



Baltijas jūras starp savienojumu bojājumi sinhronizāciju nekavēs



Olga Bogdanova,
AS „Augstsprieguma tīkls”
padomes priekšsēdētāja



Gatis Junghāns,
AS „Augstsprieguma tīkls”
valdes loceklis



Ervīns Ralfs Juršens,
AS „Augstsprieguma tīkls”
plānošanas inženieris



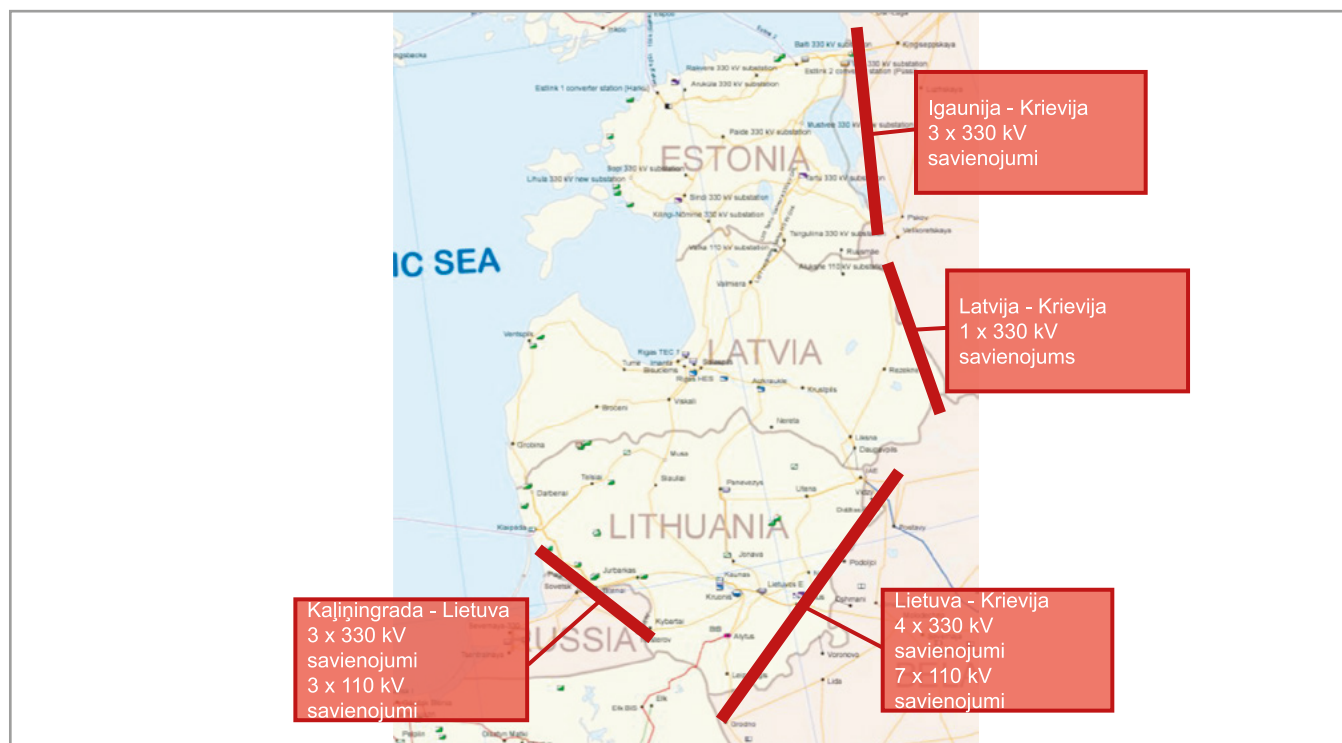
Dāvis Dimants,
AS „Augstsprieguma tīkls”
vadošais projektu vadītājs

Baltijas energosistēmas sinhronizācija ar Eiropas elektrotīkliem ir stratēģiskas nozīmes projekts ne tikai reģionālā, bet visas Eiropas Savienības (ES) līmenī. Šis projekts īstenots, lai nodrošinātu Baltijas valstu enerģētisko neatkarību no austrumu kaimiņiem, kā arī stabilu un drošu energoapgādi patērētājiem

