



Euroopa Liidu  
Nõukogu

Brüssel, 17. november 2022  
(OR. en)

14916/22

ENER 605  
CLIMA 610  
RECH 604  
COMPET 915  
IND 483  
TRANS 719  
EMPL 435

### SAATEMÄRKUSED

---

Saatja:	Euroopa Komisjoni peasekretär, allkirjastanud Martine DEPREZ, direktor
Kättesaamise kuupäev:	15. november 2022
Saaja:	Thérèse BLANCHET, Euroopa Liidu Nõukogu peasekretär
Komisjoni dok nr:	COM(2022) 643 final
Teema:	KOMISJONI ARUANNE EUROOPA PARLAMENDILE JA NÕUKOGULE, Puhta energia tehnoloogia konkurentsivõimega seotud edusammud

---

Käesolevaga edastatakse delegatsioonidele dokument COM(2022) 643 final.

---

Lisatud: COM(2022) 643 final



Brüssel, 15.11.2022  
COM(2022) 643 final

**KOMISJONI ARUANNE EUROOPA PARLAMENDILE JA NÕUKOGULE,**

**Puhta energia tehnoloogia konkurentsivõimega seotud edusammud**

## Sisukord

1.	Sissejuhatus.....	1
2.	ELi puhta energeetika sektori üldine konkurentsivõime .....	3
<b>2.1</b>	<b>Taust: hiljutised muutused</b>	3
2.1.1	<i>Energiahinnad ja -kulud: viimase aja suundumused</i>	3
2.1.1	<i>Üleilmsed ressurside ja materjalide tarneahelad: haavatavused ja häired</i>	5
2.1.2	<i>COVID-19 mõju ja taastumine</i>	7
2.1.3	<i>Inimkapital ja oskused</i>	9
<b>2.2</b>	<b>Teadusuuringute ja innovatsiooni suundumused</b>	12
<b>2.3</b>	<b>Üleilmne puhta energeetika valdkonna konkurentsimaastik</b>	15
<b>2.4</b>	<b>Innovatsioon rahastamise maastik ELis</b>	17
<b>2.5</b>	<b>Süsteemse muutuse mõju</b>	20
3.	Keskendumine võtmetähtsusega puhta energeetika tehnoloogiale ja lahendustele.....	21
<b>3.1.</b>	<b>Päikesepaneelid</b>	21
<b>3.2.</b>	<b>Mere ja maismaa tuuleenergia</b>	24
<b>3.3.</b>	<b>Hoonetes kasutatavad soojuspumbad</b>	26
<b>3.4.</b>	<b>Akud</b>	27
<b>3.5.</b>	<b>Saastevaba vesiniku tootmine vee elektrolüüsi teel</b>	30
<b>3.6.</b>	<b>Taastuvkütused</b>	32
<b>3.7.</b>	<b>Arukad energiajuhtimise tehnoloogiad</b>	34
<b>3.8.</b>	<b>Peamised järeldused muude puhta energeetika tehnoloogiate kohta</b>	37
4.	Kokkuvõte.....	40
I LISA.	ELi konkurentsivõime hindamise meetodikaraamistik .....	43

## 1. SISSEJUHATUS

Venemaa Föderatsioonil provotseerimata ja põhjendamatu sõjaline agressioon Ukraina vastu on oluliselt häirinud maailma energiasüsteemi. See on näidanud ELi liigset sõltuvust Venemaa fossiilkütustest ja toonud esile vajaduse parandada ELi energiasüsteemi vastupanuvõimet, mille COVID-19 kriis niigi juba proovile pani<sup>1</sup>. Kõigi aegade kõrgeimad energiahinnad ja varustuspuudujääkide oht ELis on muutnud Euroopa roheline kokkuleppe<sup>2</sup> kohase rohe- ja digipöörde kiirendamise ning turvalisema, taskukohasema, vastupanuvõimelisema ja sõltumatu energiasüsteemi tagamise veelgi kiireloomulisemaks.

2022. aastat tähistab kava „REPowerEU“<sup>3</sup>, mis on tähtis osa ELi poliitilisest vastusest pretsedenditule kriisile. Tegu on tegevuskvaga lõpetada võimalikult kiiresti ELi sõltuvus Venemaa energiaimpordist, säästes energiat, mitmekesistades energiavarustust ja kiirendades taastuenergeetika kasutussevõtet.

Peale selle on komisjon teatises „Säästame gaasi turvalise talve nimel“<sup>4</sup> esitanud kava vähendada ELis kuni järgmise kevadeni gaasi kasutamist 15 %. Nõukogu on vastu võtnud kaks määrust: gaasi hoiustamise ja gaasi nõudluse koordineeritud vähendamise meetmete kohta<sup>5</sup>. 2022. aasta septembris nõustus nõukogu komisjoni ettepanekuga võtta vastu määrus kõrgetele energiahindadele reageerimiseks võetavate erakorraliste sekkumismeetmete kohta<sup>6</sup>, et leevendada energiahindade mõju ELi tarbijatele, tegeledes ka enneolematu volatiilsuse ja ebakindlusega ELi ja maailma energiaturgudel. Täpsemalt hõlmab see sekkumine elektritarbimise vähendamist, väiksema piirkuluga elektritootmise tulule ülempiiri seadmist ning ajutist, kohustuslikku solidaarsusmaksset fossiilkütuste ettevõtelt.

REPowerEU eesmärkide saavutamiseks on peale 2050. aastaks kliimanetraalsuseni jõudmiseks tehtud investeeringute vaha aastani 2027 täiendavat koguinvesteeringut summas 210 miljardit eurot<sup>7</sup>. Sellega toetatakse puhta energeetika tehnoloogia (nt päikesepaneelid, tuul, soojuspumbad, energia säästmise tehnoloogia, biometaan ja taastuvallikatest toodetud vesinik) kasutussevõtu olulist kiirendamist ja suurendamist, mis energia- ja kliimaprobleemide kiireloomulisuse tõttu väga tähtis. Asjaomaste tehnoloogiliste ja mittetehnoloogiliste proovikividega toimetulekuks on vaja ELis ka tugevat ja konkurentsivõimelist puhta energeetika sektorit.

