – липса на основни изпускатели, разрушени преливници, обрастване на сухия откос и запълване на чашата на язовира с наноси.

4. Оценка на риска и моделиране на сценарии

Авторът използва данни от реални събития (като бедствието в гр. Цар Калоян), за да аргументира необходимостта от актуализация на изчисленията:

- **Хидроложка актуализация:** Използват се съвременни данни за валежите и оттока, които често се оказват значително по-високи от тези, заложени при първоначалното проектиране през средата на миналия век.
- **Ретензионен анализ:** Изследвано е как обемът на водохранилището може да „поеме“ и трансформира високата вълна, намалявайки риска от преливане през короната.

Заключение от методологията: Изследването доказва, че поради остарели хидроложки данни и амортизация на съоръженията, много от съществуващите язовири вече не отговарят на съвременните изисквания за безопасност, което налага спешна актуализация на техните облекчителни съоръжения.

VII.3. Резултати и анализи: Най-значимите данни и находки (разкрития) от практическата част

Практическата част на дисертационния труд се фокусира върху техническото състояние на малките язовири в България, като анализира конкретни данни за тяхната сигурност и съответствието им със съвременните норми. Най-значимите резултати и анализи:

1. Статистически анализ на техническото състояние

Изследването на извадка от **82 малки язовира** разкрива критични данни за тяхната конструктивна и технологична сигурност:

- **Технологична сигурност:** Установено е, че при **37,8%** от изследваните обекти технологичната сигурност е нарушена.
- **Основни изпускатели**: Над **37%** от малките язовири нямат изграден основен изпускател, което прави невъзможно контролираното източване на водохранилището при аварийни ситуации.
- **Преливни съоръжения:** Голяма част от преливниците са с намалена проводимост поради липса на поддръжка, обрастване с растителност или запълване с наносен материал.

2. Сравнителен анализ на нормативната база

Дисертационният труд анализира как промените в проектирането са повлияли на сигурността:

- **Морално остаряване:** Язовирите, проектирани през 50-те и 60-те години по *„стари нормативи“,* не притежават адекватни конструктивни мерки за справяне с днешните хидроложки екстремуми.

- **Хидравличен риск**: Анализът показва, че оразмерителните водни количества, изчислени по старите методи, са значително по-ниски от действителните нива на високите вълни, наблюдавани през последните две десетилетия.

3. Филтрационна и конструктивна устойчивост

Чрез инженерни изчисления и таблични данни са изведени следните разкрития:

- **Допустими градиенти:** Установени са критичните градиенти на филтрация за различните типове почви в тялото и основата на стените (напр. за плътна глина допустимият градиент варира от 0.9 до 1.2 в зависимост от класа на ХТС).
- **Риск от преливане:** Преливането през короната е идентифицирано като най-големия риск за насипните стени, като е доказано, че това събитие е водещата причина за разрушаване на малките язовири у нас.

4. Социално-правни аспекти и „Липса на отговорност“

Изследването прави важен анализ на последствията от реституцията на земята:

- **Разпокъсана собственост:** Реституирането на имоти в чашите на язовирите е довело до правни спорове и размиване на отговорността за поддръжката на съоръженията.
- **Ефектът на занемаряването:** Ликвидирането на ТКЗС е оставило хиляди съоръжения без професионален надзор, което е пряк фактор за влошаване на тяхната хидроложка сигурност.

Ключово разкритие: Дисертацията потвърждава, че **„нулев риск“** в язовирното строителство е невъзможен, но чрез „периодична преоценка на хидравличния риск“ и използване на „обновени хидроложки данни“ (базирани на климатичните изменения след 2005 г.), рискът за населението може да бъде сведен до минимум.