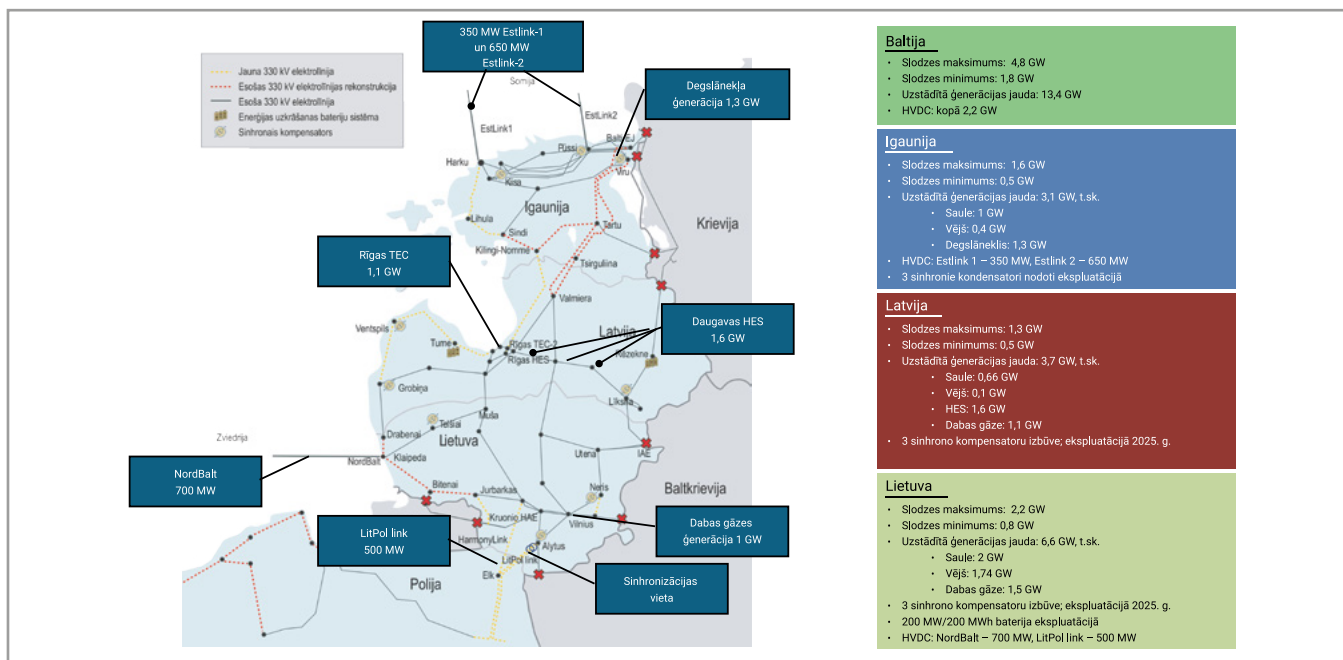
Energoapgādes drošība un neatkarība ir valsts drošības jautājums. Tāpēc Latvijas integrācija Eiropas energosistēmā ir svarīgs un loģisks nākamais solis pēc integrācijas ES, NATO un eirozonā.

Baltijas elektrotīklu sinhronizācijas projekts ir noritējis teju 20 gadus. Tā ietvaros izbūvēti jauni pārrobežu starpsavienojumi un būtiski nostiprināts Baltijas valstu iekšzemes tīkls. Projekts saņēmis nozīmīgu ES politisko un finansiālo atbalstu: tā ietvaros no ES struktūrfondiem Latvijai piešķirti vairāk nekā 300 milj. EUR. Sinhronizācijas projekts ir izcils piemērs Baltijas valstu ciešai un veiksmīgai sadarbībai kopīgu mērķu vārdā.

2025. gada februārī Baltijas valstis pārslēdzas no Krievijas vienotās energosistēmas uz Eiropas energosistēmu. Šis uzdevums tiek paveikts gadu ātrāk, nekā sākotnēji paredzēts.



2025. gada 8. februārī tiks pārtraukts Baltijas 21 savienojums ar Krievijas energosistēmu



Baltijas valstu ģenerācijas resursi un ārējie starpsavienojumi

Tiks pārtraukts Baltijas 21 savienojums ar Krievijas energosistēmu

Baltijas valstu energosistēmas ar Krievijas apvienoto energosistēmu savieno 21 augstsprieguma elektrolinija. 2025. gada 8. februārī visas šīs elektrolinijas tiks atslēgtas un demontētas tiktāl, lai novērstu iespēju tās pieslēgt no jauna. Tādējādi Baltijas valstu energosistēmas tiks izolētas no Krievijas energosistēmas un elektroenerģijas piegādes būs pilnībā pārtrauktas.

Līdz ar Baltijas atvienošanu no Krievijas apvienotās energosistēmas neatgriezeniski tiks atslēgts arī Kaļiņingradas apgabals, kas kļūs par mazu, izolētu energosistēmu. Kaļiņingrada aizvadītajos gados ir veikusi piecus energosistēmas izolētas darbības testus; pēdējais no tiem veikts 2024. gada septembrī. Arī mazas un izolētas energosistēmas var ilgstoši strādāt stabili.

