



РЕГИОНАЛЕН ЕКОЛОГИЧЕН ЦЕНТЪР  
за Централна и Източна Европа - България



# ОЦЕНКА НА КОМБИНИРАНИТЕ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ОТ ВЕЩ ВЪРХУ ЕКОСИСТЕМИТЕ И ЕКОЛОГИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА РЕКИТЕ

[www.eeagrants.org](http://www.eeagrants.org)







# ОЦЕНКА НА КОМБИНИРАНИТЕ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ОТ ВЕЦ ВЪРХУ ЕКОСИСТЕМИТЕ И ЕКОЛОГИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ НА РЕКИТЕ

РЕЦ – БЪЛГАРИЯ  
СОФИЯ  
2017

## **АВТОРСКИ КОЛЕКТИВ:**

ВЕНЦИСЛАВ ВАСИЛЕВ, РЕЦ - БЪЛГАРИЯ

ЕЛИЗА УЗУНОВА, БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ, СУ „КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ДИМИТЪР КИСЛЯКОВ, КАТЕДРА “ХИДРОТЕХНИКА И ХИДРОМЕЛИОРАЦИИ”, УАСГ

РОСЕН ЦОНЕВ, БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ, СУ „КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ХААКОН ТАУЛОУ, NIVA

ИНГРИД НАСХЕЙМ, NIVA

ДОЙЧИН ТОДОРОВ, КОНСУЛТАНТ

КАМЕН РАНГЕЛОВ, КОНСУЛТАНТ

Публикацията е изготвена в рамките на проект „Оценка на комбинираните въздействия от ВЕЦ върху екосистемите и екологичното състояние на реките“ (ANCHOR), финансиран по програма BG02, Финансов механизъм на Европейското икономическо пространство.

<http://www.BG02.moew.government.bg>

Разработването на материалите е подпомогнато от експертния съвет по проект ANCHOR с участието на:

ВАСИЛ УЗУНОВ, БД ИБР

РАЛИЦА КУКОВА, БД ЗБР

ВАНГЕЛИЯ ИВАНОВА, ДИРЕКТОР НА БДЗБР

КАЛИНА БАЧЕВА, БД ЗБР

МАРИН МАРИНОВ, БД ИБР

МЛАДЕН АНГЕЛОВ, БД ИБР

ЕЛЕНА АРГИРОВА, БД ЗБР

ВАНИНА МИЦЕВА, БД ЗБР

ЮЛИЯН ПЕТКОВ, БД ИБР

МАРИЯ БАБУКЧИЕВА, БД ИБР

ДИАНА НИКОЛОВА, БД ЗБР

БОРИСЛАВА ГЛАДКОВА, БД ДР

ДАНИЕЛА ХРИСТОВА, БД ЧР

Авторите изразват своята благодарност на всички мнения и препоръки, предоставени от участниците в експертните съвети и срещите със заинтересованите страни, проведени при изпълнение на проекта.

©РЕГИОНАЛЕН ЕКОЛОГИЧЕН ЦЕНТЪР ЗА ЦЕНТРАЛНА И ИЗТОЧНА ЕВРОПА – КЛОН БЪЛГАРИЯ, 2017 Г.  
ISBN 978-954-9867-10-7

Този документ е създаден с финансовата подкрепа на Програма BG02 „Интегрирано управление на морските и вътрешни води“ по Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство. Цялата отговорност за съдържанието на документа се носи от РЕЦ-България и при никакви обстоятелства не може да се приема, че този документ отразява официалното становище на Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство и Програмния оператор -Министерство на околната среда и водите.

## СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ СЪКРАЩЕНИЯ

БД – БАСЕЙНОВА ДИРЕКЦИЯ

БЕК – БИОЛОГИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА КАЧЕСТВО

ВЕИ – ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

ВЕЦ – ВОДНОЕЛЕКТРИЧЕСКА ЦЕНТРАЛА

ВТ – ВОДНО ТЯЛО

ГИС - ГЕОГРАФСКА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА

ЗБР – ЗАКОН ЗА БИОЛОГИЧНОТО РАЗНООБРАЗИЕ

ЗВ – ЗАКОН ЗА ВОДИТЕ

ЗВАЕИБ – ЗАКОН ЗА ВЪЗОБНОВЯЕМИТЕ И АЛТЕРНАТИВНИТЕ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ И БИОГО-РИВАТА

ЗЕ – ЗАКОН ЗА ЕНЕРГЕТИКАТА

ЗЗТ – ЗАКОН ЗА ЗАЩИТЕНИТЕ ТЕРИТОРИИ

ЗООС – ЗАКОН ЗА ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

ЗУТ – ЗАКОН ЗА УСТРОЙСТВО НА ТЕРИТОРИЯТА

ИАОС – ИЗПЪЛНИТЕЛНА АГЕНЦИЯ ПО ОКОЛНА СРЕДА

ИВТ – ИЗКУСТВЕНИ ВОДНИ ТЕЛА

МВЕЦ – МАЛКА ВОДНОЕЛЕКТРИЧЕСКА ЦЕНТРАЛА

МОСВ – МИНИСТЕРСТВО НА ОКОЛНАТА СРЕДА И ВОДИТЕ

НПО – НЕПРАВИТЕЛСТВЕНА ОРГАНИЗАЦИЯ

ОВОС – ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА

ОС – ОЦЕНКА ЗА СЪВМЕСТИМОСТ

ПАВЕЦ – ПОМПЕНО-АКУМУЛИРАЩА ВОДНОЕЛЕКТРИЧЕСКА ЦЕНТРАЛА

ПУРБ – ПЛАНОВЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ РЕЧНИТЕ БАСЕЙНИ

РБУ – РАЙОН НА БАСЕЙНОВО УПРАВЛЕНИЕ

РДВ – РАМКОВА ДИРЕКТИВА ЗА ВОДИТЕ

РКООНИК - РАМКОВА КОНВЕНЦИЯ НА ООН ПО ИЗМЕНЕНИЕ НА КЛИМАТА

СМВТ – СИЛНО МОДИФИЦИРАНИ ВОДНИ ТЕЛА

ТЕЦ – ТОПЛОЕЛЕКТРИЧЕСКА ЦЕНТРАЛА

ICPDR – INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE PROTECTION OF THE DANUBE RIVER (МКОРД - МЕЖДУНАРОДНА КОМИСИЯ ЗА ОПАЗВАНЕ НА РЕКА ДУНАВ)

IPCC - МЕЖДУПРАВИТЕЛСТВЕН ПАНЕЛ ПО ИЗМЕНЕНИЕ НА КЛИМАТА

# СЪДЪРЖАНИЕ

ВЪВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1: ХИДРОТЕХНИЧЕСКО СТРОИТЕЛСТВО, ХИДРОЕНЕРГЕТИКА И ОКОЛНА СРЕДА	7
ГЛАВА 2: ОСНОВНИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЛАГАНИ ВЪВ ВЕЦ И СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ВОДНИЯ РЕСУРС И НА ДРУГИ ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ	10
2.1 Въведение	10
2.2 Резюме на съществуващите технологии, използвани за производство на електроенергия във ВЕЦ	11
2.3 Някои особености на оборудването на ВЕЦ с малка мощност	15
2.4 Технически изисквания за производство на електроенергия от ВЕЦ – обобщение	19
ГЛАВА 3: ЗАКОНОВА РАМКА, РЕГЛАМЕНТИРАЩА СЪЗДАВАНЕ И ФУНКЦИОНИРАНЕ НА ВЕЦ	22
3.1 Европейско законодателство	22
3.2 Национално законодателство	23
ГЛАВА 4: ВЪЗДЕЙСТВИЯ ОТ ВЕЦ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА	24
4.1 Фрагментация (прекъсване) на проходимостта на речния участък в зоната на ВЕЦ	24
4.2 Промени в естествения хидрологичен режим	27
4.3 Промени в режима на транспорт (пренос и отлагане) на седименти	30
4.4 Промени във физико-химичните параметри	30
4.5 Навлизане на чужди биологични видове	32
4.6 Смъртност на хидробионти от попадане в турбините на ВЕЦ	33
4.7 Въздействия по време на строителство и демонтаж на ВЕЦ	33
4.8 Въздействията от ВЕЦ върху природните местообитания	33
4.9 Кумулативен ефект от няколко ВЕЦ в един речен басейн	37
4.10 Позитивни ефекти от ВЕЦ върху водните организми	38
4.11 Обобщение на въздействията от ВЕЦ	38
ГЛАВА 5: МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ВЕЦ ВЪРХУ ВИДОВЕ И МЕСТООБИТАНИЯ	41
5.1 Оценка на речната проходимост в зоните на ВЕЦ	41
5.2 Оценка на състоянието на ихтиофауната в зоната на ВЕЦ	42
5.3 Оценка на състоянието на местообитанията	43
5.4 Оценка на въздействие на турбините върху рибите	44
ГЛАВА 6: МЕРКИ ЗА СМЕКЧАВАНЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЯТА ОТ ВЕЦ	45
6.1 Изграждане на съоръжения, осигуряващи проходимост в зоните на фрагментация на реките	46

6.2.	Смекчаващи мерки по отношение на промените в хидрологичния режим и качеството на водата	50
6.3.	Рехабилитация на екосистеми повлияни от въздействието на ВЕЦ	52
ГЛАВА 7:	ХИДРОЕНЕРГИЕН ПОТЕНЦИАЛ В БЪЛГАРИЯ И РАЗВИТИЕ НА НЕГОВОТО ИЗПОЛЗВАНЕ	53
ГЛАВА 8:	ВОДНАТА ЕНЕРГИЯ В НОРВЕГИЯ - ПРЕГЛЕД НА ОСНОВНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПЛАНИРАНЕ, ЛИЦЕНЗИРАНЕ, ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА И СМЕКЧАВАЩИ МЕРКИ	57
-	Резюме	57
-	Заключения и препоръки	60
ГЛАВА 9:	ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДОПУСТИМОСТТА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВЕЦ	62
9.1.	Основни идентифицирани проблеми	62
9.2.	Цели и обхват на приложимост	62
9.3.	Оценка на речните участъци според допустимост за изграждане на нови ВЕЦ	64
9.4.	Препоръки за смекчаващи и възстановителни мерки	76
9.5.	Реконструкция на съществуващи ВЕЦ и други хидротехнически съоръжения с цел добиване на енергия	78
ГЛАВА 10:	МЕРКИ ЗА НАСЪРЧАВАНЕ НА "ЗЕЛЕНИ" ИНОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ХИДРОЕНЕРГЕТИКАТА	80
10.1.	Обобщение на основните схеми за подпомагане и насърчаване на производството на възобновяема енергия	80
10.2.	Добри практики по региони	81
	ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ	86



## ВЪВЕДЕНИЕ

Водата е източник на възобновяема енергия, която се използва все повече от страните членки на ЕС в контекста на политиките за климата и енергетиката, както и за повишаване на енергийната сигурност. Водоелектроенергетичните централи (ВЕЦ) заемат най-голям дял от възобновимата енергия в България, както и в повечето европейски страни. Те също така допринасят към сигурността на енергийните доставки, като компенсират моментите на пиково потребление и неравномерното производство на енергия от вятър и слънце.

В същото време изграждането и експлоатацията на ВЕЦ причинява редица отрицателни ефекти върху естествените речни екосистеми. Най-съществените екологични въздействия са свързани с промяна на хидроморфологичните условия в реките, от които флората и фауната са силно зависими. Язовирните стени и язове представляват непреодолимо препятствие по миграционните пътища на рибите и други водни организми, а промените в речния отток влияят негативно на растителните съобщества по бреговете. В много случаи, строителството на ВЕЦ е свързано и с противоречиви социални последици, например с отнемане на стопански и рекреационни функции на реките.

През последните две десетилетия, развитието на хидроенергетиката в България бележи тенденция на нарастване на частните инвестиции, с фокус върху малките ВЕЦ. В периода до влизането в сила на първите планове за управление речните басейни (ПУРБ) през 2009 г. са издадени значителен брой разрешителни за ползване/водоземане с цел добив на енергия, като част от тези проекти са реализирани. Характерно за това развитие е отсъствието на единен пакет от обосновани критерии за допустимост на изграждане на хидроенергийни системи от гледна точка на околната среда. На практика, малки ВЕЦ се изграждаха навсякъде, където такова инвестиционно намерение беше икономически обосновано. Във връзка с този процес и в резултат на констатираното неблагоприятно въздействие на действащи ВЕЦ, загрижеността на институциите и обществото за екологичните щети от ВЕЦ прерасна в значим обществен дебат.

Като страна член на ЕС, България е поела ангажимент да постигне „добро екологично състояние“ на повърхностните водни тела, съгласно дефинициите на Рамкова директива за водите 2000/60/ЕС, както и „благоприятно природозащитно състояние“ на защитените

видове и природни местообитания съгл. Директива 92/43/ЕС. Законите ограничения за изграждане на ВЕЦ, наложени със Закона за водите, имат за цел да отговорят именно на тези по-високи стандарти, общи за Европейския съюз.

Ключово предизвикателство в сектора е оптимизиране на бъдещото развитие на водната енергетика за постигане на баланс между икономическите и екологичните интереси. За тази цел е необходимо прилагането на обоснована методика и ясни критерии за оценка на проекти за изграждане и реконструкция на ВЕЦ, каквато до настоящия момент не беше разработвана у нас.

Проект „Оценка на комбинираните въздействия от ВЕЦ върху екосистемите и екологичното състояние на реките“ (Assessment of the Combined Hydropower Impacts on the Ecosystems and the Ecological Status of Rivers – ANCHOR) се стреми да запълни този пропуск, като проучи различни аспекти от въздействието от ВЕЦ и предостави по-добра методическа база за оценката на хидроенергийни проекти.

Основната цел на проекта е да анализира комбинираното въздействие от ВЕЦ върху речните екосистеми и да предложи методика за класифициране на речни участъци според тяхната допустимост за изграждане на ВЕЦ. Оценката на комплексното въздействие от ВЕЦ допринася за прилагането в България на връзката вода – енергия – храна, която се намира във фокуса на съвременните глобални политики за устойчиво развитие.

Проектът е финансиран по Програма BG02 „Интегрирано управление на морските и вътрешни води“ на Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство (ФМ на ЕИП) с програмен оператор Министерство на околната среда и водите.

Бенефициент е Регионален екологичен център за Централна и Източна Европа – клон България в партньорство с Басейнова дирекция Източнобеломорски район – Пловдив, Басейнова дирекция Западнбеломорски район – Благоевград и Норвежки институт за изследване на водите (NIVA).

# ГЛАВА 1: ХИДРОТЕХНИЧЕСКО СТРОИТЕЛСТВО, ХИДРОЕНЕРГЕТИКА И ОКОЛНА СРЕДА

Димитър Кисляков, Елиза Узунова

Първоначален преглед на контекста по отношение на водата като източник на възобновяема енергия и идентифициране на свързаните екологични проблеми.

Нарастващата нужда от енергия, съпроводена с необходимостта от намаляване на емисиите на парникови газове, ускорява процеса на откриване и разработване на нови възобновяеми източници на енергия (Коф 2012). Водата представлява един от основните възобновяеми енергийни ресурси, чието използване има хилядолетна история и традиция. Броят на изгражданите хидроелектрически централи непрестанно нараства (напр. Nilsson et al. 2005; Zhang et al. 2012). Статистиката показва, че към 2012 г. 10.5% от световния добив на енергия идва от възобновяеми енергийни източници, като най-голям е дялът на хидроенергетиката (Habit et al. 2007; EIA 2011; Коф 2012). Понастоящем, около 17 % от световното производство на електроенергия е от водноелектрически централи (които осигуряват 78 % от световното производство на електроенергия от възобновяеми източници), с генериране на почти 3500 TWh през 2010 г. През 2015 г., новата инсталирана мощност на ВЕЦ (включително ПАВЕЦ) е 33,7 GW (IHA 2016). Така, в споменатата година общата инсталирана мощност на ВЕЦ в света достига 1212 GW. От континентите през 2013 г. Азия има най-голяма инсталирана мощност (543 GW), следвана от Европа (216 GW), Северна Америка (178 GW) и Латинска Америка (161 GW). Африканският континент е все още най-слабо развит в тази област, въпреки големия си неизползван потенциал, с обща инсталирана мощност от 28 GW.

През 2015 г. бе прието Споразумението от Париж към Рамкова конвенция на ООН по изменение на климата (РКООНИК), с което за пръв път се постига съгласие за глобални действия за ограничаване на глобалната средна температура до 1,5°C над прединдустриалните нива.

Експерти от Междуправителствения панел по изменение на климата (IPCC) са изчислили, че за да се постигне ограничаване на повишаването на температурата под 2°C е необходимо да се намалят емисиите на парникови газове (ПГ) с 40 % до 70% до 2050 г., а за да се задържи затоплянето под 1,5°C, емисиите на ПГ трябва да се съкратят със 70% до 95%. С оглед постигането на поетите ангажменти е очевидно, че изграждането на ВЕЦ е неизбежна стъпка в този процес, тъй като водноелектрическите централи произвеждат по същество „зелена енергия“ поради възобновяемия характер на водните ресурси и отсъствието на замърсяващи атмосферния въздух емисии, характерни за производството на електроенергия от изкопаеми (фосилни) горива. Освен това, коефициентът на полезно действие на ВЕЦ все още е значително по-висок дори от този на най-съвременните експериментални технологии за производство на електроенергия.

Изграждането на големи язовири, чиито води се използват и за работата на ВЕЦ, обикновено има за цел комплексно използване на водните ресурси максимално ефективно в редица отрасли едновременно. Такъв тип многоцелево използване на водите прави възможно решаването на стратегически задачи в определен географски район – защита от наводнения, напояване, питейно-битово и промишлено водоснабдяване, регулиране нивото на подземните води, корабоплаване, производство на различен вид електроенергия (включително върхова и с възможност за регулиране параметрите на електроенергийната система), отдих, рибовъдство и риболов, спорт и туризъм. По този начин, хидротехническото строителство играе важна роля в обществено-икономическо развитие на

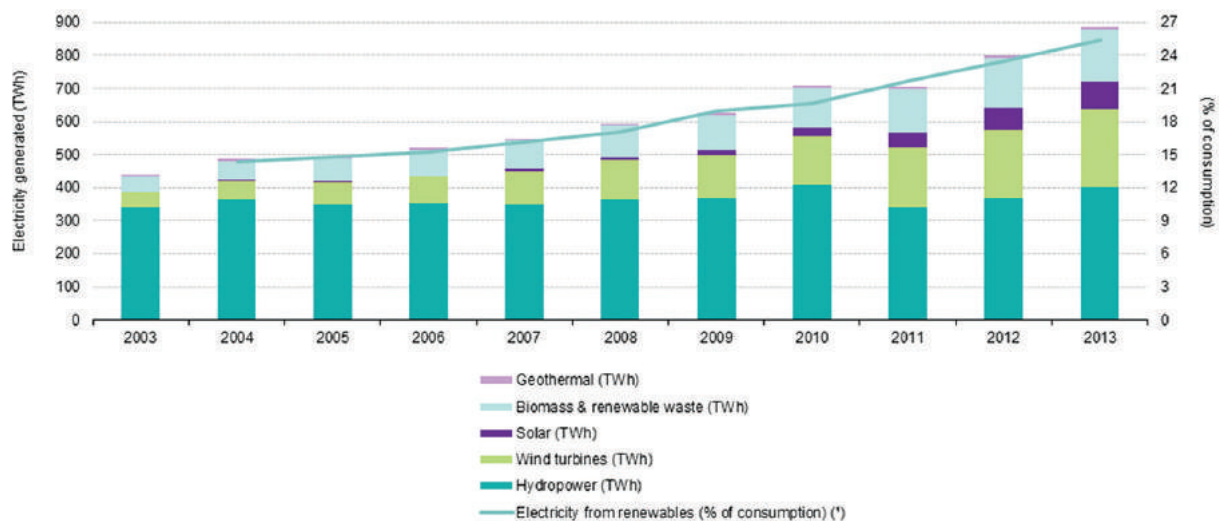


локално, регионално и национално ниво.

Същевременно не трябва да остават без внимание и някои отрицателни последици от изграждането и функционирането на хидротехнически съоръжения, ползващи речните води. Т.е. наред с безспорните ползи има и редица отрицателни въздействия, които задължително трябва да се вземат под внимание, когато се анализират ефектите от хидроенергийното строителство (напр. Clarke et al., 2008; Veneman et al. 2014; Fraser et al. 2015). Едно от най-важните такива въздействия е прекъсването на естествената свързаност на местообитанията и обитаващите ги видове. Посредством изградените фрагментиращи структури биват нарушени и наносният отток и съответно достъпът на богата на органични вещества тиня до участъците след язовира, като се счита, че около 25% от количеството тиня, предназначено да отиде до морето, се задържа от големите язовири. Големите хидроенергийни системи разрушават значителни по площ местообитания, превръщайки ги от сухоземни или речни в езерни. Наблюдава се засилване на бреговата ерозия на водохранилищата. В някои случаи хората са принудени да обезлесяват нови територии за селскостопански нужди поради загубените такива при образуването на язовира. Обезлесяването от своя страна увеличава количеството на наносите, постъпващи във водата. Екосистемите, намиращи се в долното течение на реките, също са засегнати поради намаляващите количества на наноси, задържани в язовирното езеро, подкисляването на водите, дължащо се на гниенето на растителност в язовира, появата на разтворени във водата газове като въглероден диоксид, метан. ВЕЦ на изравнени води променят естествения водния режим, включително в речните тераси, с резките изменения на работните си водни количества, което води до промяна на екологичните условия за много сухоземни, но водозависими екосистеми. Всички описани въздействия имат за резултат силна модификация на речните, крайречните и водозависимите екосистеми, като европейските реки се оценяват като най-силно модифицираните в световен мащаб (Swales 1994). Не на последно място е и дискусиата около емисиите на парникови газове от някои големи язовири, които са обект на редица изследвания в световен мащаб. Правилната оценка, предотвратяването, премахването и смекчаването на отрицателните въздействия върху околната среда са неотменими компоненти на съвременното развитие на хидротехническото строителство. В редица държави, законодателството вече изисква възстановяване на надлъжната свързаност на реките чрез изграждане на специални съ-

ръжения за рибите, а одобрение се предоставя, само ако решенията и параметрите им са подходящи и тяхната ефективност е доказана (напр. Cowx 1998; Larinier 2008).

Сериозният и обективен подход изисква във всеки конкретен случай на проект за изграждане на система от хидротехнически съоръжения (в частност – на хидроенергийна система) в дадено поречие, да бъде проведен обстоен оптимизационен анализ за сравнение на ползите и отрицателните последици от реализацията на такъв проект. Самото формулиране на зависимостите в оптимизационния проблем в конкретния случай е трудна задача и изисква интердисциплинарен подход. Нещо повече, такова изследване би трябвало не само реалистично да моделира възможно най-пълно въздействията от реализацията на проекта, но безпристрастно и адекватно да отразява представените в тези процеси интереси, включително обществените. Като пример за успешна реализация на такъв подход, в който са представени всички основни интереси в хидроенергетиката – от енергийни концерни до неправителствени организации, тук може да се посочи разработеният под егидата на Международната асоциация за хидроенергетика (International Hydropower Association) т.нар. Протокол за оценка на устойчивостта на хидроенергетиката (Hydropower Sustainability Assessment Protocol) – понастоящем най-съвременната и цялостна система за оценка на устойчивия характер на хидроенергийни проекти, чието пилотно прилагане вече успешно е завършило за сертифицирането по този протокол на проекти в различни страни. Този протокол не е нормативен документ и няма задължителен характер, но създаването и развитието му като динамична система е пример за успех в търсенето и прилагането на цялостен, общовалиден, обективен и балансиран подход към хидроенергетиката като отрасъл с комплексен и противоречив по отношение на околната среда характер.



(\*) 2003: not available.  
 Source: Eurostat (online data codes: nrg\_105a and tsdcc330)

Фигура 1: Производство на електроенергия от възобновяеми енергийни източници в страните членки на ЕС за периода 2003 – 2013 г. (Източник: Евростат)

# ГЛАВА 2: ОСНОВНИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЛАГАНИ ВЪВ ВЕЦ И СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ВОДНИЯ РЕСУРС И НА ДРУГИ ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ

Димитър Кисляков

Резюме на съществуващите технологии, използвани за производство на електроенергия във ВЕЦ, включително класификация на хидроенергийните системи, хидромеханично оборудване, особености на малките ВЕЦ и технически изисквания към използвания природен ресурс.

## 2.1 ВЪВЕДЕНИЕ

Понастоящем в света има над 45 000 големи язовира (над 15 m) с комплексно предназначение, основна компонента на което е производството на електроенергия. Половината от тях са в Китай, около 10 000 в останалата част на Азия, около 8000 в Централна и Северна Америка, почти 5000 в Западна Европа, докато в Африка, Източна Европа и Австралия има по около 1000–1500 големи язовира. Повечето от тези язовири са били построени в периода от 1950-та до 1980-та година. След това язовирното строителство рязко намалява своите темпове в глобален мащаб, особено в Европа и САЩ, поради изчерпване на голяма част от наличния потенциал.

С развитието на нови технологии хидроенергетиката понастоящем повишава своето значение не само за производството, но и за съхранение на енергия. В резултат на това, особено актуални стават проектите за модернизация и оптимизация на хидроенергийни системи. В последните години хидроенергийните проекти в процес на реализация в Индия са над 800, в Китай над 280, в Турция над 200, в Южна Корея над 130, в Япония над 100, в Иран над 50 и т.н.

Хидроенергийните системи са строго специфични в зависимост от конкретните местни условия. В резултат на това, голям брой важни икономически и екологични аспекти на хидроенергийните схеми са променливи в твърде широк диапазон. За разлика от другите традиционни технологии за производство на електроенергия, разнообразието на хидроенергийните системи

затруднява както типовото проектиране в хидроенергетиката, така и усложнява нейните технологични характеристики.

Либерализирането на електроенергийните пазари и правителствените политики, които стимулират развитието на устойчиви и природосъобразни технологии, изискват от хидроенергетиката да успее да се наложи като екологично и обществено целесъобразна технология в конкуренцията с другите такива за производство на електроенергия. За щастие вече съществуват мощни съвременни средства за многомерен анализ на целесъобразността на хидроенергийни системи. Географските информационни системи (ГИС) например съдържат набор от средства за количествен анализ на взаимодействията между хидроенергийните системи и тяхната физична, икономическа и обществена среда в контекста на устойчиво развитие.

В условията на необходимо намаляване на използването на изкопаеми (т.нар. фосилни) енергийни източници поради тяхното отрицателно въздействие върху климата, хидроенергетиката определено има добро бъдеще (ІНА 2016), защото:

- може и по-нататък да бъде успешно развивана в много части на света;
- може да бъде развивана по-нататък на места, където се смята, че потенциалът е изчерпан, предимно в посока на технологични нововъведения, икономически условия и повишаване ефективността на водопотреблението;



- може да бъде усъвършенствана посредством развитието на нови средства за анализ на схемните решения;

- може да продължава да бъде успешно използвана като технология за съхранение на електроенергия – особено във връзка с бурното развитие на вятърната и слънчевата енергетика.

Като сравнително стара технология, хидроенергетиката не е претърпяла някакво сериозно развитие през последните 100 години. Въпреки това, всички технически детайли непрекъснато се усъвършенстват, турбините стават все по-ефективни, техническите решения на съоръженията също стават все по-добри. Трябва да се напомни, че общият коефициент на полезно действие (к.п.д.) на ВЕЦ е в интервала 85% - 90%, което е най-високата стойност, въобще достигната от технология за производство на електроенергия. За сравнение, съвременните газотурбинни централи с комбиниран цикъл достигат 58%, конвенционалните ТЕЦ – 40–45%, АЕЦ – около 40%, фотоволтаични инсталации – 15% и вятърните генератори – 30–35%.

Но не е само к.п.д., който често превръща ВЕЦ в най-добрата налична алтернатива за производство на електроенергия. Едно сравнение на т.нар. коефициент на енергийна възвращаемост (к.е.в.) също подчертава първенството на хидроенергетиката. Той се дефинира като отношение на сумарното произведено количество енергия през целия експлоатационен живот към количеството енергия, необходимо за изграждането, експлоатацията и закриването на една централа. Докато всички други технологии за производство на електроенергия достигат стойности на този коефициент само от 9 до 39, за хидроенергетиката той е около 200, т.е. и по този показател тази технология е на практика без конкуренция.

## 2.2 РЕЗЮМЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ ВЪВ ВЕЦ

### 2.2.1 Видове ВЕЦ

Съществуват класификации на различните видове ВЕЦ, съставени по различни признаци. Трябва да се подчертае, че всички тези класификации всъщност имат условен характер и имат единствено за цел да улеснят нашето разбиране и съответно по-добре да структурират нашето знание за схемите на хидроенергийните системи и техните компоненти. Най-често използваните класификации на ВЕЦ са следните:

#### А. Класификация по технически параметри на схемата:

а) ВЕЦ на течащи води, т.е. без наличие на съоръжения за регулиране на оттока, те работят по принцип непрекъснато, с мощност, която непосредствено зависи от наличния в момента воден ресурс на течението:

- руслови централи – разположени в речното легло и/или в заливаема речна тераса; характерно за техните машинни сгради е, че те са едновременно и подприщващи съоръжения, т.е. самата сграда е част от напорния фронт на хидровъзела. Русловите ВЕЦ се изграждат по принцип в долното течение на реките, за което са характерни малък надлъжен наклон на течението, нескална основа за фундиране, относително големи стойности на оразмерителните високи вълни. Съществуват различни схеми на изграждане на такива хидровъзли, най-разпространената и досега без изключение прилагана у нас (на реките Искър, Марица, Тунджа, Осъм, Вит и др.), е т.нар. блокова схема, при която отделните функционални блокове (яз, сграда на ВЕЦ) са разположени в оста на хидровъзела, пример: Фигура 2.



Фигура 2: Руслова ВЕЦ

- деривационни централи (още: централи на заобиколен пад) – при тях с помощта на комплекс от съоръжения (водохващане) се отклонява част от протичащото водно количество по водопровеждащи съоръжения (едно или повече – т.нар. деривация), в които водата протича най-често със свободна повърхност (т.е. в безнапорен режим) с много по-малък от естествения наклон. По този начин е възможно, на определено разстояние да се натрупа известен напор (пад) между определена точка от деривацията и определена точка от естественото течение (евентуално в съседен водосбор) в зависимост от конкретните топографски условия. Такива две точки се свързват с напорен тръбопровод, като в долната се разполага ВЕЦ, Фигура 3. При нисконапорните деривационни ВЕЦ, сградата на централата е разположена в края на довеждащия канален участък и също както и при русловите централи самата тя представлява напорно съоръжение.

б) ВЕЦ на изравнени (още съхранени, регулирани) води – при тях е налице система от съоръжения за регулиране на оттока, от които най-същественото е водохранилище с определен обем. Тези ВЕЦ имат възможност да работят само тогава, когато електроенергията е необходима с оглед на потреблението (напр. върхова); Те могат да бъдат:

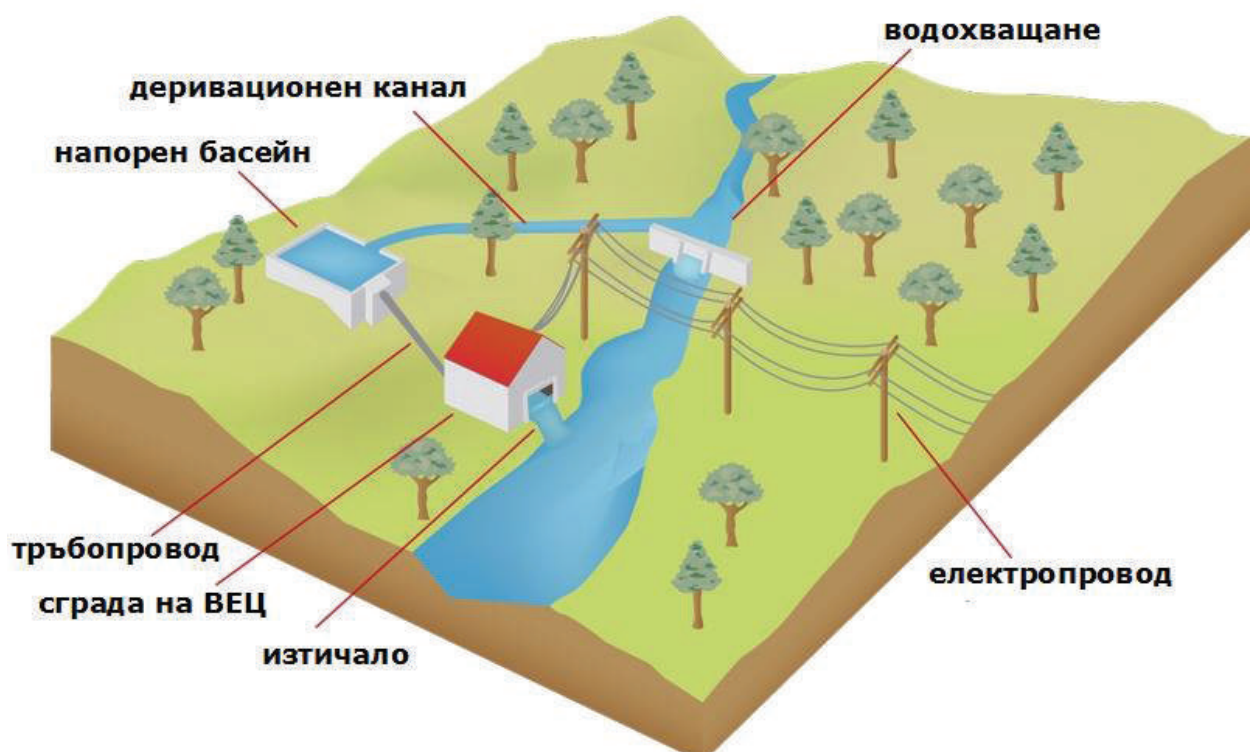
- деривационни – при тях със система от водопровеждащи (деривационни) съоръжения водата се довежда до ВЕЦ с цел създаване на допълнителен напор в допълнение към подприщването от водохранилището, Фигура 4; деривациите и самите ВЕЦ могат да бъдат и подземно разположени;

- подязовирни – когато ВЕЦ е разположена в непосредствена близост под водохранилището, Фигура 5.

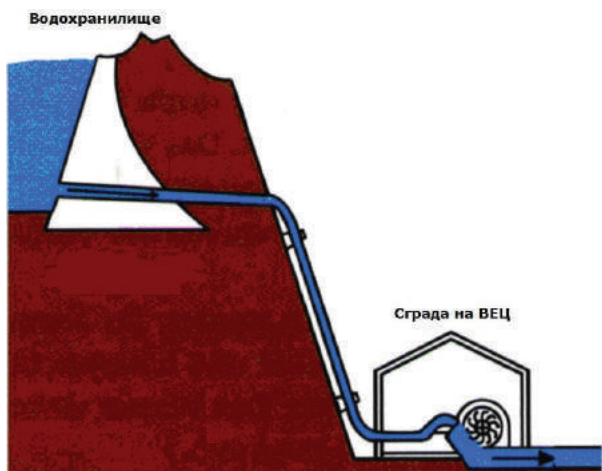
в) помпено-акумулиращи ВЕЦ (ПАВЕЦ), при които възможното многообразие на схемните решения е твърде голямо. У нас такива централи са: ПАВЕЦ „Чаира“, ВЕЦ-ПАВЕЦ „Белмекен“, ВЕЦ-ПАВЕЦ „Орфей“ и ПАВЕЦ „Калин“ (последната се експлоатира само като ВЕЦ). Характерно за ПАВЕЦ е, че са налице два изравнителя и че хидромеханичното и електромашинно оборудване позволява работа както в турбинен, така и в помпен режим, Фигура 6.

**Б. Класификация по полезен напор (посочените стойности имат само ориентировъчен характер):**

- а) нисконапорни ВЕЦ ( $H < 15 \text{ m}$ );
- б) среднонапорни ВЕЦ ( $15 < H < 50 \text{ m}$ );
- в) високонапорни ВЕЦ ( $H > 50 \text{ m}$ ).



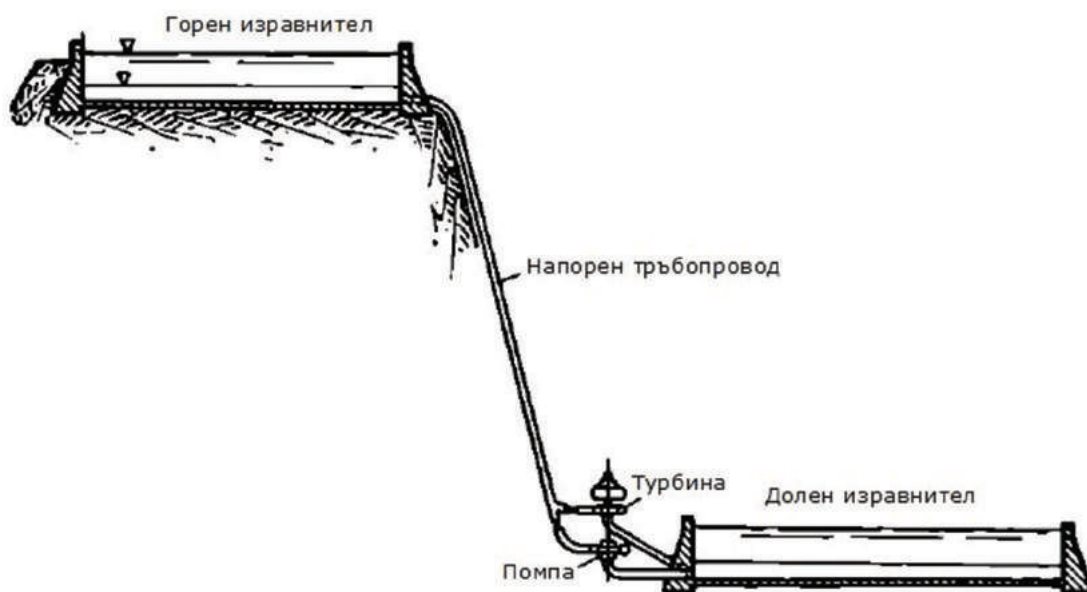
Фигура 3: Схема на деривационна ВЕЦ на течащи води



Фигура 4: Схема на деривационна ВЕЦ на изравнени (регулирани) води



Фигура 5: Пример за подязовирна ВЕЦ „Ивайловград“



Фигура 6: Схема на ПАВЕЦ с трикомпонентен агрегат, състоящ се от турбина, помпа и електрическа машина(Ludin 1934)

## В. Класификация по енергостопански параметри:

а) основни ВЕЦ: покриват основната част от денонощната ходова крива на потреблението. Те имат най-голяма използваемост по време (годишно над 7000 часа). Такива са ВЕЦ на течащи води. Като такива работят ВЕЦ на подчинен график и подязовирните ВЕЦ в условия на високи води;

б) подвърхови ВЕЦ: такива най-често са ВЕЦ на изравнени води при наличие на сериозен естествен приток;

в) върхови ВЕЦ: те имат най-малка използ-

ваемост по време (до около 1500 часа годишно). Основният проблем по отношение на околната среда, свързан с тяхната експлоатация, е твърде рязкото и в големи граници изменение на водното количество в реката след тях.

## Г. Класификация по инсталирана мощност (приведените тук стойности са пряко свързани с конкретните актуални условия на ценообразуването за електроенергията от ВЕЦ у нас):

а) мощност  $P < 20\text{kW}$  (чл.44(3) от Закона за водите);

б) мощност  $P < 10\text{MW}$ ;



в) мощност  $P > 10 \text{ MW}$ .

#### Д. Класификация по водостопански признаци:

а) ВЕЦ единствено за производство на електроенергия;

б) ВЕЦ в хидротехнически комплекси с многоцелево предназначение;

в) ВЕЦ, които имат подчинена функция и работят изцяло на подчинен график (например ВЕЦ във водоснабдителни системи).

#### 2.2.2. Хидромеханично оборудване във връзка с технологичния процес на ВЕЦ

В следващото изложение са представени най-широко използваните хидроенергийни устройства при производството на електроенергия във ВЕЦ. То няма за цел нито въвеждане в хидроенергетиката, нито резюме на големия брой изчерпателни литературни източници в тази област. Акцентът в представеното обобщение е върху конструктивните особености на най-широко използваните понастоящем модерни хидравлични машини, които преобразуват енергията на водния поток в механична енергия. Основният технологичен процес в една ВЕЦ завършва с последващо преобразуване на механичната енергия от електрогенератор в електрическа. Именно изясняването на енергийното взаимодействие в хидравличната машина е предмет на следващото изложение. Това взаимодействие на водния поток с конкретната хидравлична машина и нейните прилежащи компоненти е основен източник на неблагоприятното въздействие на ВЕЦ върху хидробионтитев естествените водни тела. Друго неблагоприятно въздействие върху водните тела е тяхната преди всичко надлъжна фрагментация от съоръженията на хидроенергийните системи. Тук трябва да се подчертае, че такива фрагментиращи съоръжения има далеч не само в хидроенергийните системи. Хидротехнически съоръжения се изграждат с различно предназначение и тяхната цялостна класификация далеч би надхвърлила настоящото кратко обобщение.

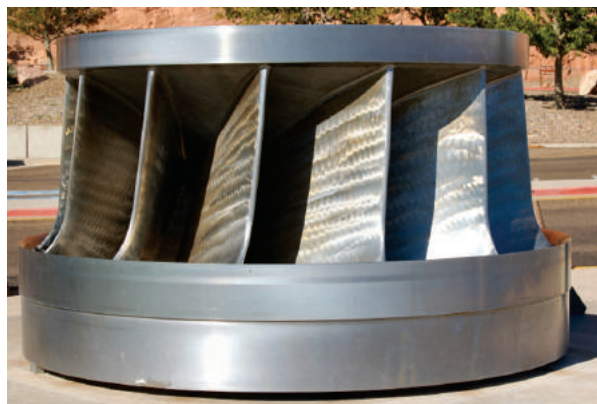
По принципа на своето действие водните турбини се разделят най-общо на активни (още свободноструйни) и реактивни. При активните турбини водата излиза свободно в атмосферата във вид на концентрирана струя, след което въздейства върху работното колело. Регулирането на мощността се извършва с променливото сечение на работната дюза посредством регулираща обтекаема игла. След взаимодействието с работното колело, водата пада в отвеждащ канал със свободно ниво. Активните турбини се използват при ВЕЦ с най-високите напори. При

реактивните турбини водният поток преминава през въртящата се лопатъчна решетка на работното колело и излиза със свободна повърхност в атмосферата едва в долния участък след централата. Тук регулирането на мощността се извършва с помощта на система от синхронно въртящи се лопатки на т.нар. „направляващ апарат“ преди постъпване на водата в работното колело. Преди него има още една система неподвижни лопатки, а след работното колело връзката с долния участък се осъществява посредством специална т.нар. „смукателна тръба“.

