

**Видове възобновяеми източници на енергия, възобновяеми източници съчетаващи водоснабдяване и производство на енергия, приложими в България**

**1. Състояние на сектор ВиК**

Основната използвана енергия във ВиК сектора е електроенергията. В доклада от 02 декември 2020 г. за състоянието на сектора, изготвен от КЕВР, за 2019 г. данните са следните:

Потребената електрическа енергия в сектор ВиК през 2018 г.

	Ед. мярка	<b>Общо</b>	Високо напрежение	Средно напрежение	Ниско напрежение
Доставяне на вода на потребителите	МВтч	<b>480 485</b>	35	227 654	252 796
Доставяне на вода на друг ВиК оператор	МВтч	<b>3 789</b>	0	3 310	479
Доставяне на вода за непитейни нужди	МВтч	<b>526</b>	2	13	511
Отвеждане на отпадъчни води	МВтч	<b>14 298</b>	48	7 625	6 625
Пречистване на отпадъчни води	МВтч	<b>113 902</b>	22 286	85 220	6 395
<b>Общо</b>	<b>МВтч</b>	<b>613 000</b>	<b>22 372</b>	<b>323 822</b>	<b>266 806</b>

\*КЕВР – Годишен доклад за 2019 г.

От тази консумация 594 387 МВт.ч са за технологични нужди или 97% от използваната енергия.

Енергийна ефективност на ВиК сектора

Въз основа на данните се изчисляват следните нива на показателите за качество:

Описание на параметъра	Общо за ВиК сектора	Общо за големите ВиК оператори	Общо за средните ВиК оператори	Общо за малките ВиК оператори	Общо за микро ВиК оператори	Дългосрочно ниво
ПК11а: Енергийна ефективност за дейността по доставяне на вода на потребителите (кВтч/м <sup>3</sup> )	0,56	0,47	0,74	0,35	0,06	0,45
ПК11б: Енергийна ефективност за дейността по пречистване на отпадъчни води (кВтч/м <sup>3</sup> )	0,24	0,24	0,23	0,36	-	0,25

Видно е, че контролираният параметър за енергийна ефективност в сектора, е постигнат в пречистването на отпадните води за 2019 г. В доставките на вода обаче има потенциал за повишаване на енергийната ефективност, като за средните ВиК оператори този показател е много над целевия.

Ниската енергийна ефективност и използването на електроенергия отваря широки възможности за ВиК операторите за икономически изгодното използване на възобновяеми източници и осигуряване на устойчиво развитие на дружествата.

## 2. Възобновяеми източници

Определение

**"Енергия от възобновяеми източници"** е енергията от възобновяеми неизкопаеми източници: **вятърна, слънчева енергия**, енергия, съхранявана под формата на топлина в атмосферния въздух - аеротермална енергия, енергия, съхранявана под формата на топлина под повърхността на твърдата почва - геотермална енергия, енергия, съхранявана под формата на топлина в повърхностните води - хидротермална енергия, океанска енергия, **водоелектрическа енергия**, биомаса, газ от възобновяеми източници, сметищен газ и **газ от пречиствателни инсталации за отпадни води**.

Какво имат ВиК операторите и кое е най-достъпно за тях. От вече утвърдените технологии за производство на електроенергия, които са и пазарно най-разпространени и достъпни, това са фотоволтаиката, вятърните турбини и естествено една от най-старите, усвоени от човека – хидроенергията.

ЦПО към БАВ е разработил през 2018 г. курс за обучение по енергийна ефективност на специалистите от ВиК отрасъла и учебно помагало, което обхваща детайлно широк кръг от теми. В него е включен и подробен материал за фотоволтаиката и вятърните турбини.

Произведената електроенергия от фотоволтаични и вятърни централи вече е конкурентна на енергията от изкопаеми горива. Тя обаче някои недостатъци. Това е енергия от непостоянни източници и са необходими допълнителни инвестиции за нейното акумулиране, ако искате да разчитате на нея по всяко време. Ветровият потенциал в страната е неравномерно разпределен и технически достъпният е усвоен в голяма степен.