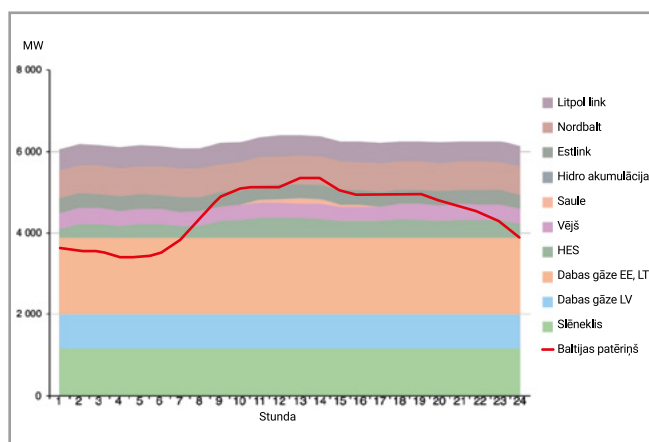
Pēc atslēgšanās no Krievijas energosistēmas 2025. gada 9. februārī notiks sinhronizācija ar Eiropas energosistēmu, izmantojot Baltijas energosistēmas vienīgo maiņstrāvas 400 kV divķēžu gaisvadu elektrolinijas savienojumu starp Lietuvu un Poliju.

Estlink-2 bojājums elektroapgādi neietekmē

Baltijas valstis ir tehniski sagatavotas darbībai bez savienojumiem ar Krievijas energosistēmu un sinhronizācijai ar Eiropas energosistēmu. 2024. gada Ziemassvētkos izraisītais 650 MW kabeļa *Estlink-2* bojājums gan ietekmē Baltijas reģiona elektroenerģijas tirgu

(šis starpsavienojums ir svarīgs elektroenerģijas importa un eksporta kanāls), taču elektroapgādes jaudas Baltijas reģionā joprojām ir pietiekamas.

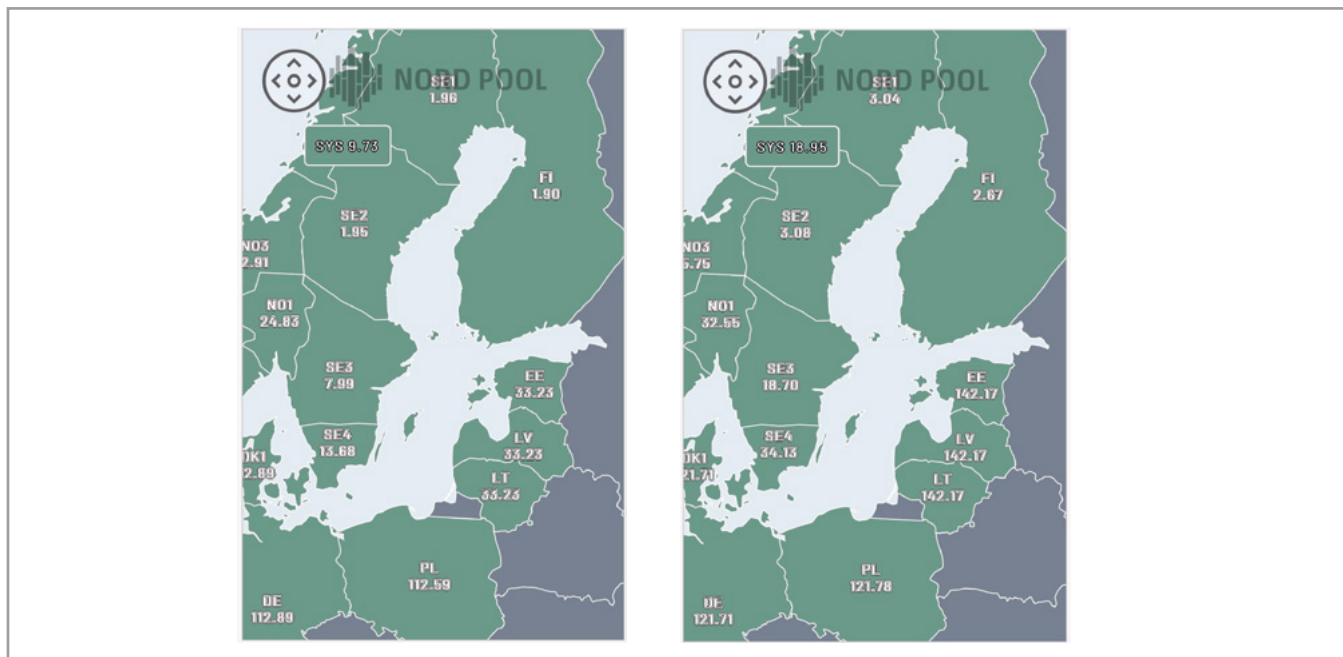
Estlink-2 bojājums ietekmē arī reģiona frekvences regulēšanas resursu, jo nepieciešamības gadījumā līdzstrāvas savienojumu var izmantot sistēmas frekvences regulēšanai. Tomēr Baltijas reģionā netrūkst citu elektroenerģijas ģenerācijas un frekvences regulēšanas resursu, ar kuriem aizstāt *Estlink-2*. Starpsavienojuma remonta periodā gan pieaugs elektroapgādes izmaksas, taču kabeļa bojājums neietekmēs patērētāju elektroapgādi Baltijas reģionā, nedz arī aizkavēs sinhronizāciju. Baltijas energosistēmas darbība sinhroni ar Eiropas energosistēmu ievērojami paaugstinās tās drošību.



