

Eesti elektritööstuse teadus- ja arendustegevuse vajaduste kaardistamine

MAPPING THE R&D NEEDS OF THE ESTONIAN ELECTRICITY INDUSTRY



KAARDISTUSE RAHASTAJA



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti
tuleviku heaks

Käesolevat uuringut rahastab
Eesti Teadusagentuur (ETAG)
Euroopa Regionaalarengu Fondist
toetatava programmi RITA7 raames.

KAARDISTUSE KOOSTAJA



Eesti Elektritööstuse Liit
Lelle 22, 11318 Tallinn
info@elektriliit.ee

Merylin Tammpuu
Eesti Elektritööstuse Liit
arendusnounik@elektriliit.ee

Tallinn 2022

SISUKORD

Sisukord	3	4.10. Teadus- ja arendustegevuse rõhuasetuse vajadus	53
Metoodika.....	4	5. Valdkonda mõjutavad arengusuunad ja väljakutsed.....	58
Sissejuhatus	6	5.1. Euroopa Liidu kliimapoliitika.....	59
Introduction	7	5.2. Eesti energeetikavaldkonda mõjutavad arengukavad	61
1. Kokkuvõtte ja soovitused valdkonna TA-alase koostöö tõhustamiseks	8	5.3. Valdkonna üldised trendid.....	62
1.1. Kokkuvõttvad väljakutsed ehk TA võimalused sektoris.....	11	6. Valdkonna väljakutsedehk teaduse ja arenduse võimalused elektroenergeetika sektoris	64
1.2. Meetmed ja koheste tegevuste teekaart.....	13	6.1. Elektrisüsteemi peamised tehnilised väljakutsed ..66	
1.3. Üldised soovitused ja ettepanekud koostöö parendamiseks.....	14	6.2. Varustuskindlus ja energiapoliitika.....	67
2. Summary and recommendations for enhancing R&D cooperation in the field.....	18	6.3. Elektrisüsteem ja -võrk	70
2.1. Concluding challenges, i.e. R&D opportunities in the sector	21	6.4. Sõltumine importkütustest ja ressursside (sh põlevkivi ja CO ₂) väärimine ja tõhususe tõstmine .	74
2.2. Measures and roadmap for immediate actions....	23	6.5. Elektrituru arengud	76
2.3. General considerations and proposals for the development of cooperation	24	7. Digitaliseerimine ja tark võrk.....	82
3. Eesti energeetikasektori TA-alase tegevuse kaardistus	28	7.1. Varahaldus ning järelevalve	83
3.1. Eesti energeetikasektoris toimuv TA tegevus	28	7.2. Turuosaliste rollid targas võrgus.....	83
3.2. Sektori jaoks olulised TA võrgustikud ja TA partnerid	30	7.3. Targad linnad.....	84
3.3. TA tegevuste rahastus Eestis ja Euroopas	33	8. Elektro-energeetika-sektori arenguhüpet takistavad tegurid	85
3.4. Innovatsioonivõimekuse tõstmise võimalused	35	8.1. Tehnoloogia küpsusastmete tase	86
3.5. Rakendusuuringute programmide ja teostatavate rakendusuuringute senised näited.....	37	8.2. Sektori peamiste TA objektide hetkeseisu tasemete ülevaade	87
4. Uuringu intervjuude tulemused	39	8.3. Tehnoloogiate turuküpsus.....	100
4.1. Ettevõtete hinnang riiklikule energiapolitikale.....	39	8.4. Turuküpsuse saavutamiseks vajalike TA investeeringute liialt kõrge määr	102
4.2. Riigi tugi ja suunised ettevõtetele	41	8.5. Energiapolitika	103
4.3. Koostöö TA asutustega	42	8.6. Alternatiivide puudumine ehk Ukraina sõja mõjud energeetikasektorile ning tarneahelatele	104
4.4. TA struktuurid ettevõtetes	43	8.7. Vastumeelsus taastuenergeetika arengule ehk NIMBY	107
4.5. TA finantseerimine ja teostamine ettevõttes.....	45	8.8. Õiglane üleminek.....	107
4.6. TA partnerid	47	8.9. Tööjõupuudus.....	108
4.7. Kitsaskohad TA tegevuste läbiviimisel	48	Kasutatud allikad.....	108
4.8. Info liikumine TA koostööde osas.....	51		
4.9. Kvalifitseeritud tööjõu järelkasv energeetikas	51		



Metoodika

Käesoleva uuringu eesmärgiks on tõsta erialaliidu ja elektritööstuse valdkonna ettevõtete teadus- ja arendustegevuse (edaspidi TA) alast võimekust ning teadlikkust. Eesmärgi täitmiseks on vajalik ära kaardistada valdkonna ettevõtete TA vajadused. Kaardistus annab ülevaate ja teadmise valdkonna ettevõtete vajadustest ning ettevõtluse, TA ja tehnoloogia arengusuundumustest Eestis ja maailmas. Osalemine valdkonna kaardistamises annab ettevõtetele võimaluse varasemast sisukamalt ning teadlikumalt panustada valdkondlike arendusdokumentide ning strateegiade loomisesse ning suuredada TA osakaalu ettevõttes, sh ka erinevate rahastusvõimaluste tundmise läbi.

Eesmärgi täitmiseks planeeriti järgnevad tegevused:

1. Elektritööstuse valdkonna ettevõtete ja nende tegevuste kaardistamine, valdkonna ülevaate andmine, sh:

- valdkonna ettevõtete TA hetkeseisu ülevaade Eestis;
- valdkonna teadus- ja arendustegevuse ülevaade Euroopas ja Eestis toimuvast.

2. Ankeetküsitluse ja intervjuude läbiviimine valdkonna ettevõtete hulgas, sh:

- TA tegevus ettevõtetes (ettevõttesisene, koostöös TA asutustega ja/või teiste ettevõtetega, siseriiklik/rahvusvaheline);
- senised koostöömustrid ettevõtete ja TA asutuste vahel, TA teenuste tellimine, peamised koostööpartnerid.

3. Energeetika valdkonna oluliste arengusuundade kaardistus ja analüüs olemasolevate arengudokumentide põhjal, sh:

- põhjalik ning detailne ülevaade elektroenergeeti-

ka valdkonna ettevõtlustrendidest, poliitilistest suundadest, arendussuundadest nii Euroopas kui ka Eestis.

4. Erinevate rahastusmudelite analüüs valdkonda silmas pidades, sh:

- milliseid toetuste liike ettevõtted kasutavad ja võimalused (milliseid toetusi on võimalik kasutada).

5. Valdkonna ettevõtete teadus- ja arendustöö vajaduste välja selgitamine.

6. Ettepanekute ja soovitude andmine ettevõtluskoostöö edendamiseks ja parendamiseks TA valdkonnas.

VALDKONNA ÜLEVAADE

Uuringu üheks esmaseks eesmärgiks oli kaardistada Eesti elektritööstussektor ning sinna kuuluvad ettevõtted ja organisatsioonid. Valdkonna kaardistamiseks kasutati äriregistri ning ka Statistikaameti andmeid sektoris tehtud investeeringute osas. Elektritööstussektoriks loetakse käesoleva uuringu raames eelkõige järgnevad tegevusvaldkonnad:

- põlevkivi kaevandamine, põlevkiviõlide tootmine, põlevkivi väärindamine;
- elektrienergia tootmine erinevatest allikatest;
- soojusenergia tootmine, ülekanne jaotus ja müük;
- elektrienergia ülekanne, jaotus ja müük;
- gaasi ülekanne, jaotus ja müük;
- tahke-, gaas- ja vedelkütuse hulgimüüja;
- elektrivõrkude ehitus;
- elektriseadmete tootmine elektrienergia tootmiseks, ülekandmiseks, transpordiks;
- IoT-teenuste arendus energeetikas.

Uuringus ei käsitleta elektriseadmete tootjaid ja



müüjaid, mis ei ole mõeldud elektrienergia tootmiseks, jaotuseks ja ülekandeks. Samuti ei kaasata elektritööde pakkujaid. Antud uuringu kontekstis on oluline terve sektori kaasamine, mistõttu kaardistati ära kõik metoodikas välja toodud valdkondades tegutsevad ettevõtted Eestis. Kaardistuses on kasutati andmeid äriregistrist, majandustegevuse registrist, Start-Up Estonia andmebaasist ning samuti ka Äripäeva infopangast. Kaardistuse käigus koguti erinevatest andmebaasidest kokku suurusjärgus 2000 ettevõtet.

Kaardistusse kaasatud ettevõtteid analüüsiti seejärel nende tegevusala, andmebaasidest kättesaadava muu informatsiooni ning tulemusnäitajate põhjal. Adekvaatsema tulemuse saamiseks liideti omavahel kontserniettevõtted ning toodi eraldi välja ka *start-up* staadiumis ettevõtted energeetikasektoris. Kaardistuse tulemusel koostati valim ettevõtetest, keda kaasatati ankeetküsitlusse. Selleks suurusjärguks kujunes umbes 60 ettevõtet, kes käibe või müügitulu alusel võiksid olla võimelised panustama TA tegevustesse. Kokkuvõtvalt loodi Eesti energeetikasektoris tegutsevate ettevõtete andmebaas, kus on välja toodud ettevõtte nimetus, registrikood, tegevusala, kontaktandmed, juhatuse andmed, tulemusnäitajad müügitulu ja kasumi osas, töötajate arv ning ettevõtte suuruse klassifikatsioon, eesmärgiga kaardistada ära Eesti energeetikasektoris tegutsevad ettevõtted. Andmebaasi on võimalik täiendada ja ajakohastada. Antud kaardistust kasutati sektori kaasamiseks veebiküsimustiku kaudu.

ANKEETKÜSITLUS

Andmete kogumiseks viidi läbi ankeetküsitlus. Küsitlus viidi läbi kahes osas – esmalt liidu liikmete seas ning seejärel edastati vastamiseks valimi alusel Eesti energiatööstussektori ettevõtetele. Vastav valim pandi kokku äriregistri andmete põhjal eeltoodud kaardista-

tud tegevusvaldkondade alusel. Ettevõtete valikul lähtuti kolmest suuremast kategooriast – tootmine, ülekanne- ja jaotus ning seadmed. Samuti kaasati ehitus- ja müügivaldkonna suurimaid ettevõtteid. Seadmete osas jäid valikusse ettevõtted, kelle pilk on eelkõige tööstusel ja suurenergeetikal. Väiksemad elektriseadmete tootjad ja teenustööde pakkujad kuuluvad pigem Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liidu valdkonda. Ankeetküsitluse tulemused olid anonüümsed.

INTERVJUUD

Peale ankeetküsitlust viidi lisaks läbi intervjuud. Intervjuudeks koostati eraldi küsimused ankeetküsitluse tulemuste põhjal tulemuste täpsustamiseks. Intervjuudes osalenud ettevõtete andmed ning intervjuude sisu on konfidentsiaalsed.

TULEMUSTE ANALÜÜS

Andmete töötlemiseks kasutati Excelit ning erinevaid modelleerimis- ja andmetöötlustarkvarasid. Põhilised andmed analüüsi teostamiseks olid äriregistri andmed ettevõtete kohta, intervjuude ja ankeetküsitluste tulemused energeetikasektori ettevõtetega. Andmeid kõrvaldati lisaks ka erinevates arengukavades väljatooduga ja varasemalt sektoris toimunud TA tegevusega ETIS-e andmetel. Samuti kasutati varasemalt Statistikaameti poolt kogutud andmeid, näiteks kui palju on ettevõtted varasemalt panustanud TA tegevusse. Valdkonna kaardistamiseks kasutati suures osas äriregistri andmeid ning teostati nende analüüs.

Sissejuhatus

Käesolev aruanne on Eesti Elektritööstuse Liidu poolt SA Eesti Teadusagentuuri (ETAg) programmi RITA tegevuse 7 raames liidu ettevõtetega läbi viidud intervjuude põhjal koostatud Eesti energeetika valdkonna teadus- ja arendustegevuse vajaduste kaardistusuuringu lõpparuanne.

Valdkonna arengusuundade kaardistus põhineb valdkonna esindusorganisatsioonide koostatud arengudokumentide põhjal. Samuti on kaardistuse oluliseks sisendiks ettevõtete seas läbi viidud küsitluse ja intervjuude tulemused. Kaardistus ei anna hinnangut EL-i kliimapoliitikale, vaid võtab kokku valdkonna trendid ning ühtlasi tuuakse sisse Eesti energeetikasektori eripärad. Täpsemalt on kirjeldatud väljakutseid ja tehnoloogiasid, mis võiksid Eesti kontekstis olulised olla. Kuivõrd valdkond on äärmiselt kiiresti arenev ning tehnoloogilised läbimurded ja arengud on sisuliselt igapäevased, siis laiapõhjalisemate ja detailsemate ülevaadete kohta on võimalik täpsemalt informatsiooni ammutada kaardistuses kasutatud allikatest (nt erinevad tehnoloogiad).

Raportis väljatoodu on anonüümne ning ei peegelda autori isiklikku arvamust, kui see pole eraldi välja toodud. Kaardistuse tulemused lähtuvad parimast olemasolevast teadmisest, mis analüüsi koostamise ajal kättesaadav oli. Andmete kogumisel kasutati nii varasemaid analüüse kui ka turuosalistelt ja huvigruppidel kogutud infot.

Kuivõrd kaardistus keskendub valdkonna innovatsioonitrendide ja väljakutsete kaardistamisele, siis valdkonna ülevaade on pigem ülevaatlik ning täpsem analüüs ei olnud aruande koostamise fookuses. Täpsema info saamiseks on võimalik pöörduda Statistikaameti, Krediidinfo, Äripäeva jne poole.

Kaardistuse keskmes ja ka selle läbiviijaks on Eesti Elektritööstuse Liit (edaspidi ETL), liidu liikmed ja elektritööstuse ettevõtted, mis esindavad enam kui 3 mld euro suurusega energiatööstust Eestis. ETL on energeetika ja elektritööstuse valdkonna ettevõtjate, organisatsioonide ja ühenduste ühiste huvide esindaja ja eestkõneleja Eestis ja Euroopas. ETL on erialaliiduna organisatsioon, mis suudab tulemuslikult esindada enda valdkonna ettevõtteid majanduskeskkonna kujundamisel suhetes riigiga ja Euroopa Liiduga, samuti arendab liikmete omavahelisi koostöösuheteid väärtusahelat läbivalt ning panustab sektori haridusse ja järelkasvu. ETL on lisaks Euroopa Elektritööstuste Liidu EURELECTRIC liige. EURELECTRIC suhtleb aktiivselt erinevate rahvusvaheliste organisatsioonidega ning esindab Euroopa Liidu

sisesele energiatööstust, eelkõige oma liikmete huvide kaitsmisel poliitilisel tasandil Euroopa Liidus.

Liidul on käesoleval hetkel 17 liiget: ABB AS, Connecto Eesti AS, Eesti Biokütuste Ühing, Eesti Gaas AS, Eesti Energia AS, Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon, Elektrilevi OÜ, Enersense AS, Enefit Power AS, Evecon OÜ, Estonian Cell AS, Fermi Energia OÜ, Naps Solar Estonia OÜ, PAKRI Teadus- ja Tööstuspark, Tavrída Electric Export AS, W.EG. Eesti OÜ, VKG Energia OÜ.

ETL tegutseb elektritööstuse kui terviku konkurentsivõime eest ja peamiseks eesmärkideks on:

- liidu ettevõtete, organisatsioonide ja ühenduste huvide esindamine Eestis, Euroopa Liidus ja globaalsel tasemel;
- liidu liikmete huve arvestava energia- ja kliimaregulatsiooni kujundamine;
- valdkonna (insener)hariduse ja professionaalsete ametioskuste edendamine;
- ühendada liiduna Eesti suurimad ja olulisemad energeetika- ja elektritööstuse ettevõtted, organisatsioonid ja ühendused.

Uuring on läbi viidud ja kaardistus on koostatud 2020.–2022. aastatel. Uuringu osas on tegemist autori ning liidu soovitustega, mis on kujundatud vastavalt kogutud ning läbitöötatud taustainfole, läbiviidud küsimustikele ning intervjuudele.

Introduction

This report is the final report of a of research and development needs in the field of energy in Estonia prepared by the Estonian Electricity Industry Association on the basis of interviews with Union companies within the framework of the Estonian Research Agency (ETAg) RITA 7 activities. The survey was conducted from February 2020 to November 2021.

The mapping of the development trends in the field is based on the development documents prepared by representative organizations in the field. The results of a survey and interviews conducted among companies are also an important input to the mapping. The mapping does not provide an assessment of the EU's climate policy, but summarizes the trends in the field and also introduces the specifics of the Estonian energy sector. Challenges and technologies that could be important in the Estonian context are described in more detail. As the field is extremely fast-paced and technological breakthroughs and developments are essentially everyday, it is possible to derive more detailed and detailed information from the sources used in mapping (eg different technologies).

The contents of this report are anonymous and do not necessarily reflect the personal views of the author. The results of the mapping are based on the best available knowledge available at the time of analysis. Data were collected using previous analyzes as well as information gathered from market participants and stakeholders.

As the report focuses on mapping the innovation trends and challenges in the field, the overview of the companies and eg their financial state is rather concise and a more detailed analysis was not the focus of the report. For more detailed information, you can contact Statistics Estonia, Krediidinfo, Äripäev, etc.

The study is focused on and is conducted by the Estonian Electricity Industry Association (hereinafter ETL), members of the association and electricity industry companies, which represent the energy industry in Estonia with a size of more than 3 billion EUR. ETL is a representative and spokesperson for the common interests of companies, organizations and associations in the field of energy and electricity industry in Estonia and Europe. As a professional association, ETL is an organization that can effectively represent companies in its field in shaping the economic environment in relations with the state and the European Union, as well as develops co-operation relations between members throughout the value chain and contributes to the sec-

tor's education and growth. ETL is also a member of EURELECTRIC, the European Association of Electrical Industries. EURELECTRIC actively interacts with various international organizations and represents the energy industry within the European Union, in particular in defending the interests of its members at the political level in the European Union.

The association currently has 17 members: ABB AS, Connecto Eesti AS, Estonian Biofuels Association, Eesti Gaas AS, Eesti Energia AS, Estonian Wind Energy Association, Elektrilevi OÜ, Enersense AS, Enefit Power AS, Evecon OÜ, Estonian Cell As, Fermi Energia OÜ, Naps Solar Estonia OÜ, PAKRI Science and Industry Park, Tavrida Electric Export AS, W.EG. Eesti OÜ, VKG Energia OÜ.

ETL works for the competitiveness of the electricity industry as a whole and its main goals are:

- representing the interests of the Union's companies, organizations and associations in Estonia, the European Union and at the global level;
- developing energy and climate regulation that takes into account the interests of the members of the Union;
- promotion of education and professional skills in the field (engineering);
- to unite the largest and most important companies, organizations and associations in the energy and electricity industry in Estonia as a Union.

The survey has been conducted and the mapping has been compiled in 2020-2022. years. These are the recommendations of the author and the union, which have been designed according to the collected and processed background information, questionnaires and interviews.



Kokkuvõtte ja soovitused

1.

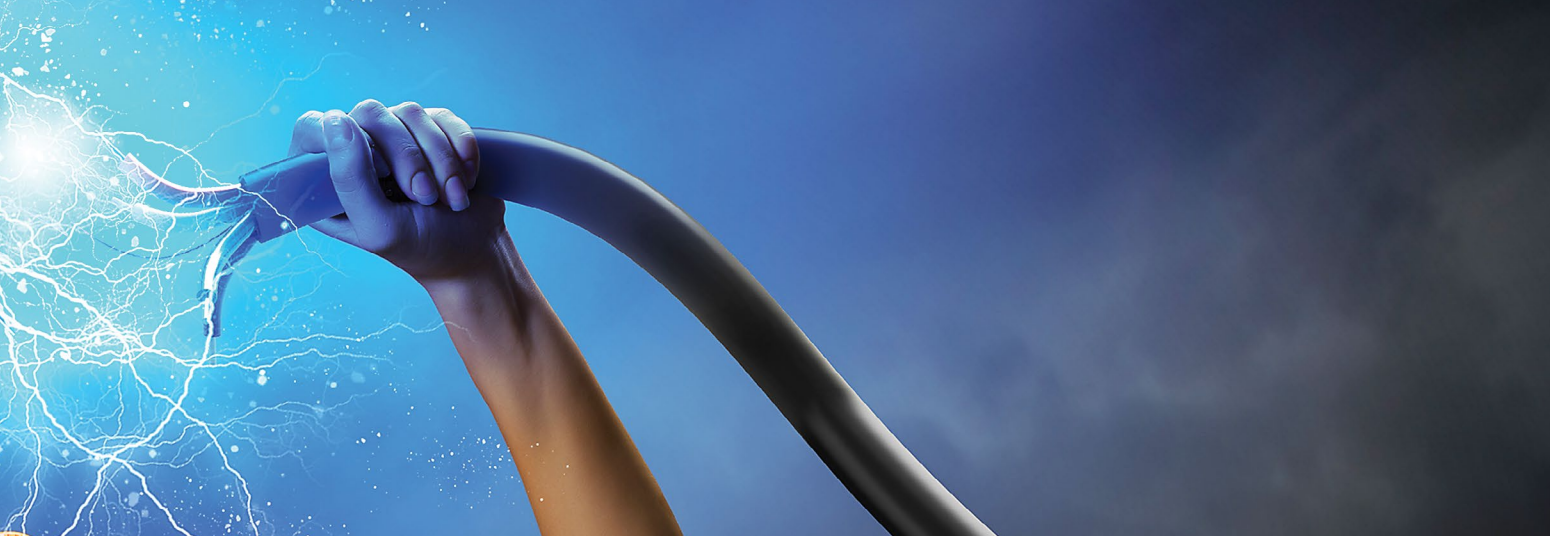
valdkonna TA-alase koostöö tõhustamiseks

Energeetikasektoris on toimumas suured muutused, kus peame leidma kliimasõbraliku alternatiivi tänasele energiatootmisele ja süsteemi toimimisele. Euroopa eesmärk on aastaks 2050 üle minna kliimaneutraalsele energiatootmisele.

Küll aga on Euroopa energiakriisi keskmes, mis on olnud Euroopa energiapoliitika ning gaasisõltuvuse tulemus (ühest küljest on seda ilmestanud ka Ukraina sõda). Euroopa energiapoliitika keskmes on siiani vägagi häälekalt olnud liikumine süsinikuneutraalse energiatootmise poole, kuid kuna sõda on ilmestanud Euroopa seniste tegevuste ning ka plaanide nõrkusi, siis on Euroopa sunnitud tegema plaanides möönduseid. Kriis ilmsatab, et Euroopa on olnud tugevalt sõltuvuses kolmandatest riikidest ning energiamajanduse toimimine tuleb üle vaadata. Kriis tõstab energijulgeoleku poliitika kujundajate päevakorda, millel on pikaajalised tagajärjed valitsuste energiapoliitikale. Kindlasti saab öelda, et Euroopa eesmärgid ei ole muutunud ning TA tegevuse osas jäävad suunad pikas perspektiivis samaks, ehk siis liikumine kliimaneutraalse energiatootmise poole, kuid prioriteetid lähiperspektiivis muutuvad. Kuivõrd endiselt puudub kohe olemasolev suuremahuline alternatiiv Vene gaasile, siis lähiperspektiivis fossiilkütuste kasutus ilmselt suureneb, kuid fossiilkütuste kasutamise osas hakatakse suunama TA rahastust, et neid tehnoloogiaid muuta puhtamaks, nt CCUS. Ukraina sõja mõju

energeetikas ei lõppe kindlasti nii pea ning mõjutused on veel järgmised 3, 5 ja 10 aastat. Oluliseks saab kindlasti kohalike ressursside väärindamine, ehk siis oluliseks saavad Euroopa Liidu (EL) sisesed ressursid, näiteks põlevkivi, kivisüsi, biokütused. Suures pildis midagi ei muutu, kuid sõja mõjutuste tagajärjel kindlasti perspektiivid nihkuvad ja üleminek võib aeglustuda. Samuti pikendatakse nende jaamade tööaegasid, mille osas varasemalt oli otsustatud, et need suletakse (näiteks Belgia lükkas tuumajaamade sulgemist edasi). Peame pidama silmas, et meeletus koguses taastuvenergia lisandumine meid kriisist ei päästa, sest vaja on lisaks taastuvenergiale ka reguleeritavat võimsust, et tagada tasakaal elektrisüsteemis. Salvustuslahendused ei ole veel piisaval tasemel ning tuumaenergeetika osas ei ole veel Eesti jaoks sobivat reaktorit. Kindlasti ei katkesta EL kliimaeesmärkide poole püüdlemist, kuid võib julgelt väita, et eesmärkide realiseerumise aeg lükkub edasi ning hetkel lähivad prioriteetid mujale ja kriisi mõjude leevendamiseks.

Erinevad dokumendid räägivad palju üldistest suundumustest, kuid vajaka jääb detailsusest. Perspektiivid suures laastus ei muutu – muutuvad tehnoloogiate küp-



susastmed, mis toob nende rakendamise lõpuks siiski lähemale. Küll aga tuleks detailsuse ja realiseeritavuse huvides kaasata rohkem asjateadlikke inimesi, sh teadureid.

SÜSINIKUNEUTRAALSUSE EESMÄRK

Mis on aga materjalidele tuginedes selge – EL-il (sh ka Eestil) puudub tegelikkuses detailne plaan, kuidas süsinikuneutraalsuseni jõuda, EL-il on vaid siht fossiilsetest kütustest 2050. aastaks loobuda. Suures osas ongi siin liikmesriikide enda teha, kuidas eesmärgini jõuda, järgides seejuures muidugi EL-i suuniseid, kui soovitakse rahastust ja investeeringuid kaasata ja ühisturul jätkata. Konkreetse plaani puudumist ilmestab näiteks asjaolu, et EL asus lisaks fossiilkütustele loobumist ka tuumaenergeetikast, kuid nüüdseks on EL nimetanud tuumaenergeetika taas sobivaks ja „rohelisteks“, nagu ka gaasi. Küll aga ei ole võimalik selliste otsuste puhul juba suletud tuumajaamu kiirelt „ellu äratada“. Seega võib ainult oletada, et EL siiski tunnistab probleemi ja tõmbab säärase otsustega rohepöördele natukene pidurit, kuid jäädes lõppeesmärgile siiski kindlaks. See aga ütleb, et pikas perspektiivis peaks iga liikmesriik üsna kriitiliselt oma energiamajandusele otsa vaatama ja koostama detailsed plaanid. Üldistest ülevaadetest tuleb nüüd tulla detailidesse ja uurida rakendamise realiseeritavust ja võimalusi. Kas planeerime või jääme tulevikus tulenevalt endisest impordisõltuvusest kriisidele reageerima.

Euroopa energiahäiretel on ülemaailmsed tagajärjed ja need rõhutavad jätkuvalt, et energia üleminek ei ole lihtne ega ei ole ka võimalik impulsiivselt kiirustada. Järelikult tuleb ülemaailmsete energiavajaduste rahuldamiseks endiselt kättesaadavaks teha piisavad süsivesinike vahendid ja investeeringud, samal ajal kui riigid liiguvad süsinikuneutraalsele elektritootmisele. Praegused kõrged energiahinnad aeglustavad pandemiajärgset majanduse taastumist, ohustades samal ajal maailmale vajaliku puhtale energiale ülemineku poliitilist edu. Praegused jõupingutused lähevad hetkel aga suures osas kriisi leevendamiseks.

Peame mõistma, et energiasüsteemid on keerulised ja ka väga integreeritud, mistõttu on neid raske muuta. Energia ülemineku mõju ei ilmne mitte ainult elektrivõrgus, vaid ka gaasi- ja soojusvõrgu infrastruktuurides, samuti hoonetes, transpordis ja tööstuses. Kuivõrd elektrienergiat nähakse kui peamist „kütust“, siis selle tootmise, transpordi ja kasutamise osas on vajalikud ulatuslikud uuendused süsteemiülel, hõlmates nii süsteemi, tehnoloogiat, turge kui ka ärimudelite uuendust. Poliitilise poole pealt sõltuvad need suuresti regulatsioonidest, maksudest ja toetustest, mille kohandamiseks või muutmiseks on vaja märkimisväärset poliitilist tahet. Tänapäevane geopoliitiline olukord on näidanud, et vajadusel suudetakse energiat puudutavaid otsuseid poliitiliselt vastu võtta ka üsna kiiresti. Seni oleme aga pigem astunud edasi üsna väikeste sammudega ning lükanud otsustus- ja uurimiskoormat pigem erasektorile. Peame kiirendama otsustusprotsesse ning kaasama vajadusel valdkonna spetsialiste. Täna otsused mõjutavad meie energeetikamaastikku veel aastakümneid, mistõttu peaksid need olema teadlikud, teadmuslikud ja kindlad. Otsuste langetamiseks aga peab selge olema ka suur pilt – kas liigume seda teed, et energiakriisi lahenduseks on energiasõltuvuse suurendamine välistest allikatest ja sõltuvusse jäämine maailmaturgude hindadest või on mõni muu lahendus? Kas varustuskindluse tagamine tootmisega või välisühendustega? Kas tuumaenergeetika on Eesti jaoks aktsepteeritav lahendus või mitte? Isegi kui on olemas poliitiline tahe, võib turgude ja tarneahelate muutmine – nt globaalse fossiilkütustel põhineva autotööstuse muutmine elektrisõidukitel põhinevaks või kodumajapidamiste kütte elektrifitseerimine soojuspumpade abil – võtta veel aastakümneid. Inimesed vahetavad kütteseadmeid ja autosid iga 10–15 aasta tagant ning mõnel pool maailmas renoveeritakse hoonefondi vähem kui 1% aastas, kuigi hooned võtavad enda alla suurusjärgus 50–60% energiakulust. Üleminek peab olema õiglane, et saavutada ühiskonnas heakskiit ja et kõik osapooled oleksid kaasatud.

Tehnilise poole pealt on taastuvelektri laialdasele ka-

utamisele üleminekul ka märkimisväärseid väljakutseid. See nõuab suure hulga taastuvenergiaallikate integreerimist võrku, mis hõlmab nõudluse ja pakkumuse ühildamist, kuivõrd tootmise aeg ei pruugi kokku langeda tarbimise ajaga. See nõuab paremat koordineerimist majandussektorite vahel nii planeerimisel kui ka toimimisel. Lisaks tuleb ehitada või laiendada uut infrastruktuuri, muuhulgas tuleb arendada elektrivõrku (sh merevõrk), välja ehitada elektrisõidukite laadimisinfrastruktuur ja võimalik, et ka vesiniku või sünteetilise gaasi tootmise ja transportimise infrastruktuur. Üleminekuks vajalikud põhitehnoloogiad on suures pildis juba olemas, siiski on innovatsioon endiselt kriitilise tähtsusega. Tehnoloogiaalane innovatsioon peab käima käsi-käes uue riistvara, tarkvara ja teenuste täiustamisega. Üheskoos võivad need uuendused kiirendada energia üleminekut. Suures plaanis peab siht olema aga kliima-neutraalsuseni jõudmine.

KLIIMANEUTRAALSUSE EESMÄRK

Kuniks meil ei ole selget arusaama, siis võib poliitika-meetmete kujundamisel kasutusele võtta ka tehnoloogiliselt neutraalse lähenemisviisi, mis ehk aitaks meid eesmärkidele lähemale, kuid ei halvaks meie majandust. Energiaturu kujundus peab lisaks energiale premeerima ka kogu süsteemi paindlikkust ja piisavust. Ajavahemikul, mil tehnoloogiline areng või kapitaliresursid ei võimalda elektrisüsteemi täielikku dekarboniseerimist, võib sõe- või gaasikütel töötavaid elektrijaamasid kasutada üksnes paindlikkuse või avariireservide kasutamise eesmärgil, kui see sobib energia ja majanduse süsinikdioksiidiheite vähendamise strateegiasse. Puhtalt tehnilisest ja kulude vaatenurgast tuleks kaaluda kõiki kütuseid ja tehnoloogiaid, et saavutada säästev energia kõikides sektorites. Lõppeesmärgiks aga peaks olema muidugi kliimaneutraalsuse saavutamine.*

Riiklikul tasemel tuleks teha maksimaalseid jõupingutusi, et tagada vähese CO₂-heitega elektritootmise mitmekesisus, kaaludes selliseid meetmeid nagu:

- pumphüdroenergia võimaluste uurimine ja arendamine;
- uute tuumatehnoloogiate, näiteks väikeste moodulreaktorite uurimine;
- säästvate biokütuste ning biogaasi ja -metaani kasutamise laiendamine elektritootmises;
- sünteetiliste kütuste ja vähese CO₂-heitega kütustele ja gaasidele ülemineku uurimine;
- CCUS tehnoloogiate rakendamise uurimine ja maksumus.

Süsinikujalajljest aga ei saa rääkida vaid fossiilkütus-

te puhul. Ka taastuvenergiad on jalajälj, millest hetkel aga piisavalt ei räägita. Peaksime siiski rääkima iga uue tehnoloogia puhul selle kõikidest võimalikest mõjudest ning see ei pruugi alati olla üksnes CO₂. Taastuvenergia arendus koormab meie planeeti ka teistmoodi, näiteks nõuab see palju erinevaid maavarasid. Ka uus tehnoloogia võib kaasa tuua negatiivseid mõjusid ja seda on vaja uurida (selgub värskest IPCC kliimaraportist). Üleminek rohetehnoloogiale ei ole riskivaba – vahetame ühed probleemid (näiteks küberturvalisus, toormaterjalide päritolu, ohutus jne) teiste vastu ning selle osas tuleb olla aus, seda tuleb teadvustada ja sellest peab rääkima ning küsima nõu asjatundjatelt. Hetkel, kui pole kohest mõistlikku asendust fossiilsetele kütustele tänases mahus, siis tulebki rohkem panustada vajalikule TA-le valdkonnas tehnoloogiate arenguks. Peame kindlustama haridusega tuleviku energeetikainseneride pealekasvu ning samuti peame harima tarbijat. Energeetika ei ole enam pelgalt miski, mis toimub ainult kaugel Narva elektrijaamade katlas, vaid see tuleb sisuliselt koju kätte. Vajame uut tüüpi inseneri, kes näevad ka suurt pilti ning oskavad ette mõelda ja kitsaskohti näha.

VÄLJAKUTSED

Käimasolevat energia üleminekut kirjeldavad EL-i strateegiatest lähtuvalt kolm peamist trendi: dekarboniseerimine elektrifitseerimise kaudu, digitaliseerimine ja detsentraliseerimine. Innovatsioonivõimalused on süsteemiülesed ehk innovatsioonivõimalusi leidub nii tehnoloogias, turukujunduses, ärimudelite arengus kui ka süsteemi toimimise osas. Kasvava energianõudluse osas on võtmeroll ka energiasäästul. Arendus- ja innovatsioonivõimalusi valdkonnas on tohutult – alustades majanduslikest küsimustest kuni tehnoloogia- ja süsteemiarenguteni välja. Väljakutseid energia üleminekul saab kirjeldada ka kui TA võimalusi:

- kõrged ja volatiilsed energiahinnad;
- kasvav energianõudlus;
- tootmis- ja transiitriike mõjutavad julgeolekuohud;
- süsinikuheite vähendamine;
- energiatõhususe edendamine;
- taastuvenergia järjest suuremast osakaalust tulenevad probleemid;
- vajadus muuta energiaturud läbipaistvamaks ja ühtsemaks ning need omavahel paremini siduda.

* IEA (2020), Power Systems in Transition, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition>

1.1. Kokkuvõtvad väljakutsed ehk TA võimalused sektoris

Elektrisüsteem- ja võrk: peame teadvustama taastuvenergiale ülemineku väljakutseid, sh vajadust tagada süsteemi stabiilsus ja toimimine. Peame tegelema reguleeritava võimsuse rajamisega ning mõistma, et IKT-lahendused ja digitaliseerimine antud küsimust ei lahenda ning tootmist juurde ei too, kuid aitavad olemasolevat paremini juhtida. Vajame juhitavat võimsust ka võrgu püsimiseks igal ajahetkel, kuivõrd elektrivõrk ise on üks suurimaid tarbijaid.

- Eestil puudub detailne energeetikat puudutav tegevuskava, sh ka kava võrgu arenduste osas, mis oleks ka turuosalistele kättesaadav. Vajalikud on ulatuslikud uuringud ja arvutused võrgu osas, mille osas on antud soovitusel aruande vastavas peatükis.
- Tootmise suurendamise ja elektrienergia toomise portfelli mitmekesistamine. Fookus ei tohi olla vaid taastuvenergiaüksuste arendamisel, vaid kuivõrd 2030. aastal lõpetatakse Eestis põlevkivist elektrienergia tootmine, siis vajame alternatiive. Samuti ootab Eestit ees desünkroniseerimine Venemaa võrgust, mis toob meile juurde uued väljakutsed, millele varasemalt pole pidanud mõtlema.
- Vesinikuenergeetika uuringud, sh e-kütused. Vesiniku potentsiaalne roll süsteemi vaatenurgast valdkonna arengutes ning kasutamiseks eelkõige transpordi- ja tööstussektoris, pidades silmas vajaminevaid investeeringuid ja realistlike ootuseid. Potentsiaal ei ole alati realselt võimalik ja majanduslikult mõttekas. Samuti on Euroopa energiadefitsiidis ilmselt järgmised 10 aastat, mistõttu puudub realistlik ootus energia suurele ülejäägile, mis korvaks suured kaod vesiniku muundamisel.
- Tuumaenergeetika seire ja rakendamise võimalus Eesti või Baltimaade tingimustes, Eesti jaoks sobiva tehnoloogia turuküpsuse saavutamise aeg, tuumaenergeetika konkurentsivõime ja hind turul, tuumajäätmete käitlemine (hoidla peab tulema ka Eestisse), selle võimalused ja hind ning tuumaenergeetika väljaarendamiseks kuluv realistlik aeg. Tuumaenergeetika osas ei ole kindlasti küsimus selles, et sobiva reaktori ja tehnoloogia, asukoha, jäätmete ja opereerimismeeskonna osas ei oleks küsimused lahendatavad – tegelikkuses on küsimus ajas.
- Bürokratia ja liigsete nõuete vähendamine taastuvate energiaallikate projektidele.
- Investeeringute finantseerimise võimaldamine ja investeerimiskindluse tekitamine hinnapõranda näol.
- Merevõrgu arenduse küsimus, sh selle väljaarendamine riigi poolt, et investeeringuid kiirendada.
- Hübriidlahenduste võimaldamine (tootmisüksus + salvesti) ja selleks vajaliku seadusandluse loomine.
- Energiakogukondade võimaldamine.
- Süsteemi turvalisuse tagamine, sh küberturvalisus kui ka füüsiline turvalisus.
- E-mobiilsuse soodustamine, sh laadimispunkti-de ehitus.
- Sünteetiliste kütuste tootmise tehnoloogiad.
- Salvestuslahenduste integreerimine elektrisüsteemi, sh pumphüdroelektrijaamade rajamise alased uuringud. Salvestuse puhul on oluline seadusandlike tõkete eemaldamine.
- Biogaasi ja -metaani suurema tootmise ja kasutatavuse analüüs, eesmärgiga suurendada nende osakaalu eeskätt transpordisektoris, pidades silmas vajaminevaid investeeringuid ja realistlike ootuseid. EL-i eesmärk on aga biogaasi tootmist oluliselt suurendada. Kui tootmine suureneb, siis võiksime kaaluda selle talletamist gaasihoidlates ja kasutada maagaasi asemel.
- CCUS ja BECCS rakendamise võimaluste täiendav uurimine, lisaks põlevkivitööstusele ka muudes valdkondades, nt e-kütused.

Energiamajandus ja -turud: uued turustruktuurid ja muudatused regulatiivses raamistikus, et suurendada taastuvenergia põhinevas energiasüsteemis vajaliku paindlikkust ja efektiivset toimimist kõigile turuosalistele. Turg on dünaamiline ja ajas arenev. Elektrituru korralduses ei ole pärast selle loomist toimunud suuri muudatusi. Uuendatud elektrituru korraldus peab keskenduma tarbijate vajadustele ja toetama süsinikneutraalsusele üleminekuks vajalikke tohutuid investeerin-gumahte. Tuleviku turukujundus peab olema kulutõhus, jätkusuutlik ja suutma toime tulla hindade suure kõikumisega, muuhulgas arvestaks ka väiksemate hinnapiirkondade eripäradega ja tagaks paindlikkuse hinnatippude korral. Turgudealane TA tegevus peab oluliselt suurenema!

- Vajalik on elektrituru disaini- ja toimimise analüüs ja muutus, sh arvutusalgortimide arendus vastavalt turu muutumisele.
- Laiema uuringu teostamine energiamajanduse toimimisele ja erinevate energiaturgude koostoitomimise analüüs ja parendamine.
- Süsteemiteenuste turu käivitamine viivitamatult. Tarbimise juhtimine ning agregaatrite osalemine kõigil turutasemetel peab olema võimaldatud. Euroopa direktiivid ütlevad, et kõik süsteemiteenused tuleb osta turult. Eestis aga puudub süsteemiteenuste turg, sh puudub süsteemiteenuste turg salvestuse osas. Lätis ja Leedus on süsteemiteenuste turg loodud.
- Ühtsete regulatsioonide loomine Balti turul.

Ressursside (sh põlevkivi ja CO₂) väärimine ja töhususe tõstmine. Olemasolevate ressursside parem ärakasutamine, efektiivsuse tõstmine, uute väärtusahtlate loomine ning ühtlasi ka ringmajanduse põhimõtete rakendamine. TA tegevus on selles valdkonnas vähene, mis ilmselt tuleb alarahastatusest. Omamaise ressursi energeetiline väärimine annab energiapuudusele ja varustuskindlusele. Eestis on praegusteks valikuteks biomass, biogaas/biometaan, põlevkivi väärimisel tekkiv uttegaas ja jäätmed (plast ja rehvid).

- Põlevkivi väärimine. Erinevalt kivisöest on võimalik põlevkiviõli suunata ringmajandusse, aherainet on võimalik ära kasutada teedehituses, tuhk on võimalik viia põllule, põlevkiviõli tootmisel tekkivat uttegaasi on võimalik ära kasutada elektrienergia tootmiseks jne. Põhimõtteliselt on võimalik põlevkivist kogu väärtus välja võtta. Keemiatööstuse arendamine hetkel on kasulik, kuivõrd EL soovib vähendada sõltuvust impordist ja soovib tootmist tuua tagasi. Kolmandaks – saadavad peenkeemiasaadused on omakorda sisendiks juba Eestis tegutsevatele ettevõtetele, mis toodavad ehitusvahte, eripolümeere jt kaupu.
- CO₂ väärimise TA. Tootmisprotsessis tekkinud CO₂ kinnipüüdmine ja ärakasutamine keemiatööstuse toorainena. Samuti on sellest võimalik toota sisendprodukte kliimaeesmärkide täitmiseks.
- Puidukeemia TA suurendamine.
- Ringmajandus ning üldine taaskäitlemise printsiipide parendamine. Taaskäitlemise võimalikkus ja võimalused peaksid olema olemas juba toote arenduse juures.
- Tööstuse dekarboniseerimine, keskendudes esmalt efektiivsele heitsoojuse kasutamisele kaugküttes, seejärel suunates teadus- ja innovatsioonitegevust üha enam uute protsesside suunas

ning tööstuse elektrifitseerimine. Puidutööstuse jäätmete, sh reoveesette ja komposti, jääkmuuda, kasutusvaldkondade laiendus ja väärimine ning kasutamine energiatootmises.

- Plastijäätmete ja vanarehvide kasutus energeetikas kütusena.
- Põlevkiviõli või põlevkivibensiini ümbertöötlemine kõrgema kvaliteediga aineteks (madala väärlisaldusega rahvusvahelisele standardile vastavaks merekütuseks või universaalsseteks keemiatööstuse alusmaterjalideks).
- Puidukeemia TA suurendamine. Hetkel ekspordib Eesti sisuliselt 2/3 oma energeetilisest puidust (puiduhake ja graanulid). Selle põhjus on teiste riikide soodsad toetuskeemid. Need toetused aga rikuivad meie põhiturgu. Meie viime biomassi välja, aga CO₂ arvestus jääb meile. CO₂ arvestus peaks aga liikuma ekspordiga kaasa. Ekspordi piiramine ei ole kindlasti eesmärgiks, kuid CO₂ arvestus võiks sellest võrrandist välja jääda.
- Biogaasi tootmise mahu suurendamine ja reallistliku potentsiaali väljaselgitamine. Biogaasi osas on Eesti potentsiaal suurem, kui seda tänasel päeval ära kasutatakse. Hetkel on biogaasi tootmisüksused ja kogused väikesed. Biogaasi ja -metaani suures mahus tootmine on seotud loomakarjaga. Mahu oluliseks suurendamiseks peaks loomakarja oluliselt suurendama, kuid seda riik ette ei näe. Küsimuseks on biogaasi ja -metaani tootmise aluseks oleva toormaterjali kokkukogumine ja transportimine, mida ei ole mõistlik teha pikkade vahemaade taha. Samuti ei ole selleks igal pool ka torustikku ning torustiku rajamine on kulukas. Hetkel on biogaas ja -metaan kasutusel peamiselt transpordis. Biogaasi ja -metaani suurema rakendamise osas võiks olla lahenduseks selle lokaalne või ehk strateegiline kokku kogumine, misjärel saaks seda kasutada tippkoormuse ja kriiside ajal, mitte ei toimuks selle suunamine vaid transporti. TA tegevus selle osas oleks vajalik. Üks aspekt on ka tootmisprotsessis tekkinud CO₂, mida kokku ei koguta ning edasi ei väärimdata. Statistikas on see CO₂ 0, kuid siin on võimalus mõelda, et mida saaks kogutud CO₂-st edasi teha. TA tegevus CO₂ väärimise osas oleks jällegi vajalik.

1.2. Meetmed ja koheste tegevuste teekaart

- Eestil puudub pikk ja detailne võrgu- ja süsteemiarenduskava, mis oleks kõigile kättesaadav. Investeeringute kindlustamiseks tuleks kohe sellised kavad koostada. Samuti tuleks teostada süsteemiarvutused, mis ei põhineks eeldustel, vaid konkreetsetel andmetel ning mille tulemused oleksid teadusasutuste poolt kontrollitud. Uuringus tuleks ka mõelda Eesti varustuskindlusele ja energijulgeolekule, sh näiteks, et kus paiknevad meie strateegilised varud ja millised on meie võimalused süsteemi taaskäivitamiseks. Hetkel näiteks Eestil sellist võimekust ei ole ning toetume naabritele. Soovitused uuringu sisu osas on välja toodud aruande vastavas peatükis.
- Elektrisüsteemi detailsem planeerimine ja süsteemivajaduste konkreetsem kirjeldamine tuleb Euroopa tasandil meetodiliselt ühtlustada, et oleks tagatud õiglane konkurents turul. Nende ettepanekute rakendamine tekitab küsimuse ühtlustamise taseme kohta. Tõenäoline on, et liikmesriikidel on sõltuvalt nende kohalikest eripäradest erinevad eelistused, kuid üldine prioriteet tuleb seada Euroopa energia siseturu säilitamisele.
- Elektri odavate tunnihindade ajaks luua võimalus toota elektri abil soojust ja müüa seda soojusvõrgule ilma soojuse hinda ette kinnitamata tingimusel, et elektrist toodetud soojuse hind on odavam, kui Konkurentsiameti poolt kinnitatud piirhind, millega kütust kasutav soojuse tootja müüb soojust soojusvõrgule. See võimaldab vähendada põletatavate kütuste kasutamist soojuse tootmises (maagaas, puiduhake, põlevkiviõli) ja vähendada tarbitava soojuse hinda.
- Agregeerimise turureeglid. Eestis ei ole välja töötatud Konkurentsiameti, Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) ja Eleringi poolt (alates 2020. aastast) 2 aasta jooksul agregeerimise reegleid – tarbimise juhtimise iseseisvat tururaamistikku, mis kehtestaks turureeglid, kus turuosalised saaksid majanduslikult põhjendatud moel vähendada elektri tarbimist tippkoormuse ajal. Selleks on vaja luua esimese etapina selge tururaamistik ja andmevahetuse põhimõtted aktiveeritud paindlikkuse selgituse osas, mille osas on juba 2020. aastal koostatud dokument „Tarbimise juhtimise iseseisva agregatori tururaamistiku ettepanekud Eestile”^{*}.
- Võrgust võetava ja sinna tagasi antava elektrienergia salvestamise topeltmaksustamise lõpetamine elektriaktsiisi ja taastuenergia tasuga.
- Võrgust võetava ja sinna tagasi antava elektrienergia salvestamise ülekandevõrgu tasuga topeltmaksustamise lõpetamiseks on elektrituruseadust juba muudetud, kuid võrguettevõtted pole seda seadusemuudatust praktikas ikka veel rakendama hakanud. MKM ja Konkurentsiamet peaksid siin rakendama meetmeid, et võrguettevõtted seadusest tulenevaid sätteid rakendama hakkaksid.
- Vajaliku biomassivaru olemasolu kindlustamine, sh vajaduse korral raiepiirangute leevendamine (RMK poolt linnurahu vabatahtlik mitte pikendamise peale 15. juunit) ja energeetilise biomassi ekspordi ajutine piiramine (EL-i tasemel piirata toetust saavate elektrijaamade õigust importida biokütust, kui selline toetus tekitab biokütuse päritoluriigis turumoonutuse ning takistab puidu kohapealset väärindamist).
- Elektri jaotusvõrgu investeeringud rohepöörde kiirendamiseks tarbijate juures. Elektrilevi hinnangul on tema täiendav investeeringuvajadus järgmise 5 aasta jooksul kokku 300 miljonit eurot. See võimaldaks täiendavat taastuenergia tootmisvõimsuste võrku liitumist ning parandaks elektrivõrgu töökindlust ja varustuskindlust üle Eesti. Sihtfinantseering riigieelarvest võimaldaks võrku arendada ilma mõjuta tarbija võrgutariifile.
- Balti elektrisüsteemidele vajalikud süsteemiteenused tagab hetkel liikmelisus BRELL-i sünkroonalaas ehk me sõltume Venemaa elektrisüsteemist ja seetõttu omame kõrget poliitilist riski nende süsteemiteenuste ühepoolseks lõpetamiseks. Kehtiva plaani kohaselt peavad Balti riigid tagama vajalike süsteemiteenuste iseseisva olemasolu alles 2025. aasta alguses. Kuivõrd antud riski realiseerumine võib ohustada Balti elektrisüsteemi jätkusuutlikkust, siis tuleks kohe vähendada Balti elektrisüsteemi sõltuvust Venemaa elekt-

^{*} Elering, Konkurentsiamet, Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium „Tarbimise juhtimise iseseisva agregatori tururaamistiku ettepanekud Eestile”, 2020

risüsteemist ja käivitada Balti süsteemiteenuste turg esimesel võimalusel.

- Tuleb kindlustada tööstussektori konkurentsivõime. Eestis peavad regulatsioonid ja toetused võimaldama tööstuse konkurentsivõime püsimise.
- Riiklike kliima- ja energiakavade ülevaatamine. Komisjoni soovitus on kohalikud energiakavad RePowerEU eesmärkidest tulenevalt üle vaadata. EL NECP-ide hindamiseks läbiviidud uuringus^{*} selgub, et suures osas on neid teemasid riiklikes kavades kaetud osaliselt – kokku ainult 62% riikides. Analüüsis on välja toodud, et kõige nõrgemalt on riiklikes dokumentides kaetud energiatõhususe valdkond. Antud uuringu järgi on Eesti valdkondade kaetus hinnatud osaliselt kaetuks ning kuumel keskosas riikide hulka ehk *fence sitter*-iteks.

^{*} Georgios, M., Floros, F. The Green Deal, National Energy and Climate Plans in Europe: Member States' Compliance and Strategies. 2021

Üleüldiselt esines EL-i liikmesriikide hulgas kõrgemalt hinnatud ning täielikult komplektseid plaane väheste riikide hulgas (Saksamaa, Holland, Taani, Austria, Soome ja Rootsi). Samuti toodi välja, et TA-le ja innovatsioonile on liialt vähe tähelepanu pööratud ning samuti on eelarved ebapiisavad. Siin on Eesti riigi võimalus minna REKK-kaava uuendamisega sügavamale ning oluliselt konkreetsemaks, kus juhtrollina kaasatakse ning arvestatakse nii ettevõtete kui ka TA asutuste konkreetsete sisendiga valdkonna vajalike arengusuundade osas.

- Välja tuleb töötada täiustatud tarbijalepingute sõlmimise raamistik, mis loob võimalused pikaajaliseks riskimaandamiseks ja pikaajalisteks lepinguteks, et tuua taastuvenergiast ja vähese CO₂-heitega energiatootmisest kasu otse kõikide tarbijateni, soodustades samal ajal ka tarbijate kaasamist.

1.3. Üldised soovitused ja ettepanekud koostöö parendamiseks

Teadus- ja arendustegevuse alase koostöö tähtsustamine. Peame aru saama, et valdkonnas on vajalikud olulised investeeringud ning samuti on vajalik läbi viia ulatuslikke uuringuid. Eestis on olemas TA asutused, kes omavad vajalikke kompetentse ning on võimelised sektorit nende muutuste ajal toetama. Samuti on see ääretult oluline tulevase järelkasvu ning teadmiste arengu seisukohalt Eestis, et me ei impordiks teadmisi, mis meil endal on olemas või mida on võimalik kohalikul tasemel arendada. Riiklik tugi TA asutustele peab suurenema, sh rahastus.

Peame panustama teadus- ja arendustegevusse ja innovatsiooni ning suurendama koostööd ja teadmiste liikuvust ja arengut Eestis. Teadmiste kasvu Eestis tuleb tunnustada ja toetada. Tulevane energiasüsteem vajab laialdaselt uusi teadmisi. Teadmiste areng Eestis tuleks võtta prioriteediks.

Edendada tuleb kogu süsteemi hõlmavat innovatsiooni. Nii nagu uute tehnoloogiate arendamine on minevikus mänginud võtmerolli taastuvenergia arengus,

on ka tulevikus vaja tehnoloogilisi arenguid, et saavutada üleminek taastuvenergiast põhinevale energiasüsteemile. Innovatsioon peab hõlmama tehnoloogia kogu elutsükli, sealhulgas arendust, rakendamist ja turustamist. Vajalikud on uued lähenemisviisid energiasüsteemide ja -turgude toimimisele ning ärimudelid. Vajalik on toetatud, intensiivne ja koordineeritud koostöö riiklikul, rahvusvahelisel, avaliku ja erasektori vahel ja tasemel.

Teadmised Eestis peavad arenema. Koostöö tulem ning teadmised ja oskused peavad jõudma ka meie järelkasvuni. Oleme loonud süsteemi, kus meie TA asutused ei ole võimelised konkureerima teatud tingimustel erasektoriga või ka välismaiste organisatsioonidega. Küll aga tingib see olukorra, kus lisaks teenustele ostame lõpuks sisse ka teadmised ning lõppkokkuvõttes väärtusahel ja tulem Eesti konkurentsivõimele ei ole positiivne. Kui jätame suurema koormuse erasektori õlgadele, siis seda selgemad peavad olema signaalid ja otsused.

Seda enam mängib rolli ka asjaolu, et kuidas riiklikult tegeletakse TA juhtimisega või mittejuhtimisega, kuivõrd sellel on otsene majanduslik mõju ettevõtete tegevu-

sele. TA-d teostatakse seal, kus see on majanduslikult mõistlikum ning kus on pädevus. Riigi TA süsteem peab olema integreeritud oma majanduse ja ühiskonnaga, et kindlustada ka see, et TA kulud ei läheks Eestist välja.

TA asutuste kompetentside ja võimekuse ülevaadete koostamine. Lähtuvalt uuringus välja toodud trendidest, väljakutsetest ning TA võimalustest, oleks soovitatav koostada TA asutuste ülevaade, mis koondaks nende kompetentsid ning tooks välja, millistes valdkondades nad koostööle kaasa saaksid aidata. TA asutuste profiilid peaksid olema kättesaadavad ning kontaktid kergesti leitavad. Selleks võiks ka olla ühtne TA võimalusi kajastav portaal.

Riiklikult tuleks teadlastel võimaldada rohkem panna TA tegevustesse. Siinkohal on mõeldud, et tänane teadlaste karjäärimudel tähendab, et teadlane peab jõudma teha kõike – publitseerida, õpetada, teha teadust ning peab teostama ettevõtluskoostööd ettevõtetega. Siin võiks hinnata, et kas ja kuidas on võimalik tänast mudelit ajakohastada selliselt, et soovi korral on teadlasel võimalik ennast pühendada soovi korral ka rohkem ettevõtluskoostööle. Teadlasi ja ülikoole tuleb nende tegevustes toetada, mitte aga suurendada killustatust näiteks erinevate rakendusüksuste loomise näol.

Ettevõtted soovivad teha TA tegevust, mitte ei soovi teha teadust või teostada baasuuringuid. Kui baasuuringud puuduvad, siis on nad sunnitud TA komponendiga tegelema. Ettevõtetel ei ole huvi teostada ülduuringuid, mis võiksid olla koostatud riiklikul tasemel või TA asutuste poolt ettevõtetele kasutamiseks. Ettevõtete hinnang on, et alus- ja baasuuringute finantseerimine võiks ja peaks jääma riigi hooleks ning ettevõtete hooleks jääks just rakendusliku iseloomuga tööd. Erasektori huvides ei ole tellida baastasemel uurimistöid, vaid TA tegevuste tulemusel on võimalik uurimistulemused võimalikult kiiresti rakendada ettevõtte konkurentsieelise tõstmise või kasumlikkuse eesmärgil.

Parendada tuleb info liikumist TA asutuste pakutavate võimaluste osas ettevõtetele. Ettevõtete põhiline tagasiside on, et nad ei ole kursis, et millega TA asutused tegelevad või kuidas nad saaksid ettevõtetele kasulikud olla. TA asutused võiksid olla aktiivsemad oma võimaluste tutvustamise osas. Meediapildis soovitakse samuti näha rohkem TA asutuste nägemusi valdkonnas toimuva osas.

TA-alane info on raskesti kättesaadav. Kaaluda võiks TA tegevuste, rahastusvõimaluste ja võimalike partnerite osas ühtse keskkonna või portaali loomist, mis koon-

daks vajaliku info, et see jõuaks ka info vajajateni ilmaligsete pingutusteta.

Riiklikult tuleks suurendada investeringuid riigile prioriteetsetes TA valdkondades ning teostada vajalikud baasuuringud ettevõtete investeerimiskindluse suurendamiseks. Riiklikult ei tohiks toota või luua süsteemi, kus vajalikke uuringuid teostatakse erasektori poolt. Riik peaks kasutama innovatsioonihankeid, aidates seeläbi ettevõtete konkurentsivõimet tõsta. Kui riik ei ole kindel, et mida „tellida“, siis võiks välja töötatud olla toetused TA asutustele prioriteetsete teemade uurimiseks.

Praegusel hetkel rakendab riik pigem väikehange- te süsteemi. Uuringus välja toodud TA arengusuund tuleb kajastada riiklikes strateegiates ning väljakutseid tuleb analüüsida laiemalt riiklikul tasandil, et kindlustada ettevõtete investeerimiskindlus ning vajalikud baasuuringud.

Arengu kiirendamiseks peab energeetika muutuma prioriteetseks valdkonnaks toetuste osas. Energeetika on seotud kõigi majandusharudega ning energiakriisist lähtuvalt tuleb reageerida kiirelt. Investeringud peavad suurenema.

Tuleks välja töötada vaid valdkonnale suunatud TA ja innovatsiooni otsetoetused ettevõtetele. Vaja oleks valdkonnaspetsiifilisi programme, mis oleks suunatud vaid energeetikavaldkonna projektide rahastamisele. Praeguste programmide rahalised mahud on väikesed, et omada mõju rahvusvahelises konkurentsisis. Praegusel hetkel konkureerivad energeetikateemad teiste valdkondadega.

Kui võrd aga energeetika mõjutab paratamatult ka teisi valdkondasid, siis tuleks antud olukorras arenguid ja investeringuid kiiremas korras kiirendada otsetoetuse näol.

Tuleks välja töötada vaid valdkonnale suunatud TA ja innovatsiooni uurimistoetuseid TA asutustele. Ettevõtete soov on, et TA asutused oleksid paremini kursis valdkonna arengusuundadega ja ettevõtete jaoks oluliste teemade ja valukohtadega. Samuti ei soovi ettevõtted rahastada baasuuringuid, vaid antud uuringuid võiks rahastada riik. Näiteks oli välja töötatud ResTA toetusprogramm, mis toetas ettevõtluse vajadusest lähtuvat teadus- ja arendustegevust puidu-, toidu- ja maapõueressursside väärimisel, et soodustada neis valdkondades teadusrühmade võimekuse tõusu, valdkondlike spetsialistide pealekasvu ning arenduskoostööd ettevõtete ja teadusasutuste vahel. Sarnane programm võiks olla ka energeetikateemadel, et kiirendada arenguid ja toetada ettevõtete jaoks vajalike uuringute teostamist.

Tuleks kaaluda uuenduslike toetusmeetmete väljatöötamist valdkonnas. Näiteks võiks kaaluda konsultatsioonitoetuse väljatöötamist, mis võimaldaks ettevõtetel tellida TA asutustelt konsultatsiooni võimalike arendustegevuste teostamiseks. Toetus aitaks ettevõtetel välja selgitada võimalused konkurentsieelise saavutamiseks, uudsete toodete või teenuste arendamiseks, aitaks TA asutustel paremini aru saada ettevõtete vajadustest ning samuti võimaldaks uudeid teadusavastusi või uurimistöö tulemusi rakendada.

Vähendada tuleks toetusmeetmete taotlemisega seonduvat bürokraatiat. Samuti ei tohiks järeletegevus ja raporteerimine olla liigselt koormavad, mis võivad ettevõtteid toetusmeetmetest eemal hoida või heidutada nende taotlemist. Ettevõtteid tõid välja, et kuivõrd toetustega kaasnev bürokraatia on vägagi aeganõudev, siis lõpuks vähendab see arendustegevus tulemuslikkust ning võtab arendusega tegelevalt personalilt ära ebamõistlikult palju aega, mis võiks aga kuluda hoopis arendustegevusele endale. Arenduspersonalil palgal hoidmine on kulukas.

Toetusmeetmetest kiideti nutika spetsialiseerumise meetmeid, mille osas bürokraatiakoormus ei ole nii suur. Kindlasti tuleks seda arvestada toetusmeetmete kujundamisel.

Tööjõu puudus on probleemiks. Energeetikaalast haridust tuleb noorte hulgas ulatuslikumalt populariseerida, kuivõrd valdkond vajab hädasti juurdekasvu. Haridus- ja tööturupoliitika peab aitama inimestel muutusteks valmistuda, kindlustades vajalikud analüütilised teadmiste ja oskused, mis on vajalikud uuendustesse panustamiseks ja nendest kasu saamiseks (nt STEM-õpe, ettevõtetus, suhtlemisoskused, digitaalne tarkus ja kirjaoskus).

Teadus, tehnoloogia, inseneeria ja matemaatika (ingl *Science, Technology, Engineering, Math* – STEM) – need neli valdkonda on väga tugevalt seotud. STEM-õppe põhimõtte peaks rakenduma juba põhikoolis, et suurendada inseneride pealekasvu. Just inseneeria osa on see, mis kipub jääma vajaka.

Suurendada tuleb meediakajastust vähemalt samal tasemel, kui see on hetkel seonduvalt erinevate IT-teemadega. Õppeasutusi ja ka õppejõude tuleks toetada erialase õppe pakumisel. Praktika osakaal vajab suurendamist. Kui praegune haridussüsteem ei suuda pakuda tasuta kõrgharidust kvaliteetselt kõikidel erialadel, siis peaks see tasuta olema eelkõige riigile prioriteetsetes valdkondades ja tehnikaaladel. Kaaluda lisastipendiumi rakendamist riigile vajalike erialade õppimisel, sh energeetika, et motiveerida õpilasi just nendel erialadel õppima. Võib kaaluda ka ettevõtjate poolset ühisfondi.

Uuringu järgi oleks nii liidu kui ka sektori puhul lähi-

ajal juurde vaja suurusjärgus 200 töötajat aastas. Seda põhjusel, et energeetikasektoris on toimumas ja ees seismas üsnagi suured muudatused, seega on meil vaja teadlikke inimesi, kes oskavad nende väljakutsetega toime tulla. Kooskõlas on see OSKA tulemustega, mille järgi oleks vajadus 230 töötajale aastas.

Arvestades sündmuseid valdkonnas, siis ilmselt on see vajadus siiski suurem. Kuivõrd erialase haridusega tööjõudu jääb vähemaks, siis on ettevõtteid sunnitud palkama teiste valdkondade inimesi, kes siis õpetatakse koha peal välja, kuid kuna baasharidus puudub, siis kujuneb väljaõpe kulukamaks ja pikemaks. Oskustööjõu osas on ka EL toonud välja murekoha – nimelt haritud ja oskustööjõu puudus, mis on käesoleval hetkel käes, aeglustab üleminekut ning „Eesmärk 55” ja REPowerEU eesmärkide täideviimist. Hetkel tundub, et käib nii, et enne tehakse arengukavad ning siis hakatakse otsima võimalusi nende realiseerimiseks.

