

TAL TECH

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

**PROSUUMERITE PAINDLIKKUSE JA SELLE
RAKENDAMISVÕIMALUSTE UURIMINE
EXPLORING THE FLEXIBILITY OF PROSUMERS AND ITS
APPLICATION POSSIBILITIES
BAKALAUREUSETÖÖ**

Üliõpilane: Merilin Metsik

Üliõpilaskood: 206747EAAB

Juhendaja: Argo Rosin, Teadusprodekaan,
Inseneriteaduskonna dekaanat

Kaasjuhendaja: Hannes Agabus

Tallinn 2023

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 2023

Autor: Merilin Metsik

/ nimi ja allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." 2023

Juhendaja: Argo Rosin

/ nimi ja allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."2023 .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Merilin Metsik

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Prosuumerite paindlikkuse ja selle rakendamisvõimaluste uurimine,

mille juhendaja on Argo Rosin,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

_____ (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

Autor: Merilin Metsik

Lõputöö liik: Bakalaureusetöö

Töö pealkiri: Prosuumerite paindlikkuse ja selle rakendamisevõimaluste uurimine

Kuupäev:
18.05.2023

64 lk

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Inseneriteaduskond

Instituut: Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Töö juhendaja(d): Kaasprofessor tennuris Argo Rosin, Hannes Agabus

Töö konsultant (konsultandid): Vahur Maask, Tarmo Korõtko

Sisu kirjeldus:

Lõputöö oluliseks ajendiks oli uurida, kuidas oleks võimalik soosida kodutarbijatest prosumereid senisest enam oma tarbimist juhtima ja elektrisüsteemile paindlikkust pakkuma. Lõputöö eesmärgiks on uurida, milline on kodutarbijatest prosuumerite paindlikkus elektrisüsteemi vaates ja mis motiveerib neid seda paindlikkust turule pakkuma.

Töö on jaotatud viieks põhipeatükiks:

- Esimeses peatükis antakse ülevaade elektrisüsteemi arengust.
- Teises peatükis käsitletakse elektrisüsteemi paindlikkust ja selle vajalikkust.
- Kolmandas peatükis uuritakse, millised on peamised potentsiaalsed paindlikkuse pakkujad, sealhulgas prosuumerid.
- Neljandas peatükis antakse ülevaade paindlikkusuuringu läbiviimiseks valitud küsitluskeskkonna valikust ning küsitluse koostamise protsessist.
- Viiendas peatükis antakse ülevaade uuringu läbiviimisest, analüüsitakse saadud tulemusi ja antakse turuosalistele soovitusi edaspidiste arenduste osas.

Töö tulemusel võib väita, et enamik kodutarbijatest prosumereid on valmis oma tarbimist juhtima, kuid selleks tuleb senisest rohkem pöörata tähelepanu teadlikkuse tõstmisele ja senisest paremate paindlikkust pakkuvate toodete ja teenuste väljatöötamisele.

Märksõnad: elektrisüsteemi paindlikkus, tarbimise juhtimine, prosuumerid, elektriturg, paindlikkusuuring.

ABSTRACT

Author: Merilin Metsik

Type of the work: Bachelor Thesis

Title: Exploring the flexibility of prosumers and its application possibilities

Date: 18.05.2023

64 pages

University: Tallinn University of Technology

School: School of Engineering

Department: Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics

Supervisor(s) of the thesis: Tenures Associate Professor Argo Rosin, Hannes Agabus

Consultant(s): Vahur Maask, Tarmo Korõtko

Abstract:

The most important motivation of the thesis was to investigate how it would be possible to encourage prosumers that are home consumers to manage their consumption more than before and to offer flexibility to the electricity system. The aim of the thesis is to investigate the flexibility of home consumers in terms of the electricity system and what motivates them to offer this flexibility to the market.

The work is divided into five main chapters, where the first chapter provides an overview of the development of the electricity system. The second chapter discusses the flexibility of the electricity system and its necessity. In the third chapter the main flexibility sources, including prosumers are explored. The fourth chapter provides an overview of the selection of the survey environment chosen for conducting the flexibility survey and the process of preparing the survey. In the fifth chapter, an overview of the research is given, the results are analyzed and recommendations are given to market participants regarding future developments.

As a result of the work, it can be said that the majority of home prosumers are ready to manage their consumption, but for this, more attention must be paid to raising awareness and the development of products and services that offer better flexibility than before.

Keywords: electricity system flexibility, consumption management, prosumer, electricity market, flexibility study.

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema:	Prosumerite paindlikkuse ja selle rakendamise võimaluste uurimine
Lõputöö teema inglise keeles:	
Üliõpilane:	Merilin Metsik, 206747EAAB
Eriala:	Elektroenergeetika ja mehhatroonika
Lõputöö liik:	bakalaureusetöö
Lõputöö juhendaja:	Argo Rosin
Lõputöö kaasjuhendaja: (ettevõtte, amet ja kontakt)	Hannes Agabus
Lõputöö ülesande kehtivusaeg:	kehtivusaja annab juhendaja 2022/2023 2022/2023 Kevad
Lõputöö esitamise tähtaeg:	18.05.23

Üliõpilane (allkiri)

Õppekava juht (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Kaasjuhendaja (allkiri)

1. Teema põhjendus

Raskelt ennustatava taastuvenergia laiaulatusliku lisandumise ja elektritarbimise enneolematu kasvu (elekromobiilsuse ja Power-to-X) valguses on elektrisüsteemi paindlikkuse suurendamine äärmiselt oluline. Muudatused elektrisüsteemis, kus tarbimise järgimise kontseptsioonilt tuleb üle minna tootmise järgimise kontseptsioonile, eeldab terve elektrisüsteemi paindlikkuse kasvu. Paindlikkuse kasv saab toimuda ainult läbi lõpptarbija tõhusama kaasamise (sh tarbimise juhtimise, energiasalvestite märkimisväärse lisandumise ja juhtimise, jõuelektronika laialdase rakendamise), elektrituru-füüsilise elektrisüsteemi osade tõhusama koostoime (sh kasutades tehisintellekti) ning teiste majandussektorite vahelise integratsiooni energeetikasektoriga. Täna on kodumajapidamiste paindlikkuse potentsiaal suuresti kasutamata erinevatel põhjustel. Näiteks on piiravad tegurid regulatiivsed, tehnilised ja

majanduslikud. Millised piiravad tegurid enim mõjutavad prosumerite otsuseid vajabki seetõttu täiendavaid uuringuid.

2. Töö eesmärk

Töö eesmärgiks on uurida, milline on prosumerite paindlikkus elektrisüsteemi vaates ning millised on motivaatorid seda paindlikkust turule pakkuda.

3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

1. Miks on elektrisüsteemi paindlikkus oluline?
2. Kes on potentsiaalsed elektrisüsteemile paindlikkuse pakkujad?
3. Kuidas liigitada prosumereid (nt teadlikkus, elektripaigaldise eripära, harjumuste, paindlikkuseadmete järgi)?
4. Millised on vahendid ja meetodid (nt intervjuud, veebiküsitlus jne) ning nende eripära, millega viia prosumerite hulgas läbi paindlikkuse uuringut?
5. Millised on prosumerite motivatsioonimehhanismid paindlikkust pakkuda?
6. Millised on peamised paindlikkust võimaldavad seadmed, mille juhtimisega prosumerid on nõus?
7. Kuidas soosida prosumereid oma paindlikkust pakkuma?

4. Lähteandmed

Püstitatud eesmärkide täitmiseks kasutatakse lähteandmete leidmiseks statistikaameti kodulehekülge, tarbimise juhtimise alast siseriiklikku ja rahvusvahelist kirjandust ning läbi viidavat uuringut, mille tulemusi analüüsitakse töö käigus.

5. Uurimismeetodid

Töö tulemusteni jõutakse veebis läbiviidava uuringu ning intervjuude abil. Saadud andmeid analüüsitakse Exceli ja küsitluskeskkondade poolt pakutavate tööriistade abil.

6. Graafiline osa

Graafiline osa tuleb peamiselt töö põhiosasse ning seal kajastatakse küsitluse tulemusi.

7. Töö struktuur

1. Sissejuhatus
2. Elektrisüsteemi areng
3. Elektrisüsteemi paindlikkus
4. Paindlikkuse pakkujad sh prosumerid
5. Uuringu ettevalmistamine ja uurimismeetodid
6. Uuringu läbiviimine
7. Paindlikkusuuringu analüüs (sh motivatsioonimehhanismid, seadmed jne)
8. Ettepanekud paindlikkuse kasutuselevõtu soosimiseks
9. Kokkuvõte

8. Kasutatud kirjanduse allikad

1. IEEE ja Scopus prosumerite paindlikkust käsitlevad ariklid.
2. Rosin, A.; Drovtar, I.; Link, S.; Hõimoja, H.; Mölder, H.; Möller, T. (2014). Tarbimise juhtimine – suurtarbijate koormusgraafikute salvestamine ning analüüs juhtimise rakendamise võimaluste tuvastamiseks. Elering.
3. Carter, S.; Desai, R.; Forsman, J.; Martin, M.; Pearce, O; Steel, B.; Vestli, M. DEMAND-SIDE RESPONSE AS SOURCE FOR FLEXIBILITY, ISBN 978-9949-38-667-3. Tallinn 2015
4. Muu paindlikkust ja küsitluste läbiviimise meetodikat käsitlev kirjandus

9. Lõputöö konsultandid

Vahur Maask (prosumerite paindlikkuslahendused), Tarmo Korõtko (kogukonnavõrgud).

10. Töö etapid ja ajakava

Kirjanduse läbitöötamine ja küsitlusmeetodite uurimine (01.12.2022)

Küsimustiku koostamine (31.01.2022)

Küsimustiku läbiviimine (31.03.2022)

Teooriaosa kirjutamine (31.03.2023)

Tulemuste analüüs (15.04.2023)

Ettepanekud ja kokkuvõte (15.04.2023)

Töö juhendajale ülevaatamiseks (15.04.2023)

Lõplik versioon (15.05.2023)

SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE	4
ABSTRACT	5
EESSÕNA	9
SISSEJUHATUS	10
1 ELEKTRISÜSTEEMI ARENG	11
2 ELEKTRISÜSTEEMI PAINDLIKKUS	13
3 PAINDLIKKUSE PAKKIJAD SH PROSUUMERID	16
4 UURINGU ETTEVALMISTAMINE JA UURIMISMEETODID	19
4.1 Küsitluskeskkonna valimine.....	19
4.2 Küsitluse koostamine	21
4.2.1 Üldküsimuste koostamine.....	21
4.2.2 Harjumuste ja eelistuste küsimuste koostamine	22
4.2.3 Teadlikkuse ja katkestuste kohta käivate küsimuste koostamine	23
5 PAINDLIKKUSUURINGU LÄBIVIIMINE JA ANALÜÜS.....	25
5.1 Paindlikkusuuringu läbiviimine	25
5.2 Paindlikkusuuringu tulemused	25
5.2.1 Valim	26
5.2.2 Harjumused ja eelistused	30
5.2.3 Teadlikkus ja katkestused.....	37
5.3 Analüüs	43
5.3.1 Valimi analüüs	43
5.3.2 Harjumuste ja eelistuste analüüs.....	45
5.3.3 Teadlikkuse ja voolukatkestuste analüüs	47
5.4 Ettepanekud.....	50
KOKKUVÕTE	53
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	55
LISAD	59
Lisa 1 Üldküsimused	59
Lisa 2 Harjumused ja eelistused	60
Lisa 3 Teadlikkus ja katkestused	62
Lisa 4 Küsitluse sissejuhatus.....	64

EESSÕNA

Käesoleva lõputöö teema sõnastati Tallinna Tehnikaülikooli mikrovõrkude ja metroloogia uurimisrühma juhi, Argo Rosina algatusel. Töö koostati Tallinnas ja põhilised algandmed koguti Tallinna Tehnikaülikoolis. Lõputöö valmimisele aitasid kaasa TalTechist Hannes Agabus, Arvo Oorn, Imre Drovтар ja Tarmo Korõtko.

Kõige suuremat tänu avaldan enda lõputöö juhendajale, professor Argo Rosinale, kannatlikkuse ja konstruktiivse tagasiside eest, milleta see töö poleks ilmselt valminud.

Ühtlasi soovin tänada Anneli ja Indrek Kuuske, Laura-Liis Soodlat, Mari-Liis ja Rivo Õpikut, Raigo Zarinovit ning Evelin Metsikut, kes nõustusid olema küsitluse kontrollgrupiks. Samuti Jaanus ja Riina Metsikut, Ursula Saaret ja Raul Peeti, kes kogu töö valmimise aja mulle toeks ja nõuandjateks olid.

SISSEJUHATUS

Maailm on alati olnud muutlik, ning hetkel toimuvad globaalselt liikumised nii muude majandusvaldkondade kui ka energeetika rohelisemaks muutmiseks, millega ka Eestis kaasneb taastuenergia hajatootjate lisandumine ning elektritarbimise suur kasv. Nende muutuste vaates kujuneb elektri varustuskindluse ning elektrisüsteemi stabiilsuse tagamine keeruliseks ülesandeks. Üks elektrivõrgu paindlikkuse tagamise viise oleks prosumerite ehk elektrit tootvate tarbijate laialdane kaasamine elektrisüsteemi tasakaalustamiseks. Antud uurimistöo eesmärgiks on uurida, milline on kodutarbijatest prosumerite paindlikkus elektrisüsteemi vaates ning millised on motivaatorid seda paindlikkust turule pakkuda. Kodutarbijatest prosumerite paindlikkuse all peetakse eelkõige silmas tarbimise juhtimist, aga ka lokaalset elektritootmist ja energia salvestamist.

Muudatused elektrisüsteemis, kus tarbimise järgimise kontseptsioonilt tuleb üle minna tootmise järgimise kontseptsioonile, eeldavad terve elektrisüsteemi paindlikkuse kasvu. Elektrisüsteemi paindlikkuse kasv saab toimuda ainult läbi lõpptarbija tõhusama kaasamise (sh tarbimise juhtimise, energiasalvestite märkimisväärse lisandumise ja juhtimise, jõuelektroonika laialdase rakendamise), elektrituru-füüsilise elektrisüsteemi osade tõhusama koostoime (sh kasutades tehisintellekti) ning teiste majandussektorite vahelise integratsiooni energeetikasektoriga. Täna on kodumajapidamiste paindlikkuse potentsiaal suuresti kasutamata erinevatel põhjustel. Näiteks on piiravad tegurid regulatiivsed, tehnilised ja majanduslikud. Millised piiravad tegurid enim mõjutavad prosumerite otsuseid vajabki seetõttu täiendavaid uuringuid.

Suurem süsteempaindlikkus on oluline selleks, et tasakaalustada kiireid ennustamatuid muutusi, tarbimise või tootmise ennustusvigasid, netovarieeruvusi ja seejuures ka elektrihinna kõikumisi. Ühtlasi toimub ka sesoonne tasakaalustamine, mis ühtlustab aastaegadest tulenevaid kõikumisi. Eesti vaates on see eriti tähtis, kuna lisaks eeltoodud aspektidele aitab paindlikkus tagada ka elektrivarustuskindlust ja stabiilset sagedust, mis omakorda suurendab riiklikku julgeolekut.

Käesoleva töö raames viidi läbi uuring, mille tulemusi saavad näiteks tehnoloogiate väljatöötajad, agregaatorid ja võrguoperaatorid tulevikus kasutada. Uuringu läbiviimiseks kasutati Forms.app [1] küsitluskeskkonda, milles loodud küsitlust jagati sihtgrupile. Küsitluskeskkonna valik, küsitluse koostamise protsess ning küsitluse analüüs on lisaks teema aktuaalsusele aspektid, mida antud töö peatükkides käsitletakse. Ühtlasi on lisades esitatud pildid küsitluskeskkonnast, et anda keskkonnast ning küsitluse sisust detailsem ülevaade.

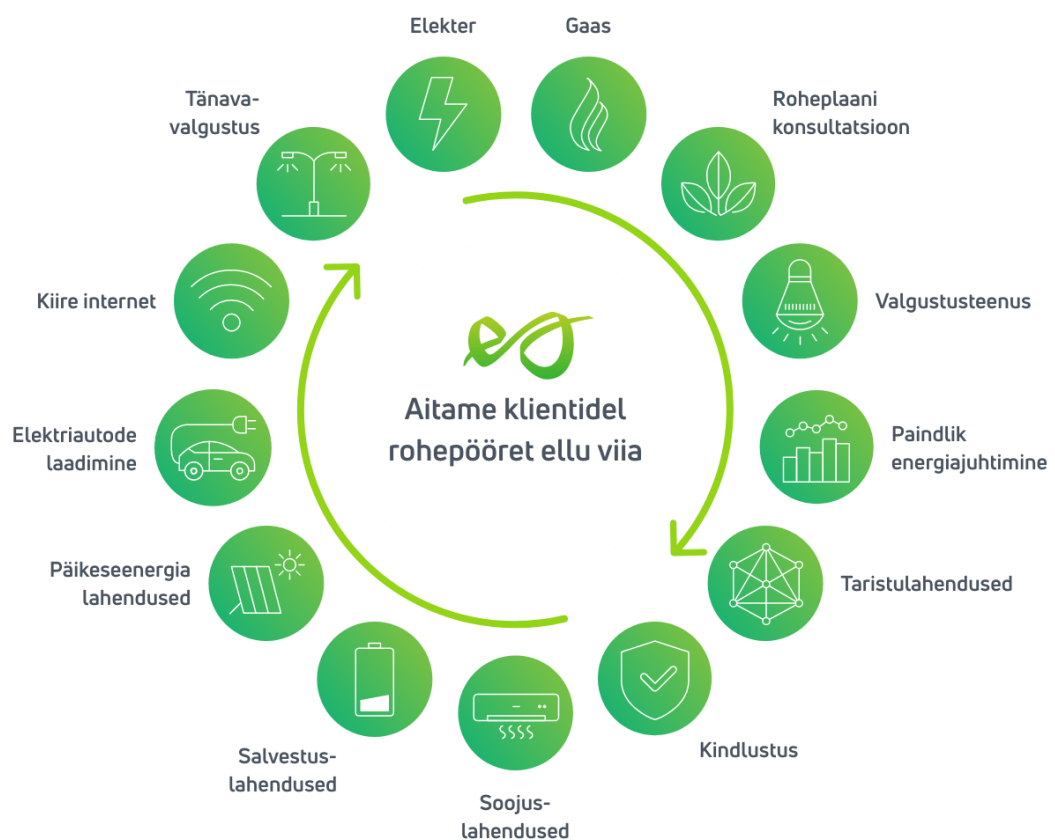
1 ELEKTRISÜSTEEMI ARENG

Eesti elektrisüsteem on pidevalt arenenud, kuid kõige suurem põhimõtteline areng toimub energeetikas just praegu, mil Euroopa Liidu strateegia saada aastaks 2050 kliimaneutraalseks [2] esitab tõsise väljakutse kõikide Euroopa riikide majandusharudele, sh energeetikasektorile. Tuleviku energeetikat iseloomustavad 5 peamist trendi: dekarboniseerimine, elektrifitseerimine, detsentraliseerimine, digitaliseerimine ja sektorite vaheline koostöö, mis toob kaasa laiaulatuslikud muutused elektritootmises ja -tarbimises [3][4]. Ühelt poolt toimub raskelt ennustatava taastuenergia laiaulatuslik lisandumine ja teiselt poolt elektritarbimise enneolematu kasv. Eeldatavalt 50% lisanduvatest taastuenergiaallikatest ühendatakse jaotusvõrku, millest 25...50% on jõuelektroonika abil võrku lisanduvad alalisvoolu lahendused [4]. Kasvav elektritootmise ja -tarbimise juhuslikkus ning energiavoogude sage muutus on väljakutse elektrisüsteemile mitmes vaates: halveneb elektri kvaliteet, varustuskindlus ja võrgu komponentide töökindlus, suurenevad võrgukaod ja hinnakõikumised lõpptarbijal jpm [3][4].[5]

Elektrit tootvate tarbijate ehk prosumerite ning taastuenergiaallikate ja elektromobiilsuse lisandumine madal- ja keskpinge võrkudesse tekitab elektri kvaliteedi probleeme, mida saab lahendada elektrivõrgu tugevdamise või paindlikkuse suurendamisega [6]. Elektrivõrgu tugevdamine on aeglaselt arenevates võrgupiirkondades majanduslikult kulukam lahendus kui paindlikkuse suurendamine [7]. Paindlikkus kirjeldab astet, mil määral suudab elektrisüsteem kohandada elektrinõudlust või -tootmist vastavalt nii eeldatavale kui ka ootamatule tootmise või tarbimise kõikumisele [8]-[10]. Paindlikkuse puudumist iseloomustavad elektrivõrgus pinge [11]-[13], sageduse [14] ja elektriinna kõikumised [15]. Need on ka peamised probleemid, mida paindlikkuse suurendamisega lahendatakse. Muudatused elektrisüsteemis, kus tarbimise järgimise kontseptsioonilt tuleb üle minna tootmise järgimise kontseptsioonile, eeldavad terve elektrisüsteemi paindlikkuse kasvu. Paindlikkuse kasv saab toimuda ainult läbi lõpptarbijatõhusama kaasamise (sh tarbimise juhtimise, energiasalvestite märkimisväärse lisandumise ja juhtimise, jõuelektroonika laialdase rakendamise), elektrituru-füüsilise elektrisüsteemi osade tõhusama koostoime (sh kasutades tehisintellekti) ning teiste majandussektorite vahelise integratsiooni energeetikasektoriga. See tähendab, et elekter muutub keskseks ressursiks, mida tuleb lokaalselt salvestada näiteks „Power to X“ rakendustes (soojusena, elektrina, sünteeskütustena, pooltoodetena jne), et tasandada juhuslikku taastuenergiaallikate põhist elektritootmist. Paindlikkuslahendustes tarbimise

juhtimine koos elektri salvestamisega aitab kulutõhusamalt tagada ka lõpptarbija mugavust [16][6].[5]

