



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT

Jaotusvõrgu varustuskindluse probleemid ja nende lahendamine

Elektroenergeetika õppekava

Kõrgepingetehnika õppetool

Magistritöö

Õppetooli juhataja

prof Ivo Palu

Juhendaja

prof Juhan Valtin

Lõpetaja

Anni Tampere

Tallinn 2016

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks elektroenergeetika erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Lõputöö kokkuvõte

Autor: Anni Tampere

Lõputöö liik: Magistritöö

Töö pealkiri: **Jaotusvõrgu varustuskindluse probleemid ja nende lahendamine**

Kuupäev: 23.05.2016

71 lk

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Energeetikateaduskond

Instituut: Elektroenergeetika instituut

Õppetool: Kõrgepingetehnika õppetool

Töö juhendaja: Professor Juhan Valtin

Sisu kirjeldus:

Lõputöö eesmärk on uurida Eesti jaotusvõrkude varustuskindluse probleemi põhjuseid ning pakkuda vastavalt sellele lahendusi. Jaotusvõrgu kõrge rikkelisus on tingitud aastate pikkusest alainvesteeringust. Toitekatkestuste peamine põhjus on paljasjuhtmete suur osakaal ja tundlikkus ilmastiku suhtes. Probleemi lahendamiseks on Imatra Elekter AS panustanud peamiselt hoolduspoliitikasse ning Elektrilevi OÜ suuremahulisesse investeeringutesse. Tulemusnäitajate erinevus on kahe ettevõtte vahel suur. Tarbimise iseloom ja asukoht on ajas muutunud ning kehtiv regulatsioon ei ole enam optimaalseim. Lisaks on ühiskondlik ootus rikkelisuse vähendamiseks ettevõtte kohustustest kõrgem.

Varustuskindluse tõstmise lahenduste määratlemiseks analüüsitakse ettevõtete investeeringute ja hoolduspoliitika plaane ning oodatavat mõju tulemusnäitajatele. Lisaks analüüsitakse, mil määral regulatsioon toetab püstitatud eesmärke. Lahenduste rakendatavuse hinnanguks arvutatakse vajalike investeeringute mõju võrguteenuse hinnale.

Varustuskindluse tõstmise tehniliste lahenduste teostused sõltuvad võrguteenuse hinna sotsiaalsest taluvusest. Autori arvutuste kohaselt tõstaksid vajalikud investeeringud hinda kuni 16%, ent tarbijate ootus on, et hind langeks. Varustuskindluse probleemi peamiseks lahendusmeetodiks oleks investeeringute ja hoolduspoliitika suhte optimeerimine, seadusandliku poole täiendamine koos ühiskondlikult realistlike ootuste kujundamisega varustuskindluse piirkondade lõikes.

Märksõnad: varustuskindlus, rikkelisus, toitekatkestus, ilmastiku kindel võrk, investeeringud, hoolduspoliitika, regulatsioon, hind.

Summary of the Diploma Work

<i>Author:</i> Anni Tampere	<i>Kind of the work:</i> Master Thesis
<i>Title:</i> Problems and solutions of distribution grid power supply	
<i>Date:</i> 23.05.2016	71 pages
<i>University:</i> Tallinn University of Technology <i>Faculty:</i> Faculty of Power Engineering <i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering <i>Chair:</i> High Voltage Engineering	
<i>Tutor(s) of the work:</i> Associate Professor Juhan Valtin	
<i>Abstract:</i> <p>The purpose of the thesis is to analyse the reasons behind Estonia's distribution grid low supply quality and to propose possible solutions for it. The high rate of voltage outbreaks is caused by too little investments in past and low percentage of insulated cables in the grid, which makes the grid sensitive to weather conditions. To tackle the problem Imatra Elekter AS has contributed to maintenance policy, but Elektrilevi OÜ to investment programs instead. As a result the key performance indicators differ between the two a lot. The nature and location of consumption has changed in time and current regulation should be more optimal. Consumers expectations to supply quality exceed the companies obligations.</p> <p>The used method to define solutions to increase supply quality is to analyse companies investments and maintenance policy plans and expected outcomes on quality indexes and how the regulation supports defined targets.</p> <p>Implementation of the technical solutions of increasing supply quality depend if the distribution service fee is socially acceptable. According to authors calculations the necessary investments would increase the service fee up to 16% however consumers expect it to drop. The main solution for the problem is for the Elektrilevi OÜ to optimize the investments and maintenance ratio, the government to update the regulations. As a joint effort the public opinion and expectations should be designed to be more realistic and considerate different supply regions.</p>	
<i>Key words:</i> quality of supply, failure, power outage, weather proof grid, investments, maintenance policy, regulation, cost.	

Sisukord

Lõputöö ülesanne	6
Sissejuhatus	8
1. Jaotusvõrgu varustuskindluse hetkeolukord	10
1.1 Varustuskindluse nõuded	10
1.2 Jaotusvõrgu ettevõtted.....	12
1.2.1 Elektrilevi OÜ.....	12
1.2.2 VKG Elektrivõrgud OÜ	13
1.2.3 Imatra Elekter AS	14
1.3 Jaotusvõrgu ettevõtete varustuskindluse indeksite analüüs	14
1.4 Elektrivõrgu arengu tegurid	17
1.5 Eesti jaotusvõrgu võrdlus Euroopa riikidega	18
2. Varustuskindluse eesmärgid	21
2.1 Varustuskindluse eesmärkide määramine	21
2.2 Varustuskindluse piirkonnad.....	22
2.3 Varustuskindluse väärtus	23
3. Rikete vähendamise teoreetilised alused	25
3.1 Jaotusvõrgu rikkesagedus	25
3.2 Rikkeid ennetavad tegevused.....	26
3.3 Rikete järgsed tegevused.....	27
4. Elektrilevi OÜ investeeringute plaan	29
4.1 Üldist.....	29
4.2 Investeeringute mõju varustuskindlusele	32
5. Jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmise lahendused	36
5.1 Riiklik tasand	36
5.1.1 Hajatootmise kaasnevad probleemid.....	37
5.1.2 Regulatsiooni poliitika optimaalsuse analüüs	38
5.1.3 Konkurentsiameti hinnang kulupõhise meetodika tulemuslikkusest	39
5.2 Ettevõtte tasand.....	43
5.2.1 Tarbijate ootuste kujundamine	45
6. Varustuskindluse tõstmise mõju ülekande teenuse hinnale	46
6.1 Üldist.....	46
6.2 Võrgutasude kujunemine	46
6.3 Varustuskindluse tõstmise stsenaariumite praktikas rakendamise analüüs.....	48
6.3.1 Arvutusülesande püstitus	50
Lõputöö kokkuvõte	57
Lisad	66
L.1. Elektrilevi OÜ investeeringute programmide plaan aastani 2023 reaalhindades	66
L.2. Elektrilevi võrgutasu komponentide osatähtsus 01.04.2014 seisuga.....	67
L.3. ENMAK stsenaariumide maksumuse ja tulemuste prognoos.....	68
L.4. Investeeringute mõju võrguteenuse hinnale arvutustabel	69
L.5. Elektrilevi tüüpilise kodutarbija elektriarve komponendid	71

Lõputöö ülesanne

Lõputöö teema:	Jaotusvõrgu varustuskindluse probleemid ja nende lahendamine
Üliõpilane:	Anni Tampere, 144373 AAVM
Lõputöö juhendaja:	prof Juhan Valtin
Õppetool:	Kõrgepingetehnika
Õppetooli juhataja:	prof Ivo Palu
Lõputöö esitamise tähtaeg:	27.05.2016

Anni Tampere

prof Juhan Valtin

prof Ivo Palu

Teema põhjendus:

Lõputöö teema valiku aktuaalsus tuleneb Eesti jaotusvõrgu aastate pikkusest alainvesteeringust tingitud madalast varustuskindlusest ning vajadusest leida probleemile lahendus. Energia varustuskindluse küsimus on riigi konkurentsivõime üks olulisemaid kriteeriume. Tarbijate energia kättesaadavuse kvaliteet ning ajaline ja rahaline komponent peavad lähiaastatel olulisel määral paranema. Varustuskindluse küsimuse lahendamine mõjutab otseselt Eesti majanduse arengut. Lõputöös tõstatavate küsimuste analüüsi tulemuse eesmärk on anda hinnang lahendus stsenaariumide rakendamise võimalustele praktikas.

Töö eesmärk:

Töö eesmärgiks on uurida jaotusvõrkude ning võrguettevõtete arengu erinevuse põhjuseid ning võimalikke lahendusi koos tulemuste praktikas rakendatavusega.

Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

- Milline on Eesti jaotusvõrgu varustuskindluse hetkeolukord?
- Mis on varustuskindluse kõikumise põhjused?
- Millised on võimalikud lahendused jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmiseks?
- Millised on tulemuste rakendamise võimalused praktikas?

Lähteandmed:

Püstitatud eesmärkide lahendamiseks kasutatakse jaotusvõrgu varustuskindluse kvaliteedi indekseid kaardistamiseks võrgu hetkeolukord võrrelduna teiste riikide ning võrgu ettevõtete lõikes. Analüüsimaks varustuskindluse kõikumise põhjuseid kasutatakse võrgu ettevõtete põhjendusi, ülikoolide uurimustööde ja õppematerjalide seisukohti. Jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmise võimaluste analüüsi andmed võetakse võrgu ettevõtete arengukavadest, seadusandlusest ning ülikoolide uurimustöödest. Leitud tulemuste rakendatavuse analüüsi toetavad andmed võetakse artiklitest, ettevõtete arengukavadest, teiste riikide jaotusvõrkude praktikast ning kontrollarvutustele tuginedes.

Sissejuhatus

Riigi majanduslik areng sõltub muuhulgas poliitilistest, sotsiaalsetest ja geograafilistest teguritest, ent üks olulisemaid komponente on elektrimajandus. Elektrisüsteemi moodustavad kõik elektri tootmise, ülekandmise, elektriturul kauplemise ja tarbimisega seotud protsessid. Elektrimajanduse eesmärk on eelkõige tagada tarbijatele katkematu elektrienergia nõuetekohase kvaliteedi ning võimalike soodsaimate tariifide juures. Loomaks konkurentsivõimelist majanduskeskkonda, peab elektrivarustusindluse tase olema kõrge ning võrguteenuse hind madal. Seejuures peavad riigid kapitali kaasamiseks arvestama rahvusvahelise konkurentsiga. Tarbitava elektrienergia kvaliteeti peetakse oluliseks riikide arengut ja elatustaset iseloomustavaks näitajaks.

Elektrisüsteemi osad on elektrijaamad, võrguettevõtjad ning elektritarbijad. Ühendsüsteemid on eraldiseisvatest töökindlamad ning Eesti elektrisüsteem on seetõttu sünkroniseeritud Läti, Leedu, Venemaa ja Valgevenega. Lisaks on läbi EstLink 1 ja 2 merekaabli kaudu omavahel ühendatud Põhjamaade ja Baltimaade elektrisüsteemid. Elektrimajanduse tegevus on reguleeritud 5 seadusega: Elektrituru; Alkoholi-, tubaka-, kütuse- ja elektriaktsiisi; Välisõhu kaitse; Keskkonnatasude; Tööstusheite seadus. Iga seadusega kaasneb rida täpsustavaid määruseid. Eesti elektrivõrgu moodustavad ülekandevõrk ning jaotusvõrk. Põhivõrgu süsteemi- ja bilansihaldurina tegutseb riigi omandis olev Elering OÜ. Tarbijate elektrienergia hind kujuneb alates 2013.aastast vabaturutingimustes. Jaotusteenust osutavad 34 võrguettevõtet, kellest suurimad on Elektrilevi OÜ, Imatra Elekter AS ja VKG Elektrivõrgud OÜ. Kuna tegemist on monopoolse ettevõtlusega, siis on jaotusvõrgu majandustegevus allutatud Konkurentsiameti järelevalvele.

Jaotusvõrkude varustuskindluse probleemi käsitlemise aktuaalsus tuleneb asjaolust, et elektrivõrgu rikked ja nendega kaasnevad toitekatkestused mõjutavad tarbijate sotsiaalset ning majanduslikku heaolu, mistõttu on avalikkuse huvi varustuskindluse tõstmise küsimuse vastu suur. Jaotusvõrgu ettevõtjalt oodatakse üha paranevat teenuse kvaliteeti ja teenuse hinna alanemist. Võrreldes ajaga, mil jaotusvõrgu infrastruktuur rajati, on koormused ning nende struktuur oluliselt muutunud. Elektrivõrgu seadmete kasulik eluiga on piiratud ja infrastruktuur vajab pidevat hooldust ning investeeringuid. Igal aastal liidetakse otse jaotusvõrku kümneid väiketootjaid ning klassikaline tarbijateks ja tootjateks jaotamine ei ole enam ajakohane. Kaasajastamist vajavad jaotusvõrgu käidu-, hoolde- ja arengupoliitika, aga ka riiklik regulatsioon. Antud lõputöö eesmärk on leida võimalikud lahendused

jaotusvõrkude varustuskindluse tõstmiseks ning analüüsi tulemusel teha ettepanekuid ja soovitusi tulemuste praktikas rakendatavusele. Kuna suurim turuosa kuulub Elektrilevi OÜ-le, on ettevõtet teistest detailsemalt uuritud.

Käesolev töö koosneb 6 peatükist, mis omakorda on jaotatud 25 alapeatükiks. Igasuguse probleemi lahendus peab algama hetkeolukorra kaardistamisega. Sellel eesmärgil uuritakse töö esimeses osas, kuidas jaotusvõrgu varustuskindlus on määratletud ning milliste näitajatega seda mõõdetakse? Missugused on võrguettevõtte varustuskindluse tasemed võrreldes teineteisega ning ühistulemus kõrvutatuna teiste riikide vastavate näitajatega? Teises peatükis uurib autor jaotusvõrkude varustuskindluse eesmäärke ja nende määramise meetodikaid. Lisaks leitakse vastused alaküsimustele mille alusel tuleks kavandada võrguosade optimaalne areng ja missugune on varustuskindluse väärtus?

Kolmandas peatükis uuritakse rikete vähendamise teoreetilisi võimalusi. Ülesande püstitus eeldab tehniliste lahenduste määratlemist vastavalt jaotusvõrgu struktuurile. Alapeatükkides analüüsitakse, missuguste tegevustega on võimalik rikkeid ennetada ja missugused tehnilised lahendused on vajalikud kui rikked on juba aset leidnud? Neljandas osas analüüsitakse Elektrilevi investeeringute plaani aastani 2023 ja selgitatakse välja, missuguste investeeringutega plaanitakse varustuskindlust tõsta? Töö viiendas peatükis keskendutakse jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmise lahenduste uurimisele. Oluline osa võrguarengus on kehtival seadusandlusel. Seetõttu uuritakse alapeatükkides, kuidas Eestis kehtivad seadused toetavad varustuskindluse taseme paranemist ning kas regulatsiooni mudel on olnud tulemuslik? Riikliku tasandi kõrval analüüsitakse, kas ja kuidas ettevõtted saaksid arengupoliitika optimeerimise teel varustuskindlust tõsta?

Töö viimane osa sisaldab autori hinnangut ja järeldusi varustuskindluse tõstmise erinevatele stsenaariumitele. Järelduste tegemiseks uuritakse kuidas tehnilis-majanduslikud lahendusstsenaariumid mõjutaksid kogu investeeringute vajaduste suurust ja arvutuslikult võrguteenuse hindu? Kokkuvõttes antakse ülevaade ja tuuakse välja uurimustöö peamised leiud ja järeldused.

1. Jaotusvõrgu varustuskindluse hetkeolukord

Elektrivõrgu varustuskindlus tähendab töökindlat ehk võimalikult väheste katkestustega elektrivõrku ja nõuetele vastavat pingekvaliteeti soodsaimate võimalike tariifide juures. Elektrimajandus ning elektriettevõtete struktuuri ja arengu vajadust juhivad eelkõige elektri tarbimine ja koormuste muutused ehk elektri nõudlus [1]. Elektrivõrk koosneb alajaamadest ja elektriliinidest ning elementidest nagu lülitus- ja kaitseseadmed. Varustuskindluse kriteeriumiks on eelkõige kõikide võrguosade töökindlus, fiidri konfiguratsioon, sektsioneerimis- ja reserveerimisvõimalused [2]. Jaotusvõrgu eesmärk on eelkõige edastada kvaliteetne elektrienergia tarbijateni võimalikult väheste häiringutega ja soodsaimata hindadega. Elektrivarustuse kvaliteedi all mõistetakse varustus- ehk töökindluse ja pinge kvaliteeti, aga ka valdkondi nagu elektrivarustuse ohutus, keskkonnamõjud, tarbija informeeritus, elektrienergia hind ja selle komponendid [3]. Varustus- ehk töökindluse iseloomustamiseks kasutatakse erinevaid lähenemisviise. Tarbija seisukohast on oluline tarbijatele aasta jooksul andmata jäänud energia kogus, ent iseloomustamiseks kasutatakse veel üksikfiidri, tarbija alajaama ja koormuspunkti näitajaid. Elektrivõrgud kasutavad veel kahepoolse toite tagatuse, N-1 kriteeriumi vastavavuse, lubatud katkestussageduse või –aja nõudeid jt.

1.1 Varustuskindluse nõuded

Varustuskindlust mõõdetakse erinevate kriteeriumide alusel ning neid käsitletakse läbi standardite, Energia- ja Elektriturseaduste ning müüja ja ostja vaheliste lepingutega. Eesti jaotusvõrkude töökindlusele esitatavad nõuded toitekatkestuste arvu osas on sätestatud standardiga EVS-EN 50- 160:2010. Eristatakse plaanilisi ja ootamatuid toitekatkestusi. Plaanilised katkestused on vajalikud võrgu hooldustööde tegemiseks, ning nendest teavitatakse kliente kirjalikult ette. Ootamatud katkestused ei sõltu võrguettevõttest ja võivad olla tingitud näiteks loodusõnnetustest, liinide projekteerimisnorme ületavast tuulest või jäitest, sõjategevusest jt. Standard jätab paraku pikaajaliste toitekatkestuste väärtused määratlemata, ent lühiajaliselt kestusega kuni 3 minutit võib madal- ja keskpingevõrgus olla mõlemas kuni mõnisada toitekatkestust ning umbes 70% lühiajalistest katkestustest võivad olla lühemad, kui 1s [2].

Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusega on kehtestatud elektri võrguteenuste kvaliteedinõuded nagu lubatud katkestuste arv, pinge hälbed, teeninduse nõuded, leppetrahvid jne.

§ 4. Elektrivarustuse kindluse nõuded [4]:

(1) Elektrivarustuse kindluse nõuetes nähakse ette katkestuse korral elektrivarustuse taastamise aeg ning ühe tarbimiskoha kohta aastas lubatud katkestuste kestus. Turuosalise tarbimiskohas asuva elektripaigaldise elektritoide tagatakse ühe või mitme liitumispunkti kaudu vastavalt sõlmitud võrgulepingule.

(2) Katkestuse kestus on ajavahemik, mis algab hetkest, kui võrguettevõtja sai teada või pidi teada saada katkestusest tema võrgus, ja lõpeb, kui elektrivarustus on taastatud.

(3) Kui katkestuse põhjustas sündmus, mida võrguettevõtja objektiivselt ei suuda ära hoida ega takistada (näiteks loodusõnnetus, liinide projekteerimismääruste ületav tuul või jääde, sõjategevus), tuleb katkestus kõrvaldada 3 päeva jooksul alates selle sündmuse lõppemisest.

[RT I, 13.06.2014, 12 - jõust. 16.06.2014]

Regulatsioon näeb ette, et jaotusvõrgus tuleb rikketest põhjustatud katkestus kõrvaldada:

1) 12 tunni jooksul ajavahemikus 1. aprillist kuni 30. septembrini ja 16 tunni jooksul ajavahemikus 1. oktoobrist kuni 31. märtsini;

2) 120 tunni jooksul, kui tarbimiskoha elektritoide on tagatud ühe 110 kV trafo või liini kaudu.

[RT I, 13.06.2014, 12 - jõust. 16.06.2014]

Riketest põhjustatud katkestuste kestus jaotusvõrgu ühe tarbimiskoha kohta võib olla kuni 70 tundi aastas või kuni 150 tundi aastas, kui jaotusvõrgu tarbimiskoha elektritoide on tagatud ühe 110 kV trafo või liini kaudu. Viimases määruse versioonis oli lubatud kuni 70 tundi. Plaaniline katkestus võib kesta kuni 10 tundi ajavahemikus 1. aprillist kuni 30. septembrini ja kuni 8 tundi ajavahemikus 1. oktoobrist kuni 31. märtsini. Võrguettevõtja võib turuosalisega tema tarbimiskoha suhtes kokku leppida ka teistsuguse plaanilise katkestuse aja.

[RT I, 13.06.2014, 12 - jõust. 16.06.2014]

Plaaniliste katkestuste kestus ühe tarbimiskoha kohta võib olla kuni 64 tundi aastas, kui turuosalisega ei ole tema tarbimiskoha suhtes teisiti kokku lepitud.

[RT I, 13.06.2014, 12 - jõust. 16.06.2014]

Katkestusena ei käsitleta kuni 3-minutist elektrivarustuse katkemist avariaautomaatikaseadme toimimise ajal. Võrguettevõtetele on iga määruse uuendusega antud kohustus katkestused kõrvaldada üha lühema ajaga.

1.2 Jaotusvõrgu ettevõtted

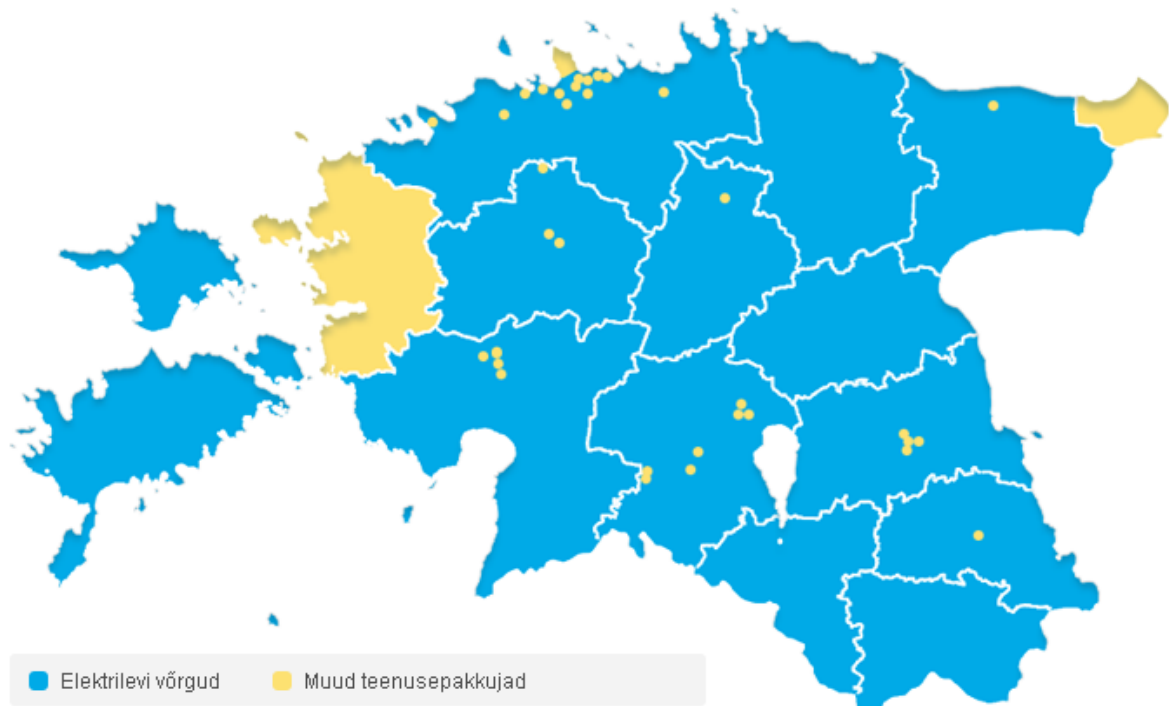
Konkurentsiamet on väljastanud tegevusloa 34 jaotusvõrgu ettevõttele [5]. 2015.a seisuga on 93% võrguteenusel kaetud kolme ettevõttega: Elektrilevi OÜ, Imatra Elekter AS ja VKG Elektrivõrgud OÜ (vt Tabel 1.1). Kaks viimast ettevõtet on 1998.a riigilt erastatud. Jaotusvõrgu ettevõtted tegutsevad loomuliku monopoli alusel ning teenuse osutamise tingimused on reguleeritud Konkurentsiameti, standardite ja Energiaturuseadusega.

