



**БЪЛГАРСКИ ЕНЕРГИЕН И МИНЕН ФОРУМ**  
**BULGARIAN ENERGY & MINING FORUM**

1000 Sofia, 4, Trapezitsa str., E-mail: [office@bulenergo.com](mailto:office@bulenergo.com), web site : [www.bulenergyforum.org](http://www.bulenergyforum.org)

**НАЦИОНАЛНА ЕНЕРГИЙНА КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**С БОРСА НА ВЕИ-ПРОЕКТИ**

**„ВЕИ и енергийна сигурност: предимства срещу рискове“**

**БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX  
FLOW) БАТЕРИИ**

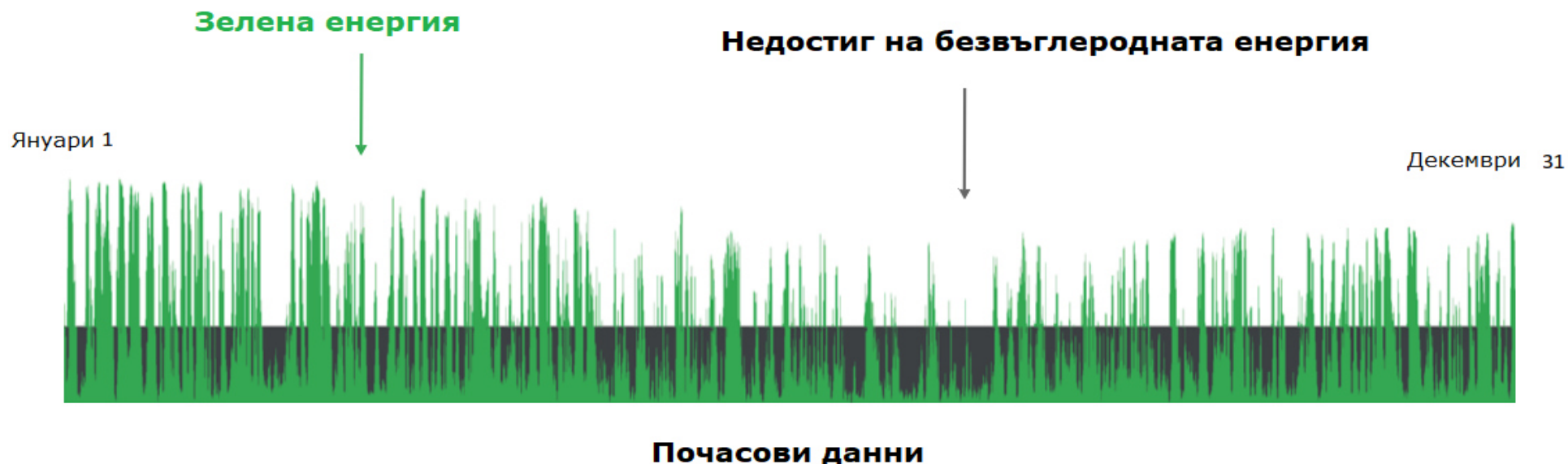
**13 октомври 2023,**  
**София, бул. Г. М. Димитров 59, NV Tower**

инж. Димитър Куюмджиев - БЕМФ

## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

### 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 въглищни ТЕЦ и АЕЦ от мрежата по време на периоди на слаб вятър или липса на слънчева енергия.**
- **Изграждането на системи от ВЕИ + батерии за съхранение на енергия, ще превръщат комбинациите в почти изцяло автономни, особено в благоприятни в метеорологично отношение дни.**
- **Батериите могат да бъдат зареждани, когато потреблението е ниско и да се използват в пикови периоди. По този начин се постига известен баланс, но все още не значи, че устойчивостта на системата е гарантирана.**

