



Федерация на научно-техническите съюзи в България



Научно-технически съюз по минно дело, геология и металургия

Национална научно-техническа конференция

ИНОВАЦИИ. ЗЕЛЕНА СДЕЛКА. КРЪГОВА ИКОНОМИКА



Създаване на хибридни системи, базирани
на различни комбинации от възобновяеми
енергийни източници

Национален дом на науката и техниката, гр. София

ул. Г. С. Раковски № 108, етаж II, зала №3

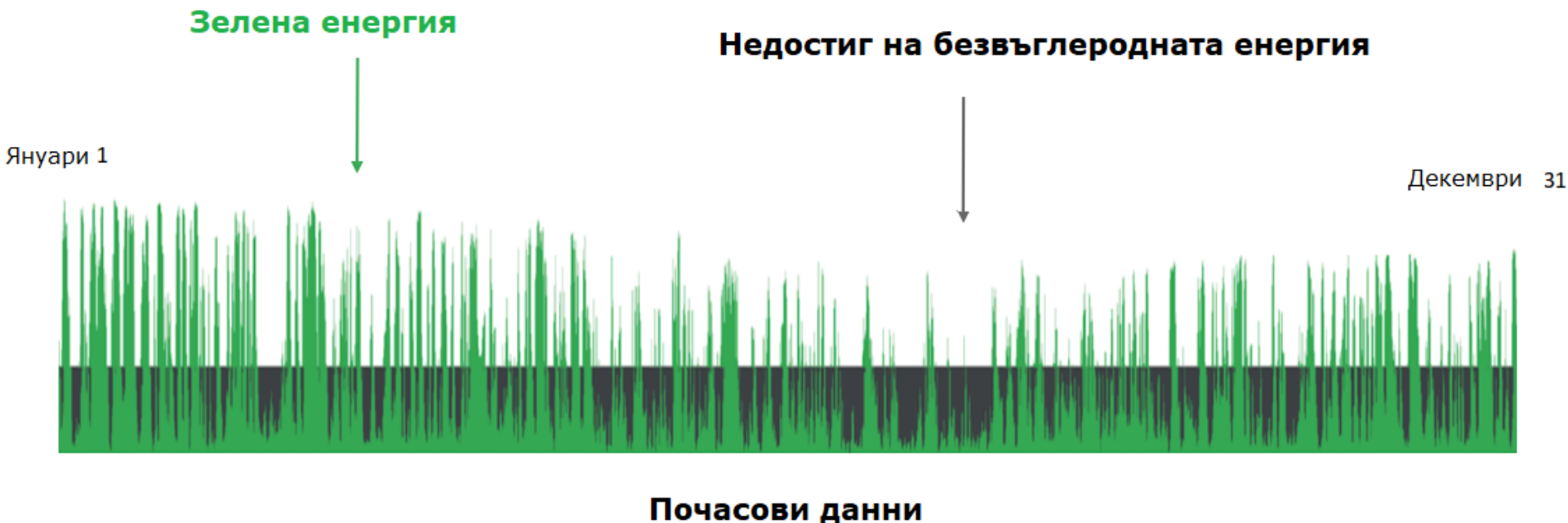
16 юни 2022 г., 10.00 ч.

инж. Димитър Куюмджиев - БЕМФ

Създаване на хибридни системи

100% ВЕИ не решава фундаментално проблема за енергийна сигурност и независимост.

- *Поради променливостта, свързана с възобновяемите енергийни източници, ние все още разчитаме в голяма степен на въглища и газ от мрежата по време на периоди на слаб вятър или липса на слънчева енергия.*



Създаване на хибридни системи

Пример за добра практика на нидерландската фирма ELESTOR – обявена за една от 10-те най-иновативни компании в Нидерландия чрез конкурс, в който са участвали 600 фирми, носителка на награда за иновации по инициатива на Амстердамския център за бизнес иновации към Университета в Амстердам.