Tabel 1.1 Jaotusvõrgu ettevõtete peamised suurusnäitajad

Näitaja	Ühik	Elektrilevi OÜ	Imatra Elekter AS	VKG Elektrivõrgud OÜ
Liine	km	64000	3056	910
Kaabelliine	%	-	50%	55%
Kliente	tk	475000	25096	33457
Alajaamu	tk	22000	1307	363
Müük	GWh/a	6337	205	208
Turuosa	%	87,5	3	3

1.2.1 Elektrilevi OÜ

Elektrilevi OÜ on Eesti suurim jaotusvõrgu ettevõtte ning kuulub riigi omandisse. Elektrilevi haldab ligi 64 000 km madal- ja keskpinge elektriliine ja üle 23 000 alajaama, milledest osad on põhivõrguettevõtjaga ühised. Kokku teenindab ettevõtte ligi 475 000 klienti pingestmetel 0,4-35 kV ning on Eestis suurima turuosaga jaotusvõrgu ettevõtte (vt Joonis 1.1) Elektrilevi kaks peamist eesmärki on elektrivarustuse ja klienditeeninduse kvaliteedi parandamine [6].



Joonis 1.1 Elektrilevi teeninduspiirkonna kaart [6]

1.2.2 VKG Elektrivõrgud OÜ

VKG Elektrivõrgud OÜ on erakapitalil põhinev ettevõtte, mille tegevusvaldkondadeks on elektrienergia edastamise- ja jaotusteenuse müük, elektrienergia müük ja klienditeenindus, Elektrisüsteemi operatiivjuhtimise teenuse müük, elektrivõrkude ja -seadmestike projekteerimine, ehitamine, remontimine, kontrollimine ning hooldamine. VKG Elektrivõrgud OÜ (edaspidi VKG) võrk on Eestis suuruselt teine ning teenindab Narva, Narva-Jõesuu ja Sillamäe linna, Vaivara valda ja Kohtla-Järve Viivikonna linnaosa. Ettevõtte osutab ca 33% võrguteenusel keskpingel ja 67% madalpingel [7]. Võrguteenust osutatakse pingeastmetel 0,4-110 kV.

Ettevõtte põhiprioriteedid on süstemaatiline töö elektrikadude vähendamiseks, uute võimaluste otsimine elektrienergia soodsamaks sisseostmiseks, kommertskadude vähendamine, võrgu arendamine kõigile uutele liitujatele vajalike võimsuste tagamiseks jm. töökohtadega seotud riskide järjepidev hindamine ja järelevalve [8].

1.2.3 Imatra Elekter AS

Imatra Elekter AS (edaspidi Imatra) on väliskapitalil põhinev ettevõtte ja kuulub Kagu-Soomes asuvale elektrienergia tootmise, jaotamise ja müügiga tegelevale energiakontsernile Imatran Seudun Sähkö OY, tuues sellega Eesti jaotusvõrku Soome juhtimiskogemust. Ettevõtte on suuruselt kolmas Eestis ning teenindab loomuliku monopoli alusel Lääne maakonda ja Viimsi valda. Imatra võrguteenuste müügi turuosa on ligi 3% ja teenust osutatakse pingestmetel 0,4-35 kV [9].

Imatra Elekter AS on põhilise eesmärgina toonud välja jaotusvõrgu jätkuva rekonstrueerimise varustuskindluse tõstmise ja elektrienergia kvaliteedi parandamise eesmärgil. Eelkõige investeeritakse kaugloetavatesse arvestussüsteemidesse. 2014.a investeeris ettevõtte kogumahuga 2,414 M€. Kokku on ettevõtte teeninduspiirkonnas pea 94% võrguteenuse tarbimisest mõõdetud kauglugemisega ning ligi 50% võrgust on kaablis [10].

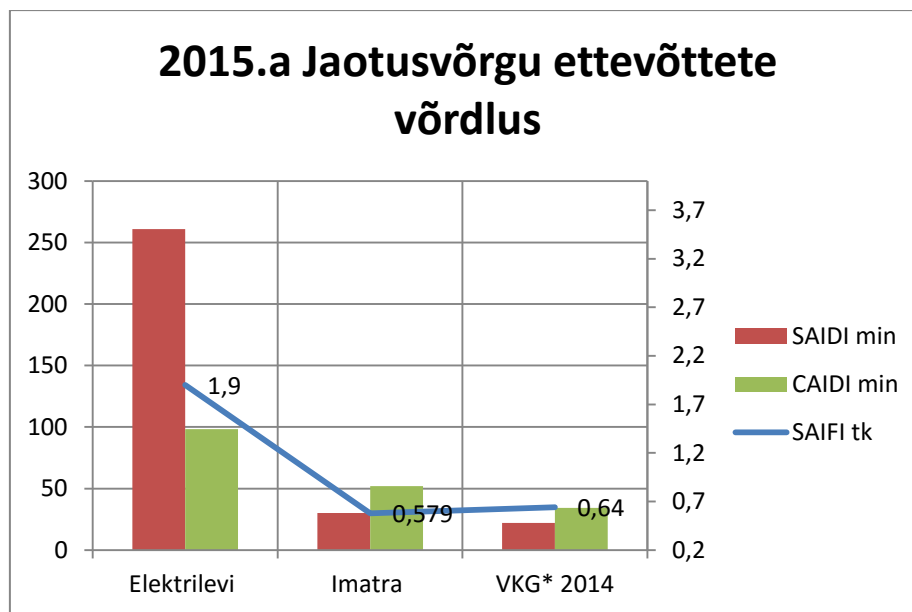
1.3 Jaotusvõrgu ettevõtete varustuskindluse indekse analüüs

Ettevõtete arendustegevuste tulemused koondatakse varustuskindluse indekse mõõdupuule. Tarbijate vajadused on ajas muutuvad seoses jätkuva urbaniseerumisega, koormuste kasvuga, seadmete ja süsteemide kõrgete varustuskindluse nõuetega. Jaotusvõrgu ettevõtte peab lisaks tarbijatele arvestama veel omanike huvide ja riigipoolsete regulatsioonidega. Sellest tulenevalt on varustuskindluse suurendamise ülesanne oma olemuselt kompleksne. Käesoleva töö raames uuritakse kolme suurima jaotusvõrgu ettevõtte varustuskindluse hetkeseisu, arengustrateegiat ning eesmäärke. Ülejäänud võrguettevõtted jäävad uurimustöö analüüsist nende väikese osakaalu tõttu välja.

Rahvusvaheliselt tuntakse mitmeid varustuskindluse indekseid, ent enim kasutust leiavad järgmised rikkeid iseloomustavad näitajad:

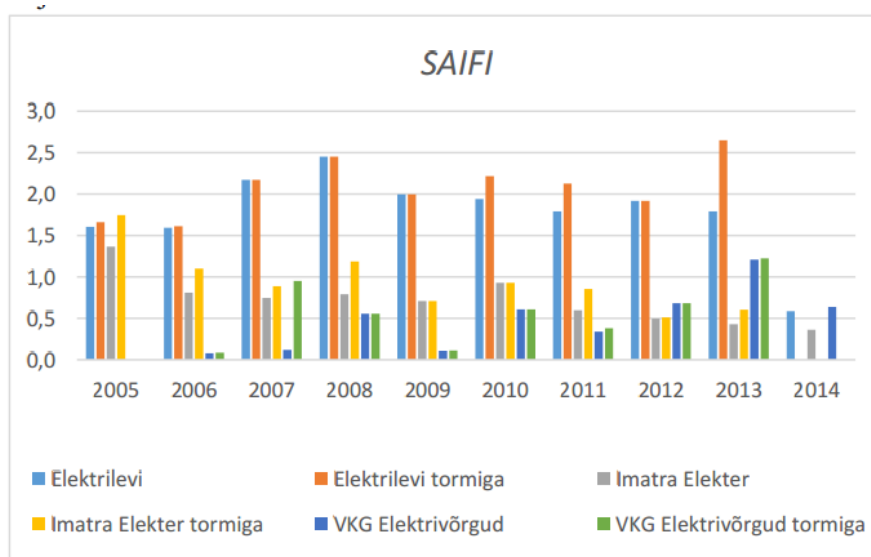
- SAIFI- (*System Average Interruption Frequency Index*) Riketest põhjustatud katkestuste keskmine sagedus tarbimiskoha kohta aastas.

Elektrivõrgu seadmete elueaks hinnatakse ligikaudu 40a. Aastatel 1980-1995 jaotusvõrgu korrashoidu ega seadmete uuendamisesse praktiliselt ei investeeritud ning sellest tulenevalt on praeguste investeeringute vajadused sedavõrd suuremad. Jaotusvõrgu kolme peamise ettevõtte varustuskindluse tulemusnäitajad on küllaltki erinevad.



Joonis 1.2 Jaotusvõrgu ettevõtete 2015.a varustuskindluse võrdlus [8], [9], [11]

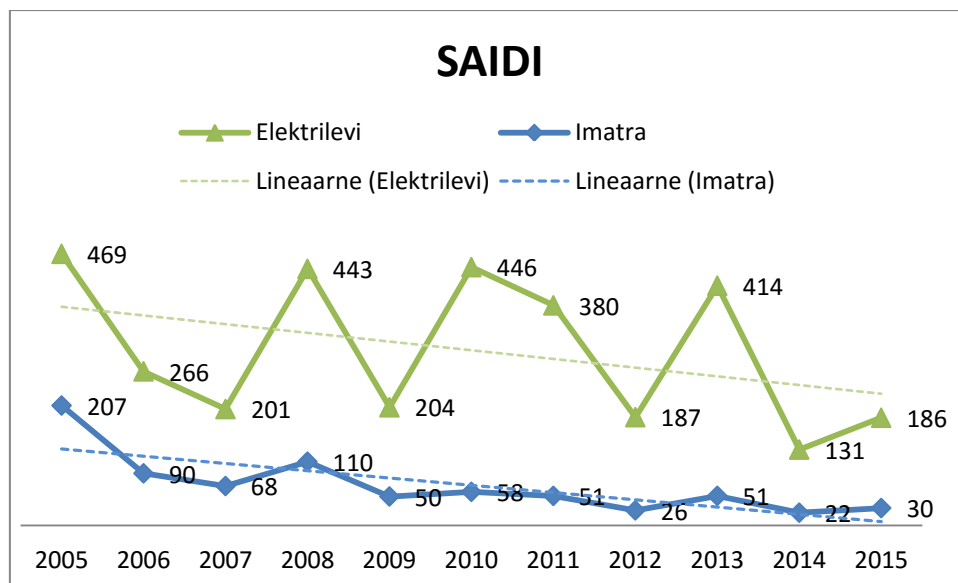
Jooniselt 1.2 avaldub, et varustuskindluse näitajad on eraettevõtetel paremad, kui riigi hallataval Elektrilevil. Joonisel 1.3 on kuvatud viimase kümne aasta SAIFI tulemusnäitajad, mis kajastab ilmekalt Elektrilevi varustuskindluse suurt kõikumist ajas ja püsivalt madalamat taset võrreldes teiste jaotusvõrgu ettevõtetega. VKG teenindab peamiselt Narva linna läbi kaabelvõrgu ja selle lähiümbrust isoleeritud õhukaablitest koosneva elektrivõrguga ning seetõttu ei anna ettevõtte tulemusnäitajate võrdlemine Elektrilevi ja Imatra omadega asjakohast informatsiooni. Seevastu Imatra ja Elektrilevi võrgud on ülesehituselt sarnasemad ning paremini võrreldavad.



Joonis 1.3 Jaotusvõrgu ettevõtete kümne aasta SAIFI võrdlus [12]

Tormistel aastatel nagu näiteks oli 2013.a olid mõlema ettevõtte rikete arv suuremad, ent Elektrilevi ilmastiku tundlikkus oli siiski suurem. Tegemist on indikatsiooniga, et Elektrilevi valitud hooldus- ja investeeringute meetodites on arenemise ja optimeerimise ruumi.

- Võrgu varustuskindluse kvaliteedi näitajana kasutatakse veel indeksit SAIDI- (*System Average Interruption Duration Index*), mis näitab rikkekatkestuse keskmist aega tarbimiskoha kohta ja mõõdetakse minutites/aastas. Tegemist on agregeeritud näitajaga, mis iseloomustab kõige paremini võrgu või selle osa toimimist. SAIDI vähenemine viitab otseselt töökindluse tõusule.

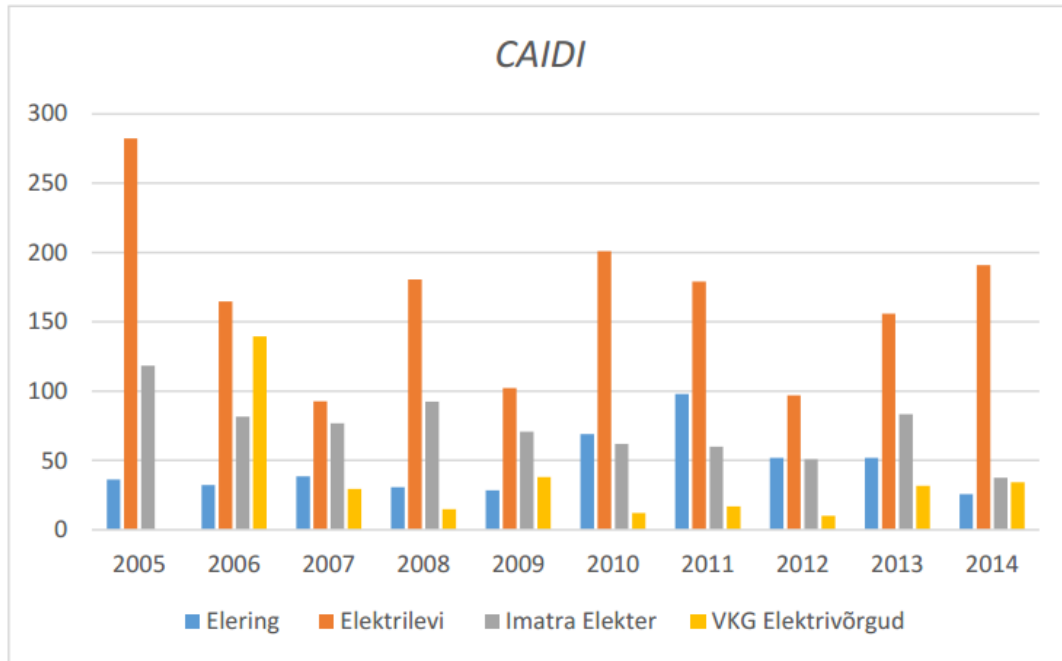


Joonis 1.4 Imatra ja Elektrilevi SAIDI rik võrdlus [9], [11], [13]

Joonisel 1.4 kuvatud andmetest võib järeldada, et jaotusvõrgu riketest tingitud katkestuste kestus on viimase kümne aastaga lühenenud mõlemas ettevõttes, ent Elektrilevi töökindlus on püsinud halvemal tasemel ja andmed on olnud kõikumavamad kui Imatras. Statistiliselt hinnatakse, et ligi 29% võrguriketest tuleneb võrgu vanusest ning 56% ilmast ja loodusest [14]. Mida suurem osa võrgust on kaablis, seda kõrgem on elektrivõrgu töökindlus. Halvad ilmad näitavad hästi, milline on võrgu tegelik varustuskindlus. Võib järeldada, et nii Imatra kui ka Elektrilevi elektrivõrgud on rasketele ilmastikuoludele tundlikud ning rikete likvideerimiseks kulub liialt palju ajalist ressursi, mis omakorda tähendab ka suurt finantskoormust.

- Ettevõtete varustuskindluse taset võrreldakse veel CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) alusel. Tegemist on riketest põhjustatud katkestuse keskmise ajaga mõõdetuna minutit/aastas. Näitaja iseloomustab keskmist aega tarbija

elektritoite taastamiseks. Eesmärgiks on küll CAIDI vähenemine, kuid see pole otseselt seotud töökindluse tõusuga.



Joonis 1.5 CAIDI 2005-2014 võrguettevõtete tulemusnäitajad [13]

Jooniselt 1.5 avaldub, et alates 2005.aastast on rikest põhjustatud katkestuste kestus lühenenud kõikidel võrguettevõtetel, ent esineb suuri kõikumisi nii ettevõtete kui aastate lõikes. Tormivähemel aastatel 2007, 2009 ja 2012 olid kõikide ettevõtete tulemusnäitajad paremad, ent ka nendel aastatel avaldub Elektrilevi võrgu teistest halvem tulemus.

1.4 Elektrivõrgu arengu tegurid

Elektrivõrgu arengu küsimused on tehnilise ja majandusliku iseloomuga. Lisaks tuleb arvestada keskkonnanohiu põhimõtete ning seadusest tulenevate kitsendustega. Igasugune areng saab alata vaid hetkest, mil lähteolukord on määratletud. Eesti jaotusvõrkude arendamisel tuleb arvestada liinide ja seadmete kõrge vanusega, madala pingekvaliteediga, tarbijate ebapiisava varustuskindlusega, nimipingete rohkusega [15]. Järgmise loogilise sammuna tuleb püstitada planeerimisülesanne ning koostada lahendus. Jaotusvõrgu ettevõtted peavad planeerimisel lähtuma võrgu seisukorrast ning tegema otsused:

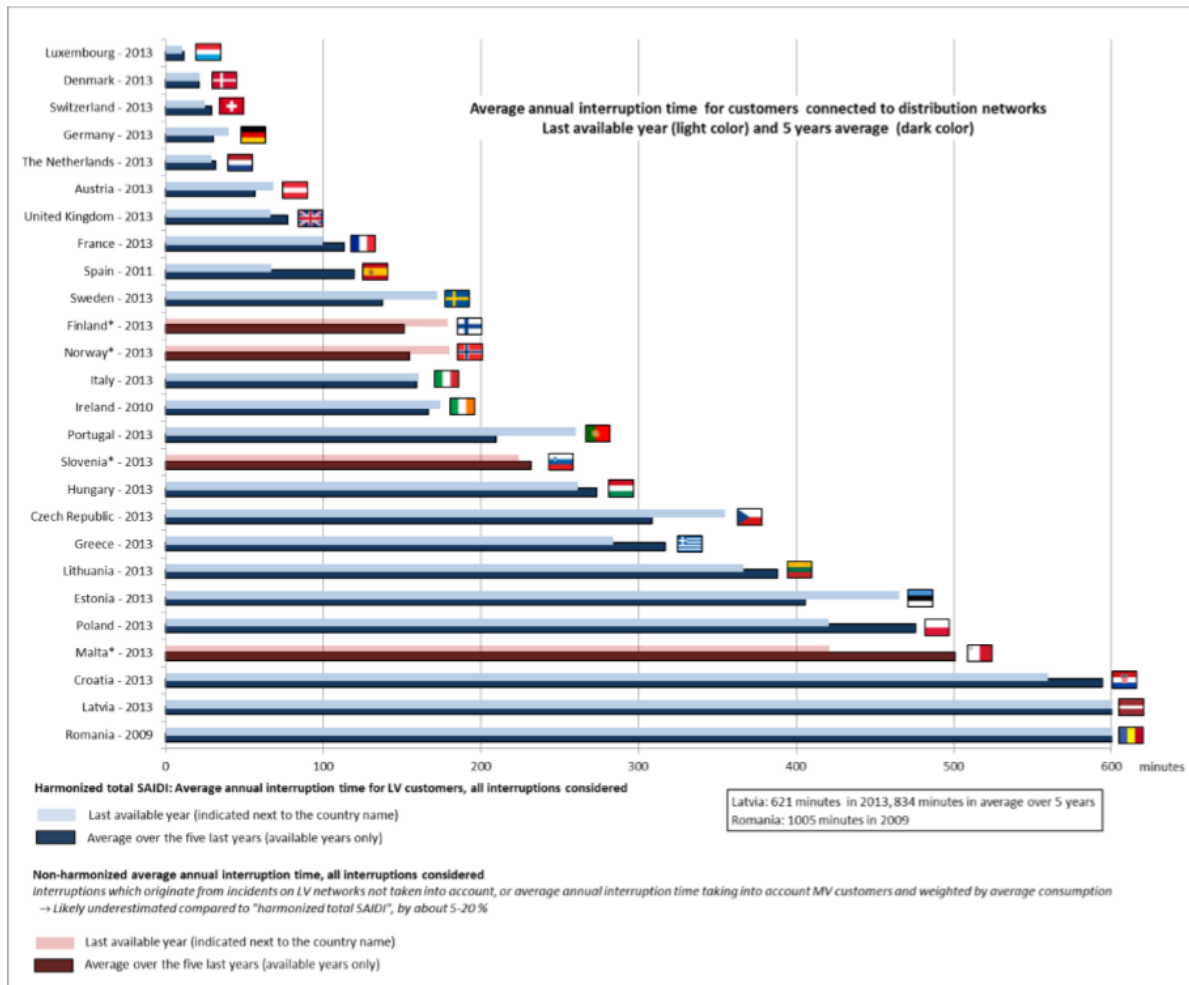
- kas ja millal võrku laiendada või rekonstrueerida
- valima milliseid uusi objekte rajada või rekonstrueerida
- milline on nende objektide optimaalseim paigutus

- valima põhiparameetrid
- eelarvestama maksumuse

Lahendused koostatakse matemaatiliste mudelite või võrdlusmudelitega, kus omal kohal on eksperthinnangud, grupitööd, varasem kogemus ning teiste maade kogemused. Kasutust leiab ka kombineeritud mudelite metoodika [16]. Lahenduse baasil koostatakse investeeringute kava. Elektrivõrgu objektid ja nende elemendid on pika kasutusajaga, mistõttu on väga oluline lähtuda võrgu arendamisel õigeaegsest hoolduse ja investeeringute planeerimisest. Kulude optimeerimise eesmärgil tuleb ettevõttel defineerida võrgu objektide ja elementide kasulik eluiga, mille möödudes tema tehniline seisukord halveneb ning käidukulude suurenemise tõttu on otstarbekam võrgu osa rekonstrueerida. Elektrivõrgu arengu kavandamisel tuleb arvestada veel koormuste muutumise ja ümberpaiknemisega, uute väiketootjate liitumisega otse jaotusvõrku.

