

Viedās termoakumulācijas loma elektroenerģētikā

Mg. sc. ing. Zane Broka, Mg. sc. ing. Kārlis Balputnis - Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas institūts

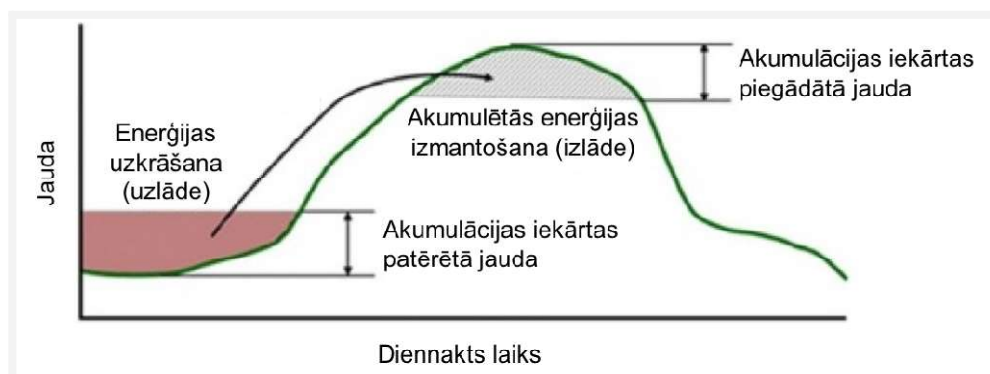
Energosistēmas darbības pamatā ir bilances nodrošināšana starp piegādāto un patērēto enerģiju. Tradicionāli to elektroenerģētikā nodrošina, nepārtraukti pielāgojot saražotās enerģijas apjomu patēriņam jeb slodzei. Mūsdienās līdz ar atjaunīgo energoavotu ieviešanu, kuros enerģijas ģenerācijai ir nepastāvīgs raksturs, kā arī elektroenerģijas tirgus liberalizāciju un dažādu nozaru (piemēram, transporta, siltumapgādes u. c.) elektrifikāciju arvien vairāk pieaug nepieciešamība pēc enerģijas uzkrāšanas. Tas ļauj atsaistīt tās ražošanas laiku no patēriņa un veicina energoapgādes efektivitāti, ekonomiskumu, ilgtspēju un drošumu.

Enerģijas uzkrāšanas paņēmieni

Elektroenerģētikā kā uzglabājamās enerģijas avots parasti kalpo elektrības pārprodukcija vai zemāko cenu laikā saražotā elektroenerģija, kas tiek pārveidota un uzglabāta dažādās vidēs. Tāpat arī var atšķirties uzkrātās enerģijas izvades veids.

Par pilna cikla elektroenerģijas uzkrāšanas tehnoloģijām uzskata tādas, kurās, neatkarīgi no uzglabāšanas formas, arī izvadīta pēcāk tiek tieši elektrība. Vislielākais daudzums elektroenerģijas pasaulē tiek uzglabāts, izmantojot hidroakumulācijas elektrostacijas (HAES), kur tā tiek glabāta potenciālās enerģijas veidolā. Tas ir īpaši aktuāli arī Latvijas kontekstā, ņemot vērā Lietuvā esošo Kroņu HAES, kuras saražoto enerģiju izmantojam arī Latvijā, tostarp Baltijas koordinētā balansēšanas apgabala ietvaros. Dažas citas tehnoloģijas, kas arī ļauj daļu uzkrātās enerģijas atgriezt elektriskajā tīklā, tādējādi pēc vajadzības esot gan patērētāji, gan ražotāji, ir saspiesta gaisa akumulācija, spārati, superkondensatori un elektroķīmiskie akumulatori. Pēdējās desmitgadēs akumulatoru lietojums strauji pieaug gan transporta nozarē, gan tos koordinējot ar izkliedētiem ģenerācijas avotiem dzīvojamās ēkās (piemēram, uzņēmuma "Tesla Motors" ražotie mājokļiem paredzētie akumulatori "PowerWall"). Saistībā ar straujo attīstību turpina samazināties šo iekārtu izmaksas, kas nozīmē arvien plašāku to lietojumu.

