Baltimaade elektrisüsteemide sünkroniseerimine Kontinentaal-Euroopa võrguga

21.11.2019

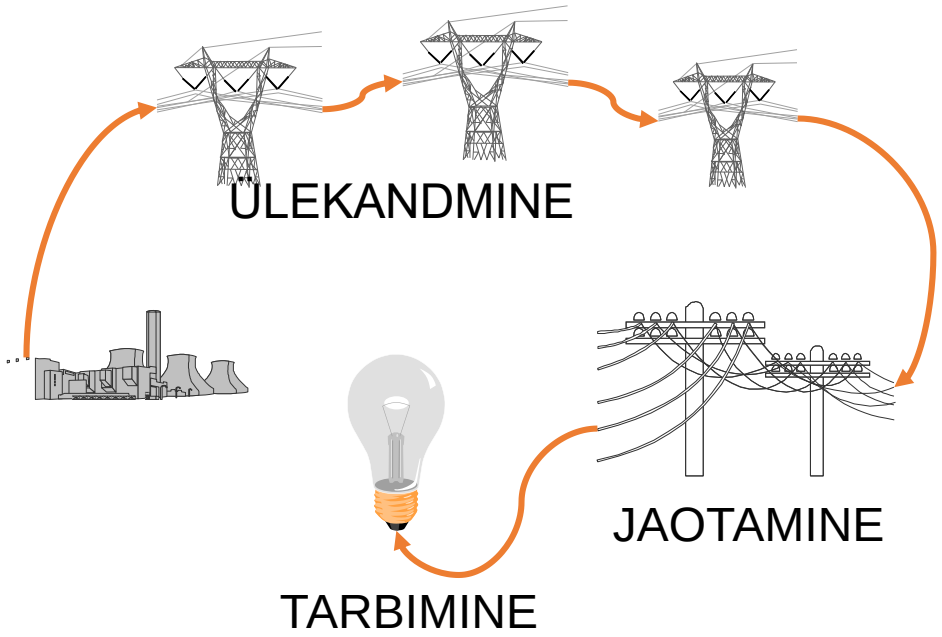
Kalle Kilk

elering

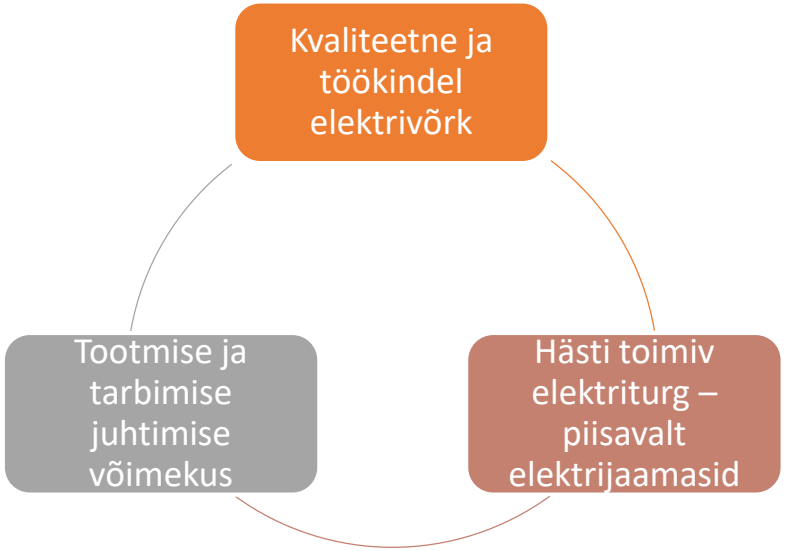
Teemad

- Varustuskindlusest üldisemalt
- Balti süsteemid minevikus
- Sünkroniseerimine Euroopaga