Слънцето и вятърът са достатъчно мощни, както и технологиите за събиране на енергията им. Всичко, от което се нуждаем, е евтино съхранение на електроенергия. Революционната проточна батерия на Elestor съхранява електричество на малка част от цената на традиционните батерии, безопасно и с дълъг живот. Elestor създаде технологията за 100% чисто електроснабдяване.

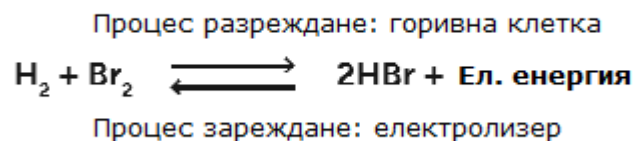
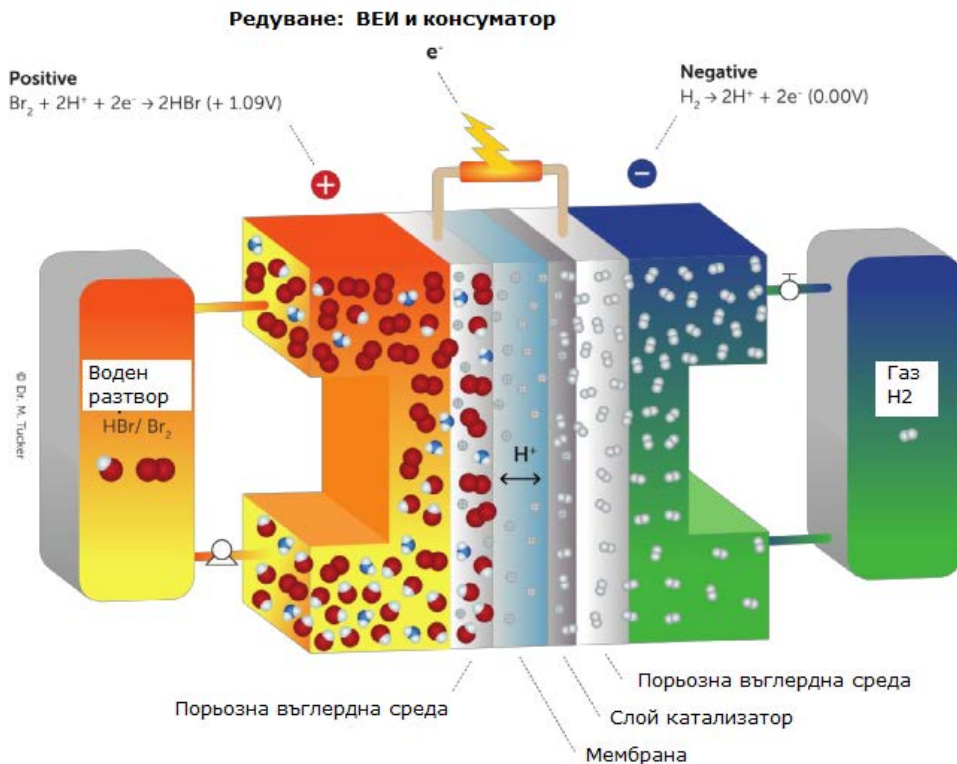
Система за съхранение на електроенергия при конкурентно ниво на разходите:

Базирана на:

- Поточна батерийна технология;
- Активни материали: водород и бром - $\text{H}_2 + \text{Br}_2$
- Силно мащабируеми благодарение на модулния дизайн;
- Типични приложения: PV полета, вятърни турбини;
- Патентовано в цял свят.