Papildus pilnīgākai atjaunīgo energoavotu izmantošanai elektroenerģijas akumulācija paver arī citas iespējas labākai un efektīvākai energosistēmas vadībai, sākot no sprieguma un frekvences regulēšanas, beidzot ar slodzes grafika izlīdzināšanu. Piemēram, naktī saražoto lētāko elektroenerģiju uzkrājot, to iespējams izmantot pa dienu maksimumslodzes laikā (attēls Nr.1). Tādējādi pīķa slodzes pieprasījuma apmierināšanai var neizmantot tradicionālās elektrostacijas, kuru izmaksas varētu būt lielākas vai kuras nav piemērotas straujai ģenerācijas jaudas palielināšanai.



Attēls Nr. 1.
Pa nakti akumulētās elektroenerģijas izmantošana dienas maksimumslodzes laikā
[1]

Uzkrātā elektroenerģija var tikt izmantota pavisam citā formā. Piemēram, ļoti plašas izmantošanas iespējas ir ūdeņradim, ko iegūst elektrolīzes rezultātā. Ūdeņradi izmanto rūpniecībā, transportā un arī kā piemaisījumu dabasgāzei. Ar metanāciju, piesaistot oglekļa oksīdus, no ūdeņraža var iegūt arī sintētisko dabasgāzi (singāzi). Ūdeņradi iespējams arī izmantot elektroenerģijas ražošanai kā gāzes turbīnās, tā arī degvielas šūnās. Tomēr šādi pilna cikla pārveidošanai ir ļoti mazs lietderības koeficients (25–50 %). Dažādu pilna cikla enerģijas uzglabāšanas tehnoloģiju galvenie parametri salīdzināti tabulā Nr.1.

Energosistēmās plaši izmanto arī termoakumulācijas ierīces, jo īpaši kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas procesā. Piemēram, lai koģenerācijas stacijas savu darbību varētu pielāgot elektroenerģijas tirgus apstākļiem, pie tām var izrādīties rentabli izveidot siltuma akumulācijas tvertnes [2].

Gadījumā, ja siltumenerģijas lietotājs neizmanto pilsētas centralizēto apkuri vai ir izvēlējis savu siltumapgādi elektrificēt, paveras potenciāls izmantot elektrisko termoakumulāciju, kas vienlaikus var apmierināt gan prasības pēc siltuma mājoklī, gan arī nodrošina pielāgojamu slodzi un iespēju uzkrāt enerģiju, kas sniedz labumu energosistēmai kopumā.

Tabula Nr. 1 Enerģijas akumulācijas tehnoloģiju galvenie rādītāji [3]

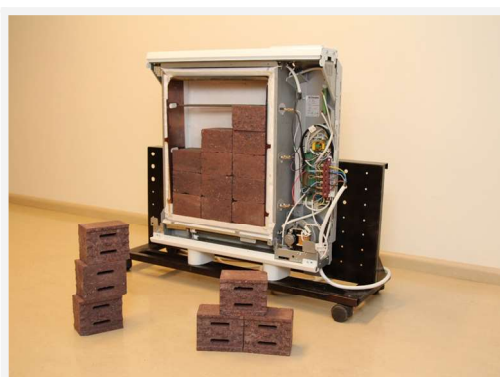
Tehnoloģija	Jauda (MW)	Akumulējamā enerģija (MWh)	Lietderības koeficients (%)	Dzīves cikls (gadi)
Hidroakumulācija	100–5000+	1000+	65–85	30–60
Saspiesta gaisa akumulācija	0,1–1000+	1000+	40–95	20–40
Spararati	0,1–10	0,01–5	75–95	15–20
Akumulatori	0,001–50	0,01–100	60–90	5–20
Superkondensatori	0,001–10	10^{-6} – 10^{-2}	85–95	10–20
Elektroenerģijas pārveide uz gāzi un atpakaļ (<i>power-to-gas-to-power</i> — P2G2P)	0,1–1000+	100–1000+	25–50	20–30

