



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

ELEKTRITURU REGULATSIOONIDE ANALÜÜS NING
EESTIS ASUVATE PAINDLIKKUS RESURSSIDE MAHU
TEOREETILINE UURING

ANALYSIS OF ELECTRICITY MARKET REGULATIONS AND THEORETICAL STUDY
OF THE FLEXIBILITY RESOURCES IN ESTONIA

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Siim Isup

Üliõpilaskood: 183357 AAVM

Juhendaja: Karl Kull

Tallinn, 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“20” mai 2020.

Autor: Siim Isup

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“20” mai 2020.

Juhendaja: Karl Kull

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

Autor: Siim Isup

Lõputöö liik: Magistritöö

Töö pealkiri: Elektrituru regulatsioonide analüüs ning Eestis asuvate paindlikkus ressursside mahu teoreetiline uuring

Kuupäev: 20.05.2020

61 lk

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Inseneriteaduskond

Instituut: Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Töö juhendaja(d): doktorant-nooremteadur Karl Kull

Töö konsultant (konsultandid): Dagmar Ilp

Antud töö eesmärgiks on uurida Puhta Energia Paketist tulenevaid nõuded elektriturgudele ja elektriga seotud ettevõtjatele. Lisaks on töös uuritud kuidas on praegu Eesti Elektriturseaduse seisukohalt võimalik Eestis paindlikkusteenused ja agregeerimine.

Seoses Puhta Energia Paketist tulevatele nõuetele antakse töös ka mõned soovitusel kuidas muuta praegu kehtivat Elektriturseadust, et võimaldada Eesti elektrivõrgus agregeerimist ja uue kontseptsioonina sõltumatut agregeerimist.

Veel on töös välja toodud kuidas peaks toimima paindlikkusturu toodete kvalifitseerimine nii, et paindlikkuse aktiveerimine ei tekitaks nii põhivõrguettevõtjale kui ka jaotusvõrguettevõtjale uusi probleeme ja et paindlikkusressursi kasutatakse seal, kus sellest on kõige rohkem kasu

Tööst selgus, et paindlikkustoodetel ja agregeerimisel üha suurem roll elektriturgudel, et tagada kõrge tarnekindlus ja elektrienergia kuluefektiivne tarnimine. Sõltumatu agregatori kontseptsioonil on kindlasti suur roll tulevikus elektrivõrgus tekkivate probleemide lahendamisel.

Märksõnad: Puhta Energia pakett, sõltumatu agregator, paindlikkusturg, elektriturseadus, paindlikkuse kvalifitseerimine, koordineerimismoodul

ABSTRACT

Author: Siim Isup

Type of the work: Master Thesis

Title: Analysis of electricity market regulations and theoretical study of the flexibility resources in Estonia

Date: 20.05.2020

61 pages

University: Tallinn University of Technology

School: School of Engineering

Department: Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics

Supervisor(s) of the thesis: Early stage researcher Karl Kull

Consultant(s): Dagmar Ilp

Abstract:

The aim of this work is to study the requirements of the Clean Energy Package for electricity markets and electricity related companies. In addition, the study has examined how flexibility services and aggregation are currently possible in Estonia from the point of view of the Estonian Electricity Market Act.

In connection with the requirements arising from the Clean Energy Package, the work also provides some recommendations on how to amend the current Electricity Market Act to enable aggregation in the Estonian electricity network and independent aggregation as a new concept.

The work also outlines how the qualification of flexibility market products should work so that activating flexibility does not create new problems for both the transmission system operator and the distribution system operator and that the flexibility resource is used where it is most beneficial.

The study revealed the increasing role of flexibility products and aggregation in electricity markets to ensure high security of supply and cost-effective supply of electricity. The concept of an independent aggregator will certainly play a major role in solving future problems in the electricity network

Keywords: Clean Energy package, independent aggregator, flexibility market, electricity market law, flexibility qualification, coordination module

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema:	Elektrituru regulatsioonide analüüs ning Eestis asuvate paindlikkus resursside mahu teoreetiline uuring
Lõputöö teema inglise keeles:	Analysis of electricity market regulations and theoretical study of the flexibility resources in Estonia
Üliõpilane:	Siim Isup, 183357AAVM
Eriala:	Elektroenergeetika
Lõputöö liik:	magistritöö
Lõputöö juhendaja:	Karl Kull
Lõputöö ülesande kehtivusaeg:	26.06.2020
Lõputöö esitamise tähtaeg:	20.05.2020

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Õppekava juht (allkiri)

1. Teema põhjendus

Euroopa Liit on seadnud ambitsioonikad kliimaeesmärgid, mis nõuavad üleminekut säästva energiatootmise suunas. Selle ülemineku tekivad põhi- ja jaotusvõrguettevõtjate jaoks uued väljakutsed ja võimalused. Üheks suuremaks väljakutseks elektrisüsteemi muutuste juures on vajadus hoida süsteemis igal ajahetkel tasakaalu tarbimise ja tootmise vahel. Kuna taastuvate energiaallikate tootmistsüklit pole võimalik pikalt ette planeerida, on süsteemi stabiilsuse tagamiseks oluline paindlikkuse edendamine. Detsentraliseeritud elektritootmine võimaldab energiatarbijal saada tarbijad-tootjaks (prosumeriks). Selleks peab regulaator koostama tehnilised tingimused tarbimise juhtimises osalemiseks, et tarbijad saaksid anda oma panuse, nagu näeb ette Puhta energia pakett (CEP) (direktiiv art. 17(5)). Lisaks on vaja majanduslikke ja regulatiivseid suuniseid.

Eestis puudub regulatsioon päev-ette ja päevasisese turu osas, bilansiturul osalemine on võimaldatud, kuid puudustega. Nagu CEP-is nõutakse, tuleb agregeerimise eeskirjad 2021. aasta alguseks rakendada riiklikes õigusaktides. Lisaks on teema aktuaalne, kuna paindlikkusturu vastu tunnevad huvi turuosalisel ja potentsiaalsel agregatorid.

Veel tähtsal kohal paindlikkusturu loomisel on põhivõrgu (TSO) ning jaotusvõrgu (DSO) vaheline koordineerimismehhanism, mis suudaks reaalaajas arvutada, kui palju paindlikkust tohib teatud võrgu osades kasutada, et see ei tekitaks nii enda kui teiste võrgu osapoolte võrkudes probleeme.

Tehtav lõputöö annaks sisendi Horizon 2020 projekti Interface, et luua regionaalsed lahendused tarbimis- ja tootmispõhise paindlikkuse kaasamiseks elektriturgudele. Ülevaade teemast Eesti kontekstis ja võrdlus läänemere regiooniga.

2. Töö eesmärk

Töö eesmärgiks on uurida praegu olemasolevaid Eesti, Läti, Soome ning Euroopa seaduseid paindlikkusturu seisukohast. Milline on seadusandlus praegu ja milline võiks olla see Euroopast tulenevate nõuete seisukohast tulevikus. Veel on eesmärgiks analüüsida ja anda sisend kuidas võiks toimida Eestis TSO ja DSO vaheline paindlikkuse koordineerimine.

Lisaks on lõputöö eesmärgiks anda sisend Horizon 2020 projekti Interface, mille eesmärk on luua regionaalsed lahendused tarbimis- ja tootmispõhise paindlikkuse kaasamiseks elektriturgudele.

3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

1. Kas olemasolev seadusandlus lubab Euroopas, Soomes ja Lätis paindlikkusturгу
2. Kas olemasolev seadusandlus lubab paindlikkusturгу Eesti kontekstis
3. Kas Eestis on piisavalt võimsusi (mahtu), et paindlikkusturгу ära tasuks
4. Kuidas võiks toimida TSO-DSO vaheline koordineerimismoodul

4. Lähteandmed

1. Projekti Interface sisematerjalid
2. Eleringi sisematerjalid
3. Elektrilevi sisematerjalid

5. Uurimismeetodid

Lõputöö koostamisel uurimismeetodiks on andmete kogumine eelpool punktis tood allikatest ning nende analüüs.

Lisaks koordineerimismooduli sisendi töötlemisel kasutatakse uurimismeetodina põhivõrgu ja jaotusvõrgu spetsialistide küsitlemist ja projekti Interface parterite poolset infot.

6. Graafiline osa

Lõputöö põhiosas kasutatakse illustreerivaid jooniseid ja skeeme.

7. Töö struktuur

Töö koosneb tiitellehest, autorideklaratsioonist, lõputöö ülesandest, sisukorrast, eessõnast, lühendite ja sümbolite loetelust, põhiosast, kokkuvõttest ja kasutatud kirjanduse loetelust.

Põhiosa jagunemine:

1. Sissejuhatus
2. Seadusandlik taust praegu
 - 2.1 Euroopa seadusandluse uuring
 - 2.1.1 Soome seadusandluse uuring
 - 2.1.2 Läti seadusandluse uuring
 - 2.2 Eesti seadusandluse analüüs
 - 2.2.1 Regulatsioonid, mis keelavad paindlikusturgu
 - 2.2.2 Regulatsioonid mis lubavad paindlikusturgu
 - 2.2.3 Mida peaks muutma Eesti regulatsioonides
3. Tehniline võimekus ja koordineerimismoodul
 - 3.1 Eestis olemasoleva paindikkuse analüüs
4. SWOT analüüs Eesti paindlikkusvõimekusele
5. Kokkuvõte

8. Kasutatud kirjanduse allikad

1. Riigi Teataja
2. Teadusartiklid
3. Internet
4. Juhendajalt saadud materjalid
5. Eleringi sisematerjalid
6. Elektrilevi sisematerjalid
7. Interrface projekti sisematerjalid
8. Euroopa Liidu Teataja (Official Journal of the European Union)

9. Lõputöö konsultandid

Dagmar Ilp – Projekti interrface projektijuht

10. Töö etapid ja ajakava

Kirjanduse ja lähteandmete kogumine: 10.03.2020

Materjalide läbitöötamine: 25.03.2020

Punkti 2 lõpetamine: 17.04.2020

Punkti 3 lõpetamine: 24.04.2020

Punkti 4 lõpetamine: 08.05.2020

Töö esimene versioon : 12.05.2020

Parandused ja töö esitamine: 19.05.2020

SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE.....	3
ABSTRACT	4
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE	5
EESSÕNA.....	11
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	12
SISSEJUHATUS	13
1. SEADUSANDLIK TAUST PRAEGU	15
1.1 Puhta energia paketiga seatud peamised nõuded agregatoritele.....	17
1.1.1 Juurdepääs kõigile turgudele	18
1.1.2 Mitte diskrimineeriv	21
1.1.3 Andmevahetus	22
1.1.4 Kliendi juurdepääs agregeerimisele piiranguteta	23
1.1.5 Agregatorite turulepääs ilma teiste turuosaliste nõusolekuta	23
1.2 Bilansienergia eest vastutuse korraldamine	24
1.2.1 BSP-IA bilansiturul	25
1.2.2 BRP-IA elektriturul.....	27
1.3 Tasakaalustamata positsioonide hüvitamine	27
1.3.1 Hüvitamise alused	29
1.3.2 Tasakaalustamata positsioonid	30
1.3.3 Hüvitise maksmine	31
1.3.4 Hüvitise tasumine.....	32
1.4 Soome	33
1.5 Läti.....	34
1.5.1 Riiklikud eesmärgid energiasüsteemi paindlikkuse suurendamiseks	35
2. EESTI SEADUSANDLUSE ANALÜÜS	37

2.1 Regulatsioonid, mis keelavad paindlikkusturgu.....	37
2.2 Regulatsioonid, mis lubavad paindlikkusturgu	38
2.3 Mida peaks muutma Eesti seadusandluses	40
3. TEHNILINE VÕIMEKUS JA KOORDINATSIOONIMOODUL.....	42
3.1 Võrgu kvalifitseerimine	42
3.1.1 Turueelsed toimingud	42
3.1.2 Paindlikkuse registreerimine.....	43
3.1.3 Võrgu kvalifitseerimine	44
3.1.4 Ressursside kvalifikatsioon DSO ja TSO-DSO koordineerimisplatvormil.....	44
3.1.5 Paindlikkuse mõõtmine.....	46
3.2 Eestis olemasoleva paindlikkuse analüüs	48
3.2.1 Tarbimise juhtimise kokkuvõte	49
3.3 Alternatiiv tarbijate agregeerimisele	50
3.3.1 Elektrisõidukid.....	50
3.3.2 Elektri salvestusseadmed	52
KOKKUVÕTE	54
SUMMARY	56
KASUTATUD KIRJANDUS	58

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

<i>aFRR</i>	Automaatselt käivitatav sagedusreserv (automatic Frequency Restoration Reserve)
<i>BRP</i>	Reguleerimisteenuse pakkuja (Balance Responsible Party)
<i>BSP</i>	Tasakaalustamis teenust pakkuv osapool (Balancing Service Provider)
<i>CEP</i>	Puhta Energia Pakett (Clean Energy Package)
<i>DER</i>	Detsentraliseeritud elektritootmine (Distributed Energy Resources)
<i>DR</i>	Tarbimiskaja (demand response)
<i>DSO</i>	Jaotusvõrguettevõtja (Distribution System Operator)
<i>FCR</i>	Sageduse primaarreserv (frequency containment reserves)
<i>IA</i>	Sõltumatu agregaat (Independent aggregator)
<i>mFRR</i>	Manuaalselt käivitatav sagedusreserv (manual frequency restoration reserve)
<i>TSO</i>	Põhivõrguettevõtja (Transmission System Operator)

SISSEJUHATUS

Maailm on järjest kiiremas arengus ning tehnoloogia arenemine on viinud olukorrani, kus elektrivarustus on järjest suurema tähtsusega. Elektrivõrgud peavad olema võimelised tagama võrgu toimimise igal ajahetkel ning süsteemi varustuskindlus peab olema viidud maksimumi.

Euroopa Liit on seadnud ambitsioonikad kliimaeesmärgid, mis nõuavad üleminekut säästva energiatootmise suunas. Üheks suuremaks väljakutseks elektrisüsteemi muutuste juures on vajadus hoida süsteemis igal ajahetkel tasakaalu tarbimise ja tootmise vahel. Kuna taastuvate energiaallikate tootmistsüklit pole võimalik pikalt ette planeerida, on süsteemi stabiilsuse tagamiseks oluline paindlikkuse edendamine. Elektrisüsteemi paindlikkust peetakse võtmeks, et tulla toime tulevikus tekkida võivate väljakutsetega. Paindlikkust edendavad lahendused on tulevase elektrisüsteemi jaoks ülimalt olulised, muutes käsitletava teema üha olulisemaks [1].

Uuenduslike tehnoloogiate arendamine ja juurutamine, andmeedastus- ja seirevõimalused ning tihedam suhtlus ja teabevahetus võimaldavad pakkuda kohalikke, piirkondlikke ja kogu süsteemi hõlmavaid paindlikke lahendusi. Olemasoleva paindlikkuse kasutamiseks ühiskonnale suurima väärtuse pakkumiseks on vaja välja töötada uusi turulahendusi ja kasulikke tavasid ning täiustada olemasolevaid turureegleid, mis hõlmavad nii lühi- kui ka pikaajalisi turge. Paindlikkusel on nii tehniline kui ka äriiline mõõde, kus tehnilisi võimalusi saab võrgu ja süsteemi toetamiseks kasutada vastavalt turgude ja nende eeskirjade äriilistele võimalustele.

Üleminekuga tekivad põhi- ja jaotusvõrguettevõtjate jaoks uued väljakutsed ja võimalused. Detsentraliseeritud elektritootmine (distributed energy resources, DER) võimaldab energiatarbijal saada tarbijad-tootjaks (prosumeriks). Et tarbijad saaksid anda oma panuse, nagu näeb ette Puhta energia pakett (Clean energy package, CEP), selleks peab regulaator koostama tehnilised tingimused tarbimise juhtimises osalemiseks. Lisaks on vaja paindlikkusteenuste edendamiseks majanduslikke ja regulatiivseid suuniseid.

Eestis puudub hetkeseisuga regulatsioon päev-ette ja päevasise turu osas, bilansiturul osalemine on võimaldatud, kuid puudustega. Nagu Puhta energia pakett nõutakse, tuleb agregeerimise eeskirjad 2021. aasta alguseks rakendada riiklikes õigusaktides. Lisaks on teema aktuaalne, kuna paindlikkusturu vastu tunnevad huvi turuosalistes ja agregatorid.

