

Tehnologii emergente pentru valorificarea surselor regenerabile de energie

Filip Cârlea

Academia Română,

Institutul Național de Cercetări Economice "Costin C. Kirilescu",

Centrul pentru Promovarea Energiilor Regenerabile și Eficiență Energetică

6.10.2016

06.10.2016



Energii emergente



Energii alternative: nepoluante, inepuizabile;

- *pot avea unele efecte adverse asupra mediului (produc căldură, poluanți, deșeuri, alterare calitatea solului din care se extrag).*

Energii alternative (ex. energie solară, eoliană) - utilizare fără urmări negative asupra mediului;

- *combustibili alternativi (ex. mașini hibride: cu motor electric alimentat de baterii + motor clasic, alimentat cu benzină sau motorină).*

Cererea de petrol s-a decuplat de creșterea economică -incl. urmare a

dezvoltării pieței de

- **vehicule electrice** *sau*
- **celule de combustibil pe bază de hidrogen** (“*hydrogen fuel cells*”), *obținut prin hidroliză - cu energie din surse regenerabile.*

Surse emergente pt. producere energie (exemplu)

- 1. Hidrocarburi de șist & alte surse neconvenționale** - contribuie la revigorare temporară a industriei extractive,
 - cu eliminare (treptată) din piață de eficiența economică a **energiei din surse regenerabile, nucleare** & diminuarea “**impactului de mediu**”.
- 2. Alte surse alternative introduse în exploatare**, precum
deep-offshore: metan din hidrați abisali.
- 3. Biomasă** – cenușăreasa regenerabilelor – cogenerarea de înaltă eficiență,
model al generării distribuite în sectorul electroenergetic.
- 4. Surse geotermale** - până în 2035, implementare extinsă;
 - progresul tehnologic permite reducerea *masivă* a **CAPEX**
(*Money spent to acquire or upgrade physical assets such as buildings and machinery*),
la proiecte geotermale pt. apă caldă (*consum menajer și încălzire în case*).

Sectorul energetic de înaltă eficiență

- corelat cu *progresul inteligenței artificiale și automatizare:*

- **dezv. complexe**, *bazate pe independență, eficiență și automatizare*
 - tip smart-house,
 - smart-grid,
 - smart-city layer.

Eficientizarea energetică – viabilă prin:

1. automatizare,
2. limitare pierderi în transport și distribuție,
3. utilizare resurse primare, *respectiv*
4. progresul în știința materialelor, tehnologiilor sustenabile etc.

Până în anul 2035, eficiența energetică devine

“cea mai importantă sursă de energie”.

Energia din surse nucleare

în mixul energetic:

- 1. sursă de energie “în bandă”,**
- 2. se recomandă în regiuni urbanizate și/sau industrializate,**
- 3. implementare prin tehnologii performante,**
- 4. cu cicluri alternative de combustibil nuclear**
(*ex.: plutoniu, thoriu...*).

Fuziunea nucleară, în anul 2035!!!,

- reactoare operaționale** (*tehnologii compacte, dimensiuni reduse, fuziune bazată pe deuteriu și tritium și proton-bor ulterior*),
- renunță la transformare energetică din termic/kinetic în electric** (*omniprezenta turbină*)

în favoarea inducției directe.

Trenduri tehnologice post-2035 în sect. energetic:

1. descentralizare rețele;

2. mix energetic - *dominat de*

- **tehnologie nucleară** (*fuziune & fisiune*) &
- **surse regenerabile;**

3. capacități de stocare eficiente energetic și economice;

4. rețele supraconductoare –

pierderi mici pt. transport și distribuție;

5. rețele inteligente,

- **automatizări integrate & inteligență artificială specifică;**

6. transformări energetice în ciclul

producție & utilizare energie;

7. alte surse de energie vs. energie electrică,

ca forme finală de utilizare.

Provocări complementare...

- 1. rolul HIDROGENULUI, la orizontul 2035 și ulterior!!!*
- 2. problema ENERGIEI TERMICE!!!*
- 3. diseminare TEHNOLOGII EFICIENTE, confirmate în țări nord-europene!!!*
- 4. tehnologii de colectare & stocare CO₂ în România!!!*
- 5. GAZE (combustibile) din surse neconvenționale în mixul energetic al României!!!*
- 6. (antagonism) evoluție tehnologică vs. impact de MEDIU, respectiv percepția colectivă indusă...!!!*

Hidrogen - producere fără emisii de carbon:

- surse regenerabile de energie (ex.: eoliană și solară) utile la electroliza apei (eficiența energetică a electrolizei relativ redusă).