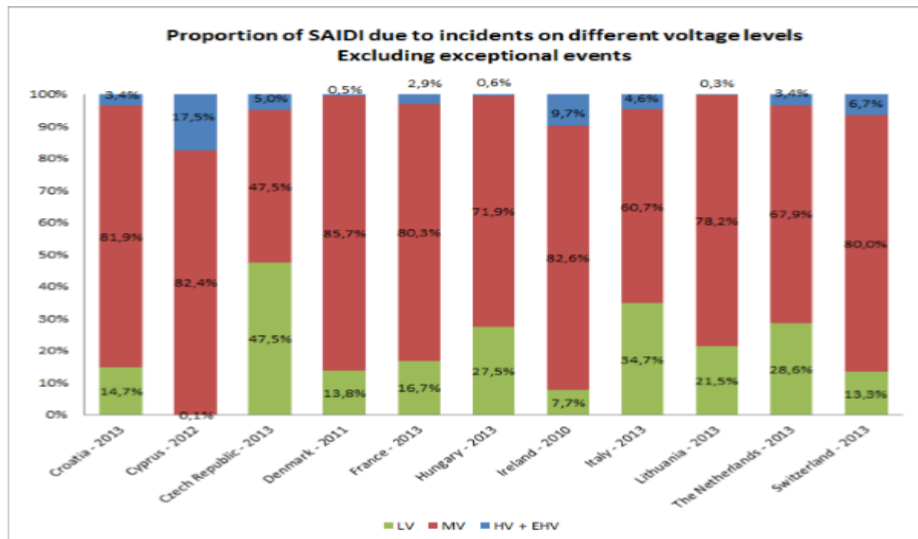
1.5 Eesti jaotusvõrgu võrdlus Euroopa riikidega

Eesti jaotusvõrgu ettevõtete varustuskindluse koondtulemuse tegelikule tasemele aitab hinnangut anda võrdlus teiste Euroopa riikide näitajate ning kogemustega. CEER (*Council of European Energy Regulators*) on 2011.a avaldatud 5.ndale võrdlusele andnud 2015.a välja täienduse versiooni numbriga 5.2. Dokumendist avaldub, et võrreldes teiste Euroopa riikidega on Eesti jaotusvõrgu varustuskindluse madal (vt Joonis 1.6) . Arenenud riikide SAIDI on 100 min ja Euroopa riikide keskmine näitaja on 150 min [17]. Kuvatud 2013.a oli Eestis tormide mõju riketele suur, ent pikemaja ajaperioodi SAIDI vaatlus (vt Joonis 1.4) kinnitas, et kuigi jaotusvõrgu töökindlus on paraneva trendiga, on tulemusnäitajad siiski kehvad. Näiteks on Põhja-Ameerika SAIFI keskmiselt 1,1 tk, SAIDI 96 min ja CAIDI 90 min [18]. CEER 2013.a võrdlus teiste riikidega on indikatsioon, et Eesti jaotusvõrgu ettevõtetel eesotsas Elektrileviga tuleb kasutusele võtta tõhusamaid meetmeid rikete arvu vähendamiseks ning kiiremaks likvideerimiseks.



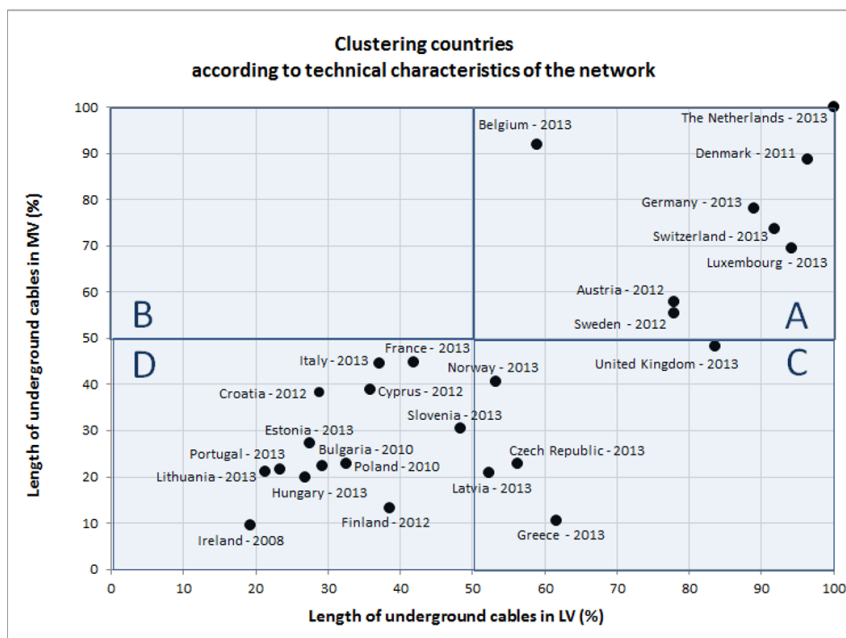
Joonis 1.6 Jaotusvõrgu SAIDI riikide lõikes [17]

Võrdlusmaterjalidest tuleb esile, et teiste riikide kogemusel on pea 80% rikest keskpinge võrgus. Rikete määratlemise kriteeriumid on riigiti mõneti erinevad, ent pingestmete kaupa jäävad proportsioonid samaks (vt Joonis 1.7). Ka Elektrilevi rikest suurem osa leiab aset keskpingevõrgus [2].



Joonis 1.7 SAIDI proportsioonid pingestmete lõikes [17]

Elektrivõrgu varustuskindlus sõltub suuresti võrgu ilmastiku kindlusest ehk sellest, kui suur osakaal on kaabelvõrgul. Eesti jaotusvõrgu kaabelvõrgu osakaal on teiste Euroopa riikidega võrreldes keskmisel tasemel (vt joonis 1.8). Töökindluse tõstmiseks tuleks lähtuda kastis A asuvate riikide Holland, Taani, Saksamaa jt kogemusest ning suurendada kaabelliini osakaalu võrgus.



Joonis 1.8 Jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmise lahendused [17]

2. Varustuskindluse eesmärgid

2.1 Varustuskindluse eesmärkide määramine

Viimaste aastatega on Eesti jaotusvõrgu ettevõtete varustuskindluse näitajad oluliselt paranenud, ent võrreldes teiste Euroopa riikidega on soovitud tasemeni jõudmiseks vaja rikete sagedust ning kestus veelgi vähendada. Arenenud maades on SAIDI tüüpiline väärtus 100 minutit ning SAIFI jääb piiridesse 0,5-5 [2]. Igasugune arengutegevuse plaanimine peab algama eesmärkide seadmisega ja nende määratlemiseks on mitmeid mooduseid. USA ja ka Euroopa riikide võrguettevõtete regulaatorite seas on levinud SAIFI ja SAIDI normväärtuste kehtestamine erinevatele toitepiirkondadele. Normväärtuste vahemiku moodustavad miinimum- ja sihtnivoo. Seejuures on võrguettevõtte eesmärk jõuda sihtnivooni. Igal aastal määratletakse möödunud perioodi tegelike väärtuste baasil uued eesmärgid. USAs lähtutakse miinimumnivool viimase viie aasta kolme aasta halvima aasta keskmisest ning sihtnivool viimase viie aasta kolme parima aasta keskmisest [18]. Selle printsipi järgi võiksid Elektrilevi 2011-2015.a tulemuste baasil arvutuslikud varustuskindluse 2016.a eesmärgid olla järgmised (vt tabel 2.1):

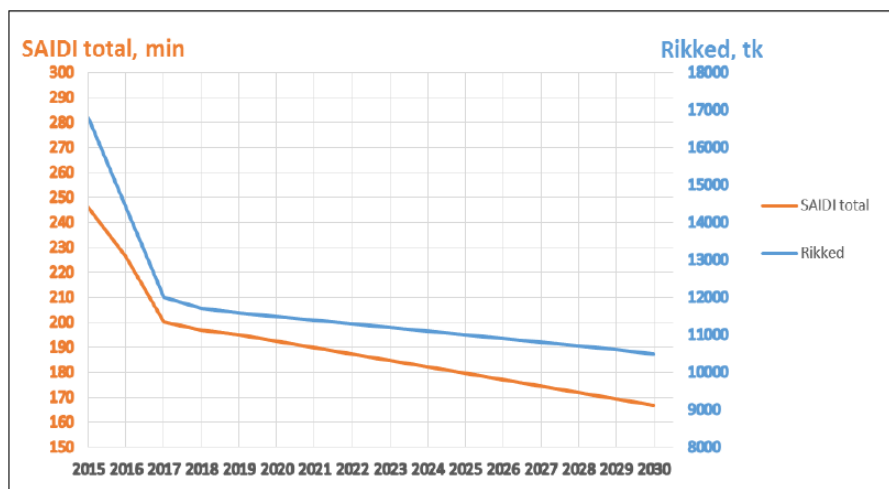
Tabel 2.1 Elektrilevi varustuskindluse normväärtuste arvutuslikud eesmärgid

Väärtus	SAIDI _{kogu} (min)	SAIDI _{rik} (min)	Rikkeid (tk)
Miinimumnivoo	425	327	24436
Sihtnivoo	246	168	20241
2015.a tegelik	261	186	19583

Võrreldes 5a tegelike tulemuste 3a valimiku keskmiste väärtustega on Elektrilevi jõudnud 2015.a baasil miinimum- ja sihtnivoo vahemikku, millest võib järeldada, et sellisel moel seatud eesmärgid oleksid realistlikud. Kontrollarvutuste baasil oleks ka 2014.a tulemused jäänud normväärtuste vahemikku. Samas teeb selline meetodika pikaajaliste normväärtuste piiritlemise keerukaks ning lähtuda tuleks eelkõige plaanitavate investeeringute ja käidukorralduse tegevuste oodatavast tulemuslikkusest.

Elektrilevi on avaldanud ettevõtte pikaajalised SAIDI ja rikete arvu eesmärgid (vt Joonis 2.1). Olgu siinkohal välja toodud, et SAIFI indeksile Elektrilevi eraldi eesmarke seadnud ei ole. Ettevõtte on esitanud mahuka investeerimisprogrammide kava, millede abil plaanitakse seatud

eesmärkideni jõuda. Juba 2017.a plaanitakse rikete arvu vähendada 12 000ni, mis tähendaks 2015.a võrreldes 39%-list vähendamist [12]. Rikete kestuse eesmärk on seatud 200 min, mis omakorda tähendaks vastavalt 23%-list vähendamist. Plaaniliste katkestuste vähendamise SAIDI eesmärk on 50 ning mitteplaaniliste kestus 150 minutit. 2017.aastast edasine võrgu kvaliteedi näitajate paranemine on tagasihoidlikum. 2030.a eesmärk on vähendada SAIDI_{kogu} 168 minutit ja rikete arv 9000 alla. Elektrilevi on eesmärkide seadmisel lähtunud TTÜ 2013.a uuringus tehtud ettepaneku miimumnivoo väärtustest, mis on USAs kasutatavast meetodist ambitsioonikam. Samas peavad lähieesmärgid jääma realistlikuks.



Joonis 2.1 Elektrilevi nägemus varustuskindluse näitajate trendidest [12]

Vastavalt Elektrilevi varuhalduse eesmärkidele plaanib ettevõtte 2030.aastaks [19]:

- vähendada alakasutuses oleva võrgu mahtu
- uue ilmastikukindlama võrgu planeerimine ja ehitamine standardiseeritud funktsionaalsete osadena lähtudes kliendihäiringute ulatuse ja mõju piiramise, ümbritseva keskkonna ja töökindluse kriteeriumidest
- 110 kV võrgu arendamine vastavalt ELV vajadustele
- Automaatika lahenduste kasutamise suurendamine õhuliinidega võrgus enne üleminekut ilmastikukindlamale kaablivõrgule

2.2 Varustuskindluse piirkonnad

Elektrienergia tarbimine ja asustustihedus erinevad piirkonniti võrdlemisi palju. Selleks, et kavandada optimaalne võrgu areng, on TTÜ Elektrilevi teenindusala jaganud klienditiheduse (kliendi/km²) ja tarbimistiheduse (GWh/km²) alusel varustuskindluse piirkondadeks (vt Tabel 2.2)

Tabel 2.2 Eesti jaotusvõrkude varustuskindluse piirkondade vahemikud [2]

Näitaja	Ülitihe	Tihe	Hajatihe	Haja
Hoonestustihedus m ² /m ²	üle 2	0,2...2	0,05...0,2	alla 0,05
KP võrgu koormustihedus MW/km ²	üle 10	1...10	0,2...1	alla 0,2
Tarbimistihedus GWh/km ²	üle 40	1...40	0,1...1,3	alla 0,1
Klientide tihedus kl/km ²	üle 10000	1500...10000	10...1500	alla 10
Klienti*GWh/km ⁴	üle 400000	2000...400000	1...2000	alla 1
Asustustihedus el/km ²	üle 10000	3000...10000	300...3000	Alla 300

Elektrilevi teeninduspiirkonnast moodustab koguni 70,4% haja- ning 11,9% hajatihepiirkonnad. Kliendid ning tarbimine on aga kontsentreerunud ülitihe- ja tihepiirkondadesse. Vastavalt rahvusvahelisele praktikale ja Elektrilevi statistikale võimaldab võrgu jagamine varustuskindluspiirkondade alusel koostada tüüparendukavad eriosadele ning määrata vastavad normväärtused (vt Tabel 2.3). Varustuskindluse nivoo on kõrgem suurema asustustiheduse ja kaabelvõrkude osakaaluga toitepiirkondades. Kogu jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmiseks tuleks keskenduda eelkõige probleemsetele käidupiirkondadele.

Tabel 2.3 SAIFI ja SAIDI normväärtused varustuskindluse piirkondadele [2]

Varustuskindluse piirkond	SAIFI Sihtväärtus (1/a)	SAIFI Miinimumnivoo (1/a)	SAIDI Sihtväärtus (min)	SAIDI Miinimumnivoo (min)
Ülitihe	0,25	0,8	20	30
Tihe	0,8	1,5	50	70
Hajatihe	1,5	2,5	150	300
Haja	2,5	5,0	300	500
Kogu võrk	1,6	2,0	150	200

2.3 Varustuskindluse väärtus

Saamaks aru elektrivarustuskindluse väärtusest, on kasulik võrrelda seda majanduslikus raamistikus. Varustuskindluse olemuse sisuks klientide jaoks on katkestustega saamata jäänud energia ning sellega kaasnev ühiskondlik kahjum [2]. Katkestuskahjude mudel sisaldab kahte karakteristikut:

- Andmata energiaühiku maksumus CENS (*Cost of Energy Not Supplied*)

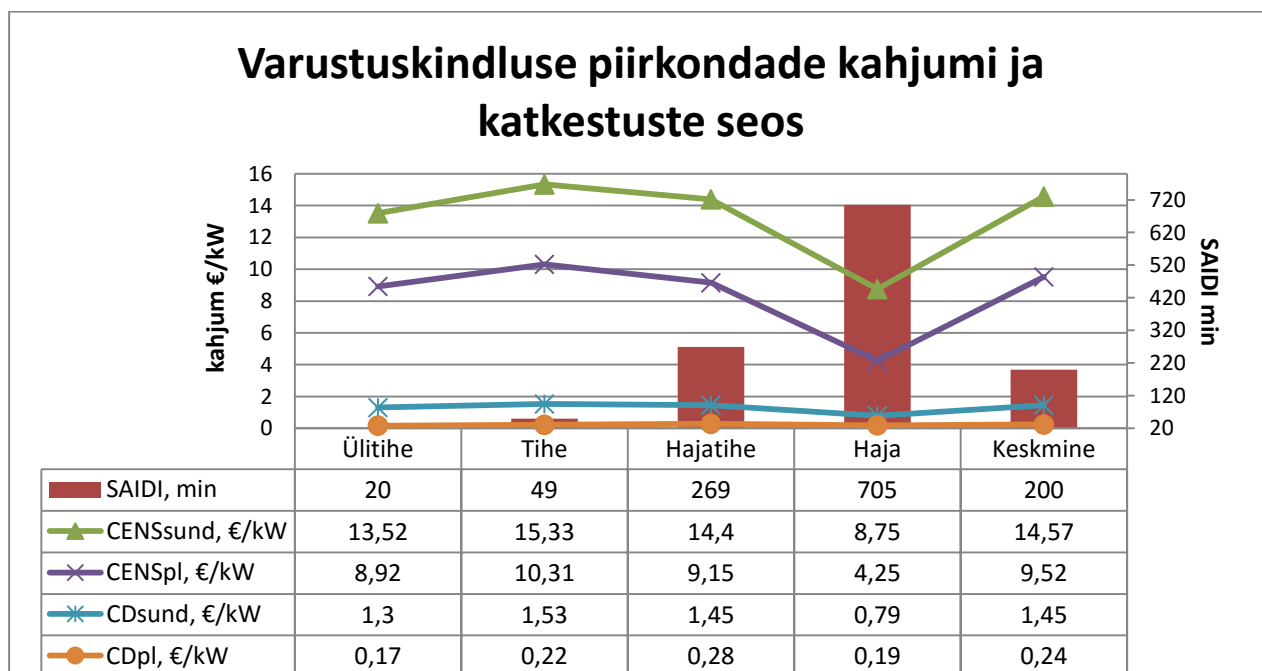
- Katkestatud võimsusühiku maksumus CD (*Cost of Interrupted Demand*)

Suurimat kahjumit andmata jäänud energia pärast kannab äri ja avalik teenindus (vt tabel 2.4), ent katkestatud võimsuse kahjum on seevastu suurim tööstussektoris.

Tabel 2.4 Katkestuskarakteristikud [2]

Katkestuskarakteristik	Tööstus	Põllu- majandus	Äri ja avalik- teenindus	Kodu- tarbimine	Riigi keskmine
Andmata energiaühiku hind CENS (€/kW)	15,8	12,3	20,4	5,8	16,0
Katkestatud võimsusühiku hind CD (€/kW)	2,3	0,5	2,0	0,5	1,8

Seadmaks arendustegevuse eesmärgi ja prioriteete on otstarbekas lähtuda ühiskondlikust kahjumist erinevate varustuskindluse piirkondade lõikes. Kliendi jaoks on nii plaanilised kui mitteplaanilised katkestused kahjumid, mis võivad ulatuda kümnetesse miljonitesse eurodesse aastas. 2012.a oli Elektrilevi katkestuskahju hinnanguliselt 27,7M€ [2]. Seetõttu on jaotusvõrkude varustuskindluse tõstmiseks vajalik vähendada nii plaanilisi kui mitteplaanilisi katkestusi. Kõrvutades ELV 2012/2013a varustuskindluse näitajad piirkondade rahalise kahjumiga, tekib võrguettevõtte jaoks objektiivne alus investeringute planeerimiseks (vt Joonis 2.2). Kuigi katkestuste kestvus on suurim haja piirkonnas, on sealne rahaline kahjum kõige väiksem. Suurimat kahjumit kannavad andmata jäänud energia ning võimsusühiku tõttu tihe- ja hajatihe varustuskindluse piirkonna tarbijad, mistõttu on sealsetele klientidele katkematu toite tagamine ettevõtte jaoks prioriteetsema tähtsusega.



Joonis 2.2 Katkestuskahju karakteristikud eri varustuskindluse piirkondadele [2]

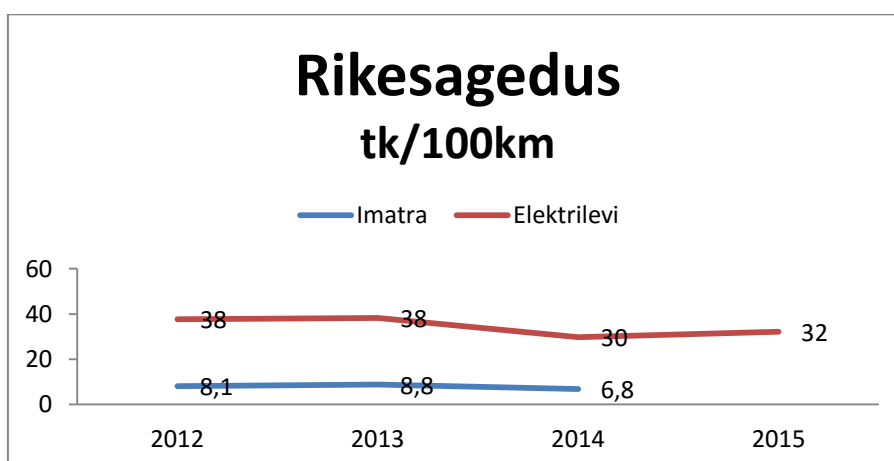
3. Rikete vähendamise teoreetilised alused

3.1 Jaotusvõrgu rikkesagedus

Tarbijate varustuskindlus sõltub eelkõige elektrivõrgu elementide rikkelisusest ning seega on varustuskindluse tõstmisel esmane eesmärk vähendada võrgu osade rikkelisust. Nii nagu teistes riikides, leiavad ka Eesti jaotusvõrgus suurem osa riketest aset keskpingevõrkudes. Rikkesagedust mõõdetakse reeglina riket liinide 100 km kohta aastast [20]. Elektrilevis on õhuliinide rikkesagedus kordades suurem kaabelliinide omast nii kesk- kui ka madalpinge võrkudes [2]. Jaotusvõrgus kasutatakse paljasjuhtmetega või kaetud juhtmetega õhuliine ning maa- ja õhukaabelliine. Liinide rikkelisus on tingitud mitmetest teguritest nagu: tormid, lumi, tuul, linnud, loomad, liinidele langevad puud, inimtegevus, mastide ja liinide vanus jt. Jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmise esmane meede on elektriliinide rikkelisuse vähendamine.

TTÜ hinnangul on paljasjuhtmetega liinide eririkkesagedus 117 riket 100 km kohta madalpingevõrgus ning isoleerjuhtmega õhuliinil vaid 1 rike 100 km kohta [2]. Keskpingevõrgus on isoleerjuhtmega õhuliini eririkkesagedus 29 riket 100 km kohta ja paljasjuhtmetega liinil 2,4 riket 100 km kohta. Liinide valikul tuleb antud näitajaid arvestada. Elektrilevis oli 2012.a seisuga 19 876 km keskpinge ja 25486 km madalpinge õhuliine. Tarbija seisukohalt on oluliseks näitajaks rikke kestus. Liini tüüpide lõikes rikete kõrvaldamise ajas suuri erinevusi ei ole ning keskmine ajakulu on 5h nii madal- kui ka keskpingevõrgus.

Kaabelliinide kasutamine vähendaks kordades võrgus esinevate rikete hulka, ent liinide vahetamine on eelkõige rahalise ressursi küsimus. Aastale 1980-1995 olid investeeringud jaotusvõrku väga tagasihoidlikud ning seetõttu on praegused arendustegevused sedavõrd kulukamad. Võrreldes Elektrilevi OÜ rikkesagedust 100km kohta on Imatra Elekter AS vastav näitaja kordades väiksem (vt Joonis 3.1). Elektrilevi 2012.a andmete baasil oli maakaabelliinide rikkesagedus keskpingevõrgus 4,7 ja madalpingevõrgus 4,9, mis tõid kogu võrgu kaalutud keskmise 37,7 rikke juurde. Seejuures on tähelepanuväärne, et õhuliinide rikkesagedus on madalpinge võrgus 65,6 ja keskpingevõrgu 27 riket 100 km kohta. Imatra jaotusvõrgu kohta detailsed andmed puuduvad, ent 2015.a seisuga on hinnanguliselt pool võrgust kaablis. Märkimisväärne on, et ettevõtte kogu võrgu keskmine on võrreldav Elektrilevi kaabelvõrgu osa tulemusega.