Täiendkoolituste pakumuse laiendamine. Kui uut järelekasvu piisavalt peale ei tule, siis tuleb üha enam mõelda ümber- ja täiendõppele. Spetsialistide kasvule aitaks kaasa ka kutsetunnistuse suurem tunnustamine või vajalikkuse tõstmine erialastel ametikohtadel. Samuti tuleks „kinni püüda” need, kellel erialane haridus on jäänud pooleli, kuid kes endiselt valdkonnas töötavad. Ettevõtete ja ülikoolide ühised koolitusprogrammid, kus ettevõtte poolt on suunis ja vajadus ning ülikoolide poolt on teadmiste jagamine. Nii on võimalik välja koolitada ka tuleviku tööjõud.

Tuleks kaaluda maksuerisuste või -soodustuste kehtestamist valdkonnas TA tegevuste osas. Kaardistuse tulemusel mõjutab TA-sse panustamist ka ettevõtluskeskkond. Maksuerisuste puudumine ja tööjõumaksude kõrge tase on ettevõtete hinnangul barjääriks. Eesti tööjõu maksustamise süsteem teeb vähem konkurentsivõimeliseks tippspetsialistide Eestisse toomise, et oluliselt suurendada TA tegevustega tegelemise osa.

Üldjuhul seal, kus on arendus, siis sinna koondub ka tootmine. Seega, mida soodsam oleks arenduspoolt teha Eestis, siis seda suurema tõenäosusega tuleks ka tootmine siia. Ei ole teada, et kes mingi arendusega tegeleb ja ettevõtteid pole ka motivatsiooni seda raporteerida. Ettevõtte konkureerib ikkagi teiste riikidega TA tegevuste osas ja eks seda tehakse ikkagi seal, kus tingimused seda soosivad.

Maksuerisused või -soodustused aitaksid koguda ka vajalikku statistikat TA tegevuste osas, mis praegusel hetkel on piiratud. Maksusoodustuse osas võimalike manipulatsioonide ennetamiseks võiks selle alguses siduda näiteks toetustega, mis tehakse koostöös TA asutusega. Seega oleks selgem ning see abistaks ka

teise puudusega TA osas – milleks on tulemuste võimalik ebakindlus.

Tuleks aidata välja kujundada uudset lähenemist TA tegevustele. Rahvusvaheliselt tunnustatud standardi järgi (OECD Frascati käsiraamat) on TA tegevusel viis tunnust, milleks on uudsus, loovus, tulemuste ettemääramatus, süstemaatilisus, tulemuste ülekantavus ja korratavus. Siin võiks pidada diskussiooni mõttel, et kas tegevus, mis põhineb hangetel või oodatavate tulemuste täpselt lahtikirjeldusel, on ikkagi TA tegevus, kuivõrd tegemist ei ole tulemusega, mille puhul tulemused oleksid ettemääramatud, kuivõrd ostetakse just tulemust. Samuti on sellisel juhul tegevused vägagi detailselt lahti kirjutatud ning hankemenetlusel on kindlad raamid – TA tegevusel aga ei ole.

Autorile teadaolevalt ei viljeleta Eestis süsteemi, kus tööde teostajale antakse tööde teostamisel vabal käed ning kus tulemuseks võib ka olla see, et antud mõtet või ideed ei olegi võimalik teostada. Kaaluda võiks siinkohal näiteks fondisüsteemi loomist, kus ühe või mitme panustaja toel luuakse fond, mis on mõeldud mõne konkreetse uurimisteema uurimiseks ning mille tulemustest saavad kasu kõik panustajad. Lühidalt võiks süsteem keskenduda sellele, et kuidas oleks kergem koostööd teha, mitte ei tuleks igat tegevust rangelt reguleerida. Võib juhtuda, et pärisime sellisel juhul innovatsiooni ning soosime hoopistükkis välispakkujate osakaalu, mis omakorda tähendab, et teadmised Eestis ei arene.

Koostöö suurendamine läbi rahastusprogrammide.

Eesti energeetikasektoris toimuva TA asutustega koostöös TA tegevuse analüüsist selgus, et Eesti TA asutuste ja ettevõtete vaheline koostöö seisab suuresti püsti välisrahastuse toel. 2 miljardi euro suuruse käibega sektoris oli raporteeritud koostööprojektide maht suurusjärgus 22 miljonit eurot alates aastast 2016. Võimalusi seega mahukama koostöö osas leiaks kindlasti. Euroopa on energiakriisi keskmes ning suunab üha enam rahastust, et kriisist väljuda ja arenguid kiirendada – on ainulaadne võimalus EL-i raharongist osa saada.

Paljud EL-i rahastusvõimalused eeldavadki TA asutuste ja ettevõtete omavahelist koostööd. Tänaused kõrged elektri hinnad soodustavad tootmisesse investeerimist. Samuti lühendab see projektide tasuvusaega, mis tähendab, et investeerimisotsused peaksid tulema kergemini. Energeetikamaastikul on investeringute tasuvusvälp nuginii pikem – 10-aastane vaade on täiesti tavaline. Kui üks põhilisi muresid ettevõtete poolelt on aga see, et nad ei tea, millega ülikoolis tegeletakse, siis ühistes projektides osalemine on selleks ideaalne võimalus, kus mõlemad osapooled saavad ka kasu. Lisaks elimineerib see ühe teise suurima takistuse – rahastu-

se puudumise. Kui küsitlusest tuli välja, et ettevõtted on hea meelega nõus osalema erinevates projektides juhul, kui projekti juhtimise võtab endale keegi teine – siinkohal ongi TA asutustel selles vallas pikad kogemused ning projektijuhtimisega seotud bürokraatia ja halduskoormus on võimalik lükata TA asutusse. Ettevõtte saab kätte endale vajaliku innovatsioonikomponendi ja ka taustateadmise, halduskoormuseta ja n-ö „projektijuurutamise valu“ tundmata.

TA asutused on rahastusvõimaluste kaasamisel juba üsnagi kogenud ning tihtipeale on neil ka nendest üsna hea ülevaade ning võimalused partnerlusteks. Üldiselt on ka erinevates rahastusvõimalustes koostöö rohkem soositud või lausa eraldi kriteeriumiks. Ei saa öelda, et see tuleks ka tühja koha pealt, kuivõrd koostöö ettevõtete ja TA asutuste vahel võib tegelikkuses olla üsnagi viljakas. JRC on leidnud, et suurusjärgus 70% suure potentsiaaliga arendustest ja innovatsioonilahendustest on olnud koostöös ülikoolidega. Ka Eesti senine kogemus näiteks Horizon 2020 rahastusmeetmega on olnud energeetikavaldkonnas pigem positiivne.



2.

Summary and recommendations for enhancing R&D cooperation in the field

The energy sector is undergoing major changes where we need to find a climate-friendly alternative to today's energy production and system operation. Europe aims to shift to climate-neutral energy production by 2050.

However, Europe is at the heart of the energy crisis, which has been the result of European energy policy and gas dependency (on the one hand, this has also been illustrated by the war in Ukraine). At the heart of European energy policy so far has been a very vocal movement towards a carbon-neutral energy towards production, but as the war has illustrated the weaknesses of Europe's actions to date, as well as its plans, Europe is forced to make concessions in its plans. The crisis shows that Europe has been heavily dependent on third countries and that the functioning of the energy economy needs to be reviewed.

Crisis puts energy security on the agenda of policy-makers, with long-term consequences for governments' energy policies. It can certainly be said that Europe's objectives have not changed, and in terms of R&D activities, the directions will remain the same in the long term. In other words, the EU will continue the move towards climate-neutral energy production, but the priorities will shift in the short term. As there is still no existing large-scale alternative to Russian gas, the use of fossil fuels is likely to increase in the short term, but in terms of fossil fuel use, R&D funding will be chan-

nelled to make these technologies cleaner, e.g. CCUS. The impact of the Ukrainian war in energy will certainly not end anytime soon, and the influences will still be for the next 3, 5 and 10 years. The valorisation of local resources will certainly become important, i.e. resources within the EU will become important, such as oil shale, coal, bioFuels. Nothing changes in the big picture, but certainly perspectives as a result of the war's influences shifting and the transition may slow down. The operating hours of plants that had previously been decided to be closed will also be extended (for example, Belgium postponed the closure of nuclear power plants). We must bear in mind that the addition of insane amounts of energy will not save us from the crisis, because not only renewable energy is needed, but also adjustable capacity to ensure balance in the electricity system. Storage solutions are not yet at a sufficient level, and in terms of nuclear energy, there is not yet a suitable reactor for Estonia. The EU will certainly not interrupt the pursuit of climate goals, but it is safe to say that the time for the targets to materialise will be delayed and priorities will currently go elsewhere and to mitigate the effects of the crisis.



The various documents say a lot about general trends, but there is a lack of detail. Perspectives don't change in a big way - the degrees of maturity of technologies change, which brings their implementation closer by the end. However, in order to be able to understand and realise it, more knowledgeable people, including researchers, should be involved.

However, what is clear based on the materials - the EU (including Estonia) does not actually have a detailed plan on how to achieve carbon neutrality, but the EU has a goal to abandon fossil fuels by 2050. It is largely up to the Member States to decide how to achieve this goal, while, of course, following EU guidelines, if funding is to be mobilised and in the single market I want to attract and continue in the single market. The lack of a concrete plan is illustrated, for example, by the fact that the EU started to abandon nuclear energy in addition to fossil fuels, but now the EU has called nuclear energy fit again and 'green', as is gas. However, with such decisions, it is not possible to quickly "bring to life" already closed nuclear power plants. One can therefore only speculate that the EU nevertheless recognises the problem and, with such decisions, is pulling the brakes a little on the green transition, while remaining on the ultimate goal. However, it says that each Member State should look at its energy economy quite critically in the long term and that detailed plans must be drawn up. From the general reviews, it is now necessary to come into detail and examine the realization and possibilities of implementation. Are we planning or will we continue to respond to crises in the future due to our former dependence on imports.

ENERGY NEEDS

Europe's energy disruptions have global consequences and continue to underline that the energy transition is neither easy nor possible to rush impulsively. Consequently, adequate hydrocarbon resources and investments must still be made available to meet global energy needs, while countries are moving

towards carbon-neutral electricity generation. Current high energy prices are slowing down the post-pandemic economic recovery, while threatening the political success of the clean energy transition needed by the world. However, current efforts are currently largely going to alleviate the crisis.

We need to understand that energy systems are complex and also highly integrated, making them difficult to change. The impact of the energy transition is manifested not only in the power grid, but also in the gas and heat network infrastructures, as well as in buildings, transport, and industry. As electricity is seen as the main "fuel", large-scale innovations are needed in terms of its production, transport and use across systems, encompassing system, technology, markets, and business model innovation. On the political side, they are highly dependent on regulations, taxes, and subsidies, which require considerable political will to adapt or change. Today's geopolitical situation has shown that, if necessary, politically energy-related decisions can also be taken fairly quickly. So far, however, we have rather taken rather small steps and shifted the burden of decision-making and research to the private sector. We need to speed up decision-making processes and, if necessary, involve specialists in the field. Today's decisions will have an impact on our energy landscape for decades to come, so they should be conscious, knowledgeable, and confident. However, in order to make decisions, the big picture must also be clear – are we moving down the path that the solution to the energy crisis is to increase energy dependence on external sources and remain dependent on world market prices, or is there another solution? Do we ensure security of supply through production or external connections? Is nuclear energy an acceptable solution for Estonia or not? Even if there is political will, changing markets and supply chains – such as transforming the global fossil fuel-based automotive industry into electric vehicles or electrifying household heating using heat pumps – could take decades to come. People change heating appliances

and cars every 10-15 years, and in some parts of the world the building stock is renovated at less than 1% per year, even though buildings occupy an order of magnitude 50-60% of energy consumption. The transition must be just in order to gain acceptance in society and for all parties to be involved.

On the technical side, there are also significant challenges in the transition to widespread use of renewable electricity. This requires the integration of a large number of renewable energy sources into the grid, which involves matching supply and demand, as generation time may not coincide with the time of consumption. This requires better coordination between economic sectors, both in planning and functioning. In addition, new infrastructure needs to be built or expanded, including the development of the electricity grid (including the maritime network), the construction of charging infrastructure for electric vehicles and possibly also the production and transport infrastructure for hydrogen or synthetic gas. The key technologies needed for the transition already exist in the big picture, yet innovation remains critical. Technological innovation must go hand in hand with the improvement of new hardware, software, and services. Taken together, these innovations can accelerate the energy transition. In the grand scheme of things, however, the goal must be to achieve climate neutrality.

As long as we do not have a clear understanding, a technologically neutral approach can also be taken to policy making, which would perhaps help us get closer to our goals but not harm our economy. The design of the energy market must reward not only energy but also the flexibility and adequacy of the entire system. During a period in which technological developments or capital resources do not allow for the complete decarbonisation of the electricity system, the use of coal- or gas-fired power stations may be reserved for the sole purpose of flexibility or the use of emergency reserves, provided that this is compatible with the energy and economic decarbonisation strategy. From a purely technical and cost perspective, all fuels and technologies should be considered in order to achieve sustainable energy in all sectors. The ultimate goal, however, should, of course, be to achieve climate neutrality.*

Maximum efforts should be made at national level to ensure diversification of low-carbon electricity generation by considering measures such as:

- research and development of pumped hydropower capabilities
- research into new nuclear technologies such as small modular reactors

- expanding the use of sustainable biofuels and biogas and methane in electricity generation
- exploring synthetic fuels and the transition to low-carbon fuels and gases
- research and cost of application of CCUS technologies

However, the carbon footprint cannot be talked about only in the case of fossil fuels. Renewable energy also has a footprint, which is not being talked about enough at the moment. However, we should talk about all the possible effects of each new technology, and it may not always be just CO₂. The development of renewable energy also puts a different strain on our planet, for example, it requires many different mineral resources. New technology can also lead to negative impacts and needs to be investigated (according to the recent IPCC climate report). The transition to green technology is not risk-free – we exchange some problems (e.g. cybersecurity, origin of raw materials, safety, etc.) for others, and we need to be honest, aware of this and talk about it and seek advice from experts. At the moment when there is no immediate reasonable replacement for fossil fuels in today's volume, then more needs to be invested in the necessary R&D for the development of technologies in the field. We must ensure the growth of the energy engineers of the future with education, and we must also educate the consumer.

Energy is no longer just something that happens only in the far away Narva power plant boiler, but it essentially comes home. We need new types of engineers who can also see the big picture and are also able to think ahead and anticipate bottlenecks.

The ongoing energy transition is described by three main trends based on EU strategies: decarbonisation through electrification, digitalisation, and decentralisation. Innovation opportunities are system-wide, i.e. there are opportunities for innovation in technology, market design, business model development and system functioning. Energy saving also plays a key role in terms of growing energy demand. There are huge opportunities for development and innovation in the field – from economic issues to technological and system developments. The challenges in the energy transition can also be described as R&D opportunities:

- high and volatile energy prices,
- growing demand for energy,
- security threats affecting production and transit countries,
- decarbonisation,
- the promotion of energy efficiency,
- the challenges posed by the increasing share of renewable energy,
- the need to make energy markets more transparent, coherent and interlinked.

* IEA (2020), *Power Systems in Transition*, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition>

2.1. Concluding challenges, i.e. R&D opportunities in the sector

Electricity system and grid: We need to be aware of the challenges of the transition to renewable energy, including the need to ensure the stability and functioning of the system. We need to work on building adjustable capacity and realise that ICT solutions and digitalisation will not solve this issue and will not bring more production, but they will help to better manage the existing one. We also need manageable capacity to maintain the network at any given time, when the power grid itself is one of the largest consumers.

- Estonia does not have a detailed action plan on energy, including a plan for network developments that would also be available to market participants. Extensive studies and calculations on the network are required, for which recommendations are given in the relevant chapter of the report.
 - Diversification of the portfolio of increasing production and generating electricity. The focus must not only be on the development of renewable energy units, but since the production of electricity from oil shale in Estonia will be stopped in 2030, we need alternatives. Estonia is also facing desynchronisation from the Russian network, which will bring us new challenges that we have not had to think about before.
 - Research on hydrogen energy, including e-fuels. The potential role of hydrogen from a system perspective in developments in the sector and for use, in particular in the transport and industrial sectors, in view of the investment required and realistic expectations. Potential is not always realistically possible and economically meaningful. Europe is also likely to have an energy deficit for the next 10 years, so there is no realistic expectation of a large surplus of energy to compensate for the large losses in the conversion of hydrogen.
 - The possibility of monitoring and implementing nuclear energy in the conditions of Estonia or the Baltic States, the time to reach market maturity of the technology suitable for Estonia, the competitiveness and price of nuclear energy on the market, the management of nuclear waste (the storage facility must also come to Estonia) and its possibilities and price, and the realistic time required for the development of nuclear energy. With regard to nuclear energy, it is certainly not a question of the fact that the questions about the appropriate reactor and technology, location, waste and operating team are not solvable – it is actually a question of time.
- reducing bureaucracy and excessive requirements for renewable energy projects
 - enabling investment financing and creating investment certainty in the form of a price floor.
 - the issue of the development of the maritime network, including its development by the state in order to speed up investments.
 - Enabling hybrid solutions (production unit + storage unit) and the necessary legislation.
 - Enabling energy communities.
 - Ensuring the security of the system, including cybersecurity as well as physical security.
 - Promoting e-mobility, including the construction of recharging points.
 - Technologies for the production of synthetic fuels.
 - Integration of storage solutions into the electricity system, including research into the construction of pumped hydroelectric power plants. In the case of a recording, it is important to remove legislative barriers.
 - Analysis of the increased production and usability of biogas and methane, with a view to increasing their share, in particular in the transport sector, in view of the investments needed and realistic expectations. However, the EU aims to significantly increase biogas production. If production increases, we could consider storing it in storage facilities and using it instead of natural gas.
 - Further exploring the possibilities of implementing CCUS and BECCS, in addition to the oil shale industry, in other areas, e.g. e-fuels.

Energy and markets: new market structures and changes in the regulatory framework in order to: Increase Necessary for an energy system based on renewable energy flexibility, and effective operation for all market participants. The market is dynamic and evolving over time. There have been no major changes in the organization of the electricity market since its creation. The renewed electricity market design must focus on the needs of consumers and support the huge amounts of investment needed to move to carbon neutrality. The market design of the future must be cost-effective, sus-

tainable and able to cope with large price fluctuations, including taking into account the specificities of smaller price areas and ensuring flexibility in the event of price peaks. R&D activity in the field of markets must increase significantly!

- Analysis and change in the design and functioning of the electricity market is required, including the development of computational algorithms in accordance with the changes in the market.
- Conducting a broader study on the functioning of energy management and analysis and improvement of the interaction of different energy markets.
- Launch of the system services market without delay. Consumption management and the participation of aggregators at all market levels must be enabled. European directives say that all system services must be purchased on the market. In Estonia, however, there is no market for system services, incl. there is no market for system services in terms of storage. In Latvia and Lithuania, the market for system services has been created.
- Creating uniform regulations in the Baltic market.

Resources (incl. oil shale and CO₂) valorisation and efficiency gains. Making better use of existing resources, increasing efficiency, creating new value chains, as well as applying circular economy principles. There is little R&D activity in this area, which probably comes from underfunding. The energy valorisation of domestic resources provides energy security and security of supply. In Estonia, the current options are biomass, biogas/biomethane, retort gas from oil shale valorisation + waste (plastic and tires).

- Valorisation of oil shale. Unlike coal, shale oil can be directed to the circular economy, waste rock can be used in road construction, ash can be taken to the field, retort gas from shale oil production can be used to produce electricity, etc. In principle, it is possible to extract the entire value from oil shale. The development of the chemical industry at the moment is beneficial, as the EU wants to reduce the volatility of imports and wants to bring production back. Thirdly, the resulting fine chemical products are in turn an input for companies already operating in Estonia, which produce construction foams, special polymers and other goods.
- CO₂ valorisation R&D. Capturing and exploiting CO₂ from the production process as raw materials for the chemical industry. It is also possible to produce input products to meet climate objectives.
- Circular economy and overall improvement of the

principles of reclamation. The possibility and possibilities of re-handling should already be present in the product development.

- Decarbonisation of industry, focusing first on the efficient use of waste heat in district heating, then increasingly shifting research and innovation towards new processes and electrification of industry. Expansion and valorisation of wood industry waste, including sewage sludge and compost, residual sludge, uses and use in energy production.
- Energy use of plastic waste and waste tyres as fuel.
- Recycling of shale oil or shale gasoline into higher quality substances (marine fuel that meets the international standard with a low sulphur content or universal base materials for the chemical industry).
- Increasing the R&D in wood chemistry. At the moment, Estonia exports essentially 2/3 of its energy wood (wood chips and pellets). This is due to favourable support schemes of other countries. However, these subsidies are disrupting our core market. We take out the biomass, but the CO₂ calculation remains with us. However, CO₂ accounting should go along with exports. Restricting exports is certainly not the goal, but the calculation of CO₂ could be left out of this equation.
- Increasing the volume of biogas production and identifying the realist potential. In terms of biogas, Estonia's potential is greater than it is used today. At the moment, biogas production units and quantities are small. The large-scale production of biogas and methane is associated with the livestock herd. For a significant increase in volume, the livestock of animals should be significantly increased, but this is not provided for by the state. It is a question of collecting and transporting the raw materials underlying the production of biogas and methane, which is not reasonable to do over long distances. There is also no pipeline for this purpose everywhere, and it is expensive to build a pipeline. At present, biogas and methane are mainly used in transport. In terms of greater use of biogas and methane, the solution could be to collect it locally or perhaps strategically, after which it could be used during peak loads and crises, rather than diverting it but transport. It would be necessary to take action on this. The UK aspect is also the CO₂ generated in the production process, which is not collected and is not subsequently valued. In statistics, it's CO₂ 0, but here are ways to think that. what can be done further from the CO₂ captured. Again, R&D action on CO₂ valorisation would be necessary.

2.2. Measures and roadmap for immediate actions

- Estonia does not have a long and detailed network and system development plan that is accessible to everyone. In order to secure investments, such plans should be drawn up immediately. System calculations should also be carried out, based not on assumptions but on specific data, the results of which would be verified by research institutions. The study should also think about Estonia's security of supply and energy security, including, for example, where our strategic reserves are located and what are our options for restarting the system. At the moment, Estonia, for example, does not have such capabilities and we rely on our neighbours. Recommendations regarding the content of the study are outlined in the report in the relevant chapter.
- More detailed planning of the electricity system and a more concrete description of system needs need to be methodologically harmonised at European level in order to ensure fair competition in the market. The implementation of these proposals raises questions about the level of harmonisation. It is likely that Member States will have different preferences depending on their local characteristics, but an overall priority must be given to preserving the European internal energy market.
- For the period of cheap hourly electricity prices, it is possible to generate heat using electricity and sell it to the heat network without fixing the price of heat in advance, provided that the price of heat produced from electricity is cheaper than the limit price approved by the Competition Authority, at which the producer of heat using the fuel sells the heat to the heat network. This makes it possible to reduce the use of combustible fuels in heat production (natural gas, wood chips, shale oil) and reduce the price of heat consumed.
- Market rules for aggregation. In Estonia, the Competition Authority, the Ministry of Economic Affairs and Communications (MKM) and Elering have not managed to develop since 2020 – an independent market framework for consumption management, which would establish market rules where market participants could reduce electricity consumption during peak loads in an economically justified way. To do this, it is necessary to create, as a first stage, a clear market framework and principles of data exchange regarding the explanation of activated flexibility, for which the document “Proposals for a market framework for an independent aggregator of consumption management” for Estonia has already been prepared in 2020.
- Ending the double taxation of electricity storage taken from and returned to the grid with electricity excise duty and renewable energy fee.
- In order to end the double taxation of the transmission network for the storage of electricity taken from the network and returned to it, the Electricity Market Act has already been amended, but the network operators have still not started to implement this amendment in practice. Here, the MKM and the Competition Authority should take measures to ensure that network companies start implementing the provisions arising from the law.
- Ensuring the availability of the necessary biomass reserves, including, if necessary, easing logging restrictions (voluntary non-extension of the bird sanctuary by the RMK after 15 June) and temporarily limiting the export of energy biomass (limiting at EU level the right of supported power plants to import biofuels, if such support creates market distortion in the country of origin of the biofuel and prevents the local valorisation of wood).
- Electricity distribution network investments to accelerate the green transition at consumers. Elektrilevi estimates that its additional investment needs over the next 5 years will total 300 million euros. This would allow additional connection of renewable energy production capacities to the grid and improve the reliability and security of supply of the power grid across Estonia. Government grants from the state budget would allow the network to be developed without any impact on the consumer's network tariff.
- The system services necessary for the Baltic electricity systems are currently provided by membership in the BRELL synchronous area, i.e. we depend on the Russian electricity system and

therefore have a high political risk of unilaterally terminating these system services. According to the current plan, the Baltic States must ensure the independent existence of the necessary system services only at the beginning of 2025. As the realization of this risk may threaten the sustainability of the Baltic electricity system, the dependence of the Baltic electricity system on the Russian electricity system should be immediately reduced and the Baltic system services market should be launched as soon as possible.

- The competitiveness of the industrial sector must be ensured. In Estonia, regulations and subsidies must enable the industry to remain competitive.
- Review of national climate and energy plans. The Commission's recommendation is to revise the local energy plans based on the RePowerEU goals. A study conducted to evaluate the EU NECPs reveals that, to a large extent, these topics are partially covered in national plans - in total only 62% of countries. The analysis shows that the field of energy efficiency is the weakest covered in national documents. According to this study, the coverage of Estonian areas is estimated to be partially covered, and we belong

to the middle countries, or fence sitters. In general, among the EU member states, there were highly rated and fully complete plans in a small number of countries (Germany, the Netherlands, Denmark, Austria, Finland and Sweden). It was also pointed out that too little attention has been paid to R&D and innovation, and the budgets are also insufficient. Here is an opportunity for the State of Estonia to go deeper and significantly more concrete by renewing the REKK plan, where the specific input of both companies and R&D institutions is included and taken into account regarding the necessary development directions of the field.

- An improved consumer contracting framework needs to be developed that creates opportunities for long-term hedging and long-term contracts in order to bring the benefits of renewable energy and low-carbon energy production directly to all consumers, while also encouraging consumer engagement.

2.3. General considerations and proposals for the development of cooperation

Prioritising R&D cooperation. We must realise that important investments are needed in this area, and it is also necessary to carry out extensive research. In Estonia, there are R&D institutions that have the necessary competence and are able to support the sector during these changes. It is also extremely important for future succession and the development of knowledge in Estonia, so that we do not import knowledge that we ourselves have or that can be developed at the local level. National support for R&D institutions needs to increase, including funding.

We must contribute to research, development and innovation and increase cooperation and knowledge mobility and development in Estonia. The growth of

knowledge in Estonia must be recognised and supported. The future energy system will need a wide range of new knowledge. The development of knowledge in Estonia should be given priority. System-wide innovation must be promoted. Just as the development of new technologies has played a key role in the development of renewable energy in the past, technological developments will also be needed in the future to achieve the transition to an energy system based on renewable energy. Innovation must cover the entire life cycle of a technology, including development, implementation and commercialisation. New approaches to the functioning of energy systems and markets and business models are needed. Supported, intensive and coordinated cooperation between and at national, inter-

national, public and private sectors and levels is needed. Knowledge in Estonia must develop. We have created a system where our R&D institutions are not able to compete with the private sector or with foreign organizations under certain conditions. However, this leads to a situation where, in addition to services, we end up buying in knowledge, and ultimately the value chain and the result for Estonia's competitiveness are not positive. If we leave the greater burden on the shoulders of the private sector, the clearer the signals and decisions must be. The fact that the state is involved in managing or not managing R&D plays a role all the more, as it has a direct economic impact on the activities of companies. R&D is carried out where it makes more economic sense and where competence exists. The state's R&D system must be integrated with its economy and society to ensure that R&D expenses do not go out of Estonia.

Compiling overviews of the competencies and capabilities of the R&D institutions. Based on the trends, challenges and R&D opportunities outlined in the survey, it would be advisable to prepare an overview of R&D institutions, which would bring together their competencies and highlight the areas in which they could contribute to cooperation. The profiles of R&D institutions should be accessible and contacts easy to find. It could also be a single R&D portal.

Nationally, researchers should be allowed to contribute more to R&D activities. It is meant here that today's career model of researchers means that the researcher must be able to do everything – publish, teach, do science, and must carry out business cooperation with companies. Here, it could be assessed whether and how it is possible to update today's model in such a way that, if desired, the researcher can also devote himself more to business cooperation if he wishes. Researchers and universities need to be supported in their activities, not by increasing fragmentation, for example in the form of different implementing bodies.

Companies want to do R&D activities, not want to do science or do basic research. If there are no basic studies, then they are forced to deal with the R&D component. Companies have no interest in conducting general studies that could be prepared at the national level or by R&D institutions for use by companies. The assessment of companies is that the financing of basic research and basic research could and should remain in the hands of the state, and companies would be left with work of an applied nature. It is not in the interests of the private sector to commission research work at

the base level, but as a result of R&D activities, it is possible to apply the research results as soon as possible in order to increase the company's competitive advantage or profitability.

The flow of information about the opportunities offered by R&D institutions for companies needs to be improved. Basic feedback from companies on that they are not aware of what R&D agencies are doing or how they can be useful to businesses. R&D institutions could be more active in showcasing their opportunities. The media also wants to see more of what is happening in the field of visions on the part of the R&D agencies.

R&D information is difficult to access. Consideration could be given to creating a single environment or portal for R&D activities, funding opportunities and potential partners, which would gather the necessary information so that it would reach those who need the information without too much effort.

Nationally, investments in R&D areas that are priority for the state should be increased and the necessary basic research should be carried out to increase the investment security of enterprises. Nationally, one should not hope for or create a system in which the necessary research is carried out by the private sector. The state should use innovation procurements thereby helping increasing the competitiveness of enterprises. If the state is not sure what to "order", then grants could be developed for R&D institutions to study priority topics. At the moment, the state is rather implementing a system of small procurements. The R&D developments outlined in the study must be reflected in national strategies and the challenges must be analysed more broadly at the national level in order to ensure the investment certainty of companies and the necessary basic research.

In order to accelerate development, energy must become a priority area in terms of subsidies. Energy is linked to all sectors of the economy and the energy crisis requires a rapid response. Investment must increase.

Only sector-specific R&D and direct innovation grants to companies should be developed. There would need to be sector-specific programmes aimed solely at financing projects in the field of energy. The financial volumes of the current programmes are small in order to have an impact in international competition. Current At the moment, energy issues are competing with other areas. However, as energy inevitably affects other areas as well, developments and investments in this situ-

ation should be accelerated as a matter of urgency in the form of direct aid.

Energy-oriented R&D and innovation research grants for R&D institutions should be developed. Companies want R&D institutions to be better informed about the development trends in the field and important topics and pain points for companies. Also, companies do not want to finance basic research, but the given research could be financed by the state. For example, the ResTA support program was developed, which supported research and development based on the needs of business in the exploitation of wood, food and earth's crust resources, in order to encourage the increase in the capacity of research groups in these fields, the growth of sectoral specialists and development cooperation between companies and research institutions. A similar program could also exist on energy topics to speed up developments and support the conduct of research necessary for companies.

The development of innovative support measures in this area should be considered. For example, consideration could be given to developing a consultation grant that would allow companies to order consultations from R&D institutions to carry out possible development activities. The support would help companies identify opportunities to gain a competitive advantage, develop innovative products or services, help R&D institutions to better understand the needs of companies, and also enable the implementation of novel scientific discoveries or research results.

The bureaucracy involved in applying for support measures should be reduced. Also, follow-up and reporting should not be overly burdensome, which can keep companies away from support measures or discourage them from applying. The companies pointed out that since the bureaucracy involved in subsidies is very time-consuming, in the end, this development activity reduces performance and takes away an unreasonable amount of time from the development staff, which could be spent on the development itself instead. Keeping development staff on the payroll is costly. The support measures praised Smart Specialisation measure, for which the bureaucratic burden is not so great. This should certainly be taken into account when designing support measures.

Labour shortages are problem. Energy education needs to be more widely popularised among young people, as the field is in dire need of growth. Education and labour market policies must help people prepare for change by providing the necessary analytical knowl-

edge and skills needed to contribute to and benefit from innovations (e.g. STEM learning, entrepreneurship, communication skills, digital wisdom and literacy). Science, Technology, Engineering, Math – STEM – these four areas are very strongly linked. The principle of STEM learning should be applied as early as elementary school to increase growth on top of engineers. It is the engineering part that tends to be lacking. Media coverage must be increased at least at the same level as it is at the moment in relation to different IT topics. Educational institutions, as well as teaching staff, should be supported in providing professional studies. The share of internships needs to be increased. If the current education system is not able to provide free higher education with high quality in all specialties, then it should be free, first of all, in areas that are priority for the state and in technical areas. Consider applying an additional scholarship to study the specialties necessary for the state, including energy, in order to motivate students to study precisely in these specialties. A mutual fund by undertakings may also be considered.

According to the survey, both the Union and the sector would need an additional 200 workers per year in the near future. This is because quite a lot of changes are taking place and are about to take place in the energy sector, so we need knowledgeable people who know how to cope with these challenges. In line with the results of OSKA, according to which the need would be 230 employees per year. As far as events in the field are concerned, the need is probably greater. As there will be fewer workers with professional education, companies will be forced to hire people from other fields, who will then be trained on the spot, if, since there is no basic education, the training will be more expensive and longer. In terms of the skilled workforce, the EU has also identified a concern – namely, the lack of educated and skilled labour that is currently at hand is slowing down the transition and the implementation of the objectives of Objective 55 and REPowerEU. At the moment, it seems that it is the case that development plans are made first and then the experiment is looking for ways to realize them.

Expanding the offer of advanced training. If there are not enough new offspring, then you have to think more and more about retraining and continuing education. The growth of specialists would also be helped by greater recognition of professional certificates or increasing their necessity in professional positions. Those who have left their professional education unfinished, but who are still working in the field, should also be “caught”. Joint training programs of companies and universities, where the company is the guide and

the need, and the universities are the knowledge sharing. It is also possible to train the workforce of the future in this way.

The introduction of tax exemptions or advantages in the field of R&D activities should be considered. As a result of the mapping, contributing to R&D is also influenced by the business environment. According to companies, the lack of tax differences and the high level of taxes on labour are a barrier. The Estonian labour taxation system makes it less competitive to bring top specialists to Estonia in order to significantly increase the share of R&D activities. As a rule, where there is development, production is also concentrated there. Therefore, the cheaper it would be to do the development side in Estonia, the more likely it is that production would also come here. It is not known that who is engaged in any development and the company does not have the motivation to report it either. The company still competes with other countries for R&D activities, and it's still done where conditions favour it. Tax exemptions or incentives would also help to collect the necessary statistics on R&D activities, which are currently limited. In terms of tax relief in order to prevent possible manipulations, it could initially be linked, for example, to subsidies made in cooperation with the R&D institution. So it would be clearer, and it would also help with another drawback in terms of R&D – which is the potential uncertainty of the results.

A novel approach to R&D activities should be developed. According to an internationally recognised standard (OECD Frascati Manual), R&D activities have five characteristics: novelty, creativity, unpredictability of results, systematicity, transferability and repeatability of results. A discussion could be held here on the idea that whether an activity based on procurements or a precise description of the expected results is still an activity of the R&D, since it is not a result in which the results would be indeterminate, since it is the result that is purchased. Also, in this case, the activities are written down in great detail and the procurement procedure has certain frames – the activities of the R&D do not. To the best of the author's knowledge, there is no system in Estonia where the contractor is given a free hand in performing the work and where the result may also be that it is not possible to implement the given idea or idea. For example, the creation of a fund system could be considered, where a fund is created with the support of one or more contributors, designed to study a specific research topic and the results of which benefit all contributors. In short, the system could focus on how it would be easier to work together rather

than having to strictly regulate every activity. It may happen that in this case we inherited innovation and instead favoured the share of foreign providers, which in turn means that knowledge does not develop in Estonia.

Increasing cooperation through funding programmes. The analysis of R&D activities in cooperation with R&D institutions in the Estonian energy sector revealed that cooperation between Estonian R&D settlements and enterprises largely stands up with the support of foreign funding. For the sector with a turnover of 2 billion, the volume of reported cooperation projects was in the order of 22 million as of 2016. So there would certainly be opportunities for more cooperation. Europe is at the heart of the energy crisis and is increasingly channelling funding to get out of the crisis and accelerate developments, a unique opportunity to be part of the EU's money train. Many EU funding opportunities require cooperation between R&D institutions and companies. Today's high electricity prices encourage investment in production. It also shortens the payback period of projects, which suggests that investment decisions should come more easily. In the energy landscape, the return on investment interval is longer anyway – the 10-year view is quite common. If one of the main concerns of companies is that they do not know what is being done at the university, then participating in joint projects is an ideal opportunity for this, where both parties also benefit. In addition, it is increasingly highlighting the second biggest obstacle – the lack of funding. If the survey revealed that companies are happy to participate in different projects if someone else takes over the management of the project – this is where R&D institutions have long experience in this field, and the bureaucracy and administrative burden related to project management can be pushed to a R&D institution. The company gets the innovation component it needs, as well as background knowledge, without the administrative burden and without feeling the so-called “pain of project implementation”.

R&D institutions are already quite experienced in attracting funding opportunities and often have a fairly good overview of them and opportunities for partnerships. In general, cooperation in different funding options is also more favoured or even a separate criterion. It cannot be said that it should also come from scratch, as cooperation between companies and R&D establishments can actually be quite fruitful. The JRC has found that an order of magnitude 70% of high-potential developments and innovation solutions have been in collaboration with universities. Estonia's experience so far, for example, with the Horizon 2020 funding measure has also been rather positive in the field of energy.



3.

Eesti energeetika- sektori TA-alase tegevuse kaardistus

3.1. Eesti energeetikasektoris toimuv TA tegevus

TA-sse investeerimine, TA eelarve planeerimine ja investeringutejärgseid tegevusi võib oma iseloomult pidada üsna keerukateks projektideks, mistõttu ei ole TA tegevuste elluviimine ettevõtete jaoks sageli esmane prioriteet, veel vähem on selleks nende tegevuste raporteerimine või aruandluse pidamine. Probleeme tekitab eelkõige ebamäärasus ja teadmatus, mis sageli TA tegevustega kaasneb.

Näiteks:

- sageli ei ole võimalik TA kulutusi selgelt hinnata;
- TA tulemus üksnes ei pruugi alati tuua oodatud kasu;
- vajalikud on tihtipeale lisainvesteeringud, kus peale uuringutulemusi on vajalikud ka mitmed lisainvesteeringud (näiteks seadmete näol);
- lisanduda võivad erinevad patendikulud + kulutused komertsialiseerimisele.

Eestis tehtava teadus- ja arendustöö ning -uuringute osas on peamine võimalus infot saada Eesti Teadusinfosüsteemi ehk ETIS-e vahendusel. ETIS-t haldab ETAg. Portaali koondab informatsiooni teadus- ja arendusasutuste, teadlaste, teadusprojektide ning erinevate teadustegevuste tulemuste kohta. Infot süsteemi sisestavad üldjuhul TA tegevuste teostajad. Tegemist ei ole ettevõtete jaoks kindlasti mitte kõige kasutajasõbralikuma rakendusega, mille abil oleks võimalik saada esmainfot Eestis teostatavate teadusuuringute kohta.

Portaali andmetel on 2016. aasta algusest energeetikavaldkonnas (CERCS klassifikaator T140 Energeetika) portaalis registreeritud 156 T&A projekti kogurahastusega suurusjärgus umbes 22 mln eurot. Vaadates projektide iseloomu, siis enim on rakendusliku sisuga kandeid (märgitud 109 korral), alusuuringu komponenti on märgitud 70 korral ja katse- ja arendustööd 76 korral.

Antud kajastuses on rahastuse osas sisse arvesta-



tud nii sise- kui ka välisriikliku rahastusega projektid (Horizon 2020, nutika spetsialiseerumise rakendusuringud jne). Riikliku rahastusega uurimis- ja mobiilsustoetuste maht oli *ca* 3,5 mln eurot, siseriiklik erasektor oli rahastajaks kogusummas *ca* 4,8 mln eurot. Enim

muidugi on raha kaasatud Horisont 2020 meetme kaudu – suurusjärgus 11 mln eurot. Siseriiklik avalik sektor on sealjuures rahastajaks märgitud 9 projektil, kogusummas *ca* 358 tuhat eurot. Kokkuvõtvalt saab välja tuua järgnevad arvud:

Tabel 1 ETIS-e väljavõtte

RAHASTAJA	Projektide arv, tk	Kogusumma, mln €
Toetusprogrammid		
Nutikas spetsialiseerumine	8	2
Horizon 2020	9	11
Muud (Interreg, EAS, KIK)	2	0,1
Siseriiklik erasektor	100	4,8
Siseriiklik avalik sektor	9	0,4
Välisriiklik erasektor	5	0,1
Välisriiklik avalik sektor	2	0,05
Uurimis- ja mobiilsustoetused	21	3,5

Informatsioonile põhinedes võib järeldada, et kui ei oleks võimalik rahastust taotleda erinevate EU toetusprogrammide kaudu või abil, ei väheneks niivõrd TA projektide koguarv, vaid just rahastuse maht. Jäeb silma, et Eesti TA asutuste ja ettevõtete vaheline koostöö seisab suuresti püsti välisrahastuse toel. Erasektori rahastatavad projektid on pigem väiksemamahulisemad.

ÜLDINE PILT

Antud väljavõtte osas ei saa kindlasti andmeid pida täielikuks tervikus, kuivõrd on alati võimalus, et kõiki projekte süsteemi kantud ei ole või on mõne projekti osas rahastussummad muutunud. Eesti Teadusinfosüsteem ei uuene automaatselt ning muudatused sissekantavate või juba sissekantud andmete osas tuleb teha käsitsi. Küll aga annab antud selekteering üldise pildi Eesti TA asutustega tehtava koostöö osas. Samuti ei ole süsteemis kajastatud TA tegevused, mida

teostavad ettevõtted asutuse siseselt, koostöös välispartneritega või kus partneriks ei ole mõni TA asutus.

Tööde teostajaks on enim märgitud Tallinna Tehnikaülikooli (151 korral), Tartu Ülikooli (25 korral) ja Eesti Maaülikooli (10 korral). Ettevõtetest suurimateks rahastajateks energeetikaetevõtetest on olnud Enefit Energiatootmine AS ja Elering AS. Tööde osas joonistub välja, et enim suuremahulisi projekte on seotud põlevkivitehnoloogiaga. Samuti on suuremahulised projektid enamjaolt olnud seotud Horisont 2020 ja nutika spetsialiseerumise rahastusprogrammidega.

3.2. Sektori jaoks olulised TA võrgustikud ja TA partnerid

Teadus- ja arendustegevuste võrgustik koosneb asutustest, organisatsioonidest ja platvormidest, kes viivad või kelle kaasabil on võimalik ellu viia TA tegevusi. TA tegevusi ei vii läbi üksnes ülikoolid, vaid valdkonnas tegutsevad ka erinevad kompetentsikeskused, klastrid ja TA ja tehnoloogia arenduskeskused, lisaks muidugi ka ettevõtteid ise.

TA partnerid on näiteks*:

- haridus- ja teadusasutused;
- tehnoloogia arenduskeskused;
- kompetentsikeskused
- klastrilinnakud või tehnoloogiapargid.

Eestis on tunnustatud umbes 20 TA asutust, kes omavad valdkonnas kompetentsi ning kelle kaasabil on võimalik osaleda erinevates rahastusprogrammides ning pakuvad erinevaid arendusteenuseid ka ettevõtetele**. TA asutused juhivad TA tegevuste osas teadus- ja arendustegevuse korralduse seadusest (TAKS).

HARIDUS- JA TEADUSASUTUSED

Kuigi statistika ei pruugi illustreerida kogu TA mahtu, siis vähemalt ülikoolide ülevaadetele põhinedes kaastakse üha enam TA asutusi erinevatesse arendustöodesse, kes on võtnud eesmärgiks toetada ettevõtteid arendustegevuste läbiviimisel.

Ülikoolide näitel ei olegi kõrgkoolide ülesandeks enam tänapäeval üksnes tööjõu väljakoolitamine, õppetöö läbiviimine ja uute teadmiste loomine (teadustöö läbiviimine), vaid ka tehnilise arenduskoostöö läbiviimine ja teadmiste edasiviimine ühiskonda (arendustegevuse koostöö on samuti ülikoolide üks põhiülesandeid). Arendustööd on äärmiselt olulised ka õppe- ja teadustöö seisukohast, sest ilma muutuva maailma praktikata on raske hoida kõrgharidust pakkuvatel asutustel õppematerjalide kvaliteeti ning tuleviku tööjõu kompetentsi.

TA projektide läbiviimine nõuab ülikoolidelt ka ettevõtlikumat tegutsemist:

- näiteks *spin-off* ide loomist;
- ettevõtluskultuuri edendamist üliõpilaste seas;
- nutika spetsialiseerumise strateegiate väljatöötamises osalemist.

* Partnerid. <https://www.tallinn.ee/est/klastrid/g25690>

** Positiivselt evalveeritud TA asutused. <https://www.etag.ee/tegevused/evalveerimine/korraline-evalveerimine/>

TA koostöö arendamiseks on paljude ülikoolide juurde loodud ettevõtlus- ja innovatsioonikeskused, mis on esmakontakti puutepunktid ettevõtetele. Tallinna Tehnikaülikoolis täidab seda rolli TalTech Mektory, Tartu Ülikoolis õppe-, teadus- ja innovatsioonikeskus Delta ning Tallinna Ülikoolis arendus- ja koostöökeskus EXU. Ettevõtluskeskuste ülesanneteks on muuhulgas tehnoloogiasire, patentide litsentsimine, intellektuaalomandi õigustega tegelemine (IP), partnerite leidmine jne. Samuti tegelevad nad uusettevõtlusega (inkubaatorid, *spin-off* id).

Rääkides konkreetsetest teadusrühmadest, siis erageetikaalasel on peamisteks partneriteks ETIS-e andmetel olnud järgnevad asutused ja instituudid:

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Instituudis toimub õppe-, teadus- ja arendustöö mitmes valdkonnas. Instituudi missioon on olla ühiskonnas tuntud ja hinnatud insener-tehniliste õppe- ja arendusprojektide eestvedaja Eestis ja arvestatav partner nii riiklikes kui ka rahvusvahelistes koostöövõrgustikes ja organisatsioonides. Instituudi töö on jagatud seitsme erineva kompetentsivaldkonna vahel, milleks on:

- elektrimasinad;
- elektrisüsteemid;
- elektrotehnika alused;
- energiamajandus ja kõrgepingetehnika;
- jõuelektroonika;
- mehhatroonika ja autonoomsed süsteemid;
- mikroõrgud ja metroloogia.

Lisaks haldab instituut mitmeid teadus- ja arenduslaboreid ning pakub ka akrediteeritud teenuseid.

Energiatehnoloogia instituut

Energiatehnoloogia instituudi tegevusvaldkonnad on keemiatehnika, keskkonnatehnika, soojustehnika, soojusjõuseadmed, soojusmajandus ja soojusenergeetika. Teadustöö jaguneb kahte põhisuunda: põlevkivitehnoloogiad ja väikeenergeetika. Instituut osutab teenuseid kolmes akrediteeritud katsetustegevuse valdkonnas: kütuste, tuhkade, sadestiste keemilised analüüsid, õhuheitmete mõõtmine ja soojustehnilised mõõtmised. Töö instituudis on jagatud erinevate uurimisrühmade ja valdkondade vahel:

- jätkusuutlik energeetika ja kütused;
- nutikad kaugküttelehendused ja kasvuhuonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamine;
- keemiatehnika teadus- ja arenduskeskus.

TARTU ÜLIKOOL

Füüsika instituut

Füüsika instituudis tegeletakse nii riiklikult kui ka rahvusvaheliselt oluliste teadusuuringutega. Füüsika ja materjaliteaduse mitmekesisus ilmneb ka meie uurimistöös, mis on sageli interdistsiplinaarne. Instituudi laborid teevad teadustööd väga erinevates füüsika valdkondades, nagu näiteks teoreetiline füüsika, keskkonna- ja atmosfääriuuringud, meditsiin ja materjaliteaduse erinevad suunad. Füüsika instituudis on viis osakonda, mis omakorda jagunevad laboriteks ja töörühmadeks:

- bio- ja keskkonnanfüüsika;
- eksperimentaalfüüsika;
- materjaliteadus;
- teoreetiline füüsika.

Keemia instituut

Loodus- ja täppisteaduste valdkonda kuuluva keemia instituudi eesmärgiks on tagada rahvusvahelisel tasemel teadustegevus ja akadeemiline jätkusuutlikkus keemia ja keemiaga seotud materjaliteaduse erinevates valdkondades. Keemia instituut koosneb kümnest õppe- ja katsekojast. Instituudi juurde kuulub ka vesiniku- ja taastuvenergeetika õppe- ja teaduskeskus ehk VTEK. VTEK on huvitatud uute kõrgtehnoloogiliste materjalide ja seadmete ühisest arendamisest väga erinevatele vesiniku- ja muudele innovaatiliste energiatehnoloogia seadmetele, nagu superkondensaatorid, Na või Li-ioonpatareid, poorsed adsorbendid ning hüdriidid, põhinevad komposiitmaterjalid vesiniku salvestamiseks, madala-, keskmise- ning kõrgetemperatuursete kütuseelemendid ja elektrolüüserid.

Tehnoloogiainstituut

Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituut (TÜTI) on 2001. aastal loodud teadus- ja arendusasutus, mis kuulub loodus- ja täppisteaduste valdkonna koosseisu. Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituut pakub kõrgetasemelist haridust kõikides õppeastmetes – meie eesmärgiks on panna alus uudsetele tehnoloogilistele lahendustele ning olla seeläbi innovatsiooni edasiviija. Tehnoloogiainstituudi teadustöö koondub nelja põhi- valdkonna alla: biomeditsiinitehnoloogia, keskkonnatehnoloogia, süsteemide ja sünteetiline bioloogia ning materjaliteadus ja robootika.

EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikainstituut

Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi akadeemilise tegevuse vastutusvaldkonnad on biomajandustehnoloogiad ja energiakasutus. Peamised uurimissuunad on muuhulgas:

- integreeritud taastuvenergeetika lahendused;
- fraktsioneeritud biomassi efektiivne kasutamine teise põlvkonna kütusena;
- energeetiliste protsesside modelleerimine;
- modelleerimine materjalide lõiketöötusel.

Haridus- ja teadusasutused on juba loomupärased kompetentsikeskused, kes viivad valdkonnas läbi vajalikku õppe-, teadus- ja arendustööd. Samuti omavad haridus- ja teadusasutused tihtipeale erinevateks töödeks vajalikku infrastruktuuri ja laboreid ning on võimelised läbi viima ka akrediteeritud teenuseid.

KOMPETENTSIKESKUSED

Kompetentsikeskuseid võib vaadelda kui TA osapoolte ühendusi, mille peamiseks eesmärgiks on pakkuda tuge piirkondliku ettevõtluse arengule nii kvalifitseeritud spetsialistide, erinevate uuringute ja koolituste, aga ka füüsilise keskkonna näol.

Kompetentsikeskuse kaasabil on tulevikus ettevõtetele võimalik kindlates valdkondades välja töötada uusi tooteid, teenuseid ja tootmismeetodeid ning edendada ekspordi. Eestis tegutseb hetkel üheksa riigi poolt finantseeritud kompetentsikeskust, millest üheks on näiteks Põlevkivi Kompetentsikeskus.* Keskus pakub arendus- ja laboriteenuseid, intellektuaalomandi teenuseid ja üürilaboreid ning teostab valdkondlikku standardimist.**

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi hallatav on ka Eesti Geoloogiateenistus. Eesti Geoloogiateenistus on riigiasutus, mille tegevusvaldkond on geoloogiline kaardistamine, geoloogilised uuringud, geoloogilise teabe säilitamine ja kättesaadavuse tagamine, riigiasutuste nõustamine ning avalikkuse maapõuealane teavitamine.***

TEHNOLOOGIA ARENDUSKESKUSED

TA partneriks võivad olla ka TAK-id ehk tehnoloogia arenduskeskused. TAK-id on ülikoolide ja ettevõtete pikaajalisele koostööle orienteeritud teadusasutused, mis

* Kompetentsikeskused. <https://www.tallinn.ee/est/klastrid/Kompetentsikeskused-2>

** Põlevkivi Kompetentsikeskus. <https://taltech.ee/polevkivi-kompetentsikeskus>

*** Eesti Geoloogiateenistus. <https://www.egt.ee/asutus-uudised-ja-kontakt/eesti-geoloogiateenistus/struktuur-ja-alusdokumendid>

on loodud avaliku sektori kaasabil.* Valdloonnaga seotult võib välja tuua STACC OÜ. STACC on Eesti masinõppe ja andmeteaduse ettevõtte, mis arendab tehinitellektilahendusi. Tehnoloogia arenduskeskuste loomise tulemusena suurendatakse ettevõtluse vajadustele orienteeritud teadus- ja arendustõõtjate arvu ning tõstetakse nende mobiilsust ettevõtjate ja teadusasutuste vahel. Ühtlasi arendatakse Eesti ettevõtete rahvusvahelise konkurentsivõime tõstmiseks vajalikke tehnoloogiad, tooteid ja teenuseid.**

RIIKLIKUD TEADUSKESKUSED

Valdkonnas saab välja tuua Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi ehk KBFI. KBFI on interdistsiplinaarne teadusasutus, mis teostab alus- ja rakendusuringuid materjaliteaduse, geeni- ja biotehnoloogia, keskkonnatehnoloogia, osakestefüüsika ja informaatika vallas. KBFI pakub kommerts- ja teadusasutustele oma kompetentsivaldkondades analüütilisi ja konsultatsiooniteenuseid.***

KLASTRILINNAKUD VÕI TEHNOLOOGIAPARGID

Klastri- või tehnoloogilinnakutes tegutsevad erinevad ühendused, klastrid ja ettevõtteid, millel sarnased hüvid või valdkonnad. Tallinnas on kaks peamist ärilinnakut teadmispõhise ettevõtluse kasvuks, üks neist on avaliku sektori poolt asutatud Tehnopol, teine erasektori algatusel asutatud Technopolis. Technopolis tegutseb näiteks Rohetehnoloogiate klaster, mis on üleriigiline partnerlus rohelise tehnoloogiaga seotud huvigruppide vahel Eestis, kes on pühendunud rohelise tehnoloogia lahenduste edendamisele rahvusvahelisel skaalal ja ärilistel eesmärkidel.**** Klaster on geograafiliselt lähestikku paiknevate sarnast või lähedast toodet või teenust pakkuvate ettevõtete ja institutsioonide kooslus, mille liikmed teevad koostööd.***** Valdloonnas tegutsevad näiteks Tuuletehnoloogiate klaster ja Eesti Vesinikklaster. Tuuletehnoloogia klasteri eesmärk on Eestis tuulikute tootmise kui tööstusharu väljaarendamine ja rahvusvahelistel turgudel läbimurdmine.***** Eesti Vesinikklasteri tegevusteks on vesiniku tootmise ja rakendamise seotud info kogumine ja vahendamine, teadlikkuse kasvatamine, avaliku ja erasektori, teadlas-

te ja ühiskonna ühtne kaasamine ja toetamine, võrgustamine Eestis ja välismaal.*****

KOGUKONNAKESKUS

Partneriteks võivad olla ka erinevad kogukonnakeskused ehk *hub*'id, mis on loodud konkreetse eesmärgi elluviimiseks või arendamiseks. Näiteks on loodud tehinitellekti- ja robotikakeskus AIRE (AI & Robotics Estonia), mis on pühendunud Eesti tööstusettevõtete konkurentsivõime tõstmisele, aidates neil kasutusele võtta tehinitellekti ja robotika lahendusi. AIRE on tulevikus Eesti riigi ettepanekul lüli Euroopa digitaalsete innovatsioonikeskuste võrgustikus (ingl European Digital Innovation Hubs ehk EDIH). Lisaks nõustamisele on keskuse oluline eesmärk kaasata lisaraha ettevõtete innovatsiooniprojektide toetamiseks (nt Euroopa Regionaalarengu Fondilt, programmist Horisont ja investoritelt). Keskuse eestvedaja on Tallinna Tehnikaülikool, partneriteks on Tartu Ülikool, Eesti Maaülikool, teadus- ja ärilinnak Tehnopol, Tartu Teaduspark ja IMECC OÜ.*****

KOOSTÖÖ TOIMIMINE

Kokkuvõtvalt ei ole kohustuslik, et TA tegevus toimub ettevõttesiseselt, vaid seda on võimalik teostada ka partnerite kaasabil või koostöös. Koostöö ei pea ka alati olema kaasalöömine ühistes projektides, vaid väärtuseks võivad olla ka kontaktid, teadmised, ühisteks avaldusteks koondumine, võrgustamine jne. Koostöös on parem ligipääs erinevatele nii eesti- kui ka välismaistele rahastusvahenditele. Koos taotledes on võimalik sellega kaasnevat bürokraatiakoormust vähendada ning ühtlasi on võimalik kindlustada ka teadmiste kasvamine Eestis. Kindlasti tugevdaks koostööd, kui informatsioon erinevate keskuste, klastrite jne olemasolust oleks paremini leitav ning tegevused kooskõlastatud, et killustumine ning dubleerimine oleks võimalikult väike. Eesti on piisavalt väike, et peaksime tegelikkuses suutma ära hallata, kes millega tegeleb ning kuhu võiks mingisuguse küsimusega pöörduda. Kuid siiski saab välja tuua, et ettevõtted on kohati segaduses ning kui valikud võtavad silme eest kirjuks, siis võib see tähendada ka koostöö katkemist.

Küll aga on koostöös võimalik teha suuremalt ning kaasata lisavahendeid. Ka ettevõtte jaoks on koostöö TA asutustega hea võimalus hoida kokku arenduskuludelt, kuivõrd mõnes TA asutuses võib vajalik teadmine, *know-how* või ka infrastruktuur juba olemas olla. Arendusvõimekuse ning kompetentsi n-ö „maja“ või ettevõttes hoidmine on kulukas. Samuti on ilmselt suure-

* Tehnoloogia arenduskeskused. <https://www.tallinn.ee/est/klasterid/Tehnoloogia-arenduskeskused-2>

** STACC. <https://stacc.ee/et/meist/>

*** KBFI. <https://kbfi.ee/>

**** Rohetehnoloogiate klaster. <https://www.tehnopol.ee/ariteenused/rohetehnoloogia/>

***** Klasterid. <https://www.tallinn.ee/est/klasterid/>

Klasteri-partnerid

***** Tuuletehnoloogia klaster. <http://www.tuuleliit.ee/tuuletehnoloogia-klaster/>

***** Eesti Vesinikklaster. <https://www.vesinikklaster.ee/>

***** Eesti Vesinikklaster. <https://www.vesinikklaster.ee/>

tevõtetel selleks ka paremad võimalused ja vahendid. Väikese ja keskmise suurusega ettevõtete võimalused on siinkohal palju väiksemad, mistõttu olekski koostöö TA asutustega edasiviiv jõud.

Samuti ei peaks ettevõtted kartma, et TA asutuste soov on üksnes viia läbi pikki baasuuringuid. Pigem vastupidi ollakse just valmis läbi viima üha enam rakendus-

liku iseloomuga töid. Küll aga võib ilmned, et rakendus-uringud vajavad tihtipeale eeluuringu läbiviimist, kuid see on üksnes tööde loomulik osa. TA asutuste soov on, et koostöö tulemused oleksid alati maksimaalselt kasulikud ning ka rakendatavad ning nende põhjal oleks võimalik luua uut teadmust, mis viiks uute arengute, avastuste ning koostöödeni.

3.3. TA tegevuste rahastus Eestis ja Euroopas

TA tegevuse rahastuse allikad võib laias laastus jagada kolmeks – avalik sektor, erasektor ning välisriiklik. Eestis jagab riiklikku teadusraha peamiselt Eesti Teadusagentuur (edaspidi ETAg), jagades erinevaid uurimistoetusi ning vahendades ka Euroopa Liidu teadus- ja innovatsiooniprogrammide toetusi. Teadlaste jaoks suurimad ning ka tähtsamad ongi uurimistoetused nii teadusrühmadele kui ka näiteks mobiilsustoetused.

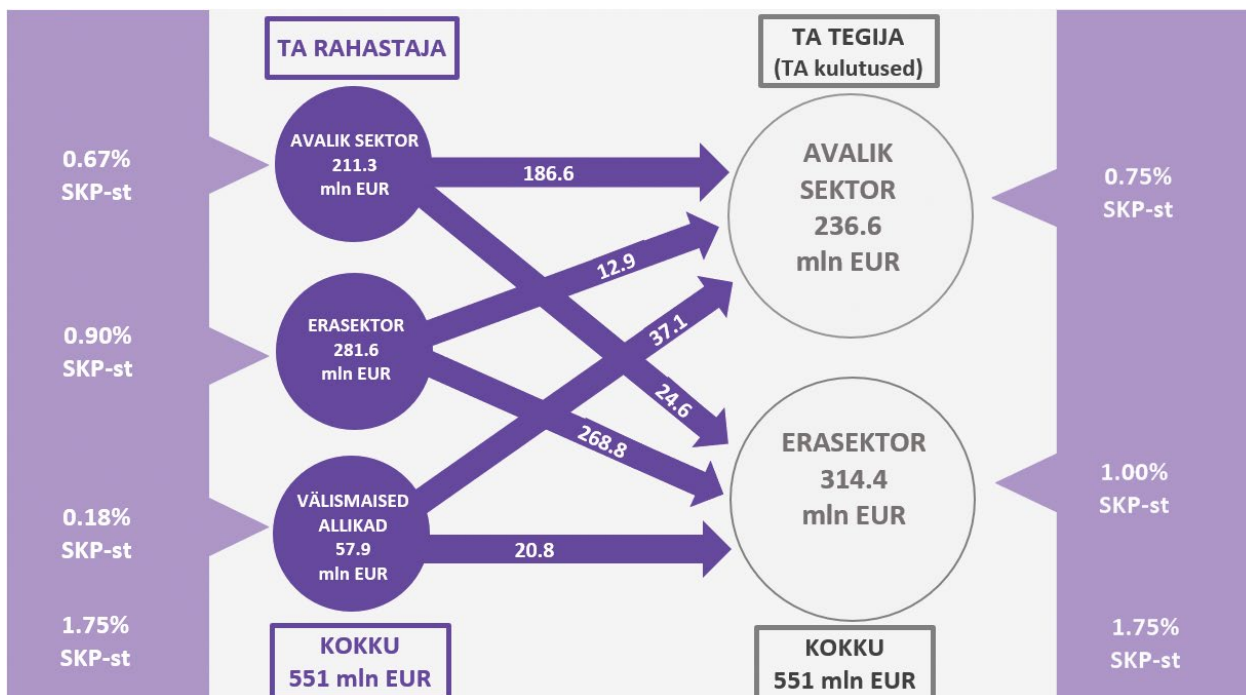
Eestis toetatakse TA tegevust rahaliselt erinevate

toetuste kaudu. 2019. aastal moodustas Eestis TA kogurahastus 1,6% SKP-st. Rootsis oli vastav osakaal 3,4%, Saksamaal 3,2% ja Soomes 2,8%, Euroopas keskmine 2,2%. 2021. aastal oli vastav näitaja Eestis tõusnud 1,75%-ni*. Seega panustavad meie põhjamaised naabrid ning ka Euroopa keskmiselt teadusesse kogumahus rohkem kui Eesti.

* Eurostat andmed. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tsc00001/default/bar?lang=en>

Eesti Teadusagentuuri poolt koostatud 2021. aasta TA rahastuse üldpilti vaadates oli 2021. aastal teadusrahastuse kogusumma 551 mln eurot, kokku 1,75% SKP-st.

Statistikaamet (andmed seisuga 02.12.2022). ETAg-i arvutused. Allikas: Eesti Teadusagentuur.



ETTVÖTETE INVESTEERINGUD TA-SSE

Erinevat statistikat ettevõtete investeeringute osas TA-sse on üldjuhul keeruline kokku saada. Statistikaameti andmed kogud ettevõttesisesed ja -välise rahastuse osas on suures osas konfidentsiaalsed, mistõttu on võimalik välja tuua üksnes üksikud ning üldistavad andmed. Üldiselt ei kajasta ettevõtted oma TA-alast tegevust väga aktiivselt ka muudes kanalites või on seda infomüüra üsna raske välja selekteerida.

Põhjused on siin ilmselt erinevad:

- puudub kohustus vastavat infot väljastada;
- ettevõtte ei planeeri ega eelarvesta TA-alast tegevust;
- ettevõtte soovib investeeringute suurust ja tulemusi hoida salajas;
- TA-alane tegevus puudub strateegilise juhtimise plaanidest.