Prognozētās elektroapgādes jaudas Baltijas reģionā

2025. gada janvārī

Datu avots: ENTSO-E un Nord Pool



Vidējā elektroenerģijas spot cena Nord Pool biržā: ar tirdzniecībai pieejamu Estlink-2 jaudu
2024. gada 26. decembrī (pa kreisi) un bez Estlink-2 jaudas 27. decembrī

Avots: Nord Pool

Patērētāji sinhronizācijas pārslēgumus nejutīs

8. un 9. februārī plānotā Baltijas energosistēmas atslēgšanās no Krievijas un sinhronizācija ar Eiropas energosistēmu norisināsies trīs posmos. Pirmajā posmā Baltijas valstu energosistēmās tiks ieviests paaugstinātas drošības režīms un veikta visu starpsavienojumu secīga atslēgšana uz Kaļiņingradas-Lietuvas, Krievijas-Lietuvas, Krievijas-Latvijas un Krievijas-Igaunijas robežām. Otrajā posmā Baltijas energosistēma īslaicīgi darbosies „salas” režīmā kā atsevišķa sinhrona energosistēma bez sinhrona savienojuma ar citu energosistēmu. Trešajā posmā Baltijas energosistēmas režīms tiks sagatavots sinhronizācijai un veikts sinhrons savienojums ar Polijas energosistēmu pa elektropārvades līniju *LitPol Link*.

Sinhronizācijas pārslēgumu periods saistīts ar paaugstinātiem riskiem energosistēmas darbībā. Lai riskus pienācīgi pārvaldītu, Baltijas valstu pārvades sistēmu operatori ieviesīs paaugstinātas gatavības un paaugstinātas drošības režīmu, aktivizējot papildu resursus ģenerācijas, frekvences regulēšanas un balansēšanas jomās. Tādējādi sinhronizācijas pārslēgumu periodā elektroapgādes traucējumus patērētāji nejutīs.

Ko nozīmē „sinhronizācija”?

Sinhronais ģenerators ir elektriskā mašīna, kas pārvērš rotējošas turbīnas kinētisko enerģiju maiņstrāvas elektroenerģijā ar noteiktu spriegumu un frekvenci, ko nosaka ģenerators ass griešanās ātrums. Sinhronais ģenerators vienmēr rotē ar konstantu ātrumu. Maiņstrāvas energosistēmā, pieslēdzot sinhrono ģeneratoru kopējam elektrotīklam, tā rotācijas frekvence tiek pielāgota frekvencei, ar kādu rotē visi pārējie elektrotīklam pieslēgtie ģeneratori. Maiņstrāvas ģenerators nevar pieslēgties elektrotīklam, neradot darbības traucējumus, ja tas nedarbojas ar pārējiem elektrotīklam pieslēgtajiem maiņstrāvas ģeneratoriem atbilstošu frekvenci. Līdzīgi, divas atsevišķas energosistēmas var tikt savienotas ar maiņstrāvas elektrolīniju un savstarpēji pārvadīt elektroenerģiju vienīgi tad, ja tiek salāgota frekvence, ar kādu abās energosistēmās rotē tīklam pieslēgtie sinhronie ģeneratori. Tādējādi Baltijas energosistēmas sinhronizācija ar Eiropas energosistēmu nozīmē abu energosistēmu savienojumu ar maiņstrāvas elektrolīniju un Baltijas energosistēmas frekvences salāgošanu ar Eiropas energosistēmas frekvenci.