По отношение на хидроенергийния потенциал трябва да се има предвид, че голяма част от територията на страната попада в Натура 2000. Използването на повърхностни води (реки и водоеми) е много сериозно регулирано и процедурите за изграждане на нов обект са продължителни и сложни. Повече информация може да намерите в изготвения в рамките

на проекта преглед на регулаторната рамка на адрес:

[https://www.seea.government.bg/documents/Doklad\\_Rezultat\\_D1\\_Legislation\\_Review.pdf](https://www.seea.government.bg/documents/Doklad_Rezultat_D1_Legislation_Review.pdf)

Въпреки изброените по-горе недостатъци, електричеството произведено от хидроенергия има няколко предимства пред повечето други източници

- ✓ включително високо ниво на надеждност, доказана технология
- ✓ висока ефективност (около 90% ефективност),
- ✓ много ниски разходи за експлоатация и поддръжка
- ✓ гъвкавост и голям капацитет за съхранение – там, където има условия
- ✓ хидроенергийните системи могат да помогнат за стабилизиране на колебанията между търсенето и предлагането, като поддържат променливостта на други възобновяеми енергийни източници като вятърна енергия и фотоволтаично електричество

В нашите нормативи е прието, че централите с инсталирана мощност над 10 MW са големи, а останалите малки. Няма международно приета класификация, но е популярно и разделянето на „малките“ мощности на „мини“ (до 1 MW), „микро“ (до 100 kW) и „пико“ (до 5 kW).

Малките системи имат потенциала за интеграция в градски и сграден мащаб, като се използват вече изградени гравитачни и напорни тръбопроводи за пренос и разпределение, както и за отпадъчни води и други тръбопроводни системи. Тези системи могат да бъдат разположени в градски системи за водоснабдяване или отпадъчни води, промишлени водни системи или напоителни системи.

### 3. Сравнение между вътрешнотръбна хидросистема, фотоволтаична и вертикални вятърни системи при една и съща изходна мощност<sup>1</sup>

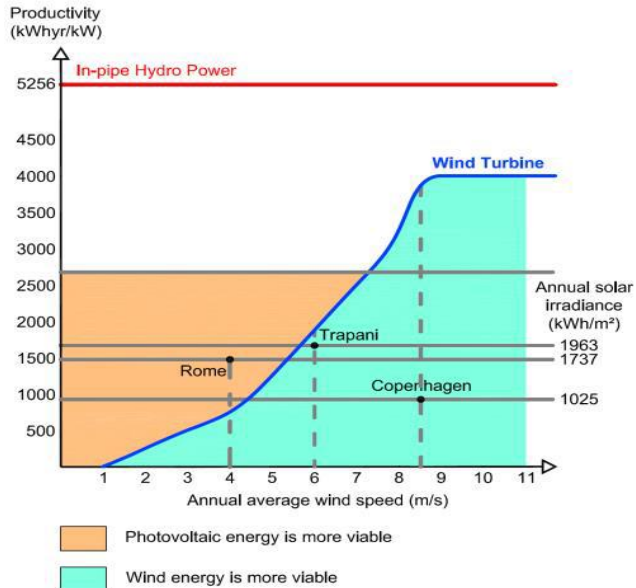
Данните са публикувани в International Journal of Smart Grid and Clean Energy и достъпни в интернет.

Сравняваните системи са

Система	Съотношение на единица мощност	Площ или площ / инсталирана	Брой елементи за една и съща изходна мощност	Обща площ, необходима за осигуряване на една и съща изходна мощност
Lucidpipe Power systems (600 mm)	14 kW	10 m <sup>2</sup>	1 турбина	10 m <sup>2</sup>
UGE 4k	4 kW	25 m <sup>2</sup> /kW	4 турбини	400 m <sup>2</sup>
Schott Solar Perform Mono 250	250 W	7 m <sup>2</sup> /kW	56 панела	98 m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Марко Казини\*, Катедра по планиране, проектиране и технология на архитектурата (PDТА), Университет Сапиенца в Рим, Via Flaminia 72, 00196

Резултатите, представени в графичен вид



Закljučения:

Производителността на вътрешнотръбната хидроенергийна система е по-висока, както от тази на фотоволтаичните, така и от тази на вятърните системи при всякакви климатични условия. По-специално производството на вътрешнотръбната хидроенергийна система е:

- От 2 до 11 пъти по-висока от фотоволтаичните със средно съотношение 3-5 на географски ширини между 38 и 55 N;
- От 1 до 21 пъти по-висока от вятъра със средно съотношение 1,5-7 при средна годишна скорост на вятъра между 8,5 m/s и 4 m/s.

Разликата между трите системи е още по-очевидна, като се има предвид площта, необходима за производство на същото количество енергия годишно. Независимо от местоположението, единична хидроенергийна система монтирана в тръба от 14 kW (диаметър 600 mm) произвежда 73584 kWh годишно, заемайки малка камера с площ 10 m², докато същото количество енергия ще изисква от 650 до над 3000 m² за вятър и от около 300 до 600 m² за фотоволтаична слънчева енергия в разглежданите градове.