Видовете водни турбини, които се прилагат утвърдено и най-широко във ВЕЦ вече повече от век, са турбините „Пелтон“ (активна), „Франсис“ и „Каплан“ (реактивни) по имената на техните създатели, Фигури 7-10. Тези турбини са и



Фигура 7: Работно колело на турбина „Пелтон“ (ВЕЦ „Лиляново“)

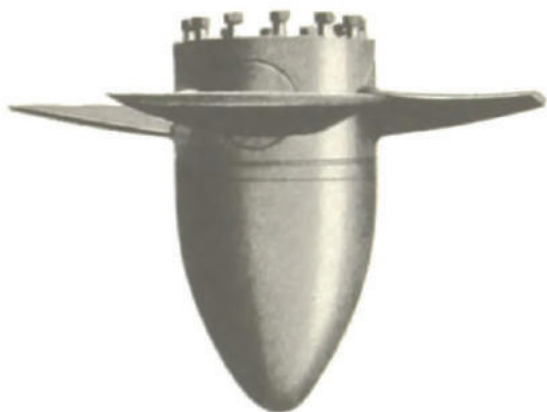


Фигура 8: Работно колело на турбина „Франсис“

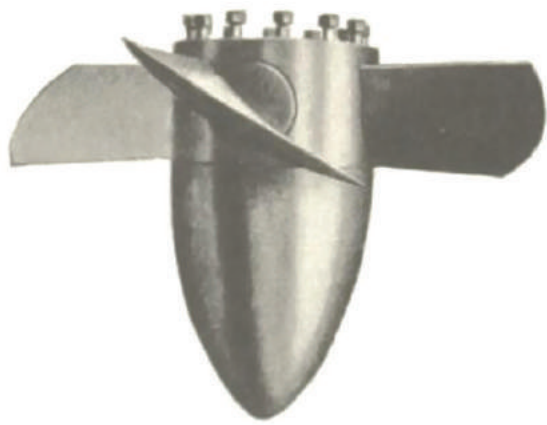
най-разпространените хидравлични машини, които присъстват в различни модификации на конкретно приложение в най-голямата част от проектите. По-долу са представени особеностите на конструкциите на тези машини и основните

версии на решенията, във вид на които те се прилагат в хидроенергийните системи.

Характерно за турбината тип „Каплан“ е, че тя е с т.нар. двойно регулиране, т.е. регулиращите елементи са два – както системата от подвижни лопатки на направляващия апарат, така и подвижните лопатки на самото работно колело. Варианти на този тип турбина са т.нар. пропелерна турбина, при която лопатките на работното колело са неподвижни и т.нар. турбина тип „полу/семи-Каплан“, при която неподвижни са лопатките на направляващия апарат. По принцип турбините тип „Каплан“ се прилагат в нисконапорния обхват, а в среднонапорната област намират приложение и „диагонални“ турбини, които също могат да бъдат с двойно регулиране. При тях ъгълът между осите на лопатките и оста на главината на работното колело е остър, а не прав.



Фигура 9: Работно колело на турбина „Каплан“ в затворено положение (Ludin 1934)



Фигура 10: Работно колело на турбина „Каплан“ в отворено положение (Ludin 1934)

### 2.3. НЯКОИ ОСОБЕНОСТИ НА ОБОРУДВАНЕТО НА ВЕЦ С МАЛКА МОЩНОСТ

В Европейския съюз, съответно и у нас, се обръща особено внимание на условията за развитие на т.нар. малки ВЕЦ (МВЕЦ). Причините за тази политика са много и тук няма да се спираме на тях. Съществено е да се отбележи, че строга дефиниция на МВЕЦ няма. Прието е, разграничаването между „малки“ и „големи“ ВЕЦ да се извършва по застроена мощност. Този подход има редица недостатъци и ние ясно сме изразили своето мнение в (Kisliakov & Petkova 2012). Цитираното по-горе разделяне по мощност обаче е факт не само у нас и е въпрос на конкретна законова и нормативна уредба. Тоест, понастоящем за МВЕЦ у нас се говори, когато инсталираната мощност на централата е до 10 MW.

Хидромеханичното (т.е. турбинното) оборудване на централите с малка мощност има редица особености. От много години е налице у производителите на такива машини максимално да типизират техните параметри с цел улесняване на процеса на проектиране и намаляване на разходите. Разработени са вече и редица компютърно базирани експертни системи за автоматизиран избор на тип турбина и нейните основни параметри.

От друга страна, характерна особеност на МВЕЦ е приложението на редица модификации на хидроагрегатите и на редица нови устройства за преобразуване на енергията на водния поток в механична, които при конвенционалните ВЕЦ нямат приложение, но при малките мощности имат своята икономическа обосновка и съответно смисъл. В изследването (Reuter & Kohout 2014) е извършен сравнителен анализ на 17 различни такива устройства като енергийни конвертори от гледна точка на екологичната им съвместимост с изискванията за миграция на рибите през тях. Освен традиционните (споменати по-горе) турбини, тук са представени турбината с напречен поток (още англ.: cross-flow), DIVE- и VLH-турбините, вариантите на обърнатия Архимедов винт и на редукторната турбина, разработките на „вихровата“ централа, различните видове водни колела и някои други устройства.

За развитите индустриални страни е характерен и нарастващият интерес към най-ниските напори, тъй като този съществен съществуващ потенциал досега не е бил обект на използване, а традиционно ефективният потенциал е до голяма степен изчерпан. Специалното изследване (Eichenberger et al. 2011) е посветено именно на устройствата за тези съвсем ниски напори (от 0,5 m до около 2,5 m), при които традиционните турбини не са икономически ефективни. В

него са представени 10 различни решения, някои от които дублират такива от гореспоменатото изследване (Reuter & Kohout 2014). Трябва да се подчертае, че в този обхват на напорите става дума за мощности от няколко до няколко десетки киловата, които още далеч не представляват инвестиционен интерес у нас.

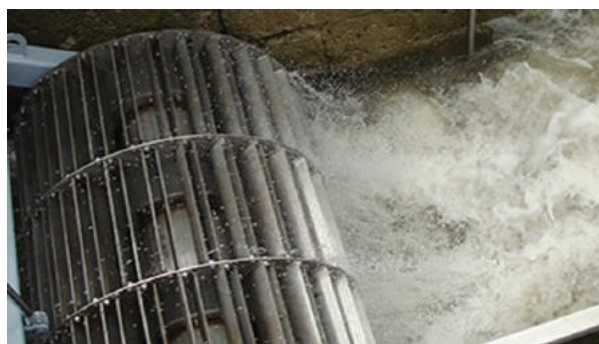
По-долу допълнително и по-подробно са представени хидравлични машини, за които е характерно приложението при малки мощности и чиито параметри са обобщени накрая в Таблица 1.



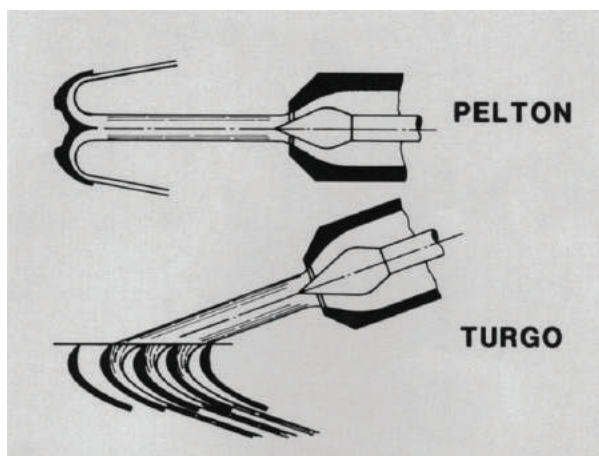
Фигура 11: Работно колело на турбина „турго“ (тип активна, прилага се при малки мощности)



Фигура 13: Принципна схема на турбина с напречен поток (още „Банки“, „Митчел“, „Осберггер“, англ.: cross-flow)



Фигура 14: Т.нар. „ламельна турбина“ в действие



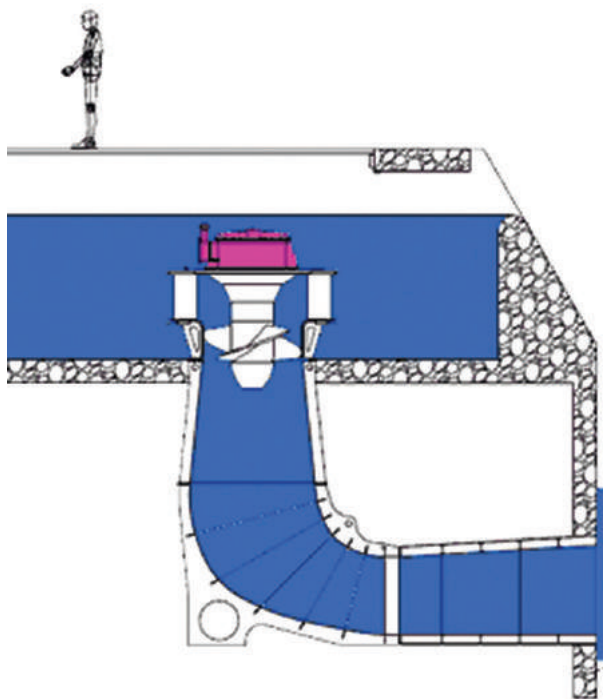
Фигура 12: Принцип на действие на турбини „Пелтон“ и „турго“

По-нататък, в Таблица 1, е спомената т.нар. „ламельна турбина“. По своя принцип на действие, тя представлява обичайно отдолу водно колело с голям брой лопатки, които имат специална форма на сечението. Тази машина е наречена турбина заради относително високите си работни обороти, значително по-високи от тези на традиционните водните колела, Фигура 14.

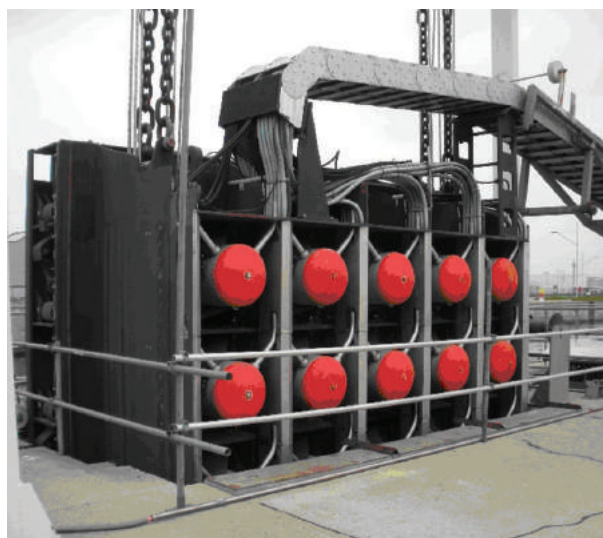
Рекламирана напоследък разработка е и т.нар. DIVE-турбина, Фигура 15. По същество тя представлява пропелерна турбина, чийто генератор обаче е с променлива честота на въртене. Така всъщност, изцяло потопеният хидроагрегат като цяло е с двойно регулиране (направляващ апарат на турбината и променлива честота на въртене на генератора). Целта при това е по-висок общ к.п.д. при изменение на работното водно количество в определен диапазон. Не бива обаче при това да се забравя к.п.д. на комплекса от силови електронни компоненти при променливата честота на въртене.

Сравнително нова разработка, при това специално за диапазона на най-ниските напори (над 1,5 м), е т.нар. VLH-турбина, Фигури 17 и 18. Самото съкращение в наименованието VLH означава всъщност „very low head“. Хидроагрегатът е компактен, с двойно регулиране и е свързан с цялостна концепция за схемата на съоръженията, свързани с приложението му. Вече има такива хидроагрегати в експлоатация, но техният брой е все още малък. Лопатките на работното колело са регулируеми, генераторът се възбужда с постоянни магнити (т.нар. PMG) и е с променлива честота на въртене. Подробен анализ на тази разработка по пакет от експлоатационни и екологични критерии се съдържа в изследването (Eichenberger et al. 2011).



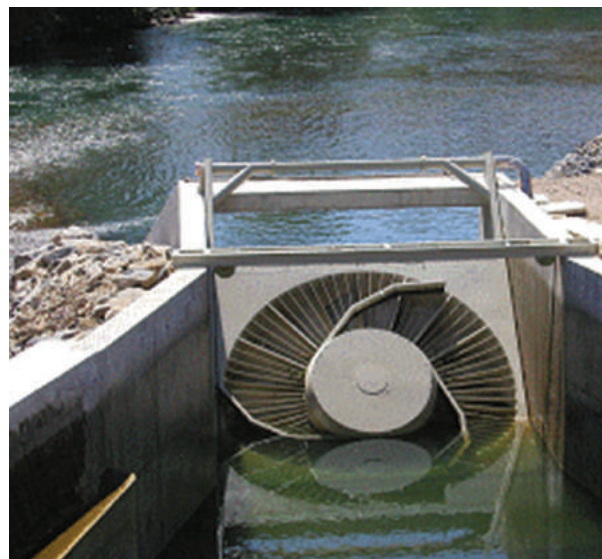


Фигура 15: Схема на концепцията за приложение на DIVE-турбина

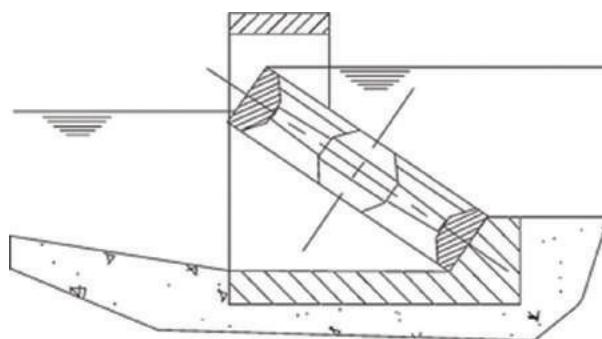


Фигура 16: Матрица от модули Hydromatrix на шлюз Фройденау (Freudenau) на р.Дунав при Виена

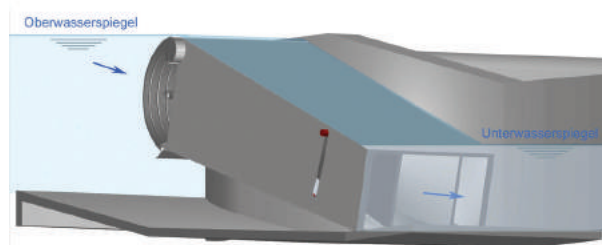
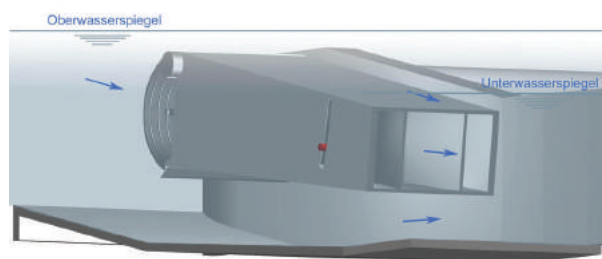
Т.нар. „подвижна ВЕЦ“, предлагана на хидроенергийния пазар като цялостно техническо, експлоатационно и екологично решение, е също относително нова разработка. Тук става дума за цялостен модул, който съдържа турбината (двойно регулируема тип „Каплан“) с целия неин проточен тракт от входната решетка до изхода на смукателната тръба. Над модула има клапа, което го прави преливаем, а целият той може да бъде повдигнат за пропускане на влачени наноси по дъното под него при високи води, Фигура 19.



Фигура 17: Изглед на VLH-турбина от горния участък

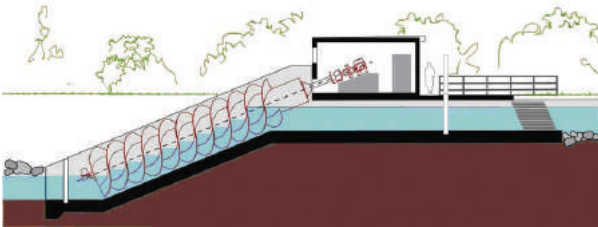


Фигура 18: Схема (надлъжен разрез) на приложение на VLH-турбина



Фигура 19: Схематично представяне на „подвижна ВЕЦ“, горе: повдигнато положение за пропускане на високи води под и над подвижния модул и наноси под него; долу: нормално експлоатационно положение

През последните години широко разпространение за руслови приложения в областта на ниските напори доби обърнатият Архимедов винт, Фигура 20. Машината е с добри технически и експлоатационни показатели с относително простата си конструкция и ниска смъртност при преминаващите надолу по течението през нея риби. Разбира се, миграцията срещу течението изисква изграждането на рибен проход.



Фигура 20: Визуализация на обърнат Архимедов винт

Особено внимание заслужава патентованата разработка на двойния обърнат Архимедов винт Hydroconnect, при който рибният проход се съдържа в тялото на самата машина, Фигура 21.



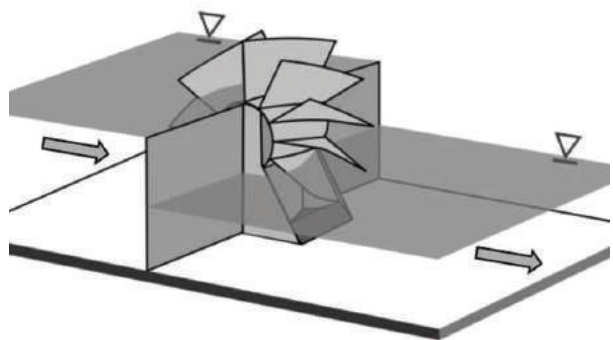
Фигура 21 Двойно обърнатият Архимедов винт Hydroconnect

На водните колела тук специално няма да се спираме. Основните варианти на техните конструкции по същество са с обтичане отгоре или отдолу. Те са твърде добре познати като хидроенергийни устройства в най-широкия смисъл на това понятие от хилядолетия. Конструкциите им са максимално усъвършенствани като к.п.д. още в средата на 19. век. Тук трябва да се отбележи обаче, че през последните години се наблюдава определено внимание към тези машини отново, особено във връзка с нарастващия интерес към най-ниските напори. Причините за този факт са в наличието на нови високо технологични материали, редуктори и възможности за усъвършенстване ефектив-

ността на хидродинамичното взаимодействие. Съществени съпътстващи характеристики са размерите и ниските им обороти, които ги правят по-малко опасни за рибите и ги превръщат в желан елемент на пейзажа.

В рамките на изследователския проект по 7-ма Рамкова програма на Европейската комисия HYLOW (с български партньори катедра „Хидротехника“ на УАСГ и „ИСТА Андреева“ ООД) беше разработена и внедрена т.нар. „напорна машина“ (още: „хидростатична напорна машина“), за много ниски напори (над 1 м), чийто прототип в натура успешно беше изпитан в експериментална установка на р.Искър, Фигури 22 и 23. Изследвани бяха както техническите и експлоатационни параметри на машината, така и уязвимостта на риби при преминаването през нея (Müller 2011), (Schneider et al. 2011), (Azmanov et al. 2011), (Kisliakov et al. 2013), (Uzunova & Kisliakov 2014). Разликата между тази разработка и обтичаното отдолу водно колело е в това, че тук главината на колелото има подприщващо действие, т.е. всъщност създава работния напор. В цитираните източници е посочена и разликата между нея и т.нар. „напорна подприщваща машина“, патентована в Австрия (патентен номер АТ 501 575 А1 2006-09-15). По същество последната повтаря измерителното колело на Джон Детридж (John Dethridge) от 1910 г. в Австралия.

Относително модерни и рекламирани напоследък разработки са и всички такива в областта на т.нар. „хидрокинетични“ турбини / устройства. Това е твърде обширна област, в която попадат всички хидроенергийни конвертори, при които движението на водна среда се използва по някакъв начин за производство на (механична) енергия. Най-интензивно развитие тези устройства получават напоследък във връзка с използването на енергията на морските вълни. Без тук да се спираме подробно на тези устройства, можем да посочим обзорната работа (Güney & Kaugusuz 2010), в която е направен преглед на известните и съответно използвани технологии.



Фигура 22: Концепция на „(хидростатична) напорна машина“



Устройствата, които се прилагат повече или по-малко засега само експериментално в естествените речни течения, представляват по същество пропелери, които просто са потопени във водата. Те са изключително екологични, тъй като по никакъв начин не пречат на естественото водно течение. Основен техен недостатък е твърде ниският к.п.д.



Фигура 23: „(Хидростатичната) напорна машина” – прототип на р.Искър, поглед от долу

Тук изрично трябва да споменем и една специална група хидроенергийни устройства, които представят обособена концепция в тази област, също обект на интензивно развитие едва от края на миналия век. Става дума за патентованите модулни разработки Hydromatrix, Straflomatrix, StreamDiver, при които идеята е с помощта на матрица от голям брой хидроагрегати с относително проста конструкция на практика да бъде заменена конструктивно сложната и твърде скъпа машинна сграда на русловите ВЕЦ, Фигура 16. Тук трябва да се спомене, че неслучайно тази група решения още не са навлезли в нашата страна. Те се оказват икономически ефективни при по-големи реки и при комплекс от условия, които понастоящем не са налице у нас.

Ще завършим това кратко обобщение с възможността за използване на помпи в турбинен режим. Това е едно оригинално техническо решение с прилагане на нерегулируеми машини, каквито са помпените агрегати, изпълнено вече на няколко места у нас в средно- и високонапорни ВЕЦ с малка мощност. Предимствата на този тип хидромеханично оборудване са преди всичко в ниската му стойност. Неслучайно обаче някои от тези случаи на приложение са определено провал по отношение на к.п.д. на централата. Използването на помпи в турбинен режим изисква специален опит в областта на хидравличните машини и много внимателен

и компетентен подбор на параметрите на оборудването в конкретния случай.

#### 2.4. ТЕХНИЧЕСКИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ ОТ ВЕЦ – ОБОБЩЕНИЕ

Техническите изисквания за производство на електроенергия от ВЕЦ, в частност от МВЕЦ, могат да бъдат обобщени накратко по следния начин:

- **необходимост от определено водно количество:** Това представлява всъщност суровинният ресурс за технологичния процес във ВЕЦ. Водното количество при руслови ВЕЦ е самото протичащо в реката такава. При деривационни ВЕЦ на течащи води, определена част от наличното в момента водно количество се отклонява в довеждащата деривация посредством съоръженията от комплекса на водохващането. Там водата се пречиства от плавеи, плаващи и влачени наноси. При водохващането трябва да се осигури и определено екологично водно количество, което остава в естественото речно легло за оводняване на нарушения участък. При ВЕЦ на изравнени води с язовири на по-големи реки се използва естественият приток на реката в профила на язовирната стена. Широко се прилага изграждането и на т.нар. събирателни деривации (към язовири или отделни специално изградени по-малки изравнители), които представляват комплекси от дълги събирателни канали на определена кота и водохващания на пресичаните естествени течения. За тези водохващания по принцип важи казаното по-горе. Трябва да се подчертае, че в условията на обективно ограничени водни ресурси, концентрирани предимно в планинските райони, каквито са характерни за нашата страна, това е утвърдена от почти един век технология за улавяне, прехвърляне и използване на тези водни ресурси в райони (включително в други водосборни области), значително по-бедни на води.

- **необходимост от концентриран пад (напор):** В зависимост от схемата на хидроенергийната система и конкретните топографски условия, той се осъществява хидравлично или посредством напорен тръбопровод, свързващ две водни нива на различна кота, или като разлика между два участъка с различни водни нива, разделени от сградатата на ВЕЦ (в този случай тя представлява напорно / подприщващо съоръжение). Възможното многообразие на схемните решения е голямо и е характерна особеност на хидро-



енергийните системи. Факт е, че схемата на системата винаги е предмет на индивидуална разработка в контекста на уникалността на всеки комплекс от природни и технически условия. Конкретното решение по принцип е нееднозначно и неговият избор е резултат на формално и експертно решавана многоцелева и многокритериална оптимизационна задача.

В зависимост от определените условия, целесъобразността от прилагането на един или друг тип турбина може да се обобщи конкретен диапазон на изменение на основните параметри в Таблица 1 по-долу. Тя е съставена основно въз основа на резултатите от обстойното изследване (Reuter & Kohout 2014). За целите на настоящия проект, обаче, тя е сериозно преработена по отношение на илюстративно представените по-горе турбинни технологии и цитираните конкретни стойности на параметрите. От една страна, това е направено от позицията на личен експертен опит, многобройни контакти с произ-

водители и потребители и обработка на огромно количество други специализирани източници, непосочени тук. От друга страна, са взети предвид съществуващите условия за достъпност и реализация в нашата страна с акцент върху действителната икономическа ефективност и съответно произтичащия от нея инвестиционен интерес към една или друга конкретна технология у нас. Поради това, определени технологии не са посочени в таблицата, а са добавени други, които не са описани в (Reuter & Kohout 2014). По същата причина са коригирани и много от представените в таблицата стойности на параметрите.

Тук не може да не се отдели специално, макар и по-малко, внимание на въпроса за използването на съоръжения със съществуващ хидроенергиен потенциал в смисъл на налични напор и водно количество. В тази доста голяма група от съоръжения попадат както разширенията, реконструкциите и модернизациите на съществуващи централи, така и реконструкциите на

ТЕХНОЛОГИЯ	НАПОР [m]		В. КОЛИЧЕСТВО [m <sup>3</sup> /s]		ОБОРОТИ [мин <sup>-1</sup> ]		К.П.Д. [%]	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	ТУРБ.	ОБЩ
турбина „Пелтон“	80	1500	0,02	15	~	1000	88	~
турбина „Каплан“	3	30	0,5	50	75	300	90	~
турбина „Франсис“	2	500	0,2	35	100	750	85	~
Турбина с напр. поток	3	120	0,05	12	100	250	~	80
Ламелна турбина	0,5	10	0,5	10	10	60	~	65
DIVE-турбина	2,5	25	1,5	20	~	~	~	80
VLH-турбина	1,5	3,5	8	30	10	40	90	~
„Подвижна ВЕЦ“	1,7	8	4	25	75	300	90	~
Архимедов винт (вкл. двоен винт)	1,5	15	0,2	6	10	50	80	70
Напорна машина	1	3	0,5	5	5	15	75	65
Водни колела	0,5	5	0,1	2	5	10	75	~
Хидрокинетична турбина	с в о б. тече-ние	своб. течение	дълбочина min 3 m		скорост на течението 1,5 m/s до 3,5 m/s		40	~
StreamDiver	2	6	2	12	пром.	пром.	85	~
Помпи като турбини	15	150	0,02	0,5	300	1500	80	~

Таблица 1 Обобщено представяне на хидромеханичното оборудване на МВЕЦ

други съществуващи съоръжения и преработката им в МВЕЦ, респективно вграждане в тях на МВЕЦ за производство на електроенергия. Такива са например съществуващи речни прагове с различно предназначение, неизползваеми вече помпени станции, съоръжения от напоителни и водоснабдителни системи и малки промишлени предприятия. У нас съществуват голям брой такива съоръжения с наличен хидроенергиен потенциал и този проблем е твърде актуален. Неслучайно през последните години бяха проектирани и извършени голям

брой такива реконструкции.

По същество изискванията към компонентите на оборудването в случай на такава реконструкция са същите, както и при разработката на съвсем нов проект. Практически, разликата е единствено в големия брой допълнителни ограничения, които трябва да се вземат предвид – както по отношение на техническите, така и относно експлоатационните параметри. Това налага много по-внимателен подход при избора на конкретен тип хидромеханично оборудване и при определяне на неговите параметри.

# ГЛАВА 3: ЗАКОНОВА РАМКА, РЕГЛАМЕНТИРАЩА СЪЗДАВАНЕ И ФУНКЦИОНИРАНЕ НА ВЕЦ

Димитър Кисляков, Венцислав Василев

Политики и законодателство на ЕС по отношение на управление на водите, възобновяеми енергийни източници и оценка на въздействието върху околната среда; Национално законодателство с пряко отношение към изграждането и функционирането на ВЕЦ.

## 3.1. ЕВРОПЕЙСКО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО

### Рамкова Директива за Водите (РДВ) (2000/60/ЕС)

Директивата задава обща рамка на политиката за управление и устойчиво ползване на водите от страните членки на ЕС. Тя въвежда целта за постигане на „добро екологично състояние“ на повърхносните водни тела до 2015 г., както и принципа за управление на водите на ниво речен басейн. Директивата изисква страните членки да определят компетентни органи за управление на водите и да изготвят планове за управление на речните басейни, които се актуализират на всеки 6 г.

Дефиницията на „добро екологично състояние“ е заложена в чл. 5 на РДВ и включва биологични, физико-химични и хидроморфологични елементи за качеството, като последните имат най-пряко отношение към въздействията от хидроенергетиката.

Член 4 регламентира изключенията от постигане на екологичните цели, допустими за страните членки. Невъзможността за достигане на добро състояние или невъзможността за запазване на отличното състояние на повърхностен воден обект от влошаване в резултат от модификации и промени с антропогенен характер може да бъде допуснато когато в резултат от нови устойчиви човешки дейности по развитието и всички следващи условия са спазени: а) предприети са всички практически действия за намаляване отрицателния ефект; б) причините за тези модификации или промени са изрично посочени и обяснени в плана за управление на речния басейн, като целите се преразглеждат всеки 6 години; в) причините за тези промени или модификации са от преимуществовен об-

ществен интерес и/или ползите за околната среда и обществото от постигане на целите са по-незначими от ползите от новите модификации за човешкото здраве, безопасност или за устойчивото развитие; и г) ползите от тези модификации или промени, не могат по технически причини или непропорционалност на разходите да бъдат постигнати с други средства.

### Директива за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници на ЕС (2009/28/ЕС) (RED)

Директивата определи задължителна цел за 20 % дял на възобновяемите източници на енергия в потреблението на енергия в ЕС, разбита в задължителни на национално равнище подцели, като се вземат предвид различните начални точки на държавите членки. Директивата задължава страните членки да изготвят Национални планове за действие по отношение на енергията от възобновяеми източници на енергия.

### Директива за оценката на въздействието на публични и частни проекти върху околната среда (Directive 2011/92/EU)

Хармонизира принципите за оценяване на въздействието върху околната среда на проектите чрез въвеждане на минимални изисквания по отношение на типа на проектите, които подлежат на оценка, основните задължения на възложителите на проекти, съдържанието на оценката и участието на компетентните органи и на обществеността. Директивата съдържа правно изискване за извършване на оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС) преди стартирането на обществени или частни проекти, за които съществува вероятност да окажат значително въздействие върху околната среда.



Тя актуализира 4 предходни директиви.

През 2014 г. е допълнена и изменена с Директива 2014/52/ЕС с цел да се повиши качеството на процедурата за оценка на въздействието върху околната среда, тази процедура да се приведе в съответствие с принципите на интелигентно регулиране и да се засилят съгласуваността и взаимодействието с други законодателни актове и политики на Съюза, както и със стратегии и политики, разработвани от държавите членки в области от национална компетентност.

#### **Директива за опазването на природните местообитания и на дивата флора и фауна (92/43/ЕС)**

Директивата задължава страните-членки да създават защитени зони за опазване на природни местообитания и местообитания на растителни и животински видове от значение за общността. Държавите-членки са задължени не само да опазват тези местообитания, но и да ги поддържат в благоприятно природозащитно състояние и при необходимост да възстановяват такива местообитания. Директивата залага рамките на оценка за съвместимост с предмета и целите на опазване на защитените зони на инвестиционни предложения, проекти, планове и програми.

#### **Директива за птиците (2009/147/ЕС)**

Директивата регламентира условията за обявяване на орнитологично важните места за защитени зони за опазване на местообитания на диви птици. Принципите на функциониране, вкл. и на оценка на въздействието на планове, програми и проекти, са заложили в Директивата за местообитанията.

### **3.2. НАЦИОНАЛНО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО**

#### **Закон за водите**

Регулира управлението на водите в България като неразделна част от природните ресурси на страната и правото на собственост над водните системи и басейни. Законът за водите е като цяло хармонизиран с Европейската Рамкова Директива за водите 2000/60/ЕС.

Понастоящем чл. 118ж от Закона за водите предвижда конкретни ограничения за ВЕЦ. Не се разрешава водовземане от повърхностни води за производство на електроенергия в следните случаи:

- > при каскадно изграждане на деривационен и руслов тип водноелектрически централи (В тази връзка трябва да се спомене, че никъде в българските нормативни документи не е дадено определение на термина

„водна каскада“);

- > когато средномногогодишното водно количество в реката е по-малко от 100,0 л/сек.;
- > на по-малко от 500 м преди и след пункт за мониторинг на повърхностните води или изградени хидротехнически съоръжения;
- > когато са въведени ограничения и забрани в плана за управление на речните басейни, свързани с постигане на целите по чл. 156а от ЗВ;
- > когато не е осигурена хидравличната непрекъсваемост на реката.

#### **Закон за биологичното разнообразие**

Регулира отношенията между субектите в сферата на защита и устойчиво използване на биологичното разнообразие, опазване на видове, местообитания, изграждането на Националната Екологична Мрежа/Натура 2000. Законът също така регулира оценката на съвместимостта на инвестиционните проекти с предмета и целите на опазване в защитените зони от Натура 2000.

#### **Закон за възобновяеми и алтернативни енергийни източници и биогорива (ЗВАЕИБ)**

Урежда обществените отношения, свързани с насърчаване на производството и потреблението на електрическа, топлинна енергия и/или енергия за охлаждане от възобновяеми енергийни източници и от алтернативни енергийни източници, на производството и потреблението на биогорива и на други възобновяеми горива в транспорта.

#### **Закон за устройство на територията (ЗУТ) в сила от 31.03.2001 г., последно изм. ДВ. бр.109 от 20 Декември 2013г.**

Урежда обществените отношения, свързани с устройството на територията, инвестиционното проектиране и строителството в Република България, и определя ограниченията върху собствеността за устройствени цели.

# ГЛАВА 4: ВЪЗДЕЙСТВИЯ ОТ ВЕЦ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА

Елиза Узунова, Росен Цонев

Подробен преглед и обобщение на различните въздействия от ВЕЦ върху компонентите на околната среда, включително фрагментация на речните участъци, промени в хидрологичния режим, транспорта на седименти, физико-химичните параметри и други въздействия върху водните организми; Въздействия върху природните местообитания; Кумулативен ефект.

В зависимост от технологичните характеристики (начин на водовземане, използвана технология на производство на електроенергия, размер на подприщан участък, наличие на рибен проход и др.) и местоположението, различните ВЕЦ могат да влияят в различна степен и насока върху процесите в околната среда. Потенциално възможните влияния на ВЕЦ могат да се обобщят в следните основни групи: нарушаване на екологичната свързаност на реката, промяна в хидрологичния режим, промяна в динамиката на транспорта на наноси, промяна на физико-химичните условия (температура, кислородна концентрация, образуване на парникови газове), промяна в природните местообитания и местообитанията на растителни и животински видове, внасяне на чужди и инвазивни видове.

Трябва да бъде отбелязан фактът, че въздействието на ВЕЦ върху водните екосистеми в редица аспекти е сходно с влиянието на различни други хидротехнически съоръжения, като прагове, шлюзове, водоземни съоръжения, язовири, мостови фундаменти, тръби, водостопи и дори естествени структури, като водопадите. Част от тези съоръжения имат важно предназначение, като регулиране на водния поток, водохващане, съхраняване на големи водни обеми. При отчитане на въздействието на ВЕЦ, тяхното присъствие в речния басейн, също трябва да се отчита, както и кумулиращия ефект на тези структури. Всички потенциални въздействия на ВЕЦ, трябва да бъдат разгледани детайлно, за да бъдат намерени средства за тяхното смекчаване и преодоляване с оглед на прилагането на балансиран подход.

## 4.1. ФРАГМЕНТАЦИЯ (ПРЕКЪСВАНЕ) НА ПРОХОДИМОСТТА НА РЕЧНИЯ УЧАСТЪК В ЗОНАТА НА ВЕЦ

Свързаността на местообитанията в пространствен и времеви аспект е изложена в концепцията за речния континуум, предложена от Vannote et al. (1980). Съгласно тази концепция, реките са интегрални, надлъжно свързани системи, биологичната организация в които следва структурно и функционално характера на разсейване на кинетичната енергия на физичната система. Изграждането на структури в речното корито, които прекъсват в някаква степен връзката между местообитанията, оказва сериозно въздействие върху водните организми. Най-засегнати са рибите, тъй като голяма част от тях извършват различни по своята цел и дължина предвижвания нагоре и надолу по течението. Новосформираните физични бариери влияят неблагоприятно върху рибите не само като прекъсват сезонните и размножителните миграции, но и ограничават достъпа до предпочитаните местообитания и хранителните ресурси, увеличават шансовете за възникване на болести, намаляват потока на гени между индивидите, съставляващи популацията, създават условия за поява на явления, като хищничество, конкуренция. Възможността за свободно движение позволява на водните организми да избягват неблагоприятни речни участъци, подложени на замърсяване или друг вид негативно въздействие. От голямо значение е и възможността за завръщане и реколонизация на местообитанието след възстановяване на екологичните условия. Ограничаването на свободно течащите реки възпрепятства и дрейфа на детрит и безгръбначни животни, т.е. като цяло физичните прегради

намаляват биологичната продуктивност.

Проучванията върху влиянието на речната фрагментация върху състава и структурата на рибните съобщества в българските реки са оскъдни и засягат само определени речни участъци и рибни видове (Uzunova et al. 2012a, Uzunova et al. 2012b, Uzunova et al. 2017).

#### 4.1.1. Прекъсване на миграционни придвижвания

Всички видове риби извършват насочени „смени на местообитанията“ в поне един период от живота си и главно в резултат на промяна на изискванията им към един или група физико-химични параметри на средата (тип на дънния субстрат, дълбочина наводата, скорост на течението, мътност, насищане с кислород, температура, осветеност, засенченост), хранителните ресурси, наличието на укрития и други. Интегритета на рибните популации се основава в голяма степен на наличието на множество пространствено отделени местообитания в речната мрежа. От тук и негативните ефекти върху състоянието на рибните популации, съществуващи в условията на река с фрагментации, въпрепятстващи преминаването на рибите от едно местообитание в друго.

Миграцията като явление е дефинирана от Northcote (1984) като регулярно, циклично движение между различни местообитания използвани за размножаване, хранене, зимуване. Миграциите на рибите се индуцират от редица фактори, разделяни на вътрешни и външни (Pavlov 1989, Lucas & Vargas 2001, Pavlov et al. 2008). Към вътрешните се отнасят различните хормонални промени, хранителни нужди, стрес и други, а към външните спадат: температура, водно ниво, светлина, качество на водата, промени в мътността, скоростта и водното ниво. Вътрешните фактори могат силно да се повлияят от външните (Pavlov 1989). Според посоката на миграция по отношение на солеността на водата, мигрантите се класифицират като диатромни риби (обитават, както морето, така и пресноводни водоеми), като според посока на придвижване биват катадромни, анадромни и амфидромни. Последните често сменят местообитанието си и тези смени не са свързани само с размножаване. Потамодромните видове мигрират само в рамките на реките. Условно рибите могат да се разделят на мигриращи на дълги (над 300 км), средни (30 – 300 км) и къси дистанции (под 30 км), считано в една посока за година.

Възпрепятстването на миграцията на рибите често се свързва с наличието на прегради със

значителна височина, но е установено, че и много малки такива също могат да създават затруднения при едни или други хидрологични параметри на реката (Ovidio & Philippart 2002, Poulet 2007, Alexandre & Almeida 2010). Въздействията на големите язовирни стени (височина над 15 м, по определение на Poff & Hart 2002) върху риби са детайлнопроучени. Противно на обширната литература, която съществува за големите преградни структури, ефектите на малки препятствия, като бентове и ниски прагове, тръби, водостоци и мостови фундаменти, са с по-малка степен на изученост. Повечето от изследванията на въздействието на тези малки препятствия, са свързани основно с ефекта им върху миграциите на рибите (Lucas & Freagr 1997, Warren & Pardew 1998), изолацията на съобществата (Morita & Yokota 2002, Meldgaard et al. 2003) или способността им да предотвратяват нахлуването на мигриращи екзотични видове (Thompson & Rahel 1998; McLaughlin et al. 2007). Въпреки това, изследванията на въздействието на малки препятствия върху структурата на рибните съобщества остават оскъдни (Cumming 2004, Tiemann et al. 2004, Gillette et al. 2005, Poulet 2007). Peter (1998) отбелязва, че дори неголеми прагове могат да представляват реална преграда за мигриращите риби. В свое изследване на река Глат (Швейцария), авторът доказва, че прагове над 0.40 м са единствено преодолими за речната атлантическа пъстърва (*Salmo trutta*) и тя е в изобилие и над преградната структура, докато седем вида от семейство Шаранови присъстват само в зоната под препятствието. Доказано е, че дори ниски прагове, с височина едва 0.18-0.20 м, представляват непреодолима преграда за риби като главоcha (*Cottus gobio*) и гулеша (*Barbatula barbatula*) (Bless 1981, Jungwirth 1996, Utzinger et al. 1998). Peter (1998) счита, че прагове, разположени на всеки 50 м, са допринесли за намаляване или изчезване на местните видове, като главоch *Cottus gobio* и малки, мигриращи шаранови риби.