Joonis 3.1 Jaotusvõrgu ettevõtete rikkesagedus [9], [11], [21], [22]

3.2 Rikkeid ennetavad tegevused

Võrguettevõtte tegevustel on rikete sageduse ja kestuse vähendamisel kandev roll. Laias laastus saab tegevused jaotada rikkeid ennetavateks ning tagajärgi kõrvaldavateks. Ennetavad tegevused algavad planeerimise ja projekteerimise etapis. Esiteks peab ettevõtte võrgu uued osad projekteerima keskkonna- ja ohutusalaseid nõudeid silmas pidades. Piksekaitse ja maandusseadmed tuleb projekteerida ning valida selliselt, et hilisemaid hooldustöid saab teostada ohutult. Liine on lihtsam hooldada, kui trassid rajataks teede äärde. Selliselt on ligipääs kiirem ning seisukorra kontrolli on kergem teostada. Valida alajaamade sise- ja GIS-jaotlad tõhusamad ja neutraalimaandus võimalikult optimaalne, kasutada paljasjuhtmete asemel kaableid ja kaetud juhtmeid [23].

Õhuliinid on rasketele ilmastike oludele tundlikud ning suurim mõju jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmisel on võrgu ilmastiku kindlamaks muutmise läbi kaabelliinide, mida kinnitab ka eelpool vaadeldud teiste riikide kogemus. Võrreldes õhuliinidega on kaabelliinide koridorideks vaja vähem maad ning trassi hoolduskulud on madalamad. Lisaks on kõrgem ohutus, väiksemad võrgukaod, vähem lühikatkestusi ja madalamad toite taastamise kulud [2].

Rikke ulatus peab olema võimalikult väike. Selleks tuleb võrgu konfiguratsioon valida selliselt, et oleks tagatud mitmepoolne toide. Pikematele haruliinidele paigaldada võimsuslülitid alajaamades ja mastivõimsuslülitid liinidel, seksioneerivad lahkülitid ja taasülitid, korrastada võrgu skeemid, tagada resonantsmaandus ning tõsta lülituste kiirust.

Ennetava tegevusena on oluline roll trasside hooldusel. Hoolduse alla liigitub trasside õhuliinide, juhtme rippe, lülitite, katkestite, isolaatorite ja mastide visuaalne kontroll, mis aitab õigeaegselt vead kõrvaldada ja vältida võimalikku rikke tekkimist. Õhuliine saab kontrollida veel infrapunane ja aerovaatlusel, raadiohäirete jälgimisel. Kontrolli leidude põhjal saab teostada trasside puudest puhastamist, inimeste, lindude ja loomade tegevuste tagajärgede kahjude korrigeerimist, rikkeliste osade vahetust ja hooldust. Kaablijuhtides, – tunnelites ning alajaamades ohustavad seadmeid närilised, kellede peletamiseks toimivad ultraheli seadmeid ning sissepääsu avade tihendamine.

Oluline on hooldada seadmeid õigeaegselt, vähendades seeläbi rikke tekkimise ohtu ning vältides hilisema asendamisega seonduvaid soovimatuid kulusid. Seadmete hooldamist saab planeerida tootja määratud intervallide alusel või teostada käidus ilmnenud vajaduste põhisel.

Hinnanguliselt on elektrivõrgu seadmete eluiga 40 aastat, ent see sõltub ülekoormustest, liigpingetest, inimtegevusest, loomades, ilmadest, seadmete tootmiskvaliteedist, mehaanilisest kulumisest, materjalide keemilisest lagunemisest jt. [2]. Rikete vähenemise ning hilise investeeringu suuruse seisukohast on vajalik seadmete asendamine enne nende kasuliku eluea lõppu. Samas tuleb vältida liiga kiiret vahetust ning hinnata vajadust ja seadmete tegelikku seisukorda. Hooldustöid tuleb teostada selliselt, et võrgu varustuskindlus väheneks minimaalselt. Võrguettevõtted kasutavad selleks erinevaid strateegiaid: parandav, seisundipõhine, ajapõhine ning töökindluskeskne hooldus.

Seadmed ja süsteemid toimivad suuresti tarkvaraliste lahenduste ning protsesside kaudu. Siiski ei ole võimalik inimteguri mõju kaotada. Personali pidevasse koolitamisesse ning arendamisesse panustamine omab ettevõtte varustuskindluse tulemuses olulist rolli. Tööprotsesside ja seadmete käidu juhendid peavad olema töötajatele selgesti arusaadavad ning kergesti kättesaadavad.

3.3 Rikete järgsed tegevused

Rikete tagajärgedega tegelemine on ettevõtte ja tarbija jaoks kulukam lahendus. Jaotusvõrgu ettevõtte saab rikke ulatust vähendada releekaitse ning automaatika rakendamisega. Paigaldades elektrivõrku kaugjuhitavad liinilülitid on võimalik seisakut lühendada mõne minutini. Varustuskindlust parandab taaslülitusautomaatikaga varustatud võimsuslülitid ning õhuliinide puhul kahekordse taaslülituse rakendamine [23]. Kaabelliinidele taaslülitusseadmeid ei paigaldata, kuna neis ei ole rikked mööduva iseloomuga. Seevastu õhuliinides on hinnanguliselt 70-80% riketest mööduva iseloomuga. Paigaldades

taaslülitusseadmed tüviliinile või haruliinidele saab toite osaliselt taastada enne rikke kõrvaldamist ning seeläbi väheneb toite poole jäävate klientide katkestuste kestus. Odavam moodus on paigaldada sektsioneerivad lülitid piki tüviliini või rikkelisemate haruliini lõikude ette. Hinnanguliselt vähendavad kaugjuhitavad võimsuslülitid koos SCADA-ga SAID-t linnades 3-7 minutit ja maapiirkondades 15-35min [2].

Rikke toimumise korral on esmane tegevus selle asukoha määramine ja kiire kohalesõit. Lokaliseerimiseks analüüsivad võrguettevõtted lülitusseadmete töötamist ja lisaks on sisse seatud rikete teatamise telefoniliin klientidele. Tegemist on suhteliselt ebatäpse meetodiga. Kiireks likvideerimiseks ja käidu taastamiseks peab rikkeline objekt olema kergesti ligipääsetav. Kui trassid asuvad teedest kaugel ning nende puhastamisega ei ole antud kohas tegeletud, on rikke kestvus sedavõrd pikem. Rikke kaugus toitekohast on võimalik leida lühisvoolu ja pinge väärtuste järgi, ent rikkeline fiider jääb radiaalvõrgu puhul teadmatuks. Efektivsem lahendus on paigaldada lühis- ja maahendusvoolude rikkeindikaatorid, millede signaal on SCADA-ga seotud.

Teatud osa kliente nagu haiglad, tootmisettevõtted jt vajavad keskmisest kõrgemat varustuskindlust. Nendele tarbijatele paigaldatakse reservagregaadid ning kulud kannab seejuures klient ise.

4. Elektrilevi OÜ investeeringute plaan

4.1 Üldist

Elektrilevi OÜ peab arendustegevustes arvestama mitmete osapoolte huvidega. Ühest küljest on omanike ootus maksimaalne kasumlikkus, klientidel kõrge varustuskindlus soodsamate võimalike tariifide juures ning teistest küljest mõjutavad investeeringute võimalusi õigus- ja normaktidega kehtestatud nõuded ning kohustused liitumiste, arendustegevuste, mõõteseadmete, ohutuse ja kvaliteedi tagamiseks.

Elektrilevi varahalduse põhimõtete koostamisel on arvestatud TTÜ seisukohtadega tehniliste lahenduste ning otstarbekuse osas. Rikete vähendamise meetmete teoreetiliste aluste baasil on Elektrilevi koostanud investeeringute kava. Kuna võrguteenus on monopoolne, siis kooskõlastatakse reguleeritavate varade ning aastane investeeringute suurus Konkurentisametiga, lähtudes liitumiste tulu, kulu ja rahavoogude prognoosist [12]. Elektrivõrgu investeeringute peamiste prioriteetidena on Elektrilevi OÜ toonud välja järgmised:

- Õigusaktide nõuete täitmine
- Võrgukadude vähendamine
- Järjepidevuse tagamine
- Turuosaliste tellimuste täitmine
- Rikete vähendamine
- SAIDI
- CAIDI
- SAIFI
- Ilmastikukindla võrgu väljaehitamine aastaks 2025, mis ettevõtte nägemuse kohaselt on teostatav viies 75% liinidest maa- või õhukaablisse
- Erinevad nõuded erivarustuskindluse piirkondadele

Investeeringud on jagatud programmidesse ning prioritseeritud vastavalt eesmärkidele järgmiselt:

1. Kohustuste täitmine
2. Klientide tellimuste täitmine

3. Järjepidevuse tagamine
4. Vara koosluse muutmine
5. Ettevõtte tegevusnäitajate saavutamine
6. Varustuskindluse piirkondade erisuse arvestamine

Eesmärkidest esimesed kolm on võrguettevõttele kohustuslikud. Investeeringuobjektide valiku aluseks on kompleksne tehnilis-majanduslik analüüs, mille sisenditeks on:

1. võrgu ülevaatusel kogutud seisukorra andmed
2. võrgu sündmuste andmed nagu rikete ja väljalülituste arv koos põhjuste informatsiooniga, katkestusajad, väljalülitunud klientide arv ning sündmuste prognoos
3. võrgu tehniline ja kliendiinfo nagu võrgu komponentide tüüp ja vanus, klientide segment, tarbimine, kaod jt.
4. õigusaktide nõuded maaühendusvoolude kompenseerimise, kaitserakenduse tagamine, mõõtevahendite nõuetekohasuse, võrguteenuse kvaliteedi jt osas
5. katkestustest ühiskonnale tekitatud kahju arvestamine

Elektrilevi suuremahulistest investeeringuprogrammidest on elektrivõrgu arendamiseks plaanitud 2016 - 2017.a aastal 31,9- 33,6 M€/a ning 2018-2023.a 42- 44 M€/a kogumahuga 335,8 M€ (vt Tabel 4.1), moodustades ligi 45% kogu ettevõtte investeeringute eelarvest [12].

Tabel 4.1 Elektrilevi OÜ 0,4-20 kV võrgu investeeringud reaalhindades (tuh €) [12]

Programm	Ühik	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Hajatihe KP varustuskindluse parandamine	Tuhat eurot	8380	7517	14395	13688	14179	15153	17196	18976	20746
Haja varustuskindluse KP korrashoid	Tuhat eurot	1638	1389	2675	2612	2805	2984	3408	3621	3993
Tihe varustusk. piirkonna KP võrgu uuendamine	Tuhat eurot	1638	1389	2675	2612	2805	2984	3408	3621	3993
Investeeringud nõuetekohasuse tagamiseks	Tuhat eurot	7125	7870	9746	9059	9001	8690	7737	7937	6963

Investeeringud rikete vähendamiseks	Tuhat eurot	7125	7870	9746	9059	9001	8690	7737	7937	6963
Hoonete ja rajatiste rek	Tuhat eurot	209	204	199	220	214	209	204	198	193
Mitteplaanilised töökindluse investeeringud	Tuhat eurot	1092	1065	1038	1065	1029	1003	977	952	928
Võrgu automatiseerimine	Tuhat eurot	950	1389	1354	1759	1836	2005	2117	2222	2321
Pingeklassi muutine KP võrgus	Tuhat eurot	570	1852	358	616	772	919	1059	1191	1315
3x220V MP võrgu üleviimine 400V	Tuhat eurot	665	556	541	440	343	334	244	238	232
Kliendiprobleemide lahendamine projektidega	Tuhat eurot	2565	2500	2437	2639	2572	2507	1629	1587	1547
Kokku	Tuhat eurot	31956	33599	46248	42837	42549	42386	41643	42449	44088

2012.a ilmses Tehnilise Järevalve Ameti inspeksiooni (edaspidi TJA) tulemusena, et Elektrilevi hallatavas elektrivõrgus esines puudujääke madalpingefiidrite kaitsmete rakendamisel rikete korral [12]. Ettevõttele tehti vastav ettekirjutus tagada kaitsmete nõuetekohane rakendamine. Selleks on investeeringute eelarves planeeritud 7-9 M€/a, mida kasutatakse sisuliselt nõuetekohaste kaitselülite paigaldamiseks, ebapiisava ristlõikega juhtmete asendamiseks või alajaamade klientidele lähemale ehitamiseks. Nende tegevuste raames lahendatakse sageli ka mitte nõuetekohane toitepinge probleem.

Tulenevalt Vabariigi Valitsuse määruse nr 184 „Võrgueeskiri“ nõudest, mõõta alates 01.01.2017 tarbimist ja elektrienergia võrku andmist tunnipõhiselt, on 2017.aastani on pea 20% investeeringute mahust kauglugemis mõõtesüsteemide paigaldamisse suunatud. [24]. 625 490 uut arvestit võimaldavad jälgida tarbimist reaalajas ning annavad teavet katkestustest madalpinge võrgus läbi *Meter Data Collection* lugemissüsteemi. Suure kasutegurina võimaldavad arvestid teha väiketarbijate tarbimiskohtade sisse- ja väljalülitamist. Programmi lõppedes vabaneb ressursse probleemsete piirkondade varustuskindluse suurendamiseks 13-20 miljonit eurot aastas ning 0,4-20 kV võrgumüügi laiendamiseks, millele plaanitakse 2023.aastani 27-28 miljonit eurot aastas. 2018.aastast

suunatakse 10-11 miljonit investeringuteks alajaamade rekonstrueerimiseks. Investeringud rikete vähendamiseks plaanitakse 2023.aastaks vähendada 1,8 miljonini (vt Lisa 1).

TJA on teinud Elektrilevi ettekirjutise lisaks veel maaühendusvoolude mittevastavuse osas ning nende kompenseerimise programm plaanitakse 2016.aastal sisuliselt lõpetada. Edaspidi eraldatakse antud otstarbeks marginaalselt 0,3M€/a (vt Lisa 1). Elektrilevi eesmärk on 2018.aasta lõpuks saavutada maaühendusvoolude nõuetekohasus. Investeerimisobjektid on valitud mõõtmistulemuste alusel ning kompenseerimisseadmed paigaldatakse TJA ettekirjutuses määratud alajaamadesse [12]. Seoses Elektrilevi eesmärgiga suurendada võrgu ilmastikukindlust ja viia 75% õhuliinidest kaabelliinidesse, kaasneb uute maakaabelliinide ehitamisega maaühendusvoolude kompenseerimise vajadus. Siinkohal tagatakse koheselt nõuetekohasus ning paigaldatakse vajalikud kompenseerimise seadmed.

Investeerimisprogrammides on sisulisi kattuvusi ning maaühendusvoolude kompenseerimise seadmete ost ning paigaldus on eelarvestatud ka piirkonnaalajaamade rekonstrueerimise programmi osana. Piirkonnaalajaamade rekonstrueerimine teostatakse nende 40-neaastase eluea täitumisel, mis teeb keskpinge võrgus töö mahuks ligi 10 jaotusseadet aastas [12]. Alates 2018.a eraldatakse antud töödeks 10-11 M€/a (vt Lisa 1). Objektide tööjärjekorra valikul lähtutakse lisaks alajaama vanusele mitmetest teguritest nagu objekti läbiv elektrienergia kogus, tehniline seisukord, toitepiirkonna reserveeritus, alajaama toitel olevate klientide arv ja rikete statistika.

Investeringud pingekvaliteedi tagamiseks teostati vastavalt klientidelt laekunud tagasisidele ning 2014.a edasi selleks eraldi kulurida eelarves ettenähtud ei ole. Võrguühenduse nõuetekohane toitepinge tagatakse 2015.a alates teiste investeerimisprogrammide raames vastavalt vajadusele. Muude investeringute alla on koondatud investeerimisprogrammid, mis ei ole antud uurimustöö huviobjektideks.

4.2 Investeringute mõju varustuskindlusele

Konkurentisametile esitatud investeerimisprogrammide mõju analüüsist on käesoleva uurimustöö raames tehtud kokkuvõtte rikete vähendamist, SAIDI, CAIDI ja SAIFI-t mõjutavatest programmidest ning ülejäänud programmid on jäetud välja (vt Tabel 4.2). Elektrilevi on hinnanud rikete vähendamiseks efektiivseimaks lähenemisviisiks lahendada klientidelt laekunud kaebused projektide põhiselt ning teha konkreetsed investeringud vajalikesse seadmetesse, mida on käsitletud 3. peatükis. Suurim mõju rikestest tingitud katkestuste kestusele annab hajatihe varustuspiirkonna keskpinge võrgu arendamine, võrgu ja

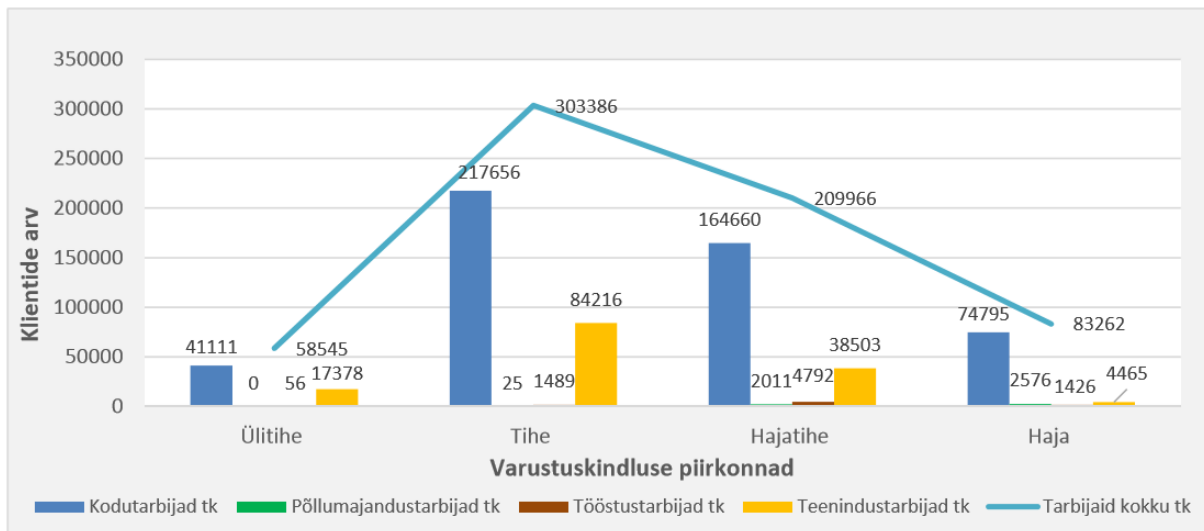
alajaamade automatiseerimine. Viimase mõju on märkimisväärne riketest tekkivate toitekatkestuste sageduse ja kestvuse vähendamisel.

Tabel 4.2 Koondtabel programmide eesmärkide mõjust varustuskindlusele [12]

Nr.	Programm	Rikete vähendamine	SAIDI	CAIDI	SAIFI
1.1	Infotehnoloogia	keskmine	keskmine	keskmine	keskmine
2.6	Kaugloetavate arvestite paigaldamine	puudub	väike	väike	puudub
3.4	Liitumine	väike	väike	puudub	väike
3.5	0,4-20kV võrgu ümberehitus seoses liitumistega	keskmine	keskmine	keskmine	keskmine
3.8	Uute piirkonna- ja jaotusalajaamade ning jõutrafoode programm	puudub	keskmine	väike	keskmine
4.1	Hajatihe varustuskindluse piirkonna KP võrgu parendamine	väike	suur	keskmine	suur
4.2	Investeeringud rikete vähendamiseks	suur	keskmine	väike	keskmine
4.3	Investeeringud nõuetekohasuse tagamiseks	keskmine	keskmine	puudub	keskmine
4.4	Investeeringud pingekvaliteedi tagamiseks	väike	väike	puudub	väike
4.6	Võrgu automatiseerimine	puudub	suur	suur	suur
4.7	Hoonete ja rajatiste rekonstrueerimine	keskmine	puudub	puudub	puudub
4.8	Pingeklassi muutmine KP võrgus	keskmine	väike	puudub	väike
4.9	3x220V MP võrgu üleviimine 440V	keskmine	väike	keskmine	väike
4.10	Kliendiprobleemide lahendamine projektiga	suur	väike	puudub	väike
4.14	Haja varustuskindluse piirkonna KP võrgu korrashoid	keskmine	suur	keskmine	keskmine
4.15	Tihe varustuskindluse piirkonna KP võrgu uuendamine	väike	keskmine	keskmine	väike
5.1	Piirkonna alajaamade rekonstrueerimine	puudub	väike	keskmine	väike
5.2	Jaotusalajaamade rekonstrueerimine	puudub	keskmine	keskmine	keskmine
5.4	35 ja 110kV liinid	väike	keskmine	väike	keskmine
5.7	Alajaamade automatiseerimine	puudub	suur	suur	suur

Territoriaalselt on 11,9% Elektrilevi hallatavast võrgust hajatihe varustuskindluse piirkonnas, ent tarbimise järgi koguni 37%. 2013.a andmete põhjal oli hajatihe piirkonna SAIDI 269 minutit ja SAIFI 3 tk [2]. Seega mastaabi mõju tõttu vajab antud piirkond senisest suuremaid investeeringuid. Kui 2016.aastal on Elektrilevi OÜ eraldanud 7,5M€, siis 2017.a on tulenevalt mõõtesüsteemide programmi lõppemisest võimalik selleks eraldada 14,4M€, mis 2023.a suureneb 20,7 miljonini (vt Lisa 1). Eesmärk on vähendada SAIDI väärtus 150 minutini 2017.a lõpuks. Tulemuseni plaanitakse jõuda eraldades hajapiirkonna kliendid kesktihedast varustuskindluse piirkonnast automaatikaga. Tehniline lahendus selleks on mastivõimsuslülitite paigaldamine ning kaugjuhitavate ja releekaitsega varustatud alajaamade ehitamine. Eesmärk on muuta võrgukonfiguratsioon selliselt, et haja ning hajatihe piirkonnad oleksid eraldatud. Selleks tuleb taandliinid demonteerida ning moodustada lisakaablitega tüviliinid. Ilmastiku- ehk rikkekindluse suurendamiseks plaanitakse keskpinge õhuliinid asendada maakaabliga nendel lõikudel, kus rikkelisus on väga suur ning kindlasti alates piirkonna alajaamast [12]. Haja ning hajatihe varustuskindluse piirkondade teineteisest eraldamine parandab ootuste kohaselt võrgu varustuskindluse kvaliteeti, vähendab riketest tingitud katkestusi ning sellega kaasnevat kahjusid.

Haja varustuskindluse piirkond moodustab territoriaalselt 70,4% Elektrilevi hallatavast jaotusvõrgust, ent tarbimine on antud piirkonnas väga madal, moodustades vaid 5% ning klientide arv on 13% (vt Joonis 4.1). Varustuskindluse näitajad SAIDI ja SAIFI on võrreldes teiste piirkondadega oluliselt kehvemad olles 2013.a seisuga vastavalt 705 minutit ja 5,66 tk. Majanduslikult ei ole otstarbekas suunata ülemäära palju ressursse piirkonda, kus mõju kogu võrgu varustuskindluse näitajatele jääks marginaalseks. Kuna teatavasti toimub suur osa madalpinge võrgu riketest rikete tõttu keskpingevõrgus, siis plaanib Elektrilevi haja piirkonna keskpinge võrgus parandada SAIDI väärtust eelkõige võrgu korrashoiu kaudu. Alates 2014.aastast on selleks eelarves ettenähtud oma kulurida ning 2016.aastal plaanitud 1,39M€ kogumaht kasvab aastaks 2023 25,2 miljoni euroni.