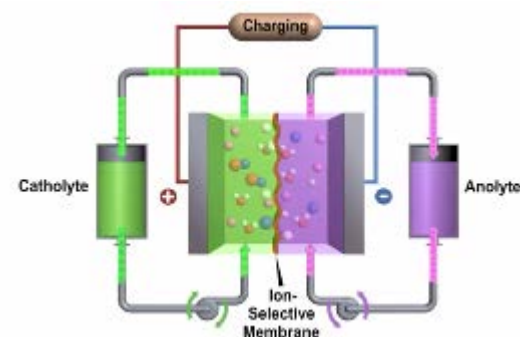
Поточна батерийна технология

Технология Elestor: Комбиниран електролизер и горивна клетка



1. Повърхността на мембраната $\equiv$ Мощност – MW
2. Обемът на активния материал $\equiv$ Отдадена енергия – MWh

На практика всяка комбинация 1-2 е възможна
Мощността и капацитетът не са свързани



Изравнена цена на
съхранение (LCoS),
получена за период от
време – 10-20 години:
< 50 Euros/за MWh

Достойнства на иновация

100% обратима химическа реакция;

- Химикалите се използват, а не се консумират;
- Не е необходимо презареждане през целия живот;
- Незначителна загуба на капацитет през целия живот.

Поточна батерийна технология



ОБЩ ВИД НА ХИБРИДНАТА СИСТЕМА

Хибридна система слънце – сгъстен въздух-вода

Технология AirBattery

Добра практика от Израел: съвместен проект на израелската фирма Augwind и френската EDF и включва 20 MWh система за съхранение на сгъстен въздух и 5 MW фотосоларна мрежа.

Технологията достига 75-81% ефективност за системи с капацитет най-малко 5 MW. Това е по-малко от съхранението на литиево-йонни батерии, но системите със сгъстен въздух не се разграждат и следователно се възползват от ефективно неограничен брой цикли.

AirBattery работи, като използва възобновяема електрическа енергия за компресиране на въздух до седем бара налягане в подземни резервоари за съхранение. В отделен резервоар се съхранява вода за охлаждане на компресорите и сгъстения въздух. Въздухът може да бъде освободен, когато е необходимо, изтласквайки водата към хидро турбина, за да генерира електричество.

Очакваната цена на електроенергията е от \$0,05/kWh

Екологичен ефект - за сравнение с литиево-йонните батерии, при технологията AirBattery липсва очевидния недостатък, с подмяна и надграждане за нова система за съхранение на всеки няколко години или цикли. Не съдържат химически компоненти, някои от които не подлежат на рециклиране. Налице са само 2 компонента – въздух и вода.