Видно е че балансът между различните възобновяеми енергийни източници варира значително в зависимост от различните местоположения и следователно климатичните условия. По този начин всяко приложение в реалния свят трябва да идентифицира най-жизнеспособния и продуктивен енергиен микс, като се вземат предвид разхода и налягането в тръбите, слънчевата радиация и скоростта на вятъра.

Във всички случаи, вътрешнотръбните хидроенергийните системи са недостижими от други възобновяеми енергийни източници, когато става въпрос ефективно да се използват свръхналягания, които обикновено присъстват във всички градски водопроводни мрежи.

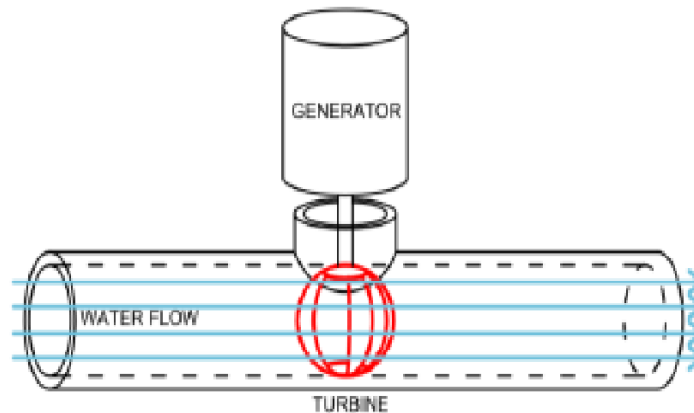
#### 4. Видове турбини за вътрешнотръбни хидроенергийни системи<sup>2</sup>

Вътрешнотръбни хидроенергийни системи могат да бъдат разделени на два основни типа:

- Вътрешни системи, където роторът е изцяло вътре в тръбната секция и само генераторът излиза от тръбата;
- Външни системи, където роторът е разположен в отделен канал, който заобикаля основния.

##### 1.1. Вътрешни системи

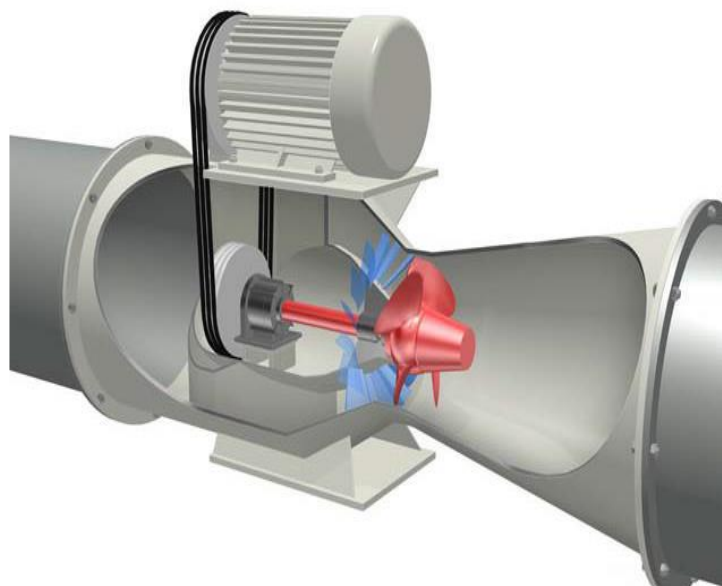
Вътрешните системи (Фиг. 1) имат предимството от по-компактния размер, което ги прави по-подходящи, но не ограничени, за по-малки приложения. Изходната мощност варира от 5-10 вата, достатъчни за захранване на системи за автоматично измерване или наблюдение на параметрите на водата, до 100 kW за по-енергоемки приложения.



Фиг. 1. Вътрешни системи.

---

<sup>2</sup> Материалите са от публикация на Марко Казини, Катедра по планиране, проектиране и технология на архитектурата (PDТА), Университет Сапиенца в Рим, Via Flaminia 72, 00196



*Фиг. 2. Фуджи микроводна турбина, реализирана в тръба.*

Вътрешните системи се основават на традиционни работни колела (Hydro-spin), тръбни турбини като Micro Tubular Water Turbine (Фиг. 2) и Linerpower, или по-иновативни дизайни като Архимедови спирали (Hydro-coil, Фиг. 3), всички с хоризонтална ос, успоредна на водния поток. Генераторите на енергийната система Lucidpipe (Фиг. 4) използват турбина с вертикална ос с дизайн на Горлов, което позволява по-опростен дизайн, тъй като валът на турбината е на една ос с генератора.