Statistikaameti spetsialistide käest saadud informatsiooni osas olid andmestiku TD027 andmetel 2020. aastal energeetikasektoris ettevõttesisesed kulutused TA tegevustele kokku suurusjärgus 22 mln eurot (tööjõu-

kulud, materjalikulud, infrastruktuurikulud, põhivarainvesteeringud, sisse ostetud TA tööd ja teenused).

Statistikaameti andmestiku TD026 põhjal, mis kajastab ettevõttesisesed kulutusi teadus- ja arendustegevusele, on energeetikasektoris märgata tendentsi, kus aastast aastasse suurenevad investeeringud katse- ja arendustööde valdkonnas ning vähenevad alusuuringute osas. 2019. aastal olid suurimad investeeringud TA-sse katse- ja arendustööde valdkonnas (80,5%), seejärel rakendusuringute osas (15,9%) ning kõige vähem investeeriti alusuuringutesse (3,6%).

Olulise trendina võib välja tuua, et ettevõtted suunavad suurema proportsiooni oma katse- ja arendustöödesse ning riiklikul tasemel on suund pigem alusuuringute poole. Antud proportsioon on ka mõistetav – riigi ülesanne on kindlustada, et TA asutuste tasemel tegeletakse nii riigi, ühiskonna kui ka ettevõtluse huvides laiapõhjaliste teadustöö- ja baasuuringutega ning ettevõtete tasemel või ettevõtlusega koostöös on võimalik ellu viia spetsiifikapõhise ning rakenduslikuma iseloomuga uurimistööd.

Tabel 2 Ettevõttesisesed kulutused TA-le (Statistikaamet)

	Ettevõttesisesed TA kulutused kokku, €	millest:	Tööjõukulu, €	Investeeringud, €
2020	21 951 539		8 202 523	12 017 352
2019	22 187 014		5 918 527	14 512 645
2018	5 828 140		3 837 206	501 377
2017	8 570 940		6 095 071	1 455 205
2016	8 530 664		5 659 941	1 803 983
2015	8 124 173		4 050 241	3 931 932

TA TEOSTAJAD JA HÕIVATUS SEKTORIS

Eesti energeetikasektoris võib Statistikaameti 2019. aasta andmestiku EM001A alusel pidada 248 ettevõttega sektorit müügituluga suurusjärgus 2 miljardit eurot aastas. Sektoriga on hõivatud aastas keskmiselt 4739 inimest. Statistikaameti (andmetabel PA001) oli Eesti keskmine palk 2019. aastal 1407 eurot ning 2020. aastal 1448 eurot. Energeetikasektoris oli keskmine palk 2019. aastal 1996 eurot ning 2020. aastal 2118 eurot. Vaadates tööjõudu, siis 2019. aastal oli sektoris tööga hõivatute arv 4664 ning 2020. aastal 4352. 2009. aastal oli tööga hõivatud isikute arv aga 5688. On selge, et ühest küljest saab seda põhjendada ka põlevkivienergeetika vähenemisega Eestis, kuid teisalt toovad ettevõtted välja, et puudu on oskustööjõust.

Energeetikasektoris TA tegevustega hõivatud tööta-

jate osas koondab Eestis andmeid Statistikaamet. 2020. aastal oli sektoris (ENMAK 35) TA tegevustega hõivatud kokku 218 inimest (mehed ja naised). 2019. aastal oli vastav number 99. Samas ka nähtub, et võrreldes 2018. aastaga on nende hulk oluliselt vähenenud (2018. aastal 191). Kahjuks ei ole jällegi võimalik tulenevalt konfidentsiaalsusest esitada täpsemaid andmeid töötajate haridustaseme, vanuse vms tingimuste järgi, vaid kättesaadavad on üldnumbrid.

TA töötajate osaluse kasvu sektoris võib indikeerida ka asjaolu, et kui varasemalt on küsimustikule andnud vastuse suurusjärgus 10–12 ettevõtet, siis 2020. aastal oli valimiks 24 ettevõtet. Üldpildis aga on TA-ga tegelevate inimeste suurusjärgus püsunud samal tasemel.

Kui lähtuda energeetikasektori tööhõivest, kvalifikatsioonidest ning vajadusest, siis OSKA 2017. aasta raport

tõi välja, et inseneride ja tehnikatöötajate puudus energeetikasektoris on üha enam teravnemas. Peaaegu pooled töötajatest on 50-aastased või vanemad ning aastas oleks vaja juurde suurusjärgus 230 energeetikatöö-

tajat. Seda enam hakkab rolli mängima ka olemasoleva töötajaskonna täiend- ja ümberõppevõimaluste soodustamine, kuivõrd pealekasv iga-aastaselt järk-järgult langeb. Vajalik on insenerihariduse populariseerimine.

Tabel 3 TA-ga seotud tööjõud ettevõtetes (Statistikaamet)

	Valim	TA-ga hõivatud töötajate arv, teadlased ja insenerid	TA-le kulutatud tööaeg tööaastates, teadlased ja insenerid	TA-ga hõivatud töötajate arv, tehnikud	TA-le kulutatud tööaeg tööaastates, tehnikud	TA-ga hõivatud töötajate arv, abipersonal	TA-le kulutatud tööaeg tööaastates, abipersonal
2020	24	218	90	30	5,9	0	0
2019	11	99	95	36	35,9	18	18
2018	12	191	187	41	40,9	0	0
2017	10	115	98,65	37	36,9	18	18
2016	11	97	80,47	36	35,9	18	18

3.4. Innovatsioonivõimekuse tõstmise võimalused

Erinevad valdkonna arengukavad tõstavad esile innovatsioonialase võimekuse tõstmise vajalikkust ja ettevõtete ja TA asutuste toetamist. Samuti tõstetakse esile ettevõtete ja TA asutuste vahelise koostöö olulisust kui

ühte olulist valdkonna arengu alustala. OECD on oma 2019. aasta TA-alase koostöö soodustamise ülevaates välja toonud erinevad vahendid, mis aitaksid suurendada ettevõtete ja TA asutuste vahelist TA-alast koostööd.

Tabel 4 Võimalused TA-alase koostöö soodustamiseks (OECD, 2019)

REGULATIIVSED JA INFORMEERIVAD	
<ul style="list-style-type: none"> • TA innovatsioonitoetused; • TA asutuste ja ettevõtete vahelise koostöö grandid; • maksuerisused ja soodustused ettevõtetele TA tegevuste osas; • grandid intellektuaalomandi soetamiseks TA-asutustest; • ülikooli <i>spin-off</i> ide tugi; • mobiilsustoetused ettevõtetele teadlaste palkamiseks ja vastupidi; • innovatsioonivoucher'id TA asutustest TA teenuste soetamiseks; • TA asutustele lisarahastus tulenevalt koostööst ettevõttega; • ühislaborite arendus TA asutuste ja tööstuse vahel; • infrastruktuuri arendamise rahastus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intellektuaalomandi (IO) regulatsioonid avaliku rahastuse korral; • TA asutusest väljakasvanud <i>spin-off</i> ide regulatsioonid; • teadlikkuse tõstmise tegevused ja üritused koostöövõimaluste osas; • koostöövõimaluste kaardistamine ja teekaartide koostamine; • koostöö läbiviimise regulatsioonid ja abistavad juhendid; • <i>networking</i> ja kontaktide vahetamise võimaluste pakkumine.

Allikas: Policy Brief. University-Industry Collaboration. OECD, 2019.

Eestis on juba erinevaid toetusprogramme, mis soodustavad ettevõtete ja TA asutuste vahelist koostööd (nt rakendusuringute programm RUP). Samuti on võimalik osaleda Horizon 2020 rahastusprogrammis. Teadlaste mobiilsuse toetamiseks on programm SekMo, mille kaudu toetatakse doktorikraadiga teadlaste töölevõtmist Eesti era- ja avaliku sektori asutusse teadus- ja arendustegevuse tunnustele vastavate rakendusuringute ning tootearendusprojektide kavandamiseks ja läbiviimiseks. Antud meetmel on aga TA asutuste vaatest kindlasti ka negatiivne aspekt, kuivõrd see tähendab niigi väheste teadlaste ära liikumist.

MAKSUMEETMED

Neid võimalusi vaadates, siis üks, mida seni Eestis kasutatud ei ole, on kindlasti erinevad maksusoodustused ja -erisused. Praxis on koostanud ülevaatliku uuringu, milles seisneb, et hoolimata sellest, et TA tegevuse maksimeetmeid ning nende efektiivsust ümbritseb ebaselgus, rakendavad neid valdav enamus arenenud riikidest TA tegevuste toetamiseks. Valdav enamus erinevate riikide poolt kasutatavatest TA maksimeetmetest on suunatud TA kulutusi tegevate ettevõtete tulumaksukohustuse vähendamisele. Enimlevinud ettevõtte tulumaksuga seotud TA maksimeede on TA kulutuste võimendatud mahaarvamise võimalus ettevõtte maksustavast tulust (nt 1 rahaühik TA kulu vähendab maksustatavat tulu 2 rahaühiku võrra), TA kuludega seotud maksukrediit ja maksuvabastused. Need meetmed on suunatud era-sektori TA kulude suurendamisele.

Lisaks ettevõtte tulumaksu vähendamisele suunatud maksusoodustusele rakendatakse TA maksimeetmeid, mille eesmärgiks on vähendada ettevõtete üldist maksukoormust töjõumaksude alandamise läbi. Tjõjõumaksudega seotud TA maksimeetmeid kasutatakse konkreetse suunitlusega vähendada TA tegevuse töjõjõumaksukulu, kuna TA tegevused on suures ulatuses teadmiste- ja inimressursipõhised. TA töötajate töjõjõumaksimeetmete rakendamine toob kaasa TA töötajate arvu suurenemise. Lisaks ettevõtte tulumaksu ja töjõjõumaksude vähendamisele suunatud TA maksimeetmete on populaarsust kogumas TA maksimeetmed, mis on suunatud patentide loomisele ning nendelt teenitava tulu maksustamise vähendamisele. Norra ja Rootsi uuringud näitasid, et seeläbi suurenesid ettevõtete kulutused TA-le.* Samuti ka näiteks võimalused patentide ostuks ülikoolidelt. Kindlasti oleks ka see kohaks, kus oleks võimalik ühendada mõlema poole nõrgad ja tugevad küljed. Kui ülikoolidel ja teadlastel on parim ligipääs kõige viimastele teadusuuringutele ja ka kal-

* Teadus- ja arendustegevust ja innovatsiooni soosiva maksimeetmestiku analüüsi kokkuvõte. KPMG Baltics AS, Poliitikauuringute Keskus PRAXIS. 2010.

lile infrastruktuurile ja laborivõimekusele, siis tihtipeale ei ole ülikool ilma tööstuspartnerita võimeline erinevate teadussaavutuste ning patentide kommertsialiseerimisel, mis on aga just ettevõtete tugev külg, kuivõrd ettevõtted tunnevad turgu.

Ettevõtete soov on siiski leida parimad lahendused uudsete toodete/teenuste kommertsialiseerimiseks, et tulubaasi ja turuosa suurendada. Kuivõrd TA arenduste ja tegevuste tulemused on sageli ettearvamatud, siis on mõistetavad ettevõtete tõrked TA tegevuste mahu suurendamisel. Kui tabelist vaadata, et millised võiksid olla majanduslikult kõige paremad lahendused, siis selleks on kindlasti erinevad maksusoodustused, kuivõrd need on kindlasti koht, kus ettevõttel on võimalik kohe- selt majanduslikult võita ning oleks ka motivatsiooni TA tegevustesse rohkem panustada. Maksusoodustused ja -erisused on mitmetes riikides ka juba kasutusel ja olemas, mis võib näiteks olla ka põhjuseks, miks suured tööstusettevõtted ja TA mahukad ettevõtted on oma filiaalid ja TA üksused paigutanud maailmas laiali. See võib ka olla koht, kus suured rahvusvahelised ettevõtted soovivad oma TA arendusi ja üksuseid tuua rohkem ka Eestisse ning kus me ümbritsevatest riikidest esile tõuseksime. Kulupõhised TA maksusoodustused on ettevõtetele laialdaselt kättesaadavad enamikus OECD riikides ja paljudes teistes majanduspiirkondades. OECD riikides ei paku praegu ainult Eesti, Saksamaa ja Šveits konkreetseid maksusoodustusi TA tegevustele (2019. aasta seis).

MAKSUSÜSTEEM

Maksupoliitika on kindlasti üks võimalus, kuidas riigi poolt motiveerida ettevõtteid riigile vajalikus või prioriteetses valdkonnas rohkem TA-sse panustama. Eelkõige võiks see olla valdkondades, kus suured arenguhüpped ja investeeringud peaksid toimuma võimalikult kiiresti, näiteks energeetika. Riigi jaoks lahendaks see ka ühe teise olulise valukoha – statistika ja informatsiooni puudumise. Kui praegusel hetkel ei ole ettevõtlussektoril motivatsiooni oma TA tegevuste osas infot jagada, siis läbi maksusüsteemi jõuaks see info riigini sisuliselt automaatselt.

Praegune Eesti maksusüsteem toetub suuresti töjõjõumaksudele. Arvestades asjaolu, et töjõjõukulud moodustavad ligikaudu poole teadus- ja arendustegevuse kogukuludest, siis Eesti süsteem on pigem ebasoodne töömahuka teadus- ja arendustegevuse teostamiseks. Seega võib palgamaksimeetmetel olla TA osas stiimul olemas. Palgamaksusoodustused ei eelda maksustatavat kasumit ja seetõttu on need meetmed asjakohased ka väikese ja keskmise suurusega või alles arengustadiumis ettevõtetele, kuna need ei pruugi olla käivitusperioodil kasumlikud.

Võluvitsa siin ei ole – üldiselt soodustatakse TA tege-

vusi kas läbi regionaalsete või Euroopa toetusmeetmete või läbi konkreetsete maksusoodustuste, kuivõrd need mõjutavad iga ettevõtte tegutsemist. Kui TA tegevustesse investeerimine on vaid ettevõtte südametunnistuse või mainekujunduse osa, siis kahjuks jääb see tahaplaanile, kuivõrd ühiskondlik kasulik tegevus ei ole kindlasti ühegi ettevõtte jätkusuutliku tegevuse alusprintsip. Siinkohal kindlasti peaks riiklikul tasemel kindlustama TA tegevuste osas soodsa ettevõtluskeskkonna. Segased poliitilised loosungid ning ebakindlus strateegiliste eesmärkide osas kaasa ei aita. Rääkides energeetikasektorist, siis strateegiliselt ei saa pikemad eesmärgid iga 5 aasta tagant muutuda. Tekibki olukord, kus sektori ettevõtetel polegi kindlust pikemaajalisemaid investeringuid teha või hakata juurutama tehnoloogilisi arenguid.

Sektoris on vaja suuri investeringuid ning neid on vaja koheselt. Uuringute läbiviimise ja tehnoloogia aren-

damise kiirendamiseks oleksid vajalikud konkreetsete toetusmeetmed energeetikavallas, et energeeteemad ei konkureeriks näiteks IT-ga või tervisetehnoloogiatega. Vaja on kohe ja palju. Näiteks on ETAg-i programm ResTA. ResTA programm toetab ettevõtluse vajadusest lähtuvat teadus- ja arendustegevust puidu-, toidu- ja maapõueressursside väärdamisel, et soodustada neis valdkondades teadusrühmade võimekuse tõusu, valdkondlike spetsialistide pealekasvu ning arenduskoostööd ettevõtete ja teadusasutuste vahel. Sel moel suureneb sidusus teadus- ja arendustegevuse ning Eesti ja Euroopa majanduskasvu vahel. Taoline programm peaks kindlasti olema ka energeetikasektorile suunatud, kuivõrd ettevõtted suhtuvad väga positiivselt toetusmeetmele, mille halduskoormus võrreldes Euroopa programmidega on palju väiksem – näiteks nutika spetsialiseerumise meede ja rakendusuuringu programme RUP.

3.5. Rakendusuuringu programme ja teostatavate rakendusuuringu programme senised näited

EAS rakendusuuringu programme I voores said toetust 23 projekti, millest 5 olid energeetikavaldkonnas. II voores said toetust 30 projekti, millest 6 olid energeetikaga seotud. Toetuse saajad olid Eesti Energia AS, Eleon AS, Viru Keemia Grupp AS, Enefit Connect OÜ, Kuna Nordic Tsement AS ning väiksematest ettevõtetest R-S OSA Service OÜ, OÜ Hundipea, e-Pavement OÜ ning ka OÜ Skeleton Technologies.

VÖRGUANDMETE VÄÄRINDAMINE

Võrguteenuste osas soovib Enefit Connect OÜ erinevaid andmekaeve meetodeid kasutades tõestada, et võrgust kogutavate andmete põhjal on võimalik teatud tüüpi rikestest tingitud kliendikatkestusi ennetada ning rikketööd asendada plaanilise hooldustööga. Lisaks võimaldab antud tööriist monitoorida madalpingevõrku ja annab hea ülevaate võrgu analüüsiks. Loodav rakendus aitab vähendada OPEX kulusid ja tõsta kliendirahulolu.

PÕLEVKIVITUHA VÄÄRINDAMINE

R-S OSA Service OÜ on välja töötamas põlevkivituhkade väärdamise tehnoloogia edasiarendamist. Kunda

Nordic Tsement AS poolt läbi viidava rakendusuuringu raames viiakse läbi tööstuslik katse savist ja põlevkivist tsemendi sekundaarse tsemendi tooraine tootmiseks, millega oleks võimalik asendada klinkrit ning vähendada seeläbi süsinikjalajälge tsemendi tootmises ning leida alternatiivne kasutusvõimalus põlevkivile.

SUPERKONDENSAATORITE LAADIMISSÜSTEEM

Skeletoni ühe projekti tulemusena töötatakse välja superkondensaatoritel töötav laadimissüsteem, mis võimaldab linnaliinibusside kiiret laadimist peatusest peatuseks. Süsteemi eeliseks on akudel põhinevate lahendustega võrreldes oluliselt kõrgem efektiivsus ning pikk eluiga (12+ aastat), mis võimaldab vältida akude tootmisega seotud kasvuhoonegaase ning muud reostust. Teise projekti eesmärk on arendada moodulitehnoloogiad uue SuperBattery energiasalvestustehnoloogia turule toomiseks. SuperBattery on justkui ülivõimas aku, mida saab laadida tundide asemel 30 sekundiga, saavutades samal ajal 90% efektiivsuse. Nende jõudlusnäitajatega pakub SuperBattery põhimõtteliselt teistsuguseid spetsifikatsioone kui üldlevinud liitiumakud.

KLIIMANEUTRAALSED PIIRKONNA ENERGIAVARUSTUSE JA EHITUSLIKUD LAHENDUSED

Hundipea OÜ projekti raames arendatakse välja mudelil põhinev digitaalne tööriist, mis võimaldab kavandada varajases planeerimisstaadiumis kliimaneutraalse energiatõhususega piirkonna energiavarustuse ja ehituslikud lahendused.

PÕLEVKIVI ASENDAMINE JÄÄTMEPLASTIKUGA

Eesti Energia AS-i projekti fookuses on põlevkivi asendamise uurimine taaskasutatamatu jäätmeplastikuga, eeldades, et see laiendab Enefit Outotec Technology'i poolt arendatava Enefit-tehnoloogia kasutust ja kasvatab Eesti Energia õlitehastes toodetava vedelkütuse kvaliteeti, suurendades selle lisandväärtust ja vähendades CO₂-heitmete hulka.

NUTIKAS TEEKATEND

E-Pavement OÜ projekti käigus luuakse nutika teekatendi lahendus, mille abil on võimalik ilmastikukindlalt paigaldada teekattesse erinevaid elektroonilisi komponente ja toota päikesekiirguse abil nende toiteks vajalikku elektrienergiat (PV).

ORGAANILISTEST JÄÄTMETEST ÕLI TOOTMINE

Viru Keemia Grupp AS-i projekti eesmärgiks on arendada tahke soojuskandja protsessi baasil välja segaplastijäätmetest ja orgaanikat sisaldavatest jäätmetest õli tootmise tehnoloogia, aidates seeläbi kaasa raskesti taaskasutatavate plastijäätmete ringmajandusele.

ELEON TESTTUULIK

Eleon AS-i projekti eesmärgiks on arendada välja ja püstitada Eleon 5+ SCG testtuulik ning viia läbi kõik vajalikud testimised ning tuulikumudeli sertifitseerimine, mis on eelduseks tuulikumudeli lõplikuks valideerimiseks ja seeriatootmisesse suunamiseks.

Rakendusuuringute programmi kaudu teostatakse seega projekte seoses põlevkivi väärimisega, akutehnoloogiate arendamisega, võrgurikete ennetamise ja analüüsiga, uue tuulikumudeli arendamisega ning plastijäätmete ringmajandusele lahenduse leidmisega.

HORIZON 2020 KOOSTÖÖPROJEKTID

Eesti on edukalt osalenud lõppevas Horisont 2020 raamistikus. Eestisse on Horisont 2020 kaudu tulnud kõige rohkem rahastust energia valdkonda – kokku on konkurssidelt toodud 55 projektiga üle 23,2 miljoni euro. 466 nõuetekohasest taotlusest jõudis hindamisele 339. Taotlejate hulgas oli kokku 126 unikaalset partnerit. 43 partnerist, kes esitasid taotluse koordinaatorina, sai rahastuse viis projekti (Skeleton Technologies OÜ,

Tartu Regiooni Energiaagentuur, Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Ülikool ja Mikromasch Eesti OÜ). Kõige edukam osaleja oli Tallinna Tehnikaülikool (14 projekti, sh kaks koordineeritavat), kellele järgnes Tartu Regiooni Energiaagentuur (11 projekti, sh üks koordineeritavat), viie projekti partneriks oli Elering AS, nelja projektiga järgnes Tartu Ülikool (sh üks koordineeritavat).

Energiavaldkonna projektides tegeleti väga paljude teemadega alates keskkonnanõuetele vastavate ja kallasõbralike hüdroelektrijaamade arendamisest ja maa-põuevarade ning ressursside geoloogilise seire ja kasutuse teemadest kuni hoonete energiatõhususe parandamiseni ja uue põlvkonna energiatehnoloogia inseneride koolitamiseni. Toetati erinevast toormest biogaasi tootmise tehnoloogiaid, kogukondade kaasamist hajakasenergeetika arendamisse, piiriüleste elektrivõrkude väljatöötamist ja süsinikuneutraalsuse saavutamist linnades. Otsiti lahendusi kaugkütte probleemidele, tegeleti uue põlvkonna materjalidega jne. Koostööd on tehtud kõikide Euroopa Liidu liikmesriikidega ja enamikuga asotsieerunud riikidest. Partnerite ringi on täiendanud Hiina, Jaapan, Kanada, USA, Palestiina, India, Malaisia, Mehhiko, Kosovo ja Singapur.*

Energeetikavaldkonnas sai programmi raames TalTechi elektroenergeetika ja mehhatroonika instituudi koordineerimisel rahastuse ka targa võrgu projekt Smagrinet. Lühidalt on Smagrinet Euroopa Liidu Tarkvõrgu teadmiste kompetentsikeskus, mille eesmärgiks on tarkvõrgu teadmiste kogumine ja edasiandmine. SMAGRINET-is osaleb 9 organisatsiooni kuuest EL-i riigist: 6 kõrgetasemelist teadusasutust ja ülikooli ning Euroopa elektritööstuse esindajana Eesti Elektritööstuse Liit.** Projekti koordinaatoriks ja juhtivpartneriks oli Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut. Projekt on nüüdseks läbi ning saab öelda, et ka Eestis on nüüd olemas targa võrgu alane kompetentsikeskus ja teadmiseid targa võrgu valdkonnas arendatakse edasi, mis on valdkonna arengusuundasad arvestades äärmiselt oluline.

* „Eesti osalus Euroopa Liidu teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogrammis Horisont 2020“, Eesti Teadusagentuur, 2021

** SMAGRINET. <http://www.elektriliit.ee/smagrinet-%E2%80%93-euroopa-liidu-tarkv%C3%B5rgu-teadmiste-kompetentsikeskus>



4.

Uuringu intervjuude tulemused

Antud peatükis välja toodud tulemused ja soovitused lähtuvad sektori ja liidu ettevõtete seas läbi viidud küsitluse ja intervjuude tulemustest.

Küsitluses olid esindatud kõikide tegevusvaldkondade ettevõtted ning intervjuud viidi läbi nii elektrienergia tootjate, võrguettevõtjaga ning ka elektriseadmete tootjatega. Üldiselt osalesid küsitluses liidu poolt suurettevõtted ning sektori poolelt enamjaolt just väikese ja keskmise suurusega ettevõtted (VKE-d).

Konfidentsiaalsuspõhimõtete osas ei tooda täpsemalt välja uuringus osalenud ettevõtete tegevusalasid, kuid üldiselt saab välja tuua, et uuringus osalesid kõik suuremad ettevõtete valdkondade esindajad – elektrienergia tootjad, võrguettevõtjad, elektriseadmete tootjad.

4.1. Ettevõtete hinnang riiklikule energiapoliitikale

Energeetika on valdkond, mis sõltub väga palju regulatsioonist – seega energiapoliitika mõju on ettevõtte tegevusele otsene. Ei saaks öelda, et Eestis oleks ideede puudus, kuid probleemiks on see, et teostus ei jõua järele või ei ole teostuse osas vajalikke regulatsioone/planeeringuid.

Riikliku poliitika osas on ettevõtete hinnang sektori põhiselt vägagi ühtlane:

- energeetikas on liiga palju poliitikat ja liiga vähe teadust ja teadlikkust;
- ettevõtetel ei ole kindlust investeeringute teostamiseks;

- prioriteet peaks olema hoolimine oma riigist ja ettevõtetest;
- eelkõige peaks olema kasu oma riigile;
- pikemad strateegiad ei tohiks muutuda valituse muutusega.

Liidupõhiselt toodi lisaks välja veel järgnevat:

- maksupoliitika ei ole pädev ning erib suures pildis EL-i soovitusi;
- Eesti on liialt kiirustades asunud sulgema põlevkivi baasil elektri jaamu;
- riiklik energiapoliitika ei vasta valdkonna vajadustele.

Riiklik energiapoliitika sammub tegelikest arengutest ja vajadustest kaugel tagapool, seda just näiteks turukorralduse ja investeerimiskindluse osas. Eesti on piirkonnas lisaks Lätile ainuke riik, kus pole viimaste aastate jooksul rajatud mitte ühtegi uut suuremat elektritootmisvõimsust.

ETTEVÕTETE PROBLEEMID

Ettevõtete hinnangul seab praegune poliitika raskesse olukorda nii elektrienergia tootjad kui ka võrguettevõtted. Elektrienergia tootjad takerduvad bürokraatlikutesse protsessidesse ja planeeringutesse või arendamise vastuseisule ning võrguettevõtted seisavad silmitsi taastuenergiaallikate võrku lisandumisega ja üha suureneva hajatootmisega, mis tähendab erinevaid väljakutseid. Tuleb ette, et muudetakse regulatsioone, mis peaksid riigi suunad pikaajaliselt paika panema – see ei anna ettevõtjatele kindlust pikaajaliste plaanide tegemisel. Seega regulatsiooni (sh maksusüsteemi) etteaimatavus on madal ja ei soodusta investeerimiskindlust. Murekohtadeks on, et uute vajalike regulatsioonide kehtestamine võib mõnel juhul väga kaua aega võtta ning regulaatori avatus uutele lahendustele võiks olla suurem (nt süsteemiteenuste osutamine turupõhiselt).

Süsteemihalduri eesmärgiks on varustuskindluse tagamine – olgu see siis läbi välisühenduste või oma tootmisüksuste. Näiteks peab süsteemihaldur arvestama, et üha enam suureneb hajatootmine, tekivad kogukonnavõrgud ja energiaühistud, mis tähendab, et üha vähem elektrit hakkab käima läbi põhivõrgu, mis aga tähendab, et tulud vähenevad. Siiski on aga vaja võrku arendada, mis tähendab, et ainsaks viisiks on seda teha läbi võrgutariifi tõstmise.

Riigi poolt peaks siiski olema ühtne seisukoht ja suund. Valitsuse vahetudes või muutudes ei tohiks muuta pikaajalised energiasektori eesmärgid, mis mõjutavad investeerimiskindlust. Kindlasti ei tohiks sellised suured asjad kardinaalselt muutuda, mis mõjutavad näiteks elektrienergia tootmist ja varustuskindlust. Suur pilt on seega vale ning saab alguse riigitasandilt.

Suund peaks olema oma riigi ja ettevõtluse kaitsel, mis aga võib tähendada muidugi ka EL-i rahade kokkukuivamist. Ettevõtetest puudub kindlus investeeringute teostamiseks. Pidevalt võib tekkida olukordi, kus kinnitatakse mingi arengukava või riiklik suundumus või luuakse koalitsioonileping, kus on kirjas üks asi. Siis muutub valitsus, kes arvab hoopis teisiti. Ettevõtte võib aga selleks ajaks olla juba teinud olulisi investeeringuid ja olla oma arenguprojektiga poole peal. Seejärel tuleb sellele tõmmata kriips ning lugeda see miinusprojektiks.

Ettevõtetele tekitab raskuseid riikliku ja EL-i poliitika heitlikkus ja ettevõtete ebasoodsasse olukorda panek. EL-i poliitikat võib kohati pidada kaheti mõistetavaks, kuivõrd ühest otsast sunnib EL CO₂ emiteerivaid jaamu sulgema ja CO₂ emissiooni vähendama, kuid teisest otsast suurendatakse oma sõltuvust CO₂ emiteerivast maagaasist (eelkõige Venemaa gaas) ja loome uusi ühendusi. Tegemist on otsustega, mis otseselt paneb liidu enda turu ning ettevõtteid kehvemasse olukorda. Sisuliselt suretab EL enda tootmist ja ettevõtlust ning asendab selle EL-i välise tootmisega, kus on teised reeglid ja tingimused (nt CO₂ hind). Sisuliselt tegeleb EL statistikaga manipuleerimisega – numbriliselt saavutab EL CO₂ neutraalsuse, kuid tegelikkuses, maailma mõistes, olukord ei parane, kuivõrd sõltume endiselt kolmandate riikide importkütustest.

KLIIMAEESMÄRGID

Kitsaskohaks on Eesti kohati isegi liigne, agressiivne kliimapoliitika, mis tähendab, et oleme isegi võtnud EL-i nõuetest ambitsioonikamad kliimaeesmärgid. EL-i kliimapoliitika aga ei arvesta riigipõhiste erinevuste ning olukordadega, vaid eesmärgid on ühtsed. Seega on väga ebavõrdses olukorras näiteks Norra, mis sisuliselt tänu hüdroenergiale on juba kliimaneutraalne ning Eesti, mille energiamajandus põhineb veel põlevkivil. Eesti on EL-i kliimaeesmärkide saavutamise nimel olnud liialt tormakas ning asunud sulgema põlevkivijaamu ilma piisava asendava juhitava energiatootmise tagamiseta. Ka sektori poolt on kriitikat, et Eesti ei ole olnud suuteline piisavalt kiiresti tagama piisavaid välisühendusi ja varustuskindlust. Energiapoliitika peaks seega kindlasti rohkem arvestama kohalike oludega. Siinkohal ongi valitsuse koht rõhuasetuste seadmiseks, et arvestada rohkem ka kohaliku olukorraga.

4.2. Riigi tugi ja suunised ettevõtetele

Riiklikud suunised või arengukavad on olulised eelkõige energiatootmise valdkonnas ning võrguettevõtete jaoks, kuivõrd need annavad ette teemad, kuhu investeerimist suunatakse. Tootmisettevõttes riigilt suuniseid TA tegvuste osas üldiselt ei oota, vaid jälgitakse valdkonnas toimuvat ja seda kuidas tehnoloogia areneb, millised on uued lahendused/materjalid. Eelkõige tuleb see info hetkel kontserni kaudu. Samuti on erinevaid infokanalite subscribing võimalusi. Need, kes ettevõttes TA tegevustega tegelevad, neil on omad kohad ja kanalid, mille infovoos nad on. On ka erinevates rühmades liikmed, kus see info liigub. Riik siin kindlasti seda infot hallata ei suudaks.

Samuti ei ole ettevõtete poolt huvi teostada ülduuringuid, mis võiksid olla koostatud riiklikul tasemel või TA asutuste poolt ettevõtetele kasutamiseks. Ettevõtete hinnang on, et alusuuringute ja baasuuringute finantseerimine võiks ja peaks jääma riigi hooleks ning ettevõtete hooleks jääks just rakendusliku iseloomuga tööd.

Vaadates energeetikasektori arenguid, siis on valdkondi, mille osas võiks riiklikul tasemel läbi viia baasuuringuid, mis oluliselt lihtsustaksid ettevõtete jaoks TA tegevuste elluviimist, kuivõrd neil oleks võimalik ressursid suunata rakendusliku komponendi teostamiseks.

Riik võiks läbi viia järgmised laiemad uuringud:

- taastuvenergiaallikate rakendamine ja rohetehnoloogiate areng (eriti tuuleenergeetika, sh meretuulepargid);
- salvestustehnoloogia,
- elektri transport;
- vesiniku tehnoloogia;
- digitaliseerimine;
- puiduressursi jätkusuutlikkus.

Riik peaks uuringutega tegelema pigem ettevõtetele relevantse info eesmärgi täitmiseks olukorras, kus ettevõtteid ei soovi seda ise teha või neil pole selleks ressursi. Sellised võiksid olla ka üldisemad baasuuringud, mille tulemused oleksid vabalt kasutatavad kõigile ettevõtetele ning mille põhjal oleks ettevõtetele võimalik edasi teha juba konkreetsemate arendusprojektide kallal.

Tehnoloogia ja innovatsiooni suurendamisel on ka ülioluline kohalikul tasemel kompetentsi ja teadmise areng. Kui riiklikult soovitakse näha ettevõtete ja TA

asutuste vahelist suuremat koostööd, siis tuleks siin ka riiklikul tasemel eeskujuna näidata. Tellides riiklikult olulisi uuringuid või analüüse välismaalt, kuigi kohalikul tasemel on kompetents olemas, siis põhjustab see probleeme mitmel tasandil. Esiteks ei ole sellisel viisil võimalik tagada kompetentsi ja teadmiste kasvu kohalikul tasemel ning teiseks ei ole tihti peale välismaised asutused või ettevõtteid võimalised analüüside teostamisel arvestama kohalikku perspektiivi ning analüüside tulemus võib olla liigselt EL-i poliitika põhine, mis võib aga olla liigselt üldistav.

Riigi poolt oleks vajalik:

- kindlustada soodne investeerimiskeskond;
- valdkonnas tuleks pakkuda paindlikumaid toetusmeetmeid;
- vaja oleks valdkonnaspetsiifilisi programme, mis oleks suunatud vaid energeetikavaldkonna projektide rahastamisele. Praeguste programmide rahalised mahud on väikesed, et omada mõju rahvusvahelises konkurentsis;
- riiklikud prioriteedid, pikaajalise vaate ja poliitilise tahte olemasolu konkreetsete valdkondade toetamiseks ja arendamiseks. Vastavate regulatsioonide väljatöötamine. Rahastusvõimalused TA tegevuste toetamiseks;
- pikaajalist selgust ettevõtluskeskkonna osas – regulatsioonid, kliimapolitiitika jne. Kui ei ole pikaajalist selgust ja kindlust, siis ei saa teha ka pikaajalisi investeringuid, mis on energeetikas ja keemiatööstuses paratamatus.

4.3. Koostöö TA asutustega

Üldiselt suhtutakse koostöösse TA asutustega positiivselt ning koostöö võiks ettevõtete hinnangul toimida mitmel rindel.

Ettevõtete ja TA asutuste vahelise koostöö suurendamise osas hinnati suurima mõjuga tegevuseks seda, kui TA asutus tutvustaks ise ettevõttele oma võimekust, teenuseid või laboreid. Samuti toodi välja osalemist ühistes projektides või toetuse olemasolu TA konsultandi kaasamiseks, kes aitaks kaardistada TA tegevuse võimalusi ettevõttes. Väiksema mõjuga olid ettevõtete hinnangul TA asutuste infokirja olemasolu, ETIS-e portaali ettevõttesõbralikuma liidese olemasolu ning ettevõtlusdoktorantuuri või mobiilsuse toetused.

Nagu öeldud, siis koostööle TA asutustega suhtuti üldiselt positiivselt. Liidus läbi viidud küsitluses soovisid kõik vastajad TA asutustega koostööd teha ning sektori küsitluses tõi vaid 1 ettevõtte välja, et koostööd TA asutusega teha ei soovita.

Sektori küsitluses toodi enim välja, et soovitakse koostööd teha järgmistes valdkondades:

- uuringute/tööde/konsultatsiooni tellimine;
- toetuste taotlemine;
- praktika;
- mõnes projektis partnerina osalemine, kus projekti koordinaatoriks on mõni muu asutus/ettevõtte.

Vähim soovitakse koostööd teha järgmistel teemadel:

- stipendiumid;
- tööstusdoktorantuur;
- toetuskirjad;
- sponsoreerimine.

Liidu poolt soovitakse enim koostööd teha järgmistes valdkondades:

- uuringute/tööde/konsultatsiooni tellimine;
- laboriteenuste kasutamine;
- stipendiumid;
- panustamine õppetöösse/külalisloengud;
- praktika;
- mõnes projektis partnerina osalemine, kus projekti koordinaatoriks on mõni muu asutus/ettevõtte;
- toetuste taotlemine;
- täiendkoolitused;
- toetuskirjad.

Vähim toodi välja järgmised tegevused:

- lõputööde juhendamine/teemade väljapakumine;
- tööstusdoktorantuur;
- sponsoreerimine.

Üldiselt on ettevõtete ootustele vastamise osas soovitud TA asutustele üsnagi ühelaadsed. Enim soovitakse, et TA asutused omaksid rohkem „ettevõtlikumat“ vaadet ning oleksid ise aktiivsemad oma võimaluste pakkumises ettevõtlussektorile. TA asutustelt oodatakse ka ise julgemat pealehakkamist ja teadvustamist selle osas, et kuidas nad saaksid oma teadmistega ettevõtete jaoks olulistel teemadel panustada. Samuti, et TA asutused suudaksid pakkuda ka ärilisemat vaadet tööde teostamisel. Kuivõrd TA asutustel on parem ülevaade selle osas, et millised toetusmeetmed on olemas, siis soovitakse, et TA asutused teavitaksid ka ettevõtteid toetuste olemasolu ja tähtaegade osas. Eriti vajaksid selles osas abi just väikese ja keskmise suurusega ettevõtted, kuid ka suurettevõtete osas võiks see info paremini liikuda. TA asutused võiks ehk ka ise hoida rohkem valdkonna suundumustel silma peal ja näiteks julgemalt ettevõtetele pakkuda oma väljatöötatud lahendusi või uurimistöö tulemusi, mis võiksid ettevõtetele sobida.

UURINGUTE EESMÄRGID

Küsimusele, et kas TA asutustel on puudu mõnest ettevõtte jaoks vajalikust teenusest, siis ettevõtete hinnangul on puudu TA asutuste initsiatiivist ning ka praktilisemast vaatest ettevõtete seisukohast. Samuti võiks TA asutuste poolt olemas olla konsultatsiooniteenus, kus TA asutus aitaks ettevõttel leida ja kaardistada neid valdkondi, milles TA asutus saab abiks olla ja ettevõttele oluliselt täiendavat väärtust luua. On erinev arusaam, millised on ettevõtete ja teadusasutuse huvid uuringute läbiviimisel. Ettevõtted on huvitatud eeskätt väärtuse loomisest läbi toodete ja teenuste ning tehnoloogia arendamise (rakendusuuringud), teadusasutused soovivad minna teadusega rohkem süvitsi ja on huvitatud teaduslikest tulemustest (alusuuringud). Sealt sünnib dissonants, mida tuleb vähendada ehk ühisosa peab suurenema, TA asutused peavad rohkem kaasa tulema ärilise poole arendamisel. TA asutuste eesmärgid ning ettevõtete TA-alased eesmärgid peaksid olema tänasest rohkem omavahel sünkroonis ja joondatud – nii on võimalik saada päriselus rakendatavat ja vajaminevat teadustegevust.

Ettevõtete jaoks on tänasel päeval suurimaks prob-

leemiks koostöö osas TA asutustega vähene info liikumine – teadus, mis tehakse ülikoolis ei jõua ettevõtete hinnangul alati ettevõtteni ja ühiskonnani. See ei tähenda seda, et teadlased tegeleksid teadustööga, mis ei ole riigile või ettevõtetele oluline, vaid see teadmus lihtsalt ei liigu, sest pole häid mooduseid, kuidas teha teadustööga kursis olla.

Ettevõtetel on raske hoomata, et milline see meie teadusmaastik ja võrgustik on – kes mida jagab, kes minneid uuringuid teeb ning kus neid tehakse. Ettevõtted ei ole kursis sellega, millega TA asutustes tegeletakse ja millised on nende võimekused.

Komistuskiviks on tihti ka ettevõtete ja TA asutuste nii-öelda „töökeele“ erinevus. Ettevõtted sooviksid, et

teadlased ei presenteeriks oma tööde tulemusi neile kui teistele teadlastele, vaid nopiksid oma töödest välja just selle kasukomponendi, mida ettevõttel oleks vaja. Info peaks olema fokuseeritud ja lihtsalt selgitatud.

Muidugi peab see kõik olema kahesuunaline – tähtis on just poolte vajaduste väljaselgitamine. Samuti, kui ettevõtted peaksid olema kursis, mis toimub ülikoolis, siis võiksid ka ülikoolid olla kursis sellega, mis toimub ettevõtlusmaastikul. Kui TA asutus ettevõtte vajadusi ei mõista või ei liigu ettevõtlusega samas suunas, siis ilmselt ei ole koostöö väga viljakas.

Koostöö osas soovitakse ka näha energeetika ja info- tehnoloogiateaduste (IKT) suuremat sünergiaat ja koostööd.

4.4. TA struktuurid ettevõtetes

Ettevõtetelt uuriti, milline on TA tegevuste läbiviimise struktuur ettevõttes – näiteks kuidas TA tegevusi ellu viiakse, kuidas toimub arendusplaanide paikapane ning kas TA jaoks on ka eraldi eelarve.

Üldpildis saab öelda, et nii liidu kui ka sektori ettevõtetes toimub TA tegevuste elluviimine eelkõige ettevõtte-

siseselt Eestis ning koostöös Eesti TA asutustega. Liidus toimub koostöö lisaks ka kontserni tasemel ning rohkem kui sektoris üldiselt ka koostöös välismaiste ettevõtetega ning TA asutustega.

Täpsemad tulemused on välja toodud allolevas tabelis.

Tabel 5 TA tegevuste teostamine ettevõttes (küsitluse tulemused)

TA TEGEVUSTE TEOSTAMINE ETTEVÕTTES	SEKTOR, %	LIIT, %
Kontserniüleselt (arendusüksus ei asu Eestis)	0	66
Kontserniüleselt (arendusüksus asub Eestis)	27	66
Ettevõttesiseselt Eestis	63	100
Koostöös Eesti ettevõtetega	18	66
Koostöös välismaiste ettevõtetega	36	100
Koostöös Eesti teadus- ja arendusasutustega	63	100
Koostöös välismaa teadus- ja arendusasutustega	0	66
Koostöös inseneribüroodega	18	66
Koostöös konsultatsiooniettevõtetega	27	33
Kogu arendustöö/tehnoloogia ostetakse täies mahus sisse Eestist	0	0
Kogu arendustöö/tehnoloogia ostetakse täies mahus sisse välismaalt	0	0
Ei tegele teadus- ja arendustöö tegevustega	18	0

Arendusplaanide paikapanek toimub nii sektori kui ka liidu ettevõtetes põhiliselt juhtkonna tasemel. Liidu tasandil on ettevõtetes rohkem arendustegevuste välja-

selgitamiseks eraldi osakondi või eraldi inimesi. Lisaks kasutavad liidu ettevõtted rohkem ka välise konsultandi abi.

Tabel 6 Arendusplaanide paikapaneku toimumine ettevõttes (küsitluse tulemused)

ARENUSPLAANIDE PAIKAPANEKU TOIMUMINE ETTEVÕTTES	SEKTOR, %	LIIT, %
Juhtkonna tasemel	100	100
Ettevõttes on arendustegevuste väljaselgitamiseks eraldi töötaja või osakond	33	66
Töörühmad lahenduste leidmiseks	44	66
Ajurünnakud/ettevõttesisesed ideekorjed	33	66
Töötajate rotatsioon ettevõttesiseselt/kontserniüleselt	11	33
Töötajad tavatöö kõrvalt	22	66
Riiklike strateegiadokumentide jälgimine	44	0
Välise konsultandi abil	11	66

Ettevõtetelt uuriti, millised tegurid mõjutavad TA tegevuste mahtu ettevõttes. Suurimateks mõjuriteks on toetusmeetmete ning rahastusvõimaluste parem kättesaadavus, kvalifitseeritud töötajate olemasolu, muudatused maksusüsteemis, piisava vaba kapitali olemasolu ning ka kindlustunde olemasolu valdkonna arengusuundade osas. Kõige vähem mõjutab ettevõtete tegevusi TA vallas konkurentide tegevused.

Üldiselt on ettevõtetel olemas siiski ka pikemad arengukavad üle 5 aasta pikkuse perioodi vaates – seda nii sektori kui ka liidu puhul. Seejärel on olemas ka keskpikk plaan kuni 5 aasta vaates. Vähem toimub arendustegevuste planeerimine lühema ajaperioodi jooksul ning üksikjuhtumitena.

Tabel 7 Arendustegevuse läbiviimise planeerimine (küsitluse tulemused)

ARENUSTEGEVUSE LÄBIVIIMISE PLANEERIMINE	SEKTOR, %	LIIT, %
Ettevõttel on arengukava pikas perspektiivis 5+ aastat	66,67	100,00
Ettevõttel on keskpikk plaan kuni 5 aasta vaates	33,33	50,00
Ettevõtte planeerib tegevusi kuni 1 aasta ette	33,33	25,00
Arendustegevused on pigem üksikjuhtumid ja vastavalt vajadusele	22,22	0,00
Arengukava paneb paika ettevõtte üksus välismaal	0,00	0,00

Mida pikem on arenguplaanis ajahorisont, seda hägusemaks muutub ka täpsusklass ning tegemist on sellisel juhul pigem üldisema arengusuunaga. Üldiselt koostatakse detailsem eelarve maksimaalselt kuni 3 aasta vaates.

Seega on ettevõttel justkui lühikene, keskmine ja ülipikk vaade, mis erinevad oma täpsusklassi osas. Ettevõtete pikaajaline strateegia läheb kohati kuni 2050. aastani välja, lühem on kuni 5-aastane. Suurem pilt panakse paika juhtkonna tasemel, aga väiksemaid vaadatakse pigem inseneride tasemel. Ideid arendustegevusteks kogutakse nii juhtkonnalt kui ka altpoolt. Üldiselt on ettevõtetel arendustegevuste osas arengukavad olemas pikemas perspektiivis kui 5 aastat. Seda nii sektori kui ka liidu ettevõtete puhul. Sektori ettevõtete seas

oli ka ettevõtteid, kus arendustegevuste läbiviimine on pigem üksikjuhtumipõhine. Liidu puhul on tegevused planeeritud vähemalt 1 aasta perspektiivis.

Kaardistuses osales ka tootmisettevõtteid, milles TA tegevus on täielikult iseseisev, kuid kus koostööd tehakse ettevõtte teiste üksustega teistes riikides ja on ühiseid projekte kontsernisiseselt.

Koostööd Eesti TA asutustega on sellises mudelis pigem üksikjuhtumid. Ettevõtte poolt on üheks suurimaks põhjuseks selles osas see, et ei olda teadlik sellest, milllega Eesti TA asutustes tegeletakse ja kuidas oleks võimalik need teadmised või teenused ka ettevõtte jaoks tööle panna.

On ka TA struktuure, kus TA tegevus toimub peamiselt läbi partnerite ning kõik vajalik TA ostetakse sisse.

4.5. TA finantseerimine ja teostamine ettevõttes

TA tegevusi finantseeritakse nii sektori kui ka liidu ettevõtete puhul peamiselt omavahenditest, seejärel toetustest ning vähim määrgiti, et TA tegevusi finantseeritakse laenu võtmise teel. Samuti toodi välja, et toetusi kasutatakse oluliselt rohkem, kui oleks sobivaid võima-

lusi ja motiveerivaid meetmeid. Toetuste osas on kaasatud vahendeid olles partneriks Horizon 2020 projektides või osaledes EAS-i rakendusuuringute või nutika spetsialiseerumise rakendusuuringute voorudes.

Tabel 8 TA tegevuste finantseerimine ettevõttes (küsitluse tulemused)

TA TEGEVUSTE FINANTSEERIMINE ETTEVÕTTES	SEKTOR, %	LIIT, %
Omavahenditest	87,5	100
Kaasab vahendeid (laenud)	37,5	50
Kaasab vahendeid (toetused)	50	75

Toetusmeetmete puhul on ettevõtete jaoks oluline panuse hindamine, mis läheb taotluse koostamiseks. Panus ja saadav kasu peavad olema tasakaalus. Kui taotluse koostamisega kaasneb väga palju bürokraatiat (nt raporteerimist), siis seda enam tuleb kasu hinnata. Tagasisidest tulenes, et ettevõtte silmis on taotlejasõbralik ja suhteliselt madala bürokraatiakoormusega näiteks nutika spetsialiseerumise rakendusuuringute programm ja EAS-i uus rakendusuuringute programm (RUP).

Üllatuslikult toodi ka välja, et kohati tundub, et näiteks RUP meede on toetuse jagamise osas kohati liiga helde, kuivõrd tegemist on hea meetmega, siis joostaks sinna isegi siis tormi, kui toetusprotsent oleks natukene väiksem.

Suurem toetusprotsent on ettevõtte vaatest muidugi väga positiivne, kuid samas vähendab see ka toetust saavate projektide arvu. Kui toetusprotsent oleks ka väiksem, siis paneks see taotluse esitamise osas rohkem kaaluma ning tagaks ka selle, et taotlused on kvaliteetsemad ja suurema kaaluga. Mida rohkem peab ettevõtte omavahendeid kaasama, seda enam peab ta tegelikkuses oma eesmärgi läbi mõtlema.

TA tegevustele planeeritavate kulutuste osas ollakse nii sektoris kui ka liidus hinnangute osas positiivsed – kulutused TA tegevustele järgnevatel aastatel pigem kasvavad või jäävad olemasolevale tasemele. Sektoriküsitluses oli ka ettevõtteid, kes olid märkinud, et ei planeeri üldse kulutusi TA tegevustele, kuid liidu ettevõtetes seda ei märgitud. Samuti oli sektori küsitluses vaid 1 ettevõtte, kes märkis, et kulutused TA-le kahanevad. Kui otseselt ei ole võimalik kulutuste mahtu arvestada, siis toodi ka välja, et kõik, mis jääb maksudest

ning püsikuludest üle, siis see suunatakse arendustegevuste finantseerimiseks.

Ettevõtetelt uuriti ka seda, kui suur protsent ettevõtte käibest suunatakse TA tegevustesse. Ka siin olid vastused üsnagi erinevad. Sektori ettevõtetes varieerus protsent 0,2–50% vahel, kuid enamus olid siiski märkinud, et see jääb 1–3% vahele. Samuti toodi välja, et see sõltub olukorrast ja projektist ning et konkreetset protsenti ei ole. Liidu küsitluses võib välja tuua, et see suurus jääb 2% kanti. Samuti oli neid ettevõtteid, kes ei soovinud vastust avaldada.

„Kui ettevõtte tahab ikkagi olla täna, homme ja tulevikus tehnoloogialiider, siis ei ole see võimalik ilma kulutusteta arendustegevustesse.“

On ka ettevõtteid, kus arendusosakond tegeleb üle terve kontserni erinevate arendusprojektidega ning asutustega. Palju asju tuleb majasiseselt endalt, on ideesid, mis tulevad konkursside kaudu ning palju asju ka töö käigus ja tulenevad n-ö vajadustest. Seejärel tehakse tavaliselt eelarvutused, mille tulemusel vaadatakse, et kas sellega liigutakse edasi koheselt või on see perspektiivne tulevikuarendus. Palju tegureid on ka tundmatud, näiteks mida hakkab tegema CO₂ hind. Kui mingisugune uuring on ettevõttele eluliselt vajalik, siis tuleb seal häärata ka juhtiv roll ja sellega tuleb tegeleda. On ka olukordi, kus potentsiaalse arenguideo osas moodustatakse juhtgrupp, kelle otsustada jääb, kas teemaga minnakse edasi, jääb see riulisse ootele või ei ole see perspektiivikas. Strateegia kinnitatakse nõukogus ning see on hetkel kinnitatud kuni aastani 2024.

On ka olukordi, kus ostetakse sisse ka n-ö inseneride tööaega, kuid kuivõrd nende tegevuse eesmärk on leida võimalusi arendustegevusteks, siis peetakse seda TA tegevuseks. Seega on erinevaid nüansse, kuidas ettevõtteid on TA tegevuse enda jaoks lahti mõtestanud.

TA-ga seotud tööjõu suurus on ettevõtetes erinev. On ettevõtteid, kus arendusosakonnaks saab nimetada ühte inimest ning on ka neid, kus arendusosakonnas töötab suurusjärgus 10 või rohkem inimest. On ka osakondi, kus töötajate igapäevaseks ülesandeks on mõelda, kuidas võiks teatud tegevusi teha paremini. TA-ga tegelevate inimeste taust on pigem siiski inseneeriaga seotud.

Pädevuse ja kompetentsi majas hoidmine on siiski tähtis ka olukorras, kus suurem TA tegevus ostetakse sisse.

Üheks TA tegevuste finantseerimise allikaks on erinevad toetused. On ülioluline, et ettevõtteid oleksid erinevate toetusvõimalustega kursis ning oleksid ka huvitatud vajadusel nende kasutamisest. Nii liidus kui ka sektoris saadakse enamjaolt infot siiski ise internetist otsides ning liidus ka erinevatelt seminaridelt ja konverentsidelt. Sektori ettevõtetes on selles valdkonnas ka oluliselt väiksem side või infovahetus nii TA asutustega kui ka näiteks EAS-iga või ETAg-iga.

Tabel 9 Info toetusmeetmete osas (küsitluse tulemused)

INFO TOETUSMEETMETE OSAS	SEKOR, %	LIIT, %
Internetist otsides	100	100
Erialaliidust	55	75
Eesti Teadusagentuuri/Arhimedese/EAS-i vahendusel	22	75
Ettevõtte arendusjuhilt/arendusosakonnalt	22	75
Väliselt TA konsultandilt	11	25
Seminaridelt/konverentsidelt	44	100
TA asutuselt (teadlaselt/projektijuhilt)	11	75
TA asutuselt (ettevõtlusega tegelev isik)	0	25
Meediaväljaannetest	44	75
Teadus- ja tehnikaväljaanded	22	50

Toetusmeetmete osas oli nii liidu kui ka sektori küsitlustes kõige tuntumaks toetusmeetmeks Horizon 2020 meede, mida liidus olid paljud ka juba kasutanud. Küsitluse tulemustest saab välja tuua, et liidu ettevõtteid on erinevatest toetusmeetmetest rohkem teadlikud ning on neid ka rohkem kasutanud. Kasutatud meetmed on samuti erinevad. Kui liidu poole pealt on enim kasutatud suuremaid programme, nagu Horizon 2020, rakendusuringute programm ja nutika spetsialiseerumise meede, siis sektori poole pealt on kasutatud erinevaid KIK-i ja EAS-i meetmeid. Sektori ettevõtete seas oli ka rohkem neid, kes ei olnud paljudest meetmetest teadlikud ja sooviksid saada lisainformatsiooni.

Rohkem infot soovitakse saada järgnevate meetmete osas:

- Horizon 2020;
- EAS-i toetused (näiteks innovatsiooni- või arendusosak);
- nutika spetsialiseerumise rakendusuringute toetus;
- rakendusuringute programm RUP;
- muud EL-i programmid (Life, CEF...);
- sektoriaalse mobiilsuse toetus (Sekmo);
- InvestEU;
- Eurostars tootearenduse koostööprogramm;
- KIK;
- EIC Accelerator.

4.6. TA partnerid

Üldiselt on ettevõtete TA partneriteks Eesti ülikoolid. Analüüsi osas on pöördutud ka välismaale. Ettevõtelt uuriti ka asjaolu, et kas ja mis põhjusel on nad arendustegevuse osas partneri leidmiseks pöördunud Eestist väljaspoole. Kui sektori puhul polnud suurem osa vastajatest välismaale pöördunud, siis liidu poolt olid kõik vastajad seda teinud. Nii sektori kui ka liidu puhul toodi põhjuseks välja parem kvaliteet tööde teostamisel, samuti parem kättesaadavus. Toodi ka välja, et on pöör-

datud välismaale, kuna Eestis puudub ekspertiseks vajalik kompetents ning infrastruktuur või on toimunud koostöö juba varasemalt. Välismaale on ka pöördutud, kui tegemist on väga spetsiifilise teemaga, mille osas Eestist kompetentsi võtta ei ole.

Partneriteni jõutakse enamjaolt majasiseste inseneride ja ekspertide kaudu, kelle ülesandeks ongi leida võimalusi tegevuste arendamiseks ja parendamiseks.

Tabel 10 Pöördumine välismaale TA partneri leidmiseks (küsitluse tulemused)

PÖÖRDUMINE VÄLISMAALE TA PARTNERI LEIDMISEKS	SEKTOR, %	LIIT, %
Parem hind	0,00	0,00
Parem kättesaadavus	33,33	0,00
Parem kvaliteet	44,44	50,00
Ei tea, kelle poole Eestis pöörduda	0,00	25,00
Varasem toimunud koostöö	11,11	25,00
Ei olegi pöördunud	55,56	0,00

Lisaks toodi antud küsimusele vastates välja, et ettevõtted on pöördunud välismaale, kuna teatud valdkondades puudub ettevõtete hinnangul Eestis vajalik kompetents, ekspertisevõimekus või infrastruktuur.

Nii sektori kui ka liidu ettevõtete puhul on põhiliseks arenduspartneriks Eestis Tallinna Tehnikaülikool ehk TalTech, mida toodi vastuses kõige enam väl-

ja. Lisaks Tartu Ülikool ning Eesti Maaülikool. Konsultatsioonifirmadest toodi välja näiteks Saksa Automaatika OÜ-d. Välismaistest partneritest toodi välja Mid-Sweden University, Rootsi konsultatsioonifirmat Sweco ja Saksamaa konsultatsioonibürood Enetellgenio GmbH.

Tabel 11 Peamised TA partnerid (küsitluse tulemused)

EESTI PARTNERID	VÄLISMAISED PARTNERID
Tallinna Tehnikaülikool	VTT Technical Research Centre of Finland Ltd (Soome)
Tartu Ülikool	Mid-Sweden University
Eesti Maaülikool	Enetellgenio GmbH (Saksamaa konsultatsiooniettevõtte)
Konsultatsioonifirma Saksa Automaatika OÜ	Sweco (Rootsi konsultatsiooniettevõtte)
	Ramboll Group A/S (Taani konsultatsiooniettevõtte)
	AFRY (Rootsi inseneri- ja konsultatsioonibüroo)
	Urbas Maschinenfabrik Ges.m.b.H. (Saksamaa)

Tellitud tööde iseloomu osas joonistub kenasti välja, et liidu ettevõtted on tellinud pigem töid, mis on pikemaajalisemad, nagu rakendusuringud (seda nii Eestist kui ka välismaalt), ning sektori ettevõtete puhul on koostöö olnud pigem konsultatsioonide või eks-

pertiiside vallas. Siin ei tasu unustada, et kui liidu poole pealt osalesid küsitluses peamiselt suurettevõtted, siis sektori puhul peamiselt väikese ja keskmise suurusega ettevõtted (VKE-d).

Tabel 12 Arendustööde tellimine Eesti ja välismaa partneritelt (küsitluse tulemused)

ARENJUSTÖÖDE TELLIMIINE	EESTI PARTNER		VÄLISMAA PARTNER	
	SEKTOR, %	LIIT, %	SEKTOR, %	LIIT, %
Alus- või teostatavusuuring	33,33	75	11,11	75
Rakendusuuring	33,33	100	11,11	100
Tootearendus/eksperimentaalarendus	22,22	50	11,11	25
Laboriteenus	0	100	0	50
Konsultatsioon/ekspertiis	55,56	100	33,33	75
Ei ole tellinud	22,22	0	66,67	0

4.7. Kitsaskohad TA tegevuste läbiviimisel

Eesti kontekstis oleme ettevõtete ja TA asutuste vahelises koostöös suures osas jäänud kinni n-ö lineaarsesse koostöömudelisse, kus TA asutus teostab töö ning teadmus liigub edasi ettevõttele või sellele, kes selle eest maksab. Ettevõtete jaoks on riskantne panustada projekti, kus kasusaajaid võib olla rohkem või kus potentsiaalne teadmus või intellektuaalomand ei anta üle ettevõttele. Uued koostöömudelid põhinevadki aga just teadmussiirdel. Ülikoolid on asunud samuti mõistma, et koostöö ettevõtetega on edasiviiv ning koostööd tunnustatakse. Teoreetikute meelest leiab ülikoolide ja firmade koostöö aset peamiselt viies kanalis. Nendeks on idufirmad ehk *start-up*'id, ühine teadus- ja arendustöö, lepinguline teadus- ja arendustöö, intellektuaalomandil põhinev ühistegevus ning „muu“, mille alla kuuluvad kraadiõpe, koolitused, praktika ja töötajate mobiilsus. Uuringule vastanud ettevõtted pidasid kõige tähtsamateks koostöökanaliteks ühiseid teadus- ja arendusprojekte, konsulteerimist kõrgkoolide töötajatega ning täiendkoolitusi.

Üheks koostöö takistuseks ilmselt ongi juba eesmärkide erinevus – ülikoolid soovivad teadmust luua, ettevõtted soovivad eksklusiivsust. Siinkohal võib ka olla, et koostöö puhul tuleks kohe alguses paika panna, et mis on ettevõtte jaoks vajalik tulem ja mis on TA asutuse poolelt vaadatuna oluline teaduse komponent. Võib täitsa olla, et need ei pruugi reaalsuses üldse kattuda, mis tähendab, et üks oluline vaidluspunkt ei pruugi olla takistuseks.

Takistuseks võib tuua ka erinevad barjäärid töö teostamiseks partneri leidmise erinevate toetusmeetmete kasutamise korral või hankekohustuse korral. TA tegevusel on rahvusvahelise Frascati manuaali järgi 5 tunnust: uudsus, loovus, tulemuse ettemääramatus, süstemaatilisus ning tulemuse ülekantavus ja korratavus.

Eesti kontekstis koostööd olukorras, kus TA asutusele antakse eelarve ja teema ning öeldakse, et uurige ja andke teada mis te leiate, just palju ei ole. Samuti ostes teenuseid hankega, kus kogu tegevus peab vastama etteantud tingimustele, siis tekib küsimus, kas seda saab tegelikkuses nimetada TA tegevuseks.

BAASRAHASTUS

TA asutused toimivad enamasti baasrahastuse ja konkurentsipõhise rahastuse alusel. Kuivõrd baasrahastus ei võimalda katta TA asutuste kulutusi toimimiseks, mistõttu kaetakse see osaliselt ka konkurentsipõhiselt (toetused, grantid jne) pealt. Seega ei lähe kogu arenduseks mõeldud raha arendusele, vaid katab ka asutuse toimimiseks vajalikud kulutused. Baasprobleemid, mis tulenevad rahastuse ebapiisavusest. Baasrahastusega ei ole võimalik ära katta kõiki kulusid, mistõttu kaetakse need osaliselt projektidest saadud tuludega. Kuniks baasrahastus ei suurene, jäävadki projektipartnerid kinni maksma ka ülikooli üleüldist toimimist. Konkurentsipõhine rahastus aga sõltub erinevatest programmidest ja meetmetest, mida pole pidevalt saada. Samuti ei pruugi alati olla sobival teemal rahastust või meetmeid. Samuti pole ühtegi konkreetset ja otse energeetikale suunatud toetusmeetet, va välisrahastuse programmid, kus aga konkurents on tugev.

Uuringu põhjal vajavad ettevõtted riigi toetust kõrgkoolide seest partneri leidmisel, samuti uuringute teoreetilise ja koostöö suure maksumuse osas. Kõrgkoolidega koostööd mitte tegevad firmad aga vajavad võimekuste kompenseerimiseks riigipoolset tuge.

Peamiseks kitsaskohtadeks seoses TA tegevuste elluviimisega toodi välja järgnevad tegurid:

- uuendustega seotud liiga suured kulud;

- tööjõu ja teadmiste puudus ettevõttes;
- sobivate toetusmeetmete puudus ja nendega seotud liigne bürokraatia;
- ebakindlus investeeringute teostamiseks;
- ei olda kursis TA asutuste võimekusega ning teadmussuure on kehv.