Hidrogenul poate fi:

- separat de apă în reactoare nucleare cu temperatură ridicată;
- generat din combustibili fosili (ex. cărbune sau gaze naturale);
 - CO₂ emis - captat și izolat, fără să fie eliberat în atmosferă.

Hidrogen – combustibil:

- producere & dezvoltare infrastructură distribuție hidrogen, necesară pt. substituie stații pe bază de hidrocarburi.
- transport hidrogen (incl. stare comprimată) pe distanțe mari - nefezabil economic, în etapa actuală.
- stocare hidrogen - tehnici inovatoare de (ex. purtători organici lichizi):
 - nu necesită stocare de înaltă presiune,
 - diminuează costul transportului pe distanțe lungi;
 - se diminuează riscuri asociate cu stocare & eliberare accidentală gaze combustie.

Vehiculele pe bază de pile de combustie (pt. uz public):

- avantaje pentru transportul personal;
- necesită producție fiabilă și economică de hidrogen;
- distribuție către nr. mare de vehicule....

(estimări: cifre de ordinul milioanei - unități în următorul deceniu).

Vehicule pe bază de "pile de combustie"

AVANTAJE față de **vehicule electrice** și/sau **hidrocarburi**:

- **tehnologia a ajuns la cca. 70.000 \$/1vehicul (în scădere), pe măsura creșterii nr. în următorii ani;**
- **pila de combustie: generare energie electrică în mod direct, folosind hidrogen &/sau gaze naturale;**
- **pila de combustie și baterie în regim combinat** (bateria - **stocare energie până când este necesară motorului vehiculului**).

Vehiculul cu pilă de combustie **este de tip hibrid** și **recuperează energia de frânare:**

- **autonomie de combustibil relativ mare** (cca. 650 km/rezervor), combustibil - hidrogen comprimat,
- **reîncărcare hidrogen - cca. 3 min.** (ardere curată, produce vapori de apă);
- **vehicule cu pile de combustie - hidrogen - „zero emisii”.**

Tehnologii de stocare a energiei

1. **sisteme de putere autonome "off-rețea"**, *bazate pe surse regenerabile și sisteme personalizate de stocare energie - pt. comunități mici sau ansambluri rezidențiale izolate;*
2. **sisteme integrate de putere**, *bazate pe pile de combustie cu hidrogen, gama de puteri 1–10 kW (aplicații staționare, transporturi etc.);*
3. **stații modulare - producere & stocare hidrogen**, *alimentate din SRE intermitente, pentru stocare energie;*
4. **sisteme electrochimice de stocare energie**, *utilizând materiale inovative de tip inteligent pt. alimentare vehicule, cu caracteristici îmbunătățite: densitate de putere & nr. cicluri încărcare-descărcare;*
5. **soluții pt. utilizare hidrogen – cadru unificat al celorlalți vectori energetici: rețea de energie electrică și de gaze naturale - concept de integrare sistem energetic la nivel regional/național.**



Stocare energie în cantități mari - *provocare privind sursele alternative de energie - generare energie în regim variat:*

- panouri solare - generează energie în regim diurn,
- instalații eoliene - generează energie în regim aleatoriu;

SRE impune stocare efectivă a energiei, pt. substituie cărbune & hidrocarburi

Top tehnologii emergente - 2016,

Tehnologii inovatoare (*World Economic Forum - listă anuală*):

1. *stocare energie în mini-rețele,*
2. *celule solare cu PEROVSKIT,*
3. *alte tehnologii cu potențial de a transforma industria, schimba vieți, proteja planeta Pământ.....,*
4. *inteligența artificială - „conștientă dpdv social”*

1. Baterii din generația următoare: *înlătură obstacol în sectorul energiei din SRE: corelare cerere cu oferta,*

- *stocare energie în baterii sodiu (Na), Al și Zn - pot fi surse de energie permanente, fiabile și curate – în minirețele pt. consumatori izolați.*

2. Celule solare cu perovskit: *”material fotovoltaic”, cu 3 îmbunătățiri vs. celule solare cu Si:*

ușor de fabricat, folosit oriunde, produce energie cu eficiență mare.