В свое проучване на река Виаур, югозападна Франция, Poulet (2007) изследва прагове с височина до 15 м. Оказва се, че те променят местообитанията в полза на интродуцирани чужди видове и по този начин повлияват съществено на структурата на рибните съобщества. Namin & Spurný (2004) доказват, че неравномерното разпределение на скобара (*Chondrostoma nasus*) в река Беква, Чехия се дължи именно на пет съществуващи яза и една пет метрова дига, които пречат на успешното възпроизводство на вида. Подобни са и наблюденията на Holčík & Masuga (2001). При изследване на три различни реки в южната част на Белгия (Оурте, Вездре и Ам-



блев), Ovidio & Philippart (2008) потвърждават уязвимостта на скобара (*Chondrostoma nasus*), живеещ в силно фрагментирана среда, поради слаба способност и/или мотивация, за преминаване на малките физически бариери, за да достигне до местата за хвърляне на хайвер, намиращи се в по-горната част на реките. Такава слаба способност за преодоляване на физически препятствия от различни видове шаранови установяват проучвания, извършени на базата на телеметрично проследяване на маркирани индивиди (Geeraerts et al. 2007, Ovidio et al. 2007a, Ovidio et al. 2007). Тези резултати обосновават необходимостта от провеждане на изследвания относно възможностите за възстановяване и поддържане на свободното движение на шарановите риби в условията на разпокъсани местообитания. Miranda et al. (2005) правят наблюдението, че построяването на прагове води освен до намаляване на биоразнообразието, като изчезват местни видове, и до намаляване в размера на дадени видове. Проучване на Alexandre & Almeida (2010), обхванало две реки на територията на Пиринейския полуостров, показва, че ефекта за рибите от малките преградни структури между местообитанията са подобни в известна степен на тези, отчетени за значително по-големи фрагментации. У нас изследванията на числеността и биомасата на потамодромните видове риби в река Искър показват намаляване след всяко следващо препятствие в посока на изворите (Uzunova et al. 2012). Много от мигриращите, реофилни видове изчезват напълно в реките с прекъсната проходимост (Uzunova et al. 2012).

Най-уязвими на въздействието на фрагментацията са видовете, чиито жизнен цикъл е свързан със задължителна смяна на местообитанията за размножаване т.е. типичните мигриращи видове. У нас, с различна дължина на миграционния преход са редица видове, обитаващи вътрешните за страната водоеми – речна пъстърва (*Salmo trutta*), скобар (*Chondrostoma nasus*), мряна (*Barbus sp.*) и други. Benejam et al. (2014) установяват, че речната пъстърва е един от видовете, най-съществено повлияни от въздействието на ВЕЦ, изградени в горните течения на реки от Пиринейския полуостров. Ефектът на въздействие от ВЕЦ се изразява в намаляване числеността, кондицията и размерната структура на рибите в повлияните участъци, спрямо същите параметри, измерени при риби в контролни реки (без ВЕЦ). Освен това, е установен кумулативен ефект от водноелектрически централи по поречието на реката, тъй като разликата в състоянието между контролното и повлияното течение се увеличава надолу по течението. Биологичният отговор към промените

в околна среда, настъпващи в резултат на отклонението на вода към МВЕЦ е видово специфичен и речната пъстърва е един от видовете с ясно изразена чувствителност към тези промени. Широко известно е, че речната пъстърва е един от видовете с ниска толерантност към лошо качество на водата и структурата на хабитата (Maceda-Veiga & Sostoa 2011). В някои случаи са измерени четири пъти по-високи стойности на биомасата в контролните участъци в сравнение с тези на засегнатите зони (Kubečka et al. 1997, Almodovar & Nicola 1999). Ограничена хранителна база и загуба на предпочитани местообитания, поради намаления воден отток са сред причините за намаляване на числеността на пъстървата, обитаваща зони с ВЕЦ (Nakala & Hartman 2004, Riley et al. 2009). Други видове, като средиземноморската мряна, барбатулата и лешанката са по-малко повлияни от въздействието на ВЕЦ, изградени в горните течения, като посочените видове доминират за сметка на намалените количества речна пъстърва, т.е. измененията естествен воден режим на реката формира местообитания по-пригодни за опортюнисти, давайки на тези видовете предимство пред ниско толерантните видове (Poff & Ward 1990, Benejam et al. 2014).

Benejam et al. (2014) установяват влияние на ВЕЦ на три нива – индивидуално (кондиция на рибите), популационно (численост, средно тегло и дължина) и на ниво съобщество (относителна численост на ихтиологичните видове). Adams & Greeley (2000) установяват, че преминаването на ефекта от индивидуален към ефект върху цялото съобщество, зависи от интензивността и продължителността на излагане на индивидите на съответното въздействие. Следователно, независимо от малкия размер на изследваните ВЕЦ, разположени в горното течение на реките, техният ефект върху индивидуалните и популационни мерки е значителен и може да бъде използван за оценка на екосистемното здраве по време на изпълнение на мерки, смекчаващи или възстановяващи екосистемите, засегнати от подобен тип въздействия.

Нарастващият брой застрашени видове води до преоценка на становището относно потенциалното въздействие на фрагментацията само върху мигриращите видове риби. Все по-често се обръща внимание на поведението на всички представители на ихтиофауната, дори и на такива, които не извършват сериозни придвижвания, т.е. фрагментацията засяга всички, а не само спадащите към групата на мигриращите видове (Coxh & Welcomme 1998, Jungwirth et al. 1998). В този контекст, конвенцията за биологично разнообразие може да има важна роля,

тъй като това е насърчило законодателствата в различни страни да разглеждат въздействието и върху видове, които традиционно не са икономически значими (Lucas & Vargas 2001).

Негативният ефект от фрагментацията ще е особено силен при малочислени популации, когато съществува реален риск част от популацията да изчезне. Това може да се наблюдава, когато фрагментирането е придружено с негативни промени в качеството на водата, деградация на местообитанията и/или промени в хидроморфологията, надхвърлящи толеранса на даден вид. Ако над или под ВЕЦ са налични благоприятни условия и съществуват местообитания, осигуряващи цялостния жизнен цикъл на рибите, то шансовете за благополучие на популацията на дадения вид са добри. Т.е. не винаги нарушаването на свързаността е ключовият негативен фактор, чрез който ВЕЦ повлияват състоянието на даден ихтиологичен вид. Много често, завиряването на значителен дял от дадена река може да лимитира присъствието на редица видове, особено типично реофилните като мрени, скобар, пъстърви. Факултативно реофилните видове ще продължат своето съществуване в зависимост от други фактори – качество на водата, промени в хранителната база, наличие на подходящи за размножаване места и т.н.

Много от ихтиологичните видове у нас, включени като целеви видове в различни природозащитни законови актове, се оказват потенциални обитатели в зони, наситени с ВЕЦ. Често тези видове не страдат от фрагментирането толкова, колкото от промените, настъпващи в резултатна регулацията на водното течение, деградацията на местообитанията, влошаване качеството на водата, хидрологичните промени. Същевременно, променените условия предоставят благоприятна среда за съвсем нови видове – местни и нерядко чужди, които бързо променят структурата на рибното съобщество. Не рядко дори броят на видовете, обитаващи даден речен участък може да се увеличи, но това ще е за сметка на толерантни, най-често езерни видове.

Следователно, множеството ВЕЦ и язовири по дадена река ще доведат до смяна на структурата на ихтиологичните съобщества, изразяваща се в доминация на немигриращи, езерни видове.

#### 4.2. ПРОМЕНИ В ЕСТЕСТВЕНИЯ ХИДРОЛОГИЧЕН РЕЖИМ

Водният режим е един от главните фактори, регулиращ процесите в речните екосистеми

(Poff & Ward 1990). Всяко по-значително изменение в хидрологичния режим може да провокира значителни промени в структурата на съобществата, екосистемните условия и процеси (Lake 2003, Clarke et al. 2004).

Работата на ВЕЦ, особено на тези със значителни по обем водохранилища, често води до съществени отклонения от естествения хидрологичен режим на реката. В зависимост от височината на стената на преграждащата структура, зад нея може да се образува различно по големина изкуствено езеро, което се характеризира с много по-ниска скорост на водата, което нарушава ориентацията на рибите. Тези изкуствени езера променят характерните местообитания на рибите, като превръщат течащите води в стоящи водни басейни. В случаите на деривационни ВЕЦ, често се наблюдава недостатъчно водно количество в засегнатия участък под водовземаването за ВЕЦ. При централи на регулирани води се получават периодични резки изменения на оттока в долния участък след централата, свързани с експлоатационния режим на ВЕЦ. Този процес индуцира бърза смяна в оттока и води до значителни вариации в речния дебит (англ. hydropeaking). Проявяват се като високи вълни със стръмни върхове, които са не само неблагоприятни за екосистемите, но могат да бъдат и много опасни за хора, животни и подвижно имущество, намиращи се в момента в речното легло.

Промяната на хидрологичния режим за природните местообитания може да се разглежда в два аспекта. Основният е директна загуба на площ, вследствие на заливане на крайречни местообитания или осушаване на част от водното тяло. Директната загуба основно засяга типичните местообитания, попадащи във водното тяло или в непосредствена близост до него: крайречни високотревия, крайречни гори, преовлажнени ливади, съобщества на макрофити във водното поречие. Индиректна загуба – преовлажнение, осушаване могат да претърпят водозависимите местообитания, които се намират в речната тераса, но най-често над нивото на заливане на реката. Такива са торфища, преовлажнени ливади, влажни сенокосни ливади и др. Русловите ВЕЦ основно са причина за такава директна загуба в обхвата на създадените изкуствени езера в резултат на заливане. Деривационните ВЕЦ могат да причинят пряка загуба в резултат на осушаване на част от речното легло в активния за водната растителност вегетационен сезон, но по-често са причина за косвена загуба поради намаляване на водните запаси в крайречната

тераса, което причинява влошаване качеството на водозависимите местообитания и оттам промяна на тяхната екологична структура. Нарушението на оттока в т.нар. заобиколен участък при деривационни ВЕЦ е основен проблем, водещ до отрицателно въздействие върху местообитанията на водните организми в този участък. За тази цел се определя и минимално оводнително водно количество, за което у нас също отсъства единна методика.

Въпреки че малките ВЕЦ се конструират на малки и средни по големина реки, отклонението на водата при деривационните ВЕЦ може да предизвика промяна в естествения хидрологичен режим - ниски води (до пълно отсъствие) в участъците под водовземането и променливи нива в участъците след вливане на водите от ВЕЦ (Santos et al. 2006, Schmutz et al. 2010, Rolls et al. 2012).

По-пластичните видове риби и макрозообентос нерядко се приспособяват към новите хидрологични условия, но онези с висока чувствителност изчезват, бивайки заместени от видове опортюнисти (Santucci et al. 2005, Anderson et al. 2006, Mueller et al. 2011).

В своето придвижване рибите се ориентират по скоростта на течението, водното ниво, температурата, солеността, магнитните полета, химичния състав на водата, използвайки сетивните си органи и структури. Често като стимул за миграциите служи увеличаването на водното ниво (напр. за видовете скобар, мряна, дунавска пъстърва) и затова за много риби придвижвания се осъществяват именно в периода на пълноводие. Съответно миграциите не се осъществяват, когато водното ниво се поддържа постоянно, обикновено еднакво ниско. Други видове риби предприемат своите миграционни придвижвания по време на маловодие, като например атлантическата пъстърва (*Salmo trutta*), която обичайно навлиза в горните течения на реките в късното лято и есента, за да хвърли своя хайвер през месеците октомври – ноември. Всички риби са в състояние да открият скоростта на водния поток, за го използват като ориентир и да се насочат срещу него (положителен реотаксис) (Lucas & Vargas 2001). Ако скоростта на течението е под видовия и възрастов праг на чувствителност, рибите губят възможността да се ориентират по течението на водата. Следователно, скоростта на течението в миграционния коридор трябва да бъде по-висока от т.нар. реочувствителна (реоактивна) скорост. Ако в речния коридор има няколко пресичащи се с различни скорост течения, то рибите ще изберат течението с най-висока скорост за ориентир.

Установено е, че ВЕЦ могат да предизвикат забавяне на миграциите нагоре потечението на съответната река (Thorstad et al. 2005), защото рибите са привлечени към водата с по-висока скорост и голям дебит – хидравлично състояние, което се наблюдава в участъка след язовира при работа на ВЕЦ (Bernatchez & Dodson 1987). Затова, когато мигриращите риби достигнат речен участък, в който изтичат водни потоци, различаващи се по своята сила и скорост, те са привлечени от този с по-голяма скорост, както обикновено е случаят с водата, отделяна от ВЕЦ и тази, изтичаща от рибния проход. Това „лъжливо привличане“ към изтичащата от ВЕЦ вода причинява забавяне на миграционното придвижване (FERC 1995, Smith et al. 1997). Последици от това могат да бъдат още нараняване, увеличаване на атаките на хищници, повишаване риска от заболявания, стрес (Winstone et al. 1985). Миграцията може да бъде забавена и от промени в поведението на рибите, неоткриващи пътя си нагоре по течението, при търсене на подходящ воден поток (Kynard 1993) или да доведе до пълен отказ от миграция (Rivinoja et al. 2001, Thorstad et al. 2005). Често, направилно разположеният вход на рибния проход затруднява лесното му откриване, което води също до забавяне на миграционното придвижване. Неправилно оразмерените рибни проходи могат да доведат до трудното им преодоляване, също имащо за резултат забавяне на миграционното придвижване.

Забавянето на времето за миграция може да има неблагоприятни последствия, тъй като рибите не достигат до местата за хвърляне на хайвер в подходящото за това време (Jungwirth 1996).

И при придвижване на рибите надолу по течението, забавянето може да има също негативни последици. Така например, малките пъстървови риби отправени се към морето имат нужда от точно определен аклиматизационен период, следователно всяко забавяне би повлияло негативно върху нарастването и оцеляемостта им (Karrinen et al. 2014). От друга страна, забавянето може да предизвика струпване на риби под ВЕЦ, като по този начин се увеличи хищническата преса, възможността за предаване и разпространение на патогени и паразити (Scruton et al. 2008). Допълнително, забавянето води до изчерпване на енергийните запаси на рибите, водещо до редуция на размножителния капацитет или дори до невъзможност рибите да достигнат до местата за хвърляне на хайвер поради изтощение (Schlosser 1991, Deegan 1993).



#### 4.2.1. Промени в хидрологичния режим, водещи до деградация и унищожаване на местообитания

Характеристиките и многообразието на местообитанията се явява важен фактор, определящ и наблюдаваните различия във фаунистични комплекси между свободно течащите и завирени участъци на реките. Поддържането на хабитатната хетерогенност е от значение за опазването на водното биологично разнообразие в реки и потоци, защото изобилието и пространственото разпределение на речните риби и бентосни безгръбначни са силно повлияни от една или комбинации от няколко микрохабитатни променливи. Областите със свободно течаща вода са съставени от малки участъци (мезоместообитания) с различни физически характеристики (напр. бързеи, спокойно течащи води, язове, мъртвици и др.), които предоставят широка гама от вариации на микрохабитатните променливи - дълбочина на водата, скорост, тип субстрат, засенченост и други. Такова многообразие е типично за горните и средни течения на реките. В речните участъци с ВЕЦ, и особено на тези ВЕЦ с големи водохранилища, многообразието от местообитания намалява. Завиреният участък е по-хомогенен и обикновено се състои от обширни, дълбоки отворени водни площи, по-ниски и по-еднообразни скорости на водата, субстрати, контролирани от депозирани фини тиня и пясък.

Промените в хидрологичния режим водят до промяна на фауната и флората в новосформирани езера, които „де-факто“ представляват силно модифициран участък от водното тяло. Тези промени основно са свързани с трансформация на екосистемата от течащи към стоящи води. Например в тези езера се създават благоприятни условия за появата на макрофити, типични за еутрофни стоящи водоеми, най-често от родовете *Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp., *Ceratophyllum* spp., *Zannichellia* spp., *Chara* spp., *Nitella* spp. Тези макрофити са част от промяната на екосистемата, доколкото те могат да променят химичните и физичните (светлина, кислородно насищане и др.) свойства на водата, което е причина за промяна и на свързаните с тях бентосни и планктонни организми. Като цяло това създава значителни екологични предпоставки и за промяна на ихтиофауната. Речните местообитания, променени в езерни, предоставят благоприятни условия, но за други видове риби - макрозообентос и макрофити. Тези видове могат да бъдат местни, но такива, които до момента не са били представени с висока численост, а появата на нови условия ги превръща в доминанти. Нерядко се наблюдава

и появата на чужди видове, някои от които способни да предизвикат и инвазии (Uzunova et al. 2015).

Редукцията на водния обем в реката в зоната между водоземането и връщането на водата от ВЕЦ може да предизвика значителна загуба на местообитания на водозависими видове. Това се наблюдава особено в участъците под язовирната стена. Ако не се подава достатъчно вода в зоната след ВЕЦ, цялата пресушена зона се превръща в преграда за мигриращите риби, независимо че хидротехническото съоръжение има рибен поход. От друга страна, обширното завиряване в зоната над ВЕЦ може да унищожи подходящи за размножаване местообитания, като по този начин повлияе и върху числеността на дадени видове.

#### 4.2.2. Попадане на хидробионти в обезводнени зони

Ситуацията на значителна промяна на водното ниво (*hydropreaking*) води до драматични промени във водозависимите местообитания, като ефектът върху хидробионтите може да бъде директен (смъртност, напускане на местообитанието) или индиректен (напр. принудително преместване в друг хабитат, намаляване на хранителната база, повишен физиологичен стрес (Moog 1993, Valentin et al. 1996, Bradford 1997). Намаляването на водното ниво до степен на пълно обезводняване след ВЕЦ може да остави редица водозависими организми извън водата, което да е причина за смъртта им. Тези промени на нивото на водата засягат главно рибите, но и редица безгръбначни и водозависими растения често биват потърпевши. Рибите могат да останат напълно извън водата или да се окажат затворени в малки, изолирани от реката езерца, подобно на капан (Hunter 1992).

Флукуациите на водното ниво, свързани с производството на хидроенергия засягат особено силно плитките, крайбрежни участъци. Те често са иместата, където различни видове риби хвърлят своя хайвер и където протичат първите етапи на развитието на ларви и малки риби.

#### 4.2.3. Нарушаване на страничната (латерална) свързаност в реките

Намаляването на водното ниво в реката след ВЕЦ, поради задържането ѝ във водохранилища (язовири), води до редуциране или дори до елиминиране на възможността за заливане на речните тераси, намиращи се надолу по течението на реката, ограничава възможността за сезонното възстановяване на връзката река-крайречни езера, блата и мъртвици. Невъзмож-

ността да бъдат използвани тези зони може да намали продуктивността на онези видове риби, чието размножаване, а често и развитие на ларвите и малките риби е строго свързано с тези сезонно заливани участъци (Petts 1984, Kinsolving & Bain 1993, Scheidegger & Bain 1995). Колкото по-съществено място заемат те в жизнения цикъл на рибите от даден вид (размножаване, отрастване, укритие), толкова по-неблагоприятни ще са последствията за същия. Така рибното съобщество става по-малко разнообразно и по-ниско продуктивно.

При бърз спад в нивото на водата, рибите, потърсили убежище, място за хранене или размножаване в странични, свързани с реката водоеми, разположени по речната тераса, попадат в своеобразен капан при загубата на връзка с основното течение (Hunter 1992). Попаднали в таква ситуация, рибите могат да оцелеят или загинат, в зависимост от режима на работа на водноелектрическата централа. При воден режим, при който тези участъци остават за дълго време в изолация, може да се стигне до критично повишение на температурата в тях, пресъхване или замръзване. Продължителни периоди на престой в тези "капани", могат да доведат до смърт от задушаване, прегряване, глад, нападане от хищници или замръзване (Cushman 1985). Stober et al. (1982), както и Pflug & Mobrand (1989) установяват висока смъртност на хайвер на съомга, главно малки рибки, засядащи в чакълестото дъно, при случай на бързо променящо се ниво на река Skagit, Вашингтон. Експериментално предизвикваните силни колебания във водното ниво потвърждават наблюдението за висока смъртност на атлантическа съомга (Hvidsen 1985, Saltveit 1990, Scruton et al. 2005).

#### 4.3. ПРОМЕНИ В РЕЖИМА НА ТРАНСПОРТ (ПРЕНОС И ОТЛАГАНЕ) НА СЕДИМЕНТИ

С построяването на язовирната стена се променя динамиката на преноса на наноси надолу по течението на реката, което води до вдълбаване на речното корито след нея и засилване на процесите на ерозия и всички останали отрицателни последици от това. Язовирните езера стават "капан" за утайки, често акумулиращи и различни замърсители. Фини материали като тиня, глина и дребен пясък се транспортират като наноси под формата на суспендирани във водата частици, докато едрите материали като чакъл и камъни се транспортират по дъното на речното корито. Всяка структура, която задържа водата, забавя скоростта ѝ, т.е. променя естествения хидрологичен режим, редуцира количеството на наносите, носени от течението. Язовирите са изключително ефективни в задържането

на наноси, като могат да задържат до 99% от съдържащите се частици в навлизащите води. Задържането на седименти може да бъде много променливо и зависи от обема на водата в язовира, нивото на освобождаване на вода, дънната топография, тип и позиция на съоръженията за освобождаване на водата, размер на отложените наноси (Williams & Wolman 1984). Натрупването на органични утайки в язовирите може да доведе и до масови измирания на водни организми в резултат на евтрофикация. Проявленията при напредналия стадий на процеса са кислороден дефицит и смъртност на хидробионти. Поредица от язовири (каскада от ВЕЦ) има силен кумулативен ефект върху водните екосистеми на целия речен басейн. Прекъсването (нарушаването) на наносния отток при преградни съоръжения и в частност при руслови ВЕЦ е също проблем. Необходимото периодично промиване води до залпово натоварване на долния участък, което има неблагоприятни последици и затова не бива да се провежда произволно. Всъщност, в естествени условия такова натоварване почти винаги е налице при високи води, затова режимът за промиване на отложените наноси, трябва да бъде внимателно разработен.

Променената конфигурация на речното корито в участъка на ВЕЦ води до промени в скоростта на водата и респективно в отлагането на носените с водата неорганични седименти и органична материя. Натрупването на наноси в сформиращите се изкуствени езера в участъка над фрагментиращата структура може да промени значително характеристиките на дъното и да го направи неблагоприятно за редица видове хидробионти. В зависимост от режима и характера на реката, натрупването на наносите може да става в различен обем. Същевременно се прекратява транспортирането на наноси в подлежащите участъци на реката. Често намаленият поток на органична материя води и до обедняване на хранителната база на хидробионти в реката под ВЕЦ.

С построяването на преградната стена се спира преносът на наноси надолу по течението на реката, което води до вдълбаване на речното корито след стената и засилване на процесите на ерозия и всички останали негативни последици от това.

#### 4.4. ПРОМЕНИ ВЪВ ФИЗИКО-ХИМИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ

Промените на физико-химичните условия в речната вода, както в участъка на ВЕЦ, така и след него се наблюдават особено при по-големите язовирни стени, високи десетки метри,

където изпусканата вода е обикновено от придънните слоеве на язовирната чаша. Освен, че е с много ниско съдържание на кислород, тя е и с много ниска температура. Промененият температурен режим надолу по течението може да има неблагоприятно въздействие върху съзряването, размножаването и ембрионалните стадии на много видове риби. Промяната на физико-химичните показатели на водата има значение и за някои водни местообитания, като съобществата на макрофити в течащи води. В тези случаи може да настъпи замяна на съобщества, доминирани от олиготрофни макрофити (*Ranunculus* spp., *Callitriche* spp.) с такива, доминирани от еутрофни видове (*Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp.).

Специално внимание трябва да се обръща на влиянието върху качествата на водата при ВЕЦ на питейни водопроводи. Задължително е в такива случаи, турбинното оборудване и това на целия проточен тракт да бъде сертифицирано за питейна вода.

Температурата и течението на водата се считат за двата най-важни сигнала, отключващи процесите на миграцията и размножаване на редица видове риби (Heggberget 1988, Jonsson 1991, Nembreet al. 2001). Промяната на температурата може да промени състава на съобществата, когато бъдат достигнати границите на температурната поносимост, като се променя поведението на хищници и мирни риби (Smith 1972), и създава потенциално благоприятни условията за навлизането и установяването на неместни и инвазивни видове (Dunham et al. 2002).

Отклонения от естествения температурен режим на речните води може да бъде предизвикан от изпускане на значителни количества вода с температура, различна от тази на реката. Това се наблюдава при работа на ВЕЦ, които черпят вода от големи водохранилища. Влиянието на язовира върху температурата на водата в реката зависи от редица фактори, като размер на язовира, дълбочина, режим на използване (контрол на речното ниво, напояване, производство на електроенергия), позиция във водосборния басейн (по отношение на останалите язовири), работен режим (Webb 1995, Patera & Votrubá 1996). Висока променливост на оттока в резултат на работа на ВЕЦ може да доведе до значителни дневни флуктуации в стойностите на температурата. И обратно, регулираният воден поток може да доведе до снижаване на дневните флуктуации в резултат на постоянното освобождаване на води от термично стабилен водоем (Jaske & Geobel 1967, Smith 1972, Ward & Stanford 1979, Webb & Walling

1988a, 1988b, 1993). Промените в температурата могат да са в следните направления: по-ниски от обичайните, по-високи от обичайните, необичайно стабилни и необичайно променливи.

Температурата на водата, идваща от язовира се определя от редица фактори като: място на водовземане от язовира, стратификация на язовира, температурни разлики между отделните стратифицирани нива, обем на освобождаваната от язовира вода (Webb & Walling 1997). Вода, изземвана от хиполимниона, като цяло ще намали температурата на водата надолу по течението през лятото и ще забави началото на затоплянето (Edwards 1978, Edwards & Crisp 1982, Paller & Saul 1996, Flodmark et al. 2004), както и ще доведе до увеличаване на температурите през зимата (Ward & Collins 1974, Volke & Waddell 1975, Jensen 1987). Водоползване от епилемниона на язовира или пък от плитки хомотермални язовири, може да предизвика малка или никаква промяна в долното течение (Zhong & Power 1996, Beznosov & Suzdaleva 2001), или може да повиши максималните летни температури (Lessard & Hayes 2003, Horne et al. 2004) в зависимост от разположението на язовира по реката, като потенциално температурните промени биха били по-значителни за язовири, разположени в погорните течения на реките (Palmer & O'Keefe 1989). Webb (1995) регистрира, как едно изземване на вода от епилемниона води до нарастване на средногодишната температура, елиминиране на замръзването и редуциране на денонощните колебания, в сравнение с условията преди язовира.

#### 4.4.1. Генериране на парникови газове

Напоследък проблемът с емисиите на парникови газове от язовирите е обект на проучвания (Fedorov et al. 2015) и активна дискусия. Основните парникови газове са CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O. Всички водни системи, независимо от това дали са естествени или изкуствени, генерират парникови газове. Генерираните емисии на парникови газове в резултат на промяната в земеползването при изграждането на язовирите, както и редица измервания на концентрацията на газовете на повърхността на водното тяло показват, че емисиите на CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> могат да бъдат значителни в зависимост от редица фактори – възраст на съоръжението, климат, земеползване преди създаването на язовира, наличие на дървесна растителност, дълбочина и др. По отношение на язовирите, проучванията показват, че нивата на емисии на парникови газове в условия на студен и умерен климат



са като цяло ниски, в сравнение с емисиите, отделяни от язовири в тропическите ширини, където има условия на персистираща аноксия (UNESCO/IHA, 2008 Assessment of the GHG Status of Freshwater Reservoirs).

Направеният обзор на литературата показва, че емисиите на ПГ от оценката на жизнения цикъл на единица произведена електроенергия са по-ниски за ВЕЦ, отколкото за фосилните горива (Таблица 3.1). Въпреки това, в някои случаи нетните емисии на парникови газове от

#### 4.5. НАВЛИЗАНЕ НА ЧУЖДИ БИОЛОГИЧНИ ВИДОВЕ

Макар и по-ограничено, изграждането на ВЕЦ може да има и друг косвен негативен ефект – поява на неместни и/или инвазивни видове. При изграждане на техническите съоръжения, залесяване на брегове или нарушаване на структурата на растителната покривка, възниква потенциална опасност от волно или неволно внасяне (нахлуване) на чужди (вкл. инвазивни) видове, както и конкуренти и хищници, които

Таблица 3.1. Емисии на парникови газове от оценка на жизнения цикъл на единица произведена електроенергия от различни технологии (Steinhurst et al. 2012).

ТЕХНОЛОГИЯ	НИВО НА ЕМИСИИ НА ПГ (G CO <sub>2</sub> EQ/MWH)
ВЕЦ (деривационни или язовирни) в условия на студен или умерен климат	0.5 – 152
ВЕЦ с новоизградени язовири в условия на студен климат	160 – 250
ВЕЦ (язовирни централи) в условия на тропически климат	1300 – 3000
ТЕЦ на природен газ	400 – 500
ТЕЦ на нафта	790 – 900
ТЕЦ на въглища	900 – 1200

ВЕЦ могат да достигнат до 2/3 от тези на централите на природен газ или могат да са в същите граници като на други ВЕИ и дори ядрени електроцентрали, като това силно зависи от конкретния обект и нивото на непреки емисии, които не са включени в резултатите, посочени в таблицата по-долу (Steinhurst et al. 2012).

Наблюденията и оценката на емисиите на парникови газове от ВЕЦ варират в голям диапазон. Освен методологични различия и вид на съоръжението, причина за това е и високото ниво на неопределеност при изчисляване на емисиите на CH<sub>4</sub> при разграждане на биомасата. Този процес е силно зависим от климатичните особености, но също и от спецификата на залятата биота – стари реки, влажни зони, гори и т.н. Това прави трудна възможността за моделиране на тези процеси и представяне на унифицирани емисионни фактори като оценката на нетните емисии на парникови газове следва да се прави за всеки конкретен случай при необходимост.

влияят на местните видове и могат да ги унищожат или изместят. Изграждането на ВЕЦ е свързано със строителни дейности, включващи движение на техника, изгребване, пренос и депониране на скални и почвени маси, създаване на нови настилки на терена. Това също създава предпоставки за проникване на рудерали, чужди и/или инвазивни видове в естествените местообитания. Като косвен ефект това може да доведе и до съответна промяна в състава на зооценозите, с проникването на нови видове, които могат да бъдат конкуренти или хищници. Възстановяването на рибните популации в местата на тяхното унищожаване по време на строителство и/или експлоатация на ВЕЦ се осъществява най-често с неместни видове, тъй като нативните речни видове като черна мряна, кефал, скобар и др. не са обект на култивиране в условията на аквакултурите у нас т.е. не са лесно достъпни в значителни количества. Със зарибяването често се внасят и инвазивни видове риби (напр. слънчева риба, псевдораз-

бора) и безгръбначни (напр. мида-зебра). Не на последно място, тези дейности са свързани с риск от разпространение на патогенни организми (бактерии, вируси, паразити), които могат да повлияят, както на сухоземните, така и на водните животни или на растенията.

#### 4.6. СМЪРТНОСТ НА ХИДРОБИОНТИ ОТ ПОПАДАНЕ В ТУРБИНИТЕ НА ВЕЦ

В зависимост от типа на турбините, рибите преминаващи през тях могат да бъдат убити или наранени от промени в налягането или от ламелите на турбината. Механичните наранявания настъпват в резултат на директни удари с водещия ръб на лопатките. Установено е, че степента на нараняване или смърт в резултат на удар е функция на дължината на рибата и скоростта на удара (Turnpenny et al. 1992, Therrien & Bourgeois 2000).

Конкретните въздействия могат да бъдат обобщени като засмукване и удар в предпазните решетки.

Засмукване на риби в турбините на ВЕЦ и преминаването им през тях най-често се наблюдава през периодите на миграция и/или разселване надолу по течението на реките. Нивото на смъртност е свързано с типа на използваната технология във ВЕЦ. Смъртността може да настъпи в резултат на удар с острието на подвижните части, внезапна промяна в налягането и кавитация (Lariniер 2008). Смъртността и оцеляемостта са измервани за различни видове риби и различни производствени схеми и е установена висока вариабилност (Robson et al. 2011), като е измерена смъртност от 5 до 90% за преминаващи риби през турбини тип Франсис. Ferguson et al. (2006), посочва забавена (последваща, отложена) смъртност след преминаването на рибите през турбината, което съставлява приблизително 46–70% от общата смъртност. Тази промяна в измерените нива на смъртност, прави посочването на точни стойности за даден вид турбина трудно.

Смърт може да настъпи при попадане на рибата върху решетките, поставени с цел да възпрепятстват навлизането на риби към турбините, при тяхното придвижване надолу по течението на реката. Често това се случва при неправилна схема на разположение или параметри на същите (Russon et al. 2010).

Смъртността от удране в решетките е вероятно видово и размерно зависима. По-малките риби, с по-малки възможности за плуване са често поподатливи на такива неблагоприятни въздействия, но се оказва, че например големи змиорки са по-потърпевши в сравнение с млади съомги (Callese et al. 2010). Телеметрични изследвания,

проведени от Callese et al. (2010) установяват, че 18% от европейските змиорки (*Anguilla anguilla*), достигнали до решетките на хидроцентрала на река Ätran (Швеция), умират 100% в резултат на удар. По-малките индивиди успяват да преминават през решетката, но впоследствие 44% умират, увлечени от турбините.

#### 4.7. ВЪЗДЕЙСТВИЯ ПО ВРЕМЕ НА СТРОИТЕЛСТВО И ДЕМОНТАЖ НА ВЕЦ

Хидробионтите могат да бъдат отрицателно повлияни от строително-монтажните дейности, осъществявани в коритото на реката в процеса на самото изграждане на ВЕЦ. Най-често, поради неспазване на указанията, във водата попадат нефтени продукти, машинни масла, строителни смеси. Строителството в речното корито може да предизвика помътняване на водата вследствие на суспендиране на отложените на дъното органични и неорганични наноси. Разтворените във водата частици могат да полепнат по кожата и хрилния апарат на риби, миди, раци и по този начин да затруднят дишането. Особено чувствителни на такова въздействие са хайверът и ларвите.

#### 4.8. ВЪЗДЕЙСТВИЯТА ОТ ВЕЦ ВЪРХУ ПРИРОДНИТЕ МЕСТООБИТАНИЯ

Природните местообитания биват пряко и косвено засегнати от изграждането на ВЕЦ. Основната причина за деградация и промяна на екологичните им параметри е промяната в хидрологичния им режим. Това е основното въздействие върху природните местообитания, които биват водни (респ. и крайречни) или директно (пряко) свързани с водното тяло или водозависимите, които се повлияват от промените във водния режим, но не са пряко свързани с водното тяло. По-долу са представени възможните въздействия върху природни местообитания от Приложение 1 на Закона за биологичното разнообразие и на Директивата за местообитанията.

Пряко въздействие (но и косвено) при промени във водния режим, изразяващо се в заливане или обратното - осушаване на части от поречието на реките, може да има за следните природни местообитания, които са свързани с естествената динамика на водното ниво:

##### 4.8.1. Природни местообитания, подложени на пряко въздействие

Една голяма група природни местообитания са пряко свързани с водното тяло (тук влизат и крайречните, които са в непосредствена близост) на реките и всяка промяна в основните

параметри на това водно тяло има директно негативно въздействие върху тях. Тук обаче трябва да се уточни, че трудно може да се направи разграничение между пряко и косвено въздействие, защото те много често са свързани. Всички местообитания, за които може да се предвиди пряко въздействие, са също така уязвими и на косвени въздействия, свързани с деградация на екологичните им параметри най-често поради промяна на водния режим, с който те са свързани.

**3130 Олиготрофни до мезотрофни стоящи води с растителност от *Littorelletea uniflorae* и/или *Isoetes-Nanojuncetea*** - природното местообитание представлява растителност, развиваща се по периодично осушаващи се брегове на водоеми (респ. намира се във водното тяло). Въздействието при строителство на ВЕЦ е основно пряко – загубана площ, фрагментация, загуба на екотонна зона и преминаване в неблагоприятно природозащитно състояние по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи.

**3260 Равнинни или планински реки с растителност от *Ranunculion fluitantis* и *Callitriche-Batrachion*** – природното местообитание представлява макрофитни съобщества в течащи води (т.е. във водното тяло). То е най-силно и пряко засегнато от изграждане на всички типове ВЕЦ. Това въздействие се изразява в загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонна зона и преминаване в неблагоприятно природозащитно състояние по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи. При строителство на руслови ВЕЦ, поради седиментацията и слабото течение на водата, се благоприятства заселването на макрофити в задбаражните езера. Тези съобщества обаче не могат да се разглеждат като типични за местообитанието, а по-скоро представляват негативно последствие, от трансформацията на част от поречието на реката – отечащи води, в полу-стоящи.

**3270 Реки с кални брегове с *Chenopodion rubri* и *Bidention* р.р.** – природното местообитание представлява растителност, развиваща се по периодично осушаващи се брегове на водоеми (т.е. в обхвата на водното тяло). Въздействието при строителство на ВЕЦ е основно пряко – загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонна зона и преминаване в неблагоприятно природозащитно състояние по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи.

**6420 Средиземноморски влажни съобщества на високи треви от съюз *Molinio- Holoschoenion*** – природното местообитание е крайречно и се среща много рядко, основно около р. Струма и някои нейни притоци. Предвид местата, в които се среща, например по р. Струма, въздействие-

то може да бъде пряко от русловите ВЕЦ, което би се изразявало в пряко заливане или осушаване и промяна на условията за растителността. Може да има и косвено въздействие, при което се променя водният режим и оттам екологичните параметри.

**6430 Хидрофилни съобщества от високи треви в равнините и в планинския до алпийския пояс** – природното местообитание представлява ивици от високи треви край водното течение на реките. Частично попада във водното тяло и временно се залива от реката или се намира до водното течение. За него има вероятност строителството на ВЕЦ да доведе до пряка загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонен ефект и промяна на благоприятното природозащитно състояние по отношение на критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Потенциалното влияние на ВЕЦ е и пряко и косвено и се изразява, както в директно унищожение при заливане или осушаване на част от поречието на реката, така и в промяна на водния режим и влошаване на екологичните условия за развитието на местообитанието, което ще доведе до неговата деградация и промени във видовата структура.

**7220\* Извори с твърда вода с туфести формации (*Cratoneurion*)** – карстовите извори и бигорни каскади са разпространени на много места в страната с проявление на карстови процеси. Въздействието на ВЕЦ може да бъде и пряко и косвено, в зависимост от вида и местоположението на съоръженията спрямо местообитанието. Това въздействие може да представлява и пряка загуба на площ, но и фрагментация, загуба на екотонна зона и преминаване в неблагоприятно природозащитно състояние по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи, поради промяна на екологичните параметри на средата. Местообитанието има сложна екологична структура, като се формира при взаимодействието на силно алкални течащи води с растителни останки и с въздушната среда.

**91Е0\* Алувиални гори с *Alnus glutinosa* и *Fraxinus excelsior* (*Alno-Pandion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)** - крайречните гори са едни от най-пряко засегнатите от строителство на ВЕЦ природни местообитания. В резултат на изграждане на ВЕЦ крайречните гори могат да бъдат унищожени по време на изграждане на съоръженията или впоследствие да загинат поради продължително заливане или осушаване. Следователно въздействията най-често са свързани с пряка загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонен ефект и промяна на благоприятното природозащитно състояние по



отношение на критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Косвеното въздействие е промяна на водния режим на местообитанието и деградацията му вследствие на промяна на екологичните му параметри. При осушаване например, ще се наблюдава първоначално промяна на тревния етаж в посока ксерофитизация, а впоследствие тези промени ще последват и в храстовия и дървесния етажи.

**91Fo Крайречни смесени гори от *Quercus robur*, *Ulmus laevis* и *Fraxinus excelsior* или *Fraxinus angustifolia* покрай големи реки (*Ulmenion minoris*)** – Това местообитание е рядко в страната и се среща само край някои големи реки като Ропотамо, Камчия, Тунджа, Марица, Вит, Искър и др. За него строителството на ВЕЦ може да окаже и пряко въздействие, но и косвено. Прякото въздействие се изразява в загуба на площ поради унищожаване при строителството на съоръженията, при заливане, а косвеното е фрагментация, загуба на екотонен ефект и промяна на благоприятното природозащитно състояние по отношение на критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Косвеното въздействие е основно поради промяна на водния режим и деградация на местообитанието вследствие на промяна на екологичните му параметри.

**92Ao Крайречни галерии от *Salix alba* и *Populus alba*.** – Въздействието е аналогично, като за 91Fo, тъй като и това са крайречни гори, но разпространени в по-южните части на страната и с видова структура, включваща някои южни елементи. В резултат на изграждането на ВЕЦ крайречните гори могат да бъдат унищожени пряко – приизграждане на съоръженията или в последствие да загинат поради продължително заливане или осушаване. Следователно въздействията най-често са пряка загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонен ефект и промяна на благоприятното природозащитно състояние по отношение на критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Косвеното въздействие е промяна на водния режим на местообитанието и деградация на местообитанието вследствие на промяна на екологичните му параметри, свързани с промени на видовия състав, първоначално на тревния етаж, а после и на дървесния и храстовия.

**92Co Гори от *Platanus orientalis*** – Природното местообитание е много рядко в страната. За него изграждането на ВЕЦ може да има значително негативно, както пряко, така и косвено въздействие, което може да се изразява в пряка загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонен ефект и промяна на благоприятното природозащитно състояние по отношение на

критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Косвеното въздействие е промяна на водния режим на местообитанието и деградация вследствие на промяна на екологичните му параметри. То е силно чувствително и уязвимо поради малките площи и ограничено разпространение, основно в най-южните райони на страната.

**92Do Южни крайречни галерии и храсталаци (*Nerio-Tamaricetea* и *Securinegion tinctoriae*)** – крайречните храсталаци от ракитовица са едно от редките природни местообитания в страната, с ограничено разпространение в южните части на страната – поречието на реките Струма, Арда, Марица и Тунджа, на места с обширни чакълести и пясъчни речни наноси. Строителството на ВЕЦ е силен негативен фактор за местообитанието и може да доведе до пряка загуба на площ, фрагментация, загуба на екотонен ефект и промяна на благоприятното природозащитно състояние по отношение на критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Косвеното въздействие е промяна на водния режим на местообитанието и деградация вследствие на промяна на екологичните му параметри. Местообитанието е уязвимо и поради малките площи и ограничено разпространение, което има в страната.

