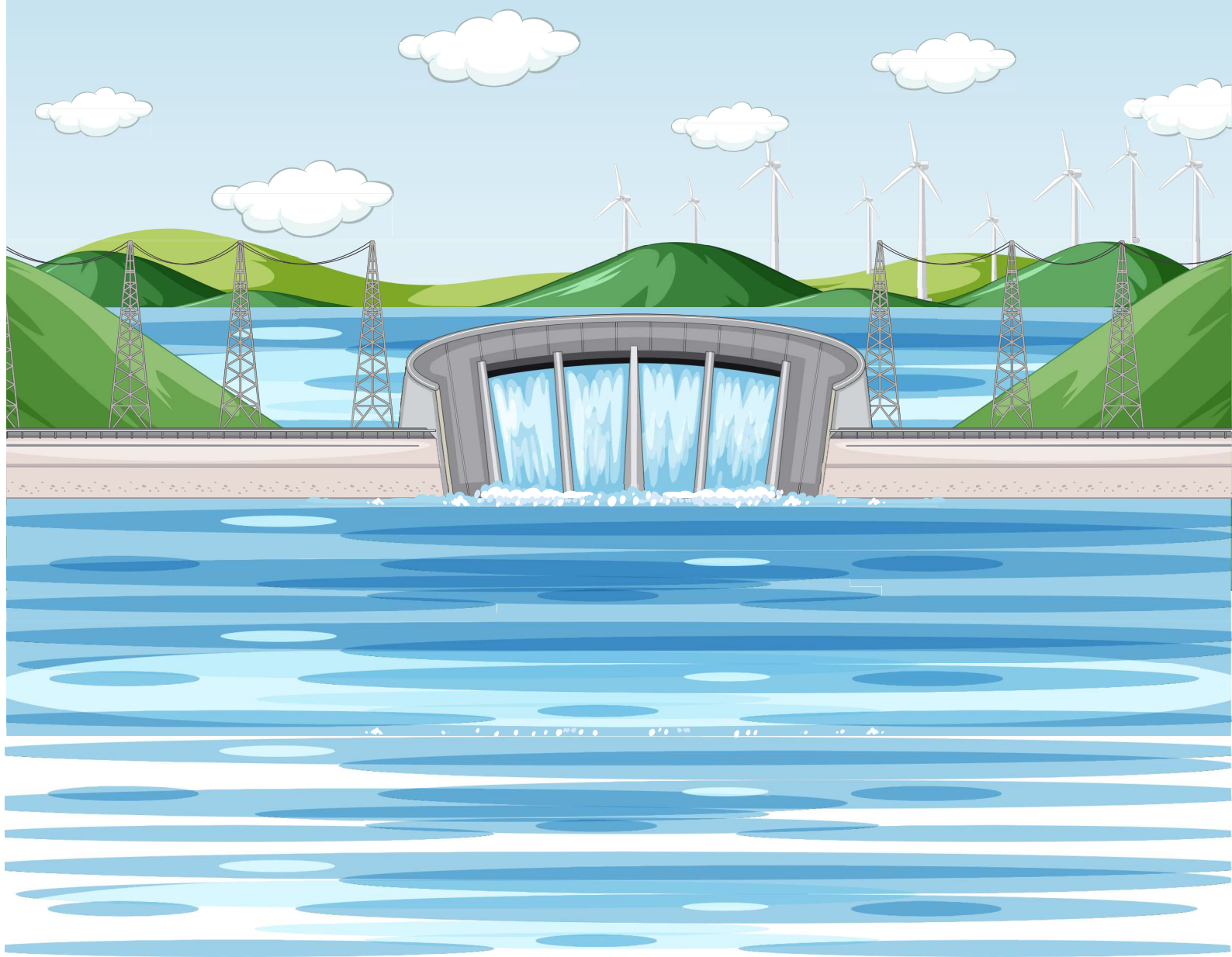


**Interreg - IPA CBC**   
Bulgaria - Serbia

Възобновяема енергия за интелигентен  
растез и защитена околна среда

# ХИДРОЕНЕРГИЯ

ПРАКТИЧЕСКО РЪКОВОДСТВО ЗА  
ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЕНЕРГИЯТА НА ВОДАТА





## **СЪДЪРЖАНИЕ**

### **УВОД**

1. ЗНАЧЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯТА В СЪВРЕМЕННОТО ОБЩЕСТВО И ТЕНДЕНЦИИ
2. КАКВО СА ВЪЗОБНОВЯЕМИТЕ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ
3. КАКВИ СА ПРЕДИМСТВАТА ОТ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ
4. КАКВИ СА ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВЪЗОБНОВЯЕМИТЕ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

### **ХИДРОЕНЕРГИЯ**

5. КАКВО Е ХИДРОЕНЕРГИЯ, НЕЙНИТЕ ФОРМИ И ПОТЕНЦИАЛИ
6. НАЧИНИ НА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ХИДРОЕНЕРГИЯТА
7. МИКРО И МИНИ ХИДРОЦЕНТРАЛИ
8. ИЗБОР НА ОПТИМАЛНА СИСТЕМА И ОЦЕНКА НА РАЗХОДИТЕ – РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ПРИМЕРИ
9. СИСТЕМИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ХИДРОЕНЕРГИЯТА
10. УМНИ КЪЩИ
11. ПРАКТИЧНИ НАЧИНИ НА ТРАНСГРАНИЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО
12. ДОБРИ ПРИМЕРИ ОТ ПРАКТИКАТА
13. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЕ
14. ЗА ПРОЕКТА

# Хидроенергия

## Практическо ръководство за използването на хидроенергията

Зайчар 2022

### СЪКРАЩЕНИЯ И ТЯХНОТО ЗНАЧЕНИЕ

ВЕИ – Възобновяеми енергийни източници

ВВИ – Време за възвръщане на инвестицията

ИКТ – Информационно-комуникационни технологии

ХЦ – Хидроцентрала

МХЦ – малка хидроцентрала

ИРЕ– Изравнени разходи за енергия

ДДДЕ – Дългосрочен договор за доставка на енергия

IoT – Интернет приложения

*Тази публикация е направена с подкрепата на Европейския съюз, чрез Програмата за трансгранично сътрудничество Interreg-ИПП България-Сърбия 2014- 2020, ССИ No 2014ТС16I5СВ007. Съдържанието на публикацията е отговорност единствено на РАРИС – Регионална агенция за развитие на Източна Сърбия и по никакъв начин не трябва да се възприема като израз на становището на Европейския съюз или на Управляващия орган на Програмата*

# УВОД

## 1. ЗНАЧЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯТА В СЪВРЕМЕННОТО ОБЩЕСТВО И ТЕНДЕНЦИИ

Наред с водата, енергията е един от двата най-важни ресурса, които са от решаващо значение за настоящото и бъдещото оцеляване на човешката общност. Може би това звучи малко страшно, катастрофално, но ежедневието потвърждава, че без един от тези два ресурса едва ли може да има развитие на обществото или дори поддържане на съществуващото състояние. Енергията винаги е била важен фактор, който е осигурявал възможността за напредък, от основните нужди, като приготвяне на храна, осветление и отопление до днес, където НЯМА дейност, която да е възможна без повече или по-малко енергия. Потреблението на този ключов ресурс започва да нараства експоненциално с технологичното развитие през 17-ти и 19-ти век, особено след Първата индустриална революция, когато енергията започва да се използва масово в производството а стоки, за все повече увеличаващото се и все по-взискателно човешкото общество. Потреблението е пропорционално на нивото на индустриално развитие, но и на нивото на жизнения стандарт на отделните страни. От 1965 г. до 2021 г. потреблението в някои страни се е увеличило до 500 пъти (Оман), в редица развиващи се азиатски страни десет или повече пъти, докато в редица много бедни страни дори е спаднало с 50%, поради намалената промишлена активност (Сирия, Габон, Северна Корея...) или намаленията са резултат от въвеждането на по-ефективни технологии и строги програми за енергийна ефективност (Великобритания, Дания, Люксембург...).

През последните двадесет години търсенето на електроенергия расте бързо поради опитите за намаляване на въздействието върху изменението на климата, т.е. поради все по-строгите мерки за въвеждане на декарбонизация, т.е. индустрии, които не отделят или имат значително по-ниски емисии на CO<sub>2</sub>, като основна причина за атмосферното затопляне. Последствията вече са ясни на всички, тъй като повишаването на средните температури предизвиква промяна в движението на въздушните маси и водните потоци, което води до екстремни климатични явления, големи засушавания през цялата година, а от друга страна, огромни количества валежи за кратко време, дори по време на сезони, които не са дъждовни. Електричеството се възприема като най-чистата форма, която няма да замърсява околната среда, въпреки че това не винаги е така. Да вземем например производството на електроенергия от топлоелектрически централи, където се отделят големи количества замърсяващи газове, особено CO<sub>2</sub>, дори когато централите имат много сложни и много скъпи системи за пречистване на въздуха. В същото време използването на водна или ядрена енергия предизвиква противоречия, тъй като големите водноелектрически централи не отделят CO<sub>2</sub>, но следователно имат голямо влияние върху микроклимата, върху подземните води, върху всички живи същества, а също и на социално ниво, когато цели населени места и инфраструктура се преместват от райони, където се образуват резервоари. Атомните електроцентрали са потенциално много висок риск поради дори минималната възможност за ядрена авария или повреда, както и изискването за съхранение на ядрени отпадъци.

Събитията от последните години само изведоха всички тези проблеми на преден план, особено конфликтът в Украйна, който доведе до масивни разселвания и огромни смущения на хранителните и енергийните пазари, така че някои забравени мощности за мръсни горива в западния свят, предимно въглища, по силата на обстоятелствата са върнати в производство.

Поради всички тези причини целият свят и особено Европейският съюз от години се опитват да въведат програми, насочени към производство на чиста енергия в достатъчни количества, за да се постигнат целите на устойчивото развитие (срещата в РИО, Протокола от Киото, Зеления пакт, „Готови за 55-та“).

## **2. КАКВО СА ВЪЗОбНОВЯЕМИТЕ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ**

Възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) са онези енергийни източници, които се възобновяват поне със същата скорост, с която се експлоатират. Тъй като всичко в природата се обновява спонтанно и без замърсяване, ВЕИ са чиста енергия и правилният избор за задоволяване на енергийни нужди, без да замърсяват околната среда и нямат или имат много малко влияние върху изменението на климата. За разлика от ВЕИ, невъзобновяемите ресурси се изчерпват с течение на времето и не могат да бъдат подновявани, поне не в рамките на разбираеми времеви рамки. Невъзобновяемите енергийни източници са всички ископаеми горива, например въглища, нефт, природен газ. Към възобновяемите енергийни източници принадлежат:

**Енергията на водата** е енергията на реките, енергията на вълните, приливите и отливите... Тя се използва от незапомнени времена за задвижване на мелници или всякакви други съоръжения, които изискват механична енергия, вършачки, стругове, станове. От 19 век започва производството на електроенергия и оттогава е един от най-използваните начини за използване на енергийни източници, които се обновяват постоянно.

**Енергията на слънцето** е енергията, която слънцето излъчва към земната повърхност и може да бъде топлинна и светлинна (въпреки че те са от една и съща електромагнитна природа, но в различни спектри на излъчване) и това е форма на енергия, която винаги е била достъпна. В началото слънцето се е използвало само като източник на топлина, за отопление на жилища и вода, а скоро и за консервиране на храна, тъй като слънцето освен топлина излъчва и ултравиолетови лъчи, които са отлични дезинфектанти, т.е. са отлични консерванти на храна. Поради тази причина слънцето се използва за сушене на месо, растения и растителни продукти. Едва през 20 век е открито, че когато кристализираният силиций е изложен на слънце, той генерира електрическо напрежение и ток. Това явление се използва днес за направата на фотоелектрически панели, които генерират електричество.

**Геотермалната енергия** е топлинната енергия на земята, която тя има като огромен топлинен резервоар. Земята излъчва собствена енергия и миньорите знаят това най-добре, защото температурата в мините е много по-висока, отколкото на повърхността. Земята е голям нагревател и това свойство се е използвало и използва преди всичко за балнеологични и здравни цели. Всеки спа център използва топла вода от дълбините на земята. Термалните води могат да се използват за производство на електроенергия, за отопление на плавни басейни, жилищни райони, за отопление на пътища и улици (Исландия, която на практика лежи върху геотермални извори, ги използва изобилно за тези цели), оранжерии и рибарници. Геотермалната енергия обаче не се използва само чрез топлата вода, а може да се използва, с помощта на термопомпи, както за отопление, така и за охлаждане.

**Биомаса** - Енергия, получена чрез изгаряне на растителни остатъци, използване на био газ като продукт от разлагането на растителна маса и от био гориво (гориво, получено от преработвателни инсталации с високо съдържание на петрол). Биомасата е най-старата форма на възобновяема енергия, тъй като човешката раса е използвала дървесина за огрев за приготвяне на храна и като източник на светлина от самото начало. Дървесината расте, така че ако се използва внимателно, тя винаги ще бъде там. Биомаса, са както растения, така и остатъци от селскостопанска продукция и изобщо всички биологични материали, които могат да се използват като гориво, тъй като това е основният начин за използване на биомаса (слама, остатъци от реколтата, остатъци от зеленчукови култури, сухи клони и растения и др.). Биомаса също са и специални енергийни растения, които се отглеждат само с цел използване за биомаса. Освен някои видове дървесина, бързо растящи върби например, се засяват и едногодишни растения, които по-късно се използват като гориво. Днес биомасата често се предлага под формата на пелети, защото така качеството е еднакво и използването е по-лесно и по-добро.