VII.4. Научни приноси и Заключение

Въз основа на анализа на дисертационния труд, приносите и заключенията могат да бъдат систематизирани по следния начин, подчертавайки как работата надгражда съществуващото познание:

VII.4.1. Научно-приложни приноси:

1. **Систематизиране на нормативната еволюция:** Дисертационният трудът прави уникален за българската инженерна литература исторически и сравнителен анализ на всички нормативни документи (от 1948 г. до днес). Това позволява на съвременните инженери да разберат „проектната логика“ на старите съоръжения и да идентифицират точно къде те се разминават с днешните изисквания за сигурност.

2. **Методология за актуализация на пропускната способност:** Работата предлага конкретен подход за преоценка на преливните съоръжения, базиран на „обновени хидроложки данни“. Това надгражда досегашните знания, като доказва, че статичното приемане на проектните параметри от миналия век е рисковано в контекста на съвременните климатични изменения.
3. **Идентификация на „критичните дефекти“ при малките язовири:** Чрез анализа на 82 обекта са изведени статистически значими изводи за най-честите слаби места (липса на изпускатели, нарушена технологична сигурност), което предоставя база данни за приоритетно планиране на ремонтни дейности на национално ниво.
4. **Теоретично обосноваване на хидравличния риск:** Развита е концепцията, че поддържането на сигурността не е еднократен акт (при строителството), а динамичен процес на периодична преоценка на риска, което е нов поглед върху управлението на ХТС у нас.

VII.4.2. Заключение: Как работата надгражда досегашните знания?

Дисертацията не просто описва състоянието на язовирите, а **премоделира разбирането за тяхната безопасност** по няколко направления:

- **От статичност към динамика:** Досегашните знания често се опираха на заварените проектни данни. Работата доказва, че тези данни са морално остарели и че хидроложката картина на България се е променила значително, което изисква нови изчислителни модели.
- **Интегриран подход:** Изследването свързва техническите параметри (хидравлика и филтрация) със социално-правната рамка (проблемите със собствеността и поддръжката след реституцията). Това е важен принос, тъй като доказва, че техническата авария често е следствие от административни и правни пропуски.
- **Практическа приложимост:** Заключенията в разработката служат като *„пътна карта“* за държавните органи и операторите на язовирни стени, посочвайки кои елементи от съоръженията са най-уязвими и какви конструктивни мерки (например подобряване на дренажните системи или разширяване на преливниците) са необходими за предотвратяване на бедствия.

В обобщение: Работата надгражда инженерната наука у нас, като предоставя доказателствена база за необходимостта от мащабна ревизия на пропускната способност на малките язовири, базирана на актуалните климатични реалности, а не на историческите хидроложки минимуми.

VII.5. Препоръки за бъдещи изследвания

Въз основа на изводите и анализираните проблеми в дисертационния труд, препоръките за бъдещи изследвания могат да бъдат насочени към следните ключови направления:

1. Разработване на специфични регионални хидроложки модели

Тъй като дисертацията доказва, че общите климатични изменения влияят различно на отделните райони, бъдещи изследвания могат да се фокусират върху:

- Създаване на **РЕГИОНАЛНИ КРИВИ ЗА ИНТЕНЗИВНОСТ НА ВАЛЕЖИТЕ,** специфични за планинските и равнинните райони на България.
- Изследване на влиянието на промяната в земеползването (обезлесяване или урбанизация) върху коефициента на оттичане при малките водосбори.

2. ОПТИМИЗАЦИЯ НА ИНЖЕНЕРНИТЕ РЕШЕНИЯ ЗА РЕКОНСТРУКЦИЯ

Изследването подчертава, че много съоръжения са с нарушена сигурност. Бъдещи разработки могат да предложат:

- **ТИПОВИ ПРОЕКТИ ЗА ИКОНОМИЧЕСКИ ЕФЕКТИВНО ДОИЗГРАЖДАНЕ** на основни изпускатели при вече съществуващи язовирни стени.
- Изследване на приложението на съвременни геосинтетични материали за усилване на преливните съоръжения и сухите откоси срещу ерозия при преливане.

