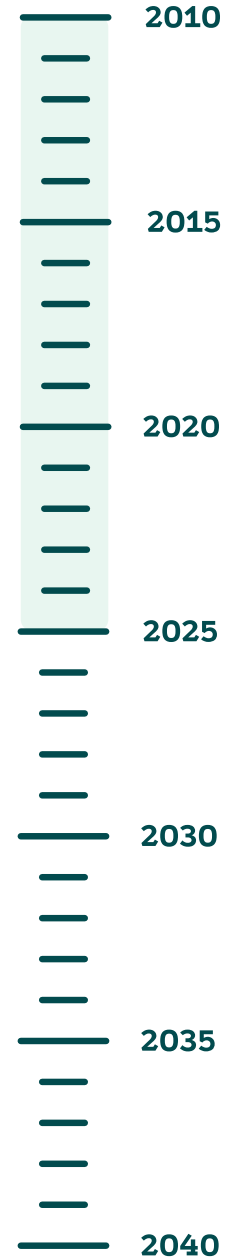


# Rohetiigri Energia teekaart 2025



# Sisukord

<b>Proloog</b>	<b>3</b>	<b>Energiatõhusus ja -sääst</b>	<b>29</b>
<b>Eesmärk ja otsustuskriteeriumid</b>	<b>4</b>	Mitteeluhooned, sh ärikinnisvara ja avalik sektor ning lahendused	30
<b>Eesti energiavajadus ja selle katmise võimekus 2025-2030-2035-2040</b>	<b>5</b>	Elukondlik kinnisvara ning lahendused	31
Summaarne vaade	5	Kokkuvõte, energiatõhususe protsess ja soovitused	33
Elekter	8	<b>Tarbimise juhtimine</b>	<b>34</b>
Soojus ja jahutus	16	<b>Taastuvenergia arengupotentsiaal ja -vajadused</b>	<b>35</b>
Transpordikütused	18	Maismaatuul	35
<b>Energiasalvestus: võimalused- ja vajadused</b>	<b>21</b>	Meretuul	38
Pumphüdrosalvestus (PHS) ehk vesisalvestus	23	Päike	40
Akupangad	23	Biogaas	43
Mahtsoojussalvesti (vesisalvestus)	23	Puidu kasutamine energeetikas	46
Vesinik salvestina	24	<b>Tasakaalumudel</b>	<b>51</b>
Soovitused	24	<b>Investeeringud ja lisandväärtus</b>	<b>54</b>
Salvestuse mõju tiputarbimisele ja varustuskindlusele	25	<b>Lisad</b>	<b>55</b>

# Proloog

Elamisväärne elu Maal saab jätkuda ainult sel juhul, kui inimeste elustandard, käitumisharjumused ja innovaatiline majandus on võrdväärsel alustel tasakaalustatud looduse ning kliimaga. Maa on 4,6 miljardit aastat vana, inimkond on suutnud kaduvväikese ajaga mõjutada planeeti sedavõrd, et hästi toimivast tasakaalus ökosüsteemi toimimine on sattunud suurtesse raskustesse.

Kestvad sõjad Ukrainas ja Lähis-Idas ning nendega seonduv maailmas on lisanud veelgi koormust keskkonnale. See koormus ja tekitatud kahju ei kao ka pikka aega pärast sõdade lõppemist.

Hapramaks muutunud julgeolek ja sõjaga kaasnevad majanduslikud mõjud on kohati, ka Eestis, tõstatanud tervele mõistusele vastuvõetamatu üleskutse loobuda loodussäästliku majanduse ja rohetehnoloogiate arendamisest ning asuda – sõja ettekäändel – veelgi intensiivsemalt kasutama loodusressursse. Põhjenduseks tuuakse vajadus säilitada loodusressursside kasutamisel põhinev lineaarse majanduse ja jõukuse jätkuv kasv ning vältida vaesumist. Tõde rikkusest ja vaesusest on aga just vastupidine.

Hiljuti lahkunud loodusfilosoof Fred Jüssi on 2022. aastal öelnud: „Loodus ei ümbritse meid, loodus sisaldab meid – me oleme üks osa sellest keskkonnast. Väga oluline on, et tunnistataks loodusseadusi. Väljaspool loodusseadusi me elada ei saa. Ei tohigi elada!” See on lihtne tõde, mida tuleb meeles pidada mistahes valikuid ja otsuseid tehes nii riigi kui ka üksikisiku tasandil.

Me vaesume Eesti riigi ja maana kiiresti ning sügavalt, kui me oma elukorraldust ega suhtumist loodusesse ei muuda. Meil on igal aastal vähem seda, mis on meie enda eksistentsiks vajalik ja tähtis – vähem metsa, rabasid, soid, õhku, vett, loomi, kalu, putukaid, isetaastuvaid looduskooslusi ja muud. See vaesumisprotsess toimub järjest kiirenevas tempos ja see on palju olulisem probleem kui majanduskasvu või rahalise jõukuse kahanemine. Sest see mõjutab kõigi inimeste heaolu ja elukvaliteeti, mida on rahas raske otseselt mõõta – tervist, vaimset, emotsionaalset ja füüsilist rahulolu ning õnnetunnet.

See vaesumine tuleb peatada. On vähe usutav, et senini tekitatud kahju saab tagasi pöörata ja juba tehtud kahju heastada, kuid veel on võimalik edasine halvenemine peatada. Energeetika transformatsiooni kaudu pakub Rohetiigri energia teekaardi järjekordne versioon selleks olulisi, teostatavaid võimalusi. Usume, et Eesti ettevõtjatel on soov, valmisolek ja võime need võimalused kogukonna ning riigi kaasabil ellu viia.

# Eesmärk ja otsustuskriteeriumid

Teekaardi 2025 aasta versiooni eesmärk on vahepealseid muutusi ja arenguid arvesse võttes uuendada suuniseid Eesti energiapoliitika ümberkorralduseks, et üle minna energiatõhususel ja kohalikul taastuvenergiat põhinevale majandusele.

**Silmas tuleb pidada, et teekaardis kirjeldatud taastuvenergia areng on mõistlik ja teostatav, kuid sellist arengut ei toimu, kui viivitamata ei lahendata teekaardi praeguses ja eelmises versioonis ning Eleringi varustuskindluse analüüsis osutatud kitsaskohti ega täideta esitatud soovitusi.**

Teekaardi 2025. aasta versiooni koostamisel on peetud silmas järgmisi eesmärke:

- tagada Eesti varustuskindlus ja energiapuudulikkuse siseriiklike tootmis- ja salvestusvõimekustega aastaks 2035, sh katta kohalikul toodetud taastuvenergiaga vähemalt siseriiklik elektri- ja soojusevajadus aastaks 2030; tagada keskkonnasäästlik tarbimine ja tootmine, energiatõhususe meetmed, energia kättesaadavus ja

taskukohasus tarbijatele, arvestades kehtivaid regulatsioone ja turutingimusi;

- tagada regulatiivselt toetav ja pikaajaliselt stabiilne majanduskeskkond tootjatele;
- saavutada kasutatud lahenduste tulemusena vähima keskkonnamõjuga ja märkimisväärse kaaluga üldine sotsiaal-majanduslik kasu Eestile;
- eksportelektri võimsusi planeerides leida tasakaal loodusmõju, kogukonna soovide ning tehniliste ja majanduslike aspektide vahel.

Poliitilisel tasandil on tänaseks selgelt kinnitatud rohepöörde olulisust ning valmisolekut võimalike takistuste leevendamiseks. Selle kinnituseks on kooskõlastamisel olev Kliimakindla majanduse seadus ja Energiamaajanduse korralduse seadus, mis seab eesmärgiks, et juba aastal 2030 toodetakse Eestis sama palju elektrit taastuvatest allikatest, kui on meie aastase tarbimise kogumaht. Kliimakindla majanduse seaduse eelnõu näeb ette, et alates 2040. aastast on elektri ja soojuse tootmine CO<sub>2</sub> neutraalne, mille saavutamiseks on vaja juurde märkimisväärselt taastuvelektri toodangut koos seda tootmist tasakaalustava salvestuse ja uute juhitavate võimsustega.

# Eesti energiavajadus ja selle katmise võimekus 2025–2030–2035–2040

## Summaarne vaade

Energia teekaardi käesolev versioon valmib samaaegselt mitme olulise Eesti energiamajandust puudutava dokumendiga ning teekaardi koostamisel on analüüsitud kõigis neis sisalduvat informatsiooni. Olulisemad dokumendid on Eleringi varustuskindluse analüüs, energiamajanduse arengukava tööversioon ja Eleringi võrgu arenduse pikaajaline plaan.

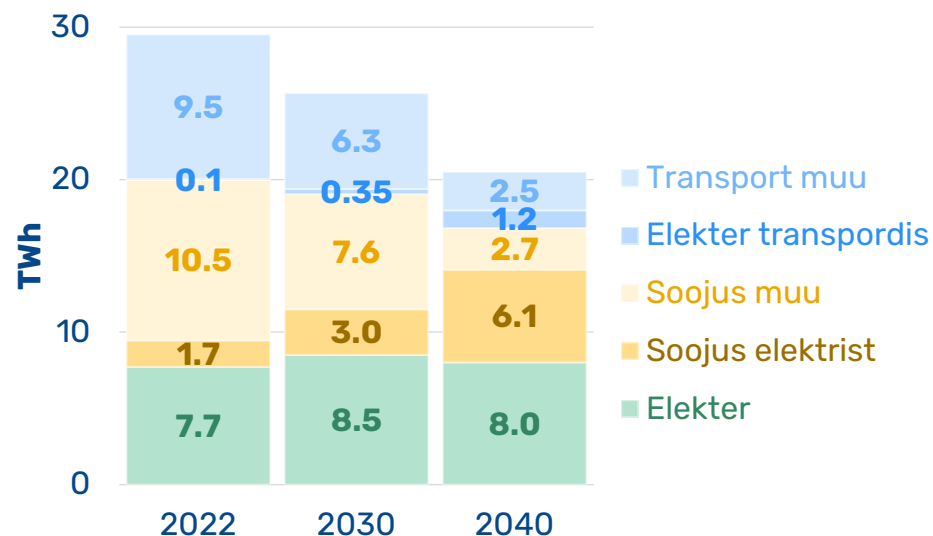
Novembris 2024 avaldatud energiamajanduse arengukava (ENMAK) tööversioon kirjeldab ambitsioonikat riigi visiooni, mis valdavas osas kattub Rohetiigri visiooniga elektrimajanduse arengusuundade osas. Peamised küsitavused on seal seotud elektritarbimise kasvu ootustega: Rohetiigri praegused analüüsid, Eleringi varustuskindluse analüüs ning ekspertide hinnangud ei anna alust oluliseks tarbimise kasvuks või energiamahukate tööstuste rajamiseks Eestisse, juhul kui riik sihipäraste poliitikameetmetega

olukorda ei muuda. ENMAKi aluseks olevad uuringud pärinevad suuresti majanduskriisieelsetest aastatest, mil prognoosid olidki optimistlikumad. Sellest tulenevalt tuleks kriitiliselt suhtuda ka elektrivõrkude ettearendamise programmidesse vältimaks põhjendamatuid üleinvesteeringuid ning pikaajaliste kohustuste võtmist riigile. Täiendavalt tuleb analüüsida Eesti–Läti üle Saaremaa ja läbi Liivi lahe kulgeva ühenduse põhjendatust ning põhjalikumalt ja täpsemalt on tarvis käsitleda taastuenergia tasakaalustamiseks vajaliku salvestusvõimekuse tekitamist, pöörates rohkem tähelepanu salvestuse mahule, mitte ainult võimsusele, nagu praeguses ENMAKi versioonis kirjas.

Summaarne – soojus/jahutus, elekter, transpordikütused – energiatarbimine langes 30 TWh-ni 2022. aastal ja langeb u 27 TWh-ni 2031. aastaks ning u 20,5 TWh-ni 2040. aastaks (vt joonist 1). Seda juhul, kui rakenduvad teekaardis kirjeldatud arengud ja muutused energiamajanduses – suur roll sellise tulemuse saavutamiseks on sealjuures energiatõhususel ja - säästul hoonete renoveerimise kaudu.

Elektritarbimise prognoose alandab ka oodatust tagasihoidlikum elektrisõidukitele ülemineku tempo. Soojuspumpade elektrinõudluse osas tuleb kriitiliselt üle vaadata nende elektritarbe riiklik statistika ja prognoosid: praegune meetodika annab moonutatud infot tarbitavate

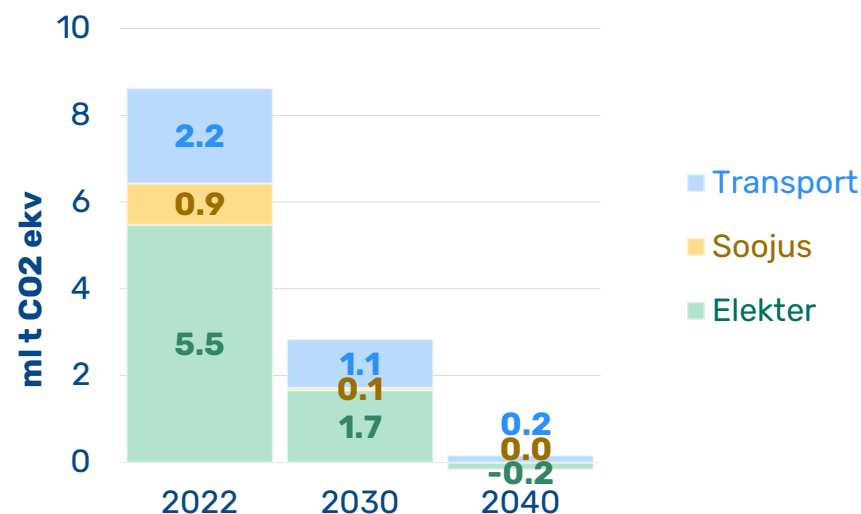
mahtude kohta, mis omakorda raskendab nõudluse prognooside tegemist.



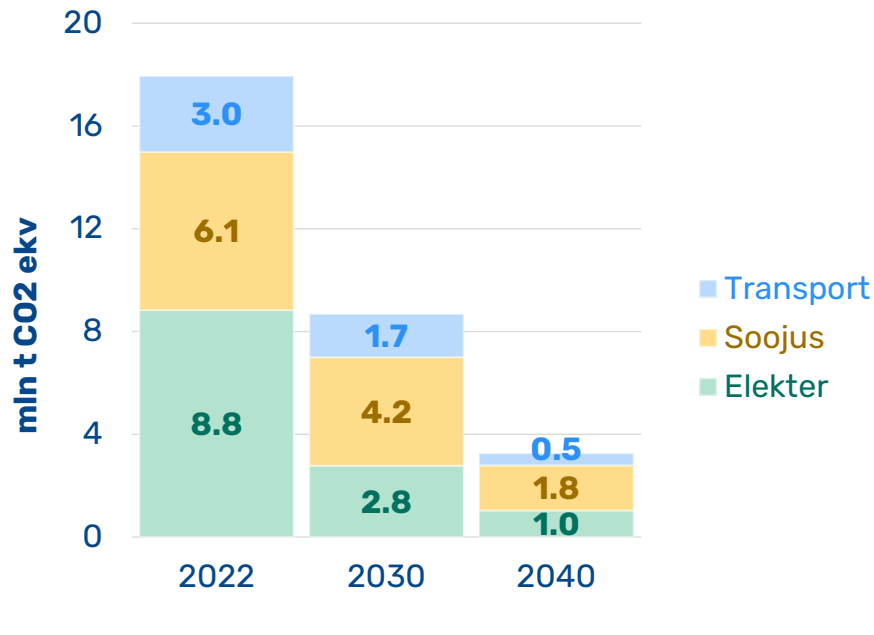
Joonis 1. Energiatarbimise muutus

Energiamajanduse keskkonnamõju hindamiseks on eraldi arvatud nn statistiline heide, mis on aluseks ka riiklikule kasvuhoonegaaside inventuurile ja emissioonidega kauplemise süsteemile (ETS – emission trading system), ning olelusringi ehk elutsükli (LCA – lifecycle assessment) heide. Arvestatud on ainult energia tootmise ja kasutamisega seotud emissioone, st arvestust ei ole tehtud näiteks hoonete renoveerimisega seotud ega ka muude võimalike energiasäästumeetmete emissioonidele.

Arvestus on tehtud süsihappegaasi ekvivalentides (CO<sub>2</sub>ekv) ja peamine alus on tonni CO<sub>2</sub>ekv vastava energiaallika energeetilise väärtuse kohta. Statistilise emissiooni muutus on toodud joonisel 2 ja LCA muutus joonisel 3. Ülevaated kasutatud emissiooniühikutest – nii statistilise kui ka LCA osas – annab käesoleva aruande lisa 2.



Joonis 2. Energiasektori statistilise CO<sub>2</sub>ekv muutus



Joonis 3. Energiasektori elutsükli põhise süsinikuheitme muutus

Statistiline emissioon langeb energiasektoris isegi negatiivseks – st elektritootmises seotakse mõnevõrra kasvuhoonegaase. See tuleneb asjaolust, et biometaanile on Euroopa Liidu direktiivi kohaselt arvestatud negatiivne emissioonifaktor.

Investeeringuvajadused teekaardis prognoositud tegevuste realiseerumiseks ja tulemuste saavutamiseks on u 7,5 miljardit eurot. Sellele lisandub 8,5 mld eurot hoonete renoveerimiseks (vt joonist 4).



Joonis 4. Investeeringud valdkondade ja stsenaariumite lõikes, mln € (2022.a hindades)

Kokku rajatakse 974 MW uusi soojuse tootmise ja salvestamise võimsusi (u 90% soojuspumbad) ning 5450 MW uusi elektri tootmise ja salvestamise võimsusi.

Gaasielektrijaamad – millest 500 MW rajatakse eeldatavalt enne ja 250 MW pärast 2030. aastat – on peamiselt ette nähtud tipu- ja reservjaamadeks.

# Elekter

Kõige suuremad muutused Eesti energeetikas on viimastel aastatel toimunud elektriturul. Võrreldes eelmise energia teekaardi versiooniga võib olulisemate muutustena välja tuua järgnevaid aspekte:

- Venemaa Ukraina invasiooni majandusmõjude tõttu on Eestis vähenenud elektritarbimine (koos kadudega) võrreldes 2021. aastaga ligi 10%. Kuna 2030. aasta vaates pole kiiret elektritarbimise kasvu oodata (pigem kaasneb õlitööstuste sulgemisega elektrienergia tarbimise vähenemine, sh kaevandustes), on ka taastuvelektri tootmise eeldatav maht 100% Eesti aastase elektrinõudluse katmiseks seni eeldatust ligi 1 TWh väiksem (mis tähendab ligi 300 mln euro suurust väiksemat investeeringut eesmärgi saavutamiseks).
- Päikeseelektribuumi tulemusena on 2024. aasta lõpuks Eestis töös ligi 1200 MW võimsusega päikeseelektri tootmist (eelmisses teekaardis prognoosisime sellise mahu saavutamist 2026. aastaks). Kuna suvel on päikeselistel tundidel elektri börsihinnad selgelt keskmisest madalamad, siis võrku müümise majanduslik tasuvus on halvenenud. Sellest tulenevalt on päikeseparkide liitumistaotluste maht viimasel ajal oluliselt vähenenud. Omatarbeks elektri tootmiseks päikesepaneelide

paigaldus on endiselt majanduslikult atraktiivne, kuid inimeste piiratud investeerimisvõimekus pärsib hoonetele päikesepaneelide paigaldamist.

- Euribori kõrgtase halvas mõneks aastaks kapitalimahukate tuuleelektriprojektide uued investeeringud, kuid trend intressimäärade alanemisele toetab lähiaastatel jälle uute investeeringuotsuste tegemist. Tuulikutootjate turul on toimunud oluline kontsentreerumine, mistõttu on ka tuulikute hinnad oluliselt tõusnud.
- Jõuline investeerimine tuuleparkidesse Soomes ja Leedus on alandanud oluliselt elektri hindu tuulistel tundidel ka Eestis, mistõttu on uute tuuleparkide investeeringute majandusliku atraktiivsuse tagamine keeruline ning tuuleelektri ekspordi potentsiaal järjest ahtam. Tarbijate huvi pikaajaliste elektriostulepingute tegemiseks on aastatega vähenenud.
- Merekaablite julgeoleku teema on kasvatanud arusaama riigi vajadusest tagada võimekus toota kohapealsete juhitavate elektritootjatega tarbimise nõudlust, eriti tipunõudluse perioodidel. See eeldab nii erinevate salvestite kui ka (bio)gaasil töötavate elektrijaamade rajamist, milleks on käimas ka sagedusvõimsuste hange ja planeerimisel saartalitluse võimsuste uus regulatsioon.

Veebruaris 2025 toimunud desünkroniseerimine suurendab selgelt vajadust juhitavate võimsuste järele Baltimaades,



samas on sobivate elektritootjate turule toomisega hiljaks jäänud. Tänapäevastele keskkonnanõuetele mittevastavate ja madala töökindlusega vanade põlevkiviplokkide kasutamine vajadusel juhitavate ning tipuvõimsustena ei ole mõistlik lahendus, on kallis ja keskkonda koormav, kuid uute sobivate tootmisvõimsuste (salvestite ja gaasijaamade) valmimiseni tuleb väärtustada nende võimekust tagada Eesti energiajulgeolek.

Positiivne on süsteemiteenuste turu käivitamine. Positiivsena tuleb märkida riigi valmisolekut otsida lahendusi planeerimisprotsesside parandamisel ning fantoomliitumiste probleemi lahendamisel.

Elektri hajatootmise areng nõuab ka jaotusvõrkude ülesehituse muutust. Kui võrgus on liiga palju eluea ületanud vara, tõuseb võrgu keskmine rikkelisus (SAIDI) ja sellega koos ka rikete likvideerimise kulud. Töökindlust parandavad jaotusvõrgu reserveeritavus ja ümberlülitamistega toite taastamise võimalused, aga ka lokaalsete või mobiilsete salvestite kasutamine avariiolukordades.

Teine oluline võit töökindlusele tuleb ilmastikukindla võrgu rajamisest. Elektrilevi on praeguseks jõudnud ilmastikukindla võrgu rajamisel tasemele u 75%. Minimaalne eesmärk peab olema jõuda 2035. aastaks tasemele 85% (keskpinges 70%, madalpinges 100%), see tagab tõenäoliselt ka rikkelise SAIDI alla 90 min eesmärgi täitmise.

Liinikoridoride laiendamise ja hooldamise juures tuleb arvestada, et ligi 600 km Elektrilevi keskpinge võrgu õhuline asub kaitsealadel. Õhuliinide korral tähendab see u 1200 ha kaitsealust maa-ala, kus on iga viie aasta järel vaja käia võsahooldust tegemas ja järgmistel aastatel ka liinikoridore laiendamas. Looduskaitsealade terviklikkuse osas oleks mõistlik need liinid viia teede ääre ja asendada maakaablitega. See tähendaks praeguste liinide asemele u 1000 km maakaabelvõrgu ehitamist, mis tooks kaasa rikkelisuse vähenemise, tulevased väiksemad hooldus- ja remondikulud ning klientidele parema töökindluse.