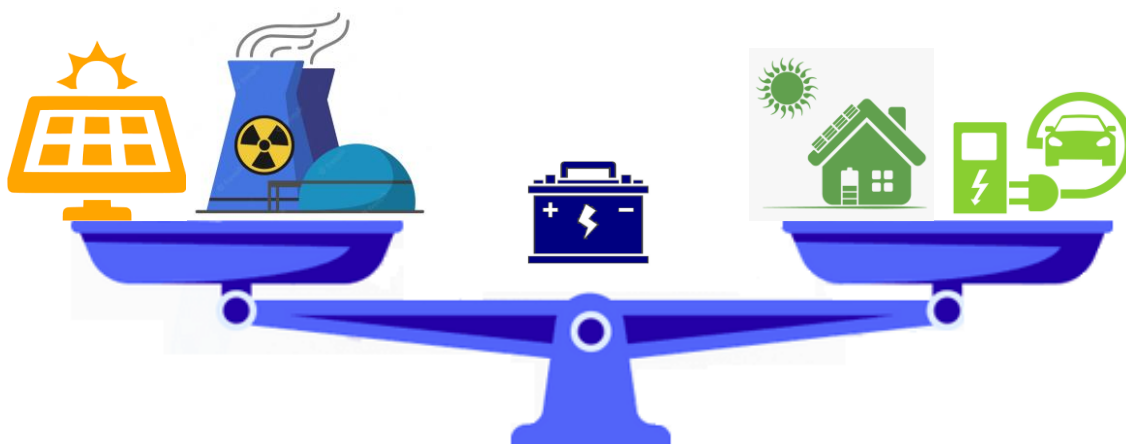
Hea näitena uuenduslikkusest ja rohelisest mõtteviisist on Eesti Energia loonud pildi (joonis 1.1) enda rohepöörde ellu viimise plaanist ning seejuures lubanud vastutada selle eest, et neile usaldatud maavarad, tehnoloogia ja elektrivõrk oleksid kasutatud parimal võimalikul viisil. Samuti lubab Eesti Energia muuta energiatootmist üha keskkonnasäästlikumaks ning otsida pidevalt uusi võimalusi kliendile parema teenuse pakkumiseks ja energeetika arendamiseks. [17]



Joonis 1.1. Eesti Energia rohepöörde elluviimise skeem [17]

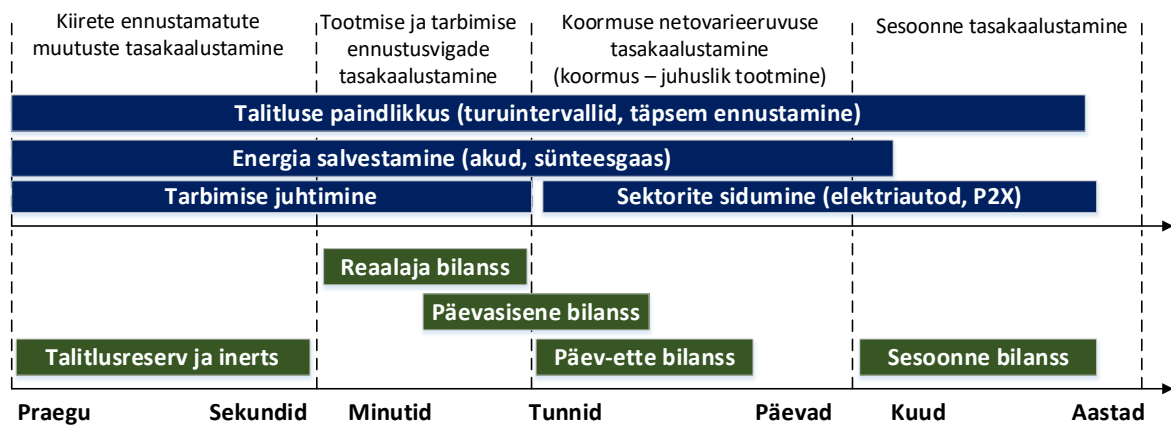
2 ELEKTRISÜSTEEMI PAINDLIKKUS

Muutuva elektrisüsteemiga toimetulemiseks ja energia muundamise võimaldamiseks on vaja mitmeid tegevusi, kus digitaliseerimise, automatiseerimise ja suurema tootmise varieeruvuse suurenemine eeldab paindlikkuse vajadust. Elektrisüsteemi paindlikkus on elektrisüsteemi võimekus tagada võrgus stabiilsust. Paindlikkust suurendavad lahendused on tulevase elektrisüsteemi jaoks olulised [18]. Joonisel 2.1 on kujutatud elektrisüsteemi tasakaal ehk paindlikkus [19].



Joonis 2.1. Paindlikkus[19]

Elektrisüsteemi tasakaalustamise võimekus ehk elektrisüsteemi paindlikkus on üks võtmefaktoreid tulevikus elektri varustuskindluse tagamiseks. Karmistuv kliimapoliitika, rohepööre (Fit for 55, 2030 aastaks), desünkroniseerimine (01.2026) ning energiakriis ja energiapuuduse tagamine tekitavad elektrisüsteemi ebastabiilsust elektri tarbimise ja tootmise juhuslikkuse, elektrisõidukite kasutuselevõtu ja elektri hajatootmise tõttu. Samuti suureneb võrgusuunaline energiavoog, mida võrk ei pruugi alati valmis olla vastu võtma, mis omakorda tekitab võrgus probleeme. Paindlikkuse tagamiseks elektrisüsteemis on vaja teha tegevusi, mis sellega aitavad. Joonisel 2.2 on näha erinevad põhjused paindlikkuse hankimiseks, viisid, kuidas seda paindlikkust tagada ja aeg, mille jooksul seda tehakse. Näiteks on kiirete ennustamatute muutuste tasakaalustamiseks sobiv tarbimist juhtida, energiat salvestada või talitluse paindlikkust kasutada [19].



Joonis 2.2. Paindlikkuse vajadus [19]

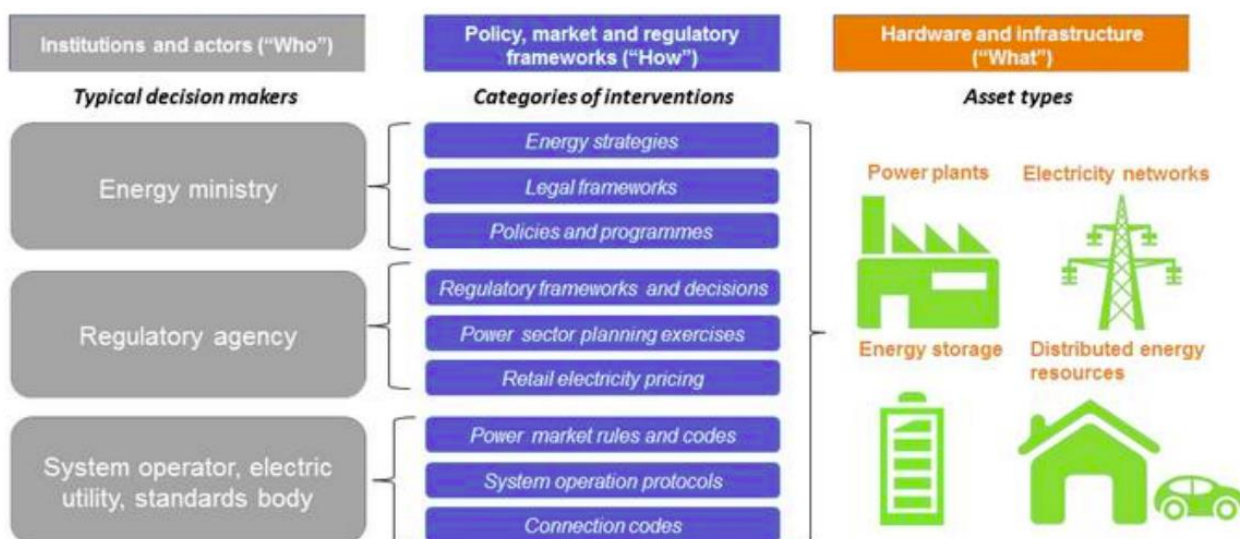
Vaatamata tänasele elektrihinna volatiilsuse kasvule ei ole lõpptarbija vaates tekkinud märkimisväärset motivatsiooni kasutada olemasolevate seadmete paindlikkust või suurendada seda nt lokaalsete energiasalvestite lisamisega. Põhjuseid on mitmed: teadlikkus, oskused, kasutajate (sh soolised) iseärasused ja sobivate tehniliste lahenduste kättesaadavus. Vastavalt Pöyry Management Consulting OY ning selle ala asjatundjate koostöös läbiviidud uuringule on kodumajapidamiste ning äri- ja avaliku sektori hoonete paindlikkuse kasutuselevõtt võrreldes tööstusega tasuvuse vaates küsitavam [20], sest võimsused juhitava ühiku kohta on madalamad. Samas tööstuse paindlikkuse potentsiaal [21] võrreldes teiste sektoritega moodustab sõltuvalt sesoonsusest ainult 16...30%, kodumajapidamiste ning äri- ja teenindussektori hooned seevastu moodustavad 70...84% paindlikkuse potentsiaalid. Eelolev uuring näitas, et paindlikkuse potentsiaal kodumajapidamistes on suurim, 25...56 % kogu potentsiaalid. Kiireimad muutused toimuvad täna just kodumajapidamistes, muutudes prosumeriteks ja moodustades geograafiliselt sarnaselt käituvaid kogukondasid. Teema aktuaalsust tõstab esile ka uuring [22], kus on hinnatud Põhja-Euroopas (Rootsi, Taani, Norra, Soome, Eesti, Läti Leedu) paindlikkuse potentsiaaliks lausa 12...23 GW ehk 15...30% regiooni tiputarbimisest. Seega on Põhja- Euroopas kodumajapidamistel ning äri ja teenindussektoril põhinevate energiaühistute paindlikkuse potentsiaal vahemikus 8...19 GW (millest 3...13 GW kodumajapidamistes). Eestis on energiaühistute paindlikkuse potentsiaal sõltuvalt sesoonsusest 150...350MW (arvestamata üheaegsust). See potentsiaal on elektromobiilsuse, *Power to X* ja salvestustehnoloogiate kasutuselevõtu vaates kasvav ja kasutamata nii Eestis kui ka mujal maailmas.[5]

Vaatamata kogu maailmas publitseeritud rohkem kui 200-300 energiaühistute paindlikkust käsitlevale teadusartiklile [23][24] ja läbi viidud uurimistööle, piiravad paindlikkuse kasutuselevõttu energiaühistute kontekstis mitmed tehnoloogilised,

regulatiivsed, majanduslikud ja sotsiaalsed asjaolud [9]. Näiteks kodumajapidamistel põhinevate prosumerite paindlikkust on kõige keerulisem kasutusele võtta, sest koormused on vajaduspõhised, tekitavad tarbijale ebamugavusi, ilma et nad näeksid olulist rahalist kasu [25]. Kirjanduses on oluliselt vähem kajastust leidnud sotsiaalsed aspektid nagu erinev teadlikkuse tase, käitumisharjumused, motiveeritus, erinev hinnatundlikkus, soolised iseärasused. Prosumerite poolne paindlikkuse väljaehitamine lähtub peamiselt kasutamismugavusest või vahetust kasust, mitte elektrisüsteemi vajadustest. Paindlikkusteenused ja -lahendused lähtuvad seevastu elektrisüsteemi vajadustest. Kaks erisuunalist vaadet on takistanud paindlikkusturu korraldiku väljaarendamist. Samuti tehnoloogilised piirangud seadmete ühildamiseks paindlikkuslahenduste ja -teenustega takistavad nende kasutuselevõttu.[5]

Erinevad paindlikkuse instrumendid on kujutatud joonisel 2.3. Nende jaotus on järgnev:

- institutsioonid ja täideviijad – energiaministeerium, seadusandlus, süsteemioperaatorid jms;
- seadusandlus ja turgu piiravad faktorid – energiasstrateegia, elektrituru hinnastamine, süsteemioperatsioonide protokollid;
- riistvara ja infrastruktuur – elektrijaamad, elektrivõrk, energiasalvestid ja hajutatud energiaressursid.



Joonis 2.3. Paindlikkuse instrumendid [26]

3 PAINDLIKKUSE PAKKUJAD

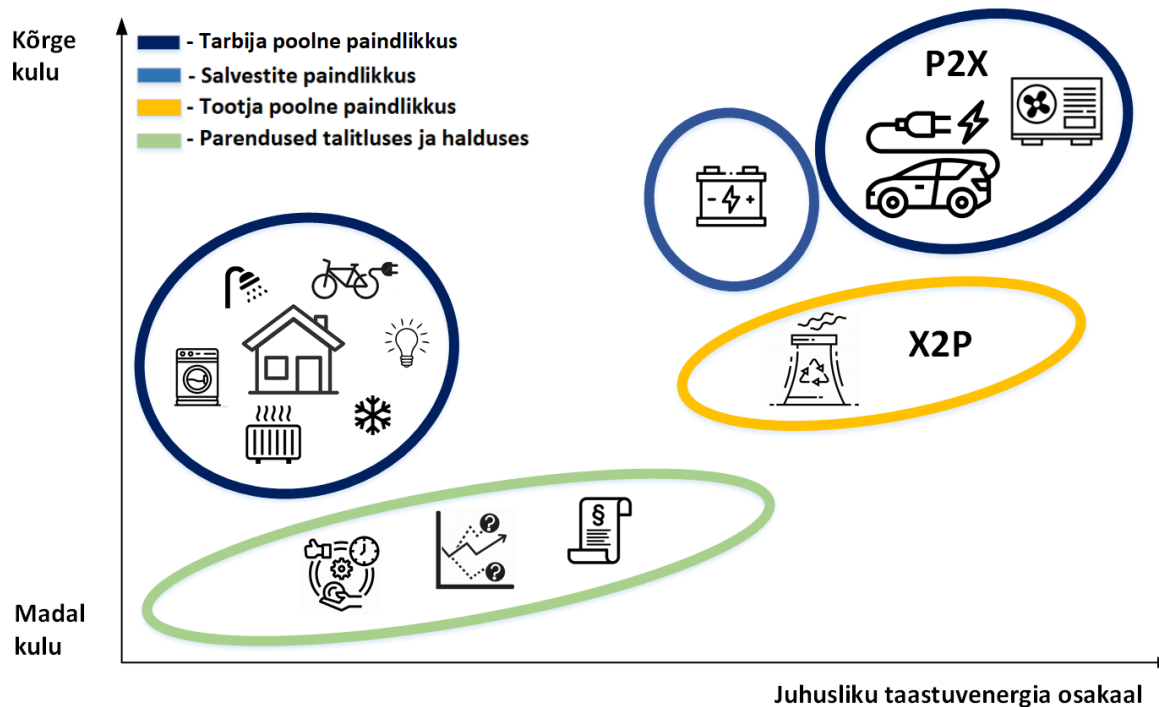
Tasuva taastuenergia integratsiooni võimaldamiseks ja süsinikdioksiidi vähendamise eesmärkide saavutamiseks nõuab elektrisüsteem ressurside tõhusat kasutamist nii pakkumise kui ka nõudluse poolel. Tavapärased paindlikkuse ressursid hõlmavad nii paindlikku tarbimis- ja tootmisressurssi kui ka elektrisalvestust ja sektorite sidumist. [27]

Joonis 3.1 kujutab erinevaid viise, kuidas tarbijad ja teised turuosalised saavad elektrisüsteemi paindlikkust tagada. Antud viisid on joonisel paigutatud nende turule toomise kulu ja juhusliku taastuenergia osakaalu suhtena. Näiteks on kõige väiksema kuluga paindlikkust toetavad ja suurendavad meetmed tarbimise juhtimine, turgudega seotud regulatsioonide muutmine, tõhusam ennustamine jms. [19]

Üks potentsiaalsemaid paindlikkuse pakkujaid on kodutarbijad. Nende kontrollitavad ja paindlikud koormused hõlmavad kliimaseadmeid, külmikuid, nõudepesumasinaid, pesumasinaid, akude salvestussüsteeme ja elektrisõidukeid.[9] Näiteks saavad inimesed sisetemperatuuri muuta, muutes suvel õhukonditsioneeride temperatuuri seadeväärtusi.[28]

Käesolevas töös keskendutakse just kodutarbijatele seetõttu, et:

- Kodumajapidamiste paindlikkuse ressurss on suurim võrreldes teiste sektoritega [21];
- Kodude tasandil juhitavatest seadmetest on täpne ülevaade puudu;
- Kodumajapidamiste paindlikkuse ressurss on kõige kiiremini kasvav tänu elektriautode kui salvestite ja lokaalse tootmise lisandumisele. Vastavalt uuringutele 50% tootmisest lisandub jaotusvõrku;
- Puudus info kodumajapidamiste valmiduse kohta oma tarbimist juhtida ja millisel kujul. See on oluline kõigi turuosaliste vaates, sh tarbimise juhtimise seadmete valmistajate, agregatorite, bilansihaldurite vaates;
- Sealhulgas vajab uurimist motivatsioon, et teada saada kodumajapidamiste teadlikkusest, hoiakutest, ootustest, käitumismustritest, avatusest, eripäradest. Selle info alusel saavad turuosalised kohandada olemasolevaid ja koostada uusi ärimudeleid.



Joonis 3.1. Paindlikkuse pakkumise viisid [19]

Nagu ka eelnevalt mainitud, siis käesolevas töös keskendutakse põhiliselt kodutarbijatele sh kodutarbijatest prosumeritele. Minevikus on neid liigitatud erinevatel viisidel, näiteks on neid jagatud seotuse, paindlikkuse pakkumise ulatuse ning interaktsiooni aktiivsuse järgi.[29]

Selles töös liigitatakse kodutarbijatest prosumerid paindlikkusseadmete [30], teadlikkuse, harjumuste ning tarbimise juhtimiseks motiveerituse järgi, nagu on välja toodud ka järgnevalt tabelis 3.1. Paindlikkusseadmete järgi on võimalik neid jagada näiteks elektrisõidukeid, majapidamisseadmeid ning kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmeid omavateks prosumeriteks. Teadlikkuse põhjal saab neid jagada vähese ja hea teadlikkusega prosumeriteks. Harjumuste järgi saab nad jagada säästlikkudeks ning mittesäästlikkudeks. Motiveerituse põhjal grupeeritakse nad mitte motiveeritavateks ja hästi motiveeritavateks.

Tabel 3.1. Prosuumerite liigitusviisid

Liigitusviis	Liigid
Paindlikkuseadmete järgi	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrisõidukeid (elektriauto, elektrijalgratas, elektritõukeratas) omavad prosuumerid • Kodumajapidamisseadmeid (pesumasin, nõudepesumasin, tolmuimeja, pesukuivati, triikraud, printer, jne) omavad prosuumerid • Kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmeid (konditsioneer, õhksoojuspump, õhk-vesi soojuspump, maasoojuspump, põrandaküte, elektriahi, elektriradiaator, saunakeris, ventilaator) omavad prosuumerid
Teadlikkuse järgi	<ul style="list-style-type: none"> • Vähesese teadlikkusega prosuumerid • Hea teadlikkusega prosuumerid
Harjumuste järgi	<ul style="list-style-type: none"> • Mittesäästlike harjumustega prosuumerid • Säästlike harjumustega prosuumerid
Motiveerituse järgi	<ul style="list-style-type: none"> • Mitte motiveeritavad • Hästi motiveeritavad

4 UURINGU ETTEVALMISTAMINE JA UURIMISMEETODID

Järgnevides alapeatükkides käsitletakse küsitluse läbiviimiseks vajaliku küsitluskeskkonna valikut ja küsimustiku koostamise etappe. Välja on toodud küsitluskeskkonna valiku põhimõtte ning teised keskkonna variandid, mida kaaluti. Ühtlasi on esitatud ülevaade koostatud küsimustest.

4.1 Küsitluskeskkonna valimine

Küsitluse läbiviimiseks oli vaja leida selleks sobivaim keskkond. Kõige populaarsemateks uuringu teostamise viisideks on intervjuud, telefoniküsitlused ja veebiküsitlused. Arvestades küsimustiku sihtgruppi ja eesmärki oli kõige mõistlikum küsitlus teostada veebikeskkonnas. Sellisel juhul on võimalik küsitlust sihtgrupile jagada meilide ja sotsiaalmeedia kaudu. See võimaldab vastajate näol jõuda erineva tausta, vanuse ja tööalaga inimesteni. Intervjuud ja telefoniküsitlused ei osutunud valituks, kuna nende läbiviimine piisavas suuruses valimiga oleks liiga suure ajakuluga ja eeldaks vastajate telefoninumbrite või muude andmete teadmist. See omakorda tähendaks, et kõik vastajad oleksid jäänud töö autori tutvusringkonda ja see oleks kaasa toonud väiksema varieeruvuse valimi tausta ning tööalade suhtes.