Kavas „REPowerEU“ kinnitati tahet saavutada Euroopa roheline kokkuleppe pikaajaline eesmärk muuta EL 2050. aastaks kliimanetraalseks ja rakendada täielikult 2021. aasta juulis esitletud pakett „Eesmärk 55“<sup>8</sup>. Euroopa roheline kokkuleppe eesmärkide saavutamiseks peab

---

<sup>1</sup> COM(2021) 952 final ja SWD(2021) 307 (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>2</sup> COM(2019) 640 final (Euroopa roheline kokkulepe).

<sup>3</sup> COM(2022) 230 final (Kava „REPowerEU“).

<sup>4</sup> COM(2022) 360 (Säästame gaasi turvalise talve nimel).

<sup>5</sup> ELT L 173, 30.6.2022. Euroopa Parlamendi ja nõukogu 29. juuni 2022. aasta määrus (EL) 2022/1032, millega muudetakse määruseid (EL) 2017/1938 ja (EÜ) nr 715/2009 seoses gaasi hoiustamisega (ELT L 206, 8.8.2022). Nõukogu 5. augusti 2022. aasta määrus (EL) 2022/1369, mis käsitleb gaasinõudluse vähendamise koordineeritud meetmeid.

<sup>6</sup> COM(2022) 473 final (Ettepanek: nõukogu määrus kõrgetele energiahindadele reageerimiseks võetavate erakorraliste sekkumismeetmete kohta)

<sup>7</sup> COM(2021) 557 final (Direktiivi 2018/2001, määruse 2018/1999 ja direktiivi 98/70/EÜ muutmise seoses taastuvatest energiaallikatest toodetud energia edendamiseks).

<sup>8</sup> COM(2021) 550 final („Eesmärk 55“: ELi 2030. aasta kliimaeesmärgi saavutamine teel kliimanetraalsuseni).

EL arendama välja, kasutusse võtma ja mastaapsemaks muutma uuenduslikud energiatõhususe ja taastuvenergeetika lahendused. 2050. aastaks loodetud kasvuhoonegaaside heite vähendamiseks pole jaoks on vaja tehnoloogiat, mis ei ole veel turustamisvalmis,<sup>9</sup> nii et ELi tehnoloogilise suveräänsuse ja üleilmse konkurentsivõime suurendamisel on määrava tähtsusega teadusuuringud ja innovatsioon.

Eeltoodut arvesse võttes ja kooskõlas eelmiste aruannetega esitatakse käesolevas kolmandas iga-aastases konkurentsivõime eduaruandes<sup>10</sup> erinevate puhta ja vähese CO<sub>2</sub> heitega energiatehnoloogiate ja lahenduste praegune ja kavandatud olukord<sup>11</sup>. Samuti esitatakse siin ülevaade ELi puhta energeetika süsteemi kui tervikuga seotud teadus- ja arendustegevusest ning innovatsioonist ja konkurentsivõimest<sup>12</sup>.

2021. aasta aruanne oli oluline majanduse COVID-19-st taastumise hindamise seisukohalt, sest sealt oli näha, kuidas konkurentsivõime paranemine suudab leevendada pandeemia majanduslikku ja sotsiaalset mõju nii lühikeses kui ka keskpikas perspektiivis.

Käesoleva aasta aruandes tuleb arvestada ELi sooviga võtta puhta energeetika tehnoloogiat kasutusse rohkem ja energiakriisi mõjuga sellele sektorile. Seda arvesse võttes antakse olemasolevate andmete alusel siinses aruandes ülevaade sellest, kuidas parandada ELi konkurentsivõimet strateegilise tähtsusega energia väärtusahelates, suurendades ühtlasi ELi puhta energeetika tehnoloogia kasutussevõtet. Siiski tähendab praeguste geopoliitiliste, energeetika ja kliimamuutuste kiirus seda, et ka kõige värskemad kvantitatiivsed andmed ei suuda alati anda sellest enneolematust olukorrast adekvaatset ülevaadet. Seetõttu keskendutakse siinses aruandes 2021. aasta lõpuni tehtud edusammudele, võttes aluseks selleks ajaks kättesaadavad koondandmed. Võimaluse korral on kasutatud ka hilisemaid andmeid, kui need on usaldusväärsed. Sellisel juhul on see ka ära märgitud. Siiski on värskemaid andmeid vähe, mistõttu ei kajasta need veel täielikult praeguse energiakriisi mõju puhta energeetika tehnoloogia konkurentsivõimele. Et võtta arvesse puhta energeetika sektori hiljutisi proovikive ja nende mõju sektorile, toetutakse analüüsil võimaluse korral juba nähtavatele järeldustele ja kvalitatiivsetele hinnangutele 2022. aasta kohta. Täielikku mõju saab siiski hinnata alles järgmise aasta eduaruandes.

Konkurentsivõime on keeruline mitmetahuline kontseptsioon, mida ei saa määratleda ühe näitajaga<sup>13</sup>. Sellepärast hinnatakse siin aruandes ELi puhta energeetika süsteemi kui terviku konkurentsivõimet (2. ptk) ning konkreetsete puhta energeetika tehnoloogiate ja lahenduste konkurentsivõimet (3. ptk), analüüsides kindlat kogumit näitajaid (I lisa). Käesolevast aastast

<sup>9</sup> Euroopa Komisjoni teadusuuringute ja innovatsiooni peadirektoraat. „*Research and innovation to REPower the EU*“, Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, 2022; <https://data.europa.eu/doi/10.2777/74947>.

<sup>10</sup> Komisjoni aruanne Euroopa Parlamendile ja nõukogule „*Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel*“ (esmärväljaanne: COM(2020) 953 final; teine väljaanne: COM(2021) 952 final).

<sup>11</sup> Need on: päikesepaneelid, mere- ja maismaatuulepargid, hoonetes kasutatavad soojuspumbad, akud, taastuvvesiniku tootmine vee elektrolüüsi teel, taastuvkütused, nutikas energijahtimistehnoloogia, hüdroenergia, ookeanienergia, geotermalne energia, süsinikdioksiidi kogumine, säilitamine ja kasutamine, bioenergia, kontsentreeritud päikeseenergia ning tuumaenergia.

<sup>12</sup> Käesolevas aruandes hõlmab puhta energia süsteem kolme turusegmenti:

1) taastuvenergeetika (sh seadmete tootmine ja paigaldamine ning energiatootmine);

2) energiatõhusus ja juhtimissüsteemid, mis hõlmavad selliseid tehnoloogialahendusi ja tegevusi nagu nutiarvestid, nutivõrgud, energia salvestamine ja hoonete renoveerimine, ning

3) elektromobiilsus, mis hõlmab selliseid komponente nagu akud ja kütuseelemendid, mis on hädavajalikud elektrisõidukite ja laadimistaristu jaoks.