## **ELEKTRITOOTMISE ARENG**

Arvestades eeltoodud elektritarbimise arenguid, oleme alandanud elektrinõudluse tulevikuprognosi, mis on madalam ka Eleringi varustuskindluse aruandes esitatud prognoosist. Sellest tulenevalt on väiksem ka taastuvelektri vajadus 100% eesmärgi täitmiseks 2030. aastal. Kriitiliselt hinnates on ka Rohetiigri pakutud uue elektritarbimise prognoos majanduse hetkeseisu ja väljavaateid arvestades üsna optimistlik.

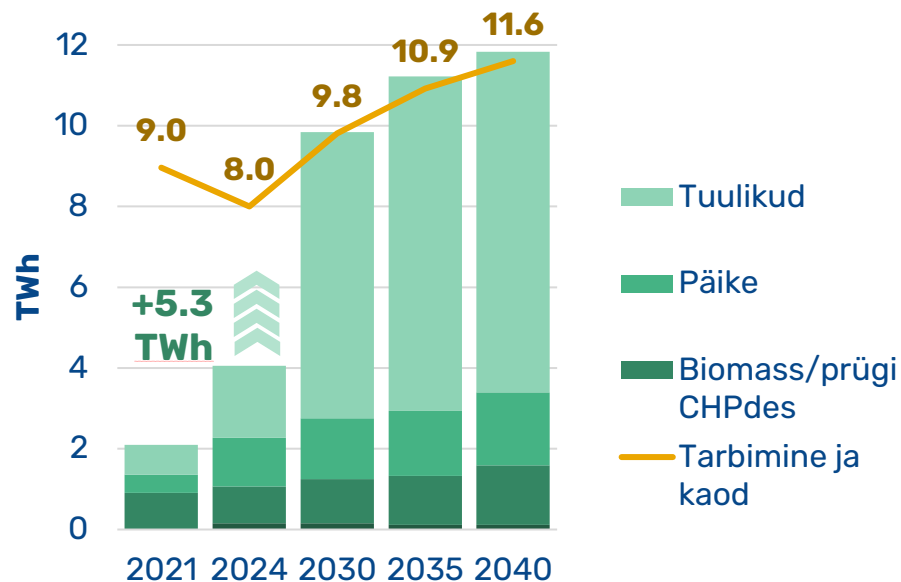
Eesti elektritarbimise tulevikku prognoosides torkab silma juba praegu energiasõltuvuse kriitiline seis. Baltikum, sealhulgas Eesti, on tugevalt energiat importiv piirkond. 2024. aastal moodustas elektriimport Baltikumis 36% tarbimisest,

Eestis aga 38%. Eesti sõltuvus elektri impordist (3,0 TWh 2024. aastal) kasvab veelgi sest tänases sisemaises tootmises moodustab 2,2 TWh põlevkivist toodetud elekter, kuid selle arvestamine tuleviku tootmismahuks ei ole realistlik.

Taastuvelektri eesmärgi täitmiseks tuleks 2030. aastal toota taastuvelektrit 9,8 TWh, mille jaoks peaks lisanduma 2024. aastaga võrreldes ligi 200 MW päikesepaneele (suure tõenäosusega see kogus ületatakse, vt ka alajaotust „Päike“) ning ligi 1800 MW maismaatuulikuid.

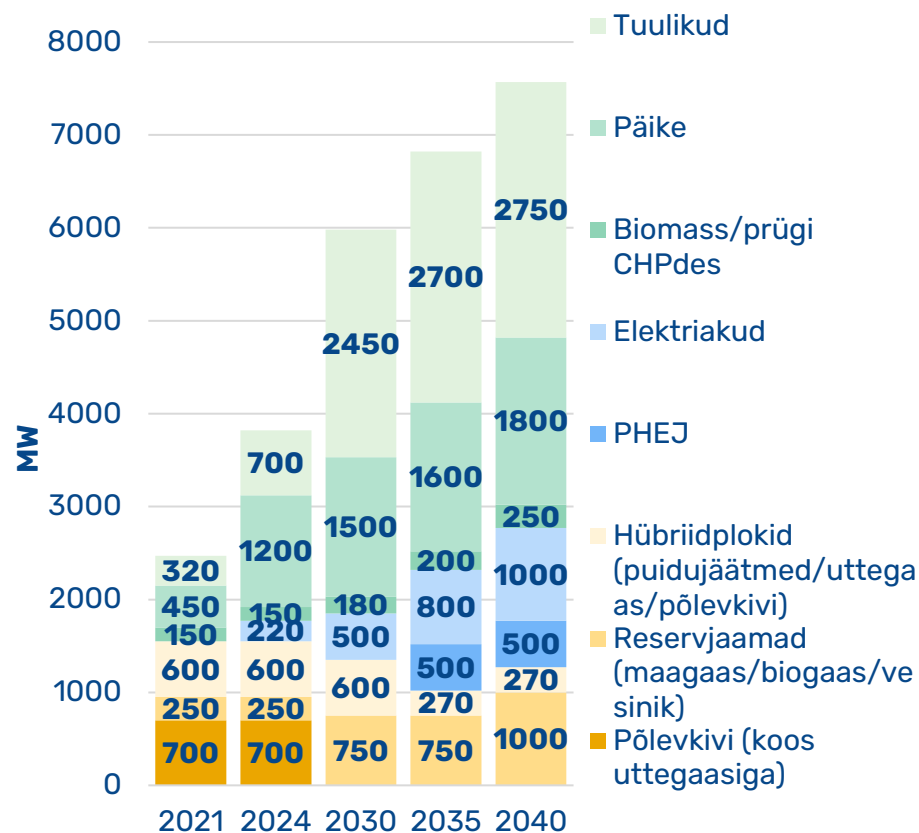
Maismaatuuleparkide rajamine eeldab head tahet kõigilt osapooltelt, sealhulgas kiireid planeeringu ja loamenetlusi, sobivaid finantseerimistingimusi ning võrgu ja ehitusvõimekuse pikaajalist planeerimist. Samuti tuleb vältida väikeste, killustunud projektide rajamist, mis asuvad kaugel võrgust ja asustustest. Probleemkohtade lahendamiseks on keeruline prognoositud koguses maismaatuuleparkide rajamine.

Sellise taastuvelektri mahu tootmiseks vajalike elektritootjate areng on toodud joonisel 5. Selline elektritootmise portfell võtab arvesse ka vajadust tagada tipukoormus ning sageduse hoidmiseks vajalikud elektrisalvestid.



Joonis 5. Taastuvelektri toodangu kasvu prognoos

Lähiaastate suurim väljakutse saab olema sagedusreservide ja tipukoormuse reservide (sealhulgas saartalitluse kriteeriumidest lähtuvate reservide) rajamine. Kui sagedusreservide hange on juba käimas, siis saartalitlusreservide tagamise põhimõtted on praegu alles arutelu all. Samuti tuleb sagedusreservide tagamise juures kaasata tõhusamalt tarbijaid.



Joonis 6. Elektri tootmisvõimsuste kasvu prognoos

### Juhitava elektri turule toomiseks on vaja:

- Kiirendada saartalitusreservide regulatsiooni loomist, et tagada kiire ja tõhus hanke-protsess. Põlevkivijaamade vanade plokkide eluiga on ammendunud ja pikalt nendele saartalitusreservi hoidmisel loota ei saa.

- Lihtsustada planeerimisprotsesse tagamaks välja valitud projektide sujuv elluviimine.
- Luua selge ja lihtne regulatsioon agregeeritud elektritarbimise turule pakkumiseks, mis tagaks aktiivsetele tarbijatele atraktiivse rahalise kompensatsiooni.

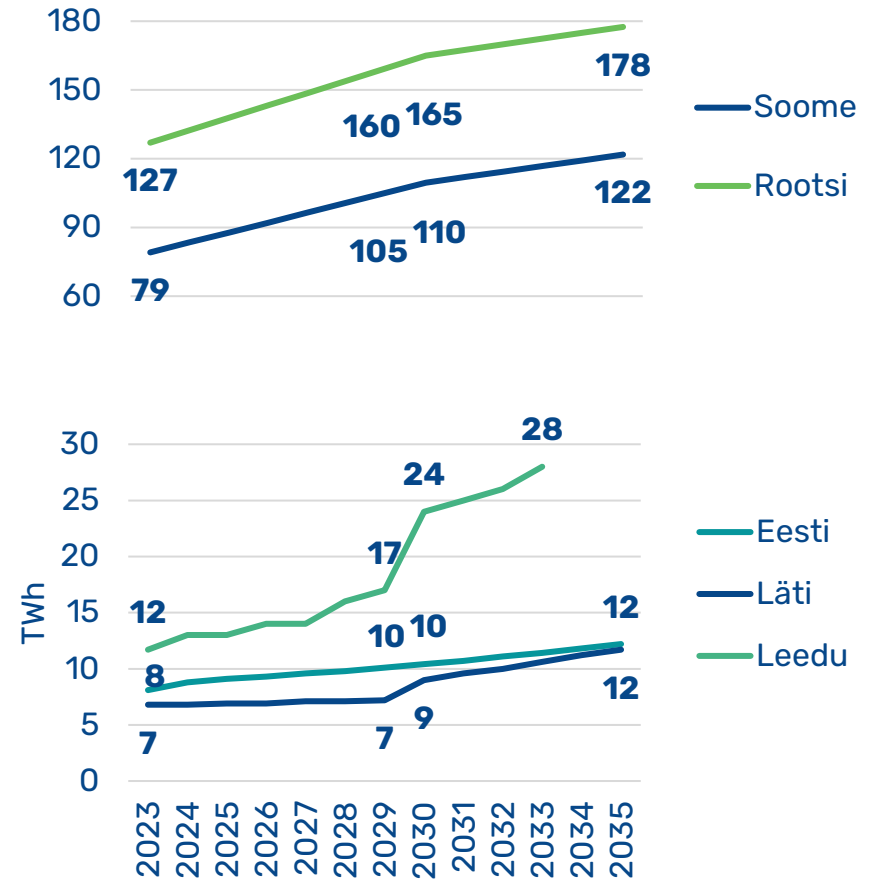
Lisaks on võimalik, et sagedusreservide turu regulatsioon ja ülesehitus vajab korrigeerimist tagamaks sobivamate salvestus- ja sagedusreservide lahenduste turule toomine.

### 3.2.2. ENERGIAMAHUKA TÖÖSTUSE VARIANDID

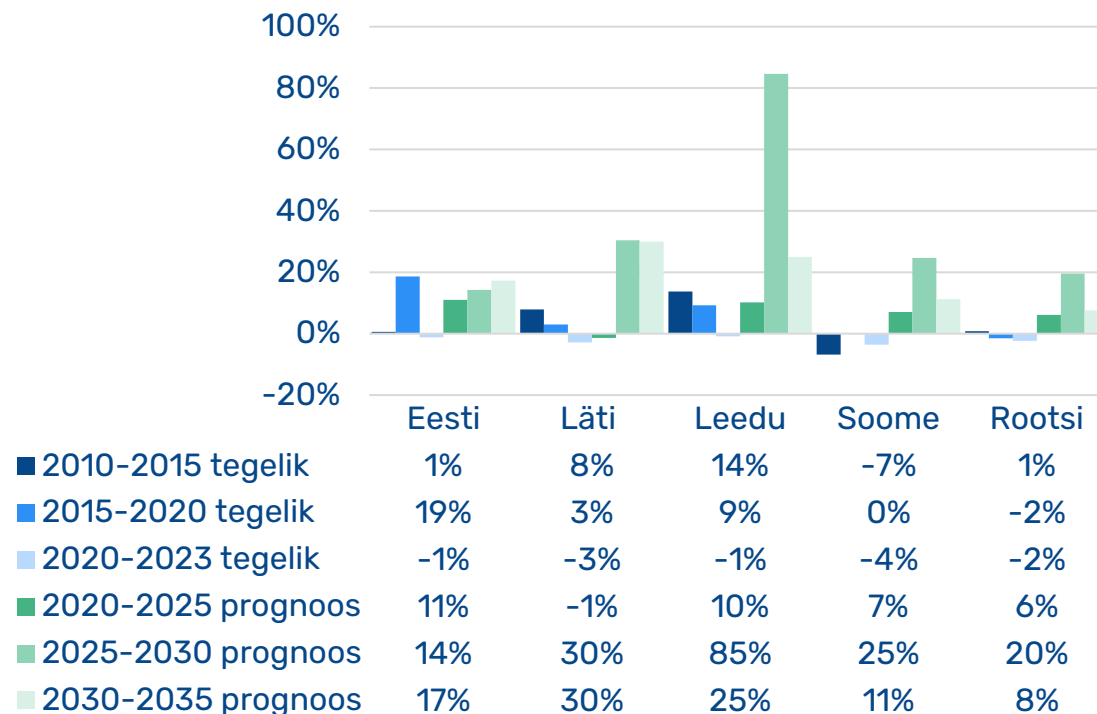
2035. aasta vaates on prognoositud energiamahukate tööstuse teket Eestisse, millega lisanduks 4–5 TWh täiendavat tarbimist (see on tööstuse elektritarbimise üle kolmekordne kasv võrrelduna 2024. aastaga). Rohetiigri hinnangul ei ole energiamahuka tööstuse (mille puhul elektrikulu omahinnas ületab 15% ja võib ulatuda isegi 80%ni) teke Eestisse tõenäoline, kuna meie elektrihind ei vasta ka pikemas perspektiivis energiamahuka tööstuse ootustele maailmas. Ootustele vastavat elektri hinnataset suudavad erinevatel põhjustel pakkuda praeguses seisus vaid Põhjamaad, Ameerika Ühendriigid ning Hiina. Samuti ei ole Eestis pakkuda energiamahuka tööstuse jaoks piisavalt vajalikke loodusvarasid, mida väärindada.

Ka Eesti naaberriikidel on sarnaseid ambitsioone (joonis 7), süsteemihaldurite prognooside ülevaade koos ajalooliste tegelike elektritarbimise suhteliste muutustega on toodud graafikul 8. Neilt jääb silma prognooside ebatäpsus: kui paar aastat tagasi tehtud prognoosid eeldasid enamikus riikides elektritarbimise kasvu 2025. aastaks võrreldes 2020. aastaga, siis tegelikult 2023. aastaks kõikjal elektritarbimine hoopis langes.

Näiteks Eleringi 2016. aasta varustuskindluse aruandes prognoositi Eesti elektritarbimiseks 2024. aastal 9,4 TWh, tegelikult tarbiti esmastel andmetel ligi 8 TWh. See paneb kahtluse alla ka pikema perspektiivi prognooside täpsuse. Samas on loogiline, et süsteemihaldurid peavadki olema valmis ka kiiremaks elektritarbimise kasvuks. Vaadates erinevatel aegadel süsteemihaldurite tehtud prognoose, võib näha, et tegelik tarbimise kasv jääb harilikult oluliselt madalamaks.



Joonis 7. Baltimaade, Soome ja Rootsi süsteemihaldurite elektritarbimise prognoosid



Joonis 8. Elektri tarbimise ajaloolised ning planeeritavad suhtelised muutused Baltimaades, Soomes ja Rootsis

Elektrienergia tarbimise kasv tööstuses sõltub investeeringu raamtingimustest. Lisaks soodsale taastuvenergiale kaalutakse investeeringute tegemisel ka sobilikku asukohta, loamenetluse kiirust, toetavav poliitilist ja regulatiivset keskkonda ning ligipääsuvõimalusi haritud tööjõule. Nende tingimuste loomine sünnib koostöös avaliku ja erasektori vahel ning need on vajalikud ükskõik millise investeeringu tegemiseks, Heameel on tõdeda, et riik on astumas vajalikke

samme mitmete kitsaskohtade ületamiseks millega loodaks tingimused tööstusinvesteeringute tegemiseks.

Eesti fookuses võiks olla siia meelitada nutikaid, energiatõhusaid ja kõrge lisandväärtusega tööstusi, mille elektrikulud ei ületa omahinnas 5%. Valdava osa Eesti olemasolevate tööstuste jaoks jääb elektrikulu omahinnas alla 2%, samas on nende loodav lisandväärtus inimese kohta oluliselt kõrgem kui Eesti energiamahukatel tööstustel.

Kui Eestisse soovitakse siiski rajada energiamahukat tööstust, peaksid nad oma elektri ostu-müügilepingutega ise tagama ka vajaliku energiaportfelli tekkimise, mis arvestavad ka vajalikke reserve.

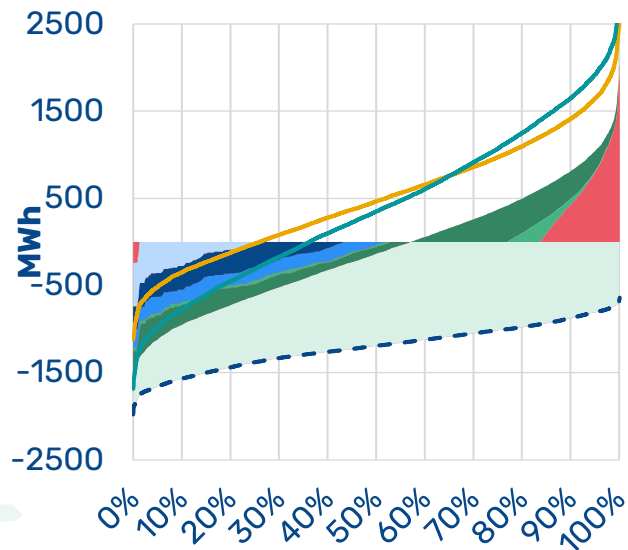
Rohetiiger analüüsis ka energiamahuka tööstuse rajamisel tekkivat energiaportfelli eeldusel, et täiendavat elektrinõudlust kaetaks kas meretuuleparkide ja salvestitega või hoopis tuumajaama ning salvestitega (vt ka [peatükki „Tasakaalumudel“](#)). Joonisel 9 on tasakaalumudelis toodud tavatarbimisele võrdluseks 15,6 TWh kogutarbimise katmiseks vajaliku elektriportfelli mõju (eeldusel, et loodav energiamahukas tööstus tarbib elektrit aasta läbi ühtlaselt).

5 TWh täiendava elektrikoguse tootmiseks oleks vaja luua kas 1,1 GW meretuuleparke või 600 MW tuumajaam, mõlema kõrvale tuleks rajada reserviks (kas saartalitlus- või avariireservina) ligi 600 MW võimsusega peamiselt maagaasil töötavad elektrijaamad. Viimane ei kehti nende tööstustarbijate puhul, kes järgivad elektrienergia tarbimisel tuuleenergia tootmiseprofiili.

Potentsiaalselt lisanduda võivate avariireservjaamade kulusid ei ole otstarbekas jagada kõigi tarbijate vahel, vaid neid peavad katma energiamahukad tööstused, kelle vajadustest lähtuvalt selliseid täiendavaid investeeringuid tehtaks.

Kõigil taastuvenergia allikatel on oma roll, keskenduda tuleb neile, mille toodang katab tarbimisvajadusi kõige optimaalsemalt, arvestades m.h hinda.

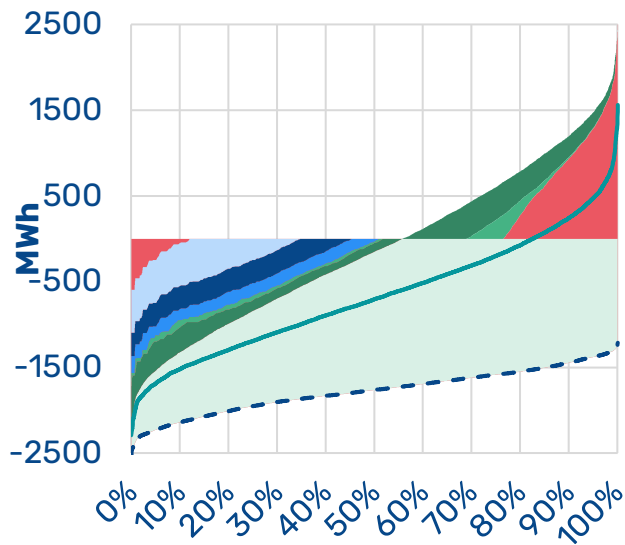
### 10,6 TWh



### Osakaal ajast

- 0,6 GW tuuma potentsiaal
- 1 GW meretuule potentsiaal

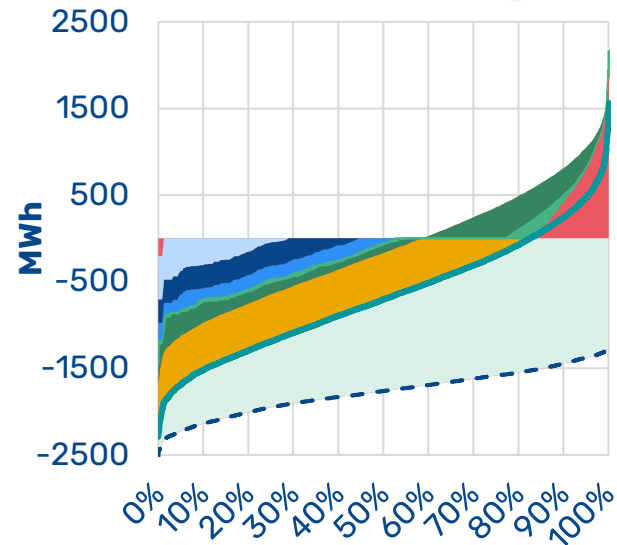
### 15,6 TWh + meretuul 1,1 GW



### Osakaal ajast

- Ülejääk
- Biogaas
- Auvere
- Koostootmisjaamad
- Akusalvestid
- Suursalvestid
- Pääke ja tuul
- Puudujääk
- - - RL tarbime
- PV ja maatuul