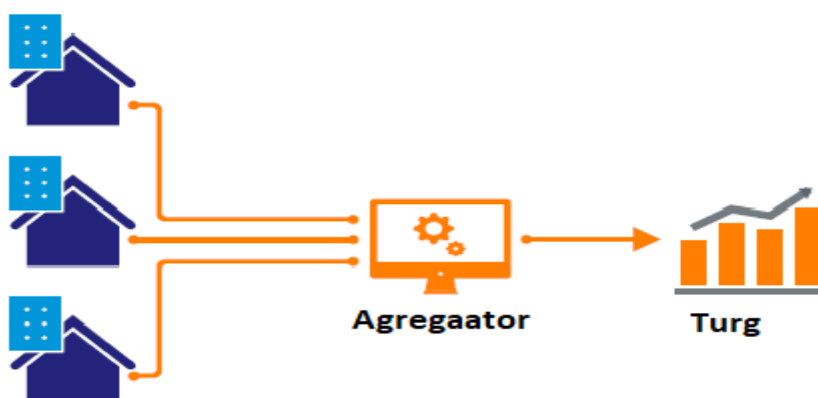
Põhivõrguettevõtjad ja jaotusvõrguettevõtjad võivad olla paindlikel turgudel kaasatud kas võrguettevõttena, mis võimaldavad paindlikkust füüsiliselt edastada, või aktiivsete turuosalistena, kes ostavad võrgu või süsteemi haldamiseks paindlikkustooteid. Mõlemal juhul on vaja võrgu

eelkvalifikatsiooni, et tagada füüsiliste võrgupiirangute mitte rikkumist ja tarnimise usaldusväärsuse säilimist. Veel tähtsal kohal paindlikkusturu loomisel on põhivõrgu ning jaotusvõrgu vaheline koordinatsioonimehhanism, mis suudaks reaalaajas arvutada, kui palju paindlikkust tohib teatud võrgu osades kasutada, et see ei tekitaks nii enda kui teiste võrgu osapoolte võrkudes probleeme. Hea koordineerimine võib luua isegi vastastikust kasu mõlemale võrguettevõtjale.

1. SEADUSANDLIK TAUST PRAEGU

DIRECTIVE (EU) 2019/944 Puhta energia paketist eesmärgiks on eesmärk on töötada välja agregatoritele terviklik raamistik ja hõlbustada nende osalemist turul, suurendades seeläbi energiasüsteemi paindlikkust. Võtmeaspektid on sõltumatute agregatorite turule tuleku tõkete vähendamine ja tarbijate ülemineku lubamine. Samal ajal peavad agregatorid olema bilansi eest vastutavad ja tasuma teatavatel juhtudel kompensatsiooni.

Agregaator on turuosaline, kes ühendab mitme kliendi tarbimise, tootmise ja salvestusvõimekuse suuremaks tervikuks ning hoolitseb tehnilise teostuse eest, et neid ressursse kasutada erinevatel elektriturgudel kauplemiseks. See võimaldab ka väiketarbijal elektriturul osaleda. Tarbimist tiptundidel on võimalik vähendada agregaatori abil, kes pakub tarbimiskaja vastu teenuseid. Kui hind on kõrgem on võimalik agregeeritud klientide tarbimist suurendada ning kui turul on toodangut vähem ja hind kõrgem, on võimalik agregeeritud võimsust vähendada. Samal ajal paraneb nii varustuskindlus kui ka süsteemi tõhusus ning elektrienergia kasutajate kulud vähenevad. Agregatori kontseptsioon on toodud allpool joonisel 1.1.



Joonis 1.1 Agregatori kontseptsioon [2]

Kogudes väikeklientide koormusi ja võimaldades neil suunata oma nõudlus maksimumi-ja piiratud perioodide eest, võivad agregatorid tuua tarbijatele palju eeliseid ning aidata põhivõrguettevõtjatel ja jaotusvõrguettevõtjatel paremini energiasüsteemi hallata. Agregeerimine aitab tulevikus võrgupiiranguid tõhusamalt hallata ja seeläbi vältida kulukaid investeeringuid võrgu laiendamisse ja uuendamisse. See uuendus kujutab endast olulist võimalust elektrisüsteemile. [2]

Kui agregeerimist saab toetada traditsioonilistest tarnijatest sõltumatult, võime näha mõningaid põhilisi muudatusi energiasektoris, kus uued majandus ja innovatsioonilahendused võetakse

kasutusele teistest sektoritest, mis võiksid tuua energiasektorisse uusi uuendusi ja saada kasu energiasüsteemi toetamises. [3]

Tarbijate kaasamiseks on vaja sobivaid stiimuleid ja tehnoloogiaid. Tarbijal on õigus saada täpset ja reaaliajalähedase ajavahemiku jooksul tagasisidet oma energiatarbimise või -tootmise kohta, mis võimaldab tal oma tarbimist paremini juhtida, osaleda tarbimiskaja programmides ja muudes teenustes ning neist kasu saada ja vähendada tarbija elektriarvet. See võimaldab ka jaotusvõrguettevõtjal saada paremat ülevaadet oma võrgust ja seeläbi vähendada selle käitamise ja hooldamise kulusid ning kanda saadud säästud edasi tarbijatele, kes maksavad seetõttu madalamaid jaotustasusid.

Energiasüsteemi paindlikkuse suurendamise kaudu võivad sõltumatud agregaatoreid mängida võtmerolli, võimaldades süsteemi perioodilisemat tootmist, vähendades piirangukulusid, optimeerides turupositsioone ja suurendades varustuskindlust. [4]

Praegu on siiski takistusi agregeerimisele, mis võivad takistada innovatsiooni ja sektori laienemist. Näiteks võivad agregaatoreid vajada konkureerivate elektriettevõtjate nõusolekut ning seisavad silmitsi märkimisväärsete regulatiivsete erinevustega riikide vahel. Õiguslikku raamistikku saab täiustada, et võimaldada õiglast ja tõhusat sõltumatut agregeerimist elektrisüsteemis.

Selleks et toetada uusi võimalusi ja eeliseid, mida agregeerimine võib tuua, on elektrienergia direktiivis CEP nõutud, et liikmesriigid peavad arendama välja agregaatoreid rolli. Selles sätestatakse, et tarbijatel peab olema võimalik valida agregaatoreid, kes saab tegutseda sõltumatult ja samaaegselt tarbija olemasoleva tarnijaga, määratledes uue kontseptsiooni - sõltumatu agregaatoreid (independent aggregator, IA). See on oluline võimalus parandada elektriturude toimimist. [5]

Sõltumatu agregeerimine kujutab endast mitmeid asjakohaseid küsimusi bilansivastutuse, mõõtmise, erinevate turuosaliste vaheliste seoste, tarbijate kaasamise ja selle kohta, kuidas agregeerimine võib tulevikus välja paista. Kui kasutada seda võimalust õigesti, on võimalik soodustada positiivseid muutusi energiaturgudel, edendada uut tõhusust ja suurendada tarbijate heaolu. Sõltumatut agregaatoreid määratletakse direktiivis kui koondamisega seotud turuosalist, kes ei ole seotud kliendi tarnijaga [6].

Sõltumatu agregaatoreid on osaleja, kes ei ole kliendi elektritarnija ega bilansi eest vastutav osapool, ega vaja turul tegutsedes lepingut kliendi tarnija või bilansihalduriga. Elektriturule sisenev sõltumatu agregaatoreid suurendab uute tehnoloogiate kaudu klientidele pakutavaid valikuid ja

suurendab elektriturul teenimisviiside arvu. Sõltumatute agregatorite tegevus jätab hetkel palju lahtisi küsimusi tema mõju kohta teistele turuosalistele.

Praegu kasutusel olev agregeerimismudel on nii-öelda integreeritud agregator, kuna ta on seotud energiatarbijajaga.

Kõik agregeerimismudelid peavad vastama elektriturgude regulatiivsetele ja seadusandlikele põhimõtetele. Reguleeriv raamistik peab olema piisavalt paindlik, et võimaldada sõltumatutel agregatoritel tegutseda kõikidel turgudel mittediskrimineerival ja õiglasel viisil. See peaks võimaldama turgudel õiglaselt hinnastada agregatorite teenuseid keskkonnas, mis soodustab tõhusust ja minimeerib välismõjusid. Kui agregatorid suudavad tekitada energiasüsteemile märkimisväärset väärtust, peavad regulaatorid tagama, et agregatorid saaks seda teha tõhusalt. [6]

1.1 Puhta energia paketiga seotud peamised nõuded agregatoritele

CEP-i eesmärk on kõrvaldada tõkked agregatoritele, kes soovivad siseneda elektriturgudele ja sõlmida klientidega lepinguid. Üks peamisi turule sisenemise tõkkeid, mille agregatorid on kindlaks teinud, on olnud see, et neid ei kohelda teiste turuosalistega võrdsel alusel. [2]

See on sõltumatu agregeerimise põhieesmärk, võimaldada agregatoritel pakkuda oma teenuseid ilma konkureerivate turuosaliste, nimelt tarnijate blokeerimiseta. [5]

Lisaks turukorraldust puudutavatele praktilistele nõuetele on direktiivis konkreetsed nõuded boonuste osas, mida uuendused lõpptarbijale tooksid, näiteks [6]:

- Direktiiv (39) : Liikmesriigid peaksid saama vabalt valida sõltumatule agregeerimisele sobiva rakendusmudeli ja sõltumatu agregeerimise juhtimist käsitleva lähenemisviisi, järgides samal ajal käesolevas direktiivis sätestatud üldpõhimõtteid. Kõnealused mudelid ja lähenemisviisid võivad hõlmata võimalust valida turupõhiseid või regulatiivseid põhimõtteid, millel põhinevad lahendused vastavad käesolevale direktiivile, näiteks mudeleid, millega tasandatakse tasakaaluhäired või korrigeeritakse perimeetreid. Valitud mudel peaks sisaldama läbipaistvaid ja õiglasi reegleid, mis lubaksid ka sõltumatutel

agregaatoritel täita oma ülesandeid vahendajatena, ning mis tagaksid, et lõpptarbija saab nende tegevusest kohast kasu.

Näitena võib tuua, et sõltumatu agregeerimise juurutamise võib tuua vajaduse muutusteks andmetega töötlemises ja andmeedastuses, mis võivad tuua päevakorda uusi kulusid. Kui eeldatakse, et need kulud kaaluvad üle mõjuhinnangutest tulenevad sotsiaalmajanduslikud eelised, peaksid seadusandjad kaaluma muid alternatiive. Kooskõlas direktiiviga peaksid tehtavad muudatused tagama lõppkliendile mõõdetava kasu. See tähendab praktikas seda, et seadusandjad peavad agregeerimist puudutava seadusandluse korra koostamisel arvestama elektrisüsteemi ja olemasoleva turu infrastruktuuri üldist pilti ja edaspidiseid mõjusid.

Suurendamiseks tarbijatele hüvesid, on CEP-is toodud viis regulatiivset nõuet sõltumatute agregaatorite turulepääsu kohta, mis peaksid tasakaalustama turutingimusi, et võimaldada agregaatoritel pakkuda oma teenuseid võrdsetel alustel. Regulaatiivsed punktid on toodud allpool ja täpsustatakse edasistes punktides [6]:

- Juurdepääs kõigile turgudele;
- Mitte diskrimineeriv;
- Andmevahetus;
- Kliendi juurdepääs agregatsioonile ilma põhjendamatu piiramiseta;
- Agregaatorite turulepääs ilma teiste turuosaliste nõusolekuta.

1.1.1 Juurdepääs kõigile turgudele

Direktiivis on mitmes kohas sätestatud, et kliendil peab olema võimalik osaleda kõigil elektriturgudel [6]:

- Artikkel 17.1 : Liikmesriigid tagavad, et kõik tarbijad võivad vabalt osta ja müüa elektriteenuseid, sealhulgas agregeerimist, välja arvatud tarnimine, sõltumata nende elektrivarustuslepingust ja nende valitud elektriettevõtjast;
- Direktiiv 39: Kõikidel elektriturgudel, kaasa arvatud tugiteenuste ja võimsusega kauplemise turgudel, tuleks tooted määratleda nii, et soodustada tarbimiskajas osalemist.

See nõue tähendab, et sõltumatu agregator peab suutma tegutseda kõigil turutüüpidel, kus seda on tehniliselt võimalik teha. Nagu kõik muud turuosalised, hõlmab see erinevaid agregeerimise ja vastutuse mudeleid sõltuvalt turust, milles nad osalevad.

On mitmeid turge, kus agregeeritud paindlikkuse ja/või energiaga võib potentsiaalselt kaubelda agregeeritult. Kõigil neil turgudel on oma iseloomulikud tunnused ja nõuded, mis võivad määratletud reguleerimisalasid silmas pidades nõuda erinevaid lahendusi ja lähenemisi.

Sõltumatutele agregatoritel on võimalus kasutada reguleeritud energiaturgusid. Seetõttu peavad sõltumatud agregatorid suutma tegutseda kogu piirkonnas järjepidevalt järgmistel turgudel:

Reguleerimisturg

Reguleerimisturgu nähakse peamise turumehhanismina, millele oleks võimalik rajada tarbimise juhtimise kasutamist. Selle võimaldamiseks on eriti oluline muuta reguleerimisturgude struktuur selliselt, et need soodustaksid võimalikult laiapõhjalist reguleerimisteenuste pakkumist. Tuleviku reguleerimisturud ei põhineks enam ainult soojuselektrijaamade võimsusel, vaid võtaksid arvesse ka tarbija poole ja taastuenergia põhinevate elektrijaamade võimalused. [7]

Nendel turgudel vastutavad bilansi juhtimise eest süsteemihaldurid ja nad on ainukesed turuosalistelt tasakaalustustoodete ostjad. See võib hõlmata nii reaalses sulgemisjärgset kauplemist kui ka kauplemist, mis toimub tasakaalustamiseks enne kauplemisperioodi lõppu. Nende hulka kuuluvad sageduse stabiliseerimise, piirangute haldamise ja muud lisateenused.

Need turud võivad koosneda toodetest, millel on oluline mõju energiale, näiteks manuaalselt käivitav sagedusreserv (manual frequency restoration reserve, mFRR) või automaatselt käivitav sagedusreserv (automatic frequency restoration reserve, aFRR). Turuosalisel pakuvad süsteemihaldurile oma energia kasutamist vastavalt konkreetsetele tehnilistele nõuetele,

Päev-ette ja päevasisene energiatoodete turg

Need on tavalised energiaturud, mis hõlmavad turuosaliste vahelist energiakaubandust. Neil turgudel kauplevad osalejad energiaga omavahel, mitte süsteemihalduriga, kaubeldes enne kauplemisperioodi sulgemist. Turuosalisel vastutavad energia ostmise eest, et katta klientide nõudlust, ning nad vastutavad nende ostetud energia ja reaalses kasutatud energia vahelise eabilansi eest.

Sõltumatud agregatorid peavad olema võimelised toimima turul samadel tingimustel teiste turuosalistega nagu bilansihaldurid.

Võimsusturg

Võimsusturg vajab toimimiseks nii ostjat kui ka müüjat. Müüjaks on kas elektriyaam, mis vastavalt nõudlusele suurendab või vähendab oma toodangut või tarbija, kes vajalikul ajahetkel suurendab või vähendab oma tarbimist. Ostjaks on üldjuhul bilansihaldur või võrguettevõtja. Võimsusturu käivitamisel on oluline määratleda võimsused, mille ost on kõigile ostjatele kohustuslik. See võimsus sõltub näiteks müüdavast elektrikogusest – kõikide tarbijate summaarne tipukoormus määratleb ära vajaliku reservvõimsuse. Reservide suuruse määratlemisel tuleb silmas pidada tipuvõimsuste esinemise sagedust ja kestust ning teiste mõjutavate faktorite esinemise tõenäosust tipukoormusperioodidel. Samuti tuleb arvestada, et liiga suurte reservide nõue võib soosida ainult teatud liiki teenuspakkujaid, eelkõige elektriyaamu. [8]

Võimsusturu põhiline eesmärk on tagada piisavate tootmisvõimsuste olemasolu elektrisüsteemis, et need oleksid kriitilistel hetkedel saadaval. Kasutades ära süsteemi tegelikke võimalusi nii erinevate elektriyaamade kui ka tarbijate näol, oleks võimalik vähendada süsteemis hoitavate võimsuste osakaalu. Reservide hoidmise jagamine erinevate osapoolte vahel võimsusturu kaudu suurendab ühelt poolt süsteemi paindlikkust ning varustuskindlust ja teiselt poolt tagatakse fikseeritud tulubaasiga vastava teenuse pidev arendamine. Võimsusturu hindade kujundamisel tuleb arvestada, et olemasoleva süsteemi võimaluste kasutamine oleks odavam kui uute võimsuste rajamine. [7]

Paindlikkusturg

Kohalikud paindlikkusturud on kavandatud uus turukorraldus, kus kohalik jaotusvõrguettevõtja on etteantud piirkonnas ainus ostja. Nähakse, et jaotusvõrguettevõtjad hangivad sõltumatult agregaatorilt paindlikkuse teenuseid, et tõhusamalt juhtida kohaliku jaotusvõrgu sisemisi piiranguid.