<sup>13</sup> Konkurentsivõime nõukogu 28. juuli 2020. aasta järelduste põhjal.

alates teeb komisjoni puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm (CETO) põhjaliku tõenduspõhise analüüsi, millele aruande koostamisel toetutakse<sup>14</sup>.

Käesoleva aruanne avaldatakse kooskõlas energialiidu ja kliimameetmete juhtimise määruse<sup>15</sup> artikli 35 lõike 1 punktiga ning koos energialiidu olukorda käsitleva aruandega<sup>16</sup>.

## 2. ELI PUHTA ENERGEETIKA SEKTORI ÜLDINE KONKURENTSIVÕIME

### 2.1 Taust: hiljutised muutused

#### 2.1.1 *Energiahinnad ja -kulud: viimase aja suundumused*

Nagu eelmistes konkurentsivõime eduaruannetes mainitud, on tööstusliku elektri ja gaasi hinnad olnud viimasel kümnendil ELis kõrgemad kui enamikus ELi-välistes G20 riikides. Venemaa põhjendamatu ja provotseerimata sissetung Ukrainasse on kasvatanud 2021. aastal ELis ja paljudes muudes maailma piirkondades täheldatud niigi kõigi aegade kõrgeimaid hindu veelgi. Gaasi hulгимүүгihinnad olid 2022. aasta esimeses kvartalis viis korda nii suured kui aasta tagasi ja jõudsid 2022. aasta augustis enne alanemist kõigi aegade kõige kõrgeimasse punkti. Kuna Euroopa turgudel määravad hinna sageli gaasil töötavad elektrijaamad, on samamoodi kõrgeks läinud elektri hulgihinnad<sup>17</sup>. Need omakorda on mõjutanud nii mõnegi sektori tootmiskulusid, eriti energiamahukate tööstusharude puhul. Ka kaubahinnad on kasvanud. Värskemad kvantitatiivsed andmed ja analüüs peaks olema esitatud viiendas energiahindade ja -kulude aruandes,<sup>18</sup> mis peaks vastu võetama 2022. aasta lõpus.

EL ja liikmesriigid on kõrgete energiahindade mõju leevendamiseks võtnud 2021. aastast alates juba mitu meetet<sup>19</sup>. Komisjoni ettepanek võtta vastu määrus kõrgetele energiahindadele reageerimiseks võetavate erakorraliste sekkumismeetmete kohta, milles lepitati nõukoguga kokku 2022. aasta septembris, sisaldab tööriistu, mille abil vähendada talve jooksul gaasi kasutamist energia tootmises umbes 4 %, ning ettepanekut koguda liikmesriikide jaoks üle 140 miljardi euro, et leevendada kõrgete energiahindade mõju tarbijatele<sup>20</sup>.

Kuigi selle suundumuse mõju puhta energeetika tehnoloogia väärtusahelale on mitmesugune, võib see tähendada sellise tehnoloogia konkurentsivõime paranemist, eriti võrdluses taastumatute alternatiividega<sup>21</sup>. Näiteks on päikesepaneelidega elektritootmine juba praegu üha enamates riikides kõige odavam tootmisviis. Ent taastuvvesiniku tootmine vee

<sup>14</sup> [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

<sup>15</sup> ELT L 328, 21.12.2018. Euroopa Parlamendi ja nõukogu 11. detsembri 2018. aasta määrus (EL) 2018/1999, milles käsitletakse energialiidu ja kliimameetmete juhtimist.

<sup>16</sup> COM(2022) 547 final (Energiialiidu olukord 2022. aastal).

<sup>17</sup> Euroopa Komisjon, energeetika peadirektoraat, energeetikaturu vaatlusrühm, Euroopa gaasiturgude kvartaluaruanne, 15. kd.

<sup>18</sup> Eelmine, 2020. aasta väljaanne: COM(2020) 951 final (Energiahind ja energiakulu Euroopas).

<sup>19</sup> Need meetmed hõlmavad komisjoni teatist COM(2021) 660 final (Toimetulek energiahindade tõusuga: meetme- ja toetuspakett) ning teatist COM(2022) 138 final (Varustuskindlus ja taskukohased energiahinnad).

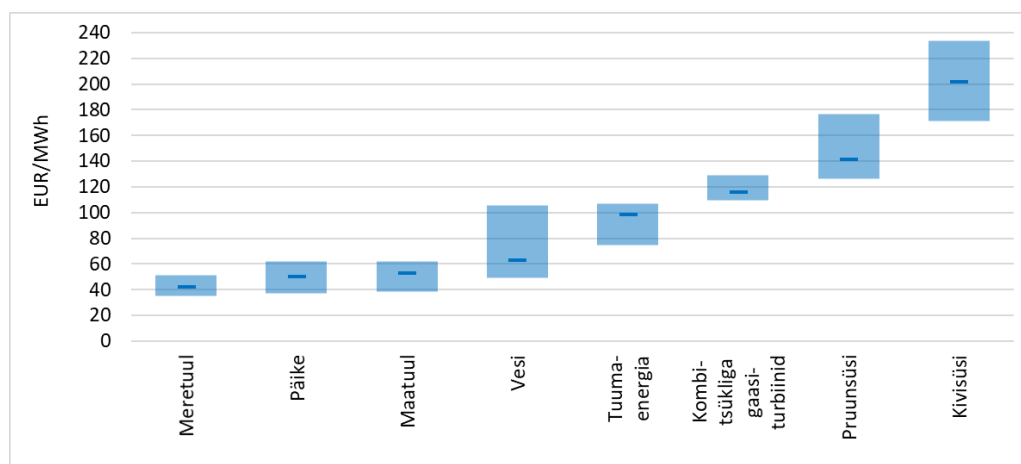
<sup>20</sup> COM(2022) 473 final (Ettepanek: nõukogu määrus kõrgetele energiahindadele reageerimiseks võetavate erakorraliste sekkumismeetmete kohta).

<sup>21</sup> Rahvusvaheline Taastuvenergia Agentuur (IRENA), [World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway \[Maailma energiaülemineku prognoos 2022: 1,5 °C tee\]](#), Abu Dhabi.

elektrolüüsi teel nõuab elektrit, mille maksumus on üks peamisi elektrolüüsiseadmete majanduslikku elujõulisust mõjutavaid tegureid.