Intervjuude käigus toodi välja, et koostöös TA asutusega on olnud kitsaskohaks, et ettevõtte on pidanud ise tegevusi suunama ärilise poole suunas, kuivõrd teadlaste huvi on pigem olnud süüvida mõnesse alusprobleemi või protsessi, kuid ei ole suunatud konkreetsele lahendusele või tulemusele. Ettevõtte huvi ei ole saada liigselt teoreetilist tausta, mis on vajalik teadlasele, aga tuleb leida see kuldne kesktee ja piir. Ettevõtte on selle lahendanud sääraselt, et ettevõtte poolt on projektijuhid need, kes koostööprojektide puhul püüavad hoida ärilist poolt fookuses, et projekti lõpptulemus oleks ettevõtte jaoks maksimaalselt kasulik.

Ettevõtete hinnang on, et alusuuringute ja baasuuringute finantseerimine võiks ja peaks jääma riigi hooleks ning ettevõtete hooleks jääks just rakendusliku iseloomuga tööd. Siin võib ka olla, et kuivõrd varasemalt ei ole vajalikke baasuuringuid teostatud, siis tehakse need rakendusuuringu osana. Baasuuringute teostamine võib aga kujuneda ressursimahukaks, mistõttu ettevõttele võib tunduda, et see vajalik komponent jääb tahaplaanile.

Vastused olid üsnagi sarnased nii sektoris kui ka liidus. Samuti hinnati kõige ebaolulisemaks kitsaskohaks konkurentsi turul, mis ettevõtete puhul seega takistuseks ei ole. Samuti toodi välja, et koostöö ilmselt ei jääks ka sobiva partneri leidmise taha. Kui sektoriküsitluses toodi välja, et ettevõtluskeskkonda peetakse pigem sobivaks, siis liidu küsitluses tuli välja ka erisus, et ka ettevõtluskeskkond ei soodusta panustamist TA tegevustesse, mistõttu on antud kaardistuse juures toodud sisse ka maksuerisuste ja -soodustuste küsimus.

Kitsaskohaks on maksupoliitika, mis tänases olukorras ei ole konkurentsivõimeline ning mis eirab EL-i soovitusi energiamaksude osas (riskide maandamise instrument ehk taastuvenegiatasu ja põhivõrgutasu). Riiklikul tasemel tuleks eelkõige kehtestada soodne ettevõtluskeskkond, mis motiveerib panustama TA-sse. Tuleks kasutusele võtta maksuerisused, mis soodustavad TA-sse investeerimist ning kaotada maksude maksustamine elektrienergia osas ning taastuvenegia tasu arvelt.

Kaardistuse tulemusel mõjutab TA-sse panustamist ka ettevõtluskeskkond. Maksuerisuste puudumine ja tööjõumaksude kõrge tase on ettevõtete hinnangul barjääriks. Eesti tööjõu maksustamise süsteem teeb vähem konkurentsivõimeliseks tippspetsialistide Eestisse toomise, et oluliselt suurendada TA tegevustega tegelemi-

se osa. Üldjuhul seal, kus on arendus, siis sinna koonduvad ka tootmine. Seega, mida soodsam oleks arenduspoolt teha Eestis, siis seda suurema tõenäosusega tuleks ka tootmine siia. Ei ole teada, et kes mingi arendusega tegeleb ja ettevõttel pole ka motivatsiooni seda raporteerida. Ettevõtte konkureerib ikkagi teiste riikidega TA tegevuste osas ja eks seda tehakse ikkagi seal, kus tingimused seda soosivad.

MAKSUSOODUSTUSED

Maksusoodustus võiks toimida olukorras, kus TA tegevustele tehtud kulutused maha arvestada ettevõtte tulumaksust ja teha seeläbi tulumaksusoodustus või siis TA-ga tegelevatele inimestele ettevõttes oleks määratud sotsiaalmaksulagi. Kuna tavaliselt on ettevõttes TA-ga tegelevad inimesed kõrgelt haritud ja kõrgelpalgalised ning töötasud kõrgemad, siis oleks võimalik neid värvata ka näiteks Eestist väljapoolest, et tuua teadmisi Eestisse ja ettevõtte võimekust tõsta. Tööjõu maksustamine Eestis on üsna kõrge ning seega oleks selline „soodustus“ otsese positiivse mõjuga ning riigi poolt samuti konkreetne abi.

Riiklikul tasemel on ka räägitud n-ö maksukohustuse edasilükkamisest. Ettevõtte jaoks aga ei saa seda nimetada „soodustuseks“, kuivõrd tegelikkuses see ju seda ei ole, sest maksukohustus siiski tuleb. Kui riik siin tõesti tahaks aidata, siis leiaks ta ka võimaluse seda teha.

Kui nüüd võtta väikese või keskmise suurusega ettevõtte, siis seal muidugi võivad olla rahavoo küsimused. Siis võib ettevõtte jaoks muidugi olla motiveeriv võimalus tasuda tulumaks hiljem, kui TA tegevuse investeeringu osas on juba reaalne tulemus olemas ja kasumit toomas. Suurettevõtte jaoks see ilmselt väga motiveeriv ei ole. Maksusoodustus oleks siiski konkreetne abi riigilt, kuna TA tegevustega tegelevate töötajate leidmine on ju ettevõtte vastutada. Siit võib ka mõelda vastupidi, et kui riik oleks võimeline toetama TA asutusi konkreetsetel mingite ettevõtete jaoks vajalike TA tegevuste osas, mis tekitaks ettevõttele soovi rohkem panustada TA-sse, olekski otsene majanduslik kasu, mis võimaldaks näiteks palgata rohkem inimesi, ning kuivõrd investeerimine TA-sse on niigi vahel ebakindel, siis annaks see eelise, et tehnoloogiamahukust suurendada. Erinevate maksusoodustuste kehtestamine võimaldaks ka kätte saada statistika ettevõtetelt, mida tänapäeval ei ole võimalik saada. Riigi jaoks oleks ka see oluline võit.

Lisaks, kui aga oleks reaalne maksusoodustus, siis see annakski ettevõttele võimaluse TA arendus sisse tuua kuskilt mujalt riikidest, kus ettevõttel on näiteks üksused, sest Eestis on näiteks TA tegevustesse panustamine soodsam. See annaks võimaluse tõsta Eestis targa ja teadmistemahuka tootmise arenduse võimalusi. Kui teadmine ja inimesed on Eestis, siis on üsna tõenäoli-

ne, et ka tootmise ülesehitamine toimuks Eestisse, mitte ainult see allhanketöö. Riigi jaoks on see samuti investering, kuivõrd suur osa tulust tuleb ju tööjõumaksudest, siis soodustused ettevõtetele TA osas aitavad luua rohkem töökohti ning tuua arendust Eestisse, mis tähendab, et tegelikkuses tuleb see raha riigile tagasi.

Ettevõtelt uuriti, millised on ettepanekud Eesti ettevõtlikuskeskkonna/maksusüsteemi parendamiseks, mis motiveeriks rohkem tegelema TA tegevustega ja kuidas neid tuleks rakendada.

- Toetada finantsiliselt ja eelistatult Eesti ettevõtteid, kes arendavad enda poolt välja töötatud omatooted. Mitte toetada Eestis tegutsevaid välismaa tütarettevõtteid. Lõpetada ebaaus konkurents.
- Energeetikavaldkonnale spetsiifilised TA tegevuste ja investeeringute toetuste väljatöötamine.
- Maksusoodustus tööstusdoktorandi palkamisel ettevõttes või vastava toetusmeetme rakendamine tööjõukulude katteks.
- Investeeringuteks krediitide kättesaadavuse parandamine.
- Toetused, otsuste selgused, õigeaegsus.
- Toetused nii TA arendamiseks kui ka hilisemaks projekti juurutamiseks.
- Ettevõtete kaasamine TA rahastuse osas oluliste teemade väljaselgitamiseks.
- Liigsete raamide eemaldamine rahastuse määra-de osas (nt Õiglase Ülemineku Fond, taaskäivitusfond jne).
- Maksuerisuste või -soodustuste rakendamine TA tegevustele.

Üldised märksõnad on seega toetuste olemasolu, ettevõtete kaasamine ning otsuste selgus. Ettevõtted sooviksid olla TA tegevuste skoobi kinnitamise juures ja tahaksid rohkem kaasa rääkida. See aitab kaasa sellele, et ei rahastataks ettevõtluse vaatest „mitte vajalikku teadust“, vaid teadus oleks ettevõtete seisukohast ja ühiskonnas rohkem rakendatav. Kuna arendustegevus on ressursimahukas, siis peaks seda kõike ümbritsema kindel investeerimiskeskond. Praegusel hetkel aga see seda ei ole.

Suureettevõtete jaoks kipuvad rahastuse määrad olema tihti liialt väikesed. Suuremahulise TA võimekus on aga pigem just suureettevõtetel, kuid samas pole toetusmäärad piisavalt motiveerivad TA läbiviimiseks. Samuti esineb piiranguid selle osas, et üks ettevõtte võib saada rahastuse vaid ühele projektile, samas on ettevõtted väga erineva suuruse ja TA võimekusega. On arusaadav, et riik soovib rahastada ka väikese ja keskmise suurusega ettevõtete TA tegevust, kuid samas võiks olla ka meetmeid, kus selliseid väikeseid määrasid ei kehtestataks ette – see võimaldaks teha ka suuremahulist TA tegevust.

Kitsaskohti on olnud seoses töö ootuste ning tulemuste osas. Tööde teostamise eelduseks on lähteülesande koostamine ja oodatud tulemuste kokkupanek. Ettevõtetel on olnud juhtumeid, kus siis nii tööde teostaja kui ka tellija on saanud töö sisust erinevat moodsu aru. Samuti võivad ootused erineda olla tööde teostamise aja osas. Ettevõttele on suur vahe, kas tulemused tulevad 6 kuuga või 3 aastaga (siin muidugi oleneb tööde iseloomust ja mahust), kuid üleüldiselt on kitsaskohaks tööde teostamise kiirus. Erinevaid seisukohti leidub ka intellektuaalomandi (IO) küsimuse ümber, kuivõrd IO väärtust võidakse hinnata erinevalt. On olukordi, kus tekivad vaidlused IO väärtuse osas ning ka selle osas, kelle omandisse IO jääb. Üldiselt on ettevõtetel arusaam, et IO kuulub tellijale ehk ettevõttele. Kui IO peaks jääma tööde teostajale, siis üldjuhul tekivad küsimused IO väärtuse osas ning seeläbi ka töö hinnas. On ka ettevõtteid, kes on kasutanud tööde tellimiseks TA asutuselt riigihangete seaduse erandit, mis lubab ilma hanketa tellida hankekohustuse korral TA asutuselt otse töid, kui nende tulemus on avalik.

ETTEVÕTETE MOTIVATSIOON

Olles tellija poole peal, siis siin võib ka olla see küsimus, et kui täpselt ei saa aru töö tulemustest või sellest, et mis sellega nüüd peale hakata, siis ei tahagi seda tulemust n-ö ära anda, sest ehk selle väärtus avaldub hiljem. Kui aga selle pealt on juba midagi publitseeritud, siis tekitab see jällegi probleeme. Siin oleks hea välja tuua, et mis on ettevõtte jaoks vajalik tulemus või komponent ja mis on võib-olla see osa, mis on teaduse vaatepunktist oluline, kuid ettevõtte jaoks mitte nii väga.

Ettevõtte ei soovi saada nii-öelda „referaati“. Väga oleneb, kes on tööde teostajaks just TA asutuste poole pealt. Eesti on piisavalt väike, et kui koostöö on toimunud pikemalt, siis tunned juba ka tööde teostajaid. On olnud juhtumeid, kus saadakse väga hea töö, kuid on ka vastupidiseid tulemusi. Vaja oleks TA asutuste poolt teostada näiteks kvaliteedikontrolli. Töö tulemus võiks olla presenteeritav ka näiteks välismaal. Selle olulise tulemuse võiks osata sealt tööst paremini välja tuua.

Kitsaskohaks võib lisaks tuua ka tööde vormistamise ja kokkupaneku. Ettevõtted on pöördunud konsultatsioonifirmade poole ka näiteks sellel põhjusel, et nad suudavad oma töödes selle sisu ettevõttele paremini välja tuua. Tegemist on kohaga, kus TA asutustel on kindlasti võimalik astuda suur samm edasi. Olulisi kohti ja tulemusi võiks paremini osata välja tuua.

Ettevõtete huvi ikkagi on, et see tegevus, mis ülikoolis toimub, oleks võimalikult lähedal ka reaalsele elule. Siin nähakse väga head koostöövõimalust ettevõtete ja ülikoolide vahel, et kuidas oleks võimalik suurendada seda rakendusuringute baasi võimekust.

4.8. Info liikumine TA koostööde osas

Meediakajastuse osas on ettevõtete hinnangul tänases meediapildis liialt poliitilisi loosungeid, kuid võiks olla rohkem teaduspõhist lähenemist, mis siis kas toetavad teaduslikult suurt pilti või aitavad teatud aspekte ka ümber lükata või tõestada. Ehk ettevõtete soov on, et lisaks arvamustele tuleks meediapildis rohkem teaduspõhist lähenemist.

Nii küsitluses kui ka intervjuudes toodi välja asjaolu, et info liikumine kas siis oluliste teadustulemuste, TA asutuste pakutavate võimaluste või toetusmeetmete osas võiks olla paremini korraldatud. Ettevõtete ring, kes saavad osa TA asutuste pakutavatest võimalustest, võiks kindlasti olla suurem.

Infot valdkonnas toimuvatest teadusuuringutest soovitakse saada eeskätt teadus- ja uurimustööde tulemuste esitluste kaudu regulaarsetel ühistel konverentsidel/seminaridel/infopäevadel – seda nii sektoris kui ka liidus. Hetkel sääraseid üritusi ettevõtete ja TA asutuste vahel regulaarselt ei toimu, kuid on näha, et seda soovitakse rohkem näha. Ka intervjuude käigus toodi välja, et inimkontakt on tähtis ning vahel toimibki kõige paremini see, kui saadakse omavahel kokku. Samuti toodi välja, et TA asutused võiksid ise käia ettevõtetes kohapeal mõnda olulisemat või ettevõtte jaoks vajalikku arendustulemust tutvustamas. Üldiselt aga märgiti tulemustes kõiki vastusevariante, sh ka varianti, et uuritakse ise TA asutusest. Kuid üldistades saab öelda, et info võiks paremini liikuda – olgu selleks siis kas mõni seminar/infopäev, infokiri, ETIS-e portaali vahendusel kokkuvõtted või mõni ühtne infoportaal.

TA partneri leidmiseks on nii sektoris kui ka liidus eelistatuimaks viisiks otsekontakti kaudu. Muud võimalused, mis olid küsitluses vastajatele välja pakutud (nagu näiteks riigihangete kaudu, ADAPTER, EAS-i abiga), ei olnud eelistatud.

Infot erinevate toetusmeetmete osas saadakse põhiliselt internetiavarustest otsides. Seejärel erinevatest meediakanalitest ning konverentsidelt ja seminaridelt. Küsitlusest selgub, et infot võiks rohkem levitada nii TA asutused, EAS, ETAg ning ka erialaliit ise. Ettevõtted sooviksid, et info erinevate toetusmeetmete ja voorude kohta jõuaks nendeni paremini. Suurtes ja teadusmahukamates ettevõtetes on meetmete monitoorimiseks personali, kuid väiksematel ettevõtetel võib olla keeruline nendega kursis olla. Toimida võiks ka olukord, kus mingi aja tagant toimub ettevõtete ja TA asutuste vahel n-ö foorum, kus oleks võimalik erinevaid teemasid arutada ja TA asutused saaksid tutvustada ka oma võimekust, et mis valdkonnas on nad võimelised ettevõtetele neile vajalikes valdkondades TA arenduse osas vajalikku tuge pakkuma. Ühest otsast oleks see ka võrgustamine ja info jagamine ning ei ole koormav, kuivõrd ei peaks käima igas asutuses koos. See võiks toimida ka kui infopäevana, kus oleksid kohal TA asutused, kes tutvustavad oma pakutavaid võimalusi. Võiks tekkida süsteem ja regulaarsus. Kohale tulevad muidugi eelkõige need, kellel on motivatsioon ja mingi mure, kuid oluline on reaalne kasu ja kontaktid.

Üldiselt jäi tagasisides kumama, et koostööd saaks hetkel suurendada vaid teadmine, mida tehakse ja olakse valmis tegema, ja mitmel tasandil tihedam koostöö. Otsuseid teevad ikkagi inimesed ja inimesed teevad seda varasemate kogemuste ning suhete baasil. Kui on olemas info ja suhted, siis sealt läheb koostöö juba edasi ning saab kõik võimalused ära kasutada. Pigem ei ole probleem selles, et ei leiaks kontakti, sest keegi nageni teab kedagi, vähemalt Eesti tasandil, vaid pigem on küsimus selles, et kas ettevõttel üldse tekib see mõte, et ta võiks abi küsima minna mõnest TA asutusest.

4.9. Kvalifitseeritud tööjõu järelkasv energeetikas

Rääkides energeetikast, siis on oluliseks teemaks ka tulevaste inseneride järelkasv. Järelkasvu küsimus on Eestis päevakajaline kõigis sektorites – hästi haritud tööjõust on puudus. OSKA 2017. aasta raport toob samuti välja, et inseneride ja tehnikatöötajate puudus ener-

geetikasektoris on üha enam teravnemas. Peaaegu pooled töötajatest on 50-aastased või vanemad ning aastas oleks vaja juurde suurusjärgus 230 energeetika töötajat. Seda enam hakkab rolli mängima ka olemasoleva töötajaskonna täiend- ja ümberõppevõimaluste soo-

dustamine, kuivõrd pealekasv iga-aastaselt järk-järgult langeb. Vajalik on insenerihariduse populariseerimine, mida tuleb alustada juba võimalikult varakult.

Kaardistuse käigus uuriti ettevõtetele, millised on nende ideed selles osas, et kuidas motiveerida noori just energeetikaalast haridust omandama. Vastused on välja toodud allolevas loetelus:

- Rakett69 analoogiga saated;
- stipendiumid;
- koostöö tööandjatega;
- heade praktikavõimaluste pakkumine;
- meetmed ettevalmistamise toetamiseks juba lasteaia- ja algkoolitasele;
- valdkonna eesrindlikud lahendused, olulisus, seotus muude valdkondadega, digitaliseerimine, töökohtade jätkusuutlikkus – nende meediakajastused;
- õppekavad vastavuses praktilisele vajadusele, kaasates õppeprotsessi tööandjaid ning näidata ära konkreetseid tööandjaid ja -pakkumised, kuhu saaks liikuda;
- õppekavasid ja -aineid võiks tihedamini ajakohastada ja midagi ka juurde tuua;
- energeetikaalase töö populariseerimine näidetege erinevatelt tuleviku töökohtadelt;
- ettevõtteid ja töökohti tutvustavad loengud põhi- ja keskkoolides.

Küll aga tuleb siinkohal ettevõtteid tunnustada järelkasvu eest hoolitsemise osas. Väga paljud sektori ettevõtted panustavad ka ise vahendeid järelkasvu saamiseks, olgu selleks siis inimressurs või rahalised vahendid. Võimalikud on ka olukorrad, kus vajaliku väljaõppe või baasi kindlustab ettevõtte ise. Ettevõtete enda panust ei tohiks kindlasti alahinnata, kuivõrd kokku annab see tähelepanuväärse summa:

- tehakse koostööd haridusasutustega õppekavade väljatöötamise ja arendamise ning praktikaprogrammide osas;
- iga-aastased stipendiumid õpilastele;
- külalisloengud/ekskursioonid.

Tööjõu vajaduse osas on ettevõtete hinnangud erinevad, kuid üldjoontes vastavad need ka OSKA raporti tulemustele, mis tähendab, et töötajaid on valdkonnas juurde vaja rohkem. Vastuste järgi oleks nii liidu kui ka sektori puhul lähiajal juurde vaja suurusjärgus 200 töötajat aastas. Seda põhjusel, et energeetikasektoris on toimumas ja ees seismas üsnagi suured muudatused, seega on meil vaja teadlikke inimesi, kes oskavad nende väljakutsetega toime tulla.

Hinnang tudengite vastavusele ettevõtete ootustele on erinev. Ettevõtete hinnangul ei saagi ülikoolist tulev

tudeng olla 100% vastavuses ettevõtte ja tööturu vajadustega ning nendeni ei tule otse koolipingist „valmis“ insener. Ettevõtted mõistavad, et ei olegi võimalik koolitada väga kitsa spetsialiteediga insenere, sest inimeste hulk on nii väike ja erinevate tegevusvaldkondade ja spetsiifikaga ettevõtteid on väga palju. Oluline ongi see, et just baasteadmiste omandamine.

Baasteadmiste taseme osas oli intervjuudes osalenud ettevõtete tagasiside pigem positiivne. On ettevõtteid, kes on ka ise ettevõttesiseselt teinud uuringu, et milline on see tagasiside ka spetsiifilisemates valdkondades ja selle tulemusel saab öelda, et tase on väga hea. Nõrgad kohad olidki valdkondades, mida näiteks õppekavades sees ei olegi – sellisel juhul ei saagi eeldada, et need olemas oleks. Seal tekibki küsimus, et kas siis on vajalik ettevõttepoolne järelõpe või on see laiem vajadus, mille lisamist õppekavasse võiks kaaluda.

Küsimusele, et kas spetsialistide leidmine on raske, siis sõltub see ka sellest, millise lisaväärtusega on töö ja mis valdkonnas. On valdkondi, kus on väga raske leida spetsialisti ja teises valdkonnas jälle lihtsam. Kui spetsialisti on raske leida, siis üha enam väärtustatakse ka inimese suhtumist ja inimese enda motivatsiooni teadmiste omandamisel.

Kuivõrd erialase haridusega tööjõudu jääb vähemaks, siis on ettevõtted sunnitud palkama teiste valdkondade inimesi, kes õpetatakse koha peal välja, kuid kuna baasharidus puudub, siis kujuneb väljaõpe kulukamaks ja pikemaks.

Ettevõtete hinnangul on tööjõuprobleemi lahendamisele aidatud kaasa näiteks praktikakohtade pakkimisega tudengitele ja kutsehariduse omandajatele, ettevõtete töötajad käivad koolides ettevõtte tegemistest ja tulevikusuundadest rääkimas, lüüakse kaasa projektides, nagu Rakett69, mis läbi on võimalik eriala populariseerida, toetatakse Energia Avastuskeskust, korraldatakse ekskursioone tootmisüksustesse, pakutakse stipendiumeid ja tehakse koostööd ülikoolidega õppekavade arendamisel ning eriala populariseerimisel. Kokkuvõttes on vaja tõsta noorte teadlikkust ning populariseerida ning toetada reaalinete õppimist, näiteks rakendades STEM-õpet. Teadus, tehnoloogia, inseneeria ja matemaatika, mida kokkuvõtvalt tähistatakse inglise keelest tuletatud tähtlühendiga STEM, on ettevõtjate silmis nüüdisajal koolihariduses hädavajalik põimitud õpe*. Kõik need valdkonnad on omavahel seotud. Üldiselt on praktiliste ja probleemülesannete osakaal tänapäeva põhi- ja keskkooli tasandil üsnagi väike. Küll aga vajame tulevikus spetsialiste, kes omavad lisaks teoreetilistele teadmistele ka oskust luua seoseid ja leida loovalt lahendusi. STEM-õpe aitab inseneeria-

* STEM õpe. <https://opleht.ee/2021/02/toomaailm-vajab-integreeritud-stem-haridusega-spetsialiste/>

ja tehnoloogiahuvi õpilastele lähemale, suurendades ka huvi STEM-valdkondade vastu.

Intervjuude tulemuste põhjal saab öelda, et parenenud on ettevõtete vajaduste viimine õppekavadesse, mis on hetkel toimunud tänu aktiivsele koostööle ja ümarlaudadele. Kui vajadus on piisavalt laiapõhjaline, siis on selle viimine õppekavasse võimalik. Samuti nähakse positiivselt, et ülikoolid on pakkumas mikrokraade, mida saaks väga hästi rakendada just olukordades, kus ettevõtte on mingi spetsiifilisem vajadus või valdkond, mida saaks rakendada ka siis näiteks ettevõtte tellimusel. Ettevõtte saaks ka siis omalt poolt suunata töötajaid mikrokraade omandama.

Üks asi on uus järelkasv, kuid peame hoolitsema ka ümber- ja täiendusõppe eest. Siin on üritanud ka riik omalt poolt motiveerida kõrg-, rakenduskõrg- ja kutsekoole pakkuma täiendkoolitusi riikliku täiendkoolituse tellimuse (RKT) raames, mida tellib Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium. Antud programmi raames rahastatakse koolitusi kindlaksmääratud ühikuhindade alusel erinevates valdkondades. Muidugi ei puudu ka tehnikaalad. Küll aga on tehnikaaladest siiani olnud kõige madalamalt tasustatud elektrienergia- ja energeetikavaldkond, kõrgeimalt on tehnikavaldkonnas tasusta-

tud elektroonika- ja automaatikateemad. Kui ikkagi riiklikult on vajalik tehnikavaldkonnas hariduse propageerimine, siis võiks ka haridusasutustele olla prioriteetsetes valdkondades täiendusõppe pakkumine motiveerivam. Hetkeolukorras tundub, et riiklikult on rohkem vajalik koolitada näiteks arhiivindus-, turundus-, kirjandus-, ajakirjandus- ja käsitööspsialiste. Loodetavasti vaadatakse piirmäärad tuleviku voorude mõistes üle.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et järelkasv energeetikas väheneb. Kiireid lahendusi ei ole, seega on vaja olulist tuge pakkuda haridusasutustele ja teadvustada, et antud valdkonnas on meil spetsialiste tulevikus hädasti vaja. Vajadus nende järele on suur ka juba praegu. Oskustööjõu osas on ka EL toonud välja murekoha – nimelt haritud ja oskustööjõu puudus, mis on käesoleval hetkel käes, aeglustab üleminekut ning „Eesmärk 55” ja REPowerEU eesmärkide täideviimist*. Seda ilmestab ka asjaolu, et tänasel päeval koostavad valdkonna arengukavasid peamiselt erinevad konsultatsioonifirmad, kes võivad, aga ei pruugi, kaasata ka akadeemilist kompetentsi ja teadmist.

* Euroopa Komisjoni dokument. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033922121>

4.10. Teadus- ja arendustegevuse rõhuasetuse vajadus

Intervjuude käigus töid osalised välja mõned konkreetsete teemad, mis vajaksid põhjalikumalt TA analüüsi ning mille tulemused on välja toodud alljärgnevalt.

RESSURSSIDE VÄÄRINDAMINE

Detailsemalt toodi küsitlustes välja järgnevad ettevõtete tegevussuunad:

- puidutööstuse jäätmete, sh reoveesette ja komposti, jääkmuda, kasutusvaldkondade laiendus ja väärindamine ning kasutamine energiatootmises;
- põlevkivitööstuse kõrvalsaaduste efektiivne rakendamine (tuhk, aheraine, lubjakivi);
- pürolüüsitehnoloogiate arendus;
- väävlühendite sidumine, eraldamine, vähendamine kütusest;
- plastijäätmete ja vanarehvide kasutus energeetikas kütusena;

- tootmisprotsessis tekkiva CO₂ kinnipüüdmine ja ärakasutamine keemiatööstuse toorainena;
- põlevkiviõli või põlevkivibensiini ümbertöötlemine kõrgema kvaliteediga aineteks (madala väävlisaldusega rahvusvahelisele standardile vastavaks merekütuseks või universaalseteks keemiatööstuse alusmaterjalideks);
- lisaks peeti oluliseks ringmajandust ning üleüldist taaskäitlemise printsiipide parendamist.

NUTISTUV VÕRK NING TAASTUENERGEETIKA INTEGREERIMINE

Süsteemi toimimise osas tõstatati taastuenergiaallikatele ülemineku tähtsust, salvestustehnoloogiate arengut, uudseid energiatootmislahendusi, hajutatud elektrienergia tootmist ja elektrifitseerimise olulisust.

Täpsemalt toodi välja:

- targa elektrivõrgu lahenduste arendus;

- taastuenergiaallikate ühendamine elektrivõrguga;
- Taastuenergiaallikate mõju uuringud elektrivõrkudele (pinge, sagedus).
- Elektrivõrkude modelleerimine.
- vesinikualased uuringud (nt tootmine ja logistika meretuuleparkide puhul; vesinikuvõrgu ja vesiniksalvestusmahuti ehitamise tehnoloogia väljatöötamine; metallhüdroiidide kasutamine vesiniksalvestamiseks);
- elektrautode laadimispunktide ehitus;
- meretuuleenergeetika arendus;
- kauglugemite süsteemi täiustamine;
- ehitiste ja sidemastide ehitustehniline ekspertis;
- elektrivõrkude releekaitse ja automaatika;
- soojuspumpade arendus;
- roheline vesiniku tootmine ja rakendamine;
- tuumaenergeetikaalased uuringud;
- sünteetiliste kütuste tootmise tehnoloogiad;
- vesiniku tootmine ja selle kasutamine, sh e-kütused;
- soojusenergia tagastamine olmereoveest;
- heitvee soojusvahetite arendamine;
- koostootmisjaama uuenduslikud lahendused;
- võrgu digitaliseerimine;
- investeringute optimeerime läbi targa võrgu lahenduste;
- uudsete süsteemiteenuste väljatöötamine ja pakumine;
- pumphüdroelektrijaama rajamise uuringud;
- virtuaalsete elektrijaamade arendus.

Digitaalsete tehnoloogiate osas tegeletakse küsitlute poolt aktiivselt veel järgmiste temadega:

- andmeanalüüsi võimekuse tõstmine;
- elektrivõrgu pingete ning seadmete anomaaliade tõlgendamine ja rikete ennetamine läbi optimeeritud andmemudelite;
- iseõppivate võrgujuhtimisalgoritmide väljatöötamine dispetšerite töö lihtsustamiseks;
- suurandmetel põhineva strateegilise analüüsi mudelite loomine teenuste parendamise eesmärgil.

Intervjueeritavate üldine seisukoht oli, et digitaliseerimise ja andmepõhise juhtimise roll tööstuses kasvab. Peamiselt toodi välja, et aktiivselt otsitakse võimalusi ettevõtte efektiivsuse ja konkurentsivõime tõstmiseks läbi:

- digitaliseerimise;
- protsesside ümberkujundamise ja nende optimeerimise.

Oluliseks peeti kogu tootmisahela digitaliseerimist, andmete ühetaolist töötlust ja robotikarakendusi. Siiski toodi ka välja, et tihtipeale on pakutavad IKT-lahendused ettevõtte seisukohast ebamäärased ning seetõttu väljajoonistuvaid konkreetseid plaane digitaliseerimise osas ei ole.

Väljatoodud TA arendusvajadused on seotud järgnevate suuremate valdkondadega – energeetika, andmete teadus, informaatika, inseneeria, ärimus, keemia, füüsika, materjaliteadus, vesinikutehnoloogia, teenuste disain. Osapooled tunnistasid, et energeetikas saab tähtsaks energeetikateadmiste ning IT sünergia ja omavaheline koostöö.

EESTI PÕLEVKIVI OLULISUSE KASVAV OSAKAAL KEEMIA TÖÖSTUSES

Mis vajab eraldi pikemat käsitlust ning mis on ka Eesti energeetikasektori jaoks ilmselt kõige suuremaks muutuseks lähikümnele, on põlevkivi rakendamise osakaalu kasv keemiatööstuses.

Eesti Energia AS on kinnitanud, et lõpetavad põlevkivist elektri tootmise 2030. aastaks ning ettevõtte valmistub üleminekuks kütuste tootmiselt CO₂-neutraalsele keemiatööstusele. Eesmärk on jõuda süsinikuneutraalse keemiatööstuseni etapiti hiljemalt aastaks 2045.* Põlevkivi poleks ainukene tooraine õli tootmisel. Õli plaanitakse toota ka vanaplastist – seega panustaks ettevõtte lisaks tootmisele ka ringmajandusse.

Intervjuude tagasisidena võib täheldada, et üleüldiselt võiksid uuringud ja arendustööd olla rohkem suunatud tootmise efektiivsuse tõstmisele ja keskkonnakaitsele nii põlevkivi kui ta teiste ressursside kasutamisel.

Raskused kaevanduskompleksis on seotud põlevkivi kadudega kaevandamisel ja rikastamisel, mahuka veetustamise, hüdrogeoloogiliste tingimuste muutumise ja hilisema pinnase kujunemisega suletud kaevanduste kohal. Selles valdkonnas võiksid teadusuuringud ja uued tehnoloogiad kaasa tuua edusamme. Elektriijaamade tuha jääke on kasutatud ehitusmaterjalide (tsement, betoonelemendid) tootmiseks ning lubjakivi kaevandamise kõrvalsaadusena kruusa ja teematerjali saamiseks. Nende sekundaarsete protsesside täiustamine peaks olema ka uurimis- ja arendustegevuse teema. Mistahes tulevased suundumused EL-is sõltuvad oluliselt teadus- ja arendustegevusest ning kogu maailmas saadaolevatest energiaressurssidest ning EL-i energiapoliitikast.

Rohepöörde ei eelda põlevkivitööstuse sundsulgemist, vaid võimaldab põlevkivi kasutamise sektori ümberkujundamise käigus viia järgmisele väärtusastmele, asendades põlevkivist elektri- ja vedelkütuste tootmise vajalike kemikaalide tootmisega, vähendades samas jät-

* Keemiatööstus. <https://www.energia.ee/et/ari/toostuslahendused/keemiatööstus>. Eesti Energia AS.

kuvalt põlevkivi kaevandamise ja kasutamise seotud keskkonnamõjusid. Protsessil on ka positiivne sotsiaalmajanduslik mõõde, kuivõrd tulevikus toodetavate kemikaalide turuhind on hetke parima teadmise kohaselt kuni kaks korda kõrgem kui täna toodetaval vedelkütustel ning olemasolev tööhõive säilib või kasvab.

Antud protsess on võimalik, sest Eestis on olemas põlevkivi väärimise kompetents, tehnoloogia ja kohalik, Euroopa Liidu sisene toorme ressurss. Põlevkivi on settekivim, mis koosneb kuni 50% ulatuses süsivesinikke sisaldavast orgaanilisest aineist ehk kerogeenist. Fakt on, et kuigi ka kivisüsi on fossiilse päritoluga süsivesinik, siis on põlevkivil ja kivisöel ka oluline erinevus, mida keemiliselt iseloomustab vesiniku ja süsiniku molekulide suhe ja mis väljendub lihtsuses toota kivimist õli. Sellest lähtuvalt on põlevkivil pigem sarnasusi naftaga kui kivisöega, ja seetõttu on põlevkivil jätkuv strateegiline tähtsus nii Eesti kui ka Euroopa majanduse rohepöörde läbiviimiseks ja peamise eesmärgi – süsiniku neutraalsuse – saavutamisel, sealhulgas ka Eesti majandusstruktuuri reaalseks muutmiseks, mille tööstusliku kompleksi peamine kese asub Ida-Virumaal.

Euroopa Liidu kemikaalide strateegia paneb palju rõhku kriitiliste kemikaalide strateegilise autonoomsuse tagamiseks ning teisese toorme kasutuselevõtu suurendamiseks. Ilma erinevate kemikaalideta ei saaks toota rohepöörde läbiviimiseks olulisi akusid, tuulegeneraatoreid, päikesepaneele jt, kuid ka näiteks COVID-19 pandeemiaga võitlemiseks vajalikke ravimeid. Kõiki neid olulisi kemikaale on võimalik toota Eestis ka põlevkivist. Küll aga saab keemiatööstuses oluliseks ka ringmajandus, kuivõrd vajalik tooraine on vaja kokku koguda. Kui me jäätmemajandust jne ei arenda paralleelselt, siis võib ka keemiatööstus muutuda „keskkonناسaastajaks“.

Sellest lähtuvalt on Eesti põlevkivisektor rahvusvaheliste tehnoloogiapartneritega läbi viinud konsultatsioone ning teostatud katsete raames saanud kinnitust, et Eestis välja arendatud tahkel soojuskandjal pürolüüsi tehnoloogia võimaldab edukalt ümber töödelda peale põlevkivi ka raskesti käideldavaid plastijäätmeid ja vanarehve ning on alustanud ettevalmistusi, et üle minna vedelkütuste tootmiselt Euroopa Liidu majandusele vajalike kemikaalide tootmisele (sh aromaatsed ja parafiinsed ühendid, metanool jm). Sektor plaanib energiatööstuse põlevkivist õlitootmise muuta uue tasemega väärimise protsessiks, kus põlevkivist ja alternatiivsetest jäätmetest põhineva tooraine kasutamisega korraldatakse olemasolev tööstuskompleks ümber tänapäevaseks ja kõikidele keskkonnanõuetele vastavaks keemiatööstuseks.

Kliimanetraalsuse eesmärkide saavutamise toetamiseks plaanitakse rakendada põlevkivi tööstuskompleksi tööstuslikes protsessides ka CO₂ püüdmise tehnoloogiat

ning eraldi püütud CO₂ väärimise tehnilisi lahendusi. Protsessides suurendatakse lisaks toorainete orgaanilise materjali kasutamisele ka mineraalsete jääkide ja kõrvaltoodete kasutuse efektiivsust läbi uute füüsikalise-keemiliste lahenduste ja toodete.

Võttes arvesse tänapäevast Euroopa geopoliitilist olukorda ning Euroopa Liidu soovi leida alternatiive fossiilsete kütuste impordiks Vene Föderatsioonist ei tohi Eesti maha magada potentsiaalseid majanduslikke võimalusi ning energeetika sõltumatuse kasvatamise eesmärgi Euroopa Liidus. Tollitariifide kehtestamine ning potentsiaalse naftaembargo teekaardi loomine illustreerib fakti, et alternatiivsete kütuste kiireimas korras turule tulek on suur võimalus tõestada Eesti TA potentsiaali ning põlevkivienergeetika olulisust juba mitte ainult Läänemere piirkonnas, vaid potentsiaalselt üleuroopalisel kemikaalide ja kütuste turul*.

Kokkuvõtvalt on TA potentsiaal põlevkivitööstuse konkurentsivõime edasises arendamises ning regiooni tööstusliku potentsiaali säilitamiseks on oluline ka uute põlevkiviõli töötlemise meetodite väljatöötamine ja realiseerimine tootmises (ekstraktsioon, hüdrogeenimine jne), et saada väärtuslikumaid tooteid (mootorikütused, kemikaalid). ** Need põhimõtted ühtivad ka Euroopa Liiduga, sest liidu üks peamisi printsiipe on efektiivsuse ning energiatõhususe kasvatamine***. Põlevkivi efektiivsem väärimine ja suurema lisandväärtusega toodete turule toomine parandab nii Eesti keskkonnanäidmeid kui ka tagab stabiilsuse Ida-Virumaa tööstusvaldkonnas.

EESTI ELEKTRIVÕRGU DESÜNKRONISEERIMINE VENEMAA ELEKTRIVÕRGUST 2025. AASTAL

Eesti elektrisüsteemi mõistes on lisaks üheks suureks muutuseks Eesti elektrisüsteemi sünkroniseerimine Mandri-Euroopa sünkroonala. Balti riikide elektrisüsteem on praegu tehniliselt võttes osa Venemaa ühendatud elektrisüsteemist, mis kätkeb endas geopoliitilist riski.

Sagedust, mis on elektrisüsteemi üks olulisemaid parameetreid, kontrollib Venemaa ning seeläbi on meie idanaabrile võimekus mõjutada elektrisüsteemi toimimist Balti riikides. Riskide maandamiseks ja turu laiendamiseks on alustatud ettevalmistavaid tegevusi, et ühendada Eesti, Läti ja Leedu elektrisüsteemid Venemaa omast lahti ning liita need 2026. aasta jaa-

* REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511

** Energiatõhususe direktiiv. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en

*** IEA (2019), Multiple Benefits of Energy Efficiency, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency>

nuaris Mandri-Euroopa elektrivõrgu ning vastava sagedusalaga. Sünkroniseerimise ettevalmistuste käigus tugevdavad Balti riigid oma elektrivõrke ja omavahe- lisi ühendusi.

Sageduse stabiilsuse tagamiseks rajatakse süsteemi inertsit lisavad sünkroonkompensaatorid, uuendatakse elektrisüsteemi ja olemasolevate alalisvooluühenduste juhtimise süsteeme. Elektritootjad ja -kauplejad saavad suurema ja pändlikuma turu ning uut tüüpi energiaturu tooted ja teenused. Elektrikaubandus Venemaa ja Valgevenega sünkroniseerimise järel lõppeb. Tarbijale tagab sünkroniseerimine eelkõige parema varustus- kindluse, aga ka turvatunde, et kontroll energiasüsteemi üle on Eestil endal, mitte Venemaal. Kuna sünkroniseerimine võimaldab taotleda Euroopa Liidu toetust ka amortiseerunud kõrgepingeliinide rekonstrueerimiseks, ei tule selleks vajaminev investeering tarbija taskust. Võrgutasu ei tõuse ja elektritarbijatele ülekantavad lisakulud on minimaalsed.

Ülekandevõrkude seisukoht on, et üleminek ühest sagedusalast teise toimub lõpptarbija jaoks märkamatu ning võrguteenuse kvaliteet ei muutu. Süsteemihaldurid toovad elektriturule uued tooted, mis annavad turuosalistele võimaluse uute teenuste pakkumiseks. Sellisteks teenusteks on näiteks sageduse hoidmise reservi teenus ja automaatne sageduse taastamise reserv. Uute toodete turule toomisel kaasavad süsteemihaldurid ka turuosalisi, et tekkivad turud ja tooted vastaksid võimalikult täpselt turuosaliste võimalustele.* Energiaturu mõistes, kui hetkel on Balti riigid koos Soomega üks hinnatsoon, siis sünkroniseerimise järgselt on Balti riigid ühtses hinnatsoonis nagu Mandri-Euroopaga.

VÕRGU TURVALISUSE ASPEKTID

Desünkroniseerimise üheks eelduseks on ka võrgu turvalisus ning seda eriti ülekandevõrgu seisukohast lähtuvalt. 10.04.2022** kuupäeval Kunda alajaamas toimunud sissemurdmise järel tekitatud pooleteise tunnine katkestus annab märku asjaolust, et võrgu ründamine kolmandate isikute poolt on digitaal-füüsilisest aspektis tänases seisus lihtsasti halvatav ning vajab kiiremas korras arendamist ning koostööd Eesti teadusasutuste ning arendusettevõtetega, et tagada elektrisüsteemi turvalisus ning seda eriti desünkroniseerimise aspektist lähtuvalt. Ebaturvalise võrguga desünkroniseerimine võib tuua endaga kaasa katastroofilised tagajärjed.

Süsteemipiisavuse osas on Elering AS teostanud koos teiste ülekandevõrkudega küll teoreetilisi võrguarvutuste uuringuid, mille teostajateks valiti partnerid väljas-

pool Eestit. Antud uuringu tulemusi on tutvustatud mitmetel üritustel, aga antud võrgumudeli olemust või tulemusi pole ETL-i poolt teadaolevalt valideeritud Eesti akrediteeritud teadus- ja arendusasutuste poolt, kelle pädevuses oleks hinnata antud võrguarvutusi.

Desünkroniseerimine on väljakutse nii tehniliselt kui ka majanduslikult, kuhu oleks vaja suunata kiiremas korras TA rahastust ning kaasata kohalikke partnereid, et 2025. aastaks oleks tagatud nii tehniliselt parim võrgu lahendus kui ka kompetentne tööjõud, mis on võimeline opereerima muutunud energiasüsteemi ning oleksid esimestes faasides valmis kohanduma vastavalt vajadusele.

PUUDUJÄÄGID SÜSTEEMITEENUSTE TURU SEISUKOHAST

Vaatamata Baltikumi süsteemihaldurite lubadusele avada täielikult süsteemiteenuste turg vabaturu printsiipide põhimõtetel, on tänastel turuosalistel võrdsetel alustel võimalik pakkuda ainult manuaalsete sagedusreservide (mFFR) teenust Baltikumi ülekandevõrkudele. Balti tasakaalustamise teekaardis*** planeeritud vers- tapostide kõige olulisemad etapid jäävad plaanide jär- gi ajakavasse vahetult enne desünkroniseerimist, mis toob kaasa endaga vajalike desünkroniseerimise testi- de edasi lükkamise, mida on juba varasemalt ka tehtud ehk desünkroniseerimise võimekus Baltikumi ülekande- võrkude poolt on füüsiliselt katsetamata.

Oluliseks murekohaks energiasüsteemide opereeri- mise ning juhtimise seisukohast ongi Eesti ja Baltikumi süsteemiteenuste reguleerimine, turu avatus ning läbi- paistvus. Euroopa Liidu direktiividele põhinedes peak- sid võrguteenused olema avatud kõikidele soovitud tu- ruosalistele ning süsteemiteenuste operaatorid peavad neid hankima loodud turgudelt vastavate pakku- jatelt. Eesti küll ei teosta energiakaubandust Venemaaga, aga energiavoog ning süsteemi reguleerimine ning sellega kaasnevad tasud on jätkuvalt Venemaaga avatud****.

Elering AS-i avalikele materjalidele põhinedes on Venemaa elektrisüsteemi esindaja määranud Baltikumi elektrisüsteemide eabilansi ostu-müügilepingu esi- ndajaks INTER RAO Lietuva. Viimasega on allkirjastatud neljapoolne (AB „INTER RAO Lietuva“, Elering AS, AS „Augstsprieguma tīkls“, LITGRID AB) ühine avatud tar- ne leping, mis on jõustunud 01.01.2015*****.

*** Balti bilansiturg. <https://elering.ee/balti-bilansiturg#tab1>

**** Elektrisüsteemi piiriülese eabilansi selgi- tus. <https://elering.ee/elektrituru-kasiraamat/4-bilansihaldus/43-bilansivastutuse-protsess/433-bilansi-selgitamine/4334>

***** Elering AS. Baltikumi ühine avatud tarne leping. Piiriülene eabilanss. <https://www.elering.ee/piiriulene-ebilanss#tab0>

* Elering AS koduleht. Desünkroniseerimine. <https://elering.ee/sunkroniseerimine>

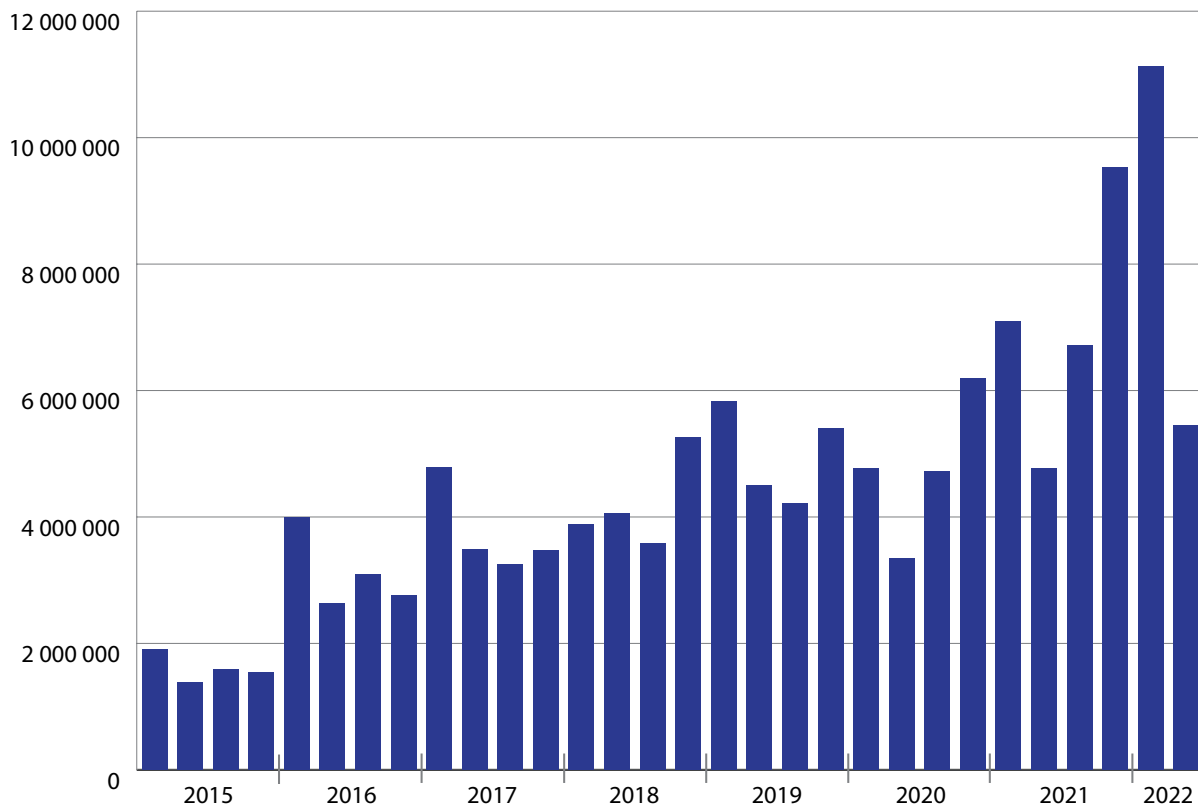
** Artikkel. <https://www.postimees.ee/7497634/alajaama-tunginud-isik-pohjustas-kundas-elektrikatkestuse>

Joonis 4.1 Baltikumi uue ühise avatud tarne lepingu skeem

Allikas: Elektrisüsteemi piiriülese eabilansi selgitus. <https://elering.ee/elektrituru-kasiraamat/4-bilansihaldus/43-bilansivastutuse-protsess/433-bilansi-selgitamine/4334>



Joonis 4.2 INTER RAO Eesti käive



Allikas: INTER RAO Eesti OÜ käive. <https://www.inforegister.ee/11879805-INTER-RAO-EESTI-OÜ>

Ainuüksi Inter RAO Lietuva tütarettevõtte Inter RAO Eesti OÜ 2021. aasta maksustatav käive oli suurusjärgus 28 mln eurot ning 2022. aasta I kvartali maksustatav käive oli 11 mln eurot, mis on ühtlasi käibe seisukohast ettevõtte parim kvartal.

Võib väita, et see ei ole energiasüsteemi piisavuse seisukohast hea indikaator turuosalistele, kui riiklikud elektrisüsteemid otsustavad koduturu või Euroopa

Liidu turgude asemel süsteemiteenuste tarnet osta Venemaalt ning seda eriti tänases geopoliitilises olukorras. Antud käitumisviis indutseerib ebakindluse, mis ei anna turuosalistele julgust ega soovi teostada vajalikke investeeringuid Eesti elektrisüsteemi tagamiseks. Võttes arvesse ka turuosaliste tagasisidet, siis vajab Eesti süsteemiteenuste turg ning süsteemipiisavuse aspekt teisest arvamust.



5.

Valdkonda mõjutavad arengusuunad ja väljakutsed

Rääkides valdkonna arengusuundadest ja trendidest, siis ei saa energeetika puhul üle ega ümber rohepöördest ning asjaolust, et sisuliselt on vajalik arendada alternatiivse konventsionaalsele energiatootmisele ja tuge süsteemi toimimisele.

Elektritööstus on suure surve all ning ees seisavad üsnagi suured ja ressursimahukad uuendused, mis tulenevad Euroopa Liidu (edaspidi EL) üha karmistuvast kliimapolitiikast. EL-i kliimaneutraalsuse saavutamine ei tähenda otseselt, et kliima on päästetud – EL-i pingutustele peab järgnema ka ülejäänud maailm, kuivõrd suures plaanis moodustavad EL-i heitmed üksnes väikese osa kogu maailma süsinikdioksiidi (CO₂) heidetest. EL soovib siin olla aga eesrindlik ning EL-i kliimapolitika mõjutab siinkohal tugevasti ka Eestit, kuivõrd mis puudutab EL-i erinevaid direktiive ja õigusakte, siis oleme pigem agarad nende kiires vastuvõtmises ja rakendamises. Euroopa Liidu hoovastik mõjutada teisi riike väljaspool liitu tuleneb EL-i kui ühe suurima kaubanduspartneri positsioonist globaalsel tasandil ning läbi oma rolli viia tingimuslike kokkulepete alusel ellu oma energeetika printsiipe teistes piirkondades.

Ülemaailmsete CO₂ heitkoguste vähendamine 2050.

aastaks nullini on kooskõlas püüdlustega piirata globaalse keskmise temperatuuri pikaajalist tõusu 1,5 °C-ni. See nõuab energia tootmise, transpordi ja tarbimise täielikku ümberkujundamist. Kasvav poliitiline konsensus netonulltaseme saavutamise osas põhjustab märkimisväärset optimismi maailma edusammude suhtes, kuid muudatusi, mis on vajalikud selleks, et saavutada 2050. aastaks ülemaailmselt nullheite tase, ei mõisteta piisavalt. Tänapäevaste muljetavaldavate ambitsioonide elluviimiseks on vaja palju tööd, eriti arvestades riikide erinevat olukorda ja nende erinevat suutlikkust vajalikke muudatusi ellu viia.

Eesti ettevõtetel ja TA partneritel on siin võimalik rakendada oma oskusi ning pakkuda lahendusi, mis aitaksid Euroopa Liidu kliimaeesmärkidele kaasa. Euroopa Liit suurendab oluliselt järgmiste raamrühastuste programmi mahtusid, mis tähendab, et võimalused ning alused Eestis loodud ideede jaoks on olemas.



5.1. Euroopa Liidu kliimapoliitika

Euroopa Liidu riikide jaoks loob rohelepe (ingl *the Green Deal*) tugeva raamistiku EL-i ambitsioonikate kliimaneutraalsuse eesmärkide saavutamiseks. EL on kinnitanud eesmärgi saavutada 2050. aastaks kliimaneutraalsus. See tähendaks, et EL oleks esimene, kes selleks ajaks kliimaneutraalsuse on saavutanud. Selle nimel esitas Euroopa Komisjon (edaspidi EK) 17. septembril 2020 ettepaneku tösta EL-i 2030. aasta CO₂ vähendamise eesmärk 40% pealt 55% peale, võrreldes 1990. aasta tasemega, ning on esitanud ka teekaardi, kuidas selleni jõuda, ja võimalikud valikukohad meetmete elluviimisel.*

Peamiste meetmetena 55% eesmärgi saavutamiseks on nähtud EL-i heitkogustega kauplemise süsteemi (HKS-i) tugevamat reguleerimist ja laiendamist täiendavatele sektoritele, nagu näiteks mere- ja maanteetransport ning hoonetesektor. Vastav pakett sai avaldatud 14. juulil 2021 ning olulisi muudatusi on kõikides olulisemates kliima ja energeetika õigusaktides, sh energiatõhususe- ja taastuenergiadirektiivis.**

Antud ettepanekute paketti teatakse nüüd „Eesmärk 55“ (ingl „Fit for 55“) nime all. Sisuliselt soovib EL rohepöörde osas üleminekut kiirendada seda karmistades, kaasates seejuures ka teisi sektoreid lisaks energeetikale. Põhiline eesmärk on aga vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside netoheidet vähemalt 55%.

Ettepanekud selle saavutamiseks on järgmised***:

- Liikmesriikide heitkoguste vähendamise eesmärgid – ettepanekuga suurendatakse EL-i tasandi

* World Energy Council (WEC). World Energy Trilemma Index. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE_Trilemma_Index_2021.pdf?v=1634811254. 2021.

** Energuatalgud. Euroopa Komisjoni „Eesmärk 55“ pakett. <https://energiatalgud.ee/node/8910>

*** Pakett „Eesmärk 55“ <https://www.consilium.europa.eu/et/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

kasvuhoonegaaside heite vähendamise eesmärgi 29%-lt 40%-le võrreldes 2005. aastaga ja ajakohastatakse vastavalt riiklike eesmärgi.

- EL-i heitkogustega kauplemise süsteem – Komisjon on teinud ettepaneku teha kehtivas EL-i heitkogustega kauplemise süsteemis (EL-i HKS) põhjalikke muudatusi, mille tulemusel peaks asjaomaste sektorite üldine heide vähenema 2030. aastaks 2005. aastaga võrreldes 61%. Soovitakse HKS-i lisada ka meretransport, hoonete- ja maanteetranspordisektorid. Lennunduses vähendatakse tasuta kvote.
- Maakasutusest, maakasutuse muutusest ja metsandusest tulenev kasvuhoonegaaside heide ja sellest tulenevate kasvuhoonegaaside sidumine – Komisjoni ettepaneku eesmärk on suurendada maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsanduse (LULUCF) sektori panust EL-i üldiste kliimaeesmärkide suurendamisse ja seada EL-i tasandi eesmärk suurendada kasvuhoonegaaside netosidumist EL-is 2030. aastaks vähemalt 310 miljoni CO₂ ekvivalenttonnini, mis jaotatakse liikmesriikide vahel siduvate eesmärkidena.
- Taastuenergia – pakett „Eesmärk 55“ sisaldab ettepanekut taastuenergiadirektiivi läbivaatamise kohta. Ettepanekuga tahetakse suurendada praegust EL-i tasandi eesmärki, mis on taastuvate energiaallikate vähemalt 32% osakaalu saavutamine 2030. aastaks kogu energiaallikate jaotuses, vähemalt 40%-le.
- Energiatõhusus – Komisjon on teinud ettepaneku vaadata läbi kehtiv energiatõhususe direktiiv, suurendades praegust EL-i tasandi energiatõhususe eesmärki 32,5%-lt 36%-le lõpptarbimise puhul ja 39%-le primaarenergia tarbimise puhul.
- Alternatiivkütuste taristu – Komisjon on esitanud

ettepaneku vaadata läbi kehtivad õigusaktid eesmärgiga kiirendada sõidukite laadimis- ja alternatiivkütuste tankimistaristu kasutuselevõttu ning tagada sadamas seisvatele laevadele ja lennujaa- mas seisvatele lennukitele alternatiivne energia- varustus. Ettepanek puudutab kõiki transpordiliike ja sisaldab taristu kasutuselevõtu alaseid ees- märke. Selles käsitletakse ka koostalitlusvõimet ja parandatakse kasutajasõbralikkust.

- Sõiduautode ja kaubikute CO₂-heite normid – Komisjoni tegi ettepaneku vaadata paketi „Eesmärk 55“ raames läbi ka sõiduautode ja kau- bikute CO₂-heite normid. Ettepanekuga kehtes- tatakse 2030. aastaks suuremad kogu EL-i hõlma- vad heitkoguste vähendamise eesmärgid ja sea- takse 2035. aastaks uus 100% eesmärk. Praktikas tähendab see, et alates 2035. aastast ei ole sise- põlemismootoriga sõiduaautosid ega kaubikuid enam võimalik EL-i turule lasta.
- Energia maksustamine – energiatoodete ja elekt- rienergia maksustamist käsitleva nõukogu direk- tiivi muutmise ettepaneku eesmärk on viia ener- giatoodete ja elektrienergia maksustamine koos- kõlla EL-i energia-, keskkonna- ja kliimapoliitikaga, säilitada EL-i siseturg ja täiustada seda, ajakohas- tades energiatoodete kohaldamisala ja maksu- määrade struktuuri ning ratsionaliseerides mak- suvabastuste ja -vähenduste kasutamist liikmes- riikide poolt ja säilitada suutlikkus tekitada tulu liikmesriikide eelarvete jaoks.
- Piiril kohaldatav süsinikdioksiidi kohandusmeh- hanism (CBAM) – piiril kohaldatavat süsinikdiok- siidi kohandusmehhanismi käsitleva Komisjoni et- tepaneku eesmärk on vältida – täielikus koos- kõlas rahvusvaheliste kaubandusreeglitega – sea- da, et EL-i heitkoguste vähendamise jõupingutu- si kompenseeritakse heitkoguste suurendamise- ga väljaspool liidu piire, paigutades tootmine üm- ber kolmandatesse riikidesse (kus kliimamuutus- te vastu võitlemiseks kohaldatav poliitika on EL-i omast vähem ambitsioonikas) või suurendades CO₂-mahukate toodete importi.
- Säästvad lennukütused ja säästavad kütu- sed meretranspordis – ettepaneku „ReFuelEU Aviation“ eesmärk on vähendada lennundus- sektori ökoloogilist jalajälge ja võimaldada sek- toril aidata EL-i kliimaeesmärkide saavutamisel. Taastuvkütuste ja vähese CO₂-heitega kütuste ka- sutamist meretranspordis käsitleva ettepaneku (FuelEU Maritime) eesmärk on vähendada laeva- de pardal kasutatava energia kasvuhoonegaaside heitemahukust 2050. aastaks kuni 75%, edenda- des säästvamate laevakütuste kasutamist.

Novembris 2021 toimus Glasgows ka konverents „COP26“, kus riikide vastuvõetud otsuste pakett hõlmas tugevdatud jõupingutusi, et suurendada vastupanuvõi- met kliimamuutustele, piirata kasvuhoonegaaside heit- koguseid ja pakkuda rahalisi lahendusi nende eesmär- kide saavutamiseks.

Konverentsi tulemused^{*}:

- Üle 130 riigi leppisid kokku metsade hävitamise lõpetamises ja tagasipööramises 2030. aastaks.
- Rohkem kui 40 riiki leppisid kokku söeenergia ka- sutamise järkjärgulises lõpetamises.
- Üle 100 riigi ühines ülemaailmse metaanilubadu- sega.
- Rohkem kui 137 riiki on võtnud kohustuse vähen- dada heitkoguseid 2050. aastaks nullini.
- USA ja Hiina – kaks suurimat CO₂ tekitajat – lep- pisid kokku kliimamuutuste vallas koostöö tege- mise.
- Rohkem kui 40 maailma liidrit nõustasid Ühendkuningriigi juhitud plaaniga kiirendada 2030. aastaks taskukohase ja puhta tehnoloogia, sealhulgas saastevabade sõidukite, kasutamist.

* World Energy Council (WEC). World Energy Issues Monitor 2022. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Issues_Monitor_2022_-_Global_Report.pdf?v=1643913176

5.2. Eesti energeetikavaldkonda mõjutavad arengukavad

Riiklikult on esile tõstetud teadusmahuka ühiskonna ja investeringute tõstmise tähtsust TA valdkonnas ning on koostatud mitmeid dokumente ja arengukavasid, mis toovad välja arengusuundasid ning suunavad ettevõtteid nende sektorites TA võimekust tõstma. Üldises pildis on Eesti energeetikasektori plaanid üsna ambitsioonikad ning kohati edestavad isegi EL-i eesmärgi ning keskmisi tulemusi. Eesmärkide baasjooneks on iga Euroopa Liidu liikmesriigi jaoks EL-i kliimapolitiika, rakendatud direktiivid ning arenguplaanid. Ettevõtete tagasiside seisukohast võib väita, et TA investeerimiskindluse tõstmiseks oleks aga vajalik arengukavades välja toodud eesmärki- de jaoks selgete raamistike ja regulatsioonide loomine.

Kõige üldisemad ja pikaajalisemad suunised kliima- ja energiavaldkonnas on defineeritud 2017. aasta dokumendis „Kliimapolitiika põhialused aastani 2050”, mis seab Eestile sihiks vähendada kasvuhooonegaaside heitmeid aastaks 2050 ligi 80% võrreldes 1990. aastaga. „Eesti 2035” on riigi pikaajaline arengustrateegia, mille eesmärk on kasvatada ja toetada meie inimeste heaolu nii, et Eesti oleks ka kahekümne aasta pärast parim paik elamiseks ja töötamiseks. Strateegia annab ühtse suuna erinevate valdkondade otsustajatele ning eurorahade kasutamisele. Strateegia koostamist veavad kõikide huviliste osalusel Riigikantselei ja Rahandusministeerium. Selles püstitatud arenguvajadusi käsitleb endast lähemalt juba „Eesti teaduse- ja arendustegevuse, innovatsiooni ning ettevõtluse arengukava 2021-2035 (TAIE)”. Kolmas oluline arengukava on 2017. aasta oktoobris vastu võetud „Energiamajanduse arengukava aastani 2030”. Neljas kliima- ja energiapolitiikat otseselt suunav arengudokument on „Eesti riiklik energia- ja kliimakava 2030” (REKK), mis koondab riigi kliima- ja energiaeesmärgid ja plaanitavad tegevused ühte dokumenti. Euroopa Komisjoni eesmärk on saavutada 2050. aastaks kliimaneutraalne majandus, kus kõige olulisem roll on energia muundamisel. Selle eesmärgi saavutamisele kaasa aitamiseks ja raamistiku loomiseks on liikmesriikidel palutud esitada oma lõplikud riiklikud energia- ja kliimakavad aastani 2030 (ingl NECP), milles riigid peavad kehtestama üksikasjalikud riiklikud eesmärgid, regulatsioonid ja meetmed eesmärgi saavutamiseks, Eestis täidabki seda rolli REKK. REKK on uuendamisel ning ajakohastatud versioonid või põhjendused, miks ei seda ei ole vaja ajakohastada, tuleb Komisjonile esitada 30.06.2023 ja 30.06.2024*.

* Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030.
<https://www.mkm.ee/et/eesmargid-tegevused/energee->

REKK-i täiendamise osas tuleks Eestil arvestada ka uute „Fit for 55” eesmärkidega. Riigi poolt korraldatav strateegiline planeerimine Eestis lähtub riigieelarve seaduses kirjeldatud alustest, mille järgi on Eestis riigil kahte tüüpi arengudokumendid:

- poliitika põhialused, mis kinnitatakse Riigikogu otsusega;
- arengukavad, mis kinnitatakse Vabariigi Valitsuse poolt pärast nende arutamist Riigikogus.

Euroopa Komisjon on soovinud näha riiklikes kavades konkreetsust ning täpsemaid meetmeid, kuidas eesmärgi saavutatakse.

Kavades peavad olema käsitletud järgnevad valdkonnad:

- energiatõhusus;
- taastuvad energiaallikad;
- kasvuhooonegaaside heitkoguste vähendamine;
- riikidevahelised ühendused;
- TA tegevus ja innovatsioon.

EL-i NECP-ide hindamiseks läbiviidud uuringus** selgub, et suures osas on neid teemasid riiklikes kavades kaetud osaliselt – kokku ainult 62% riikides. Analüüsis on välja toodud, et kõige nõrgemalt on riiklikes dokumentides kaetud energiatõhususe valdkond. Antud uuringu järgi on Eesti valdkondade kaetus hinnatud osaliselt kaetuks ning kuulume keskosa riikide hulka ehk *fence sitter*’iteks. Üleüldiselt esines EL-i liikmesriikide hulgas kõrgemalt hinnatud ning täielikult komplektseid plaane väheste riikide hulgas (Saksamaa, Holland, Taani, Austria, Soome ja Rootsi). Samuti toodi välja, et TA-le ja innovatsioonile on liialt vähe tähelepanu pööratud ning samuti on eelarved ebapiisavad. Esimese ringi tulemuse pealt on Euroopa Liidu selge eesmärk parendatud versioonides saada riiklikest arengukavadest energiaülemineku jaoks vettpeidavad strateegiad. Siin on Eesti riigi võimalus minna REKK-i kava uuendamisega sügavamale ning oluliselt konkreetsemaks, kus juhtrollina kaasatakse ning arvestatakse nii ettevõtete kui ka TA asutuste konkreetsete sisendiga valdkonna vajalike arengusuundade osas.

tika/eesti-riiklik-energia-ja-kliimakava-aastani-2030

** Georgios, M, Floros, F. The Green Deal, National Energy and Climate Plans in Europe: Member States’ Compliance and Strategies. 2021.

5.3. Valdkonna üldised trendid

Energeetikasektoris on toimumas nii-öelda energia üleminek, kus liigutakse praegusel hetkel põhiliselt fossiilkütustel põhinevalt tsentraalselt energiasüsteemilt detsentraliseeritud taastuvenergiat põhineva süsteemi poole. Üldine eesmärk on vähendada nii fossiilkütuste (nt nafta, maagaas, kivisüsi, põlevkivi) põletamisel tekkivaid heitkoguseid kui ka neid tootvate väärtusahelate heitkoguseid. Innovatsioon ei ole vajalik üksnes tehnoloogia mõistes, vaid kogu süsteemi ja selle toimimist tagavates teenustes. Taastuvenergiat põhinevale energiasüsteemile üleminek nõuab uuendusi kõigis energiasüsteemi komponentides, sealhulgas uutes süsteemitoimingutes, turukujundustes, regulatsioonides, ärimudelites ja infrastruktuuris. Ei tohiks ära unustada ka süsteemi toimimise füüsilisi parameetreid, mida tihti peale erinevaid arengukavasid lugedes tundub.

EUROOPA LIIT SUUNAB TA PROJEKTE LÄBI RAHASTUSE EESMÄRKIDE POOLE

Kõik need probleemid seavad juba praegu väljakutseid olemasolevale energiasüsteemile kogu väärtusahela ulatuses, kuna uued tehnoloogiad koos poliitiliste ja tarbijate nõudmistega põhjustavad häireid, mis mõjutavad nii tootjaid, tarbijaid kui ka vahendajaid. Need tõstatavad ka küsimuse erinevate energiavektorite vahelisest seotusest ja viisidest, kuidas seda hallatakse nii füüsilise infrastruktuuri kui ka turgude, reguleerimise ja tarbijate osalemise kaudu.

Energeetikavaldkonna arengu osas on koostatud mitmeid arengukavasid ja dokumente nii Euroopa-üleselt kui ka Eestis. Üldised suundumused on ühtsed, kuivõrd Eesti ei saa Euroopa suundumustest mööda vaadata või liikuda vastasuunas – võimalik on vaid arvestada kohaliku taseme eripärasid ning seada erinevaid rõhuasetusi, kui tahame osa saada EL-i toetuskeemidest. Suures plaanis määravad EL-i toetused ära, kuhu on mõistlik investeringuid suunata, kui on soov nendest osa saada. Seetõttu on ka äärmiselt oluline, et ettevõtete jaoks olulised fookusvaldkonnad oleksid erinevates dokumentides ja arengukavades kajastatud.

Elektritööstuse kliimanetraalsuseni jõudmise osas võiks välja tuua kolm suuremat suunda^{*}:

1. Dekarboniseerimine (ingl *decarbonisation*) – dekarboniseerimine viitab üleminekule puhtale ja süsinikuvabale majandusele taastuvate energiaallikate integreerimise ja kasutuselevõtu suurendamise kaudu. Dekarboniseerimise aluseks on fossiilsete kütuste *faze out* ehk väljatõrjumine ning uute ja puhas-te tehnoloogiate kasutuselevõtt. Dekarboniseerimine tähendab suuremat elektrifitseerimist, sh ka lõppkasutajate elektri-

fitseerimist (tööstus, küte, transport) ja energiatõhususe tõstmist. Samuti saab siin mõista e-mobiilsuse osakaalu märkimisväärsel tõusu ja kõrgemaid makse fossiilkütuste kasutamise osas heitmete vähendamiseks.

• Tööstuse, transpordi ja hoonete otsene ja kaudne elektrifitseerimine, e-mobiilsus, taastuvate energiaallikate kasutuselevõtt ja võrguga integreerimine, Power-to-X-tehnoloogiad, süsiniku püüdmine ja ladustamine (CCS ja CCUS, carbon capture), energiatõhusus.

2. Digitaliseerimine (ingl *digitalisation*) – digitaliseerimine tähendab digitaalsete masinate ja seadmete laialdast kasutamist elektrisüsteemi kõigil tasanditel, alates tootmisest ja infrastruktuurist kuni lõppkasutajaseadmeteni välja.

• Elektrisüsteemi optimeerimine, targa võrgu rakendused, targad arvestid, IoT ja masinnägemise rakendused, kontrolli-, juhtimise- ja automaatikaseadmete lisandumine võrku, andmehaldus, AI ja ennustusrakendused, tööstuse ja valdkonna laiem automatiseerimine.

3. Detsentraliseerimine (ingl *decentralisation*) – detsentraliseerimise all mõistame eelkõige olukorda, kus elektrienergia tootmine liigub suurtest tsentraalsetest elektrijaamadest väiksematesse piirkondadesse ning isegi kodumajapidamistesse. Iga tarbija saab olla nii tarbija kui ka elektrienergiatootja ehk prosumer või siis ei peagi ta olema võrguga ühendatud – olles *off-grid*. Detsentraliseerimine eeldab eelkõige taastuvenergiaallikate kasutamist elektrienergia tootmises.

• Hajatootmine, energiaühistud ja energiakogukonnad, tarbimise juhtimine ja optimeerimine, salvestustehnoloogiate areng, süsteemi paindlikkuse suurenemine.

ELEKTRIVÕRKUDE MODERNISEERIMINE

Elektrivõrke on vaja moderniseerida ja digitaliseerida. Olulisteks märksõnadeks on energia- ning infotehnoloogiasektori koostöö – AI, plokihelatehnoloogia, andmehaldus jne. Kuivõrd süsteemi tuleb juurde üha enam muutujaid, siis selle haldamine muutub üha keerulisemaks. Süsteemis on elektriautod, mis ühel hetkel laevad, teisel hetkel saab neid kasutada elektrienergiaallikana. Süsteemis on majapidamised, mis ühel hetkel tarbivad võrgust elektrienergiat, kuid järgmisel hetkel edastavad võrku elektrienergiat. Seega on sellise süsteemi aluseks nutikas ja tugev andmehaldus. Kui meil on olemas seadmed ja infrastruktuur info kogumiseks (nt nutikad arvestid), siis võimaldab see meil rakendada erinevaid digitaalseid lahendusi, näiteks n-ö virtuaalse elektri-jaama kontseptsioon.

ALTERNATIIVSED KÜTUSED JA LAHENDUSED

Muutuseid ja muutujaid on üsna palju – taastuvenergia kasv tekitab probleeme tasakaalustamise, elektrienergia tootmise liikumisega hajapiirkondadesse (detsentraliseerimine)

^{*} World Energy Council (WEC). Innovation Insights Brief 2020. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Transmission_Brief_FINAL.pdf?v=1597673366

ja energiaturgudega, kuna süsteem kohandub vahelduva ja madalate kuludega elektrienergia allikate osakaalu suurenemisega. Samal ajal kerkib esile vesinik kui võimalik uus muundatud energia allikas, olgu see siis metaani reformimise või elektrolüüsi teel, mis võiks olla oluline seos gaasi- ja elektrisektori vahel (näiteks paindliku salvestuse allikana, et tasakaalustada taastuvenergia kõikuvat tootmist). Lõpuks peab ka tööstus tegelema üleminekuga traditsioonilistelt kütustelt dekarboniseeritud toodetele, mille CO₂ ja tahkete osakeste heitkogused on palju väiksemad. Väärtusahelas edasi liikudes seisab infrastruktuur samuti silmitsi suurte väljakutsetega. Elektrivõrkude töökindlust testivad nii taastuvenergia integreerimine võrku kui ka mitmete uute tootmisallikate esilekerkimine. Infrastruktuuri osas kerkib esile küsimus, kas saame olemasolevat süsteemi kasutada uute tehnoloogiate puhul (nt maagaasivõrku vesiniku jaoks).

SÜSTEEMIDE SUUREMAHULINE ELEKTRIFITSEERIMINE

EL-is on jõutud arusaamale, et kliimaneutraalsuseni jõudmine on võimalik ainult kogu majanduse elektrifitseerimisega. Tegemist on tegelikkuses täiesti uue mõttelaadiga, kus ei räägita niivõrd enam sellest, et kõik peab olema internetipõhine, vaid kõik peab olema elektrifitseeritud. Meil on elektrifitseeritud maismaa- ja meretransport, elektrifitseeritud kütteseadmed (soojuspumbad) ja linnaruum. Üldpildis tähendabki dekarboniseerimine elektrifitseerimist ning seda kõikides majandus- ja tööstusharudes. Euroopa elektritööstuse esindusorganisatsioon Eurelectric näeb ette, et elektrifitseerimise tulemusel on EL-il võimalik CO₂ emissioone 80–95% ulatuses vähendada aastaks 2050^{**}. Elektrifitseerimine nõuab suuremahulisi investeeringuid infrastruktuuri ning seda eriti jaotusvõrku, kuivõrd suurusjärgus 70–80% uutest võimsustest liitub just vastava taristuga^{***}. Küll aga puudub nii Euroopas kui ka Eestis elektrifitseerimise suurendamiseks laiaulatuslik strateegia ning regulatsioonid. Energiasüsteemide ümberkujundamine ei mõjuta üksnes tööstust, vaid kogu majandust ja elanikkonda. Küll aga ei tasu siin unustada, et üha suurenev elektrifitseerimine toob kaasa ka elektrienergia tarbimise kasvu, mis omakorda paneb suurema rõhu ka targemale tarbijakäitumisele ning energiatõhususele. EL-i uus „Eesmärk 55“ pakett võtab sihikule ka need sektorid, mis varasemate strateegiatega osas on jäänud rohkem tahaplaanile (transport ja hooned), kuivõrd suurem rõhk on olnud energiatööstuse saaste vähendamisele^{****}. Täpselt elektrienergia hinda ei ole võimalik ette ennus-

tada, kuid võib ka olla, et kuivõrd tuleviku elektrivõrk vajab investeeeringuid, siis tarbija jaoks võivad aga need investeeringud tähendada tulevikus ka seda, et soodsam on olla ise väiketootja kui osta elektrienergiat võrgust.

Praegu elektrifitseeritakse vaid ligikaudu 22% energiatarbimisest transpordi-, tööstus- ja ehitussektoris. Selleks, et EL saaks 2050. aastaks vähendada heitmeid 95%, peab otsene elektrifitseerimine katma peaaegu 60% energia lõpptarbimisest. Vesiniku tootmine ja Power-to-X-tehnoloogiad nõuavad täiendavat elektritootmist 600 TWh kuni 1200 TWh. See vastab elektrienergia lõppnõudlusele 4800–6000 TWh aastaks 2050. See on saavutatav elektritootmise keskmise 2,6% kasvuga aastani 2050, vähendades samal ajal kogu energiatarbimist 1,3% võrra energiatõhususe parandamise kaudu. 80% ja 90% dekarboniseerimise saavutamiseks oleks elektrivarustuse keskmine aastane kasv 1,4% ja 2,1%, ulatudes vastavalt 38% ja 48%-ni otseelektrifitseerimise määran. Eurelectricu hinnangul on elektrifitseerimise potentsiaal kõrge nii transpordi-, hoonete kui ka tööstussektoris. Transpordis on Eurelectric hinnangul kõige ambitsioonikama stsenaariumi kohaselt kuni 63% kogu energia lõpptarbimisest elektriline. Selle põhjuseks on suuresti sõidukitesegmendi elektrifitseerimine, kus 2050. aastaks elektrifitseeritakse 96% sõiduaudodest, 48% veoautodest ja 58% bussidest. Sõidukipargi elektrifitseerimist soodustavad turuarengud, nagu akude hinna kiire langus ja laadimisinfrastruktuuri laienemine. Raudteetranspordi osakaal, mis on juba 70% ulatuses elektriline, tõuseb 93%-ni. Sajandi keskpaigaks jätkavad vaid mõned marsruudid, kus elektrifitseerimine on tehnoloogiliselt keeruline või majanduslikult kahjumlik. Lennu- ja meretranspordisegmentides nõuab laiaulatuslik elektrifitseerimine edasist tehnoloogilist läbimurret, et vähendada ladustamiskulusid, suurendada energiatihedust ja lahendada muid tehnoloogilisi probleeme.

ELEKTRIFITSEERIMISEGA KAASNEV DIGITALISEERIMINE

Elektrifitseerimine toob kaasa ka digitaliseerimise, mis tähendab seda, et aina enam lisandub süsteemi seadmeid, mille eesmärgiks on juhtimist kergendada või koguda andmeid. Kuivõrd suureneb taastuvenergia osakaal, siis tähendab see seda, et oluliseks saavad moodsad jõuelektronikaseadmed. Samuti on digitaliseerimise tulemuseks energeetika ja tehnoloogia üha suurenev sünergia infotehnoloogia ja kommunikatsioonisektoriga (IKT). Ühest otsast toob elektrifitseerimine (lisaks rahvastiku suurenemine, elatustaseme tõus, ligipääsu suurenemine elektrienergiale jne) kaasa küll elektri tarbimise suurenemise, kuid seda üleminekut aitab leevendada ressursi- ja energiatõhusus. Seoses tehnoloogia arenguga ja tehnoloogia efektiivsemaks muutmisega „saame sama energia eest rohkem“. Dekarboniseerimine on raske sektorites, kus elektrifitseerimine ei ole võimalik või see on raskendatud – lennundus, merendus, pikamaatransport ja suur osa rasketööstusest. Need sektorid vastutavad umbes 35% ülemaailmse CO₂ heitkoguse eest ja nende heitkoguste vähendamise areng on aeglane.

* Oxford Institute for Energy Studies. „The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system“. 2021.

** Eurelectric. Decarbonisation pathways. <https://cdn.eurelectric.org/media/3558/decarbonisation-pathways-all-slideslinks-29112018-h-4484BB0C.pdf>

*** Intervjuu Eurelectric esindajaga.

**** Eurelectric. Key enablers of net-zero by 2050. https://cdn.eurelectric.org/media/4016/un_statement_final-2019-030-0537-01-e-h-07616C74.pdf



6.

Valdkonna väljakutsed

ehk teaduse ja arenduse võimalused elektroenergeetika sektoris

Jätkusuutliku võrgu arenguks tulebki TA projektide käigus leida lahendused ja lahti mõtestada, kas vajalik on konventsionaalne võrguarendus, energiasalvestite rakendamine või üleüldse võrguühenduseta süsteem, kui konventsionaalne võrguarendus ning tugevdamine oleks majanduslikult ebamõistlik.

Kui riik näeb ühe strateegilise eesmärgina arendada metretuuleenergeetikat, siis tähendab, et peame teaduspõhisele analüüsile põhineva võrgu arengukava järgi välja ehitama ja arendama ka merevõrgu.

Kliimaneutraalsusele üleminek kujutab endast suurt väljakutset ka jaotusvõrgule, kuivõrd 70% uutest taastuvenergiatootjatest liituvad just jaotusvõrku (Tööstusest 2021, KPMG). Tänapäevaste trendide jätkumisel võib oodata suuremahulist investeringute tegemist just hajapiirkondades, kus on kõige suurem taastuvenergiaallikate lisandumise potentsiaal. Teisalt investeeritakse võrgu varustuskindluse piirkonda, kus proovitakse pigem võrku koomale tõmmata, sest hajaasustusega võrgu üleval hoidmine on kulukas. Võrku on vajalik seega teha ulatus-

likke investeringuid, et tõsta võrgu võimekust erinevatele teguritele vastu pidada ning võimaldada uute tootmisallikate liitumist. Optimaalseimate otsuste tegemiseks on parim lahendus teadusliku uuringu läbiviimine.

Energeetikasektoris on toimunud suured muutused, mille raames tegelikkuses on nihkunud tsentraalse elektritootmise juurest hajutatud elektritootmise juurde. Eesti võrguehituse printsiibid alates eelmise sajandi algusest kuni millenniumivahetuseni löid võrgu, kus elekter liikus konventsionaalselt tsentraalsest tootmisüksusest võrgu kaudu tarbijani, aga viimased kaks kümnend aastat on liitunud võrku selliseid tarbijaid, mis on heitlikult ning hooaja ilmingimustest sõltuvalt ka ise samal ajal tootjad.



Reaalsed väljakutsed kliimanetraalsuse osas jäävad poliitiliste loosungite taustal tihtipeale tahaplaanile ning nende mõju osas ei ole teostatud piisavalt uuringuid. Samuti ei ole piisavalt kaasatud valdkonna eksperte ning osapooli, keda muutused kõige valusamalt puudutavad.

Kui teorias on taastuenergeetikale ülemineku lihtne ja hoomatav, siis tehnilises ja teaduslikus mõttes toob see endaga kaasa erinevaid väljakutseid, mis tuleb riigil, sektori ettevõtetel ning TA asutustel omavahelises koostöös lahendada. Väljakutsed nullheiteni jõudmisel on üsna mitmerindelised – tehnoloogilised, poliitilised, majanduslikud ja ühiskondlikud. Suures pildis tuleb energiavaldkonnas lahendada järgnevad väljakutsed või küsimused, mis hõlmavad nii elektrienergia tootmist, tänaste käitumis- ja tarbimismustrite muutumist kui ka energiamajandust:

- kõrged ja volatiilsed energiahinnad;
- kasvav energianõudlus;
- tootmis- ja transiitriiki mõjutavad julgeolekuohud;
- süsinikuheite vähendamine;
- energiatõhususe edendamine;
- taastuenergia järjest suuremast osakaalust tulenevad probleemid;
- vajadus muuta energiaturud läbipaistvamaks ja ühtsemaks ning need omavahel paremini siduda.

Väljakutsed võivad riigiti ja piirkonniti olla erinevad. Ka Eesti on selles mõistes unikaalne – tegelikkuses on meil olemas maavara (põlevkivi), millest on võimalik ilma turupiiranguteta ja hinnakõikumisteta toota elektrienergia, kuid mille põletamisel emiteerub CO₂. Põlevkivi kasutusvõimalused ei piirdu aga üksnes energiatootmisega, vaid põlevkivil on suur potentsiaal ka keemiatööstuses. Eesti suurim elektrienergia tootja, sh põlevkivist, on riiklik energiakontsern Eesti Energia AS. Ettevõtte on oma tegutsemist laiendanud põlevkiviõli tootmisele, mis tähendab, et Eesti energiatööstus on muutumas tegelikkuses keemiatööstuseks.

TULEVIKUPERSPEKTIIVID

Ülemineku uudele ja taastuenergiaga energiasüsteemile sõltub uute tehnoloogiliste, majanduslike, sotsiaalsete, käitumuslike ja ärimudelite uuenduste arengust ja levikust. Nende hulka kuuluvad elektri tootmine, ülekandmine ja jaotamine ning salvestamine; põllumajandus ja metsandus; loodusvarade kasutamine; hooned; transport; veevarustus ja -puhastus; jäätmekäitlus; keskkonnakaitse. Paljud vajalikud tehnoloogilised uuendused on nendes sektorites paljuski juba olemas – neid tuleb nüüd arendada ja skaleerida. Seda protsessi saab kergendada tänu selliste võimaldavate uuenduste arendamisele, nagu tehisintellekt, asjade internet ja plokiahela tehnoloogiad.

Täiustatud energiasalvestustehnoloogiad on energia ülemineku jaoks kriitilise tähtsusega. See on eelduseks elektromobiilsusele (e-mobiilsuse) ning elektrisüsteemis leevendab see tippkoormuse nõudlust ja suurendab taastuvate energiaallikate paindlikkust. Elektrienergia lõppkasutajate elektrifitseerimine pakub ise uusi salvestusallikaid (nt elektrisõidukite akud). Energia salvestamise tehnoloogiad on kas madala kasuteguriga, kuid suudavad säilitada energiat pikaajaliselt (nt pumphüdroelektrijaamad), või kõrge kasuteguriga, kuid võimaldavad ainult lühiajalist salvestamist (nt hoorattad). Vaatamata skaleeritavate ja tõhusate tehnoloogiate puudumisele, muudab isegi osaline energia salvestamine rohelise ülemineku pikemas perspektiivis paremini juhitavaks. Suurima potentsiaaliga tulevikuks on suure energiatihedusega salvestuslahendused, eriti pumphüdroenergia ja termokeemilised salvestid.*

Lühidalt saab valdkonna trendid kokku võtta järgnevalt:

- taastuvate lisandumine süsteemi ja salvestustehnoloogiate areng;

* OECD „Innovation and Business/Market Opportunities associated with Energy Transitions and a Cleaner Global Environment“, 2019.

- energiatõhususe suurenemine;
- otsene ja kaudne elektrifitseerimine;
- tarbijate suurem osalemine elektritarbimises;
- uudsed andmelahendused ja digitaliseerimine.

Energia ülemineku puhul tuleb vaadata tervikpilti, kuivõrd mõjutatud on erinevad aspektid:

- toimivad turud;
- energiatõhususe suurendamine;

- paindlikkuse suurendamine;
- taastuvenergia lisandumine;
- uued ärimudelid;
- tarbija rolli suurendamine;
- energiasõltumatus – tuleb toota rohkem rohe-energiat, kuid samas tuleb mõelda ka muudele aspektidele;
- pikemaajalised lepingud, et kindlust saada.

6.1. Elektrisüsteemi peamised tehnilised väljakutsed

Elektrisüsteemi osas on ääretult oluline selle õige planeerimine ja pikaajaliselt ette vaatamine. Mõista tuleks, et elektrisüsteemi toimimine on tehniliselt suur väljakutse. Elektrisüsteemi osas on erinevaid tahke – alustades tootmisest, siis toodetud elektrienergia jaotamine ja ülekanne, juhtimine jne. Elektrisüsteemi seisukohast ei ole mitu väiksemat taastuvenergiatootmisüksust võrdelised ühe suure n-ö tavapärase generaatoriga, mis suudab tagada süsteemis stabiilsuse. Suuremaid süsteeme ja üksuseid on alati ka parem juhtida, sh saab juhtida nende tootmist, samuti on süsteemis vähem häireid. Taastuvenergiast süsteemid sõltuvad ilmastikuoludest ning nende tootlikkus on varieeruv, mistõttu vajame sinna kõrvale salvestust (nt akud, pumphüdrolektri- jaam Eesti mõistes). Osaliselt juba tänane ning peamiselt tuleviku elektrisüsteem, mis põhineb suuresti heitliku iseloomuga taastuvatel energiaallikatel, nõuavad elektrivõrkude planeerimisprintsipiide muudatusi, mis võimaldavad tagada paindlikkust. Kokkuvõttes kujutab taastuvenergiale üleminek elektrisüsteemile suurt väljakutset. Üleminekul süsinikuneutraalsele energiatõhususele on keskne roll kogu elektrisüsteemil ja -võrkudel ning vastust ootavad järgmised väljakutsed:

Taastuvate energiaallikate lisandumine võrku

- generaatoripõhiselt elektrienergiatootmiselt liikumine inverteripõhiste seadmete poole;
- erinevate seadmete lisandumine võrku tulenevalt digitaliseerimisest;
- hajatootmise suurenemine;
- seire-, kaitse- ja kontrolli- ning kaasnevate tarkvaratööriistade täiustamine;

- elektrooniliste tehnoloogiate ja seadmete (eelkõige pooljuhtseadmete, jõuelektroonika) toomine võrku, passiivse, elektrilise ja elektromehaanilise ülemineku võrgu muutmine aktiivseks, elektrooniliseks, elektriliseks ja elektromehaaniliseks võrguks dünaamilise juhtimisega;
- elektrikvaliteedi tagamine.

Paindlikkuse suurendamine:

- salvestustehnoloogiate areng;
- tarbimise juhtimine.

Varustuskindlus ja energiajulgeoleku tagamine:

- importkütustest sõltuvuse suurenemine;
- välisühenduste arendamine.
- Küberturvalisus: digitaliseerimisest tingitud küberohutude ennetamine ja likvideerimine.

Infrastruktuuri- ja võrgu arengud:

- laadimistaristu rajamine;
- õigeaegsete investeeringute tagamine ja varahaldus;
- olemasoleva taristu kasutamise uurimine;
- võrgu tugevdamine ja väljaehitamine (st merevõrgu väljaehitamine);
- uute liitumiste võimaldamine ja protsessi kiirendamine;
- suureneb süsteemi reaajas jälgimise ja juhtimise vajadus;
- automatiseerituse suurendamine.

6.2. Varustuskindlus ja energiajulgeolek

VARUSTUSKINDLUS

Elektrijulgeolekule viidatakse sageli terminiga „varustuskindlus“ või sõna otseses mõttes „tulede põlemas hoidmine“. Lõppeesmärk on pakkuda tarbijatele elektrienergiat stabiilselt ja mõistlike kuludega. IEA kasutab järgmist definitsiooni: elektrijulgeolek on elektrisüsteemi võime tagada elektri katkematu kättesaadavus, taludes ja taastudes häiretest ja ettenägematust olukordadest. Elektrijulgeolek koondab endas kõiki meetmeid – nii tehnilisi, majanduslikke kui ka poliitilisi, et kindlustada süsteemi turvaline toimimine nii lühemas kui ka pikemas perspektiivis.* Antud metodoloogia selgitus on jäänud antud uurimuse osalistele mõneti arusaamatuks. TA projektid peavad aitama kujundada Eesti energiasüsteemi seisukohast parima võimaliku varustuskindluse ning defineerima selle põhimõtte ning kuidas varustuskindlust kokkuleppeliselt mõõdetakse.

Täna on tähtsam kui kunagi varem kontrollida, et energiasektoris osalejatele antakse õiged stiimulid mitte ainult puhta energia, vaid ka selliste teenuste, nagu netokoormusvõimsus, paindlikkus ja reservid, tarnimiseks. Turvalise toimimise tagamiseks peaksid valitsused ja reguleerivad asutused määratlema tarnekatkestuse vastuvõetava taseme. Seda tehes peavad poliitikakujundajad arvestama tarbijate elektrienergia väärtust ning piiratud katkestuste majanduslikku ja sotsiaalset mõju. See on usaldusväärsuse standardite roll. Seejärel peavad regulaatorid looma turu- ja investeerimisraamistikud, mis suudavad tuua soovitud turvalisuse taseme. Eestis oleme loonud varustuskindluse normi, kuid turuarenduste osas on tegevused jäänud vajaka.

Üks asi on tehniline varustuskindlus (siseriiklik tootmine) ning teine asi on turu toimimisele panustamine. Eestile saab kindlasti väljakutseks olema kohaliku tootmisvõimsuse olemasolu ja varustuskindluse ning energiajulgeoleku tagamine. Eestis ei ole ametlikku või seaduslikku nõuet, et elektrienergia varustamine peab olema igal ajahetkel tagatud. Eestis on selleks varustuskindluse norm, mis tähendab seda, et mingil hetkel on vajalik hakata tarbijaid väljalülitama. Varustuskindluse norm sätestab sotsiaalmajanduslikult optimaalse varustuskindluse taseme, mille juures täiendavate elektritootmisvõimsuste rajamine varustuskindluse parandamiseks muutub kallimaks kui väikese hulga elektritarbimise katmata jätmise. Konkurentsiamet on teinud

* IEA (2020), Power Systems in Transition, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition>

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumile ettepaneku Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse normi sätestamiseks, kus optimaalseks varustuskindluse printsiibiks on 9 h/a ja 6 GWh/a. olenemata selle järjestiku toimumise pikkusest. Seega on määratud riiklik ja seaduslik alus vabaturutingimustes elektrienergia puudumisele, mille puudumisel tuleb rakendada võimsusmehhanismi. Varustuskindluse norm on varustuskindluse optimaalse taseme „möödupuu“. Seda mõõdetakse tundides, mille puhul on ühiskonnal tervikuna odavam taluda elektrienergia mõningast puudujääki, kui teha investeeringuid uutesse elektrijaamadesse puudujäägi vältimiseks. Normi abil saab hinnata, kas varustuskindluse tase on piisav või mitte. Kui analüüsid näitavad, et selliseid tunde, kus tootmine ei kata turupõhiselt tarbimist, on rohkem kui norm ette näeb, siis on põhjendatud investeeringud täiendavatesse tootmisvõimsustesse.** Kui aga väljalülitamine on vajalik, siis jääb ilmselt aruteluks see, et kas saame rääkida täielikust varustuskindlusest.

VARUSTUSKINDLUSE TAGAMINE TAASTUVENERGEETIKAPÕHISTES SÜSTEEMIDES

Rääkides taastuvatele energiaallikatele (RES) üleminekust ja nende lisandumisest võrku, siis tuleks rohkem rääkida ka sellest, et miks need kujutavad endast väljakutset elektrisüsteemile ja -võrgule.

Taastuvate energiaallikate ressursid sõltuvad geograafilisest asukohast ning ei ole kõikidele riikidele võrdselt kättesaadavad. Eesti kontekstis on suurim potentsiaal tuule- ja päikeseenergeetikal, mis on oma olemuselt kõikuva iseloomuga, mis tähendab, et neid ei ole pidevalt saada. Energiat on aga vaja pidevalt. See aga tähendab, et energiasüsteemis peaks olema ka selliseid energiatootmisüksuseid, mis on saada pidevalt ning mille abil on võimalik taastuvate energiaallikate kõikuvat iseloomu balansseerida. Tuleb aga ka mõista, et mere- tuuleparkides ei puhu tuul pidevalt. Ka optimistlikes EL-i strateegiates ja modelleerimistes arvestatakse mere- tuuleparkide osas koormusega suurusjärgus kuni 60% nende nimivõimsusest.*** Eestis on tuuleparkide koormustegur jäänud 28% kanti, mereparkide puhul on ka

** Varustuskindlus. <https://elering.ee/elering-tagab-varustuskindluse#tab0>

*** Tuulikute koormustegur. https://static.agora-energiawende.de/fileadmin/Projekte/2019/Offshore_Potentials/A-EW_2020-05-13_Mission-Hydrogen_Offshore_Deutsch_Slides.pdf

sutegur mõnevõrra suurem, kuivõrd tuuleolud on stabiilsemad. Mida enam lisandub võrku taastuvaid energiaallikaid, seda enam peab olema ka balanseerivat võimsust, et tagada elektrisüsteemi pidev ja stabiilne toimimine. Seega peab energiaportfell olema võimalikult mitmekesine.

On juba selgemaks muutunud asjaolu, et taastuvenergiaallikate lisandumisega elektrisüsteemi vajame elektrisüsteemis rohkem paindlikkust. See küsimus, kas tagame varustuskindluse välisühendustega või kohapealsete tootmisüksustega, on juba poliitiline küsimus. Kõik stsenaariumid vajavad aga täpseid uuringuid ning võimalikult täpseid sisendandmeid ja modelleerimisandmeid (nt kas välisühenduste võimsused on piisavad ja ei teki pudelikaelu), kus TA projektid suudaksid pakkuda teisest arvamust ülekandevõrgu varustuskindluse aruandele.

Taastuvenergiaseadmete lisandumine võrku tõstatab päevakorda ka elektrienergia kvaliteedi küsimuse. Nimelt tulenevalt taastuvenergiaallikate kõikuvast iseloomust võivad tekkida võrgus erinevad häired, mis halvendavad elektrienergia kvaliteeti, ning mis mõjutavad nende lõppklientide vara. Pingeprobleemid toovad kaasa häireid ja isegi rikkeid erinevate seadmete töös, kuivõrd seadmetele, nagu ka elektrivõrgule, ei meeldi ettearvamatus ja elektrienergia kõikumine. Kui võrgus on palju kõikuva iseloomuga tootmisüksuseid, siis seda enam peame mõtlema, kuidas seda paremini juhtida ja elektrienergiat salvestada ning et see toimiks automaatselt. Suured kõikumised võivad kaasa tuua ka katkestusi. Katkestustega kaasnevad aga alati suured kulutused ja kahjud. Seega üha enam peame mõtlema, kus ja millal oleksid vajalikud lisainvesteeringud, et kindlustada süsteemi laitmatu toimimine.

STRATEEGILISED RESERVID JA GAAS

Võib ka spekuloida teemal, et kas aastaks 2050 lõpetatakse gaasi tootmine ja kasutamine. EL soovib süsinikneutraalsust aastaks 2050, seega tähendab see, et kõik, mis heidet tekitab, tuleb selleks ajaks kuidagi kompenseerida. See tähendab, et kivisöe- ja põlevkivienergiast loobutakse, kuna need ei ole konkurentsivõimelised. Paljud riigid investeerivad endiselt gaasi. Eurelectricu uuringus, kus eeldati, et energiasektor on 2045. aastaks täielikult dekarboniseeritud, olid võrgus mõned gaasivarad, kuid need töötasid enamasti ooterežiimis ja edasi liiguti vesinikuenergeetika poole. Eurelectric ei näe, et keegi veel maagaasist täielikult loobuks, kuna see on kõige kättesaadavam viis kivisöe- ja põlevkivienergeetikast eemalduda, kuivõrd jaamade ehitamine on suhteliselt odav. Saksamaa arutas gaasi järkjärgulist kasutuselt kõrvaldamist aastaks 2045, kuid see ei ole juhtunud, sest kuidas on võimalik kor-

raga loobuda nii söest, gaasist kui ka tuumaenergiast? Loodetavasti on selleks ajaks saadaval süsinikneutraalsed gaasid konkurentsivõimelise hinnaga. Mõelda võiks, et kus paiknevad Eesti jaoks strateegilised varud ja hoidlad. Kuna gaasil põhinevad võimsused on meie elektriturul üsna suure mahuga, siis gaasituru muutused mõjutavad meie turgu kõvasti. Kodumaine gaasihoidla või hoiustamise võimekus on kriitilise tähtsusega. Meil võib ju olla naabrite juures hoidlad, aga kui on kodumaine hoidla või varu, siis saab varuda ise soodsama hinnaga ja see on pidevalt kättesaadav suurema viibeta. Kiisa avarielektrijaam (200 MW) töötab samuti gaasil, kuid gaasihoidlad puuduvad. Kuidas aga kriisiolukorras on garanteeritud kütuse kättesaadavus. Kui strateegiline varu ei asu kodumaal, siis kas kriisiolukorras on sellele ligipääs? Strateegiline reserv peaks olema ka päriselt kättesaadav igal ajal. Turg ei pruugi kriisiolukorras toimida.

Eestis ei ole käivitatud võimsusturгу – meie lähiriikides on see olemas. Hetkel toetume teiste riikide reservidele ja see pole mõistlik. Kui kõik loodavad teistele, siis kuskilt jääb ikka lõppude lõpuks puudu.

JULGEOLEK JA SÜSTEEMI TAASKÄIVITUS

Julgeolekuküsimus on kindlasti ka elektrisüsteemi taaskäivitamine võimaliku *blackout*'i korral. Kui selline olukord peaks juhtuma, siis vastavalt Eesti kriisiplaanile ei ole Eesti elektrisüsteemi taaskäivitamine ilma Estlinki ühendusteta võimalik. Eleringi käsutuses ei ole kõiki vajalikke ressursse elektrivarustuse taastamiseks. Sõltume Soome süsteemihalduri võimest pakkuda *blackstart*'i korral abi. Teiseks sõltume Narva Elektriijaama võimalustest oma üksused kasutusele võtta. Kolmandaks, Läti elektrisüsteemiga sünkroniseerimisel sõltume Läti elektrisüsteemist. Vahetustoimingute tegemisel sõltume vahetusteenuse lepingupartneritest.* Seega kui Estlink 1 või 2 peaks kriisiolukorras olema rivist väljas, siis Eesti süsteemi uuesti käivitada ei ole võimalik.

Energiajulgeolek on riigi strateegiline küsimus. Eesti puhul võib aga probleemseks pidada, et energiajulgeoleku küsimuste lahendamine toimub üsnagi üldisel tasemel ning pikaajalised detailsed strateegiad on puudulikud. Hetkel räägime tuleviku küsimustest üsnagi üldisel tasemel.

Käesolev kaardistus on näidanud, et lihtsaid ja kiireid lahendusi energiaülemineku osas ei ole. Riigiti on olukord ja potentsiaalsed lahendused samuti erinevad. Näiteks Saksamaa tõrjub söeenergeetikat ja tuumaenergiat ning nende üleminekulahendus oli kuni Ukraina sõjani väiksema süsinikuheitega maagaas, kuni parema alternatiivini. Poola ehitab uut LNG-terminali, et nad ei

* Risk-preparedness plan of Estonia, Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, 2021.

oleks nii avatud Venemaa manipulatsioonidele ja saaksid osta maailmaturu hindadega, samuti uuritakse tuumaenergiat. Tuumaenergeetika osas on nii maailmas kui ka Euroopas arenemas väikesed moodulreaktorid, millele on pilgu suunanud ka Eesti. Põhimõtteliselt on praegu valikuvõimalusteks paremad riikidevahelised ühendused, parem paindlikkus juba olemasoleva jaoks või muu kindel võimsus. Võimalusi pole lõputult ja üks hetk tuleb tehnoloogiavalik teha ning tegutseda kiirelt.

24. veebruaril 2022 alanud Ukraina ning Venemaa sõja üks protsessidest oli terve Ukraina elektrisüsteemi desünkroniseerimine IPS/UPS sünkroonilast. Ukraina võrgu arengukavad on olnud piisavad, et antud löögi kiirelt reageerida ning desünkroniseerimisprotsess printsiipaalselt edukalt ellu viia.* Kuigi Elering AS-i poolt on ühepoolselt järjepidevalt kinnitatud, et Eestis on energiasüsteemi piisavus tagatud, siis reaalne tulemus ning nende plaanide realiseerimise lõppfaasid toimuvad vahetult enne 2025. aastat. Elering AS on aga hinnanud ohtu desünkroniseerimise seisukorrast väikseks ning Eesti süsteemioperaator ei planeeri kiirendada ettevalmistuste tegemist**. Sellest võib järeldada, et Eesti ja Baltikumi ootamatu desünkroniseerimine Venemaa Föderatsiooni poolt on võimalik juba täna.

BALANSSEERIMISE LAHENDUSED

Tasakaalustamine on üks peamisi varustuskindluse tagamise protsesse. Süsteemihaldurid seisavad silmitsi uute energiaüleminekulga seotud väljakutsetega, kuna süsteemi tasakaalustamise vajadust mõjutavad tegurid muutuvad keerukamaks ja üksteisest sõltuvamaks. Järjest enam pöörduvad süsteemihaldurid turupõhiste mehhanismide poole, et pakkuda neid teenuseid võimalikult madalate kuludega ning juurutavad süsteeme, mis võimaldavad dünaamilisemalt hallata süsteeminõudeid.

Muutuva iseloomuga taastuvate energiaallikate ja detsentraliseeritud tootmisallikate kasv esitab süsteemile tehnilisi väljakutseid, et säilitada tasakaalu ja taluda häireid, mis võivad kahjustada energijulgeolekut. Elektrijulgeoleku tagamine tähendab, et nende tehniliste väljakutsetega tegeletakse asjakohaste uuenduslike lahendustega süsteemi planeerimisel, käitamisel ja teenustes. Näiteks saab süsteemi inertsiga seonduvaid häireid lahendada uute süsteemiteenustega.

Seetõttu on oluline, et poliitikakujundajad võtaksid meetmeid, kehtestades süsteemi planeerimise protsessis vajalikud loogilised sammud, et kaaluda süsteemi

mi töökindlust asjakohasel viisil. See võib hõlmata ühendusnõuete ülevaatamist (sealhulgas võrgukoodi läbivaatamine ja kohustuslik süsteemiteenus), muudetud tegevustavasid ja uuenduslikke turupõhiseid lahendusi, nagu laiendatud süsteemiteenuste turud.***

Ressursi olemasoluga piirkondades on reservuaari- ja pumphüdroenergia oluliseks energia salvestamise allikaks. Olemasolevatele rajatistele uue pumpamisvõimsuse lisamine võib olla arengutee, kus olemasolevat ressursipotentsiaali suures osas ära kasutatakse.***

Küll aga on tegemist kalli lahendusega ja samuti on vähemalt Eestisse planeeritava pumphüdroelektrijaama üheks tsükliks 12 tundi, mis aga võib volatiilsete elektrihindade juures jääda ebapiisavaks ja kalliks. Täna olukorras vajaks pumphüdroelektrijaama rajamine ja selle mõju kindlasti täiendavat analüüsi.

MAAGAASI ALTERNATIIVID – BIO- JA SÜNTEETILISED KÜTUSED

Vesinikutehnoloogia või biometaanitootmine võivad olla pikaajalise, sealhulgas hooajalise, paindlikkuse allikateks. Siiski on endiselt vaja nende tehnoloogiate suuremahulist arengut või tootmismahu tõstmist. Lähimurded mitmesugustes võtmetehnoloogiates võivad lähiaastatel mõistliku kuluga soodustada varustuskindlust suure taastuenergia elektrisüsteemis, kuid seni, kuni elektrisüsteemi ümberkujundamises valitseb innovatsiooni ebakindlus, tuleb sellise tehnoloogilise ebakindluse maandamiseks otsida realistlikke lahendusi. Taastuenergia kasutuselevõtu laiendamine ja innovatsioonialaste jõupingutuste suurendamine ei ole kindlasti kahetsusväärte tegevused ning on olulised, et juhtida meie energiatrajektoori jätkusuutlikule ja turvalisele tulevikuteele.

Eesti mõistes nähakse suurt potentsiaali biometaanil, mis peaks asendama maagaasi ning mida oleks võimalik taastuenergia kõrval hakata kasutama tippkoormuste katmiseks. Biogaasi on võimalik saada loomuliku protsessi käigus soodest, rabadest ja prügilatest ning spetsiaalseid kääriteid kasutades sõnnikust, reoveest, rohtsest biomassist ja teistest biolagunevatest jäätmetest. Saadud biogaasi kütteväärtus jääb enamasti vahemikku 5–7 kWh/m³, sõltuvalt metaani sisaldusest antud biogaasis, mis omakorda sõltub kääritatava materjali toitainete sisaldusest, niiskusest ja jäätme tüübist. Eestis toodetakse biogaasi soojus- ja/või elektrienergiaks. Biometaan on aga puhastatud biogaas, mis sisaldab 96–

* Artikkel. <https://www.scientificamerican.com/article/how-ukraine-unplugged-from-russia-and-joined-europes-power-grid-with-unprecedented-speed/>

** Artikkel. <https://news.err.ee/1608598834/veskimaagi-no-plans-to-speed-up-desynchronization-from-russian-energy-grid>

*** IEA (2021), Secure energy transitions in the power sector, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/secure-energy-transitions-in-the-power-sector>

**** IEA (2020), Power Systems in Transition, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition>

99% metaani ja on maagaasiga võrdse kütteväärtusega, olles kasutatav kõikjal, kus täna kasutatakse maagaasi. Eesti kohaliku taastuvkütuse biometaani potentsiaali on hinnatud 450 miljoni normaalkuupmeetriini, see on rohkem kui pool viimaste aastate maagaasi tarbimisest Eestis. Biometaani Eestis 2015. aasta II kvartali seisuga ei toodetud. Samas on Euroopa Liidus ja Eestis võetud eesmärgiks 2020. aastaks saavutada 10% taastuvenergia lõpptarbimine transpordisektoris. Eestis on see taastuvenergia osakaal transpordis praegu 0,1%.*

EL näeb biomassi kasutamisel suurt potentsiaali gaasi asendamisel, eriti praeguse energiakriisi valguses. Praegusel hetkel kasutatakse Eestis biometaani peamiselt transpordis. Kui soovime hakata seda kasutama elektrisüsteemis, siis peaksime hakkama mõtlema suuremahulisemale biometaani tootmisele ja mõtlema sellele, kust saame selleks vajaliku „toormaterjali“, mis tähendaks ilmselt loomakarja suurendamist.

Ilmekas on käesoleval hetkel aga asjaolu, et liidu liige haavapuitmassi tootev ettevõtte Estonian Cell AS on Eesti suurim biogaasitootja. 2016. aastal toodeti biogaasi ühtekokku 7,7 miljonit kuupmeetrit. Toodetava biogaasi energeetiline väärtus on enam kui 50 GWh aastas. Täna vääringdatakse Estonian Cellis toodetud biogaas biometaaniks, mis suunatakse Eesti Gaasi võrku.**

Kodumaise biomassi kasutamise ja vääringdamise osas mängivad rolli järgnevad tegurid:

- Hetkel ekspordib Eesti sisuliselt 2/3 oma energeetilisest puidust (puiduhake ja graanulid). Selle põhjus on teiste riikide soodsad toetuskeemid.

* Biogaas ja biometaan. <http://eestibiogaas.ee/tootmine-ja-kasutamine/>

** Estonian Cell. <https://www.estoniancell.ee/udised/toeostusest-september-2018-kundas-toodetakse-biometaani/>

Need toetused aga rikuvad meie põhiturgu. Meie viime biomassi välja, aga CO₂ arvestus jääb meile. CO₂ arvestus peaks aga liikuma ekspordiga kaasa. Ekspordi piiramine ei ole kindlasti eesmärgiks, kuid CO₂ arvestus võiks sellest võrrandist jääda välja.

- Puidu kasutamise osas elektri- ja soojamajanduses on küsimuseks raiemahtude hulk. Lisaks on Eestis puidukeemiaalane tegevus ja TA vähene, st Eesti ei oska veel oma puitmassi keemiliselt piisavalt vääringdada.
- Biogaasi osas on Eesti potentsiaal suurem, kui seda tänasel päeval ära kasutatakse. Hetkel on biogaasi tootmisüksused ja kogused väikesed. Biogaasi ja -metaani suures mahus tootmine on seotud loomakarjaga. Mahu oluliseks suurenemiseks peaks loomakarja oluliselt suurendama, kuid seda riik ette ei näe. Küsimuseks on biogaasi ja -metaani tootmise aluseks oleva toormaterjali kokkukogumine ja transportimine, mida ei ole mõistlik teha pikkade vahemaade taha. Samuti ei ole selleks igal pool ka torustikku ning torustiku rajamine on kulukas. Hetkel on biogaas ja -metaan kasutusel peamiselt transpordis. Biogaasi ja -metaani suurema rakendamise osas võiks olla lahenduseks selle lokaalne või ehk strateegiline kokku kogumine, misjärel saaks seda kasutada tippkoormuse ja kriiside ajal, mitte ei toimuks selle suunamine vaid transporti. TA tegevus selle osas oleks vajalik. Üks aspekt on ka tootmisprotsessis tekkiv CO₂, mida kokku ei koguta ning edasi ei vääringdata. Statistikas on see CO₂ 0, kuid siin on võimalused mõelda, mida saaks kogutud CO₂-st edasi teha. TA tegevus CO₂ vääringdamise osas oleks jällegi vajalik.

6.3. Elektrisüsteem ja -võrk

Peame keskenduma kodumaisele elektritootmisele, sh panustama juhitavate võimsuste juurderajamisele. Me ei saa keskenduda vaid üksnes tuule- ja päikeseenergeetika mahu suurendamisele. Nii Eleringi, Enefit Greeni kui ka Tallinna Tehnikaülikooli eksperdid on öelnud, et kui päikesepaneelide võimsust praegusega võrreldes kahekordistada ja tuuleenergia kolmekordistada, ei suudaks see alati tarbimist ka koos salvestusega katta. Seega me vajame siiski ka juhitavaid võimsuseid. Samuti ei ole volatiilse iseloomuga tootmisüksustega

võimalik tagada süsteemi püsimiseks vajalikku sagedust. Tuulevaiksed ja vähese päikesega perioodid võivad hooajati kesta päevi või isegi nädalaid*. Siinkohal tuleb ilmselt juba mängu ka investeeringute maht ja hind. Seega ei pruugi ulatuslik taastuvenergia meile ikkagi tuua pidevalt soodsaid elektrihindasid, kuivõrd tootmisseadmete toodang on kõikuv ja selle mahtu pole võimalik

* <https://faktikontroll.postimees.ee/7640309/oige-voi-vale-kas-tuule-ja-paikeseenergia-auke-pole-voimalik-salvestusega-katta-nagu-vaidab-fermi-energia>

täpselt ette ennustada. Süsteemis, mis on üledimensioneeritud, teostatud on ulatuslikud investeeringud uutesse tehnoloogiatesse, siis sellises süsteemis ilmselt saab olema keeruline tagada elektrienergia hinda, mis jääb tänasel hinnangul soodsaks või on näiteks 2020. aasta tasemel.

Riigi prioriteediks peaks olema võimalikult suure ja mitmekesise energiaportfelli rajamine. See peaks olema riiklik prioriteet. Kuna Eesti ja Baltikumi tarbimine on sedavõrd väike, peame kaasama teisi Läänemere-äärseid riike või vähemalt Põhjamaid, et järgmise paari-kümne aasta vaates tootmisstruktuurid paika panna. Mida rohkem on erinevaid energiaallikaid, seda parem.*

Võrgu püsimiseks on vajalik kodumaine elektritootmine. Teadusuuringute põhjal on ka piiramatult võrgu tingimuses ning EL-i riikide altruistlikku käitumist eeldades siiski vaja igas riigis tagavaravõimsust, mis on vähemalt 60% tippkoormusest. Elektrivõrk ise on üks suurimaid elektritarbijaid, mille omatarve on suurusjärgus 10% Eesti kogutarbimisest. Meil peab endal olema tootmisvõimsus, et saaksime oma võrku püsti hoida ning seda igal ajahetkel. Selline aga ei saa olla muutliku iseloomuga taastuvenergia tootmisüksus (nt tuule- ja päikeseelektrijaam). 2030. aastaks lõpetatakse Eestis elektritootmine põlevkivist ning kas selleks hetkeks on Eestis olemas alternatiivid?

Elektrisüsteemi osas vajame täielikku ja detailset pilti, mis ei põhineks eeldustel ja prognoosidel, vaid võtaks arvesse reaalse olukorra ja annaks adekvaatsed tulemused vajalike arenduste osas. Vajame detailset ja pikaajalist võrgu- ja süsteemiarenduskava. Vajame pikaajalist plaani ja seda mitte üksnes Baltikumi osas, vaid peame vaatama ka seda, kuidas me oleme Euroopaga ühenduses ja millised on nende ühenduste edasised arengud. Vastavalt elektrituruseadusele on võrguettevõtjal kohustus võrku arendada viisil, mis tagab võimaluse järjepidevalt osutada õigusakti ja tegevusloa tingimuste kohast võrguteenust võrguga ühendatud tarbijatele, energiakogukondadele, tootjatele, liinivaldajatele ja teistele võrguettevõtjatele, arvestades nende põhjendatud vajadusi, ning ühendada võrguga oma teeninduspiirkonnas asuva turuosalise nõuetekohane elektripaigaldis. Võrku arendades järgib võrguettevõtja varustuskindluse tagamise, tõhususe ning turgude integreerimise vajadust, arvestades neis valdkondades tehtavate uurimuste tulemusi. Jaotusvõrguettevõtjal on kohustus iga 2 aasta järel esitada arenduskava järgnevat 10 aastaks.** Põhivõrgul puudub EL-i direktiividest tulenev pikaajaline detailne võrgu arenduskava. Vajakajäämisi ilmestab ka see, et praegusel hetkel ootab suur hulk toot-

misvõimsusi liitumist, kuivõrd liitumiseks ei ole võimalust. Oleks võrgu osas olemas detailne kava, siis ei tekiks olukorda, kus soovitakse piirkondades, kus võimsust pole, suures koguses liituda.

Võrguarenduse seisukohalt, siis kui soovime järjest rohkem suurendada taastuvenergia kasutusele võtmist, tuleb järjepidevalt ja strateegiliselt ka võrkude läbilaskevõimet suurendada. Või siis motiveerida tootjaid soetama ka salvestusseadmeid. Üks päikeseelektrijaam on võrgule palju suurema mõjuga kui näiteks üks tuuleelektrijaam ning võrgule on suureks probleemiks sinna juhuslikult edastava elektrienergia hulk, mille kogus ei ole juhitav ja kontrollitav. Arvestades võrgu piiranguid, taastuvenergia kõikevat iseloomu, eesseisvaid probleeme võrgus oleva tootmise ja tarbimise tasakaalustamisega, siis ehk võiksid salvestusseadmed olla juba elektrijaama osaks nende rajamise hetkel – ehk võimaldama ja propageerima peaks hübriidlahendusi.

Vajalik oleks elektrisüsteemi ja -tootmist modelleeriv uuring, mis võimaldaks kriitiliselt hinnata Balti riikide TSO-de võrguarendusplaane (vs siseriiklikud reservid), argumenteerida suurema tagavaravõimsuse ning salvestite investeeringute toetamise poolt ning mis võtaks arvesse järgmist:

- mudeldaks küll kogu Euroopa võrku, aga detailsemalt Baltikumi puhul;
- võtab aluseks tänased ülekandevõrgud ja riikide tänased tarbimis- ja tootmisprofiilid;
- hindab adekvaatselt kaugküttevõrkude, elektriautode ja prosumerite mõju vajalikele reservidele ja ülekandevõimsustele (sh jäävad biomassi CHP-d alles ning Läti ja Leedu CCGT-d lähevad üle biogaasile, Aumere ja BEJ11 biomassile);
- mudel peab koosnema Baltikumis vähemalt 200+ võrgusõlmest, AC & DC põhine analüüs (või tege ma DC lihtsustuse, aga hindama suurenevat vajalikkust mahtu AC voogude puhul);
- uued ülekandevõimsused vastavalt ENTSO-E TYNDP-le;
- arvestab desünkroniseerimise järgsete ümberkorralduste ja piirangutega (LitPol ja Harmony Link);
- Balti-siseste ülekandevõimsuste puhul simuleerida olukorda koos ja ilma CZC reserveerimiseta saadusreservidele;
- Eesti riigi energiaportfell peab kuluoptimaalselt täitma Vabariigi Valitsuse 2030. aasta 100% RE eelnõus püstitatud eesmärgi.

Spetsialistide hinnangul lähtuvad Balti TSO-de ettepanekud Balti riikide aastate pikkusest alainvesteeringust tootmis- ja tagavaravõimsustesse ning Estlink 2 üledimensioneerimisest. Lahendus ei ole varustuskindlu-

* <https://novaator.err.ee/1608656194/arvi-hamburg-usk-praeguse-elektrituru-voimsusesse-on-naivne>

** Elektrituruseadus.

se arvelt reserveid mahtusid vähendada, vaid tootmis- ja reservvõimsuseid juurde rajada.

Tänasel päeval, kus võrgus on juba palju ning lisan- dumas on veel rohkem taastuenergiat, siis peame ar- vestama, et ka piiramatult võrgu tingimuses ning EL-i riikide altruistlikku käitumist eeldades on siiski vaja igas riigis tagavaravõimsust, mis on vähemalt 60% tippkoor- musest.

Kuigi avameretuulepargid on „tuulekindlamad“, siis uuringud on näidanud, et need töötavad üksnes 50–60% ajast. See aga tähendab, et peame dimensionee- rima üle, ehk siis sisuliselt peab meil 10 tuuliku asemel olema 16 tuulikut.

- **Energiaportfell:** Euroopa-üleselt on piirama- tu võrgu tingimuses optimaalne mix 73% tuult ja 27% päikest, sh Eestis 81,3% tuult ja 18,7% päi- kest*. Rohkem liiniühendusi võimaldab maismaa- tuule osakaalu kasvatada ning vastupidi vähem liine suurendab PV ja meretuule osakaalu, sh 5% rohkem PV-d vähendab võrguinvesteeringuid 20% ning suurendab salvestusmahtusid ligi 60%*.
- **Liinivõrk:** 95% CO₂ emissioonide vähendamine aastaks 2050 oleks kuluefektiivselt saavutatav 2-kordse liinivõrgu suurendamisega**. Selle kogu- kulu on 20%...25%*** odavam olukorrast, kus lii- nivõrk jääks tänasele tasemele, sh on Balti riikide välisühendused juba täna piisavad, et saavutada 100% taastuenergia osakaal ning saada 90% lii- nivõrgu kasust*.
- **Tagavaravõimsused:** isegi piiramatult võrguühen- duse puhul püsib tagavaravõimsuse maht 60% tippkoormusest**** ning need tarnivad optimaal-

* Becker, S. et al „Transmission grid extensions during the build-up of a fully renewable pan-European electricity supply“, Frankfurt Institute for Advanced Studies & Aalborg University, 2013

*** Brown, T. et al „The role of spatial scale in joint optimisations of generation and transmission for highly Renewable scenarios“, Frankfurt Institute for Advanced Studies, 2017

**** Becker, S. et al „Transmission grid extensions during the build-up of a fully renewable pan-European electricity supply“, Frankfurt Institute for Advanced Studies & Aalborg University, 2013

Rodriguez, R. et al „Localized vs. synchronized exports across a highly Renewable pan-European transmission network“, Aalborg University, 2015

Gils, H. Ch. et al „Integrated modelling of variable re- newable energy-based power supply in Europe“, DLR, 2017

Schaber, K. et al „Parametric study of variable renewable energy integration in Europe: Advantages and costs of transmission grid extensions“, TU München, 2011

se võrgu puhul vähemalt 15%****...20%***** vaja- likust energiast (24% ilma võrguühendusteta ju- hul).

- **Lisategurid:** kaugküttesektori, elektriautode ning PV+aku prosumeerite***** koosmõjul on võima- lik 100% taastuenergiat põhinev süsteem tagada ligikaudu tänaste kuludega ja vähendada ülekan- devõimsuste mahtu veelgi.

Vajame süsteemi juurde rohkem paindlikkust. Lisades süsteemi veel kaugküttesektori, elektriautod, salvestid jne, siis on võimalik süsteemi tasakaalustada. Pole aga olemas süsteemi või regulatsioone, mis need valdkon- nad kokku seoks. Samuti eeldab see paindlikkusteenus- te pakkumine automatiseerimist ja digitaliseerimist.

Seoses võrgu- ja süsteemiarengutega peaksime mõt- lema veel ka järgnevale:

- Eesti on väike riik, mis tähendab, et põhivõrk ja süsteemihaldur on koos. Süsteemihalduril on seega lihtne teha otsuseid, mis tooksid suuri- ma kasu põhivõrgu arendajale. Süsteemihalduri kohustused aga erinevad põhivõrgu omast. Süsteemihaldur peab looma turu ja võimalused selle toimimiseks, st mõtlema ka valdkonna aren- guid arvestades paar sammu ette.
- Hinnapõranda kehtestamine (ehk investee- rimiskindlus), kuna pangad projekte ei rahasta. Tuleviku rahavood on pankadele riskantsed. Tekib olukord, kus riik sunnib arendama, aga pangad ei finantseeri. Riigi sõnul ei ole hinnapõrandat vaja, kuid see tingib asjaolu, et ka uusi investeeringuid ei tule. On riike, kes on kehtestanud hinnapõran- da 20 eurot/MWh. Hetkel aga jääb Eestisse sisuli- selt paar ettevõtet, kellel oleks võimalik sääraseid projekte oma olemasolevatele tootmisvaradele

***** Becker, S. et al „Transmission grid extensions du- ring the build-up of a fully renewable pan-European elect- ricity supply“, Frankfurt Institute for Advanced Studies & Aalborg University, 2013

Rodriguez, R. et al „Localized vs. synchronized exports across a highly Renewable pan-European transmission network“, Aalborg University, 2015

Gils, H. Ch. et al „Integrated modelling of variable re- newable energy-based power supply in Europe“, DLR, 2017

***** Brown, T. et al „Synergies of sector coupling and transmission extension in a cost-optimised, highly renewable European energy system“, Aalborg University, 2018

Child, M. et al „Flexible electricity generation, grid ex- change and storage for the transition to a 100% renewable energy system in Europe“, Lappeenranta UT, 2019

vastu investeerida. Teised peaksid seda tegema tuleviku rahavoogude põhjal.

- Meretuuleenergeetika arendus. Avameretuulel on maismaa parkidega kaks suurt vahet – maismaatuuleparkide ehitus on kiirem, kuid meretuul on stabiilsem. Sisuliselt on 2 kuud väga probleemilised, kus ilmastikutingimused ei ole soodsad. Samuti puudub võrk, kuhu meretuuleparkidel on võimalus liituda. Teistes riikides riik arendab ise välja, saades aru, et kuigi mudeli järgi peaks seda tegema liituja, siis on see liiga koormav ning pärsib investeerimist. Jällegi jõuame punkti, kus Eestis puudub pikaajaline plaan. Finngridil näiteks on plaan olemas, mis toob välja, et kuhu ja millal on võimalik võimsusi rajada.
- Päikeseenergeetika puhul võiksime mõelda selle suuremat rajamist pigem lokaalsena tiheasustuses, tarbimisele võimalikult lähedal. Energiatõhususnõuded nagunii sunnivad seda tegema. Jäävad ära ka mahukad võrguarendused hajapiirkondades. Vajame uut energiatootmise mudelit, mis põhineb hajutatud tootmisel – näiteks, kasutame väärtusliku põllumajandusmaa hõivamise asemel hoonete katuseid ja parklaid ehk väärindame olemasolevat infrastruktuuri. Teadupärast, mida tihedam on asustus, seda suurem on energiatarbimine. Tuues tootmine tarbimisele lähemale, saab lahendada mitu probleemi. Kohapeal energia tootmine aitab tagada energiapuulgeolekut, kuna tagatakse autonoomne elektritootmine ka juhul, kui varustuskindluse kadumise või ka sõjalise tegevuse tõttu langevad riivist välja suured tootmisüksused.*
- Taastuvenergiaüksuste võrguga liitumise venivad loamenetlused.

Taastuvenergiaprojektide kiirema elluviimise eeltingimus on lihtsamad ja lühemad loamenetlused. Üks peamine takistus investeerimisel taastuvenergiasse ja sellega seotud taristusse on aeganõudvad haldusmenetlused. Ka Eestis ootavad mitmed tootmisüksused võimalust võrguga liitumiseks (aasta alguses 1300 MW tootmisvõimsust**). Komisjon kutsub liikmesriike üles tagama, et taastuvatest energiaallikatest energia tootmise rajatiste planeerimist, ehitamist ja käitamist, nende ühendamist võrku ja võrku ennast käsitatakse ülekaaluka avaliku huviga ja avaliku julgeoleku huvides olevatena ning nende suhtes kohaldataks liikmesriigis kehtiva-

* Alvela, A. Päikeseelektri tootmise buum paneb jao-
tusvõrgu võimekuse proovile.2022.

** Tootmisvõimsuste liitumine võrguga. <https://arileht.delfi.ee/artikkel/95545733/totter-vastasseis-tuhat-elektritootjat-ootab-vorguga-liitumist-aga-ei-saa-seda>

test planeerimis- ja loamenetlustest kõige soodsamat. Liikmesriigid peaksid kiiresti kaardistama taastuvenergiaprojektide jaoks olemasolevad sobivad maa- ja merealad, hindama nende kättesaadavust ja tagama nende kättesaadavuse kooskõlas nende riiklike energia- ja kliimakavadega, panusega 2030. aasta läbivaadatud taastuvenergieeesmärgi saavutamisse ning muude kaalutlustega, nagu ressursside kättesaadavus, võrgutaristu ja EL-i elurikkuse strateegia eesmärgid.*** Ka Eestis on vastu võtmata merealade planeering, mis võimaldaks vastu võtta investeerimisotsused meretuuleparkide osas. Eesti mereala planeering kinnitati 2022. aasta kevadel, mille menetlemine on aga aega võtnud juba rohkem kui 5 aastat.