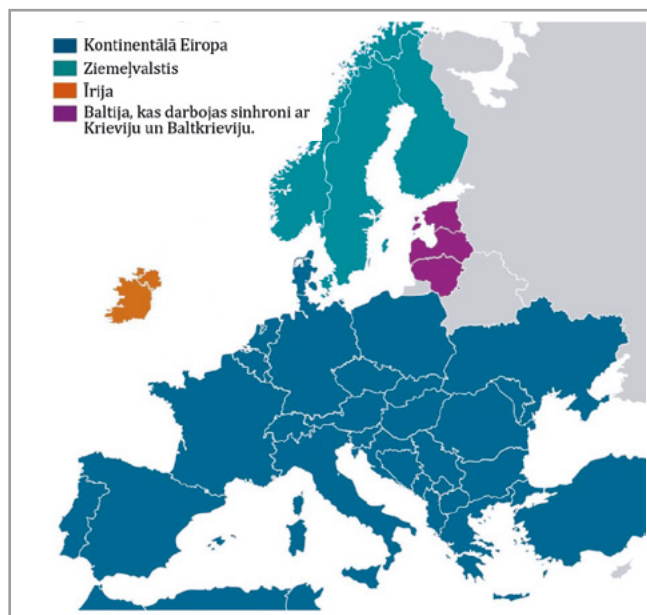
Frekvence ir ģenerācijas un patēriņa līdzsvara rādītājs

Elektrotīkla frekvence ir 50 herci (Hz). Frekvence norāda, cik reižu sekundē maiņstrāva mainīs savu vērtību no pozitīvas uz negatīvu, un 50 Hz elektrotīklā tas notiek 50 reizes sekundē. Sinhronā elektrotīklā visi sinhronie ģeneratori elektromagnētiski saslēdzas kopā un darbojas ar vienādu frekvenci. Katram ģeneratoram ir vadaparāts, kas regulē ģeneratora rotācijas ātrumu un uztur to nemainīgu, neskatoties uz patēriņa mainību enerģosistēmā. Kad slodze elektrotīklā pieaug, frekvence palēninās un vadaparāti pierēgulē ģeneratorus, lai tie tīklā nodotu vairāk elektroenerģijas un frekvence atgrieztos nominālā līmenī (50 Hz). Kad slodze elektrotīklā samazinās, elektrotīkla frekvence pieaug virs nominālā līmeņa un ģeneratoru automātiskās vadības sistēmas samazina tīklā nododamās elektroenerģijas apjomu, samazinot frekvenci līdz nominālai vērtībai. Lielās sinhronās enerģosistēmās ģenerācijas jaudas regulēšanā (atbilstoši nepārtraukti mainīgajai slodzei) piedalās samērā daudz ģeneratoru, tā nodrošinot stabilāku frekvenci. Jo svarīgāk tas ir incidentu gadījumos, kad enerģosistēmā neplānoti atslēdzas kāds liels jaudas ģenerators vai starpvalstu elektrolīnija.

Kāpēc stabila frekvence enerģosistēmā ir svarīga?

Elektrotīklam pieslēgtās elektroiekārtas un ģeneratori ir paredzēti darbam ar noteiktu maiņstrāvas frekvenci. Ja frekvence novirzās no nominālās vērtības, tad ģeneratorus var būt nepieciešams atslēgt no tīkla, lai tiem nerastos bojājumi. Būtiskas frekvences novirzes gadījumā var veidoties domino efekts: atsevišķu ģeneratoru atslēgšanās var izraisīt turpmāku frekvences novirzi, kam seko jau lielāka skaita ģeneratoru atslēgšanās. Sliktākajā scenārijā, ja frekvences samazināšanās netiek apturēta, tiks nodzēsta visa enerģosistēma.

Frekvences svārstības enerģosistēmā nepārtraukti rada parastās elektroenerģijas pieprasījuma un ģenerācijas izmaiņas: patēriņš nav precīzi paredzams, tāpēc ar svārstībām jārēķinās vienmēr, turklāt papildu balansa svārstības nākotnē radīs arvien pieaugošā vēja un saules ģenerācija. Vislielākās frekvences novirzes izraisa apjomīgi incidenti, tādi kā neplānota liela ģeneratora vai starpsavienojuma atslēgšanās. Līdzsvarot ģenerāciju un patēriņu un stabilizēt frekvenci palīdz adekvāta apjoma frekvences regulēšanas un balansēšanas rezervju uzturēšana un aktivizēšana enerģosistēmā.