Järgnevalt tuli valida sobiv küsitluskeskkond, kus küsitlus läbi viia. Tabelis 4.1 on näha erinevate küsitluskeskkondade eripärade võrdlus. Võrreldi järgnevaid veebiküsitluskeskkondi:

- Connect Forms [31]
- Survicate [32]
- LimeSurvey [33]
- surveyplanet [34]
- SurveyMonkey [35]
- Google Forms [36]
- Typeform [37]
- forms.app [1]

Enne keskkonna valimist otsustas töö autor, millised kriteeriumid on antud valiku puhul kõige olulisemad. Keskkondi võrreldi nende tasulisuse, kasutajasõbralikkuse, kohandatavuse ja jagamisviiside põhjal. Erinevate küsitluskeskkondade näitajaid

võrreldes otsustati, et antud küsimustiku läbiviimiseks sobib kõige paremini Forms.app küsitluskeskkond, kuna see on vajalikus ulatuses tasuta ja ka muude aspektide poolest sobivaim. See on paljude kohandamisvõimalustega, lihtne jagada ja analüüsida ning kasutajasõbralik. Ainsaks miinuseks võrreldes näiteks Google Forms'iga, millel on tabelis sama palju märkeid, osutus see, et selle kasutamine pole täies ulatuses tasuta ning tasuta versioonis on võimalik vaid kuni 150 vastajalt kuus vastused koguda. Siiski olid need piirangud antud küsitluse sooritamiseks sobivad, seega osutus valituks Forms.app. Põhilisteks miinusteks teiste keskkondade puhul olid tasulisuus, kohandatavuse vähesed valikud ning keerulisem ülesehitus. Ainus võrreldavate parameetritega keskkond oli Google Forms, kuid selle kohandatavuse puudumine osutus põhjuseks, miks seda ei valitud.

Tabel 4.1. Küsitluskeskkondade võrdlus[1][31]-[37]

Küsitlus-keskkond	Tasuta	Kasutaja-sõbralik	Lihtne jagada	Kohandatav	Lihtne analüüs	Piirangud
Google Forms	X	X	X		X	Kohandamisvõimalused puuduvad
Connect Forms	X		X			Kohandamisvõimalused puuduvad
Survicate		X				Ainult 7 päeva jooksul saab vastuseid koguda
LimeSurvey		X				Reklaamitud tasuta, aga tegelikult väga piiratud ning ainult prooviperioodil
Survey-planet		X		X		Kohandused tasulised
Survey-Monkey			X			Piiratud küsimuste arv
Typeform			X	X	X	Tasuta versioon väga piiratud (maksimum 10 küsimust ja 10 vastajat)
Forms.app		X	X	X	X	Üle 150 vastaja kuus tasuline

4.2 Küsitluse koostamine

Küsitluse ettevalmistamisel alustati küsimuste koostamisest. Kuna lõpptarbijale eduka toote kujundamine sõltub suuresti lõpptarbija eelistustest ja vajadustest, siis oli rõhuasetus sellel, et kaardistada juhitavate koduseadmete olemasolu, käitumisharjumused, teadlikkus ning muud olulised näitajad. Nendest lähtuvalt tuleks teistel turuosalistel oma ärimudeleid ja teenuseid kohandada. Samuti on oluline aru saada, mis on turult puudu, et seni kasutamata ressursid turule tuua. Kodumajapidamiste paindlikkuse turule toomise suurimaks probleemiks on see, et juhitava võimsuse/energia ühikuhind tuleb täna oluliselt kõrgem võrreldes tööstuse ning äri- ja teenindussektori hoonetes juhitava võimsuse/energiaga, sest juhitava võimsuse/energia hulk lepinguosapoolle kohta on kordades väiksem, mistõttu ka investeringu ja halduskulu suurem. Küsitlusest saadav sisend peaks andma suuniseid, kuidas muuta kodutarbijate poolt pakutav paindlikkus taskukohasemaks ja konkurentsivõimelisemaks läbi tehnoloogiliste muudatuste või uuenduste ning paindlikkusteenuste kohandamise. Kuna tulevikus on veel rohkematele kodumajapidamisseadmetele sisse integreeritud juhtimislahendused, siis tehniline valmidus pole kodumajapidamiste paindlikkuse kasutuselevõtuks niivõrd takistav, kui tarbija teadlikkus, hoiakud ja avatus pakutavate teenustega kaasa minna, sellepärast on need põhilised teemad, mida küsitluse koostamisel arvestati. Küsitluses uuritavad teemad jagati kolme suurde gruppi:

- Üldküsimused
- Harjumuste ja eelistuste küsimused
- Teadlikkuse ja katkestuste küsimused

Küsimuste koostamisel peeti silmas seda, et sooviti teada tarbija ootuseid ja nende juures olevaid seadmeid, mille juhtimisega ollakse nõus. Varasemalt on olnud sarnased uuringud põhiliselt orienteeritud võrgu ootustele, seega antud lähenemine annab sellele teemale teistsuguse perspektiivi.

4.2.1 Üldküsimuste koostamine

Üldküsimused on seotud inimese soo, vanuse, elukoha, sissetuleku või paigaldise elektriandmetega, mille järgi saab hiljem detailsemat analüüsi teha. Näiteks võib juhtuda, et vastajatel, kes elavad korteris võivad olla paindlikuks elektri tarbimiseks väiksemad võimalused, juhul kui nad ei saa ise otsustada, milline on nende korteri liitumisleping, vaid seda otsustab ühistu. Samuti võivad vanusegruppidest või soost lähtuvalt erineda inimeste suhtumine ja eelistused tarbimise juhtimisega seonduvalt.

Ühtlasi võib eeldada, et suurema sissetulekuga isikud on altimad tegelema oma tarbimise juhtimisega ning investeerima nutikodu- või varutoiteseadmetesse, kuna neil on selleks rohkem rahalist võimekust.

Koostatud üldküsimused on toodud tabelis 4.2. Nendes uuriti lisaks soole, vanusele ja elukohale ka näiteks kuu keskmist elektritarbimist ja sissetulekut. Kokku oli selles küsitluse sektsioonis 11 küsimust.

Tabel 4.2. Üldküsimused (Lisa 1)

Nr	Küsimus
1.	Mis on teie sugu?
2.	Mis on teie vanus?
3.	Kas maksate ise elektriarvet?
4.	Kas elate linnas või maakohas?
5.	Kas elate majas või korteris?
6.	Kui elate korteris, siis kas elektrivõrguga on liitumisleping ühistul või teie korteril?
7.	Mis elektripakett teil on?
8.	Mis on teie keskmine sissetulek kuus?
9.	Mis on teie kuu keskmine elektri tarbimine?
10.	Kas teie elektri peakaitse on ühe- või kolmefaasiline?
11.	Kui suur on teie elektri peakaitse? (iga faas)

4.2.2 Harjumuste ja eelistuste küsimuste koostamine

Järgnevalt uuriti, millised on vastanute elektrihinna jälgimise ning elektritarbimise harjumused, juhtimissüsteemi eelistused ja motivatsioon elektriseadmeid paindlikult juhtida. Selle uurimine oli vajalik selleks, et teada saada, millised käitumismustrid tarbijatel on. Samuti saab selle põhjal teada, milline on kodutarbijate perspektiiv paindlikkust juhtida ja mis tingimustel on nad seda nõus tegema. Lisaks eelnevale saab nendest tulemustest ka osalise ülevaate tarbijate teadlikkusest selle teema osas. Kodutarbijate harjumuste ja eelistuste kohta käivad 18 küsimust on esitatud tabelis 4.3.

Harjumused ning süsteemieelistused on toodud samas blokis, kuna seadmete kasutamise eelistused tulenevad otseselt tarbija harjumustest. Näiteks uuriti, kas vastaja jälgib elektrihinna ning sellest tulenevalt, millisel kujul hinnainfo peaks saabuma, et vastaja oma koduseadmeid selle järgi juhtida saaks ja tahaks. Ühtlasi huvitas uuringu läbiviijat, kust vastajad hinnainfot jälgida tavatsevad, mis on nende teadlikkus elektrihinna tippude osas ning millised tegurid motiveerivad tarbimist juhtima

ning säästlikult käituma. Lisaks sellele uuriti, milliseid juhtimislahendusi vastajad eelistavad ning mis tingimusi juhtimislahendus täitma peaks.

Selles küsitluse osas uuriti veel lisaks seda, milline on vastajate teadlikkus elektri börsihindade kõikumise kohta. Samuti käsitleti seda, kui palju varem peaks hinnainfot ette teadma, enne kui tarbimist juhtida ja kui pikalt on vastajad nõus tarbimist juhtima (tabel 4.3).

Tabel 4.3. Harjumused ja eelistused (Lisa 2)

Nr	Küsimus
12.	Kas jälgite elektri hinda?
13.	Kust teie hinnainfot jälgite?
14.	Miks te hinnainfot jälgite?
15.	Millisel kujul sooviksite teie hinnainfot, et oma seadmete tarbimist juhtida?
16.	Kui pikalt peaksite hinnainfot ette teadma?
17.	Kas teate palju elektri börsihind päevas keskmiselt kõigub?
18.	Pakkuge, milline oli ööpäevas keskmine elektri börsihinna kõikumine viimasel aastal?
19.	Milline oli ligikaudu päeva suurim elektri hinna kõikumine viimasel aastal?
20.	Milline oleks teie jaoks sobilik juhtimislahendus?
21.	Mis teid motiveeriks kodus seadmeid juhtima?
22.	Kirjutage, kui suur rahaline kokkuvõtte motiveerib teid kodus elektriseadmeid juhtima
23.	Kas käitute säästlikult?
24.	Mida säästlikkuse jaoks täpsemalt teete?
25.	Milliste tänaste harjumustega peaks juhtimine arvestama?
26.	Millistel tingimustel oleksite nõus oma harjumusi tulevikus muutma?
27.	Millistel tingimustel oleksite veel nõus oma harjumusi tulevikus muutma?
28.	Kui pikalt oleksite nõus teile harjumuspäraseid tegevusi edasi lükkama?
29.	Millistest seadmetest sõltub teie mugavus enim?

4.2.3 Teadlikkuse ja katkestuste kohta käivate küsimuste koostamine

Lisaks muule uuriti katkestuste esinemise kohta ning kas sellest tulenevalt nähakse vajadust varutoiteseadmete jaoks. Ühtlasi kontrolliti vastajate teadlikkust paindliku elektri tarbimise juhtimise osas. Teadlikkuse ja katkestuste kohta käivad küsimused jagati samasse gruppi, kuna katkestuste kohta käivate küsimuste vastused aitavad katkestuste toimumise kohta andmeid saada. Lisaks on nende põhjal võimalik hinnata vastajate teadlikkust nende kodudes toimuvate katkestuste ja koduseadmete seisukorra kohta. Antud teema raames koostatud 13 küsimust on välja toodud tabelis 4.4.

Uuriti veel seda, millised seadmed on vastajatel kodudes ja milliseid neist on nad nõus juhtima. Lisaks seda, milline seade vastajate kodudes nende arvates kõige rohkem elektrit tarbib. Seadmetega seoses uuriti ka selle kohta, millised nutikoduseadmed on vastanutel kodudes olemas ja milliseid nutikoduseadmeid on neile varem pakutud (tabel 4.4).

Viimastes küsimustes käsitleti elektrisüsteemi paindlikkust tagavaid tegureid ning probleeme, mis takistavad paindlikkuse tagamist. Nendest küsimustest selgub vastajate teadlikkus paindlikkuse omaduste osas.

Tabel 4.4. Teadlikkus ja katkestused (Lisa 3)

Nr	Küsimus
30.	Kas teate, milline seade tarbib teie kodus kõige rohkem elektrit?
31.	Millised järgnevatest seadmetest on teil kodus olemas?
32.	Milliseid järgnevatest seadmetest kodus juhite või oleksite nõus juhtima elektri hinna järgi?
33.	Milliseid tarbimise juhtimise või nutikodu seadmeid teil on?
34.	Kas teate kui palju tarbimise juhtimisega iga kuu raha kokku hoiate?
35.	Kas keegi on teile pakkunud tarbimise juhtimise lahendusi või teenuseid? Milliseid seadmeid või lahendusi on pakutud?
36.	Kas teil on aasta jooksul esinenud voolukatkestusi?
37.	Kas Elektrilevi teavitab teid katkestuste toimumisest?
38.	Kui pikalt voolukatkestused kestavad?
39.	Kui sagedalt voolukatkestusi esineb?
40.	Kas teil on olemas või näete vajadust endale varutoiteseadmete hankimiseks? Kui jah, siis milliste?
41.	Kas teate, mis aitab tagada elektrisüsteemi paindlikkust?
42.	Mis iseloomustab elektrisüsteemi paindlikkust?

5 PAINDLIKKUSUURINGU LÄBIVIIMINE JA ANALÜÜS

Järgnevotes alapeatükkides käsitletakse paindlikkusuuringuks sobiva valimi suurust, uuringu jagamist ja läbiviimist. Esitatakse lisaks ka kanalid, mille kaudu uuring valimile edastati. Ühtlasi on esitatud uuringu tulemused, nende kokkuvõtte ja ristanalüüs. Lisaks on veel esitatud ettepanekud turuosalistele tulevikus paindlikkuslahenduste loomiseks.

5.1 Paindlikkusuuringu läbiviimine

Uuring viidi läbi Forms.app küsitluskeskkonnas. Küsitlus edastati sihtgrupile lingi abil, mida jagas töö autor Facebookis ja meili teel ning juhendaja Facebookis ja LinkedInis. Küsitluse sihtgrupiks olid erineva vanuse ja taustaga kodused elektritarbijad. Enne uuringu laialdast jagamist lasi töö autor selle läbi teha kontrollgrupil, kes andsid tagasisidet küsitluse ülesehituse osas. Küsitlusele koguti vastuseid alates 15. veebruarist kuni 24. aprillini ning vastajaid oli kokku 152. Arvestades seda, et töö autor soovis saada vähemalt 150 vastust, et uuringu tulemused oleksid usaldusväärsed, siis 152 vastajat oli konkreetses olukorras sobiv. Juhul, kui antud uuringu kohta soovida laiemalt järeldusi teha ja seda teemat edasi arendada, siis võiks valimit suurendada vähemalt 500 inimeseni. Küsitluse algusesse lisas autor lühikese sissejuhatuse (Lisa 4), milles on toodud, kelle kasuks ja miks antud küsitlust läbi viidi.

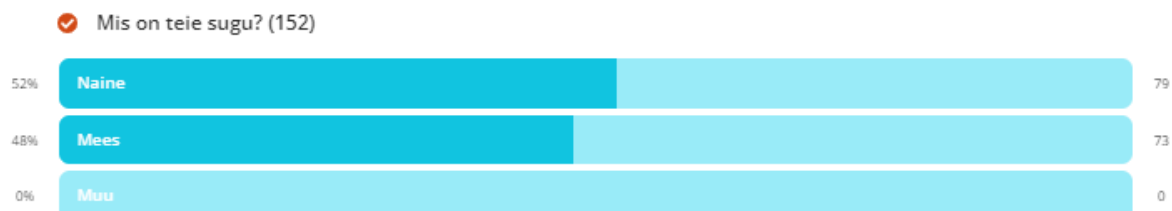
5.2 Paindlikkusuuringu tulemused

Paindlikkusuuringu tulemused on küsimuste kaupa esitatud samades gruppides, nagu küsitluse koostamise peatükis, järgnevalt alapunktidenä. Iga küsimuse puhul on välja toodud statistika, kui paljud vastajad konkreetset vastusevarianti valisid, ning seda illustreeriv pilt.

5.2.1 Valim

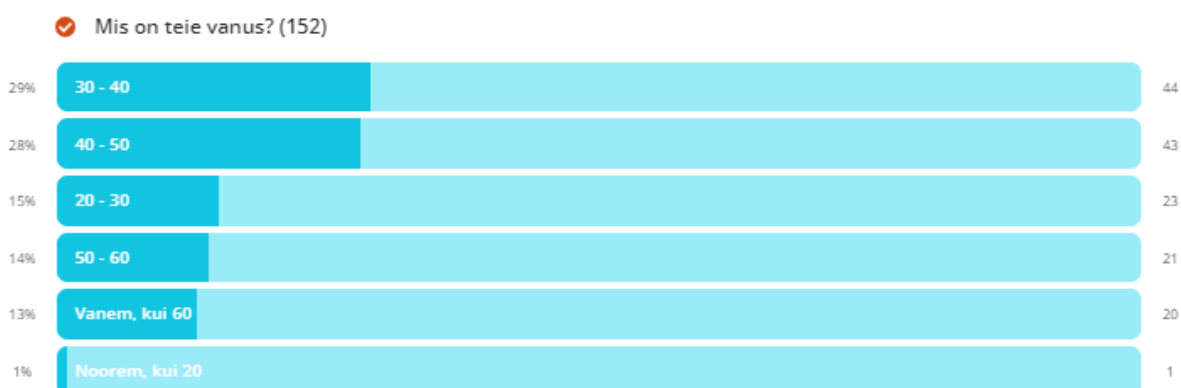
Antud küsimustiku osas oli 11 küsimust, mis käsitlesid valimiga seotud teemasid. Järgnevalt analüüsitakse nende küsimuste tulemusi.

Vastavalt küsitlustulemuste analüüsile 48% vastajatest olid mehed ja 52% vastanutest naised (joonis 5.1), seega küsitluses osales peaaegu võrdselt mehi ja naisi.



Joonis 5.1. Sugu

Nagu küsitlustulemustest joonisel 5.2 järeldeb, siis kõige suurem osa vastajatest oli vanuses 30 – 40 aastat (29%) ja ühe võrra vähem vanuses 40 – 50 aastat (28%).



Joonis 5.2. Vanus

Vastanutest 79% maksavad ise oma elektriarvet ja 21% ei ole oma leibkonnas elektriarve maksjad (joonis 5.3).



Joonis 5.3. Kas maksate ise elektriarvet?

Vastavalt küsitlustulemustele 80% valimist elavad linnas ja 20% maal (joonis 5.4).



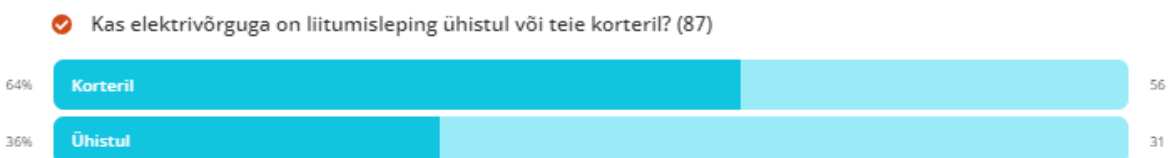
Joonis 5.4. Elukoht

Jooniselt 5.5 on näha, et veidi üle poole, ehk 57% vastanutest elavad korteris ja ülejäänud majas.



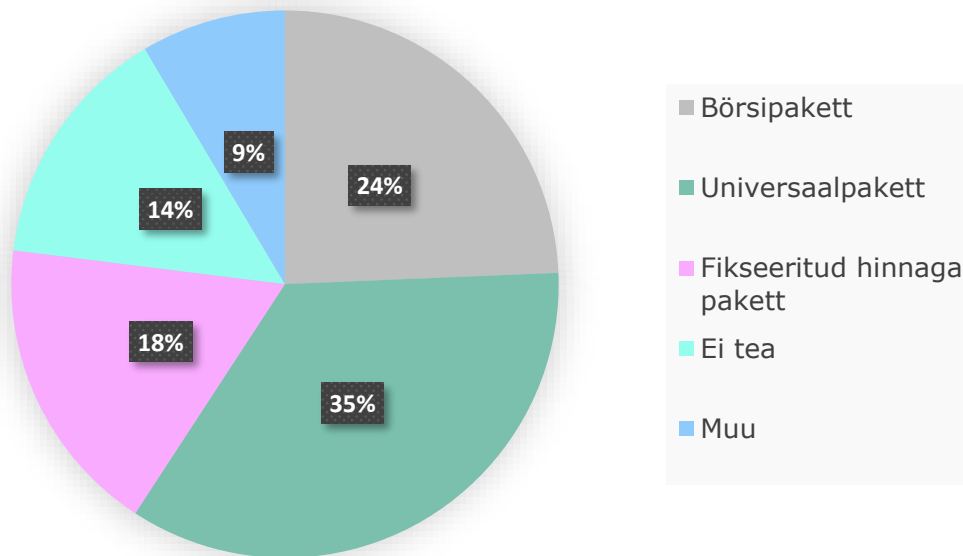
Joonis 5.5. Maja või korter

Jooniselt 5.6 selgub, et korteris elavatest vastajatest 64%-l on elektrivõrguga liitumisleping korteril ja ülejäänutel on liitumisleping ühistul.