3. АВТОМАТИЗАЦИЯ И МОНИТОРИНГ В РЕАЛНО ВРЕМЕ

Надграждането на темата може да премине в сферата на *„умното“* управление:

- Разработване на **СИСТЕМИ ЗА РАННО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**, базирани на изкуствен интелект, които да предвиждат риска от преливане чрез комбиниране на данни от сателитни прогнози и сензори за нивото на водата.
- Изследване на методи за автоматизиран мониторинг на филтрационните процеси в тялото на стената (например чрез термовизионни или геофизични методи).

4. УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА МЕТОДИКАТА ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА

Вместо досегашния детерминистичен подход (определена вълна – определен капацитет), бъдещи трудове могат да разгледат:

- **ВЕРОЯТНОСТНИ МОДЕЛИ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА**, които отчитат несигурността в хидроложките прогнози.
- Анализ на сценарии за *„каскадно разрушаване“* – как аварията на един малък язовир влияе на съоръженията по-надолу по поречието.

5. ИНТЕГРИРАНО УПРАВЛЕНИЕ И НОРМАТИВНИ ИНОВАЦИИ

- Проучване на възможностите за създаване на **ЕДИНЕН ЦИФРОВ РЕГИСТЪР (ЦИФРОВ ДВОЙНИК)** на всички ХТС в България, който да включва пълната им техническа история и текущо състояние.
- Правен и икономически анализ за оптимизиране на собствеността и отговорността, с цел гарантиране на устойчиво финансиране за поддръжката на **„НИЧИИТЕ“** малки язовири. *„Ничиите“* малки язовири са водоеми, които се намират в правен и стопански вакуум – те нямат

ясно определен собственик, отговорен стопанин или поддръжка. Често тези язовири са били дадени под аренда, но след изтичане на договорите или фалит на арендатора, грижата за тях е изоставена, което ги прави *„ничии“.*

- **В ОБОБЩЕНИЕ** изследването се явява ретроспективен научно-практически анализ на историческото развитие на нормативната база, чрез който се доказва, че сигурността на съществуващия язовирен фонд е поставена под риск от бъдещите климатични изменения. Именно тази причинно-следствена връзка формира методологическата основа на дисертационния труд. Приспособяването на изградените хидротехнически съоръжения – язовирни стени, преливници и основни изпускатели – към измененията в глобалния хидроложки цикъл изисква реализирането на комплекс от мероприятия, насочени към систематично актуализиране на хидроложките данни и преоценка на хидравличните условия.

<u>З</u>АКЛЮЧЕНИЕ: БЪДЕЩИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ ТРЯБВА ДА ПРЕНЕСАТ ФОКУСА ОТ „КАК СА СТРОЕНИ ЯЗОВИРИТЕ“ КЪМ „КАК ДА ГИ УПРАВЛЯВАМЕ РАЦИОНАЛНО И БЕЗОПАСНО“ В ЕДНА ДИНАМИЧНО ПРОМЕНЯЩА СЕ КЛИМАТИЧНА И АДМИНИСТРАТИВНА СРЕДА.