3. Materiale noi, care pot schimba lumea!!

Cunoscute ca materiale bidimensionale, includ:

- straturi tip grilaj, de carbon (*grafen*),
- germaniu (*germanene*),
- siliciu (*silicene*),
- fosfor (*phosphorene*);
- clorură de staniu (*stanene*);
- bor (*borophene*) și nitrură de bor hexagonală (*grafen aka alb*).

Nitrura de bor hexagonală - *disponibilă comercial.*

Grafen (*straturi tip grilaj, de carbon*) - **prețul** (*inițial, mai costisitor decât aurul, a scăzut datorită tehnologiei de producție*) - *accesibil pt.*

filtre de apă, în procese de desalinizare, de tratare ape reziduale etc.;

- **grafen, adăugat în amestec de pavare rutieră sau la beton, curăță aerul în mediul urban** – *p-cte forte: compusul absoarbe monoxid de carbon (CO) și oxizi de azot din atmosferă;*
- **nitrură hexagonală de bor, combinată cu grafen și nitrură de bor, îmbunătățește calitatea baterii litiu-ion și super-condensatorii.**

Grafen:

1. **stocare cantitate de energie mare în volume mai mici,**
2. **se reduce timpul de încărcare,**
3. **extinde durata de viață a bateriei,**
4. **contribuie la diminuare deșeurilor aferente vehiculelor electrice.**

Energie solară: Si vs. PEROVSKIT

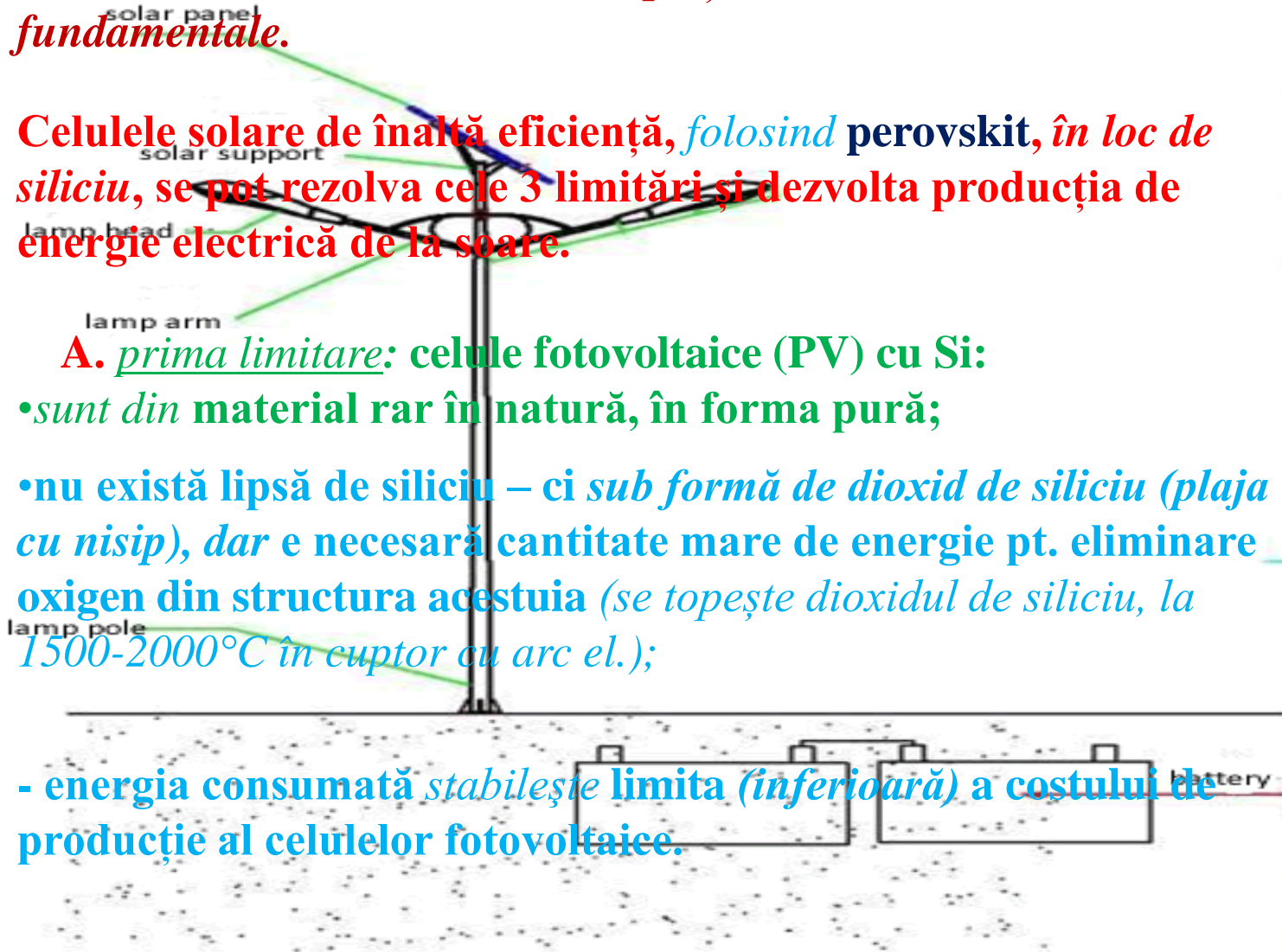
Celule solare cu siliciu - domină piața mondială, dar au 3 limitări fundamentale.