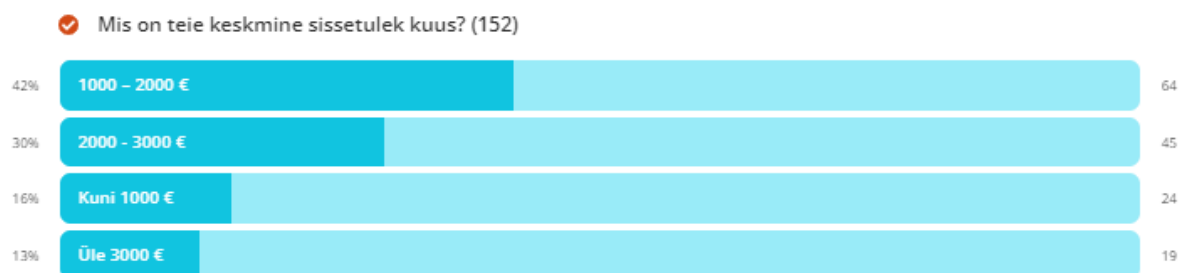
Joonis 5.6. Elektrivõrguga liitumisleping

Seitsmes küsimus oli suunatud sellele, kas inimesed teavad milline elektripakett neil on. Vastavalt tulemusele 35%-l vastajatest on universaalne elektripakett, 24%-l Börsipakett, 18%-l fikseeritud hinnaga pakett, 9%-l muu pakett ja 14% vastajatest ei tea, mis elektripakett neil on. Neid tulemusi illustreerib joonis 5.7.



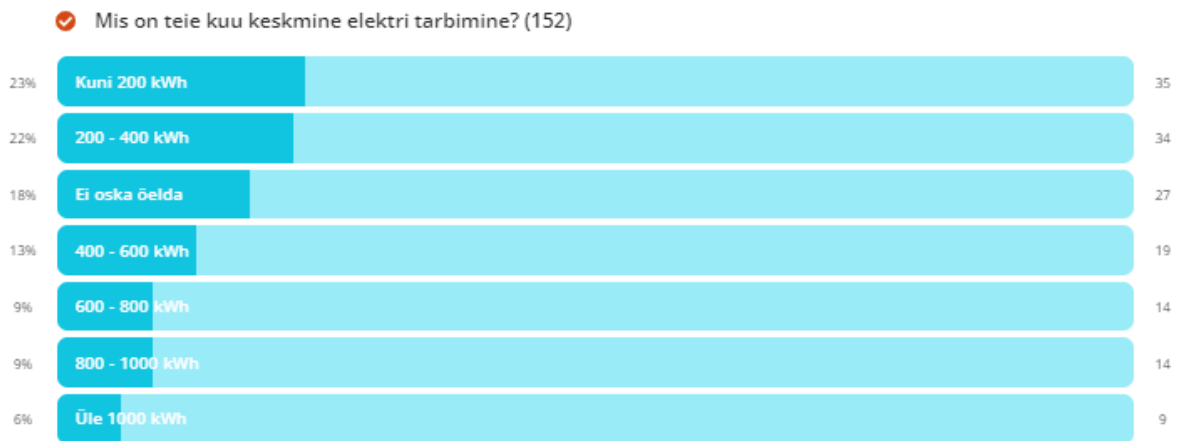
Joonis 5.7. Elektripakettide jaotus

Kaheksandast küsimusest selgus, et 41%-l vastajatest on kuu sissetulek 1000 – 2000 eurot, 31% vastajatest 2000 – 3000 eurot ning ülejäänutel kuni 1000 või üle 3000 euro kuus. Joonis 5.8 illustreerib seda statistikat.



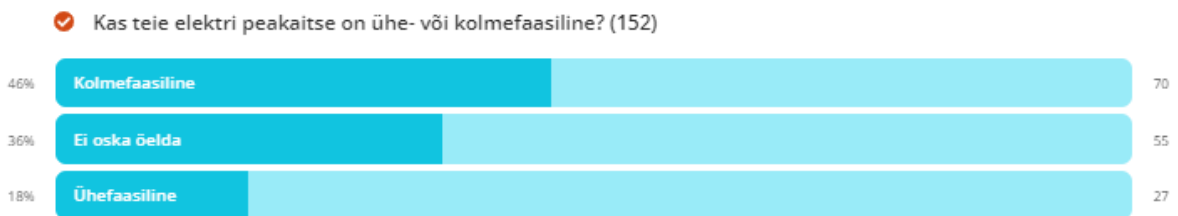
Joonis 5.8. Kuu sissetulek

Vastajatest 23%-l on keskmine kuu elektri tarbimine kuni 200 kWh, 22%-l vastajatest 200 - 400 kWh, 13%-l vastajatest 400 – 600 kWh ning 24% vastajatest on tarbimine suurem kui 600 kWh. Tähelepanuväärne on see, et 18% ei osanud öelda, kui suur nende elektri tarbimine on. Antud jaotus on toodud joonisel 5.9. Selline vastusevariantide jaotus valiti selle pärast, et inimeste tarbimine kuude lõikes võib üpris palju erineda. Lisaks ei pruugi tarbijad täpselt teada, milline nende tarbimine kuu jooksul on, seega 200 kWh vahed olid sobivad.



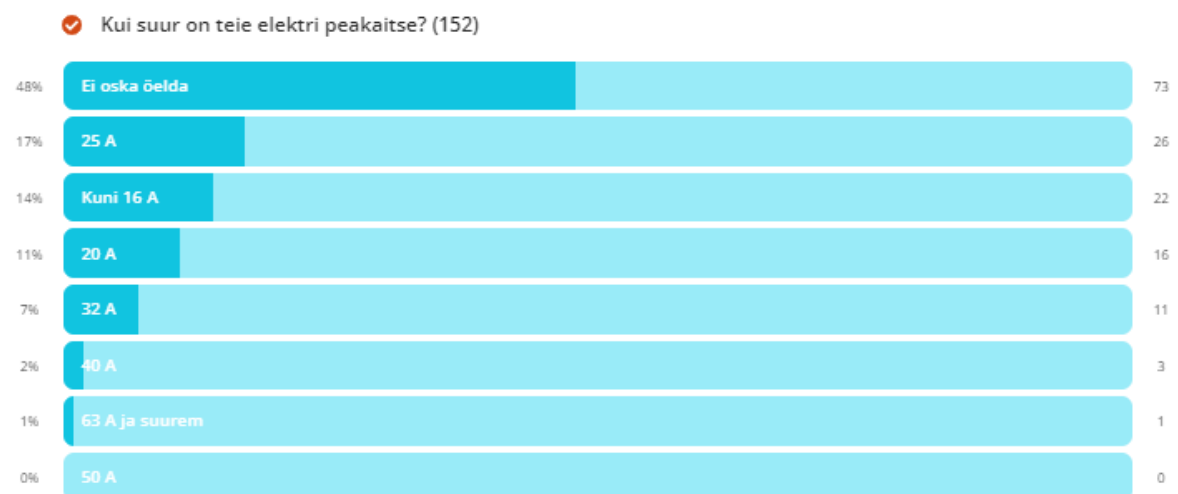
Joonis 5.9. Elektri tarbimine

Peakaitseme küsimuse kohta andis 46% vastanutest vastuse, et neil on kolmefaasiline elektri peakaitse, 18%-l ühefaasiline elektri peakaitse ja ülejäänud ei oska öelda mitme faasiline peakaitse neil on nagu joonisel 5.10 kujutatud.



Joonis 5.10. Elektri peakaitse

Samuti enamus vastajatest (48%) ei osanud öelda, kui suur nende elektri peakaitse on, 17%-l on 25 amprine peakaitse, 14%-l kuni 16 amprine suurune peakaitse ning ülejäänutel suurem, selgub joonis 5.11 põhjal.



Joonis 5.11. Elektri peakaitse suurus

5.2.2 Harjumused ja eelistused

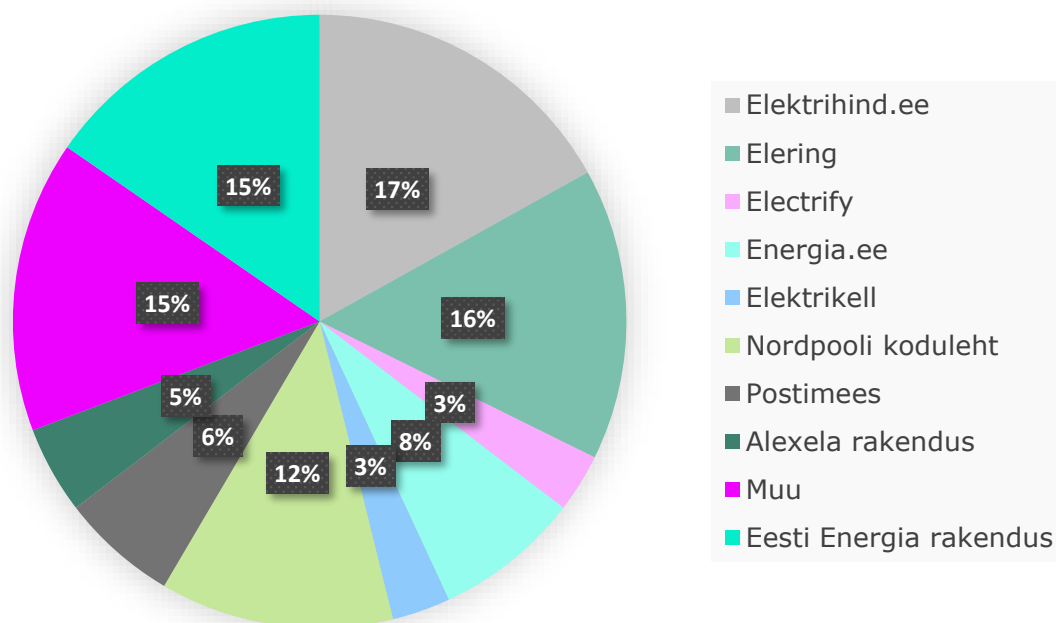
Vastajate harjumuste ja eelistuste kohta esitati 18 küsimust. Nende küsimuste tulemused on järgnevad.

Küsitluse antud osa esimesest küsimusest selgus, et 63% vastanutest ei jälgi elektri hinda (joonis 5.12).



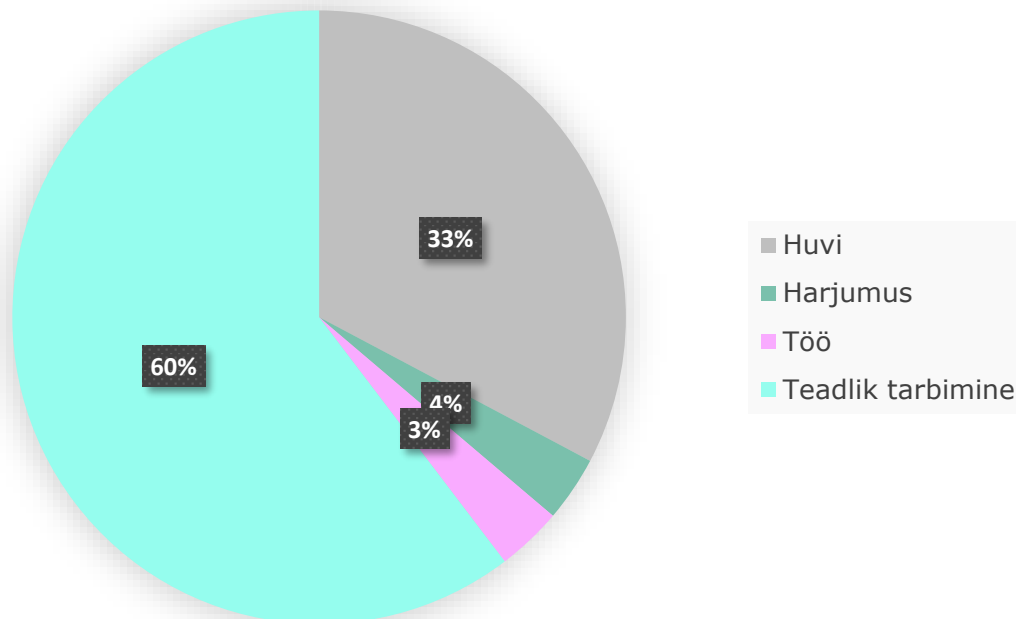
Joonis 5.12. Elektri hinna jälgimine

Elektripaketi küsimuse vastustest tuli välja, et 17% valimist jälgib elektri hinda Elektri hind.ee lehel, 15% Eesti energia rakendusest või mujalt. 16% Eleringi ja 12% Nordpooli kodulehtedelt ning ülejäänud mujalt allikatest. Seda jaotust kujutab joonis 5.13.



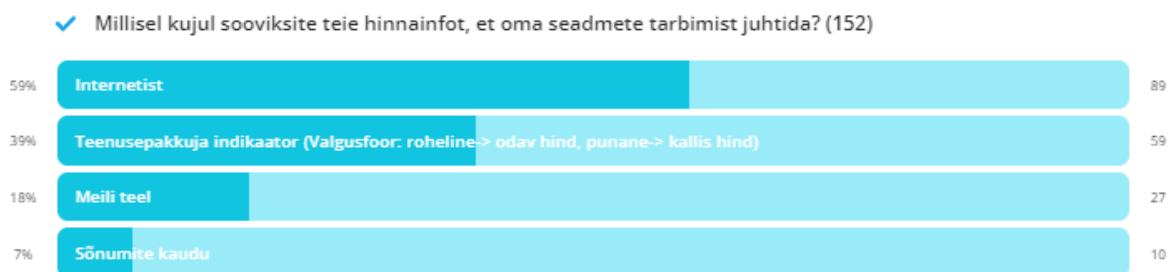
Joonis 5.13. Hinnainfo allikad

Üle poole ehk 60% vastanutest, kes elektri hinda jälgivad, teevad seda selleks, et oma tarbimist juhtida ja selle abil raha säästa. Teine suurim jälgimise põhjus oli huvi 33%-ga ning kõige vähem jälgitakse elektri hinda töö ning harjumuse tõttu (joonis 5.14).



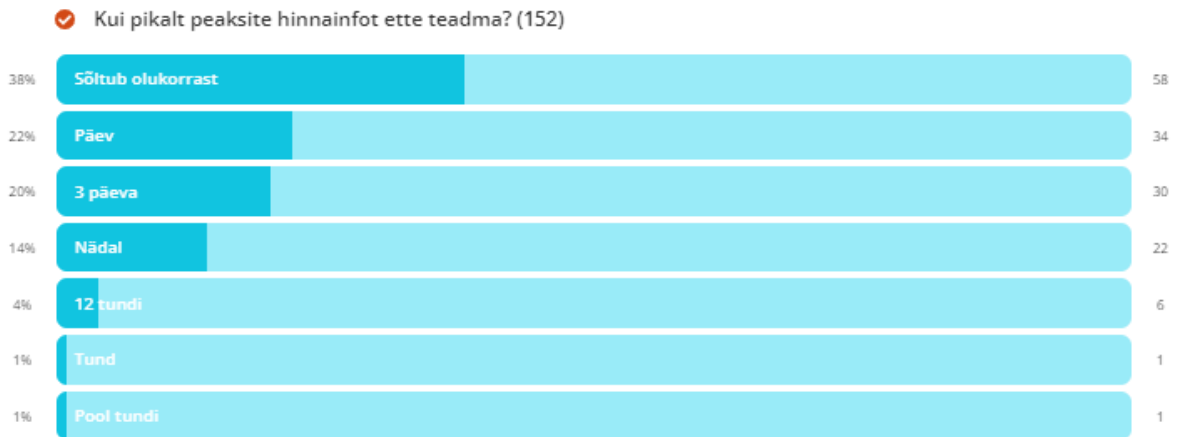
Joonis 5.14. Elektri hinna jälgimise põhjused

Rohkem kui pooled vastajatest ehk 59% sooviksid tarbimise juhtimise jaoks hinnainfot saada internetist ning 39% sooviksid kasutada teenusepakkuja indikaatorit. Infot soovitakse saada ka meilide ja sõnumite kaudu (joonis 5.15). Seega internet on kõige populaarsem allikas, mille kaudu elektri hinnainfot leida.



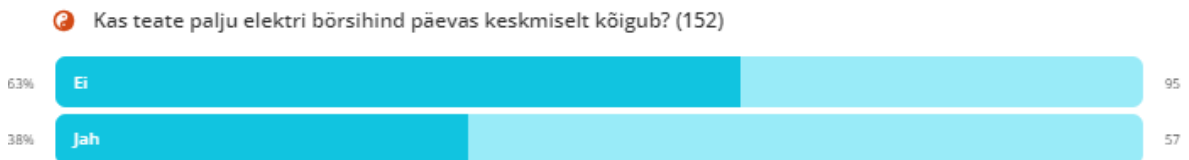
Joonis 5.15. Hinnainfo saamise viisid

Vastanutest 38% arvavad, et hinnainfo etteteatamise aeg oleneb olukorrast. Valimist 22% sooviksid infot päev varem, 20% sooviksid 3 päeva varem ja 14% sooviksid infot lausa nädal aega varem. Ülejäänud vastajad ehk 6% vajaksid väiksemat etteteatamise aega. Joonis 5.16 illustreerib seda jaotust.



Joonis 5.16. Hinnainfo etteteatamisaeg

Ainult 38% vastanutest vastasid, et nad teavad, palju elektri börsihind päevas kõigub. Seda on näha joonis 5.17 peal.

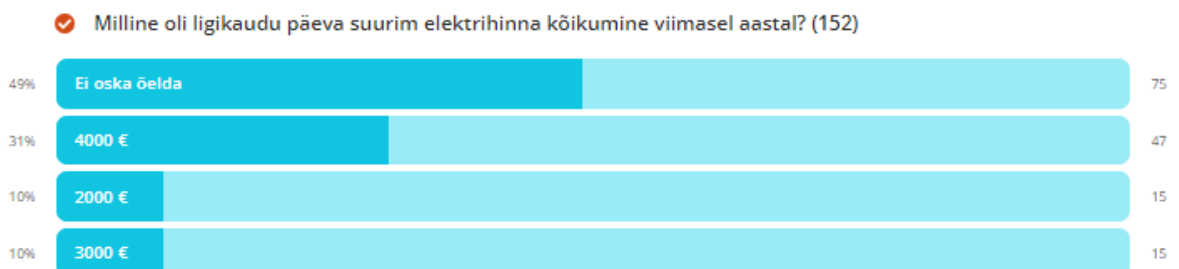


Joonis 5.17. Elektri börsihinna kõikumise teadlikkus

Järgmisena paluti küsitletavatel pakkuda välja viimase aasta keskmine elektri börsihinna kõikumine. Saadud vastused on üksteisest nii erinevad, et saab öelda, et valimi teadlikkus väljendub väga erinevalt. Pakutud vastused olid näiteks:

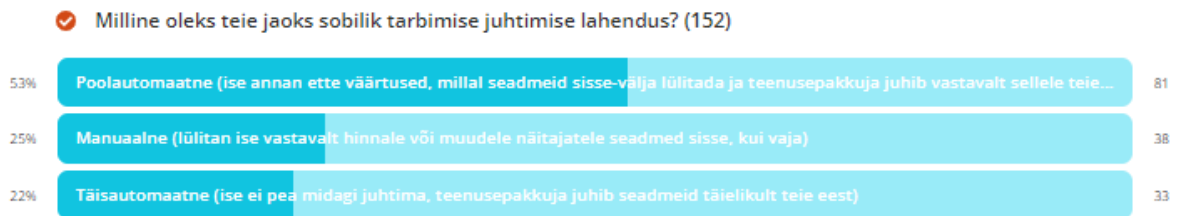
- Protsentides (19 vastajat)
- Eurodes (11 vastajat)
- Sentides (9 vastajat)
- Muu (6 vastajat)
- Ei tea (3 vastajat)

Pisut alla poole ehk 49% vastajatest ei osanud öelda, mis oli ligikaudu päeva suurim elektri hinna kõikumine viimasel aastal. Ainult 31% vastasid õigesti, et kõikumine oli 4000 eurot, selgub joonis 5.18 põhjal.



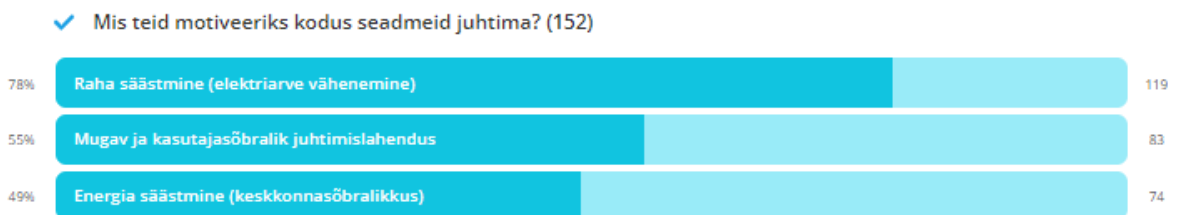
Joonis 5.18. Elektri hinna suurim kõikumine möödunud aastal

Joonisel 5.19 on näha, et rohkem kui pooled ehk 53% vastajatest eelistaksid poolautomaatset, 25% manuaalset ning 22% täisautomaatset tarbimise juhtimise lahendust. Seega lõpptarbija jaoks on äärmiselt oluline paindlikkus oma seadmete juhtimisel.