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

ASCE - Американска асоциация на строителните инженери

ERN - Европейска мрежа на реките

ICPDR - Международната комисия за опазване на река Дунав

UNU - Организацията на обединените нации

UNU-INWEH - Институт за вода, околна среда и здраве

АЕЦ - атомни електроцентрали

АПК - аграрно-промишлени комплекси

БАН - Българска академия на науките

БКП - Българската комунистическа партия

ВЕЦ - водноелектрически централи

ВИАС - Висш институт по архитектура и строителство

ВиК - водоснабдяване и канализация

ВТУЗ - Висше техническо учебно заведение

ГД ПБЗН – Главна дирекция „Пожарна безопасност и защита на населението“

ДАМТН - Държавна агенция за метрологичен и технически надзор

ДВ - държавен вестник

ДЗС - държавни земеделски стопанства

ЕС - Европейски съюз

ЗСПЗЗ - Закон за собствеността и ползването на земеделските земи

ЗТПС - Закон за трудовата поземлена собственост

ЗУТ - Закона за устройство на територията

ИУВР - интегрирано управление на водните ресурси

КВС - карта на възстановената собственост

КЕВР - Комисия за енергийно и водно регулиране

МЕ - Министерство на енергетиката

МЗ - Министерство на здравеопазването

МЗХ - Министерство на земеделието и храните

МКГЯ - Международната комисия за големите язовири

МОСВ - Министерство на околната среда и водите

МРРБ - Министерство на регионалното развитие и благоустройството

МТС - машинно-тракторни станции

Н.В.Н - нормално водно ниво

НАПС - Национален аграрно-промишлен съюз

НВВН - най-високо водно ниво

НВРВН - най-високо работно водно ниво

НЕК - Национална електрическа компания

НЗТКЗС - Наредба – Закон за трудово - кооперативни земеделски стопанства

ННРВН - най-ниско работно водно ниво

НП - норми за проектиране

НРБ - Народна Република България

НСИ - Национален статистически институт

ОВОС - оценка за въздействие върху околната среда

ПАВЕЦ - помпено-акумулираща водноелектрическа централа

ПАК - промишлено-аграрни комплекси

ПСОВ - пречиствателна станция за отпадъчни води

ПУРБ - план за управление на речните басейни

ПУРН - план за управление на риска от наводнения

РЗПРН – райони със значителен потенциален риск от наводнения

СГКК - служба по геодезия, картография и кадастър

Т.П.С.- трудово-производителни съвети

ТЕЦ - топлоелектроцентрала

ТИД - технико-икономически доклад

ТКЗС - трудово-кооперативни земеделски стопанства

УАСГ - Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия

ХМС - хидромелиоративни системи

ХТС - хидротехническите съоръжения

СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ

1. ***Фиг. IV.1.*** *Нормативни документи за проектиране на язовирни стени в България* – стр. 42;
2. ***Фиг.V.1.*** *Масивен парапет и бетонни зъби/ ребра* - стр.48;
3. ***Фиг.V.2.*** *Оформяне на воден откос на язовирна стена с бетонни зъби или ребра* – стр.48;

СПИСЪК НА ДИАГРАМИТЕ

1. ***Диаграма № II.1.*** *Статистика на МКГЯ – язовири с едно предназначение* - стр. 23;
2. ***Диаграма № II.2.*** *Статистика на МКГЯ - язовири с повече от едно предназначение* – стр.24;
3. ***Диаграма № II.3.*** *Язовирни стени в света въведени в експлоатация по декади* - стр. 26;

СПИСЪК НА ТАБЛИЦИТЕ

1. ***Таблица № II.1****. Големите язовири в България по период на изграждане* стр. 25;
2. ***Таблица № II.2*** *Разпределение на язовирите според височина на язовирната стена* – стр.25;
3. ***Таблица № II.3.*** *Разпределение на язовирните стени според типа на конструкцията* - стр.26;
4. ***Таблица.II.4.*** *Управление на водите съгласно Закона за водите* - стр. 27;
5. ***Таблица V.1.*** *Обезпеченост на ветровата вълна при определяне на „превишението“ на короната на язовирната стена.* – стр.44;
6. ***Таблица V.2.*** *Височина на сигурност α според условията на експлоатация и класът на язовирната стена.* – стр.45;
7. ***Таблица V.3.*** *Определяне пълзенето на ветровата вълна според класа на язовирната стена* – стр.46;
8. ***Таблица V.4.*** *Обезпеченост на максималните водни количества при оразмеряване на облекчителните съоръжения на язовирните стени според класа на съоръжението* – стр. 51;
9. ***Таблица V.5.*** *Обезпеченост на максималните водни количества при оразмеряване на преливните съоръжения според класа на язовирната стена* – стр.51;
10. ***Таблица V.6.*** *Изчислителна обезпеченост на водните количества според класа на съоръжението* – стр. 52;

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

[1] Toshev D. “Upravlenie na sigurnostta na yazovirite“, katedra „Hidrotehnika“ pri Universitet po arhitektura, stroitelstvo i geodezia, spisanie Vodno delo broy…, god.