### 15,6 TWh + 600MW tuum



### Osakaal ajast

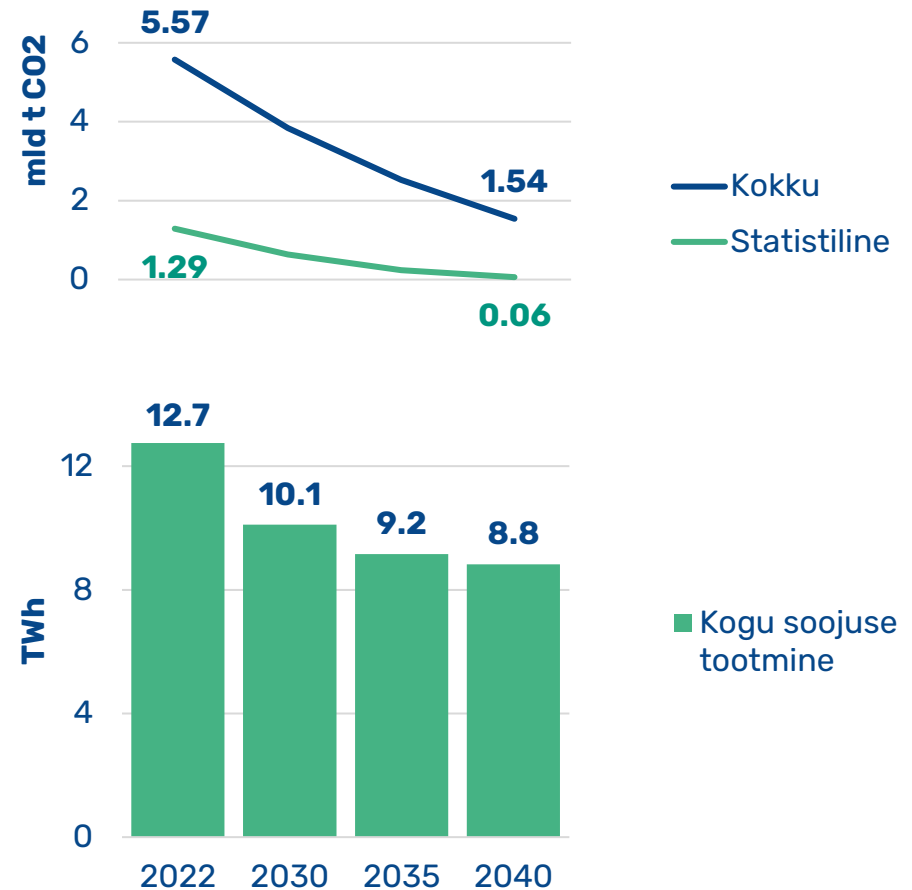
- Tuum

Joonis 9. Tasakaalumudelite võrdlus

## Soojus ja jahutus

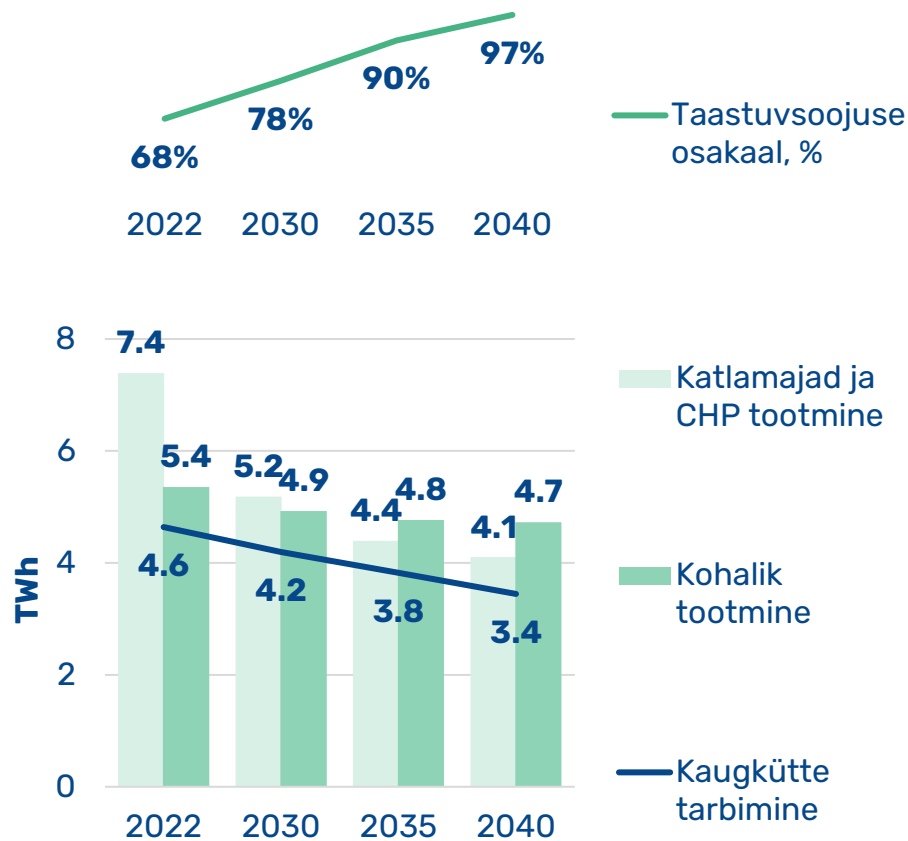
Fossiilkütuste kasutamine soojuse tootmisel väheneb jõudsalt ja aastaks 2035 on see poole väiksem kui 2022. aastal. Fossiilkütused asendatakse peamiselt biokütuste ja soojuspumpadega, mis aitavad ühtlasi vähendada üldist kütuste tarbimist. Kliimakindla majanduse seaduse (eelnõu) järgi peab soojuse tootmine ja tarnimine olema aastaks 2040 täielikult CO<sub>2</sub>-neutraalne. Hoonesektoris tähendab see kohalike kütteallikate heitmete vähendamist – võrreldes 2022. aastaga tuleb kasvuhoonegaaside (KHG) heitmeid kärpida 16% aastaks 2035 ja 37% aastaks 2040.

Hoonete rekonstrueerimine ja karmistuvad energiatõhususe nõuded mängivad suurt rolli soojusenergia vajaduse vähendamises. Kui 2022. aastal tarbiti hoonetes 12,7 TWh soojust, siis aastaks 2040 kahaneb see 8,8 TWh-ni. Kui aga tööstusettevõtteid peaks lisanduma (ENMAKi eelnõu), siis tööstuse soojusvajadus kasvab sama ajaga u 1 TWh võrra. Praeguses teekaardi täienduses sellega arvestatud ei ole. Samuti kasvab jahutusvajadus – 2022. aasta 3 GWh pealt vähemalt 35 GWh-le aastaks 2040, eriti ärihoonetes, mis omakorda suurendab kaugjahutuse arendamise vajadust.



Joonis 10. Soojuse tootmine 2022–2040 ja sama perioodi statistiline ning kogu CO<sub>2</sub> emissioon soojuse tootmisest. Kogu CO<sub>2</sub> emissioon sisaldab lisaks fossiilsetest kütustest tekkivale heitmele biokütuste põletamisest tekkivat heidet.





Joonis 11. Hoonete, tootmise ja ülekande energiasäästumeetmetest tuleneb soojuse tootmise ning kaugkütte vajaduse vähenemine. Samal ajal suureneb taastuvkütuste ja -elektri kasutamine soojuse tootmisel.

Kaugküttesektoris on eesmärk lihtne: muuta kaugküte tõhusamaks, vähendada soojuskadusid ja võtta kasutusele taastuenergia ning tööstuse ja andmekeskuste heitsoojus. See tähendab torustike renoveerimist, võrgutemperatuuride alandamist ja kaugkütte elektrifitseerimist. Praegu on ligi 60% kaugküttes kasutatavatest kütustest hakkepuit. Alates 2023. aastast on kasutusel säästlikud puitkütuste tarneahelad, et tagada vastutustundlik tarne metsast kuni katlamajani.

## PEAMISED TULEVIKUSUUNAD JA SOOVITUSED

- Fossiilkütustest loobumine. Katlad vahetatakse keskkonnasäästlike tehnoloogiate vastu, soojuspumpade osakaal suureneb. Maagaas asendatakse vähemalt 2,7 TWh ulatuses taastuvate allikate, sh biometaaniga.
- Madalatemperatuurilise kaugkütte- ja taastuenergialahenduste integreerimine ning soojussalvestite kasutuselevõtt.
- Kaugküttevõrkude uuendamine. Võrgud vajavad kaasajastamist. Kuigi on rajatud 138 kilomeetrit uut ja kaasaegset torustikku ning umbes 70% Eesti kaugkütetorudest on praeguseks eelisoleeritud, on veel palju teha. Renoveerida tuleb u 500 km torustikku, et vähendada soojuskadusid (praegu kaob üle 650 GWh soojust aastas). Samuti peavad kaugküttevõrgud sarnaselt elektrivõrguga muutuma nutikamaks.

Kasutusele tuleb võtta rohkem digilahendusi ja automaatikat, mille abil saab kaugküttevõrgu optimaalsematel režiimidel tööle panna.

- Kaugküte linnades ja tiheasustusaladel on kindlasti üks paremaid ja eelistatumaid viise hoonete kütmisel. Viimase viie aastaga on kaugküttega liitunud üle 2200 hoone. Võimalusel tuleb kaugküttes rohkem kasutada tööstuse ja andmekeskuste heitsoojust.
- Kaugjahutuse arendamine. Aastaks 2040 on linnades vaja rajada u 200 km jahutustorustikke. Praegused projektid Eesti suuremates linnades näitavad, et lokaalsed jahutuslahendused saab väga edukalt asendada tõhusama kaugjahutusega.
- Riikliku renoveerimiskava järgi tuleb aastaks 2030 vähendada hoonete primaarenergia tarbimist vähemalt 16% ja aastaks 2035 juba 20–22% võrreldes 2020. aastaga. Hooneid peab renoveerima vastavalt pikaajalisele strateegiale, ja kuigi renoveerimist vajab üle 50 mln ruutmeetri erinevaid hooneid, siis vähemalt 25 mln ruutmeetrit on vaja renoveerida aastaks 2040. Uuendusena on mängu tulnud heitevabade hoonete definitsioon, mis paneb fossiilkütustele punkti – aastaks 2028 peavad kõik avaliku sektori uued hooned ja 2030. aastaks kõik uued hooned olema heitevabad. Kõik olemasolevad hooned tuleb renoveerida heitevabaks aastaks 2050. Energiavajadus kaetakse taastuvate

allikate või tõhusa kaugkütte ja -jahutusega, nii et kaugküttevõrkude arendus saab olema lähiaastatel väga oluline.

- Põlevkivi piirkondade (nt Jõhvi, Kiviõli ja Narva) üleminek taastuvenergialahendustele – biomassikatlad ja soojuspumbad koos tööstuse heitsoojuse ja/või koos geotermaalsoojusega.
- Sügava geotermaalenergia laialdasem kasutamine, seda nii hoonete lõikes kui ka kaugküttesüsteemides. Viimastes on sel aastal kasutusele võetud mitmeid sügava maasoojuse lahendusi.

Kokkuvõttes liigume tulevikku, kus soojus ja jahedus tulevad säästlikumalt ning nutikamalt. Põlevkiviajastu on lõppemas ja fossiilkütustest loobumine pole enam utoopia, vaid täiesti reaalne eesmärk.

## Transpordikütused

Geopoliitilised pinged, eriti sõda Ukrainas, ja sellele järgnenud majandussanktsioonid on jätkuvalt olulisel määral mõjutanud transpordikütuste turgu. Naftahinna kõikumised on jäänud valdavalt 70–100 \$/bbl tasemele, tuues kaasa naftatoodete jaemüügihindade püsimise kõrgel tasemel. Kuigi hinnad on praeguseks mõnevõrra stabiliseerunud võrreldes 2022. aastaga, on kütusekulude surve suunanud tarbijaid jätkama

liikumisharjumuste ja energiakasutuse optimeerimist. 1. jaanuarist 2025 Eestis kehtima hakanud automaks lisab täiendava stiimuli tarbijatele, et mõelda auto valikul väiksemate ja ökonoomsemate sõiduvahendite peale.

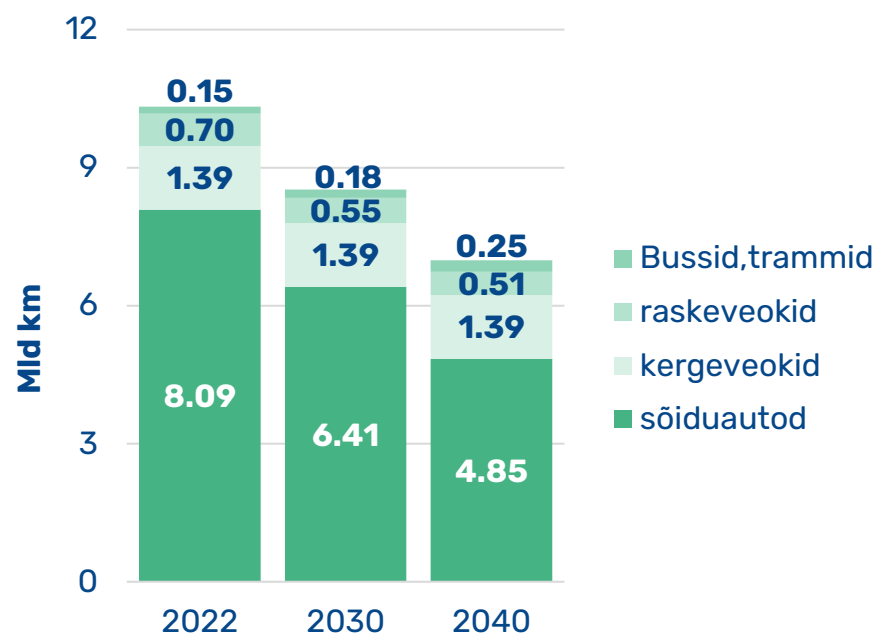
Venemaa nafta ja naftatoodete impordikeeld, mis jõustus 2023. aasta alguses, on teravdanud vedelkütuste varustuskindluse küsimust Euroopas. Piiratud rafineerimisvõimsused Euroopas on säilitanud diisli ja bensiini kõrge hinna. Samal ajal on investeringud alternatiivsetesse kütustesse, nagu elekter, biometaan ja vesinik, hakanud kasvama, kuid nende mõju turgudele on lähiaastatel veel piiratud ulatusega.

Maagaasi hinnad, mis 2022. aastal ulatusid üle 200–300 €/MWh, on oluliselt langenud tänu alternatiivsete tarnete ja energiasäästumeetmete rakendamisele. Sellegipoolest on gaasi kasutava transpordi taastumine endiselt aeglane, kuna infrastruktuuri arendamine ja gaasisõidukite müük ei ole jõudnud kriisieelsele tasemele. Biometaani tootmisvõimsuste arendamine ja elektrisõidukite laadimisvõrgustiku laiendamine on Euroopa Komisjoni algatuse REPowerEU keskmes.

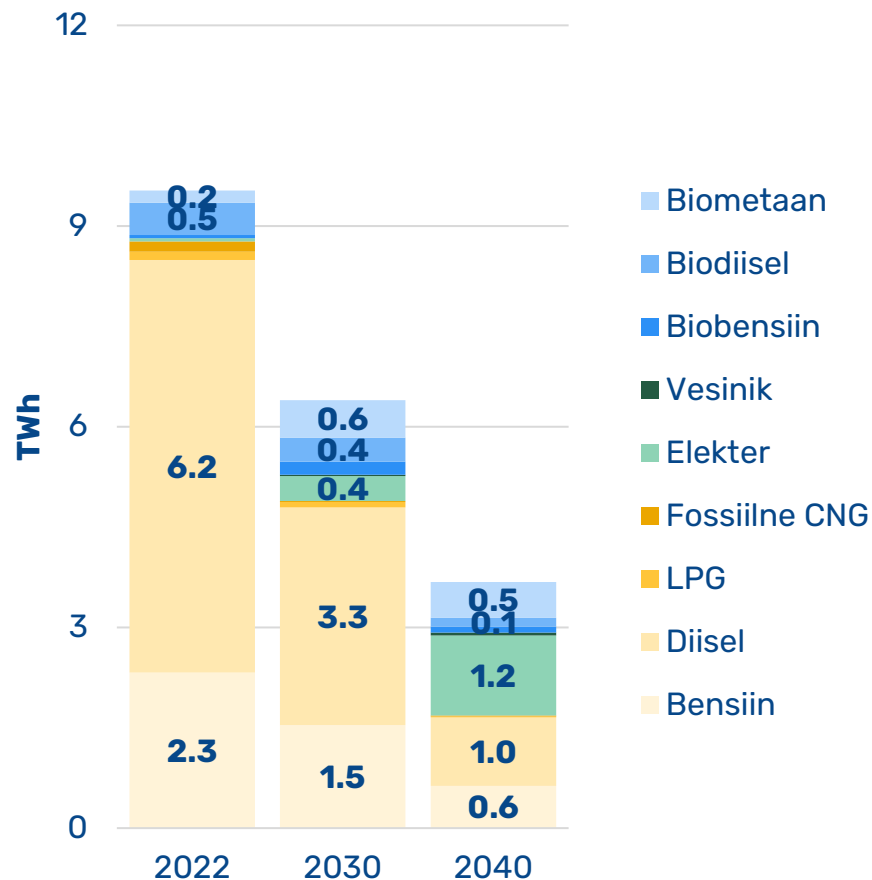
Suur muutus transpordikütuste turul on seotud transpordisektori integreerimisega Euroopa CO2-kauplemise süsteemi, mis on osa Eesmärk55 paketist ja planeeritud rakenduma 2026/2027. aastast. Selle tõttu lisandub

kütusehinnale uus kulukomponent, mis tõstab jaehindu ning kiirendab alternatiivsete liikumisviiside ja tehnoloogiate kasutuselevõttu.

Tulenevalt ülalmainitud asjaoludest on teekaardis korrigeeritud ka transpordikütuste kasutuse ja transpordi läbisõidu prognoose ning tulemused on esitatud joonisel 12 ja 13.



Joonis 12. Transpordi läbisõidu prognoos



Joonis 13. Transpordikütuste tarbimine kütuseliikide kaupa

## SOOVITUSED JA LAHENDUSVÕIMALUSED TRANSPORDI OSAS ÜLDISELT

- Kiired bussiühendused suuremate keskuste vahel. Eesmärk on, et linnades ei kuluks säästvat liikumist kasutades põhiteenuste asukohtadeni jõudmiseks rohkem kui 15 ja maapiirkondades 45 minutit.
- Liikuvusega arvestav maa- ja ruumikasutuse planeerimine. On soovitus alustada kas või väikeste rakendusse võetud muudatustega, mitte lähtuda alati kõikehõlmavast ega ülipikaajalisest perspektiivist.
- Targad elektriauto kodulaadijad. Elektriauto omanikele peaks soodustama kodulaadijaks targa laadija (nn smart charger) soetamist, et elektriauto akud saaksid tulevikus osaleda ka elektrisüsteemi reguleerimisturul tasakaalustava varana.
- Tõhusamate (pikemate ja raskemate) EURO VI taastuvkütuste ja elektriveokitega autorongide lubamine maanteedele ning nende kasutamise soodustamine.
- Avaliku sektori transpordi ja veoteenuste hangetes taastuvkütuste ning EURO VI veokite kasutamise nõue.

# Energiasalvestus: võimalused – ja vajadused

Energiasalvestus on kohustuslik element vähe- või mittejuhitava elektritootmise olulise määraga elektrisüsteemides, tagades ületootmise perioodil toodetud elektrienergia muutmise kasutatavaks siis, kui tarbimine ületab tootmisvõimekust või elektri hinnad on väga kõrged.

Käesoleva teekaardi koostamise ajal on täiendamisel elektrisalvestite võrgutasusid puudutav regulatsioon, mille kohaselt plaanitakse salvestitele võrgutasu energiakomponenti ja taastuenergia rakendada üksnes netotarbimiselt (tarbitud energiast lahutatud võrku tagastatud energia). Samuti avanesid 2025. aastal süsteemiteenuste turud sagedusteenuste (FCR, aFRR ja mFRR) osas.

Üha volatiilsemad hinnad (koos nimetatud regulatsioonide muudatuste ja Balti riikide desünkroniseerimisega BRELL-süsteemist tuleneva suurenenud sagedusteenuste vajadusega) on soodustanud lühikese ehitusperioodiga lühiajalise akusalvestuse arengut. Akuparke ehitatakse nii

eraldiseisvalt kui ka taastuenergia tootmise kõrvale ( hübriidpargid) – selline lahendus võimaldab võrguressursi efektiivsemat kasutust.

Süsteemi ühendatud salvestuse kohta ei eksisteeri täpset ametlikku andmestikku, kuid teadaolevalt on 2024. aasta seisuga Eesti elektrisüsteemi ühendatud u 6 MW peamiselt liitiumtehnoloogial põhinevaid salvesteid. Lisaks on ehitusetapis mitu akuparki, hinnanguliselt kokku 250–300 MW. Reeglina on ehitatavad akud kahetunnise salvestusmahuga, seega on ehitusfaasis olevate parkide hinnanguline salvestusmaht 0,5–0,6 GWh (võrdluseks: ainuüksi 2030. aastaks prognoositud tuuleparkide keskmine ühe tunni toodang on 0,83 GWh).

Salvestite kasud võimaldavad süsteemil efektiivsemalt toimida, mis omakorda väljendub tarbijate jaoks madalamates kogukuludes.

## MÕNED NÄITED SALVESTUSE KASUDEST

- Muutes juhtimatu energia kasutatavaks ülejäägi perioodile järgneval defitsiidiperioodil, tekib efektiivsem taastuenergia kasutus, väheneb vajadus taastuenergia toodangut piirata ning suureneb taastuenergia tasuvus. See omakorda lihtsustab taastuenergia eesmärkide saavutamist ja keskkonnasäästliku tootmisportfelli loomist (vt ka lk..., peatükk 8 „Tasakaalumudel“).
- Kasutades defitsiidiperioodidel varem salvestatud taastuenergiat, väheneb vajadus käivitada kõige kallimaid tipujaamu ja seeläbi stabiliseeruvad hinnad tarbijatele madalamal tasemel.
- Salvestid pakuvad (ka kõige kiiremat reageerimist vajavaid) sagedusteenuseid ja panustavad seeläbi süsteemi tasakaalustamisesse reaajas. Vähenevad süsteemi tasakaalustamiseks tehtavad kulud. Seejuures võimaldavad salvestid reageerida nii üles kui ka alla reguleerimise suunas – vajadusel muutudes tootjast tarbijaks ja/või vastupidi.
- Samuti on salvestite abil võimalik vähendada kulusid varustuskindluse tagamiseks: salvestid tasakaalustavad nii ööpäevast tarbimiskõverat kui ka võimaldavad taastuenergia nihutamist kõige kriitilisematele perioodidele. Seeläbi väheneb u 600 MW ulatuses vajadus turule mittepääsevate, kuid varustuskindluse jaoks

vajalike jaamade ülalpidamiskulude katmiseks ja/või vajadus uute, kuid harva käivitatavate juhitavate jaamade järele.

Energiasalvestuse rollist ja mahust tulenevalt jaotub energiasalvestus tinglikult pikaajaliseks (6+ tundi) ja lühiajaliseks (kuni 6 tundi). Arvestades Eesti taastuenergia potentsiaali, mis suures osas põhineb just tuulel, on sõltuvalt salvestusmahust salvestite roll ja panus mõnevõrra erinev. Lühiajalised salvestid võimaldavad pakkuda kiiremat reageerimisaega nõudvaid süsteemiteenuseid ja siluda päevasisesid hinnatippe, kuid taastuenergia kasutamise efektiivsus, varustuskindlus ja pikemate perioodide vaheline hindade silumine eeldab lisaks pikaajalist salvestust.

Tehnoloogia valmisoleku taseme, senise Eesti turul rakendamise, maksumuse jm kriteeriumide alusel võib hinnata järgnevate tehnoloogiate rakendamist Eesti energiaturul lähiaastatel realistlikuks. Nende osas on küll vajalik kavandada (lisaks olemasolevatele) täiendavaid riiklikke meetmeid seadmete kiiremaks ja suuremas mahus turule tulekuks.

# Pumphüdrosalvestus (PHS) ehk vesisalvestus

Tegemist on küpse tehnoloogia, maailmas tänapäeval domineeriva ja valdavalt pikaajalise salvestusviisiga.