Celulele solare de înaltă eficiență, folosind perovskit, în loc de siliciu, se pot rezolva cele 3 limitări și dezvolta producția de energie electrică de la soare.

A. prima limitare: celule fotovoltaice (PV) cu Si:

- sunt din material rar în natură, în forma pură;
- nu există lipsă de siliciu – ci sub formă de dioxid de siliciu (plaja cu nisip), dar e necesară cantitate mare de energie pt. eliminare oxigen din structura acestuia (se topește dioxidul de siliciu, la 1500-2000°C în cuptor cu arc el.);

- energia consumată stabilește limita (inferioară) a costului de producție al celulelor fotovoltaice.



Perovskit

Perovskit - material în care molecule organice, în principal, din carbon și hidrogen, consolidat cu un metal (ex. Pb) și 1 halogen (ex. Cl - în rețea cristalină tridimensională) este mai ieftin și cu mai puține emisii.

Producătorii amestecă loturi de soluții lichide, devenind, apoi, perovskit, în filme subțiri pe suprafețe de orice formă, fără să fie necesar 1 cuptor; filmul e mai ușor.

B. a 2-a limitare: celule solare de siliciu - rigiditatea & greutatea/masa (*celulele fotovoltaice de Si funcționează bine când sunt plate și montate în panouri mari*); aceste panouri determină ca instalațiile de mari dimensiuni să fie scumpe, motiv pentru care se observă pe acoperișuri și "ferme" solare.

C. a 3-a limitare celule solare convenționale: eficiența conversiei 25% - timp de 15 ani

*(la început, celulele din perovskit aveau eficiență mai mică);
(în 2009, celule **perovskit** realizate din Pb, iodură și metil-amoniu au convertit <4% din energia solară în en. electrică).*

*Ritmul de îmbunătățire pt. **perovskit** a fost accelerat, întrucât mii de compoziții chimice diferite sunt posibile la această clasă de materiale.*

*Până în 2016, eficiența la celule solare cu **perovskit** a ajuns la >20% - creștere de 5 ori în 7 ani, cu dublarea eficienței în ultimii 2 ani.*

***Perovskit** este competitiv d.p.d.v. comercial cu celule fotovoltaice din Si, iar limitele de eficiență ar putea fi mult mai mare. Tehnologia PV de Si este deja matură;*

*Celule PV **PEROVSKIT** - continuă să se îmbunătățească rapid.*

Se impun unele clarificări referitoare la **perovskit**:

- **durabilitatea la expunere** - *numeroși ani și intemperii!!??;*
- **modul de industrializare producție** - *producere cantitate suficient de mare, spre a concura cu celule de siliciu pe piață;*
- **o cantitate relativ mică de celule perovskit poate satisface furnizare energie solară în locații izolate.**

Dacă sunt cuplate cu tehnologia în curs de dezvoltare a bateriilor, celulele solare perovskit transformă viața pt. 1,2 miliarde oameni care nu dispun de energie electrică fiabilă.

