

Ujemimo sonce in veter

Članek N. Packerja z Univerze v Staffordshiru, Združeno kraljestvo, april 2011.

Pregled

Naše potrebe po električni energiji se spreminjajo iz meseca v mesec, dneva v dan, ure v uro in celo iz minute v minuto. To za dobavitelje električne energije predstavlja težavo, saj se elektrarne na fosilna goriva in jedrske elektrarne na splošno ne morejo dovolj hitro odzivati na spreminjajoče se potrebe in s tem zagotavljati stabilne obremenitve. Poleg tega morajo zagotavljati proizvodne zmogljivosti, ki bodo zadostile vršni porabi električne energije, čeprav je ta prisotna samo kratek čas dneva. Nekateri očitki glede **električne energije iz obnovljivih virov** letijo na njeno nezanesljivost, nepredvidljivost (*z izjemo energije plimovanja*) in še bolj oteženo izpolnjevanje povpraševanja s ponudbo. Ena od predlaganih rešitev je izgradnja nadomrežij, ki bi obsegala vse celine. Druga rešitev je proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov, ko je to mogoče, in **njeno shranjevanje** do takrat, ko se pojavi potreba.

Lastnosti shranjevanja električne energije

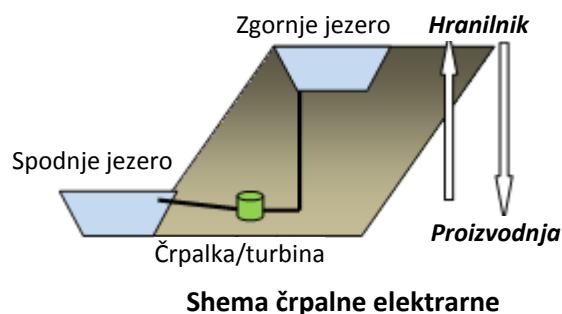
- **Gostota električne energije** (J/m^3), tj. shranjena količina energije na prostorninsko enoto
- **Energetsko specifična vsebnost** (J/kg), tj. shranjena energija na enoto mase
- **Učinkovitost shranjevanja** (%), tj. delež vhodne energije, ki ga je mogoče učinkovito uporabiti
- **Hitrost in čas črpanja** (W, ure), tj. podatek, kako hitro in dolgo lahko poteka izmenjava električne energije s hranilnikom
- **Kapital in obratovalni stroški** (£) ter morda **vgrajena energija** ali energija za **proizvodnjo**(J)

Nekatere možnosti shranjevanja

- **Hidravlična energija**

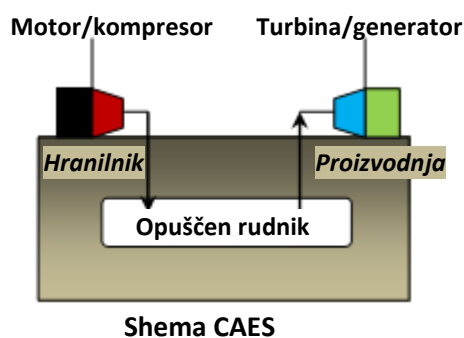
Električno energijo je mogoče shraniti z namenom zvečanja energetskega potenciala vode v **shemi črpalnih elektrarn**. Za to je potreben hribovit teren, saj se presežek električne energije uporablja za prečrpavanje vode iz jezera ali zbiralnika na nižji višini v drugo jezero ali zbiralnik na višji nadmorski višini. Med povečanimi potrebami po električni energiji voda skozi turbino, ki je povezana z električnim generatorjem, teče nazaj v spodnji zbiralnik. Funkciji črpanja in proizvodnje energije sta navadno zajeti v enem hidravličnem sklopu. Energetsko specifična vsebnost znaša približno $10 J/kg$ **na meter** višine.

Navadno učinkovitost znaša približno 80 % z izhodno močjo vsaj 100 MW, ki jo je mogoče v nekaj sekundah v celoti izkoristiti in poslati v distribucijsko omrežje. Izhodno moč je mogoče vzdrževati več ur, pri čemer je tehnologija zelo uporabna pri upravljanju oskrbe in izravnavanju nihanj vhodne električne energije iz obnovljivih virov.