PHS-tehnoloogia puhul on võimalik salvestusmaht saavutada madala investeringukuluga (mida mõõdetakse salvestite puhul €/MWh). Lisaks on PHS pika elueaga: vanim omataoline valmis aastal 1907 ja plaanide kohaselt on töös veel vähemalt kuni aastani 2052. Paraku on tegemist suure ehitusmahu ja pika ehitusperioodiga investeringuga, mis on praeguse prognoosimatu elektrituru juures üksnes erakapitalile riskantne – mitmest arendusprojektist hoolimata ei ole lõpliku investeerimisotsuseni veel jõutud. Vajalik riigi toetusmeede peaks aitama kindlustada projektide finantseerimist pankade poolt. Oluline parameeter toetusotsuse tegemisel on salvestusmaht, et tagada energia tarnimine võimalikult pika ajaperioodi jooksul.

## Akupangad

Tänapäeval on liitiumioonakud (LIB) kõige kõrgema tehnoloogilise valmisolekuga akutehnoloogia. Nende kasutamist kaalutakse ka jaotusvõrgu investeringute

asendusena ülekoormatud võrgupiirkondades. Akupangad saavad osaleda ka süsteemiteenuste pakkumises – kuna väikesed akupangad tuleb selleks koondada, on põhjendatud integreerimisteenuste turule tuleku soodustamine.

Arengutõuke andmise üheks võimaluseks on uutes (ja renoveeritavates) hoonetes tehnilise valmisoleku tekitamine salvestite integreerimiseks, vajadusel ka vastava nõude kehtestamise kaudu – päikesepaneelid koos salvestusega peavad saama hoonete ja raja-tiste loomulikuks osaks.

Lähitulevikus muutuvad masskasutusele sobivaks eelduslikult ka teised akuliigid (eelkõige läbivooluaku) – (loodus)ressursside tasakaalustatud kasutamise ja riskide hajutamise seisukohalt on otstarbekas kasutada erinevaid akuliike.

## Mahtsoojussalvesti (vesisalvestus)

Mahtsalvestus veega on sisuliselt ainuke kasutuses olev ja lähitulevikus potentsiaalselt ka kaugküttes kasutamiseks valmis olev tehnoloogia. See aitab vähendada fossiilkütuste kasutust tiputarbimisel, muuta koostootmisjaamade töörežiimid efektiivsemaks ja suurendada elektritootmise võimsuste kasutust. Salvesti saab toimida ka

avariiveehoidlana ehk lekete korral on võimalik salvestiga edukalt võrku edasi töös hoida.

Tartus valmis aastal 2023 soojuse tipukoormuse katmiseks 30 MW / 500 MWh soojussalvesti, mille netomaht on 9600 m<sup>3</sup> ja kõrgus 45 m, Tallinnas Väos on valmimas 80 MW võimsusega salvesti, mis peaks olema töös juba teekaardi valmimise hetkel jaanuaris 2025. Mõne aasta perspektiivis lisandub eeldatavasti mahtsoojussalvesteid ka teistesse suurematesse Eesti linnadesse ning mujal on potentsiaali eelkõige CHPde juures. Võimalik investeeringutoetus tagaks salvesti eelistamise tipukatelde renoveerimise ja nendes fossiilkütuste (maagaas) kasutamise alternatiivile.

## Vesinik salvestina

Vesinikku ei saa keskmises perspektiivis käsitleda elektri salvestusena – st vesiniku tagasi elektriks muundamine ei ole energeetiliselt ega majanduslikult otstarbekas –, kuid vesiniku tootmine võib lähitulevikus olla oluline meretuuleparkide toodangu kasutajana juhul, kui turul (tööstuses ja/või transpordis) tekib piisavalt nõudlust roheline vesiniku järele.

## Soovitused

- Viia esimesel võimalusel lõpule juba plaanitavad regulatsioonide täiendused, mille kohaselt maksavad salvestid võrgu- ja taastuenergia tasu netotarbimiselt (tarbitud energiast lahutatud võrku tagastatud energia). Lisaks tuleks võrgutasude kehtestamisel pidada silmas, et võrguettevõtted ei vähendaks nimetatud regulatsioonidega plaanitud salvestust soodustavat efekti (nt kõrgemate fikseeritud võimsustasude kehtestamisega). Samu põhimõtteid tuleks rakendada ka elektriaktsiisile ja hetkel veel planeeritavate varustuskindluse tasu ning bilansiteenuste rakendamise korral.
- Elektritarbijate madalamate kogukulude huvides on kriitiline leida võimalus pikaajalise salvestuse pikast ehitusperioodist tulenevate investeeringuriskide maandamiseks. Heade näidetena võib kasutada Ühendkuningriigi, Itaalia ja Poola eeskju. Plaanitavatel mahukatel tuuleenergiaoksjonitel soodsamate pakkumiste saamiseks on mõistlik anda turule kindlus pikaajalise salvesti tekkimise osas võimalikult aegsasti, et arendajad saaksid sellega juba pakkumisel arvestada – tulemuseks oleks tarbijale soodsam hind pakkumistel.
- Arvestades Eesti kliimaambitsiooni, soovitame käsitleda süsteemi vajadusi võimalikult terviklikult ning kujundada



edasised pikaajalised võimsuslepingute hanked (sh strateegiline reserv, saartalitlusreserv, pikaajaline mFRR-võimsus, turuülene võimsusmeede vmt) tegelikust vajadusest lähtuvalt rohkem salvestust soosivaks, sealjuures premeerides saastevabu võimsusi, mis võimaldavad taastuenergia efektiivsemat kasutust.

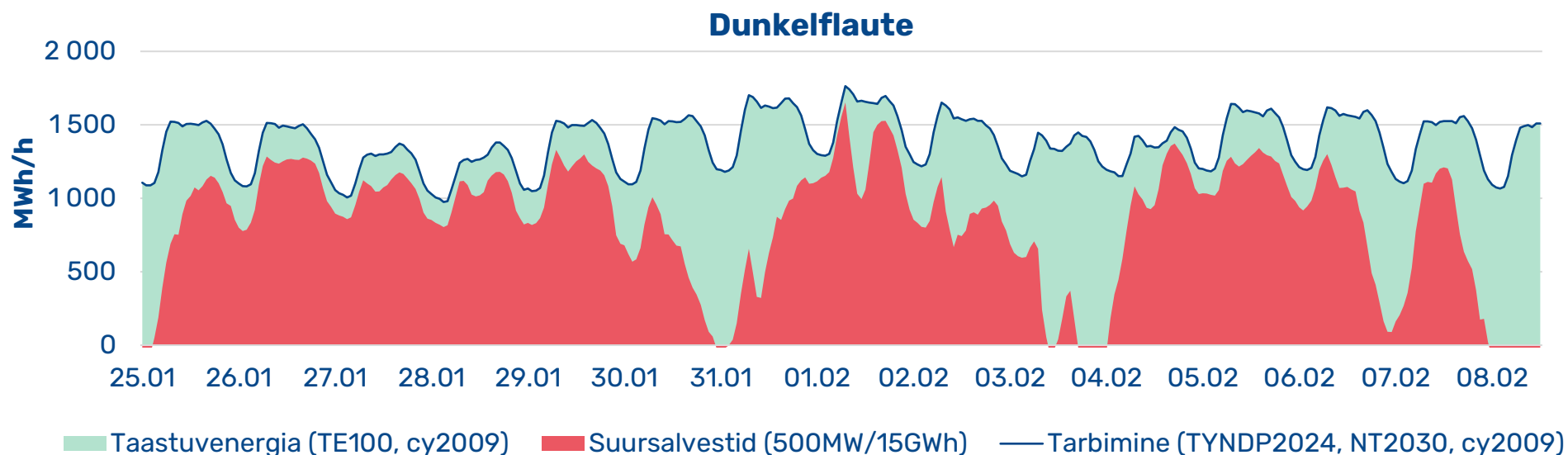
## Salvestuse mõju tiputarbimisele ja varustuskindlusele

2024. aastal uuendatud varustuskindluse normi kohaselt ei tohi Eestis tarbimist piirata rohkem kui kaheksal tunnil aastas. Samas eksisteerib praktikas igal aastal paari nädala pikkuseid tuulevaikseid ja külmi perioode (*dunkelflaute*). *Dunkelflaute* on taastuenergia põhinevates energiasüsteemides varustuskindluse vaates kõige kriitilisemad perioodid, sest taastuenergia tootmine on madal ja külmast ilmast tulenevalt kõrgeenenud tarbimisvajaduse katmine eeldab ilmastikust sõltumatute võimsuste olemasolu.

Paraku näitab praktika, et piisavas koguses ilmastikust sõltumatute juhitavate võimsuste tagamine on üha keerukam ja kulukam. Olemasolevate fossiilkütustel põhinevate jaamade töökorras hoidmine eeldab lisamakseid, sest juba praegusel,

suhteliselt madalal taastuenergia tasemel on nende ülalpidamiskulud kõrgemad kui nende teenistus turult. Üha kallinevate saastetasude valguses ei ole ilma lisagarantiideta ette näha ka investeeringuid uutesse juhitavatesse võimsustesse. Lisaks on fossiilkütustel põhinevad juhitavad võimsused kliimaambitsioone arvestades pikas plaanis perspektiivitud ja, arvestades kütuste päritolu, ka risk Eesti energiajulgeolekule. Seega on süsteemi kogukulude optimaalsuse huvides igati loogiline selliste harva kasutatavate, kuid varustuskindluse vaatest kriitiliste võimsuste vajadus ja sellega seoses tekkivad kulud minimeerida.

ENTSO-e hinnangul on viimaste kümnendite üks kõige kriitilisemaid kliima-aastaid olnud 2009. Joonisel 14. vaatleme Eesti energiabilansi selle kliima-aasta kõige kriitilisemal kahenädalasel perioodil, eeldusel, et Eesti on täitnud 2030. aastaks võetud taastuenergia eesmärgi.



Joonis 14. Viimaste kümnendite ühe kõige kriitilisema kliima-aasta kõige kriitilisemad kaks nädalat.

Jooniselt nähtub, et ilmastikust sõltumatu juhitava võimsuse vajadus on ka *dunkelflaute*-perioodil ebaühtlane:

- ööpäevase tarbimisvajaduse (tumesinine pidevjoon) katmiseks on tarvis kõige suuremas mahus tipuvõimsuseid üksnes päevasel ajal, hommiku ja õhtu tiputarbimise hetkel (see tähendab, et lisaks ülejäänud aastale seisaksid kulukad võimsused jõude ka kõige kriitilisema kahepäevase perioodi öisel ajal);
- *dunkelflaute* ajal on taastuenergia toodang (roheline ala) küll madal, kuid mitte olematu – paraku ei järgi taastuenergia profiil tarbimismustrit.

Taastuenergia toodang (roheline ala) on näidatud vahetult tarbimisjoone alla, et oleks selgelt näha taastuenergia poolt katmata tarbimine (punase värviga esitatud ala).

Taastuenergia poolt katmata mahus vajame konkreetsel tunnil täiendavat võimsust (salvestus, elektriyaamad Eestis või toimivate välisühenduste taga).

Kuigi praeguste tehnoloogiatega ei ole tehnilis-majanduslikult mõistlik salvestada kogu *dunkelflaute*-perioodi katmiseks vajalikku energiat, vähendavad salvestid ilmastikust sõltumatute võimsuste vajadust, sest võimaldavad ebaühtlast vajadust „madalamaks siluda“.

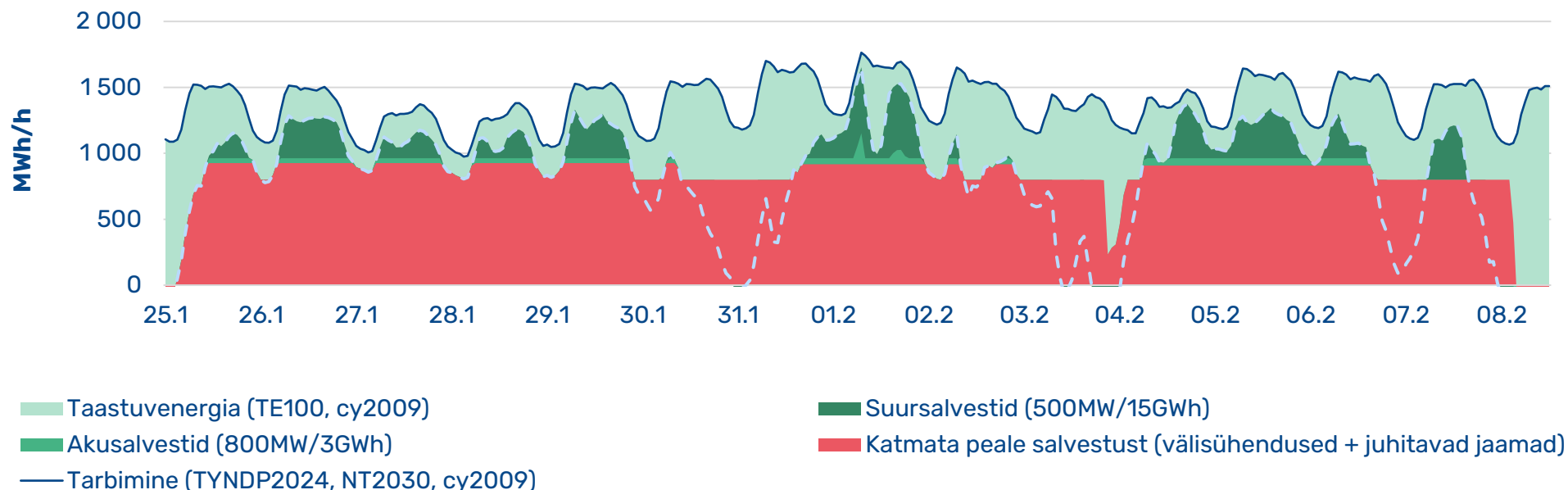
See efekt tuleneb salvestite võimekusest:

- rakendada öisel ajal kasutuseta seisva juhitava jaama potentsiaali kõrgema tarbimisega päevasel ajal;
- juhuslikku tuuletoodangut tarbimisvajadusega sobitada.

Analüüsima, millises mahus suudame vähendada ilmastikust sõltumatute võimsuste vajadust salvestuse abil, mudeldasime Eesti süsteemi soovituslikud salvestusmahud (tulemused joonisel 15).

Mudeli tulemused näitavad, et salvestid (sinistes toonides ala) võimaldavad vähendada juhitavate võimsuste (punase tooniga ala) vajadust kõige kriitilisemal tunnil (cy2009 1. veebruari hommikul) üle 700 MW. Arvestades Eesti varustuskindluse normi (kuni 8 piirangutundi on aktsepteeritav) nähtub, et salvestus asendab u 600 MW ulatuses ilmastikust sõltumatu võimsuse vajadust. Lisaks tasub tähele panna, et salvestus võimaldab vajaliku juhitava võimsuse stabiilsemat töörežiimi.

### Dunkelflaute - salvestusega



Joonis 15. Salvestus vähendab juhitavate jaamade vajadust ka *dunkelflaute* ajal.

See omakorda võimaldab varustuskindlust tagada ka vähem võimekate, baaskoormuse tagamiseks projekteeritud elektrijaamadega (helesinine punktiirjoon punasel taustal näitab, kui järske koormuse muutusi eeldaks ilma salvestiteta süsteem).

Seega võib järeldada, et salvestus asendab vajaliku, kuid kuluka ja harva kasutatava, ilmastikust sõltumatu võimsuse vajadust oluliselt (u 600 MW ulatuses). Selle efekti saavutamine eeldab pikaajalise salvestuse (12–30 h) kasutuselevõttu. Lühiajalise salvestusega (kuni 4 h) on tehnilis-majanduslikult mõistlik katta päevasisesed „teravamad tipud“. Arvestades, et salvestid panustavad aktiivselt süsteemi efektiivsusesse ka *dunkelflaute*-välisel ajal, on süsteemi kogukulude vaates salvestuse rakendamine kriitiline. Sellisel juhul vähendame märkimisväärselt (valdaval osal ajast kasutult seisvate) ilmastikust sõltumatute võimsuste rajamiseks ja ülalpidamiseks tehtavaid kulutusi. Samuti võimaldab kodumaine salvestusvõimekus hajutada energiapuuduse riski (sh kütuste kättesaadavus/hind, välisühenduste katkemine jne).



# Energiatõhusus ja -sääst

Rohepöörde käigus on ELis siiani rohkem tähelepanu pööratud energia tootmise suurendamisele ja kaasajastamisele, mitte tarbimise vähendamisele.

**Kliimanetraalsuse saavutamine taastumatute uute ressursside kasutamise abil pole aga keskkonna suhtes jätkusuutlik ilma tarbimise vähendamise ega olulise energiasäästuta.** RePowerEU plaani kohaselt soovitakse kiiremini väheneda sõltuvust Vene päritolu gaasi- ja naftatoodetest ning samal ajal võidelda kliimakriisiiga.

Primaarenergia kasutuse vähendamise vältimatuks osaks on hoonete energiatõhusus. Hoonete energiatarbimise vähendamiseks läbiviidavad projektid jagunevad suures plaanis kolme kategooriasse:

- **Tootmistehnoloogilised** – lahendused on selgelt rakendatavad vaid tööstusettevõtetes eesmärgiga efektiivsemalt toota. Muudes hoonetes on tehnoloogiaks valdavalt köögi- ja kontoritehnika, millega energiatõhususe eesmärgil tegutsemine ei ole mõistlik.
- **Ehituskonstruksioonilised** – sellesse kategooriasse kuuluvad kõikvõimalikud hoonetega seonduvad projektid, sh fassaadi soojustamine, akende vahetus, katuse vahetus/soojustamine, vundamendi soojustamine jne.

Hoone tervikrenoveerimisel on märkimisväärne efekt primaarenergia vähendamisele, ulatudes kohati üle 50%, kuid arvestades investeeringu suurust (keskmiselt alates 600 €/m<sup>2</sup>), ei oma projektid mõistlikku tasuvusaega. Paraku aga muud moodi eesmäärke täita ei saa ja siinkohal tuleb riigil anda enda panus.

- **Tehnosüsteemidega seonduvad** – kuna enamik energiatarbimisest hoones on tehnosüsteemide poolt tekitatud eesmärgiga hoida inimestele sobivat sisekliimat õppimiseks, elamiseks ja töötamiseks, tuleks ka sellele valdkonnale panna senisest oluliselt suuremat rõhku. Tarbimise tark juhtimine, selle vähendamine ja tehnosüsteemide renoveerimine on madalaima erinvesteeringuga (30–100 €/m<sup>2</sup>) ettevõtmine, mille tasuvusaeg jääb keskmiselt 4–8 aasta juurde.

## Hoonete kategoriseerimine, regulatsioon ja lahendused:

Jättes tööstuskompleksid eraldi käsitletavalt kõrvale (tarbimist saab vähendada sarnaselt ärikinnisvaraga), jaguneb hoonefond kolmeks peamiseks kategooriaks: ärikinnisvara, elukondlik kinnisvara ja avaliku sektori hooned. Lisaks vaadeldakse regulatsioonide tasandil erinevalt ehitatavaid ja olemasolevaid hooneid, millele tulevikus kohaldatakse erinevaid nõudeid.

# Mitteeluhooned, sh ärikinnisvara ja avalik sektor ning lahendused

Vastavalt hoonete energiatõhususe direktiivile 1275/2024 tuleb järgmise kümne aasta jooksul renoveerida 26% halvima energiatõhususega hoonetest. Eesmärk on aastaks 2050 viia hoonete CO<sub>2</sub>-heide nulli. 26% energiatõhususe saavutamise eeldab, et kõik mitteiluhooned peaksid jõudma E-klassi tasemeni. Lisaks eelmainitule on kohustus paigaldada enamikule hoonetest päikeseelektrijaamad, ehitada välja keskne hooneautomaatikasüsteem, tagada korrapärane süsteemide hooldus, võtta kasutusele seiresüsteem ning tagada valgustuse automaatjuhtimine. Need on vaid mõned näited kohustustest, mis ärikinnisvara ja avaliku sektori hoonetes ellu tuleb viia.

Kuna ehituskonstruksiooniliste projektide investeeringud on eelduslikult liiga kõrged eelmainitud eesmärgi täitmiseks, siis enamik energiatarbimise vähenemisest ja energiatõhususest tuleb saavutada tehnosüsteemide kaudu. Tuginedes viimasele kliimaministeriumi [uuringle](#), kus käsitleti eeskätt kiirelt tasuvaid projekte, võib väita, et: ärikinnisvaras on energiasäästu potentsiaal keskmiselt 27%;

lahenduste tasuvusaeg jääb alla 5 aasta;

- keskmine erinvesteering on 40 €/m<sup>2</sup>;
- CO<sub>2</sub> kokkuvõid ruutmeetri kohta on 24.

Tulemustest lähtub, et tehnosüsteemide juhtimisel ja renoveerimisel on märkimisväärne mõju kasvuhoonegaaside vähendamisele, primaarenergia kokkuhoiule ning ärilisele tasuvusele. Põhilisteks meetmeteks on:

- **Hooneautomaatikasüsteemide rajamine või nüüdisajastamine** sh ringluspumpade vahetamine ning virtuaalse elektrijaama rakendamine – kokkuvõid 20–40%.
- **Valgustuspaigaldise standardikohane projekteerimine ja sellejärgne renoveerimine ning automatiseerimine** – kokkuvõid kuni 90%.
- **Soojussõlmede, külmajaamade ja katelde automaatika vahetus, rajamine või tõhustamine** – kokkuvõid 10–20%.
- **Päikeseelektrijaamade ehitus** – tasub ära vaid omatarbimise katmiseks ja eeldab realiseerimiseks teatud eeltingimusi, nagu soodsad ilmakaared, lihtne paigaldus, katuse vastupidavus – kokkuvõid keskmiselt 3–5%.
- **Möötmis- ja seiresüsteemide rajamine** – tegemist peaks olema esmase lahendusega, mis tagab energiatarbe seire ning energiamärgise optimeerimise – kokkuvõid ligikaudu 5–10%.

- **Väiksema mõjuga ja alati mitte igal pool rakendatavad meetmed** - Veesäästupaketi realiseerimine, reaktiivenergia kompenseerimine, laetiivikute paigaldamine, primaarenergia vahetus, soojuspumpade kasutuselevõtt, suruõhusüsteemide optimeerimine (tööstustes), tehnohoolduse ja elektrikäidu kvaliteedi parandamine, börsihinna järgi juhtimine.

## Elukondlik kinnisvara ning lahendused

Elukondlik kinnisvara jaguneb korter- ja eramajade vahel. Põhiliseks probleemiks on nõukogudeaegsed hooned, kus pole tagatud elamiseks sobiv sisekliima, hooned on osaliselt amortiseerunud ning energiatõhusus kehvapoolne. Selleks, et kliimaeesmärke saavutada, tuleb Eestis renoveerida järgnevatel kümnenditel ligi 14 000 kortermaja. Tegemist on väga kuluka ja ambitsioonika plaaniga, mis vajab suuremahulist riiklikku rahastust. Probleemi tõsidus ei peitu vaid investeeringu vajaduses, vaid lisaks renoveerimise kiiruses, konsultantide võimekuses, projekteerimise mahus ja ehituse võimalikus kuhjumises teatud ajaperioodile. Kui nõudlus mingi hetk pakkumist ületab, tõusevad paratamatult ka hinnad, kvaliteet langeb ning tulemused ei pruugi olla saavutatavad.