Joonis 4.1 Klientide jagunemine varustuskindluse piirkondade vahel [2]

Rikete vähendamiseks plaanitakse investeerida kuni 2017.aastani 10,8 M€ /a ning edaspidi väheneb summa aastaks 2023 1,9M€ /a. Rikete vähendamise programmi numbriline eesmärk on vähendada rikete arv 12 000-ni juba 2017.aastaks. Tulemus plaanitakse saavutada läbi madalpinge võrgus olevate isoleeritud õhuliinide osakaalu suurendamise asendades paljasjuhtmed rippkeerdkaabli, kaabli või uue alajaama paigaldamise, juhul kui kaugeima kliendi kaugus jääb alajaamast üle 1,4km [12]. Antud lähenemisviisi nimetatakse lineaarseks meetodiks ning sisuliselt lähtutakse olemasoleva liinitrassi kasutamisest. Lisaks lähtutakse investeringute eraldamisel käidukorraldajatelt laekunud ettepanekutest.

Ülejäänud investeerimisprogrammid mõjutavad varustuskindluse näitajaid mõõdukamalt. Märkimist väärib 0,4-20 kV võrgu ümberehitus seoses liitumistega. Antud investeerimisvajadus tuleneb väike-elektriseadmete jaotusvõrku lülitamisest, millega võib kaasneva energiavoogude kahesuunalisus ja mitmepoolse toite olemasoluga kaasnev nõutava pingetaseme hoidmise probleem tarbija juures. Seetõttu kaasnevad hajatootjate võrku lülitumisega kõrgendatud nõuded võrgu automaatikaseadmetele ja kaitseseadmete sätetele. Hajutatud elektritootmise mõju elektrienergia kvaliteedile on suurem nõrkades võrkudes nagu näiteks ebaühtlaselt koormatud liinid maapiirkondades [25].

Ülitihe ja tihe varustuskindluse piirkondade näitajad on võrgu keskmistest kümneid kordi paremad ning Elektrilevi saab oma ressursid suunata probleemsematesse piirkondadesse. 2015-2023 plaanitakse nii haja kui tihevarustuskindluse piirkondadesse investeerida kokku 25,2M€.

5. Jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmise lahendused

Konkurentsiameti poolt tellitud Elektrilevi investeeringute analüüsist kajab läbi seisukoht, et jaotusvõrgu töö efektiivsuse hindamise määravaim komponent on tegevuste mõju teenuse hinnale. Viimase näol on tegemist sotsiaalselt väga tundliku teemaga, ent senisest rohkem tuleb tähelepanu pöörata keskkonnahoiule ja varustuskindlusele. Ainult nende kolme teema sümbiooses käsitluses on võimalik kujundada tarbijatele realistlikud ootused. Kaks suuremat jaotusvõrgu ettevõtete Elektrilevi ning Imatra on mõlemad väljendanud seisukohti, et riiklik regulatsioon peaks olema senisest laiaulatuslikum [25]. Seadusega on reguleeritud vaid see, kui pika aja jooksul on võrguettevõttel kohustus rike kõrvaldada. Elektrilevi tellitud kliendiuuringute andmetel on tarbijate ootused varustuskindlusele suuremad, kui on õigusaktidega sätestatud tase, ent võrguteenuse hinda peetakse kõrgeks [25]. Sellest tulenevalt on võrguettevõtetel surve määrata sisemised varustuskindluse kvaliteedi eesmärgid SAIDI, CAIDI ja SAIFI, mida õigusaktid senini ei käsitle [26]. Varustuskindluse tulemuslikkus on ühe komponendina seotud investeeringuteks kasutatavas ressursi suurusest. Investeeringute eelarve omakorda sõltub võrgutasude laekumisest.

5.1 Riiklik tasand

Võrgutasusid määratakse Euroopa riikides erinevalt ning reeglina sõltub võrgutariifide struktuur mitmest osapooldest. Üldjoontes lähtutakse kahest reguleerimise meetodist [27]:

1. Riiklik regulatsiooni organ on võrgu tariifide, meetodika ja hindade osas ainuvastutav. Sellist lähenemisviisi praktiseeritakse Austrias, Tsehhis, Horvaatias, Prantsusmaal, Kreekas, Ungaris, Itaalias ja Irimaal.

2. Jaotusvõrgu ettevõtted ja riiklik regulatsiooni organ jagavad vastutust. Reguleeriv organ määrab reeglid, meetodika ja kinnitab tariifid või ettevõtte lubatava käibe määra. Regulatsioonimudelitena kasutatakse kulu-, kasumijaotumise- või efektiivsusmudelil põhinevat. Eestis lähtutakse kulupõhisest mudelist. Võrguettevõtte seab tariifide struktuuri ja tasemed ning jaotuse erinevate kasutajagruppide vahel. Reguleeriv organ hindab ja kinnitab tariifid. Sellist lähenemisviisi kasutatakse Eestis, Soomes, Hollandis, Küprosel, Saksamaal, Maltal, Poolas, Slovakkias, Rootsis ja Belgias. Tariifide kasutajagruppidesse liigitamisel lähtutakse pingeastmest ja/või lepingulisest võimsusest. Eestis, Taanis, Rumeenias ja Sloveenias lähtutakse ainult pingest. Pinge ja võimsuse järgi liigitatakse kliente Austrias, Saksamaal, Prantsusmaal, Kreekas, Ungaris, Hollandis, Poolas, Hispaanias ja Portugalis.

Sellistest riikides nagu Horvaatia, Küpros, Tsehhi, Itaalia, Leedu ja Slovakkia kategoriseerivad kliente pinge ning tarbija gruppide järgi nagu: majapidamised, väikesed tööstustarbijad, suured tööstustarbijad jt. Irimaal, Soomes, Maltal ja Tsehhis kasutatakse kolme parameetrit korraga: pinge aste, tarbija grupid ja lepinguline võimsus. Soomes ja Maltal võetakse veel arvesse aastast tarbimist ning Rootsis on jaotusvõrguettevõtete lõikes tariifid koguni erinevad. Mõnes riigis tasustatakse ka automaatarvestite kasutamist, pannes investeeringuga kaasnenud kulutused lõpptarbija kanda.

Eesti võrgutariifide struktuur ja määr ei võimalda nii kiiret varustuskindluse tõusu, kui tarbijad ootavad. Elektrilevi on arengut pärssiva tegurina välja toonud asjaolu, et ligi 8% ettevõtte poolt hallatavas tarbimiskohas tarbimine kas puudub üldse või on minimaalne. Hinnanguliselt on ligi 10% võrgu ressursist kasutamata [6]. Seadusandlus aga ei luba võrgulepingut üles öelda ning ettevõttel on ka sellistes piirkondades arenduskohustus. Riiklikul tasandil tuleks siinkohal leida nende tarbijate jaoks motivatsioon oma liitumislepingud tegeliku tarbimisvajadusega kooskõlla viia. Võrgutariifi struktuur võiks olla selleks üks meede. Euroopa Liidu riikide praktika näitel tuleks tänase muutuvkomponentidele lisaks tariifi struktuuri täiendada püsitasu rakendamisega vastavalt lepingulisele võimsusele.

5.1.1 Hajatootmise kaasnevad probleemid

Eestis on väikesemahuline ja hajutatud tootmine kasvava tendentsiga ning sellised tootmisvõimsused ühendatakse enamasti otse jaotusvõrku. Hajatootjate liitumisega kaasneb vajadus energiamajanduse regulatsiooni arendamiseks. Traditsiooniline võrguteenuste kasutajate jaotamine tootjateks ja tarbijateks ei ole enam asjakohane ning hajatootja näol on tegemist kahe rolliga korraga. Eestis on loomuliku monopoli alusel piirkonnad jagatud jaotusettevõtete vastutusaladesse, kus neil on seadusega määratud arenduskohustus. Siinkohal on väljakutseks energiaühisused, kes vaatamata võrgu ressursi olemasolule, rajavad paralleelse infrastruktuuri. Niisugused tegevused võiksid olla riiklikul tasemel reguleeritud, et vältida raiskamist.

Teiseks küsimuseks on võrgutasude jaotamine, mis on riikide lõikes erinevalt lahendatud. Näiteks Šveitsis on elektrivõrk jaotatud seitsmeks tsooniks ning võrgu kulud jaotatakse eritsoonide ettevõtete vahel ära [28]. Nii võib madalpinge võrgu ettevõtte saada võrgu kasutamise eest arveid keskpinge võrgu ettevõtetelt vastavalt piirkonnas tarbitud energiale, kohaliku omavalitsuse maksudele jt. [28]. Hajatootmise mõju elektrienergia kvaliteedile avaldub pinge tunnussuuruste lokaalsel muutumisel, mille konkreetne ulatus sõltub

tootmiseadmete võimsuse ja elektrivõrgu läbilaske suhtest. Sellega kaasnevad võimalikud häiringud võrgus on täna jaotusvõrgu ettevõtte vastutusalas. Ühiskondlikult oleks õiglasem kui põhjustaval tootmisüksusel oleks häiringute vastutus [25]. Hajatootmisüksuste liitumisel võib jaotusvõrgu ettevõttele kaasneda kohustus teha läbilaskevõime suurendamiseks lisainvesteeringuid. Väiketootja ostab võrku müüdüd elektrit 60 %-ga tagasi, ent investeerimisega ning võrgukasutusega kaasnevate kulude katmine tuleks senisest proportsionaalsemalt jaotada. DG Energy koostatud analüüsis soovitatakse samuti, et Euroopa Liidu liikmesriikides kaalutaks jagatud infrastruktuuriga seonduvate kulude jaotamist kõikide osapoolte vahel proportsionaalselt [27].

Alakasutuses oleva võrgu arenduskohustusega kaasneva kasumibaasi vähenemise küsimuses võiks kaaluda Tsehhi kasutatava mudeli rakendamist. Nimelt määrab riigi regulatiivne organ kokkulepitud perioodiks jaotusvõrgu ettevõtte lubatava tulubaasi. Kui tulenevalt tarbimisest jääb käive oodatust väiksemaks või suuremaks, siis korrigeeritakse saamata jäänud tulu eesmärgid järgmise aasta tariifides. Euroopa Komisjon hindab sellist lahendust üldjoontes optimaalseks kaitseks võrgu ettevõtte investeerimisriskide haldamisel [27]. Elektrilevi probleemseks kohaks on alakasutuses olev võrk eelkõige haja tarbimistiheduse piirkonnas. TTÜ on Elektrilevi jaotusvõrgu piirkondadeks jaganud ning võimaldanud seeläbi häid sisendeid hajatootmisega kaasnevate investeerimiskohustuste reguleerimiseks [2].

5.1.2 Regulatsiooni poliitika optimaalsuse analüüs

Elektrilevi hinnangul vähendab tänane regulatsioon uute tootjate-tarbijate liitumisel ning arenduskohustus nende piirkondades, kus lepinguline võimsus ei vasta tegelikule tarbimisele, ettevõtte kasumlikkust. Juhul kui ettevõttele antaks vahendid seesuguste investeeringute üle autonoomselt otsustada peaks sellega kaasnema ka ettevõtte kohustus vastutada ebaotstarbeliste investeeringute ees, mida ei tasaarveldata võrguteenuse tasuga. Seesuguste põhimõtete määratlemine võiks elektrituruseaduse raames jääda valitsuse vastutusalasse. Euroopa liikmesriikides on jaotusvõrgu ettevõtted üldjoontes investeerimisriskide vastu kaitstud. Siinkohal on silmas peetud arenduskohustustega kaasnevaid kulusi, mis on tehtud tarbimise kasvu prognooside alusel või uuteks liitumisteks ilma tegeliku tarbimise kaasnemiseta [27]. Olukorras, kus tarbijad kannavad investeerimisotsustega kaasnevad kulud on vaja regulatiivse organi sisulist efektiivset järelvalvet jaotusvõrgu ettevõtete üle.

Kaaluda võiks teiste riikide eeskujul efektiivsusstiimulitel põhineva regulatsiooni meetodika rakendamist, mis motiveeriks jaotusvõrgu ettevõtteid eeskätt omanike ringiga sisemiselt

arenema. Efektiivsusstiimulite mudel võtab samuti arvesse kulubaasi, ent tulemuslikkuse parandamisega on ettevõttel võimalik oma kasumimäära suurendada. Sellist mudelit rakendatakse näiteks Taanis, kus jaotusvõrgu tegevuskulud ja tulemusi eesmärgistatakse ettevõtete omavahelise võrdluse alusel. Austrias ja Saksamaal hindab regulatiivne organ aktsepteeritavat kulu-tulumäära samuti võrdlustulemuste alusel ning eesmärgistatakse jaotusvõrguettevõtete eelmise kalendriaasta keskmiste määrade järgi. Metoodikat nimetatakse Totex (*total expenditure*). Oluline on, et võrdlusbaasist eraldataks eelnevalt vältimatud anomaaliad, et tekkiks objektiivne tulem [27]. Mehhanism näeb ette, et kõikide ettevõtete kulud kannab tarbija. Negatiivse poolena võib sellise ettevõtete omavahelise võrdlemisega kaasneda olukord, kus tehnoloogilise keskkonna dünaamika ja ebakindluse tõttu ei rakendata võrguettevõtetes uusi tehnoloogiaid ning eelistatakse vanu proovitud lahendusi võimalike uute efektiivsemate asemel.

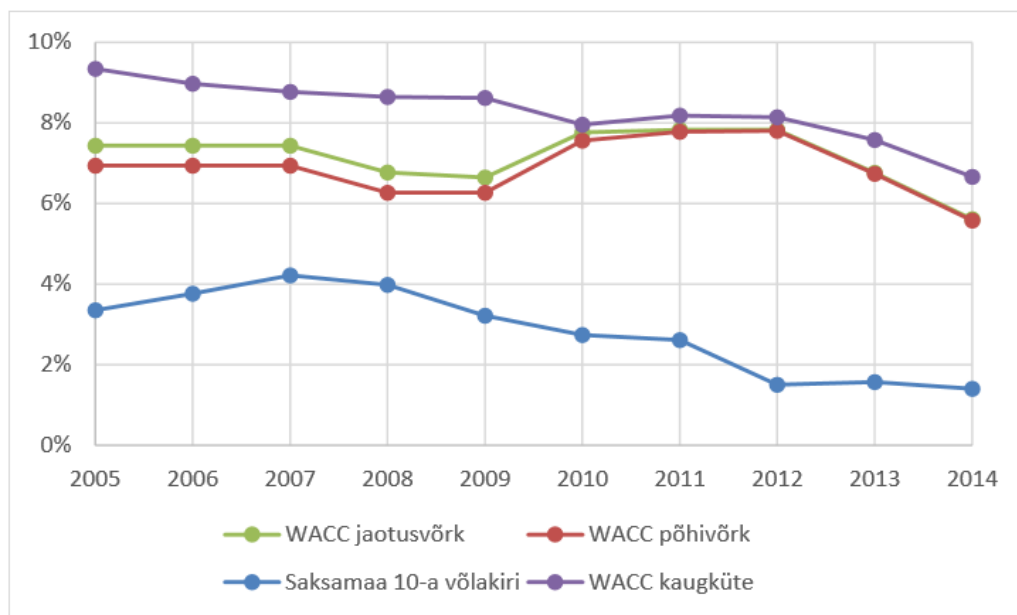
Edukaks toimimiseks peab reguleeriv organ koostöös valitsuse ja jaotusvõrgu ettevõtetega määrama eesmärgid ning vajalikud ressursid nende saavutamiseks. Eesmärgid peavad olema realistlikud ning tulemusteni jõudmine peab ettevõttele ja tema töötajatele olema majanduslikult motiveeriv. Tänapäevane kulupõhine mudel ei pruugi olla kõige objektiivsem viis ettevõtte tulemuslikkuse hindamiseks. Regulatiivse süsteemi üks eesmärke peab olema stiimulite tekitamine jaotusvõrgu ettevõtetele nende kulubaasi optimeerimiseks. Võrguettevõtete jaoks majanduslike stiimulite kujundamine ning rakendamine on keeruline protsess ning nõuab osapoolte vahelist avatud dialoogi.

5.1.3 Konkurentsiameti hinnang kulupõhise metoodika tulemuslikkusest

Elektri võrguteenuse hinnad on allutatud konkurentsiameti hinnaregulatsioonile vastavalt mõistliku ärikasumi arvutamise teooriale. Hinnaregulatsiooni eesmärk on vältida monopoolse teenuse osutajate ülikasumi teenimise võimalus olukorras, kus turul puudub konkurentsi tekkimise väljavaade. Seadusega sätestatud printsiibi alusel kujunevad regulatsiooni alla kuuluvate ettevõtete hinnad kulupõhiselt, sisaldavad põhjendatud kulud, tagavad kuluefektiivsuse ja võimaldavad teenida põhjendatud tulukust ettevõtte investeeritud kapitali pealt [13]. Sisenditeks loetakse müügihinda, -kogust, muutuv- ja püsikulud ühikule. Vastavalt tarijate ootustele teenuse kvaliteedi osas vaadeldakse regulatsiooni tulemuslikkus hinna ja kvaliteedi suhtena.

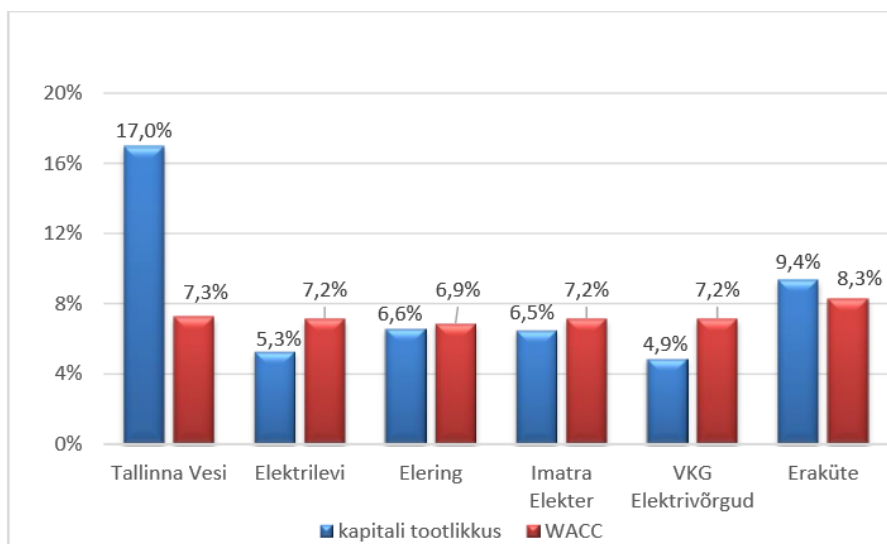
1. hindamiskriteeriumiks kasutab Konkurentsiamet kaalutud keskmist kapitali hinda (*WACC-Weighted Average Cost of Capital*), mis on kogu laenukapitali ja omakapitali hind, mis

saadakse võla- ja omakapitali osalusi arvesse võttes. Hinnatud on kapitali tootlikkuse näitajaid, millede kohta KA on võtnud seisukoha, et üldine trend Saksamaa võlakirjadega on sama ning WACC on võlakirjade tootlikkuse muutusele teatava hilinemisega. Väide on mõneti küsitav, kui võrrelda Joonisel 5.1 jaotus- ja ka põhivõrgu tootlikkust võlakirjadega, siis ainult 2007-2009.a ja 2014.a olid trendid ühtivad ning ülejäänud aastatel pigem vastupidise trendiga. Viitega reageerimist sama trendijoonega joonise tulemustes ei avaldu. Positiivne hinnang kaalutud keskmise kapitali hinna võrdluses jaotusvõrkudega on küsitava väärtusega.



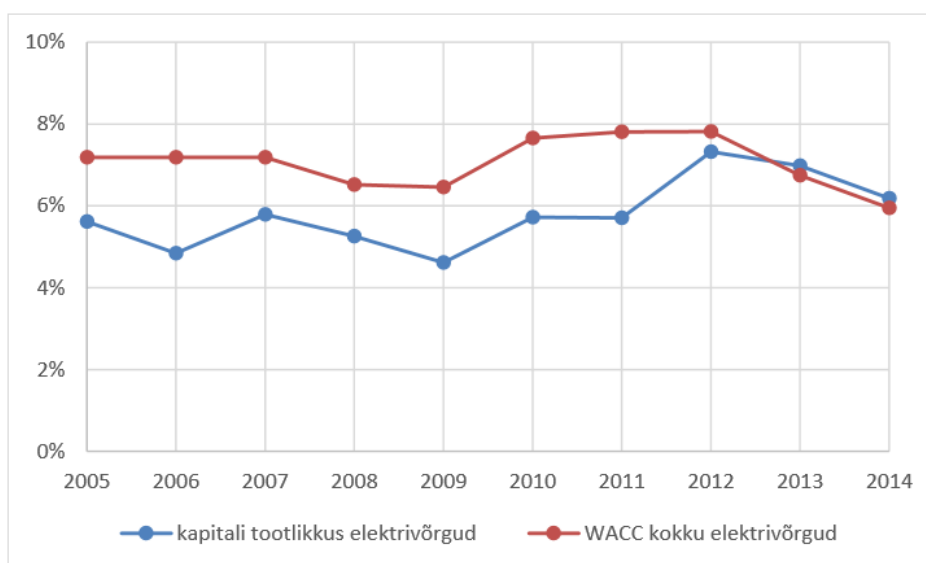
Joonis 5.1 Saksamaa 10-aastase võlakirja tootlikkuse ja WACC-i võrdlus [13]

2. regulatsiooni hindamise kriteeriumiks on ettevõtjate tegelik kapitali tootlikkus, kus ärikasum on jagatud investeeritud kapitaliga vastavalt raamatupidamise bilansis kajastatud andmetele (vt Joonis 5.2) 2005-2014a.



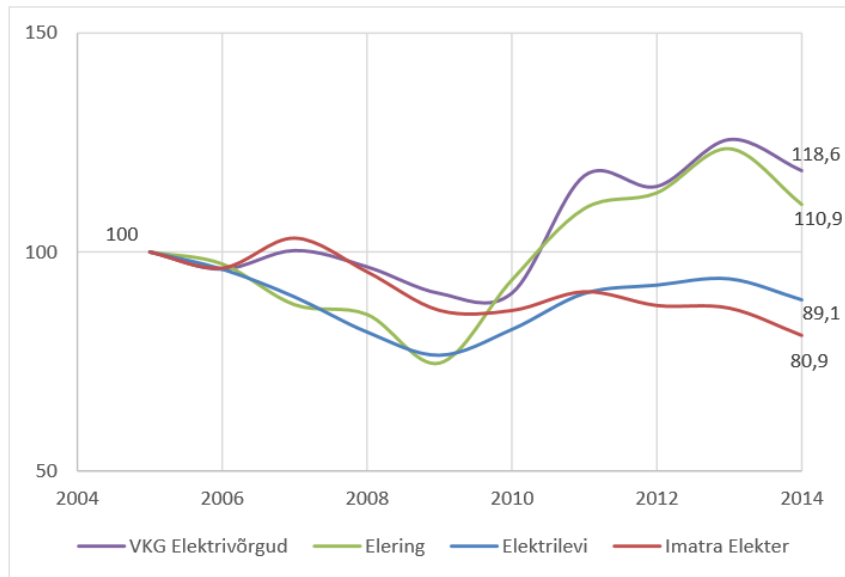
Joonis 5.2 Ettevõtjate tootlikkuse ja WACC-i aritmeetilised keskmised näitajad [13]

Elektri jaotusvõrgu ettevõtjate kapitalitootlikkus on jäänud regulaatori poolt sätestatud WACC näitajast 7,2% madalamaks. Elektrilevis on kaalutud keskmine 5,3% , Imatras 6,5% ja VKG-s 4,9%. Vahemikus 2005-2014 on võrguettevõtete tegelik kapitali tootlikkus jäänud 4,9-6,6% vahemikku (vt Joonis 5.3).