➤ Pnevmatška energija

Energijo je mogoče shranjevati s stiskanjem molekul plina oziroma s stiskanjem plina in višanjem njegove gostote (shranjevanje energije v stisnjem zraku, **CAES**). Ko se tlak plina (*pri 50–70-kratniku atmosferskega tlaka*) pozneje zniža, se molekule razširijo in shranjena energija se sprosti.

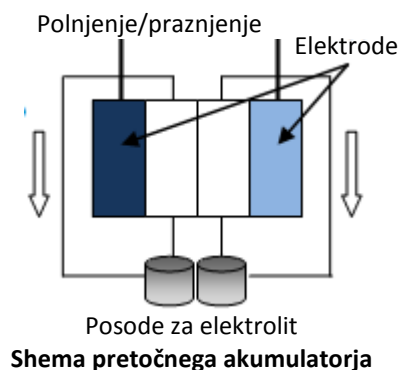


Shema CAES

Če poenostavimo: presežek električne energije uporabimo za stiskanje **zraka**, tako da ga prečrpamo v zaprte tlačne posode. Cene velikih tlačnih posod so zelo visoke, zato za shranjevanje uporabljamo v naravi prisotne votline, npr. opuščene rudnike soli. Ko se potrebe po električni energiji zvečajo, se stisnjeni zrak sprosti in nato z *manjšo količino* zemeljskega plina zgori v turbini za proizvodnjo električne energije. Pri tem postopku smo dosegli gostoto energije do **18 MJ/m³** shranjenega plina. Izhodne moči znašajo od 1–100 MW, shranjeno energijo pa je mogoče izkoriščati tudi več ur hkrati. Pri ugotavljanju učinkovitosti je treba upoštevati tudi porabljeno energijo za hlajenje, sušenje, segrevanje zraka itd. Tudi ta tehnologija je zelo primerna za upravljanje oskrbe z električno energijo.

➤ Ionska energija

Manjše količine energije je mogoče shraniti v **akumulatorje, ki omogočajo ponovno polnjenje** (ali sekundarne akumulacije). V tem primeru se presežek električne energije med postopkom polnjenja pretvori v elektrokemično energijo, pri praznjenju pa obratno. Svinčevi akumulacije (energetsko specifična vsebnost **~0,14 MJ/kg**) se že vrsto let uporabljajo povsod, kjer je potrebnih največ 10 MW električne energije s časom izkoriščanja približno eno uro. Novejši sistemi, npr. pretočni akumulacije (*s prečrpavanjem elektrolita*) (energetsko specifična vsebnost **~1–3 MJ/kg**), zagotavljajo boljše zmogljivosti z izhodno močjo več megavatov in časom izkoriščanja energije do 10 ur, zaradi česar jih je mogoče uporabiti za upravljanje oskrbe z električno energijo in izravnavanje nihanj električne energije iz obnovljivih virov.



Shema pretočnega akumulacije

➤ Rotacijska energija

Električno energijo lahko pretvorimo v rotacijsko kinetično energijo in shranimo v **vztrajniku**. Količina energije, ki jo je mogoče shraniti, je odvisna od mase vztrajnika, **kvadratne vrednosti** njegovega polmera in **kvadratne vrednosti** njegove vrtilne hitrosti. Torej majhno zvišanje hitrosti zagotavlja boljši izkoristek kot majhno zvišanje mase. Najpogostejše obodne hitrosti kolesa znašajo 1.500–2.000 m/s, tj. vrtilna hitrost 100.000 vrt/min. Največja količina energije, ki jo je mogoče shraniti, je odvisna od razmerja med močjo materiala vztrajnika in njegovo gostoto. Najboljša kombinacija pri materialu bi bili torej visoka trdnost in nizka gostota. Takšen je npr. vztrajnik iz karbonskih vlaken (energetsko specifična vsebnost **~0,77 MJ/kg**), ki bi bil primernejši od jeklenega vztrajnika (energetsko specifična vsebnost **~0,17 MJ/kg**). Na učinkovitost shranjevanja energije (navadno v razponu 95–98 %) vplivajo torne izgube, zato so vztrajniki pogosto uležajeni z magnetnimi ležaji in obratujejo v vakuumu. Izhodne moči so tukaj omejene na manj kot 1 MW, časi izkoriščanja energije pa se merijo v minutah, zaradi česar so vztrajniki samo pogojno primerni za upravljanje oskrbe z električno energijo.