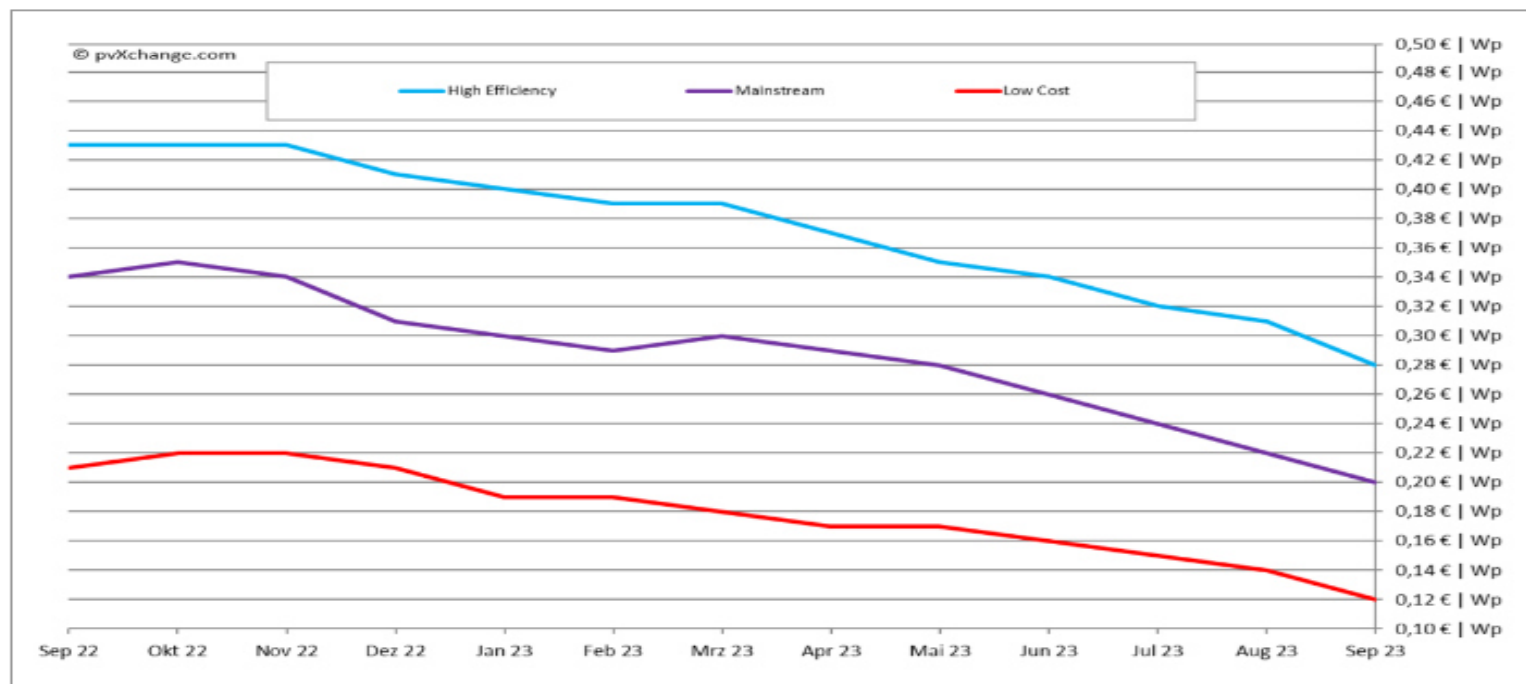


## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

- По данни на ЕСО ЕАД, съгласно обявените инвестиционни намерения, в периода 2023-2032 г. са планирани за изграждане общо 12,135 MW ВЕИ, от които 11,677 MW ФЕЦ.
- Към 2032 г. 30.04% от вътрешното потребление се очаква да се задоволява с електроенергия произведена от ВЕИ.