**Вятърна енергия** - Вятърът се създава в резултат на движението на големи въздушни маси в земната атмосфера поради изменението на климата, разликите в температурата и налягането на въздуха над земната повърхност. Вятърът се появява от време на време и не можем точно да предвидим появата му, но той винаги е бил използван като източник на енергия. В началото се е използвал за задвижване на кораби с платна, които са "улавяли" неговата енергия, а по-късно за стартиране на мелници, т.е. всичко, което може да се задвижва от външна енергия (мелници, водни помпи, вършачки, стругове...). Това са дейности, които са много подобни на тези, които се запазват с водна енергия, които са били използвани в началото за задвижване на плавателни съдове, днес в много по-голяма степен за производство на електроенергия.

### **3. КАКВИ СА ПРЕДИМСТВАТА ОТ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ**

Възобновяемите енергийни източници са налични под някаква форма навсякъде и могат да се използват навсякъде, незабавно и без необходимост от тяхното транспортиране. Това означава, че инфраструктурата за използване на енергия от възобновяеми източници е по-малка, по-проста и по-малко взискателна. Тук са изключени големи съоръжения като големи акумулиращи и/или обратими водноелектрически централи или съоръжения за масово използване на геотермална вода, каквито съществуват в Исландия например.

Освен споменатото, по отношение на сигурността и в стратегически смисъл, енергийният статус е много по-благоприятен, когато има разпръскване на енергийни източници на по-малки единици, отколкото ако енергийният източник е голям, с капацитет да покрие значително потребление. Аварията на малки централи не застрашава електроенергийната система, докато аварията на голяма електроцентрала води до много сериозни проблеми в производството и разпределението на енергия.

В технически смисъл генерирането на енергия в малки инсталации означава, че нейното разпределение се извършва в електрическата мрежа на по-ниско напрежение, а не по далекопроводи, което намалява загубите в мрежата и я прави по-ефективна.

Цената на производството на енергия от възобновяеми източници има тенденция към спад, а от друга страна пазарната цена на енергията има тенденция към нарастване, което оправдава инвестициите в тази област.

Зелената икономика и следователно индустрията на възобновяемите енергийни източници е, освен ИКТ, най-бързо развиващият се отрасъл, тъй като преходът към ВЕИ изисква развитие на технологиите и значително по-голямо производство на оборудване и услуги в тази област, така че ползата е двойна, от една страна, се получава енергия, която е значително по-чиста и по-безопасна за използване от тази от конвенционалните източници, а от друга страна се повишава нивото на енергийна сигурност и зависимостта от други източници и/или доставчици на енергия е намалена. И накрая, цената на производството на енергия от възобновяеми източници пада, защото броят на производителите на оборудване се увеличава, с което нараства неговото количество, съответно намалява цената му.

### **4. КАКВИ СА ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВЪЗОБНОВЯЕМИТЕ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ**

Най-големият проблем при използването на енергия от възобновяеми източници е фактът, че двете най-популярни и най-лесни за използване, вятърната и слънчевата енергия, са от такова естество, че не се произвеждат непрекъснато. Енергията от тези

два източника се генерира, когато е налична, тоест когато има слънце или вятър, което е предвидимо само до известна степен.

Електроенергийната система, грубо казано, се основава на три ключови стълба, производител, дистрибутор и потребител. Разпределението на енергията се осъществява чрез електроразпределителната мрежа, която, за да функционира в оптимален режим, трябва да има постоянен товар. Може да се направи аналогия с водопроводите, в които също трябва да има вода през цялото време. В противен случай въздухът може да навлезе в тръбата и да намали потока или мръсотията може да се натрупа в тръбата поради застояла вода, което намалява пропускливостта.

За да осигурим оптимално натоварване на мрежата, през нея трябва да протича горедолу еднакво количество енергия, за което е необходимо да имаме равномерно потребление и производство. Поради тази причина е необходимо да се осигурят резервни количества енергия, които да се добавят към мрежата, когато няма слънце или вятър. Тази допълнителна енергия е т.нар. "балансираща енергия" и трябва да се осигури по някакъв начин. Засега енергийният системен оператор има задължението да предоставя балансираща енергия, в съответствие с разпоредбите в Сърбия и България, но е сигурно, че в бъдеще част или цялото задължение ще бъде прехвърлено на производителите на енергия от възобновяеми източници, които ще направят инвестициите по-скъпи и ще намали привлекателността на инвестициите, поне за големите системи, тъй като малките ще бъдат напълно или частично освободени от това.

Необходимо е да се гарантира, че няма отрицателно въздействие върху околната среда (това се отнася особено за малки водоелектрически централи и съоръжения и устройства за използване на биомаса).

Въпреки че енергията от възобновяеми източници е евтина, системата трябва да се поддържа редовно (почистване на панелите, кастрене на дървета, за да не хвърлят сянка върху панелите, проверка на течността в слънчевите колектори, проверка на течността в термопомпената система), поддръжка на канали и каптажи на ВЕЦ, почистване на печки и комини при печки на биомаса...) и смяна на елементи с изтекъл срок (акумулатори например).

## **ХИДРОЕНЕРГИЯ**

### **5. КАКВО Е ХИДРОЕНЕРГИЯ, НЕЙНИТЕ ФОРМИ И ПОТЕНЦИАЛИ**

Най-простото определение за хидроенергия би било, че това е енергията на движещата се вода. Дали това е енергията на приливите и отливите, енергията на вълните или най-често енергията на водните течения и водния поток като цяло, е въпрос за местоположение и наличност на този вид енергия.

Хидроенергийният потенциал на водните течения е бил важен източник на енергия от векове и следите от използването на този ресурс могат да бъдат проследени до древен Египет, Персия и Китай.

Грубо казано, наличната енергия на водата зависи от нейната маса и скоростта на движение, така че потенциалът на голяма и бавна река е по-голям от този на по-малка река, въпреки че тя може да има по-бърз поток. Същото е и с енергията на вълните, които могат да бъдат големи, но проблемът е в неравномерното движение на водата, следователно и в неравномерната енергия, която може да се получи от тях.

Първите приложения, предимно на водни течения, са били използвани за механични цели, за стартиране на прости машини и устройства (например задвижване на големи кофи за напояване на полета), а по-късно и за стартиране на мелници, различни селскостопански устройства за преработвателни предприятия или за въртене, машини за дървообработка. В началото на Първата индустриална революция, през втората половина на 18 век, водата започва да се измества от парни машини, а в края на 19 век хидроенергията става един от основните източници за производство на електричество.



*Фото: МХЦ Моравица в Иваница*

Първата водноелектрическа централа е построена на Ниагарския водопад през 1879 г. по проект на Никола Тесла, а през 1881 г. уличните лампи на града Ниагарски водопад са захранвани от водна енергия.

Първата водноелектрическа централа в Сърбия е построена през 1911 г. в Иваница, тя е една от най-старите на Балканите. Електроцентралата е с мощност 200 kW, ревитализирана е и все още работи.

Най-старата водноелектрическа централа в България е ВЕЦ "Панчарево" с инсталирана мощност 372 kW, първата на Балканите и построена през 1900 г.



*Фото: ХЦ „Панчарево“,*

Търсенето на електроенергия в Европа се върна към нивата отпреди пандемията през 2021 г., а водната енергия все още е водещият източник на възобновяема енергия. В страните от ЕС-27 всички възобновяеми източници заедно са допринесли за 37 процента от общото производство на електроенергия през 2021 г., което е приблизително равно на дела на изкопаемите горива, а останалите нужди се осигуряват основно от атомни електроцентрали.

Хидроенергията ще играе ключова роля в енергийния преход на Европа, както заяви Европейската комисия. Първият доклад на IEA (Международна агенция по енергетика) за специалния пазар на водноелектрическа енергия, публикуван през 2021 г., прогнозира ръст от около 8 процента от общия инсталиран капацитет в Европа до 2030 г., независимо дали става дума за нови водноелектрически проекти на зелено или модернизация и разширяване на съществуващата инфраструктура.

В отговор на конфликта в Украйна и прекъсването на потоците на природен газ от Русия, Европейската комисия обяви планове за ускоряване на прехода към възобновяеми енергийни източници, включително хидроенергия. В този смисъл европейските страни започнаха изграждането на нови и ревитализиране на старите мощности за използване на хидроенергия (Турция 500 MW, Норвегия 396 MW и др.)

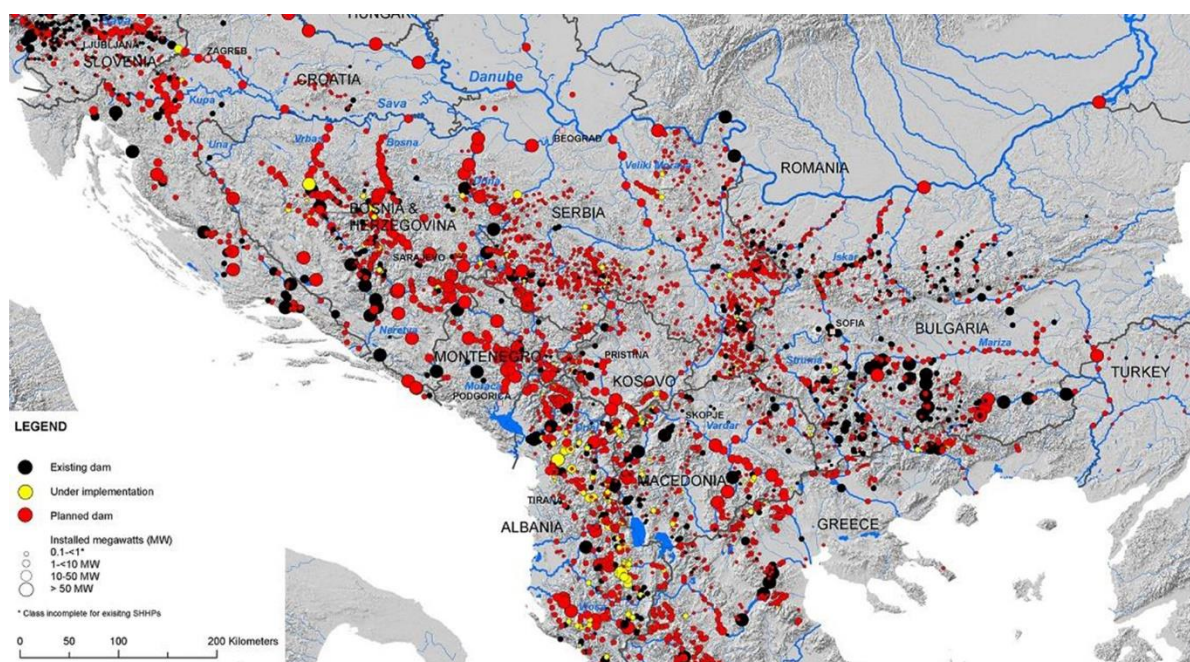
Сърбия и България имат почти еднакъв инсталиран капацитет на водноелектрически централи (Сърбия 3 133 MW, България 3 263 MW), въпреки че България има по-значителен капацитет в реверсивни електроцентрали. Общият хидроенергиен потенциал на Сърбия се оценява на около 25 TWh, а на България на около 12 TWh.

В България има 242 ВЕЦ-а, които участват с 14% в общото производство на електроенергия, докато в Сърбия има 16 големи водноелектрически централи с 3015 MW инсталирана мощност и още 110 малки водноелектрически централи.

В момента България има за цел да използва 27% възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) до 2030 г. Планираните инвестиции в сектора на възобновяемата енергия са недостатъчни за трансформиране на енергийния микс. Някои анализатори твърдят, че България трябва да измести фокуса си от големите енергийни проекти към децентрализацията на производството на електроенергия с водеща роля на домакинствата и малките и средни предприятия.

Сърбия планира да има 47% ВЕИ в крайното потребление до 2030 г. и затова трябва да се изградят нови мощности, т.е. необходими са поне 5 GW ВЕИ до 2030 г.

*Илюстрация: карта на региона с водноелектрически централи, които са в действие, тези, които са в процес на изграждане и планирани мощности.*



В допълнение към горното, развитието на хидротехнологиите и новите видове турбини позволиха по-ефективно използване на хидроенергията в малки водни течения с нисък дебит и малки водопади. При условие, че се спазват приоритетните условия за опазване на околната среда, както и растителните и животинските видове във водите, малките водноелектрически централи предлагат определени предимства, тъй като инсталацията

е сравнително малка и проста и може да бъде естетически и екологично приемлива. При тези предположения малките водноелектрически централи стават все по-привлекателни и допринасят за общата енергийна сигурност, тъй като, ако изграждането им се извършва при необходимите стандарти и съгласно съответните разпоредби, въздействието им върху околната среда е незначително в сравнение с големите водноелектрически централи. Големите язовири имат отрицателен ефект върху околната среда, защото влияят върху промените на климата в непосредствената среда, но и повече от това, те повишават нивото на подпочвените води и променят хидрологичния статус на почвата, често прекъсват миграционни пътища на рибата, а на дъното на язовира се утаяват тиня и отпадъчни материали, тъй като течението на реката се е забавило и спонтанното почистване на коритото е забавено. И накрая, изграждането на големи водноелектрически централи, като правило, изисква изселването на местното население и заминаването му в други населени места, което е голям социален шок и материална тежест за реализацията на проекта.

Водноелектрическите централи използват възобновяем източник на енергия за задвижване и следователно всяка, дори малка водноелектрическа централа замества потреблението на въглища (около 1,4 кг за всеки kWh произведена електроенергия) или природен газ и изцяло има функцията на устойчиво развитие по отношение на запазване на съществуващите природни ресурси.