Joonis 1. annab rohkem teavet puhta energeetika tehnoloogia kulude kohta. Sellel on näha 2021. aasta energiatootmise tasandatud kogukulude arvutused ELis mitmesuguste tingimuste puhul<sup>22</sup>. Tulemustest on näha, et madalate muutuvkuludega (sh muutuvad tegevuskulud ja kütusekulud) tehnoloogiapargid olid kulude seisukohast 2021. aastal väga konkurentsivõimelised. See tähelepanek on kõige paikapidavam päikese ja tuule abil tootmise kohta, mille puhul on energiatootmise tasandatud kogukulud 40–60 EUR/MWh. Peale selle paistavad 2021. aastal sõejaamadest keskmiselt konkurentsivõimelisemad ka kombitsükliga gaasiturbiinid. Need nautisid 2021. aasta esimeses kolmes kvartalis eelismüügiõigust. Kütusevahetus muutus oluliseks alles neljandas kvartalis. Seetõttu oli kombitsükliga gaasiturbiinide kasutustegur 2021. aastal märgatavalt suurem<sup>23</sup>. CO<sub>2</sub> hindade kasvust hoolimata soodustas gaasihindade kasv 2022. aasta esimeses kvartalis gaasilt söße üleminekut. Ent 2022. aasta teise kvartali kõrged söheinnad hakkasid seda hinnavahet vähendama ja mõne liikmesriigi hiljutised teadaanded sõejaamade kasutamist ajutiselt suurendada tõstavad söheindu tulevastel kuudel veelgi.

Joonis 1. *Energiatootmise tasandatud kogukulud aastal 2021 tehnoloogiati. Helesinised tulbad näitavad EL27 vahemikku. Tumesinine triip tähistab mediaani.*



Allikas: Teadusuuringute Ühiskeskuse mudeli METIS simulatsioon, 2022<sup>24</sup>

Väga kõrged energiahinnad on andnud väiksema piirkuluga elektritootjatele (kes toodavad nt tuulest ja päikesest) suurt rahalist kasu. Sellepärast esitas komisjon ettepaneku võtta vastu määrus kõrgetele energiahindadele reageerimiseks võetavate erakorraliste sekkumismeetmete kohta<sup>25</sup>. Selles lepiti poliitilisel tasandil kokku 30. septembril toimunud erakorraliselt

<sup>22</sup> Andmepunktid on näidatud ainult esimesest kolmanda kvartiilivahemiku piires, et võõrväärtused välja jääksid.

<sup>23</sup> Mudeldatud kasutustegurid võivad tegelikku kütusevahetust ja seega ka mõneti kasutustegurite erinevust ülehinnata (vt Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. ja Koolen, D., *Simulating the electricity price hike in 2021 [2021. aasta elektrihindade järsu tõusu simulatsioon]*, JRC127862, EUR 30965 EN, Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022, punkt 2.1).

<sup>24</sup> JRC127862 Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. ja Koolen, D. *Simulating the electricity price hike in 2021 [2021. aasta elektrihindade järsu tõusu simulatsioon]*, EUR 30965 EN, Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022.

<sup>25</sup> COM(2022) 473 final (Ettepanek: nõukogu määrus kõrgetele energiahindadele reageerimiseks võetavate erakorraliste sekkumismeetmete kohta).

energeetikanõukogul See määrus sisaldab väiksema piirkuluga tootjate tulude ajutist piiramist ja ümberjaotamist, et leevendada energiatarbijate ja kogu ühiskonna raskusi. Samuti sisaldab määrus ajutist kohustuslikku solidaarmakset, mida tuleb maksta nende ettevõtete kasumist, kes tegelevad toornafta, maagaasi, söe ja rafineerimise sektorites ning kelle tulud on varasemate aastatega võrreldes märkimisväärselt kasvanud. Praegune energia/fossiilkütuste kriis on viimane meeldetuletus vajadusest muuta paradigmat, et tagada tulevane stabiilsus.

Kava „REPowerEU“ kohaselt on tarvis tohutult palju suurendada ja kiirendada taastuenergeetika kasutussevõttu elektritootmises, tööstuses, hoonetes ja transpordis ning seda mitte ainult ELi kiiremaks energiasõltumatus saavutamiseks, vaid ka pikemas perspektiivis elektrihindade alandamiseks ja fossiilkütuste impordi vähendamiseks<sup>26</sup>. Meetmed hõlmavad taastuenergeetika edendamist, milleks on vaja ka sobivat elektritaristut. REPowerEU eesmärkide saavutamiseks peavad taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutussevõtuga kaasnema ka energia säästmise ja energiatõhususe meetmed<sup>27</sup>.

### *2.1.1 Üleilmsed ressurside ja materjalide tarneahelad: haavatavused ja häired*

Koos murega olemasolevate tarneahelate usaldusväärsuse pärast (eriti maagaasivarustuse puhul) on nii COVID-19 pandeemia kui ka praegune geopoliitiline olukord viinud mõne üleilmse materjalide ja ressurside tarneahela häireteni ning mõjutanud seega puhta energeetika sektorit. EL toetub väga palju kolmandatest riikidest tulevatele ressursidele ning rohe- ja digipöoret toidab tooraine kättesaadavus. Hiljutised suundumused materjalide ja ressurside üleilmsetes tarneahelates on toonud välja vajaduse parandada ELi vastupanuvõimet ja energiavarustuskindlust materjalide ja ressursidega seotud sõltumatus ja tehnoloogilise suveräänsusega.

Materjalide kättesaadavus ja tarneahelate vastupanuvõime on REPowerEU eesmärkide saavutamise eeltingimus, sest puhta tehnoloogia suurema nõudlusega kaasneb ka suurem nõudlus ressurside (metallid ja mineraalid) järele. Imporditavatest toorainetest väga palju sõltuv tehnoloogia ja neid sisaldavad komponendid on tuuleparkides (püsिमagnetid, haruldased muldmetallid) ja päikesepaneelides (hõbe, germaanium, gallium, indium, kaadmium ja räni) ning patareid (koobalt, liitium, grafiit, mangaan ja nikkel)<sup>28</sup>. Rahvusvaheline Energiaagentuur on prognoosinud, et üleilmne nõudlus mineraalide järele võib taastuvat energiaallikate kasutussevõtu tõttu 2040. aastaks kahe- või isegi neljakordistuda<sup>29</sup>.