#### 4.8.2. Природни местообитания подложени на непряко въздействие

Непряко въздействие се очаква за водозависимите природни местообитания:

**314o Твърди олиготрофни до мезотрофни води с бентосни формации от *Chara*** – Природното местообитание е свързано основно със стоящи водоеми. Така че въздействието върху него е основно косвено – по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи. За земите край реките, основно Дунав, но и др., е характерно временното развитие на това местообитание, дори в обработваеми площи по време на пролетни заливания. При промени в хидрологичния режим на реките, свързани с повишаване или обратното – понижаване на нивото на водата в активния вегетационен сезон, това може да доведе до промени и нивото на свързаните с реката заливни територии. Възможно е при руслови ВЕЦ да има и положително въздействие, доколкото ще се образуват нови заливни територии с твърда вода, в които е възможно да се заселят харови водорасли.

**315o Естествени еутрофни езера с растителност от типа *Magnoportation* или *Hydrocharition*** – природното местообитание е свързано основно със стоящи водоеми, като представлява пре-

димно стари корита на реките. Те има връзка с речното течение посредством инфилтрация. Така че, въздействието върху него е основно косвено - по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи. При промени в хидрологичния режим на реките, свързани с повишаване или обратното - понижаване на нивото на водата в активния вегетационен сезон за водната растителност, това може да доведе до промени в нивото на свързаните с реката заливни територии. Възможно е при руслови ВЕЦ да има и положително въздействие, доколкото ще се образуват нови заливни територии, които да са подходящи за поява на съобщества на макрофити.

**3160 Естествени дистрофни езера** – това природното местообитание е много рядко в страната и се среща основно в планини: Родопите, Витоша, Рила и др. Макар и малко вероятно, но при изграждане на ВЕЦ (основно деривационни) в съседство с такива езера са възможни косвени промени в хидрологичния му режим, които да доведат до влошаване на природозащитното им състояние.

**6410 Ливади с *Molinia* на карбонатни, торфени или глинести почви (*Molinion caeruleae*)** – Природното местообитание е водозависимо и е свързано с влажни зони в планините. Потенциалното влияние на ВЕЦ е косвено и се изразява в промяна на водния режим, особено при изграждане на деривационни ВЕЦ в съседство с местообитанието. Това е свързано и с промяна на благоприятното природозащитно състояние по отношение на критерии структура и функции и бъдещи перспективи.

**6440 Алувиални ливади от съюза *Cnidion dubii* в речните долини** – Това природно местообитание представлява заливни ливади в поречието на р. Дунав (заливните низини) и е основно водозависимо (от нивото на водата в речните тераси). Поради андигирането на много реки, то е в неблагоприятно природозащитно състояние на повечето места, свързано с ксерофитизация и рудерализация на видовия състав. Сериозен проблем са инвазивните видове. Поради това може теоритично да има косвено въздействие по отношение на промяна благоприятното природозащитно състояние по критерии структура и функции и бъдещи перспективи при изграждане на ВЕЦ в поречието на р. Дунав. Потенциалното влияние на ВЕЦ се изразява в промяна на водния режим – осушаване или преовлажняване.

**6510 Низинни сенокосни ливади** – природното местообитание е свързано с крайречни низини и с котловини. То е типично водозависимо местообитание, като изграждането на ВЕЦ има

косвено въздействие върху него. То може да се изразява в промяна на водния режим и последвало осушаване или преовлажняване на почвите, което да доведе до промяна на основните екологични параметри на местообитанието и трансформация на съобществата от мезофитни към хигрофитни или обратното – към ксерофитни. Т.е. промяната в природозащитното състояние е в параметрите структура и функции и бъдещи перспективи.

**7140 Преходни блата и плаващи подвижни торфища** – природното местообитание представлява плитки стоящи водоеми в планините на заравнени места и в понижения на терена. Но често се намира в близост и в зависимост от водни течения. В тази връзка строителството на ВЕЦ може да окаже само косвено въздействие по отношение на промяна на благоприятното природозащитно състояние по критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Потенциалното въздействие се изразява в промяна на водния режим – осушаване или преовлажняване и промяна на екологичните параметри оттам и на характеристиките на местообитанието.

**7210\* Карбонатни мочурища с *Cladium mariscus* и видове от съюза *Caricion davallianae*** – местообитанието е изключително рядко (среща се само в района между селата Дунавци и Ясеново, Казанлъшко) и с натрупан кумулативен негативен ефект (водохващания в единственото му известно находище в България). Теоритично е възможно строителство на каквито и да е хидротехнически съоръжения да окаже косвено негативно въздействие чрез промяна на водния режим и оттам на екологичните характеристики на съобществата.

**7230 Алкални блата** – природното местообитание е много рядко в България и представлява плитки стоящи водоеми в планините и котловините на заравнени места, но изключително върху карстова основа. Но, както и киселите торфища и тресавища, и то много често се намира в близост и е в зависимост от водни течения. В тази връзка строителството на ВЕЦ може да окаже основно косвено въздействие по отношение на промяна на благоприятното природозащитно състояние по критерии структура и функции и бъдещи перспективи. Потенциалното въздействие се изразява в промяна на водния режим – осушаване или преовлажняване и промяна на екологичните параметри оттам и на основните характеристики на местообитанието.

**91D0\* Мочурни гори** – местообитанието заема много малки площи в страната, повечето са в защитени територии. Макар и доста теоритично все пак е възможно строителство на ВЕЦ да окаже косвено негативно въздействие вър-

ху местообитанието, в резултат на промяна на хидрологичните особености и оттам на екологичните му параметри. Почти всички площи на това местообитание попадат в защитени територии – резервати, национални паркове, природни паркове и защитени местности, които имат режим според Закона за защитените територии, който в повечето случаи изключва каквито и да е строителства.

Промяната на водния режим води до преки и косвени въздействия върху типично водните, крайречните и водозависимите местообитания. Прякото въздействие се изразява в унищожаване при строителството, заливане от създадените изкуствени езера или осушване на част от водното тяло при деривационните ВЕЦ. Косвеното въздействие е деградация на екологичните параметри и промяна на структурата и функциите на местообитанията, в резултат на промяна на водния режим на водни, крайречни и водозависими местообитания. Най-често тези последствия са в резултат на преовлажнение или осушаване.

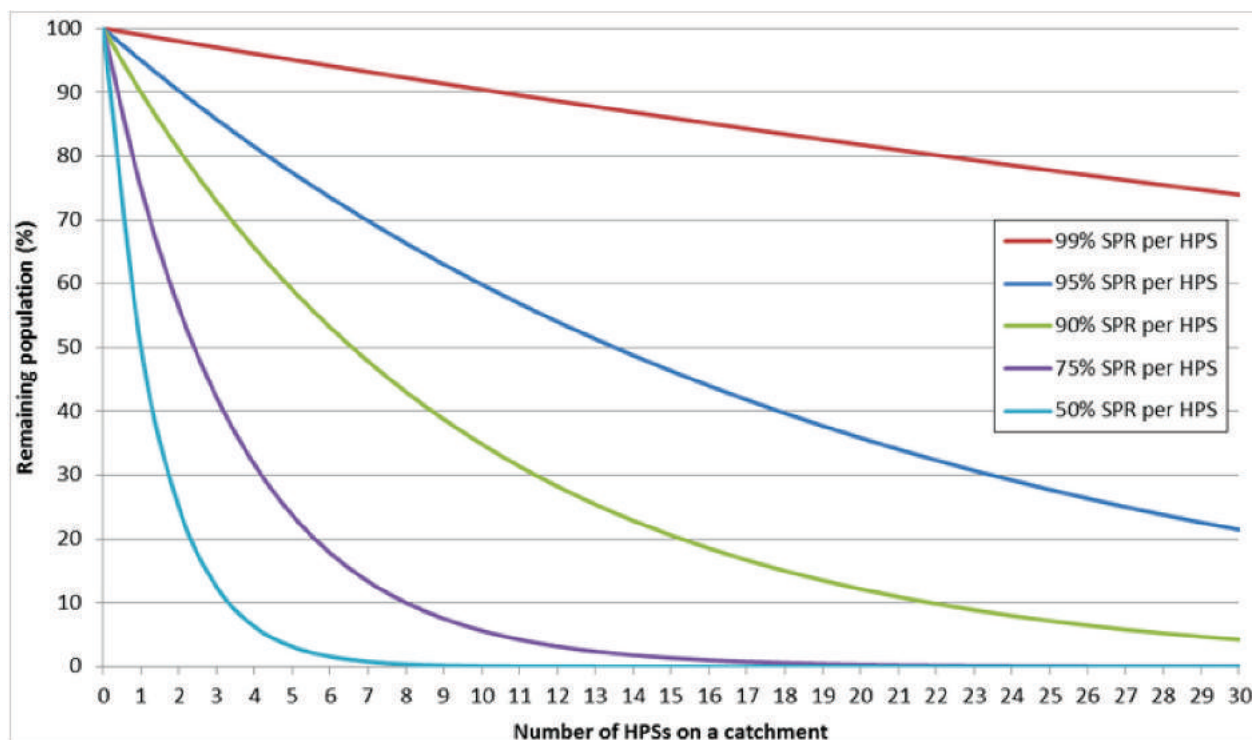
#### 4.9. КУМУЛАТИВЕН ЕФЕКТ ОТ НЯКОЛКО ВЕЦ В ЕДИН РЕЧЕН БАСЕЙН

Кумулативен ефект на повече от една ВЕЦ по протежение на дадена река е отчетен за редица диатромни риби като тихоокеанска минога (*Lampetra tridentate*) (Moser et al. 2002), речната

минога (*L. fluviatilis*) (Lucas et al. 2009), чавичата (*Oncorhynchus tshawytscha*) и анадромната форма на дъгова пъстърва (*O. mykiss*) (Williams et al. 2001), атлантическата съомга (*Salmo salar*) (Chanseau et al. 1999, Gowans et al. 2003, Larinier 2008). Не е установен кумулативен ефект върху биотата (рибни и макрозообентосни съобщества), качеството на водата и състоянието на местообитанията припроучване на 15 нисконапорни язовира по река Фокс, щата Илинойс (Santucci et al. 2005). В случая се установява, че дори когато язовирите са многобройни и близко разположени, нисконапорните язовири предизвикват по-скоро локализирани смущения в низходящите транспортни процеси. Локалният ефект се изразява в промяна на хабитата – от свободно течащи реки, водните тела се превръщат в стоящи водоеми; влошава се качеството на водата – намалява кислородът, като същевременно се наблюдават големи дневни изменения на нивата му; промяна на макрозообентосните съобщества – от типично речни към толерантни видове; изчезват мигриращите видове риби (Santucci et al. 2005).

Кумулативният ефект на множество ВЕЦ (напр. по отношение на смъртност на рибите) може да бъде класифициран като:

- Антагонистичен: Цялостното влияние на множествения ефект от съоръженията е по-малък от сумата на техния самостоятелен



Фигура 24 Кумулативен ефект на множество ВЕЦ върху теоретична рибна популация, базирано на scheme passage rates (SPRs) (по Fraser et al. 2015)



ефект (напр. две ВЕЦ в басейна на река всеки от които оказва 5% смъртност на рибите има обаче кумулативен ефект оказващ едва 6% смъртност).

- Адитивен: Когато сумата от множество ефекти, е равна на сумата от стойностите на всеки ефект (напр. ако всеки от два ВЕЦ в даден речен басейн предизвиква по 5% смъртност на рибите и комбинирания ефект е 10%).

- Синергитичен: Общият ефект от множество ефекти е по-голям от сбора на отделните им ефекти (например две ВЕЦ на водосборния басейн, всеки причиняващ смъртност на риби по 5%, но с общ ефект - 20%).

Научното виждане, базирано върху редица изследвания, показва че ефектът, който трябва да се очаква от въздействието на множество ВЕЦ е адитивен (Bracken & Lucas, 2013).

Базирайки се на заключението, че кумулативният ефект на множество ВЕЦ има адитивен характер, Фигура 24 демонстрира как различните нива на проходимост/оцеляемост (SPRs) при преминаване на отделните ВЕЦ, съставляващи множество в един водосбор се отразяват върху популацията от риби. SPR представлява процента от популацията, която успешно преминава през дадена ВЕЦ. При SPR от 99% (т.е. 1% смъртност) на всяка индивидуална ВЕЦ и при презумпцията, че нивото на смъртност остава неизменно за всяка от ВЕЦ, то при десет ВЕЦ популацията ще бъде редуцирана с 10%, като същевременно ако имаме ВЕЦ с SPR от 95% (т.е. 5% смъртност), то само две ВЕЦ в речния басейн ще водят до същия резултат за популацията.

Популационният отговор спрямо кумулативния ефект от въздействието на ВЕЦ може да бъде много разнообразен и затова вероятно трудно идентифициран. Например, за някои видове е известно, че показват оцеляемост, свързана с плътността, в този случай, въпреки че механизъмът на въздействие е адитивен, популацията може да отговори на линейния ефект с нелинеен (т.е. не адитивен). Следователно, ако си представим една многочислена популация, загубата на индивиди няма да доведе до съществен спад в числеността ѝ и няма да има ефект върху следващите поколения на този вид. С други думи, ще заработят компенсаторни механизми, които няма да позволят срив в състоянието на популацията. Обаче, по-нататъшни загуби, могат да доведат до намаляване на числеността на популацията в следващите поколения. Следователно, за някои видове, състоянието, в което се намира популацията ще

е определящо за кумулиращия ефект, който може потенциално да окажат ВЕЦ.

#### 4.10. ПОЗИТИВНИ ЕФЕКТИ ОТ ВЕЦ ВЪРХУ ВОДНИТЕ ОРГАНИЗМИ

Положителен ефект върху оцеляемостта на рибите би могло да има намаляването на поройността на реките в резултат на изграждането на водохранилища. Регулирането на речното течение, особено в периодите на пълноводие, може да подобри условията за развитие на ларвите и малките рибки, като ги предпази от негативно влияние на приливните вълни, силното размътване на водата, влаченето на камъни, клони, които в нерегулираните участъци често се явяват фактор за смъртност сред рибите.

Изграждането на ВЕЦ може да има положителен екологичен ефект, когато това става на съществуваща фрагментация и когато изграждането на ВЕЦ е съпътствано с изграждането на съоръжение за преодоляване преградата. Това допринася за решаването на проблема за речната свързаност, особено в условията на ограничен финансов ресурс. В тези случаи, изграждането на рибен поход, съвместно с изграждането на ВЕЦ би подобрило проходимостта за рибите. Потенциалната величина на ползите ще зависи от съществуващото ниво на проходимост/непроходимост и от ефективността на изградения рибен проход.

Създаденото в резултат на подприщването езеро, при екологосъобразна експлоатация (нормално и постоянно оттичане на утайките и повърхностните води) ще има параметри на водата, идентични с тези в реката.

Плиткият воден стълб в периферните участъци на подприщения участък създава възможности за развитие на богата фауна и флора, която е подходяща среда за размножаване на много видове риби и за отхранването на личинките им.

#### 4.11. ОБОБЩЕНИЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЯТА ОТ ВЕЦ

Анализът на информацията от предходните точки може да бъде обобщен в следните заключения относно въздействията от ВЕЦ:

- Фрагментацията причинена от ВЕЦ, може да доведе до невъзможност за осъществяване на миграционно придвижване и/или до забавяне на миграциите на рибите, което от своя страна може да предизвика намаляване на репродуктивната ефективност и намаляване на числеността на популацията на засегнатия вид.

- Нарушаване на връзката с местообитания, намиращи се в разливната тераса на реката води до намаляване на размножителния капацитет, смъртност на хайвер, личинки, малки рибки, загуба на местообитания.

- Смъртност в резултат от попадане в обезводнени участъци, при намаляване на водното ниво при задържане на вода във водохранилища към ВЕЦ.

- Повишаване на нивата на изразходвана енергия от страна на рибите, дължащо се на промени във водното течение (скорост), което води до намаляване на нарастването и намаляване на репродуктивните характеристики на рибите.

- Промени в количествения и качествен състав на хранителната база на рибите в резултат на промени в хидрологичните характеристики на участъка.

- Промените в температурния режим на реката под ВЕЦ могат да променят нивата на метаболизъм при рибите и други пойкилотермни животни, с потенциални рискове от увеличаване на загубите на енергия.

- Високи и стабилни нива на оттока може да доведе до стабилни температури, което може да доведе до по-ниски летни температури на водата и до по-високи зимни.

- Намаляването на количеството (обема) на течащата вода, повлиява температурата на речната вода, чрез редуциране на кумулационния капацитет на реката за топлина, което потенциално увеличава риска от твърде високи летни температури и твърде ниски зимни.

- Ниски летни температури и високи зимни могат да доведат до намаляване на разнообразието на безгръбначни организми, като общата численост може да нарастне за сметка на диспропорционално нарастване на някои от видовете.

- Промените в температурата могат да доведат до промяна на рибните съобщества, когато температурните граници на отделни или всички видове биват достигнати.

- Увеличаването на температурата на водата ще доведе до промяна във времето за миграция на рибите, както и други биологични процеси, управлявани и силно зависими от температурата на водата, като нарастване, размножаване, ниво на метаболизма, оцеляване. Може да доведе и до промяна в поведението на рибите.

- Язовирите действат като прекъсване в речния континуум, прекъсвайки обмяна на хранителни вещества по течението.

- Язовирите функционират като депа за хранителни вещества, редуцирайки тяхната наличност (например фосфор) в участъците от долното течение на реката.

- Регулирането на водното течение намалява площта на заливната брегова линия и заливни местообитания, където базираната на детрит продуктивност е висока.

- Прекъсването на връзката между реката и страничните речни местообитания от заливната тераса на реката намалява обмяната на хранителни вещества между сухоземните и водни екосистеми.

- Водните безгръбначни могат да реколонизират зони, само ако флукуациите в оттока са кратковременни.

- Безгръбначните търсят защита, убежище в хипорейната зона или включвайки се в дрифта. Въпреки това, прекратяването на връзката с горните течения на реката, поради наличието на язовир, може да попречи на реколонизацията.

- Регулирането на речното течение води до физични промени, поради промени в режима на речното течение и транспорта на седименти.

- По-стабилните и ниски нива на водното течение и натрупването на дебел слой органика в изкуствените езера на ВЕЦ водят до разрастване на площите, заети с макрофити, ускорявайки по този начин процесите на еутрофикация.

- Промените в налягането и дейността на турбините на ВЕЦ могат да причинят болести при рибите в резултат на преминаването им през турбините, като газово-мехурчеста болест, предизвикваща висока смъртност.

- Съприкосновението на рибите със самите хидротехнически съоръжения може да предизвика нараняване и смъртност в резултат на попадане в канали, решетки и турбини.

- Промиването на язовирните утайки води до отлагането им надолу по течението и има вероятност да се компрометират места за хвърляне на хайвер на рибите.

- Биоразнообразието на рибите намалява с регулиране на водния поток, поради промяна и загуба на микростообитания.

- Промяната на водния режим води до

преки и косвени въздействия върху типично водните, крайречните и водозависимите местообитания. Прякото въздействие се изразява в унищожаване при строителството, заливане от новосъздадените изкуствени езера или осушване на част от водното тяло при деривационните ВЕЦ. Косвеното въздействие е деградация на екологичните параметри и промяна на структурата и функциите на местообитанията, в резултат на промяна на водния режим на водни, крайречни и водозависими местообитания. Най-често тези последици са в резултат на преовлажнение или осушаване.

Всичко описано до тук най-често води до съществени промени в структурата на животинските и растителни съобщества в зоната на ВЕЦ, както и преди и след нея. В подприщентите участъци реофилните видове изчезват и доминиращи стават по-пластични и езерни видове. Тези отрицателни влияния са в противоречие

с екологичните цели, заложи в европейската Рамковата директива за водите 2000/60/ЕС, приета през 2000 г., както и с целите на Директива за местообитанията и Директива за птиците. Директивата за водите установява обща рамка за устойчиво и интегрирано управление на всички води, основана на речните басейни, естествените географски и хидроложки единици. Тя обхваща подземните води, вътрешните повърхностни води, международните води и крайбрежните, и изисква всички въздействащи фактори, както и икономическите последици, да се вземат под внимание. Крайната цел на Директивата е да се постигне добро състояние на всички водни обекти в страните-членки на ЕС и асоциираните страни до 2015 г. Директивите за местообитанията и птиците изискват не само опазване на обявени за важни за Общността водни и водозависими природни местообитания и видове растения и животни, но и опазването им в благоприятно природозащитно състояние.





# ГЛАВА 5: МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ВЕЦ ВЪРХУ ВИДОВЕ И МЕСТООБИТАНИЯ

Елиза Узунова, Росен Цонев

Систематизирани са методите за оценка на въздействията от преградни структури в реките, състоянието на ихтиофауната, състоянието на природните местообитания и въздействия на турбините върху рибите.

## 5.1. ОЦЕНКА НА РЕЧНАТА ПРОХОДИМОСТ В ЗОНИТЕ НА ВЕЦ

Един най-видимите аспекти на въздействие на ВЕЦ е функцията им на структури, фрагментиращи речното корито и непозволяващи свободното движение на вода и хидробионти. Трябва да се отбележи, че не всички ВЕЦ имат т.нар. „барьерен ефект“, било поради технологията на водовземане, разположение спрямо речното корито, хидрологичните характеристики на речния участък или пък защото местните видове риби имат плавателни способности да преминават съответното препятствие. В редица случаи речният участък не се обитава от видове, които да са силно зависими от смяната на местообитанията си, т.е. да „желаят“ да преминават през съответната преградна структура. Затова всички, намиращи се в речното корито прегради, наричани още преграждащи структури (ПС) се считат за бариеридо момента, докато не бъдат оценени спрямо биологичните видове, които би следвало да ги преминават срещу или по течението на реката, при съответните хидравлични условия (пълноводие и маловодие). Трябва да се отбележи, че същото се отнася и до рибните проходи (РП) до момента, до който не бъде доказана по безспорен начин тяхната ефективност и ефикасност.

Оценката на проходимостта на всяка една преграждаща структура е от съществено значение за последващото прилагане на рехабилитационни мерки спрямо съответната бариера, както и при прилагане на подхода на приоритизиране на тези мерки (Beechie et al. 2008, Meixler et al. 2009, Kemp, O’Hanley 2010, Nunn, Cowx 2012).

Оценката на проходимостта може да бъде из-

вършена на базата на преки наблюдения върху преминаването на ихтиофауната през ПС или на базата на измервания на ключови хидравлични и физични характеристики на преградните структури.

Един от методите, разработен за да подпомогне работата по приоритизиране на мерките за смекчаване на въздействието от хидроенергийното строителство в реките върху рибните популации, е оценката на проходимостта на преградните структури (WFD 111 (2a) Coarse resolution rapid-assessment methodology to assess obstacles to fish migration” (Kemp et al. 2008, Kemp & O’Hanley 2010, Bull 2010). WFD 111 съдържа полева методика за оценка на проходимостта на всяка естествена или създадена от човека, напречна на речното течение структура. Оценката се базира на: физични характеристики на ПС, хидравлични параметри в зоната на ПС и плавателните възможности на ихтиофауната, включително и на ювенилните екземпляри. След като е оценена проходимостта на ПС спрямо всеки местен ихтиологичен вид, се преминава към моделиране на възможностите за оптимизиране на речната мрежа чрез приоритизиране на смекчаващите мерки (премахване на ПС, изграждане на РП и др.). ПС се класифицират в 4 категории според проходимостта си, която се оценява спрямо всеки ихтиологичен вид, обитаващ реката.

Таблица 4.1. Оценката на проходимостта е в скала от 0 до 1

0 = непроходима структура, пълна невъзможност за преминаване на риби;
0.3 = частично проходима структура с висока степен на влияние. Само някои риби (по-малко от една трета могат евентуално да преминат или преминаването е невъзможно през по-голяма част от годината (напр. две-трети);
0.6 = частично проходима структура с ниска степен на влияние. Част от популацията на вида може евентуално да преодолее ПС (напр. две-трети) или ПС е непреодолима през една-трета от годината. Обикновено това са ПС с ниска височина (водостоци), чиято проходимост силно се влияе от водното ниво на реката;
1 = проходима структура за мигриращи видове през по-голяма част от годината. Това обаче не означава, че няма повишен разход на енергия от страна на рибите или забавяне на миграционното придвижване.

### 5.1.1. Физично и хидрологично описание на преградната структура

От значение за оценката на проходимостта са някои основни параметри на ПС като височина, тип на ПС (стъпаловидна, полегата, вертикална), скорост на водата по горния ръб на короната, скорост на водата пред ПС (измерена на дълбочина 60% и на дъното), дълбочина на водата пред ПС и др. WFD 111 препоръчва всички измервания да се проведат, както по време на маловодие, когато повечето физични метрики на ПС могат лесно и достъпно да бъдат измерени, така и през периода на пълноводие. Второто е важен показател, особено за ПС, които са идентифицирани като непроходими през периода на ниски води и лимитиращ параметър за проходимостта се е явявала дълбочината на водата пред ПС. Много вероятно е през периода на пълноводие те да повишат своето ниво на проходимост.

Допълнителна информация за оценката на проходимостта на дадената ПС е наличието на турбулентност, места за почивка на рибата, струпвания на клони, камъни, отпадъци пред ПС, брой на стъпалата (напр. при рибни проходи тип стълба), дълбочина на водата във всяко корито, височина на напречните преградки в РП, наличието на места за почивка на рибите и редица други параметри, т.е. взимат се под внимание всички обстоятелства, които имат потенциал да затруднят или облекчат достъпа на рибите до местата за преминаване на ПС. ПС, които се състоят от отделни участъци (структури), различаващи се по хидрологични или физични параметри, се обследват на части, като всяка такава отделна част от ПС трябва да се измери и оцени самостоятелно, преди да се даде цялостна оценка на ПС.

### 5.1.2. Оценка на възможностите на местната ихтиофауна за преодоляване на ПС

Оценката на проходимостта на дадена ПС се базира на възможностите на различните видове риби и възрастови стадии да преодоляват прегради с различна височина, скорост на водата, турбулентност, наклон, дължина и тн. В WFD111 са посочени границите на всяка една от по-горе посочените характеристики на ПС за видовете атлантическа съомга, речна пъстърва, змиорка и др. Данните за шарановите риби са посочени, без да се конкретизира видова принадлежност, а само като възрастни и ювенилни. Методиката не включва тестване на ПС за други важни от консервационен аспект видове, като например главоча (*Cottus gobio*), но информация за тях обикновено съществува. За видовете риби, за които не са проведени такива измервания, възможен подход за събиране на тази информация са лабораторни тестове, както и полеви такива с маркиране на риби (Baudoin et al. 2015). Използването на телеметрични техники като Passive Integrated Transponders (PIT) маркери (Cahon et al. 2007), радио маркиране (Winter et al. 2006), акустични маркери (Steig et al. 2005), хидроакустичните сонарни технологии (Burwen et al. 2006), както и видео филмиране (Bowen et al. 2006) са идеални техниките за оценка на проходимостта на дадено препятствие от страна на рибите, при отсъствие на лимитиращите фактори време и пари. Всички посочени методи имат своите предимства и недостатъци (Kemp, O'Hanley 2010).

### 5.2. ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА ИХТИОФАУНАТА В ЗОНАТА НА ВЕЦ

Състоянието на рибните популации се дефинира на базата на съвкупност от параметри, охарактеризиращи жизнеността на популацията на даден вид (Schmutz & Jungwirth 1999, Nunn & Cowx 2012). Най-често оценката на състоянието на локалната

популация се определя по един единствен параметър и това е числеността (Nunn & Cowx 2012). За по-точна преценка, обаче, е необходимо включването и на показатели като размерно-възрастова структура, кондиция, генетична структура, здравен статус и др. Видовият състав на рибите в зоната над и под ВЕЦ е първият ориентир за цялостното състояние на рибната фауна в дадения речен участък.

### 5.2.1. Видов състав на ихтиофауната в участъка на ВЕЦ

Необходимо е да се прецизира състава на ихтиофауната, както на базата на литературни данни, така и на информацията от базите данни на Басейнови дирекции, МОСВ и други. При отсъствие на информация се извършват полеви проучвания, методологично съобразени с хидроморфологичните особености на изследвания речен участък. При оценката на въздействие на ВЕЦ върху видовия състав на ихтиофауната трябва задължително да се вземат под внимание следните обстоятелства:

- 1) не за всички речни участъци у нас има представителни данни за състава на ихтиофауната от период на относително слабо антропогенно въздействие;
- 2) разнообразието на ихтиофауната в даден речен участък може да бъде повлияно от редица фактори като замърсяване, браконьерство, друго хидроенергийно строителство, изземване на инертни материали, регулиране на речното корито, зарибяване с неместни и видове, чиито въздействия могат да имат за резултат промени в рибното съобщество, сходни с тези предизвиквани от ВЕЦ;
- 3) моментно (еднократно) определяне на видовия състав може да даде твърде неточна представа за реалното състояние на рибното съобщество, поради сезонни миграционни придвижвания, дневни миграции на рибите или други фактори, определящи пространственото разпределение на рибите в реката.

Всичко това налага детайлен анализ на това какъв би следвало да е потенциалният състав на местната ихтиофауна на съответния речен участък, според типологията на реката в този участък; според литературните данни за участъка/реката; какви са всички потенциално действащи фактори върху ихтиофауната.

### 5.2.2. Численост и биомаса на ихтиофауната в участъка на ВЕЦ

Числеността и биомасата на ихтиофауната в участъка над ВЕЦ и този под ВЕЦ са приемани

като основен индикатор за оценка на степента на въздействие (Nunn & Cowx 2012). Може да се определи числеността само на прицелни видове риби, като най-често това са диадромните видове (Nunn & Cowx 2012). Всички посочени проблеми при охарактеризиране на въздействието на дадена ВЕЦ, посредством определяне на видовия състав на ихтиофауната, важат в пълна сила и относно числеността на рибите, като индикатор за силата на въздействие на ВЕЦ. Тук можем да прибавим и субективните оценки, базирани на недостатъчно ефективни методи на улов на рибите.

### 5.2.3. Размерна структура на ихтиофауната в участъка на ВЕЦ

Размерът на тялото е основна характеристика на организмите (Murphy et al. 2013). Размерната структура на рибните популации се счита като добър индикатор за оценка на състоянието на пресноводните екосистеми (Karr et al. 1986, Murphy et al. 2013). Размерът на тялото оказва въздействие върху популационни параметри като нарастване, смъртност и трофични взаимодействия, което прави изследването на размерната структура индикаторен инструмент. Установените по-малки размери на речната пъстърва в район с 15 МВЕЦ, спрямо размерите на същия вид, но от контролен речен участък, говори за предполагаемо негативно въздействие (Benejam et al. 2014). В някои случаи, се установява напълно обратен отговор на идентично въздействие. Murphy et al. (2013) установява, че кефал (*Squalius laietanus*) има по-висок среден размер на тялото в ситуация под въздействие с нарушени условия на средата. Авторите препологат, че това отразява неуспеха от размножаването и попълването на популацията в условията на влошена околна среда, което съответно редуцира плътността на индивидите и съответно се увеличава нарастването на останалите екземпляри.

Метод за оценка на проходимостта на дадена физическа бариера, намираща се в речното корито, базиран само върху данни за наличие или отсъствие на даден ихтиологичен вид над и под съответното препятствие (ВЕЦ), не може да отчете възможността друго препятствие, намиращо се по-долу по течение на реката да е лимитиращ фактор за разпространение на ихтиофауната в дадената река.

### 5.3. ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА МЕСТООБИТАНИЯТА

Природните местообитания, които могат да бъдат негативно повлияни от ВЕЦ имат разнообразна екологична и флористична структура. В тях влизат горски, тревни и храстови съобщества, торфища и др. Следователно трудно могат да бъ-



дат обобщени дори най-основните показатели за оценка на това въздействие. В Европа (във връзка с НАТУРА 2000), но и в други страни по света, има богат опит в оценката на въздействие и мерките за отразяването им. Част от тези литературни източници са представени по-долу. Въпреки че на световно ниво има много и разнообразни ръководства за оценка на това въздействие и за неговото избягване или отразяване, на национално ниво досега има един сериозен източник – Зингстра и др. (2009), който представлява Ръководство за оценка на природозащитното състояние на видове и местообитания в защитените зони от мрежата НАТУРА 2000. Той може да се използва като базисен за всяко конкретно природно местообитание, защото представя стандартните и в добро състояние екологични параметри на всяко местообитание. Общите критерии за негативно въздействие се основават на принципите на оценка на благоприятното природозащитно състояние, което включва следните основни критерии, представени по-долу:

#### **Критерий 1. Площ на природното местообитание**

Това е най-сигурният и най-лесен за отчитане критерий за степента на въздействие върху местообитанието на ВЕЦ или други технически съоръжения. Намалението с 1% за година, е достатъчен за преминаването на местообитанието в неблагоприятно природозащитно състояние и може да се счита за най-сигурен за наличието на значително въздействие. Най-точно може да се отчете, когато има предварителна карта на природно местообитание и впоследствие отчитането на процентното му намаление. За загубата на местообитанието най-често причините са комплексни и засягат и останалите критерии.

#### **Критерий 2. Структура и функции на природното местообитание**

Мониторингът на структурата и функциите на местообитанията е съобразен с техните екологични особености. Най-сигурният и точен параметър е наличието и доминирането на типичните за местообитанието видове. Флористичната структура най-точно отразява промените в екологичното състояние. В тази връзка с цитираното Ръководство за всяко местообитание е представена типична видова комбинация. Нейното наличие или промяната към нетипична (нехарактерна) е белег за деградацията на местообитанието. Показателно е и дали новите видове са нитрофилни, инвазивни, рудерални, както и промяната на доминиращите биологични типове: примерно в тревни местообитания започват да се увеличават дърветата и хра-

стите. При водозависимите местообитания, осушаването или обратното - преовлажнението, води до замяна на типичните мезофитни видове, или в първия случай с ксерофитни, или във втория - с хигрофити.

За горските местообитания са важни и други структурни параметри: възраст на гората, склопеност (пълнота) на дървесния етаж, наличие на мъртва дървесина, на гори във фаза на старост, на стари дървета на възраст над средната за горския участък и др.

#### **Критерий 3. Бъдещи перспективи (заплахи и влияния)**

Този критерий отчита наличие на антропогенни влияния, вкл. всякакви хидромелиоративни съоръжения и на каква площ/процент/степен това е повлияло на природното местообитание. В случая Ръководството приема за мерна единица релевантната според Директивата за местообитанията и свързаните с нея ръководства процент (%) за година на ниво защитена зона. Дори 1% еднократно намаление, вследствие промяна на водния режим, е достатъчен да отчетем преминаване на местообитанието в неблагоприятно лошо състояние. Именно промяната във водния режим е основният параметър по този критерий, свързан с въздействието на ВЕЦ. Вследствие промяната на този критерий и параметър, следват промени в критерий Площ в зоната (примерно изчезване на местообитанието в резултат на заливане или на осушаване) и критерий Структура и функции - промяна на екологичните характеристики, поради промяната на водния режим.

Като извод се налага, че всеки един от критериите и параметрите би следвало да се отчита комплексно, именно защото въздействието е такова. Въведените в Ръководството параметри към всеки критерий са разгледани специфично за всяко природно местообитание.

### **5.4. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ТУРБИНИТЕ ВЪРХУ РИБИТЕ**

Негативното въздействие на турбините върху ихтиофауната най-често се изразява в увреждане и смърт на рибите. Състоянието на подналите втурбините риби се проследява при различни схеми на работа (количество преминала вода, обороти и други). Оценката на уврежданията се прави по скали, които класифицират размера на увредата, която може да варира от отпадането на няколко люспи до обезглавяване и раздробяване на рибите.

## ГЛАВА 6: МЕРКИ ЗА СМЕКЧАВАНЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЯТА ОТ ВЕЦ

Елиза Узунова, Димитър Кисляков, Росен Цонев

Анализ на необходимостта от прилагане на смекчаващи мерки, систематизиране на мерките, преглед на основните типове рибни проходи, мерки за смекчаване въздействия върху хидрологичния режим и качеството на водата; Рехабилитация на екосистеми, повлияни от ВЕЦ.

Реализацията на един проект за хидроенергийна система на ВЕЦ неизменно е свързана с определени нарушения на околната среда, както това се отнася въобще за всеки инфраструктурен проект. Понастоящем, изпълнението на определени изисквания, които имат за цел минимизиране на отрицателните последици върху околната среда в хидроенергетиката, е превърнато в стандарт, който неотменно трябва да бъде спазван. От една страна това са формалните изисквания на нормативните документи в тази област, които са предмет на непрекъсната актуализация и усъвършенстване. От друга, все по-съществена роля играят съгласувателните процедури с всички потенциално засегнати заинтересовани страни в процеса на цялостната реализация на хидроенергийния проект.

Необходимостта от смекчаване на климатичните промени, чрез намаляване на емисиите на парникови газове, същевременно увеличаване на производството на енергия за нуждите на нарастващото население на Земята, осигуряване на добро екологично състояние на водните басейни, запазване на биологичното разнообразие и защита на местообитанията налага търсенето на балансиран подход, който да съчетава в себе си всички по-горе изброени.

Очевидно е, че отделни, изолирани мерки за намаляване на негативното въздействие на ВЕЦ не могат да бъдат успешни, без да се отчита какво се случва в участъците нагоре и надолу по речното течение. Интегрираното управление на речните басейни е свързано с използването на цялостен подход за защита на речния басейн – неговия извор, притоци, делта и устие - посредством координирана стратегия и с участието на всички заинтересовани страни във вземането на решения.

Този балансиран подход трябва да включва както решения, смекчаващи негативното въздействие на ВЕЦ, като техническа модернизация на самото производство на енергия и внедряването на екологосъобразни решения, подобряване на ефективността на съоръженията за осигуряване на екологичната свързаност на реките, така и възстановяване и подобряване на екологичното състояние на засегнатите участъци.

Рамкова директива за водите на ЕС (РДВ 2000 / 60 / ЕО) изисква до 2015 г. водните тела във всички страни членки на ЕС да постигнат „добро екологично състояние“ или „добър екологичен потенциал“, когато са силно модифицирани. Както вече беше подчертано Директива за местообитанията 92/43/ЕО изисква видовете и местообитанията предмет на опазване, да постигнат благоприятно природозащитно състояние. Множеството модификации на речните корита, водовземания и други въздействия, силно отклоняват условията в реките от естествените и причиняват влошаване на природозащитното състояние на видове и местообитания. Това изисква разработването и прилагането на мерки, възстановяващи речните екосистеми и налагащи екологосъобразни схеми на използването им. В епохата на строги икономии, съществува висок риск, лимитираните финансови ресурси за възстановяване на речните екосистеми да бъдат неефективно разпределяни между заинтересованите групи въз основа на процес на планиране на парче и при неподходящи мащаби.

Някои управленски мерки могат да смекчат негативния ефект, който оказват малките хидроелектрически централи. Общеизвестно е, че бентовете и язовирните стени прекъсват надлъжната свързаност на реките и изолират

индивидите от дадена популация (Santos et al. 2006). Следователно, осигуряването на ефективни рибни проходи на всички съществуващи непроходими структури би позволило възстановяване на надлъжната свързаност на реката. Обаче, възстановяването на количеството на водата в реката, в степен най-близка до естествения воден режим, е главното средство за намаляване на влиянието на ВЕЦ, защото именно водният режим е главният фактор, управляващ речната екология (Poff & Ward 1990, Lake 2003). Като резултат от изисквания на РДВ (2000/60/ЕС), много от европейските страни прилагат нови регулаторни механизми за възстановяване на естествения хидрологичен режим на реките с цел подобряване на екологичното състояние.

Съществуват различни мерки за смекчаване и компенсирани негативните последици от изграждането на ВЕЦ, разработени за възстановяване на състоянието на екосистемите. Някои важни мерки, включват рибни проходи или други съоръжения за подпомагане на миграцията, технически конструкции, които да сведат до минимум смъртността от навлизане на риби в турбините, други мерки осигуряват минимални водни количества по време на критичните периоди за водната флора и фауна, т.е. управление на нивото на водата, за да се смекчат ефектите и да осигурят възстановяване на местообитанията на застрашени видове, рекултивационни програми и други.

Като цяло обаче негативният ефект, когато са на неподходящо място, например в защитена зона, въпреки смекчаващите мерки, като цяло остава и може само да се намали неговата сила на въздействие. Така че най-важната смекчаваща мярка си остава правилният избор на място, така че да се избегне конфликт с опазването на биоразнообразието, още повече че защитените зони от Мрежата НАТУРА 2000 са резултат от общоевропейска стратегия и мярка за опазване на биологичното разнообразие.

### 6.1. ИЗГРАЖДАНЕ НА СЪОРЪЖЕНИЯ, ОСИГУРЯВАЩИ ПРОХОДИМОСТ В ЗОНИТЕ НА ФРАГМЕНТАЦИЯ НА РЕКИТЕ

Исторически погледнато, много ВЕЦ са били построени без адекватна оценка на въздействието, която те оказват на компонентите на речната екосистема, като политиката в тази област е поставяла на първо място необходимостта от такива хидротехнически съоръжения (Lucas & Margulla 2000). Недооценяването на миграции на рибите в миналото е довело до намаляване на популациите на значителна част от мигриращи сладководни риби, най-вече змиорки,

сьомги, пъстърви, есетри, миноги и много други. Частично решение на проблема представляват рибните проходи. Те най-общо са мярка, прилагана за смекчаване на ефекта от ВЕЦ и представляват съоръжения/структури, подпомагачи рибите да преодолеят дадена бариера (Jungwirth & Pelikan 1989). И тъй като много често видовете риби, за които трябва да се осигури предвижване, са различни по своите характеристики (размери, време на придвижване, плавателни способности), това налага и различни по своите параметри съоръжения. ВЕЦ са разположени в различни по своята геологична и хидрологична характеристика речни участъци и това също налага индивидуални решения. Изграждането на такива устройства, следва да бъде адаптирано към местните видове, както и да отчита флуктоациите в нивото на водата над и под ВЕЦ, да бъде съобразено с речния наклон, топографските особености и други (Croze & Larinier 2000).

Независимо от типа на РП или въобще на структурата/съоръжението, което ще трябва да осигури преминаване през бариерата, съществуват общи изисквания и принципи, които следва да се съобразят при планирането му. Независимо от използвания начин на проектиране, за да е функционален проходът, той трябва да отговаря на няколко основни критерии (с модификации по Cowx & Welcomme 1998):

- Да предоставя удобен достъп за всички мигриращи видове по цялата дължина на прохода, което да е съобразено с плавателния капацитет на различните видове риби;
- Да осигурява целогодишна функционалност, при различни режими на речен отток, температура и кислородни нива;
- Да представлява стабилна конструкция, която в случай на необходимост да поеме масови размножителни или трофични миграции;
- Входът на съоръжението да е позициониран така, че да е достъпен и привлекателен за максимален брой видове, обитаващи реката;
- Да не причинява нараняване на рибите, при преминаването им през съоръжението;
- Да се осигури необходимата отдалеченост на изхода от преливници и турбини, така че да се минимизират рисковете преминалите риби да бъдат повлечени надолу по течението или да бъдат наранени;
- Рибните проходи трябва да се конструират така, че да могат да функционират и при минимален воден отток на реката.