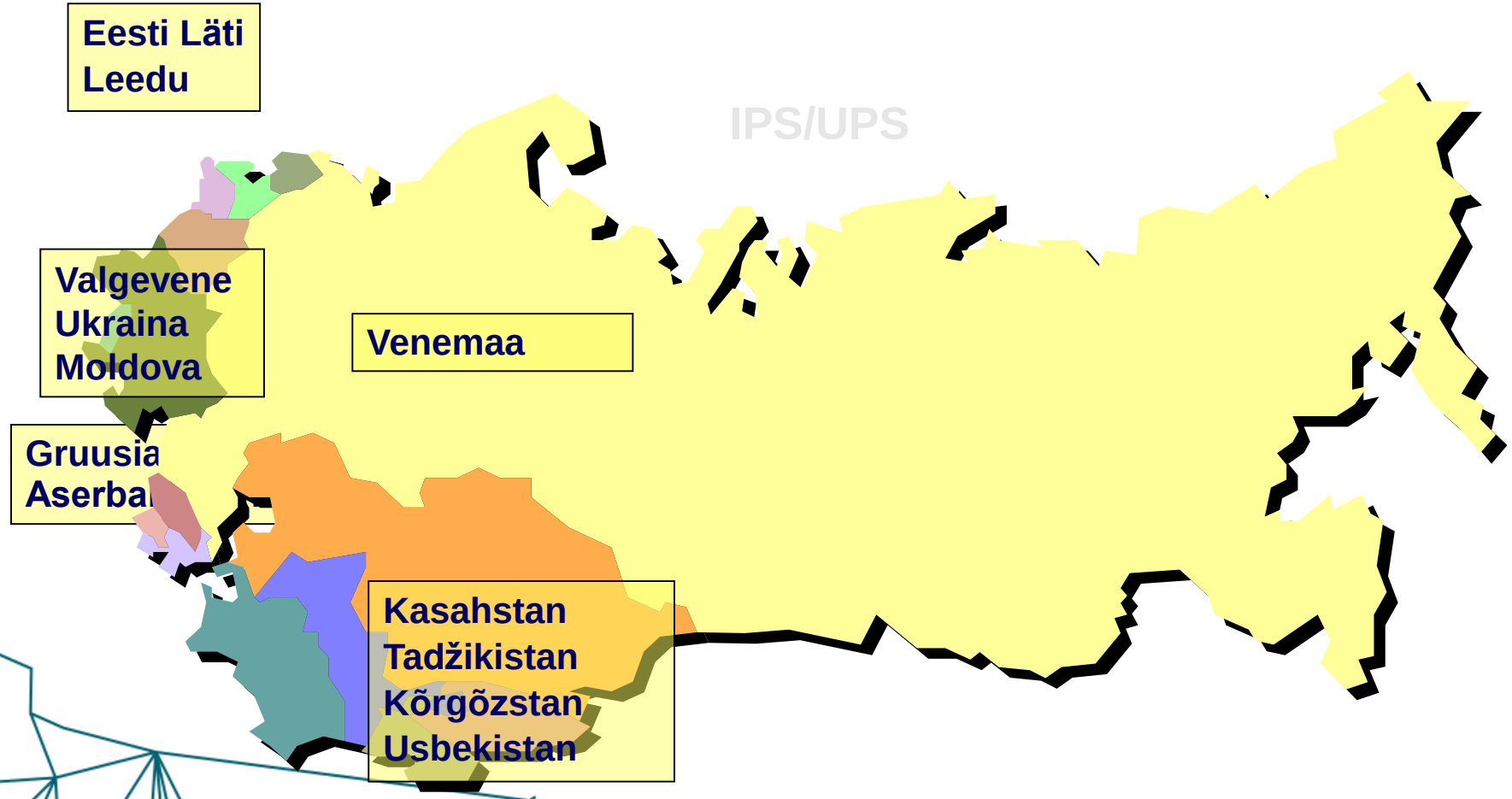
Tarbijate varustuskindlus



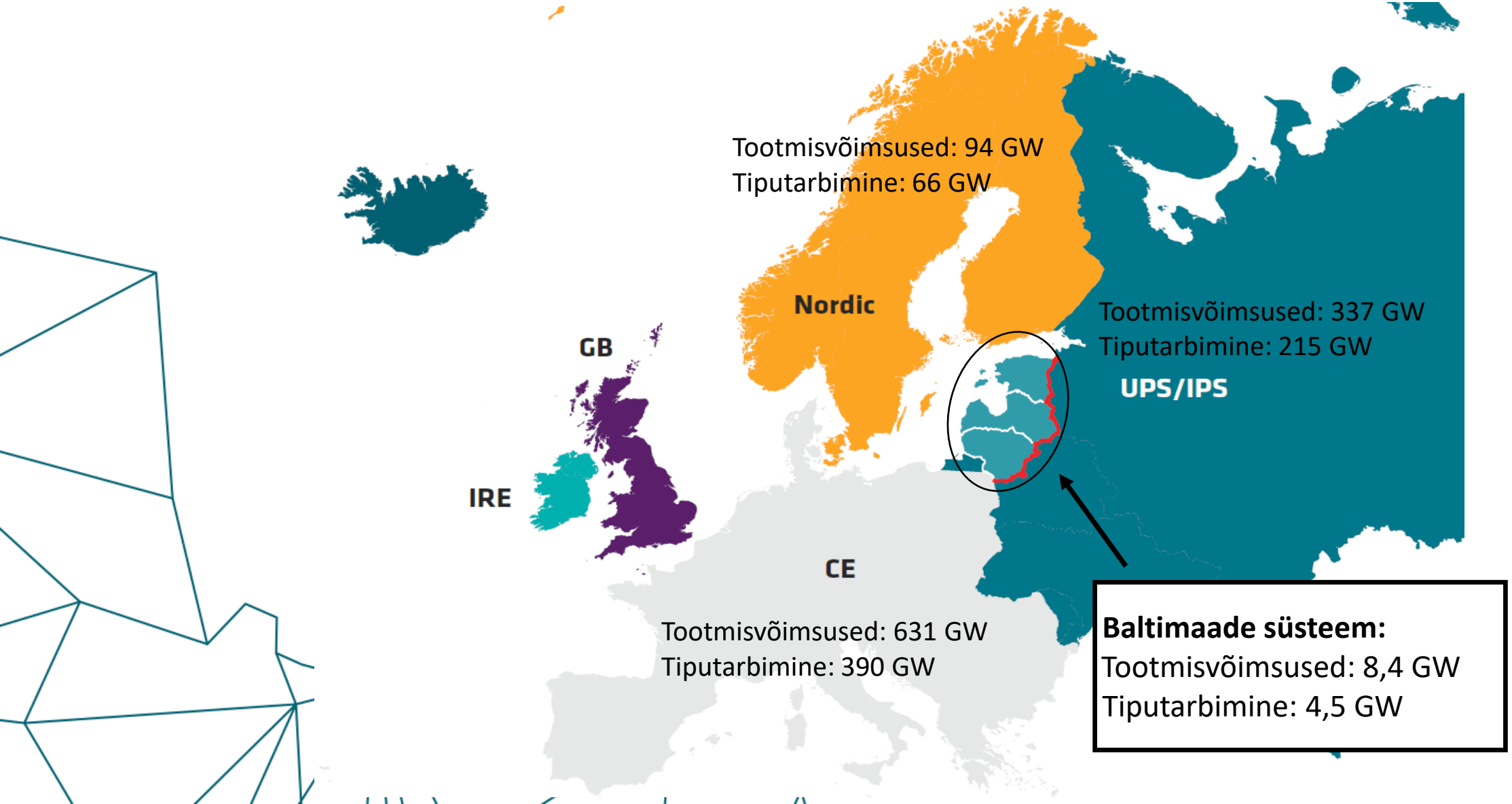
- Tootmisvõimsuste piisavus – rohkem elektrijaamasid, erinevate allikate põhiselt, mille tagab hästi toimiv elektriturg.
- Võrguühenduste piisavus/talitluskindlus – sisemine võrk ja riikidevahelised ühendused.
- Võimekus süsteemi igal ajahetkel tasakaalus hoida



Kust me tuleme



Euroopa sünkroonalad



Regiooni võrk 25 aastat tagasi

- Baltimaade ja Valgevene võrk oli oluliseks Peterburgi-Moskva vahelise ühenduse osaks
- Kaliningradis elektri tootmist ei olnud, kogu varustus läbi Baltimaade
- Ülepiirilist liinide võimsust ida suunas üle 2000 MW, Euroopa suunas 0 MW.
- Süsteemi operatiivjuhtimise ahel Moskva -> Peterburg -> Riia -> Tallinn
- Sageduse juhtimine tsentraalselt Moskvast, Eesti kohustus hoida tunni keskmist kokkulepitud saldot