Direktiiv, peamiselt artikkel 32 jaotusvõrgu paindlikkuse kasutamise stiimulid, sillutab teed sellele uuele turukorraldusele, nõudes, et liikmesriigid pakuksid jaotusvõrguettevõtjatele stiimuleid kohalike paindlikkusteenuste hankimiseks ja paindlikkuse teenuste standardiseeritud toodete loomiseks. [6]

EL-i regulatsioon paneb jaotusvõrguettevõtjatele üha enam seaduslikke kohustusi hankida energiateenuseid läbipaistvatel ja selgelt määratletud põhimõtetel. Tundub tõenäoline, et jaotusvõrguettevõtjad võivad kaotada õiguse oma äranägemisel vabalt aktiveerida kliente, kellega on jaotusvõrgul leping, mis võimaldab nende tarbimist piirata.

Juba olemasolevate kokkulepete täiendamiseks, et toetada nõudluse rahuldamist jaotusvõrgu tasandil, luuakse kohalike paindlikkusplatvorme. Selle lähenemisviisi kaudu võib täielikult ilmned jaotusvõrguettevõtjate tegelik valmisolek nende paindlikkusteenuste eest maksta ja pakkuda seega energiasektorile paremat arusaama tarbimiskaja turuväärtusest. [3]

1.1.2 Mitte diskrimineeriv

Sõltumatu agregeerimise teenust, ega selle kliente ei saa kohelda diskrimineerivalt. Direktiiv nõuab, et [6]:

- Artikkel 13.4: Liikmesriigid tagavad, et õigused oleksid lõpptarbijatele tagatud hinna, töömahu ja ajakulu poolest mittediskrimineerival viisil. Eelkõige tagavad liikmesriigid, et tarnija ei kohaldaks oma tarbijatele diskrimineerivaid tehnilisi ja haldusnõudeid, -menetlusi ja -tasusid lähtuvalt sellest, kas neil on leping agregeerimisega tegeleva turuosalisega;
- Artikkel 17.2: Liikmesriigid tagavad, et põhi- ja jaotusvõrguettevõtjad kohtlevad tugiteenuste hankimisel tarbimiskaja agregeerimisega tegelevaid turuosalisi sarnaselt tootjatele mittediskrimineerivalt ja vastavalt nende tehnilisele suutlikkusele;
- Artikkel 17.3: Tarnijad ei nõua lõpptarbijatelt, kellel on leping sõltumatute energiavahendajatega, alusetult makseid ega trahve ega rakenda nende suhtes muid põhjendamatuid lepingulisi piiranguid.

Eelpool toodud punktidest saab järeldada, et teised turuosalised ei tohi kehtestada klientidele, kes sõlmivad lepingu sõltumatu agregatoriga, põhjendamatuid kulusid, sealhulgas vaeva ja aega. See hõlmab seda, et tarnija või jaotusvõrguettevõtja ei saa kehtestada kliendile lisakulusid või teha täiendavaid nõudmisi seoses lepinguga, mis on tehtud sõltumatu agregatoriga. Sõlmitud leping sõltumatu agregatoriga võib aga tekitada mõistlikke ja läbipaistvaid lisakulusid tehniliste muudatuste jaoks, näiteks mõõtmisnõuded [9].

Sõltumatutele agregatoritele tähendab see seda, et süsteemioperaatorid ja turueeskirjad ei saa diskrimineerida sõltumatuid agregatoreid, ega toimida nende kasuks, kui need tingimused ei sõltu just tehnilistest piirangutest. See tähendab, et kui sõltumatud agregatorid ja teised turuosalised kauplevad sarnaste toodetega, peaksid eeskirjad olema selged, et sõltumatuid agregatoreid ei käsitleks teistest turuosalistest erinevalt, halvemini või paremini.

Seda nõuet tuleks kõigi muude direktiivi sätete rakendamisel arvesse võtta. Turueeskirjade väljatöötamisel, järgides artiklit 17.2, on oluline veenduda, et kõigil turgudel osalejatel oleks võrdne

kohtlemine. Lisaks sellele võivad traditsiooniliste turuosaliste jaoks mitte probleemsed nõuded pakkuda tõsiseid takistusi turgudel osalevatele agregatoritele.

1.1.3 Andmevahetus

Et agregeerimine annaks elektriturgudele kõige optimaalsema väärtuse, tuleb sõltumatute agregatorite ja teiste turuosaliste vahel leida õige andmevahetuse tase [6]:

- Artikkel 17.3 : Liikmesriigid tagavad, et nende õigusraamistik hõlmab vähemalt järgmist: agregeerimisega tegelevate turuosaliste ja teiste elektriettevõtjate vahelist andmevahetust reguleerivad mittediskrimineerivad ja läbipaistvad õigusnormid ja kord, millega tagatakse hõlbust juurdepääs andmetele võrdsetel ja mittediskrimineerivatel alustel ning tundliku äriteabe ja tarbijate isikuandmete täielik kaitse.

Põhitasandil tähendab see seda, et sõltumatutel agregatoritel peaksid olema samad kohustused andmete esitamise suhtes, nagu teistel samal turgudel osalevatel elektriettevõtjatel.

Arvestades, et sõltumatud agregatorid ja tarnijad osutavad teenuseid ühele ja samale kliendile samal ajal, võivad turgude tõhusa toimimise tagamiseks nende kahe osapool vahel kehtida ka andmevahetuse nõuded. Sellist andmevahetust tuleb siiski tasakaalustada mittediskrimineerimise põhimõtetega ja vältida ühe osapool sundimist jagama konfidentsiaalset äriteavet, kahjustades turgu.

On selge, et andmete privaatsust tuleb nõuetekohaselt kaitsta. Privaatseid andmeid tuleb kaitsta rakendades asjakohaseid meetmeid. Selle osana tuleb määratleda ja täpsustada nendele juurdepääsu õigused, näiteks kes millist infot võib omada.

Samuti peavad kliendid olema kindlad, et kõigi süsteemis osalejate info on kindlalt turvatud. Seega peab iga klientidega suhtlev osapool otsima võimalusi, kuidas näidata, et klient saab neid usaldada. See võib toimuda lepingute kaudu või näiteks järgides kehtivat käitumisjuhendit, mis hõlmab ka tõestamist, et nad järgivad kõiki asjakohaseid privaatsus- ja turbeeskirju. Teave peab olema nõuetekohaselt turvatud, nt. krüpteerimise teel ja peab vastama kõigile riiklikele ja EL-i määrustele. Näiteks peab paindlikkuse pakkujate ja süsteemihaldurite vaheline suhtlus ning kõik turgudel kasutatavad algoritmid olema usaldusväärsed ja turvalised.

1.1.4 Kliendi juurdepääs agregeerimisele piiranguteta

Sõltumatu agregeerimise peamine uuendus on see, et tarbijad saavad sõlmida agregeerimislepingu ilma olemasoleva tarnija nõusolekuta. Agregaator on sõltumatu, kui ta ei ole enne kliendiga lepingu allkirjastamist seotud kliendi olemasoleva tarnija või teiste olemasolevate elektriettevõtjatega (sealhulgas teiste sõltumatute agregaatoriga) ega vaja selleks nõusolekut [6]:

- Artikkel 13.1: Liikmesriigid tagavad, et kõik tarbijad võivad vabalt osta ja müüa elektriteenuseid, sealhulgas agregeerimist, välja arvatud tarnimine, sõltumata nende elektrivarustuslepingust ja nende valitud elektriettevõtjast;
- Artikkel 13.2: Liikmesriigid tagavad, et kui lõpptarbijaja soovib sõlmida agregeerimislepingu, siis on tal õigus seda teha ilma tema elektriettevõtja nõusolekuta. Liikmesriigid tagavad, et agregeerimisega tegelevad turuosalistes teavitavad tarbijaid kõikidest neile pakutavate lepingute tingimustest.

Direktiivis on märgitud, et sõltumatu agregaatore võib osutada neid teenuseid sõltumatult kliendi tarnijast. See tähendab, et klientidel on õigus sõlmida nende teenuste puhul sõltumatu agregaatoriga leping, ilma et kliendi tarnijal oleks võimalik seda vältida. Kooskõlas diskrimineerimiskeelu nõudega tähendab see ka seda, et tarnija ei saa kehtestada kliendile põhjendamatult kulusid või vaeva, kui klient otsustab sõlmida mõne sõltumatu agregaatoriga lepingu.

1.1.5 Agregaatorite turulepääs ilma teiste turuosaliste nõusolekuta

Sõltumatu agregaatore võib pakkuda agregeerimisteenust klientidele ilma teiste turuosaliste nõusolekuta. Seetõttu peab sõltumatul agregaatoreil olema võimalik sõlmida leping kliendiga, ilma et olemasolev tarnija nõuaks sõltumatu agregaatoriga mis tahes vormis vastastikust kokkulepet. CEP-is on toodud järgmine punkt [6]:

- Artikkel 17.3: Liikmesriigid tagavad, et nende õigusraamistik hõlmab vähemalt järgmist: Iga agregeerimisega tegeleva turuosalise, sealhulgas sõltumatu energiavahendaja õigus siseneda elektriturgudele ilma teiste turuosaliste nõusolekuta.

See selgitab, et teistel tarnijatel ei ole võimalik sundida tingimusi või tasusid sõltumatule agregaatoreile. Lisaks peab olema sõltumatul agregaatoreil piisav vabadus, kuidas hallata oma bilansivastutust sarnaselt traditsiooniliste tarnijatega.

1.2 Bilansienergia eest vastutuse korraldamine

Direktiivis on selgelt välja toodud, et agregaatoreid, sealhulgas sõltumatud agregaatoreid, peavad rahaliselt vastutama nende poolt põhjustatud energia tasakaalustamatuse eest [6]:

- Artikkel 17.3 (d): Agregerimisega tegelevate turuosaliste kohustus olla rahaliselt vastutav tasakaalustamatuse eest, mida nad elektrivõrgus põhjustavad; selles ulatuses on nad tasakaaluhaldurid või peavad delegerima oma tasakaalustamiskohustuse.

Vastutus tasakaalustamatuse eest tähendab erinevate rollide puhul erinevaid asju, kuid see piirdub nende rollide otseste kohustustega. Elektrienergia tasakaalustamise juhendis eristatakse reguleerimisteenuse pakkujat (Balance Responsible Parties, BRP) ja tasakaalustavate teenusepakkujate rolle (Balancing Service Providers, BSP). BRP vastutab tasakaalustamatuse eest, mis on põhjustatud tema lõpliku positsiooni ja eraldatud mahtude vahel, võttes arvesse bilansidefitsiidi korrigeerimisi mis on toodud näitena allpool joonisel 1.2. BSP müüb tooteid otse bilansiturgudel olevatele süsteemi operaatoritele ning vastutab oma toodete tarnimise eest ja võimaldab oma meetmeid maha arvata BRP-bilansidefitsiidist.[9]

Bilansienergia = Eraldatud maht – Lõplik positsioon – Reguleerimistarne bilansiaruandes

Joonis 1.2 Tasakaalustamatuse lahendamise komponentide ülevaade

- Bilansienergia = eabilansi elektrienergia, mida bilansi hoidmise eesmärgil ostab ja müüb süsteemihaldur bilansihalduriga sõlmitud bilansilepingu alusel [10];
- Eraldatud maht = mõõdetud või hinnatud vastavalt profiilile;
- Lõplik positsioon = tegelikult tarbitud elektrienergia hulk;
- Reguleerimistarne bilansiaruandes = süsteemihalduri poolt bilansihalduri bilansipiirkonnas aktiveeritud reguleerimisenergia kogus, mis kajastatakse kauplemisperioodide lõikes ja reguleerimisenergia suunda arvestades bilansihalduri bilansiaruandes [10].

Eelpool toodud rolle saab vaadelda nüüd eraldi, võimaldades turuosalistel valida kas ainult ühe neist rollidest või mõlemat. Saab määratleda kahte tüüpi sõltumatu agregaatoreid [8]:

- Sõltumatud agregaadid, kes tegutsevad reguleerimisturgudel BSP staatusega (BSP-IA);
- Sõltumatud agregaadid, kes tegutsevad energiatoodete turul BRP staatusega (BRP-IA).

Lisaks neile on samad rollid kliendi tarnijal: BRP-tarnija ja BSP-tarnija. Nii tarnijad kui ka sõltumatud agregaadid võivad delegeerida tasakaalustamisvastutuse lepinguliselt kolmandatele osapooltele, kuid ei saa tegutseda vastavatel turgudel ilma neid vastutusi mingil kujul haldamata. [11]

Järgides turulepääsu nõudeid, peavad BRP-IA-d ja BSP-IA-d suutma tegutseda kliendi olemasolevast BRP-tarnijast või BSP-tarnijast sõltumatult. See tähendab, et BRP-IA peab olema võimeline tegutsema ilma kliendi olemasoleva BRP-tarnija ja BSP-tarnija nõusolekuta. [11]

Regulatiivse raamistiku mis tahes lahendus peab võimaldama lepingulise lahenduse nende tasakaalupõhiste kohustuste jagamisele. Selline lepinguline korraldus võiks teoreetiliselt võimaldada vastutuse tasakaalustamist kaubanduslikult. See võimaldaks ka tasakaalustamata positsioonide jaotuse kliendi algse tarnija ja sõltumatu agregaatore vahel arveldada lepingulise kokkuleppega. [9]

Kui aga lepinguosaliste vahel ei ole võimalik lepingulisi lahendusi leida, on turulepääsu nõuded selged, et sõltumatutel agregaatritel peavad olema alternatiivid, mis võimaldavad majanduslikult tõhusal viisil eristada nende vastutust teiste kliendiga seotud elektriettevõtjate vastutusest ilma nende nõusolekuta. [11]

1.2.1 BSP-IA bilansiturul

Bilansiturgudel kohustuvad turuosalistes tarnima süsteemihalduritele tooteid, et stabiliseerida sagedust ja hallata piiranguid. Sõltumatul agregaatril peaks olema võimalik tegutseda bilansiturgudel BSP-na ja müüa neid teenuseid süsteemihalduritele võrdsetel alustel teiste bilansituru osalistega.

BSP-IA-del puudub otsene bilansivastutus kliendi BRP-tarnija ees. Siiski on vaja eristada nende tegevust kliendi algse tarnija tegevusest kahel põhjusel [12]:

- Kõigist BSP toimingutest põhjustatud energia tasakaalustamatus tuleb maha arvata seotud BRP bilansienergiast. Seega tuleb BSP-IA toiminguid eristada BRP tarnijast;

- Kõik teised bilansiturul osalevad BSP-d, peaksid ka BSP-IA-d süsteemihaldurile maksma, kui nad ei suuda müüdnud tooteid tarnida. See on rahaline vastutus bilansiturul tekitatud tasakaalustamatuse eest. Seega tuleb BSP-IA toiminguid eristada BSP-tarnijast;

See on väga keerukaks ülesanne, kuna BSP-IA-l võib olla kliente, kellel on mitu tarnijat, nii BRP-d kui ka BSP-d. Seega peaks direktiivi järgides olema BSP-IA-l võimalik agregeerida klientide paindlikud ressursid pakkumise jaoks, mis jaguneb mitme BRP piirkonnas ja seega ka mitme tarnija vahel. See on kooskõlas ka direktiivi turulepääsu nõuetega [6].

Põhivõrguettevõtjad peavad BSP-IA poolt pakutud paindlikkuse eristamiseks muust tarbimisest nende protsesside väljatöötamisel arvesse võtma järgmist [8]:

- Eeskirjad ei tohiks takistada õiglust BSP-IA-de ja teiste turuosaliste vahel, kuid ei saa neile tugineda. See tähendab, et BSP-IA-l peab olema võimalik esitada õigeid andmeid, et tema toiminguid saaks kasutada oma tegevuste eristamiseks teistest BSP ja BRP-de toimingutest ilma, et oleks vaja BRP-ga lepingut sõlmida. Lepinguid on vaja ainult siis, kui need optimeerivad mõlema lepingupoole heaolu;
- Järgides direktiivi turulepääsu nõudeid, ei saa BRP-d oma kliente karistada BSP-IA tegevuse eest;
- Põhivõrguettevõtjad peaksid nii palju kui võimalik kooskõlastama oma lähenemisviisi bilansivastutuse andmete käsitlemisele. Isegi kui sisemisi andmetöötlusprotsesse ei ole võimalik täielikult ühtlustada, ei tohiks BSP-IA-d erinevusi märgata. See tähendab, et BSP-IA süsteemid ja ärimudel mis toimib ühes riigis peaks olema kasutusele võetav teises riigis, ilma et selle haldamiseks oleks vaja oluliselt muuta oma ärimudelit või IT-süsteeme. See oleks piiriülene võimekus agregeerimisteenuste turule;
- Põhivõrguettevõtjate lähenemisviis ei tohiks tekitada ühele osapoolale tugevamat positsiooni;
- Mis tahes andmete haldamise ja tasakaalustamatuse vastutuse jaotamise süsteemi vajadust tuleb kaaluda selle eeliste suhtes. Ideaaljuhul peaks lahendust olema võimalik kohaldada agregeeritud väiketarbijatele või suurematele üksustele. Kui aga väikeste tarbijate jaoks oleks koormus ebaotstarbekalt kulukas, tuleks kaaluda alternatiive.