Въпреки че не навсякъде е точно дефинирано, в практиката често се среща разделянето на водноелектрическите централи по инсталирана мощност на големи водноелектрически централи и малки водноелектрически централи. Няма строго определена граница, но класификацията най-често е в следните рамки:

1. Микро ХЦ - до 100 kW инсталирана мощност
2. Мини ХЦ – от 100 kW до 1 MW инсталирана мощност
3. Малка ХЦ – от 1MW до 10 MW или до 30 MW инсталирана мощност
4. Голяма ХЦ – над 30 MW инсталирана мощност

Тази класификация най-често се въвежда поради фискални мерки и финансова подкрепа, тъй като МХЦ са сравнително скъпа инвестиция на единица инсталирана мощност, така че цената на електроенергията, произведена в такива централи, е висока, и тези инвеститори са затруднени от неконкурентоспособността на пазара. Тъй като политиците навсякъде, дори в Сърбия и България, се застъпват за по-голямо използване на възобновяеми енергийни източници, подобни проекти се подкрепят чрез субсидии и други облаги на пазара.

Но най-голямата пречка пред безопасните инвестиции във водноелектрическа енергия е изменението на климата. Станахме свидетели, особено през последното десетилетие, на крайности в климата, които се изразяват в силни и продължителни сухи периоди, от една страна, и от друга, на масивни наводнения и валежи на моменти и на места, където преди не е имало такива. Това усложнява проектирането и стабилното използване на

водноелектрическите централи и внася елемент на несигурност в инвестициите, което може да доведе до намаляване на интереса към този начин на използване на водната енергия. В същото време липсата на вода във водните течения може да причини прекомерно използване на съществуващите количества и, особено в случай на проточни МХЦ, може да има пресъхване на речни корита и потоци, което е пагубно за всички живи същества в тези води и води до тежко увреждане на околната среда.

Поради тази причина е необходимо да се въведат нови параметри в проектирането, които да предсказват такива екстремни ситуации, въпреки че те, статистически са трудно предвидими, но могат да бъдат с катастрофални размери.

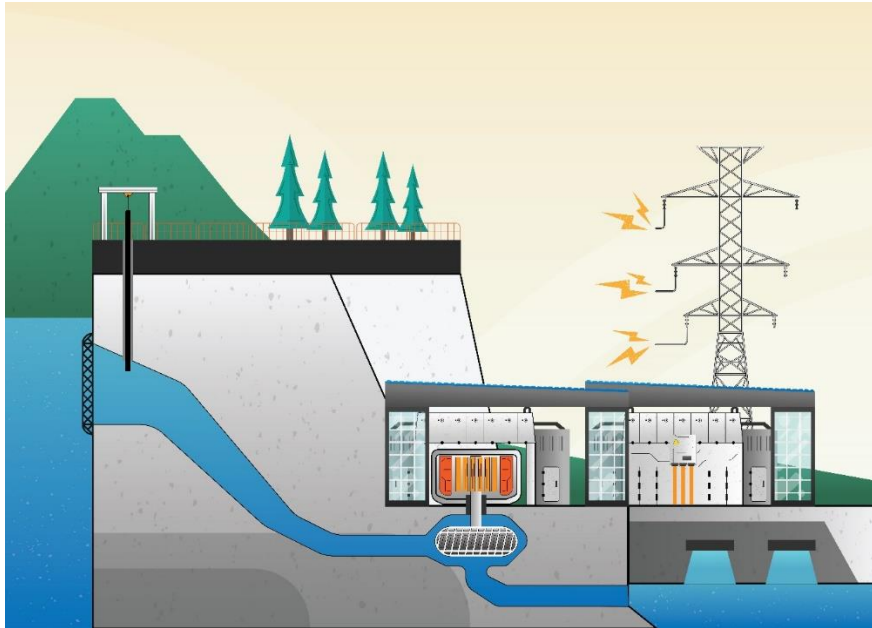
По същия начин неадекватното използване на водата води до много сериозни последици за околната среда, най-често чрез пресушаване на коритата на малки водоизточници, което е пагубно за всичко живо в тези реки.

От съществено значение е подпомагането на развитието на т.нар „зелена енергия“, но по начин, който е устойчив, като в това, ролята на държавата и държавната администрация е ключова. Изготвянето на регулации, които отчитат многопластови интереси (от икономически, през социални до екологични) и особено тяхното прилагане са от ключово значение за насърчаването и използването на ВЕИ, които, независимо дали сме съгласни или не, са значим фактор в бъдещата енергетиката.

## **6. НАЧИНИ НА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ХИДРОЕНЕРГИЯТА**

Има няколко начина за производство на електроенергия от водата:

**Акумулиращи ВЕЦ** - Най-големите хидроенергийни съоръжения са от този тип, с язовири на водни течения и акумулиране на вода в езера зад язовирната стена. Потенциалната енергия на водата, спряна от язовира, се преобразува в кинетична енергия от потока на водата през турбините, като тази енергия зависи от масата на водата, нейната скорост и разликата във височината между водата, която влиза и излиза от системата.



*Илюстрация: акумулираща водноелектрическа централа*

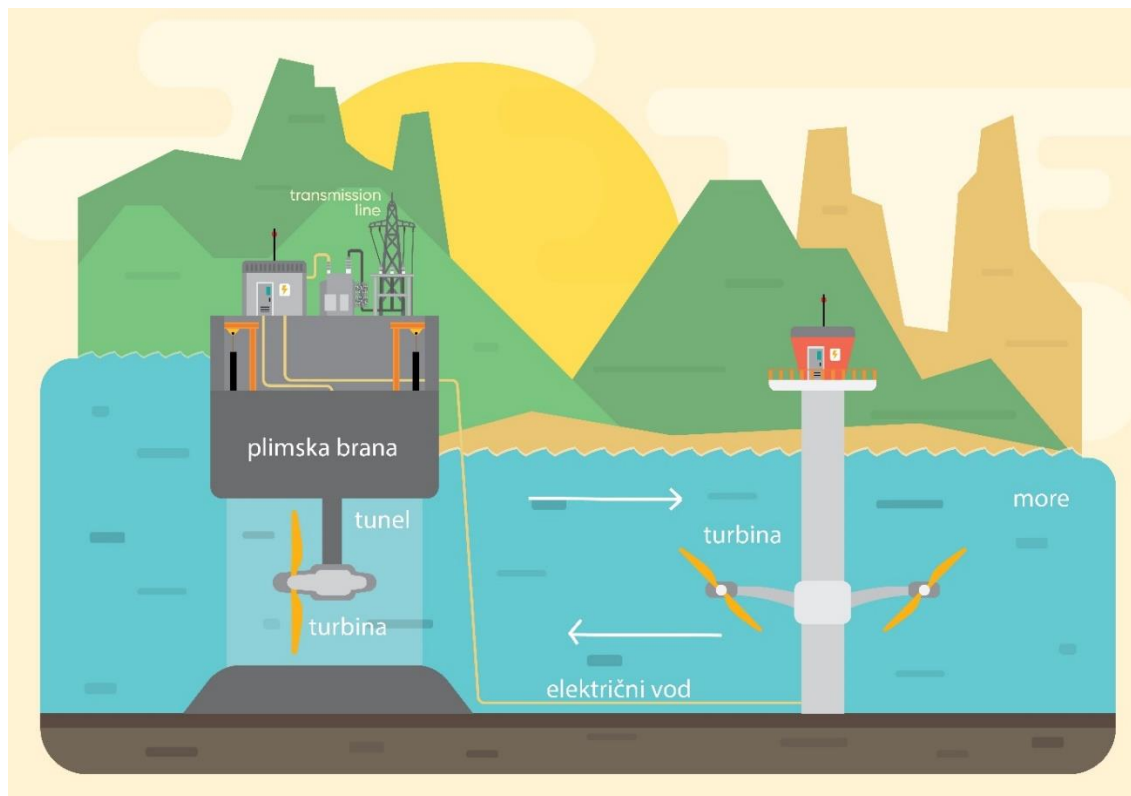
Язовирната стена има двойна роля във водноелектрическата централа. Първият е да се задържи достатъчно количество вода за дългосрочно производство на електроенергия и да се осигури достатъчна разлика във височината, а вторият е да се контролират водните потоци за използване за други цели, например за напояване на почвата или за питейни нужди. При проливни дъждове и приток на големи количества вода, язовирът задържа част от водната вълна и изпуска контролирано излишната вода в коритото.

**Реверсивни водноелектрически централи** - Това е начин за прехвърляне на част от водата от резервоара в ново, по-високо резервоарно езеро, като по този начин се запазва потенциалната енергия на водата за по-късно. Това изпомпване на вода се извършва в момент, когато има достатъчно вода в резервоара, а потреблението на електроенергия е по-малко от производството, така че излишъците се използват за стартиране на помпите. Когато има сух период или има нужда от допълнително производство на електроенергия, водата от горния резервоар се изпуска през турбините и генерира необходимото количество електроенергия в генераторите. Реверсивните водноелектрически централи са важно средство за съхранение на енергия, което ще бъде разгледано по-подробно по-късно.

**Проточните водноелектрически централи** - са тези, които имат малък резервоар или изобщо нямат резервоар, така че водата, която достига до тях, трябва веднага да се използва за производство на енергия или използват преливници на резервоари. Това е идеален метод за потоци или реки с минимално намаляване на потока през сухия сезон или за тези, регулирани от много по-голям язовир и резервоар нагоре по течението.

**Приливните електроцентрали** - използват приливна енергия. Най-често срещаната форма на приливно преобразуване са двустранните генератори, които генерират електричество в двете посоки на въртене. Те могат да бъдат свободно поставени в

морето или, по-ефективно, върху преграда, която насочва потока през турбините. Тази форма на водна енергия все още не се използва достатъчно и в бъдеще се очакват решения, които ще позволят тя да бъде използвана по-ефективно.



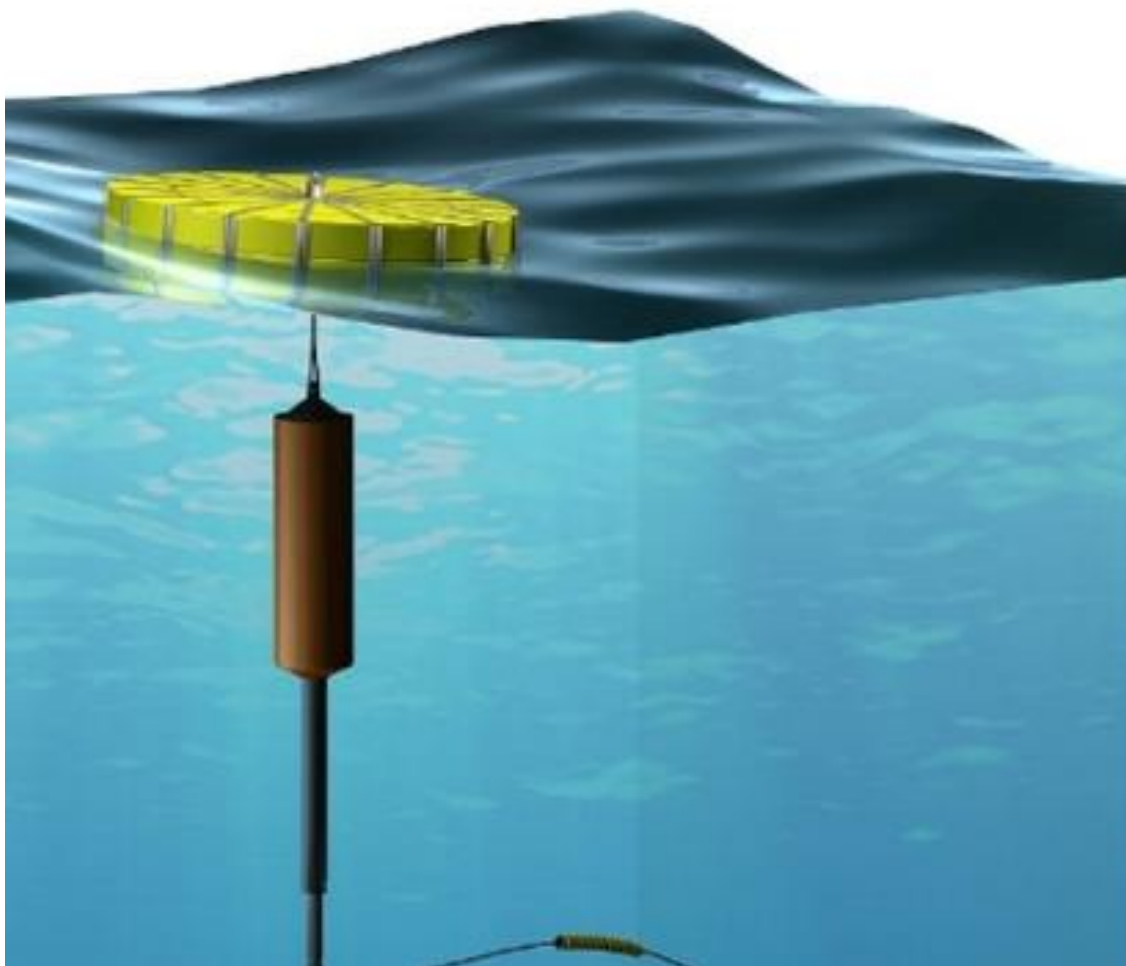
*Илюстрация: Приливна електроцентрала*

### **Водноелектрически централи с малка височина на язовирната стена**

Разглеждаме отделно тези водноелектрически централи като специален тип, въпреки че те могат да се причислят към акумулиращите, но като се има предвид, че те имат нисък напор на водата, т.е. височината на язовира е малка (до 10 м.) и използването на водната енергия е малко по-различно. Системата, която ще разгледаме тук, е базирана на принципа на Архимедовата винтова турбина и се използва като воден двигател за малки електроцентрали, които предават енергия директно към електроразпределителната мрежа чрез асинхронни генератори. Използва се при малки разлики във височината и нестабилен воден поток. Хидродинамичният шнек може да се използва като допълнителен хидрогенератор на съществуващи турбини, използвайки енергията на преливника.