## KORTERMAJADE ENERGIASÄÄSTULAHENDUSED

- **Ehituskonstruksioonilised investeeringud** – välispiirete soojustamine, akende ja uste vahetus, katuse vahetus, vundamendi soojustamine. Need investeeringud on kulukad ja tasuvusaeg liiga pikk ning enamikul juhtudel ületab amortisatsiooniperioodi. Vajadus tuleneb regulatsioonidest, hoone amortiseeritusse astmest ja sisekliima parandamise vajadusest.
- **Hooneautomaatikasüsteemide rajamine või kaasajastamine** – vanemates kortermajades ei ole palju, mida saaks automatiseerida – põhiline puudutab soojussõlmi, väljatõmbeventilaatoreid ja ringluspumpade vahetust – kokkuhoid 10–20%.
- **Valgustite vahetus ja automatiseerimine** – lahenduse käigus tuleb vahetada traditsioonilised valgustid leedvalgustite vastu ning tagada liikumispõhine ja naturaalsest valgustatuse tasemest sõltuv juhtimine – kokkuhoid kuni 80% valgustusega seotud kuludelt.
- **Päikeseelektrijaamade ehitus** – tasub ära vaid omatarbimise katmiseks ja eeldab realiseerimiseks teatud eeltingimusi, nagu soodsad ilmakaared, lihtne paigaldus, katuse vastupidavus – kokkuhoid keskmiselt 3–5%. Kuna eratarbija tarbimisprofiil ei ühti päikeseelektrijaama tootmise profiiliga, ei ole meede hea tasuvusega ega enamikul juhtudel majanduslikult mõistlikult rakendatav.

- **Veesääst** – hoonetes, kus sooja vett toodetakse elektri boileritega, tuleks kindlasti kaaluda kesksele soojaveetootmisele üleminekut. Kombineerides lahendust veesäästlikele duššidele ja valamusegistitele üleminekuga, on kokkuhoid 10–60% veekulult.
- **Möötmis- ja seiresüsteemide rajamine** – tegemist peaks olema esmase lahendusega, mis tagab energiatarbe seire ja arvutab esmase energiamärgise. Korteripõhine möötmisüsteem on kortermajade energiatõhususe alustala, et oleks tagatud motivatsioon energiakulusid optimeerida ja kontrolli all hoida. Investeering aitab tagada energiatõhususe saavutamise eesmärki ja hoiab kokku 10–20% energiakuludelt.
- **Primaarenergia vahetus või kombineerimine** – kortermajades tasub kaaluda hübriidsete soojuslahenduste kasutuselevõttu soojuspumpade näol kombineerituna kaugküttega. Kui hoones peaks olema kasutusel vana katel (diiseli, kütteõli), on mõistlik kaaluda kaugküttele üleminekut, mille hind on stabiilsem, keskkonnajalajalg väiksem, energia- ja amortisatsioonikulud madalamad.

## ERAMAJADE ENERGIASÄÄSTULAHENDUSED

Valdavalt kehtivad samad põhimõtted, mis kortermajade puhul.

- **Soojuspumplahendustele üleminek kombineeritult börsihinna järgi juhtimissüsteemiga** – aitab kuni 30% kulusid madalamal hoida. Kokkuhoid tuleb rahaliselt, kuid mitte nii väga primaarenergia arvelt.
- **Energia monitoorimissüsteemid** – eramajadel on hädavajalik elektritarbijate monitoorimine, et optimeerida standby kulu ning seadistada süsteemid efektiivsematele seadeväärtustele. Monitoorimisega peaksid olema kaetud soojuspumbad, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid. Kokkuhoid 10–20%.
- **Kliimaautomaatika** – erinevalt kortermajadest, kus enamjaolt ei toimu korteripõhist soojusarvestust, saab eramajades rakendada kliimaautomaatikat. Eesmärk on juhtida ruumide temperatuure ajast sõltuvalt vastavalt kasutusprofiilile. Kokkuhoid 20–40%.
- **Väiksema mõjuga meetmed** – akende kiletamine, päikeseelektrijaamad, valgustuse juhtimine, ebavajalike seadmete väljalülitamine, energiatõhusama kodutehnika valik.



# Kokkuvõte, energiatõhususe protsess ja soovitused

Olenemata hoonetüübist on võimalik lihtsamate lahendustega kokku hoida 20–30% energiatarbest. Keskmise tasuvusaja juures alla kaheksa aasta on tagatud investearvu rentaablus ja taskukohasus. Riiklikud eesmärgid aga nõuavad enamat ja

toetuste kasutamine tervikrenoveerimiseks on hädavajalik. Oluline on õige tegevuskava: analüüs/audit => projekteerimine/ehitamine => seire/hooldus. Kui protsessi jälgida, on tulemuste saavutamine väga tõenäoline.

## SOOVITUSED RIIGILE

Põhjalikumad soovitused on toodud **Rohetiigri Ehituse teekaardis, peatükis 2.10 Renoveerimine**

Tabel 1. Energiatõhususe realiseerimise protsess

	Ärikinnisvara, sh avalik sektor	Kortermaja	Eramaja
<b>Tehn. auditeerimine</b>	✓ Tehniline ja põhjalik	✓ Tehniline ja põhjalik	✓ Spetsialisti konsultatsioon
<b>Standardaudit</b>	✗	✓ ✗ Toetuse saamise eesmärgil	✗
<b>Energiasimulatsioonid</b>	✓ ✗ Keerukate objektide puhul	✓ ✗ Toetuse saamise eesmärgil	✗
<b>Projekteerimine</b>	✓ Põhjalik ja tulemustele orienteeritud	✓ Ulatus sõltub piirdetarinditest	✓ ✗ Omanik koostab lähteülesande
<b>Ehitus</b>	✓ pädev ja kogemustega töövõtja	✓ pädev ja kogemustega töövõtja	✓ Lähteülesande tasemest sõltuv
<b>Hooldus</b>	✓	✓	✓
<b>Seire</b>	✓ Kaasata seireekspert	✓ Teostab omanik või töövõtja	✓ Teostab majaomanik ise

# Tarbimise juhtimine

Eelmine energia teekaart kirjeldas tarbimise juhtimise loogikat ja toimimise mehhanisme ning andis ülevaate 17. augustil 2022 toimunud ühe tunni hinnahüppe vastusena toimunud tarbimiskajast (tarbimise vähendamisest).

5. jaanuar 2024, mil elektri börsihinnad olid Eesti ja Soome piirkonnas 13 tunnil üle 1000 €/MWh, andis hea ülevaate ka Eesti tarbijate valmisolekust oma tarbimist kõrgete hindade tõttu pikema perioodi jooksul vähendada<sup>1</sup>. Nendel tundidel kahandasid tarbijad oma elektritarbimist 60–80 MWh/h, kõige suurema panuse andsid kodutarbijad. Kõige loiumalt reageeris hinnahüpetele avalik sektor, kus börsihinnaga ostvates tarbimispunktides sel päeval tarbimine isegi suurenes võrreldes fikseeritud hinnaga avaliku sektori tarbimispunktidega.

Samas paistis andmetest välja, et ise elektrit tootvad tarbijad on ka tarbimise juhtimisel aktiivsed: nende elektritarve vähenes sel päeval mõnel tunnil isegi kolmandiku võrra. Oluline on ka märkida, et tarbijad on muutumas järjest teadlikumaks tarbimise juhtimise mõjust: võrreldes 2021. aasta detsembris toimunud hinnahüpetega on tarbimise vähenemine hinnahüpete mõjul ligi kolmekordistunud. Samuti on muutunud bilansihaldurite pakkumiste profiil, mis järjest enam võtab arvesse ka tarbijate hinnatundlikkust.

Positiivse arenguna tarbimise juhtimise kontekstis on Elering sagedusturgude arendamise juures arvestanud ka elektrimüüjate kaudu tarbimise muutmise pakkumiste võimalusi sagedusturgudel. Seda toetab ka 15minutilise bilansiperioodile üleminek. Kuidas see süsteem praktikas toimima hakkab, selgub 2025. aasta kestel. Arvestades sagedusturu toimivuse ebaselgust ja mõju suurust, oli mõistlik ka kliimaministri otsus katta esialgu seotud kulud ülekoormustasudest.

---

<sup>1</sup> <https://arenguseire.ee/raportid/eesti-elektri-tarbimiskaja-ja-tootva-tarbimise-simulatsioonianaluus/>

# Taastuenergia arengupotentsiaal ja –vajadused

## Maismaatuul

Maismaal asuvad tuulepargid omavad väga head potentsiaali riigi taastuenergia- ja kliimaeesmärkide täitmiseks, varustuskindluse tagamiseks läbi energiatootmise hajutamise, elektrihinna alandamiseks ning regionaalarengu edendamiseks.

Eesti maismaal töötas 2024. aasta lõpuks koos viimasena avatud Sopi-Tootsi tuulepargiga 214 elektrituulikut koguvõimsusega 712 MW. Tuulepargid tootsid Eestis 2023. aastal kokku 684 GWh elektrienergiat ehk 8% elektrienergia lõpptarbimisest ja 2024. aasta tuuleenergia toodanguks oli Eleringi andmetel juba 1161 GWh, mis oli 14,6% lõpptarbimisest (7949 GWh). Kui 2013. aastani toimus tuuleenergia valdkonnas areng, siis aastail 2014–2022 ehk „kaotatud kümnendil“ uute võimsuste lisandumine peaaegu seiskus. Peamiseks põhjuseks olid riigikaitsepiirangud, keskkonnauuringute puudulikkus, ebaefektiivne ja aeglane planeerimisprotsess

ning poliitiline debatt taastuenergiatoetuste üle, mis ei andnud arendajatele ega investoritele kindlust tuleviku suhtes.

Järjestikused valitsused on teinud otsuseid vajalikeks investeeringuteks õhuseirevõimekusse, et vabastada oluline osa Eesti mandrialast kehtestatud kõrguspiirangutest tuuleparkidele. Paika on saanud alates 2025. aastast läbiviidavate taastuenergia vähempakkumiste tähtsajad ja mahud. Jõustunud on nn kohaliku kasu instrument, mille järgi jagatakse tuulepargi tulu iga-aastaselt kohalike kogukondade ja omavalitsustega.

Koostamisel olev energiamajanduse arengukava (ENMAK) näeb ette, et aastaks 2030 ulatub Eestisse rajatud maismaa tuuleparkide koguvõimsus umbes 2850 MW-ni. Arvestades, et need tuulepargid töötavad arvestuslikult täisvõimsusega u 3100 tundi aastas, ulatuks nende toodang 9 TWh-ni aastas, mis on võrreldav terve Eesti elektri tarbimismahuga. ENMAKi järgi võiks tuuleparkide koguvõimsus aastal 2040 ületada 4500 MW. Põhilised instrumendid eesmärgi saavutamiseks on kavandatud taastuvelektri vähempakkumised, pikaajaliste elektri ostulepingute sõlmimise soodustamine ning regulatiivkeskkonna aja- ja asjakohasena hoidmine. Energia teekaardi hinnangul eeldab 2850 MW saavutamine aastaks 2030 või ka hiljem konkreetseid ja kiireid samme, vastasel juhul pole see realistlik.

Tuuleparkide rajamiseks Mandri-Eestisse viiakse kümnetes kohalikes omavalitsustes praegu läbi kohaliku omavalitsuse eri- või detailplaneeringuid mahus, mis ületab 2030. aastaks seatud eesmärgi pea kahekordselt. Oluline on siiski teadvustada, et vastavalt rahvusvahelisele praktikale realiseerub planeeringutest 10–30%

Väga olulisel kohal planeeringute koostamise aja lühendamisel on seadusemuudatus, mis võimaldab eriplaneeringute koostamisel teatud tingimuste esinemisel detailse lahenduse koostamisest loobuda ja kehtestada eriplaneering juba eelvaliku otsuse alusel. Siinjuures on aga arusaamatu riigi kavatsus seesama eriplaneering kui tuuleparkide peamine planeerimismenetluse liik peatselt ära kaotada.

Koostamisel olevate planeeringute edukal lõpuleviimisel on väga olulisel kohal ühtse arusaama loomine ja praktiliste juhiste väljatöötamine, mis puudutab leevendavate ja vajadusel kompenseerivate meetmete rakendamist kaitstavate loodusobjektide suhtes, sh ettenähtavuse kujundamine seesuguste meetmete rakendamise võimalikkusest, seades eesmärgiks kaitstava liigi populatsiooni kaitse tervikuna, mitte iga isendi kaitse. See võimaldaks tagada tuuleparkide rajamise asukohtadesse, kus see on kõige kulutõhusam, arvestades muu hulgas elektritaristu paiknemist, mõju inimestele jm, eesmärgiga

tagada pikaajaliselt madala hinnaga roheelekter nii kohalikele elanikele kui ka kohalikele tööstustele.

Alates 2024. aasta detsembrist viiakse läbi enampakkumisi, mis võimaldavad RMK ja riigi maadele elektrituulikuid planeerida. Keskkonnaagentuuri hinnangul luuakse selliselt täiendav võimalus tuulikute püstitamiseks võimsusega üle 1000 MW, mis võib olla täiendav garantii, et seatud 100% taastuvelektri eesmärk saab maismaa tuuleparkide abil täidetud, koos kombineeritud täiendavate päikeseparkide ja energiasalvestuse lahendustega. Samas eeldab see täiendavate uuringute teostamist ning planeerimismenetluse algatamist. Maismaa tuuleenergia arengu tagamiseks on aasta 2025 kriitilise tähtsusega. Lisaks planeeringute kiirendamisele on väga oluline kujundada taastuvenergia vähempakkumiste tingimused selliselt, mis annaksid kindluse võimalikult paljudel arendusprojektidel konkursil osaleda. Samal ajal on väga oluline kiirendada Eleringi investeringuid võrgutugevdustesse kõigis piirkondades, kus tuuleparke planeeritakse.

Kuna kavandatavate tuuleparkide potentsiaal ületab riigi vajadusi mitmekordselt, on väga oluline järgida vähempakkumiste juures tehnoloogia neutraalsuse printsiipi. Juhul, kui otsustatakse üht või teist tehnoloogiat eelistada, tuleks selle otsuse tegemisel lisaks toetusmeetme erikulule (eurot ühe toodetava kilovatt-tunni roheelektri kohta) võtta

arvesse ka projektidega kaasnevat kohalikku kasu, sh kogukondadele ja omavalitsustele ning kohalikele maaomanikele, mõju regionaalarengule infrastruktuuri parendamise kaudu, töökohtade säilitamisele ja tekitamisele läbi otseliini regulatsiooni, mõju energiavarustuskindlusele energiatoodangu hajutamise kaudu jm.

## **POLIITIKASOOVITUSED**

Maismaa tuuleparkide lisandumiseks teekaardis kirjeldatud mahus on vajalik:

- vältida vähempakkumistel osalemisel topeltkulusid ja -riske vähempakkumistel samaaegselt nõutavate tagatiste ning fikseeritud liitumistasu näol;
- kiirendada regulatsiooni väljatöötamist, mis võimaldab fikseeritud hinnakirja alusel ning lubatud tähtaja jooksul kavandatavatel tuuleparkidel elektrivõrguga liituda;
- võimaldada vähempakkumistel võetavaid kohustusi täita portfelli põhised – st sõltumata energiatootmisüksuse asukohast Eesti territooriumil;
- kaaluda vähempakkumiste tagatise määra alandamist, võimaldamaks ka väiksemate arendajate osalemist pakkumistel;
- kaaluda taluvustasude diferentseerimist olemasolevas regulatsioonis moel, kus tuulikutele lähemad elukohad saaksid kõrgemat toetust ja kaugemal asuvad vähem;
- võimaldada fikseeritud hinnaga liitumist kõigis asukohtades, kus omavalitsuse planeerimisprotsess kinnitab taastuvenergia arenduse perspektiivi;
- diferentseerida tuulikute tasu mudelit nii, et lähemal elavad majapidamised saaksid rohkem, kuna mõjud on tõenäoliselt suuremad;
- kohustada omavalitsusi nende eelarvesse jäävast tuulikutasust kulutama vähemalt 60% ulatuses 10 km raadiuses tuuleparkidest. Eesmärk on, et raha jääb kogukonda ja elavdab ning parandab elujärge enim seal, kus tuulepargi mõju tekib;
- ajatada liitumistasude maksmine võimalikult hiliseks – korrelatsiooni liitumispunkti väljaehitamise ajaga;
- korraldada vähempakkumisi igal aastal perioodil 2025–2028, et tagada pakkujate rohkus, hea konkurents ning seeläbi madalaim toetuse määr;
- tagada, et riigimaade tuulikupositsioonide lisandumine pigem täiendaks olemasolevaid arendusi ja planeeringuid, mitte ei hakkaks nendega konkureerima ning sel moel juba käimasolevaid menetlusi aeglustama. Tulemuseks oleks kogu taastuvenergia arengu pidurdumine, mitte vastupidi;
- luua soodne keskkond elektriostulepingute (PPAde) sõlmimiseks;
- võimaldada tuuleparkide planeerimise jätkamist eriplaneeringu instrumendi kaudu, kui seeläbi on võimalik võita aega kogu arendusprotsessis.

# Meretuul

Eesti võime toota ja eksportida tuuleparkide elektrit loob riigile võimaluse tagada oluline osa kodumaiseks tarbimiseks vajalikku keskkonnasäästlikku elektrit ning parandada kaubandusbilanssi, eksportides elektrit või selle abil toodetud kütuseid, tooteid ja teenuseid.

Praegu pole Eestis töös ühtegi meretuulikut, seda hoolimata tõigast, et mitme tuulepargi arendus on praeguseks kestnud juba enam kui kümme aastat. Perspektiivis on meretuuleenergeetika tehniline ja tuuleoludel põhinev potentsiaal väga hea. 2030. aastate alguseks on sobivate majanduslike ja regulatiivsete asjaolude realiseerumisel võimalik üle 3000 MW meretuuleenergia võimsuse olemasolu merel jagatuna kolme tuulepargi vahel – nendest kaks Liivi lähel ja üks Saaremaa lähistel.

Niinimetatud „teise laine“ meretuuleprojektide arendamiseks on riik algatanud hoonestusloa ja keskkonnamõtjude hindamise veel kahele arendajale ning arendushuviliste ring on peagi täienemas. Paralleelse tingimusena on nende tuuleparkide käitamiseks vajalik Eesti–Läti 4 ühenduse ja Estlink 3 väljaehitamine.

Teekaardi seisukohalt peab energeetikaga seotud otsuste puhul alati silmas pidama ning Eesti jaoks võimalikult

mõistlikult täitma energia trilemma kõiki tingimusi – keskkonnasäästlikkus, varustuskindlus ja mõistlik hind. Meretuuleparkide rajamise positiivseks küljeks teekaardi seisukohalt on taastuenergia tootmise mitmekesistamine ja energiatootmise hajutamine – need täidavad hästi keskkonnahoidlikkuse ja varustuskindluste nõudeid energia trilemmas. Samas on kõigi energiatootmiste rajamise eelduseks suurim võimalik ühiskondlik kasu ja eelistatult dotatsioonivaba tootmine. Seetõttu tuleb püüda leida parim võimalik tasakaal kulude ja tulu vahel ning võtta minimaalselt kohustusi riigile.

Edasine meretuuleparkide ulatuslikum rajamine Eesti rannikuvetes sõltub tehniliselt ja majanduslikult ühise merevõrgu – nn Super Gridi rajamisest, kahe- või mitmepoolsetest riikidevaheliste võrguühenduste loomisest ning vesiniktehnoloogia arengust (nii tootmise, jaotamise kui ka kasutamise poolel), sealhulgas vesiniku tarnekoridoride rajamisest nii maismaal kui ka merel. Vesiniku laialdane kasutamine autotranspordis ei oma majanduslikku potentsiaali ja Euroopa tasandil on selle suuna edasine arendamine praegu küsimärgi all. Kuna Eestis pole vesinikku tarbivat tööstust, siis vesiniku siseriiklik tarbimine on marginaalne ja vesiniku tootmisel on potentsiaali ainult kaugemas tulevikus ekspordiartiklina – ühise vesinikutaristu tekkimisel.

Võimalik ühiskondlik kasu meretuuleparkidest seisneb suurenevas majanduse konkurentsivõimes, madalamas elektri hinnas ja uutele tööstusharudele potentsiaalses energiaallikas. OÜ Finantsakadeemia koostatud analüüsi kohaselt on ainuüksi 1000 MW meretuulepargi ehitusperioodil riigi maksutulud u 162 miljonit eurot aastas ning opereerimisperioodil u 130 miljonit eurot aastas. SKP kasv on vastavalt 1,3% ehitusperioodil ja 1,5% opereerimise ajal. Kohaliku puhta energia baasil tehtavad uued tööstusinvesteeringud võimaldavad luua täiendavat lisandväärtust ning töökohti. Madalamast elektribörsihinnast võidab kogu ühiskond – ainuüksi 10 €/MWh madalama hinna korral on ühiskonna kokkuhoid elektrienergia kuludelt 154 miljonit eurot.

Eesti omatarvet ületavate meretuuleparkide rajamise majanduslik edukus ja võimalikkus sõltub ka majanduslikest-ärilistest teguritest, nagu muutused elektriturul, erinevate riskimaandusinstrumentide areng ja kättesaadavus, vesiniku ning selle derivaatide turu areng jms. Arvestades, et Euroopas on eesmärgiks seatud kliimaneutraalsus ja rohepööre, peaksid vajalikud majanduslikud ning regulatiivsed eeldused tulevikus meretuuleparkidesse investeerimist pigem soosima.

Meretuuleparkide finantseerimisriskide ja turutörke ületamiseks on võimalik rakendada järgmisi mehhanisme:

- elektrienergia ostu-müügilepingud (PPAd) – pikaajalised elektrienergia ostu-müügilepingud on kujunemas viisiks, kuidas taastuvenergiaprojektide finantsriske maandada. Põhjamaades on PPAd turg olnud siiani kiirelt arenev, viimasel ajal on arengutempo küll pidurdumas;
- RED II – taastuvenergia direktiiv on taastuvenergia eesmärkide saavutamise hõlbustamiseks loonud kolm koostöömehhanismi: statistilised ülekanded, ühisprojektid, ühised toetuskavad. Siiani on Eesti osalenud peamiselt statistiliste ülekannete mehhanismides, aga tulevikus võiksid kõik loetletud instrumendid olla kasutatavad;
- taastuvenergia rahastusmehhanism – vastuvõttev liikmesriik, kes pakub võimsusi rahastavale liikmesriigile, osaleb Euroopa Komisjonile teatatavas mahus üleeuroopalistel taastuvenergia vähempakkumistel või investeerimisgrantide taotlustes.

## POLIITIKASOOVITUSED

Mere- ja maismaatuuleparkide õigeaegse võrguühenduse saavutamiseks tuleb:

- koheselt ja etteulatuvalt (enne tulevaste vähempakkumiste tulemuste selgumist) alustada 100% taastuvelektri eesmärgi saavutamiseks vajalike võrguinvesteeringute puhul juba praegu ehitusõiguse saamiseks vajalike haldusmenetluste, eelprojekteerimise ning maakasutusõiguste kokku leppimisega;
- teha ära investeerimisotsused ja alustada elluviimisega nende võrguinvesteeringute osas, mis erinevate stsenaariumide korral on igal juhul (või vähemalt suure tõenäosusega) 100% taastuvelektri eesmärgi saavutamiseks vajalikud, kaasa arvatud, aga mitte ainult, seniste vähempakkumiste võitjaks osutunud tootmisseadmete põhivõrguga ühendamiseks vajalikud investeeringud;
- võtta vastu ja jõustada nn fikseeritud hinnaga võrguliitumiste regulatsioon.