Проектирането на рибните проходи, трябва да се осъществява на основата на познания на вида и биологията на рибите, тяхното поведение и плавателните им способности. Оттук се определя големината на напречното сечение на рибния проход, наклона на дъното, респективно скоростта на течение на водата в прохода. Изборът на вид рибен проход и оразмеряването му, трябва да стане в сътрудничество между хидроинженер и специалист по ихтиофауна, което ще гарантира правилното му конструиране, а оттам - намаляване на негативното влияние на фрагментациите върху миграцията на рибата. Както хидрологичните условия и речните обитатели са специфични и уникални за дадено място, така и дизайнът и характеристиките на рибните проходи следва да бъдат специфични и уникални, т.е. няма и не може да има универсално решение.

Следните стъпки са задължителни при определянето на типа и параметрите на съоръжението за преминаване на рибите:

**Стъпка 1:** Идентифициране на рибните видове в участъка на реката, които евентуално ще ползват съоръжението.

**Стъпка 2:** Определяне на плавателните възможности на местните видове рибите при преодоляване на прегради (скорост на плуване, възможност за скокове и др.).

**Стъпка 3:** Определяне на времето, през което рибите извършват миграциите и други придвижвания, тяхната продължителност и численост на мигриращата популация.

**Стъпка 4:** Идентифициране на локалните хидрологични параметри (водни обеми, скорост на водата, температура на водата, и др.), параметри на съществуваща или бъдеща преградна структура.

**Стъпка 5:** Определяне на базовия тип на РП, необходимия брой на РП, и локализацията на РП спрямо ПС, определяне на местоположението на входа на РП.

**Стъпка 6:** Определяне на хидрологични и хидродинамични параметри на РП, дължината, ширината и др.

През последните години се работи активно за разработване на решения за осигуряване и на низходящата миграция на рибите, т.е. надолу по течението. Макар, препятствията очевидно да са по-лесни за преодоляване надолу по течението, отколкото нагоре, не трябва да се подценяват възможните наранявания и смъртност, причинени от преминаването през някои изкуствени препятствия по посока на течението (Coutant & Whitney 2000, Lajeune & Monzingo

2000, Michaud 2000).

### 6.1.1. Сезонност на функциониране на рибен проход

Рибните проходи следва да осигуряват ефективен коридор за преминаване на рибите целогодишно. Но поради промените в хидрологичния режим, настъпващи естествено в рамките на различните сезони, често е невъзможно да се поддържат еднакво подходящи условия за преминаване на всички риби всесезонно. Задължително е да се подсигурят периодите на най-активна миграция на местните видове. Така например, пъстървата мигрира нагоре по течението в сезони с относително ниско водно ниво (лято-есен), за разлика от потамалната зона на реките, обитавана от видове, чийто активен миграционен период е пролетта (скобар, мряна). В редица страни се препоръчва осигуряването на проходимост за минимум 300 дни в годината (Schmutz & Mielach 2013). В периодите със субоптимални условия, трябва да се осигуряват водните количества в РП, които да гарантират оцеляването на рибите, навлезли в РП.

### 6.1.2. Откриваемост на РП

Следните обстоятелства имат съществено значение за успеха на рибите, при откриване на съоръжението, посредством което трябва да преодолеят препятствието пред тях: местоположението на РП в цялостната схема на хидротехнически съоръжения; позицията и броя на входовете на РП; скорост и обем на водата, която напуска РП (привличащо течение). От значение е не само РП да бъде открит въобще от рибите, но това да стане и навреме.

По принцип РП се конструират така, че да се намират или близо до бреговата линия или в главното течение на реката. Позицията на РП зависи от предназначението и особеностите на самата ПС.

- При преградни структури на ВЕЦ, без отклонение на водата (руслови ВЕЦ), рибите обикновено се устремяват към излизащата от турбините вода и мястото на РП трябва да е в близост до самата ВЕЦ и брега.

- При преградни структури на деривационни ВЕЦ рибите обикновено следват главното течение, което най-често ги отвежда до мястото, където постъпва водата от турбините. В основното корито на реката, обикновено остава някакво остатъчно количество вода, което обаче е слабо привлекателно за рибите, поради ниската си скорост и малък обем, т.е. не може да се конкурира по тези параметри с водата, напускаща ВЕЦ.

Но през отделни периоди на година, през главния канал на реката може да преминава значително количество вода, което да отговаря на параметрите на реактивната скорост. Най-добро решение е изграждането на два РП – един на главната река на прага и един до сградата на самата ВЕЦ, за да покрива рибите, привлечени от скоростта на течението на напускащата ВЕЦ вода.

- При ПС без използване на водата (отнемане) не се наблюдават т.нар. конкурентни течения, които да привличат рибите и позицията на РП може да бъде на едно от изброените места, в зависимост от разположението на бариерата спрямо реката (напречно, косо, друго).

- При много широки реки и съответно широки ПС е необходимо изграждането на минимум два РП.

Един от най-важните моменти, определящи ефективността на съоръжението РП е позиционирането на входа му. Позиционирането на входа на РП се изучава и дискутира от редица автори (Adam & Schwevers 2001, Gebler 2009, Dumont et al. 2005, Larinier et al. 2002). Приблизителното положение на входа следва да бъде определено на базата на следните изисквания:

- Да се намира максимално близо до миграционния коридор на рибите;
- Близо до ПС, но не в зоната на висока турбулентност;
- Близо до брега;
- От страната, където е основното течение на реката;
- От страната, където се намира ВЕЦ;
- Входящото пространство да е близо до дъното, за да се ползва и от дънни риби;
- При големи ПС и при наличие на много видове риби с различни предпочитания по отношение на течението и местата в реката, където се движат е необходимо изграждането на РП с няколко отвора (Larinier et al. 2002, Dumont et al. 2005).

Оптималните нива на скорост на водата на входа на РП са 0,7- 0,8 пъти критичната спринтова скорост на плуване на рибите (Pavlov 1989).

Привличащото течение (англ. attraction flow) има за цел да свърже миграционния коридор на рибите, идващи по реката с миграционния коридор в самия РП. Функционалността на привличащото течение се определя от обема, скоростта на водата и позицията на входа на РП.

Следните изисквания са съществени за осигуряване на висока функционалност на съоръжението:

- Ниска турбулентция;
- Непрекъснат воден поток, идващ от входа на РП.

Водата, преминаваща през РП служи главно за осигуряване на успешното преминаване на рибите през РП, затова и обемът и скоростта ѝ се съобразяват с плвателните възможности на рибите. Често обаче, тези водни количества и скорост не са достатъчни, за да осигурят привличане на рибите към входа на РП. Затова може да се наложи да се прибави допълнително количество вода в най-долната част на РП (Schmutz & Mielach 2013). Привличащото течение, напускащо РП трябва да е най-малко 1-5% от конкуриращото течение, излизащо от други източници (преливници, турбини) (Larinier et al. 2002, Dumont et al. 2005). Колкото по-малък е дебитът на реката, толкова по-голям следва да е обемът на привличащия поток от РП (Schmutz & Mielach 2013). За точно изчисление е необходимо детайлно хидроморфологично моделиране. Стените на последното ниво на РП (при входа) трябва да са достатъчно високи, за да не се наводняват, т.е. да остават напълно под вода.

### 6.1.3. Проходимост на РП

Един РП е напълно функционален, ако предлага подходящ миграционен коридор за всички видове риби, назаемно от техния размер и възраст. Това може да е факт, ако хидравличните условия в него позволяват преминаването и на най-малките и трудно подвижни екземпляри. Това рядко е възможно да се осъществи, а и не е необходимо, тъй като редица ихтиологични видове не извършват приживявания по-големи от няколко километра и осигуряването на подходящи местообитания за всички етапи от жизнения им цикъл в зоната между две фрагментации е достатъчно да поддържа стабилни популациите им. Затова най-често условията в РП се съобразяват с мигрантите. Така например, за пъстървите се изисква през РП да протича непрекъснато водно течение с реактивна скорост от 0.3 ms<sup>-1</sup> и 0.2 ms<sup>-1</sup> за всички останали.

Морфометричните и хидравлични норми за оразмеряване на РП зависят от ключовите ихтиологични видове (напр. диадромните видове), но и от съпътстващи видове от съответния регион.

DWA(2010) препоръчва следния логаритъм при определяне на морфометричните и хидравлич-

ни параметри на РП:

1. Определяне на типа на съоръжението РП, базирано на топографията, цена, сложност и др.
2. Определяне на необходимата дължина на РП, разлика във височината на РП и максималната скорост на водата в РП;
3. Определяне на потенциалната местна ихтиофауна (т.е. не само тази, която съществува към момента в региона, но и тази, която в исторически аспект е обитавала района и може да бъде реинтродуцирана или пък само временно отсъства) и определяне на минималната скорост на течението, съобразно необходимото достигане до реактивната скорост;
4. Определяне на морфометричните параметри (базирано на размерно-определящите риби).

#### 6.1.4. Нетехнически рибни проходи (англ. nature-like)

Опитите да се улесни преминаването на рибата през препятствията, включват изграждането нарибни проходи, байпас-каналы и рибни асансьори (Clay 1961, 1995; Jungwirth 1996, Larinier 1998). Ефективността на рибен проход се дефинира според „делът на мигрантите, приближаващи структура, които са в състояние да преминат без значително забавяне“.

През последните десетилетия е налице нарастваща тенденция към използване съоръжения, наподобяващи естествените речни форми, и всъщност РП представляват участък, започващ в подножието и завършващ в горната част на препятствието. Наклонът на РП позволява формирането на малки каскади, бързеи, вирчета и бавни места за почивка, въпреки че като цяло е по-стръмен, отколкото наклона на реката. Тъй като този тип РП са построени от наличните естествени материали, имат ниска икономическа стойност. Също така те предлагат широка гама от скорости на водата, като по този начин позволяват преминаването на риби от различен вид и размерни групи по време на размножителни, трофични или компенсаторни миграции, както по течението, така и срещу него. До момента тези проходи са най-разпространени в Австрия, Германия и Холандия. „Байпас“ системите също намират широко приложение, главно поради ефективността си и приемливото вписване в околния ландшафт. Те имат предимството, че отвеждат рибите направо до реката в участъка над препятствието, като по този начин рибите не попадат в изкуствените подприщени участъци,

където има реална опасност от дезориентирането им. Към нетехническите спадат и различни по своята форма, наклон и материал на изграждане дънни рампи, които са особено подходящи за преодоляване на ниски прегради.

#### 6.1.5. Технически рибни проходи

Съществуват няколко типа РП, чиито изглед и начин на функциониране е съобразен с определен вид риба. Широко разпространен е типът с изглед на „рибна стълба“. Видът на „стълбата“ най-често е от басейнов тип, който се състои от поредица от басейни в стъпки, водещи от подножието до върха на конструкцията. Басейните служат за почивка на рибите, което трябва да е съгласувано и с правилно разпределение на водното ниво. Този тип проход е построен за първи път в Белгия през 1909 г. от Denili оттогава насам се използва широко (Lucas&Baras 2001). По-рядко използвани са рибните шлюзове и асансьори, като Cada (1998) съобщава, че всъщност те са около 12% от съоръженията, предвидени за преодоляване на бентовете наводноелектрически централи в САЩ. Такива са изградени и в някои други страни, включително Шотландия, Ирландия, Франция и Норвегия. Тяхната ефективност варира значително за отделните рибни видове (Larinier 1998). Тези проходи се състоят от предверие, след това камера под налягане и накрая задна камера с изход нагоре по течението. Рибните асансьори се считат за най-рентабилна мярка за преминаване на високи бариери, както по биологични, така и по икономически причини. Както рибите се преместват нагоре с външна енергия, шансовете за преодоляване на физическо препятствие са теоретично независими от височината му. Рибите, хванати в „капана“ назадържащи басейни, преминават в трюмове и се тласкат от дистанционно управление, което ги повдига и освобождава срещу течението, като експлоатационният цикъл е с продължителност около 10 минути. Основни недостатъци на асансьорите са високите разходи по тяхното изграждане и поддръжка.

#### 6.1.6. Оценка на ефективността на рибните проходи

Ефективността на първите съоръжения за преодоляване на дадена фрагментация в речното корито, често е била поставяна под въпрос, и въпреки че с годините е отбелязан чувствителен напредък в проектирането на съоръжения, все още е необходимо да се проследи ефективността на функциониране на всяко едно съоръжение (Larinier 1998). За съжаление, ефикасността на рибните проходи трудно може да бъде устано-



вена и доказана. Няма официално определение за "ефективност", но се смята, че привличането и преминаването на индивидите трябва да е 90 - 100% за потамодромните видове (Lucas & Vargas 2001).

Методите, прилагани за мониторинг на рибните съобщества се базират на пряко наблюдение, директните улови на преминаващи риби, проследяване на маркирани риби.

Съществуващите у нас мониторингови програми на МВЕЦ (т.нар. „планове за собствен мониторинг“), в които са определени периодиката, честотата, местата за пробовземания, начина на обработване и интерпретация на информацията, създаване на модели за сравнение и експертна оценка на други обекти с подобни функции и експозиция. Те са създадени с цел да се отчетат промените в състоянието на биологичните компоненти на околната среда. Резултатите, получени от работата по тези планове, следва да служат като достатъчно аргументирана основа за вземане на управленски решения и контрол на изпълнението им.

#### 6.1.7. Приоритизиране на мерките за смекчаване на фрагментиращото въздействие на ВЕЦ

Често възстановяването на речната свързаност се затруднява по финансови причини. За това е важно за целите на възстановителните мерки да се извърши предварително приоритизиране, което да спомогне вземането на решенията, основано на правилното разпределение на ограничените ресурси, при извличане на максимален ефект за възстановяване на проходимостта. Приоритизацията на мерки за възстановяване включва като първа стъпка откриването на всички фрагментиращи структури в изследвания речен басейн. Този обхват на проучването е задължителен, защото фрагментациите имат както кумулативен ефект, така и отдалечено по място въздействие. Това означава, че една ВЕЦ може да предопредели състава на ихтиофауната в райони, отдалечени на стотици километри от нея. Следваща стъпка е оценка на рибните популации в изследвания район, като се вземат предвид способностите за придвижване и консервационния статус на всеки отделен ихтиологичен вид. Трето, изчисляване на нивото на свързаност за отделните участъци в изследвания район (за всеки от притоците) и оценяване, кой участък от реката е с приоритет за възстановяване на речната свързаност. Четвърто, оценка на отделните прегради, намиращи се в различните речни участъци (притоци) и коя от изследваните бариери оказват най-силен фрагментационен натиск и следва да се предприемат, смекчавачи ефекта ѝ действия, с цел оп-

тимално възстановяване на речната свързаност в изследвания участък.

Подобен алгоритъм за приоритизация се съдържа в програмата OptiPass Version 1.1 (O'Hanley 2015). Той осигурява систематичен и обективен подход при избор на фрагментации, които следва да бъдат премахнати или рехабилитирани (напр. изграждане на рибен проход).

Приоритизацията на мерките могат да бъдат съобразени и с наличните финансови ресурси, но задължително трябва да се разпишат с дългосрочна визия, както и да бъдат обсъдени с регулаторните органи и заинтересовани страни (Beecchie et al. 2008, Meixler et al. 2009, Kemp O'Hanley 2010, Nunn & Cowx 2012).

## 6.2. СМЕКЧАВАЩИ МЕРКИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПРОМЕНЕТЕ В ХИДРОЛОГИЧНИЯ РЕЖИМ И КАЧЕСТВОТО НА ВОДАТА

### 6.2.1. Осигуряване на отток

За да се определи минималният отток, във всеки конкретен случай са необходими ясни критерии. Те трябва да отговарят на следните условия:

- при прилагането им да се гарантира екологичното функциониране на речната екосистема;
- да осигури достатъчно водно количество в речната тераса за пряко и косвено свързаните с водното тяло водни, крайречни и водозависими местообитания, особено през активния вегетационен сезон за растителността, който на повечето места продължава от април- май до август-септември;
- проверките да бъдат нормативно определени като задължение на контролните органи.

За степента на екологичното функциониране на един водоем може да се съди по определени групи организми, които служат като биоиндикатори. Те имат ясни изисквания към факторите на средата в течащите водоеми. По този начин, ако се открият подходящи биоиндикатори и се познават техните изисквания, тези изисквания могат да се ползват като целеви стойности и съответно като критерии.

В Рамковата директива за водите определени групи организми са посочени като:

- биологични качествени компоненти при оценяването на екологичното състояние на течащите водоеми (РДВ, Приложение V). Такива са съставът и числеността на:

- макрофити (водни семенни растения и мъхове)
- кремъчни водорасли
- фитопланктон
- бентосните безгръбначни (макрозообентос)
- ихтиофауната.

От тях макрофити, бентосни безгръбначни и ихтиофауната, принципно, са подходящи за биоиндикатори на въздействие на ВЕЦ. Екологичните изисквания на рибите към местообитанията и факторите във водоемите са добре известни. Те могат да служат като критерии, според които може да се определи достатъчното количество на минималния воден отток. Към естествената ихтиофауна спадат всички местни видове риби в един водоем или участък от водоем, които са (били) естествено разпространени там или е възможно да се появят в обозримо бъдеще. В отделни случаи видове от другите назовани групи организми могат да имат по-високи изисквания към местообитанието от видовете риби, обитаващи водоема. Например, определени видове безгръбначни се нуждаят от по-голяма скорост на течението, отколкото рибите. В случай че такива видове обитават околността на обезводнения участък, трябва да се вземат под внимание и техните изисквания. Същото важи за чувствителни животински и растителни видове, обитаващи периферните зони на водоемите, както и растителни съобщества и природни местообитания. Такива специални случаи, обаче, не могат да бъдат разгледани в рамките на настоящите препоръки; при необходимост те трябва да се изясняват за всеки отделен случай.

#### 6.2.2. Запазване на качество на водите

Много често се наблюдават отклонения в качеството на водите, съхранявани или преминаващи през изкуствено създадените задбаражни езера (язовири) на ВЕЦ. Измененията са главно резултат от промените в хидрологични параметри на водното тяло и с промяната в динамиката на транспорта на наноси. Натрупването на наноси на дъното на язовира може да предизвикат анаеробно разграждане на органиката, отделяне на газове (метан). Често се предприема изнасяне на наноси с цел освобождаване на място за водата. Може да се наложи от тези изкуствени езера да се премахва и натрупана биомаса от макрофити, доколкото те могат значително да кумулират ефекта от забавяне на течението на реката в участъка и промяната на седиментацията. Затова е необходимо изнася-

нето на наносите и/или водната растителност да се осъществява на малки порции ежедневно или ежеседмично, което ще допринесе за подържането на един баланс, необходим за нормалното съществуване на хидробионтите. Задължително следва да се предвиди, освобождаване на наноси след подприщения участък, за да не се наруши трофичността в зоната на реката след ВЕЦ.

#### 6.2.3. Смякчаващи мерки по отношение на механичните увреждания и смъртността на риби, предизвикана от навлизане в турбините

Препоръчителна мярка за намаляване на уврежданията и смъртността на риби, попаднали в хидротехническите съоръжения е поставяне на защитни решетки, екрани, светлинни сигнали, електрически и хидроакустични устройства, които да препятстват навлизането на риби в зоната на водоващането и попадането им в турбините. От друга страна, не всички съоръжения за получаване на електроенергия от водата имат еднакъв ефект върху околната среда. Някои определено се считат като екологосъобразни, главно поради по-ниската степен на увреждане или дори пълното отсъствие на такова върху рибите. Така например е установено, че Архимедовият винт, поради ниската скорост на ротация, позволява на рибите да преминават през съоръжението в посока по течението в относителна безопасност. Новост в тази насока е т.нар. двоен Архимедов винт, който предоставя възможност за двупосочно придвижване на рибите през него.

#### 6.2.4. Мерки по време на изграждане на ВЕЦ

Да не се извършва строителство по време на размножителния период на рибите, поради увеличаването на риска от повишено безпокойство, унищожаване на хайвера, поради размътване на реката и/или поради промени във водното ниво.

Строителните и ремонтни работи да не се извършват в периодите на маловодие, поради нарастване от негативните последствия, при инцидентни замърсявания, водещи до промени в хидрофизичните и хидрохимични показатели на водата. Тук трябва да се отбележи обаче, че от гледна точка на строителните технологии (например отбиването на строителните води), именно маловодието е най-благоприятно за извършване на строителни работи в речното легло.

За запазване на качеството на водите е необходимо по време на изграждането на ВЕЦ да се предвидят утайтели, за да не се допуска замърсяване на реката.

### 6.3. РЕХАБИЛИТАЦИЯ НА ЕКОСИСТЕМИ ПО-ВЛИЯНИ ОТ ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ВЕЦ

Cowx & Welcomme (1998) считат, че „като цяло най-стабилното екологично решение е да се премахнат всички фрагментиращи структури, тъй като това не само възстановява надлъжната връзка между местообитанията, но може да доведе до по-общото възстановяване на местообитанието“. Това решение има приоритет пред всяко друго, тъй като осигурява възстановяване на проходимостта на участъка за всички ихтиологични видове. Връщане към девствени условия в местообитанията е предизвикателство, което може да е желано от екологична гледна точка, но рядко може да се постигне, главно поради стопански дейности с голям обществен интерес (Cowx & Welcomme 1998, Lucas & Marmulla 2000). Към рехабилитация и пълно възстановяване на оптимални условия за съществуване може да се пристъпи едва след премахване

на ВЕЦ. Такива прецеденти вече съществуват в САЩ, най-вече инициирани от общности на коренното население, чийто поминък е тясно свързан с околната среда и особено с риболова. Такъв е случаят с язовира Elwha (САЩ, щат Вашингтон), който е бил построен през 1913 г. със стена, висока 33 м само на 7.9 км от изворите на едноименната река, обитавана в миналото от десетки пъстървови видове, размножаващи се в участък над язовира. Разрушаването на язовира започнало през 2011 г. и отнело 3 години. В момента се счита, че участъкът е напълно рехабилитиран (<http://www.dameffects.org/index.html>). Периодът на рехабилитация може да е продължи с години в зависимост степента на увреда на елементите на околната среда в съответния участък. Проблем от екологична гледна точка представлява и самото разрушаване на ВЕЦ, освобождаването на водата от задбараното езеро, особено при големи ВЕЦ.



# ГЛАВА 7: ХИДРОЕНЕРГИЕН ПОТЕНЦИАЛ В БЪЛГАРИЯ И РАЗВИТИЕ НА НЕГОВОТО ИЗПОЛЗВАНЕ

Димитър Кисляков

Кратък исторически преглед на развитието на хидроенергетиката в България, степен на усвояване на хидроенергийния потенциал, обобщение и анализ на информацията за издадените разрешителни за ВЕЦ в четирите района за басейново управление.

Топографските и климатични дадености на нашата страна обуславят наличието на съществен икономически и значим хидроенергиен потенциал. Този ресурс не е останал незабелязан – добре известно е, че първата ВЕЦ „Панчарево“ у нас и на Балканския полуостров започва своята експлоатация на 01.11.1900 г. със значителната за времето си мощност от 1000 к.с. (Милославов 1976, 1990). Произвежданата от централата електроенергия е била предназначена за уличното осветление на столицата и за задвижване на трамвайния транспорт, което е превърнало София в една от модерните европейски столици по това време. Документирано е, обаче, и едно доста по-ранно приложение на задвижвано от водна енергия динамо за осветление, внесено у нас и монтирано на водно колело от известния предприемач и родолюбив българин Иван Хаджиберов още през 1891-1892 г. (Набатов и др. 2015), като мощността на установката е била съвсем малка.

Съществен момент, дал качествен тласък на развитието на водното (и в частност хидроенергийно) строителство в България, е съставянето и приемането на първия Закон за водните синдикати, съдържащ като неразделна част Общата държавна програма за водите. Това е един компактен и прогресивен за времето си закон, който урежда всички основни отношения в областта на използването и управлението на водните ресурси в страната. Тук непременно трябва да се отбележи и завършеното малко по-късно, през 1924 г. от инж. Иван Мавров, обширно хидроенергийно изследване на страната. Първият общ електрификационен план на България е одобрен през 1942 г. Той по идея, форма на общия енергиен пръстен и преносно напрежение 110 kV наподобява именно

резултатите от разработката на инж. Иван Мавров. Няколко години преди това, на 07.01.1935 г., е приет и първият закон за електрификацията на България (Набатов и др. 2015).

Към 09.09.1944 г. в страната ни е имало 47 ВЕЦ с обща инсталирана мощност 45508 kW. Всички те са били експлоатирани в т.нар. „островен режим“ все още в отсъствието на единна електроенергийна мрежа. В експлоатация е бил яз. „Златна Панега“ заедно с редица по-малки изравнители, започнато е строителството на язовирите „Бели Искър“ и на р. Росица.

В резултат на дълбокото обществено-политическо преустройство на страната ни, след края на Втората световна война, в рамките на социалистическото планово стопанство започва и особено интензивно хидротехническо / хидроенергийно строителство, което е свързано с индустриализацията на страната и изграждането на единна електроенергийна система (ЕЕС). През този период, т.е. до края на 1989 г., у нас са изградени всички съществени хидроенергийни мощности, повечето от които са групирани в големи хидроенергийни каскади в планинските райони, където са съсредоточени топографските условия по отношение на използвания напор. Без тук да влизаме в подробности относно особеностите и параметрите на това впечатляващо развитие и неговите стратегически резултати, трябва да подчертаем няколко съществени момента:

- Сумарният хидроенергиен потенциал на България е оценен на около  $14 \cdot 10^9$  kWh (Милославов 1990). Към 1985 г. в страната ни има в експлоатация общо 87 ВЕЦ с обща инсталирана мощност 1941642 kW и средно годишно електропроизводство  $4,46432 \cdot 10^9$  kWh (Ми-

лославов 1990). Тоест, ясно се вижда, че към последната радикална промяна на обществено-политическите отношения у нас се използва реално около една трета от наличния хидроенергиен потенциал на страната. През 90-те години на миналия век в експлоатация влиза и ПАВЕЦ „Чаира“ с пълна мощност в турбинен режим 864 MW, която обаче решава съвсем други задачи в енергийната система на страната. През 2013 г. бе въведена в редовна експлоатация и ВЕЦ „Цанков камък“ с максимална мощност 85 MW.

- още редица проекти за оползотворяване на допълнителни сериозни части от съществуващия хидроенергиен потенциал на страната с помощта на каскади от централи с големи мощности (т.е. над 10 MW единична застроена мощност). При това става дума не само за акцент върху хидроенергетиката или друг определен отрасъл, а за сложни водостопански системи за комплексно и възможно най-пълноценно използване на относително ограничените водни ресурси на страната ни. За съжаление обаче, дори в състава на специализираната колегия в тази област понастоящем вече почти нищо не се знае за тези разработки.

- Развитието на хидроенергетиката у нас след края на 1989 г. се характеризира преди всичко с бурна и опустошителна приватизация, както и с реализацията на нови проекти без изключение в областта на т.нар. „малки“ мощности (т.е. до 5000 kW максимална инсталирана мощност). Първото издание на сега действащия Закон за водите е прието през 1999 г. и както преди, така и в процеса на развитието на законовата и специализираната подзаконова нормативна уредба у нас в областта на водите се реализират голям брой такива хидроенергийни проекти. Много повече са издадените разрешения за ползване на повърхностен воден обект с цел електропроизводство, някои от които понастоящем са в процес на реализация. Трябва специално да се отбележи, че нашето национално развитие на нормативната база в областта на водите вече е тясно свързано с европейските наднационални директиви, стратегии и най-общо – политики в тази област (с техните екологични и всички други аспекти) и по същество представлява тяхното трнспониране на национално ниво.

В рамките на настоящия проект беше извършен обобщаващ анализ на информацията за хидроенергийните проекти, актуално налична, водена и обстойно систематизирана от партньорите по проекта – БДИБР Пловдив и БДЗБР Бла-

гоевград, както и на съответните данни в тази област, любезно предоставени от БДДР Плевен и БДЧР Варна. Представената тук информация по този начин дава достатъчно ясна представа за развитието на използването на хидроенергийния потенциал в нашата страна след 1989 г. Прави впечатление, че на територията на БДЧР Варна почти няма хидроенергийни системи, с изключение на малък брой (общо 5) МВЕЦ на съществуващи съоръжения и работещи изцяло на подчинен график. Тоест, териториалното разпределение на хидроенергийния потенциал в страната ни е твърде неравномерно, което е и логично с оглед на топографските и хидроложки дадености. Основните резултати от проведенения анализ на любезно предоставената за проекта специализирана информация могат да бъдат обобщени както следва:

- Издадените от БДИБР Пловдив разрешителни за водоползване с цел производство на електроенергия от ВЕЦ са общо 201. Общата проектна инсталирана мощност на всички тези централи е 267965,66 kW. От тях, 6 ВЕЦ са стари, т.е. съществуващи преди 1989 г. с обща мощност 11702 kW. Тоест, налице са подадени заявления за 195 нови ВЕЦ с обща мощност 256264 kW. От тях са въведени в експлоатация 51 (36 деривационни, 3 подязовирни и 6 руслови) с обща застроена мощност 60526 kW. Интересно е да се отбележи, че общата дължина на деривационните съоръжения на тези централи е 39 km (без вземане предвид на по-старите централи). Това е параметър, чиято стойност е ориентировъчна по отношение на общата дължина на нарушените естествени речни участъци при централи на заобиколен пад. Хидроенергийните проекти в процес на реализация са 100, с обща мощност 174522 kW (70 деривационни, 27 руслови и 3 подязовирни).

- БДЗБР Благоевград е издала общо 220 разрешителни за водоползване с цел производство на електроенергия от ВЕЦ. Общата проектна инсталирана мощност на всички тези проекти е 311306 kW. От тях, 13 ВЕЦ са стари, т.е. в експлоатация от преди 1989 г. с обща мощност 136050 kW. Тоест, налице са подадени заявления за 207 нови ВЕЦ с обща мощност 175256 kW. От тях са въведени в експлоатация 76, почти всички – деривационни, с обща застроена мощност 63187 kW. Тук общата дължина на деривационните съоръжения на тези централи е над 140 km (без вземане предвид на по-старите централи). Тази стойност тук по отношение на получената максимална мощност като съизмерима с общата дължина на нарушените естестве-

ни речни участъци е определено по-голяма.

● В БДДР Плевен са издадени общо 183 разрешителни за водоползване с цел производство на електроенергия от ВЕЦ. Общата проектна инсталирана мощност на всички тези проекти е 236736 kW. От тях, 30 ВЕЦ са стари, т.е. в експлоатация от преди 1989 г. с обща мощност 77723 kW. Две от тях са подязовирни, останалите са деривационни. Понастоящем централите с действащи разрешителни за водоползване са общо 160 (т.е. в експлоатация и такива в процес на реализация) с обща мощност 226602 kW. От тях, работещите ВЕЦ са общо 83 със сумарна мощност 131214 kW. Това означава, че през последните 27 години са въведени в експлоатация 53 ВЕЦ с обща мощност 53491 kW. От всички 83 ВЕЦ в експлоатация, 71 са деривационни, 10 са руслови и 2 – подязовирни. Общата дължина на деривациите на тези 71 централи в експлоатация по съвсем приблизителна оценка (такава за конкретния район на басейново управление много трудно би могла да се направи) е над 70 km. Остават 78 централи с действащо по настоящем разрешително за водоползване с обща мощност 99065 kW, които обаче не са в експлоатация. От тях, 32 са с изтекъл срок на строителството, а за 3 няма данни за строителството (точният брой не съответства на статистическите данни, защото в едно от цитираните разрешителни са упоменати два обекта – деривационна и руслова ВЕЦ). Разпределението по вида на схемата е: 36 деривационни с обща дължина на деривациите около 44 km, 41 руслови и 2 подязовирни.

● Както беше споменато, издадените от БДЧР разрешителни за ползване на воден обект с цел производство на електроенергия са общо 5, всичките МВЕЦ са на практика подязовирни и са с обща мощност 4,628 MW. Всички тези разрешителни са валидни към момента, централите са изградени и са в експлоатация.

От така обработените данни могат да се направят някои обобщаващи изводи, както следва:

● Въведените в експлоатация досега сумарни хидроенергийни мощности в периода след 1989 г. и към двете дирекции за басейново управление (Пловдив и Благоевград) са почти равни – съответно малко над 60 MW. За БДДР Плевен тази сумарна мощност е 53,5 MW, а за БДЧР изобщо МВЕЦ в експлоатация са с обща мощност 4,628 MW – относително твърде малка. Тоест, сумарната мощност на тези проекти за всички басейнови дирекции

е около 180 MW и тази стойност може да се приеме като представителна за страната.

● Всички останали заявени проекти, които са с действащи разрешителни за водоползване и се намират на някакъв етап на реализация, са теоретично с обща мощност (сумарно за трите басейнови дирекции) около 480 MW.

● Както по-горе беше споменато, сумарната дължина на деривационните съоръжения на централите на заобиколен пад в определен район на басейново управление може да се разглежда като ориентировъчна по отношение на общата дължина на нарушените естествени речни участъци при централи от този тип. Тоест, така става ясно какво количествено измерение има в този смисъл хидроенергийното застрояване на определена мощност. Добре известно е от друга страна, че в европейските екологични политики т.нар. „голяма“ хидроенергетика по принцип изобщо не се споменава, освен когато определени мощности трябва да се привлекат в статистическите отчети като такива на възобновяеми източници. Приведените данни ясно показват обаче, че застрояването на определена мощност в рамките на един мащабен хидроенергиен проект може да бъде далеч по-приемливо за околната среда, отколкото постигането на същата сумарна мощност с голям брой МВЕЦ. Разбира се, въпросът за въздействието върху околната среда на един хидроенергиен проект е много по-сложен и комплексен във всеки конкретен случай, но чисто политическото отхвърляне на „голямата“ хидроенергетика а priori според нас се нуждае от внимателно преосмисляне.

● Заедно с въведените в експлоатация нови (т.е. след 1989 г.) малки ВЕЦ на териториите на всички басейнови дирекции, следва че сумарната мощност на всички хидроенергийни проекти след 1989 г. с действащи разрешителни за водоползване (т.е. в експлоатация или на някакъв етап на реализация) възлиза на общо около 665 MW. По отношение на наличните хидроенергийни мощности в нашата страна към 1989 г. (т.е. без ПАВЕЦ „Чаира“ и ВЕЦ „Цанков камък“), тази сума представлява 34% (или една трета). Както беше цитирано по-горе, тези мощности към 1989 г. са осигурявали използването на около една трета от сумарния хидроенергиен потенциал на страната. Ако приемем, без да разполагаме с данни за средното годишно производство на електроенергия от представените тук проекти за

МВЕЦ в БД, че има право пропорционално съответствие между инсталираната мощност и това годишно производство, от приведените данни следва, че всички проекти за МВЕЦ с общата си мощност от 665 MW биха осигурили оползотворяване на почти 11% от общия хидроенергиен потенциал на страната ни.

Тези изводи от статистическите резултати водят до важни заключения:

От една страна ясно се вижда, че в басейновите дирекции заявените за реализация (вкл. въведени в експлоатация) нови проекти за хидроенергийни системи на МВЕЦ са с обща мощност около 665 MW. Общо за цялата страна това означава, че инвестиционните намерения в областта на МВЕЦ след 1989 г. са с обща мощност, която представлява много сериозен дял в сравнение със съществуващите в експлоатация хидроенергийни мощности към 1989 г. Може да се заключи, че е налице трайна тенденция за оползотворяване на свободния хидроенергиен потенциал у нас с определени съпътстващи положителни ефекти – нарастване на дяла на енергията от възобновяеми енергийни източници, трайна активност на пазара на строително-монтажни работи в продължение на години, натрупване на сериозен проектантски и експлоатационен опит в тази област. За разлика от големите водостопански системи, споменатите цели се постигат без големи водохранилища, без прехвърляне на води между различни водосбори и без съществено изменение на цели поречия. Нещо повече, това развитие е в хармония със съвременните тенденции в европейската енергийна политика.

От друга страна, за съжаление могат да се посочат определени особености на това развитие, които далеч не са така еднозначно положителни:

- Всички тези мощности се присъединяват към националната ЕЕС на средно напрежение, с гарантирано от Закона за енергетиката изкупуване на цялото произведено количество електроенергия, без значение на моментните нужди на ЕЕС и без никакъв принос към регулирането на честотата, напрежението и реактивната мощност в системата. Тоест, те нямат никакъв положителен принос към експлоатацията на ЕЕС и качеството на подаваната към нея електроенергия (за разлика от т.нар. „големи“ хидроенергийни обекти), дори напротив (Христовозов 2010).

- Впечатляващите количества зелена енергия от МВЕЦ с малки изключения се получават за сметка на разпръснато на голяма

територия въздействие върху голям брой речни течения с огромна обща дължина от стотици километри. Известни несъвършенства на националната нормативна база допускат все още фактическо осушаване на речни участъци с голяма дължина.

- На практика, всички проекти за МВЕЦ след 1989 г. са реализация на частни инвестиционни интереси, без никаква заинтересованост за обществения интерес като цяло. Въпросът е принципен и цялостен, защото рефлектира и върху целия процес на приватизация у нас в тази област и на всички нейни етапи.

Частичното или по-пълно оползотворяване на останалия хидроенергиен потенциал на страната ни има смисъл, само ако се осъществи балансирано, устойчиво и целесъобразно от гледна точка на внимателно и ясно дефиниран национален интерес.



# ГЛАВА 8: ВОДНАТА ЕНЕРГИЯ В НОРВЕГИЯ

## ПРЕГЛЕД НА ОСНОВНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПЛАНИРАНЕ, ЛИЦЕНЗИРАНЕ, ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА И СМЕКЧАВАЩИ МЕРКИ

Хаакон Таулоу, Ингрид Насхейм

Принос за компетентните органи в областта на енергетиката и управлението на водите в България - Резюме на български език от Доклад за опита на Норвегия, изготвен от Норвежки институт за изследване на водите (NIVA)

Норвежкият институт за изследване на водите - NIVA, е партньор в изпълнението на проект „Оценка на комбинираните въздействия от ВЕЦ върху екосистемите и екологичния статус на реките“ (ANCHOR), който допринася със своите познания, опит и мрежа, свързана с управлението на хидроенергетиката в Норвегия. Според описанието на проекта NIVA допринася за дейност 2 на проекта: „Анализ на най-добрите практики на ЕС и ЕИП за оценка на потенциала на хидроенергетиката и методиките за класификация на речни участъци като допустими за изграждане на ВЕЦ“ чрез поддейност 2.2: „Анализ на съществуващите публикации, изследвания и методики/критериите, прилагани в Норвегия за оценка на хидроенергийни въздействия и определяне на речни участъци като допустими/недопустими за развитието на ВЕЦ“. Резултатът от дейността е настоящият доклад.

Докладът е разработен в процес на постоянен тесен диалог с българските партньори, за да се гарантира високо ниво на приложимост в българския контекст.

Ключови моменти в процеса са провеждането на срещата по откриването в София, България 28 май 2015 г., двудневното посещение в Норвегия на българската делегация в периода 19 - 20 октомври 2015 г. с участието на Норвежката дирекция по водите и енергетиката (NVE) и ECO-Energy - една от най-големите водноелектрически компании в Норвегия, и NIVA, което включваше посещение на място на руслова водноелектрическа централа Ембретсфос на ЕСО в поречието на р. Драменселва. В резултат NIVA представи доклада по време на семинара по проект ANCHOR, проведен в София, България, на 12 май 2016 г.

В изготвянето на доклада сме разчитали в голяма степен от доклади и презентации от Министерството на петрола и енергетиката, Норвежката дирекция за енергетика и водни ресурси, Министерството на климата и околната среда и Норвежката агенция по околна среда.

### РЕЗЮМЕ

Природните условия за производство на водна енергия в Норвегия са много благоприятни, с високи нива на годишните валежи, предимно равномерно разпределени в рамките на годината, големи планински райони/плата с висока надморска височина, с къси разстояния надолу към низините. Големият брой езера осигурява идеални условия за изграждане на язовири. Норвегия като цяло и планинските райони в частност, са много слабо населени, следователно само в много редки случаи е било необходимо преселване на хора. Въпреки това, проблемите на околната среда са много важни за развитието на хидроенергетиката.

Първите големи водноелектрически централи в Норвегия са построени около 1910 г. Норвежкото правителство прие закони и наредби за регулиране на производството на водноелектрическите централи и инвестира сериозно във хидроенергетиката като ключов инструмент за индустриализацията на страната. Въпреки това, повечето от централите са построени след Втората световна война, когато започва екстензивно развитие на хидроенергетиката и продължава до 80-те години. В същото време е разработена основната система на електрозахранващата мрежа, включително и международните връзки (Финландия, Швеция, Дания и Германия).

Благодарение на повишаването на осведоме-

ността по екологичните проблеми в края на 60-те години/началото на 70-те години, редица големи проекти бяха обстойно обсъдени и бяха съкратени поради екологични причини. Конфликтите ескалираха по време на планирането и изграждането на ВЕЦ Alta през 1980/1981 г.

Темпът на развитие на хидроенергетиката се стабилизира през 80-те години. Това се дължи отчасти на работата с национален координиран план за развитие, което спря лицензионните процеси, отчасти поради новото пазарно ориентирано енергийно законодателство, въведено през 1990 г., което оптимизира и направи националната хидроенергийна инфраструктура по-ефективна.

Към днешна дата общото производство на електроенергия в Норвегия е около 135 TWh, от които 95 % се основава на водна енергия. Общата инсталирана мощност в Норвегия е 31 100 MW. Има общо 1510 ВЕЦ, от които 80 с инсталация, по-голяма от 100 MW, произвеждат 80 % от общото производство.