## Solar module price falling, with no end in sight

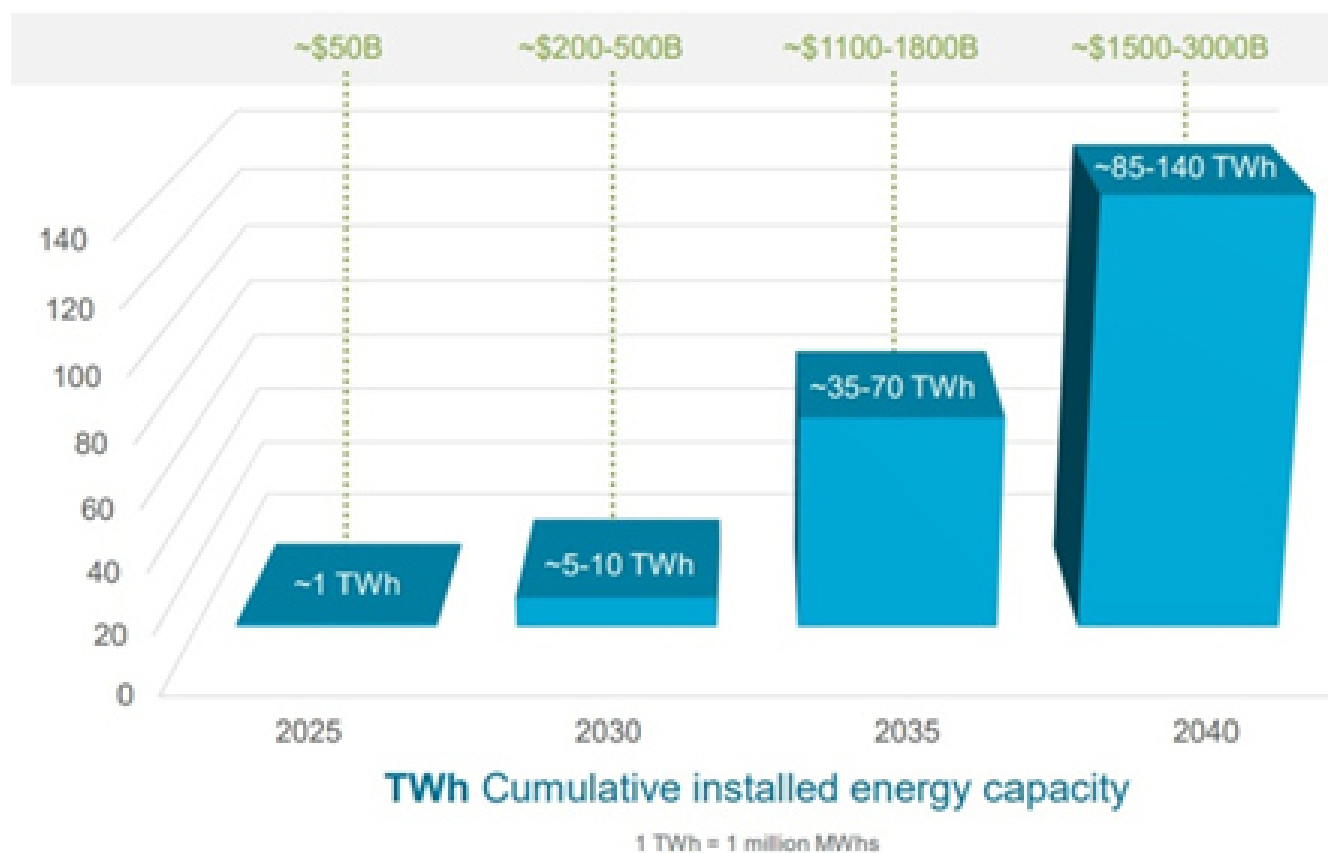
By Martin Schachinger, pvXchange.com



## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

### Прогнози за развитието на дългосрочно съхранение на енергия

Глобалният пазар на LDES (дълготрайно съхранение на енергия ) се оценява на 50 милиарда долара годишно и се прогнозира значителен растеж с кумулативна инвестиция до 3 трилиона долара до 2040 г.



## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

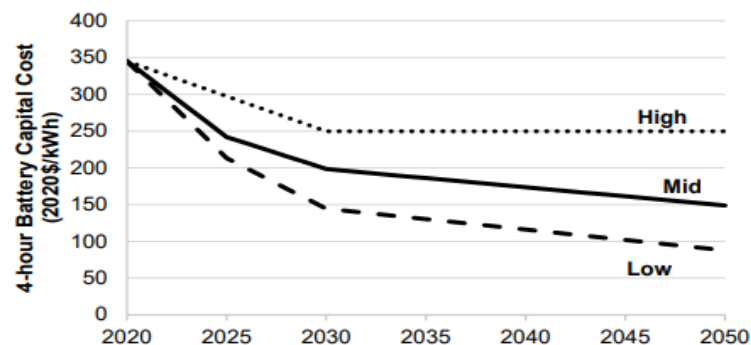
- Електроенергийната индустрия прави преход към 100% възобновяема енергия, но знаем ли със сигурност как да поддържаме мрежата стабилна с присъединените в мрежите генератори от конвенционалните ЕЦ?
- Въглищните и другите „синхронни“ генератори поддържат напрежението и честотата на променливия ток в безопасен диапазон  $50 \pm 0,2\text{Hz}$ . По-голямата част от контрола на честотата се осигурява от електрическата инерция на големите въртящи се турбогенератори в електрическите централи.
- Контролът на напрежението се измерва по отношение «силата» на системата, т.е. устойчивостта на преносната или разпределителните мрежи срещу енергиен дисбаланс и други електрически смущения, което се осигурява най-вече от големите генератори, а също и от специализирани мрежови елементи.
- **Възможно ли е да извлечем нови източници на „инерция“ и „сила на системата“ от технологиите за чиста енергия (ВЕИ)???**
- **Батериите първоначално са създадени, за да помогнат за изглаждане на променливата мощност на вятъра и слънцето. Но се оказва, че те могат да направят всичко, което един генератор може и още повече. Те бързо развиват способността си да осигуряват инерция и «сила на системата».**
- **Инверторът, който свързва батерията към мрежата, може да бъде програмиран така, че да намалява или увеличава честотата и напрежението много по-бързо и прецизно от генераторите.**
- **Генераторът на въглища е в състояние да осигури инерционна реакция, равна на неговия капацитет, само за около три секунди. Батерията може да осигури инерция, докато запасът от енергия се изчерпи.**

## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

### Прогнозен брутен електроенергиен баланс

Балансов показател/година	2023	2027	2032
Батерии (заряд)	0	55 000	180 000

25 -27 млрд лв



За 2023 г. разходите за изграждане на **1 мегаватчас литиево-йонни батерии** за съхранение на енергия са в размер на около **500 хил. лева**.

Има няколко разновидности на литиево-йонни батерии: литиево-манганови, литиево-полимерни, литиево-желязо-фосфатни.

**Отличителните характеристики:**  
**леко тегло, дълъг експлоатационен живот и голям специфичен капацитет на единица маса и обем.**

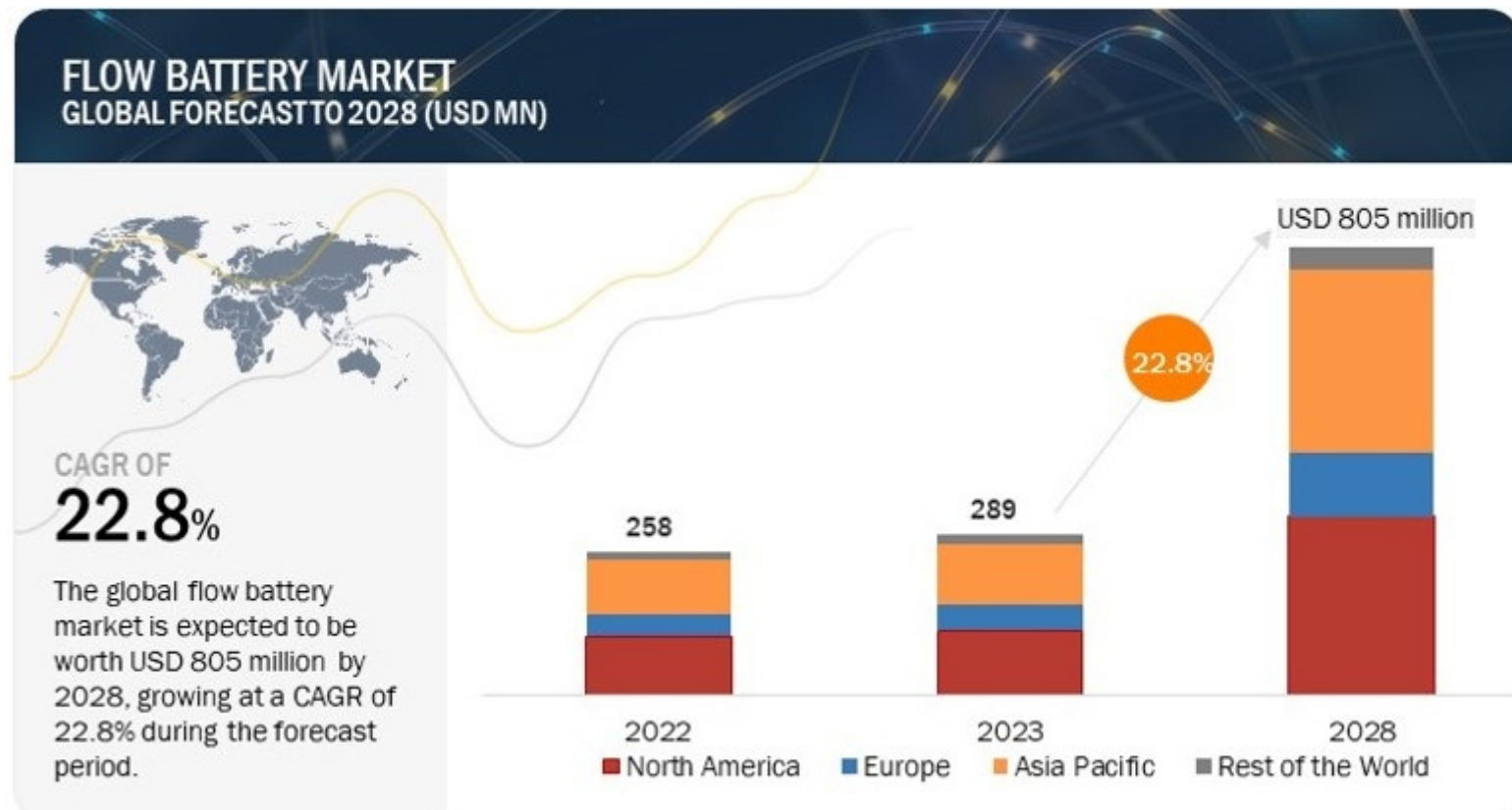