Aceasta face parte dintr-o serie a primelor 10 tehnologii emergente din 2016, dezvoltată în colaborare cu Scientific American Technology

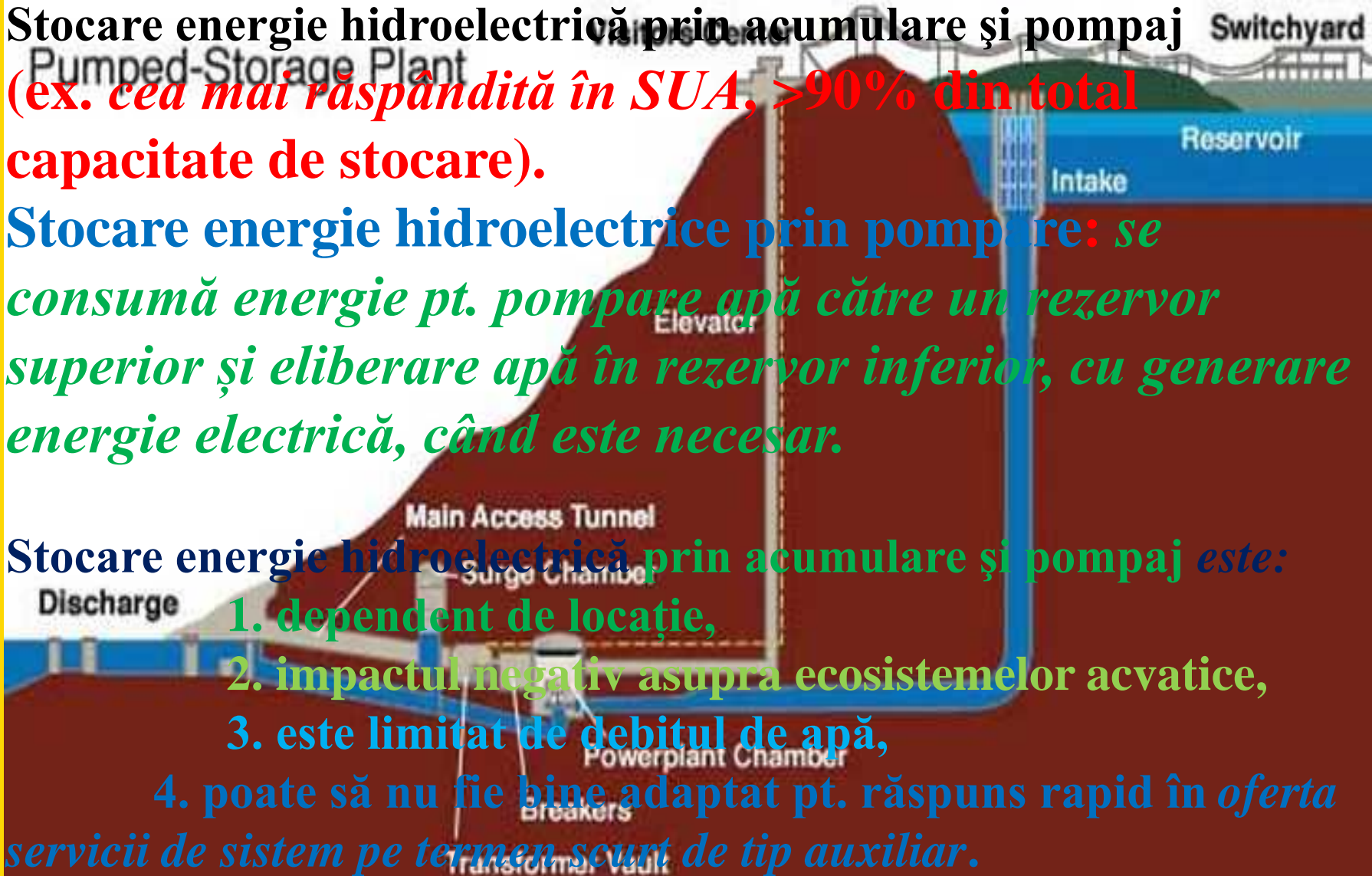
Stocarea energiei....