Прогнозите за бъдещите ВЕЦ зависят както от мотивацията за увеличаване на производството, така и от екологичните ограничения. Основният фактор за увеличаването на ВЕЦ е необходимостта да се замени енергията, базирана на изкопаемите горива, с енергия от възобновяеми източници. Два са основните инструменти: Директивата на ЕС за възобновяема енергия за определяща целта на Норвегия за достигане на 67,5 % от крайното брутно потребление на енергия да бъде от възобновяеми източници, както и общата електрическа схема Норвегия/Швеция за сертифициране с цел производство на 26,4 Twh нова енергия от възобновяеми източници до 2020 г. Изменението на климата ще доведе до повече валежи и променени модели на оттичане и ще увеличи производството и стойността на хидроенергетиката. Необходимостта от подобряване на старите инсталации също ще увеличи производството. Основният фактор срещу по-нататъшното развитие, ограниченията и дори по-ниското производство са екологичните съображения като цяло. Тъй като голям процент от водноелектрическите ресурси са вече разработени; девствената природа, биологичното разнообразие, интересите за отдиш са високо ценени. Два основни инструменти за управление са особено важни: Рамковата директива за водите, заедно с плановете за управление на речните басейни и продължаващият процес на преразглеждане на по-старите лицензи за ВЕЦ.

Няколко министерства и дирекции играят ключови роли в управление на енергетиката и водите, свързано с ВЕЦ – най-важните от които са: Норвежката дирекция по водните ресурси и

енергетиката (NVE), която докладва на Министерството на петрола (MPE), и Норвежката агенция по околната среда на (NEA), която докладва на Министерството на климата и околната среда (MCE). Правната рамка от закони и разпоредби е всеобхватна със Закона за регулиране на водните течения (1917 г.), Закона за водните ресурси (2000 г.), Закона за планиране и строителство (1965 - 2009 г.) и Рамковата директива за водите (Vannforskriften 2006 г.), като най-важна.

Лицензионните процедури за производство на енергия от възобновяеми източници са „заобиколени“ от редица рамкови плановете; като някои се фокусират върху развитието на ВЕЦ, а други върху опазването на околната среда и/или природните ресурси като цяло. Четирите най-значими са: Планът за опазване на водните течения, Генералният план за развитие на Хидроенергетиката, Рамковата директива за водите и докладът/планът за хидроенергийните и лицензи, който подлежи на редакция преди 2022 г.

Планът за опазване на водните течения е разработен в пет етапа от 1973 г. до 2009 г. Общо 388 речни системи с потенциал от около 45 TWh са трайно изключени от ВЕЦ, по-големи от 1 MW. Генералният план за развитие на хидроенергетиката е разработен в три етапа от 1986 г. до 1992 г., осигурявайки ред за приоритизиране на проекти, които да бъдат лицензирани по-късно на базата на икономичността на проекта и въздействието върху околната среда.

В първия парламентарен доклад през 1986 г. са оценени 350 проекта в 540 алтернативни възможности.

Рамковата директива за водите е въведена в норвежкото законодателство през 2006 г., а първият пълен цикъл на планиране (2009 - 2015 г.) в момента е в процес на крайна оценка от МСЕ. Плановете за управление на речните басейни ще служат като насоки за процеса на лицензиране. Докладът относно хидроенергийните лицензи, който подлежи на редакция преди 2022 г. предвижда национален преглед и предложения за приоритети за 430 стари лицензи за ВЕЦ, чиито лицензионни условия, свързани с околната среда могат да бъдат предмет на промени. Приоритетите в 4-те класа са важни за формалните процеси на преразглеждане на лицензите, както и за Плановете за управление на речните басейни.

Лицензът за ВЕЦ е документ, който дава специално разрешение за разработване и управление на електроцентрали и язовири, включително условия и правила за работа и конкретните условия, оказващи въздействия върху околната среда. В рамките на ограниченията на рамко-

вите планове има 3 вида лицензионни процедури: 1) Големи водноелектрически проекти за инсталации > 10MW, 2) Малки водноелектрически проекти за инсталации > 10 MW и 3) преразглеждане на условията/правилата в по-старите водноелектрически лицензи. За големи ВЕЦ правителството (Кралският съвет) е лицензиращият орган, а за малки ВЕЦ – областните администрации. NVE със своите регионални офиси е ключов ръководен орган за всички лицензионни процедури, свързани с ВЕЦ.

Ключови актове са Законът за регулиране на водните течения, Законът за водните ресурси и Законът за планирането и строителството за издаване на оценки на въздействието върху околната среда (ОВОС). Трите различни процеси са описани относително подробно, включително специфичните процеси, свързани с ОВОС. Има различни искания за ОВОС в зависимост от големината на ВЕЦ и очакваните въздействия. Що се отнася до съдържанието на ОВОС и процедурата в доклада се съдържа по-подробна информация. Компетентните органи по околна среда (МСЕ, NEA и техните регионални органи на околната среда) имат най-голямо влияние върху съдържанието на ОВОС и процедурите.

Налице е общо съгласие, че процесите на лицензиране могат да се характеризират като прозрачни с предварително определени процедури, които предлагат добри и достатъчно възможности за участие на обществеността. Процесът, обаче, може да бъде особено продължителен; от 1/2 година до 5 години, а понякога дори повече за „трудните/сложни“ проекти.

Лицензирането трябва да бъде свързано с Рамковата директива за водите, тъй като новите проекти за ВЕЦ при определени условия могат да се изпълняват дори ако не могат да бъдат постигнати екологичните цели в директивата. Действащият процес на лицензиране балансира произведената мощност (ползи) и въздействието върху околната среда (разходи) в съответствие с директивата. Заслужава да се отбележи, че критериите за околната среда в процеса на лицензирането имат по-широк фокус от тези на директивата, която се фокусира върху биологичния и химичния аспект на самата вода.

Прилагането на изискванията на РДВ и разпоредбите за лицензиране за преразглеждане на екологичните изисквания в по-старите лицензи действат едновременно, и са насочени към подобряване на водната среда. Следователно са налице важни и решаващи връзки между двата процеса, за които отговарят две различни министерства. Необходимото взаимодействие не е добре развито към момента. Целите, изискващи анализи и мерки, свързани със силно модифи-

цираните водни тела (СМВТ), не са адекватно разгледани в първия пълен цикъл на планиране на Рамковата директива за водите в Норвегия (2010 - 2015 г.). В Норвегия, както и в много други страни, въпросите, свързани със СМВТ ще бъдат много актуални в следващия цикъл на планиране за периода 2016 - 2021 г.

Лицензите съдържат условия, като например одобряване на планове, срокове, прехвърляне на средства към местните общини, риболов/лов, отдых на открито, проблемите на околната среда, включително екологичен отток, правила за работа и т.н. NVE с нейните регионални офиси е ключов орган за наблюдение, контрол и спазване на изискванията в лицензите. Все пак, в основата на системата за контрол на лиценза е Системата за вътрешен контрол (ICS), за която е отговорен собственикът на енергийната компания/лиценза. Според закона, системата ICS съдържа подробни правила относно начина, по който енергийните компании трябва да осъществяват мониторинг, както и да докладват по отношение на всички въпроси, залегнали в законите и наредбите. ICS има два основни акцента - сигурността и околната среда. По отношение на околната среда ключовият въпрос е свързан с лицензионните условия, отнасящи се до околната среда.

NVE има задължението да контролира съдържанието и функционирането на системата за вътрешен контрол. NVE също ще извършва контролни проверки през различните фази от планирането до експлоатацията, за да контролира спазването на законите, условията на лиценза, подробните планове и др. Съответната община и окръг са поканени на проверките. Броят на проверките варира в зависимост от големината и сложността на ВЕЦ. NVE издава подробен наръчник за наблюдение на околната среда на инфраструктурата на речното корито. Също така са издадени практически ориентирани насоки за освобождаване и документиране на минимален воден отток за малки речни инфраструктури с лиценз.

Смекчаващите мерки имат за цел да се избегнат или минимизират негативните ефекти за околната среда от развитието и функционирането на ВЕЦ. Отрицателното въздействие на ВЕЦ може обикновено да включва: загуба на биологично разнообразие, изграждане на язовири, седиментация на резервоари, влошаване на качеството на водата, модификации на хидроложки режими, създаване на бариери за миграцията на рибите и речното корабоплаване. В продължение на десетилетия смекчаващите мерки са важни елементи в управлението на ВЕЦ и са все по-целенасочени чрез прилагането на Рамкова-

та директива за водите и преразглеждането на по-старите лицензи. Повечето мерки в Норвегия са насочени към екологичните условия във водните течения, а някои от тях са прилагани за опазване на ландшафта и други важни обществени ценности.

По-важните мерки за водноелектрическите язовири, както и за реките, са изброени и накратко анализирани в доклада. По отношение на резервоарите мерките са насочени към наводнения на сухоземните площи, качеството на водите, освобождаване на риба, колебанията в нивото на водите, рекултивация на местообитанията и събирането на растителност, управление на утайките и планиране на мерките, свързани с очакваните въздействия на изменението на климата. По отношение на реките ключовите мерки са минимален отток/екологичен отток/режими на оттока, рибни проходи, прагове и корекции на местообитанията.

От особен интерес са минималният отток и проблеми, свързани с екологичния отток. Минималният воден отток е важен по няколко причини: запазване на биологичното разнообразие, включително биологичната приемственост за рибите и други водни организми, поддържане на качествата на ландшафта и осигуряване на достатъчно количество вода за други потребителски интереси. Няма стандартен метод за оценка на минималния воден отток. Той варира за всеки конкретен случай, в зависимост от големината на реката, от въздействието на ВЕЦ, речната морфологията и екология, обществените интереси и т.н. В исторически план минималният поток е определян от баланса между производството на енергия и опазването на околната среда, където минималният поток обикновено е бил нисък, подобно на нормалния в исторически план отлив (Q95) и/или 5 - 10 % за средния годишен поток.

Възможността за анадромните видове риби(като сьомга) и/или катадромните риби като (змиорка) да преминават препятствията е важен въпрос. Норвегия има много дълга традиция и опит в изграждането и експлоатацията на устройства, предназначени да осигурят биологичната непрекъснатост. Мерките за осигуряване на движението нагоре по течението (наред с другото)включват: рибни проходи, обходни канали, рибни асансьори, с притеглящи потоци на потока или водачи, които да насочват риба към рибните проходи, улавяне и транспортиране на рибата нагоре по течението. Рибните проходи са особено важни в Норвегия, изградени са повече от 500 рибни проходи, предназначени предимно за сьомга, пъстърва и липан. Въпреки това много от стълбите не функцио-

нират добре; местоположението на входа на стълбата и водния поток в стълбата са важни (Аноп, 1990). Няма общи технически изисквания за рибните проходи/рибни стълби. Има насоки и литература за технически проекти, но същинското проектиране на обекта ще трябва да бъде направено специално въз основа на местните знания и изследвания на екосистемата. Най-ефективните техники за движение на рибата надолу по течението са подобрене в турбините, отваряне на преливниците по време на движение по течението на мигриращите видове или проектиране на преливниците, управление на режима на потока и монтаж на системи за отклоняване нагоре по течението, като например решетки, стробоскопни светлини, акустични оръдия, електрически полета и т.н.

Праговете са смекчаваща мярка за поддържане на водната повърхност при значително намален воден поток. Тя е насочена към подобряване на условията за рибите чрез създаване на места за размножаване и райони за хранене, както и за водната екосистема като цяло. Друга важна цел е да се подобри естетиката на ландшафта.

Тъй като реки, които са били насочвани често стават непроменливи с малки различия в моделите на потока и условията на дълбочината, което създава неблагоприятни условия за рибите и други бентосни видове, като мярка трябва да се разглеждат и корекции на местообитанията. Различни мерки, като например изкопни езера и промяна в речната морфология, могат да увеличат многообразието от местообитания.

Някои изводи и препоръки подчертават, че докладът изцяло обхваща въпросите за управление на ВЕЦ в Норвегия. Основните въпроси, както и нивото на детайлност във всяка глава все пак бяха обсъдени с нашите български партньори. Тъй като развитието на ВЕЦ в Норвегия до голяма степен зависи от специфичните за всяка държава благоприятни природни условия, в това число изобилие на водните ресурси, благоприятен ландшафт и умерени социални конфликти, дължащи се на ниската гъстота на населението, обмяната на опит със страни с различен природен, социален и икономически контекст трябва да се извършва внимателно. Приложимостта на изследваните практики трябва да бъде внимателно разгледана, а при адаптацията да се вземат под внимание националните специфики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ И ПРЕПОРЪКИ

- Този доклад изцяло обхваща въпросите за управление на водната енергетика в Норвегия. Въпреки това, основните теми и нивото на детайлност във всяка глава се основават



на дискусии с нашите български партньори. Предварителните препоръки по-долу по същия начин се основават на принос от нашите партньори, но трябва да се подчертае, че NIVA има много ограничена информираност относно ситуацията за управление на хидроенергетиката в България. Препоръките могат да бъдат разширени и по-подробни след семинара, който ще се проведе на 12 май в София.

- Тъй като развитието на ВЕЦ в Норвегия до голяма степен зависи от специфичните за всяка държава благоприятни природни условия, в това число изобилие на водните ресурси, благоприятен ландшафт и умерени социални конфликти, дължащи се на ниската гъстота на населението, обмяната на опит със страни с различен природен, социален и икономически контекст трябва да се извършва внимателно. Приложимостта на изследваните практики трябва да бъде внимателно разгледана, а при адаптацията да се вземат под внимание националните специфики.

- Въпреки това е ясно, че някои подходи и принципи на устойчивото развитие на хидроенергетиката в Норвегия са общовалидни и биха могли да бъдат полезни за референции. По-специално, предполагаме, че процесите и подходите на някои рамкови планове, както и на системите за лицензиране, са от особено значение.

- Полезно е да се обърне внимание на навременната интеграция на изпълнението на Рамковата директива за водите и обширното преразглеждане на лицензите за по-старите ВЕЦ. Големият брой на стари централи в Норвегия налага необходимостта от техническо обновяване, подмяна на турбини и генератори, които увеличават годишното производство и често водят до повишаване на инсталираната мощност. Този процес се съчетава с необходимостта да се изпълнят новите екологични стандарти в Рамковата директива за водите и изисква подобряване на околната среда в процеса на преразглеждане. Мерките за улесняване на биологичната непрекъснатост с цел да се позволи миграцията на рибите нагоре и надолу по реката са сред най-важните мерки в тази връзка.

- Процесът по издаване на хидроенергиен лиценз, който подлежи на преразглеждане преди 2022 г. в Норвегия, включва проучване, с цел да се идентифицират водните течения/проектни области, при които ползите за обществото от подобренията на околната среда най-вероятно ще надхвърлят разходите под формата на намаляване на производството

на възобновяема или регулирана хидроенергия. Обикновено за подобни процеси се прилагат ключови екологични критерии, използвани в този конкретен процес (1- Риби и риболов 2- Биоразнообразие и 3- Ландшафт отдих/туризъм).

- Планът за опазване на водните течения, разработен в периода 1973 – 2009 г. осигурява постоянна защита на някои речни системи срещу развитието на хидроенергийни проекти по-големи от 1 MW. Подобен подход може да се счита за въведен в България. Също така в България ще бъде полезно да се разгледа подходът в Генералния план за развитие на хидроенергетиката (1986 - 1993 г.). Планът категоризира и приоритизира проекти за ВЕЦ според икономиката на енергийното производство и конфликтите, свързани с околната среда. Методологията като цяло, както и подходът за балансиране на икономиката и околната среда в лицензирането на ВЕЦ, е приет от норвежкия парламент и по този начин има определен официален статут. Подобни подходи напоследък са въведени в много европейски страни с различни варианти на критерии за оценка, в зависимост от националните особености и законодателство. След правилна и точна адаптация подходът може да бъде въведен в България. Проектът ANCHOR е усилие в тази посока.

- Критериите за околната среда/екологичните критерии, свързани с развитието на ВЕЦ варират с течение на времето и с типа инструмент за управление и до голяма степен са свързани с приоритетите в управлението на водите. За България се препоръчва национален подход като се вземат предвид екологичните цели за реките, определени от РДВ и други нормативни документи.

- Екологичните смекчаващи мерки включват, наред с другото, следните основни категории: Минимален отток /екологичен отток, обходен канал в енергийната централа, смяна на температурата, управление на резервоарите, укрепване на рибните популации и въвеждане в експлоатация на рибните местообитания. Общият подход на подбор и прилагане на мерките за смекчаване е приложим извън Норвегия. Въпреки това, определянето на мерки трябва да се адаптира към специфичните нужди на местообитанията и видовете.

# ГЛАВА 9: ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДОПУСТИМОСТТА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВЕЦ

Предложение за национална методология, изготвено в резултат от проект ANCHOR и получените предложения от Експертния съвет на проектив следния състав: Венцислав Василев, Дойчин Тодоров, Елиза Узнова, Димитър Кисляков, Камен Рангелов, Росен Цонев, Васил Узнов, Ралица Кукова, Вангелия Иванова, Калина Бачева, Марин Маринов, Младен Ангелов, Елена Аргирова, Ванина Мицева, Юлиан Петков, Мария Бабукчиева, Диана Николова, Борислава Гладкова и Даниела Христова

## 9.1. ОСНОВНИ ИДЕНТИФИЦИРАНИ ПРОБЛЕМИ

В периода до влизането в сила на първите планове за управление речните басейни (ПУРБ) през 2009 г. са издадени значителен брой разрешителни за ползване/водовземане с цел добив на енергия, като част от тези проекти са реализирани. В много случаи е констатирано неблагоприятно въздействие на действащи ВЕЦ, разгледано подробно в първите глави на настоящата публикация.

След 2011 г. Законът за водите (чл.118ж) въвежда редица ограничения в използването на повърхностните води за производство на водоелектроенергия. Издаването на разрешение за строителство на ВЕЦ обаче остава решение, което се основава в значителна част на експертна оценка, тъй като липсва методика за оценка и критерии за оценка на допустимост, особено по отношение на кумулативното въздействие на ВЕЦ в даден речен участък. Конфликтите между целите за опазване водите и биоразнообразието от една страна, и енергийната политика за насърчаване на ВЕИ, от друга страна, поставят компетентните институции в трудна ситуация при вземането на такива решения.

Съгласно изискванията на Рамкова Директива за водите, ПУРБ е основен инструмент за интегрирано управление на водите, който се преразглежда и актуализира на всеки шест години след първоначалното му публикуване. През 2015 г. беше извършена оценка на изпълнението първите ПУРБ, при което е идентифицирана необходимостта от унифициран подход при определяне на допустими и недопустими участъци за изграждане на ВЕЦ и въвеждане на специ-

фични мерки относно хидроенергийното развитие при актуализацията на плановете. През 2016 г. завършва актуализацията на ПУРБ, които обхващат периода до 2021 г.

По тези причини, идентифицирането на комбинираните въздействия от ВЕЦ и изготвянето на методика за класифициране на речните участъци според тяхната допустимост за изграждане на ВЕЦ са определени като приоритетна тема, която получи финансиране по Програма BGo2 „Интегрирано управление на морските и вътрешни води“ на Финансовия механизъм на Европейското икономическо пространство.

Към момента, в който екипът започна работа по изготвянето на методологията, в повечето европейски страни не са въведени подобни методологии на национално ниво. Повечето опити за оценка и предварително дефиниране на подходящи и неподходящи участъци за развитие на хидроенергийни проекти са на пилотно ниво. Обхватът, структурата и основните положения на настоящата методология са базирани върху Ръководство за устойчиво развитие на хидроенергетиката в басейна на р. Дунав, формулирани от Международната комисия за опазване на река Дунав (Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin – Guiding Principles, ICPDR).

## 9.2. ЦЕЛИ И ОБХВАТ НА ПРИЛОЖИМОСТ

### 9.2.1. Цели на методологията

Основна цел на настоящата методология е да предостави платформа за информирано, прозрачно и обективно вземане на решения относно допустимостта за изграждане на ВЕЦ, съобразена с екологичната чувствителност на речните

екосистеми, енергийната ефективност и социално – икономическите аспекти на тази дейност.

### 9.2.2. Обхват в процеса на вземане на решения

Планирането и съгласуването на хидроенергийни проекти включва много процедурни стъпки и вземане на решения на различни нива. Според документ „Устойчиво развитие на хидроенергетиката в Дунавския басейн“ (Schwaiger et al., 2013) – издание на Международната комисия за защита на река Дунав (ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River) могат да бъдат дефинирани два основни процеса на вземане на решения:

- Стратегическо планиране – вземане на решение за определяне на речни участъци, които са подходящи или неподходящи за изграждане на ВЕЦ по екологични и икономически критерии. Извършва се на национално или регионално ниво.
- Съгласуване на конкретен инвестиционен проект – вземане на решение за одобрение, неодобрение или одобрение под условие за изграждането на конкретен обект. Извършва се на ниво индивидуален проект.

Стратегическото планиране и определянето на речни участъци според тяхната допустимост за изграждане на ВЕЦ обхваща вземането на решение на ниво речен басейн. Това позволява интегрирането на оценката в плановете за управление на речните басейни (ПУРБ), като новин инструмент за управление. На това ниво методологията следва да включва критерии за оценка, адаптирани към наличните данни на ниво речен басейн, матрица за оценка и препоръки за интегриране в ПУРБ.

Второто ниво на оценка е регламентирано в България като съгласуване на конкретен инвестиционен проект и издаване на разрешително, съгласно изискванията на Закон за водите (ЗВ) и Наредбата за ползване на повърхностните води. Инвестиционният проект за ВЕЦ е необходимо също да бъде съгласуван в съответствие с конкретните процедури по ЗООС, ЗБР, ЗУТ, ЗЕ и други подзаконови нормативни документи. На това ниво, методологията следва да съдържа критерии за оценка на ниво индивидуален проект, приложими към регламентираните процедури за издаване на разрешителни, както и препоръки за смекчаващи мерки.

### 9.2.3. Обхват според размера на ВЕЦ и използваната технология

Методологията е приложима за всички типове

ВЕЦ, както според технологичната схема, така и според производствената им мощност. Същевременно тук трябва да се подчертае, че е необходимо ясно разграничаване на т.нар. малки ВЕЦ (МВЕЦ) от по-големите проекти с национално и/или регионално значение. При това от ключово значение далеч не е само инсталираната мощност на централата, а по-скоро други съществени характеристики на хидроенергийната система – в случая на МВЕЦ това са възможност за разглеждане в стопански смисъл като малко предприятие, т.е. микро-икономически, условия (напрежение) на присъединяване, възможност за поемане на определени регулативни функции (напрежение, честота, реактивна мощност) в електро-енергийната система (ЕЕС). Много ясно е разграничението и по отношение на обслужвания интерес от страна на хидроенергийната система, т.е. дали става дума за обществен, или за частен (личен или корпоративен) интерес. От тази гледна точка е ясно, че представената тук методология има за цел да бъде ефективен инструмент в разрешителния режим, упражняван от Басейновите дирекции, преди всичко по отношение на инвестиционни проекти за МВЕЦ. Във връзка с по-големи хидроенергийни проекти със стратегическо национално значение тя също ще бъде полезна, но по-скоро като корективно средство именно за по-ефективно осъществяване на търсения балансиран подход за екологична целесъобразност на хидроенергийните проекти.

### 9.2.4. Изграждане на нови ВЕЦ и реконструкция на съществуващи съоръжения

Следвайки водещите принципи за устойчива водна енергетика, формулирани в документ на ICPDR „Устойчиво развитие на хидроенергетиката в Дунавския басейн“ (Schwaiger et al., 2013), трябва да бъдат разграничени основните случаи, които се нуждаят от диференциран подход при прилагане на методологията за оценка:

- Планиране и изграждане на нови ВЕЦ,
- Реконструкция на съществуващи ВЕЦ,
- Реконструкция на други съществуващи хидротехнически съоръжения с цел добиване на енергия.
- Изменение и удължаване на срока на вече издадени разрешителни за водоползване за добив на ел. енергия.

### 9.2.5. Географско ниво на приложимост

За целите на вземане на решения, и следвайки основните принципи за управление на водите, залегнали в Рамкова директива за водите

2000/60/ЕС, речният басейн е най-подходящо ниво за планиране на изграждането на нови ВЕЦ. Това позволява мащаб на пространствения анализ, което взема предвид водностопанските, екологични и ландшафтни характеристики на целия басейн.

Класифицирането на участъци според тяхната допустимост за изграждане на ВЕЦ следва да се извършва на ниво **повърхностно водно тяло**. Това е основната единица на управление на водите, към която се прилагат оценките на екологичното състояние, определяне на екологични цели и мерки в изпълнение на РДВ 2000/60 ЕС.

Част от критериите за класифицирането на участъци според тяхната допустимост за изграждане на ВЕЦ следва да се прилагат за **речни участъци**, които представляват част от водното тяло, поради спецификата на критериите. Същото е валидно и за критериите за оценка на ниво индивидуален проект.

### 9.3. ОЦЕНКА НА РЕЧНИТЕ УЧАСТЪЦИ СПОРЕД ДОПУСТИМОСТ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА НОВИ ВЕЦ

#### 9.3.1. Основни допускания и дефиниции

Оценката на речните участъци и тяхното класифициране като подходящи или неподходящи за изграждане на ВЕЦ използва резултатите от прегледа на комбинирано въздействие от водноелектрически централи върху речните екосистеми, изготвен в изпълнение на Дейност 1 от настоящия проект. Според този преглед, изграждането на ВЕЦ има следните основни **въздействия** върху водите и свързаните с тях екосистеми:

- Нарушаване на речната непрекъснатост и фрагментация на местообитанието;
- Промени в естествения хидрологичен режим;
- Промени в естествения температурен и кислородния режим;
- Промени в транспорта на седименти;
- Механични въздействия върху водните организми при попадане в турбините;
- Промени в крайречния ландшафт;
- Социални и икономически въздействия.

Основно допускане е, че речните участъци следва да бъдат оценявани в зависимост от тяхната **чувствителност** към потенциалните въздействия от ВЕЦ. В теорията на оценката на въздействието върху околната среда, чувствителността на рецепторите се изразява със степента, до която даден рецептор е повече или

по-малко податлив на определено въздействие. Чувствителността на рецепторите се обуславя от тяхната **уязвимост** (вероятност за значителни въздействия в резултат на дадена промяна) и **ценност** (качество и значение, например с оглед на природозащитен статус, или икономическа стойност). (Секторни ръководства по ОВОС, JASPERS 2013).

В смисъла на настоящия документ, чувствителността на речни участъци към въздействия от ВЕЦ се дефинира като съвкупност от екологични и ландшафтни характеристики, чието състояние има вероятност да се влоши в резултат от строителството и експлоатацията на ВЕЦ.

Тези екологични и ландшафтни характеристики са в основата на **критериите** за чувствителност, които се прилагат в оценката. Те са в най-голяма степен ориентирани към постигането на целите за **добро екологично състояние** на повърхностните водни тела, съгласно дефинициите на Рамкова директива за водите 2000/60/ЕС. Отчетено е и изискването на РДВ да не се допуска влошаване на екологичното състояние на ВТ, освен по реда на изключенията, предвидени в чл. 4 от Директивата.

Оценката използва **многокритериен анализ** – техника за поставяне на широк набор от положителни и отрицателни въздействия в обща рамка, което да позволи по-лесно сравняване на сценарии и евентуални решения (Ръководство за оценка на въздействието, 2014 г. МС)

#### 9.3.2. Общ подход на оценката

Общият подход за вземане на решения за допустимостта за изграждане на ВЕЦ е базиран върху стратегическия подход за планиране, описан в цитираното по-горе Ръководство „Устойчиво развитие на хидроенергетиката в Дунавския басейн“, (Schwaiger et al., 2013, ICPDR). Този подход е доразвит и адаптиран към специфичните условия и нормативна рамка в България.

Възприета е тезата, че преценката за изграждането на нови ВЕЦ следва да се извършва на две нива:

- (1) на ниво речен басейн и
- (2) за всеки отделен проект.

Оценката на национално/басейново ниво включва като **първа стъпка** определянето на речни участъци със забрана за изграждане на нови ВЕЦ по смисъла на действащо законодателство.

Като **втора стъпка**, останалите речни участъци следва да се оценяват чрез многокритериен анализ, използвайки система от екологични, ландшафтни и енергийни критерии. Екологичните и





### Стъпка 1: Определяне на зони със забрана за изграждане на ВЕЦ

Първата стъпка от пространствения анализ е да се определят зоните с категорична забрана за ново строителство на ВЕЦ по смисъла на въведените законови ограничения. Понастоящем в България такива ограничения за формулирани в Закон за водите чл. 118ж. Не се разрешава водоземане от повърхностни води за производство на електроенергия в следните случаи:

- при каскадно изграждане на деривационен и руслов тип водноелектрически централи;
- когато средномногогодишното водно количество в реката е по-малко от 100,0 л/сек.;
- на по-малко от 500 м преди и след пункт за мониторинг на повърхностните води или изградени хидротехнически съоръжения;
- когато тази част от реката попада в зони за защита по чл. 119а, ал. 1, т. 5, определени или обявени за опазване на местообитания и биологични видове, в които поддържането или подобряването на състоянието на водите е важен фактор за тяхното опазване;
- когато са въведени ограничения и забрани в плана за управление на речните басейни, свързани с постигане на целите по чл. 156а от ЗВ;
- когато не е осигурена хидравличната непрекъсваемост на реката.

Повечето от тези ограничения имат ясно пространствено измерение и са приложими при оценката на ниво речен басейн. Тези критерии, заедно с източниците на информация за оцен-

ката и отражението им в ГИС са представени в Таблица 1:

Останалите ограничения от чл. 118ж от ЗВ са приложими на ниво индивидуален проект.

**ВАЖНО: НАСТОЯЩАТА МЕТОДОЛОГИЯ ПРИЕМА ОГРАНИЧЕНИЯТА, ВЪВЕДЕНИ С ЧЛ. 118Ж ОТ ЗАКОНА ЗА ВОДИТЕ КАТО КРИТЕРИИ, КОИТО ВОДЯТ ДО ЗАБРАНА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВЕЦ. ТЕЗИ КРИТЕРИИ СА ИЗКЛЮЧЕНИ ОТ СЛЕДВАЩИТЕ СЪПКИ НА ОЦЕНКАТА. ПРИ БЪДЕЩА ПРОМЯНА НА НОРМАТИВНАТА БАЗА, МЕТОДОЛОГИЯТА СЛЕДВА ДА БЪДЕ АКТУАЛИЗИРАНА.**

### Стъпка 2: Класифициране на речните участъци според тяхната чувствителност и приложимост за изграждане на нови ВЕЦ

Критериите за категоризиране на речните участъци според допустимостта за изграждане на нови ВЕЦ могат да бъдат разделени в три групи:

- Екологични
- Ландшафтни
- Енергийни

Възприети са критерии, които се базират на достъпни, официални пространствено свързани данни, така че да е възможно интегриране в ГИС среда.

Таблица 1 – Отразяване в ГИС на ограничения за ВЕЦ съгл. Закон за водите чл. 118ж

ОГРАНИЧЕНИЕ	ИЗТОЧНИК НА ИНФОРМАЦИЯ	ГИС СЛОЙ
В близост на по-малко от 500 метра преди или след точка за мониторинг на повърхностно водно тяло	Мониторингови програми в ПУРБ, БД	Точки за мониторинг на повърхностни води
Участък на реката, който попада в зони за защита по чл. 119, ал. 1, т. 5, обявени за опазване на местообитания или биологични видове	Национална информационна система за Натура 2000, МОСВ; Регистър на защитените територии, ИАОС	Защитени зони по ЗБР; Защитени територии по ЗЗТ
Други забрани или ограничения, въведени в ПУРБ.	ПУРБ	ГИС слоеве на БД

Таблица 2 – Критерии за оценка на ниво речен басейн

КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА НА НИВО РЕЧЕН БАСЕЙН	ОПИСАНИЕ
<b>ЕКОЛОГИЧНИ</b>	
Екологично състояние	Екологично състояние на водно тяло, изразено като отклонение от типово-специфичните референтни условия, по отношение на биологични, физико-химични и хидро-морфологични елементи за качество. Разглежда се установеният клас в периода на действие на последния ПУРБ.
Представителност и екологична стойност	Разпространение на съответния речен тип за страната - изразява се като процентно съотношение / дължина на всеки тип.
Хидроморфологична характеристика	Естествени реки, силно модифицирани водни тела и изкуствени водни тела.
Зони за защита на водите по РДВ	Зони за защита на водите, включително зоните определени за: <ul style="list-style-type: none"> <li>- водовземане за питейно-битово водоснабдяване;</li> <li>- опазване на стопански ценни видове риби и други водни организми;</li> <li>- води за рекреация, включително определените като зони за къпане съгласно Директива 76/160/ЕИО.</li> </ul>
<b>ЛАНДШАФТНИ</b>	
Състояние на естественост	Степен на антропогенно въздействие върху ландшафта, изразено като процент на естествените типове земно покритие към общата водосборна площ на водното тяло.
Защита от наводнения	Наличие на район със значителен потенциален риск от наводнения в обхвата на водното тяло.
<b>ЕНЕРГИЙНИ</b>	
Хидроенергиен потенциал/ ефективност	Хидроенергийна ефективност според основните характеристики на речния тип, към който принадлежи водното тяло.

### Описание на екологичните критерии

В таблиците по-долу е представено описание и степени за оценка на чувствителността на водното тяло по екологичните критерии.

## Е1. ЕКОЛОГИЧНО СЪСТОЯНИЕ

Екологично състояние (екологичен потенциал при СМВТ) на водно тяло, изразено като отклонение от типово-специфичните референтни условия, по отношение на биологични, физико-химични и хидро-морфологични елементи за качество. Разглежда се установеният клас в периода на действие на последния ПУРБ. Критерият е комплексен и включва оценка, в която водеща роля имат биологичните елементи за качество по смисъла на РДВ.

Съгласно класификационната система за екологично състояние, въведена с РДВ 2000/60/ЕС, хидроморфологичните въздействия се вземат предвид при оценката на отличното екологично състояние/ максимален екологичен потенциал. По тази причина се приема, че изграждането на ВЕЦ във водни тела в повечето случаи би довело до понижаване на състоянието.

**ВАЖНО! - ЕКОЛОГИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ / ПОТЕНЦИАЛ Е КРИТЕРИЙ, КОЙТО УЧАСТВА И В ОЦЕНКАТА НА НИВО ИНДИВИДУАЛЕН ПРОЕКТ (ВИЖ Т. 3). ПРИЕМА СЕ, ЧЕ ПРОЕКТ ЗА ВЕЦ НЕ МОЖЕ ДА ПОЛУЧИ СТАНОВИЩЕ ЗА ДОПУСТИМОСТ АКО САМОСТОЯТЕЛНО ИЛИ В СЪВКУПНОСТ С ДРУГИ СЪЩЕСТВУВАЩИ ТИПОВЕ НАТИСК БИ ДОВЕЛ ДО НЕВЪЗМОЖНОСТ ЗА ПОСТИГАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ЦЕЛИ НА ВТ, СЪГЛАСНО РДВ.**

ЕКОЛОГИЧНО СЪСТОЯНИЕ / ПОТЕНЦИАЛ	ЧУВСТВИТЕЛНОСТ	БАЛ	ТЕГЛОВИ КОЕФ.
Отлично екологично състояние / максимален екологичен потенциал, включително референтни условия	висока	3	3
Добро екологично състояние / потенциал	средна	2	
Умерено и по-лошо от умерено екологично състояние / потенциал	ниска	1	

## Е2. РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА РЕЧНИЯ ТИП

Разпространение на съответния речен тип за страната - изразява се като процентно съотношение между дължината на речния тип на водното тяло към общата дължина на речните участъци, определени за водни тела от категория река за страната. Дава представа както за процентното съотношение между определените речните типове, така и за тяхната представителност и уникалност. В тази връзка за реки, принадлежащи към типове с рядко разпространение, се приема, че имат по-висока консервационна значимост и са с по-висока степен на чувствителност, отколкото тези, имащи средно и широко разпространение.

Честотата на типа река се оценява като се изчисли неговият дял спрямо общата дължина на реките в страната. Граничните стойности са определени по статистически изчисления. В интервала между 25-ия перцентил (Q1) и 75-ия перцентил (Q3) разпространението се приема за средно. Под Q1 разпространението е ограничено, а над Q3 - широко.

РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА РЕЧНИЯ ТИП	ЧУВСТВИТЕЛНОСТ	БАЛ	ТЕГЛОВИ КОЕФ.
Ограничено разпространен речен тип (< 0,6%) - R1, R10, R4, R11, R12, R15 и R16	висока	3	1
Средно разпространен речен тип (0,6 - 11%) - R2, R6, R7, R8, R9, R12, R13	средна	2	
Широко разпространен речен тип (>11%) - R3, R4, R5 и P14	ниска	1	



Таблица 3 – Екологични критерии

Е3. ХИДРОМОРФОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА			
<p>Хидроморфологичната характеристика описва водното тяло (речен участък) като естествено, силно модифицирано или изкуствено. Като най-високо чувствителни към въздействие на ВЕЦ приемаме естествените ВТ. В тях е запазен преносът на наноси и мобилността на хранителни вещества. Речното корито и страничната свързаност са запазени в естествено или близко до естественото състояние. Това е предпоставка за съществуване на екосистеми в равновесно (макар и динамично) състояние. ВЕЦ несъмнено би нарушил това състояние. При СМВТ естественият характер на речното корито и крайречните структури е физически нарушен и променен в значителна степен, което често води до изместване на екосистемното равновесие. Чувствителността при тези ВТ е средна. Изкуствените ВТ са антропогенно създадени и най-често това е свързано с изпълнението на определени стопански функции. Те имат ниска степен на чувствителност.</p>			
ХИДРОМОРФОЛОГИЧНО СЪСТОЯНИЕ	ЧУВСТВИТЕЛНОСТ	БАЛ	ТЕГЛОВИ КОЕФ.
Естествени речни участъци, естествени водни тела	висока	3	2
Силно модифицирани водни тела или речни участъци	средна	2	
Изкуствени водни тела или участъци (канални)	ниска	1	
Е4. ЗОНИ ЗА ЗАЩИТА НА ВОДИТЕ			
<p>Зоните за защита на водите включват тези зони, които съгласно Закона за водите са определени за:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Водовземане за питейно-битово водоснабдяване;</li> <li>- Опазване на икономически значими водни видове;</li> <li>- Води за рекреация, включително определените като зони за къпане, съгласно Директива 76/160/ЕИО.</li> </ul> <p>На базата на обобщени данни по всички категории зони за защита на водите в ПУРБ, с изключение на зоните, чувствителни към биогенни елементи (като непредставителни) и зоните за биологично разнообразие (включени към забранителните критерии). Чувствителността на ВТ се определя в зависимост от представителността на такива зони в него.</p>			
ЗОНИ ЗА ЗАЩИТА НА ВОДИТЕ В ОБХВАТА НА ВОДНОТО ТЯЛО	ЧУВСТВИТЕЛНОСТ	БАЛ	ТЕГЛОВИ КОЕФ.
Определени две или повече зони за защита на водите	висока	3	3
Определена е една зона за защита на водите	средна	2	
Не попадат територии определени като Зони за защита на водите	ниска	1	

## Описание на ландшафтните критерии

Таблица 4 – Ландшафтни критерии

L1. СЪСТОЯНИЕ НА ЕСТЕСТВЕННОСТ			
<p>Степен на антропогенно въздействие върху ландшафта, изразено като процент на естествените и полу-естествени класове земно покритие към общата площ на водното тяло. Оценката се извършва на база на последните публикувани данни от Corine Land Cover. За естествен ландшафт се приемат следните класове земно покритие (ниво 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Клас 3. Гори и полу-естествени площи,</li> <li>- Клас 4. Влажни зони и</li> <li>- Клас 5. Водни обекти,</li> <li>- част от под-класовете (ниво 3) към Клас 2. Земеделски земи: 2.3.1. Пасища, 2.4.3. Земеделски земи със значителни участъци естествена растителност и 2.4.4. Агро-лесовъдски площи.</li> </ul> <p>За всяко водно тяло се изчислява процентното съотношение на сумарната площ на горепосочените класове от CLC, отнесена към общата площ на водното тяло.</p>			
ПРОЦЕНТ НА ЕСТЕСТВЕН ЛАНДШАФТ	ЧУВСТВИТЕЛНОСТ	БАЛ	ТЕГЛОВИ КОЕФ.
Над 60 %	висока	3	1
Между 30 % и 60 %	средна	2	
Под 30 %	ниска	1	
L2. РИСК ОТ НАВОДНЕНИЯ			
<p>Рискът от наводнения се изчислява като процентно съотношения между дължината на речните участъци, определени като Райони със значителен потенциален риск от наводнения (РЗПРН) спрямо общата дължина на главните речните сегменти, определени за водното тяло.</p>			
ПРОЦЕНТ НА РЗПРН ОТ ДЪЛЖИНАТА НА ВОДНОТО ТЯЛО	ЧУВСТВИТЕЛНОСТ	БАЛ	ТЕГЛОВИ КОЕФ.
Над 60 %	висока	3	1
Между 30 % и 60 %	средна	2	
Под 30 %	ниска	1	

## Описание на енергийните критерии

Таблица 5 – Енергийни критерии

НЕ1 ХИДРОЕНЕРГИЕН ПОТЕНЦИАЛ*/ ХИДРОЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ СПОРЕД РЕЧНИЯ ТИП		
<p>Оценката включва определяне на хидроенергийна ефективност според основните характеристики на речния тип, към който принадлежи водното тяло, определен съгласно действащата типологична класификация на водните тела от категория река в страната.</p> <p>Хидроенергийната ефективност се изразява като коефициент, който участва в общата оценка като се умножава по общия бал, получен от екологичните и ландшафтните критерии.</p>		
ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВЕЦ СПОРЕД РЕЧНИЯ ТИП	ЕФЕКТИВНОСТ	КОЕФИЦИЕНТ
R1, R2, R3, R4, R5	Висока	3
R6, R7, R8, R10, R12, R13, R15	Средна	2
R9, R11, R14, R16	Ниска	1

\* Към настоящия момент липсват достатъчно данни за прилагане на линеен хидроенергиен потенциал за количествена оценка на ниво водно тяло.