**Недостатъците се състоят в риск от пожар, ако се презаредят, загуба на производителност по време на презареждане, загуба на капацитет при отрицателни температури, дълбок разряд напълно унищожава литиево-йонната батерия. Това са най-скъпите от всички съвременни батерии!!!**

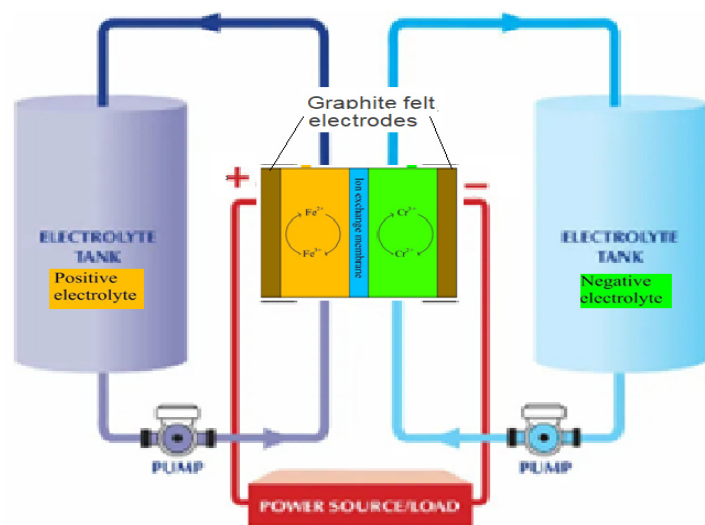
## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

Поточните батерии - водещата стационарна технология за съхранение на енергия

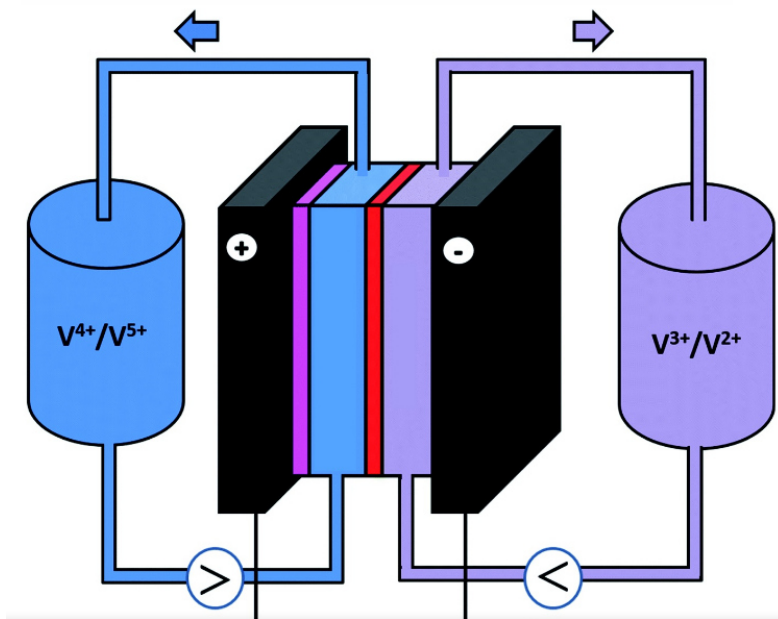
Нарастващото внедряване на поточни батерии за приложения в мрежов мащаб по целия свят стимулира растежа на пазара



## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ



Първа разработка на НАСА е Желязо-хромовата редокс (редукция-окисление) поточна батерия - вид електрохимична клетка, където химическата енергия се осигурява от два химични компонента, разтворени в течности, които се изпомпват през системата от отделни страни на мембрана. Трансферът на йони вътре в клетката (придружен от поток на електрически ток през външна верига) се осъществява през мембраната. Широкото използване е ограничено поради ниската производителност на графитния филц. Китайски учени чрез електроотлагане на кобалтов нитрат върху графитния филц, който след това се калцинира увеличават енергийната ефективност на поточната батерия до 1,85 пъти.



Друг тип батерия, изобретена от австралийски професор през 80-те години на миналия век, става все по-популярна като част от решението на проблема със съхранението на енергия, използваща ванадий вместо желязо и хром. Благодарение на специалното свойство на ванадия: има четири различни етапа на окисление, което означава, че един и същ елемент може да има четири различни заряда. В този случай реакцията е между различно заредени йони на един и същ елемент, така че електролитът не се разгражда.



## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ (Добри практики)



Dalian Rongke Power, доставчик на услуги за ванадиеви редокс поточни батерии, свързва най-голямата в света станция за съхранение на енергия от редокс поточни батерии към мрежата в Далиан, в китайската провинция Ляонин.

Технологията е разработена от Далианския институт по химическа физика (DICP) към Китайската академия на науките.

Първата фаза на проекта е с капацитет от 100 MW/400 MWh, за инвестиция от около 1,9 милиарда CNY (266 милиона долара). Очаква се втората фаза на проекта да увеличи пълния капацитет до 200 MW/800 MWh.

▪



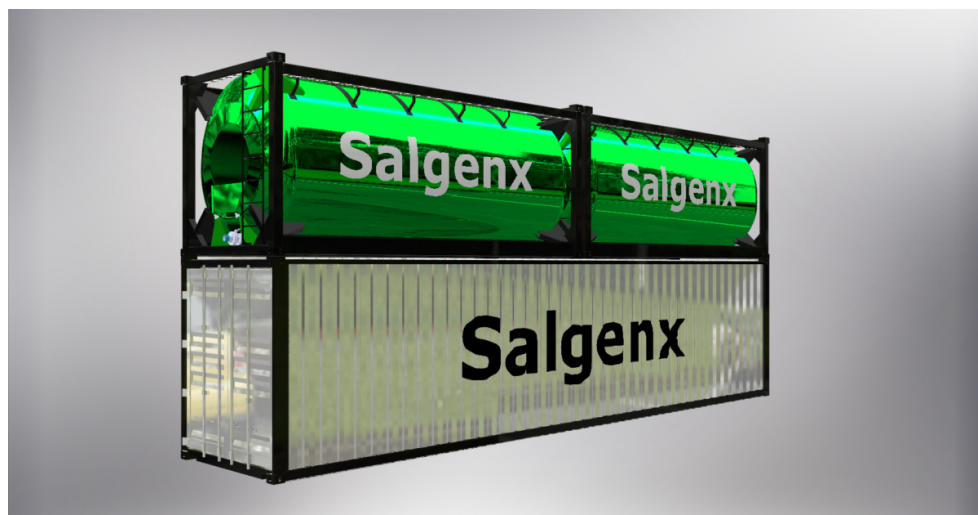
Honeywell и ESS (USA) си сътрудничат за напредъка в разработването на системи за съхранение на енергия от железни батерии (IFB), базирани на патентован дизайн на ESS. Използват се широко достъпни материали, изобилстващи на Земята. Проектирани са за приложения, които изискват до дванадесет часа гъвкав енергиен капацитет. Министерството на търговията на САЩ е връчило на ESS сертификат за експортни постижения. В отговор на вътрешното и глобалното търсене, компанията ще увеличи производствения си капацитет в своето предприятие в Уилсънвил, Орегон до 2 GWh годишно.

## БАЛАНСИРАНЕ НА ЕЕС С ПОТОЧНИ (REDOX FLOW) БАТЕРИИ

Базираната в САЩ Infinity Turbine е разработила нова система, която използва електричеството, съхранявано в батерия с редокс поток от солена вода, за да произвежда чиста питейна вода от морска вода.