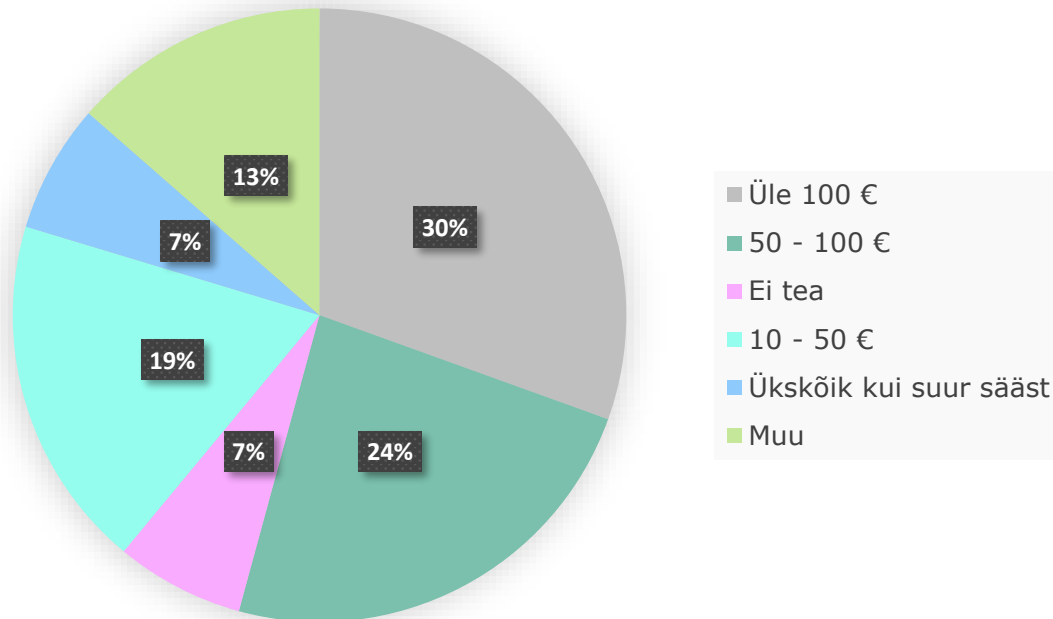
Joonis 5.19. Tarbimise juhtimise lahendused

Enim, ehk 119 vastajat leiavad, et kodus seadmete juhtimist motiveerib raha säästmine, 83 vastajat arvavad, et tähtsaim on mugavus ja kasutajasõbralikkus. Joonis 5.20 põhjal selgub ka, et 74 vastajat valisid energia säästmise ja keskkonna sõbralikkuse motiveeriva elemendina. Seega on kodutarbijate jaoks tarbimise juhtimise motivatsioonina esmatähtis raha säästmine.



Joonis 5.20. Seadmete juhtimise motivatsioon

Enim, ehk 30% vastanutest oleksid nõus tarbimist juhtima kui sellest saadav rahaline sääst oleks vähemalt 100 eurot. Vastanutest 24% nõustuksid tarbimist juhtima kui kokkuhoid oleks 50 – 100 eurot ning 19% lepiksid säästuga vahemikus 10 – 50 eurot. Ühtlasi on joonisel 5.21 näha, et ülejäänud vastajad kas ei teadnud, kui suur sääst neid motiveeriks või leidsid, et igasugune sääst on motiveeriv.



Joonis 5.21. Minimaalne rahaline kokkuhoid, millega tarbimist juhtima nõustutakse

Joonisel 5.22 nähtub, et peaaegu kõik ehk 93% vastanutest arvavad, et nad käituvad säästlikult.

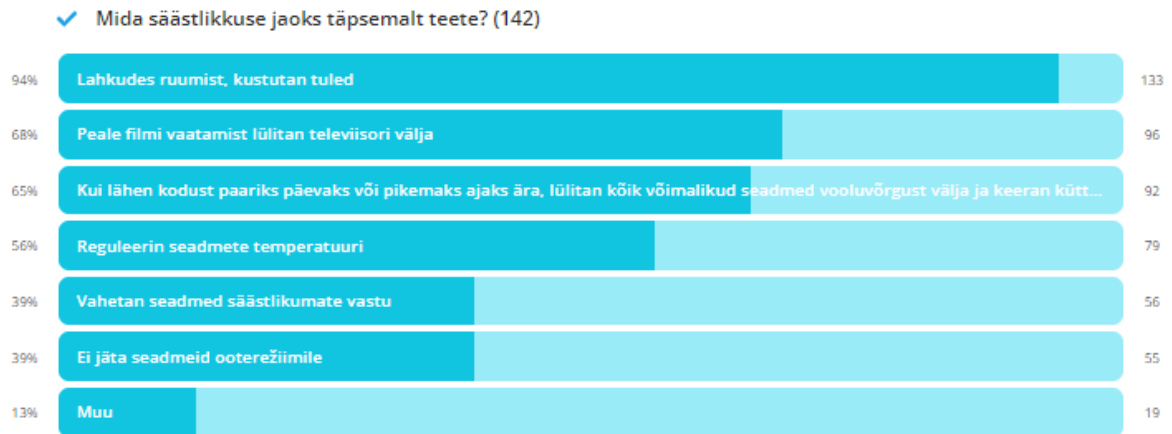


Joonis 5.22. Säästlik käitumine

Peamised tegevused, mida vastanud säästlikkuse tagamiseks teevad on järgmised:

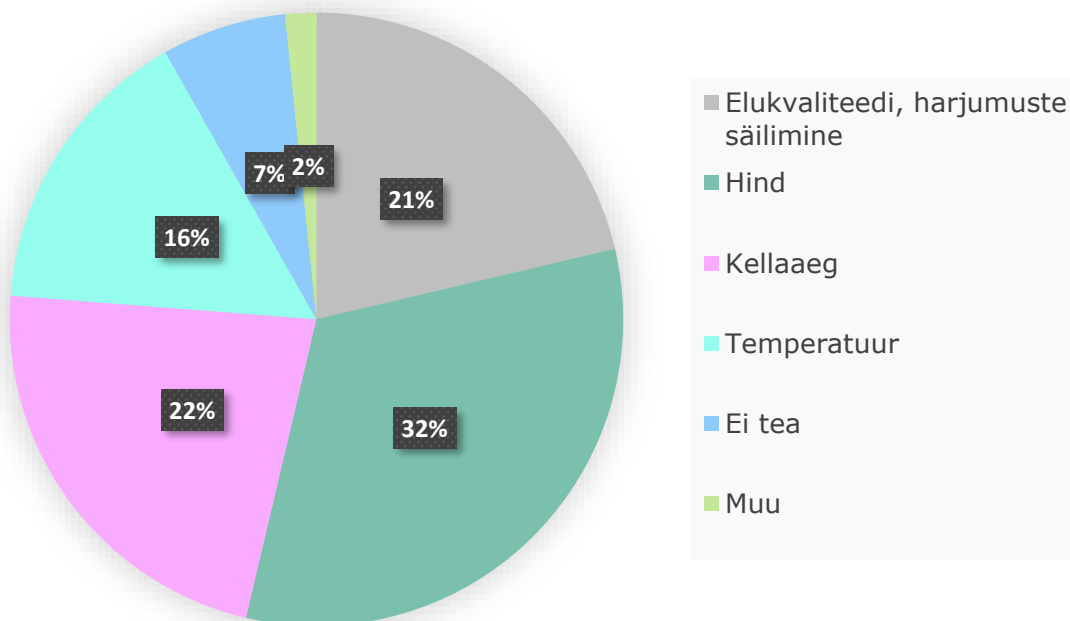
- 133 vastajat kustutavad ruumist lahkudes tuled;
- 96 lülitavad peale filmi vaatamist televiisori välja;
- 92 inimest valimist lülitavad kõik võimalikud seadmed välja ja seadistavad kütte madalamale temperatuurile, kui lähevad kodust paariks päevaks või pikemaks ajaks ära;
- Vastajatest 79 reguleerivad pidevalt oma seadmete temperatuuri;
- 55 ei jäta seadmeid ooterežiimile;
- 56 vahetavaid seadmeid säästlikumate vastu;
- 19 vastajat teevad veel muud, et energiat säästa.

Jooniselt 5.23 on ühtlasi näha, et paljud vastajad kasutavad kõiki põhilisi säästmise viise.



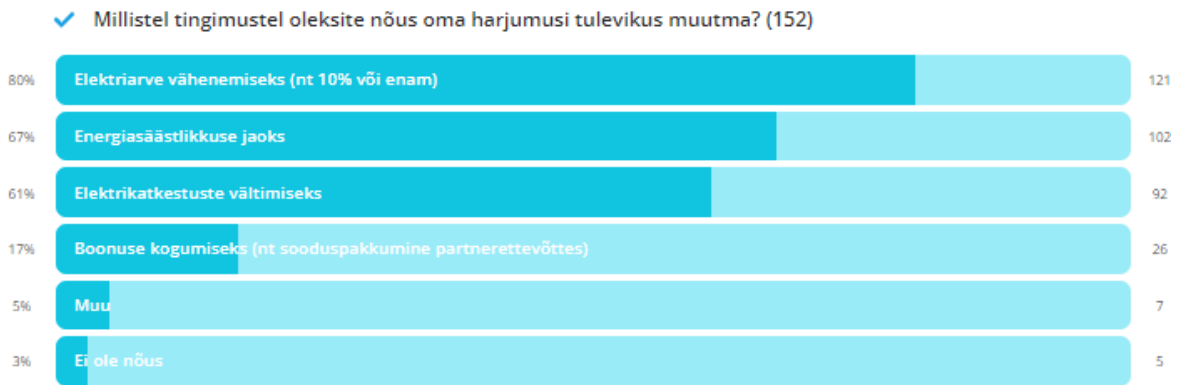
Joonis 5.23. Säästliku käitumise viisid

Kõige rohkem soovitakse, et tarbimise juhtimisel arvestataks elektrihinnaga, kellaajaga ning elukvaliteedi ja harjumuste säilimisega. Samuti on vastajatele oluline välis- ja sisetemperatuuriga arvestamine (joonis 5.24). See näitab, et lisaks raha säästmisele on vastajatele ülimalt tähtis mugavus.



Joonis 5.24. Tarbimise juhtimise kriteeriumid

Põhiline tingimus, mille puhul ollakse nõus oma harjumusi tulevikus muutma on elektriarve vähenemine – 80% juhtudel, peale selle energiasäästlikkus – 67% juhtudel ning elektrikatkestuste vältimine – 61% juhtudel. Seega selgub jooniselt 5.25, et inimesed on valmis paindlikkusteenuseid pakkuma, kui vastavad teenused oleksid kättesaadavad.

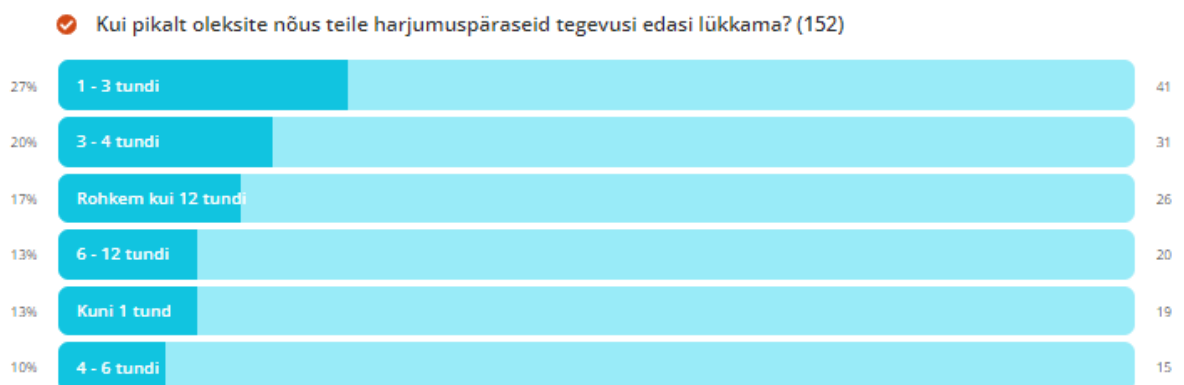


Joonis 5.25. Harjumuste muutmise tingimused

Nendest, kes eelmises küsimuses valisid vastuseks „muu“:

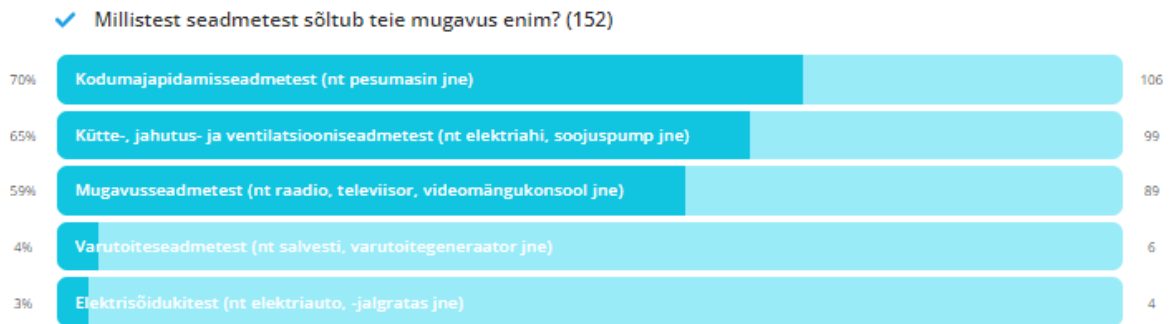
- kaks ei osanud öelda, mis tingimustel nad harjumusi muutma nõustuks;
- üks vastaja kirjutas, et oleks nõus harjumusi muutma riikliku julgeoleku tagamiseks;
- üks vastaja selleks, et elektrist sõltumatum olla;
- üks vastaja tahaks elektriarvelt suuremat kokkuhoidu kui 10%.

Suur osa ehk 27% vastajatest oleks nõus oma harjumusi edasi lükkama 1 – 3 tundi, 20% oleks nõus seda tegema 3 – 4 tundi ja 17% rohkem kui 12 tundi (joonis 5.26).



Joonis 5.26. Harjumuspärase tegevuste edasi lükkamine

Vastustest selgub, et vastajate mugavus sõltub enim kodumajapidamis-, kütte-/jahutus-/ventilatsiooni- ja mugavusseadmetest (joonis 5.27). See jällegi kinnitab seda, et vastajatele on väga tähtis harjumuste säilimine.

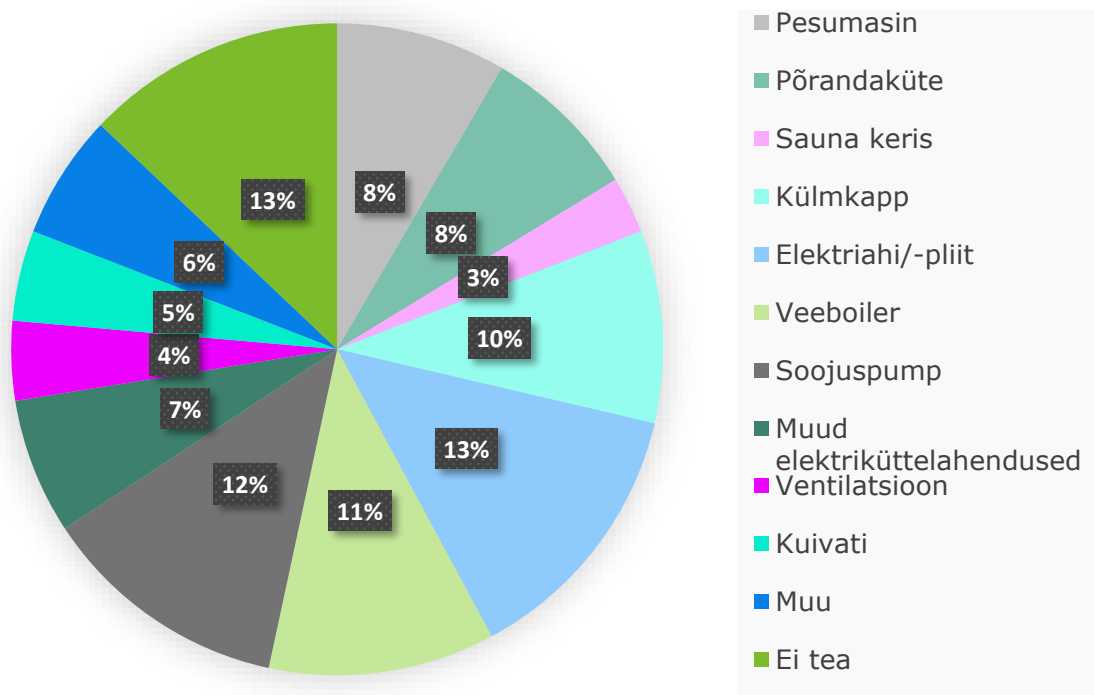


Joonis 5.27. Mugavuse sõltuvus seadmetest

5.2.3 Teadlikkus elektritarbimisest

Teadlikkuse kohta käivaid küsimusi oli uuringus 13. Nende küsimuste vastuseid käsitletakse järgnevalt.

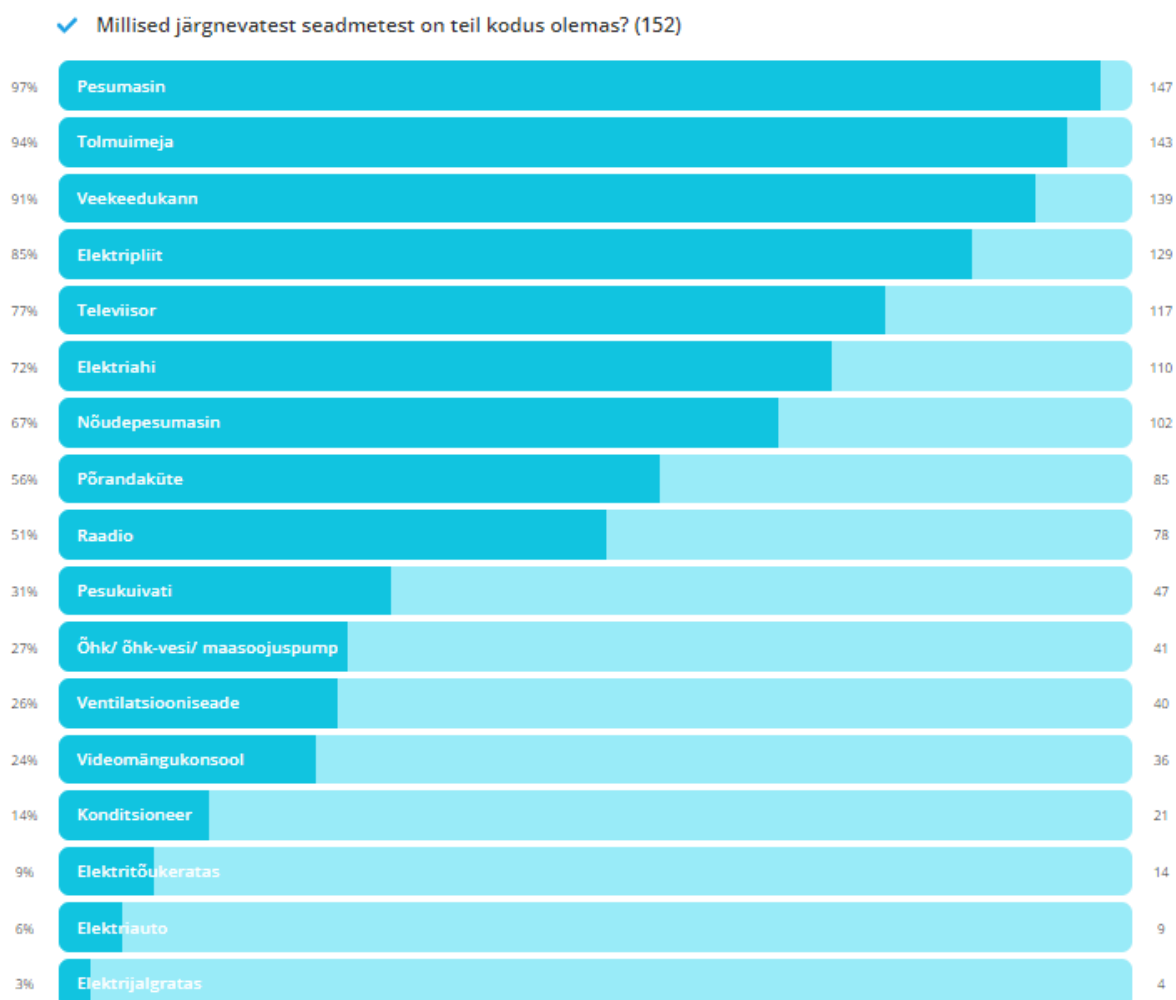
Vastajate kodudes tarbivad enamasti kõige rohkem elektrit erinevad kütte-, jahutus-, ventilatsiooni- ja toiduvalmistamise seadmed ning järgmised suured tarbijad on pesumasinad ja kuivatid. Kõige levinum vastus (13%) oli elektriahi ja sama palju, et vastajad ei teadnud, mis seade nende kodus enim elektrit tarbib (joonis 5.28).