Kerkivad toorainehinnad mõjutavad puhta energeetika tehnoloogiaga seotud kulusid. Nende tehnoloogiate jaoks kaupade, nagu liitiumi ja koobalti hinnad kasvasid 2021. aastal üle kahe

<sup>26</sup> Vt COM(2022) 230 final (Kava „REPowerEU“) 3. punkt, lk 6.

<sup>27</sup> COM(2022) 360 (Säästame gaasi turvalise talve nimel).

<sup>28</sup> Euroopa Komisjon, *Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU - a foresight study* [Kriitilise tähtsusega materjalid ELI strateegiliste tehnoloogiate ja sektorite jaoks – ettevaatav uuring], 2020, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>.

<sup>29</sup> IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* [Kriitilise tähtsusega mineraalide roll puhtale energeetikale üleminekul], parandatud ja täiendatud versioon, mai 2022.

korra, aga vase ja alumiiniumi omad vahemikus 25–40 %<sup>30</sup>. Samal aastal pöördus kümnendi kestnud tuulegeneraatorite ja päikesepaneelide hindade vähenemise suundumus vastupidiseks: nende hinnad kasvasid 2020. aastaga võrreldes vastavalt 9 % ja 16 %. Akukogumid on 2022. aastal 2021. aastaga võrreldes vähemalt 15 % kallimad<sup>31</sup>.

Uus proovikivi on mitte asendada sõltuvust fossiilkütustest sõltuvusega imporditavatest toorainetest ning sõltuvusega nende töötlemise ja komponentide tootmise tehnilisest asjatundlikkusest. Näiteks puhta energeetika tehnoloogia jaoks vajalike haruldaste muldmetallide kaevandamise ja töötlemisega tegeleb peaaegu eranditult Hiina, kellel on ka asjaomases tootmisahelas suur turuosa.

Ressursisõltuvuse probleem koosneb kolmest osast. Esiteks kasvab kriitilise tähtsusega toorainete turul konkurents, sest ka teised riigid püüavad enda vastavat võimekust suurendada ja võivad ekspordi piirata. ELi loetletud 30st kriitilise tähtsusega toorainest<sup>32</sup> pooli imporditakse üle 80 %, mis on eriti murettekitav siis, kui neid müüvad vaid mõned üksikud riigid.

Teiseks ei piisa suure ja veel kasvava nõudluse rahuldamiseks ainult teisest toormest, kuigi ringmajanduse ja ringlussevõtu määradega seoses on tehtud suuri edusamme (praegu võetakse mõnd metalli ringlusse üle 50%<sup>33</sup> ja sellest piisab enama kui 25 % tarbimise katmiseks)<sup>34</sup>. Teisese toormega kaasnevad lisaprobleemid (nt mõne materjali suuremad ringlussevõtukulud, tehniline teostatavus ja olelusringi lõppu jõudnud koostude ebapiisav kättesaadavus). Ent ringlussevõtu tasuvus paraneb, kui primaarmaterjalide maksumus ja kättesaadavate olelusringi lõppu jõudnud koostude maht kasvavad. Teisene toore saab seetõttu olema pärast 2030. aastat oluline varustusallikas, aga vajalike investeeringute tegemine peab algama kohe. Samuti on väga tähtis uuenduslik ringlussevõetavusega seotud disain.

Kolmandaks on Euroopa 2030. aasta vajaduste rahuldamine Euroopa enda maapõuest tooraine kaevandamise teel teoreetiliselt võimalik ainult 5–55 % ulatuses<sup>35</sup>. Ent liidusisesest kaevandamise võimekuse soodustamine on keeruline, sest loa saamise menetlused on pikad, muretsetakse keskkonna pärast, rafineerimisvõimekus on väike ning puuduvad sobivate oskustega töölised ja oskusteave. Uus akumääruse ettepanek<sup>36</sup> on näide juhtalgatusest, mis

---

<sup>30</sup> Kim, T., *Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies* [Kriitilise tähtsusega mineraalid ohustavad kümnendi kestnud puhta energeetika tehnoloogia kulude vähenemist], IEA veebisait, mai 2022.

<sup>31</sup> IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* [Kriitilise tähtsusega mineraalide roll puhtale energeetikale üleminekul], parandatud ja täiendatud versioon, mai 2022.

<sup>32</sup> COM(2020) 474 final (Kriitilise tähtsusega toorainetega seotud vastupanuvõime: teekond suurema julgeoleku ja kestlikkuse poole).

<sup>33</sup> Raud, tsink või plaatina.

<sup>34</sup> Euroopa Komisjoni energeetika peadirektoraat, Guevara Opinska, L., Gérard, F., Hoogland, O. jt. *Study on the resilience of critical supply chains for energy security and clean energy transition during and after the COVID-19 crisis: final report* [Energiajulgeoleku ja puhtale energeetikale ülemineku seisukohast kriitilise tähtsusega tarneahelate COVID-19 kriisi aegse ja järgse vastupanuvõime uuring: lõpparuanne], Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/946002>.

<sup>35</sup> KU Leuven, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge* [Puhta energeetika jaoks vajalikud metallid: Euroopa tooraineprobleemi lahendamise võimalused], 2022.

<sup>36</sup> COM(2020) 798 final (Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus, mis käsitleb patareisid ja akusid ning patarei- ja akujäätmeid ning millega tunnistatakse kehtetuks direktiiv 2006/66/EÜ ja muudetakse määrust (EL) 2019/1020).

aitab Euroopal saada akude ringmajanduse liidriks, alates kestliku kaevandamisest ja lõpetades ringlussevõttuga.

ELis soovitud tasemel puhta energeetika tehnoloogia kasutussevõttu võib veel piirata ka ressursside nappus – olgu selleks kohad, kuhu teha päikese- või tuuleparke, bioenergia tootmist või vee elektrolüüsimist, et saada vesinikku. Neist piirangutest võib jagu saada, kui soodustada ruumi mitmeotstarbelist kasutamist: ühendada põllumajandus päikeseparkidega ja kalandus meretuuleparkidega. Ühtlasi peavad liikmesriigid oma energiaallikate jaotuse määramisel kindlasti arvestama vee kättesaadavusega.