Хибридна система: слънце – сгъстен въздух - вода

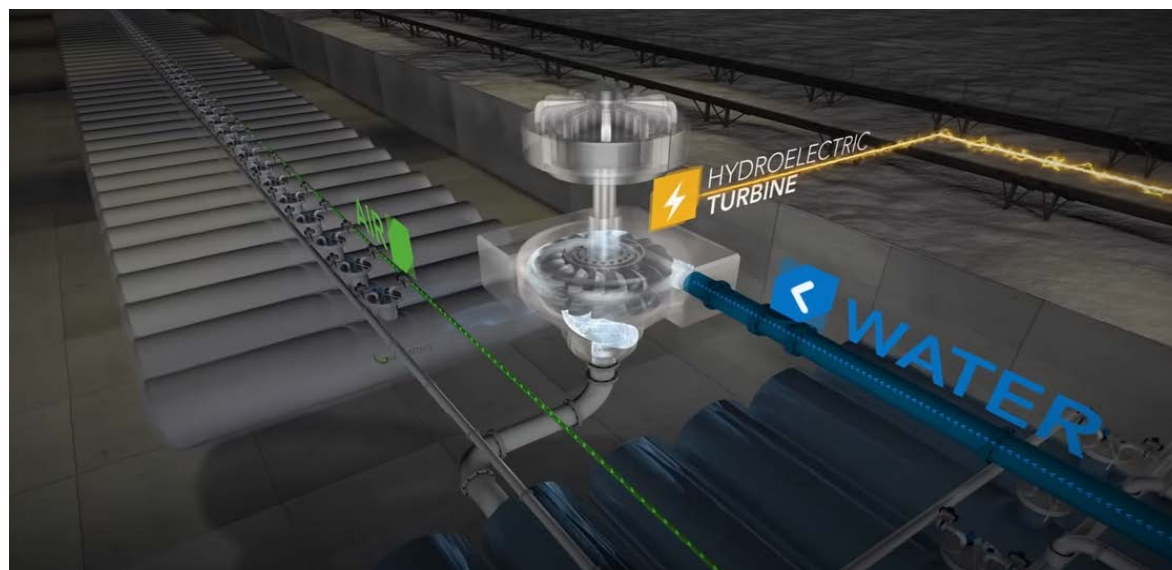
Технология AirBattery



Фотоволтаичните панели и компресорната станция



Водния резервоар



Системата цистерни със сгъстен въздух и изтласкването на вода към турбината

Хибридна система: слънце – супермаховик



Маховикът е с диаметър 1 метър, тежи 3 тона и може да се постави в градината на частна къща. 10 м² фотоволтаични панели, комбинирани с 10 kWh супермаховик съхраняват електроенергия за 1 час. Капацитетът на системата трябва да се увеличи първоначално до 20 kWh, а след това до 50 kWh, за да достигне 24 часа съхранение.

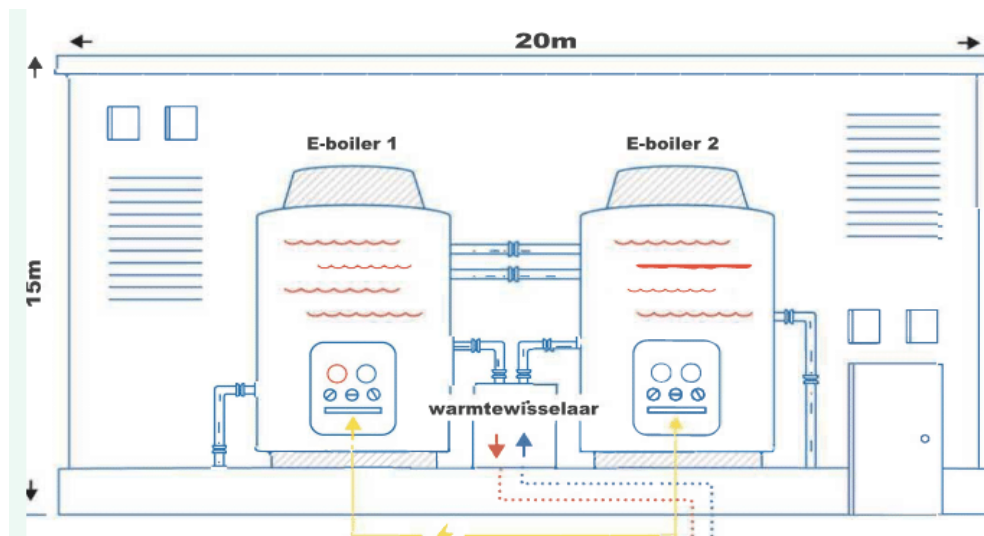
Френската компания Energiestro е разработила бетонен супермаховик за съхранение на енергия, произведена от ФЕЦ. Системата вече е тествана във Франция.

Предложеното решение се състои от плътен бетонен цилиндър, с кухина около оста на въртене, който се върти около нея и е свързан към електрически двигател и генератор. Когато има излишък от електроенергия, произведена от ФЕЦ, двигателят задвижва маховика, който ускорява с висока скорост и натрупва кинетична енергия. При недостиг на електроенергия от ФЕЦ, двигателят работи като спирачка, а генераторът отдава електроенергия към мрежата на дома.

Към днешна дата, повечето от маховиците, използвани за този вид съхранение, са направени от стомана. Но стоманените маховици имат ограничение: тяхната цена, докато потребителите на стационарно съхранение търсят преди всичко най-добрите разходи. Някои компании разработват въглеродни цилиндри, които са много по-леки, но отново са много скъпи - около 250 евро/kWh. Стоманените маховици струват около 200 евро/kWh, а бетонните само няколко евро.