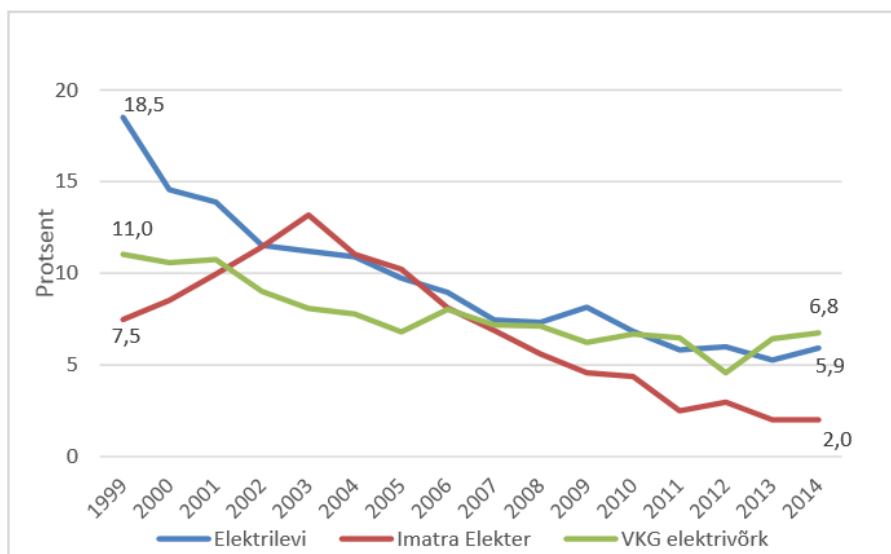
Joonis 5.3 Elektrivõrkude keskmine kapitali tootlikkus ja WACC [13]

3. hindab KA regulatsiooni tulemuslikkust võrguteenuse hindade dünaamika alusel. Jooniselt 5.4 avaldub, et Elektrilevi ja Imatra võrgutasud on reaalses väärtuses langenud. VKG vastav näitaja on tõusnud, kuna ettevõtte teenuse piirkonnas on müügiimahud oluliselt langenud. Siinkohal oleks otstarbekas analüüsida, kas tegemist võib olla ülereguleerimisega?



Joonis 5.4 Elektrivõrkude võrgutasude reaalsete hindade %-sed muutused [13]

4. hindamisalus on energiakasutuse efektiivsus, mida KA peab oma töö tulemuslikkuse otseseks näitajaks (vt Joonis 5.5). Jaotusvõrgu kaod on viimase 16 aastaga vähenenud pea tehnilise miinimumini ning absoluutne kadu on vähenenud kokku 2,4 korda. KA tegevust ettevõtete efektiivsuse kasvu suunamisel võib lugeda edukaks.



Joonis 5.5 Elektri jaotusvõrkude suhteline kadu %-des [13]

5. hindamise aluseks on elektrivarustuse kvaliteet teeninduse, kindluse ja pinge osas. Varustuskindluse näitajate SAIDI, SAIFI ja CAIDI trend on KA vaadeldud perioodil paranenud. Katkestuste kestus tarbimiskoha kohta on lühenenud, ent aastate lõikes on suuri

kõikumisi tulenevalt ilmastiku mõjust. KA amet on hinnanud regulatsiooni poliitikat varustuskindluse näitajate trendi baasil tulemuslikuks.

KA peab viimase 15-aasta hinnaregulatsiooni edukaks ning tulemuse peamiseks mõõdupuuks on tarbijate hinnastabiilsus. Asjaolu, et kahe suurima jaotusvõrgu ettevõtte kapitalitootlikus on lubatavast tasemest alla jäänud annab ühest küljest indikatsiooni, et tegemist võib olla ülereguleerimisega. Tekib küsimus, kas ettevõtete plaanitud kulude kokkuvõid ei ole olnud piisav või on kohustuslikud investeeringud vähendanud kasumit plaanitud rohkem [13].

Lisaks nimetatud hindamiskriteeriumitele annaks objektiivsema ülevaate, kui KA analüüsiks veel näiteks Inglismaa eeskujul jaotusvõrgu ettevõtete tulemuslikkust kliendirahulolu, keskkonnaohutuse, sotsiaalse kahjumi või kasumi baasil.

5.2 Ettevõtte tasand

Jaotusvõrgu ettevõtted ootavad, seoses turuosaliste rollide muutumisega ning tarbijate ootustega varustuskindluse osas, riigilt senisest detailsemat regulatsiooni. Eesti kaks suuremat jaotusvõrgu ettevõtet on varustuskindluse tõstmise eesmärgile lähenenud mõneti erinevalt. Elektrilevi on võtnud eesmärgiks suurendada ilmastiku kindla võrgu osakaalu eelkõige läbi investeeringute kaabelliinidesse. Seejuures on tarbimispiirkonnad jaotatud tarbimistiheduse järgi ülitihedeks, hajatihedeks ja hajakaks piirkondadeks, millel on erinevad varustuskindluse näitajad ning ettevõtte sisesed eesmärgid. Elektrilevi on valinud suunaks asendada õhuliinid vajaduse põhiselt ning selliselt on ilmastikukindla võrguosa kasvav hinnanguliselt 2,5% aastas ning soovitud tase 75% saavutatakse kahekümne aastaga [12]. Vajaduse asendamiseks määravad liinide vanus, erakorralised sündmused, läbilaskevõimsuste vajaduse kasv.

Ettevõtte arendus- ja hoolduspõhimõtted on põhjalikult alusdokumentidega määratletud, ent Konkurentsiameti poolt tellitud analüüsis leidis konsultatsiooni büroo HEVAC OÜ volitatud insener, et investeerimisotsustesse suhtutakse liialt formaalselt [12]. Elektrilevi investeerimispoliitika on saanud ka avalikult kriitikat. Näiteks vaatles Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit (EETEL) Elektrilevi viimase kümne aasta investeeringuid jaotusvõrkude ehitusel, süsteemide arendamisel ning kaugloetavate arvestite paigaldamisel ja kritiseeris, et ettevõtte on pidevalt maha võtnud 3-8 aastat vanu õhuline ning liiniehitustel ei ole lähtud pikemaajalistest väljavaadetest. Välja on toodud veel võrdlemisi uute alajaamade vahetus ning lähiaastatel 20 kV üleminekuks tehtav kolmas trafode väljavahetus [29]. Elektrilevi hinnangul dikteerib vanade seadmete väljavahetuse sageli varuosade puudumine.

Nii EETEL kui ka HEVAC on seisukohal, et Elektrilevi Investeeringuid saab teha süsteemsemalt ja säästlikumalt. EETEL hindas vaadeldud 7 investeerimisobjekti võimalikuks säästuks 50% tegelikest kulutustest ning järeldas, et võrgutasu võiks õigete investeeringute korral olla ligi viiendiku võrra väiksem. HEVAC hindas valitud objektidel säästu potentsiaaliks 12% [12]. Hankeprotsessidele on antud positiivne hinnang. Ettevõtte parandustegevustena on Elektrilevil sellest tulenevalt soovitatav investeerimisvajadusi detailsemalt analüüsida ning lähtuda terviklahendusest, mitte niivõrd liinilõikudest. Selleks peaks otsuste tegemisse kaasatama rohkem tehnilise oskusteabega spetsialiste.

Imatra varustuskindluse näitajad on Elektrilevi omadest paremad ning ettevõtte ei plaani elektrivõrgu laiaulatuslikku kaablisse viimist. Investeeringud on suunatud uute liitumiste tagamiseks ning võrgu koormusega vastavusesse viimiseks. Peamiseks varustuskindluse eduteguriks peab ettevõtte hooldustööde kvaliteeti ja investeeringuid kriitilisuse alusel [30]. Näiteks on paljasjuhtmed vahetatud isoleeritud juhtmete vastu ilma maste välja vahetamata, minimeerides seeläbi kulusid. Rikkeid ennetatakse liinitrasside puhastamise ning laiendamisega, mis tagab ka rikkekohtadele kergema ligipääsu.

Varustuskindluse näitajate baasil võiks järeldada, et Imatra valitud arengusuund tõsta töökindlust läbi hooldustööde mahu on andnud paremaid tulemusi kui Elektrilevi suuremahulised investeerimisprogrammid eelarvega 1540 eurot liinikilomeetri kohta. Imatra plaanib pärast kohustuslike mõõtmisseadmete paigaldamise lõpetamist 2017.aastal investeerida liini kilomeetri kohta vaid 462€/km ning hoolduse maht hoitakse hinnanguliselt samal tasemel kui 146,7€/km 2012.aasta [31].

Konkurentsiamet on Elektrilevile andnud soovitusi tõhustada rikkeid ennetavaid töid ja rikete likvideerimise operatiivsust, ent hinnanud varustuskindluse tõstmiseks abinõuks eelkõige suuremahuliste investeeringute tegemist [12]. Elektrilevi puhul tuleb siiski arvestada, et oluliselt suurema võrgu haldamisega kaasnevad administreerimisel ning otsustusprotsessides teatavad formaalsused, milledest Imatra oma väiksuse tõttu on osaliselt pääsenud ja on sellevõrra efektiivsem. Ainult kulubaasi optimaalsuse hindamisel on sageli keeruline üheselt tõmmata paralleele jaotusteenuse väljunditega nagu teenuse kvaliteet, võrgu konfiguratsioon, võrgu läbilaskevõime jt. Arvestada tuleb ka välise teguriga nagu varustuskindluse piirkondade asustus- ning tarbimistihedus ning võrgu varasem seisukord.

Investeeringu ja operatiivsete kulubaaside määrade valikul tuleb teha kompromiss, mille optimaalsusel võiks lähtuda võrdlustulemustest jaotusvõrgu ettevõtete vahel. Kuna Eestis on

vaid 3 suuremat osapoolt ning ülejäänute roll on marginaalne, siis võiks Konkurentsiamet siinkohal võtta sisendeid teiste riikide praktikast. Näiteks Itaalias motiveerib regulatiivne organ jaotusvõrgu ettevõtteid nende käidukulusid vähendama selliselt, et iga regulatiivse perioodi alguses määratakse lubatud kulumäär, mis kajastub tarbija tariifides. Kui ettevõtte tegelikud võrgu opereerimiskulud on madalamad, siis 50% säästetud tulemusest jääb ettevõttele lisaks varasemalt kokkulepitud lubatud kasumimäärale [27]. Siinkohal on märkimisväärne, et Konkurentsiamet on Imatra ja Elektrilevi kapitalitootlikkuse tulemuste põhjal tõstatanud küsimuse, kas tegemist võib olla ülereguleerimisega ning seeläbi on avanenud dialoogi koht ettevõtete ning regulaatori vahel seisukohtade kujundamiseks.

5.2.1 Tarbijate ootuste kujundamine

Tarbijate jaoks aitaks teenuse kvaliteedi ning maksumuse omavaheliste seoste läbipaistvuse loomisele kaasa regulaarne info jagamine ning tehniliste andmete avaldamine. Elektrilevi koduleheküljel on mõningane info reaalajas olemas, ent varustuskindluse piirkondade tulemusnäitajaid seal ei kajastata, kuigi viidatakse, et tarbijate ootused erinevate piirkondade teenusetasemele ei ole realistlikud. Ettevõtte investeerimisotsuste prioritseerimisel arvestatakse ühiskondliku kahjumiga, ent kahjumit ennast tarbijatele ei avaldata. Imatra eesmärkide ja tulemuste kohta võib lugeda majandusaasta aruannetest ning soraadilistest ajalehe artiklitest. Jaotusvõrgu ettevõtted võiksid kaaluda regulaarsete intervallide tagant selliste uudiskirjade avaldamist, mis toetaksid tarbijate ootuste kujunemist. Seda on soovitatud ka DG Energy koostatud analüüsis Euroopa Komisjonile [27].

6. Varustuskindluse tõstmise mõju ülekande teenuse hinnale

6.1 Üldist

Riigi majandusarengu seisukohast on elektrienergia hind oluline kasvu määraja. Konkurentsiameti hinnangul on hinnaregulatsioon olnud edukas ning muutused jäänud alla tarbijahinnaindeksi ehk elu kallinemise muutuste. Samas on uuringud näidanud, et tootmisettevõtete jaoks on Eesti konkurentsivõime just kõrgete energiatasude tõttu madal [32]. Elektrienergia tasu komponendid on:

- Ülekande- ja jaotamisteenuse tasu
- Riiklikud maksud
- Taastuenergia tasu

Kuna Eestis toimub hinnaregulatsioon kulupõhiselt, siis kaasneb sellega paratamatult ristsubsideerimine erinevate tarbijate gruppide vahel. Hinnanguliselt on Elektrilevi võrgus 45 000 tarbimispunkti ilma reaalse tarbimiseta, kes seega võrgutasude näol võrgu arendusse ei panusta [33]. Varustuskindluse näitajad on tarbimistiheduse piirkondades erinevad, ent nõuded on üleriigilised. Tarbijate ootus on, et elektri varustuskindlus kasvaks plaanitud kiiremini. Suurim jaotusvõrgu ettevõtte Elektrilevi investeeringute kava ei võimalda nii kiiret võrgu ilmastikukindlaks muutmist, ent on Eesti pikaajalise energiamajanduse arengukava (ENMAK) raames välja toonud võrgu tarbijate ootustele vastavaks viimiseks vajalike investeeringute summad [31]. Investeeringute suurendamine tõstaks võrguteenuse hind, mis Eestis juba on kõrge ja tegemist on sotsiaalselt tundliku teemaga. Ühiskondlikult realistlike ootuste kujunemiseks on siiski vajalik arusaam, kuidas varustuskindluse tõstmine läbi suuremahuliste investeeringute jaotusvõrgu teenuse hinda mõjutab?

6.2 Võrgutasude kujunemine

Võrgutasud kujunevad elektrituruseaduse ja Konkurentsiameti meetodika alusel, mille kohaselt võrgutasu peab põhinema võrguettevõtja põhjendatud kuludel ja vajalikel investeeringutel [34]. Võrgutasu hinnastatakse tarbitud elektriühiku järgi. Kuna elektrienergia müümine on võrguteenusest eristatud, siis vajaks võrguteenuse hindade kujundamise

põhimõtted kaasajastamist selliselt, et arvestataks ka võrguühenduse valmisolekut ja kasutatavat võimsust. Vajalike muudatuste sisseviimine võtab aga aega.

Konkurentsiamet vaatab võrgutasud üle korra aastas. Kuni 01.05.2013 kehtestati hinnad 3-aastase regulatsiooni perioodiks, ent praegu kehtiva korra järgi toimub hindade kooskõlastamine vastavalt võrguettevõtja taotlusele ning hind võib kehtida kauem kui aasta. Juhul kui võrguettevõtte leiab, et kehtivad hinnad ei kata muutunud kulusid tehakse muudatuse ettepanek Konkurentsiametile, kes vaatab menetluse käigus üle ka ettevõtte investeringute plaani.

Jaotusvõrgu ettevõtte võrgutasu koosneb neljast komponendist [35]:

- Põhivõrgu ülekandeteenuse ja reaktiivenergia kulu
- Jaotusvõrgu püsikulud, millede hulka arvestatakse ka hooldus- ja remondikulud
- Investeeringud
- Elektrienergia kaoga seotud kulud

Konkurentsiameti poolt on määratud lubatav tulukuse norm, mis sõltub intresside määraades, ent Jaotusvõrgu ettevõtetel on see praegu 7,2%. Viimase kümne aasta jooksul on võrguteenuse tasud Elektrilevis ja Imatras valdavalt langenud, ent VKG-s on müügimahtude vähenemise tõttu suurenenud (vt Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Elektrienergia võrgutasude dünaamika reaalses hindades €/MWh [13]

Ettevõtte	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
THI	4,1	4,4	6,6	10,4	-0,1	3	5	3,9	2,8	-0,1
Elektrilevi OÜ	40,81	39,21	36,62	33,35	31,18	33,59	36,95	37,72	38,31	36,35
Imatra Elekter AS	44,23	42,60	45,63	42,22	38,32	38,31	40,21	38,82	38,55	35,79
VKG Elektrivõrgud OÜ	32,44	31,16	32,55	31,33	29,36	29,39	38,39	37,29	40,77	38,46

Tulenevalt sellest, et võrguettevõtete arengu strateegiad on erinevad, on ka võrgutasu komponentide osakaalud erinevad. Imatra Elekter panustab varustuskindluse tõstmisel hooldustöösse ning Elektrilevi plaanib eesmärkideni jõuda läbi mahukate investeeringute. Kuna varustuskindluse näitajad on problemaatilised eelkõige Elektrilevi hallatavas võrgus, vaadeldakse just selle ettevõtte hinnakomponentide jaotumist teenuse hinnas. 2012.a ja 2014.a võrguteenuse hinnakomponentide osakaalude jaotused on toodud tabelis 6.2.

Tabel 6.2 Võrguteenuse hinnakomponentide osakaal [35]

Komponent	2012	2014
Eleringi teenus	34,6%	34,6%
Investeeringud ja lubatud tootlus	38,6%	36,8%
Elektrivõrgu kadu	5,7%	7,9%
Püsikulud sh hooldus ja remont	21,1%	20,6%
Teenuse hind	37,72 €/MWh	36,35 €/MWh

Märkimisväärse tendentsina on kadude maksumuse osakaal suurenenud vaatamata igaaastasele võrgukadude vähenemisele. Seoses mitmete investeeringute programmide ajakavaga on investeeringute mahtu 2014.a edasi vähendatud ning selle osakaal koguhinnas vähenenud vastavalt 38,6 %-lt 36,8 %-le võrreldes 2012.aastaga (vt Lisa 2). Tulenevalt varustuskindluse plaanitud kiirema paranemise ootusega on vajadus ka investeeringute mahtu tõsta ning tulevikus muutuks investeeringute osakaal oluliselt suuremaks.

6.3 Varustuskindluse tõstmise stsenaariumite praktikas rakendamise analüüs

ENMAK-i raames on koostatud kolm erinevat stsenaariumit elektrivarustuse töökindluse, kvaliteedi tagamiseks ja elektri hajatootmise võimaldamiseks [36].

1. Mittesekkuv stsenaarium, mille võtmenäitajad on vastavalt:

- 68% jaotusvõrgust on ilmastikukindel ehk kaablis
- SAIDI eesmärk 130 minutit koos plaaniliste katkestustega
- Maksumus 0,8 miljardit eurot

Mittesekkuva stsenaariumi kohaselt toimuvad muudatused seadusandluses ning rakendatakse Net-Metering põhimõtte, võrgutasud muudetakse kahekomponendiliseks ning kehtestatakse püsitasu. Püsitasu on võimalik instrument muuta võrgutasud tarbijate vahel proportsionaalsemaks ning vähendada ristsubsideerimist. Lisaks tuleks reguleerida energiaühistute vastutus ning hajatootjate töötamine saarena, tarbimist juhitaks tarkvõrgu põhimõtetel. Hooldustööde mahtude suurendamist peetakse oluliseks. Töökindlusnäitajad eristatakse vastavalt asustustihedusele. Kui viimasega kaasnevad piirkondadele erinevad eesmärgid, suureneks sellega rahulolematuse haja asustuspätkonnas, kus vastavad näitajad on kehvemad ja võimalik, et tõstataks sotsiaalse võrdõigluse küsimus.

2. Reaalne stsenaarium [36]:

- 78% jaotusvõrgust on ilmastikukindel

- SAIDI eesmärk 90 minutit koos plaaniliste katkestustega
- Maksumus 2,2 miljardit eurot

Reaalne stsenaarium näeb võrgus ette suuremat osakaalu kaabelliinidel ning samu muudatusi seadusandluses ning varustuskindluse piirkondade eristamisel asustustiheduse järgi nagu mittesekkuva stsenaariumgi.

3. Panustav stsenaarium:

- 100% jaotusvõrgust on ilmastikukindel
- SAIDI eesmärk 30 minutit koos plaaniliste katkestustega
- Maksumus 4 miljardit eurot

Tegemist on kõige kallima lahendusega. Paigaldada tuleks 17 000 km maakaablit ning 18 000 km õhukaablit. Kogu jaotusvõrk oleks sellega kaablis sealhulgas ka piirkonnad, kus tarbimist praktiliselt ei ole.

Elektrilevi on arengukava koostamiseks esitanud ettepaneku, milles investeringute vajadused ENAMK eesmärkideni jõudmiseks on mõneti erinevad.

4. Energiamajanduse arengukavaks koostas Elektrilevi omapoolse ettepaneku [31]. Stsenaariumi „Total SAIDI 130“ lähtub eesmärgist saavutada kogu SAIDI 130 minutit 2030.aastaks, ent varustuspiirkonniti on eesmärgid erinevad:

- SAIDI_{Ülitih} 14
- SAIDI_{Tih} 34
- SAIDI_{Hajatih} 188
- SAIDI_{Haja} 493

Ilmastikukindla võrguosakaalu tõstmise 78%-le maksaks 2,1 mld eurot.

5. Elektrilevi „Total SAIDI 90“ stsenaarium aastaks 2030 näeks ette pea kogu võrgu viimist kaablistesse, jättes ainult haja varustuskindluse piirkonnas 31% keskpinge liinidest paljasjuhtmeks [31]. Stsenaariumi maksumus oleks 2,5 mld eurot. SAIDI eesmärgid piirkonniti:

- SAIDI_{Ülitih} 11
- SAIDI_{Tih} 27
- SAIDI_{Hajatih} 148
- SAIDI_{Haja} 387

ENMAK raames on väljatoodud stsenaariumide maksumuse prognoos, ent jaotus- ja põhivõrgu investeringute kombinatsioonina (vt Lisa 3). Antud uurimustöö eesmärkide

raames kalkuleeritakse jaotusvõrgu investeeringute mõju maksumusele eraldi, kuna just eelkõige need mõjutavad varustuskindluse näitajaid. Tarbimise juhtimiseks on võrguettevõtted jaganud tarbijad gruppideks ning koostanud optimaalsed paketid, millede vahel tehakse kulukomponentide allokatsioonid erinevalt, mistõttu on investeeringute kulu suurenemise mõju konkreetsetele tarbijagruppidele keeruline hinnata ning lähtuda tuleb kogu Elektrilevi kliendibaasi ülesest baasjaotusest (vt Tabel 6.2). Analüüsimaks võrgu ilmastikukindlaks ehitamise mõju võrguteenuse maksumusele on vajalik võtta aluseks Elektrilevi investeeringute hinnakomponendid. Kuna ettevõtte on analüüsimiseks Konkurentsiametile esitanud investeeringute programmid aastani 2023, siis realistliku mõju hinnatakse antud töös samas vahemikus, ent lisa investeeringud jaotatakse 15.a peale ühtlaselt.

6.3.1 Arvutusülesande püstitus

Uue teenuse hinna arvutamise aluseks võetakse Elektrilevi 2014.a kehtiv võrguteenuse hinnakomponentide jaotus, mille kohaselt investeeringud ja lubatud tootlus moodustavad 36,8% teenustasust ehk 13,38€/MWh kohta [35]. Ülejäänud hinnakomponendid jäetakse samasse vääringusse kogusummas 22,97€/MWh (vt Lisa 2).

ENMAK stsenaariumite ja Elektrilevi enda ettepanekute raames on toodud välja vajalikud lisainvesteeringute summad võrgu ilmastikukindlamaks ehitamiseks, mis jaotatakse antud töö raames 15.a perioodi peale ära vahemikus 2016-2030.a ning tulemusi vaadeldakse perioodi keskpaigas ehk aastal 2023.