1.2.2 BRP-IA elektriturul

Kui sõltumatu agregaatore soovib kaubelda päev ette- või päevasisestel turgudel, peab ta vastavalt direktiivi ja elektriturgude loogikale vastutama oma tasakaalustamatuse eest rahaliselt. [11]

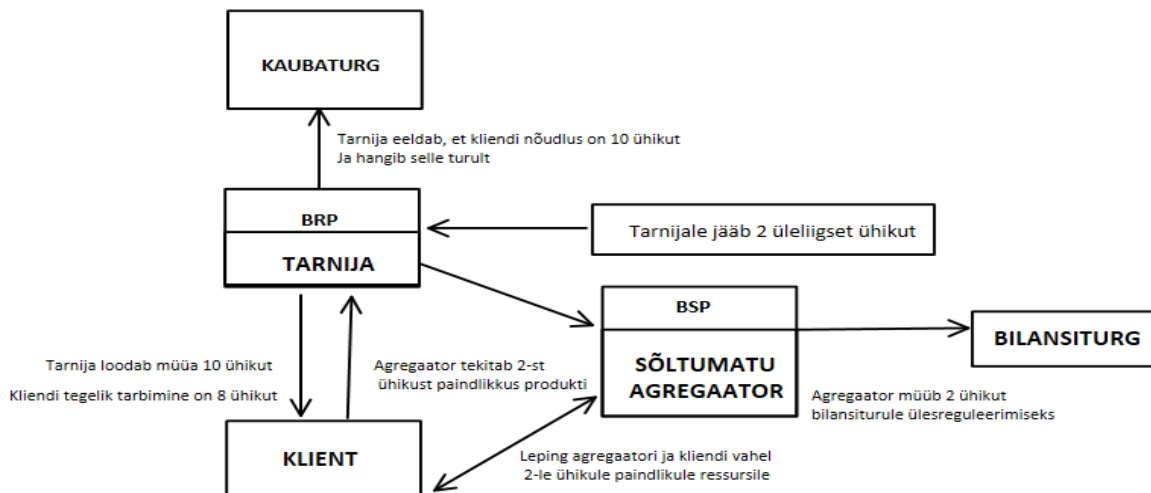
See tähendab, et sõltumatu agregaatore peab olema kas BRP või tal peab olema leping BRP-ga. Sõltumatu agregaatore peab vastutama eraldatud mahu ja lõpliku positsiooni vahe eest, vastutades rahaliselt nende kahe vahelise bilansierinevuse eest.

Praktikas tähendab kaubaturgudel tegutseva sõltumatu agregaatore bilansivastutuse hoidmise või määramise nõue seda, et nad tegutsevad sarnaselt tarnijatega, kellel peavad kliendi ressursi mahu kohta olema BRP-ga lepingud. Kuid kliendi kogu koormuse asemel peaks BRP-IA-l olema kliendiga sõlmitud lepingus vastutus ainult vastutus paindliku ressursi katva koormuse osa eest. [13]

1.3 Tasakaalustamata positsioonide hüvitamine

Tasakaalustamata positsioon on see, kui tarnija ostab energiat oma tarbijate eeldatava nõudluse rahuldamiseks, mille järel tegelik tarbimine erines sellest, mida tarnija ostis enne *gate-closure* aega.

Näiteks põhjustab bilansiturul sõltumatu agregaatore BRP-l oma klientide energiavajaduse kaubaturul valearvestuse ja ostab seetõttu oma kliendi jaoks liiga palju või liiga vähe energiat. See tähendab, et kliendi elektritarnija on ostnud energiat, mida ta ei saanud tarbijale müüa, mille tulemuseks on väärtuse kaotus. Tegelikult ostis BRP või tarnija kliendi jaoks energiat, mida siis enam ei vajatud, kuna BSP muutis kliendi nõudlust reaalselt [3]. Edasi tuuakse joonisel 1.3 välja illustratiivne näide, kus BSP poolt on põhjustatud tasakaalustamatus.



Joonis 1.3 BSP poolt põhjustatud tasakaalustamatus [13]

- Tarnija (BRP) hangib hulgemüügiturult oma kliendi jaoks 10 ühikut energiat (kuna tarnija eeldab, et kliendi nõudlus võrdub 10 ühikuga);
- Klient kavatseb tarbida 10 ühikut, kuid on sõlminud paindlikkuslepingu agregaatoriga;
- Agregaatore saab kontrollida 2 ühikut kliendi paindlikku ressursi;
- Agregaatore müüb negatiivsed 2 ühikut agregeeritud pakkumisenä ülesreguleerimisenä kõrgema hinnaga teisel bilansiturul;
- Seega pakub klient kahte ühikut ülesreguleerimist ainult 8 ühikut tarbides ja saab agregaatorelt paindlikkuse eest kompensatsiooni;
- BRP-le jääb 2 üleliigset ühikut, kuna nad saavad kliendile müüa ainult 8 ühikut pärast 10 ühiku ostmist. Ülejäänud 2 ühikut tähistavad tarnija liigset energiat, mille tõttu tarnija ei saa kliendilt kompensatsiooni. See tähendab, et tarnija on agregaatore poolt põhjustatud tasakaalustamata positsioonis.

Sõltumatu agregaatore tegevus ei mõjuta tarnijat alati negatiivselt. Kui näiteks tarnija alahindas nõudlust või ei soetanud enne *gate-closure* aega piisavas koguses energiat, aitavad agregaatore toimingud tarnijal vähendada nende tasakaalustamatuse kulusid. Kui vaadata eelmist näidet jooniselt 1.3 ja tarnija oleks soetanud 6 ühikut, oleksid nad soetanud 4 ühikut vähem allapoole kliendi nõudlust, kuid kuna sõltumatu agregaatore muutis reaajas nõudlust, siis tähendab see seda, et tarnija on eksinud ainult 2-e ühikuga mitte 4-ga. Sel juhul oleks sõltumatu agregaatore aidanud tarnijat.

1.3.1 Hüvitamise alused

Direktiiv ei anna liikmesriikidele konkreetseid juhiseid selle kohta, kuidas lahendada tasakaalustamata positsioonide küsimus ja seega võib oodata, et kogu Euroopas leidub üsna erinevaid lahendusi.

Direktiivi artikli 17 lõige 4 annab liikmesriikidele võimaluse kehtestada asjakohane hüvitismehhanism tingimusel, et see mehhanism ei loo põhjendamatuid takistusi turule sisenemisel, ei kompenseeri liiga palju ja on mittediskrimineeriv [6]:

- Artikkel 17.4: Liikmesriigid võivad nõuda elektriettevõtjatelt või osalevatelt lõpptarbijatelt rahalise hüvitise maksmist teistele turuosalistele või teiste turuosaliste tasakaaluhaldurile, kui tarbimiskaja aktiveerimine neid turuosalisi või tasakaaluhaldureid vahetult mõjutab. Rahaline hüvitis ei tohi olla takistuseks agregeerimisega tegelevate turuosaliste turule sisenemisele ega paindlikkusele. Sellistel juhtudel peab rahaline hüvitis piirduma üksnes sellega, mis on vajalik osalevate tarbijate tarnijatele või tarnijate tasakaaluhalduritele tarbimiskaja aktiveerimise tõttu tekkinud kulude hüvitamiseks. Hüvitise arvutusmeetodis võib arvesse võtta sõltumatute energiavahendajate tegevusest teistele turuosalistele tekkivat tulu, ning kui tulu on tekkinud, võib energiavahendajatelt või osalevatelt tarbijatelt nõuda hüvitisest panustamist üksnes juhul kui, ja sellises ulatuses, milles kõikidele tarnijatele, tarbijatele ja nende tasakaaluhalduritele tekkinud tulu ei ületa nende kantud kulusid. Arvutusmeetodi peab heaks kiitma reguleeriv asutus või muu pädev riigiasutus.

Tasakaalustamata positsioonide hüvitamine on rahalised tehingud elektriettevõtjate vahel, kellel on lepingud sama kliendi jaoks, et katta tasakaalustamata positsioonide kulud. Võimalik, et sellised hüvitusskeemid võivad tekkida sõltumatu agregatori ja kliendi BRP vaheliste läbirääkimiste käigus.

Järgides turule pääsu nõudeid, võivad BRP ja sõltumatute agregatorite vahelised kompensatsioonilepingud olla vaid vabatahtlikud toimingud, kuna sõltumatu agregator peab saama vabalt osutada oma teenuseid ilma sellise vastastikuse konsensusega kokkuleppega kliendi olemasoleva tarnija või tema BRP-ga. Kui ministriumid nõustuvad hüvitise vajalikkusega, järeldub, et vaikimisi valik peab olema reguleeritud protsess. [3]

Üldiselt võib direktiivi tõlgendada nii, et see annab liikmesriikidele kolm võimalust: hüvitist ei maksta, osaline hüvitamine ja täielik hüvitamine. See jätab lahtiseks küsimuse, kes peaks sellise

hüvitise maksmata, kuid täpsustatakse, et see ei saa kehtestada sõltumatu agregaatore jaoks turule sisenemise tõkkeid ega tekitada vastupidise efektiina soosivaid .

See ei pruugi kõigil bilansiturgudel probleemiks olla. Kui BSP-I on kauplemisvõimsusega tooted, millel ei ole olulist mõju BRP-de energia tasakaalustamatusele, pole kompensatsioon vajalik. Seega on tasakaalustamata positsioonide kompenseerimise mõju BRP-dele kõige olulisem turgude tasakaalustamiseks, kus teiste BSP-de tegevus mõjutab oluliselt energiat.

1.3.2 Tasakaalustamata positsioonid

Sõltumatu agregaatore saab kasu sellest, et tarnijad saavad vähendada tarbijate energiakoguseid ja müüa neid paindlikkustoodetena teistel turgudel ilma neid mahtusid kaubaturgudel hankimata. Seevastu tarnija bilansivastutus muutub riskiks, mida on üha raskem ennustada, kuna BSP-IA tegevused mõjutavad nüüd tarnija lõpp-positsiooni märkimisväärselt.

Võib juhtuda, et see põhjustab põhjendamatut ristsubsideerimist ja diskrimineerib tarnijaid ja sõltumatuid agregaatoreid. Nende kahjulike mõjude leevendamiseks on võimaliku variandina kompensatsioon agregaatoreilt tarnijale . Kui vaadata joonist 1.3, tähendaks see, et agregaatorel on kohustus tarnijale kompenseerida 2 ühikut hetkehinna järgi.

Tegelikult ei ole olukord siiski nii sirgjooneline, nagu esmapilgul paistab, kuna klient ei kohustu mingil viisil tarnija turult hangitud kogustega. Klient vastutab oma lõpptarbimise eest ainult rahaliselt ja võib vabalt valida, kas tarbib vähem energiat. Tarnijal on kohustus turgudel energia hankimisel kliendi nõudlust õigesti ette näha.

On veel lahtine ka, kas tarnija vastutus peaks sisaldama ka kohustust hinnata agregaatore tegevuse mõju osana nende nõudluse prognoosist. Veel võivad liikmesriigid soovida tugevdada sõltumatute agregaatore ettevõtluspõhimõtet ja rolli ning seeläbi otsustada vabastada nad nende lisakulude tasumisest.

1.3.3 Hüvitise maksmine

Tasakaalustamata positsiooni hüvitamiseks on kolm lähenemisi [3]:

- Hüvitamine puudub - tasakaalustamata positsiooni täiskulud tasub BRP / algne tarnija;
- Osaline hüvitamine - tasakaalustamata positsiooni maksumus jagatakse;
- Täielik hüvitamine - sõltumatu agregaatore tasub kõik tasakaalustamatusega seotud kulud.

Hüvitamine puudub mudel

Tarnijad võivad aja jooksul olla võimelised kohandama oma majandusmudeleid ja tegema usaldusväärseid ennustusi sõltumatute agregaatore toimingute kohta. Tuleb ettevaatlik olla, et ükski hüvitis ei põhjustaks olulisi moonutavaid tagajärgi ja ei kahjustaks konkurentsivõimelisi ja hästi toimivaid turge.

Seetõttu peaks loobuma hüvitamine puudub mudelist järgmistel põhjustel [13]:

- Tarnijatel ei ole juurdepääsu usaldusväärsetele võrdlusalustele, mis käsitlevad sõltumatute agregaatore põhjustatud tasakaalustamatuse suurust esimeste aastate jooksul pärast rakendamist. Seetõttu näib ebaproportsionaalne nõuda tarnijalt agregaatore tegevuse usaldusväärset ennustamist alates esimesest päevast;
- Hüvitise puudumine võib pikas perspektiivis kahjustada tarnijate konkurentsi turgudel, tõstes tarbijatele kulusid. Positsioonide sobitamise kaasnivad lisakulud ja riskid, mida tarnijad kannavad. Väiksematel tarnijatel või uustulnukatel on raskem hakkama saada. See võib sundida väiksemaid tarnijaid turult lahkuma ja nõnda nõrgendada konkurentsi;
- Hüvitise puudumise mudel annab agregaatorele ebaõiglast kasu, kuna kulusid kannab tarnija;
- Isegi mitu aastat pärast rakendamist tundub tõenäoline, et tarnijad ei suuda ette näha kõiki sõltumatute agregaatore toiminguid, eriti äkilise nappuse perioodidel ja arvestades vahelduva genereerimise suuremat osakaalu süsteemis. Isegi kõige kindlamad prognoosimudelid ei suuda tõenäoliselt tarnijaid nende rahaliste kahjude eest kaitsta.

Osalise hüvitamise mudel

Osalise hüvitamise mudel pakub laia valikut võimalusi. Näiteks võib BRP-dele hüvitada ainult 80–50% hetke turuhinnast. Optimaalse hüvitustaseme leidmine on aga keeruline ülesanne ja nõuab põhjalikku majanduslikku analüüsi. [13]

Osaline hüvitamine stimuleeriks BRP-sid ennustama BSP-IA-de käitumist, et kaasata see oma lõpliku positsiooni kujundamisel. Kui seda kasutatakse paindlikkuse arvutamise lähtetaseme modelleerimise sisendina, väheneb makse BSP-IA-dele nende paindlikkuse eest, kuna BRP-d saavad BSP-IA käitumist paremini ennustada. Seda mõju saab vähendada, kui töötatakse välja hea algtase, mis võimaldaks mõõta võimalikult täpselt aktiveeritud paindlikkust.

See valik võib põhjustada BSP-IA-de jaoks päev ette turul suuri kasumeid, kuna see võib võimaldada neil paindlikkuse osas pakkuda odavamaid pakkumisi kui energia jaoks, kui tarnijad katavad põhiliselt osa oma marginaalkuludest.

Täieliku hüvitamise mudel

Täielik hüvitamine, näiteks tasakaalustamata energia hüvitatakse hetkehinna alusel, aitab kõrvaldada BSP meetmete negatiivse mõju BRP-le. Kui BSP-IAs peab maksma kõik enda tekitatud probleemid võrgus ise, siis nad võtavad arvesse oma tegevuse mõju teistele turuosalistele ja seega on võimalik järgida põhimõtet, et saastaja maksab. Kuid see nõuab selget vahet tarnijate otseselt põhjustatud tasakaalustamatuse ja sõltumatute agregaatrite põhjustatud tasakaalustamata positsioonide vahel. See on kooskõlas ka mittediskrimineerimise põhimõttega. Selle eristamise jaoks peab olema juurdepääs väga täpselt mõõdetud väärtustele. [8]

On selge, et mis tahes mudeli puhul tuleb vältida tarnijatele ülemäärast hüvitamist, kuna see võib majanduslikus perspektiivis agregeerimise mõttetuks muuta.

Täielik hüvitamine võib aga negatiivselt mõjutada sõltumatu agregaatrite majanduslikku olukorda bilansiturgudel. On oht, et kui ärimudel on liiga nõrk, et võimaldada agregeerimist, siis praktikas seda lihtsalt ei toimu. Süsteemioperaatoritel tuleb õige mudeli valimisel täieliku hüvitamise mudeli valimisel arvesse võtta, milliseid olukordi tekitaks turgudel täieliku hüvitamise mudeli puudumine.

1.3.4 Hüvitise tasumine

Võib juhtuda, et hüvitist ei pruugi tingimata maksta sõltumatu agregaatritele. Direktiiv ei keela liikmesriikidel toetada sõltumatu agregaatrite rolli ja seega võivad nad otsustada hüvitada kompensatsioonikulud tariifide kaudu. [5]

Sõltumatule agregaatritele hüvitamiskulude asetamine nõrgendab selgelt agregeerimismudelit, sest see võib suunata kulud agregaatritele. Lisaks on direktiivi sätestatud, et selliste tasakaalustamata positsioonide hüvitamine [6] "ei tohi tekitada takistusi turuosalistele, kes tegelevad

agregeerimisega ja ei tohi takistada paindlikkuse pakkumist". Direktiiv ei keela liikmesriikidel toetada sõltumatu agregatori rolli ja seega võivad nad otsustada korvamiskulud katta läbi tariifide.