**Водноелектрически централи, които използват енергията на вълните** – Огромна енергия се генерира от движението на вълните. Те се създават в резултат на ветрове, които движат повърхността на водата и в много части на света вятърът духа непрекъснато и с достатъчна сила, за да произведе постоянни вълни. Предизвикателството е как да се преобразува движението на вълните в електричество

и това днес се прави по няколко начина: плаващи буйове, които чрез вертикалното си движение нагоре и надолу произвеждат електричество в специални генератори, след това чрез въвеждане на вълните в тесни канали, които концентрира тяхната мощност и се използва директно за производство на електроенергия по начин, подобен на приливните електроцентрали.



*Илюстрация: Водноелектрически централи, които използват енергия на вълните*

Разработена е и система, чрез която вълните се въвеждат в големи въздушни камери и след това водата избутва или засмуква въздуха, който в специално конструирани тръби произвежда електричество като вятърен генератор..

## **7. МИКРО И МИНИ ВОДНОЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЦЕНТРАЛИ**

Водноелектрическата енергия се получава чрез две фази. В първата фаза кинетичната енергия на водната маса задвижва хидравличната турбина и се преобразува в механична работа, а във втората фаза тази механична енергия задвижва генератора, който я преобразува в електрическа. Мощността на произведената електроенергия зависи от количеството на потока на водната маса и разликата в нивото между

източника на водния поток и изхода, което определя скоростта на водата, както и вида на турбината и електрическият генератор.

В това Ръководство ще разгледаме повече малки централи, до 1 MW инсталирана мощност като решение за местни инициативи и малки инвеститори с положителен ефект върху енергийния баланс. По-конкретно ще се занимаваме с два вида малки водноелектрически централи:

- винтови или навиващи се водноелектрически централи като значителен потенциал за по-спокойни водни течения, по-ниски скорости и за случаи, когато вече има водосбори, малки язовири и ръкави и
- вихрови водноелектрически централи, като сравнително непознат начин за използване на водната енергия на малките потоци в планинските райони.

Като начало, ще обясним принципа на работа и характеристиките на най-често срещаните и добре познати проточни, деривационни водноелектрически централи.

### **Проточни, деривационни водноелектрически централи**

Проточните деривационни водноелектрически централи най-често са мини или малки водноелектрически централи, които използват почти изключително кинетичната енергия на водата, без специално акумулиране, ползват вода от мястото, което е на по-висока надморска височина от мястото, където се генерира електрическата енергия. Водата се събира и по тръбопроводи се отвежда към машинното отделение и генераторите, които се намират в страни от източника. Такива електроцентрали се изграждат върху малки водни течения и с малка мощност (до 1 MW) и тяхната работа зависи до голяма степен от хидроложкото състояние на водното корито. В същото време, за да бъдат ефективни, е необходимо разликата във височината да е най-малко 15 м., което при относително малки водни потоци може да осигури достатъчно енергия за производството на електроенергия. Поради тази причина такива електроцентрали се инсталират в хълмисти и планински райони, където необходимата кинетична енергия на водата може да се използва на къси разстояния при условия, които са икономически изгодни (възможно най-къса тръба и възможно най-много количество вода). Въпреки това, с всичките предимства на този начин на използване на водните ресурси, като относително малките инвестиции, по-малко строителни работи и бързото изпълнение, напоследък има голяма съпротива срещу инсталирането на речни електроцентрали по целия свят, и разбира се в Сърбия и България. Причината се крие в това, че изграждането им силно уврежда природната среда и местните местообитания. Тръбите се поставят най-често в самата река или в непосредствена близост, което напълно опустошава съществуващото корито и живия свят в него.



*Илюстрация: принцип на работа на проточна деривационна водоелектрическа централа*

Такава е практиката, защото е по-лесно да се получат разрешителни от публичните дружества, които стопанисват крайбрежната част на водоизточниците, отколкото от различните собственици, през чиито имоти трябва да минават тръбите, така че инвеститорите избират по-лесния за тях начин, който е много по - катастрофален вариант за околната среда.



*Илюстрация: Пресъхнало корито на река поради неадекватно използване на водните ресурси*

Друг проблем с деривационните електроцентрали е прекомерното използване на водни течения. Водата от водохващането се измества от коритото на реката и след това по дълги, няколко километра тръби се праща до машинните помещения. Тръбопроводите обикновено са с дължина между 1 и 3 километра и вкарването на вода в тръбите може да доведе до прекъсване на водния поток или пресъхването му в месеци, когато дебитът е нисък и когато по правило собствениците отклоняват цялото количество вода през тръбите, като не остава биологичен минимум в речното корито, а при малките водни течения той се движи между 10-20% от средния десетгодишен обем вода в коритото.

Освен това микро, мини и малките водноелектрически централи допринасят много малко за енергийния баланс и е под въпрос дали изграждането им е напълно оправдано и единственото значение, което могат да имат на местно ниво е произведената енергия да се разпределя през мрежата за ниско напрежение, разбира се, ако не застрашават околната среда.

Възможно е да се изгради микро или мини водноелектрическа централа от деривационен тип с малък резервоар, която да осигурява работа на системата за няколко дни и с която да се регулира водния поток в частта от речното корито, която е премостена с тръби, но при спазване на всички разпоредби и мерки за защита на растителните и животинските видове и най-вече на рибните популации. Практиката често не следва проектите и затова препоръката би била като цяло да се избягват малки или мини водноелектрически централи от деривационен тип, тъй като е трудно да се контролира стриктното прилагане на разпоредбите на място. Наистина, една строга наказателна политика, която да важи за всички участници в електроенергийната система, независимо от техния размер, т.е. количеството произведена електроенергия, би могла да помогне за въвеждането на ред в тази сфера.

### **Водноелектрически централи с малка височина на язовирната стена (винтови и вихрови водноелектрически централи)**

В случай на нискоскоростни и слаби водни течения, както и в случай на съществуващи речни брегове, острови и ръкави на реки и ниски язовири, водната енергия може да се използва чрез прилагане на много удобни решения с помощта на водноелектрически централи които използват т.нар винтови, спирални или Архимедови турбини или с т.нар вихрови турбини. Тези видове турбини работят на ниски обороти и са много ефективни при малки височини на резервоари (от 1 до 10 м.) и относително малки количества акумулирана вода, с което този тип централи се зачислява сред най-малките, микро централи с мощности, които не надвишават 70-80 kW а много често могат да бъдат и по-малки.

Тези видове турбини не попадат в специални разпоредби за тяхното монтиране. Асинхронният генератор осигурява оптимално производство на енергия за електроразпределителната мрежа в диапазона 10 - 100% от производствения капацитет, при което се осигурява висока ефективност на преобразуване в електрическа енергия дори при ниски дебита.

Основното предимство на горепосочения метод за използване на водните ресурси за енергийни цели е, че не се взема вода от реката и цялото ѝ количество остава в коритото без прекъсване по цялото течение на реката. Това е изключително важно за намаляване на отрицателните ефекти, които често имат деривационните електроцентрали.

**Винтови турбини.** В по-ниски местности и в ниско планински реки със средни дебита от няколко м<sup>3</sup>/сек. и повече е възможно да се използват преливници с помощта на винтови или спирални турбини. При тези турбини индивидуалната инсталирана мощност на генератора може да бъде до 500 kW или значително по-малко, а при необходимост от по-голямо производство на електроенергия могат да се монтират няколко паралелни турбини и генератори. Голям брой от тези електроцентрали съществуват в Холандия, Англия, Германия, Белгия, Чешката република, т.е. в страни, където каналната мрежа е развита, но тези електроцентрали могат да бъдат инсталирани и на по-малки реки, където вече има преградни стени или, където могат лесно да се изгради. Едно от решенията са гумени прегради, оформящи малък резервоар, чието инсталиране е много лесно и не изисква големи инфраструктурни дейности.



*Илюстрация: винтова водноелектрическа централа*

Характеристики на винтови/спирални турбини:

Изходна мощност: до 500 kW

Необходим дебит: 100 - 10 000 л/с

Денивелация на язовира: 1 - 10м

Наклон на турбината: 22 - 36°

ПРЕДИМСТВА:

- Ниски разходи за строителни работи, без сложни изкопи
- По-ниски разходи в сравнение с традиционните турбини
- Проста конструкция
- Дълъг експлоатационен живот
- Висока ефективност
- Надеждност дори при нисък поток (при 20% поток ефективността е 74%)
- Лесно обслужване - ниски разходи за поддръжка
- Лесен достъп до работните елементи
- Прилага се върху язовири и шлюзове
- Подобрява качеството на водата чрез аериране
- Не застрашава рибите - каналът, в който е разположена турбината, е отворен и служи като ефективна рибна пътека
- Свободно преминаване на плаващи материали - големи твърди парчета, като пластмаса, дърво или малки камъни, могат да преминат през турбината без никакво влияние върху нейната ефективност.
- Като мярка за безопасност е достатъчна само решетка на входа на спиралната турбина.
- Турбината може да бъде проектирана за постоянна или променлива скорост, като се вземат предвид дебитът и напорът на водата.
- Спиралната турбина не изисква система за смазване на долните лагери. Това подобрява ефективността и намалява оперативните разходи.
- Животът е минимум 30 години, а ефективността остава постоянна през годините.
- Винтовете могат да бъдат покрити с керамичен композитен материал, който е силно устойчив на износване.

НЕДОСТАТЪЦИ

Основният недостатък на Архимедовите турбини е промяната в наличния воден пад, тоест нивото на водата на годишна база, което се отразява в производството на електроенергия. Този недостатък е пряко свързан с избора и проектирането на номиналния воден дебит, тъй като неговото увеличаване в някои случаи не води до голямо увеличение на производството. Тъй като нетният спад намалява, ефективността на турбината също намалява и ако турбината е твърде голяма, няма да има генериране

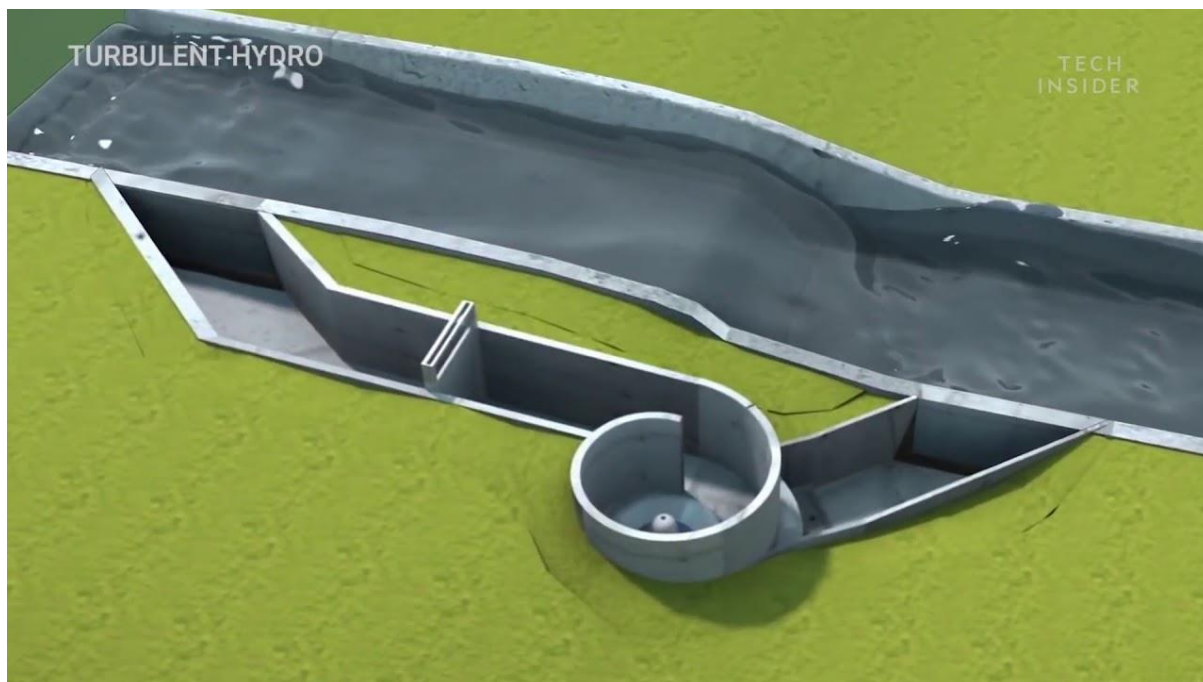
на електроенергия по време на периоди на ниска вода. Тези причини показват, че трябва да се обърне специално внимание на проектирането на инсталираната мощност по отношение на водния поток, което намалява възможността за пълно използване на наличните водни ресурси. Този проблем може да бъде преодолян чрез инсталиране на няколко паралелни турбини, но в този случай инвестиционните разходи се увеличават. В допълнение, ниската скорост на турбината изисква механичен монтаж за увеличаване на скоростта, което намалява ефективността. За високата ефективност на водноелектрическата централа с архимедови спирални турбини е необходима възможност за регулиране на скоростта.

## ПРЕПОРЪКА

Използването на хидроенергията с помощта на винтови турбини е добро решение. В планински течения с по-стръмно корито почти винаги е лесно да се намери място, където да се монтират такива електроцентрали, които по никакъв начин да не застрашават биоразнообразието. Това може да стане на главния поток или на някое естествено разклонение, като най-трудната част при изграждането на такава централа може да бъде свързването към електроразпределителната мрежа, особено в условия, когато главните далекопроводи не са близо и няма изградена конструкция. Тези електроцентрали нямат големи водохранилища или тръби и цялата използвана вода веднага се връща в коритото на реката.