Hetkel võib päikeseenergiaprojektide lubade menetlemine võtta aega kuni kaks aastat ja tuuleparkide osas kuni üheksa, mis on praegustes tingimustes liiga kaua. Komisjoni silmis on selle probleemi lahendamiseks kolm peamist meetet RePowerEU raames. Eesmärk on muuta hoonete katusel päikeseenergiainfrastruktuur kohustuslikuks äri- ja avalikes hoonetes 2025. aastaks ning elamute jaoks 2029. aastaks. Kuivõrd tootmine muutub lokaalsemaks, siis vähendab see ka probleeme seoses erinevate lubade menetlemisega. Teiseks näeb Komisjon ette n-ö „eelisalade” kindlaksmääramist ja edendamist, kus kiire lubade andmise ja planeerimise aeg lühendatakse alla ühe aasta, ilma et oleks vaja keskkonnavalast hoolsuskohustust. See on võimalik tänu sellele, et taastuvenergia on „ülekaalukas avalik huvi”.

Lühem rajamisaeg ning selged tingimused ja nõuded projektidele on taastuvenergia arendamise eelduseks. Näited soovist projektide arendamisele hoogu juurde anda on rakendatud ka naaberriikides. Leedu energiaministeerium on teinud ettepaneku, et päikeseelektrijaamade ehitamisel peaks olema selge, et keskkonnamõju hindamise (KMH) protseduurid ei ole vajalikud. See võimaldaks lähitulevikus rajada piisavalt päikeseparke, et pakkuda elanikele odavamalt elektrit ja toetada sotsiaalselt haavatavaid rühmi. Leedus on väiksematele tuuleparkidele näiteks lihtsustatud nõuded keskkonnamõjude hindamise osas. Võimaluseks oleks ka alade määramine, kuhu parkide arendus on võimalik ning millega ei kaasne pikaajaline lubade taotlemise protsess. Leedus viiakse tuulepargi arenduse puhul keskkonnamõju täielik hindamine läbi vaid juhul, kui ehitatakse 7 või enam tuulikut ja kui vähemalt üks tuulikutest on üle 230 m kõrge. Samuti on kehtestatud tuuleparkide ohutud kaugused: rajatise ei tohi ehitada ilma nõusolekuta neljakordse tuuliku kõrguse kaugusele elumajast. Samuti tehakse ettepanek lubada tuule- ja päikese-

*** REPowerEU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0108&from=EN>

elektrijaamade ehitamist põllumajandusmaale, tagades samal ajal, et maad saab kasutada sihtotstarbeliselt, st maakasutust muutmata. Samuti võetakse kasutusele ka uus hübriidelektrijaama kontseptsioon. See võimaldab ühendada erinevad taastuvenergiajaamad (nt päikese- ja tuuleenergia) ja energia salvesti võrku ühte punkti ilma nende võimsust ühendamata, võimaldades võrku kõige tõhusamalt kasutada. RES-i arendajatele raken-

duks tootmistoetus, mida makstaks omavalitsustele kogukonnaprojektide rahastamiseks. Tehakse ettepanek, et taastuvenergia tootjad annetaksid umbes 3% oma aastatulust (1,3 €/MW) kohalikele kogukondadele.*

* Lithuanian government approves regulations to accelerate RES development. 2022.

6.4. Sõltumine importkütustest ja ressursside (sh põlevkivi ja CO₂) väärimine ja tõhususe tõstmine

Väljakutse, millele peame lisaks mõtlema, on ka üha suurenev sõltuvus importkütustest, eelkõige kolmandatest riikidest pärinevatest importkütustest. Paljusid riike, kes traditsiooniliselt on varustuskindluse osas toetunud kodumaistest fossiilkütustest (eelkõige kivisöe ja põlevkivi osas) elektrienergia tootmisele, ootavad ees väljakutsed nii lühikeses kui ka pikemas perspektiivis. Alates 2013. aastast on kõik 27 EL-i liikmesriiki olnud energia netoimportijad, kusjuures Luksemburg, Malta ja Belgia on 2019. aastal rahvaarvu suhtes suurimad netoimportijad. EL-i energiainpordist sõltumise määr on kasvanud 56%-lt 2000. aastal 61%-le 2019. aastal, kusjuures EL-i sõltuvus kolmandatest riikidest maagaasi tarnimisel kasvas samal perioodil oluliselt kiiremini võrreldes tahkete fossiilkütuste ja toornaftaga. Ligikaudu 55% EL-i maagaasi impordist 2018. aastal pärines ainult kolmelt Euroopa Liidu väliselt tarnijalt: Venemaa, Norra ja Katar, samas kui neli tarnijat (Venemaa, Iraak, Nigeeria ja Saudi Araabia) moodustasid ligikaudu poole toornafta impordist. Kuna taastuvenergia laiaulatusliku tootmise arendamine võtab aega ning söe- ja põlevkivipõhine elektritootmine lõpetatakse järk-järgult, tekitab see lähitulevikus muret energiajulgeoleku ja potentsiaalselt suureneva sõltuvuse pärast kolmandatest riikidest pärit kütuste impordist (eriti maagaasi osas). Selles kontekstis on EL-i energiapoliitika üks põhialuseid riikidevaheliste ühenduste ja ülekandevõimsuste suurendamine, et hõlbustada piiriüleseid energialiikumisi.*

* World Energy Council (WEC). World Energy Trilemma

Olemasolevate ressursside parem ärakasutamine, efektiivsuse tõstmine, uute väärtusahelate loomine ning ühtlasi ka ringmajanduse põhimõtete rakendamine on vajalik. Kaardistamine ja uuringud, et millised on meie kodumaised ressursid ja kuidas me saame neid kõige paremini ära kasutada ning väärimada. TA-alane tegevus on selles valdkonnas vähene, mis ilmselt tuleb alarahastatusest. CO₂ väärimine põlevkivisektoris vajab kindlasti suuremat teavitus- ja selgitustööd EL-is, kui võrd Eestil on väga ulatuslik kompetents põlevkivis, mida pole kellelgi teisel Euroopas. CO₂ väärimine põlevkivisektoris ei tähenda seda, et me suurendame oma emissioone. CO₂ on võimalik kätte saada ja kinni püüda ning sellest on võimalik toota sisendprodukte kliimaeesmärkide täitmiseks. Põlevkivi põletamisel korstnast väljuv on spetsiifilise koostisega, kuid seal on võimalik CO₂ kätte saada, kuid selleks on vaja investeringuid, uuringuid ja seadmeid. Seda kättesaadud CO₂ on aga võimalik väärimada.

- **CO₂ väärimine.** CO₂ on võimalik väärimada ning sellest on võimalik luua uusi „tooteid“, mis on oluliseks sisendiks ka uute tehnoloogiate arendamiseks. Rohetehnoloogiate arendamiseks ja rakendamiseks on vaja erinevaid maavarasid, mille kättesaadavus on riigiti piiratud. Näiteks on võimalik CO₂-st keskkonnasäästlikult toota süsiniknanomaterjale, mis on mh oluli-

Index. https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WE_Trilemma_Index_2021.pdf?v=1634811254. 2021.

ne sisend elektriautode akude tootmisesse*. CO₂ on võimalik kätte saada vesiniku tootmisel biometaanist ja ka ammoniaagi valmistamisel. Samuti on võimalik kasutada otse õhust kinni püütud (direct air capture ehk DAC tehnoloogia) CO₂-te, mille rakendamist Eesti põlevkivisektoris on juba ka uuritud – süsiniku püüdmine ja ladustamine (CCUS) (lk 92). Püüdmine võib tasuvaks saada juba lähiaastatel, kuivõrd CO₂ kvoodi hind püsib kõrge. Nii on võimalik lahendada ka kohalikku toorainekriisi ja -puudust, võimalik oleks kohalikke ressursse väärindada ning Eestis tööstust arendada. Ühtlasi on kodumaine ressurss alati julgeoleku alustala. Rohetehnoloogiate suurema kasutuselevõttuga ja nende arengu osas mängivad suurt rolli kriitilised maavarad ja nende kättesaadavus ning ümbertöötlemine. CO₂ võiks olla selliste tehnoloogiate arengu üks alustalasiid, mis (vähemalt Eesti puhul) oleks kodumaine. Kui on omamaine ressurss, millest saab väärindada ja millest on võimalik toota uusi tooteid, siis see tähendab riiklikku julgeolekut.

- **Põlevkivi väärindamine.** Erinevalt kivisöest on võimalik põlevkiviõli suunata ringmajandusse, aherainet on võimalik ära kasutada teedehituses, tuhk on võimalik viia põllule, põlevkiviõli tootmisel tekkivat uttegaasi on võimalik ära kasutada elektrienergia tootmiseks jne. Põhimõtteliselt on võimalik põlevkivist kogu väärtus välja võtta. Kuivõrd maagaas on EL-i silmis üleminekukütuse staatuses, siis oleks võimalik uttegaasi kasutada üleminekukütusena. Põlevkivi puhul ei kasutata seejä enam otseenergiat, vaid selle väärindamise kõrvalproduktidest (nt uttegaas), mis on oluliselt puhtamad. Põlevkiviõli on seega üksnes vaheetapp ning peaks minema erinevate keemiliste ühendite tegemiseks, mida Euroopal on vaja. Keemiatööstuse arendamine hetkel on kasulik, kuivõrd EL soovib vähendada sõltuvust impordist ja soovib tootmist tuua tagasi. Kolmandaks – saadavad peenkeemiasaadused on omakorda sisendiiks juba Eestis tegutsevatele ettevõtetele, mis toodavad ehitusvahte, eripolümeere jt kaupu.

- Puidutööstuse jäätmete, sh reoveesette ja komposti, jääkmuda, kasutusvaldkondade laiendus ja väärindamine ning kasutamine energiatootmises.
- Põlevkivitööstuse kõrvalsaaduste efektiivne rakendamine (tuhk, aheraine, lubjakivi).
- Pürolüüsitehnoloogiate arendus.
- Väävliühendite sidumine, eraldamine, vähendamine kütusest.
- Plastijäätmete ja vanarehvide kasutus energeetikas kütusena.

- Tootmisprotsessis tekkiva CO₂ kinnipüüdmine ja ärakasutamine keemiatööstuse toorainena.
- Põlevkiviõli või põlevkivibensiini ümbertöötlemine kõrgema kvaliteediga aineteks (madala väävlisisaldusega rahvusvahelisele standardile vastavaks merekütuseks või universaalseteks keemiatööstuse alusmaterjalideks).
- Ringmajandus ning üldine taaskäitlemise printsiipide parendamine. Taaskäitlemise võimalikkus ja võimalused peaksid olema olemas juba toote arenduse juures.
- Lahendused energiasäästu rakendamiseks.
- Tööstuse dekarboniseerimine, keskendudes esmalt efektiivsele heitsoojuse kasutamisele kaugküttes, seejärel suunates teadus- ja innovatsioonitegevust üha enam uute protsesside suunas ning tööstuse elektrifitseerimine.

* CO₂ kasutamine. <https://toostusest.ee/uidis/2022/10/25/eesti-idufirma-muundab-susihappegaasi-vaartuslikuks-materjaliks/>

6.5. Elektrituru arengud

TURU EBAKINDLUS JA TOIMIMINE

Hästi toimiv energiaturg mängib elektrifitseerimisel juhitud energia üleminekul võtmerolli. On ülioluline, et Euroopa elektriturk oleks EL-i tasandil reguleeritud prognoositaval ja sidusal viisil, et heitkoguste vähendamine oleks võimalikult sujuv ja kulutõhus. Elektrituru reguleerimine peab võimaldama energiasüsteemide integreerimist, sealhulgas tarbimise juhtimist, energia salvestamist ja Power-to-X-tehnoloogiad.

Tuumaenergeetika osas muudab elektrituru ebakindlus investoritel raskeks prognoosida, kui palju tulu võib tuumaelektrijaam mitme aastakümne jooksul teenida. Reguleerivad asutused saaksid seda ebakindlust vähendada, parandades elektrituru ülesehitust, et omistada asjakohane väärtus puhtale ja juhitavale energiale, mida tuumaelektrijaamad pakuvad. Eriti oluline on välja töötada pikaajaliste lepingute skeemid, et vähendada pikaajaliste tuumavarade kokkupuudet lühiajaliste tururiskidega. Tänapäeval saavad enamik elektrijaamu, olenemata nende tehnoloogiast, suurema osa oma tuludest energia hulгимүүgiturgudelt. Siiski võivad osutada vajalikuks täiendavad eeskirjad, eelkõige selleks, et ühitada madalad heitkogused taskukohasusega ja elektrisüsteemi võimsuse piisavusega pikemas perspektiivis. Tegelikult valitseb kasvav üksmeel selles, et praegused elektriturud ei suuda pakkuda pikaajalisi hinnasignaale, mis julgustaksid investeerima vähese CO₂-heittega võimsusse. Elektrituru reformides tuleb käsitleda ka suurema muutuvate taastuvallikate integreerimise mõjusid ja sellega seotud süsteemikuluseid. Märkimisväärne osa kõigi vähese CO₂-heittega tehnoloogiate kuludest on fikseeritud, samas kui piirkulud on suhteliselt madalad – kulustruktuur, mis ei sobi hästi vastu pidama tulevaste elektriturgude volatiilsusele, kus taastuvenergia osakaal on suur. Elektrisektori CO₂-heite vähendamine kulutsuval viisil eeldab üldiselt elektrijulgeoleku kõrge taseme säilitamist, kus poliitikakujundajad tunnustavad ja jaotavad süsteemikulud vastutustundlikele tehnoloogiatele õiglaselt*.

Praegune turu ülesehitus ei pruugi enam sobida süsteemi, mis tulevikus põhineb suuremal osal taastuvenergia. Praegu on elektriturk üles ehitatud põhimõttel, et viimane turule pääseja oma pakutud hinnaga määrab elektri hinna. See tähendab, et sisuliselt on kõik teised antud olukorras justkui sunnitud teenima ning tarbija maksab elektri hinnale ikkagi peale. Samuti, kuivõrd turg on ühtne ning elektrienergia tootjad peavad elekt-

rienergiat pakkuma kõigile, kes seda soovivad (nii koduturg kui ka välisturg), siis maksavadki kõik täpselt sama palju. Võib ka tekkida olukord, kus on neid piirkondi või riike, kes investeerivad uutesse tootmisüksustesse, soovides kindlustada ka varustuskindlust. Kuna aga turg on ühtlane ja ühendused toimivad, siis maksavad need, kes investeerivad, kinni ka nende elektrienergia varustuse, kes seda ei tee. Tekibki küsimus, kas praegune ühisturu põhimõte on sobiv lahendus tuleviku elektrisüsteemile, mis põhineb suuresti taastuvenergia ning mille osas on tegelikkuses kõigil vaja tootmisvõimsuseid juurde ehitada. Märkimisväärset riigi osalust on elektrisektoris juba näha olnud, päikese- ja tuuleenergiale on ette nähtud erinevad stiimulid, samas on kriitiliseks probleemiks muutunud ka elektri hulгимүүgituru ülesehitus seoses hindade kõikumisega, mis on tingitud vahelduva ja kõrge kapitalikuluga taastuvenergia kasutuselevõttust ja juhitavat võimsust pakkuvate elektrijaamade sulgemisest. Üldiselt tuleks tuleviku dekarboniseeritud elektrisektori lõplik mudel üle vaadata ning ülemineku edenedes tuleb jälgida oksjonite ja pikaajaliste lepingute rolli.**

Energiakriis on näidanud, et elektrituru disain vajab muutmist. Hiljutine megahind 17. augustil 2022 Eesti hinnapiirkonnas, kus MWh maksis 4000 eurot, tulenes asjaolust, et puudu oli ca 2 MW võimsust. Hinna normaliseerumiseks oleks antud hetkel piisanud mõningasest tarbimise reguleerimisest. NPS-l aga puudub säärane funktsionaalsus. Selliste väiksemate puudujääkide osas saabki suurendada tarbijakäitumise, tarbimise juhtimise ja energiatõhususe rolli. Sellele tuleb aga läheneda kuidagi süsteemsemalt, sest harjumusi on väga raske muuta ning nende muutuste juurutamine võtab aega. Ka hinnarekordi ajal langes tarbimine üksnes alla 5% prognoositust, olenemata suurest üleskutsetest seda teha. 17. august 2022 oli tarbimise prognoos 936,5 MWh, kuid tegelikult tarbimiseks kulus tiptunnil 897,4 MWh, mis tähendab, et vahe oli 4,2%.

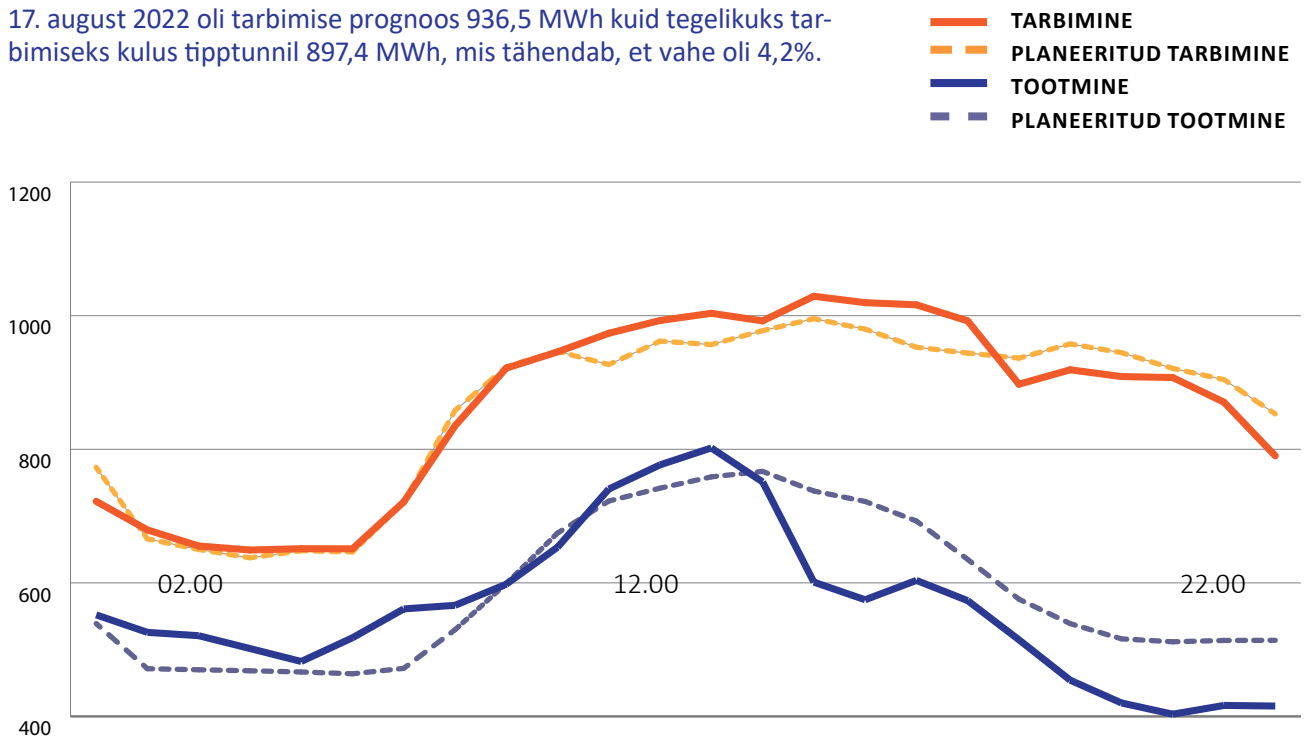
Tegemist ei ole aga millegi erakordsega – vahet prognoositud ja tegeliku tarbimise vahel juhtub pidevalt ning 4,2% erinevus ei ole midagi erakordset. Kindlasti oli neid, kes sel hetkel teadlikult oma elektritarbimist muutsid, kuid kuivõrd paljudel on siiski tegemist fikseeritud elektripakettidega, siis nemad oma tarbimisharjumusi muutma ei pidanud. Samuti ei ole tööstusel

* IEA (2000), Electricity Market Reform, IEA, Paris
<https://www.iea.org/reports/electricity-market-reform>

** Oxford Institute for Energy Studies. „The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system“. 2021.

Planeeritud ja tegelik tarbimine 17. august hinnatipu ajal 2022

17. august 2022 oli tarbimise prognoos 936,5 MWh kuid tegelikuks tarbimiseks kulus tiptunnil 897,4 MWh, mis tähendab, et vahe oli 4,2%.



võimalik oma tootmist tunniks ajaks naljalt seisma panna. Kõrge taastuenergia osakaaluga elektrisüsteemis ei ole hinnatipud midagi erakordset, kui puuduvad salvestuslahendused. Võib ainult spekuloida, et milline oleks see püsivalt kõrge elektrihind, mis sunniks suuremat osa tarbijaskonnast oluliselt oma harjumusi muutama. Fikseeritud elektripakette saab aga pidada majandusliku stabiilsuse tagajaks, mis tähendab, et ka elektrotöötajatel ja bilansihalduritel on oluliselt kergem prognoose teostada ja stabiilsust hoida, kuivõrd vahe prognoositu ja tegeliku tarbimise osas päeva jooksul hinnast tulenevalt oluliselt ei muutu, sest oma tarbimist ei nihutata kaootiliselt ning tulenevalt fikseeritud hinnast puudub selleks ka stiimul. Seega vajab ilmselt täiendavat uurimist, et kui üpris suur osa tarbijatest on ennast kindlustanud fikseeritud hinna või pikaajaliste lepingutega, siis mis oleks nende stiimul oma tarbimise nihtamiseks ja juhtimiseks ning kuidas siis toimida hinnatippude korral.

Kuivõrd senine elektrienergia hind on praegusega võrreldes olnud võrdlemisi odav ja on ka olnud perioode, kus hind on lausa negatiivne, siis polegi olnud motivatsiooni tegeleda piisaval tasemel tarbimise juhtimi-

se ja energiasäästuga. Ka hoonete osas on edasi lükatud nullenergiamaajadele ülemineku kohustust. Kui palju oli tarbimine odaval ajal ja kui palju nüüd? Mugavus kahjuks maksab ja praegusel hetkel vägagi palju. Näiteks maksab tavalise 240 l segaprügi prügikonteineri äravedu Tallinna kesklinnas 3,41 eurot. Kui nüüd antud teenus tõuseks kasvõi 100%, siis ilmselt ei oleks see siiski piisav motivatsioon enamikule elanikest, kuivõrd teenusest loobumine tähendaks prügi sorteerimist, kompostimist ja kogumiskohtadesse viimist. Ka praeguses olukorras on hind tinginud olukorra, kus teadvustame selle kallidust, kuid tarbimisnumbrid ei näita aga asjaolu, et meie tarbimismuster oleks oluliselt muutunud. Tarbijad muutuvad järjest teadlikumaks, kuid muutuste juurutamine võtab aega. Tarbimise juhtimise ja energiasäästu võimalused peavad aga muutuma automatiseerituks ja kättesaadavamaks ning siin tulebki mängu digitaliseerimine. Motivatsioon sinnapoole ei tule enam sunnitud, vaid motivatsioon seda teha on nüüd ja praegu ning aina kasvab.

Kahjuks annavad turukujunduse põhialused tuuosalistele jätkuvalt kriitilisi investeerimissignaale. Elektrituru liberaliseerimine on Euroopat hästi teeni-

nud ning taganud siiani varustuskindluse, samas pikaajaliselt vaadates peaksime jätkama turureeglite täiendamist, et tagada nende sobivus avatud turu tingimustes. Uuendatud elektrituru korraldus peab keskenduma tarbijate vajadustele ja toetama süsinikneutraalsusele üleminekuks vajalikke tohutuid investeeringumahte. Tuleviku turukujundus peab olema kulutõhus, jätkusuutlik ja suutma toime tulla hindade suure kõikumisega.*

Euroopa Komisjon on öelnud, et regionaalsel elektriturul peavad regulatsioonid olema ühesugused. Balti riikides see aga nii ei ole, seega tuleb need regulatsioonid ühtlustada. Eesti ei ole ühendatud erinevate hinnapiirkondadega. Meid mõjutavad otseselt piirkonna investeeringud. Kui hetkel on Eesti Balti riikidega üks hinnatsoon, siis see, et kas Leedu investeerib uutesse tootmisvõimsustesse, mõjutab otseselt ka hinda Eestis. Sisuliselt maksame kinni oma naabrite ebamõistlikud või puudulikud investeeringumaksud. Küll aga on sellistel ühendustel väga kallis hinnalipik.

Tänases olukorras, kus viimane turule pääseja määrab hinna, enam ei tööta. Energiaturu ja -majanduse osas TA tegevus sisuliselt puudub. Kui 17. augusti rekordhinna järgselt oleks pidanud hinnalagi tõusma 5000 euro, siis NPS-i ettepanekul jääb piirmäär endiselt 4000 euro juurde, kuivõrd hinnalagi oli üksnes Eesti hinnapiirkonnas, siis ei näe NPS vajadust maksimumhinna tõstmiseks**. Seega jääb süsteem muutmatuks, kuivõrd turu ümberkujundus on jäänud jällegi tähelepanust välja. Kuivõrd hinnalagi jäeti seekord küll samaks, siis põhimõtte ei muutu, mis tähendab, et jääme üksnes ootama uusi hinnatippe. Turu toimise loogika ja algoritmide toimimine vajavad ülevaatamist, kuivõrd kui turuhinna määrab viimane turule pääseja, siis ei ole võimalik teistel turuosalistel müüa odavamalt või õigemini tarbijal maksta vähem ja õiglast hinda. Turuosalistel on ka „sunnitud“ teenima. Turu toimimine ei ole piisavalt läbipaistev ja järelevalve piisavalt kiire. Turu ümberkujundamiseks on vaja suunata oluliselt rohkem TA rahastust. Turuprobleemid lahendatakse hetkel toetuste teel ja tulude ülempiiri seadmisega väiksemate piirkuludega elektritootjatele (sh taastuvenergia, tuumaenergia). Gaas, põlevkivi ja kivisüsi said erandi ning tulude ülempiiri nendele kehtima ei hakka, kuivõrd nende kuld on suuremad***. Sisuliselt said fossiilkütused erandi ning puhtamad kütused tulupiiri.

* Vare, T. Kuni sisemaine taastuvenergia tootmisvõime on madal, saab riik tööstustarbijaid aidata. TööstusEST, 2022.

** Tulupiir. <https://arileht.delfi.ee/artikkel/120067346/intervjuu-kadri-simson-polevkivi-sai-koos-gaasi-ja-kivi-soega-erisuse>

*** NPS hinnalagi. <https://pealinn.ee/2022/09/13/nord-pooli-hinnalagi-jaab-4000-euro-juurde/>

Turudisain ja -korraldus vajab uuendust ja uusi algoritme ning mehhanisme, mis arvestaksid ka tänaste olukordadega, kus pakkumist on vähem kui nõudlust, sh ka väiksemate hinnapiirkondadega, nagu Baltikum. Vajaks uurimist, kuidas on võimalik luua uusi lahendusi ja paindlikkust hinnatippude korral. Näiteks paindlikumad võimalused, et kuidas saame kasutada avariijaamasid või kas on võimalik tarbijaid muudmoodi motiveerida tarbimist vähendama (nt tasud selle eest, et jäta tarbimata). Samuti ei ole väga liiga madalad elektri hinnad – näiteks olukorras, kus pakkumist on kordades rohkem kui nõudlust, kuivõrd see ei motiveeri elektri jaamu töötama, kuna saadav tulu ei kata kulusid. Sellises olukorras ei pääse tavajaamad turule, kuid ometi vajame ka reguleeritavat võimsust, et süsteem toimiks. Vajaks uurimist, et kui elektrienergia hind on madal, siis kas oleks mõistlik toota hoopis näiteks sooja või kasutada jahutuseks. Võimalike tulevaste elektrivarustuse töökindlusega seotud probleemide vältimiseks või leevendamiseks on vaja põhjalikult mõelda praeguste elektriturgude ümberkujundamisele. EL-is on ühisturg, mis tähendab, et kõik peavad investeerima. Eesti turg moodustab ühisturust väiksema osa kui 5%, mis tähendab, et suurt pilti me ei mõjuta, kuid saame mõjutada kohalikul tasandil. Ühtses hinnapiirkonnas olevad riigid (sh Baltikum), peaksid suuremat pilti koos vaatama.

TA TEGEVUS TURGUDE OSAS PEAB SUURENEMA

Turg on dünaamiline ja ajas arenev. Elektrituru korralduses ei ole pärast selle loomist toimunud suuri muudatusi. Samuti, kuivõrd hind on olnud tänast seisu arvestades pigem madal, siis see ei ole soodustanud investeeringuid. Vanu tootmisvõimsuseid asuti aga sulgema, mis on viinud puudujäägini. Elektriturukorraldus vajab aga uuenduslikku disaini, mis arvestaks üha suureneva volatiilsusega turul ja mh arvestaks ka väiksemate hinnapiirkondade eripäradega. Me ei saa jääda samade toimimise põhimõtete juurde, kuna keskkond muutub. Süsteem peab muutuma koos turuga, et oleks tagatud konkurentsivõime ja õige lähenemine. Euroopa Ülemkogu alustas 15. detsembril 2022 elektrituru kujunduse tuleviku läbirääkimistega. Pärast nende lõppu peaks Euroopa Komisjon 2023. aasta I kvartalis vastu võtma oma ettepanekud elektrituru kujunduse uuendamise kohta. Gaasituru probleemid on viinud piltlikult öeldes selleni, et elektrituru korraldust tahetakse muuta.

Konkurentsiamet on koostanud põhjaliku analüüsi elektri hinna kujunemisest ning esitanud ka omapoolsed ettepanekud Balti elektrituru paindlikkuse ja hinnaelastsuse suurendamiseks. Uurimine näitas, et maksimaalse turuhinna tekkimise hetkel 17. augustil 2022 ei esinenud turul tootmise nappust ning pakkumisi-

mekirjade taasavamine oleks suure tõenäosusega aidanud vältida maksimaalse turuhinna teket. Seetõttu tuleks elektribörsikorraldajal koostada tegevusplaan hinnatipu tekkimise korral. Balti elektriturul on äärmiselt väike turg võrreldes teiste Euroopa Liidu turgudega. Hinda võivad mõjutada väga väikesed muudatused turul (kasvõi vähene ülekandevõimsuste piiramine jne). Konkurentsiamet koostöös Läti ja Leedu regulaatoriga jõudsid järeldusele, et Nord Pooli pakkumistooteid tuleb kohandada nii, et need sobiksid väikse ja tundliku Balti elektrituruga paremini. Kui elektribörsil peaksid kujunema väga kõrged hinnad, siis amet näeb, et üks lahendus sellele oleks võimalus taasavada pakkumusnimekirjad, mis annaks võimaluse turuosaliste ostu- ja müügipakkumisi muuta. Elektribörsi korraldaja Nord Pool on kinnitanud, et pakkumisenimekirjade taasavamine (kui turuhind peaks langema alla -150 €/MWh või ületama $+2400 \text{ €/MWh}$) võetakse Baltikumis kasutusele alates 7. detsembrist 2022. Lisaks on Konkurentsiamet seisukohal, et päev-ette-turul tuleb senisest rohkem kasutada tarbimise juhtimist, mis aitab elektrihindu kontrolli all hoida ning päev-ette-turul hinda alla tuua läbi tarbimise vähendamise ning paindlikkuse pakkumise korral turule paindlikel tarbijatel teenida tarbimata jäänud elektri pealt. Elektrimüüjad peaksid pakkuma tarbijatele tarbimise juhtimise lahendusi. Tarbimise juhtimise paremaks toimimiseks tuleb seadusandlust täiendada.***

Seega peab turu toimimise seire toimuma pidevalt ning olema tulevikku vaatava iseloomuga, mitte peamiselt järelkontrollina, proovides selliseid turusituatioone ette näha ning arenema selliselt, et oleks olemas paindlikumad meetmed äärmuslike olukordade lahendamiseks.

Elektrienergia hinna turupõhise alandamise parim võimalus on uute odavamate süsinikneutraalsete tootmisvõimsuste väljaehitamine. Selle võimaluse realiseerimine võtab rohkem aega kui üks või kaks aastat. Kiiremaloomulised lahendused oleks ainult siseriiklikud maksuleevendused, mida Euroopa Komisjon lubab rakendada koheselt. Kliimanetraalsuse eesmärgi saavutamiseks ei pea tulevane Euroopa Komisjoni ettepanek mitte ainult säilitama EL-i energia siseturgu, selle kuluühikut, piiriülest kaubandust ja turuosaliste vahelist konkurentsi, vaid täiendama praegust turukujundust uute alustega.

* Konkurentsiamet. 17. august 2022 elektribörsi päev-ette turu elektrihinna analüüs. 2022.

** Tiikson, M. Elektribörsi toimimine ja korraldus – kas vajame muutusi? TööstusEST, 2022.

Eltoodut arvestades tuleks turu osas mõelda järgnevale:***

- Välja tuleb töötada täiustatud tarbijalepingute sõlmimise raamistik, mis loob võimalused pikaajaliseks riskimaandamiseks ja pikaajalisteks lepinguteks, et tuua taastuvenergiast ja vähese CO₂-heitega energiatootmisest kasu otse kõiki tarbijateni, soodustades samal ajal ka tarbijate kaasamist.
- Vajame turuga ühilduvat investeerimisraamistiku taastuvatele energiaallikatele ja vähese CO₂-heitega tehnoloogiatele, mis on kapitalimahukad.
- Välja tuleb töötada raamistik, mis tagab piisava tootmise, toimiva süsteemi ja varustuskindluse ning vastab muutuvatele elektrisüsteemi nõuetele, eelkõige detsentraliseerimise ning kasvava süsteemi paindlikkuse ja tarbimise juhtimise vajaduste tõttu.
- Elektrisüsteemi detailsem planeerimine ja süsteemivajaduste konkreetsem kirjeldamine tuleb Euroopa tasandil meetodiliselt ühtlustada, et oleks tagatud õiglane konkurents turul.
- Nende ettepanekute rakendamine tekitab küsimuse ühtlustamise taseme kohta. Tõenäoline on, et liikmesriikidel on sõltuvalt nende kohalikest eripäradest erinevad eelistused, kuid üldine prioriteet tuleb seada Euroopa energia siseturu säilitamisele.
- Euroopa Komisjoni võtmeroll on subsidiaarsuse põhimõtet järgides tagada, et siseriiklik rakendamine ei moonutaks EL-i ühist energiaturgu ja tagaks võrdsed konkurentsitingimused turuosalistele.

KÕRGED JA VOLATIILSED ENERGIAHINNAD, SH HINNAANOMAALIAD

Enamikus EL-i liikmesriikides on elektriarve kallim kui teistel energiakandjatel. Selle põhjuseks ei ole niivõrd elektri hind ise, kuivõrd sellele lisanduvad muud komponendid, maksud, aktsiisid jne. Selle tulemusena kahjustatakse elektrienergia konkurentsivõimet ja elektrifitseerimise potentsiaali. Ühtlustada maksud ja lõivud energiakandjate lõikes või eemaldada elektriarvelt *ad hoc* maksud ja poliitikakulud, et suunata need riigieelarvesse. Seda saab teha riigipõhiseid soovitusi energia maksustamise parandamise kohta Euroopa poolaasta raames, energia maksustamise direktiivi läbivaatamist ja energiasüsteemide integreerimise strateegiat käsitledes. Lisaks uurida enne võimalikku tulevast integrat-

*** <https://toostusest.ee/uudis/2022/12/16/kuni-sisemaine-taastuvenergia-tootmisvoime-on-madal-saab-riik-toostustarbijaid-aidata/>

siooni süsinikdioksiidi hinnastamise süsteeme väljaspool EL-i heitkogustega kauplemise süsteemi.*

Teine takistus on kõrged energiahinnad, mida praegu näeme. Süüdi pole hinnad, vaid poliitiline reaktsioon nendele ning tegemata jäänud töö. Praegused kõrged elektrihinnad on praeguse energiapoliitika ja aastatepikuse tegemata töö tulemus. Mõnedel liikmesriikidel on turgude ja raamistike osas midagi enamat ja mis on põhimõtteliselt segaduses turu ja süsteemi toimimisega. Hispaanias ja Rumeenias näeme seadusi, mis röövivad taastuvatest energiaallikatest teenitud kasumit. Seega ütlevad ettevõtted, et kuna neilt kasumit võetakse, külmuvad nad oma investeeringud. See aeglustab uue võimsuse loomist ja tähendab seega, et me ei pruugi eesmärke täita. Samuti avaldab see taastuvenegiale negatiivset kuvandit.

17. august 2022 oli Baltikumi turul kell 18–19 hinnaks 4000 eurot/MWh, mis oli süsteemi poolt maksimaalne võimalik hind. Baltikumi piiriüleste ühenduste koguvõimsuse maht naaberriikidega on 2216 MW, millest Baltikumi suunal 17.08.2022 kell 18–19 oli piiratud 348 MW. Kuna antud tunnil jäi turult puudu 2,14 MWh elektritootmisvõimsust, mis tõi kaasa olukorra, kus turuhind kerkis maksimaalsele tasemele, mis oli 4000 eurot/MWh. Tulenevalt eeltoodust on Konkurentsiamet seisukohal, et Balti süsteemihalduritel on oluline omavahel koordineerida ülekandevõimsuste hooldusi ja planeeritud remonte ning tuleb vältida olukorda, kus hooldatakse või remonditakse olulisi ülekandevõimsusi samal ajal.**

Tänased energiahinnad ja mh ka CO₂-turul toimuv on näidanud, et igasugune ennustamine või spekulatsioon teemal milline võiks olla tulevikus elektrienergia hind, on suhteliselt tänamatu tegevus. Muidugi tekitavad kõrged elektrienergia hinnad raskusi, kuid teisest küljest soodustavad kõrged elektrihinnad investeerimist. Üldiselt levib arvamus, et näeme ka tulevikus jätkuvalt kõrgemaid elektrihindasid või vähemalt näeme elektrihindades jätkuvalt suuri kõikumisi. Kõrgemad hinnad on tingitud olukorrast, kus süsteemis on nõudlus elektrienergia järgi tunduvalt suurem kui on pakkuvus, mis tähendab tavaliselt, et nõudluse katmiseks tuleb süsteemis tööle panna kallimad elektrijaamad või isegi reservüksused. Kõrgeid elektrihindasid või vähemalt nende suurt kõikumist saab ära hoida, kui elektrisüsteem on piisavalt paindlik, on tagatud piisavad ühendused või kui süsteemis on piisavalt salvestamisvõimalusi. Seniks kuni meil ei ole võimalik soodsatel tingimustel

toodetud elektrienergiat suuremas mahus salvestada või tagada piisav ühenduste arv, siis turul hinnastabiilsust saavutada ei ole võimalik. Milline võiks aga olla tuleviku elektrihind? Eurelectricu hinnangul võiks täielikult dekarboniseeritud süsteemis olla elektrienergia hulgi müügi maksumus (ilma maksude ja lõivudeta) 70–75 eurot/MWh koos salvestusruumiga. See on oluliselt madalam kui varasemad hinnangud, nt Euroopa Komisjoni 2011. aasta tegevuskavast, mis prognoosib tootmiskuludeks 105 eurot/MWh elektrivarustuse puhul, mis on vaid 80% ulatuses dekarboniseeritud.***

Põhjamaad on juba pikemat aega investeerinud piiriüleste ülekandeühendustesse. Seetõttu on meie süsteem paindlikum ja ressursid on tõhusamalt kättesaadavad kogu turule. Kuivõrd EL-i ühisturu mõistes oleme siiski väikesed, siis ilmselgelt on meil vägagi raske turuhinda mõjutada. Peaksime kindlasti suurt rõhku panema energiatõhususele, et vähendada energiakulusid, ja tarbimise targemale juhtimisele. EL peab tegema suuremaid jõupingutusi liikmesriikidevahelise koostöö soodustamiseks. Isegi kui riikidevahelised ühendused on juba olemas, siis võib ilmnedada, et ühendusvõimsusi on vaja suurendada või juurde rajada, et ei tekiks süsteemis „pudelikaelu“. Selle tarvis oleks aga vajalik süsteemi laiem modelleerimine reaalsete andmete põhjal. Kindlasti peaksid siin riigid tegema koostööd tagamaks, et vajalikud modelleerimised ja ennustused tehakse õigetest eeldustest. Kuivõrd EL-i poliitika aluseks on üha suurenev riikidevaheline ühendatavus ja ühtne energiaturg, siis peame mõistma, et kõik peavad investerima ja leidma lahendusi. Kuivõrd vastasel juhul oleme olukorras, kus on neid, kes seda teevad, ja neid, kes seda ei tee, kuid elektri eest tasuvad tänu ühtsele turule kõik ühte moodi.

Kuniks ei suudeta kindlustada piisavalt tootmisvõimsusi, siis võib lahenduseks olla ka hinnalae kehtestamine, mida on mõnedes riikides ka juba tehtud. Sellisel juhul ei pea tänases ebakindlas turusituatsioonis tarbijad kinni maksma investeerimiskindlusest tulenevaid hinnatippe. Sellisel juhul maksab hinnavahe kinni see, kelle töö on sisuliselt jäänud tegemata ning ehk motiveerib see ka kiiremini tegutsema. Mis on aga selge, on see, et tähtsaks saab oma tarbimise teadvustamine, selle juhtimine ja vähendamine – kes ei soovi seda teadvustada või selle reguleerimises osaleda, maksabki kõrge hinda ning maksab rohkem kui peaks. Mugavusele saab külge hinnalipik. Küll aga muutuvad meie süsteemid kergemini juhitavaks, mis piisava teadvustamisega ja ka tarbija harimisega peaks saama jõukohaseks kõigi

* Eurelectric. „Electric Decade. Policy actions & recommendations“. https://cdn.eurelectric.org/media/5319/electric-decade_eurelectric_final-h-9968DF3F.pdf

** Konkurentsiamet. 17. august 2022 elektribörsi päevette turu elektrihinna analüüs. 2022.

*** Eurelectric. Decarbonisation pathways. <https://cdn.eurelectric.org/media/3558/decarbonisation-pathways-all-slideslinks-29112018-h-4484BB0C.pdf>

le. Kes ei soovi aga oma energiatarbimisele mõelda, siis võimalikuks on hinna pikaajaline kindlustamine.

TAASTUVENERGEETIKAGA SEOTUD MAKSUD – MAKSE TULEKS ELEKTRITARBIJALE VÄHENDADA

Väljakutseks on ka asjaolu, et taastuvenergia tootmine on riigi poolt subsideeritav ning tarbija märkab seda igakuiselt oma elektriarvel taastuvenergiatasu rea juures. Taastuvenergiatootmisüksuste abil ei ole võimalik tagada võrgus stabiilsust ega ka tasakaalu. Tootmisüksused aga, mille abil see on võimalik, siis nende osas toetuskeeme pole. Seega, kui üha enam lisandub taastuvenergiaüksuseid, kuid meil ei lisandu võimsuseid nende tasakaalustamiseks, siis võib see päädida süsteemi kokkuvarisemisega või siis tuleb lootma jääda importvõimsusele. Tegemist on seega üsna suure väljakutsega nii riigile, ettevõtetele. Kui süsteemis oleksid vaid taastuvenergiaüksused, ilma salvestustehnoloogiata, siis tuleks paratamatult arvestada, et igal ajal ei ole võimalik kasutada elektrilisi seadmeid, laadida autot, kütta ruume jne.

SÜSINIKULEKE JA HEITMEKAUBANDUSE REGULEERIMINE

EL-i kliimapoliitika üheks suurimaks alustalaks on heitmekaubanduse reguleerimine ehk EU ETS (EL HKS). Antud direktiiv on olnud aastaid muutmata. Nüüd on aga Euroopa Liit hakanud muretsema süsinikulekke osas (nn carbon leakage), mis tähendab seda, et kui-võrd kolmandatest riikidest pärit imporditavad kaubad ei ole EU ETS alusel maksustatavad süsinikumaksuga, siis on nendel kaupadel EL-i turule pääsedes eelis, kui-võrd EL-i enda kaubad, mille osas tuleb osta CO₂ kvooti, ei ole lihtsalt konkurentsivõimelised. Seega jõuab energeetikasektori turule näiteks n-ö „must elekter“. Uudne EL-i süsiniku piirimehhanism „Eesmärk 55“ paketi raames võib aga süsinikulekkele lõpu teha. Komisjon on nimelt teinud ettepaneku rakendada süsiniku piirimehhanismi (CBAM), mis tähendaks, et ka kolmandatest riikidest EL-i kaupu ja ka elektrit importivad ettevõtted peaksid ostma CO₂ kvooti, mis ühtlustaks konkurentsi EL-siseste ja -väliste ettevõtete vahel. Samuti soovib EL heitmekaubanduse süsteemi rakendada asuda ka teiste sektorite osas, mitte üksnes elektrienergia tootjate ja tööstuse suhtes. Nimelt soovitakse seda rakendada ka transpordi (sh meretransport ja lennundus) ja hoonete sektorile. Sisuliselt tähendab see seda, et fossiilsete kütuste kasutamise vähendamiseks peab heitekvoodi hind olema piisavalt motiveeriv, et neid mitte kasutada. Rakendades seda ka teistele sektoritele, siis soovitakse näha, et nende väljatõrjumine turult toimub kiiremini. Piirimehhanismi kehtestamine lõpetaks ka olu-

korra, kus hetke seisuga on EL-i enda tootjad ja ettevõtted ebavõrdses seisus ning konkurentsivõime halvatud.

Samuti ei ole turg finantskauplemise koht – CO₂-turult tuleb eemaldada spekulandid ja sinna peaksid jääma vaid tootjad. Kui-võrd CO₂ komponent mõjutab oluliselt Eestis toodetavat elektrienergia hinda, siis tuleks Eestis ka võidelda selle eest, et turg oleks õiglane ja et seal oleksid eemaldatud kõik sellised osalejad, kes ei peaks seal olema, või aspektid, mis ebaõiglaselt võivad hinda mõjutada.



7.

Digitaliseerimine ja tark võrk

Digitaalsete seire- ja juhtimistehnoloogiate rakendamine elektrienergia tootmisel ja ülekandmisel on olnud oluline suundumus juba mitu aastakümnet ning viimasel ajal on see trend hoogustunud. Nutikate arvestite ja andurite laiem kasutamine, asjade interneti (IoT) rakendamine ning suurte andmemahtude kasutamine tehisintellektiga on loonud võimalused pakkuda uudseid süsteemiteenuseid.

Digitehnoloogiad toetavad energiasektori ümberkujundamist mitmel viisil. Näiteks:

- varade ja nende toimimise parem jälgimine;
- tegevuste automatiseerimine;
- tegevuste jälgimine ja kontroll reaalajas;
- uute turukujunduste rakendamine;
- uute ärimudelite esilekerkimine.

Digitaliseerimist võib pidada kui „võimendiks“, mis võimaldab hallata suuri andmemahtusid ja optimeerida süsteemi, kus on palju väiksemaid tootmisüksuseid. Täiustatud side, juhtimine ja tulevikus plokiahela tehnoloogial põhinevad automatiseeritud nutikad lepingud võimaldavad hajutatud energiaressursse koondada „agregaatorite“ abil. Lisaks kasulike energiateenuste pakkumisele on hajutatud tootmine ja võimaldav tehnoloogia muutunud väärtuslike andmete allikateks. Üksikasjalik ja reaalajas teave tarbijamudelite, koormusprofiilide, elektrisüsteemide komponentide toimimise ja rikete kohta võimaldab võrguoperaatoritel paremat planeerimist ja süsteemi toimimist kindlustada.



7.1. Varahaldus ning järelevalve

Varasemate tarbimismustrite põhjal tõhustada elektri tootmise ja tarbimise prognoosimist hajutatud tootmisüksuste kaupa. Nende arengute tulemuseks on varade ja toimingute parem haldamine, suurendades süsteemi üldist paindlikkust. Tänapäeval tunneme seda targa võrgu kontseptsioonina.

Targaks võrguks nimetatakse elektrivõrku, kus on erinevaid digitaalseid lahendusi, mis võimaldavad jälgida ja juhtida elektrienergia transporti kõikidest tootmisalikest, et rahuldada lõpptarbijate erinevat elektrivajadust. Targa võrgu rakenduste abil on võimalik opereerida elektrisüsteemi kõiki osi võimalikult tõhusalt. Targad võrgud hõlmavad laia valikut tehnoloogiaid elektrivõrkude ajakohastamiseks, ulatudes lõpptarbijast kuni elektrienergia jaotuse ja ülekandmiseni.

Tark võrk ei ole iseenesest tegelikult elektrivõrk, vaid tegemist on kontseptsiooniga tuleviku elektrivõrgu seire-, kontrolli- ja automatiseerimistehnoloogiaid kasutades uute ärimudelite väljatöötamiseks, mille eesmärgid oleksid:

- vähenenud katkestused;

- lühemad reageerimisajad;
- investeringute edasilükkamine või nende parim ajastamine;
- hajutatud energiaressursside parem integreerimine võrku.

Oluline on laiendada, ajakohastada ja digitaliseerida elektrivõrke. Targa võrgu rakendused koguvad ja kordineerivad andmeid elektrienergia tootjatelt, süsteemihalduritelt, lõppkasutajatelt ja erinevatelt elektrituru sidusrühmadelt, et käitada elektrisüsteeme tõhusamalt, minimeerides kulusid ja keskkonnamõjusid, maksimeerides samal ajal töökindlust, vastupidavust ja stabiilsust. Tulevikus võivad digitaalsed energiasüsteemid olla võimelised tuvastama, kes vajab energiat, ja suudavad tänu tuvastussüsteemidele elektrienergia nendeni viia õigel ajal, õiges kohas ja madalaima hinnaga.*

* IEA (2021, Digitalisation. <https://www.iea.org/topics/digitalisation>)

7.2. Turuosaliste rollid targas võrgus

Targa võrgu kontseptsioonis on oluline osa ka just lõppkasutajatel. Lõppkasutaja tasandil võimaldavad targa võrgu rakendused aidata nendel lõppkasutajatel parandada oma paindlikkust energiatarbimise osas ning võimaldavad lõppkasutajatel osaleda energiasüsteemis oma tarbimise juhtimise, elektrisõidukite laadimise ning omatoodetud hajutatud elektrienergia tootmise ja salvestamise kaudu. Peame mõistma, et vajalik on tarbija

kaasamine. 1 tarbija ei ole võimeline mõjutama elektrisüsteemi toimimist, kuid 10 000, 100 000 ja rohkem tarbijat omavad juba märkimisväärset kaalu.

Näiteks 2050. aastal on vajadus tundidevahelise paindlikkuse järele neli korda suurem kui praegu, kusjuures akudelt ja tarbimise juhtimise tehnoloogiategi oodatakse panust ligikaudu 50% ulatuses ehk enamus paindlikkusest tuleb meie kodu lähedalt. Kuid need la-

hendused ei suuda pakkuda paindlikkusteenuseid ilma nutikate võrgutehnoloogiateta.

Need investeeringud – arukate arvestite, võrguauto- maatika, elektrisõidukite laadimise ja muude rakenduste toetamiseks mõeldud infrastruktuuri ja tarkvarasse – peaksid ühendama ühenduvuse, koostalitlusvõime ja küberturvalisuse, võimendades asjade internetti elektrisüsteemi haldamise parandamiseks, muutes samal ajal kommunaalteenuste otsuste tegemise teadlikumaks ja tõhusamaks. Kasvama ei pea mitte ainult investeeringute maht, vaid ka kiirus, sest ülekande- ja jaotusvõrku-

dele tehtavad kulutused peavad toimuma paralleelselt elektrifitseerimise ja taastuvenergia investeeringutega, et taastuvenergia integreerimine võrguga toimuks tõrgeteta. Suurenema peavad ka investeeringud nendes tehnoloogiatesse, mis sellist üleminekut toetavad.*

* IEA (2021), Smart Grids, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/smart-grids>

7.3. Targad linnad

Digitaliseerimisega ei ole seotud üksnes elektrivõrgud, vaid tegelikkuses oleme liikumas süsteemi poole, mis on terviklik ja ühenduses. Lisaks tarkadele võrkudele tekivad ka targad linnad. Kuivõrd enamik inimkonda elab linnapiirkondades, siis on võimalik ka nende energiatarbimist paremini hallata. Linnades elab enam kui 50% maailma elanikkonnast, linnad võtavad enda alla kaks kolmandikku maailma energiatarbimisest ja toodavad üle 70% aastasest süsinikdioksiidi heitkogusest. Eeldatakse, et need tegurid kasvavad järgmistel aastakümnetel märkimisväärselt: 2050. aastaks elab enam kui 70% maailma elanikkonnast linnades, mis tähendab, et kasvab nõudlus energiatõhususele, energiatarbimisele.

Targad linnad pakuvad olulist võimalust energiatarbimise vähendamiseks, rahuldades samal ajal teenuste nõudlust, parandades võrgu stabiilsust ja parandades elukvaliteeti. Järgmise põlvkonna energiasüsteemid kasutavad suurandmeid ja digitaaltehnoogiaid, et koguda ja analüüsida andmeid reaajas ning hallata linnateenuseid tõhusamalt. Need lahendused muudavad energiamaastikku, luues uut sünergiat heitkoguste vähendamiseks ja energiatõhususe parandamiseks. Digitaalsed lahendused hoonetes, nagu nutikad andurid ning termostaatide ja valgustuse juhtseadmed, võivad aidata tarbijatel energiat tõhusamalt kasutada ning vallandada käitumis- ja elustiilimuutusi, mis viivad säästva energiakasutuseni. Riigid ei suuda oma kliimaeesmärke täita ilma hoonete energiatõhusust ja energianõudlust optimeerimata, seega on tegevus linnade tasandil hädavajalik.

Targa linna osas ei saa muidugi üle ka transpordist. Transpordi elektrifitseerimine ja elektrisõidukite levik võib võimaldada taastuvenergia suuremat integreerimist paindlikkusteenuste kaudu, nagu nutikas laadimi-

ne ja sõidukist võrku (V2G) teenused. Kasutusaja strateegiad võivad nihutada umbes 60% elektriautode laadimiseks vajalikust elektritootmisvõimsusest tippkoormusest muule ajale.* Seega on targemad ja nutikamad süsteemid üha enam põimunud meie elukeskkonnaga. Niinimetatud „targad linnad“ võivad võimendada transpordi elektrifitseerimist ja energiatõhusust, mis on võimalik tänu kogutavatele andmetele alates seadmetest kuni tänavavalgustiteni. Ning tuginedes tehisintellektile on võimalik teha reaajas otsuseid ühistranspordi ja energiatarbimise kohta, muutes meie teed sujuvamaks, mille tulemusel on näiteks meie elektrivõrgud stabiilsemad ja tänavavalgustus tõhusam.

* IEA (2021), Empowering Cities for a Net Zero Future, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/empowering-cities-for-a-net-zero-future>



8.

Elektro- energeetika- sektori arenguhüpet takistavad tegurid

Komisjon näeb ette märkimisväärseid väljakutseid seoses energia üleminekuga, mis on seotud säärase ambitsioonidega võrdlemisi lühikese aja jooksul. Peamised takistavad tegurid on tehnoloogilised, lisaks on raskused seotud juriidiliste toimingutega, kriitiliste toormaterjalide puudusega ja ka tööjõu puudusega.

8.1. Tehnoloogia küpsusastmete tase

IEA on öelnud, et tehnoloogiad kliimaneutraalsuse saavutamiseks on tegelikkuses laias laastus juba olemas. Küll aga on probleemiks, et paljud tehnoloogiad on kas väga madala tehnoloogilise tasemega, kohati majanduslikult ebaotstarbekad, pole veel skaleeritavad või suuremahuliselt rakendatavad või on ühiskondlikud vastukajad (näiteks tuumaenergeetika).

Kuigi valitsuse toetus jääb uute tehnoloogiate väljatöötamisel tõenäoliselt üheks soodustavaks teguriks, mis toetavad energia üleminekut veel mõnda aega, on ilmselgelt ka muid praktilisemaid küsimusi, millega tuleb tegeleda. Tehnoloogiliselt on veel hulk barjääre, mis tuleb ületada, mistõttu on jätkuvalt oluline jälgida teaduse ja tehnoloogia arengut. See ei ole oluline mitte ainult jälgimaks tehnoloogiate arengut, vaid ka selleks, et tuvastada, millised takistused võivad veel ees oodata. Olemasolevate taastuvenergiatehnoloogiate osas saame näiteks tõsta nende töökindlust ja efektiivsust – seda näiteks päikese- ja tuuleenergia osas. Päikeseelektrijaamade puhul on võimalus näiteks vähendada nende mõju maakasutusele, tõstes need maapinnast kõrgemale, mis võimaldab kasutada ära nende alla jäävat pinda. Tuuleelektrijaamade puhul saame täiustada tuulikute ehitust. Samal ajal võib selliste võimaluste väljatöötamine, nagu väikesed modulaarsed tuumareaktorid või tuumasünteesireaktorid (ingl *nuclear fusion reactors*), energiamaastikku radikaalselt muuta, samas kui CCUS-i edusammud peavad mängima üliolulist rolli, kui sõltuvus fossiilkütustest jätkub oodatust kauem. Lisaks investeeritakse energia salvestamisse lühiki- (nt akutehnoloogiad) kui ka pikaajalistesse (nt vesi-

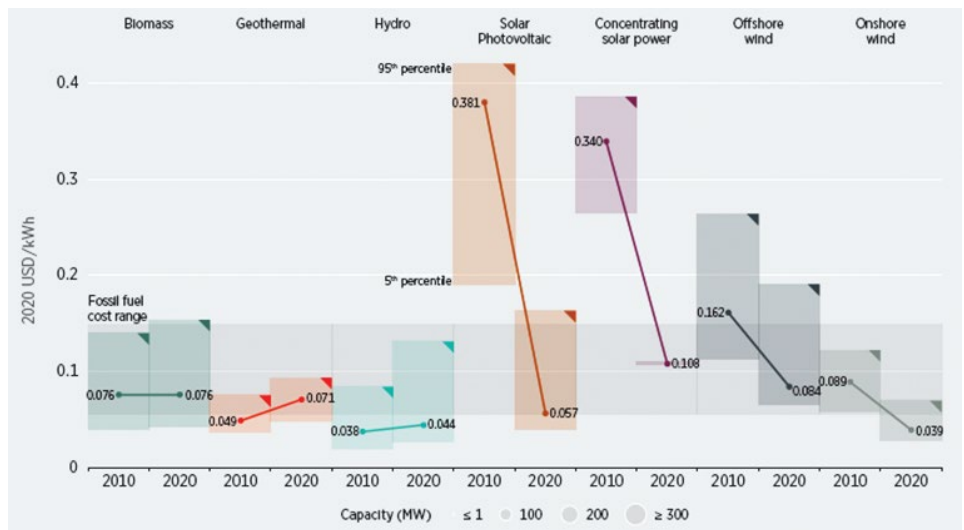
nik, ammoniaak, pumphüdroelektrijaamad). Lähimurre nii energiatootmise kui ka salvestamise tehnoloogias võib tuua olulise muutuse energia varustuskindluses ja jätkusuutlikkuses. Endiselt valitseb aga märkimisväärne ebakindlus selles osas, milliseid tehnoloogiasid äriilise mastaabis arendada.*

Tehnilise teostatavusega on seotud ka majandusliku mõistlikkuse või tasuvuse küsimus. Kuigi ka riiklikult on võimalik toetada uute tehnoloogiate väljatöötamist, peavad need lõppkokkuvõttes olema siiski ka majanduslikult mõistlikud. Jätkuvalt on sektoris vaidlust ka küsimuse osas, et kas süsinikdioksiidi vähendamise poliitika peaks olema tehnoloogianeutraalne. Joonisel lk 86 on näha, et mõne tehnoloogia puhul ei pea kallilt teadus- ja arendusetapist äriilise mõistlikkuse etappi jõudmine üldse mitte nii pikalt aega võtma – tõsi, tuule- ja päikeseenergeetika osas on see ilmselt suuresti toetuste tulemus. Kui aga mõelda, et peame olema suutelised 2050. aastaks olema kliimaneutraalsed ja 2030. aastaks olema suutnud taastuvenergia osakaalu tõsta 55%-ni, siis võib-olla peaksime arendama kõiki paljulubavaid tehnoloogiasid, mis seda saavutada aitavad – sealhulgas ka neid, mis hõlmavad näiteks süsiniku kinni püüdmist ja selle ladustamist või kasutamist (CCUS).**

* Oxford Institute for Energy Studies. „The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system“. 2021

** Oxford Institute for Energy Studies. „The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system“. 2021.

Taastuvenergiaallikate tehnoloogiate maksu-
muse muutuse trendid, va süsteemiga integreerimise kulud (IRENA, 2020)



Iga tehnilise arengu puhul on vaja mõista tehnoloogia praeguseid kulusid ja arengu senist kulgu, püüdes samal ajal hinnata, milliseid edasisi edusamme on võimalik teha ja kuidas tulevased kulud on võrreldavad praeguste energiaallikatega. Samuti on oluline mõista kulude vähendamise aluseks olevaid tõukejõude, et hinnata, kas need on jätkusuutlikud, ning seega hinnata, millised on peamised riskid ja ebakindlus, millist tüüpi valitsuse toetust võib vaja minna ja kui kaua. Eks kokkuvõttes on ju lõppeesmärgiks jõuda jätkusuutlike tehnoloogiate rakendamiseni, mis tagavad kliimaeesmärkide saavutamise ja puhta elukeskkonna, kuid selle eesmärgi kõrval peame ka vastama küsimustele, et milline on selle rakendamise aeg, kas see on majanduslikult mõistlik,

kas see on ühiskondlikult vastuvõetav, kas ja kui kaua on vajalik selle toetamine.

Lõpuks, sõltumata uute tehnoloogiate turustamiseks tehtud erinevate rahastamis- ja/või investeerimispuuduste tulemustest, võivad teatud tüüpi energiaturul erutada alternatiivsete lahenduste arendamist ja kasutuselevõttu, mis täidavad samu või sarnaseid funktsioone. Näiteks tarbimise juhtimise arendamine ja rakendamine võiks täiendada praegu arendatavat lühiajalist energiasalvestustehnoloogiat.

Seetõttu on käimasolevate süsteemiarenduste kontekstis oluline arvestada uue tehnoloogiaga arendamisega, mis võivad lihtsustada suuremaid arenguid või neid edukalt täiendada.

8.2. Sektori peamiste TA objektide hetkeseisu tasemete ülevaade

VESINIKUTEHNOLOOGIA

Suures pildis nähakse tuleviku energiasüsteemis suurt potentsiaali just vesinikul – seda nii keemiatööstuses kui ka energiasalvestina, kuivõrd vesinik on üsnagi mitmekülgne. Pole võimalik lugeda ühtegi energeetikasektori arengukava, kus ei oleks sisse toodud vesiniku. Ambitsioonikale 2050 kliimaneutraalsuse eesmärgile lisaks võttis EL 8. juunil 2020 vastu ka Euroopa vesinikustrateegia, mille kohaselt vesinik moodustab 2050. aastaks 13–14% kogu liidu energiaportfellist.* Küll aga on vesiniku osas ka üks suur puudus – nimelt arvestatavad kaod seoses muundamisprotsessiga.

Vesinikku jagatakse selle tootmise viisi ja päritolu järgi mõtteliselt kolmeks. Valdav osa tänapäeval toodetud vesinikust toodetakse maagaasist metaani reformimise meetodil. Selle protsessi kõrvalproduktina tekib süsihappegaas, mis tähendab, et antud protsess on märkimisväärse mõjuga kliimasoojenemisele. Selline vesinik on klassifitseeritud „halliks“ vesinikuks. „Siniseks“ vesinikuks klassifitseeritakse vesinikku, kui seda tootes on eelnevalt kirjeldatud protsessiga seotud süsinikdioksiidi heitmete püüdmise lahendusi (CCUS), mille abil välditakse valdavat osa kasvuhooonegaaside heitmeid. „Roheliseks“ vesinikuks loetakse vesinikku, mis on toodetud elektrolüüsimetodil veest, kui sisendelektrienergia kasutatav elektrienergia on toodetud taastuvatest allikatest. Kogu maailmas toodetud vesinikust umbkau-

du 76% toodetakse maagaasist ja 23% kivisöest, mis tähendab, et praegune vesiniku globaalne tarbimine on peaaegu täielikult kaetud fossiilsetest kütustest, mille- ga kaasneb oluline keskkonnamõju.**

Puhas vesinik, mida toodetakse elektrolüüserite abiga taastuvatest energiaallikatest, CCUS-tehnoloogiate abiga tuuma- või fossiilkütustest, võib aidata vähendada süsinikdioksiidiheiteid paljudes sektorites, sealhulgas pikamaatranspordis, kemikaali-, raua- ja terasetööstuses, kus heitkoguseid on raske vähendada. Vesinik võib toetada ka muutuva taastuvenergia integreerimist elektrisüsteemi, olles üks väheseid võimalusi elektri salvestamiseks päevade, nädalate või kuude jooksul.*** Vesinik või vesinikupõhised kütused võivad olla ka vahend taastuvenergia transportimiseks rohkete taastuvressurssidega piirkondadest tuhandete kilomeetrite kaugusele kasvava energiavajadusega piirkondadesse ja linnadesse. Küll aga kaasneksid sellega kulud.