Selles lahenduses esineb riske, sest agregeerimise kompenseerimise kulusid ei kaaluta automaatselt agregeeritud pakkumise turuväärtuse suhtes. BSP-IA ei huvituks enam kuludest, mida nad põhjustavad. On oht, et selline mehhanism põhjustab tarbijatele üldiselt suuremaid kulusid ja see tähendab, et agregeerimise eelised võivad üle kaaluda selle kulud tarnijatele hüvitamisel.

Selge on see et kooskõlas direktiiviga, mis nõuab, et agregatorid maksavad hüvitist ainult juhul, kui „kasu kõigile tarnijatele, klientidele ja nende bilansi eest vastutavatele osapooltele ei ületa tekitatud otseseid kulusid” [6].

1.4 Soome

Soome turul on erinevat tüüpi agregeerimisi juba võimalik ja kasutusel. Agregeerimist võib mõista järgmiselt [11]:

- Lepinguline agregeerimine (osapool pakub varasid teise bilansihalduri (BRP) portfelist, kuid pakkujal on tegevuste arveldamiseks vastavad lepingud);
- Sõltumatu agregeerimine (Osapool pakub varasid teise BRP portfelist ilma lepinguta, kuid vajalik on tsentraliseeritud arveldus).

Agregeerimine ja lepinguline agregeerimine on tänapäeval enamustel lisateenuste turgudel *business-as-usual* tüüpi. Sõltumatu agregeerimine on võimalik sageduse primaarreservidele (Frequency Containment Reserve, FCR). [2]:

- **Sageduse primaarreserv häirete ajal kasutamiseks** (Frequency Containment Reserve for Disturbances, FCR-D), sellel juhul puudub energiaarveldus, mis on muutnud turu atraktiivseks sõltumatute agregatorite jaoks. See on osaliselt olnud turul suureneva pakkumise ja turuhindade languse põhjuseks;
- **Sageduse primaarreserv normaaltalituse korral** (Frequency Containment Reserve for Normal operation, FCR-N), sel juhul on lisaks tehnilistele nõuetele ka energiaarveldus ja BRP-le hüvitis. Need tingimused on muutnud turuosalistele sõltumatut agregatsiooni vähem atraktiivseks.

MFRR-i turgudel on toimunud sõltumatu agregeerimine alates 2018. Selle aja jooksul on Fingrid uurinud sobivat mudelit piloodil osalevate turuosalistega. Mudel, mida kavatakse võtta laiemalt

kasutusse 2020, mis hõlmab ka agregaatrite bilansivastutust. See tähendab, et agregaatrid peavad olema BRP-d või teise võimalusena määrama endale BRP, kelle all nad turgudel tegutsevad.

Nagu on nõutud CEP-is, tuleb agregeerimise eeskirju rakendada siseriiklikes õigusaktides 2021 aastal. Seda aitab rakendada Soomes töörühm, mida juhib regulaator. Töörühmas on esindatud ministeeriumi, mitu tööstusharu organisatsiooni ja Fingrid. Fingrid kavatseb 2017. aastal alanud bilansiturul laiendada sõltumatu agregaatrid pilooti. Kui reservpakkujatel lubatakse koguda või agregeerida detsentraliseeritud paindlikke ressursse teiste elektrituru osaliste bilansist, teeb see võimalikuks uut tüüpi ärimudelite loomise ja muutub uutele osalejatele või ressurssidele hõlpsamaks sisenemiseks bilansiturule. [14]

Traditsioonilisest avatud tarneahelast väljaspool tegutsevate ettevõtjate pakutav paindlikkus nõuab IT-süsteemide olulisi uuendusi, andmevahetust elektriturul ja reservlepinguid, et tagada töömudelite erapooletus ja tõhusus. Fingrid näeb piloodi laiendamist võimalusena testida 2019. aasta jooksul katsetatud pilootlahenduste mastaapsust enne lepingutesse tegelike muudatuste tegemist. [14]

Soomes on plaan avada pilootprojekt kõigile sellest teemast huvitatud tasakaalustamisteenuse pakkujatele. Osalemine nõuab bilansivastutust ja pilootlepingu allkirjastamist. Pilootprojekti alustamiseks on vaja ka ametivõimude nõusolekut. Täpsemat teavet projekti alguse kohta pole veel avalikustatud. [12]

Soome on Eesti naabruskonnas kõige rohkem sõltumatu agregaatrid rolli piloteerinud ja analüüsinud. Eestis antud pilootprojekte ja süsteeme arendades peab kindlasti tegema koostööd Soome võrguettevõtjatega. Pärast mitu aastat kestnud pilootprojekti ja selle laiendamine annab indikatsiooni, et sõltumatu agregaatrid mudel ka toimib ja Soome poolt pilootprojektist õpitu tuleks suureks kasuks ka mudeli arendamisel Eestis.

Soomes on sõltumatu agregaatrid mudel ka põhjendatult atraktiivne, kuna Soome elektrisüsteemis on kuni 1 GW [15] potentsiaalset paindlikkust ühe tunni jooksul, mis on võrgu seisukohalt märkimisväärne.

1.5 Läti

Praegu ei ole Läti energiaturul aktiivseid agregaatoreid, kuid turuosalised ja potentsiaalsed agregaatrid on huvitatud. Turu ülesehituse arendamine ja agregaatrid lisandumine on hetkel riiklike eeskirjade puudumise tõttu aeglane.

Agregeerimise reeglite projekti viib läbi Majandusministeerium, et luua agregatoritele õiguslik alus tarbimiskaja (demand response, DR) teenuse pakkumiseks. Kommunaalteenuste komisjon on teinud muudatusi energiasektoris lubade ja registreerimise üldeskirjades, lisades muudatusi seoses agregatoritega ja tarbimiskaja kohta. Praegused kavandatud õigusaktide muudatused hõlmavad ainult agregatorite tegevusi lisateenusute turul ja piirab võimalusi sõltumatutele vahendajatele, kuid see peaks tulevikus muutuma, sest ministeerium kavatseb töötada kooskõlas koos CEP-iga. [13]

1.5.1 Riiklikud eesmärgid energiasüsteemi paindlikkuse suurendamiseks

Kavas on välja töötada agregatorite tööks vajalikud riiklikud õigusaktid, määrates kindlaks agregatorite õigused ja kohustused, nende teenuste eest tasumise ning agregatorite ja teiste süsteemis osalejate ning turu korraldajate vahelised suhted. See edendaks süsteemi tasakaalustamise võimet ja paindlikkust. Agregatorite töö Lätis pole võimalik, kui nutikad arvestid pole paigaldatud ja tarbijatele saadaval.

Nutikate arvestite asendamine toimub vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu 13. juuli 2009. aasta direktiivile 2009/72 / EU, mis käsitleb elektrienergia siseturu ühiseeskirju. Nutiarvestite paigaldamine on olnud seaduslikele klientidele saadaval alates 2007. aastast ja majapidamistele alates 2014. aastast. Elektriarvestuse kaasajastamise kava kohaselt on kavas paigaldada nutiseadmed kõigile AS-i Sadales tikks klientidele aastaks 2022. [16]

Majandusministeerium töötab välja agregatorite tööd käsitlevad õigusaktid elektriturul. Agregator võib liita elektritarbimise vähendamise/suurenemise ja elektrienergia tootmise vähendamise/suurendamise või ühendada mõlema protsessi käigus omandatud elektrienergia. Eristatakse sõltumatut agregatorit, mis ei ole seotud ühegi elektrimüüja või turu korraldajaga ja kauplejaga ühenduses olevat agregatorit ehk integreeritud agregatorit. Sõltumatu agregatori korral peab lõpptarbija sõlmima kaks lepingut - tarnelepingu elektrimüüjaga ja paindlikkuslepingu agregatoriga. Paindlikkusleping tagab, et agregatoril on otsene juurdepääs tarbija elektrienergiale ja seadmetele ning kui see on turu jaoks vajalik, vähendab agregator kontrollitud viisil kasutaja tarbimist, et siseneda turule tarbimata elektrienergiaga. Kauplejaga seotud agregator täidab oma ülesannet, kasutades kontrollimehhanisme, et eraldada lõpptarbijale elektrienergia kokkuhoid, mille on määratlenud kaupleja. Seega on kaupleja teadlik elektrienergia reservist, mida ta saab kasutada, kui see on vajalik turuolukorra tasakaalustamiseks või kõrgete elektrihindade korral. Lõpptarbija sõlmib kauplejaga ainult ühe lepingu. [16]

Sõltuvalt tururegulatsioonist võib agregatori panna bilansi eest vastutavaks või võib teenusepakkuja olla ainus, kes tagab fikseeritud elektrivarustuse. Ministeerium peab leidma kõige sobivama lahenduse agregeerimismudeliks ja lisab selle riiklikku regulatsiooni. [16]

Läti on sõltumatu agregatori mudeli arendamisega umbes sama kaugel kui Eesti. See annab hea võimaluse teha koostööd Lätiga arendamiseks balti riikides sarnaseid regulatsioone, mis võimaldaks parimat võimalikku riikidevahelist kaubandust ja agregeerimist.

2. EESTI SEADUSANDLUSE ANALÜÜS

Sarnaselt Soomele on Eestis samuti turul erinevat tüüpi agregeerimisi juba võimalik ja kasutusel. Agregeerimist võib mõista järgmiselt:

- Lepinguline agregeerimine (osapool pakub varasid teise bilansihalduri (BRP) portfelist, kuid pakkujal on tegevuste arveldamiseks vastavad lepingud);
- Sõltumatu agregeerimine (Osapool pakub varasid teise BRP portfelist ilma lepinguta, kuid vajalik on tsentraliseeritud arveldus).

Agregeerimine ja lepinguline agregeerimine on olnud võimalikud kõikidel turutasanditel. Alates 2018 aastast on mFRR-i turul olnud võimalik sõltumatu agregeerimine. Arveldamine põhineb mõõtepunkti andmetel ja täpsetel mõõtmistel, mille esitab sõltumatu agregator. Agregator on bilansi eest vastutav ja paindlikkuse aktiveerimise mõju ei tohiks mõjutada selles piirkonnas bilansivastutavat. Praeguses mudelis jäetakse tarnija hankekulude hüvitamine turuosaliste otsustada.

Edasi vaadatakse kuidas reguleerib elektrituruseadus paindlikkusturuga seonduvat. seadus reguleerib elektrienergia tootmist, edastamist, müüki, ekspordi, importi ja transiiti ning elektrisüsteemi majanduslikku ja tehnilist juhtimist. Seadus näeb ette elektrituru toimimise põhimõtted, lähtudes vajadusest tagada põhjendatud hinnaga, keskkonnanõuete ja tarbija vajaduste kohane tõhus elektrivarustus ning energiaallikate tasakaalustatud, keskkonnahoidlik ja pikaajaline kasutamine. [17]

2.1 Reguleerimised, mis keelavad paindlikkusturugu

Selles peatükis tuuakse välja elektrituruseaduses olevad punktid, mis praeguses sätestuses ei luba agregatoritel pakkuda turule agregeeritud paindlikkust. Esimese asjana puudub elektrituruseaduses turuosaliste nimikirjas agregeerimisega tegelev osapool.

Lisaks on allpool toodud paragrahv, mis praeguses olukorras segab agregatori tegevust tarbijate agregeerimisel [17]:

- § 12. Tarbija all on toodud punkt, mis sätestab, et tarbija on elektrienergiat oma tarbeks kasutav isik ning kasutab seda oma majapidamises eesmärgil, mis ei seonu tema majandus- või kutsetegevusega.

Väljatoodud paragrahv segab praegu agregatoritel kodutarbijaid agregeerida, kuna tarbijad ei tohi majanduslikul eesmärgil praegu oma tarbimist muuta.

2.2 Regulatsioonid, mis lubavad paindlikkusturgu

Selles peatükis tuuakse välja elektrituruseaduses toodud punktid, mis soodustavad paindlikkusturu ja agregeerimisteenuse teket.

§ 4. Varustuskindluse tagamise juures on toodud, et Vabariigi Valitsus võib kindla tähtaja jooksul rakendada kõigi turuosaliste suhtes varustuskindluse tagamise abinõusid, kui ilmneb: varustuskindlust ohustav tegur, primaarenergiaallikate vähesus, oht inimeste elule või tervisele või võrgu või muu elektripaigaldise säilimisele. Lisaks kehtestab Vabariigi Valitsus abinõude rakendamisest tingitud kulutuste arvutamise alused, kulutusi hüvitama kohustatud isikute ja hüvitist saama õigustatud isikute nimekirjad ning kulutuste hüvitamise ulatuse ja korra. [17]

Veel on § 4 välja toodud, et konkurentsiamet võib kohustada süsteemihaldurit korraldama konkursi uute tootmisvõimsuste, energiasalvestusseadmete või energiatõhusust edendavate nõudluse juhtimise meetmete loomiseks kui süsteemi tootmisvõimsuse varu väiksem tarbimisnõudluse rahuldamiseks vajalikust elektrisüsteemi toimimise võrgueeskirjas sätestatud varust või kui see on vajalik keskkonnakaitse huvides uute tehnoloogiate edendamiseks [17].

Eelnevalt toodud punkt on suureks abiks paindlikkusturu ja sõltumatu agregatori kontseptsiooni arendamiseks. § 4 annab ka lisaks suunitlusi, et on vaja välja arendada nõudluse juhtimise meetmed, et tagada tarbimisnõudlus, mis käib käsikäes uute turukorraldustega ja paindlikkusturuga.

Elektrituruseaduses § 40. Süsteemihalduri õigused on välja tood järgmised punktid [17]:

- Süsteemihaldur nõuab elektrituruseaduses §-s 38 ettenähtud kohustuse ja elektrituruseaduses ettenähtud muude kohustuste täitmiseks tootjatelt tootmise suurendamist või vähendamist või tarbijatelt tarbimise vähendamist või suurendab või vähendab tootmist või tarbimist ise reguleerimisvõimsuse ostmiseks sõlmitud lepingute alusel;
- (2) Süsteemihalduril on õigus elektrituruseaduse §-s 38 ettenähtud kohustuse ja elektrituruseaduses ettenähtud muude kohustuste täitmiseks anda tootjatele järgimiseks kohustuslik korraldus suurendada või vähendada tootmist või tarbijatele järgimiseks kohustuslik korraldus vähendada tarbimist või suurendada või vähendada tootmist või

tarbimist ise, sõltumata sellest, kas temaga on reguleerimisvõimsuse müügiks leping sõlmitud, kui sellise korralduse andmine või tootmise või tarbimise suurendamine või vähendamine on vajalik tehnilistel põhjustel või süsteemi varustuskindluse tagamiseks;

- (3) Süsteemihalduril on õigus anda teistele võrguettevõtjatele ja tarbijatele järgimiseks kohustuslikke korraldusi tarbijate elektrivarustuse piiramiseks või katkestamiseks või tal on õigus piirata tarbimist või katkestada see elektrituruseaduse § 39 lõike 1 punkti 5 alusel ettevalmistatud tegevuskava kohaselt, kui see on vajalik süsteemihaldurile §-s 38 ettenähtud kohustuse või muude kohustuste täitmiseks. Käesolevas lõikes nimetatud elektrivarustuse piiramise ja katkestamise täpsem kord ning võrguettevõtjate ja tarbijate kohustused seoses elektrivarustuse piiramise ja katkestamisega sätestatakse elektrisüsteemi toimimise võrgueeskirjas;
- (4) Oma kohustuste täitmiseks vajalikku elektrienergiat ja reguleerimisvõimsust ostes ning asjakohaseid teenuseid kasutades järgib süsteemihaldur vabaturupõhimõtteid ja turuosaliste võrdse kohtlemise ja läbipaistvuse põhimõtet ning väldib põhjendamatute piirangute kehtestamist;
- (5) Süsteemihalduril on õigus oma kohustuste täitmiseks seada süsteemi kasutamisele põhjendatud tehnilisi piiranguid ning tal on õigus tootjatelt ja võrguettevõtjatelt nõuda, et need sõlmiksid süsteemi tehnilise koostöö ja varustuskindluse tagamiseks koostöölepingu mõistlikel ja võrdse kohtlemise põhimõtet arvestavatel tingimustel;
- (6) Süsteemihalduril on õigus nõuda turuosalistelt ja kohalikul omavalitsuselt oma kohustuste täitmiseks vajalikku teavet;
- (7) Elektrituruseaduse § 39 lõike 2 alusel makstud tasu ja hüvitatud kulutusi ning elektrituruseaduses ja selle alusel kehtestatud õigusaktides ettenähtud süsteemihalduri kohustuste täitmiseks tehtud muid põhjendatud kulutusi käsitatakse põhivõrguettevõtja põhjendatud kulutustena ja need liidetakse kuludele, mille alusel põhivõrguettevõtja kujundab ja kooskõlastab elektrienergia edastamise eest võetava tasu.