Termoakumulācijas sildītāji

Elektriskie termoakumulācijas sildītāji Latvijā līdz šim nav bijuši plaši zināmi, tomēr citās Eiropas valstīs (Lielbritānijā, Vācijā, Francijā u. c.) tos izmanto jau vairākas desmitgades. Pirmoreiz šādi sildītāji ieviesti bumbu patversmēs Londonā 1940. gados, pēc tam izplatoties arī Austrijā, Šveicē un Vācijā [4]. Viens no iemesliem šādu sildītāju ieviešanai bija konvencionālo elektrostaciju (piemēram, atomelektrostaciju) bāzes jauda, atbilstoši kurai bija jānodrošina elektroenerģijas pieprasījums arī naktīs. Līdz ar to tika ieviesti divu zonu elektroenerģijas tarifi, paredzot lētāku cenu naktī, tādējādi veicinot termoakumulācijas sildītāju izmantošanu. Sildītāji tiek uzlādēti pa nakti, izmantojot lētāko elektroenerģiju, lai nodrošinātu siltumu pa dienu, kad tas nepieciešams. Tādējādi arī tiek samazināta maksimumslodze pa dienu, kas nozīmē, ka esošās elektrostacijas tiek izmantotas efektīvāk un tiek samazināta vajadzība pēc jaunu elektrostaciju būvniecības.

Salīdzinot ar tradicionālajiem analogiem, viedajiem elektriskajiem termoakumulācijas sildītājiem ir daudz plašākas vadības iespējas, tostarp attālināta vadība, kas nodrošina lietotāja komforta prasību ievērošanu vienlaikus ar enerģijas uzkrāšanas iespējām energosistēmai. Sildītājus vadot attālināti no energosistēmas puses, tos iesaista energosistēmas balansēšanā, pēc vajadzības ieslēdzot vai atslēdzot, piemēram, tīkla pārslodzes gadījumā. Taču šī vadība notiek tikai lietotāja iestatījumu robežās, lai neradītu nekādas neērtības klientam. Attālinātās vadības iespēja ļauj šos sildītājus izmantot kā vadāmu slodzi, atsaistot elektroenerģijas patēriņu no siltumenerģijas izmantošanas laika.

Projekta “RealValue” ietvaros īstenotajās praktiskajās demonstrācijās tiek izmantotas Īrijā un Vācijā uzņēmumā “Glen Dimplex” ražotas viedās elektriskās termoakumulācijas sistēmas (*smart electric thermal storage* — SETS), ko veido sildītāji telpām (attēls Nr.2) un ūdens sildītāji (boileri).



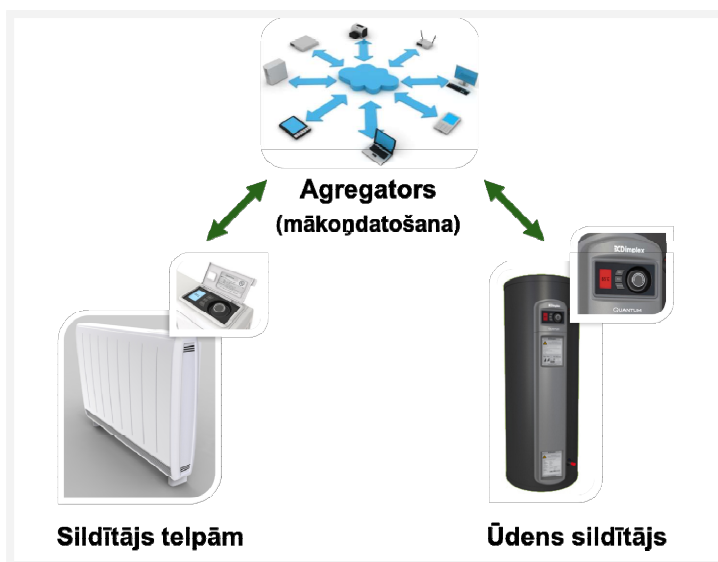
Attēls Nr. 2.
Termoakumulācijas sildītājs
“Quantum” ar ķieģeļiem
enerģijas uzkrāšanai

Telpu apsildes iekārtās enerģijas uzkrāšanu nodrošina magnēzīta ķieģeļi ar augstu blīvumu un lielu siltumietilpību [5]. Siltums telpā tiek izplatīts siltumstarojuma un konvekcijas veidā. Sildītāji aprīkoti arī ar nelielas jaudas ventilatoru, kas silto gaisu no uzkrātajiem ķieģeļiem izpūš telpā. Apsildes ierīcēm “Quantum” ir arī papildu sildelements, kas nodrošina tūlītēju siltuma piegādi, piemēram, tad, ja pa nakti uzkrātais siltuma daudzums izrādījies nepietiekošs (kas var notikt dažādu iemeslu dēļ, tostarp pēkšņas āra temperatūras pazemināšanās rezultātā).