Vesinikku saab toota mitmesugustest energiaressurssidest, sealhulgas maagaasist, kivisöest, naftast, taastuvatest energiaallikatest ja tuumaenergiast. Vesinikku saab muuta ka keemiatööstuse lähteaineks või koos CO₂ saab sellest toota sünteetilist kütust või kasutada

** Elering AS „Vesiniku ja sünteetilise gaasi kasutamise potentsiaal ja ühenditest tulenev mõju ülekandeturustikele ja lõpptarbijate seadmetele“, 2020, Tallinna Tehnikaülikool.

*** IEA (2019), The Future of Hydrogen, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

* SEI Tallinn „Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs“, 2021.

energiasüsteemis salvestuse eesmärgil. Vesinik võib olla oluline sisend energiamahukates protsessides töötuses, nagu ammoniaagi tootmine, raua tootmine, metanooli tootmine, nafta ja biokütuste rafineerimistehased, diisli ja biodiisli tootmine, e-kütused, sünteetilised kütused jne. Nendest võimalustest hoolimata piirdub vesiniku kasutamine energeetikas tänapäeval suuresti rafineerimissektoriga ning ammoniaagi ja metanooli tootmisega keemiatööstuses. Ülemaailmne vesinikunõudlus oli 2019. aastal 75 Mt (ehk 215 Mtoe). Vesinikku toodeti peamiselt ilma CCUS-ta fossiilkütustest ja eelkõige maagaasist.*

Vesiniku otsekasutus transpordisektoris autode, veoautode ja laevade jaoks moodustab 2070. aastal prognooside järgi ligi 30% vesiniku kasutusest, samas kui ligikaudu 20% vesinikust kasutatakse vesinikust ja süsinikdioksiidist sünteetilise petrooleumi tootmiseks lennundussektori jaoks. Lisaks ligi 10% muudetakse laevandussektori kütuseks ammoniaagiks, mis katab 2070. aastal peaaegu poole kogu laevakütuse nõudlust. Tööstus kasutab 2070. aastal 15% vesiniku kasutusest, peamiselt kemikaalide ning raua ja terase tootmiseks; energiasektor moodustab ligi 15%, mis toetab paindliku elektritootmist; ja ehitussektor moodustab 5%, mida kasutatakse ruumide ja vee soojendamiseks. 5% vesinikku kasutatakse kujul, mis on segatud maagaasi ja biometaaniga gaasivõrgus ning 95% puhta vesiniku kujul, mida transportitakse uutest torustikes või vesiniku transportimiseks ümberehitatud maagaasitorustikes. Vesiniku transportimist maagaasitorustikes on täna päeval uurinud ka Eesti põhivõrguettevõtte Elering AS koostöös Tallinna Tehnikaülikooli teadlastega.

Vesiniku kasutamine salvestusena võib leida kasutust elektrisüsteemis, kus on palju n-ö soodsat taastuvenergiat. Vesinikku saab toota madalaimate kuludega kohtades, kus on parimad tingimused taastuvenergiaallikate jaoks ja madalad projekti arenduskulud. Seega selleks, et toota suures koguses rohelist vesinikku on vaja suures koguses taastuvenergiat. Üheks võimaluseks, millest Eestis räägitakse, on vesiniku tootmine meretuuleparkides. Riiklik energia- ja kliimaprogramm näeb ette, et aastaks 2030 ulatub Eesti meretuuleparkide võimsus 1200 megavatini. Eestil on potentsiaali ehitada kuni seitsme gigavattise võimsusega meretuuleparke, mille aastane elektritoodang on 24 teravatt-tundi. Eestil ei ole selle mahu jaoks piisavalt tarbijaid ning arvestades tuuleenergia sarnast potentsiaali kogu Läänemerele, tekib soodsate ilmastikutingimuste korral kogu regioonis elektritootmine. On hüpoteetiline võimalus kasutada osa tuuleturbiinide toodetud elektrist vesiniku toot-

miseks ja seejärel torustike kaudu transportida, sest elektriliinide asemel on odavam ehitada gaasitorustikke. Tõenäoliselt ei ole võimalik toota märkimisväärses koguses vesinikku, kasutades eranditult odavat või tasuta elektrit, kui elektrolüsaatorid töötavad ainult umbes 10% ajast või vähem. Seda kasutusmäära arvestades ei pruugi toodetud vesinik olla konkurentsivõimeline isegi nullhinnaga elektrit arvestades. See võib muutuda, kui elektrolüüserite hinnad langevad. Vesiniku tootmiskulude vähendamiseks peaks elektrolüsaatoritel olema kõrgem kasutusmäär (vähemalt üle 50%), mis aga ei pruugi jällegi kokku sobida taastuvenergia vahelduva iseloomuga.** Ei tasu aga unustada, et Eestis pole 10 aasta jooksul lisandunud ühtegi uut tuuleparki ning meretuuleparkide rajamine on takerdunud erinevate bürokratlike küsimuste taha. Seega ilmselt ei ole lähimal ajal näha säärast taastuvenergia ülejääki, mis viiks meid lähemale suuremahulisele vesinikutootmisele – seda vähemalt järgmise dekaadi jooksul, kuivõrd võib öelda, et tavapärase tuulepargi rajamiseks kuluv aeg on maismaaparkide osas minimaalselt 7 aastat, meretuuleparkide osas veelgi kauem.

Täna päeval nähakse Euroopas vesinikul potentsiaali energiasüsteemis eelkõige salvestina. Vesinikenergia salvestamine on üks keemilise energia salvestamise vorm, mille käigus elektrienergia muundatakse vesinikuks. Seda energiat saab seejärel uuesti vabastada, kasutades gaasi sisepõlemismootoris või kütuseelemendis kütusena. Vesinikku saab toota elektrist vee elektrolüüsi teel. See on lihtne protsess, mida saab odava energia olemasolul. Seejärel tuleb vesinikku ladustada, potentsiaalselt maa-alustes koobastes suuremahuliseks energia salvestamiseks. Teraskonteinereid saab kasutada väiksema mahuga ladustamiseks. Vesinikku saab kasutada kütusena mootorites, gaasiturbiinides või vesinikkütuseelementides, millest viimased pakuvad parimat kasutegurit.***

Kui soovime vesinikku kasutada potentsiaalse salvestina, siis on selleks vajalik infrastruktuur. Olemasoleva infrastruktuuri kasutamise osas on Elering AS tellinud Tallinna Tehnikaülikoolilt uuringu „Vesiniku ja sünteetilise gaasi kasutamise potentsiaal ja ühenditest tulenev mõju ülekandetorustikele ja lõpptarbijate seadmetele“. Uuringu eesmärgiks oli välja selgitada võimalused, võimalused ja tingimused vesiniku ja süngaasi sisestamiseks Eleringi gaasivõrku. Selle töö rõhuasetus on vesiniku ja süngaasi võrku andmise maksimaalsete piirkoguste määramisel ning analüüsil, mis käsitleb vesiniku ja süngaasi potentsiaalset mõju võrgule ja lõpptarbijaja-

* IEA (2020), Energy Technology Perspectives 2020, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>

** IEA (2019), The Future of Hydrogen, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

*** IEA (2021), Hydrogen, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/hydrogen>

te seadmetele. Hinnanguliselt on eksisteeriva maagaasivõrgu ümberehitamisel 100% vesiniku transportimiseks vesiniku transportimise hind 3,7 €/MWh (600 km transpordidistantsi korral). Uute, spetsiaalselt vesiniku jaoks rajatavate torujuhtmete maksumuseks on erinevate hinnangute tulemusena jõutud keskmise transpordikuluni vahemikus 4,6–45 €/MWh 600 km kohta. Arvutustulemused näitavad, et kui 2019. aastal tarbitud võrgugaasil vesiniku kontsentratsioon oleks keskmiselt 2%mol normaaltingimustel, siis aastal 2019 oleks võimalik võrku suunata umbes 30 000 MWh vesinikku (aasta keskmine võimsus 3.5 MW). Vesiniku kontsentratsioonil 5%mol ja 10%mol oleksid vesiniku energiakoguse väärtused vastavalt umbes 77 500 ja 161 000 MWh. CNG transpordiga ja gaaskromatograafide sobivusega seonduvate riskide maandumisel oleks võimalik arutada vesiniku kontsentratsiooni tõstmist kuni 5%mol.*

Vesiniku puhul on hetkel selle suureks väljakutseks kallis tootmine ja infrastruktuuri puudus, kuivõrd praegune infrastruktuur seda suures koguses kasutada ei võimalda. Samuti tuleb uurida, milline oleks tarbijate võimekus või seadmete sobilikkus vesiniku kasutamiseks. Vesiniku transport võib toimuda veoautode, laevade ja torustike kaudu. Vesiniku tõhusaks transpordiks tuleb aga suurendada selle energiatihedust tõhusal viisil ladustamiseks, kas kokkusurutud, veeldatud või sünteetisid kujul teisteks energiakandjateks, nagu ammoniaak, metaan, metanool.** Samuti on tehnoloogia arengu osas kitsaskohaks tööstusliku tarbimise puudumine. Suuremaid hüppeid tehnoloogia arengus ja kasutuselevõttus hakkame nägema, kui tekib suurtarbimine.

Eestis on SEI teostanud uuringu „Eesti vesinikuresurside kasutuselevõtu analüüs“, mille eesmärk oli tuvastada Eestis roheline ja sinine vesiniku tootmise, jaotamise ja tarbimise potentsiaal ning kasutuselevõtu võimekus. SEI poolt läbi viidud uuringus on välja toodud, et vesinik on valdkond, kus muutused võivad olla kiired. Paljud vesiniku tootmise tehnoloogiad on aga olemas olnud juba üsna pikka aega. Uuringus tuuakse ka välja, et Eestis vesinikustrateegia ja vesinikualane seadusandlus puudub. Antud analüüsi läbiviimise seisuga ei ole Eestis veel suures mahus vesiniku tootmist ja tarbimist ning mitmetes asjakohastes õigusaktides vesiniku tootmise, hoiustamise ja tarbimisega seotud aspekte puudutatud ei ole. Kuid viimastel aastatel on astutud mitmeid stra-

teegilisi samme vesiniku kasutamise toetamiseks – näiteks on loodud 2016. aastal Eesti Vesinikutehnoloogiate Ühing, 2021. aastal Eesti Vesinikuklaster, moodustatud on erinevaid tööühmi valitsuse ja ministeeriumide taandil. Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi ja Keskkonnaministeeriumi eestvedamisel on alustatud vesiniku kasutamise soodustamiseks pikaajalise strateegilise visiooni koostamist ja toetusmeetmete planeerimist. Olenemata sellest, kui ambitsioonikad eesmärgid Eesti riiklikus vesinikustrateegias võetakse, võib analüüsi tulemusel pidada kõige olulisemateks ja esmasteks sammudeks vesinikupotentsiaali kiireks realiseerimiseks toetuseid tuule- ja päikeseenergia tootmisprojektide edendamiseks läbi taastuvenergiaoksjonite, mis on suunatud vesiniku tootmist toetavatele võimsustele; investeerimistoetusi vesiniku tootmistehnoloogiate edendamiseks, vesinikutanklate rajamiseks, vesiniku kütuseelemendiga busside ja sõiduautode kasutuselevõtuks ning riigihangetega seatud kohustusi vesiniku kütuseelemendil põhinevate sõidukite kasutuselevõtuks ühistranspordis. Analüüsi raames intervjuueeritud eksperdid on üldiselt üksmeelsel arvamusel, et vesiniku tootmisel ja tarbimisel Eestis on suur potentsiaal. Rõhutati, et keskenduma peaks eelkõige roheline vesiniku tootmisele, mille jaoks on esmalt vaja suurendada päikese- ja tuuleenergia toodangut. Hetkeolukorra kvalitatiivsest analüüsist järeldub, et Eestis on suurim potentsiaal heitekoguste vähendamiseks transpordisektoris, mis sõltub endiselt tugevalt fossiilsetest kütustest. Energiasüsteemi seisukohast on mõistlikum esmajärjekorras erinevaid protsesse elektrifitseerida kui taastuvelektrit muundada kolmandaks energiakandjaks, mistõttu on suurim potentsiaal transpordisektoris rongidel, praamidil, raskeveokitel või teistel pikamaasõidukitel, kus elektrifitseerimist on keerulisem teha. Lisaks on vesiniku kasutuselevõtuks transpordisektoris oluline keskenduda tanklavõrgu arendamisele. Ajutisi tanklaprojekte on küll tehtud, kuid puudub järjepidevalt toimiv ning kompaktnes vesinikutanklakett. Tööstussektoris seisneb vesiniku potentsiaal fossiilsetel allikatel põhinevate keemiatoodete impordisõltuvuse vähendamises. Keemiatoodete koguseid oleks võimalik vähendada kodumaise ammoniaagi ja metanoolitööstuse rajamisega, mis põhineksid vesinikul. Sarnaselt transpordisektoriga on tööstussektoris suur vesiniku kasutamise valmidus, mis tuleneb sellest, et Eestis on varasemalt olemas infrastruktuur keemiatoodete tootmiseks. Elektrienergiatootmise seisukohast oleks vesinikku mõistlik toota eelkõige tagavaraenergia tekitamiseks nii võrguväliste alade katteks (nt saared) kui ka elutähtsate teenuste (nt telekommunikatsioon, meditsiiniteenused) tagamiseks. Sellise vesiniku tarbimismahu saavutamine eeldab olulisi muutusi vastavates sektorites. Näiteks transpordisektoris tähendab ma-

* Elering AS tellitud uuring „Vesiniku ja sünteetilise gaasi kasutamise potentsiaal ja ühenditest tulenev mõju ülekandorustikele ja lõpptarbijate seadmetele“, 2020, Tallinna Tehnikaülikool.

** SEI Tallinn. Eesti vesiniku teekaardi 2021 – 2050 ettepanek. 2021. http://h2est.ee/wp-content/uploads/2021/12/Vesiniku-teekaart-puhtand-24112021_-puhas-dets.pdf

dala stsenaariumi korral 25% (ehk ca 200 000 sõiduki) ja ambitsioonika stsenaariumi korral 50% erasõidukite, lisaks vastavalt 15 000–31 000 veoauto, 630–1260 busi ühistranspordiliinidel (arv põhineb praegustel avaliku teenindamise kohustustel), 10–20 rongi, 43–85 kaubaveduri ja 4–7 praami (arv põhineb praegustel avaliku teenindamise kohustustel ja võttes arvesse praeguseid marsruute) kasutusele võtmist. Tööstussektoris tähendaks sellise vesiniku potentsiaali realiseerimine, et Eesti muutuks ammoniaagi, metanooli ja urea importijast eksportijaks. Hoonetesektoris kasutatakse mikrokoostootmist, mis varustaks 2050. aastaks puhta soojuse ja energiaga kuni 21 700–43 400 majapidamist või hoonet ja mis toodaks kuni 239 GWh vesinikupõhist soojust. Energiasektoris tähendaks ambitsioonikas stsenaarium 250 MW gaasiga töötavate avariijaamade üleminekut vesinikule. Mudeli põhjal nõuavad kirjeldatud muutused vesiniku väärtusahela eri osadesse koguinvesteeringuid 22 412–44 700 miljardit eurot, millest suurem osa tuleks erasektorilt, st ettevõtetelt ja eratarbijatelt (transpordi- ja soojussektorist). Positiivse keskkonnamõju osas vähendab vähese ja kõrge taastuvvesiniku kasutuselevõtu stsenaariumide rakendamine 2,2–4,4 miljoni tonni võrra CO₂ ekvivalentseid heitekoguseid. Kõige rohkem aitavad heitekoguste vähendamisele kaasa transpordi- ja tööstussektor – moodustades kokku üle 90% muutustest. Keemiatööstuses avaldub suur nõudlus roheline vesiniku ja infrastruktuuri järele niipea kui ehitatakse ammoniaagi- ja metanoolitööstuse uued tehased. Metanoolijaamu saab paigaldada põlevkivielektrijaamade või biogaasijaamade juurde, kus CO₂ saab kinni püüda ja kasutada täiendava lisaväärtusega metanoolina. Nii laialdane roheline vesiniku kasutusele võtmine nõuab märkimisväärset kogust kliimanetraalset elektrit – madala stsenaariumi korral 8 TWh ja ambitsioonika korral 16 TWh. Modelleerimisel lähtuti 500 MW maismaatuule, 700 MW päikeseelektri ja 3500 MW meretuule võimsusest. Suurema osa taastuvelektri energiakaotusest peaks katma meretuuleenergia.*

Vesiniku osas on nõiarang – ilma tootmiseta pole tarbimist ning tarbimine ei saa tekkida, kui puudub tootmine. Vesiniku tootmise maht sõltub lõpptarbivate nõudlusest, infrastruktuuri olemasolust ning majanduslikust tasuvusest. Eestis puudub ka vesiniku tööstuslik tarbimine suures mahus – võttes arvesse asjaolu, et varasemalt pole tööstuse poolt tulnud signaale vesiniku tootmise mahu puudusest. Vesiniku transport on väga energiamahukas. Seega peaks vesinikule üleminekul arvestama lokaalse vesiniku tootmisega. Näiteks vesiniku transportil laevadega tekivad logistikaahelas olulised kulud (näiteks gaasi rõhu tõstmisel ja veeldamisel), mis kok-

kuvõttes vähendab vesiniku konkurentsivõimet. Kuivõrd tehnoloogia areng ei ole olnud piisavalt kiire, siis vesinikust toodetud ammoniaak ja sünteetiline kütus võivad tulevikus olla perspektiivsed valdkonnas koos seadmete tootmise tööstusega. Pigem on vesiniku potentsiaal kõrgeim seal, kus elektrifitseerimise võimalused on väiksemad, eelkõige maismaatransport ning suuremahuline vesinikutootmine on pigem tulevikumuusika ajaks, mil on võimalik seda tõhusalt toota, transportida ja kasutada.

Vesiniku transportimise osas räägitakse küll juba ka vesinikust pulbri kujul, mille suurim kasu oleks see, et see võimaldaks vesinikku hõlpsamini transportida ning vajalik ei oleks ulatusliku infrastruktuuri rajamine. Pulbri saab vesinikku seda kuumutades või veega segades – seejärel on vajalik vesinik üksnes turvaliselt kinni püüda. Samuti on teadlaste sõnul vesinik pulbri kujul energiatihedam kui gaasilisel kujul**. Samas on vesinikupulbri tootmine energiamahukas, mistõttu väheneb protsessi kasutegur. Küll aga on tegemist arenemisjärgus tehnoloogiaga, millel tasub silma peal hoida, kui võrd see võtab võrrandist välja ühe teise kuluka teguri, nimelt infrastruktuuri rajamise gaasilise vesiniku puhul, so torustiku. Küll aga tuleks endiselt infrastruktuur rajada pulbervesiniku tootmiseks, mis ei päästa investeringutest. Eks antud protsessi kasutegur selgub arenduste käigus, kuid tuleb kindlasti välja arvestada, mis võib ilmselt järjekordselt ilmestada, et vesiniku tootmiseks ükskõik mis kujul on kasutegur väike ning tagasi saame mitmekordselt vähem.

Alates 2030. aastast ja 2050. aasta suunas peaksid taastuvad vesinikutehnoloogiad saavutama küpsuse ja neid tuleks laialdaselt kasutusele võtta, et jõuda kõigis raskesti dekarboniseeritavatesse sektoritesse, kus muud alternatiivid ei pruugi olla teostatavad või on kallimad. See on ambitsioonikas plaan, arvestades, et maailmas pole veel ühtegi näidet vesiniku suuremahulisest tootmisest taastuvatest allikatest. Küll aga peame 2050. aastaks olema kliimanetraalsuse juba saavutanud. Taani energiasettevõtte Ørsted on läbi viimas vesinikuprojekti, kus meretuuliku juurde rajatakse elektrolyüser võimsusega 2MW ning mis suudab toota 1000 kg vesinikku päevas maismaatranspordis kasutamiseks.*** Energiaettevõttel on plaanis ka 1 GW võimsusega elekt-

** Pulbervesinik. <https://newatlas.com/energy/eat-si-hydrogen-generating-powder/>

Pulbervesinik. <https://www.rsc.org/news-events/articles/2008/06-june/hydrogen-storage/>

Pulbervesinik. <https://energynews.biz/why-hydrogen-powder-can-change-everything/>

* SEI Tallinn „Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs“, 2021.

*** Ørsted vesinikuprojekt. <https://orsted.com/en/media/newsroom/news/2021/05/953942245693267>

rolüüseriprojekt (SeaH2Land), kuid selle osas ollakse läbirääkimiste teel tulenevalt puudulikest nõuetest ja regulatsioonidest. Jaam peaks optimistlike ootuste järgi valmima aastaks 2030.

Eesti puhul tuleks vesiniku teekaardi^{*} hinnangul esmalt keskenduda vesinikustranspordile ja väiksemate elektrolüüserite kasutuselevõtule, kuivõrd Eesti vesinikuturg on põhimõtteliselt olematu. Küll aga Eestis hetkel vesinikutanklad puuduvad. Vesinikautode hinnad on suurusjärgus 70–80 000 eurot. Turu kujunemine võtab ilmselt aega aastakümneid, kuivõrd esmalt peame välja ehitama vesiniku tootmise, kuid see on keeruline, kui puudub otsene nõudlus vesiniku järele. Nõudlus aga on visa tekkima, kui puudub pakkumine. Edasine on juba torustiku rajamine ning seadmete väljavahetamine.

Vesinikul nähakse suurt potentsiaali salvestuses ning seeläbi tippkoormuste katmisel. Kuivõrd oluliselt suureneb taastuvenergia tootmine, siis võimaldaks see elektrolüüserite teel toota rohelist vesinikku, mida oleks võimalik kasutada salvestina, et sellest vajamineval hetkel uuesti elektrit toota. Potentsiaal ei ole aga alati realiseeritav või majanduslikult mõistlik. Iga muundusprotsessiga kaasnevad kaod. Samuti võiksime siin mõelda praegust energeetikamaastikku vaadates, et Euroopa on energia defitsiidis, mis kestab kindlasti veel järgmise dekaadi. Tänapäeval olukorras oleks mõistlik liialt optimistlikud prognoosid üle vaadata, kuivõrd Euroopa on energiakriisis ning suure elektrienergia ülejäägi tekkimine lähima 10 aasta jooksul (mis oleks piisav suures koguses vesiniku tootmiseks, arvestades ka protsessiga kaasnevaid kadusid) ilmselt vähetõenäoline. Pigem võiks öelda, et vesiniku väljundiks võiksid olla kas tööstuslikud protsessid ehk keemiatööstus või torustransport ja müümine teistele. Viimane on aga muidugi kallis lahendus. Arvestades vesinikulahenduste tänast madalat turuküpsuse astet, asjaolu, et suuri vesinikuprojekte ellu viidud ei ole, tehnoloogia on kallis, vesiniku kasutamine eeldaks torustiku ümberehitust ja seadmete vahetust ning vesiniku muundusprotsessiga kaasnevad suured kaod, siis ei saa vesinikust peamist viisi energiasalvestuses. Sellist elektrienergia ülejääki lihtsalt veel ei teki.

ENERGIA MUUNDAMINE JA POWER-TO-X (PTX)

PtX-i arendamise potentsiaali Põhjamaades tuleks vaadelda juba olemasoleva kasvava elektrifitseerimise suundumuse kontekstis. Otsene elektrifitseerimine on palju tõhusam kui kaudne elektrifitseerimine, tavaliselt neli korda. Elektrifitseerimine on tõenäoliselt kõige tõhusam lahendus sõiduautode ning lühi- ja keskmatranspordi jaoks. Samamoodi näivad soojuspumbad tõhusa ja ökonoomse lahendusena madala temperatuu-

* SEI. Eesti vesiniku teekaardi 2021–2050 ettepanek. 2021.

riga kütmiseks hoonetes ja tööstustes. Siiski on energeetikutel, mille otsene elektrifitseerimine on väga keeruline või tehniliselt teostamatu – vähemalt meie praeguste teadmiste ja arusaamade juures: näiteks pikamaa- ja lennutransport, teatud tööstuslikud protsessid, mis hõlmavad kütuse otsest põlemist või väga kõrgeid temperatuure.

PtX tähendab kütuste (X) tootmist elektrist (P). Näiteks elektrolüsaatorid toodavad vesinikku, mida saab kokku suruda ja kasutada otse näiteks tööstusprotsessides või muundada kütusteks, mida on lihtsam transportida ja säilitada, näiteks ammoniaagiks. Vesinikku saab CO₂-ga kombineerides muundada ka metaaniks, metanooliks, e-kütusteks. Kui CO₂ pärineb biomassist või püütakse kinni õhust, võib kütust pidada süsinikuneutraalseks või madala CO₂-heitega, olenevalt biomassi tüübist. Tänapäeval toodetakse enamik vesinikku fossiilkütustest, tavaliselt auruga metaani reformimise protsesside kaudu. CCS-i lisamine protsessile kõrvaldab suurema osa CO₂ heitkogustest, tekitades niinimetatud sinise vesiniku.^{**}

Füüsikaliselt kaasnevad iga muundusprotsessiga kaod – nii on see ka elektrienergia puhul, kus selle muundamisel peame arvestama kadudega. Küll aga on kadude suurus tehnoloogiate mõistes erinev. Ka eelnevalt mainitud vesiniku muundamisel peab arvestama, et kuivõrd vesinik on energiakandja, siis selle n-ö uuesti kasutamiseks oleks vaja seda uuesti muundada. Kuivõrd prioriteediks peaks olema roheline vesiniku tootmine, siis vajalik oleks laiapõhjaliste uuringute teostamine, et kui kasumlik on protsess, kus me esmalt kaotame energiat elektrolüüserite kaudu vesinikku tootes ja kuna vesinik on energiakandja, siis hiljem vesinikust elektrit tootes. Lisaks transpordikulud. Näiteks elektrolüüsi teel 1 kg vesiniku (33,32 kWh) saamiseks on vaja ämbritäit vett (tutvudes välismaal läbiviidud uuringutega, on suurusjärguks 9 l vett) ja 50 kWh elektrit. Rohelise vesiniku tootmiseks on vaja kasutada ka rohelist ehk taastuvelektrit.^{***} Seega on kaod juba esmase muundamise teel ca 35%. Transportides vesinikku pikemate vahemaade taha ning selle uuesti elektrienergiaks muundamise teel suurenevad kaod veelgi. Seega vajaksime sellisel juhul lihtsa arvutuse teel suurusjärgus 3–4 x rohkem taastuvenergiat, kui soovime seda vesiniku teel salvestada. Sisuliselt võiksime sel juhul ehitada 2 meretuuleparki, millest ühte kasutaksime puhtalt vesiniku tootmiseks. Lisaks muidugi võib mõelda ka energeetikasektorist kaugemale, kuivõrd vesiniku tootmiseks on

** Nordic Energy Research. Nordic Clean Energy Scenarios – Solutions for carbon neutrality. 2021.

*** Raig, T. „Tuulisel Eestil on potentsiaali saada tubliks veinikuriigiks“, TööstusEST, 2020.

vajalik puhas demineraliseeritud vesi, mille tootmine on omakorda kulu.

Kuivõrd energia muundamisega on seotud kaod, siis on esmane valik otsene elektrifitseerimine. Esimesed sammud CO₂ vähendamise osas on otsese elektrifitseerimise abil odavamad ja tõhusamad. Kaudne elektrifitseerimine peaks olema eesmärgiks nendes sektorites, kus otsene elektrifitseerimine ei ole võimalik või majanduslikult mõistlik. Antud olukorras on eriti oluline just energiatõhusus. Kui minna kaudse elektrifitseerimise teed, mõeldes näiteks PtX-tehnoloogiatele, siis tähendab see seda, et vajame esmalt vesiniku tootmiseks elektrolüüserite abil rohkelt elektrienergiat. Tegemist on aga pika ja vähem tõhusama väärtusahelaga kui otselektrifitseerimine.

SÜSINIKU PÜÜDMINE JA LADUSTAMINE (CCUS)

Energiaüleminek ei tähenda, et süsinikdioksiidi heitkogused energeetikasektoris ei saaks olla väga väikesed või nullilähedased. Energeetikasektori või -tööstuse heitkoguseid saab kinni püüda, kasutada, ladustada ja otse õhust eemaldada CCUS-tehnoloogiate abil (ingl *carbon capture, utilization and storage*). CCUS-tehnoloogiad hõlmavad CO₂ (ingl *carbon dioxide*) kinni püüdmist (ingl *capture*) kütuse põletamisel või tööstusprotsessides, selle CO₂ transportimist näiteks konteinerites laeva või torustike kaudu ning selle kasutamist (ingl *utilisation*) ressursina väärtuslike toodete või teenuste tootmiseks või selle püsivat ladustamist (ingl *storage*) sügaval maa all. CCUS-tehnoloogiate rakendamisel on võimalik ka nii-öelda negatiivsed heitkogused, kui kasutatav CO₂ pärineb biomassist.* Süsiniku püüdmise tehnoloogia ilma selle kasutamist käsitlemata nimetatakse lihtsalt CCS (ingl *carbon capture and storage*).

Enamik erinevaid koostatud energeetikasektori väljavaates välja toodud stsenaariume hõlmavad CCUS-tehnoloogiaid mingil määral. Näiteks IPCC oma 2018. aasta eriaruandes „Globaalne soojenemine 1,5 °C“ kirjeldab nelja peamist stsenaariumi, millest kolm hõlmavad CCUS-i ja bioenergiat koos CCUS-iga (BECCS). Need tehnoloogiad täiendavad energia üleminekut ja leevendavad fossiilkütustest tulenevat negatiivset kliimamõju. Ülemaailmne CCS Institute (2017) ütleb, et Pariisi kokkuleppe eesmärgi saavutamiseks vajaks maailm aastaks 2040 umbes 2500 CCUS-rajatist (aastas püütakse kinni umbes 4 Gt CO₂).** Küll aga võib CCUS-tehnoloogiaid pehmelt pidada ka potentsiaalseteks piduriteks taas-

tuvenergia tehnoloogiate arendamisel ja kasutuselevõtul. Kui süsinikdioksiidi heitkoguseid saab püüda konkurentsivõimelise hinnaga, väheneb vajadus süsinikdioksiidivabade energiaallikate ja nende arendamise järele.

CCUS-tehnoloogia osas on erinevate arengukavadega tutvudes arvamused kahetised. Näiteks IEA ja IRENA väljavaated panustavad CCUS-tehnoloogiate osas üsnagi ulatuslikult. Samas näiteks Eurelectric toob välja, et nad ei ole tähendanud, et energiasektor oleks CCUS-ile suuri panuseid teinud. Ka nende poolt uurin-gufirma McKenziega läbiviidud uuring ei näinud CCUS-il tuleviku energiamastikul suurt rolli. Küll aga CCUS-tehnoloogiaid nähakse mitmetes Euroopa riikides (Saksamaa, Norra, Suurbritannia) ja ka maailmas laiemalt (Hiina) ühe olulise võimalusena CO₂ vähendamise eesmärkide täitmiseks, olukorras, kus kiireid alternatiive fossiilkütustel põhineva baaskoormuse katmiseks pole. IEA leidis hiljuti, et 1,5 °C eesmärgi saavutamine eeldab vähemtõhusate söejaamade järkjärgulist kaotamist aastaks 2030 ning allesjäävate jaamade varustamist CCUS-tehnoloogiatega 2040. aastaks.***

Eestis on ka ETag-i poolt tellitud uuring „Kliimamuutuste leevendamine CCS- ja CCU-tehnoloogiate abil“ (ClimMit), mille teostajaks oli Tallinna Tehnikaülikool. Uuringu eesmärgiks oli saada teada kas CCS-tehnoloogia kasutusele võtmine oleks realistlik ka Eesti põlevkivienergeetikas. Samuti oli sihiks analüüsida sobivaimate lahenduste keskkonnamõju ning Eesti tööstussektori tehnoloogilist ja majanduslikku võimekust püütud CO₂ kasutada. Antud projekti raames teostatud analüüs näitas, et tehniliselt on lähitulevikus võimalik võtta olemasolevatel energiaplokkidel CO₂ emissioonide vähendamiseks kasutusele kaks erinevat tüüpi tehnoloogiat:

- hapnikus põletamine (nn oxy-fuel combustion);
- CO₂ järelpüüdmine (nn post combustion).

Peamisteks põhjusteks (mitte arvestades esialgu majandusaspekte) on tehnoloogiline tase (TRL tase) üle 7 ning sobivus põlevkivile (arvestades võimalust integreerida olemasolevate energiaplokkidega).****

Hapnikus põletamise (nn oxy-fuel combustion) tehnoloogia üks tähtsam ja olulisem tunnus on see, et seda on võimalik rakendada ka olemasolevate energiaplokkide korral ilma neis olulisi muudatusi tegemata. Arvutused tehnoloogia rakendamise mõju ja maksumuse kohta Auvere elektrijaamas näitavad, et alginvesteeringu maksumus oleks 214 miljonit eurot. Tehnoloogia

* IEA (2020), CCUS in Clean Energy Transitions, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions>

** Oxford Institute for Energy Studies. „The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system“. 2021.

*** IEA. Net-zero by 2050. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

**** Uuring „Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate (ClimMIT)“, Tallinna Tehnikaülikool, Tartu ülikool, 2019

rakendamisel ploki netovõimsus väheneb, kuna osa genereeritavast energiast suunatakse hapniku tootmisele ja CO₂ puhastamisele ning komprimeerimisele. Samas 100% põlevkivi kasutamisel on võimalik vähendada summaarset aastast CO₂ heitkogust 90% võrra. Biomassi kasutamisel kütusena soojuse järgi kuni 50% ulatuses, saavutatakse negatiivne CO₂ emissioon suurusjärgus –0,81 mln t CO₂ aastas (lähtudes süsiniku bilansist ja seadusandlusest). Jättes siinjuures arvesse võtmata, et tuhka saab kasutada tsemendi tootmisel. See aitaks vähendada veelgi CO₂ heitmeid ja lisaks jääks osa tsemenditootmiseks vajaminevaid savimineraale kaevandamata ja kõrgel temperatuuril töötlemata. CO₂ jääb selles mahus tsemenditehases genereerimata. Püütud CO₂ tuleb aga ladustada või transportida. Püütud CO₂ saaks kasutada (vähemalt osaliselt) või ladustada. Tänapäevaste teadmiste põhjal asub lähim realselt kasutatav CO₂ ladustuskohal Põhjameres (peamiselt Norra basseinis). Optimaalseim CO₂ transpordiahel oleks järgmine: toru-transport elektriijaamast Sillamäe sadamasse (maksumus ca 4 eurot/t CO₂, mis sisaldab ka gaasi veeldamist, torustiku pikkus ca 22 km). Seal edasi toimub transport laevaga ladustuskohani. Laevatranspordi maksumus 43–55 eurot CO₂ tonni kohta. CO₂ enda püüdmise ligikaudne kulu (sh puhastus ja komprimeerimine) on alates 29 eurost CO₂ tonni kohta. Mis kõik kokku teeb vähemalt 76–88 eurot püütava CO₂ tonni kohta põlevkivielektriijaama täisvõimsusel töötamisel.* Aasta algusest on CO₂ kvoodi hind kõikunud 78–96 euro vahel tonni kohta.**

Uuringu järgi väljaminekute tegemisel, sõltuvalt valitud CO₂ püüdmise tehnoloogiast, väheneb Auvere elektriijaama näitel elektritootmise CO₂ jalajälg väärtuselt 1026 kg CO₂ ekv/MWh väärtuseni 169 kg CO₂ ekv/MWh (absorptsioon) või 146 kg CO₂ ekv/MWh (hapnikus põletamine). Koos biomassiga saavutaks –398 kg CO₂ ekv/MWh. Lõpptulemusena saab öelda, et CO₂ heitmeid on võimalik põlevkivienergeetikas märkimisväärselt vähendada ja kliimaneutraalsus on saavutatav ka põlevkiviga. Tagades sellisel moel ka Eesti varustatavuse ja energiapuuduse. Küll aga on tegemist poliitilise otsusega***. Kui EL tunnustab nüüd maagaasi kui lubatud üleminekukütust, lisades selle erandi taksonoomiasse, siis võib pidada huvitava diskussiooni, et kas tegemist võiks olla n-ö „Eesti üleminekukütusega“.

CCUS-tehnoloogiate rakendamisel on ka ainulaadne

* Konist, Alar. „Kliimaneutraalsus on saavutatav ka põlevkiviga, rakendades CO₂ püüdmise CCU- ja CCS-tehnoloogiasid“, TööstusEST, 2021

** EU ETS. CO₂ kvoodi hind. <https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/>

*** Konist, Alar. „Kliimaneutraalsus on saavutatav ka põlevkiviga, rakendades CO₂ püüdmise CCU- ja CCS-tehnoloogiasid“, TööstusEST, 2021

võimalus kinni püütud CO₂ kasutada mõne uue ja väärtuslikuma toote sisendina. Süsinikdioksiidi kasutamise võimalikud rakendused hõlmavad CO₂ otsest kasutamist (ilma keemiliselt töötlemata) ja CO₂ muundamist mõne järgmise „toote“ tootmiseks. Tänapäeval kasutatakse maailmas igal aastal ligikaudu 230 miljonit tonni CO₂. Suurim tarbija on väetisetööstus, mis kasutab karbamiidi tootmisel toorainena 125 miljonit tonni CO₂ aastas, millele järgneb nafta- ja gaasitööstus, mis tarbib ligikaudu 70 kuni 80 Mt CO₂ aastas. Muud CO₂ kaubanduslikud kasutusala hõlmavad toiduainete ja jookide tootmist, jahutamist, veetöötlust ja kasvuhoooneid, kus seda kasutatakse taimede kasvu stimuleerimiseks.****

Paljud CO₂ kasutusviisidest on alles arengu varases staadiumis. CO₂-põhiseid tooteid on kolm peamist kategooriat:*****

- **Kütused:** CO₂-s sisalduvat süsinikku saab kasutada vesiniku muundamiseks sünteetiliseks süsivesinikkütuseks, mida on sama lihtne käsitseada ja kasutada kui gaasilist või vedelat fossiilkütust. Selliste kütuste tootmine on väga energiamahukas ja majanduslikult mõistlikum seal, kus on saadaval nii odav taastuvenergia kui ka CO₂. Suurim praegu töötav tehas on George Olahi tehas Islandil, mis muundab umbes 5600 t CO₂ aastas metanooliks, kasutades taastuvelektrist toodetud vesinikku.
- **Kemikaalid:** CO₂-s sisalduvat süsinikku saab kasutada alternatiivina fossiilkütustele selliste kemikaalide tootmisel, mille struktuuri ja omaduste tagamiseks on vaja süsinikku. Nende hulka kuuluvad polümeerid ja esmased kemikaalid, nagu etüleen ja metanool, mis on aluseks mitmesuguste lõppkasutuskemikaalide tootmiseks. Vesiniku ja energia vajadus varieerub oluliselt olenevalt keemilisest ja tootmisviisist. Näide selles valdkonnas tegutsevast ettevõttest on Covestro, mis käitab Saksamaal Dormagenis tehas umbes 5000 tonni polümeeride tootmiseks aastas. CO₂ asendab kuni 20% protsessis tavaliselt kasutatavast fossiilselst lähteainest.
- **Ehitusmaterjalid:** CO₂ võib kasutada ehitusmaterjalide tootmisel vee asendamiseks betoonis, mida nimetatakse CO₂ kõvendamiseks või toorainena selle koostisosades (tsement ja ehitusmaterjalid). CO₂ reageerib mineraalide või jäätme-

**** IEA (2021), CCUS in Industry and Transformation, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/ccus-in-industry-and-transformation>

***** IEA (2019), Putting CO₂ to Use, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/putting-co2-to-use>

voogudega, nagu rauaräbu, moodustades karbonaate, mis on süsiniku vorm, millest koosneb betoon. See muundamise viis on tavaliselt vähem energiamahukas kui kütuste ja kemikaalide puhul ning hõlmab CO₂ püsivat säilitamist materjalides.

CO₂-põhiste toodete väljavaateid on väga raske hinnata, kuna tehnoloogiad on paljude rakenduste jaoks üldiselt varajases arendusjärgus. Poliitiline toetus on ülioluline, kuna need maksavad tõenäoliselt palju rohkem kui tavalised ja alternatiivsed vähese CO₂-heittega tooted, seda peamiselt nende suure energiantensiivsuse tõttu. CO₂-põhiste toodete turg jääb lühiajaliselt ilmselt väikeseks, kuid võib pikemas perspektiivis kiiresti kasvada. Tõenäoliselt ei suuda sünteetilised süsivesinikkütused enamikus rakendustes konkureerida vähese süsinikusisaldusega vesiniku või otse elektri kasutamise-ga, kuid need võivad muutuda oluliseks sektorites, kus on jätkuvalt vaja süsivesinikkütuseid, kuna alternatiivid on piiratud (näiteks lennundus).*

Kui kinni püütud CO₂ ära ei kasutata, siis tuleb see ladustada. CO₂ ladustamine aga igal pool ei ole võimalik. Ladustusvõimaluste kättesaadavus on piirkonniti märkimisväärselt erinev, kusjuures parimad võimalused on Venemaal, Põhja-Ameerikas ja Aafrikas. CO₂ säilitamine hõlmab kinnipüütud CO₂ süstimist poorse kivimiga sügavasse maa-alusesse geoloogilisse reservuaari, mida katab läbitungimatu kivimikiht, mis suleb reservuaari ning takistab CO₂ migratsiooni ülespoole ja atmosfääri pääsemist. Võimalik on ka CO₂ ladustamine kivimitesse (basaltid), milles on kõrge reaktiivsete kemikaalide kontsentratsioon, kuid see on alles arendusjärgus (TRL 3). Süstitud CO₂ reageerib keemiliste komponentidega, moodustades stabiilsed mineraalid, püüdes CO₂ kinni. Tehnoloogia arendamiseks, eelkõige veevajaduse määramiseks, mis võib olla märkimisväärne, on siiski vaja täiendavaid katseid ja uuringuid. Maailma mitmes piirkonnas on suuri basaltseid moodustisi ning ladustamiseks on kaalutud nii maismaa- kui ka avameerale. Sellised koosseisud eksisteerivad ka kohtades, näiteks Indias, kus tavapärane salvestusmaht võib olla piiratud, mis võib avada CCUS-i jaoks uusi võimalusi. TalTechi poolt läbi viidud uuringu kohaselt asub aga Eestile tänaste parimate teadmiste põhjal lähim reaalset kasutatav CO₂ ladustuskoht Põhjameres (peamiselt Norra basseinis).**

Eestis võiks ju mõelda CO₂ ladustamisele vanades kivisöekavandustes. Ka maailmas on antud teemat isegi uuritud, kuid tegemist on veel üsnagi algstaadiumis teh-

noloogiaga. Sarnaselt teistele meetoditele on CO₂ ladustamisel söekaevandustes mitmeid raskusi. Käikude tihendamine on üks esimesi probleeme ja seda tuleb põhjalikult uurida. Vee sissevool on samuti väga oluline, kuna see võib tekitada CO₂ survet ja põhjustada CO₂ lekkimist tihendite kaudu pinnale.***

TUUMAENERGEETIKA

Tuumaenergia moodustab umbes 10% kogu maailmas toodetud elektrienergiast, arenenud majandusega riikides aga peaaegu 20%. Maailmas on hetkel suurusjärgus 450 töötavat tuumareaktorit. Vaatamata võimele toota heitmevaba energiat, seisab see silmitsi kontrastse tulevikuga. Kui mõned riigid on loobunud järkjärgult tuumaelektrijaamadest avalikkuse vastuseisu ja ohutusküsimuste pärast, siis veel 19 riiki ehitasid 2021. aasta alguses uusi tuumarajatisi. Suurte esialgsete kulude ja projektide pikkade teostusaegade tõttu on tuumaenergial mõnes jurisdiktsioonis raskusi konkureerimisel säästlikumate ja kiiremini paigaldatavate alternatiividega, nagu maagaas või kaasaegsed taastuvad energiaallikad. Küll aga järgmise põlvkonna rajatiste, näiteks väiksemate mooduljaamade, arendamine võib nihutada tasakaalu tuumaenergia kasuks.****

Ülemaailmne tuumaenergia tootmine kasvas 2021. aastal 2020. aastaga võrreldes 3,5%, taastudes 2020. aasta peaaegu 4%-lisest langusest. Hiinas kasvas tuumaenergia tootmine 2021. aastal ligikaudu 11%, pärast 2020. aasta 5% kasvu. Euroopa Liidus tuumaenergia suutis 2020. aastal taastuda oma ligi 11% langusest, mille põhjustas koroonakriisi tagajärjel vähenenud elektrinõudlus ja reaktorite sulgemine. Kuid 8% kasvuga 2021. aastal jääb tuumaenergia tootmine alla 2019. aasta tasemele. USA tuumaenergia tootmine väheneb 2021. aastal teist korda järjest (1,5%), jõudes madalaimale tasemele alates 2012. aastast. Kuigi on riike, kes väidavad, et suudavad täita dekarboniseerimise eesmärgid, loobudes seejuures järkjärgult tuumaenergiast (Belgia, Saksamaa, Hispaania ja Šveits) või vähendades selle osakaalu (Prantsusmaa), tunnustavad teised jätkuvalt vajadust soodustada selle kasutamist dekarboniseerimisstrateegiates: Hiina, Venemaa, India, Argentiina, Brasiilia, Bulgaaria, Tšehhi, Egiptus, Soome, Ungari, Poola, Saudi Araabia, Araabia Ühendemiraadid, Ühendkuningriik ja Usbekistan.

Tuumaenergia arendus on aeganõudev. Selleks, et kiirendada tuumaenergia laiendamist, tuleks juba 2020. aastate alguses võtta vastu õigeaegsed poliitilised otsused, et toetada uute tehnoloogiate kaubanduslikku

* IEA (2019), Putting CO₂ to Use, IEA, Paris

** Konist, Alar. „Kliimaneutraalsus on saavutatav ka põlevkiviga, rakendades CO₂ püüdmise CCU- ja CCS-tehnoloogiaid“, TööstusEST, 2021

*** Jalili, Paria & Saydam, Serkan & Cinar, Yildiray. (2011). CO₂ Storage in Abandoned Coal Mines.

**** IEA (2021), Nuclear Power, IEA, Paris

kasutuselevõttu, mis hetkel on erinevatel tehnoloogilise valmisoleku tasemetel (TRL):

- 2020. aastate algus: suured III põlvkonna tuuma-reaktorid, mis on saavutamas projekteerimisküpsust, tuginedes esmakordsetest projektidest saadud õppetundidele.
- 2030. aastate algus: kõrge TRL-iga väikesed moodulreaktorid (VMR-id) teevad edusamme litsentseerimisel ja demoprojektidel.
- 2030. aastate lõpp: madalama TRL-iga SMR-id ja IV põlvkonna tuumareaktorid koos erinevate uuenduslike reaktorisüsteemidega uurimis- ja arendustegevuse ning varases demonstratsioonifaasis.

Tuumaenergeetika osas pakuvad tänasel päeval enim jutuainet uued väikesed moodulreaktorid ehk VMR-id (ingl *small modular reactors* ehk SMR) ning ka uued neljanda generatsiooni (ingl *Gen IV*) reaktoritüübid, kus vee asemel kasutatakse reaktorituuma jahutamiseks gaasi, sulasoola ning vedelmetalle. Samuti on arenduses reaktorid, mis kasutavad kütuseks tooriumi, mitte enam uraani. Tooriumi kasuks räägib asjaolu, et tooriumivarud on maailmas üsna suured. Arenduses on ka nn mikroreaktorid, mis sobivad kaugematele kogukondadele, kus puudub juurdepääs kesksetele võrgusüsteemidele*. Samuti ei pea tuumajaama väljund olema üksnes elekter – on ka tuumatehnoloogiaid, millega saab toota nii elektrit kui ka vesinikku. Põhiliselt räägitakse neljanda generatsiooni reaktorite osas järgmistest tehnoloogiatest: Gas-cooled Fast Reactor (GFR), Lead-cooled Fast Reactor (LFR), Molten Salt Reactor (MSR), Supercritical Water-cooled Reactor (SCWR), Sodium-cooled Fast Reactor (SFR) and Very High Temperature Reactor (VHTR). Need tehnoloogiad kujutavad endast olulisi edusamme tuumatehnoloogia jätkusuutlikkuse, ökonoomika, ohutuse ja töökindluse osas.

VMR-i puhul ei ole küll tegemist eraldiseisva reaktoritüübiga, vaid tegemist on tuumareaktoriga, mis on oma võimsuselt väiksem kui tavapärased suured tuumareaktorid, mida me oleme harjunud nägema. Kergete reaktoriga (III generatsiooni tehnoloogia) VMR-ide laialdasem kasutuselevõtt toimub ilmselt 2030. aastate alguses. Uudsemate tehnoloogiatega reaktorite kommersialiseerimiseks kulub ilmselt kauem aega. Pakutud on palju erinevaid tehnoloogiaid ja suurusi, alates mõnest megavatist kuni mitmesajani. VMR-ide eeliseks tuuakse, et need sobivad oma suuruse tõttu hästi kaugetesse piirkondadesse ja võrkudesse, mis on suure mastaabiga tuumareaktori majutamiseks liiga väikesed. Lisaks on VMR-ide täiendav eelis nende nn modu-

laarsus, kus enamik, kui mitte kõik, reaktorite komponentidest valmistatakse ja monteeritakse tehases enne paigaldamiskohta saatmist**. VMR-id on kavandatud kasutama vähem kütust ja tootma lühema elueaga radioaktiivseid jäätmeid. Neil on potentsiaali oluliselt muuta tuumaenergia ohutust ja ökonoomsust, töödeldes kütust võrgus, eemaldades jäätmeid ja lisades värsket kütust ilma pikemate tankimiskatkestusteta. Nende toimimist saab kohandada olenevalt reaktorist ka nii, et nendes oleks võimalik ära kasutada suurte tuumajamade jääkkütust, mis muidu läheks ladustamisele või ümbertöötlemisele.***

Täielikuks tulevikumuusikaks on aga tuumasünteesireaktorid (ingl *nuclear fusion reactors*). Tuumasüntees on protsess, kus sadu miljoneid tonne vesinikku sulatatakse heeliumiks, tekitades tohutul hulgal soojust ja valgust. Tuumasünteesi on uuritud alates 1940. aastast. Nii nagu tuumalõustumine (mis toimub tavapärastes reaktorites), on tuumasüntees madala süsinikuheitega energiaallikas, mis ei eralda kasvuhoonegaase ega muid saasteaineid. Tuumasüntees on paljutootav tehnoloogia, mille abil piisaks näiteks veevannist ja sülearvuti akust ühe inimese eluaegseks elektrienergiaks. Uuringud on küll käimas****, kuid on ebatõenäoline, et esimene kommertskasutatav tuumasünteesireaktor hakkaks tööle enne 2050. aastat.*****

Eesti jaoks tuleks tuumaenergiast rääkides kõne alla vaid VMR, arvestades tema suurust. Väikeste moodulreaktorite osas on nende arendust ja võimaliku Eestisse paigaldamist uurimas Fermi Energia OÜ. Maailmas on erinevas arengujärgus umbes 50 erinevat VMR-i disaini, neist mõned ka aktiivselt ehituses Argentiinas, Hiinas ja Venemaal. Väikseid moodulreaktoreid kavandatakse nii olemasolevate reaktorite vähendatud vormis.*****

VMR-id tekitavad jätkuvalt huvi kogu maailmas ja on lähenemas kommersialiseerimisele või litsentseerimisele paljudes riikides, kus tuumaenergeetika on hästi välja kujunenud, nagu Kanada ja Ameerika Ühendriigid, aga ka uutes riikides Euroopas, Lähis-Idas, Aafrikas ja Kagu-Euroopas. Avaliku ja erasektori partnerluste kau-

** World Nuclear Association. <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/are-there-different-types-of-reactors.aspx>

*** US Office of Nuclear Energy. <https://www.energy.gov/ne/articles/3-advanced-reactor-systems-watch-2030>

**** ITER nuclear fusion project. <https://www.iter.org/>

***** World Nuclear Association. <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/are-there-different-types-of-reactors.aspx>

***** Fermi Energia OÜ. „Teostatavusanalüüs väikse moodulreaktori (VMR) sobivusest Eesti energiavarustuse tagamiseks ja kliimaeesmärkide täitmiseks 2030+“, 2020.

* WEC (World Energy Council). World Energy Scenarios. Future of Nuclear. 2019.

du soodustatakse teadus- ja arendustegevust ning investeringuid VMR-idesse ja muudesse uue generatsiooni reaktoritesse.*

Küll aga on nende riikide puhul tegemist tundub tuumaenergeetika riikidega, kus on vajalikud teadmised, kogemused, TA teostajad ja ka vajalikud regulatsioonid ja ühiskondlik soosivus. Eestis tuleks tuumaenergeetika osas sisuliselt alustada nullist. Küll on regioonis näiteks Soome näol tegemist tuumakogemustega riigiga, kuid Eestis puuduvad kogemused.

Tuumaenergeetika nõuab aga teadmiseid, alates akadeemilisest kompetentsist kuni oskustööliseni välja. Kui tõesti peaks Eestis moodulreaktor tulema näiteks Ida-Virumaale, siis oleks tänu sellele võimalik vähendada sealset sotsiaalmajanduslikku negatiivset mõju, mille toob kaasa põlevkivienergeetika vähenemine. See aga eeldab aastatepikkust väljaõpet ning ka väljaõppe pakujat. Eestis puudub praegusel hetkel võimalus õppida tuumaenergeetikat ning sellise koolkonna väljaõpetamine võtab aega.

Väikeste moodulreaktorite käituseks ja hoolduseks vajalike töötajate valik ja pädevus sarnaneb suurte tuumaelektrijaamadele, ehkki väikeste moodulreaktorite käituseks vajalike töötajate arv peaks olema väiksem kui suure tuumaelektrijaama korral. Enamasti ei ole vajalike töötajate arv võrdeline elektrijaama võimsusega. Siiski ei saa isegi väikese elektrijaama korral tuumaohutusega seotud eripädevust ja elektrijaama käitamist tavaliselt sisse osta. Seega võib teha järelduse, et esimeses väikese moodulreaktoriga elektrijaamas on tõenäoliselt vähemalt 200 töötajat. Tõenäoliselt sõltub töötajate arv ka konkreetse reaktori tüübist. Näiteks Soomes esitatud põhimõttelise otsuse taotluste kohaselt on kahe suure reaktoriga uue tuumaelektrijaama korral tavaline umbes 300–500 töötajat.**

Tuumajaama rajamisel tuleb tegeleda ka tuumajäätmetega. Vastavalt kiirgusseadusele, siis on tuumamaterjali omav isik kohustatud pidama kasutatava tuumamaterjali arvestust alates selle soetamisest kuni jäätmena ladustamiseni, kahjutustamiseni või omaniku vahetuseni ja määrama tuumamaterjali arvestuse pidamise eest vastutava isiku. Radioaktiivseid jäätmeid on võimalik järeltöödelda, puhastada, ümber töödelda ja isegi taaskasutada ning seeläbi lõpladustamisele kuuluvat osa vähendada. Praktilise järeltöötamise vaates võib öelda, et kasutatud tuumkütus koosneb kolmest osast: jätkuvalt väärtuslik ja taaskasutatav materjal (mis moodustab 95–97% mahust), lühikese poolestusajaga roh-

kem radioaktiivne osa ning pika poolestusajaga vähem radioaktiivne osa.

2018. aasta lõpus sätestati EL-i pikaajalises energiasstrateegias selgelt, et tuumaenergia – koos taastuvenergiaga – moodustab EL-i elektrisüsteemi selgroo, et saavutada 2050. aastaks süsinikuneutraalsus. Samal ajal rõhutavad käimasolevad EL-i säästva rahastamise taksonoomia arutelud raskusi teaduspõhise poliitika väljatöötamisel, mis tunnustaks tuumaenergia panust kliimamuutuste leevendamisse ja säästva arengu eesmärkide saavutamisse. Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühisnõukogu (JRC) toetas 2021. aastal ulatuslikule teaduskirjanduse ülevaatele tuginedes tuumaenergia lisamist EL-i taksonoomiasse. Selle lisamine tulevastesse taksonoomiatesse on väga oluline, et tagada tuumaprojektidele juurdepääs puhta energia rahastamisele ja paljudele muudele EL-i taksonoomiaga kooskõlas olevatele riiklikele rahastamismehhanismidele.*** Küll aga otsustas Euroopa Komisjon selle aasta alguses, et tuumaenergia ja lisaks ka maagaas lisatakse EL-i taksonoomiasse, mis tähendab, et teatud tingimustel on investeringud nendesse kütustesse jätkusuutlikud, kui võrd neid peetakse üleminekukütusteks kliimaneutraalsusele üleminekul.

Tuumaenergeetikas on seega helgem tulevik uue generatsiooni reaktoritüüpidel ning VMR-del. WEC-i hinnangul jõuavad need tehnoloogiad laialdasema kättesaadavuseni aastaks 2035–2040 ning aastaks 2060 moodustavad need võimsuse järgi 25–30% kõigist uutest reaktoritest.*** Tehnoloogia osas, mis meie jaoks on täiesti uus, siis ilmselt ei suudaks me tuumaelektrijaama rajada piisavalt kiiresti, et see panustaks kliimaeesmärkide saavutamisse. Küll on EL lisamas tuumaenergeetikas oma taksonoomiasse kui „rohelist“ energeetikat, mis võib suurendada ja kiirendada investeringuid, kuid kas ka piisavalt kiiresti. Kiiremaks arenguks on vaja konkreetseid otsuseid ja kindlust. Kui võrd Eestis sisuliselt tuumaenergeetikaalane koolkond ja teadmised puuduvad (vähemalt terviklik kompetents tuumatsükli osas), siis oleks võimalik kaasa rääkida ja viia läbi TA-d väiksemas mahus ning väiksemate osade kallal. Sisuliselt aga oleme sõltuvuses ja ootel selle osas, mis toimub mujal maailmas. Tuumaenergeetika osas uut põlvkonda ja teadmiseid 5 aastaga peale kasvatada ei ole võimalik – seega kõik tuleb välismaalt sisse osta.

Tuumaenergeetika arengu osas loodi 2021. aastal tuumaenergeetika tööühm. Rühma ülesanne on mh anda ülevaade riigi energiavajadusest ja energiajulgeoleku tagamisest tuumaenergia vaates, tuumaenergia

* IEA (2021), Nuclear Power, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/nuclear-power>

** Fermi Energia OÜ. „Teostatavusanalüüs väikese moodulreaktori (VMR) sobivusest Eesti energiavarustuse tagamiseks ja kliimaeesmärkide täitmiseks 2030+“, 2020.

*** IEA (2021), Nuclear Power, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/nuclear-power>

**** WEC (World Energy Council). World Energy Scenarios. Future of Nuclear. 2019.

võimalustest ning sobivusest olemasolevasse elektrivõrku. Rühm peaks esitama tuumaenergia kasutuselevõtmise tingimuste ning võimaluste osas järeldused ja ettepanekud Vabariigi Valitsusele. Esimene vahearuanne ning ülevaade töörühma töö tulemustest esitatakse hiljemalt 2022. aasta septembris. Töö tulemuseks peaks valmima teekaart riikliku tuumaenergia taristu arendamiseks.* Kui valitsus otsustab, et Eestis on ruumi tuumaenergiale, alustatakse õigusaktide ja määruste ettevalmistamist ning viiakse läbi asjakohane ekspertiis. Eelduste kohaselt otsustatakse 2028. aastaks, millist tehnoloogiat kasutada. Ühendriikides, Kanadas ja Ühendkuningriigis käib juba sellise tehnoloogia väljatöötamine.**

Hetkel veel ei ole Eestile sobivat ja turuküpset VMR-tehnoloogiat (võimsusega 300–400 MW) olemas ning kuskil välja ehitatud. VMR-id jõuavad laiemasse kättesaadavusse prognooside põhjal aastaks 2035–2040. Prantsusmaal on näiteks EDF oma kodulehel välja toonud, et praegusel hetkel käib tehnoloogia väljaarendamine ning nad loodavad nurgakivi rajada aastal 2030***. Prantsusmaal on aga olemas seadusandlus ja spetsialistid ning pikaajaline tuumaenergeetika kogemus. Eesti osas on aga küsimus, et kas oleme nõus uudse tehnoloogia osas olema ühed esimesed, kes seda rakendavad või tasuks ära oodata, kui tehnoloogia on n-ö oma „lastea haigused“ läbi põdenud. Tegemist on aga poliitilise otsusega. Lisaks tehnoloogilistele puudujääkidele ja küsimärkidele, siis võiks tuumajaama osas vaadata ka ajahorisonti. Nimelt tuleks mõelda ka tuumajaama osas selle turule pääsemise aspekti. Eeldatavasti jõuab turule järgmiste aastakümnetega väga palju soodsat taastuvenergiat tuule- ja päikeseenergeetika näol, siis kas tuumajaam suudab turul konkurentsipüsida? Ettevõtte hinnangul võiksid nad elektrienergiat pakkuda hinnaga alates 55 eurot/MWh, seda eelkõige tööstusele pikaajaliste lepingute näol. Kuivõrd tuumaenergiaga vajab stabiilset koormust, st seda ei ole võimalik kiirelt üles-alla reguleerida, siis sobiks tuumaenergia aga süsteemiteenuste pakkumiseks sageduse hoidmiseks ja balansseerimiseks. Mis on aga tuumaenergeetika osas üheks suureks küsimuseks on tuumajäätmete käitlus, millealane seadusandlus Eestis hetkel puudub.

* Tuumajaama töörühm. <https://envir.ee/keskkonnakasutus/kiirgus/tuumajaama-tooruhm#tuumajaama-tooruhm--2>

** Tuumajaama Eestis. <https://arileht.delfi.ee/artikkel/93120629/soome-meedia-eesti-on-sada-aastatootnud-euroopa-koige-rapasemat-energiat-lahenduse-na-pakutakse-tuumajaamasid-ning-taastuvenergiat>

*** EDF VMR arendus <https://fr-prodd9.ppr.cie.edf.fr/en/the-edf-group/producing-a-climate-friendly-energy/nuclear-energy/shaping-the-future-of-nuclear/the-nuclear-smr-solution/development-roadmap>

Riikliku tuumaenergia töörühma aruande põhjal peab parlament 2024. aastal otsustama, kas Eestisse on võimalik tuumajaama rajada. Selleks ajaks tuleks kõik sõltumatud uuringud tuumaenergeetika erinevate aspektide osas läbi viia. Näiteks on ka Keskkonnaministeerium tuumajäätmete käitluse osas läbi viimas ulatuslikku uuringut, mille tulemused peaksid selguma 2023. aasta lõpus. Tuumajäätmete hoidlaid on erinevates riikides olemas, sh ka Eesti naaberriikides. Küll aga peab tuumajäätmete hoidla olema ka Eestis, mis tõstab oluliselt ka tuumaenergeetika hinnasilti. Samuti vajab tuumaelektrijaama käitumine turul uurimist, kuivõrd ajahorisonti arvestades võib taastuvenergia selleks hetkeks olla odavam. Üks asi on hind, kuid teine asi on tootmiskindlus ja võime panustada tasakaalule süsteemis. Samuti ei tohiks ära unustada elektrisüsteemi tehnilisi parameetreid ja võimalikke arenguid, mida võimaliku tuumajaama rajamine eeldab.

SALVESTUSTEHNOLOOGIAD

Täiustatud energiasalvestustehnoloogiad on roheline ülemineku jaoks kriitilise tähtsusega. See on elektromobiilsuse arengu eelduseks ning elektritootmises leevendab tippkoormuse nõudlust ja suurendab taastuvate energiaallikate paindlikkust. Samuti pakub lõpptarbijate elektrifitseerimine ise uusi salvestusallikaid (nt elektrisõidukite akud). Energia salvestamise tehnoloogiad on kas madala kasuteguriga, kuid suudavad säilitada energiat pikaajaliselt (nt pumphüdroelektrijaamad) või kõrge kasuteguriga, kuid võimaldavad ainult lühiajalist salvestamist (nt hoorattad). Vaatamata skaleeritavate ja tõhusate tehnoloogiate puudumisele muudab isegi osaline energia salvestamine roheline ülemineku pikemas perspektiivis paremini juhitavaks. Suurima potentsiaaliga tulevikuks on suure energiatihedusega salvestusruum (st kus saab salvestada palju energiat väikestes ruumides), eriti pumphüdroelektrijaamad ja termokeemiline salvestus.****

Kuivõrd tuleviku elektrisüsteemis on tulenevalt taastuvenergiaallikate integreerimisest elektrienergia tootmine kõikuva iseloomuga, siis peab olema süsteemis rohkem paindlikkust – seega vajame salvestustehnoloogiasid. Salvestustehnoloogiasid saab laias laastus jagada nende kasutamise aja osas kas lühiajalisteks (tunnid ja päevad) või pikaajalisteks (nädalad ja kuud). Elektrokeemilised on seejuures erinevad akutehnoloogiad (nt Li-Ion), mehhaaniline näiteks pumphüdroelektrijaam ning keemiline vesinik.