Estonia
Latvia
Lithuania
Russia
Poland
Belarus
Ukraina
Moskva
Minsk
Riga
Tallinn
Vilnius
Kaliningrad
Smolenskaya
Mogilev
Krichev
Orsha
Vitebsk
Polotsk
Lida
Baranovichi
Kolinaya
Miradino
Zhlobin
Gomel
Chernigov
Chernobyl
Pskov
Tartu
Kalinin
Kolugo
Mikhailov
Vladimir
Opitnaya
Kalininskaya
Novgorod
Leningradskaya
Kirishi
Sankt Peterburg
Levikha
Helsinki
Klaipeda
Siauliai
Kaunas
Grodno
Borisovskaya
Belorusskaya
Molodechno
Kolodishi
Mogilev-Severni
Talachkino
Novosokolniki
Nevel
Dolgoprudnaya
Nevelja
Dukhovskaya
Pelkovskaya
Valmiera
Jelgava
Daugavpils
Ulla
Ignalina
Panevezys
Jonava
Lastuvos
Alytus
Sovetsk
Kaliningrad
Narva
Vilkaviskis
N.Bryanskaja
Kolpino
Chudovo
Gatchina
Kingisepp
Pskovskaya
Tallinn
Rakvere
Valga
Pärnu
Kilingi-Nõmme
Kohtla-Järve
Paldiski
Kilingi-Nõmme
Kohtla-Järve
Paldiski
Pärnu
Valga
Rakvere
Valmiera
Jelgava
Daugavpils
Ulla
Ignalina
Panevezys
Jonava
Lastuvos
Alytus
Sovetsk
Kaliningrad
Narva
Vilkaviskis
Klaipeda
Siauliai
Kaunas
Grodno
Borisovskaya
Belorusskaya
Molodechno
Kolodishi
Mogilev-Severni
Talachkino
Novosokolniki
Nevel
Dolgoprudnaya
Nevelja
Dukhovskaya
Pelkovskaya
Valmiera
Jelgava
Daugavpils
Ulla
Ignalina
Panevezys
Jonava
Lastuvos
Alytus
Sovetsk
Kaliningrad
Narva
Vilkaviskis
N.Bryanskaja
Kolpino
Chudovo
Gatchina
Kingisepp
Pskovskaya
Tallinn
Rakvere
Valga
Pärnu

Baltimaade võrgu senine arendamine

IPS/UPS võrgu senine arendamine

Venemaa mõju Balti elektrisüsteemidele

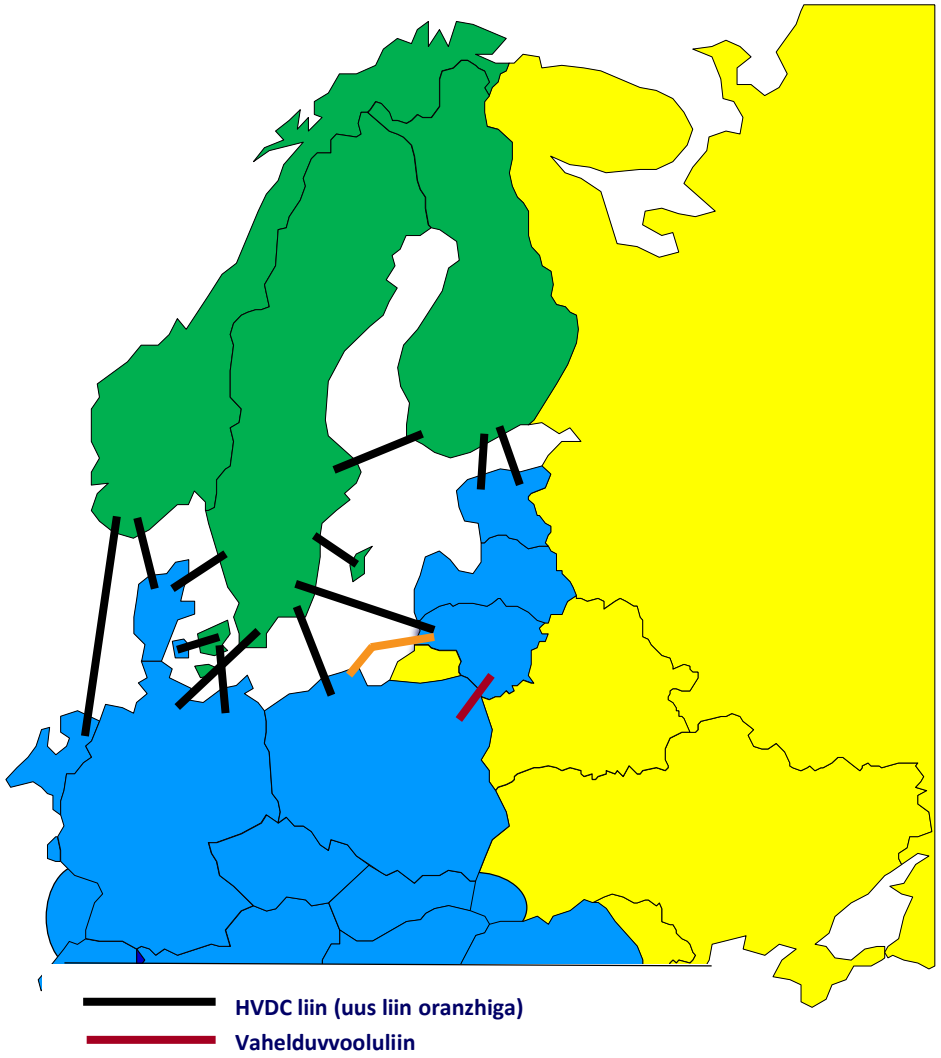
- Sagedust reguleerib Moskva, selle ootamatul lõpetamisel väga tõsised tagajärjed
- Liinide väljalülitamine või muud probleemid Venemaal vähendavad oluliselt ülekandevõimsust Balti riikide sees, eelkõige EE-LV vahel
- Puudub kontroll elektrisüsteemi arengu üle, millest sõltub pikaajaline varustuskindlus
- Ebaaus konkurents elektritootmises, vähem investeeringuid tootmisvõimsustesse