Joonis 5.28. Suurima elektritarbimisega seadmed

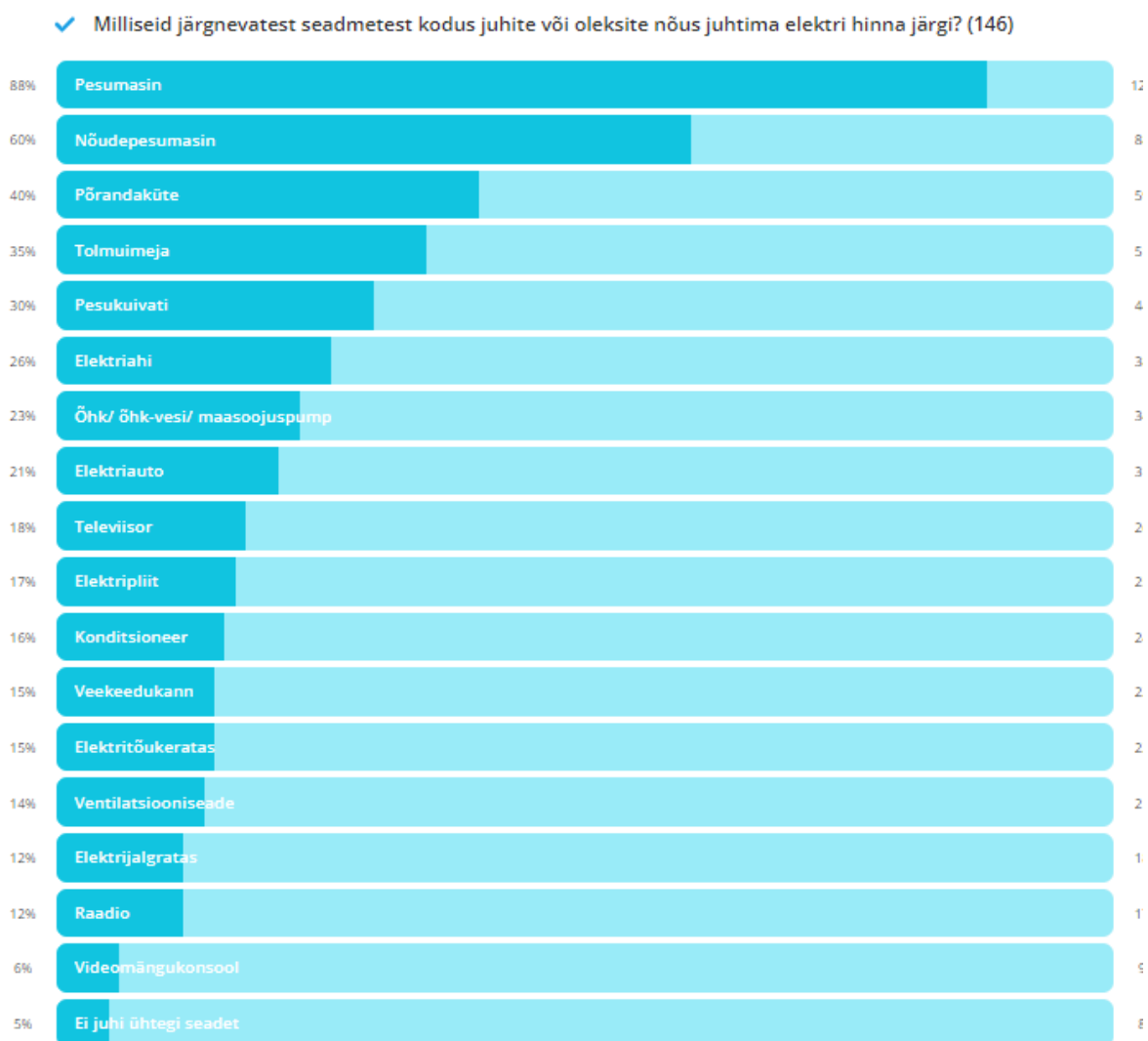
Peaaegu kõigil ehk rohkem kui 85% vastajatel on kodus olemas pesumasin, tolmuimeja, veekeedukann ja elektripliit. Kuni 80%-l valimist on olemas ka televiisor, elektriahi, nõudepesumasin, põrandaküte ja raadio. Neljateistkümmel kuni kolmekümne ühel

protsendil küsitluse täitnud inimestest on olemas pesukuivati, õhk-, õhk-vesi- või maasoojuspump, ventilatsiooniseade, videomängukonsool või konditsioneer. Alla 10% on kodus olemas elektritõukeratas, elektriauto või elektrijalgratas (joonis 5.29). Siit selgub, et elektrisõidukid on valimi hulgas suhteliselt vähestel inimestel. Samas on kodumajapidamisseadmed või kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmed peaaegu kõigil vastanutest, mida oli ka oodata.



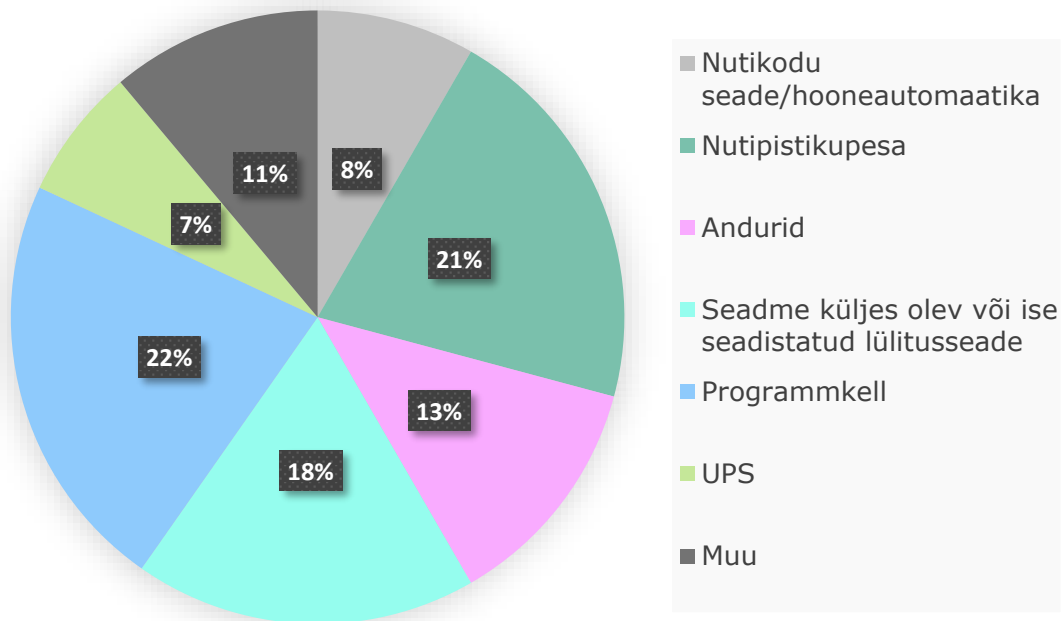
Joonis 5.29. Tarbijate kodus olemas olevad seadmed

Vastajad juhvad või oleks nõus tulevikus juhtima kõige rohkem pesumasinat ja nõudepesumasinat. Vastajatest 40% on nõus oma põrandakütet juhtima, 20 – 35% on nõus tolmuimejat, pesukuivatit, elektriahju, õhk-, õhk-vesi- või maasoojuspumpa ja elektriauto laadimist juhtima. Televisorit, elektripliiti, konditsioneerit, veekeedukannu, elektritõukeratast, ventilatsiooniseadet, elektrijalgratast, raadiot ja videomängukonsooli olid nõus juhtima vaid kuni 20% vastajatest. Neid vastajaid, kes praegu ühtegi elektriseadet ei juhi ja ei ole nõus juhtima hakkama oli 6% ehk 8 inimest (joonis 5.30). Seega on neid inimesi, kes on nõus oma seadmeid juhtima üpris palju, mis omakorda tähendab, et neil on suur paindlikkuse potentsiaal.



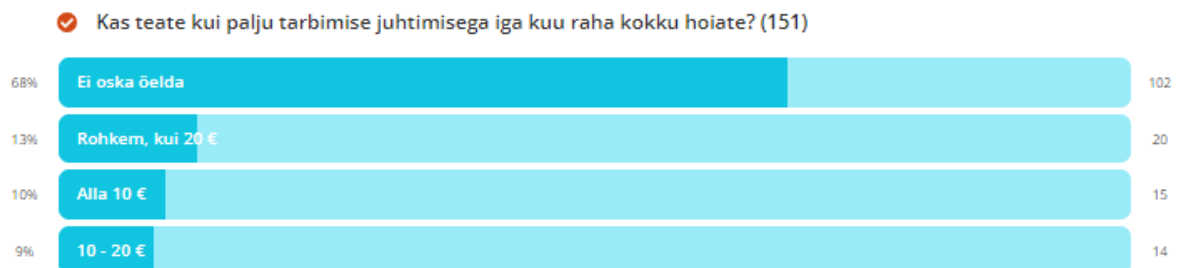
Joonis 5.30. Seadmed, mida tarbijad on nõus juhtima

Jooniselt 5.31 selgub, et rohkem kui pooltel vastanutest ehk 98 inimesel ei ole kodus ühtegi nutikoduseadet. Kõige levinumad nutikoduseadmed olid nutipistikud – 15-l vastajal, ja programmikellad – 16-l vastajal. Kolmeteistkümmel inimesel olid erinevad lülitusseadmed, kas ise paigaldatud või juba seadmega kaasa tulnud. Väiksemal hulgal küsitluses osalejatest on olemas hooneautomaatikaseadmed, temperatuuri- või muud andurid ja UPS-süsteemid.



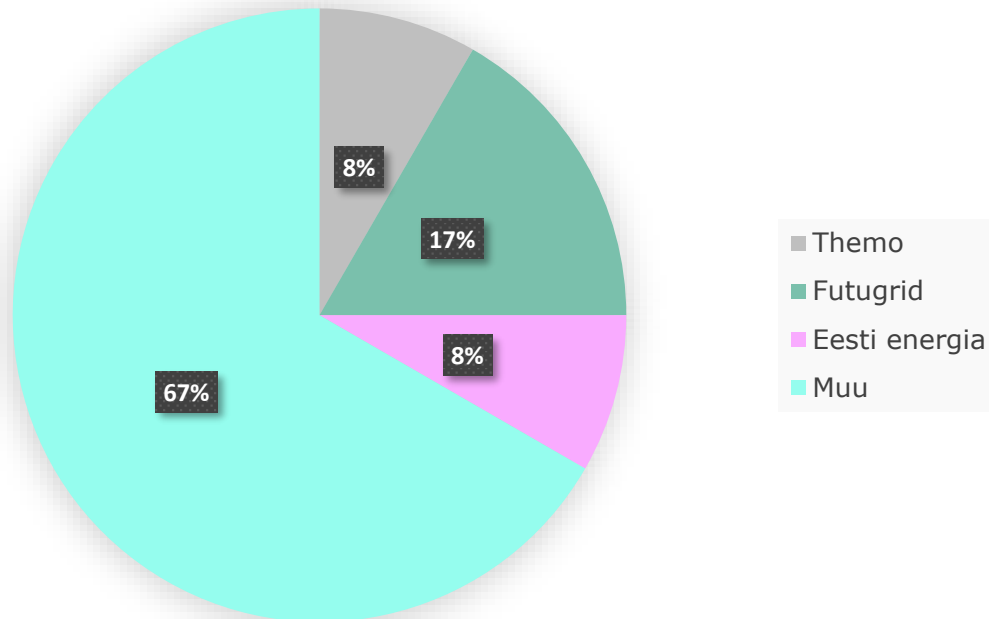
Joonis 5.31. Nutikoduseadmed

Üle poolte ehk 65% vastanutest ei tea, kui palju raha nad iga kuu tarbimise juhtimisega kokku hoiavad. Küsitletutest 14% hoiavad iga kuu kokku üle 20 euro, 11% alla 10 euro ja 10% säästavad 10 – 20 eurot kuus (joonis 5.32).



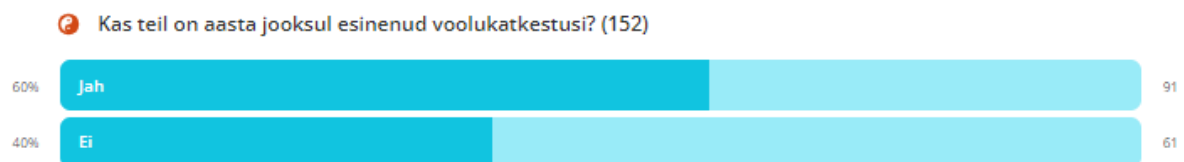
Joonis 5.32. Raha kokkuhoid

Vastajatest ainult kaheistkümmele on teenusepakkujad varem kas tarbimise juhtimise või nutikodu lahendust pakkunud. Nendest kahele on seadmeid pakkunud Futugrid, ühele Themo, ühele Eesti energia ning ülejäänud ei toonud välja, mis ettevõtte (joonis 5.33).



Joonis 5.33. Paindlikkuslahenduste pakkujad

Tarbimise juhtimise vaates on oluline teada ka voolukatkestustest ja nende kestusest, et selle alusel planeerida või pakkuda tarbimise juhtimise või varutoite lahendust. Varutoitelahendused võimaldavad lõpptarbijal pakkuda võrgule palju pikemal perioodil paindlikkust, tagades seejuures lõpptarbijale mugavuse ja varustuskindluse. Küsitlusest selgus, et vastanutest 60% ehk veidi üle poolel on viimase aasta jooksul esinenud voolukatkestusi (joonis 5.34).



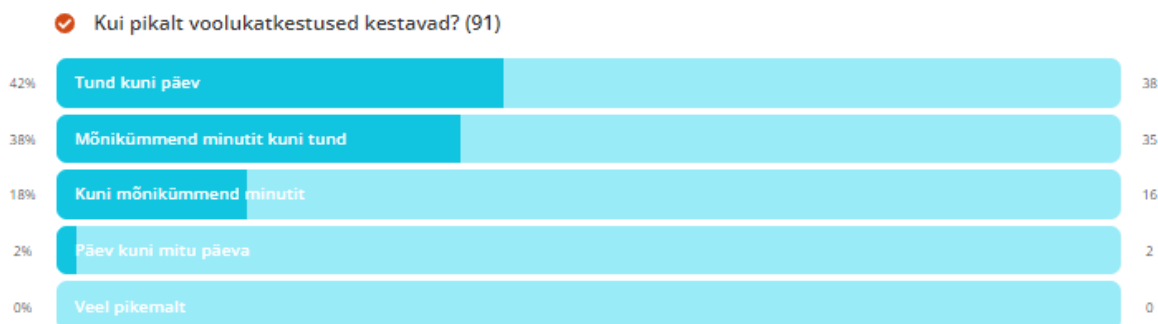
Joonis 5.34. Voolukatkestuste toimumine

Peaaegu kõigile ehk 78%-le vastanutest teatab elektrilevi katkestuste toimumisest, selgub jooniselt 5.35.



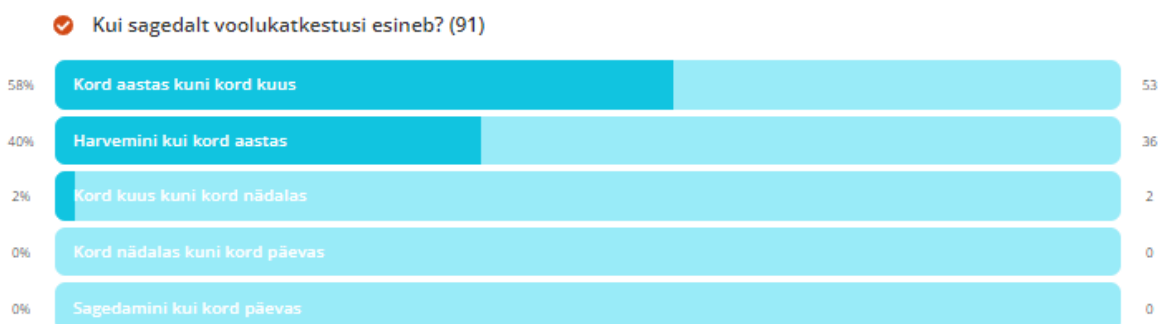
Joonis 5.35. Elektrilevi teated

Küsitlusest selgub, et enamasti kestavad katkestused tund kuni päev (42%), vähematel juhtudel mõnikümme minutit kuni tund (38%), alla mõnekümne minuti vaid 18% juhtudest ning 2% juhtudest päev kuni mitu päeva (joonis 5.36).



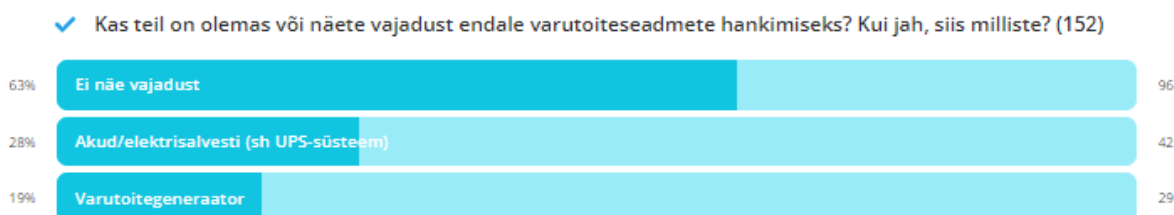
Joonis 5.36. Voolukatkestuste kestus

Joonis 5.37 kujutab, et enamikul vastajatest ehk 58%-l esineb voolukatkestusi kord aastas kuni kord kuus, 40%-l vastanutest harvemini kui kord aastas ning ühel vastajal kord kuus kuni kord nädalas.



Joonis 5.37. Voolukatkestuste sagedus

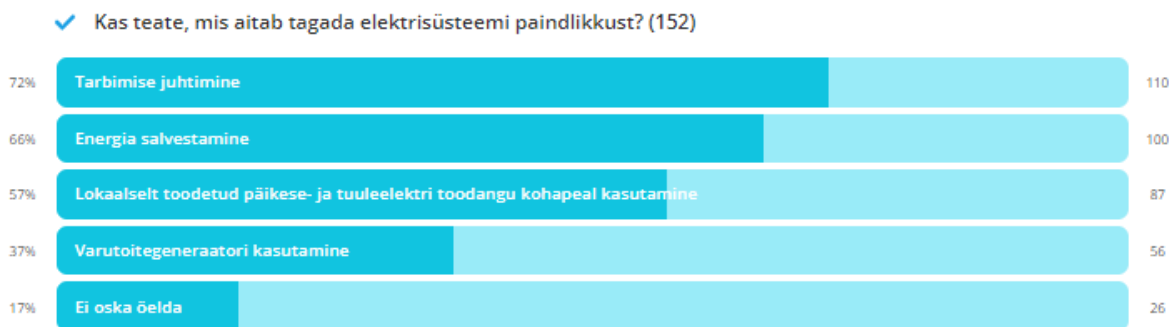
Küsitletutest 28% kas omavad või näevad vajadust endale akude või muu elektrisalvesti hankimiseks. Vastajatest 19% juba omavad või tahavad endale muretseda varutoitegeneraatorit ning ülejäänud 63% vastanutest ei näe varutoiteseadmete jaoks vajadust (joonis 5.38). Siit selgus, et elektrikatkestused ilmselt ei esine piisavalt tihedalt, et olla motivaator laialdaseks varutoiteseadmete hankimiseks.



Joonis 5.38. Varutoiteseadmete vajadus

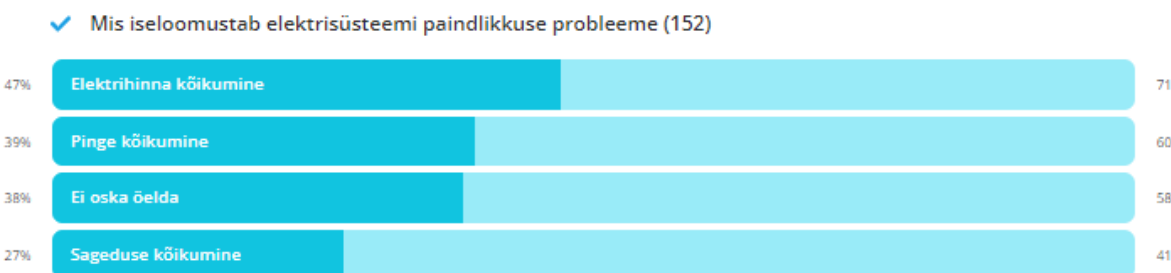
Uuringus osalejatest 83% teadsid vähemalt ühte aspekti, mis aitab elektrisüsteemi paindlikkust tagada, ülejäänud, ei teadnud, mis seda tagab (joonis 5.39). Kõige enam teati, et elektrisüsteemi paindlikkust aitab tagada tarbimise juhtimine – 72% vastajatest, järgnevalt 66% valiti energia salvestamise variant ja 57% lokaalselt

toodetud taastuenergia toodangu kohapeal kasutamise. Ainult 37% vastajatest leidsid, et paindlikkust aitab tagada varutoitegeneraatori kasutamine.



Joonis 5.39. Elektrisüsteemi paindlikkuse tagajad

Vastajatest 62% teadsid vähemalt ühte elektrisüsteemi paindlikkuse probleemi, ülejäänud ei osanud ühtegi välja tuua (joonis 5.40). Probleemidest kõige enam teati elektrihinna kõikumise kohta – 47% juhtudel, pinge kõikumise valisid 39% vastajaid ja sageduse kõikumise 27% vastajatest.



Joonis 5.40. Paindlikkuse probleemid

5.3 Analüüs

Sarnaselt küsimuste koostamise ja tulemuste esitamise peatükkidele on analüüs jagatud uuringu osade kaupa järgnevalt alapeatükkideks. Seal on kokkuvõtlikult esitatud küsimuste tulemuste analüüs ja ristanalüüsist tuletatud järeldused.