[2]Toshev d., V Tashev, Steady State 2D unconfined Seepage Analysis for Different Typologies of Earthfill Dams. Fourth ICOLD Benchmark on Numerical Analysis of Dams, Madrid, sept. 25-27, 1996

[3] Toshev D. “Yazovirnoto stroitelstvo, faktor za ustroychivo razvitie“, katedra „Hidrotehnika“ pri Universitet po arhitektura, stroitelstvo i geodezia, spisanie Vodno delo broy…, god.

[4] Toshev D. Behavior Identification and Assessment of Hydraulic Structures Safety Int. Conf. on Civil Engineering Design and Construction, Varna, 2006

[5] Toshev D. Embankment Dams in Bulgaria – present and prospects. Third Bulgaria-Austrian Seminar on Embankment dams and dykes, Sofia, 2007

[6] Toshev D. Dams in Bulgaria: past, present and future. The International Journal on HYDROPOWER &DAMS, v.15, issue 2, 2008

[7] Word Atlas & Industry Guide. The International Journal on HYDROPOWER & DAMS 2010

[8] https://www.icold-cigb.org/GB/dams/dams.asp (ICOLD) Role of Dams. Why do we need dams?

[9]https://www.icold-cigb.org/GB/world_register/general_synthesis.asp (ICOLD) The purposes of dams.

[10]https://www.icoldcigb.org/article/GB/world_register/general_synthesis/general-synthesis- (ICOLD) Dam.

[11]https://www.icold-cigb.org/GB/world_register/general_synthesis.asp.World Register of Dams

[13] Kamenitza river before and after the flodds in the summer of 2005 Boryana Ivanova, Stela Vassileva, students St. Kliment Ohridski University of Sofia, Faculty of Geology and Geography

[12] ZAKON ZA VODITE, V sila ot 28.01.2000 g., izm. DV. br.52 ot 9 Yuni 2020 g. Otpechatano s informatsionna sistema Siela, Ciela Norma AD

[14] Petranov, H., Vasilev, V. Malki yazoviri, Tehnika, Sofia, 1960 , str. 3-53, 82-197

[15] Popov, B., Stamenov, M. Vodnite sindikati, Zemizdat, Sofia, 1991, str. 3-17

[16] Stanimirov, S. Postroyavane na malki yazoviri, Zemizdat, Sofia, 1951, str. 3-27

[17] Grigorov, K. Nasheto yazovirno stroitelstvo, Narodna mladezh, Sofia, 1954, str. 3-10

[18] Belchev, A. Nasheto yazovirno stroitelstvo, BKP, Sofia, 1954, str. 23-25

[19] Vachkov, G., Petkov K. Opitat na plovdivski okrag po stroezha i eksploatatsiyata na malkite yazoviri i vodoemi, Zemizdat, Sofia, 1961, str.7- 49

[20] Petranov, H. Eksploatatsia i remont na malkite yazoviri, Zemizdat, 1956, str. 5-28

[21] Petrov G. P., Karadzhov M. V. Kontrolirane kachestvata na nasipa pri stroitelstvoto na malkite yazoviri, Biblioteka „Hidromeliorativno stroitelstvo" Ministerstvo na selskostopanskoto proizvodstvo, Otdel Selskostopanska Propaganda, Zemizdat Darzhavno izdatelstvo za selskostopanska literatura, Sofia 1963 g.