Eelnevast järeldus

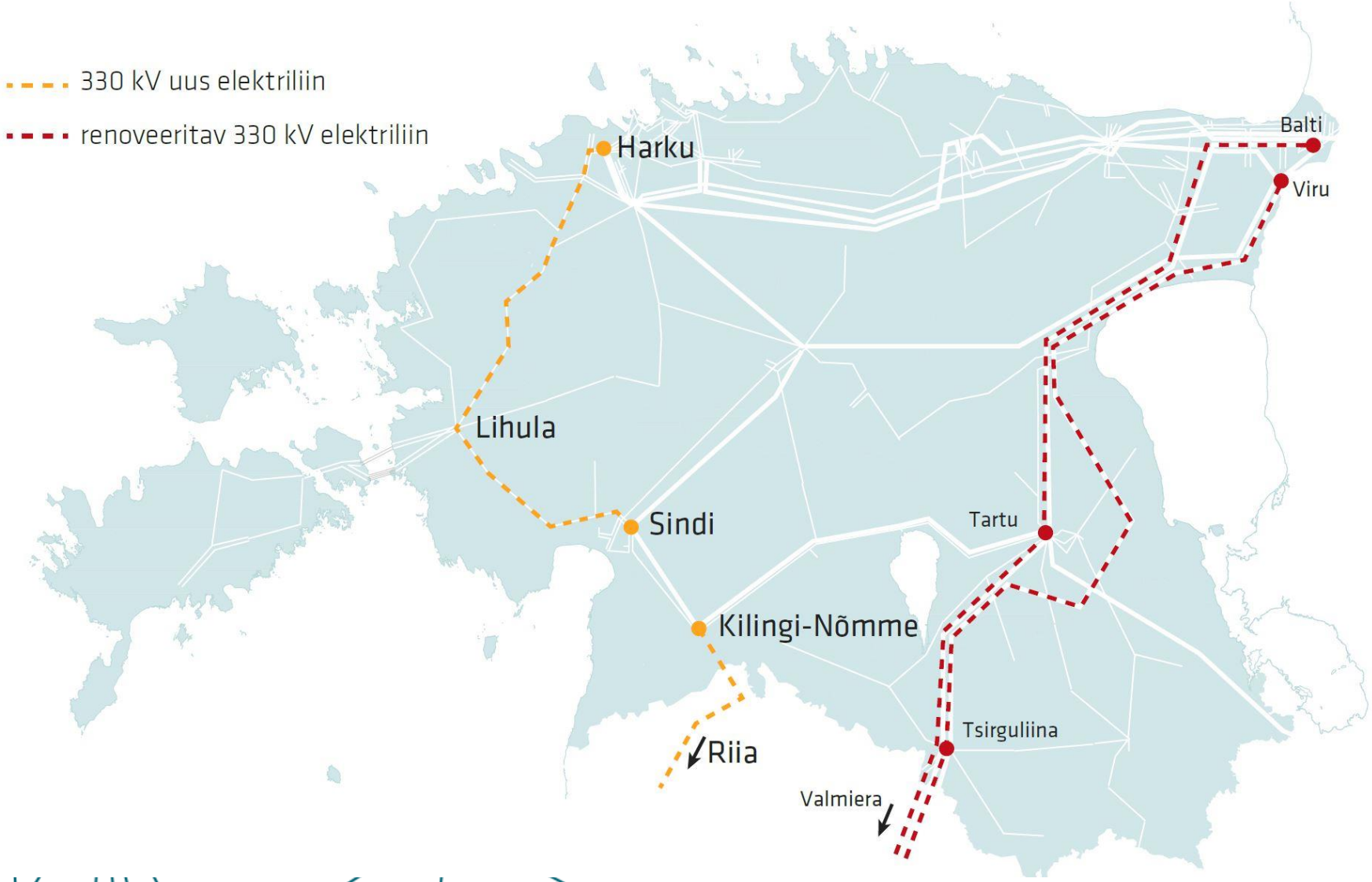
- Kunagist vastastikust sõltuvust enam pole
- Venemaa sisevõrk ja Kaliningrad saavad ilma Baltimaade abita hakkama
- Baltikum sõltub Venemaast oluliselt:
  - Ootamatu saarestumine oleks esimesel hetkel keeruline üle elada ilma tarbimist piiramata, pikemaajaline saartalitus on võimalik suurte kulude ja piirangutega
  - Vene võrguta tuleks Põhja-Lõuna suunalist kaubandust väga oluliselt piirata

Sünkroniseerimise tegevused kuni 2025

- Olemasoleva LitPol1 400 kV ühenduse kasutusele võtmine vahelduvvoolu liinina
- Uus alalisvoolu (HVDC) ühendus Poola ja Leedu vahel
- Baltimaade sisese võrgu tugevdamine põhja-lõuna suunal
- Sagedusstabiilsuse parandamise meetmed
- Venemaa ja Valgevene suunaliste liinide lahti ühendamine ja demontaaž