Tuuleenergia arendajad on tegutsenud teadmises ja ootuses, et riigikaitsele piirangud on lahenduse leidnud ning Eesti riigi ja majanduse edasiseks toimimiseks vajalikku taastuvelektrit tootvat tuulepargid ning riigikaitsele tegevused ja eesmärgid on ühildatavad. Arendajad ootavad

riigipoolset kinnitust enne 2025. aastal aset leidvaid vähempakkumisi, et tuuleparkide arendamine saab jätkuda riigi juba väljendatud lubadustele vastavalt – Mandri-Eestis vabaneb 2025. aastaks kõrguspiirangutest elektrituulikutele ligikaudu 60% territooriumist ning kõrguspiirang avamere tuulegeneraatoritele Riia lahes ja Eesti saarte Hiiumaa, Saaremaa ja Vormsi piirkonnas on eemaldatud 2026. aasta esimeses kvartalis. Raadioseadmete töövõimega seonduvalt jätkatakse aga praktikaga, et iga elektrituuliku asukoht tuleb eraldi kaitseministeeriumiga kooskõlastada, ja sellega on kaitseministeeriumi kooskõlastused loonud õiguskindluse arendustegevusega jätkamiseks.

## Päike

Viimase 12 aasta jooksul, mil Eestis on päikeseelektrijaamu rajatud, on nende elektrivõrku ühendatud võimsus jõudnud praeguseks juba 1200 MW-ni. See on juhtunud kolm aastat kiiremini, kui eelmises 2022. aasta Rohetiigri teekaardi uuenduses ennustatud sai. Päikeseelektrijaamade kiire lisandumine on toimunud nii 2022. aasta kõrgete energiahindade naljal, mis hoogustasid investeeringuid, kui ka tulenevalt sellest, et päikeseelektrijaamade rajamine on tänapäeval odavam kui kunagi varem ja mitmed suured projektid on jõudnud arendustest ehitusfaasi. Kui 2020. aastal maksis maapinnale rajatud päikeseelektrijaam ilma maa ja



liitumisteta 500 000 – 550 000 eurot 1 MWdc kohta, siis 2024. aasta teises pooles juba 340 000 – 380 000 eurot ja pööratavatel kinnitustel 370 000 –420 000 eurot.

2024. aastal oli nii suvel kui ka isegi septembris tunde, kus päikeseenergia toodang ületas siseriikliku tarbimist. Nähes, kui usinalt on ka Lätis ja Leedus päikeseelektrijaamade rajamine ette võetud, võib juba paari aasta jooksul näha suvetunde, kus kogu Baltimaade energiatarve on 100% tagatud päikeseenergiaga.

Päikeseelektrijaamade installeeritud võimsuse suurem number suvisest siseriiklikust tarbimisest on viinud olukorrani, kus energiahinnad on nullilähedased või lausa negatiivsed. Madalate ja negatiivsete hindadega tundide arvu võimendab veelgi tuuleenergia võimsuste kasv.

Vaatamata ülaltoodule on selleks, et jõuda 2030. aastaks seatud 100% taastuvenergia osakaaluni siseriikliku tarbimise katmisel, vaja praegusest siseriiklikust elektrienergia tootmise aastase arvestuse defitsiidist jõuda mitmekordse taastuvenergia võimsuste ülejäägini.

Selline taastuvenergia kasv võib küll tarbijatele paljudel tundidel odavate hindade näol olla meelepärane, aga tootjate jaoks pikendab taastuvenergia investeeringute tasuvust ja muudab üha keerukamaks uute taastuvenergia võimsuste finantseerimise. Tootjatele on investeerimiskindluse

tagamiseks aga vaja kümne või enama aasta pikkust hinnakindlust.

Selleks, et päikeseenergia kasv jätkuks, on oluline rajamishinna vähenemine, efektiivsem ja nutikam tootmine, energia salvestamine, parem päikeseenergia tarbimisse suunamine ning pikaajalisemate ostu-müügilepingute populaarsuse kasv tootjate ning tarbijate vahel.

Maailmas praeguseks toimunud liiga kiire päikesepaneeli komponentide ja neid kokku panevate tehaste lisandumine on viinud päikesepaneelide hinnad allapoole tootmise omahindu ja võib põhjustada mõne tootja pankroti. See aga ei takista siiski pidevat innovatsiooni sektoris ega päikesepaneelide jätkuvat efektiivsuse kasvu, millega kaasneb päikeseelektrijaamade rajamishindade (jättes arvestamata liitumistasusid) pidev vähenemine.

Siiani on päikeseelektrijaamu rajatud peamiselt lõuna suunale orienteerituna. Uusi, suuremaid (10+ MW) maapinna päikeseelektrijaamu rajatakse lähiaastatel rohkem aga idast läände pööravatele kinnitustele. Koos kahepoolset tootvate päikesepaneelide kasutamisega lükkavad sellised jaamad tootmise tiputunnid hommikusele ja õhtusele ajale, tagavad seeläbi tootmise ühtlasema ööpäevase jaotuse ning suurendavad samaaegselt aasta lõikes toodangut 10–15% võrra. Hoonepõhiste päikeseelektrijaamade korral leiavad kasutust rohkem nii ida-läänesuunalised päikesepaneelide

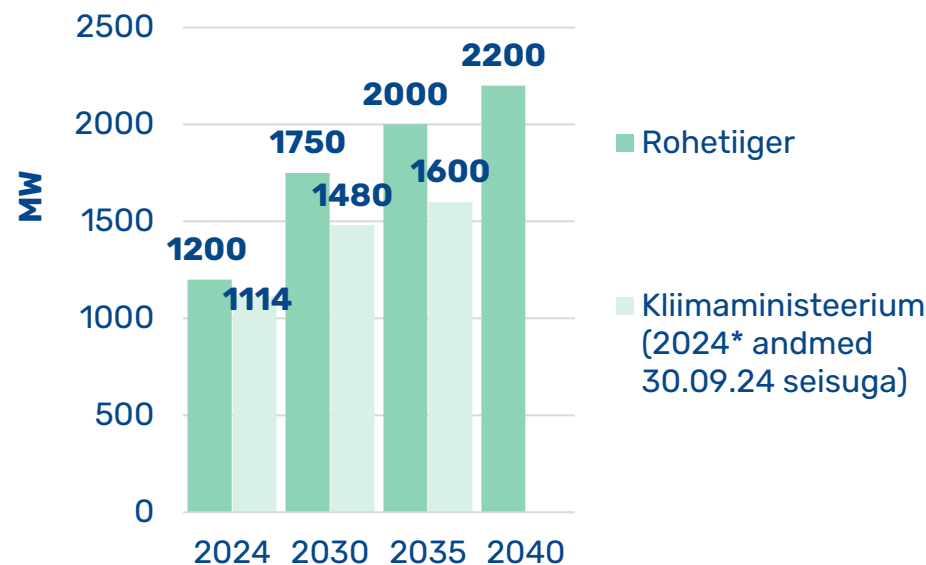
paigutused kui ka vertikaalsed paigaldused hoone fassaadidele. Mõlemad lahendused suurendavad omatarbeks toodetud päikeseenergia osakaalu.

Pidev päikese- ja ka tuuleenergia kasv nõuab tootmisvõimsuste üha suuremat piiramist (maha koormamist) või siis elektritoodangu salvestamist ning kasutamist muudel, mitte tootmise tundidel. Sellega seoses on näha 2–4-tunnise tipuvõimsuse mahuga akupõhise energiasalvestuse suuremamahulist lisandumist nii maaparkides kui ka hoonepaigaldistest, kus päevane energiatarve on väike. Energiasalvestuse levik, koos nullilähedaste ja negatiivsete päev-ette-turu hindadega viib selleni, et päikesejaamade toodangu piiramisest tekivad järsud toodanguhüpped võrgus, mida teistpidi hakkavad kompenseerima sagedusturu kaudu samad päikeseelektrijaamadega koos eksisteerivad või sõltumatud energiasalvestussüsteemid ning gaasielektrijaamad.

Tulenevalt eelkirjutatust jätkub päikeseenergia võimsuste kasv (vt joonist 16) ja teekaardi hinnangul mõnevõrra kiiremas tempos, kui energiamajanduse arengukava aastani 2035 ette näeb. Põhiline päikeseenergia võimsuste kasv kuni aastani 2040 leiab aset aastail 2025–2027, kui rajatakse 400–500 MW jagu pöörataval kinnitusel päikeseelektrijaamu. Ülejäänud võimsuste lisandumine lähtub paljuski hoonete energiatõhususe tõstmise ja seatud keskkonnaeesmärkide

rajamise soovist. Järk-järgult väheneb tulevikus huvi omatarbeks uusi päikesevõimsusi rajada ja pigem kasvab huvi rajada energiasalvestussüsteeme ning osta taastuvenergiat otseliini kaudu.

### Installeeritud päikseinverterite võimsus



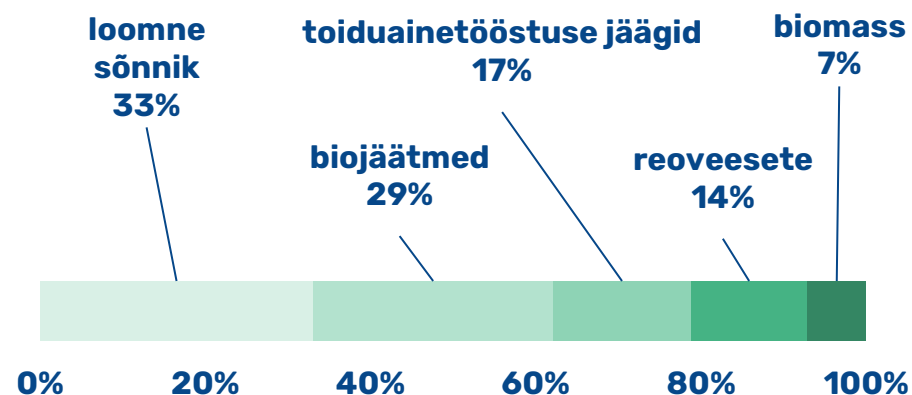
Joonis 16. Päikesejaamade lisandumise prognoos

# Biogaas

Biogaas on orgaanilise toorme kääritusprotsessi käigus eralduv metaanirikas gaas, mis sobib kasutamiseks energia tootmisel ka täiendava puhastamiseta. Biometaan on puhastatud ja kontsentreeritud biogaas, mille metaanisaldus on viidud maagaasiga lähedasele tasemele ning puhtusaste on sobilik selle kasutamiseks puhtalt või segatuna maagaasiga.

Biogaasi tootmiseks kasutatakse toorainena loomset sõnnikut, toiduainetööstuse jääke, reoveeset, biojätmeid ning taimset biomassi. 2023. aastal toodeti Eestis 210 GWh biometaani. 2024. aasta Eesti biometaanijaamades prognoositud toodetava biometaani kogus on 280 GWh. Joonisel 17 on toodud biometaani toormetest saadud energiakoguse osakaalud tooraine kaupa.

Kliimaneutraalsuse seisukohalt on oluline, et biogaasi/ biometaani käsitletakse kasvuhoonegaaside arvestuses negatiivse CO<sub>2</sub> ekvivalendiga heitena (2021. aasta juulist kehtima hakanud RED II direktiivi kohaselt on loomsest sõnnikust toodetud biometaani KHG vaikeväärtus vahemikus -80-100 gCO<sub>2</sub>ekv/MJ), kuna biometaani tootmisel püütakse kinni see kogus metaani ja teisi kasvuhoonegaase, mis vastasel juhul - loomulikult ladestamisel looduses - otse atmosfääri paisuksid.



Joonis 17. 2024. oktoobri seisuga toodetud biometaani toore

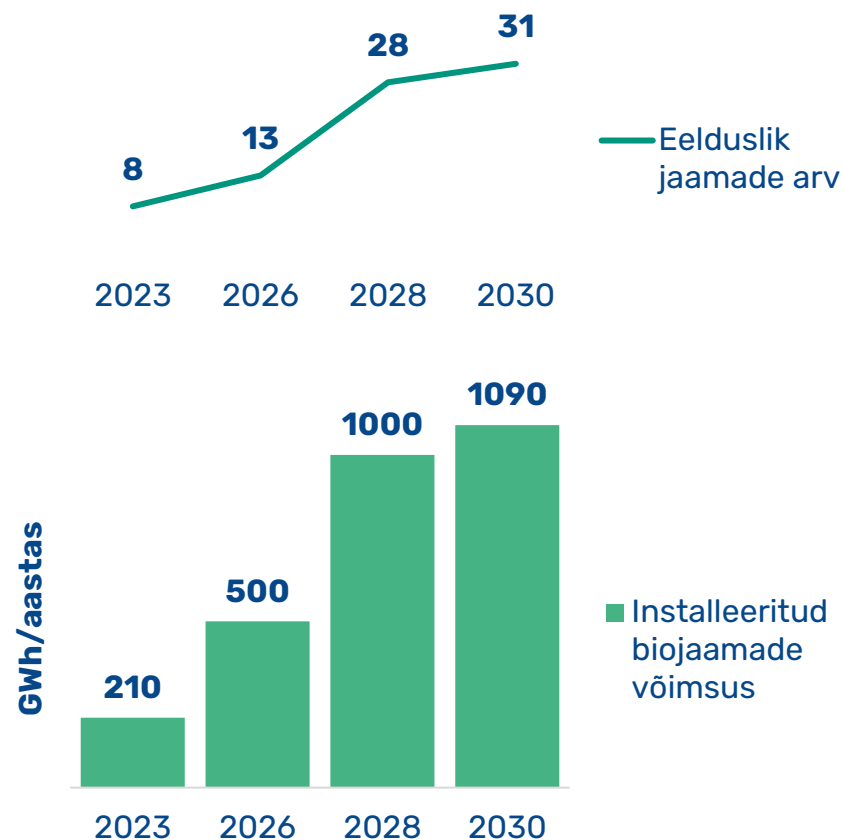
Biogaasi tootmisel on oluline osa ringmajanduses. Orgaanika kääritamise ja tekkiva biogaasi väärimisega:

- vähendatakse jäätmetega seonduvaid kasvuhoonegaase, eriti põllumajanduses;
- leitakse tekkivatele jäätmetele väärtust loov rakendus;
- tõstetakse loomse sõnniku väärtust põllumajandusliku väetisena;
- toodetakse positiivse keskkonnamõjuga rohekütust, võimaldades sellisel moel vähendada kogu transpordisektori kliimamõju;
- tõstetakse kohaliku kütuse tootmisega siseriiklikku energiapuudust.

Biometaani tootmise laiendamisel on kasvupotentsiaal eelkõige põllumajandusliku toorme laiemas kasutuselevõtmises ja jäätmemajanduses bioloogilise jäätme eraldi välja sorteerimisel, samuti gaasi edasisel väärimisel. Maksimaalset kasu saab biometaanist, kui kasutada toormena sõnnikut, läga, toidutööstuse jäätmeid (nt vadak), riknenud loomasööta (hoides nii ära märkimisväärse põllumajandussektori kasvuhoonegaaside heite) või prügilagaasi.

Eesti Arengufond on 2015. aastal hinnanud Eesti biometaani tootmispotentsiaaliks u 4,5 TWh. See suur number sisaldab 80% ulatuses toorainena rohtset biomassi põllundusmaadelt, mis erinevatel põhjustel ei pruugi olla eelistatud tooraine biometaani tootmiseks. Joonisel 18 on toodud optimaalne biogaasi tootmise mahu kasv Eestis, mis vastab praegusele põllumajanduse tasemele ning mida soodsa regulatiivse keskkonna korral on võimalik realiseerida. 2024. aastal toimunud KIKi biometaani tootmise rajamise meetme alusel tekib Eestisse juurde veel neli uut biometaani tootmist, mille realiseerumisel võiks Eesti biometaani tootmine jõuda juba tasemele 500 GWh/a.

Kokku oleks sellise mahu tootmiseks optimaalne u 20–30 biometaani tootmisjaama hajutatuna üle Eesti. Biometaani tarbimine on jagatud transpordi, soojuse ja elektri vahel, kusjuures kasutuse proportsioonid ajas muutuvad.



Joonis 18. Installeeritud biometaani tootmise võimekuse kasvu prognoos Eestis, GWh/aastas

Energiajulgeoleku seisukohalt on otstarbekas biometaani hoidmine strateegilise varuna Eesti Varude Keskuses ning ühe ligi 500 MW biometaanil ja LNG-I põhineva elektritootmise rajamine tipukoormuste katmiseks ning taastuvenergia tootmise ühtlustamiseks.

## SOOVITUSED JA LAHENDUSED

Biogaasi tootmise laiendamisel on teekaardi eesmärged ja energia trilemmat silmas pidades ainult positiivne mõju: väheneb keskkonnamõju, suureneb energia kättesaadavus ja energiajulgeolek ning fikseeritud hindade korral on tagatud eksporditavast maagaasist sõltumatu stabiilne hind nii tarbijale kui ka tootjale.

Biometaani tootmise jätkusuutlikkuse tagamiseks on oluline, et printsiip „saastaja maksab“ kehtiks sektoriteüleselt. Kasvuhoonegaaside eritamisega peab erinevate sektorite ettevõtetele kaasnema kohustus oma saastekoguseid tasakaalustada. Parima meetme saastekoguste tasakaalustamiseks peaks paika panema turg – biometaanil on tänu oma negatiivsele heiteväärtusele selge eelis konkureerivate rohekütuste ees ja suudab võistelda alternatiividega kasvuhoonegaasiheitme tasakaalustamise turul. Selleks, et luua tingimused, kus turg oleks motiveeritud kasutama parimat meetet kasvuhoonegaaside tasakaalustamiseks, on seadusloojatele järgnevad soovitused:

- Riik peaks eelistama taastuvenergia direktiivi artiklis 25 seatud eesmärgi täitmiseks kasvuhoonegaaside heitemahukuse vähendamisel transpordisektoris 14,5% võrrelduna baastasemega. See loob eeltingimused selleks, et transpordisektor leiaks turupõhiselt üles optimaalseima

viisi heite vähendamiseks. Meetme rakendamine looks ka baasi, et kodumaine biometaan leiaks eeliskasutust imporditavate roheliste vedelkütuste ees. Lisaks aitaks meetme rakendamine luua motivatsiooni, et Eestis toodetud biometaan jääks Eesti tarbimisbilanssi, kuna turusignaalid eelistavad biometaani kasutamist kasvuhoonegaasi heitemahukust hindavatel turgudel/sectorites.

- Selleks, et soodustada Eesti raskeveonduse rohestamist, tuleks luua meede gaasiveokite ostutoetuseks. Meede lubaks vähendada diiselmootorite osakaalu raskeveonduses ning looks eeltingimused biometaani laialdasemaks kasutamiseks raskesti rohestatavas transpordisektoris. Selleks, et tagada parim viis ühistranspordi kasvuhoonegaaside vähendamiseks, tuleks seada transpordiettevõtetele kohustus kasutada kütuseid, mille süsinikuintensivsus on alla 0 g CO<sub>2</sub>ekv/MJ kohta. See looks eelduse, kus transpordiettevõtete kütusekasutusel ei emiteeritaks kütuse tootmise ega tarbimise tsüklis atmosfääri täiendavaid kasvuhoonegaase.
- Selleks, et riigi gaasivarud põhineksid rohekütustel, tuleks Varude Keskuse varudele seada tingimus, et fossiilse maagaasi või LNG asemel kasutatakse biometaani.
- Selleks, et toetada soojusmajanduse ja energeetika kasvuhoonegaaside vähendamist, tuleks rakendada

täiendavat kasvuhoonegaaside vähendamise nõuete täitmist soojusmajanduse ja energeetikaettevõtetele.

Selleks, et soodustada biometaani tootmist ja toetada biometaani tootmiskoguste kasvamist, on seadusloojatele järgnevad soovitusel:

- Soodustada biojätmete võõriste (mitte biolagunevate komponentide) vabal kujul ringmajandusse suunamist ja biojaamades väärindamist. Selleks tuleks seada jäätmekäitlejatele karmimad reeglid biojätme eraldi sorteerimiseks võõrisevabal kujul.
- Prioritiseerida biojaamade rajamist, lubades lihtsustatud planeerimisprotsessi. Biojaamade rajamine parandab loomakasvatuste ümber asuvat keskkonda, lahendades haisuprobleemi ja pakub võimaluse jäätmete täiendavaks väärindamiseks.

## Puidu kasutamine energeetikas

Puit on oma lihtsa kättesaadavuse tõttu leidnud kasutust energeetikas ajast aega ja nii ka tänapäeval. Eestis on puidu kasutamisel energeetikas olnud ja on ka tulevikus oluline koht – näiteks on just puiduhakke kasutamine

koostootmisjaamades võimaldanud Eestil siiani täita suure osa taastuvenergia eesmärgi.

Viimastel kümnenditel Eestis ja ELis välja kujunenud puidu energeetilist kasutust korraldavad regulatsioonid ning dotatsioonid võivad lähiajal muutuda – Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühiskeskuse 2021. aasta raport tõi välja, et praegune puidukasutus energeetikas ei ole ELis kliima ega elurikkuse mõttes, samuti kogu elutsükli arvestades igas osas päris õige. Seetõttu on Euroopa Komisjon esitanud uue ettepanekute paketi rangemate kestlikkuse kriteeriumide kehtestamiseks ning tulevikus on nii elektritootmises kui ka soojusmajanduses vajalik valmis olla alternatiivsete kütusevabade tehnoloogiate laiemaks kasutuseks. On tõenäoline, et suuremaid muudatusi kuni 2035. aastani siiski ei toimu ja seetõttu on teekaardis arvestatud puidu energeetilise kasutuse jätkumisega ning seda eelkõige koostootmisjaamades. Lisaks on energeetilise puidu kasutamine väikese energeetilise kasuteguriga rakendustes (elektri tootmiseks ilma soojuse tootmiseta) keskkonda koormav ja ressursi raiskav ning sellist kasutust tuleb vältida.

Keskkonnaagentuuri andmetel oli Eesti puidubilansi kogumaht 2022. aastal 17 681 000 m<sup>3</sup>. Peamised puiduallikad olid raie metsamaalt (11,9 mln m<sup>3</sup>) ja import (4,3 mln m<sup>3</sup>). Eesti metsamaalt varutud puidust kasutati 40% palgina, 23%

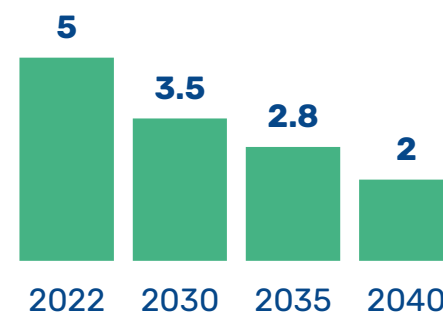
paberi- ja 37% küttepuiduna. Puidu ja puittoodete impordi kogumahust moodustasid suurema osa saematerjal (32%), tööstuslik ümarpuit (20%) ning paber- ja papptooted (20%).