Sinhronās enerģosistēmas Eiropā

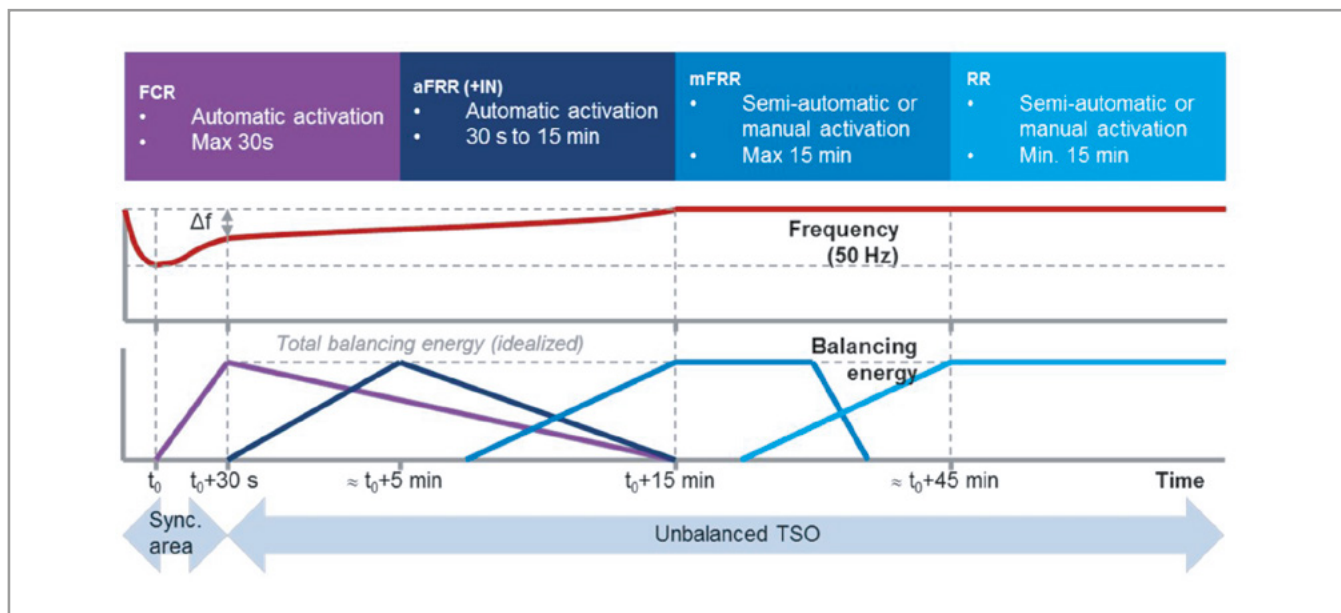
Baltijas frekvences kontroles bloks

Krievijas enerģosistēmā frekvences kontrole ir centralizēta, un to veic pati Krievija. Savukārt Eiropas sinhronajā enerģosistēmā frekvences kontrolē iesaistās visu tai piederīgo valstu pārvaldes sistēmu operatori. Pēc sinhronizācijas ar Eiropu Baltijas valstu pārvaldes sistēmu operatori veidos t.s. Baltijas frekvences kontroles bloku. Tie sadarbosies, lai īstenotu frekvences kontroles procesu jeb ģenerācijas un patēriņa balansa regulēšanu reāllaikā un tādējādi nodrošinātu nepārtraukti stabilu 50 Hz frekvenci enerģosistēmā.

Lai piedalītos Eiropas enerģosistēmas frekvences regulēšanā, Baltijas valstu pārvaldes sistēmu operatoriem, savstarpēji sadarbojoties, Baltijas frekvences kontroles blokā būs jānodrošina precīza balansēšana, jo novirzēm no balansa jāiekļaujas Eiropas sinhronās enerģosistēmas sadarbības līgumā noteiktajās robežās. Baltijas frekvences kontroles bloka ietvaros Latvijas enerģosistēmas balansēšanas kvalitātes kritērijs indikatīvi būs šāds:

- laika intervālu skaits, kurā nebalanss pārsniedz 21 MW, nepārsniedz 30% no intervālu skaita gadā;
- laika intervālu skaits, kurā nebalanss pārsniedz 41 MW, nepārsniedz 5% no intervālu skaita gadā.

Lai nodrošinātu frekvences kontroles procesu, Baltijas valstu pārvaldes sistēmu operatori ievieš speciālas frekvences un balansēšanas kontroles IT sistēmas, reģionālu balansēšanas rezervju tirgu, kā arī kopīgi iepirks un uzturēs Baltijas frekvences kontroles blokam nepieciešamās balansēšanas rezerves.



Balansēšanas tirgus procesi frekvences atjaunošanai pēc incidenta

Avots: ENTSO-E

Frekvences stabilizēšanas rezerves (FCR)

FCR rezervju uzdevums ir apturēt frekvences novirzi un stabilizēt frekvenci avārijas apstākļos, kad energosistēmā ir zaudēts liels enerģijas avots. FCR ir visātrāk pieejamās rezerves, kas tiek automātiski aktivizētas, tiklīdz sistēmas frekvences novirze no nominālā 50 Hz līmeņa pārsniedz ± 10 mHz. Ja sistēmas frekvences novirze pārsniedz ± 200 mHz, FCR rezervēm jāpalaižas pilnā apjomā 30 sekunžu laikā. Kontinentālās Eiropas sinhronajā zonā nepārtraukti pieejamais FCR rezervju kopējais apjoms ir 3000 MW, kas atbilst potenciāli lielākajam incidentam (divu 1500 MW atomelektrostaciju bloku avārijas atslēgšanās). Uzturamais FCR rezervju apjoms katrā pārvades sistēmas operatora zonā tiek noteikts proporcionāli ģenerācijas un patēriņa apjomam. Baltijas frekvences kontroles blokā FCR rezerves jāuztur indikatīvi 30 MW apmērā, kas atbilst aptuveni 1% no kopējā FCR rezervju apjoma kontinentālās Eiropas sinhronajā energosistēmā.