Et tagada ELi puhta energeetika sektori tulevane konkurentsivõime (kulud, tehnoloogiline suveräänsus ja vastupanuvõime) ning saavutada rohe- ja digipööre, on vaja puhta energeetika tehnoloogia tootmiseks vajalike toorainete impordist sõltuvuse jaoks tulemuslikku lahendust. Komisjon avaldas 2020. aastal varustusriskide vähendamise tegevuskava<sup>37</sup>. See sisaldas ELi-väliste allikate mitmekesistamist (nt strateegiliste toorainepartnerluste kaudu); ringmajanduse soodustamist (nt ökodisain, teadusuuringud ja innovatsioon, kriitilise tähtsusega tooraineid sisaldavate jäätmete või rikastamisjäätmete kättesaadavuse kaardistamine) ning liidusise potentsiaali kasutamise võimaldamine (nt kasutades maa seire tehnoloogiat). Varustuskindluse tagamiseks võib ELil olla tarvis moodustada strateegilisi reserve, kui varustus on ohus. Seetõttu andis Euroopa Komisjoni president oma 14. septembri 2022. aasta kõnes olukorrast Euroopa Liidus teada Euroopa kriitilise tähtsusega toorainete õigusaktist.

### *2.1.2 COVID-19 mõju ja taastumine*

Aastatel 2020–2021 ohustas ELi puhta energeetika sektorit väga palju COVID-19 mitmekülgne majanduslik mõju.

Ent ELi taastuvenergeetika sektor kasvas 2019. aastaga võrreldes vastavalt 9 % ja 8 %, jõudes 2020. aastal 163 miljardi euro suuruse käibeni ja 70 miljardi euro suuruse kogulisandväärtuseni. Üldkokkuvõttes tootis see fossiilkütustega võrreldes käibe ühe euro kohta umbes neli korda rohkem lisandväärtust<sup>38</sup> ja ELi kogu tootmissektoriga võrreldes oli see näitaja peaaegu 70 % suurem<sup>39</sup>. Ent 2020. aastal see näitaja halvenes veidi, mis viitab suurenenud raha väljavoolule (import).

Enamiku puhta energeetika tehnoloogiate tootmine<sup>40</sup> ELis 2021. aastal kasvas, pöörates ümber 2020. aasta suundumuse. ELi akutootmine kasvas 2021. aastal eriti palju – 2020: aastaga võrreldes toodangu väärtus neljakordistus, sest tekkis rohkem tootmisvõimsust. Soojuspumpade, tuulegeneraatorite ja päikesepaneelide tootmine kasvas 2021. aastal 30 % (soojuspumpadel oli rekordaasta, tuulegeneraatorid naasid pandeemiaeelsele tasemele ja päikesepaneelid pöörasid ümber 2011. aastal alanud vähenemissuundumuse). Biokütuste (peamiselt biodiisli) tootmine kasvas 40 % ja suurenes paljudes liikmesriikides, aga bioenergia (nt pelletid, tärklist sisaldavad jäägid ja puiduhake) tootmine kasvas 5 %.

<sup>37</sup> COM(2020) 474 final (Kriitilise tähtsusega toorainetega seotud vastupanuvõime: teekond suurema julgeoleku ja kestlikkuse poole).

<sup>38</sup> Fossiilkütuste sektori kogulisandväärtus käibe ühe euro kohta on alla 0,10 euro (Eurostati ettevõtluse struktuurstatistika).

<sup>39</sup> Tootmise kogulisandväärtus käibe ühe euro kohta on ELis umbes 0,25 eurot (Eurostati SBS\_NA\_IND\_R2 andmed).

<sup>40</sup> Jutt on toodangu väärtusest eurodes.

Vesinikutootmine<sup>41</sup> kasvas peaaegu 50 %, sest Madalmaad kasvatasid oma tootmist 2021. aastal üle kahe korra.

2021. aastal alanud üheaegne hindade kasv võib jätta tootmise kasvust liiga optimistliku mulje. Peale selle kasvas ELi suureneva nõudluse rahuldamiseks ka mõne tehnoloogia import. Näiteks kasvas ELi kaubanduspuudujääk 2021. aastal suhteliselt kõige rohkem soojuspumpade valdkonnas (390 mln eurot 2020. a 40 mln vastu; kusjuures 2020 oli esimene aasta, mil ELi kaubandusülejägist sai puudujääk). Neile järgnesid biokütused (2,3 mld eurot 1,4 mld vastu) ja päikesepaneelid (9,2 mld eurot 6,1 mld vastu). EL säilitas siiski positiivse kaubandustasakaalu tuuleenergia valdkonnas (2021. a 2,6 mld eurot 2020. a 2 mld vastu) ja hüdroenergia valdkonnas (211 mln eurot 232 mln vastu), kuigi see oli 2015. aastast alates negatiivse suundumusega.

ELi majanduse elavdamise poliitika (nt taasterahastu „NextGenerationEU“ taaste- ja vastupidavusrahastu<sup>42</sup>) on üks peamisi ümberfokuseerimise ja puhta energeetika sektorisse investeringute suurendamise motivaator. 2022. aasta oktoobris leppis nõukogu kokku<sup>43</sup> Euroopa Komisjoni ettepanekus<sup>44</sup> lisada liikmesriikide taaste- ja vastupidavuskavadesse peatükk REPowerEU kohta, et finantseerida olulisi investeringuid ja reforme, mis aitavad saavutada REPowerEU eesmärgid<sup>45</sup>.

Seni on investeringud, mida liikmesriigid on oma taaste- ja vastupidavuskavades kavandanud, ületanud nii kliima- kui ka digipöördele ettenähtud kulutuste sihtmäärad (kava kuludest vastavalt 37 % ja 20 %)<sup>46</sup>. 26 riiklikus taaste- ja vastupidavuskavas,<sup>47</sup> mille komisjon 8. septembriks 2022 heaks kiitnud oli, on kliima- ja digipöördele ette nähtud vastavalt umbes 200 miljardi ja 128 miljardi euro väärtuses meetmeid<sup>48</sup> (vastavalt 40 % ja 26 % kava kohaste toetuste ja laenude kogueelarvest).

---

<sup>41</sup> See hõlmab igasugust vesinikku, tootmisviisist olenemata.

<sup>42</sup> COM(2020) 456 final (Euroopa võimalus: parandame vead ja teeme ettevalmistusi järgmise põlvkonna jaoks).

<sup>43</sup> <https://www.consilium.europa.eu/et/press/press-releases/2022/10/04/repowereu-council-agrees-its-position/>

<sup>44</sup> COM(2022) 231 final (Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus, millega muudetakse määrust (EL) 2021/241 riiklike taaste- ja vastupidavuskavade REPowerEU peatükkide osas ning määrust (EL) 2021/1060, määrust (EL) 2021/2115, direktiivi 2003/87/EÜ ja otsust (EL) 2015/1814).