Puidubilansi lõppkasutuse suuremad valdkonnad olid puidu ja puittoodete eksport (11,2 mln m<sup>3</sup>) ning puitkütuste tarbimine energeetikas. Ekspordi kogumahust moodustasid suurema osa puidugraanulite (31%), tööstusliku ümarpuidu (15%), puiduhakke (12%) ja saematerjali (10%) eksport. Puidubilansi kogukäibest kulus energiaks (puitkütuste tarbimine ja eksport) 51% (9,1 mln m<sup>3</sup>), seejuures tarbiti riigisiselt energeetikas 5,8 mln m<sup>3</sup> (sisaldab halupuitu). Kuna ilma ekspordita oli Eesti sisetarbimise maht puidubilansi põhjal 6,4 mln m<sup>3</sup>, moodustab energeetilise puidu tarbimine kogu sisetarbimisest kuni 90%.

Harjumuspärasest aastasest raiemahust rääkides on oluline arvestada, et selle numbri juures peetakse silmas ainult metsamaalt tehtud raietest saadavat puitu ja see number – u 12 mln m<sup>3</sup> – on oluliselt väiksem kogu kasutatavast puidust. Puidubilansis on lisaks ka import ja mitte metsamaalt saadav puit.

Eestis on nüüd ja edaspidi igati mõistlik kasutada kohalikku madalakvaliteedilist puitu energeetiliselt otstarbel kohalikes koostootmisjaamades. Eestis on jätkusuutliku ühtlase raiemahu suuruseks metsamaalt pakutud 8–9 miljonit tihumeetrit aastas. See tagab ühtlase toorme Eesti

puidutööstusele ja sellele mahule vastavast energeetilise puidu kogusest piisab Eesti siseriikliku vajaduse katteks ning taastuvenergia tootmise tasakaalustamiseks. 2022. aasta raiemahu analoogia põhjal oleks aastaseks koguseks 37% metsamaalt saadavast puidust ehk 3–3,5 mln m<sup>3</sup>. Sellele lisandub mittemetsamaalt saadav energeetiline puit, mida on puidubilansi andmete põhjal u 1 mln m<sup>3</sup> aastas.



Joonis 19. Energeetilise puidu kasutuse muutus Eestis

Energia teekaardi arvestuste kohaselt puidu energeetiline tarbimine langeb tulevikus Eestis praeguselt u 5 miljonilt kuupmeetrit aastas 4,1 miljonile kuupmeetrile aastaks 2031 ja 2,7 miljonile kuupmeetrile aastaks 2040 (vt joonist 19). Peamiselt tuleb kasutuse vähenemine ainult soojuse tootmiseks kasutatava puidu arvelt, koostootmisjaamades puidu kasutamine jätkub.

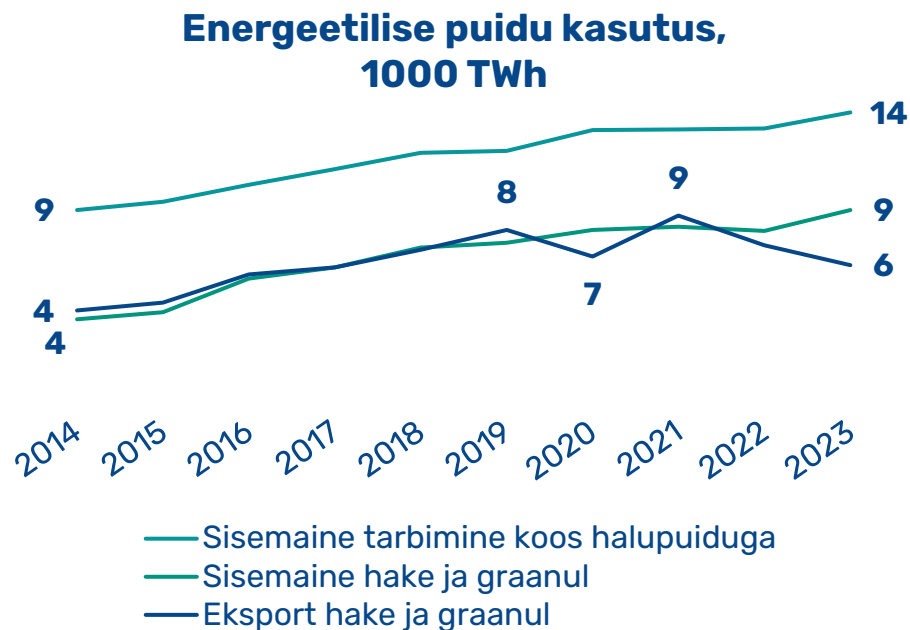
Puidu kasutamise vähenemise teevad võimalikuks soojuspumpade laienev kasutamine ja kütusevaba energia tootmine.

Tulenevalt energeetilise puidu sisemaise tarbimise vähenemisest vabaneb sama raiemahu juures praegu energeetiliselt kasutatav toore teekaardi poolt vaadeldava perioodi jooksul osaliselt alternatiivsetele kasutustele (näiteks puidukeemiale või ehitusmaterjalide tootmisele).

Praegusel keerulisel ajal on oluline teada, et energeetilise puidu (sh graanulite) eksport vähendab ka riigi energiapuudust – see tuleb järk-järgult lõpetada ning leida seni eksporditavale puidule siseriiklik tarbimine nii energeetikas kui ka alternatiivsetel kasutusvaldkondadel.

Energeetilise puidu ekspordi lõpetamisel on lisaks julgeoleku suurendamisele ka positiivne majanduslik mõju: Eesti jätab siis tasuta ekspordimata puiduga seotud CO2 määra, millel on otsene rahaline väärtus seda puitu siseriiklikult energeetiliselt või muul otstarbel kasutades. Hakkepuidu ja graanulite ekspordi maht on olnud samas suurusjärgus Eesti-siseselt tarbitava mahuga (vt joonist 20) päris pikalt, positiivne on graanulite ekspordi vähenemine paaril viimasel aastal.

Energiamajanduse kontekstis on metsal ja teistel looduslikel kooslustel nii nüüd kui ka tulevikus teinegi oluline roll – süsiniku sidumine.

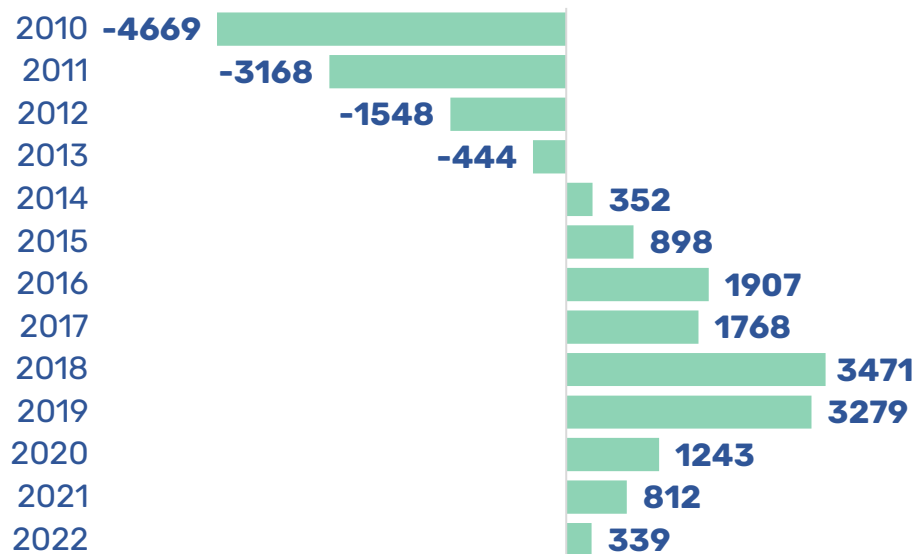


Joonis 20. tahkete biokütuste tarbimine ja eksport (Statistikaamet)

Energeetikaga seotud fossiilsete kütuste põletamisel (sh transpordis) tekkiva CO2 kompenseerimiseks vajalik looduslik süsiniku sidumise võimekus Eestis on viimase kümnendi jooksul mitu korda vähenenud ja jõudnud alates 2015. aastast intensiivse metsaraie, turba kaevandamise suurenemise ning intensiivpõllunduse tõttu süsiniku sidumise asemel süsinikku emiteerivasse olukorda, saavutades maksimumi aastal 2018 (vt joonist 21).



## LULUCF, kt CO2



Joonis 21. Loodusliku süsiniku sidumise muutus

Fossiilsete kütuste asendamine (eriti transpordisektoris) võtab aega ja mingi osa fossiilsetest kütustest jääb kasutusse ka aastatel 2030–2040. Sellest tuleneva süsinikuheitme kompenseerimiseks on vaja suurendada Eestis loodusliku süsiniku sidumise võimekust tasemeni, mis oli olemas eelmistel kümnenditel (3–4 miljonit CO2 ekvivalenti aastas). Eesti loodusel oli sellisel tasemel süsiniku sidumise võimekus veel hiljuti olemas ja see tuleb taastada.

## SOOVITUSED OTSUSTAJATELE

Puidu kasutamine energeetikas väheneb perioodil 2025–2040, samas peab suurenema puidu kasutamise efektiivsus ja vähenema puidu raiskamine. Tulenevalt sellest on energiamajanduse kontekstis vajalik:

- Vähendada ja lõpetada energeetilise puidu (peamiselt pelletite ja hakkepuidu) eksport – tulemusena paraneb energiabilanss, kasu on nii kliimapoliitiline kui ka majanduslik – jäetakse eksportimata tasuta CO2 määr, millel on otsene majanduslik väärtus seda puitu Eestis energeetiliselt või muul otstarbel kasutades. Eksport võib olla lubatud ainult juhul, kui eelnevalt on rahuldatud kohapealsed vajadused ja kogu puidu varumine toimub ühtlase raie jätkusuutlikke põhimõtteid järgides.
- Rajada koostootmisjaamad suuremate küttepiirkondade juurde eesmärgiga vähendada energiakadusid ja suurendada kohaliku ressursi kasutust. Sealjuures peab lõplik kasutus olema võimalikult kõrge kasuteguriga ja kogu tarneahel peab vastama taastuvenergia direktiivi säästlikkuse nõuetele.
- Suurendada puidupõhise energia (koos)tootmist Ida-Viru soojuselektrijaamades, sh Narva linna küttevajaduse katteks praeguse põlevkivikasutuse asemel. Ilmselt on parim variant Narva soojusvarustuse tagamiseks

kombineeritud lahendus puiduhakkest, soojuspumpadest, geotermiaalenergiast ja gaasikatlamaajast.

Koostootmisjaamade rajamine suuremate küttepiirkondade juurde ja Narva jaamade osaline üleminek puidupõhisele energiale tagaks nii energiajulgeoleku, taastuvenergia osakaalu suurenemise, kohapealsete ressursside efektiivsema kasutamise kui ka olemasoleva energiatootmise taristu pikema eluea. Lisaks toetab selline lähenemine regionaalset arengut ning töökohtade loomist ja säilimist.

# Tasakaalumudel

Tasakaalumudel on töövahend, mille abil on võimalik hinnata juhtimatu elektritootmisega kaasnevaid võimalusi ja väljakutseid. Mudel annab analüüsitava stsenaariumi kohta ülevaate järgmistes punktides:

- millises mahus suudame iseseisvalt igal ajahetkel katta siseriiklikku tarbimist;
- milliseks kujuneb elektritootmise bilanss, sh aasta summaarne üle- ja puudujääk [TWh];
- maksimaalne impordi- ja ekspordivajadus [MW].

Tasakaalumudeli tööpõhimõte: mudel leiab etteantud stsenaariumi korral igal tunni tarbimisvajaduse katmiseks kõige soodsama tootmiskombinatsiooni. Selleks lisatakse mudelisse analüüsitavas stsenaariumis ettenähtud tootmis- ja salvestusvõimsused madalama marginaalkulu põhimõttel.

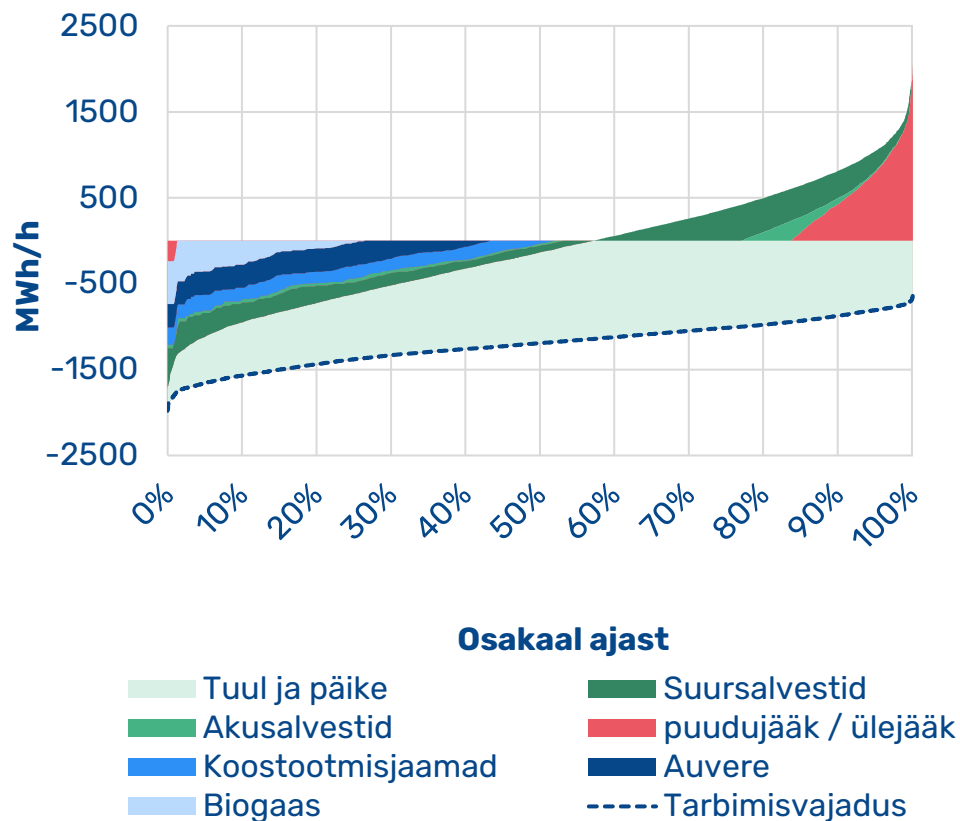
Käesolevaga esitame tasakaalumudeli tulemused Rohetiigri 10,6 TWh tarbimisega stsenaariumile aastaks 2035. Analüüsi tulemused on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Tasakaalumudel 2035, tarbimine 10,6 TWh

<b>RT2035</b>				
	<b>Toodang [TWh]</b>	<b>Toodang tarbimisse</b>	<b>Ülejääk [TWh]</b>	<b>Võimsus [MW]</b>
Tarbimine		10,6		1979
Päikesepargid	1,4	7,7	2,0	1400
Tuulikud	8,3			2700
Suursalvestid	0,8	0,8	-1,0	500
Akusalvestus	0,1	0,1	-0,2	800
	0,6	0,6	-	200
Auvere	0,8	0,8	-	270
(Bio)gaas	0,5	0,5	-	500
<b>Puudu/üle</b>		<b>-0,02</b>	<b>0,9</b>	

Tulemuste ülevaatlikkuse huvides esitame tasakaalumudeli tulemusi ka graafikul (vt joonist 22). Graafiku nulljoone alla jääv pindala näitab värvide kaupa konkreetse tootmisliigi poolt siseriikliku tarbimise piires toodetud elektrienergiat ja nulljoont ületav osa siseriikliku ülejääki. Toodetud energia on graafikul esitatud tootmisliikide kaupa ka numbriliselt, teravatt-tundides. Graafik visualiseerib aastast siseriiklikku elektribilanssi tootmisliikide kaupa: siseriiklik puudujääk ja ülejääk pärast konkreetse tootmisliigi potentsiaali rakendamist järjestatuna vasakult paremale suurima puudujäägiga tunnist vähima puudujäägiga (või suurima ülejäägiga) tunnini.

## RT 2035 - Tarbimine 10,6 TWh



Joonis 22. Tasakaalumudel 2035, tarbimine 10,6 TWh.

- Kõige aluseks on musta punktiirjoonega näidatud 2035. aastaks prognoositav **(1) tarbimisvajadus**. Tiputarbimine (vasakul) näitab, et kõige suurema tarbimisega tunnil on katmata 1979 MW ulatuses tarbimist.

- Helerohelise värviga on näidatud, et **(2) päikeseparkide ja maismaa tuuleparkide** toodang katab 7,7 TWh ulatuses siseriiklikku tarbimist ning tekitab 2,2 TWh ülejääki. Samuti nähtub, et tarbimine jääb katmata u 55% ajast (ülejäanud, u 45%, ajast tekib siseriiklik ülejääk). Tulenevalt päikese ja tuule volatiilsusest ei vähene maksimaalne puudujääk / tipuvõimsuse vajadus proportsionaalselt toodetud energia kogusega: maksimaalne puudujääk pärast tuule ja päikese tootmist väheneb 260 MW võrra ehk 1720 MW-ni.
- Sinistes toonides on näidatud (2) ja (3) erinevad salvestid, mis katavad u 1 TWh ulatuses puudujäävat tarbimist tuule- ja päikesetoodangu ülejäägi arvelt. Maksimaalne puudujääk / tipuvõimsuste vajadus väheneb üksnes taastuveni energiaga laetavate salvestite järgselt 520 MW (1200 MW-ni). Salvestite poolt kaetavat tipuvõimsust on võimalik u 10–20% täiendavalt suurendada, kui lisaks juhitamatule taastuveni energiale kasutada suuremahuliste salvestite laadimiseks ka öisel, madalama tarbimisega perioodil vabanevat juhitavate jaamade võimsust.
- Seejärel on marginaalkulu põhimõttel lisatud erinevate värvidega (5, 6, 7, 8) juhitavad võimsused, kuni konkreetse tunni tarbimine on kaetud või tekib (9) puudujääk, mida siseriikliku tootmisportfelliga katta ei ole võimalik. Võib näha, et analüüsitavas stsenaariumis kirjeldatud tootmisvõimsustega suudaksime küllaltki tasakaalustatult katta siseriikliku tarbimisvajaduse (puudujääk on 0,02

TWh). Kui soovime seda teha üksnes taastuvatest allikatest, eeldaks see arvestatavas koguses biomassi ja -gaasi kasutamist (elektriline toodang u 2 TWh).

Lisaks eelkirjeldatule on graafikul punase punktiirjoonega näidatud täiendava 600megavatise meretuulepargi tootmispotentsiaal (10). Antud võimsuse lisandumine suurendaks 1,8 TWh ulatuses ekspordipotentsiaali ja võimaldaks u 0,8 TWh<sub>elektriline</sub> mahus vähendada biokütuste vajadust kohaliku tarbimist katvas elektritoodangus. Selleks, et lisanduva võimsuse tootmispotentsiaal maksimaalselt siseriiklikku elektribilanssi parandaks, tuleks muude paindlikkuslahenduste kõrval lisada täiendavat salvestusvõimekust (tuuleprofiilist tulenevalt vajame peamiselt täiendavat salvestusmahtu, mitte võimsust).



# Investeeringud ja lisandväärtus

Saavutamaks soovitud eesmärged keskkonnamõju vähendamise, varustuskindluse tagamise ja lisandväärtuse optimaalse suuruse osas, on teekaardis kirjeldatud eesmärkide saavutamiseks vajalikud prognoositavad investeeringu maksumused praeguste teadmiste ja 2022. aasta hindade põhjal toodud tabelis 3.

Lisandväärtus on statistiline näitaja rahvamajanduse arvepidamises, mis väljendab toodangut rahalises väärtuses

(sh omatarbeks toodetud toodang, lõpetamata ja valmistoodangu varude muutus), millest on maha lahutatud toodangu valmistamiskulud (v.a personalikulud, kulum ja neto tootmismaksud). Lisandväärtus leitakse seega tootmisprotsessist lähtuvalt.

Lisandväärtus on suurus, mis on eelkõige kasutatav rahvamajanduse või tegevusalade arengu jälgimiseks ning riikide või piirkondade majanduste võrdlemiseks.

Tegevuste tulemusena saavutatav arvestuslik lisandväärtus aastal 2030 on 2,0 miljardit eurot ja 2040. aastal 2,3 miljardit eurot, lisandväärtus toodetud megavatt-tunni kohta on vastavalt 80 ja 101 eurot.

Tabel 3. Olulisemad investeeringud aastate lõikes (mln eur), 2022.a hindades

	2022-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	KOKKU
<b>Elektrimajandus</b>	<b>1 137</b>	<b>2 718</b>	<b>1 015</b>	<b>667</b>	<b>5 537</b>
sh päikesepargid	571	214	84	74	943
meretuulepargid	0	0	0	0	0
maismaatuulepargid	463	1 499	181	160	2 302
gaasijaamad (reservijaamad)	0	418	221	0	638
muud (sh salvestus)	103	587	530	434	1 653
<b>Soojamajandus</b>	<b>1 372</b>	<b>2 323</b>	<b>2 711</b>	<b>2 740</b>	<b>9 147</b>
sh sooja tootmine	128	214	196	97	635
hoonete renoveerimine	1 244	2 109	2 515	2 643	8 512
<b>Kütuste tootmine</b>	<b>183</b>	<b>184</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>375</b>
sh biometaan	179	179	0	0	358
vesinik	4	5	5	3	18
<b>KOKKU</b>	<b>2 693</b>	<b>5 225</b>	<b>3 731</b>	<b>3 410</b>	<b>15 059</b>

# Lisad

## Lisa 1 Metoodikate põhimõtted ja tulemuste kokkuvõtted

### LISANDVÄÄRTUSE ARVUTAMINE

#### Metoodika

Lisandväärtus on statistiline näitaja rahvamajanduse arvepidamises, mis väljendab toodangut rahalises väärtuses (miinus subsiidiumid), millest on maha lahutatud vahetarbimine ehk toodangu valmistamiskulud, v.a personalikulud, kulum ning tootmismaksud.

Lisandväärtus on suurus, mis on eelkõige kasutatav rahvamajanduse või tegevusalade arengu jälgimiseks ning riikide või piirkondade majanduste võrdlemiseks.

Käesolevas projektis on energiamajanduse lisandväärtus leitud kolme komponendi põhjal:

#### Otsene lisandväärtus

Leitakse otsene, konkreetse toote tootmisega tekkiv lisandväärtus. Selleks on mudelis projekteeritud energia ja kütuste tootmise protsessid (tootmismahud, tulud, kulud). Lisandväärtus on arvutatud tööjõukulude, kulum, neto tootmismaksude ja ärikasumi summana.

Lisandväärtuse sisse kuulub ka lubatud heitkoguse ühikute ostmiseks tehtud kulud (sarnaselt tootmismaksudega).

#### Kaudne lisandväärtus

Kaudne lisandväärtus tekib tootmisprotsessiga seotud vahetarbimise kaudu. Eelduse kohaselt kasvab (kahaneb) vaadeldava toote tootmismahu kasvades (kahanedes) proportsionaalselt ka vahetarbimine ehk nende toodete ja teenuste tarbimine, mida kasutatakse analüüsitava toote tootmiseks.

Kaudse lisandväärtuse leidmiseks on kasutatud rahvamajanduse sisend-väljundtabelitel põhinevat metoodikat, viimane näitab seoseid erinevate tegevusalade vahel ning lisandväärtuse teket.