**Вихровите турбини** са водни турбини с ниско налягане, които използват кинетичната енергия на движещата се вода поради гравитацията, но също и допълнителната кинетична енергия, която водата има поради въртенето на земята, така че за същия обем вода и разликата във височината, може да се получи повече енергия с помощта на вихър, отколкото с конвенционалните електроцентрали. Водният поток създава вихър, който завърта ротора на генератора. Тъй като е необходима малка тяга за задвижване на турбината, това позволява системата да бъде изградена в райони с относително плитка, бавно движеща се вода, но тази система може буквално да се използва на всички видове водни течения за генериране на енергия както за местна употреба, така и за препродажба. Мощностите на тези електроцентрали са малки (затова попадат в категорията на микро централите), но затова пък разходите за изграждане са пропорционално значително по-ниски, отколкото при други видове турбини.

Едно от съществените предимства на вихровите турбини е, че не застрашават рибите и други животни във водата, а за работата на турбината е достатъчна разлика във височината от само 1,5 метра. Следователно поставянето на турбината на оптимални места става по-лесно и местата за нея могат да бъдат намерени на повече локации, отколкото при другите видове водноелектрически централи.



*Илюстрация: вихрова водоелектрическа централа*

Почти не изисква строителство и може да се извърши в местни условия, като цялата произведена енергия може да се използва на място. Като се има предвид, че централата работи 24 часа в денонощието, е необходимо да се осигури съхранение на енергия през нощта, поради което би било добре централата да бъде свързана към електроразпределителната мрежа, на която да предава или продава излишната енергия или осигурете консумация и през нощта.

Тъй като цените на електроенергията и другите видове енергия ще се покачват, изграждането на вихрови турбини за покриване на нуждите на местно ниво е много привлекателно. Тъй като работят със сравнително малки количества вода, те работят 24 часа в денонощието, 7 дни в седмицата, което означава, че излишното нощно производство може да се подава в мрежата и да се използва по време на периоди на по-голямо потребление или да се продава на пазара.

За този тип турбини не се изискват специални разрешителни, с изключение на енергийните и те се получават относително бързо и лесно, тъй като естественото течение на реката не се прекъсва от вихрови турбини, което означава, че въздействието им върху околната среда е практически незначителен. Лесни за изграждане и лесни за използване, те могат да бъдат отлично решение в райони, където има възможности за инсталирането им. Времето за експлоатация е дълго (40 години) и след времето за възвръщаемост на инвестицията, което варира от 7-10 години, поне според текущите цени на енергията, а със сигурност и по-бързо предвид тенденциите на растеж, може да бъде дори по-кратко.

В допълнение към многобройните предимства от използването на тези микроводноелектрически централи, вихровите турбини имат и някои ограничения. Например, мощността на най-големите турбини все още е под 100 kW, което би било достатъчно за захранване само на около 170 домакинства.

Турбините не работят при замръзване на водата, но това не се случва при бързи водни потоци, но може да бъде проблем при малки водоеми, язовири и шлюзове, т.е. при застояла вода.

#### ПРЕПОРЪКА

При всички видове електроцентрали, особено водноелектрическите централи, оценката на ресурсния потенциал е от ключово значение. Ако се подценява, няма да се използва пълната възможност за оползотворяване, така че инвестицията ще бъде реално по-малко доходоносна, а ефектът от производството на енергия по-нисък от възможния. Добавянето и последващото разширяване на капацитета може да бъде пропорционално значително по-скъпо, отколкото ако оптимална електроцентрала бъде изградена веднага.

Ако, от друга страна, потенциалът е надценен, последствията могат да бъдат, че не можем да започнем производство с ниски потоци или че то ще бъде изключително неефективно, което ще доведе до нерентабилност на инвестицията и възвръщаемост на капитала след времето на амортизация на оборудването, което представлява загуба на инвестиция вместо печалба.

При микроводноелектрическите централи, като тези, които работят с вихрови турбини, оценките са по-прости и измерванията са по-груби, защото са много по-гъвкави за различните мощности на водния поток, към който са свързани. Това може да бъде решено допълнително чрез малки конструкции на канала за достъп, които регулират потока към турбината. Като се има предвид, че те обикновено използват само част от водното течение, винаги е възможно да се оразмери по начин, който позволява оптимална работа през цялата година. Поради тази причина тук ще повторим общата препоръка, че е добре да се инвестира в такива съоръжения, тъй като инвестицията винаги и наистина бързо се връща, а текущите разходи за поддръжка и експлоатационните разходи са почти нищожни.

#### 8. ИЗБОР НА ОПТИМАЛНА СИСТЕМА И ОЦЕНКА НА РАЗХОДИТЕ – РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ПРИМЕРИ

В Ръководството ще разгледаме два случая на мини или микро водноелектрически централи, които могат да бъдат привлекателни за изграждане и използване в трансграничния регион Сърбия-България. Фокусирахме се върху по-малки инсталации,

които не са от деривационен тип (водата не се отвежда от водохващането до машинните помещения по тръби, т.е. речното корито не е преградено), защото са по-лесни за изпълнение и могат да бъдат финансирани от физически лица или ограничен брой малки инвеститори, и по никакъв начин не застрашават реките и тяхната флора и фауна. Не разглеждаме случая с деривационните миниводноелектрически централи, тъй като те предизвикват спорове от няколко години, поради потенциално вредното им въздействие върху местната околна среда и малките водни течения, и имат незначителен принос към енергийния баланс. Водноелектрическите централи обаче рядко се изграждат само за собствена употреба и по правило те са централи, които доставят излишната или цялата електроенергия към електроразпределителната мрежа. Поради тази причина методът за оценка на доходността на инвестицията е различен и не може да се сравнява например с инвестицията в соларни панели на покрива на домакинство. Освен това използването на водните ресурси изисква различна подготовка, проектиране, одобрения и разрешителни, които не се изискват например за използване на геотермална енергия или енергия от биомаса, и е необходимо да се предприемат значително по-мощни инфраструктурни работи, за да се осигури достатъчно водоземане за оптимална работа на централата. И накрая, за разлика от други ВЕИ (с изключение на биомаса), водата не може да се използва без ограничения, тъй като този ресурс е ограничен и има други, важни потребителски стойности, които са основни по отношение на производството на енергия (водата се използва за пиене и/или за опазване на биоразнообразието). Голям брой слънчеви панели по никакъв начин няма да застрашат излъчването на слънцето или да повлияят на изобилието от енергия, проблемът може да бъде само прекомерното покриване на дадено пространство или естетически, но степента на използване на слънцето за енергийни цели е все още далеч от масовата поява на този проблем.

Поради всички тези причини е трудно да се направи сравнителен анализ по отношение на други възобновяеми енергийни източници (само използването на вятъра може да бъде донякъде сравнимо), но оценката на рентабилността разчита на пазарните условия, които, особено напоследък, са много променливи. Въпреки това енергията ще е необходима все повече и цената ѝ само ще расте и в тази светлина всички инвестиции, включително инвестициите във хидроенергия, са печеливши дотолкова, доколкото наличието на самия ресурс и начина, по който може да се използва без застрашаване околната среда и нуждите на местното население.

За подготовката на инвестицията е необходима консултация с упълномощени юридически или физически лица, които могат да изготвят проектна документация по данни за терена и хидроложката обстановка. Необходимо е да се предприемат следните стъпки и да се определи място с достатъчен потенциал и такова, където експлоатацията не застрашава други нужди и да се оцени:

- Изобилието на ресурса, което ще определи капацитета на електроцентрала
- Стабилност на водния поток през цялата година
- Методът за приемане и управление на водата, като се има предвид конфигурацията на терена, избор на тип електроцентрала
- Близост и вид на наличната електрическа мрежа
- Разходи за строителство и очаквани приходи, приблизително време за възвръщане на инвестицията
- Начин на финансиране
- Динамика и начин на изпълнение на работите

Едва след тези оценки и ако предпроектното проучване покаже оправдаността на инвестицията, може да започне проектирането на централата и получаването на необходимите разрешителни.

### **Оценка на капацитета**

Оценката на капацитета се извършва въз основа на хидроложки и статистически данни, но би било уместно да се акцентира върху данните от последните две десетилетия, когато имаше значителни промени и крайности в климата, довели до големи засушавания и обилни, поройни валежи, често над стогодишния максимум, който се приема като релевантен при проектиране. Въпреки че има оценки на хидрологичния капацитет както в Сърбия, така и в България, те са ненадеждни и не дават истинска картина на реалните възможности. С течение на времето климатичните условия са се променили и в потенциалните състояния често не се вижда истинската конфигурация на терена, което често обезсмисля изграждането на какъвто и да е енергиен обект. И накрая, малките водни течения се намират най-често в хълмисти и планински райони, които са по-слабо развити, така че наличието на електроразпределителна инфраструктура е слабо, което оскъпява инвестициите и поставя под въпрос тяхната рентабилност. В допълнение, неадекватното изграждане и използване на водните ресурси с помощта на деривационни електроцентрали до голяма степен предизвика съпротива и противопоставяне от страна на професионалната общественост и местното население, така че теоретичните предимства на използването на малки водни течения се анулират от лошото прилагане на технологиите. Но ако през коритото на реката е осигурен постоянен и пълноводен поток и нейната експлоатация се извършва по неагресивен начин, няма причина да не се използва водната енергия.

### **Избор на вида електроцентрала**

След като е направена оценката на изобилието от водни ресурси и топографията на терена, се пристъпва към избор на начин за използване на водата за производство на енергия. Височината на падането на водата, конфигурацията на речното корито,

наличието на водовъртежи, спирания в реката или някои прегради и шлюзове, разклоненията на реката и нейните притоци определят начина за избор на типа водноелектрическа централа и тип оптимална турбина. Като добавим към това изискванията за опазване на водните течения и живите същества в реката, изборът става още по-важен.

Тъй като водноелектрическите централи се изграждат с намерението да прехвърлят част или цялата произведена енергия към електроразпределителната мрежа, е необходимо да се провери близостта и вида на електрическата мрежа. На базата на всички тези входни данни се прави груба оценка на разходите и продължителността на строителството, както и приблизителното време за възвръщаемост на инвестицията, като се вземат предвид пазарните условия, възможността за получаване на субсидии или други видове помощ. И накрая, трябва да се провери възможността за достъп до фондове и банки, ако не е възможно проектът да се финансира от собствени източници. Всичко това определя начина на инвестиране в електроцентралата и показва рентабилността на начинанието. Хубаво е да проверите как се случва всичко това с някой, който е минал през целия процес, защото има какво да научите, и добри и лоши примери от практиката. Разбира се, както за всеки друг електроенергиен обект, проектирането и изпълнението на работите трябва да се извършва от професионално и упълномощено лице.

### **Разходи за произведената енергия**

Често използван показател са Изравнените разходи за енергия (ИРЕ). Това е цената, на която електричеството трябва да бъде произведено от определен източник, за да се изплати през целия живот на проекта. Водноелектрическите централи от среден до голям размер имат най-нисък ИРЕ. Като цяло, колкото по-голяма е водноелектрическата централа, толкова по-евтина е цената на киловатчас за произведената електроенергия. Индикаторът зависи от инвестиционните разходи за строителство, цената на капитала, пазарната или договорената цена на електроенергията (дали производството от съоръжението може да бъде предмет на стимули чрез преференциални тарифи или някакъв друг вид ползи, или има дългосрочен договор за доставка на електрическа енергия – ДДДЕ). ИРЕ е граничната стойност на рентабилността, която е от значение само за грубата оценка на размера на инвестицията, т.е. ако този показател е значително по-нисък от пазарната цена на енергията, това означава, че инвестицията ще се изплати за време, което по-кратко от живота на електроцентралата. За мини и микро електроцентрали времето за изплащане на инвестицията не трябва да бъде по-дълго от 10-12 години в най-лошия случай, а по-често не повече от 8-10 години, с тенденция към съкращаване във времето поради тенденцията на повишаване на енергията цени.

## Икономическо и екологично въздействие

Разходите и икономическите аспекти на хидроенергиен проект, който спада към инфраструктурните проекти, независимо колко малки са те, са достатъчно интензивни от капиталова гледна точка по време на неговото изграждане. Въпреки това размерът на разходите зависи пряко от вида и размерите на свързания язовир, ако електроцентралата има такъв, както и от строителните работи, необходими за изграждането на съоръжението. Предимството на тези електроцентрали обаче е, че техните експлоатационни разходи са много ниски.

- Капиталови разходи, състоящи се от:

- ♣ Строителни разходи/строителни материали и монтаж (обикновено 40-50% от общата цена)
- ♣ Закупуване и монтаж на механично оборудване (обикновено 10-20% от общата цена)
- ♣ Закупуване и инсталиране на електрически инструменти и управление (5% от общите разходи)
- ♣ Непреки разходи по проекта, такси и непредвидени разходи и (10-15% от общите разходи)
- ♣ Разходи на инвеститора/собственика на проекта (5-7% без разходите за финансиране на проекта)

От цялата сума инвеститорът трябва да осигури поне 20-30% собствени средства, а останалите могат да бъдат финансирани със заеми. Напоследък банките имат много по-гъвкава политика за финансиране на подобни проекти, тъй като на практика те се оказва много изгодни, ако са добре проектирани и ако отчитат точни входни параметри за хидроложката обстановка и конфигурацията на терена. Много разпространено е така нареченото „Проектно финансиране“, което предполага, че самият проект се приема като обезпечение, което банката ипотекира до реализацията му и въвеждането му в експлоатация.