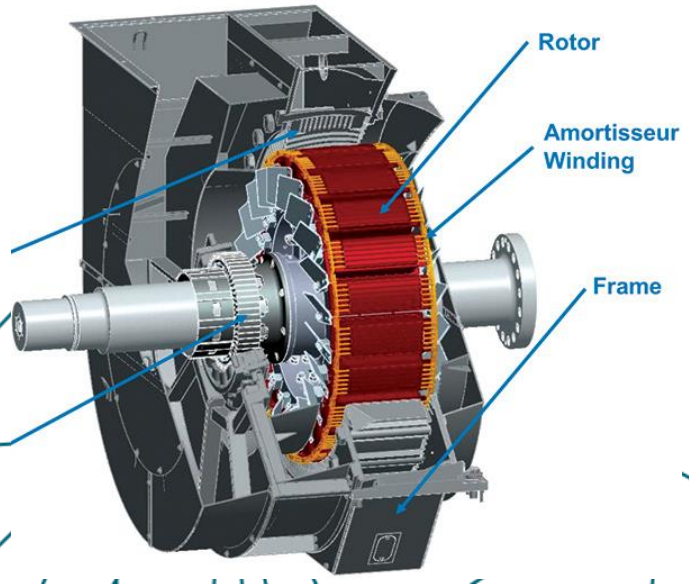


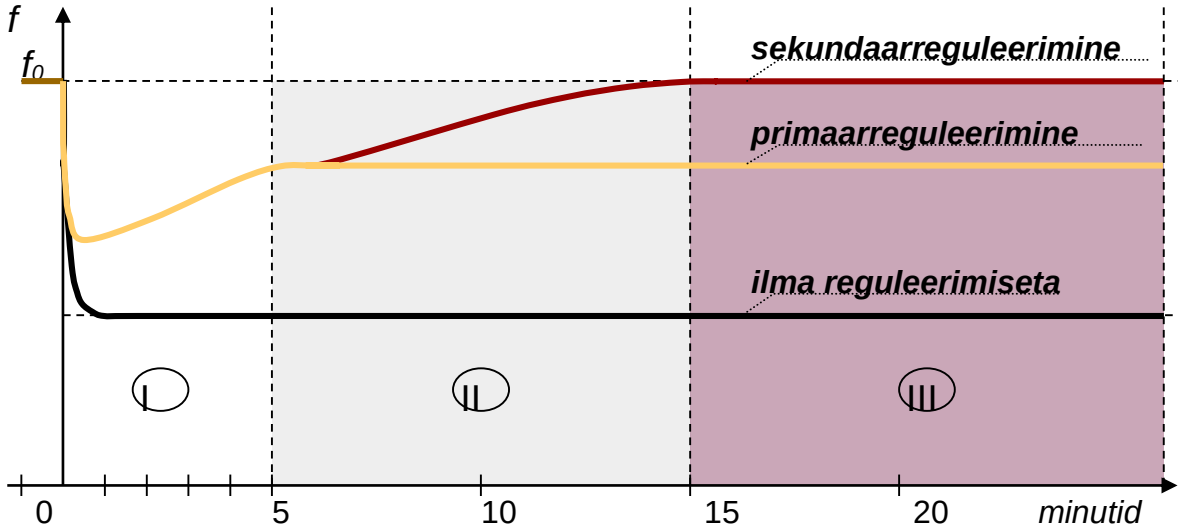
Võrgu tugevdamine



Sagedusstabiilsuse tagamine

- „Suure süsteemi“ abi võib iga hetk kaduda
- Pöörlevate generaatorite kogus väheneb, inverteriga jaamade (tuul, päike) osa suureneb
- Sagedus peab olema absoluutväärtusena 50 Hz lähedal, ka avariide korral 49.0-50.3 Hz
- Ka lubatud tsoonis sees ei tohi muutuse kiirus liiga suur olla (RoCoF – df/dt < 1 Hz/s)
- Sageduse reguleerimine käib tootmisvõimsuse (ja juhitava tarbimise) muutmise kaudu
- Esimestel sekunditel toimib inertsi energia, alles mõne sekundi pärast hakkab toimima elektrijaamade lokaalne reguleerimine, järgneb tsentraalne automaatne reguleerimine ja 5-15 minuti pärast jõuab vajadusel dispetšer käsitsi hakata reguleerima
- Selleks vaja vähemalt 17100 MWs inertsi Baltikumis ehk Eestisse kolm sünkroonkompensaatorit

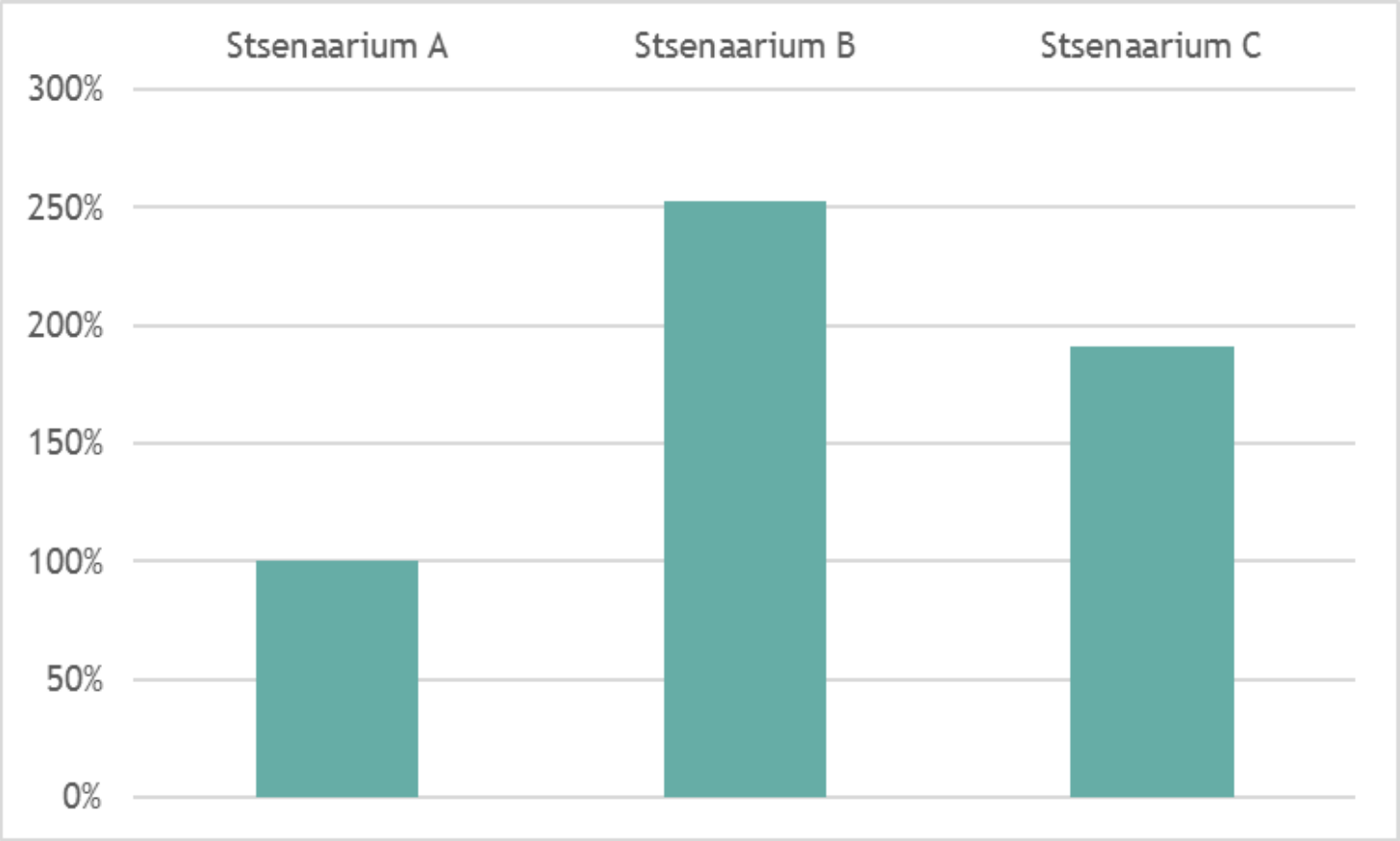




Sünkroniseerimine mõju võrgutasule

- Võrdleme omavahel kolme stsenaariumit:
  - A – sünkroniseerimine CE võrguga, investeeringuid kaasfinantseeritakse läbi CEF-i
  - B – jääme ühendatuks Vene süsteemiga, kuid energiajulgeoleku tagamiseks tekitame saarestunult talitlemise võimekuse puhtalt oma tariifist
  - C – jääme ühendatuks Vene süsteemiga, ei tee sõltumatuse suurendamiseks mitte midagi, kõikide niigi vajalike investeeringute rahastamine puhtalt oma tariifist

Investeeringud võrgutasust



Sünkroniseerimise mõjud turuosalistele

- EL sisese ülepiirilise kaubanduse võimalused jäävad normaalolukorras vähemalt samale tasemele kui täna:
  - EE-FI 1000 MW
  - LT-SE 700 MW
  - LT-PL 500-700 MW
- Olukorras, kus mingil põhjusel on LT-PL vahelduvvoolu liin tööst väljas, piiratakse alalisvooluühenduste kasutamist
- Kolmandate riikide suunas kauplemisvõimsusi ei ehitata
- Sageduse reguleerimise põhimõtete muutmisel tekib süsteemiteenuste turg, kohalike elektritootjate jaoks täiendavate toodete müümise võimalus

Täna	Peale aastat 2025
HÄIREKINDLUS	HÄIREKINDLUS
SAARTALITLUSVÕIME	SAARTALITLUSVÕIME
VÕRGUTASU	VÕRGUTASU
ELEKTRITURG	ELEKTRITURG