Frekvences atjaunošanas rezerves (FRR)

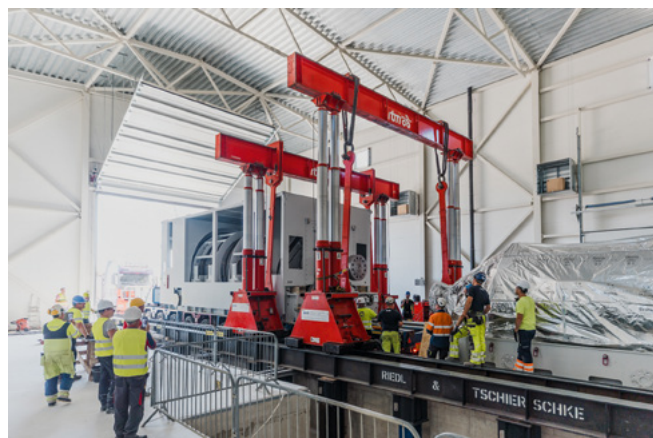
FRR rezervju uzdevums ir samazināt Baltijas frekvences kontroles bloka nebalansu līdz nullei, atjaunot frekvenci līdz nominālajam 50 Hz līmenim un secīgi aizstāt aktivizētās FCR rezerves. FRR apjomam ir jābūt pietiekamam, lai Baltijas frekvences kontroles bloka nebalansu iekļautu līgumā noteiktajās robežās un nodrošinātu energosistēmas darbības stabilitāti (lielākā N-1 incidenta rezervēšanu). Baltijā tiks uzturētas divu veidu FRR rezerves – automātiski aktivizējamās (aFRR)

un manuāli aktivizējamās (mFRR). Manuāli aktivizējamās rezerves (mFRR) pēc aktivizācijas instrukcijas saņemšanas aktivizē atbildīgie darbinieki, savukārt aFRR aktivizācijas signālus automātiski ģenerē SCADA frekvences kontrolieris, tos nosūtot uz elektrostacijas vadības sistēmu.

Visi trīs Latvijai paredzētie sinhronie kompensatori ir piegādāti

Lai nodrošinātu energosistēmas darbībai svarīgas funkcijas, Baltijas valstu energosistēmās tiek uzstādīti kopumā deviņi sinhronie kompensatori. Sinhronais kompensators ir liels rotējošs sinhronais ģenerators, kura ass nav piestiprināta griešanas mehānismam. Sinhronie kompensatori nodrošina trīs būtiskas funkcijas. Pirmkārt, tie nodrošina sistēmas inerci, kas incidenta gadījumā slāpē frekvences izmaiņas ātrumu. Otrkārt, sinhronie kompensatori nodrošina reaktīvās jaudas regulēšanu, uzlabojot sprieguma regulāciju elektrotīklā. Treškārt, sinhronie kompensatori stabilizē elektrotīklu gadījumos, kad notiek, piemēram, īsslēgumu izraisītas, straujas svārstības.

Sinhrono kompensatoru staciju izbūvi AS „Augstsprieguma tīkls” (AST) apakšstacijās “Grobiņa”, “Ventspils” un “Liksna” veic AST nolīgtais uzņēmējs pilnsabiedrība “EM&SE Syncons”, ko veido Vācijas “Siemens Energy” un Latvijas SIA “Enersense”. Patlaban ir pabeigta visu trīs sinhrono kompensatoru staciju būvprojektu izstrāde un šajās stacijās notiek būvdarbi.



Iekārtu uzstādīšana sinhronā kompensatora stacijā Grobiņā, 2024. gada maijs

Foto: Kristaps Anškins

Galvenās sinhrono kompensatoru staciju iekārtas tika ražotas „Siemens Energy” rūpnīcās: sinhronie kompensatori un spararati Vācijā, transformatori Horvātijā. 2024. gadā šīs iekārtas tika piegādātas uz visām trim AST sinhrono kompensatoru stacijām. Galveno iekārtu piegāde tika veikta vispirms ar kuģi uz Latvijas ostām un pēcāk ar speciāliem lielas kravnesības treileriem uz kompensatoru stacijām.

Sinhrono kompensatoru stacijā “Grobiņa” būvdarbi tuvojas noslēgumam, notiek uzstādīto iekārtu pārbaudes. 2025. gada janvārī sinhrono kompensatoru plānots pieslēgt tīklam un sinhronizēt, lai tādējādi visi paredzētie darbi būtu pabeigti līdz februāra sākumam un staciju varētu pilnībā izmantot.