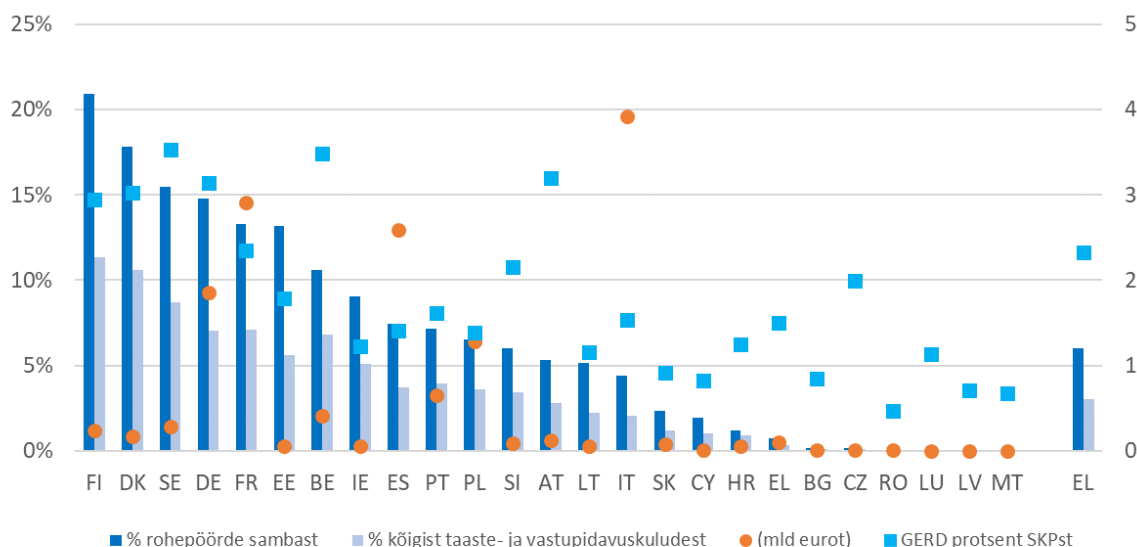
<sup>45</sup> Ettepanek sisaldab täiendavaid eraldisi ELi eelarvest (225 mld euro suuruse taaste- ja vastupidavusrahastu laenudele lisaks) ning rahastu vahendite suurendamist. Komisjon on algatanud kahepoolsed arutelud liikmesriikidega, et selgitada välja reformid ja investeringud, mis võivad olla uute REPowerEU peatükkide alusel rahastamiskõlblikud. ELi rahaliste vahenditega täiendatakse muid kättesaadavaid avaliku ja erasektori vahendeid, mis on kõige olulisemad REPowerEU jaoks vajalike investeringute tegemisel.

<sup>46</sup> Taaste- ja vastupidavuskavade elluviimist saab reaalselt jälgida vastavast tulemustabelist, mille komisjon seadis veebis sisse 2021. aasta detsembris.

<sup>47</sup> Austria, Belgia, Bulgaaria, Eesti, Hispaania, Horvaatia, Iirimaa, Itaalia, Kreeka, Küpros, Leedu, Luksemburg, Läti, Madalmaad, Malta, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Rootsi, Rumeenia, Saksamaa, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Taani ja Tšehhi.

<sup>48</sup> Taaste- ja vastupidavuskavades tuli täpsustada ja põhjendada, mil määral iga meede aitab kaasa kliimaeesmärgi täitmisele (kas täiel määral – 100 %, osaliselt – 40 % või üldse mitte – 0 %). Panust kliimaeesmärgi saavutamisse arvutatakse taaste- ja vastupidavusrahastu määruse VI lisa alusel. Kui korrutada koefitsiendid iga meetme kuluhinnangutega, saab teada, mil määral panustavad kavad kliimaeesmärgi saavutamisse.

Joonis 2. Taaste- ja vastupidavuskavades sisalduvate keskkonnahoidlike tegevuste teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni rahastamiskõlblikud (vasak telg) ja kogusumma (parem telg). Võrdluseks on toodud ka teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni mahukus võrrelduna SKPga (parem telg).



Allikas: Teadusuuringute Ühiskeskus majandus- ja rahandusküsimuste peadirektoraadi andmete alusel

25 riiklikku taaste- ja vastupidavuskava, mille nõukogu 8. septembril 2022 heaks kiitis, sisaldavad teadusuuringute ja innovatsiooniga seotud meetmeid kogusummas 47 miljardit eurot<sup>49</sup> (temaatilised ja horisontaalsed investeeringud<sup>50</sup>). Sellest 14,9 miljardit on eraldatud keskkonnahoidlike tegevustega seotud teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni jaoks (Joonis 2.).

### 2.1.3 Inimkapital ja oskused

Värskeimad andmed üleilmse **inimkapitali** kohta näitavad, et kuigi puhta energeetika sektor oli COVID-19 pandeemia ajal vastupanuvõimeline, suurenesid 2021. aastal oskuste lõhe ja nappus ning seda on oodata ka 2022. aastal.

Tööhõive ELi puhta energeetika sektoris laiemalt<sup>51</sup> ulatus 2019. aastal 1,8 miljonini, olles kasvanud 2015. aastast alates keskmiselt 3 % aastas<sup>52</sup> ja moodustades ELi kogutööhõivest

<sup>49</sup> Arvnäitajad tuginevad taaste- ja vastupidavusalase tulemustabeli sambajälgimismetoodikal ning tähistavad poliitikavaldkondade „keskkonnahoidlike tegevuse teadus- ja arendustegevus ning innovatsioon“, „digipöördega seotud teadus- ja arendustegevus ning innovatsiooni meetmed“ ja „teadus- ja arendustegevus ning innovatsioon“ jaoks ettenähtud meetmeid. Nõukogu ei ole veel vastu võtnud Madalmaade taaste- ja vastupidavuskava, mistõttu ei ole sambajälgimismetoodika kohaseid andmeid veel saadaval. Rohkem infot taaste- ja vastupidavusalase tulemustabeli kohta saab aadressilt [https://ec.europa.eu/economy\\_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/](https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/).