„Особеността на патентована технология е, че бетонният цилиндър е предварително напрегнат от намотка от фибростъкло и е поместен във вакуум, за да се избегне триенето. Благодарение на това операциите по поддръжката се намаляват, тъй като механичната част е уплътнена, а смазочното масло също е във вакуумна среда, без риск от окисляване. Гаранция на маховика е 30 години, а смяна на неговия инвертор се очаква след 15 години.

Хибридна система: слънце/вятър – бойлер за отопление и БГВ



Добра практика на шведската енергийна компания Vattenfall планира да построи 150 MW електрически котел близо до Амстердам по холандската програма SDE+ за мащабни възобновяеми източници.

Когато няма достатъчно зелена енергия, газовите когенерации в гр. Димен все още са необходими за ефективно когенерационно производство на електроенергия и топлина. Размерите на котелната сграда са показани на скицата. Един Е-котел ще има диаметър приблизително 3,5 м и височина 6,5 м. В сградата ще има място за три е-бойлера.

Е-котелът се включва само ако миксът на електроенергия е устойчив, с много излишък на електроенергия от ВЕИ

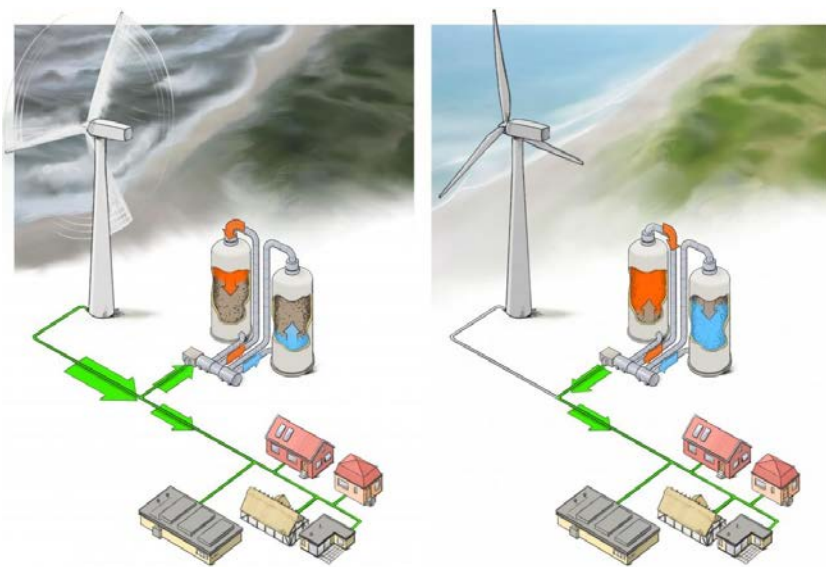
Котелът също така ще може да съхранява топлина в специален буфер, включен в неговия дизайн, който компанията описва като голяма термо колба. По този начин се предотвратява допълнителното използване на инсталациите на природен газ и следователно ненужните емисии на CO₂ и азот.

Топлинният буфер е висок 50 метра, широк 26 метра и има обем от 22 000 m³. Топла вода до 125 градуса по Целзий може да се съхранява там под налягане и след това да се използва за централно отопление.

Електрическият котел трябва да доставя приблизително 15% от топлината в района на Амстердам.

В момента в Нидерландия се правят няколко опита за свързване на излишната слънчева и вятърна енергия с приложения за отопление. Холандската асоциация на национални и регионални оператори на електроенергийни и газови мрежи, Netbeheer Nederland, ръководи план за внедряване на до 2 милиона хибридни термопомпи до 2030г.

Хибридна система: слънце/вятър – базалтови камъни



Проектът от 35 милиона DKK (4,7 милиона евро) се финансира с 21 милиона DKK (2,8 милиона евро) от Програмата за развитие и демонстрация на енергийни технологии (EUDP).