*Фиг. 3. Hydro-Coil 600.*

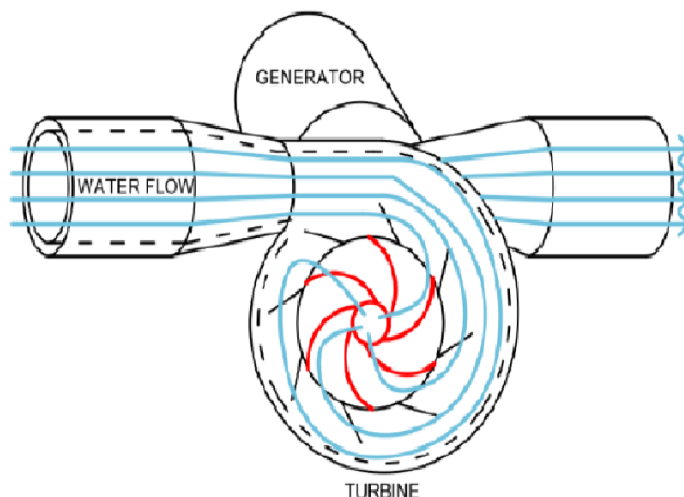


Фиг. 4. Енергийна система на Lucidpipe.

Тези продукти се предлагат в различни размери за различни приложения: Hydro spin може да се монтира в тръби с диаметър по-малък от 80 mm, докато Hydro-coil се предлага за монтаж в диаметри 150 и 300 mm, а Lucidpipe обхваща диапазона от 600 до 1500 mm, като са най-подходящи за широкомащабни приложения като градски водоснабдителни и канализационни системи или земеделски райони. Вътретръбната микро водна турбина на Fuji Electric Systems свива традиционната конструкция на крушовидния генератора до диаметър 290, 500 и 760 mm, за мощност от 3 до 250 kW и възможност за управление на дебита с подвижни лостови лопатки. Linerpower, разработена от Kubota Corporation, също използва тръбна конструкция, монтираща генератора в **крушовидна капсула**, правейки турбинния възел малко по-голям съответно подходящ за тръбопроводи от 250 mm и постигайки мощност в диапазона 3-90 kW.

## 1.2. Външни системи

Външните системи (Фиг. 5) не зависят толкова строго от размера на тръбата, тъй като роторът(работното колело) е затворен в специален тръбопровод и позволява още по-голяма гъвкавост. Основният им недостатък е необходимостта от по-големи камери, за да се разположат турбината и генераторния агрегат, което ги прави по-малко подходящи за модернизация на съществуващите водни инфраструктури.



Фиг. 5. Външни системи

Повечето продукти, предлагани на пазара, като Rentricity Flow to Wire (Фиг. 6) или Sustainable Energy and Monitoring Systems (SEMS), Leviathan Benkatina (фиг. 7) или Hitachi Energy Recovery System, използват турбини на Francis с номинална мощност, която преминава от 3-10 kW (Benkatina OG2, Hitachi ERS) до 5-30 kW (Rentricity SEMS) за по-малки приложения, докато широкомащабните приложения (30-350 kW) са покрити от Rentricity Flow to Wire Systems. Тези системи обикновено се персонализират, за да отговарят на съществуващия размер на тръбата, докато турбината и генераторът се избират въз основа на наличния воден поток и напора.



Фиг. 6. Rentricity flow-to-wire system.





Фиг. 7. Leviathan benkatina OG2.

## 5. Примери за реализирани проекти от Норвегия

## 6. Опит на Норвегия, който да се има предвид

### NVE

#### Възможности и ползи от проучване на ВиК сектора в Норвегия.

- ✓ Може да се използва водния пад между главния резервоар и приемния резервоар
- ✓ Може да се използва водния пад между приемния резервоар и резервоара за пречистване на вода/резервоара за ежедневно разпределение
- ✓ Възможности за генериране на хидроенергия в съществуващата тръбна система чрез подмяна на клапани за намаляване на налягането
- ✓ Икономичността на системите може да бъде сравнена с  $\frac{1}{2}$  вятърна енергия и само  $\frac{1}{5}$  от разходите за слънчева енергия в Норвегия

#### Възможни проблеми

- ✓ Преминването от система за водоснабдяване към комбинирана система за водоснабдяване и хидро генериране на енергия ще доведе до нови изисквания за

безопасност на тръбите . Регламентът за безопасност на стените на резервоарите е същият

- ✓ Хидрогенерирането не е било на дневен ред, когато са били планирани водоснабдителните системи. Много добри възможности за комбиниране се губят след фазата на проектиране.