Uue teenuse hinna edasiste arvutuste aluseks võetakse järgmised eeldused:

- Aastane tarbimiskasvu prognoos on 1,1%
- Elektrilevi turuosa suurus jääb 2015.a tasemele 87,5%
- Hinnakomponendid on 2014.a kehtestatud vääringutes va investeeringud
- Investeeringud jaotatakse ühtlaselt 2016-2030.aastani
- Teenuse hinna arvutamisel lisatakse investeeringutele 7,2% tulukuse määr [13]
- Seadmete amortisatsiooni koefitsiendiks võetakse hinnanguliselt 2,5%
- Lisa investeeringud ei põhjusta lisa hoolduskulusid ega lisa kadudest tekkivaid kulusid

Leidmaks, kui palju kallineks tarbija jaoks edastatav energia ühiku hind kasutatakse järgmisi valemeid:

- $A = \frac{a}{t} \left(\frac{\text{€}}{a}\right)$, kus (6.1)

A- lisainvesteering stsenaariumi kohta aastas (€/a)

a- stsenaariumi lisainvesteeringu kogu väärtus (€)

t- investeeringu periood 15 aastat (2016-2030)

Tabel 6.3 Lisa investeeringu vajadus varustuskindluse stsenaariumi kohta

Stsenaarium	Ühik	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENMAK_Mittesekkuv	K€/a	53333	53333	53333	53333	53333	53333	53333	53333
ENMAK_Reaalne	K€/a	146667	146667	146667	146667	146667	146667	146667	146667
ENMAK_Panustav	K€/a	266667	266667	266667	266667	266667	266667	266667	266667
ELV SAIDI 130	K€/a	140000	140000	140000	140000	140000	140000	140000	140000
ELV SAIDI 90	K€/a	166667	166667	166667	166667	166667	166667	166667	166667

$$\bullet B = A * k \left(\frac{\text{€}}{a} \right), \text{ kus} \quad (6.2)$$

B- amortisatsiooni eraldis (€/a)

k- amortisatsiooni koefitsient 2,5%

Tabel 6.4 Amortisatsiooni eraldis varustuskindluse stsenaariumi kohta

Stsenaarium	Ühik	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENMAK_Mittesekkuv	K€/a	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333
ENMAK_Reaalne	K€/a	3667	3667	3667	3667	3667	3667	3667	3667
ENMAK_Panustav	K€/a	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667
ELV SAIDI 130	K€/a	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
ELV SAIDI 90	K€/a	4167	4167	4167	4167	4167	4167	4167	4167

$$\bullet C = A * WACC \left(\frac{\text{€}}{a} \right), \text{ kus} \quad (6.3)$$

C- lubatud tulukus (€/a)

WACC- lubatud tulukusmäär 7,2%

Tabel 6.5 Lubatud tulukuse määra arvutuste tulemused

Stsenaarium	Ühik	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENMAK_Mittesekkuv	K€/a	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840
ENMAK_Reaalne	K€/a	10560	10560	10560	10560	10560	10560	10560	10560
ENMAK_Panustav	K€/a	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200
ELV SAIDI 130	K€/a	10080	10080	10080	10080	10080	10080	10080	10080
ELV SAIDI 90	K€/a	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000

$$\bullet \quad D = \frac{B+C}{T} \left(\frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right), \text{ kus} \quad (6.4)$$

D- ülekantava energia hinnatõus (€/MWh)

T- ülekantava energia prognoos (vt Lisa 4), (MWh/a)

Tabel 6.6 Ülekantava energia hinnatõusu stsenaariumite arvutuste tulemused

Stsenaarium	Ühik	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENMAK_Mittesekkuv	€/MWh	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,76
ENMAK_Reaalne	€/MWh	2,25	2,22	2,20	2,17	2,15	2,13	2,10	2,08
ENMAK_Panustav	€/MWh	4,08	4,04	3,99	3,95	3,91	3,86	3,82	3,78
ELV SAIDI 130	€/MWh	2,14	2,12	2,10	2,07	2,05	2,03	2,01	1,98
ELV SAIDI 90	€/MWh	2,55	2,52	2,50	2,47	2,44	2,42	2,39	2,36

$$\bullet \quad X = D + Y \left(\frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right), \text{ kus} \quad (6.5)$$

X- varustuskindluse stsenaariumi uus teenuse hind (€/MWh)

Y- ELV kehtiv baashind (€/MWh)

Tabel 6.7 Varustuskindluse stsenaariumite uus ülekande teenuse hind

Stsenaarium	Ühik	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENMAK_Mittesekkuv	€/MWh	37,17	37,16	37,15	37,14	37,13	37,12	37,11	37,11

ENMAK_Reaalne	€/MWh	38,60	38,57	38,55	38,52	38,50	38,48	38,45	38,43
ENMAK_Panustav	€/MWh	40,43	40,39	40,34	40,30	40,26	40,21	40,17	40,13
ELV SAIDI 130	€/MWh	38,49	38,47	38,45	38,42	38,40	38,38	38,36	38,33
ELV SAIDI 90	€/MWh	38,90	38,87	38,85	38,82	38,79	38,77	38,74	38,71

Tabel 6.8 Teenuse hinnatõus baashinnast

Stsenaarium	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENMAK_Mittesekkuv	2,25%	2,22%	2,20%	2,17%	2,15%	2,13%	2,10%	2,08%
ENMAK_Reaalne	6,18%	6,11%	6,04%	5,98%	5,91%	5,85%	5,78%	5,72%
ENMAK_Panustav	11,23%	11,11%	10,99%	10,87%	10,75%	10,63%	10,52%	10,40%
ELV SAIDI 130	5,90%	5,83%	5,77%	5,71%	5,64%	5,58%	5,52%	5,46%
ELV SAIDI 90	7,02%	6,94%	6,87%	6,79%	6,72%	6,64%	6,57%	6,50%

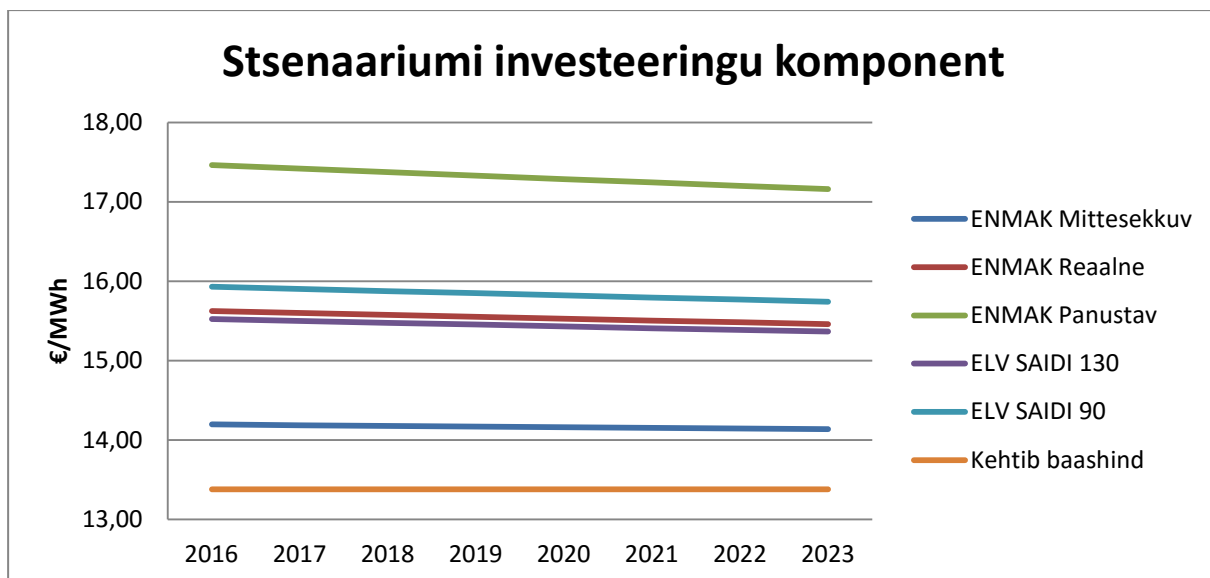
Erinevate varustuskindluse stsenaariumite raames kasvaks Elektrilevi investeeringute vajadus praegusele lisaks 53- 266 miljoni euro võrra aastas (vt Table 6.3). Jaotusteenuse hinna sisse arvestatakse lisa investeeringu amortisatsiooni määr, mis jäävad arvutuste kohaselt vahemikku 1,3-6,7 miljonit eurot (vt Tabel 6.4). Elektrilevi varustuskindluse investeeringud on peamiselt kaabelliinidesse ja alajaamadesse ning seega võetakse jaotusvõrgu elueaks hinnanguliselt 40.a, mis teeb amortisatsiooni määraks 2,5%. Konkurentsiameti poolt lubatud tulukuse määr on 7,2% ning lisanduva investeeringu arvutuslikud määrad on toodud tabelis 6.5.

2014.a kehtestatud võrguteenuse hinnakomponentidest moodustas investeeringu osa koos lubatud tulukusega 36,8% ehk 13,38 €/MWh. ENMAK hindab varustuskindluse tõstmiseks vajalikke ressursse väiksemaks, kui seda on suurima jaotusvõrgu ettevõtte Elektrilevi nägemus. Saavutamaks eesmärk võrgu varustuskindluse näitaja SAIDI 130 minutit, kulub ENMAK arvutuste kohaselt 0,8 miljardit eurot, ent Elektrilevi hinnangul 2,1 miljardit. CEER raporti kohaselt saavutab võrk olulise ilmastikukindluse, kui kaabli osakaal on alates 78%, millest Elektrilevi on ka lähtunud. ENMAK seevastu hindab SAIDI 130 saavutatavaks juba 68% juures, mida uuringud siiski ei toeta.

Asendades investeeringu uue hinnakomponendi väärtuse Elektrilevi kehtivas mudelis, oleksid erinevate varustuskindluse stsenaariumite korral teenuse uued hinnad vastavalt tabelile 6.7. Uute investeeringute tulemusena kallineks ülekantav energia kõige tagasihoidlikuma

ENMAK Mittesekkuva stsenaariumi kohaselt 0,82€/MWh võrra (vt Tabel 6.6). Tulenevalt tarbimise kasvust väheneks kasv investeeringu perioodi keskpaigaks 2023.a 7% võrra. Investeeringu mõju jaotusteenuse hinnale on Mittesekkuva stsenaariumi kohaselt kõige väiksem tõustes 2023.aastaks 37,11€/MWh juurde ja andes hinnatõusuks 2,08% (vt Tabel 6.8). Elektrilevi arvutuste kohaselt oleks sama varustuskindlus SAIDI 130 minutit saavutatav 38,49€/MWh ehk 5,46% teenuse hinna tõusuga.

Varustuskindluse näitaja SAIDI 90 on ENMAK Reaalse stsenaariumi kohaselt teostatav 2,2 miljardit eurot investeeringuga, millega oleks kaabelvõrgu osakaal 78%. Stsenaarium kohaselt saavutatakse tulemus teenuse 38,43€/MWh eh 5,72% hinna tõusuga. Märkimisväärne on asjaolu, et nii ENMAK raames kui ka Elektrilevi hinnangul saavutatakse investeerimissuurusjärgu 2,1-2,2 miljardit eurot tulemusel võrgu ilmastikukindlus 78%, ent mõju varustuskindlusele hinnatakse erinevalt. Elektrilevi peab reaalseks saavutada SAIDI 130. ENMAK-i stsenaariumi nimetus Reaalne viitab seisukohale, et tulemust peetakse määratud vahenditega kõige tõenäolisemaks. Elektrilevi on hinnanud võrguehituse maksumuse vajaduseks 2,5 miljardit eurot saavutamaks SAIDI 90 ning teenuse hind kujuneks 6,5% kallimaks. Ekspertide hinnangud kujundavad suuresti avaliku arvamuse, et reaalse tulemuse varustuskindluse tõstmisel peab tegema Elektrilevi ise. Kõige kallim on ENMAK Panustav stsenaarium, mis tõstaks teenuse hinda koguni 10,4% , saavutaks SAIDI 30 minutit ja näeks ette, et jaotusvõrk oleks 100% ilmastikukindel ning ka hajavarustusiheduse piirkondade paljasjuhtmed vahetatakse isoleerjuhtmete vastu välja vaatamata sellele, kas piirkonnas tarbimist on või mitte. Investeeringu komponent tõuseks teenuse hinnas 13,38€/MWh kohta 17,66€/MWh tasemeni (vt Joonis 6.1). Seetõttu on stsenaariumi majanduslik otstarbekus küsitav.



Joonis 6.1 Stsenaariumite investeringute vajadus €/MWh kohta

Elektrivõrgu arengu võimalikkus sõltub paratamatult teenuse hinnast. Arendustegevuse kulud nii tarbitava MWh kui ka liini kilomeetri kohta on paratamatult suuremad haja ja hajatihe asustuspiirkondades, kus tarbimine on ühest küljest väiksem ning teisest küljest on kliendid hinnatundlikumad. Pikaajalise alainvesteeringute tulemusena on võrgu varustuskindluse tõstmiseks vaja teha sedavõrd suuremaid kulutusi, mille peaksid katma tarbijad. Varustuskindluse tõstmiseks vajalike kulutuste ulatuse ning investeringute ja hooldustööde suhte optimeerimise osas lähevad ekspertide ja Elektrilevi hinnangud mõneti lahku. See aga kujundab tarbijate arvamusi ja ootuseid, et varustuskindlus oleks ühtlane kõikides tarbimispiirkondades ning see on saavutatav väiksemate rahaliste panustega, kui Elektrilevi arvutused. Siiski peaks kiirendatud korras varustuskindluse tõstmiseks tehtama tänasest oluliselt suuremaid investeringuid, millede kompenseerimiseks võrguteenuse tasu peaks tõusma 2,08-5,46% saavutamaks aastaks 2030 SAIDI 130 ning 5,72-6,5% saavutamaks SAIDI 90. Investeringud jaotuksid tarbijagruppide vahel erinevalt, ent praeguste ootuste kohaselt tarbijad jaotusteenuse hinnatõusu ei aktsepteeriks.

Arvestades investeringute osakaalu tõusu, kujuneks võrguteenuse maksumus elektriarvel vaadeldud viie stsenaariumi raames Elektrilevi keskmise tarbija jaoks tänasest 8,83€ tasemelt minimaalselt 9,11 euronit (vt Lisa 5). Tüüpilise kodutarbija jaoks tähendaks katkestuste kestuse vähendamine 130 minutini 3-8% võrguteenuse hinnatõusu ning 90 minutini 9-10% list teenuse kallinemist (vt Tabel 6.9). Investeringud SAIDI 30 minutit stsenaariumisse tõstaks tarbija arvet koguni 16%.

$$\bullet \quad k_{arve} = x_{praegu} * C + \sum L_n \quad (\text{€}), \text{ kus} \quad (6.6)$$

k_{arve} - varustuskindluse stsenaariumi uus arve väärtus tarbija jaoks, €

x_{praegu} - Elektrilevi praegune investeeringu hinnakomponent tarbija arvel (€)

C- ülekantava energiaühiku hinnatõus % (€)

L_n - tüüpilise tarbija teenuse hinnakomponentide summa (€)

Tabel 6.9 Varustuskindluse stsenaariumite mõju Elektrilevi tüüpilise kodutarbija arvel

Võrguteenuse komponent	Keskmise tarbija arve praegu (€)	ENMAK SAIDI 130 (€)	ELV SAIDI 130 (€)	ENMAK SAIDI 90 (€)	ELV SAIDI 90 (€)	ENMAK SAIDI 30 (€)
ELV investeeringud ja lubatud tootlus	4,98	5,26	5,72	5,75	5,86	6,39
ELV tegevuskulud	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
Võrgu kadu	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Eleringi teenus	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68
Kokku:	8,83	9,11	9,57	9,60	9,71	10,24
Muutus	-	3%	8%	9%	10%	16%

Jaotusvõrgu varustuskindluse tõstmiseks on ettevõtted valinud erinevad lähenemisviisid ning tänane eelarve on koostatud vastavalt ühiskondlikule hinnataluvusele. Püstitatud eesmärkide saavutamine sõltub ajalisest ja rahalisest ressursist ning vajab riigipoolset regulatsioonide ülevaatamist. Positiivse aspektina võib tõdeda, et suurim jaotusvõrgu ettevõtte Elektrilevi on lähtunud võrgu arenduses suuresti TTÜ ekspertide hinnangutest, ent tehniline teostust jaotub investeeringute ressursside nappuse tõttu pikema aja peale kui tänane ühiskondlik ootus.

Lõputöö kokkuvõte

Elektri varustuskindlust mõõdetakse peamiselt riketest tingitud toitekatkestuse kestvuse (SAIDI) ja katkestuse sageduse kliendi kohta aastas (SAIFI) ning rikete keskmise kestvuse (CAIDI) indeksite alusel. Tulenevalt pikaajalisest alainvesteeringutest 1980-1990. aastatel on Eesti jaotusvõrgu varustuskindluse tase madal. Kolmest suurimast jaotusvõrgu ettevõttest Elektrilevi OÜ, VKG Elektrivõrgud OÜ ja Imatra Elekter AS on kaks viimast sarnase võrgukonfiguratsiooniga ning omavahel võrreldavad. Riketest tingitud katkestuste arv ning kestvus aastas on lineaarselt vähenevad, ent kõiguvad aastate lõikes palju. Jaotusvõrgud on paljasjuhtmete suure osakaalu tõttu ilmastikuoludest sõltuvad, ent Elektrilevi OÜ-l on läbi aastate Imatrast oluliselt halvemad varustuskindluse näitajad, mis viitab, et ettevõtte valitud käidu-, hooldus- ja investeeringute meetodites on arenemise ja optimeerimise ruumi. Euroopa riikide keskmine SAIDI on 150 minutit, millega võrreldes on Eesti jaotusvõrgu 3 aasta keskmine 322 minutit väga madal. Statistilisel võrdlusel ilmneb, et riikide varustuskindluse taseme peamine määraja on kaabelliinide osakaal elektrivõrgus.

Jaotusvõrgu infrastruktuur ei rahulda klientide vajadusi, kuna tarbimine ja koormuskeskused on ajas muutuvad, millega kaasnevad suured investeeringute vajadused. Samas on toitekatkestustest tulenev ühiskondlik kahjum kümneid miljoneid eurosid aastas ning ühiskondlik huvi varustuskindluse tõstmiseks suur. Mastaabi efekti saavutamiseks tuleb Elektrilevi jaotusvõrk jagada tarbimise- ja klienditiheduse sarnasuse alusel varustuskindluse piirkondadeks: ülitihe, tihe, hajatihe ning haja piirkond. Rikete vähendamise teeb keeruliseks tarbimise paiknemine peamiselt ülitihe-, tihe-, ja hajatihe varustuskindluse piirkondades, ent 70,4% võrgust jääb paljasjuhtmete suure osakaaluga haja piirkonda. Tulemuste saavutamiseks tuleb võrguosi eesmärgistada erinevalt ning lähtuda hooldus- ja investeeringute otsustes muuhulgas ka majanduslikust otstarbekusest ehk andmata jäänud energia- ja võimsusühiku maksumusest, mis on hajapiirkonnas kõige madalamad. Ühiskondlik ootus on siiski saavutada ühtlane tase kogu võrgus, mis ei ole paraku lähiajal reaalne.

Rikete vähendamise peamiseks meetmeks on paljasjuhtmete asendamine kaabelliinidega. 56% võrguriketest on tingitud ilmast ja loodustingimustest ning ilmastikukindluse efekt saavutatakse kaabelliinide osakaalu tõstmisel ligikaudu 78%-ni. Teiseks oluliseks teguriks varustuskindluse probleemi lahendamisel on võrgu automatiseerituse taseme tõstmine eesmärgiga minimeerida rikke ulatus eelkõige läbi releekaitse ja automaatika rakendamise ning mitmepoolse toite tagamise.

Jaotusvõrkude varustuskindluse taseme määrab suuresti ettevõtte valitud hooldus- ja investeeringute poliitika suhe. Võrreldes Imatraga on Elektrilevi rikete sagedused ja kestused kordades suuremad. Imatra arengupoliitika panustab eelkõige liinide hooldustöösse ning rikete ennetamisesse. Hooldus on rikete ennetustegevuse peamine meede ning andnud väga häid tulemusi.

Rikete arvu ning hilisema investeeringute vajaduse minimeerimise seisukohast on vajalik seadmete asendamine enne nende kasuliku eluea lõppu. Samas tuleb vältida liiga kiiret vahetust ning hinnata vajadust ja seadmete tegelikku seisukorda. Siinkohal on Elektrilevi saanud kriitikat liinide liialt kiire väljavahetamise eest, mis viitab, et investeerimisotsuste tegemine võiks olla sisulisem ja pikemat perspektiivi silmas pidav. Parima lahenduse annavad majandusliku otstarbekuse ja varustuskindluse analüüsi kombinatsioonina langetatud otsused.

Teoreetiliste aluste rakendusplaanima on suurim jaotusvõrgu ettevõtte Elektrilevi koostanud investeeringute kava aastani 2023. Jaotusvõrgu plaanitav eelarve on 93 milj. eurot aastas, millest alla poole on suunatud programmidesse, mis on tõstavad varustuskindluse taset. Suurimaks mõjaks toitekatkestuste vähenemisele on hinnatud hajatihe varustuspiirkonna keskpingevõrgu arendamine ja alajaamade automatiseerimine. Varustuskindluse näitajad on kõige kehvemad haja piirkonnas ning see mõjutab kogu jaotusvõrgu keskmist negatiivselt. Eesmärk on vähendada kogu SAIDI väärtus 2017.a lõpuks 150 minutini, mis plaanitakse saavutada eraldades hajapiirkonna kliendid haja- ja kesktihedast varustuskindluse piirkonnast paigaldades selleks mastivõimsuslülitid ning releekaitsega varustatud kaugjuhitavad alajaamad. Kuna vaid 5% tarbimisest toimub haja võrguosas, siis ei ole otstarbekas suunata sinna ülemäära ressursse antud piirkonda ning Elektrilevi on teinud majanduslikult mõistliku otsuse vähendada rikkelisust eelkõige keskpinge võrgu korrashoiu kaudu.

Oluline osa varustuskindluse probleemi lahenduses on seadusandluse ja regulatsiooni ajakohastamine. Eestis on väikesemahuline ja hajutatud tootmine kasvava tendentsiga ning sellised tootmisvõimsused ühendatakse enamasti otse jaotusvõrku. Hajatootjate liitumisega kaasneb vajadus energiamajanduse regulatsiooni arendamiseks. Traditsiooniline võrguteenuste kasutajate jaotamine tootjateks ja tarbijateks ei ole enam asjakohane ning hajatootja näol on tegemist kahe rolliga korraga, mis tekitab vajaduse muuta investeerimisega ning võrgukasutusega kaasnevate kulude katmine proportsionaalsemaks. Teisest küljest on vaja paremini määratleda osapoolte vastutused ja kohustused.

Olukorras, kus arenduskohustuste täitmine ei too endaga kaasa plaanitud tarbimist, on Euroopa riikide praktikas jaotusvõrgu ettevõtteid üldjuhul investeerimisriskide eest kaitstud. Elektrilevi alakasutuses oleva võrgu arenduskohustusega kaasneva kasumibaasi vähenemise küsimuses võiks kaaluda Tsehhi kasutatava mudeli rakendamist. Nimelt määrab riigi regulatiivne organ kokkulepitud perioodiks jaotusvõrgu ettevõtte lubatava tulubaasi. Kui tulenevalt tarbimisest jääb käive oodatust väiksemaks või suuremaks, siis korrigeeritakse saamata jäänud tulu eesmärgid järgmise aasta tariifides. Euroopa Komisjon hindab sellist lahendust üldjoontes optimaalseks kaitseks võrgu ettevõtte investeerimisriskide haldamisel.