Stocare energie hidroelectrică prin acumulare și pompaj
(*ex. cea mai răspândită în SUA, >90% din total capacitate de stocare*).

Stocare energie hidroelectrice prin pompare: *se consumă energie pt. pompare apă către un rezervor superior și eliberare apă în rezervor inferior, cu generare energie electrică, când este necesar.*

Stocare energie hidroelectrică prin acumulare și pompaj este:

1. dependent de locație,
2. impactul negativ asupra ecosistemelor acvaticе,
3. este limitat de debitul de apă,
4. poate să nu fie bine adaptat pt. răspuns rapid în oferta servicii de sistem pe termen scurt de tip auxiliar.



Stocarea termică - oportunitate viabilă de depozitare.....

Stocarea termică - amplasată la utilizatorul final (ex. clădire comercială) **funcționează prin utilizare energie electrică când prețurile sunt mai mici, pt. răcire diverse medii**
(lichid de răcire sau apă).

Medii răcite (ex.: gheața) pot fi apoi utilizate pt. **reducere cerere de energie electrică de sisteme de aer condiționat în timpul orelor de vârf**, când prețul energiei electrice este mai mare.

Similar, 1 încălzitor electric de apă poate fi folosit pt. încălzire apă, când prețul energiei electrice este mic (ex.: în afara orelor de vârf - pe timp de noapte), **stocând energie în apă caldă** –
este necesară mai puțină încălzire când prețul energiei electrice este mai mare.

Altă formă de stocare *termică* -

- **concentrare centrale solare cu sisteme, incluzând frecvent sare topită**, care stochează căldură și pot fi utilizate cu o turbină pt. a produce en. electrică 1 interval de timp, după ce soarele apune.
- **instalații mixte de stocare a energiei solare care:**
 - ajută la facilitarea intermitenței generării solare;
 - modifică pozitiv curba, prin producere energie electrică în orele de seară;
- **instalații relativ scumpe, necesită suprafață mare de teren și sunt potrivite în zone deșertice, însorite.**

VOLANȚI - tehnologie specifică de stocare energie.

- dispozitive mecanice rotative, care pot stoca energie prin rotație, ulterior eliberată prin aplicarea cuplului de torsiune la sarcină/încărcătură, *reducând viteza*;
- **volanții** (utilizați în aplicații industriale/de nișă de peste 100 ani); este necesar progres tehnologic ca să devină viabili economic – pt. stocare energie în rețeaua de en. electrică.

Stocare energie în baterie

- *ca resursă în rețea - soluție între cerere și piețe inteligente de energie;*
- *capacitatea de stocare a bateriei încă limitată, dar adecvată pentru furnizare operativă de energie electrică în rețea;*
- *capacitatea de stocare energie constă în furnizare de servicii auxiliare, critice cererii instantanee și imprevizibile de încărcare netă;*
- *satisface cerințe de adecvare resurse în licitarea pe piața de capacitate;*
- *oferă valoare în arbitrajul previzibil de preț en-gros mai mare sau mai scăzut în timpul zilei;*
- *ajută la reducerea nevoie de actualizare transport și distribuție, bazate pe creșteri previzionate ale cererii la vârf de sarcină.*

Tehnologii de stocare a energiei – *diminuare costuri....*

Stocare în baterie electrică (*utilizează reacții chimice pt. stocare și eliberare de energie electrică*);

- **reducere continuă a costurilor tehnologice la baterii în ultimii ani** (*ex.: pachete de baterii litiu-ion: costuri mai mici cu cca. 14%/an, între anii 2007-2014, de la peste 1.000 \$/kWh la aprox. 410 \$/kWh*);

- **proiecte de stocare pt. aplicații în energie vor scădea în marja 21%-27%, în perioada 2016-2018** (*cf. GTM-2016*) – **previziune prețuri pt. sisteme complet instalate** (*cost baterie, manoperă, alte materiale*);

- **reducere costuri la baterii litiu-ion la cca. 135 \$/kWh până în anul 2035** – *previziune AIE*;

analisti & reprezentanți companii: în prezent, costurile se situează sub 200 \$/kWh.