Kokkuvõtteks

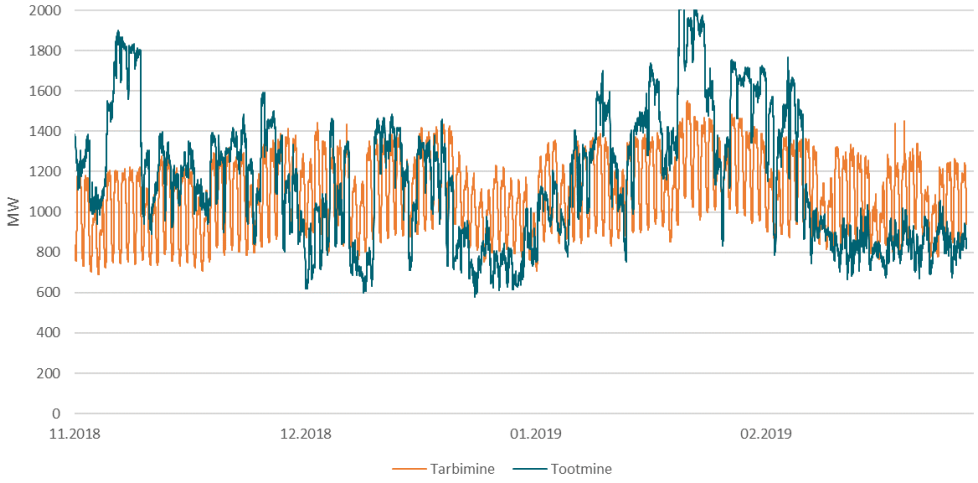
1. Vastastikune sõltuvus Baltimaade ja IPS/UPS vahel on kadunud
2. Baltimaade ühepoolne sõltuvus on alles
3. Sünkroontöö Venemaa elektrisüsteemiga on suurim süsteemne risk Eesti elektrivarustuskindlusele
4. Riski maandamiseks liitume 2025 lõpuks Kontinentaal-Euroopa sagedusalaga
5. Mõju on positiivne ka võrgutasudele ja elektrituru toimimisele

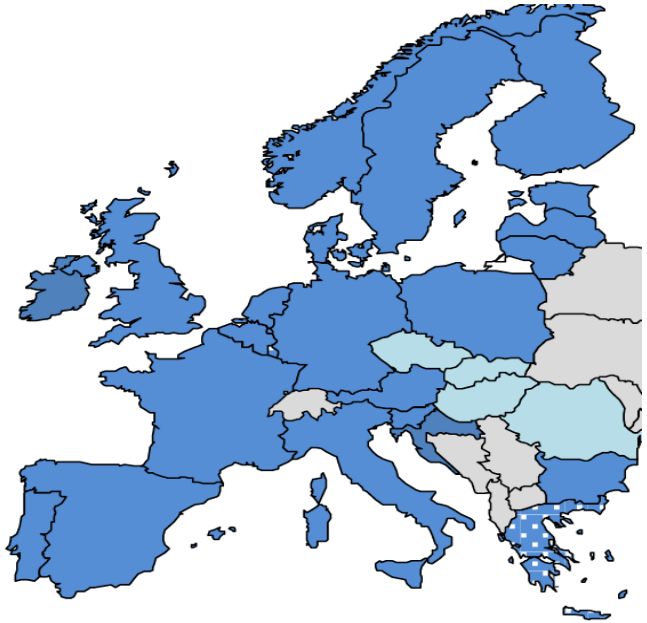
Aitäh!

Varuslaidid tootmise kohta tulevikus

Eesti on osa Euroopa ühisest elektriturust

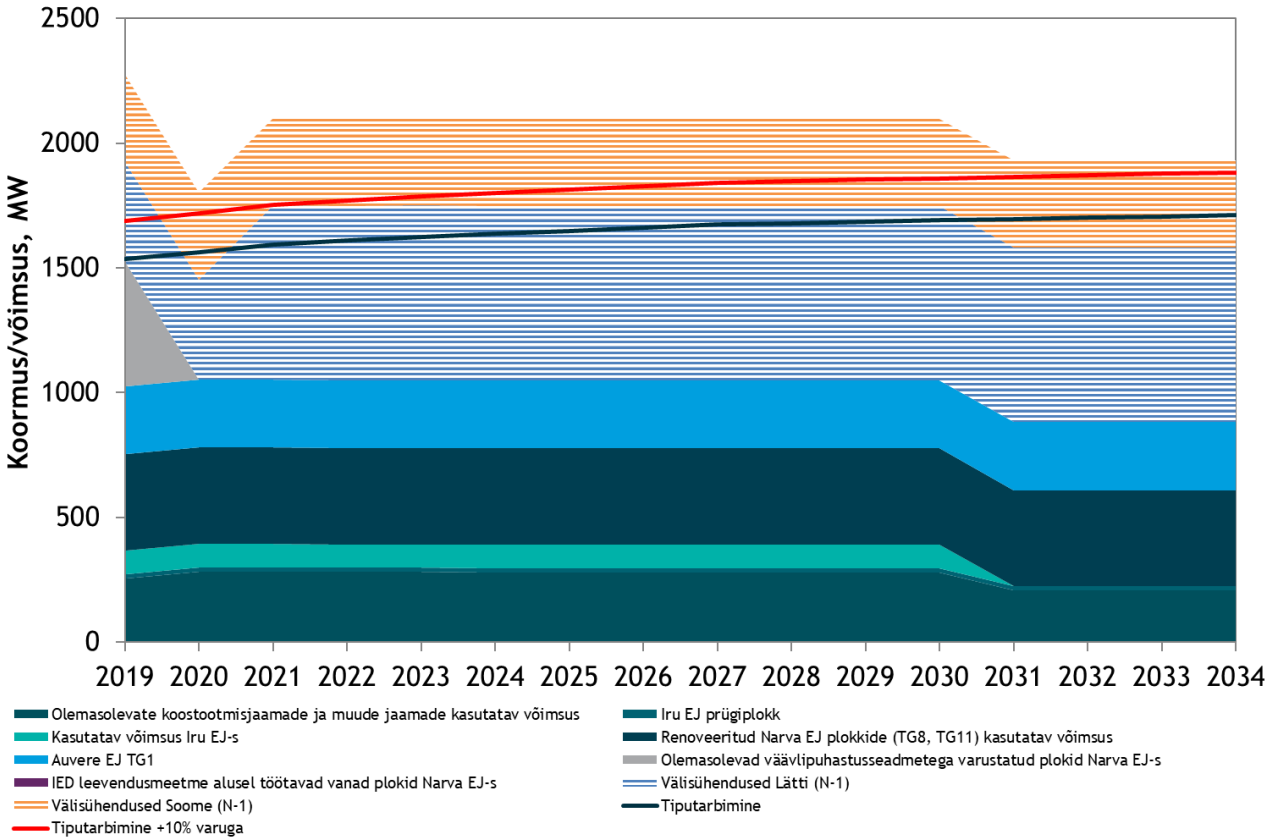
- Ei ole olemas nähtust nagu Eesti elektri hulgiturg. On Euroopa ühtne siseturg.
- Ülekandeliinid elektrit ei tooda ja elektri tootmiseks peab olema kusagil Euroopa elektriturul elektrijaam ja traat tarbijani piisavalt jäme.
- Eestis on ühendusi teiste EL riikidega ca 2000 MW (tiputarbimine 1587MW).
- Eesti ja kogu Euroopa kliimaeesmärgid toovad kaasa märgatava mõju elektritootmise kompositsioonile.
- Riiklikud Kliima- ja energiakavad määravad Euroopas elektritootmise tuleviku.