- Оперативните разходи и разходите за поддръжка включват:

- ♣ Фиксираните разходи за поддръжка са тези, които не зависят значително от мощността на електроцентралата
- ♣ Променливите разходи за поддръжка са разходи, свързани с производството на електроенергия и вариращи в зависимост от него.
- ♣ Високи разходи за поддръжка

Цената на електроцентралите варира от 2000 до 5000 евро за kW инсталирана мощност. Единичната цена наистина силно зависи от условията на терена и сложността на свързаните строителни работи. Тя може да бъде по-висока за акумулиращи водноелектрически централи (цената на язовира е важен елемент) или по-ниска за речни електроцентрали с благоприятни хидравлични и топографски характеристики. Още по-благоприятни условия за инвестиция има при водноелектрически централи, които се монтират на вече съществуващи водохващания или дори не се нуждаят от водовземане. Обикновено това са мини или микро електроцентрали, и с ограничената мощност, която притежават такива видове електроцентрали, те са най-привлекателни, когато говорим за ниско ниво на производство на електроенергия.

#### ПРЕДИМСТВА НА МИКРО И МИНИ ВОДНОЕЛЕКТРИЧЕСКИ ЦЕНТРАЛИ

- ниски разходи за производство на електроенергия:
- общо ограничено отрицателно въздействие върху околната среда с намаляване на емисиите на CO<sub>2</sub> при производството на енергия
- много добре позната и надеждна технология
- стабилно дневно производство на електроенергия
- пълният производствен капацитет може да бъде наличен за секунди.
- ниски разходи за експлоатация и поддръжка
- дълго време на експлоатация. Очакваната продължителност на живота е най-малко 50 години.

#### НЕДОСТАТЪЦИ

- изискват пропорционално големи първоначални инвестиции
- малка инсталирана мощност
- имат неопределен статут, така че въпросът с разрешителните трябва да се решава за всеки отделен случай, особено ако се изисква свързване към електроразпределителната мрежа.
- чувствителни са към промени в дебита и капацитета на водния поток
- чувствителни са към изменението на климата
- проточната електроцентрала има нестабилно захранване. По време на непредвиден период на ниско производство (напр. изключителна суша) са необходими резервни системи (базирани на друг тип, обикновено енергия от изкопаеми горива) за доставяне на балансираща електроенергия, за да се осигури непрекъснатост на доставките. Това не важи изцяло за микро и мини водноелектрически централи, нито в Сърбия, нито в България, където балансираната енергия на тази водноелектрическа централа се осигурява от системата, т.е. от оператора на електроразпределителната мрежа.

## КАЗУС 1

Първият пример, който ще разгледаме, е свързан със спирални, винтови или Архимедови турбини, които, както беше обяснено по-рано, са част от хидроенергийни системи за малки височинни разлики, но са отворен тип, имат ниски скорости на въртене и са много приемливи за биоразнообразието в реките. Използването на водните ресурси за енергийни цели по този начин е практически без въздействие върху околната среда. За работата на такива електроцентрали е необходим само много малък резервоар, който може да бъде преграда, шлюз или малко по-голям водосбор.

### Анализ на хидропотенциала на обекта

Ще приемем, че имаме малък воден поток със среден дебит от 8 m<sup>3</sup>/sec и с годишни промени, както в таблицата, където стойностите на месечния дебит са дадени с 50% вероятност. На реката вече има преграда с височина 3 метра, която служи за регулиране на потока, както и малък язовир

Вероятност в (%) 50	Среден месечен поток, $Q_{sr,мес.,v\%}$ (m <sup>3</sup> /c)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Поток $Q$ (m <sup>3</sup> /c)	7.01	9.7	14.5	19.5	14.3	8.75	4.15	2.08	1.97	2.46	3.41	5.4

Таблица: среден месечен воден поток на избраното място

Тази информация беше използвана за изследване на възможността за инсталиране на преливна, винтова електроцентрала, която използва излишната вода. През годината височината на водата се променя и това трябва да се вземе предвид при проектирането на турбината, за да може тя да използва максимално потенциала на водата при всякакви условия. В този конкретен случай средната нетна стойност на височината на преливника е 2,51 м. в случай на използване на една турбина, т.е. 2,4 м. в случай на две турбини.

Решение I		Решение II	
$Q$ средно (m <sup>3</sup> /c)	8	$Q$ средно ( m <sup>3</sup> /c )	8
$Q_{95}$ ( m <sup>3</sup> /c )	1.94	$Q_{95}$ ( m <sup>3</sup> /c )	1.94
$Q_{95}/Q$ средно	0.243	$Q_{95}/Q$ средно	0.243
$Q_{FR}$ –рибена пътека( m <sup>3</sup> /c )	0.4	$Q_{FR}$ –рибена пътека( m <sup>3</sup> /c )	0.4
$Q_{NRPin}$ проектен поток (m <sup>3</sup> /c )	7.1	$Q_{NRPin}$ проектен поток (m <sup>3</sup> /c )	14.2
$Q_{NRPin}/Q$ средно	0.89	$Q_{NRPin}/Q$ средно	1.78

Нето височина за QHPin (м)	2.51	Нето височина за QHPin (м)	2.4
Брой на турбините	1	Брой на турбините	2
Q <sub>suf</sub> поток за задвижване на турбината (м <sup>3</sup> /с)	1.065	Q <sub>suf</sub> поток за задвижване на турбината (м <sup>3</sup> /с)	1.065
Минимален оперативен поток (Q <sub>suf</sub> +Q <sub>FP</sub> ) (м <sup>3</sup> /с)	1.465	Минимален оперативен поток (Q <sub>suf</sub> +Q <sub>FP</sub> ) (м <sup>3</sup> /с)	1.465
Максимална мощност (kW)	137.2	Максимална мощност (kW)	275
Годишно производство (kWh)	687262	Годишно производство (kWh)	925008

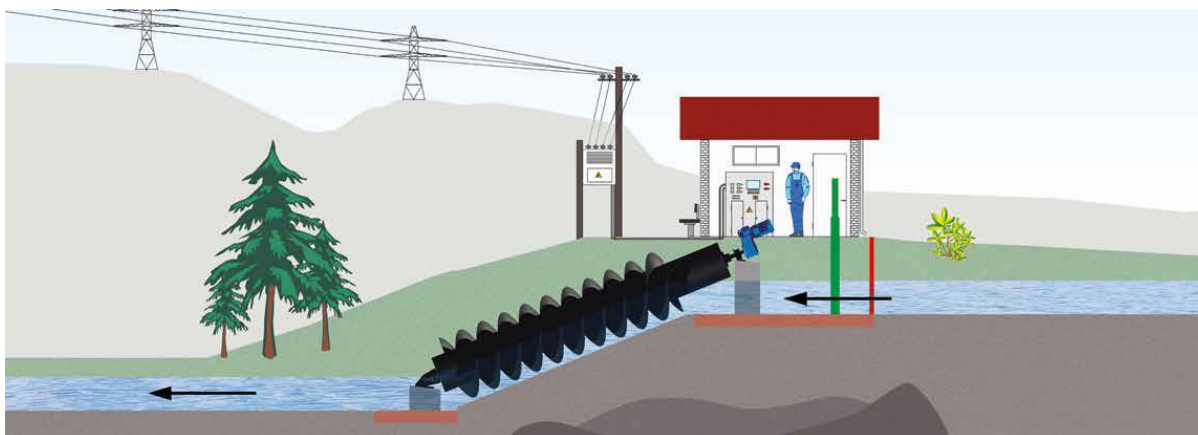
*Таблица: предложени решения за производство на енергия с едно и двувинтови турбини*

Както се вижда от таблиците, минималният дебит за стартиране на турбината е около 1000 л/сек, а минималният дебит за пълно производство на електроенергия е почти 1,5 м<sup>3</sup>/сек.

Тук бяха използвани сравнително големи спирални турбини с диаметър 3,2 метра (една или две) и дължина 5 метра, за да се постигне спад от 30°.

При една турбина и инсталиран генератор от 150 kW е възможно да се произвеждат малко по-малко от 700 MWh часа годишно на този воден поток, а при две турбини - 925 MWh. Разбира се, по-голям брой турбини е по-ефективно, но и по-скъпо решение, като в конкретния случай изграждането на по-малък капацитет на място, където вече има водосбор, би възлизало на около 420 000 евро, докато за две турбини и свързани дейности, ще е необходимо да се отделят около 800 000 евро, като се имат предвид повишените нужди при строителството и оборудването.

При такива малки централи оценката на рентабилността е обусловена от начина на използване, т.е дали централата е предназначена да бъде свързана към мрежата или не, дали енергията се използва само за собствени нужди или се продава и, дали централата е изключително търговска и дали използва система за съхранение на енергия в електрическата разпределителна мрежа (модел prosumer), както и отстоянието и вида на електрическата разпределителна мрежа.



*Илюстрация: схема на Архимедова, спирална или винтова турбина*

Политиката на цените и стимулите в Сърбия и България не са еднакви. Докато в Сърбия схемата за преференциални тарифи все още се използва за микро и малки водноелектрически централи, както и за електроцентрали, които използват биогаз, в България стимулите са намалени и единствено пазарът определя цената на енергията. В същото време трябва да се има предвид, че енергийният пазар в момента е много турбулентен с тенденция на покачване на цените, но все още и доста несигурен за инвеститорите предвид ръста на лихвите по кредитите. Доходността от инвестицията в производството на електроенергия обаче е безспорна и зависи единствено от способността на инвеститора да осъществи инвестицията в съоръжението. Инвестицията със сигурност ще се изплати и вероятно по-бързо, отколкото показват проектните изчисления.

При проточните електроцентрали инвестицията зависи от условията, при които е инсталирана. Няма значение дали вече има язовир или някакво водохранилище или дали използването на водното течение може да се извършва чрез страничен канал, ръкав или остров и т.н. Цените на водноелектрическите централи са от 2000 до 5000 евро за kW инсталирана мощност и те, заедно с очакваното производство, са база за оценка на рентабилността. Трябва да се има предвид и фактът, че водноелектрическите централи са дълготрайни, не по-малко от 40 години, и не изискват специална поддръжка по време на експлоатацията си, с изключение на почистването на водните течения на подхода към самата централа и текущата поддръжка.

За микро и малки водноелектрически централи, където няма изграждане на язовири или сложни строителни работи, времето за възвръщаемост на капитала варира от 7-10 години.

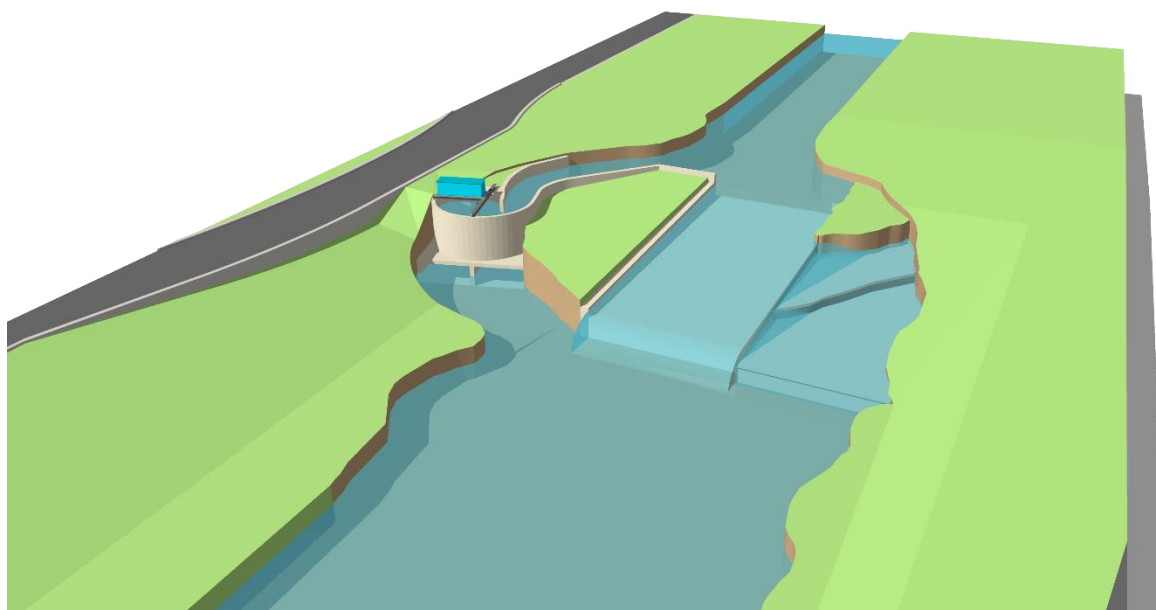
## КАЗУС 2

Вторият казус се отнася до пример за микро електроцентрала с цел да се покаже възможността за използване на много малки водни потоци по обикновен начин, който не изисква големи инвестиции и може да допринесе за енергийната независимост на отделните домакинства. Говорим за така наречените "вихрови" турбини, които

използват физическия феномен на вихъра, за да стартират и произвеждат електричество. Тези турбини имат ограничена мощност (до 100 kW) и много често и много по-малки, от 5 до 15 kW, и могат да бъдат причислени към индивидуалните енергийни централи, като например слънчеви панели. За разлика от слънчевите панели, микро ВЕЦ-овете произвеждат електричество 24 часа в денонощието, което им дава предимство пред слънцето и вятъра, чиято експлоатация е обусловена от наличието на източници (няма слънце през нощта и вятърът не духа постоянно). Този факт води до по-кратко време за възвръщаемост на инвестицията и съответно по-голяма доходност на същата.

### **Анализ на хидропотенциала на локацията**

Вихровите електроцентрали не изискват специални тестове и процеси за получаване на разрешителни за тяхната работа. Необходимо е само присъединяването към потребителите и/или към мрежата да е извършено съгласно действащите разпоредби и от упълномощено лице. Вихровите водноелектрически централи най-често се инсталират на места, където емпирично има достатъчно вода, която може да задвижи турбината. За нашия случай на анализ вихровата турбина е поставена върху стар ръкав на река, където някога е имало мелница. Дебитът на водата през ръкава е около 1000 л/сек, а денивелацията на старата преграда е 2,2 м. Преценено е, че предвид дебита и разликата във височините може да се монтира вихров синхронен генератор с инсталирана мощност 10 kW. На входа на входния канал е поставена малка клапа, която регулира потока през турбината.