[22] Petranov H., Valchanov L., Antonov L., Mitev D., Popov B. Malki yazoviri Prouchvane, Proektirane i stroitelstvo, Zemizdat Darzhavno izdatelstvo za selskostopanska literatura, Sofia 1955 g. str.308 str.292-308

[23] https://infospravka.com/2024/12/27/komunizmat-v-balgariya-1944-1991/ - Komunizmat v Bulgaria (1944–1991)

[24] Doklad „Ostaryalata vodna infrastruktura: novovaznikvasht globalen risk", „Institut za vodite, okolnata sreda i zdraveto" na United Nations University" (UNU)

[25] Spravka: Ageing Water Storage Infrastructure: An Emerging Global Risk Duminda Perera, Vladimir Smakhtin, Spencer Williams, Taylor North, Allen Curry,https://inweh.unu.edu/wp-content/uploads/2021/01/Ageing-Water-Storage-Infrastructure-An-Emerging-Global-Risk.pdf Iztochnik: UN Warns: Aging Dams Pose Growing Threat – Most of Humanity Could Be at Risk, Scitech Daily

[26] *Naredba za usloviyata i reda za osashtestvyavane na tehnicheskata i bezopasnata eksploatatsia na yazovirnite steni i na saorazheniyata kam tyah i za osashtestvyavane na kontrol za tehnicheskoto im sastoyanie*, DV. Br.9, 2020

[27] *Tehnicheski uslovia i normi pri proektirane na zemno-nasipni yazovirni (steni) pregradi,* Ministerstvo na elektrifikatsiyata i melioratsiite, sektor Melioratsii, Sofia, 1948, Kniga 3, str.68

[28] *Pravila i normi za proektirane na zemno-nasipni yazovirni steni*, BSA-ITUS 98- MRRB, Sofia, 1967, br. 5, str. 59

29] *Pravila i normi za proektirane na kamenno-nasipni yazovirni steni*, BSA-ITUS 98- MRRB, Sofia, 1967, br. 6, str. 14

[34] *Normi za proektirane na hidrotehnicheski saorazhenia*, Stroitelstvo i arhitektura MSSU, Sofia, 1985, br. 11, str. 49

[30] *Nikolov, S., Karamitrev, K.* Normi za proektirane na nasipni yazovirni steni, MSSU, Sofia, 1985, str.21

[31] *Sheytanova, L., Ignatov, I., Nikolaeva, R., Toshev, D.* Rakovodstvo za kursovo proektirane po vodno stroitelstvo, Poligraficheska baza pri VIAS, Sofia, 1989, Vtoro izdanie, str. 95-167

[32] *Papazchev, I., Abadzhiev, H., Sheytanova, L., Toshev, D.* Rakovodstvo za proektirane na hidrotehnicheski saorazhenia, Tehnika, Sofia 1991, Vtoro izdanie, str. 166-289

[33] Papazchev, I., Sheytanova, L., Arabadzhiev, H.*,"Rakovodstvo za uprazhnenia po hidrotehnicheski saorazhenia"* Tehnika, Sofia - 1975 god.

[35] Vachkov, D., Ikonomikata na komunisticheska Bulgaria (1944 – 1962) Znepolski, I. (red.). Istoria na Narodna republika Bulgaria: Rezhimat i obshtestvoto. Sofia, „Siela soft end pablishing“, 2009. ISBN 978-954-28-0588-5. s. 270 – 274.

[36] Curtis, Glenn E., Keefe, Eugene K. Bulgaria: a country study. The Library of Congress. 1993. Poseten na 4 yuni 2019. Table 12. Average Annual Growth Rate of Net Material Product by Five-Year Plan, 1949 – 88

[37] Milliarden Dollar Schulden in Moskau. Osteuropa nach dem Ende der Ära Breschnew // Der Spiegel 46/1982. 15 noemvri 1981. Poseten na 25 yuli 2011. (na nemski)

[38] Hristo H., "Taynite faliti na komunizma" (2007) i "Imperiyata na zadgranichnite druzhestva" (2009), izdadeni ot "Siela", poreditsa na Instituta za pazarna ikonomika vav v. "Kapital" "Anatomia na prehoda", "Siela" (2004) (http://www.easibulgaria.org/bg/library/anatomiya-na-prehoda).

[39] Ganeva, R. Balgarskoto selo mezhdu traditsiite i nasilstvenata