Deterministlik prognoos kuni 2034

- Lähtutud konservatiivsetest eeldustest.
- Nii Narva filtriteta kui filtritega plokkide puhul on eeldatud sulgemist aastaks 2020.
- Edasi arvestatud Narvas kolme plokiga (Auvere, 8, 11) ehk 660 MW.
- Muud EJ-d ca 400 MW
- Välisühendustel arvestatud n-2 olukorraga



Kust tuleb välisühendustesse elekter?

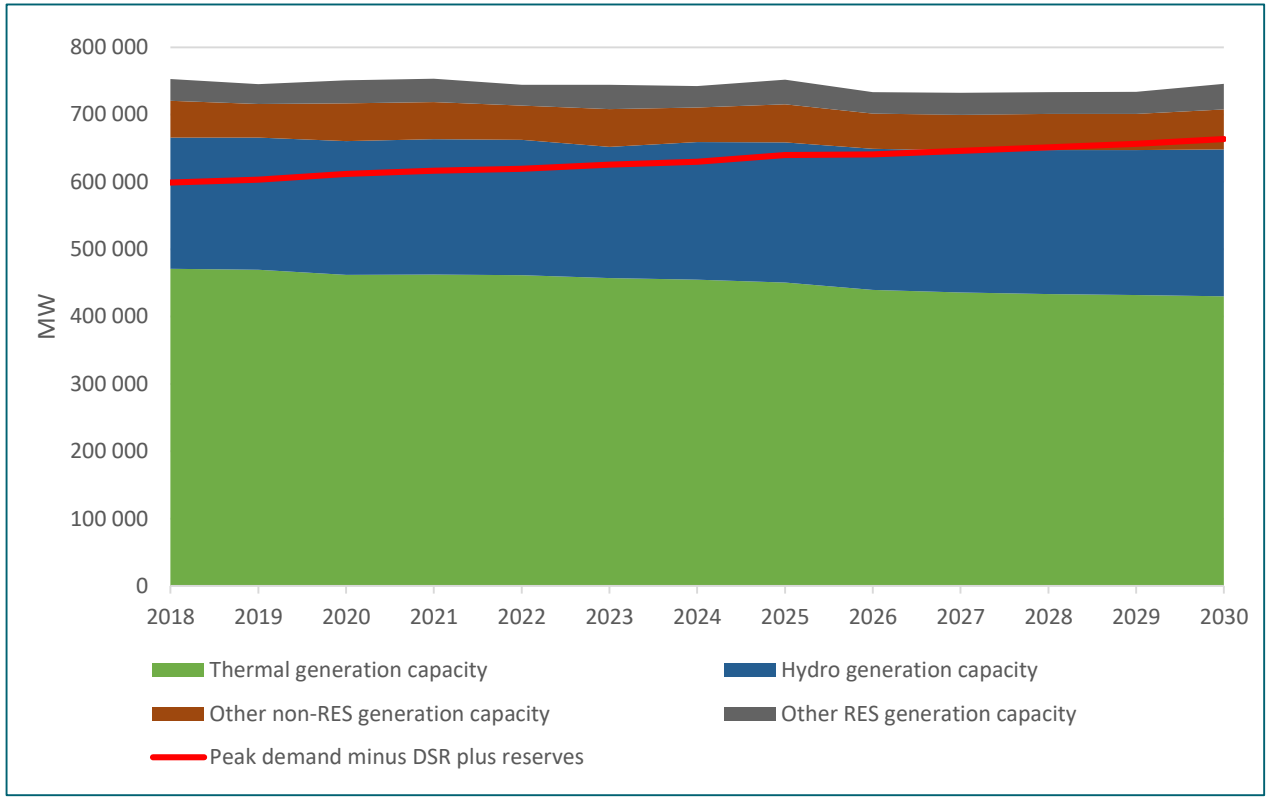
2025 Base stsenaarium:

- 1244 GW tootmisvõimsusi (Euroopa)
  - 707 GW (hüdro, tuul, päike)
  - 262 GW (Bio, gaas, muu taast.)
  - 275 GW (Süsi, tuuma, muu)
- +50 GW sageduse reservid