5.3.1 Valimi analüüs

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõtte valimi analüüsist, mis koosneb vastuste kokkuvõttest ja andmete ristanalüüsist. Valimiga seotud vastuste baasil saab välja tuua järgneva:

- Uuringus osales 52% naised ja 48% mehed (joonis 5.1);
- Enamik vastajatest on vanuses 30-50 aastat, st 29% vanuses 30-40 ja 28% vanuses 40-50 (joonis 5.2,);
- Elukohtade jagunemine:
 - 52% vastanutest elavad linnas, kortermajades;
 - 5% elavad maal kortermajades;
 - 15% elavad maal majas;
 - 28% linnas majas (joonis 5.4 ja 5.5);
- Kortermajades on 66% juhtudel elektrivõrguga liitumisleping korteril endal (joonis 5.6);
- Suurem osa ehk 79% vastajatest maksab ise oma elektriarveid (joonis 5.3);
- Peaaegu pooled ehk 46% vastanutest omavad kolmefaasilist ja 18% ühefaasilist peakaitset. Vähem kui veerandil – 17% vastajatest on 25 A suurune, 14% kuni 16 A suurune, 11% 20 A suurune ja ülejäänutel suuremad peakaitset. Suur hulk vastanutest ehk 31% ei tea, mitme amprine ja -faasiline elektri peakaitse neil on. See näitab inimeste huvi puudumist enda koduste elektriliitumise andmete osas (joonis 5.10 ja 5.11);
- Levinuim elektrikpaketi tüüp oli 33% juhtudel universaalpakett, 23% börsipakett, 18% fikseeritud hinnaga pakett, ülejäänud juhtudel oli tegu kas mingi muu paketiga või vastaja polnud teadlik sellest, mis elektrikpakett tal kodus on (joonis 5.7);
- Keskmine kuu sissetulek jääb 42% juhtudel vahemikku 1000-2000 ja 31% vahemikus 2000-3000 eurot, mis moodustavad valimist suurima osa. Samuti tuleb välja, et:
 - Kuni 1000 eurot kuus teenivad 19% meestest ja 13% naistest;
 - 1000-2000 eurot kuus teenivad 22% meestest ja 61% naistest;
 - 2000-3000 eurot kuus teenivad 41% meestest ja 19% naistest;
 - Üle 3000 eurot kuus teenivad 13 meest ja poole vähem, ehk 6 naist.
 Sellest selgub huvitav statistika, kus naiste palganumber on pigem samas vahemikus (1000-2000€) ja meeste palganumber esineb rohkem äärmustes – nii alla 1000 kui ka üle 3000 euro kuus teenivad mehed rohkematel juhtudel kui naised (joonis 5.8);
- Kuu keskmine elektritarbimine on vastajatel üldiselt kuni 400 kWh: 23% kuni 200 kWh ja 22% 200-400 kWh, 37% vastajate elektritarbimine oli üle 400 kWh. 18% vastajatest ei osanud öelda kui suur nende kuine elektritarbimine on. Võib öelda, et kuni 400 kWh tarbimiseni on tegu pigem keskmise sissetulekuga ja väiksemate leibkondade ning elamutega inimestega. Tarbimise juhtimise seisukohast on see info oluline, kuna selle järgi on näha, millise suurusjärguga on võimalik seda teha (joonis 5.9).

Eelnevast ja andmete ristanalüüsisist saab järelda järgnevat:

- ❖ Elektriarveid maksavad 72% naistest ja 86% meestest, kes küsimustikule vastasid.
- ❖ Elektripakettide jagunemine vastanute elukohtade põhjal on esitatud tabelis 5.1. Siit tuleb selgelt välja see, et võrreldes teiste elamutega on kortermajade elanike teadlikkus oma elektripaketist kõvasti madalam. Ühtlasi on tabelist näha, et maakorterite puhul on populaarseim börsipakett ja kõigi teiste elukohtade puhul universaalpakett.

Tabel 5.1. Elektripakettide jagunemine elukohtade põhjal

Elektripakett	Maamaja	Maakorter	Linnamaja	Linnakorter
Börsipakett	30%	43%	29%	19%
Universaalteenus	35%	29%	36%	35%
Fikseeritud pakett	22%	0%	24%	15%
Muu	9%	14%	2%	11%
Ei tea	4%	14%	9%	20%

5.3.2 Harjumuste ja eelistuste analüüs

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõtte harjumuste ja eelistuste analüüsisist, mis koosneb vastuste kokkuvõttest ja andmete ristanalüüsisist. Sellest küsitluse osast saadi teada, et:

- Enamik, ehk 63% valimist ei jälgi elektri hindade ning ei tea palju börsihind kõigub, isegi suurimaid kõikumisi (69%) (joonis 5.12, 5.17 ja 5.18);
- Hinda jälgivatest vastajatest üle poolte, ehk 60% jälgivad elektri hinna kõikumisi selleks, et tarbimist juhtida ja raha säästa, 33% teevad seda huvist ja 3-4% töö või tekkinud harjumuse tõttu (joonis 5.14);
- Enamasti, 59% juhtudel soovitakse leida hinnainfot internetist, 39% vastanutest sooviks kasutada teenusepakkuja indikaatorit. Seejuures kõige populaarsemad allikad elektri hinna teada saamiseks on vastajate seas:
 - Elektri hind.ee – 17%,
 - Eleringi koduleht – 16%,
 - Eesti Energia äpp – 15%,
 - Nordpooli koduleht – 12% (joonis 5.15);

- Populaarseim, 53% vastajate valitud, juhtimissüsteemi tüüp on poolautomaatne, kus klient saab vajaduspõhiselt seadmeid juhtida ja nende juhtimist ise seadistada. Populaarsuselt teine on manuaalne juhtimissüsteem, mille valis 25% vastajatest, kus kõike tuleb käsitsi juhtida. See näitab, et 78% vastajatel on huvi väga selgelt juhtimisse sekkuda, mida teenusepakkuja peaks oma arendatavates juhtimissüsteemides ette nägema (joonis 5.19);
- Vastajatele olid tarbimise juhtimise osas kõige olulisemad kriteeriumid, millega arvestama peaks, 32% juhtudel elektri hind, 21% juhtudel mugavus ning 22% juhtudel kellaag (joonis 5.24);
- Suurim motivatsiooni tekitaja paindlikkuse pakkumiseks on raha sääst 78%, mugavus 55% ja energia sääst 49%, seejuures 30% vastajate ootused säästu suurusele on küllaltki kõrged – üle 100 eurot kuus, 24% tahavad 50-100 euro suurust säästu, 19% 10-50 eurot ja 7% oleks motiveeritud ükskõik kui suure säästu puhul (joonis 5.20 ja 5.21);
- Vastajad on küllaltki säästlikud – 94% teevad vähemalt ühte tegevust, mis aitab elektrienergiat säästa ja seeläbi keskkonda hoida (joonis 5.23).

Eelnevast ja andmete ristanalüüsist saab järeldada järgnevat:

Juhtimispakettide eelistus sõltub valimi ehk küsitletava soost ja igakuisest sissetulekust. Tabelis 5.2, 5.3 ja 5.4 on toodud soo, vanuse ja igakuise sissetuleku mõju juhtimissüsteemi eelistustele. Siit selgub, et

- ❖ naised eelistavad lisaks poolautomaatsele juhtimissüsteemile pigem täisautomaatset aga mehed pigem manuaalset juhtimissüsteemi.
- ❖ Samuti eelistavad täisautomaatset süsteemi pigem alla 2000€ kuus teenivad inimesed ja need vastajad, kes on nooremad kui 40 aastat.

Tabel 5.2. Juhtimissüsteemi eelistus soo põhjal

Sugu	Täisautomaatne juhtimissüsteem	Poolautomaatne juhtimissüsteem	Manuaalne juhtimissüsteem
Naised	27%	54%	19%
Mehed	16%	52%	32%

Tabel 5.3. Juhtimissüsteemi eelistus sissetuleku põhjal

Sissetulek	Täisautomaatne juhtimissüsteem	Poolautomaatne juhtimissüsteem	Manuaalne juhtimissüsteem
<2000€	26%	49%	25%
>2000€	16%	59%	25%

Tabel 5.4. Juhtimissüsteemi eelistus vanuse põhjal

Vanus	Täisautomaatne juhtimissüsteem	Poolautomaatne juhtimissüsteem	Manuaalne juhtimissüsteem
<40 aastat	25%	54%	21%
>40 aastat	18%	52%	30%

Elektrihinda jälgivad:

- ❖ Soo põhjal – 34% naistest ja 41% meestest;
- ❖ Vanuse põhjal – 24% alla 40-aastastest ja 48% üle 40-aastastest vastajatest;
- ❖ Elukoha põhjal – 52% maamajas, 43% maakortoris, 48% linnamajas ja 28% linnakortoris elavatest vastajatest.

Hinnainfo allikate eelistused on sooti ja vanuseliselt suhteliselt sarnased, kuid selgelt tuleb välja see, et naised eelistavad teenusepakkuja indikaatorit ja mehed internetti selleks, et hinnainfot saada. Vanuselist erinevust välja ei tule (tabel 5.5 ja 5.6).

Tabel 5.5. Hinnainfo allikate eelistus soo põhjal

Sugu	Internet	Teenusepakkuja indikaator	Meili teel	Sõnumi kaudu
Naine	43%	47%	24%	9%
Mees	75%	27%	11%	4%

Tabel 5.6. Hinnainfo allikate eelistus vanuse põhjal

Vanus	Internet	Teenusepakkuja indikaator	Meili teel	Sõnumi kaudu
<40 aastat	60%	40%	19%	6%
>40 aastat	58%	36%	18%	7%

5.3.3 Teadlikkus ja paindlikkuse perspektiivid

Käesolevas peatükis on esitatud kokkuvõtte teadlikkuse ja paindlikkuse perspektiivide analüüsist, mis koosneb vastuste kokkuvõttest ja andmete ristanalüüsist. Sellest küsitluse osast selgus, et:

- Enamasti, 54% juhtudest tarbivad kõige rohkem elektrit kütteseadmed, millest:
 - Põrandaküte 8%;
 - Sauna keris 3%;
 - Elektriahi/-pliit 13%;
 - Veeboiler 11%

- Soojuspump 12%;
- Muud elektrikütteseadmed 7%.

Üksikseadmetest on suurim tarbija inimeste kodudes külmkapp, 10% vastustest ja pesumasin 8%. Sellest selgub, et paindlikkuse pakkumiseks suurima potentsiaali annavad elektrilised kütteseadmed ja pesumasinad, kuna külmkappi ei saa juhtida (joonis 5.28).

- Enamik vastanutest, ehk 95% kas juba juhib või oleks nõus juhtima peaaegu kõiki enda kodus leiduvaid juhitavaid seadmeid, kuid kõige rohkem ollakse nõus juhtima pesumasinat – 88%, nõudepesumasinat – 60% ja põrandakütet – 40% (joonis 5.30). Nende juhtimiseks oleks kasulik omada seadmeid, mis võimaldavad neid kaugelt juhtida, et elektrihinna kõikumisega kaasas käia. Oletades, et Eestis on 600 000 leibkonda oleks statistiliselt 570 tuhandel huvi oma tarbimist juhtida, seega paindlikkuse potentsiaal on peaaegu üleni kasutamata;
- Suuremal osal valimist ehk 98-l inimesel 152-st pole kodus ühtegi nutikodu seadet, kuid see on ilmselt selle tõttu, et ainult 8%, ehk kaheteistkümnele inimesele kogu valimist oli paindlikkuse või nutikoduteenuseid pakutud, seega kui just tegu pole seotud tegevusala inimesega, siis pigem selliseid seadmeid ei tunta (joonis 5.31, 5.33). Oletades, et Eestis on 600 000 leibkonda oleks statistiliselt ainult 48 tuhandel võimekus kaugelt oma tarbimist juhtida, seega paindlikkuse seadmete turg on peaaegu üleni kasutamata;
- Populaarseimad nutikoduseadmed olid nutipistikud ja programmkellad – seda ilmselt nende kasutuslihtsuse ning odava hinna tõttu. Nutikoduseadmete funktsionaalsus vajaks tulevikus täiendavalt uurimist (joonis 5.31);
- Voolukatkestusi on viimasel aastal esinenud rohkem kui pooltel valimist (joonis 5.34), enamasti teavitab võrguteenusepakkuja tarbijaid voolukatkestuste toimumisest ette (joonis 5.35). Katkestuste kestuseks on enamasti maksimaalselt päev ja suuremas osas on nende esinemistihedus kuni kord kuus (joonis 5.36 ja 5.37). Nende küsimuste vastustest saadi aimu sellest, milline on vastajate teadlikkus nende kodude seadmete seisukorra ja tarbimise juhtimise osas;
- Varutoiteseadmed on olemas või nende vastu tunnevad huvi alla poole vastajatest – see võib tulla suhteliselt vähese esinemistihedusega elektrikatkestustest ning ka vähesest teadlikkusest nende seadmete osas, kuid teadlikkuse suurendamisel ja tarbijate motiveerimisel oleks kindlasti ka nende seadmete abil võimalik tulevikus paindlikkust suurendada (joonis 5.38);
- Paindlikkuse omaduste kohta oli valimi teadlikkus kokkuvõttes päris hea, 83% oskasid välja tuua vähemalt ühe elektrisüsteemi paindlikkuse tagaja ja 62% teadsid vähemalt ühte elektrisüsteemi paindlikkuse probleemi, millest selgub, et teadlikkus

ja tahe seadmete juhtimiseks on olemas, aga puudu on selleks sobilikud võimalused (joonis 5.39 ja 5.40).

Küsimustiku tulemustest selgus täiendavalt:

Tarbimise juhtimiseks motiveeriv sääst sõltub sissetulekust. Ülevaade sellest on esitatud tabelis 5.7.

- ❖ Selgelt eristub see, et vastajatel, kelle sissetulek on üle 2000 euro kuus on parem üldine ja rahakasutusega seonduv teadlikkus. See tuleb välja näiteks sellest, et 13% vastajatest, kelle sissetulek on alla 2000 euro vastasid, et nad ei tea kui suurt säästu nad tarbimise juhtimise eest sooviksid. Vastajatest, kelle sissetulek on üle 2000 euro kuus ei vastanud keegi „ei tea“.
- ❖ Analüüsist tuleb selgelt välja see, et kuni 50 eurone sääst on olulisem alla 2000 eurose sissetulekuga vastajatele ja alates 50 eurone sääst on olulisem just üle 2000 eurose sissetulekuga vastajatele.
- ❖ „Muud“ vastused olid enamasti antud protsendina elektriarvest.

Tabel 5.7. Motiveeriv sääst kuu sissetuleku järgi

Sääst	Sissetulek kuus <2000€	Sissetulek kuus >2000€
Alates 0€	9%	8%
10-50€	21%	16%
50-100€	24%	24%
Üle 100€	28%	37%
Ei tea	13%	0%
Muu	5%	15%

Küsimustiku tulemustes kõikidest „ei oska öelda“ vastustest 68% vastasid naised ja 32% mehed. Sellest saame järeldada, et nii üldiste paindlikkusega seotud teemade kui ka koduseadmete puhul tuleb teadlikkust tõsta eelkõige naistel.

Tabelis 5.8 on esitatud üldkokkuvõtte uuringu tulemustest eelnevalt välja töötatud kodutarbijate liigitusviisi põhjal.

Tabel 5.8. Kodutarbijate liigitus paindlikkusuuringu tulemuste põhjal

Liigitusviis	Liigid	Protsent
Paindlikkuseadmete järgi	Elektrisõidukite omajad	16%
	Kodumajapidamisseadmete omajad	100%
	Kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmeid omajad	99%
Teadlikkuse järgi	Vähese teadlikkusega kodutarbijad	33%
	Hea teadlikkusega kodutarbijad	67%
Harjumuste järgi	Mittesäästlike harjumustega kodutarbijad	6%
	Säästlike harjumustega kodutarbijad	94%
Motiveerituse järgi	Mitte motiveeritavad kodutarbijad	5%
	Hästi motiveeritavad kodutarbijad	95%

5.4 Ettepanekud

Tarbimise juhtimise teenuseid on juba loodud, kuid vaatamata sellele tarbijad ei soovi või ei tea nendega ühineda. On väga oluline, et turuosalised, konkreetsete agregatorid, TSO, võrguoperaatorid, seadmete tootjad ja paigaldajad, saaks prosumereid soosida oma paindlikkust pakkuma. Analüüsi põhjal saaks seda teha:

- **Agregaatorid, agregeerimislahenduste tootjad ja paigaldajad:**
 - luues platvorme app'idenä või veebirakendustena:
 - kuhu tarbijad saavad oma seadmetega liituda ja selle kaudu neid juhtida;
 - mis võimaldavad seadmete automaatset või käsitsi juhtimist
 - Jagades tarbimise juhtimiseks vajalikku tehnoloogiat soodsamalt või tasuta, muutes selle lihtsalt kättesaadavaks ja kodumajapidamistes igapäevaselt kasutatavaks seadmeks.
 - langetades paindlikkusalahenduste sh nutiseadmete/nutipistikute ühikhinda läbi parema disaini või lõpptarbijä koormuste grupeerimise (nt grupeerida kilbis mitu koormust ühe nutiseadme külge);
- **Riik:**
 - Toetades regulatiivselt paindlikkusteenuste arengut ja mitmekesistamist;
 - Töötades välja toetusmeetmeid paindlikkusteenuste ja -toodete väljatöötamiseks;

- Töötades välja lõpptarbija teadlikkust tõstvaid meetmeid.
- **TSO ja võrguoperaatorid:**
 - Arendades välja teenuseid ja ärimudeleid, mis on suunatud kodutarbijate turule toomisele ja arvestavad nende ootusi. Näiteks luues täisautomaatseid tarbimise juhtimise teenuseid, mis aitaksid turule tuua ka need tarbijad, kellele on kõige olulisem mugavus ning kes ise tarbimist juhtida ei soovi;
- **Kõik väljatoodud turuosaliselised:**
 - Tehes koostööd teiste ettevõtetega ja luues näiteks liitumiskampaaniaid, partnersoodustusi, boonuse kogumist, sünnipäevakampaaniaid ja muid teistes majandusharudes toimivaid motivatsioonipakette;
 - Tõstes kodutarbijate teadlikkust:
 - Telekanalitesse ja avalikele reklaamtahvlitele reklaamide levitamine, et olla linnapildis nähtavad ja jõuda rohkemate inimesteni;
 - Sotsiaalmeedias ja muudes peavoolukanalites info jagamine ja paindlikkusega seotud toodete ja teenuste reklaamimine. Nii on võimalik infoga ulatuda ka tavatarbijateni;
 - Saates lepingulistele klientidele ja uudiskirjaga liitunutele teadlikkust tõstvaid kuu- või nädalikirju, kus räägitakse erinevatest lahendustest ja nende eripäradest ning tekitatakse nende vastu huvi;
 - Varutoiteseadmete osas, kuna need ei ole vajalikud ainult katkestuste puhul vaid pakuvad ka hea võimaluse tarbimise juhtimiseks.

Täiendavat uurimist vajab veel:

- Regulatsioonides puuduste otsimine, et neid täiendada ja vajadusel parandada selleks, et tulevikus paindlikkuse saamine ja pakkumine saaks võimalikult otstarbekas olla;
- Kuidas ühildada turuvaade paindlikkusest tarbija vaatega nii, et mõlemad osapooled on kasusaajad. Hetkel on uuringutes käsitletud mõlemat vaadet eraldi, kuid antud valdkonna edasi arendamiseks on vaja mõlemaid vaateid arvesse võttes teenuseid ja tooteid luua.
- Nutikoduseadmete funktsionaalsus – millised nutikoduseadmete funktsioonid täpsemalt olema peaksid ja kuidas neid rohkem populariseerida.

KOKKUVÕTE

Käesolev töö keskendus kodutarbijatest prosumerite paindlikkuse ja selle rakendamisvõimaluste uurimisele. Töö alguses käsitleti elektrisüsteemi paindlikkuse aktuaalsust ja kasvavat vajadust selle järele, mis tuleneb juhuslikumaks muutuvast tootmisest ja tarbimisest. Samuti uuriti potentsiaalseid paindlikkuse pakkujaid, kellest selle töö raames on kõige olulisemad kodutarbijad (sh prosumerid). Otsiti ka kodutarbijate liigitusviise analüüsi hõlbustamiseks ja üldistuste tegemiseks. Lihtsaim viis kodutarbijaid jagada on paindlikkuse seadmete, motivatsiooni, teadlikkuse ja säästlikkuse põhjal. Ühtlasi uuriti erinevaid küsitluskeskkondi ning võrreldi nende eeliseid ja puuduseid, mille kaudu otsustati, et vaadeldavatest keskkondadest kõige sobivam oli Forms.app [30]. Küsitlus viidi läbi jagades selle linki Facebookis, LinkedInis ja meili teel. Selle läbi viimise abil saavutati töö alguses püstitatud eesmärgid:

- Kodutarbijatest prosumerite paindlikkus on alakasutatud ressurss ja elektrisüsteemile oluline, kuna sellel on suur potentsiaal siluda võrgu tiputarbimist ja tasakaalustada juhuslikku elektritootmist.
- Põhilised motivatsioonimehhanismid prosumerite paindlikkuse pakkumiseks on raha teenimine ja säästmine ning keskkonnahoid.