Eelnevalt toodud punktid § 40st süsteemihalduri õigused annab süsteemioperaatorile suured õigused ja vaba voli. Antud punktid soodustavad suurelt paindlikkusturu teket ja aitaks kaasa motiveeritud reguleerimisele kasu teenimise eesmärgil. Praegu on küll süsteemioperaatoril õigus ise määrata neid keda soovitakse piirata. See võib tekitada osadele turuosalistele valesid signaale, et miks ei piirata teisi lähedalasuvaid klienti. Paindlikkusturu ja sõltumatu agregaatore lisandumine turule suurendaks võrgus olevat õiglust. Kuna uue turukorraldusega on võimalik võrgupiiranguid lahendada nende klientide abil, kes teevad seda vabatahtlikult kasu teenimise eesmärgil.

Elektrituruseaduses § 42. Elektrituru andmevahetus on välja toodud punkt [17]:

- Elektrituru tõhusaks toimimiseks ja konkurentsi soodustamiseks loob süsteemihaldur andmevahetusplatvormi ning haldab seda selliselt, et turuosalisel, kellele selleks on seadusjärgne kohustus ja õigus, on võimalus andmed õigeks ajaks esitada ning andmeid võrdsetel alustel ja õigel ajal saada. Andmete esitamise ja saamise eest lisatasu ei võeta.

Sõltumatu agregaatore kontseptsiooni edendamiseks on oluline, et turuosaliste vahel oleks õige andmevahetuse tase. See on toodud ka välja CEP-is artikkel 17.3. Eesti kontekstis on süsteemioperaatori poolt välja arendatud E-elering, mis võimaldab edendada sõltumatu agregaatore rolli. Süsteemioperaatori kohustuseks jääb veel välja mõelda milliseid ja mis mahus andmeid tohib turuosaliste vahel jagada.

2.3 Mida peaks muutma Eesti seadusandluses

Edasi tuuakse välja, milliseid punkte peaks lisaks tooma Elektrituruseadusesse, et võimaldada paindlikkusturu ja agregaatore tegevusi:

- Muuta turuosaliste punktis ära tarbijaga seotud sätted. Kas muuta ära tarbija nii, et ta poleks enam ainult oma tarbeks elektrienergiat kasutav isik ja võib pakkuda paindlikkusteenust.
- Lisada agregaatore elektrituruseadusesse turuosaliste liikide nimekirja.
 - „Agregaatore“ – juriidiline iseseisev majandusüksus, mis osutab agregeerimisteenuseid;
 - „Agregatsioon“ - füüsilise või juriidilise isiku tegevus, mis ühendab paljude klientide tarbimiskoormust või generaatorite tootmisvõimsust elektrienergia müümiseks kas elektriturul, süsteemihaldurile reservvõimsuse turul või muul paindlikkuseturul.
- Lisada punkt mis sätestab paindlikkusteenuseid peatükki „Võrgutegevus“ ning antud punktis võiksid olla toodud järgmised sätted [13]:
 - Jaotusvõrguettevõtja teeb põhivõrguettevõtjaga koostööd võrku ühendatud turuosaliste tõhusaks osalemiseks elektriturgudel. Jaotusvõrguettevõtja kooskõlastab põhivõrguettevõtjaga jaotusvõrgu ressurssidel põhinevate

paindlikkusteenuste osutamise tingimused kooskõlas Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) 2019/943 artikliga 57 [18];

- Jaotusvõrguettevõtja korraldab jaotusvõrgu toimimise ja arendamise tõhustamiseks vähempakkumise paindlikkusteenuste osutajate leidmiseks;
- Jaotusvõrguettevõtja kaasab vähempakkumisse kõik paindlikkusteenuseid pakkuvad turuosalised.

3. TEHNILINE VÕIMEKUS JA KOORDINATSIOONIMOODUL

Tarbimise juhtimise meetmete alla saab allutada koormusi, energiasalvesteid ning ka hajustootmisseedmeid. Viimaste hulka kuuluvad ka avariigeneraatorid ja/või koostootmisjaamad. Nende meetmete kasutamine võib ühelt poolt vähendada lokaalseid elektrilisi liigkoormusi ja teisalt on neid võimalik kasutada ka koormuste ja genereerimise tasakaalus hoidmiseks elektrisüsteemis tervikuna (nt suurte taastuvelektrijaamade tasakaalustamiseks). Tarbimise juhtimise teenuseid saavad pakkuda kodu-, teenindus- ja avaliku sektori tarbijad (nt kaubanduskeskused ja büroohooned), aga ka tööstustarbijad ning seda nii üksikute koormustena, eeldusel et need on piisavalt suured, kui ka agregeeritud koormustena. [7]

Arvestades elektrituru muutlikkust, võib tulevikus esineda olukordi, kus ettevõtte on kõrge turuhinna tõttu valiku ees, kas toota edasi või tootmine peatada. Samas võib tootmise katkestamine olla põhjendatud, kui alternatiivina on võimalik osutada süsteemiteenust kõrgema hinnaga kui saamata jäänud kasum. [7]

Põhivõrguettevõtjad ja jaotusvõrguettevõtjad võivad olla kaasatud paindlikkuseturgudele kas võrguettevõttena, kes võimaldavad paindlikkust füüsiliselt edastada, või aktiivsete turuosalistena, kes ostavad paindlikkuse tooteid võrgu- või süsteemihalduseks. Mõlemal juhul on vaja paindliku ressursi kvalifitseerimist, et tagada füüsiliste võrgupiirangute mitte rikkumist ja tarne usaldusväärsuse säilimist. Teisel juhul on konfliktide vältimiseks oluline koordineerida põhivõrguettevõtjate ja jaotusvõrguettevõtjate tegevust. Põhivõrguettevõtjate ostetud paindlikkus võib põhjustada ülekoormust jaotusvõrguettevõtjate võrgus või jaotusvõrguettevõtjate tegevus võib põhjustada probleeme teistele jaotusvõrguettevõtjatele. Hea koordineerimine võib luua isegi vastastikust kasu, nt. kulude jagamine, kui paindlikkuse vajadus kattub. Lisaks toimetavad veel erinevad platvormid, et tagada, et arveldust saab õigesti teha, paindlikkus jõuab sinna, kus see on kõige väärtuslikum või kus klient on otsustanud, et soovib / suudab osaleda.

3.1 Võrgu kvalifitseerimine

3.1.1 Turueelsed toimingud

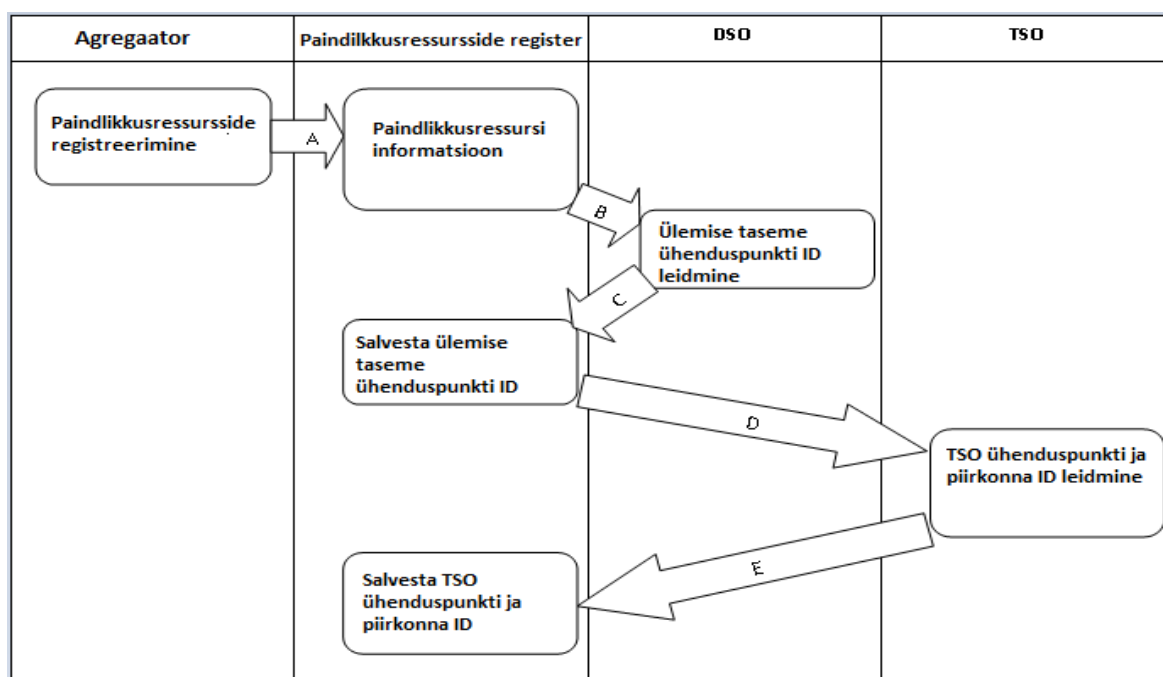
Enne paindlikkusturule sisenemist ja TSO-DSO koordineerimist on aktuaalne, et on juba toimunud järgmised etapid [13]:

- Ressursi omanik ja agregator on sõlminud lepingu ja korraldanud andmevahetuse;
- Agregator on sõlminud turuoperaatoriga lepingu ja korraldanud andmevahetuse;

- Paindlikkusressurss on registreeritud paindlikkusressursside registris;
- Turuoperaator on korraldanud andmevahetuse süsteemihalduriga;
- Arvelduste korraldamiseks sõlmitud lepingud ja andmevahetus on tehtud.

3.1.2 Paindlikkuse registreerimine

Enne paindlikkusressursi turule sisenemist tuleks see registreerida ka paindlikkusressursside registris. Registreerimisega seotud teabevahetus on visualiseeritud joonisel 3.1.



Joonis 3.1 Teabevahetus paindlikkuse registreerimisel [13]

Etapis A vahetatakse esimene info paindlikkusressursi kohta, mis tuleb agregaatorilt ja see sisaldab näiteks: Ressursi ID, Pingeklass, Ressursi liik, jne. Teistes etappides vahetatakse infot, mis on näidatud otse joonisel 3.1.

Mõni neist atribuutidest on juba leitav andmekeskusest. Peamine põhimõte peaks olema see, et põhiandmeid hoitakse ühes kohas, nt. andmekeskus, kus seda saab muuks otstarbeks kasutada, et tagada põhiandmete järjepidevus.

Jaotusalajaamade, fiidrite ja esmaste alajaamade ID-d on lisatud etappi C, kuna neid saaks kasutada andmeedastuse vähendamiseks paindlikkuse hankimise erinevatel etappidel. Selle asemel, et turuoperaatorile saata suurel hulgal ühenduspunktide ID-d, mille kohta paindlikkust taotletakse,

võiks DSO saata esmase alajaamaga ühendatud paindlikkuse taotlemisel ainult ühe asukoha ID. See teave asendab vajadust omada võrgutopoloogiat turuoperaatorite süsteemides.

3.1.3 Võrgu kvalifitseerimine

Ühine TSO-DSO platvorm teeb võrgu esialgse kvalifitseerimise, et vältida tarbetuid võrgu kvalifikatsioone olukordades, kus võrk on nii tugev, et tavalises (või kõige tõenäolisemas) töörežiimis saab see igal ajal hakkama kõigi võimalike paindlikkuste aktiveerimisega. See tähendab, et isegi suures hulgas paindlikkust korraga ei tekita ülekoormust ja seetõttu pole ülekoormuse tekkimiseks isegi teoreetilist võimalust.

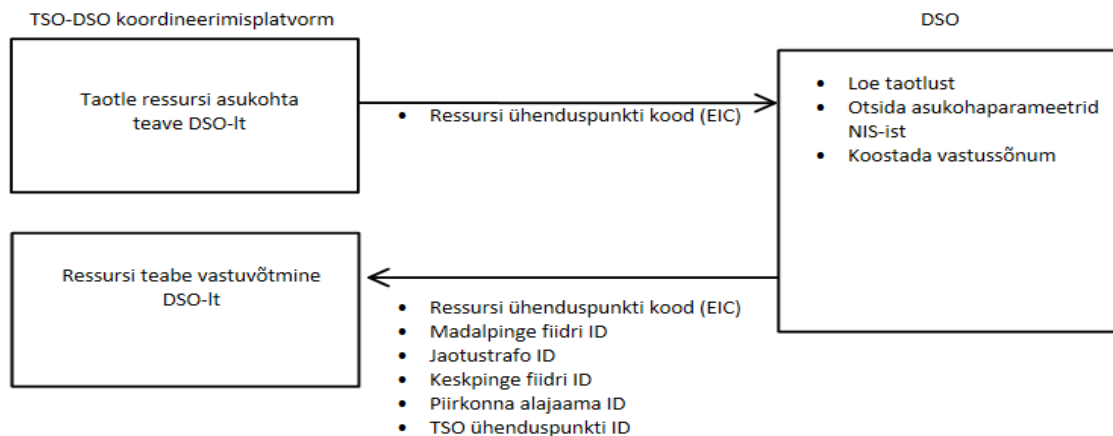
Esialgse võrgu eelkvalifitseerimise tulemused [13]:

- Roheline: dünaamiline võrgu eelkvalifitseerimine ei ole vajalik;
- oranž: vajalik on dünaamiline võrgu eelkvalifikatsioon;
- punane: puudub võimalus paindlikkusele võrgus
 - punane tuli lisatakse paindlikkusregistrisse ka siis, kui võrgu rikke tõttu puudub juurdepääs võrgule;
- see teave on eraldi üles- ja allareguleerimise jaoks.

Selle teabe eesmärk on vältida tarbetuid võrgu eelkvalifikatsioone olukordades, kus võrk on nii tugev, et normaalse (või kõigi tõenäoliste) töörežiimide korral saab see igal ajal hakkama kõigi võimalike paindlikkustega.

3.1.4 Ressursside kvalifikatsioon DSO ja TSO-DSO koordineerimisplatvormil

Järgmise etapina kui paindlikkus on ressursside registris registreeritud, võtab TSO-DSO koordineerimisplatvorm ühendust DSO-ga joonisel 3.2 toodud informatsiooni saamiseks. Jooniselt on näha, millist informatsiooni ressursi asukoha teade hankimisel DSO väljastab TSO-DSO koordineerimisplatvormile.



Joonis 3.2 Ressursi asukoha teabe hankimine DSO-lt [13]

Pärast ressursi asukoha informatsiooni andmist koordineerimisplatvormile vahetatakse informatsiooni, mis on vajalik ressursside kvalifitseerimiseks. Selles etapis oleneb suhtlus DSO-ga sellest kuidas otsustavad võrguettevõtted oma võrgus ressursi kvalifitseerida. Mudeleid, mida on seni valitud on kokku kolm. Mudelis 1 edastab jaotusvõrguettevõtja koordineerimisplatvormile piirangute tabeli. Järgmise mudelina on kaalutud kasutusele võtta nii-öelda võimsuse ülekande jaotustegurid (Power Transfer Distribution Factors, PTDF) maatriksite mudelit. Maatriksid iseloomustavad reaalsuse järkjärgulist muutust, mis toimub ülekandeliinidel kahe piirkonna vahelise reaalse ülekande tõttu. PTDF maatriksit modelleerides on võimalik ka jaotusvõrguettevõtjale vajalikku pingearvutust teostada. Veel kolmanda mudelina on võrguettevõtjad valinud enda süsteemides ressursi kvalifitseerimise mudeli.

Mudelid panevad vastutusi võrgu kvalifitseerimiseks erinevatele osapooltele. Esimese mudeli puhul on võrguettevõtja võrgu mudel piirangutena tervenisti TSO-DSO koordineerimisplatvormil ja kvalifitseerimise teeb platvorm vastavalt platvormil olevale informatsioonile. Võrguettevõtja uuendab piirangute tabeleid jooksvalt vastavalt võrgus toimunud muudatustele. Esimene mudel sobib ka süsteemioperaatoritele, kuna nende võrk ei ole nii mahukas. Antud mudel on süsteemioperaatorite jaoks piisavalt täpne, et saada adekvaatset täpsust kvalifitseerimisel.