**ВАЖНО: ОЦЕНКАТА НА БАСЕЙНОВО НИВО ТРЯБВА ДА БЪДЕ ТЕХНИЧЕСКИ ОСЪЩЕСТВИМА И БАЗИРАНА НА НАЛИЧНИ, СРАВНИМИ И ДОСТОВЕРНИ ДАННИ. ПО ТАЗИ ПРИЧИНА СА ИЗБРАНИ КРИТЕРИИ И КОНКРЕТНИ ИЗМЕРИМИ ПАРАМЕТРИ КЪМ ТЯХ, ЗА КОИТО СЪЩЕСТВУВА ГЕО-РЕФЕРИРАНА ИНФОРМАЦИЯ, НАЛИЧНА В БАСЕЙНОВИТЕ ДИРЕКЦИИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДИТЕ И МОСВ. ОСТАНАЛИТЕ ВЪЗМОЖНИ КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА ОСТАВАТ ПРИЛОЖИМИ НА НИВО ИНДИВИДУАЛЕН ПРОЕКТ.**

### Метод за оценка

Описаните по-горе критерии включват количествени и качествени параметри с гранични стойности, които позволяват класификацията на дадено водно тяло по всеки един от критериите.

Всеки от екологичните критерии (от Е1 до Е4) и ландшафтните критерии (Л1 и Л2) има различна тежест при формиране на крайната оценка. Тя се формира като се умножи съответният бал за всеки критерий по тегловен коефициент от 1 (ниска важност) до 3 (висока важност на критерия). Сумарната оценка за чувствителност (И) се базира на сума от баловете на екологичните и ландшафтните критерии. Високият брой точки определя висока чувствителност на водното тяло от изграждане на ВЕЦ.

Оценката за чувствителност на всяко водно тяло (И) се изчислява по следния начин:

$$И = (Е1 \times 3 + Е2 \times 2 + Е3 + Е4 \times 3 + Л1 + Л2)$$
, където

- Е1 – Екологично състояние;
- Е2 – Степен на разпространение на речния тип;
- Е3 – Хидроморфологично състояние;
- Е4 – Зони за защита на водите;
- Л1 – Процент на естествения ландшафт;
- Л2 – Риск от наводнения.

Оценката за чувствителност може да бъде в границите от 11 т. за водни тела с ниска екологична и ландшафтна чувствителност до 33 т. за ВТ с висока екологична и ландшафтна чувствителност.

За енергийните критерии се присъждат три степени на хидроенергийна ефективност според речния тип (ниска, средна, висока): от 1 до 3.

Допустимостта на водното тяло за изграждане на ВЕЦ се определя според сумата на точките, които събира дадено ВТ при оценката за чувствителност от една страна, и от друга - от хидроенергийния критерий. Като база за матрицата за оценка е използвана предложената в Ръководството на ICPDR, която е сходна и с подхода, прилаган в Норвегия.

Хидроенергийна ефективност	3				
	2				
	2				
	1				
		11 - 16,5	16,6 – 22	22 – 27,5	27,6 – 33

Степен на чувствителност (общ бал)

Оценка на ВТ	Резултат
<b>Подходящи</b>	ВТ се приемат за подходящи за изграждане на нови ВЕЦ в общия случай, при включване на общите и задължителни смекчаващи мерки, както и прилагане на критериите на ниво индивидуален проект.
<b>Средно подходящи</b>	Изграждането на ВЕЦ може да се допусне при условие, че се предприемат специфични смекчаващи и възстановителни мерки, насочени към екологичните или ландшафтни елементи, показали чувствителност в оценката. Препоръчва се провеждането на ОВОС за всеки нов ИП.
<b>Неподходящи</b>	Речните участъци, класифицирани като неподходящи се регистрират като такива в ПУРБ. За тях се въвежда забрана по смисъла на ВВ чл. 118ж, точка „Други забрани или ограничения, въведени в ПУРБ“. Изграждане на нови ВЕЦ е възможно по изключение за обекти от национален приоритет.

#### 9.3.4. Оценка на ниво инвестиционен проект

Изпълнението на оценка за допустимостта за изграждане на ВЕЦ на басейново ниво не може изцяло да замести разглеждането на всеки отделен инвестиционен проект. Трябва да се отбележи, че процедурите за съгласуване и разрешителните режими, въведени по действащото законодателство са относими към конкретно инвестиционно намерение. Това включва разрешителните за ползване и водовземане съгл. Закон за водите (ЗВ), процедурите по ОВОС, въведени със Закона за опазване на околната среда (ЗООС), оценката за съвместимост съгл. Закон за биологичното разнообразие (ЗБР), изискванията за проектиране и строителство съгл. Закон за устройство на територията (ЗУТ) и присъединяването към електропреносната мрежа,

регламентирано от Закон за енергетиката (ЗЕ) и Закон за възобновяемите и алтернативните енергийни източници и биогоривата (ЗВАЕИБ).

В таблица 6 по-долу е предложена група от критерии, които да се използват от компетентните органи за издаването на разрешителни за конкретен инвестиционен проект.



Таблица 6 – Критерии на ниво инвестиционен проект

КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА НА ПРОЕКТ	ОПИСАНИЕ
<b>ЕНЕРГИЙНИ КРИТЕРИИ</b>	
Размер на ВЕЦ	Инсталирана мощност, схема и параметри на хидроенергийната система
Тип на ВЕЦ	Руслова, деривационна, ПАВЕЦ, подязовирна, на съществуващи съоръжения
Енергийна сигурност / място в ЕЕС	Участие в поддържане параметрите на ЕЕС / производство за ЕЕС без такова участие / енергия за собствени нужди (локална мрежа)
Вид произвеждана електроенергия	Основна / подвърхова / върхова
Принос към опазването на климата	Оценка на предотвратените въглеродни емисии
Техническа ефективност	Достъп до мрежа, условия на присъединяване, място на балансиращия пазар на електроенергия
<b>ОКОЛНА СРЕДА И УПРАВЛЕНИЕ НА ВОДИТЕ (ЕКОЛОГИЧНИ КРИТЕРИИ)</b>	
Въздействие от проекта върху екологичното състояние на водното тяло	<p>Не се допуска изграждане на ВЕЦ в речни участъци латерално свързани с влажни зони, блата, мъртвици и/или в които са установени крайречни или лонгозни гори.</p> <p>Не се допуска проект, при който модификациите да бъдат достатъчни за обявяване на ВТ за СМВТ, ако то е естествено.</p> <p>Не се допуска големината на подприщения участък да променя речния тип.</p> <p>Допустимостта се разглежда от гледна точка на съществуващия кумулативен ефект, предвид съществуващи към момента на подаване заявление за изграждане на ВЕЦ, източници на натиск.</p> <p>Необходимо е ИП да съдържа проект за рибен проход, изготвен съгласно НДНТ и други смекчаващи мерки за осигуряване на речната непрекъснатост в зависимост от технологичната схема и чувствителните екологични и ландшафтни елементи в съответното ВТ.</p>
Изграждане на ВЕЦ върху съществуващи преградни съоръжения в реките	При разглеждането на проекта се прави сравнение между въздействието на съществуващото преградно съоръжение (бент, праг, шлюз и др.) върху речната непрекъснатост и очакваното въздействие от изпълнение на ИП, вкл. се оценява въздействието от потенциално изменение/надграждане на съществуващото съоръжение.

Въздействие върху защитени биологични видове и природни местообитания	Оценка на вероятното въздействие от ИП върху биологичното разнообразие. Този критерий се прилага в допълнение към ограничението по ЗВ, чл. 188ж за изграждане на ВЕЦ в участък на реката, който попада в зони за защита по чл. 119, ал. 1, т. 5, обявени за опазване на местообитания или биологични видове
Защита от наводнения	При разглеждане на проекта се извършва преценка на допустимост с ПУРН, вкл. въздействието върху инженерни и защитни конструкции като мостове, брегоукрепване, друга съществуваща инфраструктура в речното корито; повишаване на нивото на подземните води и др.
Управление на твърдия отток	Оценка на въздействието от натрупването на седименти в язовира, транспорт на седименти в речното корито, ефекти от прочистването от седименти при експлоатацията.
Количествено състояние на повърхностните и подземните води	Въздействие на проекта върху екологичния отток и съществуващите или предвидени водоползвания от повърхностни и подземни ВТ.
Качествено състояние на повърхностните и подземните води	Оценка на въздействието върху екологичното и химичното състояние на повърхностните води, както и химичното състояние на подземните води и предписания за реализацията на ИП
Питейно водоснабдяване	Въздействие върху качеството и сигурността на водоснабдяването: Не се допуска реализирането на ИП да се отрази негативно на вече съществуващи водовземания за питейно водоснабдяване като по този начин се гарантират разрешените им водни количества.
Напояване	Въздействия върху напоителните системи и осигуряването на водни количества за напояване.
Опазване и възстановяване на бреговете	Предписания и мерки за укрепване на брегове, уязвими към ерозия.
Рибарство	Осигуряване на естествената репродукция и миграция на рибните видове, включително задължителните изисквания за рибен проход.
<b>СОЦИАЛНО-ИКОНОМИЧЕСКИ КРИТЕРИИ</b>	
Съответствие с устройство на територията	Не се допуска проект, който попада в териториално устройствени зони със специално или защитно предназначение.
Обществена значимост	Оценка дали ВЕЦ е от значим обществен интерес. Критерият е определящ при разглеждането на проекти, които попадат в обхвата на чл. 156е от Закона за водите.

Необходимост от допълнителна инфраструктура за изграждането и оперирането	Оценяват се екологичните въздействия и обществена приемливост от осигуряването на транспортен достъп до площадката на проекта и достъп до електропреносна мрежа.
Съществуваща инфраструктура	Оценява се какво е въздействието на проекта върху съществуващата инфраструктура.
Регионални икономически ефекти	Местни данъци и такси; публични приходи; инвестиции в местната икономика; създадени работни места
Рекреация и туризъм	Потенциалният ефект върху туризма се оценява индивидуално за всяко ИП, в зависимост от използваната технология, вида туризъм и типа на туристическите обекти. Оценява се като част от Анализ разходи- ползи.
Опазване на културно наследство	Наличие на обекти от културно - историческо наследство и вероятност за въздействие. Оценява се при съгласуване с компетентната администрация.

Критериите на ниво индивидуален проект са разписани по-подробно в Приложение 2 към настоящата методология.

Тези критерии могат да се интегрират в процедурата по ОВОС на няколко етапа, които задължително се съгласуват между РИОСВ и БД:

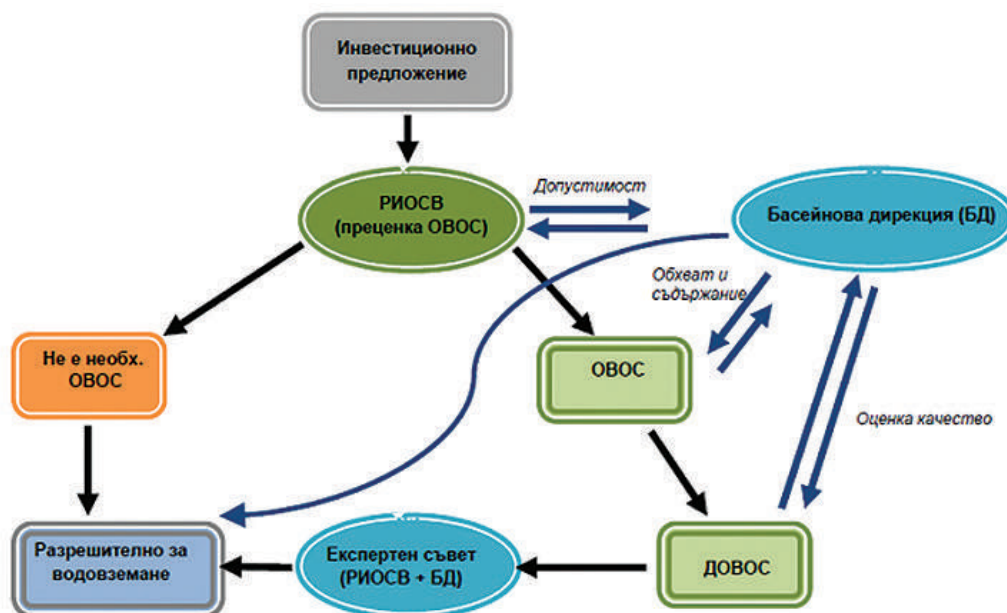
- преценка за допустимост,
- преценка на обхват и съдържание на ОВОС и

- оценка на качеството на ДОВОС.

В случай, че проектът не подлежи на ОВОС, критериите се прилагат директно в процедурата за издаване на разрешителни по ЗВ.

Взаимодействието между басейновите дирекции и РИОСВ на различни етапи на съгласуване е илюстрирано на фиг. 3.

Фиг. 3 – Процедури за съгласуване на инвестиционния проект с басейновите дирекции



Социално-икономическите ефекти се оценяват под формата на контролен лист, приложен към настоящата методика. Част от тях изискват оценка като част от Анализ разходи- ползи.

#### 9.4. ПРЕПОРЪКИ ЗА СМЕКЧАВАЩИ И ВЪЗСТАНОВИТЕЛНИ МЕРКИ

##### 9.4.1. Смекчаващи мерки за изграждане и функциониране на ВЕЦ

Развитието на хидроенергетиката трябва да бъде съпътствано от усилия за запазване и подобряване на екологичното състояние, посредством ясни екологични изисквания към нови или съществуващи ВЕЦ, които могат да се постигнат чрез прилагане на съвременни екологосъобразни технологии и схеми на работа.

Смекчаващите мерки са ключов инструмент за стабилното прилагане на РДВ 2000/60/ЕС, целяща запазване и подобряване на състоянието на водните екосистеми, успоредно с прилагането и на други елементи от екологичното законодателство (напр. Директива за местообитанията 92/43/ЕС). Изборът и дизайнът на смекчаващите мерки трябва да бъде направен с оглед съответните специфики на даден инвестиционен проект и мястото, където той следва да се осъществи или вече е реализиран, и в частност при разглеждане на всички възможности за екологично подобрене/възстановяване. Смекчаващите мерки са от особено значение за одобряването на нови проекти.

Съществуват различни мерки за смекчаване и компенсиране на негативните последствия от изграждането на ВЕЦ, разработени за възстановяване на състоянието на екосистемите. Някои важни мерки включват рибни проходи или други съоръжения за подпомагане на миграцията, технически конструкции, които да сведат до минимум смъртността от навлизане на риби в турбините, други мерки осигуряват необходимите водни количества по време на критичните периоди за водната флора и фауна, т.е. управление на нивото на водата, за да се смекчат ефектите и осигури възстановяване на местообитанията на застрашени видове, рекултивационни програми и т.н.

**Основните цели**, към които са насочени смекчаващите мерки, са:

- Запазване и/или възстановяване на екологичната свързаност на участъците на реката под и над ВЕЦ в максимална степен, така че да не бъдат прекъснати връзките между индивидите, съставляващи локалните популации от двата участъка.

- Поддържане на екологични количества вода в реката.

- Поддържане на естествен хидрологичен режим.

- Поддържане на механизми за транспорт на седименти.

Смекчаващите мерки могат да имат задължителен и незадължителен характер и могат значително да варират в зависимост от параметрите на инвестиционния проект и екологичните цели за съответното водно тяло.

Най-важните и задължителни мерки трябва да осигуряват миграцията и минимален воден отток.

##### Задължителни мерки

Осигуряване на възможност за миграция на рибите

- **Рибните проходи** (технически и други типове) и другите **технически съоръжения** (напр. „рибен асансьор“), свързани с миграцията на рибите срещу течението, следва да бъдат проектирани в съответствие с изискванията на приоритетните видове риби, които обитават съответния речен участък и съгласно съществуващата нормативна уредба, уреждаща реда и начина на изграждане и мониторинг на съоръженията, осигуряващи проходимост на участъка за рибите. Осигуряване и миграция (разселване) на рибите и по течението, посредством допълнителни съоръжения или при двупосочна функционалност на по-горните.

- Функционалността на съоръженията за миграция следва да бъде доказана чрез изпълнение на **собствен мониторинг** от инвеститора (условие в разрешителното). Мониторингът да включва оценка на състоянието на рибната фауна преди и след рибния проход и при възможност видеонаблюдение за функционалността на съоръжението.

При установяване, че рибният проход не изпълнява предназначението си, той трябва да се реконструира съгласно изискванията на Наредбата за рибните проходи, а до влизането ѝ в сила съгласно изискванията на БД и препоръките в направената оценка от мониторинга.

Осигуряване на минимален екологичен отток

- Предвиждане на **минимален екологичен отток** в съответствие с приетата за страната методика.

- Проектът трябва да предвижда въз-



можност за мониторинг и контрол върху екологичния отток, като се въведе изискване операторът на съоръжението (на ВЕЦ) да осигури технически условия за измерване на оттока след водовземането.

#### Други смекчаващи мерки

- Осигуряване на транспорт на седиментите. Предписания за условията и периода, при които да се извършва промиването на язовира/ подприщения участък. Съгласуваност между останалите ВЕЦ на същата река. Създаване на концентрирани и съответно насочени потоци в подприщениите участъци, така че да се активизира движението на отложените наноси. Механично отстраняване на натрупване на седименти в язовирите без да се връща натрупаният седимент в реката в случаите на замърсяването му с токсични вещества, ксенобиотици, тежки метали и други. Изкуствен пренос на седименти след водовземни съоръжения в случаите на акумулиране на чист седимент.

- Смекчаващи мерки по отношение на резки флукутации в нивата на оттока (hydropeaking). Ограничаване флукуациите на нивото след ВЕЦ и в язовирите, чрез намаляване водовземането през чувствителните периоди за доминантните хидробионти, населяващи язовирната и под язовирна част на реката (размножителен период, инкубация на хайвер, миграция). Предвиждане на възможност за водовземане от различни дълбочини в язовира, което да се изменя с промените на нивата (във връзка с намаляване влиянието върху температурата); Променливо ниво на водовземане с възможност за водовземане от повърхностния слой на язовира; Управление на водните нива, така че по време на екологично чувствителни периоди да се ползват води от повърхностния слой; Горепосочените мерки могат селективно да бъдат прилагани във всеки конкретен случай.

- Мерки за управление на риска от наводнения и защита от ерозия с технически параметри, специфични за конкретния проект и нуждите в конкретния речен участък.

- Използване на преградни съоръжения за недопускане навлизането на риби в турбините (екрани, мрежи и др.).

- Използване на технологии, предизвикващи нулеви или ниски нива на смъртност при рибите (напр. Архимедов винт), при евентуално проникване в турбините.

- Изграждане на ВЕЦ, приоритетно на съществуващи вече и нецелесъобразни за разрушаване прегради (прагове, баражи, дънни укрепващи прагове и др.).

#### 9.4.2. Компенсаторни и възстановителни мерки

В зависимост от индивидуалния проект могат да бъдат заложили допълнителни смекчаващи мерки, както и такива за компенсирание на негативните последици от изграждане и функциониране на ВЕЦ. Такива мерки могат да включват

- Възстановяване на крайречни зони, подобряване на латералната свързаност и възстановяване на хабитати, като например залесяване на бреговете с дървесни видове с цел възстановяване на местообитания, възстановяване на стари меандри, възстановяване на свързаността с влажни зони (при нарушена хидравлична връзка поради корекция на река и/или изграждане на отводнителни канали), при наличието на свободни за това площи.

- Възстановяването на места за размножаване, отхранване, укрытия и други.

- Възстановяване на страничните ерозионни процеси в реката с цел да се подобри състоянието на седименти в реката.

При невъзможност да се създадат условия за естествена миграция на рибите срещу или по течението (конструктивна невъзможност за изграждане на съоръжения тип рибен проход, като например високи язовирни стени) може да се предвиди зарибяване на реката под и/или над ВЕЦ, с местни видове, търпящи най-силно въздействие от създадената фрагментация на речния биокоридор. В тези случаи е препоръчително, като компенсационна мярка, изграждане на рибовъдно стопанство в близост до нарушения от ВЕЦ речен участък. В съответното рибовъдно стопанство следва да се поддържат маточни стада от родителски индивиди с произход именно от местните популации риби. И ихтиофауната в реката, трябва да се поддържа с потомство именно от тези стада.

В подприщениите речни участъци е възможно да се създадат изкуствени плаващи острови, които да компенсират загубата на крайречни местообитания, служили за хвърляне на хайвер.

Могат да създадат нови зони за хвърляне на хайвер и размножаване на засегнатите местни видове от фауната, посредством затревяване, създаване на укрытия, насипване на подходящ субстрат и други подходи, в зависимост от съответната ситуация.

## 9.5. РЕКОНСТРУКЦИЯ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ ВЕЦ И ДРУГИ ХИДРОТЕХНИЧЕСКИ СЪОРЪЖЕНИЯ С ЦЕЛ ДОБИВАНЕ НА ЕНЕРГИЯ

### 9.5.1. Реконструкция на съществуващи ВЕЦ

Реконструкцията и техническата модернизация на съществуващи ВЕЦ не попада в обхвата на първото ниво на оценката, предложена в настоящата методология – оценка на ниво речен басейн (т. 3.3). Проектите за реконструкция, обаче, следва да бъдат разглеждани при оценката на ниво индивидуален проект (3.4), доколкото при тях могат да възникнат промени в техническите параметри и съответно екологичното въздействие от проекта.

Според Ръководството на ICPDR, техническа модернизация се отнася до мерки, които увеличават капацитета на съществуващи водоелектрически централи (например чрез монтиране на нови турбини или генератори, модификация на системите за контрол и т.н.) и могат да включват мерки, които увеличават инсталираната мощност чрез разширяване на съществуващото използване на водата. Техническа модернизация и повторното въвеждане в експлоатация (т.нар. ре-активиране) на излезли от употреба ВЕЦ (ако е икономически и екологично целесъобразно) трябва да включва мероприятия за екологично възстановяване с цел смекчаване на въздействието. Тази комбинация по принцип е благоприятна за производството на електроенергия, при значително по-малко екологично въздействие в сравнение с нови проекти за ВЕЦ.

При изменение на издадено разрешително, вкл. с цел удължаване срока на действие, следва да се включат условия, изискващи прилагането на осъвременени смекчаващи мерки.

### 9.5.2. Реконструкция на други хидротехнически съоръжения с цел добив на електроенергия

Редица съществуващи хидротехнически съоръжения в речните системи като бентове, прагове, затворни органи и преливници предоставят възможности за оползотворяване на оттока и разликата във водните нива, и в този смисъл използване на съществуващ хидроенергиен потенциал с използването на съответна подходяща технология. През последните години инвестиционният интерес към такива проекти нараства, тъй като известен концентриран пад при такива съоръжения е налице при условията на естествения речен отток.

Изграждането на ВЕЦ върху съществуващи преградни съоръжения в реките трябва да се оценява като се има предвид установеното въздействие на съществуващото съоръжение върху

водното тяло, биоразнообразието и ландшафта и очакваното въздействие от реализирания проект. В повечето случаи използването на съществуващо преградно съоръжение носи по-малко въздействие от реализацията на инвестиционен проект със същите параметри върху речен участък без нарушения. Необходима е обаче оценка във всеки индивидуален случай.

Това допускане е включено в оценката на ниво индивидуален проект (т. 3.4) от настоящата методология под формата на специфичен критерий „Изграждане на ВЕЦ върху съществуващи преградни съоръжения в реките“. При това трябва да се подчертае, че такова преустройство на съществуващо съоръжение може да носи далеч не само отрицателно въздействие върху околната среда, доколкото например изискването осигуряване на хидравлична свързаност (т.е. непрекъснатост) на водното тяло при реализацията на проекта (посредством изграждането на рибен проход) определено представлява подобряване на екологичното състояние на реката в този участък.

**Монтирането на съоръжения за производство на ел. енергия на съществуващи тръбопроводи, канали, дюкери, шахти и други елементи на напоителните системи и ВиК мрежите, които са извън естествената речна мрежа е друг специфичен случай.** Такива проекти не попадат в обхвата на оценката на речните участъци според тяхната допустимост за изграждане на ВЕЦ съгл. т. 3.3 от методологията. Те могат да бъдат оценявани единствено като индивидуален проект (т. 3.4). Основни елементи от оценката на въздействието в този случай е дали са изменят използваните водни количества от естествени водоизточници, както и дали съоръжението повлиява върху качеството на водите.

### 9.5.3. Изменение и удължаване на срока на вече издадени разрешителни за водоползване за добив на ел. енергия

Изменението и удължаването на срока на вече издадени разрешителни за водоползване за добив на ел. енергия е важен аспект от устойчивото развитие на хидроенергетиката в България.

Настоящата методология е първостепенно насочена към осигуряването на информирано вземане на решения при издаването на нови разрешителни, тъй като в този случай е възможно да се проведе пълноценна оценка на допустимостта както на ниво речен басейн, така и на ниво инвестиционен проект.

Резултатите от оценката на ниво речен басейн (съгл. т. 3.2), както и част от критериите за до-



пустимост, предвидени в т. 3.3, могат да бъдат прилагани и в случай на преразглеждане на вече издадени разрешителни, в съответствие

с предвидените за целта процедури. Приложимостта на критериите в този случай ще бъдат разгледани в отделен документ.





# ГЛАВА 10: МЕРКИ ЗА НАСЪРЧАВАНЕ НА “ЗЕЛЕНИ” ИНОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ХИДРОЕНЕРГЕТИКАТА

Огнян Тодоров, Венцислав Василев

Резюме от Експертен доклад на тема Преглед на добрите практики и инструментите за подпомагане на „зелени“ иновации и технологии в хидроенергетиката, изготвен в рамките на проект ANCHOR.

## 10.1. ОБОБЩЕНИЕ НА ОСНОВНИТЕ СХЕМИ ЗА ПОДПОМАГАНЕ И НАСЪРЧАВАНЕ НА ПРОИЗВОДСТВОТО НА ВЪЗБОВНОВАЕМА ЕНЕРГИЯ

Съществуващите форми за подпомагане и насърчаване на производството на възобновяема енергия могат да бъдат обобщени в следните основни категории (OCSE, 2009):

- **Преференциални цени** - определени като фиксирана стойност за закупуване на единица електроенергия от възобновяеми източници. Този процент е обикновено над пазарната цена или над цената на конвенционалната енергия и е гарантирана за дълъг период от време (например 15 до 20 години). Преференциалните цени обикновено изискват операторите на мрежата да купуват електроенергия от всякакви възобновяеми източници, независимо от общото търсене на електроенергия. (Практика: САЩ, Германия, Португалия, Дания).

- **Нетно измерване** - концепция, прилагана най-вече за насърчаване на децентрализирано електричество от слънчева енергия. Теоретично, други технологии също могат да бъдат допустими по този механизъм за отчитане. В общия случай, независимите производители на електроенергия, които произвеждат предимно за собствено потребление, имат право да бъдат свързани към мрежата и могат да разчитат на местния енергиен оператор да закупува цялото допълнително производство на електроенергия, над реалното потребление. При повечето нетни схеми за измерване измервателят на даден потребител започва да отброява потреблението “назад”, когато излишъка електроенергия се подава към

мрежата. Ако даден клиент е произвел повече електроенергия, отколкото консумира, то операторът трябва да плати за нетното производство в края на всеки месец. Обикновено, електроенергията от възобновяеми източници, която захранва разпределителната мрежа получава стандартната ставка на едро за електричество. (Практика: САЩ, Япония, Дания)

- **Инвестиционни стимули** - вкл. капиталови субсидии, данъчни облекчения, данъчни кредити и заеми при облекчени условия, са основните механизми за подпомагане на енергията от възобновяеми източници през 1980 г. и в началото на 1990-те години. Те са били използвани предимно за реализация на демонстрационни проекти. Инвестиционните стимули работят на по-ранен етап от развитието на пазара. Те обикновено са фокусирани върху капацитета и инвестиции в инсталираната мощност на електроцентралите. (Практика: Турция, Германия - държавната банкова група KfW).

- **Обществени търгове** - търг или тръжни системи са подпомагаш инструмент, базиран на количество, при който държавата отдава на търг определен проект за възобновяема енергия на определен размер. Финансовата помощ може или да се основава на общите инвестиционни разходи или разходите за производство на единица електроенергия. Вместо да предлага авансово капиталовата подкрепа, държавата подпомага разходите за производство на енергия за единица електроенергия, т.е. участниците в търга предоставят електроенергия от възобновяеми източници на предварително определена цена за един киловат час енер-



гия в продължение на определен брой години. Кандидатът с най-ниската необходима финансова подкрепа печели търга и има изключителното право да се възползва от предоставената помощ. (Практика: Франция, Дания)

- **Инвестиционни субсидии** - данъчни кредити за инвестиции, инвестиционни помощи, както и съкратено време за амортизация на активите са данъчни облекчения, свързани с размера на инвестициите и могат да предоставят ценни ползи за производителите. Тук се причисляват инвестиционни надбавки, които обикновено са еднократни отчисления от капиталовите разходи, върху които не се дължат данъци.

- **Финансиране на научни изследвания и развитие** - тъй като зелените технологии са бързо развиващ се сектор, някои страни предвиждат данъчни облекчения или директна финансова помощ за развойни разходи. Данъчните облекчения могат да достигнат до 100 процента отчисления за капиталови разходи, което създава вид субсидия чрез данъчни облекчения. В други случаи се предоставя директна финансова помощ за приложни научни или стартови иновационни проекти.

- **Стимули, базирани върху произведена енергия** - предоставят данъчни облекчения въз основа на количество енергия, произведено с цел насърчаване на производството на енергия от възобновяеми източници.

- **Непреки данъчни облекчения** - диференцирана ставка на ДДС, данък върху продажбите, както и освобождаване от мита при внос, намаляване на разходите за материали, като например оборудване и системи, необходими за генериране на енергия от възобновяеми източници.

- **Други данъчни облекчения** - някои страни предоставят освобождаване от данъчно облагане на имотите, а други не налагат данък върху нает или закупен имот, с цел генериране на енергия от възобновяеми източници.

## 10.2. ДОБРИ ПРАКТИКИ ПО РЕГИОНИ

### 10.2.1. Европа

**Финансова подкрепа за научни изследвания и развойна дейност и иновации от Хоризонт 2020**

„Хоризонт 2020“ е най-голямата европейска програма за научни изследвания и иновации

в историята на ЕС с близо 80.0 милиарда евро основно финансиране в продължение на 7 години (от 2014 г. до 2020 г.), в допълнение към частните инвестиции, които тази програма ще привлече. Тя обещава повече проби, открития и световни новости, като взема великите идеи от лабораторията и ги слага на пазара. Хоризонт 2020 стимулира дейности, свързани с действията по климата, околната среда, ефективно използване на ресурсите и суровините.

Иновациите, свързани с ВЕИ и в частност хидроенергетика, са допустими за подпомагане например в следните покани:

- H2020-SC5-2016-2017 “Зелена икономика”,
- H2020-IND-CE-2016/17 “Индустрия 2020 в циклична икономика” (за еко-иновации),
- H2020-SCC-2016/17 “Интелигентни и устойчиви градове” (за устойчиви градове посредством природосъобразни решения),
- H2020-BG-2016-2017 “Син растеж – демонстриране на океан от възможности” (за Арктика),
- H2020-SFS-2016-2017 “Устойчиво продоволствена сигурност – устойчиви и ефикасни стопански вериги” (вкл. използване на сателитни данни), H2020-LCE-2016-2017 “Конкурентна нисковъглеродна енергетика” (вкл. приложни гео-науки).

Особен интерес заслужава покана за финансиране LCE-07-2016-2017: „Разработване на следващото поколение технологии за възобновяема електроенергия“, както подобни на нея специализирани мерки за подпомагане.

Тази мярка за финансиране по Програма Хоризонт 2020 включва като допустима тема развитието и прилагането на екологично съвместими ВЕЦ. Подпомаганите изследвания се очаква да подобрят разбирането за речна екология и отношението ѝ към регулирането на реката за целите на хидроенергетиката. Програмата отговаря на предизвикателството да се осигурят достоверни знания на базата на качествени и количествени данни, подходящи методи, и технологии, които позволяват на политици, операторите и инженерите да вземат решения по отношение на екологичната съвместимост на планиране и управление на ВЕЦ. Могат да бъдат подпомагани мерки, свързани с подобряване на местообитанията, постигане на екологичен отток, по-добро управление на седиментите (особено с оглед на местата за размножаване) и рибни проходи, като комбинация от тези мерки, за да се постигне общата цел за устойчиви рибни популации и запазена

речна екосистема.

На ниво ВЕЦ, подпомаганите технологии могат да включват също така подобрени технически параметри на водовземните съоръжения и турбините за намаляване на смъртността при рибите и други представителни водни организми, изготвяне на модели на преживяемостта на рибите, изработване и тестване на прототипи и др.

Осигуряването на данни и практическа информация е ключово за информирано вземане на решения на всички нива и планиране на ВЕЦ в съответствие с екологичните цели за реките и изискванията на Рамкова директива за водите.

За повече информация: <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2180-lce-07-2016-2017.html>

**Финансова подкрепа, технологичен трансфер и изграждане на капацитет чрез фонда KIC InnoEnergy**

KIC InnoEnergy е европейско публично-частно партньорство, посветено на насърчаването на иновациите, предприемачеството и образованието в областта на устойчивата енергия. Фондът подкрепя иновациите в областта и дава живот на идеи, които имат положително въздействие върху устойчивата енергия в Европа.

KIC InnoEnergy е една от първите „общности за знание и иновации“ (ОЗИ), насърчавана от Европейския институт за иновации и технологии (EIT). Представлява търговско дружество с 27 акционери, които включват енергийни индустрии, изследователски центрове и университети, всички от които са основни участници в областта на енергетиката. Повече от 150 допълнителни партньори допринасят за техните дейности за формиране на първокласна и динамична мрежа, която е винаги отворена за нови участници и способства тяхното преследване на високи постижения. Въпреки че компанията има търговска дейност, тя има финансова стратегия на реинвестиране на печалбите, които генерира обратно във фонда за подпомагане.

Седалището е в Холандия, но развиват дейността си в цяла мрежа от офиси, разположени в Белгия, Франция, Германия, Холандия, Испания, Португалия, Полша и Швеция. Те са отдадени на целта да се намалят разходите по веригата на енергийната стойност, увеличаване на сигурността и намаляване на CO<sub>2</sub> и други парникови газове. За да се постигне това, те фокусират дейността си около 8 технологични

области:

- Чисти въглищни технологии
- Енергия от химически горива
- Енергийна ефективност
- Съхранение на енергия
- Възобновяеми енергийни източници
- Умни и ефективни сгради и градове
- Устойчиво развита ядрена и възобновяема конвергенция
- Умни ел. мрежи

Реализираните до момента иновативни хидроенергийни проекти с подкрепа от KIC InnoEnergy, са насочени предимно към използването на енергия от движенията на морските води. Допустими за подкрепа са обаче и екологични иновации във ВЕЦ на течащи води, стига те да покажат потенциал за екологични и икономически ползи.

За повече информация: <http://www.kic-innoenergy.com/about/about-kic-innoenergy/>

**Иновативно бизнес финансиране по програма COSME**

COSME е програмата на ЕС за конкурентоспособност на предприятията и за малките и средни предприятия (МСП), работещи 2014-2020 с планирания бюджет от € 2,3 млрд. COSME ще подкрепя малките и средни предприятия с по-добър достъп до финансиране; достъп до пазарите; подкрепа на предприемачите; и по-благоприятни условия за стартиране на бизнес и растеж. Целта на тази програма е да се позволи лесен достъп до финансиране, пазари, предприемачеството и конкурентоспособността. COSME подкрепя появата на конкурентни индустрии с пазарен потенциал, като помага на малките и средните предприятия да предприемат действия на нови бизнес модели и да се интегрират в нови стопански вериги.

За повече информация: [http://ec.europa.eu/growth/smes/cosme/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/growth/smes/cosme/index_en.htm)

**Nordic Investment Bank**

NIB е международна финансова институция от скандинавските и балтийските страни. Банката добавя стойност и допълва търговските заеми, за да се гарантира устойчив растеж.

За да подобри конкурентоспособността на своите държави-членки, NIB-финансирани проекти следва да подкрепят растежа на производителността чрез техническия прогрес и

иновации за развитие на повишение на капитала на човека в инфраструктура, повишаване на ефективността на пазара. От гледна точка на околната среда, NIB инвестира в проекти, които да доведат до подобряване на ефективността на използване на ресурсите, развитие на конкурентоспособна икономика с ниска въглеродна интензивност, опазването на околната среда и нейните екосистемните услуги, както и за развитие на чисти технологии.

За повече информация: [http://www.nib.int/about\\_nib/vision\\_mission/strategy](http://www.nib.int/about_nib/vision_mission/strategy)

### Кратък преглед на други схеми за подпомагане в страни-членки на ЕС

**Австрия:** Данъчни облекчения и преференциални тарифи за малки водноелектрически централи, например максимум 10 на сто от инвестицията за период до 10 MW мощности, до 400 EUR / кВтч.

**България:** закон за възобновяемите енергийни източници 2011 включва преференциални цени за водноелектрически централи до 10 MW мощности в размер на NGN 93.69 - 236.92 / MWh.

**Франция:** Преференциални цени за водна енергия EUR 0.0607 / кВтч, плюс бонуси за малките инсталации и редовно производство през зимата, договори за 20 години.

**Германия:** Възобновяеми енергийни източници Act (EEG) включва цели за 35 на сто от възобновяеми източници до 2020 г., и 50 на сто до 2030 г., както и преференциални цени при различни скорости, включително 0,042 EUR / кВтч за до 50 MW мощности, всички в продължение на 20 години с тарифи, намаляващи с едно на сто за всяка година.

**Гърция:** Преференциални цени за водноелектрически централи с капацитет до 15 MW капацитет, в размер на 73 EUR / MWh в континенталната част на мрежата и 84,6 EUR / MWh на островите, които не са свързани с основната мрежа.

**Ирландия:** Преференциални цени за водноелектрически централи с по-малко от 5 MW мощности в размер на 0,07 EUR / кВтч, а за енергия, получена от вълни и приливи при 22 EUR / кВтч.

**Великобритания:** Задължение за Възобновяеми енергийни източници определя възобновяеми квоти за доставчиците на електроенергия, които нарастват на годишна база. Преференциални цени за дребномащабни възобновяеми енергийни източници, включително водноелектрическа енергия до 5 MW, за период от 20 години, 11 пенса GBP / кВтч за 2-5 MW мощности.

## 10.2.2. САЩ и Канада

### САЩ: Програма Водна Енергетика

Програмата за водната енергия се фокусира върху развитието на технологиите и внедряването на иновативни технологии, способни да генерират електричество от вода. Програмата финансира научни изследвания и дейности за развитие чрез конкурентноспособни технологии.

### САЩ: Данъчни стимули

В момента федералното правителство предлага два основни данъчни стимула за квалифицирани водноелектрически съоръжения: морски и хидро-кинетични (МНК) електрически инсталации, водноелектрическите централи, както и подобрения по ефективността на водноелектрическата мощност.

Фирмите, които започват строителство на водноелектрически или МНК съоръжения преди 31 Декември 2013, са допустими за Бизнес кредит за инвестиции в енергетиката - Business Energy Investment Tax Credit (ITC) и Продуктов данъчен кредит - Production Tax Credit (PTC).

The Production Tax Credit позволява на собствениците на квалифицирани съоръжения за възобновяема енергия да получават данъчни кредити за всеки киловатчас (кВтч) на електрическа енергия, произведена от съоръжението и се продават на несвързано лице в продължение на десет години. Квалифицирани водноелектрически или МНК съоръжения или подобрения по водноелектрическата ефективност имат право да получават 1.1 цента за киловатчас електроенергия, произведени и продадени (индексирани спрямо инфлацията). За да се класират за PTC, водноелектрически или МНК съоръжения трябва да са започнали строителството до 31 декември 2013 година.

Инвестиционният данъчен кредит е юридическо данъчен стимул, който позволява на собствениците на квалифицирана океанска енергия или водноелектрически системи да получават данъчни кредити на стойност до 30% от разходите. Както в случая с PTC, водноелектрически или морски хидрокинетични енергийни съоръжения трябва да започнат строителството до 31 декември 2013 г., за да се класират за ITC.

### Канада: Програмата на научно изследване и развитие на енергията (PERD)

Канада е третият по големина генератор на водноелектрическа енергия в света, въпреки че е много по-малък в сравнение с други ги-



ганти като Китай и Бразилия. С инсталирана мощност от 77,6 GW, водноелектрически централи в момента възлизат на 63 на сто от общата енергия в страната.

Програмата на научно изследване и развитие

на енергията (PERD) подкрепя научните изследвания и развитието на водната енергия. Тарифна програма в Онтарио включва 40-годишни договори за водноелектрически централи, със специфични стимули за проекти с участието на аборигени и обществено участие.







## ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ

### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ВЪЗОБНОВИМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

Benejam, L., Saura-Mas, S., Bardina, M., Solà, C., Munné, A. and García-Berthou, E. (2014), Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects. *Ecology of Freshwater Fish*. doi: 10.1111/eff.12210.

Clarke, K.D., Pratt, T.C, Randall, R.G, Scruton, D.A., and Smokorowski, K.E. 2008. Validation of the flow management pathway: effects of altered flow on fish habitat and fishes downstream from a hydropower dam. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2784: vi + 111 p.

Cowx, I.G., and Welcomme, R.L. 1998. Rehabilitation of rivers for fish: A study undertaken by the European inland Fisheries advisory Commission of FAO. FAO, Fishing News Book, Oxford.

Energy Information Administration (EIA). 2011. Annual energy outlook. Washington, DC: U.S. Energy Information Administration. Available at: [http://205.254.135.7/forecasts/aeo/pdf/0383\(2011\).pdf](http://205.254.135.7/forecasts/aeo/pdf/0383(2011).pdf). Last accessed 16 July 2014.

Habit, E., Belk, M.C. & Parra, O. 2007. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversion hydropower plant in central Chile. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17: 37-49.

Koç, C. 2012. Problems and solutions related to hydroelectric power plants constructed on the Buyuk Menderes and the West Mediterranean Basin. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 34: 1416-1425.

86

Larinier, M. (2008) Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. *Hydrobiologia*, 609, 97-108.

Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. & Revenga, C. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308: 405-408.

Swales, S. (1994). Strategies for the conservation of stream fish populations. In *Rehabilitation of Freshwater Fisheries* (ed. I. G. Cowx), pp. 34-37. Fishing News Books, Oxford.

Wüest J. (2012). Hydropower: potential for and limits to expansion. In: *Eawag News* 72e Dübendorf, Switzerland, pp. 22-25.