**** OECD. Innovation and Business/Market Opportunities associated with Energy Transitions and a Cleaner Global Environment. 2019.

Salvestust oleks vaja erinevatel perioodidel ja kasutada saab erinevaid lahendusi:

- tunnipõhiseid tippe saab rahuldada pumphüdro-, tarbimise juhtimisega ja akutehnoloogiatega;
- hooajalisi tootmise ja tarbimise erinevusi saab ületada P2X- ja vesiniku-, tuuma- ja hüdroenergia tootmisega;
- piirkondlikke erinevusi saab rahuldada piirkondadevahelise ülekandevõimsuse suurendamise kaudu.

Salvestustehnoloogiate osas on õnneks märgata nende hindade langemist. Liitiumioonakude maksumus oli 2010. aastal üle 1100 USA dollari kWh kohta ja langesid 2020. aastal realselt 89 protsenti, 137 USA dollari kWh kohta. 2023. aastaks on oodata keskmiseid hindu 100 USA dollari/kWh lähedal. Siiski on elektrienergia keskmise ja pikaajalise (hooajalise salvestamise) osas vähem kindlust, kuid katsetatakse mitmesuguseid võimalusi, näiteks rohelist vesinikku või sünteetilisi kütuseid. Euroopa Komisjoni 2020. aasta juuli vesinikustrateegia kohaselt maksab taastuvatest ressursidest toodetud roheline vesinik umbes 3–6,6 USA dollarit kg kohta. Fossiilipõhine vesinik maksab umbes 1,80 USA dollarit kg kohta. Norra elektrolüüsitootja NEL ASA teatas aga 2021. aasta jaanuaris eesmärgist toota aastaks 2025 rohelist vesinikku hinnaga 1,50 USA dollarit/kg.*

Vaja on selget ja läbipaistvat reguleerivat raamistikku, et teha kindlaks teenused, mida reguleeritud põhi- ja jaotusettevõtjad saavad pakkuda, et vältida konkurentsi elektritootjatega. Võtmeküsimuseks on hoidla omandiõigus: paljudel turgudel peetakse hoidlat tootmisvaraks ja süsteemihalduritel (nii ülekande kui ka jaotuse osas) ei ole lubatud omada hoidlaid. See võib takistada edastamise ja jaotamise edasilükkamist, mis on väärtuslik salvestusrakendus. Mõned võrguoperaatorid ostavad salvestusteenuseid, mitte ei oma neid füüsiliselt, näiteks Ühendkuningriigi Piclo Flexi turuplatvorm. Paljude jurisdiktsioonide vanad eeskirjad nõuavad energiasalvestussüsteemidelt kaks korda tasu – nii võrgust toite ammutamiseks kui ka voolu sisestamiseks. Selle võrgutariifide „topelttasu“ kaotamine, nagu Ühendkuningriigis 2020. aasta mais tehti, võib aidata paljudel turgudel luua tugevama majandusliku aluse energia salvestamiseks. Tõenäoliselt kasvab vajadus pikaajalise ladustamise järele järgmistel aastakümnetel.** Küll aga hakkas alates 2022. aasta maikuust elektrituruseaduses kehtima muudatus, mis väldib salvestatud elektrienergia puhul topeltemaksustamist – nimelt

salvestatud ning selle salvestatud elektrienergia uuesti võrku edastamise korral elektrienergia edastamise eest võrgutasu tasuma ei pea. Tegemist on kindlasti salvestust motiveeriva meetmega.

Salvestus- või paindlikkusvariandina räägitakse ka elektrienergia lõppkasutajate kaasamisest. Lõppkasutussektoreid ja taastuvelektri tootmise vahelist sünergia saab ära kasutada energiasüsteemi paindlikkuse suurendamiseks – kuid seda teatud piirini ning pigem võiks seda näha võimalusena suurendada hoone- ja transpordisektoris taastuvelektri osakaalu. Näiteks on võimalik transpordivahendeid laadida ajal, mil süsteemis on palju taastuvelektrit. Saame seeläbi oma tarbimist juhtida ajale, mil süsteemis ongi tekkinud elektrienergia ülejääk. Teisest küljest oleks tegemist ka salvestusvahendiga, kuivõrd tarbimist saab seejärel edasi lükata ja kasutada hiljem näiteks kodudes või seda võrku tagasi müües, kui elektrienergiast on puudus. Kütte ja jahutuse osas on võimalik reguleerida soojuspumpade tööd, võttes arvesse elektriturul toimuvat. Nutikad termovõrgud (st kaugküte ja -jahutus) pakuvad soojus- salvesti lisamisega veelgi suuremat paindlikkust.

Rääkides pikaajalisest salvestusest, siis pumphüdroelektrijaam (PHEJ) on üks võimalus, kuidas pakkuda süsteemis rohkem paindlikkust. Kuivõrd Eestis puuduvad geoloogilised võimalused n-ö tavapärase hüdroelektrijaama rajamiseks, siis on ka meil tulnud jutuks võimaliku pumphüdroelektrijaama rajamise idee. Pumphydroelektrijaama rajamise ideega on praegusel hetkel Eestis tegelenud kaks ettevõtet – Energiasalv Pakri OÜ ja Eesti Energia AS. Esimesel puhul soovitakse rajada 500 MW PHEJ Paldiskisse ning teise puhul 50 MW jaam vanasse Estonia kaevandusse Ida-Virumaal. Mõlema PHEJ rajamise eesmärgiks on elektritootmine ja selle kaudu Eesti elektrisüsteemi tasakaalustamine. Paldiskisse rajatava jaama ehitamine võtaks minimaalselt 9 aastat ning pakuks salvestusvõimsust 6,25 GWh ja ühe tsükli pikkus oleks 12 tundi. Projekt on välja toodud ka Euroopa põhivõrguhaldureid koondava organisatsiooni Entso-E kodulehel.*** Küll aga volatiilsete elektrihindade juures võib tegemist olla üsna kalli lahendusega, sest elektri hind võib püsivalts kõrge olla ka rohkem, kui on ühe tsükli pikkus, ehk 12 tundi. Seega vajaks pumphüdroelektrijaama käitumine täpsemat uurimistööd ja modelleerimist.

Kuivõrd pumphüdroelektrijaama abil on võimalik uuesti elektrit toota, siis Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi hinnangul seda taastuenergiaks ei loeta. Lisaks on vajalikud ulatuslikud keskkonnamõjude uuringud, kuivõrd näiteks Paldiskisse rajatava jaa-

* IRENA. Electricity storage and renewables: costs and markets to 2030. 2017.

** IEA (2021), Energy Storage, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-storage>

*** Entso-E. Estonian PHES (pumped-hydro storage). <https://tyndp2020-project-platform.azurewebsites.net/projectsheets/storage/1004>

ma puhul tuleks alumise reservuaari tarbeks puurida ligi 600–700 m sügavusele. Samuti tuleks uurida, millist mõju PHEJ Eesti elektrisüsteemile avaldaksid, st kui kaua oleks võimalik kasutada jne, milline oleks salvestatud energia maht, mis hinnaga peaks olema elektri hind, et oleks tasuv. Üks aspekt on salvestuse ja tasakaalu tagamine, aga teine on avarielektrijaama roll, kuivõrd see on kiiresti käivitav.

Eestisse planeeritavat hüdroakumulatsioonijaama pole põhjust vaadata vaid Eesti elektri tarbimiskoorumuse stabiliseerijana, vaid juba koos NPS-ga. See annab eeldused Eestisse ka suurema võimsusega ja tööressursiga hüdroakumulatsioonielektrijaama(de) planeerimiseks, kui seda oleks vaid Eesti tarbimiskoorumuse stabiliseerimine.

Mis on aga salvestuse puhul veel oluline, on sellealased turutõrked, seadusandluse puudumine ja topeltmaksustamine Eestis. Hetkel toimub salvestatud elektrienergia topeltmaksustamine – võrgust võetavat ja võrku antavat elektrienergiat maksustatakse võrgutasu, aktsiisi ja taastuenergia tasuga. Võrgutasu osas on loodud erand, mida aga võrguhaldurite poolt ei rakendata. See aga ei ole turuosalistele motiveeriv investeeringute teostamiseks. Euroopa direktiivid ütlevad, et kõik süsteemiteenused tuleb osta turult. Eestis aga puudub süsteemiteenuste turg, sh puudub süsteemiteenuste turg salvestuse osas. Lätis ja Leedus on süsteemiteenuste turg loodud. Jaotus- ja põhivõrk ei tohi omada salvestusseadmeid (üksnes erandkorras), kuid peavad pakuma süsteemiteenuseid. Turu tekkimisel on võrguhalduritel kohustus seadmed maha müüa. Kuniks aga pole turgu, siis ei teki ka turuosalistel motivatsiooni investeerida seadmetesse.

GEOTERMAALENERGIA

Maapõueenergia ärakasutamine ei ole midagi uut. Eestis on see aga pigem lokaalne lahendus. Praegusel ajal on maakütte rajamine üks efektiivsemaid võimalusi küttesüsteemide osas.

Eesti maapõueenergia potentsiaali osas viidi 2021. aastal läbi uuring Penurco Oy poolt Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi tellimisel, mis andis esialgse hinnangu Eesti geoenergeetika potentsiaali osas ja ülevaate olemasolevatest tehnoloogiatest, ekspertarvamuse nende tehnoloogiate kasutamiseks Eesti geoloogilistes tingimustes, ettepanekud võimalikeks edasiteks tegevusteks ja pilootprojektide näited.

Uuringu järgi geotermaalse energia tehnoloogilised lahendused vajavad suuri investeeringuid, kuid saavad toota odavat energiat 24/7 ühtlaselt kogu aasta vältel aastakümnete jooksul. 2/3 kogu energiast tuleb otse maa sisse või vette salvestunud energiast ning 1/3 energiast on vajalik soojuspumpade toimimiseks.

Tingimusel, et soojuspumpade tarvis vajalik energia on toodetud jätkusuutlikult, siis geotermaalse energia kasutamise süsiniku jalajälg on väga väike. Kaugkütte hinnad on viimaste aastatega tõusnud ning see on tõstnud ka geotermaalse energia konkurentsivõimet. Geotermaalenergia on kohalik energiaressurs, mida ei saa transportida kaugemale kui mõned kilomeetrid, seega tootmine peab toimuma tarbijatele lähedal. Geoloogiline situatsioon omab tähelepanuväärset mõju geotermaalse energia potentsiaalile kilomeetri raadiuses. Geotermaalse energia kasutus Põhjamaades tugineb enamasti kuni 3 km sügavustel lahendustel. Need süsteemid võivad olla nii avatud kui ka suletud. Suletud süsteemides kasutatakse vett või muud sobilikku vedelikku (energiakandjana), mis tsirkuleerib süsteemis, omandades maa sees oleva energia ja tuues selle pinnale. Avatud süsteemid kasutavad tavaliselt põhjavett, vanades kaevandustes olevat vett või pinnasevett. Avatud süsteemide puhul kasutatakse puuraukude paare (paarisarv puurauke). Soojuspumpasid vajatakse soojuse kättesaamiseks või kogumiseks madala temperatuuriga kaevudest (veest). Tänapäevaste pumpade kasutegur on päris hea ja nii on võimalik võimendada kasutatavat energiat suhtega 1:5 või isegi 1:6. Ehk 1 kWh energia kasutamisel saadakse 5 või 6 kWh tagasi. Üle 70 °C vett võib kasutada otse soojuse saamiseks, kuid sellist temperatuuri saaks Eestis ja lähipiirkondades leida ainult mitme kilomeetri sügavuselt.*

Geoloogiliste ja termogeoloogiliste uuringute ning naaberriikide, eriti Lõuna-Soome, geotermaalenergiajaamade ja -projektide kogemuse põhjal peetakse geotermaalenergiat Eestis oluliseks lisaenergiaallikaks kütmisel, jahutamisel ja hooajalise energia salvestamisel. See annaks suurema paindlikkuse energiavõrkude nutikaks optimeerimiseks ning vähendaks fossiilsete ja bio-kütuste põletamist ning mitmekesistaks kütte- ja jahutusenergiast süsteemi nullheite suunas. Uuringu tulemusel loetakse Eesti tingimustes potentsiaalselt rakendatavaks viit tüüpi geoenergiarakendusi. Lokaalseks kütmiseks, jahutamiseks ja energia salvestamiseks saaks kasutada puurkaeve või -välju (sügavus 400–2000 m), samuti sügavatest settekivimite põhjaveekihtidest pumbatavat põhjavett. Põlevkivi kaevandamisalal asuvate vanade kaevanduste vesi on potentsiaalne kohalik geotermaalenergiaallikas. Merevesi on lõputu allikas suuremahuliseks energiatootmiseks ja Tallinna lahes on kalda

* Kokkuvõtte uuringust „Preliminary evaluation of the Estonian geoenergy potential and overview of available technologies, expert opinion for using those technologies in the Estonian geological conditions, suggestions for possible further actions and examples of case studies“. Kättesaadav: <https://www.mkm.ee/energeetika-ja-maavarad/analusid-ja-uuringud#taastuenergia>

lähedal veesügavused, mis tagaksid aastaringselt piisavalt sooja vett. Maa-alune energiasalvestus on võimalus suurte energiasüsteemide tasakaalustamiseks, kuid vajaks maa-aluste koobaste ehitamist. Lisaks on Ida-Virumaal võimalik ära kasutada ka allmaakaevandusi, mis peaksid 2035. aastaks olema suletud. Sealseid vee-ga täitunud kaevanduskäike on võimalik ära kasutada energiasalvestitena. Edasiseks nähakse ette uuringuid pilootprojektide ettevalmistamiseks ja võimalikuks käivitamiseks. Eestis on võimalik geotermaalenergiat pilootprojektide raames ammutada puuraukudest (Tallinn, Maardu, Narva), kasutades ära põhjavett (Narva-Jõesuu, Narva), vanu kaevandusi (Jõhvi, Kohtla-Järve, Kiviõli) ja maa-aluseid õõnsusi (Tallinn) salvestuseks ning merevee energiat (Tallinn, Viimsi, Maardu). Vajalikud on aga kindlasti jätku-uuringud keskkonna osas, et mida näiteks tähendaks puuraukude rajamine iga natukese maa tagant. Täpsem ressurss jääb siiski selgusetuks. Kõik rakendused nõuavad aga kohaspetsiifilisi geoteaduslikke, tehnilisi, ulatuse ja teostatavusuuringuid, et tagada jät-

kusuutlikud investeeringud. Samuti oleks jaamade rajamiseks vaja üsna suuri alginvesteeringuid. Need peaksid asuma geoenergiat või olemasolevaid kaugkütte-/jahutusvõrke kasutavate hoonete kõrval.*

Uuringu järgi näib Kesk- ja Lõuna-Eesti geotermaalenergia potentsiaal olevat väiksem kui Põhja-Eestis, kuigi seda ei ole võimalik täpsemalt määratleda. Potentsiaali on, aga kas see on ka tegelikkuses rakendatav ning võimalik, on küsimus. Kuivõrd ei ole realistlik, et Tallinn puuritakse iga natukese aja tagant puurauke täis, siis pigem jääb antud võimalus lokaalseks (või piirkondadesse, kus on potentsiaali, kuid muud võimalused piiratud) ning puuraukude sügavus 2000 m ei küündi.

* Penurco Oy „Preliminary evaluation of the Estonian geoenery potential and overview of available technologies, expert opinion for using those technologies in the Estonian geological conditions, suggestions for possible further actions and examples of case studies“, 2021.

8.3. Tehnoloogiate turuküpsus

Vaadates ajahorisonti, millal ja kuidas võiks erinevaid tehnoloogiaid kasutada, siis ilmselt lähima 10–20 aasta jooksul on suurim potentsiaal nendes valdkondades, mille opereerimise eluiga on kõige lühem ning kus taastuvenergiat põhinevad süsteemid on juba olemas ja töötamas. Transpordisektoris hõlmab see sõiduautod (millest enamik töötab hinnangute põhjal 2070. aastaks elektriga), hoonete osas aga soojavee varustust soojuspumpade kaudu. Kuid teistes sektorites, eriti rasketööstuses ja kaugtranspordis, on olemasolevate süsteemide eluiga üldiselt pikk ja puhta energia tehnoloogia alternatiivide kättesaadavus piiratud. Sel põhjusel prognoositakse, et globaalsed heitkogused langevad nendes sektorites nullini alles pärast 2070. aastat. Seega on põhiohk ikka energeetikatööstusel ja elektrifitseerimisel. Valdcondlike tehnoloogiade turuküpsusega saab tutvuda järgneval joonisel.

Tehnoloogiade küpsuse määramiseks on olemas ka tehnoloogilise valmiduse tasemete (TVT) kontseptsioon (ingl *technology readiness level* ehk TRL). TRL aitab määrata, millises arengujärgus arendatav tehnoloogia on. Nendega on võimalik tutvuda ETAg-i poolt koostatud kirjelduses.

IEA alloleva joonise mõistes saab tehnoloogia arendusjärke võrrelda järgnevalt:

- **Mature** ehk küpseteks peetakse neid tehnoloogiaid, mis on jõudnud märkimisväärse kasutuselevõtuni ja mille puhul oodatakse ainult järkjärgulisi uuendusi. Selle kategooria tehnoloogiatüüpide TRL tase on 11. Näiteks hüdroenergia- ja elektrirongide tehnoloogiaid.
- **Early adoption** ehk varajaselt kasutuselevõetaks peetakse neid tehnoloogiaid, mille mõned disainilahendused on turule jõudnud, kuid millel on konkureerivad disainilahendused, mis on demonstratsiooni- ja prototüübifaasis. Selle kategooria tehnoloogiatüüpidel on vähemalt TRL ≥ 9 ja teised disainilahendused on madalamatel TRL-idel. Näited on avameretuulepargid, elektriakud ja soojuspumbad.
- **Demonstration** ehk demonstratsioonifaasis on tehnoloogiaid, mille TRL on 7 või 8, kuid mille puhul ei ole veel jõutud TRL tasemeni 9. Näiteks CCUS tsemenditööstuses, vesinikust elektrolüüs-erite abil toodetud ammoniaagi tehnoloogia ja akudel töötav pikamaa meretransport.
- **Large prototype** ehk suure prototüübi tehnoloogiaid.

giatüüpidele, mille konstruktsioonid on teatud mastaabis prototüübistaadiumis, mis tähendab, et aluskonstruktsioon pole tervikuna veel TRL 7 või 8 taseme juures, kuid vähemalt üks konstruktsiooni osa on TRL 5 juures.

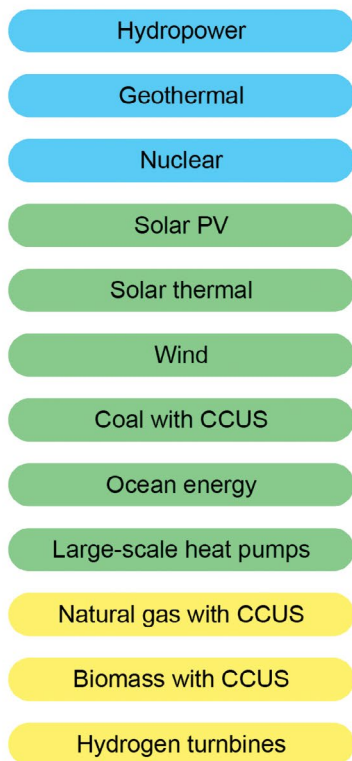
- **Small prototype** ehk väike prototüüp vastab tehnoloogiatüüpidele, mille projekteerimine on prototüübi varases staadiumis, mis tähendab, et suurem osa prototüübist on TRL 4 tasemel, kuid mingi osa ka juba TRL 5. Näited on akuelektrilised õhusõidukid ja terase esmase tootmise otsene elektrifitseerimine.

- Kontseptsioonitasemel on tehnoloogiatüübid, mille osas on olemas kontseptsioon või idee, näiteks liitium-õhkpatareid (kuni TRL 3).

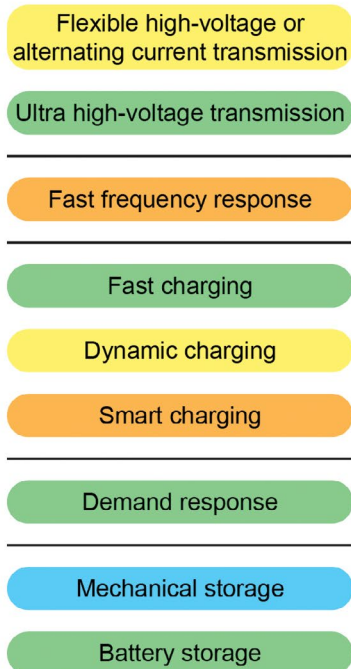
Ilmselt ka siin võib teatud valdkondadesse suhtuda väikese mõõduga. Tuumaenergeetika osas näiteks on arendamisjärgus väikese moodulreaktorite (VMR) arendus. Antud tehnoloogia on küll uuringujärgus, kuid turuküpseks seda nimetada veel ei saa, kuivõrd kuskil seda rakendatud ei ole.

IEA erinevate tehnoloogiate turuküpsuse tasemed

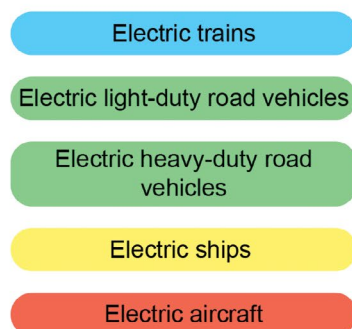
Low-carbon electricity generation



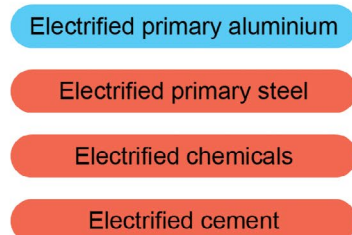
Electricity infrastructure



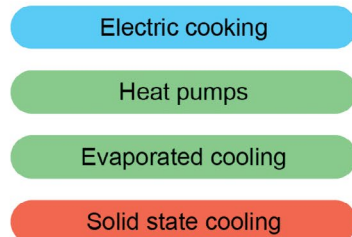
Electricity use in transport



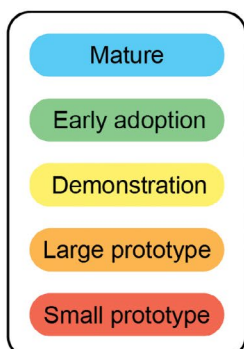
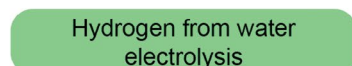
Electricity use in industry



Electricity use in buildings



Electricity use in fuels transformation



Allikas: IEA. Energy Technology Perspectives 2020. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>

8.4. Turuküpsuse saavutamiseks vajalike TA investeeringute liialt kõrge määr

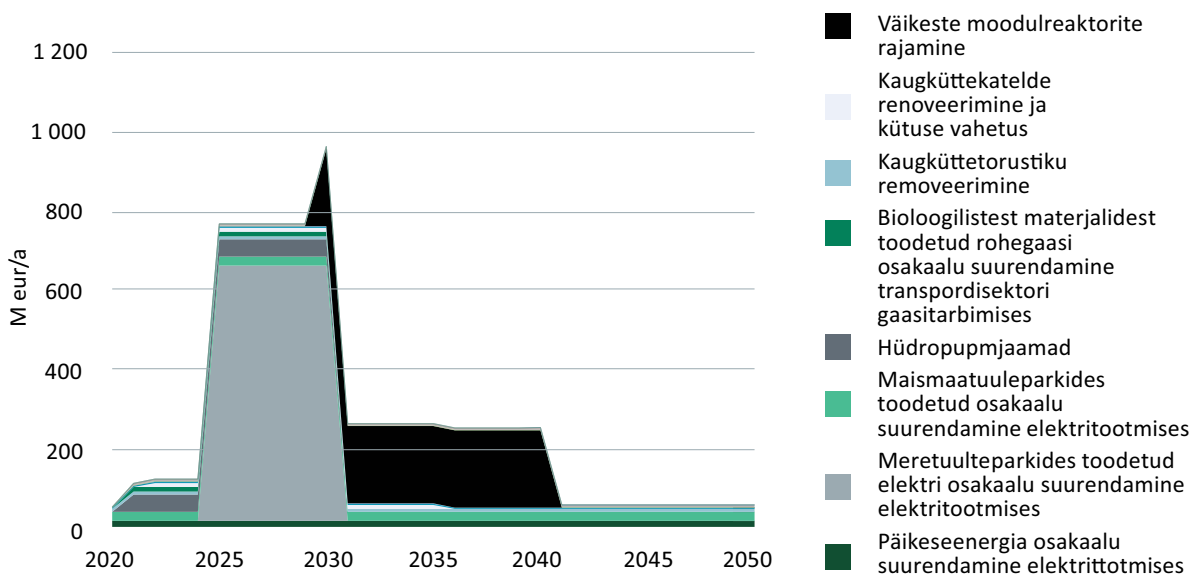
Energia üleminek nõuab märkimisväärseid investeeringuid tehnoloogia- ja infrastruktuuriarendusse ning muidugi tuleb selle raames ka uurida, kuidas antud investeeringud võiksid mõjutada tuleviku elektrihinda ja ka tarbija käitumist. Eurelectric on oma uuringutes välja toonud, et kõige odavam asüsinikuneutraalses energiasüsteemis saadakse suurem osa elektrist taastuvatest energiaallikatest ja tuumaenergiast. Väljavaated kulude osas süsinikdioksiidivabas energiasektoris muutuvad kiiresti. Taastuvenergia kulude vähenemise tõttu on süsinikuneutraalse elektritootmise kogumaksumus viimastel aastatel drastiliselt vähenenud.

Eurelectricu hinnangul on kliimaneutraalsuseni jõudmise osas eelkõige ülioluline investeeringute kiirendamine. Nullheiteni jõudmine on võimalik, kuid nõuab meeletul hulgal investeeringuid energiasektorisse. Paljudes riikides on eelkõige vajalikud investeeringud taastuvenergiasse, aga on ka riike, kus esmalt on vajalikud investeeringud ka n-ö „üleminekutehnoloogiatesse“, nagu maagaas (Poola, Saksamaa, Kesk-Euroopa riigid), ning muidugi salvestustehnoloogiasse. EL-i hinnangul tuleb kogu Euroopas investeerida 70 miljardit eurot aastas ainult puhtalt elektritootmisesse. Sisuliselt

on suures pildis ka kohaliku taseme otsus, millistesse tehnoloogiatesse investeeritakse. Mõne riigi jaoks võib see tähendada pilgu suunamist tuumaenergeetikale, kui mõne riigi jaoks tähendab see investeeringuid gaasijaamadesse, mis hakkavad hiljem töötama vesinikuga. Lisaks on vajalikud investeeringud elektrivõrkudesse. Jaotusvõrkude hinnangul tuleb ka üksnes jaotusvõrkude arengusse iga-aastaselt investeerida ligi 40 miljardit eurot, kuivõrd arvestades üha suurenevat hajatootmist, elektriautode võrgustiku suurenemist, soojuspumpade kasutamist, siis enamuse neid tegurid mõjutavad just jaotusvõrku ja liituvad sinna (70%). Seega on investeeringud tohutud ja need peavad toimuma kiiresti.

Eesti kontekstis on SEI oma aruandes välja toonud, et kliimaeesmärgi saavutamiseks on vajalik panustada nii era- kui ka avalikul sektoril, sh kõikidel ministeeriumidel, KOV-idel, valdkondadel ja kõigil füüsilistel ning juriidilistel isikutel ning eeldab muutusi nii tootmise kui ka tarbimise poolel. Kokku investeeritaks prognoosi kohaselt analüüsitud tegevustesse 17,3 miljardit eurot, millest enamiku moodustavad erasektori investeeringud mahus ca 13,1 miljardit eurot. Avaliku sektori organisatsioonide finantseeritud tegevuste mahuks (mis sisalda-

SEI. Investeeringud energiasektoris



Allikas: SEI. Eesti kliimaambitsiooni tõstmisevõimaluste analüüs. <https://www.sei.org/publications/eesti-kliimaambitsiooni-tostmise-voimaluste-analuus/>

vaid nii avaliku sektori enda investeeringuid kui ka toetusi) on ligikaudu 4,2 miljardit eurot. Need iga-aastased investeeringud moodustaksid suhtena SKP-sse järgmisel kümnendil *ca* 4%, 2031–2040 *ca* 2% ja 2041–2050 vähem kui 1%. Tegemist on muidugi eeldusliku maksu-musega, kuivõrd kõik on ajas muutuv.*

Investeeringute osas ei ole arvestatud hooneid. SEI on oma aruandes arvestanud, et suurem osa investee-

* SEI. Eesti kliimaambitsiooni tõstmisevõimaluste analüüs. <https://cdn.sei.org/wp-content/uploads/2019/10/aruanne-net0-sysinik-2050-191010.pdf>

ringuid aastatest 2025–2030 on seotud just meretuuleparkidega ning peale seda suurenevad investeeringud tuumaenergeetikasse (väikesed moodulreaktorid). Küll aga pole tuumaenergeetika osas vastu võetud mitte ühtegi poliitilist otsust selle rajamise osas. Käimas on küll teostatavusuuringud, kuid maailmast pole veel võtta mitte ühtegi investeerimisnäidist, mille põhjal oleks võimalik määrata investeeringu suurust. Investeeringu osas tuleks kindlasti sisse arvestada ka tuumkütuse käitlemine ja kompetentsi kasvatamine.

8.5. Energiapoliitika

Energiapoliitika, regulatsioonide, äritegevuse ja tarbijate tegevuste tagajärjed on näha turul, kus kehtestatakse energiahinnad ja muud neid mõjutavad aspektid (nt süsinikumaks). Võtmeküsimuseks on, kuidas erinevate toodete turud interakteeruvad ja milline on hinnamuutuste mõju taastuvenergeetikal põhinevale süsteemile üleminekul.

Teiseks põhiküsimuseks on siis see, kas ja millal oleks vajalik teatud energiaturge ümber kujundada, et tulla toime energia üleminekuga ja kiirendada sujuvat üleminekut. Kuivõrd energiasüsteem on muutumises, mis tähendab, et palju peaks muutuma ka tänane energiapoliitika ja turgude toimimine ning väljakutseid on mitmeid. Seega saavad energiapoliitika keskmes olema mitmesugused energiaturu lõimimisele, energiavarustuskindlusele ja energiasektori säästvusele suunatud meetmed, mille analüütika on keeruline. Üha enam on vajalik hinnata ka energiaülemineku sotsiaalmajanduslikke asjaolusid.

Võib-olla on praeguse energiaülemineku kõige olulisem tõukejõud, võrreldes varasemate suurte muutustega globaalses energiasüsteemis, see, et see on poliitiliselt juhitud. Seevastu varasemad energiavahetused põhinesid kütustevahelisel konkurentsil. Praegune energiaüleminek on ajendatud teistsugusest motiivist – vältida või leevendada globaalseid kliimamuutusi, mis tekitab energiasektori (peamiselt CO₂) heitkoguste tagajärjel. See toob aga esile ühe peamise energiaülemineku takistuse, nimelt turgude praeguse suutmatuse keskonna välismõjusid hinnata. Selle tulemusena on investeeringute soodustamiseks vajalik olnud riigi toetus. Lisaks on uute energiaallikate kasutuselevõtt nõudnud ja nõuab ka edaspidi muudatusi energiaturgude praeguses lineaarses toimimises, mis reguleerib praeguse kau-

pade ja teenuste (sealhulgas energia) tootmist ja tarbimist. Siiski on keskkonnapoliitika aruteludes tõenäoliselt teravad piirkondlikud väljavaadete erinevused, eriti arenenud ja arengumaade riikide vahel. Samuti avaldavad CO₂ kvoodi hinnad ja maksud mõnes piirkonnas (eriti Euroopas) juba mõju. Kaubanduse suurenev globaliseerumine tekitab aga poliitilise probleemi, sest heitkogused tekivad kogu tarneahelas, mis on geograafiliselt laialt hajutatud. Selles „lineaarses” mudelis on üldine dekarboniseerimine keeruline, kuna energiatootmisest tulenevad heitkogused peavad vähenema palju kiiremini kui majandustoodangu suurenemine. Lisaks ei ole nullsüsinikuheite sihttasemetega piirid selgelt määratletud ega kooskõlastatud erinevate jurisdiktsioonide vahel.

Selle tulemusena võimaldab rahvusvaheline kaubandus nihutada dekarboniseerimisega seotud kulud riigipiiridest väljapoole, tekitades mujal negatiivseid keskkonnamõjusid. Süsinikdioksiidi piirimehhanismi kohandamise potentsiaalne kasutuselevõtt teatud jurisdiktsioonides on katse selle „süsinikulekkega” tegeleda, kuid kuigi see võib olla katalüsaatoriks globaalsemaks jõupingutuseks süsinikdioksiidimaksude osas, on teine tagajärg see, et raskesti vähendatavates sektorites mõne riigi tootjad võivad avastada, et nende kaubad ja tooted muutuvad maailmaturul konkurentsivõimetuks.

8.6. Alternatiivide puudumine ehk Ukraina sõja mõjud energeetikasektorile ning tarneahelatele

Ukraina sõda on ilmestanud Euroopa sõltuvust fossiilsetest importkütustest, mistõttu suunatakse nüüd pilgud varasema energiapoliitika ümberkujundamisele. Praeguse kriisi on tekitanud EL-i loobumine Venemaa fossiilsetest kütustest, kuivõrd EL-i suurriikide energiapoliitika on olnud panustamine Venemaa maagaasile ning EL-i tootmisüksuste sulgemine, eriti tuumajaamad (Saksamaa). EL impordib 90% oma tarbitavast gaasist, kusjuures Venemaa arvele langeb sellest enam kui 40%. Venemaalt on pärit ka 27% naftaimportist ja 46% kivisöeimportist. Murekohaks on gaasivarude piisavus. Komisjoni hinnangul piisab gaasitarnetest selle talve lõpuni isegi juhul, kui Venemaa tarned peaksid täielikult katkema. Selleks, et olla järgmiseks talveks hästi ette valmistatud, peaks gaasihoidlate täitmine algama kogu EL-is kohe. Hoiustamine vähendab kütteperioodil vajadust täiendavate mahtude importimise järele ning aitab leevendada tarnešokke. Gaasihoidlatest saadakse 25–30% talvel tarbitavast gaasist. Gaasi hoiustamise tase on osutunud eriti madalaks hoidlates, mille omanikud on kolmandate riikide üksused (st Gazprom). Samal ajal peaksid ülekandesüsteemihaldurid koordineerima ka meetmeid, millega ajakohastatakse ja optimeeritakse võrgus olemasolevat hoiustamisvõimsust, mida võib olla vaja juhul, kui idast tulevad gaasivood vähenevad või lakkavad või kui sealt avaldatakse survet.* Küll aga ei saa gaasitarnete vähenemist Euroopasse lihtsalt ega kiiresti asendada, eriti talvehooajal, mil gaasinõudlus põhjapoolkeral on suurem, kuivõrd Norra tootmisväljad ja LNG-terminalid töötavad juba maksimaalse võimsusega või on sellele väga lähedal.

Komisjoni hinnangul saab Venemaalt pärit fossiilkütustest sõltuvuse järk-järgult lõpetada juba aegsasti enne 2030. aastat. Venemaa sissetung Ukrainasse on põhjustanud suuri raskusi ja ülemaailmseid energiaturuhäireid, mille leevendamiseks on Euroopa Komisjon vastu võtnud kava „REPowerEU“, mille esitas mais 2022 ning millega suurendatakse kogu EL-i hõlmava energiasüsteemi vastupanuvõimet ja mis põhineb kahel sambal:

* REPowerEU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0108&from=EN>

1. gaasitarnete mitmekesistamine, milleks suurendatakse veeldatud maagaasi (LNG) importi ja torujuhtmete pidi importimist muudelt tarnijatelt kui Venemaa ning suurendatakse ka biometaani ja vesiniku kasutamist;
2. fossiilkütustest sõltuvuse kiirem vähendamine kodude, hoonete ja tööstuse ning elektrienergiasüsteemi tasandil, milleks parandatakse energiatõhusust, suurendatakse taastuvenergia osakaalu ja kõrvaldatakse taristu kitsaskohad.

Seoses taastuvenergia kasutuselevõtuga teeb komisjon ettepaneku suurendada 2030. aasta eesmärki taastuvenergia osakaalu osas kogu energiatarbimises Euroopa Liidus 40%-lt 45%-le paketi „Fit for 55“ raames, mis loob raamistiku erinevatele energiaallikatele.

Selleks on erinevad algatused:**

- Komisjon teeb ettepaneku suurendada Euroopa roheline kokkuleppe paketi „Eesmärk 55“ siduvat energiatõhususe eesmärki 9%-lt 13%-le.
- EL-i päikesestrategie aitab kahekordistada 2025. aastaks päikeseenergia tootmisvõimsust ja paigaldada 2030. aastaks 600 GW lisavõimsust.
- Päikeseenergia katusealgatus, millega kaasneb kohustus paigaldada päikesepaneelid kõikidele uutele avalikele ja ärihoonetele pärast 2025. aastat ning elamutele pärast 2029. aastat.
- Soojuspumpade kasutuselevõtu määra kahekordistamine ning meetmed geotermiaal- ja päikeseenergia integreerimiseks küttesüsteemidesse.
- Taastuvenergia direktiivi sihipärane muudatus, et tunnistada taastuvenergia areng avalikuks huviks ja lihtsustada loamenetlust. Liikmesriigid peaksid kindlaks määrama n-ö „taastuvenergia eelisarenduspiirkonnad“, mida iseloomustaksid kiiremad ja lihtsamad loamenetlused ja liitumised.
- Komisjoni eesmärk on 2030. aastaks toota rohelist vesinikku 10 miljonit tonni aastas ja importida 10 miljonit tonni aastas, et asendada maagaas,

** RePowerEU eesmärgid. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_3131

kivisüsi ja nafta raskesti dekarboniseeritavates tööstusharudes ja transpordisektorites.

- Esimeste oluliste Euroopa ühist huvi pakkuvate projektide hindamise lõpuleviimine.
- Biometaani tegevuskava, mis sisaldab biometaa- ni tööstusliitu ja rahalisi stiimuleid, et suurendada tootmist 2030. aastaks 35 miljardi kuupmeetri.

Kavas on piik endiselt rohepöörde hoogustamisel, kuid meetmete osas vaadatakse gaasist kaugemale ning suund on endiselt taastuvenergia areng, samuti energia- tõhususel ja -säästul, bio- ja vesinikuenergia suuremal kasutuselevõtul. REPowerEU kava eesmärkide saavutamiseks on ette nähtud meetmed energiasäästu suurendamiseks, energiavarustuse mitmekesistamiseks ja taastuvenergia kiiremaks kasutuselevõtuks. Selleks panustab EL ka rahalisi vahendeid ja suunatakse raha ühis- projektidesse.

Gaasitarnete mitmekesistamise osas loodud EL-i energiaplatform võimaldab ühiselt osta gaasi, veeldatud maagaasi ja vesiniku ning järgmise sammuna ka- vatakse komisjon välja töötada nn ühisostumehhanismi, et pidada läbirääkimisi gaasi ostmise üle liikmesriikidest. Vastuvõetud EL-i energiaalane välisstrateegia lihtsustab energia mitmekesistamist ja loob pikaajalisi partnerlus- suhteid, kuna see seab esikohale Euroopa Liidu pühen- dumise rohelisele energiale üleminekul.

RePowerEU kava aga ei too leevendusi tööstusele. Kuivõrd EL muretseb ka toorainete ja rohepöördeks oluliste materjalide kättesaadavuse üle ning soovib EL-i tootmist tagasi tuua, siis praegusel äärmise ebakindlu- se perioodil peavad EL-i poliitikad tagama, et me ei kao- taks Euroopas rohkem strateegilist tööstuslikku toot- misvõimsust. See ainult suurendab meie strateegilist sõltuvust, luues homseks uusi kriise. Kui kohalikku res- surssi võtta ei ole, siis tuleb üha enam mõelda ka ring- majandusele ja materjalide ümbertöötlemisele.

Kuid EL peab pakkuma lühiajaliselt usaldusväärseid vastuseid hüppeliselt tõusvatele energiahindadele, mis jäävad tõenäoliselt kõrgeks ka tulevikus. Praeguse heit- kogustega kauplemise süsteemi direktiivi läbivaatami- se kontekstis peaks heitkogustega kauplemise süste- mi saastekvootide tasuta eraldamine jääma tööstuste- le ülemineku juhtimise ja tootmise Euroopas hoidmi- se vahendiks.

Mis on aga oluline, on asjaolu, et REPowerEU kava arvestab, et ajutiselt saavad oluliseks jällegi kohalikud ressursid ning sh ka fossiilkütused, st suurenevad ajuti- selt näiteks tuuma- ja kivisüsienergia töötamine. Kuid kui- võrd EL suurendab investeeringuid, siis suures pildis see üleminekut kliimanetraalsele energiamajandusele ei takista, kuid aitab äärmiselt keerulised ajad üle elada.

Praegusel hetkel aga piisavas matus alternatiive Vene

gaasile ei ole. Komisjon on esitanud kava REPowerEU, lähtudes kõige sobivamate riikliku, piirkondliku ja EL-i tasandi projektidest ja reformidest, mille ta määrab kindlaks dialoogis liikmesriikidega. Seda tehes tugine- takse riiklikele energia- ja kliimakavadele ning nende ajakohastatud versioonidele, olemasolevatele taaste- ja vastupidavuskavadele, ühtekuuluvuspoliitika rakendus- kavadele ja mis tahes muudele asjakohastele kavadele ning kliimamuutustele vastupanu võimega seotud vaja- dustele. Eelistada tuleks projekte, millega kujundata- se välja energia siseturg, samuti olulise piiriülese mõõt- mega projekte. Liikmesriikide kavu peaks toetama piir- kondlik analüüs. Komisjon annaks toetust nagu ka taas- te- ja vastupidavuskavade puhul ning tehnilist abi teh- nilise toe instrumendi kaudu. Rahastamisvajaduste hin- damiseks kaardistatakse põhjalikult liikmesriikide vaja- dused ja piiriülesed investeerimisvajadused. Nende va- jaduste täitmiseks tuleks kasutusele võtta kõik liikmes- riikide ja EL-i tasandil kättesaadavad ressursid ja tööva- hendid, kusjuures avaliku sektori rahastus peaks olema kavandatud selliselt, et see kaasaks erainvesteeringuid.

Venemaa sõda Ukrainas ja EL-i sõltuvus Venemaa maagaasist näitavad, et energiavarustuse mitmeke- sistamine on energiajulgeoleku tagamisel ülioluline. Energiajulgeolek ja energiasõltumatus aga ei ole süno- nüümid. Energiajulgeolek on võimalik tagada ka ilma energiasõltumatuseta. Energiasõltumatus tähendab riiklikele või kohalikele energiaallikatele tuginemist. Kuid isegi seal on paindlikkus piiratud, kui mõni neist allika- test katkeb või saab otsa. Hästi toimiv globaalne turg on parem lahendus. Ka Ukraina sõda ilmestab, et ener- gijulgeoleku tagamiseks on vajalik energiaallikate mit- mekesisus. Euroopa on aastaid vähendatud oma ener- giatootmist fossiilkütustest ning suurendatud seeläbi energiasõltuvust importkütustest kolmandatest riiki- dest, mis on fossiilsed. Kui soovime aga tagada energia- sõltumatus, siis peaksime pöörama tähelepanu koha- likele ressurssidele ning arendama uusi tehnoloogiaid. Samuti peame kiirendama ja hoogu andma puhta ener- gia projektidele ning kiirendama energiasäästu ja -tõ- hususe meetmete kasutuselevõtmist. Peame aga mõt- lema investeeringuid tehes, et kui praegune eesmärk on võimalikult kiiresti loobuda Vene gaasist ning kind- lustada järgmise talve üleelamine, siis pikaajaline ees- märk peaks ikkagi olema dekarboniseerimine ja fossiil- setest importkütustest loobumine*.

Sõda Ukrainas, millele lisandub COVID-19 pandee- miast tingitud üldine ülemaailmne tarnepuudus ja hil- jutine majandustegevuse taastumine mitmel pool maa- ilmas, on tekitanud puuduse teatud kriitilistest toorai- netest, millest paljud on energia üleminekuks vajalikud.

* Ukraina sõda ja sõltuvus gaasi impordist. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00920-y>

REPowerEU suhtub sellesse nii lühi- kui ka pikaajaliselt. Esiteks töötab EL lühiajalises perspektiivis selle nimel, et mitmekesistada oma tarneallikaid strateegiliste partnerluste kaudu, sealhulgas käimasolevate vabakaubanduslepingute kaudu, samuti ühendada EL-i teatavate kaubanduslike sidusrühmade mõju, et hankida tagasi rohkem osa tarneahelast ja konkureerida paremini. Teiseks teeb komisjon ettepaneku koostada õigusaktid kriitilise tähtsusega toorainete kohta ning tagada, et uue infrastruktuuri rajamisel oleks prioriteediks ringmajandus ning seetõttu saaks materjale taaskasutada.

Eelkõige võib ohus olla akude, mikrokiipide, autoosade ja naftakeemiatööstuse komponentide import ja tarneahelad. Impordi- ja tarneahelate katkemine tõstab paratamatult nõudlust ja hindu ning võib mõjutada tootmist. Venemaa on maailma suuruselt kolmas alumiiniumi ja nikli tootja, mis on elektrisõidukite ja muude liitiumioonakude tootmise põhielemendid. Ukraina on suur haruldaste gaaside, nagu neon, argoon, krüptoon ja ksenoon, tootja, mis on mikrokiipide tootmisel olulised. Nendel turgudel esinevad häired võivad veelgi teravdada nn kiibikriisi, mis koroonaviiruse pandeemia tõttu on juba niigi võimendunud. On võimalik, et Ukraina sõda võib kujuneda seni suurimaks ülemaailmsete tarneahelate vastupidavuse proovikiviks. Seega on sõjal otsene mõju ka kliimanetraalsuse saavutamisele, kuivõrd paljude rohetehnoloogiate puhul vajame erinevaid maavarasid, mille kättesaadavus erinevates piirkondades on erinev.

Puhta energiatehnoloogiaga töötav energiasüsteem erineb oluliselt traditsioonilistest fossiilkütustel põhinevast energiasüsteemist – seda eelkõige seetõttu, et taastuvenergiat põhinevad tehnoloogiad vajavad ehitamiseks ja erinevateks komponentideks palju enam erinevaid mineraale ja maavarasid, metalle jne. Seega peame ka mõtlema üha enam, et kust me neid tooraineid ja maavarasid saame. Tüüpiline elektriauto vajab kuus korda rohkem maavarasid kui tavaline auto ja maismaatuuleelektrijaam üheksa korda rohkem maavarasid kui gaasikütel töötav elektrijaam. Alates 2010. aastast on uue elektritootmisvõimsuse ühiku jaoks vajaminev maavarade keskmine kogus kasvanud 50%, kuna taastuvate energiaallikate osakaal uutes investeeringutes on tõusnud.* Vajame mineraale ja erinevaid maavarasid põhiliselt seoses elektrisõidukite akudega, tuuliku- ja elektrisõidukite püsivõimsustega, päikesepaneelidega, elektrivõrkudega jne.**

Kasutatavad maavarad on tehnoloogiati erinevad.

* IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, IEA, Paris

** Gielen, D. (2021), *Critical minerals for the energy transition*, International Renewable Energy Agency (IRENA)

Liitium, nikkel, koobalt, mangaan ja grafiit on aku jõudluse, pikaajalisuse ja energiatiheduse seisukohalt üliolulised. Haruldased muldmetallid on tuuleturbiinide ja elektrimootorite jaoks ülioluliste püsivõimsustega jaoks hädavajalikud. Elektrivõrgud vajavad tohutul hulgal vaske ja alumiiniumi, kusjuures vask on kõigi elektriga seotud tehnoloogiate nurgakivi. Üks peamisi erinevusi nafta ja mineraalide vahel seisneb selles, kuidas neid energiasüsteemis kasutatakse ja taaskasutatakse. Erinevalt naftast, mida põletatakse pidevalt, on mineraalid ja metallid püsivad materjalid, mida saab õige infrastruktuuri ja tehnoloogiaga pidevalt taaskasutada ja ringlusse võtta. Võrreldes naftaga pakub see lisahooba, et tagada mineraalide varu, hoides neid võimalikult kaua ringluses. Ringlussevõtt võimaldab vähendada survet tarnele. Puustemetallide puhul on ringlussevõtu tavahästi välja kujunenud, kuid see ei kehti veel paljude energia siirdemetallide, näiteks liitiumi ja haruldaste muldmetallide puhul. Puhta energiatehnoloogia (nt akud, tuuleturbiinid) tekkivad jäätmevood võivad seda pilti muuta. Oma esimese eluea lõppu jõudvate kasutatud elektrisõidukite akude hulk peaks pärast 2030. aastat hüppeliselt kasvama, hetkel, mil mineraalide nõudlus tõuseb kiiresti. Ringlussevõtt ei kaotaks vajadust jätkata investeeringuid uutesse tarnetesse, kuid IEA hinnangul võivad 2040. aastaks kasutatud patareidest ringlusse võetud vase, liitiumi, nikli ja koobalti kogused vähendada nende mineraalide kombineeritud esmast tarnevajadust ligikaudu 10% võrra. Väärismetallid, nagu plaatina, pallaadium ja kuld, on saavutanud kõrgema ringlussevõtu määra tänu väga kõrgetele ülemaailmsetele hindadele, mis soodustavad nii kogumist kui ka toodete ringlussevõttu. Liitiumil ja haruldastel elementidel pole aga peaaegu üldse ülemaailmseid ringlussevõtuvõimalusi osaliselt piiratud kogumise ja tehniliste piirangute tõttu. Seega vajab arendamist ja investeeringuid ka erinevate maavarade ümbertöötlemine ja uuesti ringlusesse võtmine.***

Ukraina sõja mõjud energiasektoris mõjutavad Euroopa energiamajandust veel tükki aega. Seda eelkõige selle tõttu, et Euroopa üleminek puhtale energeetikale põhines fossiilsetel üleminekukütustel – st Vene gaasil. Suures pildis muidugi Euroopa suunad ei muutu ning liigutakse rohepöördega energeetikas edasi, kuid kindlasti lükkub üleminek edasi ning jõuame järgmise ülemineku aega.

*** IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, IEA, Paris

8.7. Vastumeelsus taastuvenergeetika arengule ehk NIMBY

Samuti suureneb üha enam tarbija roll energiasüsteemis, mis tähendab, et tarbijat peab selle osas ka rohkem harima ning informeerima muudatustest, et vähendada vastumeelsust teatud tehnoloogiate arendamise osas. Ühiskondlikult tõstab üha enam pead ka niinimetatud NIMBY-sündroom (eesti keeles ka MMN-sündroom, mitte-minu-naabrusse-sündroom; ingl *Not In My Back Yard-syndrome* ehk *NIMBY-syndrome*), mis tähendab sisuliselt kohalike elanike vastasseisu arendustegevusele nende kodukoha ümbruses. See puudutab eelkõige suuremaid infrastruktuuriarendusi ning seetõttu ka uusi elektrijaamasid, sh ka taastuvenergiaüksuseid (näiteks tuulepargid ja päikesepargid). Puudutada võib see

ka suuremate tehaste arendust, ka keemiatööstuses. NIMBY on oluline aspekt, kuivõrd puhtale energiale üleminek paratamatult tähendab üha suurenevat taastuvenergiajaamade rajamist. Jaamade rajamine tõstatab ka muidugi maakasutuse ja -otstarbe osas küsimusi, kuid maailmas juba teostatakse uuringuid selle osas, et kas näiteks päikesepaneelide all oleks võimalik kasvatada ka põllukultuure. Tuuleparkide osas on aga juba pikemat aega olnud areng meretuuleparkide rajamise osas. Kokkuvõttes võib öelda, et kliimanetraalsuse ni jõudmine on väljakutse meile kõigile ning vajab mitte ainult tarbimisharjumuste, vaid ka mõttelaadi muutust. Paratamatult tuleb selles osas samuti tööd teha.

8.8. Õiglane üleminek

Praegune EL-i kliimapoliitika alustala on süsinikuheitemete vähendamine, taastuvenergiaallikatele üleminek energiatootmises ning energiatõhususe suurendamine. Ühiskondadele, mille senine energiatootmine on põhinenud fossiilkütustel, võib see kaasa tuua sotsiaalmajandusliku krahhi. Seda kõike arvestades on ka EL öelnud, et üleminek peab olema õiglane ning on selleks kehtestanud ka erinevad meetmed ja mehhanismid, nagu Õiglase Ülemineku Fond (ÕÜF). Eestile on fondist ette nähtud suurusjärgus 350 miljonit eurot, mis aga ei kata reaalset ära võimalikke kliimanetraalsuse saavutamise kulusid. Samuti oleme hetkel jäänud konkreetsete meetmete väljatöötamisega toppama.

Paketti „Fit for 55” esitledes tõdes Euroopa Komisjon, et kuigi keskmises ja pikas perspektiivis kaalub EL-i kliimapoliitika kasu üles üleminekuga kaasnevad kulud, võib lühemas perspektiivis kliimapoliitika ühiskonnale ja majandusele tekitada lisasurvet kodumajapidamistele, mikroettevõtetele ja transpordikasutajatele. Seetõttu tehti ettepanek luua uus sotsiaalne kliimafond, et eraldada liikmesriikidele sihtotstarbelisi rahalisi vahendeid (144,4 miljardit eurot), et aidata kodanikel rahastada investeeringuid energiatõhususse, uutesse kütte- ja jahutussüsteemidesse ning puhtamasse liikuvusse. See vahend lisandub juba olemasolevale õiglase ülemineku mehhanismile, mis pakub ajavahemikul 2021–2027 sihipärast toetust ligikaudu 150 miljardi euro ulatuses enim mõjutatud EL-i piirkon-

dadele, et leevendada ülemineku sotsiaalmajanduslikke mõjusid*. Kuivõrd energia üleminekul on suur osa tarbijatel ja kogukondadel, siis peab energeetikasektoris toimuvad arengud ja uuringud sisaldama endast ka sotsiaalmajanduslikku teadus- ja arendustegevust ning uurin- guid. Energiasüsteemi digitaliseerimine toimib vaid siis, kui tarbijad on valmis uusi tehnoloogiaid kodumajapidamises rakendama. Mitte-minu-tagahoovis-hoiakud mõjutavad maismaa tuule- ja päikeseenergia laiaulatusliku kasutuselevõttu. Arutelud taskukohasuse ja koormuse jagamise üle võivad suurendada või katkestada ühiskondliku toetuse energia üleminekule.

Energia üleminekut ei saa käsitleda laiemast sotsiaalmajanduslikust süsteemist eraldatuna. Taastuvenergiale ülemineku õnnestumiseks peavad tehtavad otsused põhinema areneva energiasektori ja laiemalt majanduse vastastikuste mõjude terviklikumal hindamise põhjal, kuivõrd muutused energiasüsteemis avaldavad mõju kogu majandusele. Nagu iga majanduse ülemineku puhul, läheb mõnel piirkonnal ja riigil paremini kui teistel. Näiteks piirkonnad, kus on suur sõltuvus fossiilkütustest, seisavad silmitsi suuremate probleemidega. Jaotusaspektide käsitlemata jätmine võib samuti tekitada olulisi üleminekutõkkeid. Seega peab üleminek endast hõlmama ka sotsiaalmajanduslike mõjude hindamise TA-d.

* World Energy Council (WEC). World Energy Trilemma Index. 2021.

8.9. Tööjõupuudus

Järelkasv energeetikas väheneb. Vaja on spetsialiste, kes saavad aru süsteemi toimimise põhimõtetest ja näevad suurt pilti. Kiireid lahendusi ei ole, seega on vaja olulist tuge pakkuda haridusasutustele ja teadvustada, et spetsialiste antud valdkonnas on meil tulevikus hädasti vaja. Küsitluse tulemusel oleks vaja suurusjärgus 200 spetsialisti aastas. Vajadus nende järele on suur ka juba praegu. Oskustööjõu osas on ka EL toonud välja murkoha – nimelt haritud ja oskustööjõu puudus, mis on käesoleval hetkel käes, aeglustab üleminekut ja „Fit for 55” ja REPowerEU eesmärkide täideviimist*. Seda ilmes- tab ka asjaolu, et tänasel päeval koostavad valdkonna arengukavasid peamiselt erinevad konsultatsioonifir-

* Euroopa Komisjoni Dokument.. RePowerEU.

mad, kes võivad, aga ei pruugi, kaasata ka akadeemilist kompetentsi ja teadmist.

Praegustes tingimustes on tarbijatele saadaval teatud kulutõhusad ja atraktiivsed tehnoloogia vahetuslahendused, mis aitaksid toetada REPowerEU raamistiku peamisi eesmärke, näiteks soojuspumbad alternatiivina gaasikateldele. Siiski on kasutuselevõtu kiirus piiratud, kuna infrastruktuuri paigaldamiseks, haldamiseks ja hooldamiseks ei ole piisavalt koolitatud töötajaid. Samad probleemid ilmnevad ka suuremates mastaapides, näiteks maagaasi ümberlülitamisel vesinikule jne. REPowerEU meetmete eesmärk on kõrvaldada need kitsaskohad, suunates ressursse koolitusalgatustesse.

Kasutatud allikad

Töös on lähtutud valdkonnas tunnustatud väljaannetele. Töös kasutatud allikakatele on jooksvalt tekstis viidatud, kuid peamised allikad on välja toodud ka alljärgnevalt.

TEADUSLIKUD ARTIKLID

- Becker, S. et al „Transmission grid extensions during the build-up of a fully renewable pan-European electricity supply“, Frankfurt Institute for Advanced Studies & Aalborg University, 2013
- Brown, T. et al „Synergies of sector coupling and transmission extension in a cost-optimised, highly renewable European energy system“, Aalborg University, 2018
- Brown, T. et al „The role of spatial scale in joint optimisations of generation and transmission for highly Renewable scenarios“, Frankfurt Institute for Advanced Studies, 2017
- Child, M. et al „Flexible electricity generation, grid exchange and storage for the transition to a 100% renewable energy system in Europe“, Lappeenranta UT, 2019
- Georgios, M, Floros, F. The Green Deal, National Energy and Climate Plans in Europe: Member States' Compliance and Strategies. 2021.
- Gils, H. Ch. et al „Integrated modelling of variable renewable energy-based power supply in Europe“, DLR, 2017

- Hagspiel, S. et al „Cost-optimal power system extension under flow-based market coupling“, Institute of Energy Economics at the University of Cologne, 2013
- Jalili, Paria & Saydam, Serkan & Cinar, Yildiray. (2011). CO₂ Storage in Abandoned Coal Mines.
- Rodriguez, R. et al „Localized vs. synchronized exports across a highly Renewable pan-European transmission network“, Aalborg University, 2015
- Schaber, K. et al „Parametric study of variable renewable energy integration in Europe: Advantages and costs of transmission grid extensions“, TU München, 2011

EESTIS TEOSTATUD UURINGUD JA ARUANDED

- „Eesti osalus Euroopa Liidu teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogrammis Horisont 2020“, Eesti Teadusagentuur, 2021
- Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030.
- Elering AS tellitud uuring „Vesiniku ja sünteetilise gaasi kasutamise potentsiaal ja ühenditest tulenev mõju ülekandeturustikele ja lõpptarbijate seadmetele“, 2020, Tallinna Tehnikaülikool.
- Elering, Konkurentsiamet, Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium „Tarbimise juhtimise iseseisva agregatori tururaamistiku ettepanekud Eestile“, 2020
- Fermi Energia OÜ. „Teostatavusanalüüs väikse moodulreaktori (VMR) sobivusest Eesti energiavarustuse tagamiseks ja kliimaeesmärkide täitmiseks 2030+“, 2020.

- Konist, Alar. „Kliimaneutraalsus on saavutatav ka põlevkiviga, rakendades CO₂ püüdmise CCU- ja CCS-tehnoloogiaid“, TööstusEST, 2021
- Penurco Oy „Preliminary evaluation of the Estonian geoenergy potential and overview of available technologies, expert opinion for using those technologies in the Estonian geological conditions, suggestions for possible further actions and examples of case studies“, 2021.
- SEI Tallinn „Eesti vesinikuressursside kasutuselevõtu analüüs“, 2021.
- SEI Tallinn. Eesti vesiniku teekaardi 2021 – 2050 ettepanek. 2021
- SEI. Eesti kliimaambitsiooni tõstmisevõimaluste analüüs.
- Teadus- ja arendustegevust ja innovatsiooni soosiva maksumeetmestiku analüüsi kokkuvõte. KPMG Baltics AS, Poliitikauuringute Keskus PRAXIS. 2010.
- Uuring „Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate (ClimMIT)“, Tallinna Tehnikaülikool, Tartu ülikool, 2019

EUROOPA KOMISJONI DOKUMENDID

- Energiatõhususe direktiiv.
- Euroopa Komisjoni dokument.
- Pakett „Eesmärk 55“
- RePowerEU eesmärgid.
- REPowerEU.
- REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy.

IEA, IRENA, OECD, WEC, EURELECTRIC, OXFORD ENERGY INSTITUTE VÄLJAANDED

- Eurelectric. „Electric Decade. Policy actions & recommendations“
- Eurelectric. Decarbonisation pathways.
- Eurelectric. Key enablers of net-zero by 2050.
- Gielen, D. (2021), Critical minerals for the energy transition, International Renewable Energy Agency (IRENA)
- IEA (2000), Electricity Market Reform, IEA, Paris
- IEA (2019), Multiple Benefits of Energy Efficiency, IEA, Paris
- IEA (2019), Putting CO₂ to Use, IEA, Paris
- IEA (2019), The Future of Hydrogen, IEA, Paris
- IEA (2020), CCUS in Clean Energy Transitions, IEA, Paris
- IEA (2020), Energy Technology Perspectives 2020, IEA, Paris
- IEA (2020), Power Systems in Transition, IEA, Paris
- IEA (2021), CCUS in Industry and Transformation, IEA, Paris
- IEA (2021), Empowering Cities for a Net Zero Future, IEA, Paris

- IEA (2021), Energy Storage, IEA, Paris
- IEA (2021), Hydrogen, IEA, Paris
- IEA (2021), Nuclear Power, IEA, Paris
- IEA (2021), Secure energy transitions in the power sector, IEA, Paris
- IEA (2021), Smart Grids, IEA, Paris
- IEA (2021), The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, IEA, Paris
- IEA (2021), Digitalisation.
- IEA. Energy Technology Perspectives 2020
- IEA. Net-zero by 2050.
- IEA. Nuclear.
- IRENA. Electricity storage and renewables: costs and markets to 2030. 2017.
- Nordic Energy Research. Nordic Clean Energy Scenarios – Solutions for carbon neutrality. 2021.
- OECD „Innovation and Business/Market Opportunities associated with Energy Transitions and a Cleaner Global Environment“, 2019.
- OECD. Policy Brief. University-Industry Collaboration. 2019.
- Oxford Institute for Energy Studies. „The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system“. 2021.
- WEC (World Energy Council). World Energy Scenarios. Future of Nuclear. 2019.
- World Energy Council (WEC). Innovation Insights Brief 2020.
- World Energy Council (WEC). World Energy Issues Monitor 2022.
- World Energy Council (WEC). World Energy Trilemma Index 2021.
- World Nuclear Association. <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/are-there-different-types-of-reactors.aspx>

INTERVJUUD

- Viidi läbi küsitlus ja intervjuud tööstuse ja Eurelectricu esindajatega.

STATISTIKA

- Statistilised andmed on pärit Statistikaametist, Eesti Teadusagentuuri andmed, Eurostat.

ARTIKLID JA KODULEHEKÜLJED

- Töös on kasutatud erinevaid avalikest allikatest kättesaadud artikleid, näiteks Äripäev, Delfi Ärileht, TööstusEST väljaanded.
- Kasutatud on erinevate ettevõtete kodulehtedel olevat infot, näiteks Elering AS (sh varustuskindluse aruanded); Elektrilevi OÜ, Eesti Energia AS.

Käesolev aruanne on Eesti Elektritööstuse Liidu poolt SA Eesti Teadusagentuuri (ETAg) programmi RITA tegevuse 7 raames liidu ettevõtetega läbi viidud intervjuude põhjal koostatud Eesti energeetika valdkonna teadus- ja arendustegevuse vajaduste kaardistusuuringu lõpparuanne.

Eesti elektritööstuse teadus- ja arendustegevuse
vajaduste kaardistamine

MAPPING THE R&D NEEDS OF THE ESTONIAN ELECTRICITY INDUSTRY