Teise mudeli PTDF maatriksi puhul jääb nii võrguoperaatorile kui ka koordineerimisplatvormile kohustus osaleda kvalifitseerimise protsessis. Võrguoperaatorile jääb kohustus oma võrgumudeli pealt arvutada maatriksid ja edastada need platvormile. Edasi arvutab platvorm vastavalt ressurssidele, mida on vaja kvalifitseerida. Antud mudel on kasulik juhul kui võrguettevõtja ei soovi avaldada liialt oma võrgumudelit platvormile. PTDF maatriksit on võimalik ka teistpidi lahti lahendada, aga see ei anna 100% infot reaalse võrgu kohta. Lisaks eelistatakse PTDF mudelit piirangute mudelile, kuna see võimaldab kasutada võrku palju efektiivsemalt.

Viimase mudeli puhul jääb kogu ressursi kvalifitseerimise töö võrguettevõtja enda teha. Antud mudeli eeliseks võrguettevõtjale on mudeli mitte avalikustamine platvormile, kuid antud mudel nõuab võrguettevõtja poolt süsteemi, mis suudab reaajas arvutada koordineerimisplatvormilt tulnud paindlikkusressursse. Näiteks sobib selleks ADMS (Advanced Distribution Management System). ADMS pakub ulatuslikku võrguhalduslahendust, sealhulgas jälgimis-, analüüsi-, juhtimis-, optimeerimis-, planeerimis- ja treeningvahendeid, mis kõik toimivad kogu võrguettevõtja võrgumudelil. Selle lahenduse puhul ei tohi olla võrguoperaatoril enda mudelis ühtegi viga ja kogu vastutus lasub võrguettevõtjal endal. Pärast võrgu arvutamist saadab võrguettevõtja info tagasi platvormile.

Autori arvates sobib suurte jaotusvõrkude puhul kõige paremini ressursi kvalifitseerimiseks võrguettevõtja enda poolt tehtud kvalifitseerimine. Antud mudel nõuab küll suuri investeeringuid, kuid vastutus võrgu ja võrgus toimuva üle oleks võrguettevõtja enda teha. Väiksemate jaotusvõrkude ja süsteemioperaatorite puhul sobib kindlasti ka piirangute mudel, kuna võrgumaht võimaldab antud mudelit väga edukalt rakendada.

3.1.5 Paindlikkuse mõõtmine

Sõltumatu agregatori poolt tarnitud tooteid on vaja eristada tarbija ülejäänud tarbimisest. See on vajalik kõikides agregeerimismudelites, et põhivõrguettevõtja ja bilansihaldur saaksid määrata õiged väärtused tasakaalustamatuse kohta õigetele turuosalistele. Seda on vaja ka selleks, et tagada süsteemihaldurile tema poolt ostetud paindlikkuse kindel tarnimine ja selle kontroll. Selline sõltumatu agregatori paindlikkuse mõõtmise süsteem tuleb välja mõelda ja lahendada eraldiseisvalt kliendi praegusest tarnijast.

Paindlikkusega kauplemiseks ja tasakaalustamatuse eest vastutuse arvestamiseks on vaja vahendeid kontrollimaks, kas paindlikkus toimis ja mis mahus toimis. Mahtu on vaja teada, kuna seda korrigeeritakse vastavalt bilansihalduri bilansienergiast. Regulaatiivsete aspektide lahendamiseks on vaja kahte eraldi mõõtmise elementi:

- „Algtase“ peab olema matemaatiline mudel või hinnang selle kohta, kui palju energiat oleks paindlikkusressurss tarbinud ilma agregatori tegevuseta;
- Paindlikku ressursi reaajas kasutamise mõõtmine, mis peab eristuma ülejäänud kliendi koormusest.

Aktiveeritud paindlikkus on eelmist arvesse võttes lihtsalt erinevus algtaseme ja ressursi mõõdetud tegeliku tarbimise vahel. Algtaseme paika panemine on keeruline ülesanne ja sellest kirjutatakse allpool eraldi.

Algtaseme mõõtmine

Algtaseme määramine on keeruline, kuna see nõuab eeldamist kuidas tarbija oleks tarbinud ilma agregaatori tegevuseta. On tehtud ettepanekuid, et agregaatorid, kellel on otsene kontroll oma portfellis oleva tarbija üle, arvutaks täpse algtaseme, mis oleks tarbijal ilma paindlikkuse aktiveerimiseta [19].

Veel on võimalus kasutada tarnijate ajaloolisi mudeleid [20]. Nendel mudelitel võib pikas perspektiivis siiski puudusi olla, kui sisendina kasutatakse tarnijate lõpp positsioone. Kui tarnijatelt oodatakse, et nad ennustavad ja lisavad agregaatorite tegevuse oma nõudluse prognoosidele, hakkavad tarnijate lõplikud positsioonid jäljendama tarbimiskaja paindlikkust ja seetõttu ei ole see enam usaldusväärne näitaja selle kohta, mida tarbijad oleksid tarbinud, kui paindlikkust ei aktiveeritud.

Algtaseme lihtsamat vormi võiks määratleda ka kui tarbimise täpset taset vahetult enne paindlikkuse aktiveerimist. Selline staatiline algtase eeldaks, et tarbija oleks energiat kasutanud täpselt samal tasemel terve paindlikkuse aktiveeritud aja. Selline mudel sobiks suure tõenäosusega väga lühikesteks paindlikkuse perioodideks.

Algtaseme arvutamise tugeva lähenemisviisi leidmine toob paljusid probleeme, mis tuleb lahendada. Süsteemihaldurid peavad vastutama reeglite kehtestamise eest, mille alusel algtaset arvutatakse. On oluline, et sõltumatu agregaatori liidestus oleks regioonis ühtlustatud, isegi kui algtaseme arvutamiseks kasutatakse pisut erinevaid lähenemisviise [13].

Kuidas mõõta paindlike ressursside tarbimist reaalajas

Teine paindlikkuse arveldamiseks vajalik element on paindliku ressursi tarbimise mõõtmine reaalajas [13]. Paindlikkust peab eristama ülejäänud majapidamise tarbimisest.

Kui agregaatorid suudavad saada kliendi olemasoleva BRP-ga bilansivastutuses kokkuleppele, siis peaks leping sisaldama ka, kuidas mõõdetakse või hinnatakse paindliku ressursi tarbimist. Kui aga sõltumatu agregaator otsustab jagada bilansivastutuse kliendi puhul kas kaubaturgudel, bilansiturul või mõlemas, peab olema võimalik eristada iga BRP ja BSP kohustusi sama kliendi puhul. Seega peab

vaikelahendus olema saadaval siis, kui sõltumatu agregaatori ja kliendi olemasoleva tarnija või tarbija BRP vahelist lepingulist lepingut pole saavutatud. [19]

Tarbija tarbimise mahte, mida saab kasutada reguleerimistarne lahendamiseks, saab mõõta kahte moodi:

- Ühe arvesti mudel – Saab kasutada ühe arvesti näite tarbija tarbimisest ja selle alusel teha arvutused. Seda mudelit kasutatakse ka praegu, kus jaotusvõrguettevõtja poolt omatud arvestist tuleb ainult üks tarbimissisend;
- Mitme arvesti mudel – Kahe või enama arvesti mudel, kust üks arvesti on tarbija tava tarbimise jaoks ja teised on paindlikke üksuste jaoks.

3.2 Eestis olemasoleva paindlikkuse analüüs

Laiaulatuslik taastuenergiaallikate integreerimine võrkudesse on viinud selleni, et elektritootjate tootmisplaan on muutunud vähem etteaimatavaks, kuid samal ajal on muutunud võimalikuks tarbijate koormuste parem reguleerimine. Süsteemis on varjul suurel hulgal potentsiaalseid lõpptarbijaid, kes suudaksid pakkuda erinevaid teenuseid ja seda täiesti uue kontseptsiooni alusel.

Väiketarbijad võiksid kriitilistel ajahetkedel ajas muutuvate võrgutariifide alusel tunnetada oma mõju võrgule või panustada hoopis võrgu juhtimisse ning selle optimaalsesse arendamisse. Olemasolevad tarbijapoolsed reguleerimisteenuse mehhanismid keskenduvad enamikus suurtele energiamahukatele tööstustarbijatele, mitte kodutarbijatele, samas võiks just viimaste kaasamine leida laialdasemat toetuspinna kui seni. Siiski näitab viimase aja areng, et tarbimise reguleerimise mehhanisme uuendatakse ning lisaks tööstustarbijatele keskenduvad need ka äri- ja kodutarbijatele. [7]

Kui vaadates tööstusi, siis suurim potentsiaal tarbimist juhtida on puidu- ja paberitööstuses. Need ettevõtted suudavad tarbimise juhtimiseks pakkuda vähemalt 20% keskmisest tarbimisvõimsusest. [7]

Tööstusharu ettevõtted töötavad keskmisel tarbimisvõimsusel ja asjaolul, et reguleerimisvõimsusi suudetakse pakkuda agregeeritud kujul vähemalt 1 tunni jooksul. Sellest lähtuvalt saab tuletada kõikide töösturharude summaarselt pakutava reguleerimisvõimsuse, milleks on umbes 65 MW. [7]

Lisaks saavad kodutarbijad pakkuda paindlikkust seadmetega, mille tarbimine on ajas nihutatav:

- elektriradiaatorid,
- elektrilised soojavee boilerid,
- soojuspumbad,
- sügavkülmikud ,
- pesumasinad,
- nõudepesumasin;

Nendest vabalt juhitavad energiat salvestavad võimsused on elektriboiler, -radiaator ja soojuspump. Vabalt nihutatavad võimsused on sügavkülmik, pesumasin ja nõudepesumasin. Kuna enamus majapidamise tarbimisest moodustab kütteseadmed, seega talveperioodil on reguleeritav võimsus umbes 200 MW. Suvel seevastu on tarbimine palju väiksem ja reguleeritav võimsus jääb umbes 50 MW juurde. [7]

3.2.1 Tarbimise juhtimise kokkuvõte

Kodumajapidamistes juhitava võimuse potentsiaal jääb umbes vahemikku 55-230 MW. Äri- ja avaliku teeninduse sektoris sõltuvalt külmasalvestite kasutamisest võimalik juhtida võimsusi vahemikus 93-112 MW. Eeliseks nendes sektorites on, et tegemist on pidevalt kättesaadava võimsusega. Ning tööstussektoris on juhitav võimsus ligi 65 MW. Eelnevalt toodud väärtused on hinnangulised Eesti tarbimise juhtimise potentsiaalid üheks tunniks. [7]

Eesti elektrisüsteemis telliti 2019. aastal ülesreguleerimist 7275 tunnil kogusummas 0,243 GWh ja allareguleerimist 5813 tunnil kogusummas 0,262 GWh. Keskmiselt oli 2019. aastal ülesreguleerimise vajadus 27 MWh ja allareguleerimise 30 MWh. [21]

On oodata, et tulevikus suureneb süsteemihalduritel reguleerimise vajadus ja reguleerimiste hinnad sellega ka tõusevad. Tarbijapoolne reguleerimisvõimsuse pakkumine aitaks vähendada suures osas elektrisüsteemi vajadust kõrge muutuvkuluga tiputootmisvõimsuste järgi. Kui vaadata keskmist reguleerimisvõimsuse vajadust, võib öelda, et kodumajapidamistega on võimalik enamus aegadel vajadus ära katta. Eestis on piisavalt paindlikku ressursi, et ka suurema nõudlusega aegadel katta reguleerimise vajadus läbi tarbimise juhtimise

3.3 Alternatiiv tarbijate agregeerimisele

3.3.1 Elektrisõidukid

Lisaks taastuenergia laialdasele levikule on elektriautode laialdane kasutuselevõtt süsteemihalduritele veel üks väljakutse. See elektritarbimine võib lähiaastatel mõjutada pakkumise ja nõudluse vahelist pikaajalist adekvaatsust nii energia kui ka võimsuse osas.

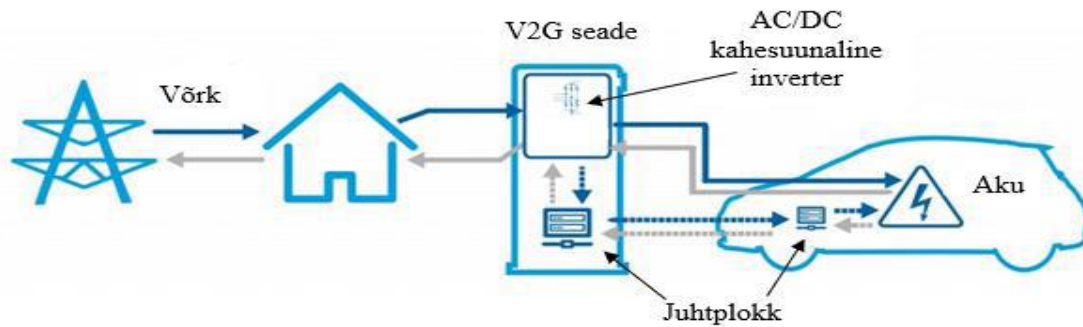
Tootjad investeerivad suuresti nii hübriidsete kui ka puhaste elektrimootorite arendamisse, et vastata karmistuvatele heitkoguse normidele. Linnad soovivad kehtestada reostavatele autodele piirangud saaste vähendamise eesmärgil ja pikas perspektiivis tahavad mõned riigid neid täielikult keelata. Kuigi massiline elektrifitseerimine võtab aega, kasvab elektriautode arv lähiaastatel kindlasti järsult.

Kuna sõidukite kogu energiatarbimine moodustab suure osa tuleviku ühiskonna energiatarbimisest, siis oodatakse sellest suurt mõju elektrivarustusüsteemile. Kui kõiki elektrisõidukeid laetakse näiteks samal ajahetkel, lisab see võrku suure koormuse ja seda peab reguleerima. Nutikad laadijad võimaldavad sõidukitel laadida vaid siis, kui elekter on hõlpsasti kättesaadav, väldivad tippperioode ja samal ajal tagavad, et akud oleksid omanike jaoks täielikult laetud, kui nad sõidukeid vajavad. [22]

Elektriautod kujutavad endast suurt väljakutset võrgu suutlikkusele. Süsteemioperaator projekteerib enda võrgu nii, et see suudaks tagada võrguühenduse suurima tarbimise juures. Elektrisõidukite suure leviku korral ja kui need sõidukid hakkavad laadima kohe kui on võrguga ühendatud (mittetark laadimine), peavad süsteemihaldurid tugevdama võrku, mis tähendaks suuri investeeringuid. Eriti puudutab see jaotusvõrke kohtades, kus elektriautod kiiresti levivad. On võimalik katsetada laadimismudeleid, et vähendada koormust võrgule ja pakkuda seda paindlikkus teenusena süsteemihalduritele.

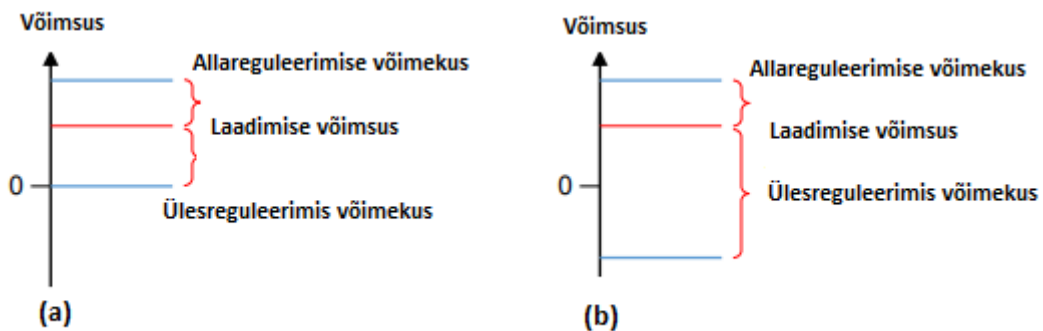
Võrgu kindluse seisukohalt tulebki arvestada neid elektrisõidukeid, mis on lülitatud elektrivõrku (vehicle to grid, V2G) joonisel 3.3 näidatud viisil. 100000 elektriauto mõju elektrisüsteemile võib võrrelda 200MW tipukoormus elektrijaamaga [22]. Ka Eestis võiks olla elektrisõidukite arv tulevikus umbes samas suurusjärgus. Nende abil saaks siluda koormuse tippusid ja lohkusid. Akude laadimine toimuks öösiti, kui elektrivõrgu koormus on väike. Kui võrgul on vaja lisavõimsust, saab kasutada elektriautosi ka generaatoritena ning turuhinda alla suruda. Võrk võtab igast sõidukust väga väikeseid koguseid ning kui võrk on stabiilsuse saavutanud, toimub edasi autode laadimine. Et

see kõik toimima saaks, peab välja arenema vajalik infrastruktuur ning energiaarveldus- ja maksesüsteem.



Joonis 3.3 Sõidukite ühendusskeem võrguga [23]

Kahesuunaliste voogude lubamine elektrisõidukite ja võrgu vahel suurendaks paindlikkuspotsiaali, nagu on näidatud joonisel 3.4 paindlikkuspotsiaal ühesuunaliste ja kahesuunaliste laadijate korral.