Baterii amplasate in "behind-the-meter" - *permit clienților adaptare consum energie electrică, pt. reducere costuri în timp real*

(aduce prețuri cu ridicata aproape de prețuri de vânzare cu amănuntul); ex Tesla Powerwall Co - baterie de casă, permite consumatorului economii la factura de en. electrică prin arbitrare diferență dintre timpii cu prețuri mai mari și mai mici.

Sistem de baterii cuplate cu generare solară distribuită –
ajută la reducere consum de vârf de seară, prin utilizare energie solară stocată în intervalul cu valoare tarifară mare.

Vehiculele electrice cu baterii, cu noi tehnologii și funcționare
piețe inteligente obțin fluxuri financiare majorate (2,8 mil. vehicule cu baterii pot oferi capacitate pt. 700 GW din surse eoliene; ex. Kempton și Tomic).

The system "**Behind The Meter**" (BTM) - a renewable energy generating facility *(in this case, a solar PV system)* that produces power intended for on-site use in a home, office building, or other commercial facility; *the location of the solar PV system is literally "Behind The Meter", on the owner's property, not on the side of the electric grid/utility.*

Stocare energie în rețele electrice (1)

Injecție energie de origine fotovoltaică:

- **devine costisitoare,**
- *cu nivel mare de penetrare a energie solare pe perioada când există mai multă cantitate generată decât cererea,*
- **conduce la limitare/restricții (oprirea producției de energie electrică atunci când există prea multă generare de VER);**
- **stocarea energiei poate reduce costurile.**

Ex.: la injecții solar-fotovoltaice, care se apropie de 24%, adăugarea stocării energiei la cerere reduce costul total al energiei electrice cu aprox. 3 cenți/kWh, prin restricționări necesare.

- **se constată avantaje economice în asociere producție celule solar-fotovoltaice cu stocarea energiei.**

Cuplarea sistemelor solar-fotovoltaice pe client cu sisteme de baterii litiu-ion (stocare "behind-the-meter" permite clienților să beneficieze de energie electrică în funcție de intervale orare ale zilei),

se regăsește în Studii de analiză.

Studiile arată că, la cuplare optimă, valoarea actualizată netă a investiției la stocare în baterie conectată la rețea ajunge la 300 \$/kWh.

Stocare energie în rețele electrice (2)

- **stocarea energiei se poate finanța prin investiții în utilități pt. menținere fiabilitate sistem & îmbunătățiri privind transportul/distribuția, licitații pe piața de energie electrică**
(ex.: piața en-gros, piața de capacitate, piața de servicii auxiliare, piața spot etc.);
- **monetizarea stocării energiei, prin intermediul pieței de energie electrică, nu este posibilă totdeauna din cauza condițiilor de reglementare sau logistică....**

Costurile de stocare a energiei sunt, în prezent, mai mari decât valoarea oferită pentru servicii auxiliare pe piețe;

SRE satisface cererea pt. servicii auxiliare, reglementarea permite monetizarea fluxurilor de valoare, costurile de stocare energiei scad, perspectivele pt. stocare energie fiind mai mari.

Tehnologii inovative pentru stocarea energiei”

Romania devine dezvoltator-integrator de tehnologii de stocare a energiei, ceea ce permite grad ridicat de siguranță energetică la nivel național, prin:

- surse regenerabile (RES) și transformare în actor pe piața europeană, prin promovare tehnologii hibrid și eliminare combustibili fosili;

- în contextul dezvoltării durabile, sectorul energetic își asumă modificări privind consumul de energie în perioada 2010-2030 de RES,

- cantitatea de en. electrică generată să se dubleze;

- stocarea energiei cu rol esențial în rețeaua EU-27+, furnizând servicii de echilibrare între generare și consum;

- abilitare sisteme de stocare ca „absorbanți de soc” pentru infrastructura de en. electrică, cu efect asupra pieței de energie, sub forma amortizării volatilității prețurilor sau creșterii eficienței;

- există zone izolate în care accesul la utilități este limitat; tehnologiile de stocare a energiei fac posibilă dezvoltare de sisteme autonome, bazate pe surse regenerabile, destinate comunităților rurale sau ansamblurilor rezidențiale.