Датският университет в Орхус (AU), датската компания за възобновяема енергия Stiesdal и доставчикът на енергия Andel Holding A/S са разработили система GridScale за съхранение на електроенергия, която е в състояние да съхранява възобновяема енергия под формата на топлина в натрошени, с размер на грахово зърно базалтови камъни, които са един от най-разпространените материали в земната кора. Гамата GridScale отговаря както на продължителността от 12-18 часа, необходима за ежедневно изглаждане на ВЕИ с необходимата продължителност от 3-7 дни за покриване на пропуските в производството на слънчева и вятърна енергия по време на периоди без слънце и със слаб вятър.

Как работи GridScale?

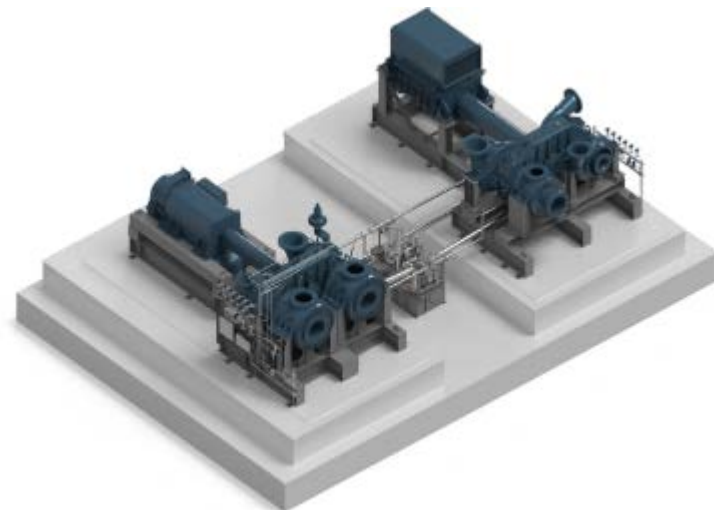
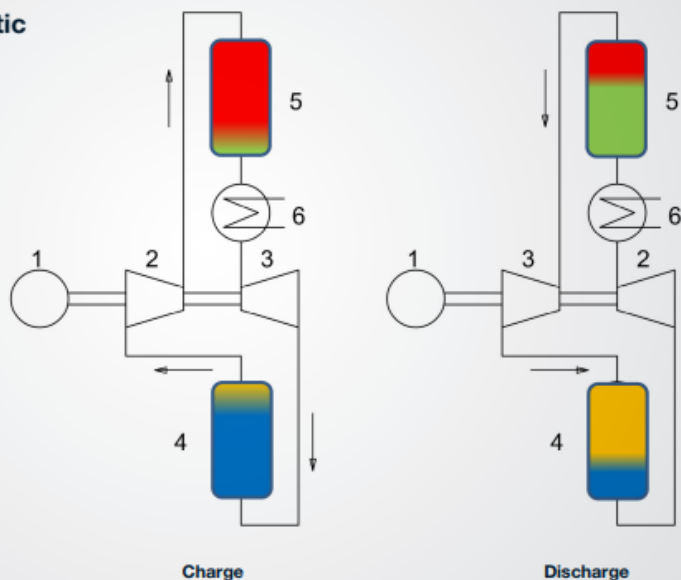
Системата GridScale работи, като преобразува излишната електроенергия в топлина при висока температура, до 600°C и съхраняване на топлината в натрошени скали. Системата за зареждане е конфигурирана като термопомпа, с компресори и турбини за изпомпване на топлинна енергия от един или повече резервоари за съхранение, пълни с хладни камъни, към съответен брой пълни резервоари за съхранение с горещи камъни. Изпускателната система е конфигурирана като газова турбина, с компресори и турбини, отделящи топлината енергия от горещите резервоари към студените резервоари.

Хибридна система: слънце/вятър – базалтови камъни

GridScale system schematic

- 1 Motor / generator
- 2 Compressor
- 3 Turbine
- 4 Cold storage tank
- 5 Hot storage tank
- 6 Cooler

- 600 deg.C
- 385 deg.C
- 75 deg.C
- 30 deg.C



Системата за зареждане-разреждане на GridScale включва една компресорно-турбинна система за зареждане и друга подобна, но различно оразмерена система за разреждане. Базирани са на добре доказан дизайн и технология от Atlas Copco.