*Илюстрация: вихрова водноелектрическа централа*

Вихровата вана е с диаметър 2,4 м и над нея е поставена опора с генератор. За този тип микроцентрали не се изграждат специални машинни помещения, а връзката към мрежата/консуматорите се осъществява чрез съединителен шкаф. Единственото важно нещо е да защитите както генератора, така и шкафа от атмосферни влияния. Въпросната водоелектрическа централа е изградена с автоматично регулиране на устройството на входния канал, което регулира дебита спрямо количествата, измерени с аналогов измервателен уред във водното течение.

В канала и ваната е необходимо да се излеят около 10 м<sup>3</sup> стоманобетон, а като оборудване се нуждаете от системи за стабилизиране на честотата и нивото на изходното напрежение. Енергията се доставя на ниско напрежение 3x400V и може да се използва веднага за собствени нужди. Цената на тази цялостна електроцентрала по зададените параметри е около 13 500 евро. Но, за да се пренесе енергия в мрежата, е необходимо напрежението да се повиши поне до 1 kV, тоест необходим е един мрежов трансформатор от 15 kVA, чиято цена започва от 5000 евро нагоре.

Инвестиционните оценки зависят от всички тези елементи, включително проектната документация и получаване на разрешителни, където е необходимо, но при тези микроцентрали общата инвестиция не трябва да надвишава 1000 - 1500 евро/kW, в случай на използване на енергия за собствени нужди и около 2000 евро /kW при подаване на електроенергия към мрежата.

#### **Изчисляване на спестяванията и времето за изплащане на инвестициите**

Цената на рентабилността и следователно времето за изплащане на инвестицията зависи от пласирането на електроенергията. Ако продукцията се използва за собствени нужди и излишъкът се предава в мрежата, калкулацията има една форма. Ако цялата произведена енергия се продава на мрежата или на известен клиент, тогава изчислението е различно и зависи от условията и продажната цена.

Ако проектът е финансиран със заем, времето за връщане на инвестицията се удължава, а ако потребителят има достъп до насърчителни средства, то се съкращава. Освен това енергията ще поскъпне с течение на времето, така че възвръщаемостта на инвестициите ще се ускори.

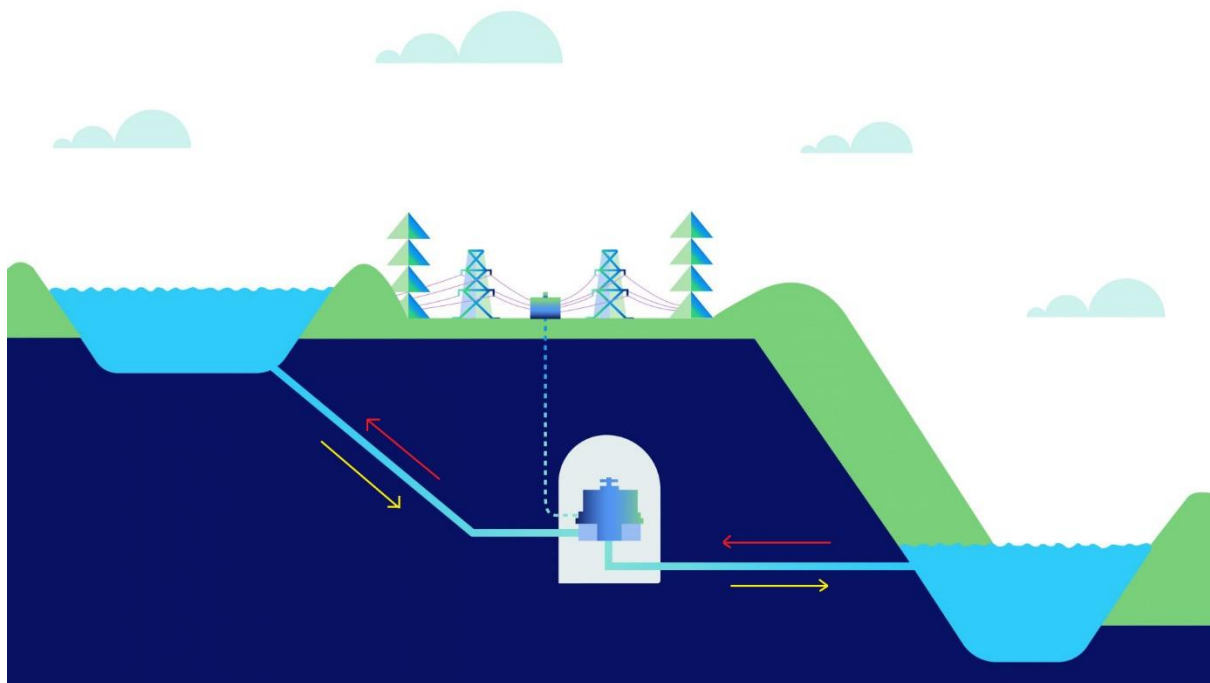
### **9. СИСТЕМИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ХИДРОЕНЕРГИЯТА**

Както при всеки друг вид енергия, енергията на водата може да се съхранява в потенциална форма и да се използва в кинетична форма. А именно, използва се механичната енергия, тоест извършва някаква работа само в кинетична форма (когато се движи), докато в потенциална форма само има тази възможност. При хидроенергията, за разлика от слънчевата и вятърната, е възможно да се запази потенциалът на водната маса за по-нататъшна употреба. Това може да стане чрез

издигане на бент на водното течение, който акумулира водната маса, която се използва в момента и обема, които ни устройват.

Но в условията на проливни дъждове и голям приток на водата не е възможно да се съхрани излишната вода във водоема и тя се губи, от енергийна гледна точка, защото остава неизползвана. По същия начин, по време на сухи периоди, резервоарите се изчерпват и тогава язовирът не прави много, защото няма много вода за съхранение, тогава се изпуска това количество, което се акумулира. Най-ефективната и практически единствена система за съхранение на хидроенергията в основния ѝ вид (тук няма да говорим за вторично съхранение на електроенергия) е, когато излишната вода се изпомпва в допълнителен резервоар, т.е. езеро. На практика такива езера се намират на по-голяма надморска височина от резервоара, образуван от язовира, и по този начин водата предава част от потенциалната енергия, която по-късно се използва, когато водата се връща обратно към генераторите и поради своя поток и поради разликата във височината, произвежда електричество.

Такива електроцентрали се наричат обратими електроцентрали (на английски се използва терминът "помпени електроцентрали"), тъй като се използва обратим процес на преобразуване на енергията: кинетична-потенциална-кинетична с посредничеството на механична енергия, която генерира електричество, което от своя страна задвижва помпи.



*Илюстрация: принцип на работа на реверсивна водноелектрическа централа*

Ясно е, че изграждането на такива съоръжения е сложно по няколко причини. Първият е необходимостта от мащабни инфраструктурни интервенции, защото е необходимо да се намери пространство, което да бъде резервоар за изпомпваната вода. На практика се използват вече съществуващи естествени езера, ако има такива, тъй като те вече имат благоприятно хидроложко състояние, непроникливо дъно и възможност за събиране на вода предвид геоморфологията. Ако няма такава, тогава този тип инсталация е още по-трудна, защото трябва да подготвите място за приемане на големи количества вода. Освен това разстоянието от водноелектрическата централа не трябва да е прекалено голямо заради разходите, но и заради загубите в тръбите.

Електрическата енергия, произведена в такива електроцентрали, често се използва като така наречената "балансова енергия", т.е. в моменти, когато няма оптимално натоварване в разпределителната мрежа или когато потреблението е високо и са необходими допълнителни количества липсваща енергия, в редовен цикъл на експлоатация или по време на сухи периоди, когато има недостиг на вода в резервоарите.

От друга страна, инвестициите в такива съоръжения са важни не само от енергийна гледна точка, но и поради възможността за използване на водата за дългосрочни цели, за битови нужди, за земеделие, животновъдство, туризъм...

През последните двадесет години, както в Европа, така и в света, се правят все повече инвестиции в съхранението на хидроенергия и в обратими електроцентрали.

В Сърбия има една реверсивна водноелектрическа централа, Байна Баща. Максималната мощност на централата в генераторен режим е 614 MW, със средногодишно производство от около 800 до 1000 GWh. Максималната входяща мощност в режим на изпомпване е 620 MW.

От много години се планира изграждането на още две реверсивни водноелектрически централи с обща мощност около 3MW.

България разполага с три обратими водноелектрически централи, от които ВЕЦ Чаира е най-голямата водноелектрическа централа в Югоизточна Европа с 864 MW в производство и 788 MW в помпен режим. Горният водоем на ВЕЦ Чаира е язовир Белмекен, който е с полезен обем от 140 млн. м<sup>3</sup> и е основно водохранилище за каскадните ВЕЦ Белмекен-Сестримо, а долният водоем е язовир Чаира, който е с използваем обем от 4,2 милиона м<sup>3</sup>.

Най-голямата водосъхраняваща и реверсивна водноелектрическа централа в Европа е комплексът Cortes-La Muela, разположен в река Хукар (Испания) с общ инсталиран капацитет от 1,8 GW, докато най-голямата реверсивна електроцентрала в света се намира в Китай, в Провинция Хъбей. Съоръжението от 3,6 GW се състои от 12 обратими генератора/помпи, всяка от които е с мощност 300 MW с общ капацитет за съхранение на енергия от 6,612 милиарда kWh.

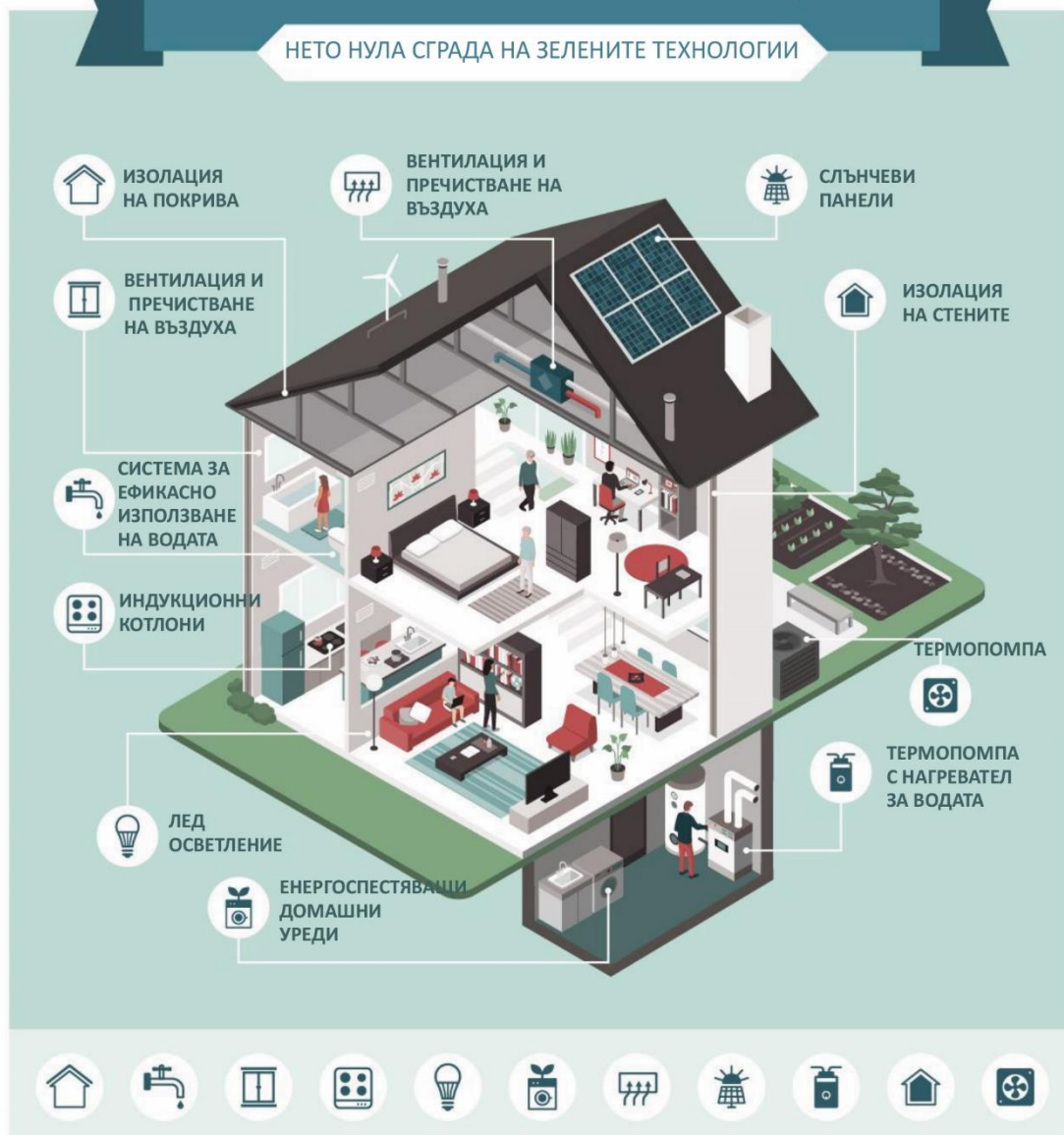
Наскоро бяха разработени системи за съхраняване на произведената електроенергия с помощта на огромни батерии, но дори и най-големите съществуващи системи (в момента с капацитет от 450 MWh) не могат да приемат сериозно количество енергия, което да се използва самостоятелно за редица потребители и за период от поне седмица или две. Алтернативата е преобразуването на една енергия в друга, като например електричеството в производство на водород, което позволява съхранението на енергийни източници с по-малки размери и за цели, които не трябва да са само за потребление на електричество. Става въпрос преди всичко за "зелен" водород, който се получава чрез проста електролиза на вода с използване на енергия от възобновяеми източници. Между другото, водородът все повече се използва за горивни клетки, които произвеждат електричество от водород и по този начин енергията може да се съхранява за дълъг период от време.