Sinhrono kompensatoru stacijā “Ventspils” ir piegādātas un uzstādītas visas iekārtas, turpinās kabeļu ievilkšana un savienošana. Visus šos darbus plānots pabeigt līdz 2025. gada jūnija sākumam.

Sinhrono kompensatoru stacijā “Līksna” notiek stacijas vadības ēkas izbūve. Lai mazinātu riskus, kas saistīti ar slideniem ceļiem, visas galvenās stacijas iekārtas tika piegādātas objektā jau pirms ziemas laikapstākļu iestāšanās, decembrī. Visus darbus plānots pabeigt līdz 2025. gada oktobrim.



Bateriju aprīkojuma piegāde Rēzeknē, 2024. gada decembris

Foto: Evija Trifanova, LETA Foto

AST lieljaudas baterija sāks darboties 2025. gada rudenī

Lai pēc sinhronizācijas nodrošinātu nepieciešamo frekvences stabilizēšanas rezervju (FCR) un frekvences atjaunošanas rezervju (FRR) nepārtrauktu pieejamību par saprātīgām izmaksām, AST kā pārejas risinājumu Latvijā būvē 80 MW jaudas un 160 MWh ietilpības elektroenerģiju uzkrājošo bateriju sistēmu (BESS – *Battery Energy Storage System*).

BESS izbūves darbus AST apakšstacijās “Rēzekne” un “Tume” veic AST nolīgtais uzņēmējs „Rolls-Royce Solutions GmbH” („Rolls-Royce”). Tā kā projekta īstenošanas termiņš ir samērā īss, pēc izbūves līgumu noslēgšanas AST kopīgi ar „Rolls-Royce” nekavējoties tika meklēti risinājumi, kā darbus uzsākt pēc iespējas ātrāk. Viens no risinājumiem, kas pavēra iespēju ietaupīt laiku, bija saskaņoti paskaidrojuma raksti, kas paredzēja abās apakšstacijās veikt sagatavošanās darbus, pirms vēl pilnībā pabeigta būvprojekta izstrāde, bet būvatļauju saņemt, tikai uzsākot galvenos būvdarbus. Paralēli projektēšanas darbiem notika iekārtu ražošana. Vienā no Ķīnas lielākajām bateriju ražotnēm CATL izgatavoti bateriju moduļi pa jūras ceļu tiek nogādāti Latvijā. Vācijas uzņēmumā „SMA Solar Technology AG” tika izgatavoti invertoru/transformatoru moduļi (MVPS).

Šobrīd abās apakšstacijās notiek aktīvi būvdarbi. Apakšstacijā “Tume” tiek būvēta BESS vadības ēka, izbūvēti iekārtu pamati un janvārī plānots tajā nogādāt

jau saražotos bateriju un invertoru/transformatoru moduļus.

Apakšstacijā “Rēzekne” pabeigta iekārtu pamatu izbūve un jau decembrī piegādāti invertoru/transformatoru moduļi. Abos objektos BESS izbūves darbus plānots pabeigt līdz vasaras sākumam, lai vasarā un rudens sākumā varētu veikt visus nepieciešamos testus un pilnībā funkcionējošu BESS nodot ekspluatācijā 2025. gada oktobrī.

Līdztekus sinhrono kompensatoru staciju un BESS izbūvei, sinhronizācijas ar kontinentālo Eiropu projekta ietvaros AST jau ir pabeigusi visas plānotās 330 kV pārvades līniju rekonstrukcijas vai jaunbūves vairāk nekā 500 km garumā.

No citiem infrastruktūras uzlabošanas projektiem, kas saistīti ar sinhronizāciju, vērts pieminēt komercuzskaišu sakārtošanu un dispečervadības sistēmu pārbūves. 2024. gadā tika uzsākti un 2025. gadā turpināsies būvdarbi starpvalstu komercuzskaišu sakārtošanas projektā, kura ietvaros starpvalstu pārvades līnijās tiek uzstādīti jauni, mūsdienu uzskaites vajadzībām atbilstoši mērmaiņi un izbūvēta jauna elektroenerģijas uzskaitē. Dispečervadības sistēmu (DVS) pārbūves projekta ietvaros svarīgākajās AST apakšstacijās tiek uzstādītas *redundantas* dispečervadības sistēmas, lai tādējādi samazinātu iespēju, ka vadības sistēmas bojājuma dēļ līdz dispečeriem nenonāk pilna informācija par apakšstacijā notiekošo. Dispečervadības sistēmu pārbūves darbi tika uzsākti 2023. gadā un tiks pabeigti 2025. gadā.