Tehnologii energetice noi - de microgenerare (1)

Romania poate deveni generator de tehnologii inovatoare, bazat pe combustibili chimici, procese micro-termofotovoltaice pt. dezvoltare/creare de rețele cu impact social si economic; are resurse de dezvoltare subdomeniului prin:

- **explorare si dezvoltare de micro- și nano-generatoare pt. alimentare dispozitive/sisteme electronice, cu consum redus de putere, ca să asigure independența, autonomia si portabilitatea acestora în funcționare ("self-powered").**
- **dezvoltare/realizare microgeneratoare cu tehnologii nepoluante, prietenoase mediului ("green energy"), bazate dispozitive colectoare de forme de energie din mediu ("energy harvesting"): en. solară, unde el-magnetice, mecanice, termice și conversia acestora in energie electrică etc.**

Tehnologii energetice noi - de microgenerare (2)

Dezvoltare & diversificare micro-/nanogeneratoare pt. alimentare dispozitive/sisteme electronice cu consum mic de putere, *utile în:*

- **electronică - comunicații mobile,**
- **robotică,**
- **sisteme de supraveghere mediu cu rețele de senzori,**
- **bio-senzori implantabili,**
- **electronică personală portabilă ș.a.**

Subdomeniul propune explorare și dezvoltare micro-/nanogeneratoare pe bază de nanomateriale & nanotehnologii.....

Dezvoltare microgeneratoare - dispozitive de conversie fotovoltaică, cu materiale hibride organice/anorganice, straturi subțiri de nanomateriale și bio-

denumite generația a 3-a, precum și nanogeneratoare pe bază de efect piezoelectric.

Tehnologii energetice noi - de microgenerare (3)

Cercetare, dezvoltare & inovare:

1. dispozitive de conversia energiei undelor el-magnetice din mediul ambiant,
2. microgeneratoare prin conversia energiei termice, incl. a corpului uman,
3. microgeneratoare bazate pe pile de combustie și dispozitive de stocare energie integrate.

Infrastructuri de cercetare publice:

- nanoelectronica bazată pe nanomateriale carbonice;
- circuite nanoelectronice la frecvență înaltă ($>60 \text{ GHz}$);
- nanoelectronică bazată pe nano-materiale organice și hibride, pe materiale artificiale.

STOCARE ENERGIE - *contribuie la integrare surse de energie regenerabila, cu reducere impact asupra mediului, prin scadere emisii CO₂*

Implementare tehnologii energetice ale hidrogenului modifică structural, pe termen mediu, zone specifice de aplicații, de la transporturi până la aplicații de nișă.

Tehnologii de stocare - *contribuie la extindere sisteme off-grid de furnizare utilități în zone izolate, bazate pe SRE, cu impact asupra calității vieții rurale.*

Potențialul neexploatat/nevalorificat energetic de biomasă și deșeuri biodegradabile și experiența din sectorul energetic în domeniul combustibililor fosili: *valorificare cu tehnologii inovative emergente eco-eficiente de producere combinată „co-firing”, în principal energie termică.*

Dezvoltare micro-digeratoare de biogaz pentru ferme mici și gospodării private: *soluții de tratare biogaz pentru rețea de gaze naturale și în sisteme de cogenerare.*

Dezvoltare tehnologii de analiză la input autoreglatoare pt. menținere output de biocombustibili conf. standarde în vigoare.

Eficiența energetică la generare, transport și distribuție în rețele inteligente “smart grids”: *obiectiv principal - eficientizare, informatizare și siguranță în exploatarea lanțului energetic prin introducerea conceptelor smart grids.*

La nivelul anului 2020: *România își propune contorizare inteligentă (smart metering): 80%, cu finalizare în 2022, prin proiecte pilot.*

Concluzii – sintetice.....

- 1. ca aceste tehnologii să se regăsească în piața de energie trebuie recunoscută viteza și acuratețea, concurență echitabilă raportate la potențialul piețelor inteligente și de stocare;**
- 2. eliminarea barierelor pe piețe de en. electrică și compensarea adecvată pentru valoarea furnizată la rețea, cu consecințe favorabile la dezvoltarea acestor noi tehnologii;**
- 3. îmbunătățire transparență prețuri energie electrică și coerență între prețurile en-gros și cu amănuntul, ca răspuns la cererea consumatorilor;**
- 4. reforme de reglementare, care să susțină tranziția către o rețea de energie electrică cu emisii reduse de carbon.**