Базов проект: Единичен енергиен блок и множество чифтове горещи и студени резервоари за съхранение.



Специфична система: Два енергийни блока и удвоен капацитет за съхранение на енергия.

Системата за зареждане е конфигурирана като термопомпа, с компресори и турбини за изпомпване на топлинна енергия от един или повече резервоари за съхранение, пълни с хладни камъни, към съответен брой пълни резервоари за съхранение с горещи камъни. Изпускателната система е конфигурирана като газова турбина, с компресори и турбини, отнемачи топлината енергия от горещите резервоари към студените резервоари.

Хибридна система: слънце – зареждаща станция – батерии – електролизер - H₂



Sirea's 'Green Station.'

Френската компания за автоматизация Sirea е инсталирала 21 kW соларен навес за собствена консумация.

За да взаимодейства със съхранението на водород и да предаде излишната фотоволтаична мощност към електролизера или да използва горивната клетка, Sirea използва собствена интелигентна система за управление, наречена SmartEMS.

Инсталацията се използва за презареждане на парка от електрически превозни средства на компанията, като допълнително е била оптимизирана чрез свързването ѝ с 40 kW рециклирани батерии, предоставени от френската фирма Phenix. Тази технология за съхранение позволява на компанията да разчита на краткосрочно съхранение за бързо презареждане на своите електрически превозни средства, без да увеличава дела на енергията, взета от електрическата мрежа. Тази конфигурация на системата сега е допълнително модифицирана от Sirea с добавяне на дългосрочно и междусезонно съхранение на водород. Фирмата е интегрирала 430 W електролизер за преобразуване на излишната енергия от фотоволтаиците във водород. Може да се съхранява до 80 kWh електрическа енергия във водород при 10 бара. Така че, в дните на ниско производство на слънчева енергия, горивната клетка на системата ще консумира водорода, за да осигури електричеството, необходимо за сградата и превозните средства.

Хибридна система: фотоволтаична система – бойлер за БГВ - батерии



Общ изглед на инсталацията за БГВ и отделно на слънчевия конектор

Капацитетът за съхранение на топлина на системата варира от 5,9 kWh до 7,2 kWh, като всички устройства разчитат на два постояннотокови нагревателя със защита степен IP22. и мощност от 1300 W.

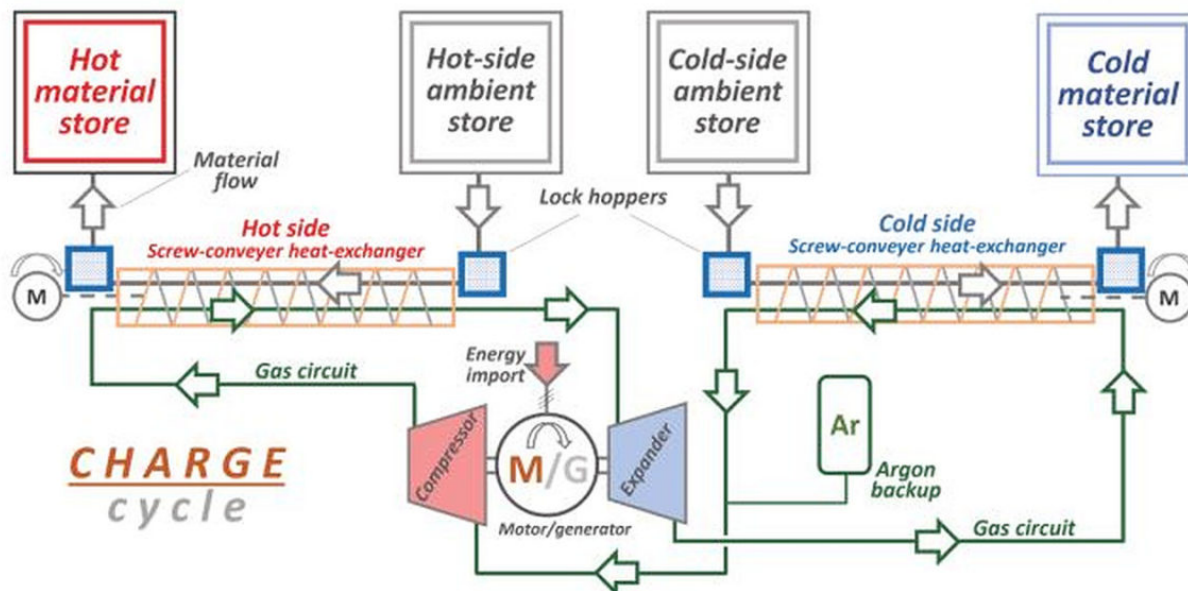
Белгийската специализирана фирма по отопление Wanit е разработил PV бойлер, който трайно намалява разходите на електроенергия за битова гореща вода с 85%.