Lisaks selgus töö põhjal koostatud analüüsist, et teadlikkus kodumajapidamiste tarbimise juhtimise võimaluste kohta on keskpärane ja madalam just naiste seas. Samas on näha, et vastajate harjumused on säästlikud, mis näitab, et nad hoolivad keskkonnast, mis on üks motivaator sobivate paindlikkusteenuste pakkumiseks. Samuti selgus, et peamised paindlikkust võimaldavad seadmed, mida kodutarbijad on nõus juhtima, on pesumasin, nõudepesumasin ja elektriline põrandaküte. Turuosaliste vaates on kõige tähtsam analüüsi tulemus see, et 88% valimist on nõus oma koduseid seadmeid paindlikult juhtima. Seega tarbijate prosumeritena paindlikkusteenuste turule toomise eeldused on olemas, et tasandada tipukoormuseid või taastuenergiatootmist. Ühtlasi tuli vastustest välja, et suurim motivaator paindlikkuse pakkumiseks on raha säästmine, mida paindlikkuse pakkumine vastavate teenuste olemasolul juba loomu poolest võimaldab. Vastustest selgus, et suurem osa vastanutest soovib vähemalt 50-100 euro suurust säästu, kuid paljude vastajate puhul soosib tarbimist juhtima juba kasvõi 10 euro suurune sääst. Eeltoodud kaks aspekti tõendavad, et paindlikkuse pakkumise teenuse osutamisel on tulevikus väljavaated olemas. Selleks on tulevikus vaja luua uusi platvorme ja teha regulatiivseid muudatusi, mis aitaksid tarbimise juhtimise süsteemid teha kasutoovaks nii turuosalisele kui kodutarbijale.

Autori hinnangul olid tulemused ootuspärased. Lisaks said kõik lõputöö lähteülesandes püstitatud uurimisküsimused vastuse. Tulemustest saab veel järeldada, et tarbijate teadlikkust peaks parandama, paindlikkuse kohta käivat infot erinevate kanalite kaudu levitades.

Edaspidi võiks antud teemat edasi uurida keskendudes rohkem:

- Regulatsioonides puuduste otsimisele;
- Sellele, kuidas ühildada turuvaade paindlikkusest tarbija vaatega nii, et mõlemad osapooled on kasusaajad;
- Nutikoduseadmete funktsionaalsuse uurimisele.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Küsitluskeskkonna Forms.app veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://forms.app/en> [Kasutatud 29.12.22].
2. European Green Deal. [Võrgumaterjal]. Saadaval: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en [Kasutatud 12.01.2023]
3. Bernard Marr, „The 3 Biggest Future Trends (And Challenges) In The Energy Sector,” Forbes. Feb 11, 2022. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/02/11/the-3-biggest-future-trends-and-challenges-in-the-energy-sector/?sh=434450a427b7> [Kasutatud 12.01.2023]
4. ENTSO-E, „Vision on Market Design and System Operation towards 2030,” [Võrgumaterjal]. Saadaval: https://vision2030.entsoe.eu/wp-content/uploads/2019/11/entsoe_fp_vision_2030_web.pdf [Kasutatud 12.01.2023]
5. Argo Rosin, „Kogukonnavõrkude paindlikkust suurendavad meetmed ja rakendused elektri tarkvõrkudes – teekaart. Teaduste Akadeemia Tuleviku Energeetika professuuri granditaotlus.” 2022 9 lk.
6. H. Liao and J. V. Milanović, „Flexibility Exchange Strategy to Facilitate Congestion and Voltage Profile Management in Power Networks,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, kd. 10, nr 5, pp. 4786-4794, 2019.
7. Rosin, A.; Drovtnar, I.; Mölder, H.; Haabel, K.; Astapov, V.; Vinnal, T.; Korõtko, T. 2022. „Analysis of Traditional and Alternative Methods for Solving Voltage Problems in Low Voltage Grids: An Estonian Case Study.” *Energies*, 15 (3), #1104. DOI: 10.3390/en15031104.
8. O.M. Babatunde, J.L. Munda, Y. Hamam, „Power system flexibility: A review,” *Energy Reports*, Volume 6, Supplement 2, 2020, Pages 101-106, ISSN 2352-4847. Saadaval: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.048>.
9. Freddy Plaum, Roya Ahmadiyahangar, Argo Rosin, Jako Kilter, „Aggregated demand-side energy flexibility: A comprehensive review on characterization, forecasting and market prospects,” *Energy Reports*, Volume 8, 2022, Pages 9344-9362, ISSN 2352-4847. Saadaval: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.07.038>.
10. International Energy Agency, „Status of power system transformation 2018: Advanced power plant flexibility” Paris: IEA. (2018). [Võrgumaterjal]. Saadaval:

https://www.oecd-ilibrary.org/energy/status-of-power-system-transformation-2018_9789264302006-en. [Kasutatud 12.01.2023]

11. M. Ayar, „A distributed control approach for enhancing smart grid transient stability and resilience,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, kd. 8, nr 6, pp. 3035-3044, 2017.
12. Hürmeydan, S.; Rosin, A.; Vinnal, T.; Jagomägi, A., „Effects of PV microgeneration on rural LV network voltage quality. *2016 57th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTU CON): 2016 57th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTU CON)*,” Riga, Latvia, 13-14 Oct. 2016. IEEE, 1–4. DOI: 10.1109/RTU CON.2016.7763083.
13. Hürmeydan, S.; Rosin, A.; Vinnal, T. (2016). Effects of PV microgeneration on rural LV network voltage quality - harmonics and unbalance. *Proceedings of Electric Power Quality and Supply Reliability (PQ), 2016: Electric Power Quality and Supply Reliability (PQ2016), Tallinn, 29-31 august, 2016*. Tallinn: IEEE Power and Energy Society (www.ieee-pes.org), 97–100. DOI: 10.1109/PQ.2016.7724096.
14. N. Yuguang, D. Ming, D. Enfu, Z. Ke, G. Weichun and L. Huanhuan, "An Analysis of the Effects of Flexibility Modification on System Frequency Regulation," *2019 IEEE 2nd International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA)*, 2019, pp. 99-105, doi: 10.1109/ICPEA.2019.8818491.
15. Guochao Wang, Shenzhou Zheng, Jun Wang, „Fluctuation and volatility dynamics of stochastic interacting energy futures price model,” *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, kd. 537, p. 122693, 2020.
16. A. Taşcıkaraoğlu, N. G. Paterakis, O. Erdinç and J. P. S. Catalão, „Combining the Flexibility From Shared Energy Storage Systems and DLC-Based Demand Response of HVAC Units for Distribution System Operation Enhancement,” *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, kd. 10, nr 1, pp. 137-148, 2019.
17. Eesti Energia koduleht. [Vörgumaterjal] Saadaval: <https://www.energia.ee/ettevottest> [Kasutatud 23.03.23]
18. Hanne Sæle, Andrei Morch, Merkebu Zenebe Degefa, Irina Oleinikova „Assessment of flexibility in different ancillary services for the power system” (2020) [Vörgumaterjal]. Saadaval: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9221996> [Kasutatud 22.02.23]
19. Argo Rosin, „Kogukonnavõrkude paindlikkust suurendavad meetmed ja rakendused elektri tarkvõrkudes – teekaart”
20. Carter, S.; Desai, R.; Forsman, J.; Martin, M.; Pearce, O; Steel, B.; Vestli, M. DEMAND-SIDE RESPONSE AS SOURCE FOR FLEXIBILITY (Tarbimise juhtimine elektrisüsteemi paindlikkuse tagajana), ISBN 978-9949-38-667-3. Tallinn 2015

21. Rosin, A.; Drovtar, I.; Link, S.; Hõimoja, H.; Mölder, H.; Möller, T. (2014). Tarbimise juhtimine – suurtarbijate koormusgraafikute salvestamine ning analüüs juhtimise rakendamise võimaluste tuvastamiseks (Analysis of Large Electricity Consumers Demand Profiles to Determine Implementation of Demand-Side Management Measures). Elering.
22. Lennart Söder, Peter D. Lund, Hardi Koduvere, Torjus Folsland Bolkesjø, Geir Høyvik Rossebø, Emilie Rosenlund-Soysal, Klaus Skytte, Jonas Katz, Dagnija Blumberga, A review of demand side flexibility potential in Northern Europe, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 91, 2018, Pages 654-664, ISSN 1364-0321. Saadaval: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.104>.
23. H. Nagpal, I. -I. Avramidis, F. Capitanescu and A. G. Madureira, "Local Energy Communities in Service of Sustainability and Grid Flexibility Provision: Hierarchical Management of Shared Energy Storage," in *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, vol. 13, no. 3, pp. 1523-1535, July 2022, doi: 10.1109/TSTE.2022.3157193
24. M. S. Javadi, A. E. Nezhad, P. H. J. Nardelli and S. Sahoo, "Flexibility Provision by Smart Homes in Integrated Energy Management Systems," *2022 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2022 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854645.
25. Development and Role of Flexibility in the Danish Power System. Danish Energy Agency. 23 June 2021. [Võrgumaterjal]. Saadaval: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/development_and_role_of_flexibility_in_the_danish_power_system.pdf [Kasutatud 12.01.2023]
26. I. E. Agency, „Status of Power System Transformation 2019,” 2019. [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.iea.org/reports/status-of-power-system-transformation-2019>. [Kasutatud 23.03.23]
27. Xu, Z „The electricity market design for decentralized flexibility sources” Oxford Institute for Energy Studies: Oxford, UK, 2019 [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:775c8a70-8a1f-4053-8fdf-70d3a3ad4845> [Kasutatud 22.02.2023]
28. Jiexiang Wu, Li Li, Jiangfeng Zhang „Maximum demand flexibility from the demand response of a big group of residential homes” [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061522007967> [Kasutatud 22.02.23]

29. Yimeng Jin, Fei Hu, Jin Qi „Multidimensional Characteristics and Construction of Classification Model of Prosumers“ (2022), [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85139933944&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Multidimensional+Characteristics+and+Construction+of+Classification+Model+of+Prosumers&sid=b42bfd6b71b7748110b5419f75a87e1&sot=b&sdt=b&sl=101&s=TITLE-ABS-KEY%28Multidimensional+Characteristics+and+Construction+of+Classification+Model+of+Prosumers%29&relpos=0&citeCnt=1&searchTerm=> [Kasutatud 18.01.2023]
30. Merkebu Zenebe Degefa, Iver Bakken Sperstad, Hanne Sæle „Comprehensive classifications and characterizations of power system flexibility Resources“ (2020), [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037877962100002X#sec0004> [Kasutatud 22.12.2022]
31. Küsitluskeskkonna Connect veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.connect.ee/forms/> [Kasutatud 29.12.22]
32. Küsitluskeskkonna Survicate veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://survicate.com/> [Kasutatud 29.12.22]
33. Küsitluskeskkonna Limesurvey veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.limesurvey.org/> [Kasutatud 29.12.22]
34. Küsitluskeskkonna Surveyplanet veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://surveyplanet.com/> [Kasutatud 29.12.22]
35. Küsitluskeskkonna Surveymonkey veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.surveymonkey.com/> [Kasutatud 29.12.22]
36. Küsitluskeskkonna Google Forms veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.google.com/intl/et/forms/about/> [Kasutatud 29.12.22]
37. Küsitluskeskkonna Typeform veebileht, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.typeform.com/> [Kasutatud 29.12.22]

LISAD

Lisa 1 Üldküsimused

Tabel L1. Üldküsimused

Nr	Küsimus	Vastus
1.	Mis on teie sugu?	<ul style="list-style-type: none">• Mees• Naine• Muu
2.	Mis on teie vanus?	<ul style="list-style-type: none">• Noorem• 18 - 25• 26 - 40• 40 - 60• Vanem
3.	Kas maksate ise elektriarvet?	<ul style="list-style-type: none">• Jah• Ei
4.	Kas elate linnas või maakohas?	<ul style="list-style-type: none">• Linnas• Maal
5.	Kas elate majas või korteris?	<ul style="list-style-type: none">• Majas• Korteris
6.	Kui elate korteris, siis kas elektrivõrguga on liitumisleping ühistul või teie korteril?	<ul style="list-style-type: none">• Ühistul• Korteril
7.	Mis elektripakett teil on? https://elektrihind.ee/paketid/	<ul style="list-style-type: none">• ...
8.	Mis on teie keskmine sissetulek kuus?	<ul style="list-style-type: none">• Kuni 1000 €• 1000 – 2000 €• 2000 – 3000 €• Üle 3000 €
9.	Mis on teie kuu keskmine elektri tarbimine?	<ul style="list-style-type: none">• Kuni 200 kWh• 200 - 400 kWh• 400 - 600 kWh• 600 - 800 kWh• 800 - 1000 kWh• Üle 1000 kWh
10.	Kas teie elektri peakaitse on ühe- või kolmefaasiline?	<ul style="list-style-type: none">• Ühefaasiline• Kolmefaasiline
11.	Kui suur on teie elektri peakaitse? (iga faas)	<ul style="list-style-type: none">• Kuni 16 A• 20 A• 25 A• 32 A• 40 A• 50 A• 63 A ja suurem

Lisa 2 Harjumused ja eelistused

Tabel L2 Harjumused ja eelistused

Nr	Küsimus	Vastus
12.	Kas jälgite elektri hinda?	<ul style="list-style-type: none"> • Jah • Ei
13.	Kust teie hinnainfot jälgite? (nt Postimees, Elering, Elektri.ee, Electrify, Energia.ee, Macdronic, Hind24)	<ul style="list-style-type: none"> • ...
14.	Miks te hinnainfot jälgite?	<ul style="list-style-type: none"> • ...
15.	Millisel kujul sooviksite teie hinnainfot, et oma seadmete tarbimist juhtida?	<ul style="list-style-type: none"> • Internetist • Sõnumite kaudu • Meili teel • Teenusepakkuja indikaator (Valgusfoor: roheline -> odav hind; Punane -> Kallis hind)
16.	Kui pikalt peaksite hinnainfot ette teadma?	<ul style="list-style-type: none"> • Nädal • 3 päeva • Päev • 12 tundi • Tund • Pool tundi • Sõltub olukorrast
17.	Kas teate palju elektri börsihind päevas keskmiselt kõigub?	<ul style="list-style-type: none"> • Jah • Ei
18.	Pakkuge, milline oli ööpäevas keskmine elektri börsihinna kõikumine viimasel aastal?	<ul style="list-style-type: none"> • ...
19.	Milline oli ligikaudu päeva suurim elektri hinna kõikumine viimasel aastal?	<ul style="list-style-type: none"> • 2000 € • 3000 € • 4000 € • Ei oska öelda
20.	Milline oleks teie jaoks sobilik juhtimislahendus?	<ul style="list-style-type: none"> • Täisautomaatne (ise ei pea midagi juhtima, teenusepakkuja juhib seadmeid täielikult teie eest) • Poolautomaatne (ise annab ette väärtused, millal seadmeid sisse- välja lülitada ja teenusepakkuja juhib vastavalt sellele teie eest) • Manuaalne (Lülitan ise vastavalt hinnale või muudele näitajatele seadmed sisse, kui vaja)
21.	Mis teid motiveeriks kodus seadmeid juhtima? (nt kustutada tuled, käivitada generator, laadida elektriautot, kütta ruume)	<ul style="list-style-type: none"> • Raha säästmine (elektriarve vähenemine) • Energia säästmine (keskkonnasõbralikkus) • Mugav ja kasutajasõbralik lahendus
22.	Kirjutage, kui suur rahaline kokkuvõtte motiveerib teid kodus elektriseadmeid juhtima	<ul style="list-style-type: none"> • ...
23.	Kirjutage, kui suur energiasääst motiveerib teid kodus elektriseadmeid juhtima	<ul style="list-style-type: none"> • ...

Tabel L2 jätk

24.	Kas käitute säästlikult?	<ul style="list-style-type: none"> • Jah • Ei
25.	Mida säästlikkuse jaoks täpsemalt teete?	<ul style="list-style-type: none"> • Lahkudes ruumist, kustutan tuled • Peale filmi vaatamist lülitan televiisori välja • Reguleerin seadmete temperatuuri • Ei jäta seadmeid ooterežiimile • Vahetan seadmed säästlikumate vastu • Kui lähen kodust paariks päevaks või pikemaks ajaks ära, lülitan kõik võimalikud seadmed vooluvõrgust välja ja keeran kütte madalama temperatuuri peale
26.	Milliste tänaste harjumustega peaks juhtimine arvestama? (hind, temperatuur, kellaaeg, kas toidu tegemist või pesupesemist võib piirata vms)	<ul style="list-style-type: none"> • ...
27.	Millistel tingimustel oleksite nõus oma harjumusi tulevikus muutma?	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrikatkestuste vältimiseks • Elektriarve vähenemiseks (nt 10% või enam) • Energiasäästlikkuse jaoks • Boonuse kogumiseks (nt sooduspakkumine partnerettevõtetes) • Muu • Ei ole nõus
28.	Millistel tingimustel oleksite veel nõus oma harjumusi tulevikus muutma?	<ul style="list-style-type: none"> • ...
29.	Kui pikalt oleksite nõus teile harjumuspäraseid tegevusi edasi lükkama? (pesumasina tööle panekuga viivitama/ hoidma kütet nii, et tuba on paar kraadi madalama temperatuuriga, kui tavaliselt jms)	<ul style="list-style-type: none"> • Kuni 1 tund • 1 – 3 tundi • 3 – 4 tundi • 4 – 6 tundi • 6 – 12 tundi • Rohkem kui 12 tundi
30.	Millistest seadmetest sõltub teie mugavus enim? (Mida pigem ei tahaks juhtida Valige 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Kodumajapidamisseadmetest (nt pesumasin jne) • Kütte-, jahutus- ja ventilatsiooniseadmetest (nt elektriahi, soojuspump jne) • Elektrisõidukitest (nt elektriauto, -jalgratas jne) • Mugavusseadmetest (nt raadio, televiisor, videomängukonsool jne) • Varutoiteseadmetest (nt salvesti, varutoitegeneraator jne)

Lisa 3 Teadlikkus ja katkestused


Tabel L3. Teadlikkus ja katkestused

Nr	Küsimus	Vastus
31.	Kas teate, milline seade tarbib teie kodus kõige rohkem elektrit?	<ul style="list-style-type: none"> • ...
32.	Milliseid järgnevatest seadmetest kodus juhite või oleksite nõus juhtima elektri hinna järgi?	<ul style="list-style-type: none"> • Pesumasin • Nõudepesumasin • Tolmuimeja • Veekeedukann • Pesukuivati • Põrandaküte • Elektriahi • Elektripliit • Konditsioneer • Õhk/ õhk-vesi/ maasoojuspump • Ventilatsiooniseade • Elektriauto • Elektrijalgratas • Elektritõukeratas • Televiisor • Raadio • Videomängukonsool • Ei juhi ühtegi seadet
33.	Milliseid tarbimise juhtimise või nutikodu seadmeid teil on? (nt hooneautomaatika, nutipistikupesa, programmikellad, UPS, nutikodu lahendused)	<ul style="list-style-type: none"> • ...
34.	Kas teate kui palju tarbimise juhtimisega iga kuu raha kokku hoiate?	<ul style="list-style-type: none"> • Alla 10 € • 10 – 20 € • Rohkem, kui 20 € • Ei oska öelda
35.	Kas teate, kui palju teie elektritarbimine eelmine kuu vähenes?	<ul style="list-style-type: none"> • Alla 10 kWh • 10 – 20 kWh • 20 – 30 kWh • Rohkem, kui 30 kWh • Ei oska öelda
36.	Kas keegi on teile pakkunud tarbimise juhtimise lahendusi või teenuseid (nt virtuaalse elektri jaama omanik, bilansiteenuse pakkuja, tarbimise juhtimise või nutikodu lahenduse pakkuja)? Milliseid seadmeid või lahendusi on pakutud?	<ul style="list-style-type: none"> • ...
37.	Kas teil on aasta jooksul esinenud voolukatkestusi?	<ul style="list-style-type: none"> • Jah • Ei
38.	Kas Elektrilevi teavitab teid katkestuste toimumisest?	<ul style="list-style-type: none"> • Jah • Ei
39.	Kui pikalt voolukatkestused kestavad?	<ul style="list-style-type: none"> • Kuni mõnikümmend minutit • Mõnikümmend minutit kuni tund • Tund kuni päev • Päev kuni mitu päeva • Veel pikemalt

Tabel L3 jätk

40.	Kui sagedalt voolukatkestusi esineb?	<ul style="list-style-type: none"> • Harvemini kui kord aastas • Kord aastas kuni kord kuus • Kord kuus kuni kord nädalas • Kord nädalas kuni kord päevas • Sagedamini kui kord päevas
41.	Kas teil on olemas või näete vajadust endale varutoiteseadmete hankimiseks? Kui jah, siis milliste?	<ul style="list-style-type: none"> • Varutoitegeneraator • Akud/elektrisalvesti • UPS-süsteem • Ei näe vajadust
42.	Kas teate, mis aitab tagada elektrisüsteemi paindlikkust?	<ul style="list-style-type: none"> • Tarbimise juhtimine • Energia salvestamine • Päikese- ja tuuleelektri tootmine • Varutoitegeneraatori kasutamine • Ei oska öelda
43.	Mis iseloomustab elektrisüsteemi paindlikkust?	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrihinna kõikumine • Pinge kõikumine • Sageduse kõikumine • Ei oska öelda

Lisa 4 Küsitluse sissejuhatus



Tarbimise juhtimine

Käesoleva küsitluse eesmärkideks on uurida harjumusi, teadlikkust ja motivatsiooni tarbimise juhtimise võimaluste kasutuselevõtuks.

Selle küsitluse läbiviimisel tekkivaid järeldusi saavad kasutada erinevad turuosalised elektrisüsteemis (nt paindlikkusteenuste pakkujad ja bilansihaldurid), et elektrilahendusi paremaks arendada.

ALUSTA

Joonis L4. Küsitluse sissejuhatus