2025 Low- Carbon stsenaarium:

- 23 GW tootmisvõimekusi eemaldati baasstsenaariumi analüüsist

Euroopa tootmise ja tarbimise oodatav dünaamika



Tõenäosuslik analüüs 2025

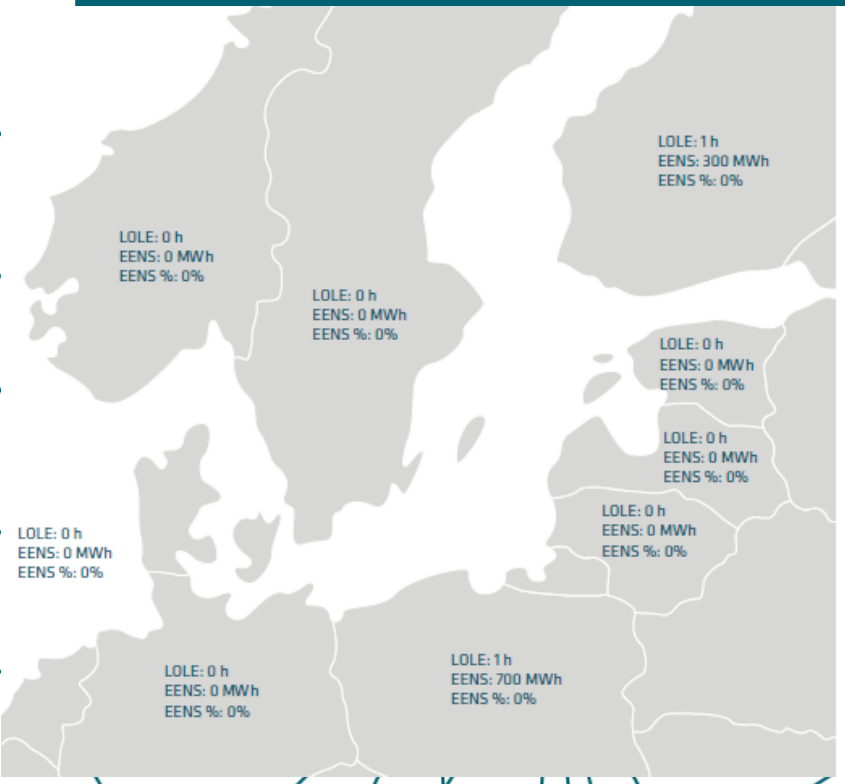
Entso-e ***MAF baasstsenaarium***

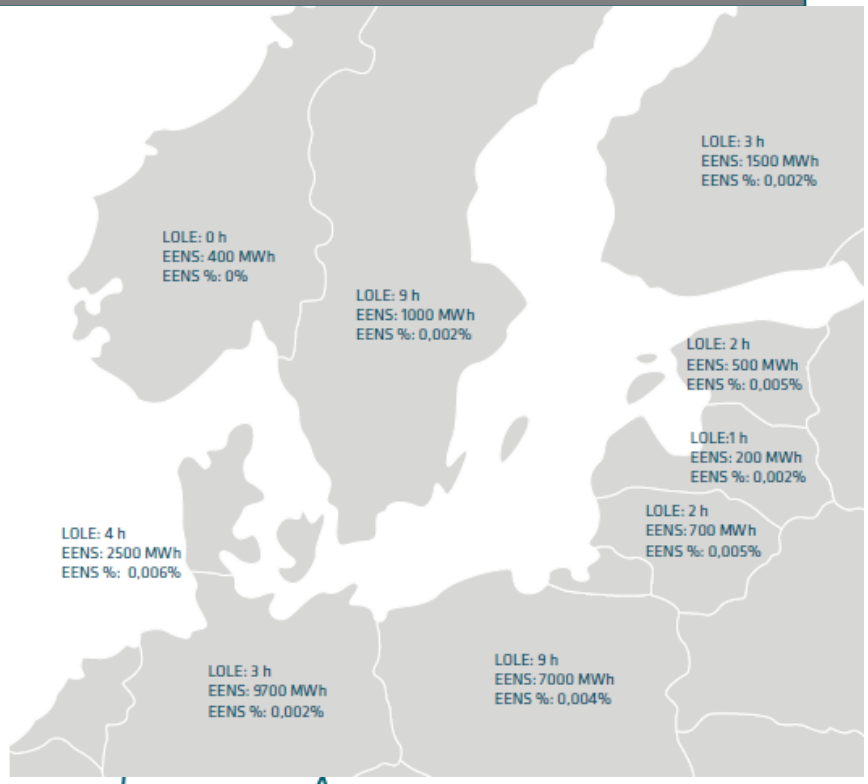
- **EENS: 0MWh**
- **LOLE: 0h**

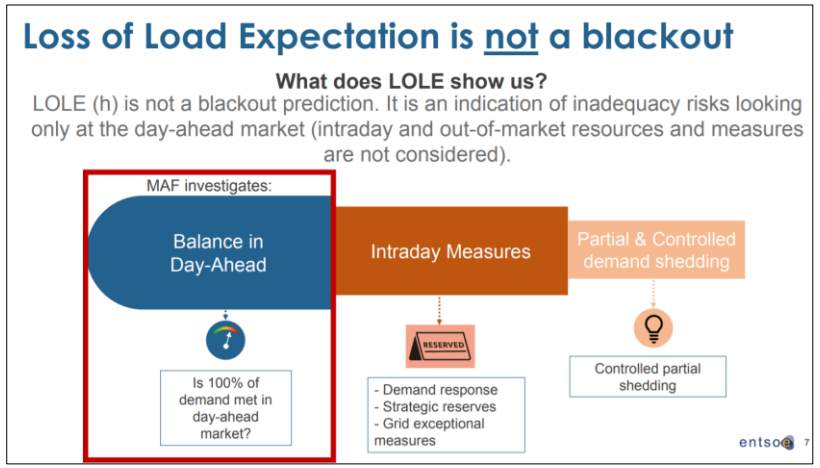
Entso-e **MAF Low- Carbon *stsenaarium**:**

- **EENS: 500MWh/y** *(EENS 0,005 % tarbimisest)*
- **LOLE: 2h/y**

*** 23 GW tootmisvõimsusi eemaldatud võrreldes baasstsenaariumiga**

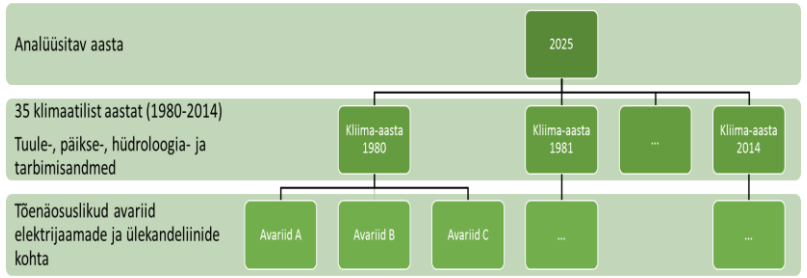






Definitsioonid:

1. ***Expected Energy Not Served ‘EENS’*** *oodatav andmata jäänud energia;*
2. ***Loss of Load Expectation ‘LOLE’*** *Oodatav katkestustundide arv.*



2030 a varustuskindluse tagamiseks

- Üle-Euroopaline tootmispiisavuse tõenäosuslik analüüs ENTSO-E poolt
- Eesti varustuskindluse standard (max EENS ja LoLE)
- Võimsusmehhanismi võimaluse ettevalmistamine
- Võimsusmehhanismi protsess:
  - Otsus võimsusmehhanismi vajaduse kohta ENTSO-E analüüsi põhjal
  - Turutõrgete likvideerimise tegevuskava
    - Tegevuskava hindamine Komisjoni poolt
  - Võimsusmehhanismi disain, sh avalik konsultatsioon
  - Mõjude hinnang naaberriikide ja nende turuosaliste kohta, sh avalik konsultatsioon
  - Riigiabi luba
    - Riigiabi andmise loa taotlus
    - Arutelud ja konsultatsioonid 12-18 kuud (Poola, Itaalia ja Saksamaa näitel)
  - Võimsusmehhanismi oksjon