➤ Elektrostatična energija

Superkondenzatorji in **ultrakondenzatorji** (energetsko specifična vsebnost do **0,03 MJ/kg**) so električne naprave, ki se polnijo elektrokemično (podobno kot akumulacije), praznijo pa elektrostatično. Učinkovitost

shranjevanja je visoka (98 %), vendar pa je izhodna moč z vrednostjo manj kot 100 kW na voljo samo nekaj sekund, tako da je njihova uporaba omejena zgolj na ohranjanje **kakovosti** oskrbe z električno energijo.

➤ **Magnetna energija**

Pri zelo nizkih temperaturah nekatere kovine postanejo superprevodne, kar pomeni, da nimajo električnega upora. Vsakršen tok, ki prehaja skozi superprevodnik, ustvari magnetno polje, ki omogoča shranjevanje energije. Sistemi za superprevodno shranjevanje magnetne energije (**SMES**) zagotavljajo gostoto energije približno **6,5 MJ/m³**. Mogoče so izhodne moči, ki presegajo moč kondenzatorjev, vendar pa je njihov čas izkoriščanja energije zgolj nekaj sekund.

Sklepne misli

Tehnologije za shranjevanje energije nam omogočajo izravnavanje nihanj v oskrbi z električno energijo iz obnovljivih energetskega virov, hkrati pa nam omogočajo prilagajanje kratkoročnim in hitrim spremembam potreb po električni energiji. V primeru shranjevanja hidravlične in pnevmatske energije izziv predstavlja iskanje primerne lokacije.

Enote in okrajšave

Masa: kg – kilogram

Prostornina: m³ – kubični meter

Hitrost: m/s – metri na sekundo

vrt/min – vrtljaji na minuto

Energija: J – džul

MJ (megadžul) – milijon džulov

Moč: kW (kilovat) – tisoč vatov

MW (megavat) – milijon vatov

Nadaljnji priporočeni viri in raziskave

Energy Science: principles, technologies, and impacts, J Andrews and N Jelley, Oxford University Press, 2007, ISBN 978-0-19-928112-1

Large Energy Storage Systems Handbook, FS Barnes and JG Levine, CRC Press, 2011, ISBN 978-1-4200-8600-3

A Beginner's Guide to Energy and Power, N Packer, Staffordshire University, UK RETS articles, February 2011.

www.electricmountain.co.uk

<http://www.electricitystorage.org/ESA/home/>

Neil Packer je strokovni inženir in višji predavatelj na Fakulteti za računalništvo, inženirstvo in tehnologijo Univerze v Staffordshiru v Veliki Britaniji. Že skoraj 20 let poučuje termodinamiko tekočin in okoljski inženiring, deluje pa tudi kot svetovalec za NIZKOOGLJIČNE TEHNOLOGIJE, pri čemer podjetjem, industrijskim organizacijam in lokalnim oblastem ponuja številne storitve s področja energetike.

Podatki za stik:

Fakulteta za računalništvo, inženirstvo in tehnologijo
Univerza v Staffordshiru
Beaconside, Stafford, ST18 0AD
Tel.: +44 (0)1785 353243 E-pošta:n.packer@staffs.ac.uk



Te informacije so predstavljene kot del projekta za prenos sistemov obnovljivih virov energije (RETS), ki ga Evropski sklad za regionalni razvoj financira v sklopu programa INTERREG IVC. Čas trajanja projekta je od januarja 2010 do decembra 2012. Za več informacij in sodelovanje v naši spletni skupnosti obiščite: <http://www.rets-community.eu/>