Системата работи чрез движение на йони между два електрода за съхраняване или разреждане на електричество без мембрана, което е типично за поточни батерии с ванадий или бром. Системата осигурява устойчив и рентабилен начин за производство на прясна вода от морска вода, което е от съществено значение в райони, където недостигът на вода е основен проблем

Соленоводната редокс поточна батерия има енергийна плътност от 125,7 Wh/L. Компанията претендира за материални разходи от \$5/kWh, \$257kWh за системна инфраструктура и обща системна цена от \$500 000, или \$166/kWh за 3000 kWh батерия.



# 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.

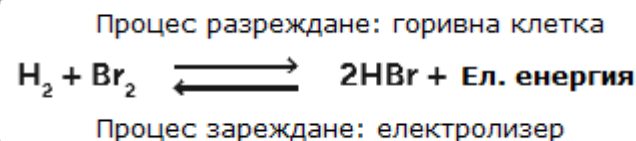
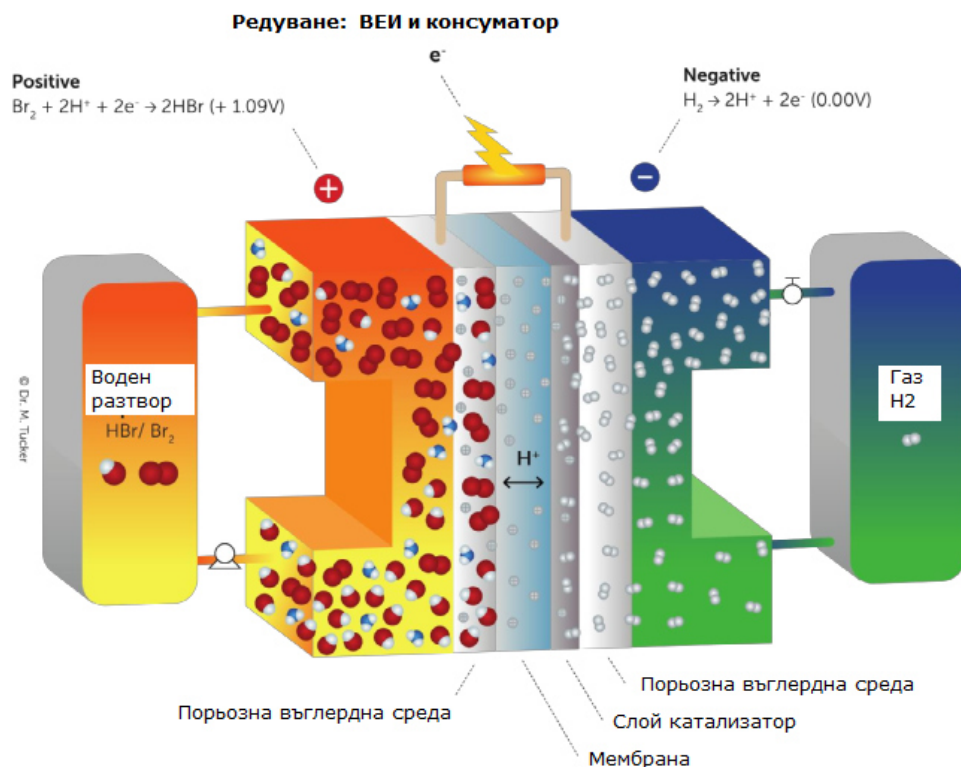
*Система за съхранение на електроенергия при конкурентно ниво на разходите:*

*Базирана на:*

- Поточна батерийна технология;
- Активни материали: водород и бром -  $H_2 + Br_2$
- 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
- По време на фазата на разреждане водородът се рекомбинира с бром, образувайки отново HBr, а съхранената енергия се освобождава

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

## Достойнства на иновацията:

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



**Системата има дълбочина на разреждане от 100% и двупосочен коефициент на полезно действие, вариращ от 65% до 75%. Контейнерната версия има изходна мощност от 200 kW и капацитет за съхранение от 2000 kWh. Всеки кубичен контейнер е с размери 12,2 m x 2,4 m x 2,9 m и има бруто тегло от 42 тона.**

ОБЩ ВИД НА ХИБРИДНАТА СИСТЕМА

**БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!**

ИНЖ. Димитър Куюмджиев  
Енергиен експерт