Zhang, Q., Li, L., Wang, Y.G., Werner, A.D., Xin, P., Jiang, T. & Barry, D.A. 2012. Has the Three-Gorges Dam made the Poyang Lake wetlands wetter and drier? *Geophysical Research Letters* 39: 1-7.

### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ ИЗПОЛЗВАНИ ВЪВ ВЕЦ И ТЕХНИТЕ ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ

A.Kumar, and T.Schei, (Coordinating Lead Authors) Chapter 5 Hydropower of the Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (SRREN), Technical Support Unit Working Group III, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), 2011

Azmanov K., Bozhinova Sn., Andreev I., "Design and construction of a novel low head hydropower converter at River Iskar, Bulgaria", 34. Dresdner Wasserbaukolloquium 2011, Dresdner wasserbauliche Mitteilungen, Dresden, 2011.

Güney M.S., K.Kaygusuz, „Hydrokinetic energy conversion systems: A technology status review“, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010) 2996-3004

J.Giesecke, E.Mosonyi, *Wasserkraftanlagen. Planung, Bau und Betrieb*, Springer, 1997 – 2014

Kisliakov D., G. Müller, S. Bozhinova, S. Petkova, "Observations on the Operation of the Hydrostatic Pressure Machine", Водно дело, НТС по Водно дело, бр.1/2, София, 2013

Kisliakov D., S. Petkova, Possibilities for use of the water power potential of river Mesta in its own catchment area, Proc. International Jubilee Conference „UACEG 2012: Science & Practice“, 15 – 17 November, UACEG, Sofia, Bulgaria, 2012.

Manuela Reuter & Christian Kohout, Praxishandbuch für den umweltbewussten Einsatz von Turbinentechnologien im Bereich der Kleinstwasserkraft, IWSÖ, EFRE, 2014

Markus Balmer and Daniel Spreng, Chapter 11 Hydroelectric power of Future Energy. Improved, Sustainable and Clean Options for our Planet, Trevor M. Letcher (Ed.), Elsevier, 2008

M.Inoue, E.Shiraishi, Hydropower as a Renewable Energy Source in a New Era, QUARTERLY REVIEW, No. 36, July 2010

M. von Bieberstein Koch-Weser, Nachhaltigkeit und Wasserkraftpotential 2020–2050, WBGU, Berlin, Heidelberg, 2003

Müller G., „Neue Entwicklungen im Bereich Wasserkraft mit niedrigsten Fallhöhen: Das Projekt HYLOW“, 34. Dresdner Wasserbaukolloquium 2011, Dresdner wasserbauliche Mitteilungen, Dresden, 2011.

P.Eichenberger, I.Scherrer, J.-M.Chapallaz, M.Wiget, Evaluation von Ultra-Niederdruck-konzepten für Schweizer Flüsse, Schlussbericht, Bundesamt für Energie BFE, 2011

RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES: COST ANALYSIS SERIES, Volume 1, Power Sector, Issue 3/5, IRENA, 2012

Reclamation, Managing Water in the West, Hydroelectric Power, U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation, Power Resources Office, 2005

Schneider S., Saenger N., Müller G., „Nutzung von geringen Fallhöhen zur Energiegewinnung“, Korrespondenz Wasserwirtschaft 2011 (4), Nr.6 (S. 329-334).

Uzunova E., D. Kisliakov, "Fischdurchgängigkeit der Wasserdruckmaschine", Korrespondenz Wasserwirtschaft, DWA auf der IFAT, 7. Jahrgang, Nr.2, Februar 2014

#### **СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ФРАГМЕНТАЦИЯ (ПРЕКЪСВАНЕ) НА ПРОХОДИМОСТТА НА РЕЧНИЯ УЧАСТЪК**

Alexandre, C. M. & Almeida, P. R. (2010), The impact of small physical obstacles on the structure of freshwater fish assemblages. River Research and Applications, 26: 977-994.

Bernatchez, L. and Dodson, J.J. 1987. Relationship between bioenergetics and behavior in anadromous fish migrations. Can. J. Fish Aquat. Sci. 44(2): 399-407.

Bless, R. (1981) Untersuchungen zum Einfluss von gewasserbaulichen Massnahmen auf die Fischfauna in Mittelbirgsbächen. Natur und Landschaft, 56, 243-252.

Cowx, I. G. & Welcomme, R. L. (eds) (1998) Rehabilitation of Rivers for Fish. FAO and Fishing News Books, Blackwell Science Ltd, Oxford.

Cumming GS. 2004. The impact of low-head dams on fish species richness in Wisconsin, USA. Ecological Applications 14: 1495-1506.

Deegan, L.A. (1993) Nutrient and energy transport between estuaries and coastal marine ecosystems by fish migration. Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 50, 74-79.

FERC (Federal Energy Regulatory Commission). 1995. Impacts of hydroelectric plant tailraces on fish passage: A report on effects of tailraces on migratory fish use of barriers, modified project operations, and spills for

reducing impacts. Paper No DPR-9, Washington DC.

Geeraerts, C.; Ovidio, M.; Verbiest, H.; Buysse, D.; Coeck, J.; Belpaire, C.; Philippart, J. C., 2007: Mobility of individual roach *Rutilus rutilus* (L.) in three weir-fragmented Belgian rivers. *Hydrobiologia* 582, 143–153.

Gillette DP, Tiemann JS, Edds DR, Wildhaber ML. 2005. Spatiotemporal patterns of fish assemblage structure in a river impounded by low-head dams. *Copeia* 3: 539–549.

Gordon D.N., T.A. McMahon, B.L. Finlayson, C.J. Gippel, R.J. Nathan. 2004 "Stream Hydrology - An Introduction for ECOLOGISTE". John Wiley & Sons, Chichester, W Sussex 2004.

Holčík J., Macura V. (2001): Some problems with the interpretation of the impacts of stream regulations upon the fish community. *Ekológia*, 20, 423–434.

Jungwirth, M., 1996. Bypass channels at weirs as appropriate aids for fish migration in rhithral rivers. *Regulated rivers: Res. Manage.* 12: 483–492.

Jungwirth M. 1998. River continuum and fish migration—going beyond the longitudinal river corridor in understanding ecological integrity. In *Fish Migration and Fish Bypasses*, Jungwirth M, Schmutz S, Weiss S (eds). Fishing News Books, Blackwell Science: Oxford; 19–32

Karppinen, P., Jounela, P., Huusko, R. and Erkinaro, J. (2014) Effects of release timing on migration behaviour and survival of hatchery-reared Atlantic salmon smolts in a regulated river. *Ecology of Freshwater Fish*, 23(3), 438–452.

Kibel, P. and Coe, T. (2011) Archimedean screw risk assessment: strike and delay probabilities. Fishtek Consulting, Report RA1108, 36pp.

Kynard, B. 1993. Fish behaviour important for fish passage. In *Proceedings, Fish Passage Policy and Technology symposium*. American Fisheries Society, Bioengineering section, Portland, Oreg. pp. 129–134.

Lucas, M. C., Baras E. 2001. *Migration of Freshwater Fishes*. Blackwell Publishing, Ltd: Oxford, 420 p.

Lucas, M. C. & Frear, P. A. 1997. Effects of a flow-gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid. *Journal of Fish Biology*, 50, 382–396.

McLaughlin RL, Hallett A, Pratt TC, O'Connor LM, McDonald G. 2007. Research to guide use of barriers, traps and fishways to control sea lamprey. *Journal of Great Lakes Research* 33: 7–19.

Meldgaard, T., Nielsen, E.E. and Loeschcke, V. 2003. Fragmentation by weirs in a riverine system: a study of genetic variation in time and space among populations of European grayling (*Thymallus thymallus*) in a Danish river system. *Cons. Genet.* 4(6): 735–747. doi:10.1023/B:COGE.0000006115.14106.de.

Miranda, R., Oscoz, J., Leunda, P.M., García-Fresca, C., Escala, M.C. (2005) Effects of weir construction on fish population structure in the River Erro (North of Spain), *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 2005, 41 (1), 7–13

Morita K, Yokota A. 2002. Population viability of stream-resident salmonids after habitat fragmentation: a case study with white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) by an individual based model. *Ecological Modelling* 155: 85–94.

Namin, I.J., Spurný, P. (2004) Fish community structure of the middle course of the Bečva River, *Czech J. Anim. Sci.*, 49, 2004 (1): 43–50.

Northcote, T. G. (1984) Mechanisms of fish migration in rivers. In: *Mechanisms of Migration in Fishes* (eds J. D. McCleave, J. J. Dodson & W. H. Neill), pp. 317–355. Plenum, New York.

Ovidio, M. & Philippart J.C. 2002. The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. Synthesis of a 5-year telemetry study in the River Meuse Basin. *Hydrobiologia* 483, 55–69.



Ovidio, M.; Parkinson, D.; Philippart, J. C.; Baras, E., 2007a: Multiyear homing and fidelity to residence areas by individual barbel (*Barbus barbus*). *Belg. J. Zool.* 137, 183–190.

Ovidio, M., Capra, H., Philippart, J. C. 2007b Field protocol for assessing small obstacles to migration of brown trout *Salmo trutta*, and European grayling *Thymallus thymallus*: a contribution to the management of free movement in rivers, *Fisheries Management and Ecology*, 2007, 14, 41–50.

Ovidio, M. & Philippart, J.C. 2008. Movement patterns and spawning activity of individual nase *Chondrostoma nasus* (L.) in flow regulated and weir fragmented rivers. *J. Applied Ichthyol.* 24: 256–262.

Pavlov, D.S., 1989. Structures assisting the migration of non-salmonid fish: USSR. FAO, Rome, 97.

Pavlov, D.S., Mikheev V.N., Lupandin, A. I., Skorobogatov, M.A. 2008. Ecological and behaviour influences on juvenile fish migrations in regulated rivers & a review of experimental and field studies. *Hydrobiologia* 609: 125–138.

Peter, A. (1998) Interruption of the river continuum by barriers and the consequences for migratory fish. In: *Fish Migration and Fish Bypasses* (eds M. Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss), pp. 99–112. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd, Oxford.

Poulet, N., 2007. Impact of weirs on fish communities in a Piedmont stream, *River Research and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd.

Rivinoja P, McKinnell S, Lundqvist H. 2001. Hindrances to upstream migration of Atlantic salmon (*salmo salar*) in a northern Swedish river caused by a hydroelectric powerstation. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 17(2):101–115. doi: 10.1002/rrr.607.

Poff NL, Hart DD. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *Bioscience* 52: 659–668.

Scruton, D.A., Pennell, C.J., Bourgeois, C.E., Goosney, R.F., King, L., Booth, R.K., Eddy, W., Porter, T.R., Ollerhead, L.M.N. and Clarke, K.D. (2008) Hydroelectricity and fish: a synopsis of comprehensive studies of upstream and downstream passage of anadromous wild Atlantic salmon, *Salmo salar*, on the Exploits River, Canada. *Hydrobiologia*, 609, 225–239.

Schlösser, I.J. (1991) Stream fish ecology: a landscape perspective. *BioScience*, 41, 704–712.

Smith, I.P., Johnstone, A.D.F., and Smith, G.W. 1997. Upstream migration of adult Atlantic salmon past a fish counter weir in the Aberdeenshire Dee, Scotland. *J. Fish.Biol.* 51(2): 266–274.

Statzner, B., and B. Higl. 1986. Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns. *Freshwater Biology*: 16: 127–139.

Thompson, P.D., Rahel F.J. 1998. Evaluation of artificial barriers in small rocky mountain streams for preventing the upstream movement of brook trout. *North American Journal of Fisheries Management* 18: 206–210.

Thorstad, E., Fiske, P., Aarestrup, K., Hvidsten, N., Harsaker, K., Heggberget, T., and Okland, F. 2005. Upstream migration of Atlantic salmon in three regulated rivers In *Aquatic telemetry advances and applications*. Edited by M.T. Spedicato, L. Giuseppe and M. Gerd. Rome: FAO—COISPA. pp.191–202.

Tiemann, J.S., Gillette DP, Wildhaber ML, Edds DR. 2004. Effects of low-head dams on riffle-dwelling fishes and macroinvertebrates in a midwestern river. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 705–717

Utzinger, J., Roth, C. & Peter, A. (1998) Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *Journal of applied Ecology*, 35, 882–892.

Uzunova, E., I. Milanova, A. Futekova, & L. Rashkova & E. Tasheva. 2012. Fish Diversity and Community Structure in a Highly Fragmented Section of the Upper Iskar River, Bulgaria. In: *Proceedings of the International*

Conference Ecology - Interdisciplinary Science and Practice, Sofia, Bulgaria, Part 2, 215 – 225.

Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R., and Cushing, C.E. 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37(1): 130-137.

Winstone, A.J., Gee, A.S., and Varallo, P.V. 1985. The assessment of flow characteristics at certain weirs in relation to the upstream movement of migratory salmonids. *J. Fish.Biol.* 27(sa): 75-83.

Warren, M.L. Jr., Pardew M.G. 1998. Road crossings as barriers to small-stream fish movement. *Transactions of the American Fisheries Society* 127: 637-644.

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПРОМЕНИ В ЕСТЕСТВЕНИЯ ХИДРОЛОГИЧЕН РЕЖИМ

Anderson, E.P., Freeman, M.C. & Pringle, C.M. 2006. Ecological consequences of hydropower development in Central

America: impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages. *River Research and Applications* 22: 397-411.

Bradford, M.J. 1997. An experimental study of stranding of juvenile salmonids on gravel bars and in side channels during rapid flow decreases. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 13(5): 395-401. doi:10.1002/(SICI)1099-1646(199709/10)13:5<395::AIDRRR464>3.0.CO;2-L.

Clarke, K.D., Pratt, T.C, Randall, R.G, Scruton, D.A., and Smokorowski, K.E. 2008. Validation of the flow management pathway: effects of altered flow on fish habitat and fishes downstream from a hydropower dam. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2784: vi + 111 p.

Cushman, R.M. 1985. Review of the ecological effects of rapidly varying flows downstream from hydroelectric facilities. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 5(3a): 330-339. doi:10.1577/1548-8659(1985)5<330:ROEEOR>2.0.CO;2.

Hunter, M.A. 1992. Hydropower flow fluctuations and Salmonids: A review of the biological effects, mechanical causes, and options for mitigation. Washington State Department of Fisheries Technical Report 119, Olympia, Wash. pp.45.

Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by rapidly fluctuating water levels in the regulated river Nidelva. *J. Fish. Biol.* 27(6): 711-718. doi:10.1111/j.1095-8649.1985.tb03215.x.

Kinsolving, A.D., and Bain, M.B. 1993. Fish assemblage recovery along a riverine disturbance gradient. *Ecol. Appl.* 3(3):531-544. doi:10.2307/1941921.

Lake, P.S. 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology* 48: 1161-1172.

Moog, O. 1993. Quantification of daily peak hydropower effects on aquatic fauna and management to minimize environmental impacts. *Reg. Rivers: Res. Mgmt.* 8(1-2): 5-14. doi:10.1002/rrr.3450080105.

Mueller, M., Pander, J. & Geist, J. 2011. The effects of weirs on structural stream habitat and biological communities. *Journal of Applied Ecology* 48: 1450-1461.

Petts, G.E. 1984a. *Impounded rivers: Perspectives for ecological management.* Wiley, Chichester, UK.

Pflug, D. and Mobrand, L. 1989. Skagit River salmon and steelhead fry stranding studies. Report prepared by R.W. Beck and Associates for Seattle City Light, Environmental affairs Division, Seattle, WA.

Poff, N.L. & Ward, J.V. 1990. The physical habitat template of lotic systems: recovery in the context of historical pattern of spatio-temporal heterogeneity. *Environmental Management* 14: 629-646.

Rolls, R.J., Leigh, C. & Sheldon, F. 2012. Mechanistic effects of low-flow hydrology on riverine ecosystems: ecological principles and consequences of alteration. *Freshwater Science* 31: 1163–1186.

Saltveit, S.J. 1990. Effect of decreased temperature on growth and smoltification of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian regulated river. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 5(4): 295-303. doi:10.1002/rrr.3450050402.

Santos, J.M., Ferreira, M.T., Pinheiro, A.N. & Bochechas, J.H. 2006. Effects of small hydropower plants on fish assemblages in medium-sized streams in central and northern Portugal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 373–388.

Scheidegger, K.J., and Bain, M.B. 1995. Larval fish distribution and microhabitat use in free-flowing and regulated rivers. *Copeia*. 1995(1): 125-135. doi:10.2307/1446807.

Scruton, D and Katopodis, C. 2005. Flow modification assessment methods related to fish, fish habitat, and hydroelectric development: a review of the state of science, knowledge gaps and research priorities for Fisheries and Oceans Canada (DFO) and the Canadian Electricity Association (CEA) In Canadian Electricity Association /Fisheries and Oceans Canada Science Workshop Proceedings: Setting Research Priorities on Hydroelectricity and Fish or Fish Habitat: St. John's Newfoundland. June, 2004. pp 29

Schmutz, S., Melcher, A., Jungwirth, M., Schinegger, R., Unfer, G., Wiesner, C. & Zeiringer, B. 2010. Hydro peaking in Austria and its effects on aquatic organisms. In Abstract Book - 8th International Symposium on Ecohydraulics 2010. Bridging between Ecology and Hydraulics and Leading the Society's New Need - Living with Nature.

Stober, Q.J., S.C. Crumley, D.E. Fast, E.S. Killebrew, R.M. Woodin, G.E. Engmab, and G. Tutmark. 1982. Effects of hydroelectric discharge fluctuations on salmon and steelhead in the Skagit River, Washington. Report FRIUW-8218, University of Washington, Fisheries Research Institute, Seattle, WA.

Uzunova, E., T. Hubenova, M. Georgieva. 2015. Impact of Fish Resources Management Activities on the Fish Community Structure in the Dospat Reservoir (Bulgaria). *Bulg. Jour. Agr. Sci.* (под печат)

Valentin, S., Lauters, F., Sabaton, C., Breil, P. & Souchon, Y. 1996. Modelling temporal variations of physical habitat for brown trout *Salmo trutta* in hydropeaking conditions. *Reg. Rivers: Res. Mgmt.* 12(2-3): 317-330.

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПРОМЕНИ В РЕЖИМА НА ТРАНСПОРТ (ПРЕНОС И ОТЛАГАНЕ) НА СЕДИМЕНТИ

Williams, G.P., and Wolman, M.G. 1984. Downstream effects of dams on alluvial rivers. Geological Survey Professional Paper 1286, U.S. Government Printing Office, Washington, DC

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПРОМЕНИ В ТЕМПЕРАТУРНИЯ РЕЖИМ

Beznosov, V. N., and Suzdaleva, A. L. 2001. Temperature decrease in the surface water layer of a reservoir as an example of environmental thermal pollution. *Water Resour.* 28(5): 438-440. doi: 10.1023/A:1010441621291.

Bolke, E.L., and Waddell, K.M. 1975. Chemical quality and temperature of water in Flaming Gorge Reservoir, Wyoming and Utah, and the effect of the reservoir on the Green River. Geological Survey Water-Supply Paper 2039-A.

Dunham, J. B., Adams, S. B., Schroeter, R. E., and Novinger, D. C. 2002. Alien invasions in aquatic ecosystems: Toward an understanding of brook trout invasions and potential impacts on inland cutthroat trout in western North America. *Rev. Fish Biol. Fish.* 12(4): 373-391. doi:10.1023/A:1025338203702.

Edwards, R. J. 1978. The effect of hypolimnion reservoir releases on fish distribution and species diversity. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107(1): 71-77. doi:10.1577/1548-8659(1978)107<71:TEOHRR>2.0.CO;2.

Edwards, R. W. and Crisp, D. T. 1982. Ecological Implications of River Regulation in the United Kingdom. In

- Graver-bed Rivers. Edited by R. D. Hey, J. C. Bathurst, and C. R. Thorne. John Wiley & Sons, Chichester. pp. 843-863.
- Flodmark, L. E. W., Vollestad, L. A., and Forseth, T. 2004. Performance of juvenile brown trout exposed to fluctuating water level and temperature. *J. Fish. Biol.* 65(2): 460-470. doi:10.1111/j.0022-1112.2004.00463.x.
- Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo Salar*). *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 45: 845-849.
- Hembre, B., Arnekleiv, J.V., and L'Abée-Lund, J.H. 2001. Effects of water discharge and rature on the seaward migration of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, smolts. *Ecol. Freshwat. Fish.* 10(1): 61-64.
- Horne, B. D., Rutherford, E. S., and Wehrly, K. E. 2004. Simulating effects of hydro-dam alteration on thermal regime and wild steelhead recruitment in a stable-flow Lake Michigan tributary. *River Res. Appl.* 20(2): 185-203. doi:10.1002/rra.746.
- Jaske, R.T. and Goebel, J.B. 1967. Effects of dam construction on temperatures of the Columbia River. *J. Am. Water Works. Assoc.* 59: 935-942.
- Jensen, A.J. 1987. Hydropower development of salmon rivers: Effect of changes in water temperature on growth of brown trout (*Salmo trutta*) presmolts. In *Regulated streams: Advances in ecology*. Edited by J.F. Craig and J.B. Kemper. Plenum Press, New York, N.Y. pp 207-218.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers. *Nordic J. Freshw. Res.* 66: 20-35.
- Lessard, J. L., and Hayes, D. B. 2003. Effects of elevated water temperatures on fish and macroinvertebrate communities below small dams. *River Res. Appl.* 19(7): 721-732. doi:10.1002/rra.713.
- Paller, M. H., and Saul, B. M. 1996. Effects of temperature gradients resulting from reservoir discharge on *Dorosoma cepedianum* spawning in the Savannah River. *Environ. Biol. Fish.* 45(2): 151-160. doi:10.1007/BF0005229.
- Patera, A. and Votruba, L. 1996. Reservoir impact on the downstream temperature regime of a river. In *Proceedings of International Conference on Aspects of Conflicts in Reservoir Development and Management*. City University, London. pp. 577-583.
- Smith, K. 1972. River water temperatures an environmental review. *Scot. Geogr. Mag.* 88: 211-220.
- Ward, J.V. and Collins, F. 1974. A temperature-stressed stream ecosystem below a hypolimnial release mountain reservoir. *Arch. Hydrobiol.* 74: 247-275.
- Ward, J. V., and Stanford, J. A. 1979. Ecological Factors controlling stream zoobenthos with emphasis on the thermal modification of regulated streams. In *The Ecology of Regulated Streams*. Edited by J. V. Ward, and J. A. Stanford. Plenum Press, New York. pp. 35-55.
- Webb, B.W. 1995. Regulation and thermal regime in a Devon River system. In *Sediment and water quality in river catchments*. Edited by I.D.L. Foster, A.M. Gurnell and B.W. Webb. John Wiley, New York. pp. 65-94.
- Webb, B. W., and Walling, D. E. 1988a. The influence of Wimbleball Lake on river temperatures. *Rep. Trans. Devon. Assoc. Adv. Sci., Lit. Art* 120: 45-65.
- Webb, B. W., and Walling, D. E. 1988b. Modification of temperature behaviour through regulation of a British river system. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 2(2): 103-116. doi:10.1002/rrr.3450020205.
- Webb, B. W., and Walling, D. E. 1993. Temporal variability in the impact of river 98 regulation on thermal regime and some biological implications. *Fresh water Biol.* 29(1):167-182. doi:10.1111/j.1365-2427.1993.tb00752.x.
- Webb, B. W., and Walling, D. E. 1997. Complex summer water temperature behavior below a UK regulating



reservoir. Regul. Rivers: Res. Mgmt. 13(4): 463-477

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ГЕНЕРИРАНЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ

Fearnside, P.M. 2002. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4): 69-96.

Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source. *Climatic Change* 66(1-2): 1-8. (<http://dx.doi.org/10.1023/B:CLIM.0000043174.02841.23>)

Fedorov, M.P., V. V. Elistratov, V. I. Maslikov, G. I. Sidorenko, A. N. Chusov, V. P. Atrashenok D. V. Molodtsov, A. S. Savvichev, And A. V. Zinchenko, 2015. Reservoir Greenhouse Gas Emissions At Russian Hpppower Technology And Engineering 49(1):33-39

UNESCO/IHA, 2008 Assessment of the GHG Status of Freshwater Reservoirs

William Steinhurst, Patrick Knight, and Melissa Schultz, 2012 *Hydropower Greenhouse Gas Emissions*, Cambridge, MA: Synapse Energy Economics

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА МЕХАНИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ОТ ВЕЦ

Calles, O., Olsson, I.C., Comoglio, C., Kemp, P.S., Blunden, L., Schmitz, M. and Greenberg, L.A. (2010) Size-dependent mortality of migratory silver eels at a hydropower plant, and implications for escapement to the sea. *Freshwater Biology*, 55, 2167-2180.

Ferguson, J.W., Absolon, R.F., Carlson, T.J. and Sandford, B.P. (2006) Evidence of delayed mortality on juvenile Pacific salmon passing through turbines at Columbia River dams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135, 139-150.

Larinier, M. (2008) Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. *Hydrobiologia*, 609, 97-108.

Robson, A., Cowx, I.G. and Harvey, J.P. (2011) Impact of run-of-river hydro-schemes upon fish populations: Phase 1 Literature review. SNIFFER report WFD114, August 2011, 71pp.

Russon, I.J. and Kemp, P.S. (2011) Advancing provision of multi-species fish passage: behaviour of adult European eel (*Anguilla anguilla*) and brown trout (*Salmo trutta*) in response to accelerating flow. *Ecological Engineering*, 37, 2018-2024

Therrien, J, and G. Bourgeois. 2000. Fish Passage at Small Hydro Sites. Report by Genivar Consulting Group for CANMET Energy Technology Centre, Ottawa, 114 p.

Turnpenny, A.W.H. and O'Keefe, N. (2005) Screening for intake and outfalls: a best practice guide. Environment Agency scientific report SC030231, 154pp

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА КУМУЛАТИВЕН ЕФЕКТ

Bracken, F.S.A. and Lucas, M.C. (2013) Potential impacts of small-scale hydroelectric power generation on downstream moving lampreys. *River Research and Applications* 29, 1073-1081.

Chanseau, M., Croze, O. and Larinier, M. (1999) Impact des aménagements sur la migration anadrome du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sure le gave de Pau (France) (The impact of obstacles on the Pau River [France] on the upstream migration of returning adult Atlantic Salmon [*Salmo salar* L.]). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 353-354, 211-238.

Larinier, M. (2008) Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. *Hydrobiologia*,

609, 97–108. Gowans, A.R.D., Armstrong, J.D., Priede, I.G. and McKelvey, S. (2003) Movements of Atlantic salmon migrating upstream through a fish-pass complex in Scotland. *Ecology of Freshwater Fish*, 12, 177–189.

Lucas, M.C., Bubb, D.H., Jang, M.-H., Ha, K. and Masters, J.E.G. (2009) Availability of and access to critical habitats in regulated rivers: effects of low-head barriers on threatened lampreys. *Freshwater Biology*, 54, 621–634.

Moser, M.L., Ocker, P.A., Stuehrenburg, L.C. and Bjornn, T.C. (2002) Passage efficiency of adult Pacific lampreys at hydropower dams on the lower Columbia river, USA. *Transactions of the American Fisheries Society*, 131, 956–965.

Santucci, V., Gephard, St., Pescitelli, St., 2005. Effects of multiple low-head dams on fish microinvertebrates, habitats and water quality in the Fox River, Illinois. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 975-992

#### **СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ ВОДНИ И КРАЙРЕЧНИ МЕСТООБИТАНИЯ**

Adams, S.M. & Greeley, M.S. 2000. Ecotoxicological indicators of water quality: using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. *Water Air and Soil Pollution* 123: 103–115.

Almodóvar, A., Nicola, G. 1999. Effects of a small hydropower station upon brown trout *Salmo trutta* L. in the River Hoz Seca (Tagus basin, Spain) one year after regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15(5), 477-484.

Benejam, L., Saura-Mas, S., Bardina, M., Solà, C., Munné, A. and García-Berthou, E. (2014), Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects. *Ecology of Freshwater Fish*. doi: 10.1111/eff.12210.

Hakala, J.P. & Hartman, K.J. 2004. Drought effect on stream morphology and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) populations in forested headwater streams. *Hydrobiologia* 515: 203–213.

Kubecka, J., Matena, J. and Hartvich, P. (1997) Adverse ecological effects of small hydropower stations in the Czech Republic. 1. Bypass plants. *Regulated Rivers: Research and Management*, 13, 101–113.

Maceda-Veiga, A. & Sostoa, A. 2011. Observational evidence of the sensitivity of some fish species to environmental stressors in Mediterranean rivers. *Ecological Indicators* 11: 311–317.

Poff, N.L. & Ward, J.V. 1990. The physical habitat template of lotic systems: recovery in the context of historical pattern of spatio-temporal heterogeneity. *Environmental Management* 14: 629–646

Riley, W.D., Maxwell, D.L., Pawson, M.G. & Ives, M.J. 2009. The effects of low summer flow on wild salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in a small stream. *Freshwater Biology* 54:2581–2599

#### **СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ИНДИКАТОРИ ЗА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ВЕЦ И МЕТОДИ ЗА ОЦЕНКА**

Baudoin JM, Bergun V, Chanseau M, Ovidio M, Sremski W, Steinbach P, Voegtle B (2014) Assessing the passage of obstacles by fish. Concepts, design and application. Onema Slough, 200 pp. <http://www.onema.fr/IMG/EV/publication/ICE/CPA-ICE-Uk.pdf>

Beechie, T., Pess, G., Roni, P. 2008. Setting river restoration priorities: a review of approaches and general protocol for identifying and prioritization actions. *North American Journal of Fisheries Management* 28: 891-905.

Bull, C. (2010) Trialling of the methodology for quantifying the impacts of obstacles to fish passage. WFD111 Phase 2a Final Technical report to SNIFFER.

Kemp P. and O’Hanley J. 2010. Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology* 17(4):297-322

Kemp, P.S., Russon, I.J., Waterson, B., O’Hanley, J. and Pess, G.R. (2008b) Recommendations for a ‘coarse-resolution rapid-assessment’ methodology to assess barriers to fish migration, and associated prioritization tools. Report produced for SNIFFER, reference R70134PUR, 143pp.

Meixler, M., Bain M., Walter, T. 2009. Predicting barrier passage and habitat suitability for migratory fish species. *Ecological modeling* 220:2782-2791.

Nunn, A.D., I. G. Cowx, 2012. Restoration river connectivity: prioritization passage improvements for diadromous fishes and lampreys. *AMBIO* 41:402-409

Benejam, L., Saura-Mas, S., Bardina, M., Solà, C., Munné, A. and García-Berthou, E. (2014), Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects. *Ecology of Freshwater Fish*. doi: 10.1111/eff.12210

Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant, P.R. & Schlosser, I.J. 1986. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. Champaign, IL: Illinois Natural History Survey.

Lucas, M. C., Baras E. 2001. Migration of Freshwater Fishes. Blackwell Publishing, Ltd: Oxford, 420 p.

Murphy, C.A., Casals, F., Solà, C., Caiola, N., Sostoa, A. & García-Berthou, E. 2013. Efficacy of population size structure as a bioassessment tool in freshwaters. *Ecological Indicators* 34: 571-579.

Nunn, A.D., I. G. Cowx, 2012. Restoration river connectivity: prioritization passage improvements for diadromous fishes and lampreys. *AMBIO* 41:402-409.

Schmutz, S., and M. Jungwirth. 1999. Fish as indicators of large-river connectivity: the Danube and its tributaries. *Archiv für Hydrobiologia* 115:329-348.

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА МЕСТООБИТАНИЯТА

Зингстра, Х., Ковачев, А., Китнейс, К., Цонев, Р., Димова, Д. & Цветков, П. (ред.). 2009. Ръководство за оценка на благоприятното природозащитно състояние за типове природни местообитания и видове по НАТУРА 2000 в България. WageningenUR, СДП „Балкани“, Orbicon, Българска Фондация Биоразнообразие.

Beznosov, V. N., and Suzdaleva, A. L. 2001. Temperature decrease in the surface water layer of a reservoir as an example of environmental thermal pollution. *Water Resour.* 28(5): 438-440. doi: 10.1023/A:1010441621291.

Bolke, E.L., and Waddell, K.M. 1975. Chemical quality and temperature of water in Flaming Gorge Reservoir, Wyoming and Utah, and the effect of the reservoir on the Green River. Geological Survey Water-Supply Paper 2039-A.

Capel, F., Rodruquez, F., Jalon-Lastra, D., & Los Terreros, M. 2000. Assessing impact of a hydropower plant: Ebro River, Spain. Conference Proceeding of Hungarian of Industrial Chemistry. *Veszprem*. 2: 1-6.

Carew-Reid, J., J. Kempinski & A. Clausen. 2010. Biodiversity and Development of the Hydropower Sector: Lessons from the Vietnamese Experience -Volume I: Review of the Effects of Hydropower Development on Biodiversity in Vietnam. ICEM –International Centre for Environmental Management, Prepared for the Critical Ecosystem Partnership Fund, Hanoi, VietNam

Cowx, G., O’Grady T., Parasiewicz, P., Schmutz, S. & Moog, O. 2003. The effect of managed hydropower peaking on the physical habitat, benthos and fish fauna in the River Bregenzerach in Austria. *Fisheries Management and Ecology*, 5(5): 403-417.

ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River 2013. Hydropower Case Studies

and Good Practice Examples ANNEX to "Guiding Principles on Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin.

Jesus T., Formigo, N., Santos, P. & Tavares, G. 2004. Impact evaluation of the Vila Viçosa small hydroelectric power plan (Portugal) on the water quality and on the dynamics of the benthic macroinvertebrate communities of the Ardena river. *Limnetica*.

Fearnside, P.M. 2002. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4): 69-96.

Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source. *Climatic Change* 66(1-2): 1-8. (<http://dx.doi.org/10.1023/B:CLIM.0000043174.02841.23>)

Fedorov, M.P., V. V. Elistratov, V. I. Maslikov, G. I. Sidorenko, A. N. Chusov, V. P. Atrashenok D. V. Molodtsov, A. S. Savvichev, And A. V. Zinchenko, 2015. Reservoir Greenhouse Gas Emissions At Russian Hpppower Technology And Engineering 49(1):33-39.

Lake, P.S. 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology* 48: 1161-1172.

Poff NL, Hart DD. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *Bioscience* 52: 659-668.

Pringle, C. M. Mary C. Freeman, & B. Freeman. 2000. Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the new world: Tropical-temperate Comparison, *BioScience*, Vol. 50 No. 9, pp. 807-823.

Santucci V., Gephard, S. & Pescitelli, S. 2005. Effects of Multiple Low-Head Dams on Fish, Macroinvertebrates, Habitat and Water Quality in the Fox River, Illinois, 25 *North American Journal of Fisheries Management*, pp 975-992.

Steinmetz, M. & Sundqvist, N. 2014. Report No. 2014:3 Environmental Impacts of Small Hydropower Plants- A Case Study of Borås Energi och Miljö's Hydropower Plants Master's Thesis within the Industrial Ecology Programme.

Xiaocheng, F., Tang T., Wanxiang, J., Fengqing L., Naicheng, W., Shuchan, Z. & Qinghua, C. 2008. Impacts of small hydropower plants on macroinvertebrate communities. *Acta Ecologica Sinica*, 28: 45-52.

Zdankus, N. & Sabas, G. 2006. The impact of hydropower plant on downstream river reach. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 4 (38):24-31.

Zdankus, N., Vaikasas, S. & Sabas, G. 2008. Impact of a hydropower plant on the downstream reach of a river. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 16 (3):128-134.

Zelenakova, M., Zvijakova L. & P. Purcz. 2013. Small Hydropower Plant –Environmental Impact Assessment–Case Study. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Volume 3, Special Issue 4*

#### СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА СМЕКЧАВАЩИ МЕРКИ

Jungwirth, M., 1996. Bypass channels at weirs as appropriate aids for fish migration in rhithral rivers. *Regulated rivers: Res. Manage.* 12: 483-492.

Jungwirth M. 1998. River continuum and fish migration—going beyond the longitudinal river corridor in understanding ecological integrity. In *Fish Migration and Fish Bypasses*, Jungwirth M, Schmutz S, Weiss S (eds). Fishing News Books, Blackwell Science: Oxford; 19-32

Lake, P.S. 2003. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshwater Biology* 48: 1161-1172.



Poff NL, Hart DD. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *Bioscience* 52: 659–668.

Santos, J.M., Ferreira, M.T., Pinheiro, A.N. & Bochechas, J.H. (2006). Effects of small hydropower plants on fish assemblages in medium-sized streams in central and northern Portugal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 373–388

Beechie, T., Pess, G., Roni, P. 2008. Setting river restoration priorities: a review of approaches and general protocol for identifying and prioritization actions. *North American Journal of Fisheries Management* 28: 891–905.

Kemp P. and O’Hanley J. 2010. Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology* 17(4):297–322

Meixler, M., Bain M., Walter, T. 2009. Predicting barrier passage and habitat suitability for migratory fish species. *Ecological modeling* 220:2782–2791.

Nunn, A.D., I. G. Cowx, 2012. Restoration river connectivity: prioritization passage improvements for diadromous fishes and lampreys. *AMBIO* 41:402–409

Vorosmarty, C.J., Meybeck, M., et al. 2003. Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments. *Global and Planetary Change*, 39, 169–190.

Abbasi, T. Abbasi, S.A., 2011. Small hydro and the environmental implications of its extensive utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), pp.2134–2143.

Almodovar, A. & Nicola, G.G. 1999. Effects of a small hydropower station upon brown trout *Salmo trutta* L. in the River Hoz Seca (Tagus basin, Spain) one year after regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*. 15: 477–484.

Eakins, L., K. Parks, P. Kemp. 2012. River Wey Barrier Assessment Phase 1. 79 pp.

Habit, E., Belk, M.C. & Parra, O. 2007. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversion hydropower plant in central Chile. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17: 37–49.

Hakala, J.P. & Hartman, K.J. 2004. Drought effect on stream morphology and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) populations in forested headwater streams. *Hydrobiologia* 515: 203–213.

Maceda-Veiga, A. & Sostoa, A. 2011. Observational evidence of the sensitivity of some fish species to environmental stressors in Mediterranean rivers. *Ecological Indicators* 11: 311–317.

McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B., Oerlemans, N., Grooten, M., Guerraoui, M., & Sunters, P. (2014). Living Planet Report 2014 Species and spaces, people and places. Retrieved from World Wildlife Fund website: [http://www.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/living\\_planet\\_index2/](http://www.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/living_planet_index2/)

Murphy, C.A., Casals, F., Sol\_a, C., Caiola, N., Sostoa, A. & Garc\_ia-Berthou, E. 2013. Efficacy of population size structure as a bioassessment tool in freshwaters. *Ecological Indicators* 34: 571–579.

Robson, A., Cowx, I.G. and Harvey, J.P. (2011) Impact of run-of-river hydro-schemes upon fish populations: Phase 1 Literature review. SNIFFER report WFD114, August 2011, 71pp.

Santos, J.M., Ferreira, M.T., Pinheiro, A.N. & Bochechas, J.H. (2006). Effects of small hydropower plants on fish assemblages in medium-sized streams in central and northern Portugal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 373–388.

## СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ХИДРОЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ В БЪЛГАРИЯ

БДИБР Пловдив, Издадени разрешителни за водоползване за МВЕЦ, 25.08.2015

БДЗБР Благоевград, Издадени разрешителни за водоползване за МВЕЦ, 07.01.2016

БДДР Плевен, Издадени разрешителни за водоползване за МВЕЦ, 23.03.2016

БДДР Варна, Издадени разрешителни за водоползване за МВЕЦ към 15.03.2016

Кисляков Д., Съвременен развитие на хидроенергетиката в България – особености, проблеми, перспективи, Водно дело, бр.3/4, НТС по Водно дело, София, 2013

Милославов Сл., Водни електрически централи и деривационни съоръжения, ДИ „Техника“, София, 1976

Милославов Сл., Хидроенергийни системи, ДИ „Техника“, София, 1990

Набатов Н. и колектив, Електроенергетиката на България, Тангра ТанНакРа ИК, 2015

Христовоз М., Предизвикателства пред ЕСО при интеграцията на ВЕИ към електроенергийната мрежа, Дискусионен форум „Възобновяеми енергийни източници“, рез. Бояна, София, 11.11.2010

## СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА МЕРКИТЕ ЗА НАСЪРЧАВАНЕ НА „ЗЕЛЕНИ“ ИНОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ХИДРОЕНЕРГЕТИКАТА

Организация за сигурност и сътрудничество в Европа (OSCE), Рамкови условия и международни добри практики при подпомагането на ВЕИ, 2009:  
<http://www.osce.org/baku/41339?download=true>

European Commission, Research & Innovation:  
<http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2180-lce-07-2016-2017.html>  
[http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016\\_2017/main/h2020-wp1617-energy\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-energy_en.pdf)

JEREMIE:  
[http://www.eif.org/news\\_centre/publications/Jeremie\\_leaflet\\_files/jeremie\\_leaflet\\_en.pdf](http://www.eif.org/news_centre/publications/Jeremie_leaflet_files/jeremie_leaflet_en.pdf)

KIC InnoEnergy:  
<http://www.kic-innoenergy.com/about/about-kic-innoenergy/>

KPMG, Данъчни и инвестиционни стимули за ВЕИ, 2011:  
<https://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Taxes-Incentives-Renewable-Energy-2011.pdf>

Nordic Investment Bank:  
[http://www.nib.int/about\\_nib/vision\\_mission/strategy](http://www.nib.int/about_nib/vision_mission/strategy)

World Bank, Investment climate Bulletin 2011:  
<https://www.wbginvestmentclimate.org/advisory-services/private-participation/infrastructure/upload/Policy-Note-Green-Incentives.pdf>

US Energy Information Administration:  
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=12571>

European Commission 2011: Water management, Water Framework Directive & Hydropower – Issue Paper











Регионален Екологичен Център за Централна и  
Източна Европа, клон България  
Телефон/Факс: 02/983-4817  
Email: rec-bulgaria@rec.org

БД ИБР  
телефон/Факс: 032/604 720/21  
E-mail: bd\_plovdiv@abv.bg

БД ЗБР  
Телефон: 073/ 894 130  
E-mail: bdblg@wabd.bg

NIVA  
Телефон: (+47) 22 18 51 00  
Email: niva@niva.no