## Kaasnev (indutseeritud) lisandväärtus

Kaasnev lisandväärtus tekib lõpptarbimise muutuse kaudu, mille põhjuseks on muutused otseses ja kaudses tootmises ning nendega kaasnev sissetulekute/tulude kasv. Kaasneva lisandväärtuse mõõtmisel on arvesse võetud nii kodumajapidamiste (töötasude muutus), avaliku sektori (maksutulude muutus) kui ka ettevõtete (investeeringustegevus) lõpptarbimise muutuse mõju. Ka kaudse lisandväärtuse leidmiseks kasutati rahvamajanduse sisend-väljundtabelitel põhinevat meetodikat ja sellest tuletatud lõpptarbimise struktuuri.

Lisandväärtus on seega seotud vastava aasta tootmismahutudega, võttes arvesse asjakohase energiakandja hindade prognoose.

Sisend-väljundraamistikul põhineva meetodi abil on võimalik arvesse võtta keerulisi seoseid erinevate tegevusalade vahel (tarne- ja tarbimisahelaid) ning lisandväärtuse ja lõpptarbimise struktuuri, mistõttu võimaldab see hinnata muutuste eeldatavat mõju kogu majandust läbivalt (otsesest, kaudset, kaasnevat, importi).

Järgnevas tabelis on toodud valitud tegevusalade lisandväärtuse koefitsiendid, mis sisaldavad nii otsest kui ka kaudset lisandväärtust. Koefitsient näitab, mitu eurot

lisandväärtust tekib, kui vastava tegevusala toodet toodetakse (müüakse) ühe euro väärtuses.

Tabel 4. Valitud tegevusalade lisandväärtuse koefitsiendid

Tegevusala	Koefitsient
Biokütused - puiduhake	0,751
Biokütused - biometaan	0,540
Maagaas	0,266
Muud fossiilsed kütused - import	0,030
Bensiin ja diisel	0,044
Soojusenergia	0,717
Elektrienergia	0,648
Muu tooraine, kaubad ja materjal	0,611
Ehitus	0,661

Koefitsient on seda madalam, mida suurem on eeldavalt impordi osakaal tootmissisendites. Näiteks maagaasi koefitsient sisaldab ainult Eestis toimuva müügitegevuse ja ülekandeteenusega seotud kulusid.

Käesolevas analüüsis on mõnevõrra kohandatud energiatootmise (elekter, soojus) tootmisprotsesse, arvestades taastuvenergia suurenevat osakaalu ning ka impordi osakaalu muutust elektrimajanduses.



Sisend-väljundraamistiku puuduseks on asjaolu, et see arvestab majanduse minevikustruktuuriga. Kuna eeldatakse, et struktuurimuutused majanduses on suhteliselt aeglased, koostab Statistikaamet Eestis sisend-väljundtabeleid iga viie aasta järel. Põhjuseks on ka tabeli koostamise keerukus – tabeli kokkupanek võtab aega kolm aastat (viimane tabel on 2020. aasta kohta).

## Tulemuste kokkuvõte

Lisandväärtuse arvutuse koondtulemused on toodud järgnevas tabelis.

Tabel 5. Lisandväärtus valdkondade ja stsenaariumide lõikes, mln €

	2022	2030	2040
Elekter	635	1 060	1 382
Soojus	772	805	777
Biometaan	0,2	141	169
Vesinik	0	6	14
<b>KOKKU</b>	<b>1 407</b>	<b>2 012</b>	<b>2 342</b>
% Eesti lisandväärtusest	3,9%	3,9%	3,1%

Numbrid on nominaalsed ehk arvestavad inflatsiooniga. Seda arvestades näiteks soojusenergia tootmise lisandväärtus

võrreldes praegusega reaalselt langeb – ka soojuse tarbimine energiaühikutes väheneb.

Reaalsetes väärtustes (ostujõu arvestuses) on lisandväärtus 2040. aastal kokku u 42% kõrgem kui aastal 2022, seda eelkõige elektritootmise, aga ka biometaani tootmise kasvust tingituna. Energiavaldkonna kasv ületab Eesti majanduskasvu tervikuna ja valdkonna osakaal riigi lisandväärtuses mõnevõrra kasvab.

## INVESTEERINGUD

### Metoodika

Arvutati uute tootmisvõimsuste investeeringud, st arvesse ei võetud asendusinvesteeringuid. Lisaks energiatootmise investeeringutele arvutati ka hoonete renoveerimise investeeringute summad.

Lähtekohaks olid prognoositud tootmismahud erinevate tehnoloogiate lõikes – juhul, kui tootmismahud kasvas, arvutati selleks vajalik tootmisvõimsus ning ühikuhindade alusel investeeringu vajadus. Investeeringu maksumusi indekseeriti kahe protsendiga aastas, välja arvatud uutel tehnoloogiatel, kus kasutati õppimise efekti arvestavat –0,5% suurust kasvumäära.

Elektritootmise investeeringute leidmisel arvestati lisaks ühiku maksumustele ka erinevate tehnoloogiate optimaalsete töötundidega (aastas). Eeldused toodud tabelis 6.

Tabel 6. Elektritootmise investeeringute eeldused

<b>Tehnoloogia</b>	<b>Maksumus</b> tuh €/MW	<b>Töötunnid</b> h aastas
Tuul - maismaa	1200	3329
Päikeseelekter	750	1000
PHEJ	2800	2400
Väiketarbijate elektriakud	792	1000

Samad eeldused soojuste tootmise investeeringute arvutamiseks on toodud tabelis 7.

Tabel 7. Soojuste tootmise investeeringute eeldused

	<b>Maksumus</b> tuh €/MW	<b>Töötunnid</b> h aastas
<b>Suurtootmine</b>		
Uttegaasikatelde ümberehitus	200	5000
CHP katlad	700	6500
Soojuspumbad	650	5000
Kaugjahutus	800	1100
Muud - salvestus	1000	500

### **Kohalik tootmine**

Soojuspumbad	900	5000
--------------	-----	------

Kõige suurem investeeringute maht tekkis hoonete renoveerimisest, kus muutujateks olid renoveerimise maht (m<sup>2</sup>) ja maksumus (€/m<sup>2</sup>). Ülevaade arvutuste lähtekohtadest on toodud järgnevas tabelis.

Hoonete renoveerimise mahtude ja maksumuste hindamisel võeti referentsiks TalTechi 2020. aastal läbi viidud uuring „Hoonete rekonstrueerimise pikaajaline strateegia“. Mudelis jäävad prognoositud renoveerimise mahud mõnevõrra alla TalTechi poolt hinnatud renoveerimise vajadusele aastani 2040, v.a korterelamute osas – teatud hoonete kategooriates (nt üksikelamud) ei hinnatud TelTechi eesmärkide saavutamiseks vajalikku kasvu realistlikuks.

Tabel 8. Hoonete rekonstrueerimise investeeringute lähtekohad

	<b>Maksumus</b> €/m <sup>2</sup>	<b>Renoveerimise maht</b> mln m <sup>2</sup>
Üksikelamud	400	2,2
Korterelamud	300	12,5
Bürood, majutus	500	2,0

Kaubandus, teenindus, tööstus ja erihooned	250	5,2
Haridus ja tervishoid	1100	1,9
Laod/ transpordihooned	150	1,6

Biometaani tootmise investeeringud on hinnatud Eesti biometaani tootmise arendajate poolt ning lähtekohaks on 11 miljonit eurot 3 miljoni kuupmeetri (u 28 GWh) aastase tootmismahuga tootmisüksuse kohta. Investeeringu maksumus kasvab eelduse kohaselt 2% aastas. Biometaani tootmisüksuste kasv toimub seni, kuni saavutatakse eeldatav optimaalselt võimalik tootmismaht, s.o 117 miljonit kuupmeetrit ehk 1090 GWh aastas.

Nii nagu on varasemalt välja toodud, ei võetud arvesse asendusinvesteeringuid – kuna biometaani tootmisüksuste elueaks arvestatakse kümme aastat, tekib ka perioodi (2022–2040) sees üksuste asendamise vajadus. Toimiva tootmisüksuse asendamisel on investeeringute vajadus mõnevõrra väiksem – hinnanguliselt 6–7 miljonit eurot üksuse kohta.

<sup>2</sup> Kuigi üldiselt ehitati mudel üles nominaalsena, on pika perioodi rahaliste väärtuste liitmine otstarbekas teha praegustes hindades või praegust raha ostujõudu arvestades.

Vesiniku tootmise investeeringu maksumus on arvestuslikult 6,7 miljonit eurot 500 tonni aastase tootmismahuga üksuse kohta. Investeeringu maksumuse muutus ajas arvestab nn õppimiskõveraga (*learning curve*) ning kasvab seetõttu mõnevõrra aeglasemalt, kui on üldine hindade kasv. Vesiniku tootmisüksuste arv kasvab vastavalt eeldatavale vesiniku tarbimisele Eestis, mis käesolevas mudelis on ette nähtud ainult transpordis.

## Tulemuste kokkuvõte

Investeeringute maksumus on summaarselt toodud praeguses (2022. a) raha ostujõu väärtuses<sup>2</sup> järgmises tabelis.

Tabel 9. Investeeringud valdkondade ja stsenaariumite lõikes, mln € (2022.a hindades)

	2022-2030	2022-2040
Elekter	3555	4835
Soojuse tootmine	343	635
Biometaan	395	395

Vesinik	15	29
<b>KOKKU</b>	<b>4308</b>	<b>5894</b>
Hoonete renoveerimine	4346	11072

Hoonete renoveerimise investeeringud moodustavad kuni 2030. aastani 50% investeeringute kogumahu ning aastaks 2040 kasvab see 65 protsendini, kuna energiatootmises on 2030. aastaks suuremad investeeringud (maatuulepargid, salvestid) olulises osas tehtud.

## KASVUHOONEGAASIDE ARVESTUS

### Metoodika

Eraldi on arvatud nn statistiline heide, mis on aluseks ka riiklikule kasvuhoonegaaside inventuurile ja emissioonidega kauplemise süsteemile (*ETS – emission trading system*), ning olulusringi ehk elutsükli (*LCA – lifecycle assessment*) heide. Arvestatud on ainult energia tootmise ja kasutamisega seotud emissioone, st arvestust ei ole tehtud näiteks hoonete renoveerimisega seotud ega ka muude võimalike energiasäästumeetmete emissioonidele.

Arvestus on tehtud süsihappegaasi ekvivalentides ( $\text{CO}_{2\text{ekv}}$ ) ja peamine alus on tonni  $\text{CO}_{2\text{ekv}}$  vastava energiaallika energeetilise väärtuse kohta. Ülevaated kasutatud

emissiooniühikutest – nii statistilise kui ka LCA osas – annab käesoleva aruande lisa 2.

Lisaks lisas 2 toodud kütuste elutsükli (tootmine, transport, põletamine jm) emissioonile võeti LCA arvestuses arvesse ka energia tootmisüksuste (soojusmajandus ja elektritootmine) rajamise ning sõidukite tootmise ja ka utiliseerimisega seotud emissioonid. Nii lisandus näiteks elektritootmises 10 (maagaasijaamad, elektriakud, pumphüdrojaam) kuni 66 (päikesepargid) tonni  $\text{CO}_{2\text{ekv}}$  toodetud gigavatt-tundi elektrienergia kohta.

Transpordis eristati sisepõlemismootoriga ja elektrisõidukeid – näiteks sõiduautodel oli 2022. aasta andmete alusel elektrimootoriga sõidukite emissioonitase u 36% kõrgem ning tulevikuks prognoositakse sisepõlemismootoriga autodega seotud emissiooni langust kiiremaks kui elektrimootoriga autodel. Sõidukite tootmise ja utiliseerimisega seotud emissioon moodustab siiski alla 10% sõidukite koguemissioonist (kuigi see osakaal ajas mõnevõrra kasvab).

## Tulemuste kokkuvõte

Tulemuste kokkuvõte (2022. a ja 2040. a võrdlus) valdkondade lõikes on toodud järgnevas tabelis.

Tabelist on näha, et statistiline emissioon langeb soojuse tootmises isegi negatiivseks – st soojuse tootmises seotakse mõnevõrra kasvuhooonegaase. See tuleneb asjaolust, et biometaanile on Euroopa Liidu direktiivi<sup>3</sup> kohaselt arvestatud negatiivne emissioonifaktor.

Tabel 10. Kasvuhooonegaaside emissioonid aastatel 2022 ja 2040, mln t CO<sub>2ekv</sub>

	2022		2040	
	Statistiline	LCA	Statistiline	LCA
Elekter	5,5	8,9	-0,2	1,0
Soojus	0,9	6,6	0,0	1,8
Transport	2,2	3,2	0,2	0,7
<b>KOKKU</b>	<b>8,6</b>	<b>18,7</b>	<b>0,0</b>	<b>3,5</b>

<sup>3</sup> 3 DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources

## RIIGI MAKSULAEKUMINE

### Metoodika

Arvutati stsenaariumide võimalik mõju maksude laekumisele, sealhulgas arvestati ka erinevate tasudega – ressursi-, saastetasud. Arvestati praegu kehtivate määradega – sealjuures eeldati aktsiisimäärade, keskkonna- ja ressursitasude 2% suurust kasvu aastas. Aktsiisitulude arvutamisel võeti arvesse praegust alandatud aktsiiside taset (elekter, diiseli, maagaas) ning aktsiisimäärade taastumist aastaks 2022.

Täiendavalt arvestati maksutuludega lisandväärtuselt, Eesti keskmisest maksukoormusest lähtuvalt – eelduse kohaselt on üldine maksulaekumine seotud lisandväärtusega (tööstus-, tarbimis-, kasumimaksud) ning lisandväärtuse muutus toob proportsionaalselt kaasa ka maksulaekumiste muutuse. Eestis on viimase viie aasta keskmine maksukoormuse suhe sisemajanduse koguprodukti (SKP) olnud suhteliselt stabiilselt 34% ligil; lisandväärtusesse, mis on SKP peamine

komponent (viimase kümne aasta keskmisena 87% SKPst), oleks vastav suhe u 39%. Lisaks peab riik arvestama ka kasvuhoonegaaside kvoodi müügist laekuvate tulude vähenemise või isegi kadumisega ajas – kuna seda käesoleva töö stsenaariumid eeldatavalt ei mõjuta, ei ole kvoodimüügi tulu eraldi välja toodud.

## Tulemuste kokkuvõte

Tabel 11. Riigi maksutulud ja tasud aastate ning stsenaariumite lõikes, mln €

	2022	2030	2040
Elektriaktsiis	28	56	66
Elektritootmise keskkonnatasud	58	31	0
Soojuse tootmise maksud ja tasud	26	10	1
Transpordikütuste aktsiis	429	314	128
Maksud lisandväärtuselt	551	788	918
<b>KOKKU</b>	<b>1093</b>	<b>1199</b>	<b>1112</b>

Eriti oluliselt mõjutab maksulaekumisi transpordikütuste aktsiisi vähenemine. Seda kompenseerivad mõningal määral lisandväärtuse maksud ja elektriaktsiis, kuid reaalselt (inflatsiooni arvestades) jäävad energiavaldkonnaga seotud maksulaekumised aastal 2040 siiski märkimisväärselt madalamateks kui praegu.



## Lisa 2. Sisendid kasvuhoonegaaside ja kütteväärtuste arvutamiseks

Tabel 12. Sisendid kasvuhoonegaaside ja kütteväärtuste arvutamiseks

Kütuseliik	Ühik	Statistiline heide			Olelusring heide tCO <sub>2</sub> / GWh	Alumised kütte- väärtused MWh / ühik
		Süsiniku eriheide (qc) tC/TJ	tCO <sub>2</sub> eq / GWh	tCO <sub>2</sub> eq / ühik		
Turbabrikett (niiskussisaldus2 ≤ 20%)	t	28,9	381,2	1,6		4,2
Tükkurvas (niiskussisaldus2 ≤ 40%)	t	28,9	381,2	1,3		3,4
Freesturvas (niiskussisaldus2 ≤ 50%)	t	28,9	381,2	1,1		2,8
<b>Eesti põlevkivi:</b>						
Tolmpõletamisel	t	27,9	367,4	0,9	472,7	2,6
Keevkihtpõletamisel	t	26,9	355,3	0,9	390,9	2,6
<b>Tahke biomass (puit)</b>						
Küttepuud, segapuit (NB! Rummimeeter)	000' m <sup>3</sup>	29,9	394,4	512,7	433,8	1300
Küttepuud, kask	000' m <sup>3</sup>	29,9	394,4	591,6	433,8	1500
Puiduhake	000' m <sup>3</sup>	29,9	394,4	315,5	433,8	800
Halupuit (niiskussisaldus2 ≤ 20%)	t	29,9	394,4	1,6	433,8	4,1
Toornafta	t	20,0	263,8	3,1		11,7
Vedelgaas (propaan + butaan; LPG?)	t	17,2	226,9	2,9	265,0	12,8
LNG	t		210,0	2,8	339,5	13,5
Bensiin	t	18,9	249,3	3,0	335,5	12,2

Diislikütus	t	20,2	266,4	3,1	342,0	11,7
Raske kütteõli	t	21,1	278,3	3,0		10,8
Kerge kütteõli	t	19,6	258,5	3,0		11,7
Põlevkiviõli = raske kütteõli	t	21,1	278,3	3,0		10,8
Muud õlid	t	20,0	263,8			
Maagaas (ka biometaan)	000' m3	15,3	201,8	1,9	249,5	9,3
Biometaan	000' m3		-316,8	-2,9	-269,1	9,3
Biogaas1	000' m3	15,3	201,8	1,2		6,0
Põlevkivigaas/uttegaas/poolkoksigaas (tahke soojuskandja meetodil)	000' m3	18,9	248,8	3,0	296,5	12,2
Vesinik	t				32,8	33,3
Bioetanool = biobensiin	t			1,9	303,3	
Biodiisel	t				320,4	

Allikad: Keskkonnaministri 27.12.2016 määrus nr 86 „Välisõhku väljutatava süsinikdioksiidi heite arvustusliku määramise meetodid”; [www.envir.ee](http://www.envir.ee) - **PDF**; [www.kik.ee](http://www.kik.ee) - **PDF**; [www.riigiteataja.ee](http://www.riigiteataja.ee) - **PDF**; [www.riigiteataja.ee](http://www.riigiteataja.ee) - **PDF**



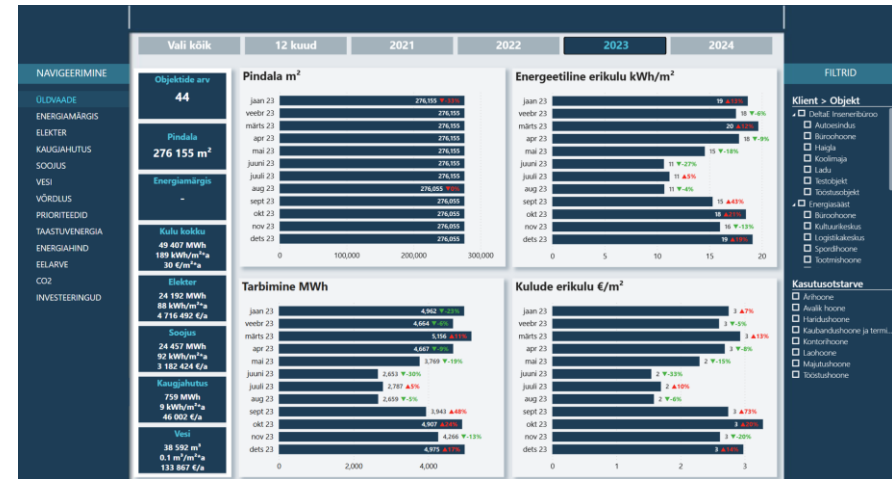
# Lisa 3 Seiresüsteemid

Seiresüsteemi põhieesmärk on hoone või portfelli energeetiline haldamine. Energiatõhususe eesmärkide saavutamiseks on vajalik ülevaade hoonepõhiselt kuludest, nende muutustest ajas ning andmed peavad olema adekvaatsed ja võrreldavad. Tänapäevased süsteemid võimaldavad:

- luua visuaalse pildi portfelli energeetika haldamiseks;
- hinnata ja analüüsida energiakulusid ning neid optimeerida;
- analüüsida hoonete energiakulusid portfelliülelalt;
- võtta vastu tarku otsuseid hoonete renoveerimiseks ja auditeerimiseks;
- hinnata realiseeritud projektide mõju ja tulemusi;
- hinnata hoone energiamärgist ja selle mõjutegureid;
- hinnata energeetiliselt CO2 jalajälge ja selle muutust ajas;
- raporteerida tulemusi reaalajas.

Seiresüsteemide kasutuselevõtu tasuvus on üldjoontes kohene. Keskmiselt hoitakse korrektse info omamise ja optimeerimise kaudu kokku kuni 5% hoonete energiakulust ning otsused on läbi mõeldud.

Vale hoone renoveerimine või õige hoone renoveerimata jätmine osutub tulevikku vaatavalt väga kalliks ning seda on tarvis vältida.



## Lisa 4. Olulisemad rahvamajanduse näitajad

Tabel 13. Olulisemad rahvamajanduse näitajad Allikad: Rahandusministeerium, Statistikaamet

<b>Aasta</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
SKP jooksevhindades (mln €)	36 438	38 182	39 214	41 627	43 917	45 988	48 165	50 087	52 065
Lisandväärtus (mln €)	27 192	28 494	29 264	31 065	32 774	34 319	35 944	37 379	38 855
SKP nominaalkasv	15,9%	4,8%	2,7%	6,2%	5,5%	4,7%	4,7%	4,0%	3,9%
SKP reaalkasv	0,1%	-3,0%	-1,0%	2,1%	2,7%	2,3%	2,3%	2,0%	1,9%
Tarbijahinnaindeks	19,4%	9,2%	3,8%	5,0%	3,2%	2,3%	2,2%	2,0%	2,0%
Keskmine kuupalk (€)	1 645	1 833	1 944	2 042	2 143	2 246	2 354	2 457	2 563
Palgakasv	11,6%	11,5%	6,0%	5,1%	5,0%	4,8%	4,8%	4,4%	4,3%
Rahvaarv -põhiproгноos (tuh)	1 325	1 324	1 323	1 323	1 322	1 321	1 321	1 320	1 318

<b>Aasta</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>	<b>2038</b>	<b>2039</b>	<b>2040</b>
SKP (mln €)	54 126	56 260	58 468	60 794	63 202	65 667	68 180	70 790	73 536	76 383
Lisandväärtus (mln €)	40 393	41 985	43 633	45 368	47 166	49 005	50 881	52 828	54 878	57 003
SKP nominaalkasv	4,0%	3,9%	3,9%	4,0%	4,0%	3,9%	3,8%	3,8%	3,9%	3,9%
SKP reaalkasv	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
Tarbijahinnaindeks	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Keskmine kuupalk (€)	2 673	2 788	2 906	3 029	3 156	3 288	3 425	3 566	3 713	3 864
Palgakasv	4,3%	4,3%	4,3%	4,2%	4,2%	4,2%	4,2%	4,1%	4,1%	4,1%
Rahvaarv-põhiproгноos	1 312	1 310	1 309	1 307	1 305	1 303	1 301	1 300	1 298	1 297