Joonis 3.4 Paindlikkuspotsiaal ühesuunaliste (a) ja kahesuunaliste (b) laadijate korral [24]

Nagu näha jooniselt 3.4, siis allareguleerimise maksimaalvõimaks mõlema laadija korral on laadija maksimaalvõimsus. Ülesreguleerimise võimekus ühesuunalise laadija puhul tähendab, et elektrisõiduk lõpetab laadimise. Kahesuunalise laadija puhul on võimalik ka energiat võrku anda, kui peaks võrgus tekkima tootmise puudjääk.

Kuigi antud V2G mudel tundub võrgu seisukohalt väga atraktiivne, siis autori seisukohalt tundub antud mudel elujõuetu. Kuna akuelementidel on ainult piiratud arv laadimistsükleid, siis võrku energia andmine võib mõjutada sõidukite akude pikaajalisust. Tundub tõenäoline, et paindlikkust elektrisõidukitele saab võrgule pakkuda ainult sellega, et muudetakse laadimisgraafikuid, mitte ei

pakuta energiat võrgule ehk kasutada nii-öelda tarka laadimist. Ka targa laadimise mudel annab elektrisõidukite omanikule suurt säästu, kui tarbida odavamaga elektri hinnaga ajal.

3.3.2 Elektri salvestusseadmed

Veel peale elektrisõidukite on elektrisalvestusseadmed, mille abil on võimalik pakkuda paindlikkusteenuseid.

Elektri salvestamise tehnoloogia (energy storage system, ESS) on tehnoloogilisi väljakutseid pakkuv energeetiline rakendus, mis aitab tulevikus võrgul paremini toime tulla. Elektrisalvestuse tehnoloogiat saab rakendada ka hajutatult, nt. kohalike salvestusseadmete abil, mida omakorda saab agregeerida üksuses või suursalvestusjaamades, kasutades neid otseselt energiasüsteemi haldusfunktsioonide täitmiseks.

Energiasalvestuse kontrollmehhanisme on põhimõtteliselt kaks:

- Tsentraliseeritud, mis on suuremamahulised salvestusseadmed.
- Detsentraliseeritud, mis on tarbijate omandis olevad väikesed salvestusseadmed.

Tsentraliseeritud ressursid konkureerivad tõenäoliselt elektrienergia hulgimüügiturgudel agregatorite kaudu, pakkudes elektrisüsteemile tasakaalustamisteenuseid. Tsentraliseeritud agregeerimine aitab vähendada elektrienergia hinda süsteemis kuni 7% ja võib vähendada elektrienergia volatiilsust kuni 60% sõltuvalt võrgus olevast tsentraliseeritud salvestusseadmete mahust. [25]

Detsentraliseeritud ressursid laeksid ja tühjeneksid, võtmata arvesse elektrisüsteemi laiemaid vajadusi ja süsteemihaldur näeks ainult üldise nõudluse muutust. Elektrienergia väikesemahulise salvestamine on tavaliselt seotud kliendi taastuvate energiaallikatega, et maksimeerida muutuva taastuvenergia omatarbimist. Veel soovivad kodutarbijad oma julgeolekut maksimeerides hoida akusid pidevalt laetuna, et rikke korral jääks majapidamise toide alles. On ebatõenäoline, et tarbijad lubavad oma akudega süsteemi seisukohalt vajalikku toimimist, kui neile ei maksta rahalist stiimulit, mis on piisav, et vähemalt võrdsustada kliendi heaolu ja tehnoloogiaga saadavat kasu.

Kokkuvõtvalt oleks majanduslikult mõistlikum installida salvestusseadmeid suuremate mahtudena, et pakkuda tasakaalustamisteenuseid süsteemihaldurile. Detsentraliseeritud energiaallikatest saadav kasu süsteemile tõenäoliselt suureneb tariifide reguleerimise kaudu, mis toob kaasa erasektori tehnoloogia suurema kasulikkuse. Lisaks autori arvates on klientide

installeeritud salvestusseadmetel suurem potentsiaal turul paindlikkust pakkuda kui elektrisõidukitega, kuna kliendid tajuvad väärtust elektrisõidukisse kui sõiduvahendisse.

KOKKUVÕTE

Kuna energiaga seotud üleminek areneb üha kiiremini, on ilmne, et olemasolev infrastruktuur, aga ka kaubeldavad tooted, hinna- ja reeglipõhised mehhanismid ning turumudelid ei ole muutustega toimetulemiseks sobivad. Tekivad elektrivõrkude probleemid nagu ülekoormused, sageduse kõrvalekalded, katkestused ja pinge ebastabiilsus. Need on suured probleemid, mida tuleks ennetavate meetmete abil igal võimalusel vältida. Väljakutsete lahendamiseks peab turumudelite terviklik arendamine käsitlema pikaajalisi investeringusignaale, arendades samal ajal lühiajalist tasakaalustamist, ülekoormuse juhtimist ja muid lisateenuste turge. Neid on vaja võrguprobleemide lahendamiseks, minimeerides võrguteenuse kogumaksumust. Tuleks arvestada nii füüsilise infrastruktuuri kui ka turgudel kehtivate eeskirjade, toodete ja mehhanismidega.

Agregeerimine näitab suurt potentsiaali tõhusama ja jätkusuutliku energiasüsteemi võimaldamiseks. See võib anda tarbijatele signaale elektrienergiaturgudel kauplemise vastu ning soodustada innovatsiooni elektrikaubanduse valdkonnas ning võimaldada laiaulatuslikku ja lokaalset paindlikkust, et aidata rahuldada uut nõudlust ja taastuenergia tootmist. Agregeerimine võib osutada peamiseks teguriks rohelse ja tarbijakesksele energiasüsteemile üleminekuks.

Puhta energia pakett sillutab teed agregeerimisele, kõrvaldades turutõkked ja andes klientidele uusi õigusi ja võimalusi, kuidas nad agregeerimisteenuseid sõlmivad, võimaldades agregatoritel tegutseda tarnijatest sõltumatult. Turu avamisel sõltumatutele agregatoritele võimaldatakse uuendusi ning arukamat turupõhist lähenemist elektrisüsteemi haldamiseks.

Peamine väljakutse on leida tasakaal praeguste turukorralduse eeliste säilitamise ja uuenduste jaoks mis võimaldavad innovatsiooni agregeerimises. Et agregeerimisteenused tooksid võimalikult palju eeliseid, peab olema turustruktuur piisavalt sidus kõikide turgude vahel. Kõik rakendamise seotud osapooled peaksid arvestama seadusemuudatuste kogu mõju turule ja selle lõppkasutajatele. Direktiivi eesmärk on tuua kasu kogu süsteemile.

Peab olema loodud tõhus ja õiglane regulatiivne raamistik, mis võimaldaks sõltumatutel agregatoritel turgudele pääseda. Sellega seoses tuleb agregatorite õigused rakendada elektrituruseaduses ja rakendada turuosaliseks olemise kohustused. Lisaks sõltumatu agregatori bilansivastutuse selgitamine peaks võimaldama tõhusat sõltumatut agregeerimist, minimeerides samal ajal ebaausaid moonutusi turul.

Selle lõputöö järelduste kohaselt on paindlikkustoodetel ja agregeerimisel üha suurem roll elektriturudel, et tagada kõrge tarnekindlus ja elektrienergia kuluefektiivne tarnimine. Sõltumatul

agregaatoril on kindlasti suur roll tulevikus elektrivõrgus tekkivate probleemide lahendamisel. Lisaks ka töös välja toodud elektrisalvestusseadmetel näeb autor tulevikus suurt rolli elektrivõrgus tasakaalu hoidmiseks. Eesti ja baltiriikide seisukohalt hakkab paindlikkus elektrivõrgus eriti suurt rolli omama pärast 2025. aastat kus praeguste plaanide alusel on toimumas desünkroniseerimine Venemaa elektrivõrgust.

SUMMARY

As the energy transition evolves at a faster pace, it is clear that existing infrastructure, as well as tradeable products, price and rule-based mechanisms and market models, are not suitable to cope with change. Network problems such as overloads, frequency deviations, interruptions and voltage instability occur. These are major problems that should be avoided wherever possible through preventive measures. To address these challenges, the comprehensive development of market models must address long-term investment signals, while developing short-term balancing, congestion management and other ancillary services markets. They are needed to solve network problems while minimizing the total cost of network service. Both the physical infrastructure and the rules, products and mechanisms in place in the markets should be taken into account.

Aggregation shows great potential for a more efficient and sustainable energy system. It can send signals to consumers for trading in electricity markets and foster innovation in electricity trading and allow for extensive and local flexibility to help meet new demand and renewable energy production. Aggregation can be a key factor in the transition to a green and consumer-oriented energy system.

The Clean Energy Package directs the way for aggregation, removing market barriers and giving customers new rights and opportunities to contract aggregation services, enabling aggregators to operate independently of suppliers. By opening up the market to independent aggregators, we will enable innovation and a smarter market-based approach to electricity system management.

The main challenge is to find a balance between maintaining the benefits of the current market rules and adding changes that allows innovation to be aggregated. In order for aggregation services to bring as many benefits as possible, the market structure must be sufficiently coherent between all markets. All parties involved in implementation should take into account the full impact of legislative changes on the market and its end-users. The aim of the directive is to benefit the whole system.

An effective and fair regulatory framework must be in place to allow independent aggregators access to markets. In this context, the rights of aggregators must be implemented in the Electricity Market Act and the obligations to be a market participant must be implemented. In addition, clarifying the balance responsibility of an independent aggregator should allow for efficient independent aggregation while minimizing unfair market distortions.

According to the conclusions of this thesis, flexibility products play an increasing role in electricity markets to ensure high security of supply and cost-effective supply of electricity. An independent aggregator will certainly play a major role in solving future electricity grid problems. In addition to the electrical storage devices presented in the work, the author sees a great role in storage maintaining the balance in the electricity Network aswell. From the point of view of Estonia and the Baltic States, flexibility in the electricity network will play a particularly important role after 2025, where desynchronization from the Russian electricity network is taking place on the basis of current plans.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] E. Hillberg, „Flexibility needs in the future power system,“ 03 2019. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2019/03/ISGAN_DiscussionPaper_Flexibility_Needs_In_Future_Power_Systems_2019.pdf. [Kasutatud 10 03 2020].
- [2] „Flexible and Customer-driven Electricity System,“ Ministry of Economic Affairs and Employment, 2018. [Võrgumaterjal]. Available: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161147/TEM_39_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Kasutatud 21 03 2020].
- [3] PROJECT_INTERRFACE, „Existing tools and services report,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.interrface.eu/sites/default/files/publications/INTERRFACE-D2.2_v1.0.pdf. [Kasutatud 15 03 2020].
- [4] S. Carter, R. Desai, J. Forsman, M. Martin, O. Pearce, B. Steel ja M. Vestli, „DEMAND-SIDE RESPONSE AS SOURCE FOR FLEXIBILITY,“ PÖYRY, 06 2015. [Võrgumaterjal]. Available: https://issuu.com/elering/docs/demand_side_response_as_source_for_. [Kasutatud 01 03 2020].
- [5] PROJECT_INTERRFACE, „Definition of new/changing requirements for,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.interrface.eu/sites/default/files/publications/INTERRFACE_D3.1_V1.0.pdf. [Kasutatud 24 03 2020].
- [6] „DIRECTIVE (EU) 2019/944 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL,“ THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 5 6 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0944>. [Kasutatud 10 03 2020].
- [7] A. Rosian, I. Drovtar, S. Link, H. Hõimoja, H. Mölder ja T. Mället, „suurtarbijate koormusgraafikute salvestamine ning analüüs tarbimise juhtimise rakendamise võimaluste tuvastamiseks,“ Elering, Tallinn, 2014.
- [8] NordREG, „Nordic Regulatory Framework for Independent Aggregation,“ 28 02 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.nordicenergyregulators.org/wp->

content/uploads/2020/02/A-New-Regulatory-Framework_for_Independent_Aggregation_NordREG_recommendations_2020_02.pdf. [Kasutatud 28 03 2020].

- [9] T. Schittekatte, V. Reif, A. Nouicer ja L. Meeus, „Completed regulatory framework analysis (Interface),“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.interrface.eu/public-deliverables>. [Kasutatud 20 03 2020].
- [10] „Bilansi tagamise (tasakaalustamise) eeskirjad,“ 11 2016. [Võrgumaterjal]. Available: https://elering.ee/sites/default/files/attachments/Bilansi_tagamise_ehk_tasakaalustamise_eeskirjad_11_2016.pdf. [Kasutatud 14 03 2020].
- [11] „<https://energiavirasto.fi/en/publications-of-the-electricity-and-natural-gas-market>,“ energy authority, 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://energiavirasto.fi/en/publications-of-the-electricity-and-natural-gas-market>. [Kasutatud 20 03 2020].
- [12] Elering, AST ja Litgrid, „DEMAND RESPONSE THROUGH AGGREGATION A HARMONIZED APPROACH IN BALTIC REGION,“ 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://elering.ee/sites/default/files/public/Elektriturg/Demand%20Response%20through%20Aggregation%20%20a%20Harmonized%20Approach%20in%20the%20Baltic....pdf>. [Kasutatud 13 04 2020].
- [13] PROJECT_INTERRFACE, „SYSTEMUSECASES,“ 2019.
- [14] „The independent aggregator pilot in the balancing energy market will be expanded,“ Fingrid, 25 11 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.fingrid.fi/en/pages/news/news/2019/the-independent-aggregator-pilot-in-the-balancing-energy-market-will-be-expanded/>. [Kasutatud 16 04 2020].
- [15] O. Pearce ja j. Forsman, „DEMAND AND SUPPLY OF FLEXIBILITY,“ PÖYRY, 2018.
- [16] „NATIONAL ENERGY AND CLIMATE PLAN OF LATVIA 2021–2030,“ 2018. [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ec_courtesy_translation_lv_necp.pdf. [Kasutatud 25 04 2020].
- [17] Riigikogu, „Elektriturseadus,“ 30 03 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/113032019045>. [Kasutatud 10 02 2020].

- [18] „EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS (EL) 2019/943,“ EUROOPA PARLAMENT JA EUROOPA LIIDU NÕUKOGU, 05 06 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0943&from=EN>. [Kasutatud 29 03 2020].
- [19] O. Pearce ja J. Forsman, „INDEPENDENT AGGREGATOR MODELS,“ PÖYRY, 06 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://tem.fi/documents/1410877/3481825/Itsen%C3%A4isen+aggregaattorin+mallit+26.6.2018/f63589df-49ea-4232-b39a-bb6973407fe2/Itsen%C3%A4isen+aggregaattorin+mallit+26.6.2018.pdf>. [Kasutatud 15 04 2020].
- [20] B. Rachel ja W. Bridget, „Barriers to Independent Aggregators in Europe,“ 09 01 2019. [Võrgumaterjal]. Available: https://geography.exeter.ac.uk/media/universityofexeter/schoolofgeography/images/researchgroups/epg/Barriers_to_Independent_Aggregators_in_Europe.pdf. [Kasutatud 24 04 2020].
- [21] „Balancing energy bid prices from standard product,“ Baltic CoBA, [Võrgumaterjal]. Available: <https://dashboard.electricity-balancing.eu/en/bids/standard-prices?period=search&show=report&start=2019-01-01&end=2019-12-31>. [Kasutatud 05 11 2020].
- [22] T. Legget, „How your electric car could be a virtual power station,“ 21 11 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.bbc.com/news/business-42013625>. [Kasutatud 01 04 2020].
- [23] E. Wenzel, „Vehicle-to-grid technology is revving up,“ 12 11 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.greenbiz.com/article/vehicle-grid-technology-revving>. [Kasutatud 01 04 2020].
- [24] O. Borne, „Vehicle-To-Grid and Flexibility for Electricity Systems: from Technical Solutions to Design of Business Models,“ 19 04 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02101210/document>. [Kasutatud 28 04 2020].
- [25] G. C. Gisse, D. Subkhankulova, P. Dodds ja M. Barret, „Value of energy storage aggregation to the electricity system,“ pp. 685-696, 05 2019.

- [26] E. E. union, „Clean energy for all Europeans package,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en. [Kasutatud 01 03 2020].
- [27] S. Isup, „VIRTUAALSETE ELEKTRIAAMADE TEOREETILINE ANALÜÜS,“ Tallinn, 2018.
- [28] L. Ihamäki, „Fingridin aggregointipilotit,“ 17 05 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/sahkomarkkinat/kehityshankkeet/reservi-paivat-2017-fingridin-aggregointipilotit.pdf>. [Kasutatud 14 04 2020].
- [29] Elering, „Elektrituru käsiraamat,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://elering.ee/elektrituru-kasiraamat>. [Kasutatud 12 04 2020].
- [30] „COMMISSION REGULATION (EU) 2017/2195,“ Entso-e, 23 11 2017. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.entsoe.eu/network_codes/eb/. [Kasutatud 10 04 2020].