Termoakumulācijas sildītāju patērētā jauda uzlādes laikā parasti ir 2-7 kW un akumulējamais enerģijas daudzums 16-56 kWh vienā uzlādes ciklā [5]. Uzlādes laikā sildītāja ķieģeļu temperatūra var sasniegt 600-700 °C.

Ūdens sildītāju darbības princips ir līdzīgs iepriekš aprakstītajam, taču enerģija tiek uzkrāta ūdenī. Arī boileri aprīkoti ar viedu vadību un iespēju lietotājam iestatīt, kad ūdens nepieciešams. Abu veidu sildītājiem ir adaptīva apmācības funkcija, ar kuras palīdzību tiek noteikts nepieciešamais siltuma daudzums katrai dienai, lai to uzkrātu tad, kad elektroenerģija ir vislētākā vai atbilstoši energosistēmas vadības vajadzībām.

Sildītāju attālinātā vadība notiek caur internetu, izmantojot mākoņdatošanu (attēls Nr.3). Paredzēts, ka sildītāju attālināto vadību veiks agregators, tādējādi nodrošinot, piemēram, lētāko elektroenerģijas cenu izmantošanu. Elektroenerģijas tirgus likumā agregators definēts kā komersants, kurš apkopo vairāku lietotāju slodzes izmaiņas jeb elektroenerģijas patēriņa samazinājumu ar mērķi pārdot šo elektroenerģiju biržā citiem tirgus dalībniekiem vai sistēmas operatoram. Lietotājs brīvprātīgi piekrīt īslaicīgam sava patēriņa samazinājumam atbilstoši līgumam ar agregatoru, piemēram, tad, kad elektroenerģijas tirgus cena ir augsta vai tīkla pārslodzes gadījumos. Likumā noteikts, ka agregatori darbību Latvijā varēs uzsākt no 2019. gada. Līdz 2018. gada 1. janvārim tiks izstrādāti MK noteikumi, kas nosaka agregatoru tiesības un pienākumus un attiecības ar citiem elektroenerģijas sistēmas un tirgus dalībniekiem. Savukārt sabiedrisko pakalpojumu regulatoram jānosaka agregatoru reģistrācijas kārtība un jāievieš atbilstošs reģistrs [6]. Ņemot vērā Latvijas nelielo tirgu, paredzams, ka agregatoru lomā darbosies jau esošie elektroenerģijas tirgotāji.



Attēls Nr. 3.
Viedo sildītāju vadībai izmanto mākoņdatošanu

Projekta “RealValue” uzdevumi

Projekta “RealValue” (lv.realvalueproject.com) mērķis ir izpētīt, kādus ieguvumus elektroenerģijas tirgus dalībniekiem visā ES varētu sniegt mazjaudas enerģijas akumulācijas iekārtu izmantošana, kuras aprīkotas ar mūsdienīgām informācijas un komunikācijas tehnoloģijām. Šajā nolūkā tiek īstenotas praktiskas demonstrācijas 1250 objektos Īrijā, Vācijā un Latvijā, tajos uzstādot viedās elektriskās termoakumulācijas iekārtas.

Sākotnējās aplēses, kas veiktas vēl pirms projekta uzsākšanas, liecina, ka, aizstājot esošos naktī izmantotos termoakumulācijas sildītājus dažādās ES valstīs, varētu iegūt 55 GW vadāmas slodzes, kas ļautu ietaupīt 7,4 TWh siltumenerģijas gadā un samazināt CO₂ izmešus par 3 miljoniem tonnu gadā. Savukārt, aizstājot parastos (rezistīvos) elektrosildītājus, kuri neuzkrāj enerģiju, ar viedajiem termoakumulācijas sildītājiem, varētu iegūt papildus 93 GW vadāmas slodzes [7]. Tādējādi šo 148 GW slodzi varētu izmantot arī energosistēmas balansēšanai, samazinot maksimumslodzi un ilgtermiņā samazinot arī nepieciešamos kapitālieguldījumus jaunu elektrostaciju būvniecībai. Enerģijas akumulēšanas iespējas ļauj arī efektīvāk izmantot atjaunīgos energoavotus.