Varustuskindluse tulemuslikkus on ühe komponendina seotud investeeringuteks kasutatava ressursi suurusel. Eelarve omakorda sõltub võrgutase laekumisest. Ligi 10% Elektrilevi tarbimiskohtades reaalselt tarbimist ei toimu. See vähendab ettevõtte kasumlikkust ja hoiab võrgutariifi kõrge. Lahenduseks võiks olla hinnamudelisse püsitasukomponendi toomine, mis tekitaks klientides motivatsiooni viima liitumislepingud tegeliku tarbimisega vastavusse.

Konkurentsiameti on hinnanud kulupõhise reguleerimismudeli efektiivseks. Siiski võiks teiste riikide eeskujul kaaluda Eesti jaotusvõrgu jaoks optimaalsemaid lahendusi, nagu efektiivsusstiimulitel põhineva regulatsiooni meetodika rakendamist, mis võtab samuti arvesse kulubaasi, ent tulemuslikkuse parandamisega on ettevõttel võimalik oma kasumimäära suurendada. Meetodika motiveeriks jaotusvõrgu ettevõtteid sisemiselt arenema. Rahvusvaheliselt on laialt levinud praktika eesmärgistada jaotusvõrkude tegevuskulusid ja tulemusi ettevõtete omavahelise võrdluse tulemusel. Edukaks toimimiseks peab reguleeriv organ koostöös valitsuse ja jaotusvõrgu ettevõtetega määrama eesmärgid ning vajalikud ressursid nende saavutamiseks. Eesmärgid peavad olema realistlikud ning tulemusteni jõudmine peab ettevõttele ja tema töötajatele olema majanduslikult motiveeriv. Paraku on Eesti regulatsiooniga ettenähtud varustuskindluse nõuded ebapiisavad ning alla tarbijate ootuste.

Tulemuste rakendatavus taandub tehniliste lahenduste maksumusele ja valitud strateegiale: investeeringute ja hooldustööde osakaal. Jaotusvõrgu varustuskindluse eesmärgid 2030.aastaks erinevad energiamajanduse arengukava ja Elektrilevi loikes. Meetmete osas ollakse üldjoontes ühel nõul, et rõhutatakse vajadust, et Elektrilevi panustaks Imatra edu eeskujul hooldustöösse. Elektrilevi hinnangul on oodatav SAIDI 130 minutit saavutatav, kui kaabelvõrgu osakaal on 78%, milleks kuluks 2,1 mld. eurot lisaks plaanitule. ENMAK hinnangul on sama rikete kestvus kliendi kohta saavutatav 0,8 mld. euro ning 68%

kaabelvõrgu osakaaluga, mida teiste riikide statistika siiski ei toeta. Ambitsioonikad varustuskindluse paranemise ootused energiamajanduse arengukava ajateljel tähendavad investeeringute mahu kasvu. Arvutustulemusena tõuseks kõige soodsama arengustrategia kohaselt teenuse hind minimaalselt 2,08% ja kalleima stsenaariumi kohaselt 10,4%. ENMAK-i hinnangul on SAIDI 90 minutit saavutatav 2,2 mld. investeeringu suurusega ning kaabelvõrgu osakaal oleks selle tulemusel 78%. Elektrilevi kalkulatsioonide kohaselt saavutatakse sama varustuskindluse tase 2,4 mld. euroga ning selleks tuleb pea kogu võrk viia kaablisse, jättes vaid 31% haja varustuskindluse piirkonna keskpinge liinidest paljasjuhtmeteks. Võrguteenuse tasu erineb kliendigruppide lõikes. Arvestades investeeringute osakaalu tõusu, kujuneks võrguteenuse maksumus elektriarvel vaadeldud viie stsenaariumi raames Elektrilevi keskmise tarbija jaoks tänasest 8,83 euro tasemelt erinevate 9,11-10,24 euroni. Tüüpilise kodutarbija jaoks tähendaks katkestuste kestuse vähendamine 130 minutini 3-8% võrguteenuse hinnatõusu, 90 minutini 9-10% teenuse kallinemist. SAIDI 30 minutit tähendaks arvel koguni 16% tõusu. Tarbijate ootused on varustuskindlusele suuremad, kui on õigusaktidega sätestatud tase, ent võrguteenuse hinda peetakse kõrgeks. Seetõttu vajalikeks investeeringuteks ressursse lähiajal arvele lisada ei saa.

Töö olulisemad järeldused on, et varustuskindluse probleemi lahendamiseks tuleb suurendada võrgu automatiseerituse taset ning kaabelvõrgu osakaalu ligi 78%-ni. Rikkelisuse vähendamiseks peaks Elektrilevi optimeerima investeeringute ja hoolduspoliitika suhet pannes tugevamat rõhku rikkeid ennetavatele tegevustele. Hajatootjate kontekstis vajab kehtiv seadusandlus ajakohastamist selliselt, et võrguettevõtete, tarbijate ja tootjate rollid, vastutused ning kohustused oleksid paremini määratletud ning tekkivad kulud jaotatud proportsionaalsemalt. Kuna ligi 10% võrgus puudub tarbimine, siis jääb ettevõttel investeerimiskohustusi täites prognoositud kasum saamata. Kasumlikkuse tõstmiseks tuleks hinnamudelisse tuua püsikomponent. Lisaks mängib olulist rolli Konkurentsiamet, kes võiks kulupõhist reguleerimismudelit optimeerida selliselt, et ettevõtetel oleks võimalik tulemuslikkuse abil kasumimäära suurendada ning tekitada efektiivsust soosiv arengumudel. Praeguses olukorras jaotub varustuskindluse tõstmise tehniline teostus investeeringute ressursside nappuse tõttu pikema aja peale, kui tänane ühiskondlik ootus 2030.aastaks ning teenuse tasu osas oodatakse hoopis langust. Mistõttu on vajalik võrguettevõtete ja regulatiivse organi koostöö realistlike ootuste kujundamiseks erinevate varustuskindluse piirkondade lõikes, võttes arvesse ka ühiskondliku kahjumi kontseptsiooni.

Autor leidis uurimustöös püstitatud küsimustele vastused ning analüüsis võimalikke lahendusi varustuskindluse probleemile. Seega võib järeldada, et lõputöö eesmärk sai täidetud.

Kirjandus

- [1] Tammoja, H. (2004). Elektrienergia tootmis- ja edastusvõimsuse vajadus ning arendusstenaariumid Eesti elektrisüsteemis aastatel 2005-2015. <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Index?> [Kasutatud 18. 02. 2016].
- [2] Valtin, J., Raesaar, P., Tammoja, H. (2013). Elektrilevi OÜ kesk- ja madalpingevõrgu varustuskindluse näitajad ja muutuste mõjurid erinevates varustuskindluse piirkondades üleminekul kaablivõrgule. Elektrilevi OÜ ja TTÜ Elektroenergeetika instituudi teadustöö leping nr Lep13043. <http://www.energiatalgud.ee/> [Kasutatud 20. 02. 2016].
- [3] Arengufondi andmebaas. (2013). Elektrivõrgu tänane olukord. Võimalikud arengustenaariumid. http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/b/b5/ENMAK_2030._Elektrivõrgu_stseaari_umite_aruanne.pdf [Kasutatud 25. 02. 2016].
- [4] Võrguteenuste kvaliteedi nõuded ja võrgutasude vähendamise tingimused kvaliteedinõuete rikkumise korral- *Riigi Teataja*, I, 13.06.2014, 13.
- [5] Konkurentsiameti nimekiri. (2015). Jaotusvõrgu ettevõtted Eesti turul. <http://www.konkurentsiamet.ee/index.php?id=10952> [Kasutatud 12. 03. 2016]
- [6] Elektrilevi OÜ ettevõtte tutvustus. <https://www.elektrilevi.ee/et/elektrilevi-tutvustus> [Kasutatud 21. 03. 2016]
- [7] VKG Elektrivõrgud OÜ Aastaraamatud. <http://www.vkg.ee/est/kontsern/aruanded/aastaraamatud> [Kasutatud 20. 02. 2016]
- [8] VKG Elektrivõrgud OÜ Kvaliteedijuhtimise käsiraamat. (2015). <http://www.vkgev.ee/cms-data/upload/kvaliteedijuhtimise-kasiraamat-v16-2015.pdf> [Kasutatud 28. 02. 2016]
- [9] Imatra Elekter AS Kvaliteedi parameetrid. (2015). <http://www.imatraelekter.ee/media/> [Kasutatud 03. 04. 2016]
- [10] Liiv, E. (2015). Imatra Elekter parandab aasta-aastalt kvaliteeti- *Lääne Elu*.

- <http://online.le.ee/2015/10/25/imatra-elekter-parandab-aasta-aastalt-kvaliteeti/>
- [11] Eesti Energia konsterni majadusaasta tulemused. (2015).
https://www.energia.ee/-/doc/10187/pdf/concern/2015_presentation_est.pdf
[Kasutatud 06. 03. 2016]
- [12] Elektrilevi OÜ Investeeringute vajalikkuse ja efektiivsuse eksperthinnang. Konkurentsiameti uuring, Tallinn, 2013.
<http://www.konkurentsiamet.ee/index.php?id=18940> [Kasutatud 25 02. 2016]
- [13] Hinnaregulatsiooni tulemuste hindamine reguleeritud sektorites. Konkurentsiameti artikkel, Tallinn, 2015.
http://www.konkurentsiamet.ee/public/EVT_seisukohad_ja_arvamused/Regulatsiooni_tulemuste_hindamine_22_12_2015.pdf [Kasutatud 07. 03. 2016]
- [14] Aprey, C. (2015). Elektrilevi vähendas investeeringuid, rikete arv kasvas- *Postimees*.
<http://majandus24.postimees.ee/3294545/elektrilevi-vahendas-investeeringuid-rikete-arv-kasvas>
- [15] Tammoja, H. Automaatika ja releekaitse. Laoengukonspekt.-Tallinn: TTÜ, Elektroenergeetika instituut, 2006.-100 lk.
- [16] Raesaar P., Tiigimägi E., Valtin J. Eesti elektritarbijate toitekatkestustest tingitud majandusliku kahju hindamine. TTÜ Elektroenergeetika instituut. Tallinn, 2004. 146 lk.
- [17] CEER Benchmarking report 5.2 on the continuity of electricity supply 2015. Council of European Energy Regulators (CEER), Brussels.
http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab4 [Kasutatud 26 02. 2016].
- [18] State of Reliability 2014. North America Electric Reliability Corporation (NERC),
http://www.nerc.com/pa/RAPA/PA/Performance%20Analysis%20DL/2014_SOR_Final.pdf [Kasutatud 18. 02. 2016]
- [19] Varahalduse põhimõtted. (2015). Elektrilevi OÜ.
<https://www8.energia.ee/public/ee043.nsf/b5c70e1888b8a801c2256e4e002ca8dc/9888d>

252876e57f6c2257c27002dc985/\$FILE/P347%20Varahalduse%20p%C3%B5him%C3%B5tted,%20ver.9.pdf [Kasutatud 01. 03. 2016]

- [20] M. Meldorf, H. Tammoja, Ü. Treufeldt, J. Kilter, “Jaotusvõrgud,” Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2007, p. 546.
- [21] Imatra Elekter AS Majandusaasta aruanne. (2012).
http://www.imatraelekter.ee/media/IE12_aastaruanne.pdf [Kasutatud 28. 02. 2016]
- [22] Imatra Elekter AS Majandusaasta aruanne. (2013).
http://www.imatraelekter.ee/media/IE13_aastaruanne.pdf [Kasutatud 28 02. 2016]
- [23] P. Raesaar, E. Tiigimägi, J. Valtin, Töökindlus jaotusvõrkudes, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2006, p. 186.
- [24] Vabariigi Valitsuse määrus nr 184. Võrgueeskiri- *Riigiteataja*, I, 16.02.2016, 14.
- [25] Elektrivõrkude stsenaariumid. Eesti pikaajaline energiamajanduse arengukava 2030 (ENMAK).
http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=ENMAK_2030._Elektriv%C3%B5rkude_stsenaariumid [Kasutatud 20. 02. 2016]
- [26] Elektrimajanduse plaanid aastani 2018. Majandus- ja kommunikatsiooni ministeerium.
<https://www.mkm.ee/et/tegevused-eesmargid/energeetika/elektriturg> [Kasutatud 10. 03. 2016]
- [27] Study on tariff design for distribution systems. (2015). European Commission.
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20150313%20Tariff%20report%20fina_revREF-E.PDF [Kasutatud 15 03. 2016]
- [28] Swissgrid andmed .
https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/grid_usage/factsheets/Factsheet_Netznutzung_EN.pdf [Kasutatud 21. 02. 2016]
- [29] Veski, A. (2015). Elektrilevi valed investeeringud maksab kinni tarbija- *Äripäev*.
<http://www.aripaev.ee/arvamused/2015/03/18/elektrilevi-valed-investeeringud-maksab-kinni-tarbija> [Kasutatud 15. 03. 2016]

- [30] Imatra Elekter AS kodulehekülje andmed.
<http://www.imatra.ee> [Kasutatud 18. 03. 2016]
- [31] Elektrivõrgu tänane olukord. Võimalikud arengustsenaariumid. (2013). Arengufond.
http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/1/12/Eesti_Arengufond._Elektriv%C3%B5rgu_t%C3%A4nane_olukord._V%C3%B5imalikud_arengustsenaariumid.pdf
[Kasutatud 06. 03. 2016].
- [32] Elektri võrguteenuse ja riiklike maksude mõju konkurentsivõimele. (2014). Eesti Elektritööstuse Liit.
<http://www.elektriliit.ee/sites/default/files/pdf/ETL%20RAPORT%20Elektri%20v%C3%B5rguteenuse%20ja%20riiklike%20maksude%20m%C3%B5ju%20konkurentsiv%C3%B5imele.pdf>
[Kasutatud 12. 03. 2016]
- [33] Elektrilevi OÜ kodulehekülje andmed. <http://www.elektrilevi.ee>
[Kasutatud 20. 03. 2016]
- [34] Elektriturseadus- *Riigi Teataja*, I, 30.06.2015, 43.
- [35] Võrguteenuse hinna kujunemine. Elektrilevi OÜ artikkel.
<https://www.elektrilevi.ee/blogi/-/blogs/2014/10/17/kuidas-kujuneb-vorguteenuse-hind>.
[Kasutatud 21. 03. 2016]
- [36] Vali, L. Aruanne energiamajanduse arengukava elektrimajanduse (elektrivõrgu) tegevuskava koostamisest. Energiatalgud.
http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/b/b5/ENMAK_2030._Elektriv%C3%B5rgu_stseariumite_aruanne.pdf [Kasutatud 12. 03. 2016]
- [37] Võrguteenuste kvaliteedinõuded ja võrgutasude vähendamise tingimused kvaliteedinõuete rikkumise korral- *Riigi Teataja*, RTL 2005, 41, 582.

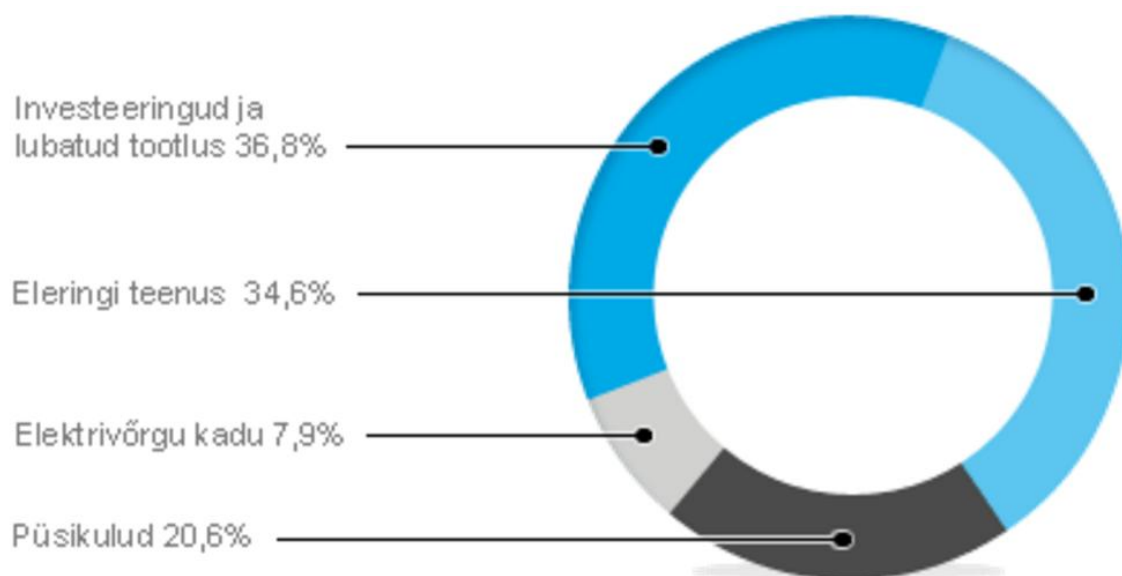
Lisad

L.1. Elektrilevi OÜ investeeringute programmide plaan aastani 2023 reaalhindades

Programm	Ühik	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nõuetekohasuse tagamine	Tuhat eurot	7125	7870	9746	9059	9001	8690	7737	7937	6963
Pingekvaliteedi tagamine	Tuhat eurot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kauglugemine	Tuhat eurot	23161	21173	0	0	0	0	0	0	0
Hajatihe KP varustuskindluse parandamine	Tuhat eurot	8380	7517	14395	13688	14179	15153	17196	18976	20746
Maaühendusvoolude kompenseerimine	Tuhat eurot	1187	1153	293	264	257	251	244	238	232
Piirkonna alajaamade rekonstrueerimine	Tuhat eurot	3610	1852	2273	10563	10287	10862	10587	11112	10831
Investeeringud rikete vähendamiseks	Tuhat eurot	7125	7870	10829	8136	6944	5598	3665	1905	1857
Võrgumüügi laiendamine sh liitumised	Tuhat eurot	30396	21170	27768	28052	27755	27462	27174	26890	27383
Muu	Tuhat eurot	19550	25777	27832	23369	24701	25098	26500	26029	25060
Kokku	Tuhat eurot	100534	94382	93136	93131	93124	93114	93103	93087	93072

Allikas: [12]

L.2. Elektrilevi võrgutasu komponentide osatähtsus 01.04.2014 seisuga



Allikas: [35]

L.3. ENMAK stsenaariumide maksumuse ja tulemuste prognoos

Maksumus €	Mittesekkuv	Reaalne	Panustav
Otsekulu 2015-2030 ³	2116 milj.€	3566 milj.€	5564 milj.€
Sh investeeringud	1246 milj.€	2696 milj.€	4694 milj.€
Investeeringute % otsekulust	58,9%	75,6%	84,3%
Väliskulud kokku 2015- 2030	310	374	491
Maksumus kokku 2015- 2030	2426 milj.€	3940 milj.€	6055 milj.€

Allikas: [25]

L.4. Investeeringute mõju võrguteenuse hinnale arvutustabel

Stsenaarium	Kategooria	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Tarbimine GWh/a	6337	6407	6477	6548	6620	6693	6767	6841
ENAMK Mittesekkuv	Lisa investeering K€/a	53333	53333	53333	53333	53333	53333	53333	53333
	Amordi eraldis K€/a	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333
	Lubatud tulukus K€/a	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840
	Hinnatõus €/MWh	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,76
	Uus inv. komp. €/MWh	14,20	14,19	14,18	14,17	14,16	14,15	14,14	14,14
	Inv komp tõus %	6,10%	6,04%	5,97%	5,90%	5,84%	5,78%	5,71%	5,65%
	Uus teenuse hind €/MWh	37,17	37,16	37,15	37,14	37,13	37,12	37,11	37,11
	Hinnatõus baashinnast %	2,25%	2,22%	2,20%	2,17%	2,15%	2,13%	2,10%	2,08%
ENAMK Reaalne	Lisa investeering K€/a	146667	146667	146667	146667	146667	146667	146667	146667
	Amordi eraldis K€/a	3667	3667	3667	3667	3667	3667	3667	3667
	Lubatud tulukus K€/a	10560	10560	10560	10560	10560	10560	10560	10560
	Hinnatõus €/MWh	2,25	2,22	2,20	2,17	2,15	2,13	2,10	2,08
	Uus inv. komp. €/MWh	15,63	15,60	15,58	15,55	15,53	15,51	15,48	15,46
	Inv komp tõus %	16,78%	16,60%	16,42%	16,24%	16,06%	15,89%	15,71%	15,54%
	Uus teenuse hind €/MWh	38,60	38,57	38,55	38,52	38,50	38,48	38,45	38,43
	Hinnatõus baashinnast %	6,18%	6,11%	6,04%	5,98%	5,91%	5,85%	5,78%	5,72%
ENAMK Pamustav	Lisa investeering K€/a	266667	266667	266667	266667	266667	266667	266667	266667
	Amordi eraldis K€/a	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667	6667
	Lubatud tulukus K€/a	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200
	Hinnatõus €/MWh	4,08	4,04	3,99	3,95	3,91	3,86	3,82	3,78
	Uus inv. komp. €/MWh	17,46	17,42	17,37	17,33	17,29	17,24	17,20	17,16
	Inv komp tõus %	30,51%	30,18%	29,85%	29,52%	29,20%	28,88%	28,57%	28,26%
	Uus teenuse hind €/MWh	40,43	40,39	40,34	40,30	40,26	40,21	40,17	40,13
	Hinnatõus baashinnast %	11,23%	11,11%	10,99%	10,87%	10,75%	10,63%	10,52%	10,40%

ELV SAIDI 130	Lisa investering K€/a	140000	140000	140000	140000	140000	140000	140000	140000
	Amordi eraldis K€/a	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
	Lubatud tulukus K€/a	10080	10080	10080	10080	10080	10080	10080	10080
	Hinnatõus €/MWh	2,14	2,12	2,10	2,07	2,05	2,03	2,01	1,98
	Uus inv. komp. €/MWh	15,52	15,50	15,48	15,45	15,43	15,41	15,39	15,36
	Inv komp tõus %	16,02%	15,84%	15,67%	15,50%	15,33%	15,16%	15,00%	14,84%
	Uus teenuse hind €/MWh	38,49	38,47	38,45	38,42	38,40	38,38	38,36	38,33
	Hinnatõus baashinnast %	5,90%	5,83%	5,77%	5,71%	5,64%	5,58%	5,52%	5,46%
ELV SAIDI 90	Lisa investering K€/a	166667	166667	166667	166667	166667	166667	166667	166667
	Amordi eraldis K€/a	4167	4167	4167	4167	4167	4167	4167	4167
	Lubatud tulukus K€/a	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
	Hinnatõus €/MWh	2,55	2,52	2,50	2,47	2,44	2,42	2,39	2,36
	Uus inv. komp. €/MWh	15,93	15,90	15,88	15,85	15,82	15,80	15,77	15,74
	Inv komp tõus %	19,07%	18,86%	18,65%	18,45%	18,25%	18,05%	17,86%	17,66%
	Uus teenuse hind €/MWh	38,90	38,87	38,85	38,82	38,79	38,77	38,74	38,71
	Hinnatõus baashinnast %	7,02%	6,94%	6,87%	6,79%	6,72%	6,64%	6,57%	6,50%

L.5. Elektrilevi tüüpilise kodutarbija elektriarve komponendid



Allikas: [33]