## **Опита на NORDICA от конкретни проекти.**

Съображения и проблеми от реални проекти:

### **Механични:**

Байпасна линия = основна линия: Байпасната линия се нуждае от предпазен клапан с достатъчен капацитет

Пелтон: Предпочитан тип, ако е възможно. Лесно управляемо от 5%-100% от максималния поток

Франсис: Лесно управляемо от 30% -100% от потока, но често твърде скъпо в сравнение с ползите от приложенията за водоснабдяване

Опростена турбина на Франсис само с постоянен работен поток, без система за регулиране на потока на отклонението. Следователно, ако дебитът е различен, трябва да има байпас за отклоняване на водата, която е над или под тази точка или много, старт / стоп операции «Умни» турбинни решения и прототипи: Не са известни добри практики. Придържайте се към доказани технологии!

Извършете хидравлични анализи, за да установите оптималният момент на изключване , с цел да се сведете до минимум покачването на налягането и превишаване на скоростта на въртене на генератора.

## **Строителни дейности при изграждане на тръбопроводи**

Напорен тръбопровод

Стабилност на стръмен наклон

Устойчивост на огъване

Опора

Водоснабдителните линии с високо налягане в стръмен терен са специалитет на хидроенергетиката, тази технология се използва по-малко във водоснабдителните и канализационни системи.

## **Електричество**

Електрическо захранване за собствени нужди на водоснабдителната централа? В Норвегия трябва да бъдат наети квалифицирани професионалисти за работа с високо напрежение на електричеството.

Ако използването на произведената енергия не се предвижда на място, е изгодно да се продаде на електроенергийният пазар.

Поради тази причина генераторният трансформатор и трансформаторът на станцията, както и цялото високоволтово оборудване обикновено се управляват от собственика на мрежата срещу тарифа плащана от централата (такса).

### **Инженерни проблеми и проблеми с качеството на водата**

Фундаментът на напорният тръбопровод на входна стена трябва да бъде проектиран да издържа на пълната хидравлична сила на водата.

Водата трябва да се транспортира обратно до противоположния край на издигнатия резервоар, за да се осигури добро смесване и да се избегне повишаване на солеността на вода (през 500 м дълга РЕ тръба).

Превишаванията на налягането трябва да се поддържат много ниски, по-ниски от проектните граници, за да се избегне отделянето на мангановите отлагания от стената на тръбата

### **Защо не се случват проектите?**

В някои общини са извършени предварителни проучвания за възможността за разполагане на хидроенергийни блокове във водоснабдителната система. Дори когато нетната сегашна стойност NPV (Net present value) е положителна при анализа на разходите и ползите, някои от проектите не са реализирани.

Някои теории за причините:

Лош опит с подобни проекти?

Зает персонал, страх от още повече обекти за поддръжка?

Няма стремеж / култура за екологични решения в организацията?

Не е достатъчно печеливш?

### **Поуки. Напътствия за успешни проекти**

Положителен фокус върху устойчивите енергийни решения в организацията и желание да се плати повече, за да се постигне това. Приемане, тъй като проектът е интензивен, поради критичността, необходимостта от стабилност и резервиране и доброто планиране на операциите за свеждане до минимум на влошаването и спирането на водоснабдяването

Персоналът за управление и поддръжка често е силно натоварен, поради което новите активи не трябва да изискват повече ресурси. → Безпроблемни решения и доказана технология на турбините и клапаните!

Лошият опит с турбините често причинява негативно отношение към хидроенергията във водоснабдяването

Когато положите допълнителните усилия в инженеринга, като осигурите стабилен функционален план и турбинна технология, централата може да генерира стабилен доход и зелено електричество за бъдещите поколения!

Хидроенергията във водоснабдяването представлява положителна мярка за намаляване на шум и вибрации, тъй като турбините генерират по-малко шум и вибрации, отколкото дроселиращите / разсейващи енергията клапани.

Електроснабдяването за собствени нужди изисква квалифицирани, професионалисти за работа с високо напрежение. Ако не се реализира на място, продавайте електричеството директно на пазара на електроенергия

Иновация – контравъртящи турбини на фирма HYWER Норвегия.