Izmantojot gan demonstrācijās iegūtos eksperimentālos datus, gan arī datormodelēšanu, projekta ietvaros tiek novērtēts šādu akumulācijas iekārtu potenciāls atsevišķās valstīs un ES kopumā. Tiek veikts tehniski-ekonomiskais novērtējums, lietotāju uzvedības analīze, tāpat arī izstrādāti biznesa modeļi un ekonomiskais pamatojums elektroenerģijas akumulācijas iekārtu un to apvienotās slodzes izmantošanai energosistēmas vadībai. Eksperimentāli iegūtie dati tiks ekstrapolēti uz miljoniem objektu dažādos ES reģionos, kā arī izmantoti izstrādāto modeļu validēšanai. Tas ļaus apzināt iespējamās šķēršļus šādu enerģijas uzkrāšanas iekārtu kā apvienotas slodzes integrācijai energosistēmā un elektroenerģijas tirgū. Projekta ietvaros tiks sagatavotas rekomendācijas ES politikas veidotājiem un likumdevējiem.

Veiksmīgai projekta mērķu sasniegšanai izveidots konsorcijs, ko veido visu elektroenerģijas piegādes posmu dalībnieki un pētniecības iestādes — pavisam 13 partnerorganizācijas no piecām ES valstīm: ražošanas uzņēmumi “Glen Dimplex” (Īrija, Vācija), “Intel” (Īrija), energosistēmas operatori “ESB Networks” un “EirGrid” (Īrija), energoapgādes uzņēmumi “SSE Airtricity” (Īrija), “MVV Energie” un “BEEGY” (Vācija), kā arī universitātes un pētniecības iestādes: Oksfordas Universitāte (Lielbritānija), Dublinas Universitāte (UCD, Īrija), Somijas Tehniskais pētījumu centrs (VTT), Vācijas Ekonomikas pētījumu centrs (DIW) un Rīgas Tehniskā universitāte (RTU). RTU Enerģētikas institūts Latvijā īsteno gan praktisko demonstrāciju 50 objektos, gan arī nodarbojas ar pētniecību un ilgtermiņa modelēšanu Latvijas kontekstā.

Projekts noris no 2015. gada jūnija līdz 2018. gada maijam, tā izmaksas plānotas 15,4 milj. EUR, tostarp ES finansējums 12 milj. EUR.

Demonstrācija Latvijā

Šobrīd Latvijā elektroapkure nav plaši izmantota kā galvenais apsildes veids, un arī elektriskie termoakumulācijas sildītāji praktiski nav bijuši pazīstami. Tādēļ Latvijā izvēlēts salīdzinoši neliels skaits - 50 dažādu objektu, tajos uzstādot sildītājus telpām vai ūdens boilerus. Izvēlētas gan privātmājas, gan daudzdzīvokļu ēkas, nelielas komercietelpas un industriālie objekti, kā arī 19 viesu mājiņas RTU kempingā “Ronīši”. Tostarp iekārtas uzstādītas 18 objektos “Latvenergo” koncernā, kuros demonstrācijas finansiāli atbalsta pats uzņēmums. Gandrīz trešdaļa demonstrācijas objektu atrodas Rīgā, bet tālākais ir Ventspilī. Sildītājus klātienē iespējams aplūkot “Elektrum” Energoefektivitātes centrā Jūrmalā (attēls Nr.4).



Attēls Nr. 4.
Termoakumulācijas sildītāju
demonstrācija “Elektrum”
Energoefektivitātes centrā Jūrmalā

Līdz 2016.gada beigām tiks pabeigta iekārtu uzstādīšana visos demonstrācijas objektos, bet 2017.gada sākumā sāks darboties agregators, kura darbību Latvijas lietotājiem nodrošinās Īrijas uzņēmums “Intel”. Būs pieejama arī lietotne viedtelefoniem, ar kuras palīdzību lietotāji varēs attālināti mainīt apsildes iekārtu iestatījumus.