Решението за PV бойлер включва основен двоен резервоар (ел.котел + буферен съд) и соларен конектор, който свързва резервоара с фотоволтаична система на покрива и Li-Ion батерия.

Според потреблението на мощност от бойлера, конекторът преобразува електричеството в правилното напрежение без загуба и го предава към котела или батериите. Бойлерът може да се монтира вертикално или хоризонтално и се предлага в четири версии: 65 или 80-литрови бойлери за приложения извън мрежата, същия капацитет, но с нагреватели за възможност за превключване към мрежата.

За SolarConnector, 80-литровия хибриден бойлер и четири фотоволтаични панела, цената е около 4000 евро (4230 долара), включително разходите за монтаж.

Хибридна система: Brayton помпена термична технология за съхранение на възобновяеми източници



Базираната в Обединеното кралство фирма Synchrostor е разработила нова система за съхранение на топлинна енергия.

Мощността и дълбочината на съхранение са модулни и независими една от друга, което позволява на системите да бъдат оразмерени според нуждите.

Системата е напълно обратима за 30ms и има ефективност от около 70%. Основава се на многоцилиндрова „компресор-разширител“ машина с високо налягане и работен обем. По време на цикъла на зареждане повечето от цилиндрите работят като аргонови компресори при пиково налягане от 200 бара и в цикъла на разреждане те действат като разширители, като връщат енергията на налягането обратно в енергията на вала.

Хибридна система: Brayton помпена термична технология за съхранение на възобновяеми източници

Принцип на работа

В цикъла на зареждане системата използва електричество за захранване на компресора, повишавайки налягането и температурата на газ аргон. Материалът от "околния" силос на гореща страна непрекъснато се придвижва чрез заключващ бункер във и през топлообменника с винтов конвейер под налягане, гореща страна. Аргонът протича през междинните пространства между материала, в посока, обратна на движението на материала, като материалът става все по-горещ, а газът става все по-охладен. След това топлосъхраняващият материал излиза от топлообменника, разхерметизира се от втори заключващ бункер и се изпраща към силоса за съхранение на горещата страна. Газът, вече при температура на околната среда, напуска топлообменника от горещата страна и влиза в разширителя, където спада налягането и температурата, като възстановената механична енергия компенсира част от енергията, използвана от компресора.

В същото време, втори поток от материал се движи, чрез заключващ бункер, от околния силос на студената страна през втори подобен топлообменник, като студеният газ от изхода на разширителя тече в обратна посока. Много студеният материал напуска топлообменника, разхерметизира се от заключващ бункер и се изпраща в студения силос. „Газът, излизащ от топлообменника на студената страна, се връща към компресора и цикълът се повтаря, докато не се изчерпи захранването с материал от околните складове или се получи команда за промяна на режима на работа на инсталацията.

В цикъла на разреждане всичко се обръща. Газът и материалните потоци се разменят в посока, компресорът става разширител, разширителят става компресор, а електрическият двигател става генератор.

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!

ИНЖ. Димитър Куюмджиев
Енергиен експерт