## **10. УМНИ КЪЩИ**

Умните къщи/сгради са съоръжения със системи за наблюдение и управление, използващи модерни технологии, които са интегрирани в тях с цел постигане на максимална ефективност и самостоятелност при функционирането на всички системи. Това са домове, които имат автономни енергийни решения, използващи възобновяеми енергийни източници, от слънчева, за производство на електричество и топлина, до термopомпи, които позволяват климатизация през цялата година и с минимален разход на енергия за тяхната работа. Цифровите системи следят потреблението на вода и преработката ѝ в техническа вода, осветлението на къщата, вентилацията, до програмираното поливане на двора и използването на дъждовна вода за технически нужди. В допълнение, сигурността на къщата може да се контролира чрез камери за наблюдение, но също и чрез сензори за пожар и/или против наводнение. Системите за контрол могат дори да поддържат планирането на дейностите на обитателите им, с напомняния и управление на устройствата за забавление и свободното време, динамиката на зареждане на електрически устройства, които работят на електричество и трябва да оптимизират потреблението си, като го пренасочат към периоди на по-евтина енергия. Степента на автоматизация на текущите процеси е само въпрос на изисквания, инвестиционни възможности и обосновка на подобни системи, тъй като няма ограничения в технологичен смисъл. Такива съоръжения често се доближават до идеала за напълно самодостатъчни и независими единици по отношение на енергията, както и с висока степен на независимост, когато става дума за вода, при което техният екологичен отпечатък, т.е. въздействието върху околната среда и изменението на климата чрез емисиите на CO<sub>2</sub>, е незначителен.

# ЕНЕРГИЙНО ЕФЕКТИВНА КЪЩА

НЕТО НУЛА СГРАДА НА ЗЕЛЕНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ



*Илюстрация: интелигентен дом и управление на потреблението на системи за захранване с енергия*

Въпреки че интелигентните домове не са пряко свързани с използването на водна енергия, всяка ВЕИ, която захранва интелигентен дом, може да се разглежда като част от цялостно решение, което освен автономна енергия, добра изолация, оптимална ориентация, ефективна климатизация и вътрешно осветление, използва технологии за оптимизиране на консумацията и за безопасността на сградата.

## 11. ПРАКТИЧНИ НАЧИНИ НА ТРАНСГРАНИЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО

Въпреки че не е възможно физически да се свържат проекти за използване на енергия от малки водни течения, това не означава, че няма други начини за постигане на трансгранично сътрудничество.

Обменът на опит и примери от практиката са от ценно значение за развитието на експлоатацията на местните реки и потоци, тъй като конфигурацията на терена и потенциалът в граничната зона са сходни, което означава, че има и начини за използване на водната енергия без вредни последици за околната среда.

Ограниченията и проблемите също са подобни. Разликата може да е в различни законови решения в тази област, както и в развитието на инфраструктурата. Въпреки това, чрез представяне на добрите практики повечето от тези ограничения могат да бъдат преодолени. Има няколко възможни форми на сътрудничество:

- Съвместни срещи и форуми за обмяна на знания и опит, където да се популяризират най-добрите и ефективни решения.
- Съвместни проекти, които да се използват от двете страни на границата, с различни изпълнители, но с една и съща цел. Резултатите от изпълнението и експлоатацията на такива проекти биха били отлична основа за сравнителен анализ на успеха в подобни условия и добър ориентир за преодоляване на потенциални проблеми.
- Създаване на съвместни енергийни кооперации, т.е. група от малки инвеститори, които биха могли да инвестират в проекти в рамките на трансграничното сътрудничество.
- Развитие на туризма с акцент върху "зеления туризъм" и използването на възобновяеми енергийни източници с цел самоустойчивост и ново качество в предлагането, за климатизация, за електрозахранване, за отопление на санитарна вода, за басейни. ..
- Анимирание на малкия и среден бизнес, който може да бъде преориентиран към дейности, свързани с използването на енергия от възобновяеми източници: производство на части от системата, например малки турбини или специализирани дейности за изграждане на микро и мини водноелектрически централи, монтаж и сервизиране на услуги по система, проектиране и изпълнение и др. Тези продукти и услуги могат да се използват и в двете страни.

## 12. ДОБРИ ПРИМЕРИ ОТ ПРАКТИКАТА

### Пенлергаер, Великобритания



Дванадесетметрова архимедова винтова турбина е инсталирана до водопад в Пенлергаер, Обединеното кралство. Тази турбина генерира електричество за посетителския център, който се намира наблизо, а излишъкът се подава в националната мрежа. Шнековата турбина се характеризира с висока ефективност и позволява лесно преминаване на рибите.

Година на строителство 2012г.

Воден поток през турбината 4.5 м<sup>3</sup>/сек

Пад на водата 3,2м

Инсталирана генераторна мощност 101 kW

През 2017 г. централата беше реновирана, водовземането беше увеличено и инсталираната мощност на синхронния генератор беше увеличена до 348 kW.

### Тотнес, Великобритания



Водноелектрическата централа Тотнес Уеир е построена през 2015 г. и започва да генерира електричество през декември същата година. Тя работи по-добре от очакваното и произведената електроенергия е повече от очакваното. Две големи спирални турбини, всяка с диаметър 3,7 метра, произвеждат чисто, възобновяемо електричество. Инсталираната мощност на централата е 328 kW, а годишното производство е 1250 MWh, със среден воден поток 2x 6,5 м<sup>3</sup>/сек. - достатъчно за захранване на около 300 жилища за поне 40 години. До турбините е монтирана рибна пътека за улесняване на миграцията на съомга и пъстърва. Монтиран е и автоматичен брояч за следене на броя и размерите на рибите, които използват пътеката. Обширни изследвания са доказали, че рибата може да премине през бавно въртяща се турбина без неблагоприятни ефекти. В близост до турбината е създадена зона за отдих с водни спортове и информационен център за водноелектрическата централа. Спестяването на емисии на годишно ниво е 598 тона CO<sub>2</sub>. Стойността на строителството е около 700 000 евро

Суез, Версай, Франция



Водноелектрическа централа с мощност 5,5 kW е инсталирана в пречиствателната станция за отпадъчни води във Версай с номинален дебит 0,7 м<sup>3</sup>/сек. и воден напор 3,2 м. Турбината е инсталирана, за да доставя електричество на Carre de Reunion, пречиствателна станция за отпадъчни води без химикали във Версай, Франция. Малката водноелектрическа централа е свързана с електроразпределителната мрежа и произвежда общо електроенергия за средно потребление на 6 домакинства. Намаляването на емисиите на CO<sub>2</sub> е 34 тона годишно.

#### Вихрова турбина в Донию, Чили

Микротурбината е пусната в експлоатация през януари 2018 г. и работи на пълен капацитет от март същата година. Микро водноелектрическата централа произвежда електричество за местна ферма и има инсталирана мощност от 15 kW. Турбинният басейн е изграден от стоманобетон за две седмици. Компонентите и оборудването са монтирани за два дни. Дебитът на водата е 1,65 м<sup>3</sup>/сек, а денивелацията е 1,7 м. През турбината лесно преминават парчета дърво, камъни или отпадъци с диаметър до 10 см. Турбината работи 24 часа всеки ден.



#### Австрийски пример за добра практика

Австрийското правителство одобри програма за финансиране на реконструкцията на съществуващи МХЦ с по-малко от 1 MW инсталирана мощност, която от 2004 г. до 2011 г. модернизира 243 малки съществуващи водноелектрически централи, като повечето от тях бяха едновременно модернизирани и екологично обновени. Собствениците на

МХЦ получили до 25% от инвестицията за техническо модернизиране и екологично обновяване, в максимална сума до 50 000 евро. Общите средства възлизат на 4,8 милиона евро. Общите инвестиции, произлизащи от тази инициатива, възлизат на 7,7 пъти по-голяма сума, т.е. 37,3 милиона евро. Разширяването на капацитета води до допълнително производство от 80 GWh, което покрива нуждите от електроенергия за около 20 000 домакинства. Ползата за околната среда също е значителна. От 2012 г. съществува национална програма за инвестиционно финансиране за модернизиране на съществуващи и нови съоръжения. Държавният бюджет възлиза на 33 милиона евро годишно, половината от които са за малки централи (до 30% от инвестициите). Като алтернатива, собствениците на инсталации могат да кандидатстват за гарантирани преференциални тарифи (за период от 13 години). Който кандидатства за лиценз, трябва да осигури оттока на реката и да спазва екологичните изисквания. Националната програма е придружена от програма за инвестиционно финансиране от Горна Австрия за централи, по-малки от 1 MW, но при условие, че водноелектрическите централи отговарят на строги екологични изисквания (допълнително финансиране до 25% от инвестицията и максимум €50 000). В Горна Австрия програмата за финансиране трябва да доведе до модернизиране и екологично възстановяване на повече от 100 централи и увеличаване на производството на водноелектрическа енергия с около 150 GWh. Целта на тези мерки, предписани от държавата, е да се спазват и подобрят мерките за опазване на околната среда в процеса на използване на водата за енергийни цели, с помощта на стимули, които ще бъдат постигнати чрез улесняващи фискални мерки, финансова помощ, както и строго прилагане на наказателни мерки за неспазване на нормативната уредба в областта на опазване на околната среда при едновременното използване на водите за енергийни цели. Добър и ефективен пример от практиката, който показва, че може да се постигне устойчиво използване на водата за ВЕИ.



*Пример за акумулационна МХЦ с каскаден рибен канал*

### **13. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Енергията е от решаващо значение, както за глобалното развитие, така и за всеки отделен индивид и осигуряването на стабилни доставки е от приоритетно значение.

Използването на възобновяеми енергийни източници дава изключителна възможност за решаване на енергийната сигурност на държавата и нейните граждани със сравнително малки инвестиции.

#### 10 най-важни предимства на ВЕИ са:

- 1) Намира се навсякъде
- 2) Лесна е за използване и е подходяща както за малки, така и за големи потребители
- 3) Стимулира местната икономика
- 4) Намалява зависимостта от внос на енергия и геополитически влияния
- 5) Ниски експлоатационни разходи
- 6) Изградените мощности могат лесно да се разширяват.
- 7) Не замърсяват околната среда.
- 8) Те са безопасни
- 9) Вече не са толкова скъпи
- 10) Позволяват повишаване на стандарта на живот.

#### 5 най-големи предизвикателства при използването на ВЕИ са:

- 1) Няма я постоянно
- 2) По-големи начални разходи
- 3) Липса на достатъчно инфраструктура
- 4) Липса на знания и практика
- 5) Съхраняването на енергията

Това ръководство има за цел да обясни естеството и използването на хидроенергията, да предложи практически решения, заедно с всички предизвикателства, които могат да възникнат по пътя.

#### **Предимства на водноелектрическите централи:**

- Не се използва гориво, така че замърсяването е минимално;
- Водата за стартиране на водноелектрически централи се предоставя от природата безплатно;
- Водноелектрическите централи играят основна роля за намаляване на емисиите на парникови газове;
- Относително ниски разходи за експлоатация и поддръжка;
- Технологията е надеждна и доказана;
- Възобновяем източник на енергия – водата циркулира в природата независимо от нас и ресурсът непрекъснато се обновява.

### **Водноелектрическите централи не са перфектни и имат някои недостатъци:**

- Относително високи инвестиционни разходи
- Зависят от валежите и климатичните условия
- В случай на големи натрупвания, те могат да причинят наводняване на земя и местообитания на диви животни
- Възможно е миграционните потоци на риба да бъдат прекъснати и по този начин местообитанията на рибите да бъдат загубени или променени
- В някои случаи качеството на водата, използвана за енергийни цели, се променя, особено когато става въпрос за натрупване или намаляване на водните потоци през речните корита.
- Когато става въпрос за големи водноелектрически централи, по правило местното население се изселва, което създава допълнителни разходи и социално напрежение.

Въпреки това, имайки предвид всичко изложено по-горе и особено факта, че енергията ще бъде все по-необходима за по-нататъшното развитие и оцеляване на човешкото общество, инвестициите в този сектор, особено във ВЕИ, са напълно оправдани, тъй като решават проблемите на енергоснабдяването, на от една страна, а от друга по начин, който е най-малко агресивен към околната среда, ако се спазват правилата и разпоредбите за устойчиво използване на водните ресурси.

### **14. ЗА ПРОЕКТА**

Име на проекта	Възобновяема енергия за интелигентен растеж и защитена околна среда
Водещ партньор	Видинска търговско-промишлена палата
Партньор	РАРИС – Агенция за регионално развитие на източна Сърбия
Приоритетна ОС	Околна среда
Цели на проекта	Основната цел на проекта е да увеличи капацитета и да повиши осведомеността по въпроси свързани с околната среда, като възобновяемите енергийни източници и енергийната ефективност за целевите групи: МСП, местните власти, екологични организации и институции, широката общественост.





Площад Ослободжена бб  
19000 Зайчар, Сърбия  
тел. +381 (0)19 426 376  
факс: +381 (0)19 426 377

[office@raris.org](mailto:office@raris.org)  
[www.raris.org](http://www.raris.org)



3700 Видин, България  
ул. "Цар Александър II" 19-21

[office@vdcci.bg](mailto:office@vdcci.bg)  
[www.vdcci.bg/bg/](http://www.vdcci.bg/bg/)



Проектът е съфинансиран от Европейския съюз чрез  
Програмата за трансгранично сътрудничество  
Interreg-ИПП България-Сърбия 2014 — 2020 г