Tādējādi eksperimentālie dati tiks iegūti nepilnu divu apkures sezonu ietvaros un praktiskās demonstrācijas ļaus precīzāk novērtēt iekārtu potenciālu Latvijā, izmantojot tās kā galveno vai papildu apkures veidu, un salīdzināt ar citām ES valstīm. Tiks novērtēti viedo termoakumulācijas sildītāju sniegtie ieguvumi un trūkumi, kā arī salīdzināta to konkurētspēja ar citām enerģijas uzkrāšanas un siltumapgādes tehnoloģijām.

Saskaņā ar Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) datiem centrālapkuri kā galveno apsildes veidu izmanto 64 % mājokļu, bet 32 % izmanto krāsns apkuri, kamīnu vai plīti. CSP pārskatos nav atsevišķi izdalīta elektroapkure, tātad tā ietilpst citos apsildes veidos, ko izmanto vien 3 % mājokļu. Viens no iemesliem tam ir salīdzinoši lielās izmaksas.



Tomēr jāpiebilst, ka līdz ar patēriņa vadības (*demand response*) un agregatora pakalpojumu ieviešanu pieaugs pielāgojamas slodzes loma energosistēmā, sniedzot iespēju lietotājiem gūt ieņēmumus par šādas slodzes izmantošanu energosistēmas vadībā. Tāpēc visu trīs Baltijas valstu pārvades sistēmas operatori, tostarp AS “Augstsprieguma tīkls”, gatavojas uzsākt pētījumu un veikt arī praktiskus izmēģinājumus, lai analizētu patēriņa vadības izmantošanas iespējas un novērtētu ekonomisko efektu, ko sniedz šāda pielāgojama (“elastīga”) slodze kā alternatīva tradicionālajai sistēmas balansēšanai, mainot elektrostaciju ģenerēto jaudu [8]. Tuvāko gadu laikā plānots arī izstrādāt noteikumus, kas atvieglos nelielas jaudas vadāmas slodzes izmantošanu energosistēmas balansēšanā.

Literatūra

1. Energy Storage Association, “Electric Supply Benefits.” [Online]. Available: <http://energystorage.org/energy-storage/energy-storage-benefits/benefit-categories/electric-supply-benefits>.
2. I. Stuklis, O. Linkevičs, P. Ivanova, “Ārzemju pieredze siltuma akumulācijas sistēmas izveidei Rīgā,” *Enerģija un Pasaule*, Nr. 6, 44–49. lpp., 2016.
3. A. B. Gallo, J. R. Simões-Moreira, H. K. M. Costa, M. M. Santos, and E. Moutinho dos Santos, “Energy storage in the energy transition context: A technology review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 65, pp. 800–822, 2016.
4. S. Darby, “Balancing the system comfortably? Electric storage heating and residential demand response,” in 4th European Conference on Behaviour and Energy Efficiency (BEHAVE), 2016.
5. J.-M. Durand, M. J. Duarte, and P. Clerens, “Joint EASE/EERA recommendations for a European Energy Storage Technology Development Roadmap towards 2030,” 2013.
6. “Elektroenerģijas tirgus likums.” [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=108834>.
7. J. Raadschelders, F. Sikkema, and B. in 't Groen, “Potential for Smart Electric Thermal Storage. Contributing to a low carbon energy system,” Arnhem, 2013.
8. K. Mārciņa, A. Ļvovs, “Pieprasījuma reakcija — iespējas elektroenerģijas lietotājiem aktīvi iesaistīties elektroenerģijas tirgū,” *Enerģija un Pasaule*, Nr. 5, 26–29. lpp., 2016.

Kontaktinformācija:

Zane Broka

E-pasts: zane.broka@rtu.lv

Kārlis Baltputnis

E-pasts: karlis.baltputnis@rtu.lv

Šis projekts tiek finansēts Eiropas Savienības pētniecības un inovāciju programmas „Apvārsnis 2020” ietvaros, dotācijas līgums Nr. 646116