<sup>50</sup> Temaatilised investeeringud teadusuuringutesse ja innovatsiooni hõlmavad investeeringuid rohepöördesse, digitehnoloogiasse ja tervisesse, aga horisontaalsed investeeringud teadusuuringutesse ja innovatsiooni sisaldavad valdkonnaüleseid meetmeid (nt innovatsiooni ökosüsteemide tugevdamine, teadustaristu ajakohastamine ja ärivaldkonna innovatsiooni toetamine). Lisateabe saamiseks võib tutvuda taaste- ja vastupidavusealase tulemustabeliga aadressil [https://ec.europa.eu/economy\\_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/](https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/).

<sup>51</sup> Aruandes esitatud puhta energeetika sektori andmed tuginevad Eurostati ökoinnovatsioonile tugineva tööstuse andmetele (CREMA13A, CREMA13B ja CEP1). CREMA13A (taastuvallikatest energia tootmine) hõlmab taastuenergeetikas vajaliku tehnoloogia tootmist. CREMA 13B (soojuse/energia säästmine ja juhtimine) hõlmab soojuspumpasid, nutiarvesteid, energiaga seotud renoveerimist, soojusmaterjale ja tarkvõrkude osi. CEP1 (välisõhu ja kliima kaitse) hõlmab elektri- ja hübriidautosid, -busse ja teisi puhtamaid ja tõhusamaid sõidukeid ning elektrisõidukite jaoks vajalikku laadimistaristut (sh akud, kütuseelemendid ja elektriline jõusüsteem).

1 %. Võrdlusena saab märkida, et kogu majanduses kasvas tööhõive aastas keskmiselt 1 %, <sup>53</sup> aga fossiilkütuste sektoris vähenes see viimasel kümnendil keskmiselt 2 % <sup>54</sup>. Taastuvenergeetika sektori tööhõives (kokku 12 mld töökohta <sup>55</sup>) oli 2020. aastal maailmas esimesel kohal Hiina (39 %) ja temale järgnes EL (11 %) <sup>56</sup>.

ELi laiemas puhta energeetika sektoris on töökohtade jaotus aastate jooksul muutunud <sup>57</sup>. Soojuspumbatööstus <sup>58</sup> on suurima tööandjana tahketest biokütustest <sup>59</sup> ja tuuleenergeetikast möödumas. See on tingitud peamiselt soojuspumpade suuremast paigaldamisest. REPowerEU ja uute renoveerimistoodete pakkumistega see suundumus tõenäoliselt jätkub <sup>60</sup>. Peale selle on puhta energeetika sektor majanduse kui tervikuna võrreldes 20 % tootlikum. 2015. aastast alates on tööjõu tootlikkus kasvanud puhta energeetika sektoris (2,5 % aastas) kiiremini kui majanduses tervikuna (1,8 % aastas). Seda kasvu on vedanud elektromobiilsuse sektor (5 % aastas) ja taastuvenergeetika sektor (4 % aastas), kus olenevalt tehnoloogiast on erinevaid suundumusi.

Ent peaaegu 30 % ELi ettevõtetest, kes toodavad elektriseadmeid, <sup>61</sup> on kogenud 2022. aastal **tööjõupuudust**. Seda on rohkem kui 2018. aastal. See on tingitud peamiselt majanduse üldisest pandeemiajärgsest taastumisest ja puhta energeetika sektori aeglusest rohe- ja digipöörde jaoks vajalike oskuste levitamisel <sup>62</sup>. Kuna üle 70 % ELi ettevõtetest, kes toodavad elektriseadmeid, on 2022. aastal tundnud puudust materjalidest, võib neist suundumustest järeldada üha suuremat puhta energeetika tarneahela probleemide riski (Joonis 3.).

---

<sup>52</sup> Eurostat [env\_ac\_egss1].

<sup>53</sup> Eurostat [lfsi\_emp\_a].

<sup>54</sup> Eurostat [sbs\_na\_ind\_r2].

<sup>55</sup> See sisaldab nii otsest kui ka kaudset tööhõivet.

<sup>56</sup> Rahvusvaheline Taastuvenergia Agentuur (IRENA) ja Rahvusvaheline Tööorganisatsioon (ILO), Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021 [Taastuvenergeetika ja töökohad – 2021. aasta ülevaade], Abu Dhabi ja Genf.

<sup>57</sup> EurObserv'ER. *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021, 20th EurObserv'ER Report* [Taastuvenergeetika olukord Euroopas – 2021. aasta väljaanne, EurObserv'ER-i 20. aruanne], 2022. Joonis hõlmab ka soojuspumpasid.

<sup>58</sup> Taastuvenergeetika töökohtadest 24 % olid soojuspumpade sektoris, 20 % tahkete biokütuste sektoris ja sama palju tuuleenergeetika sektoris. Alus: EurObserv'ER. *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021, 20th EurObserv'ER Report* [Taastuvenergeetika olukord Euroopas – 2021. aasta väljaanne, EurObserv'ER-i 20. aruanne], 2022.

<sup>59</sup> Metodoloogilised muudatused on mõjutanud eelkõige biokütuste andmeid, mida on ajakohastatud Horisont 2020 projektist ADVANCEFUEL saadud andmete alusel.

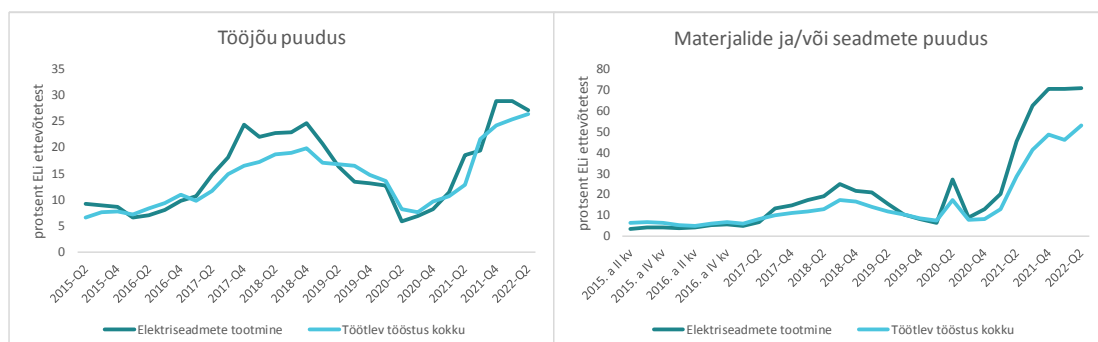
<sup>60</sup> Euroopa Soojuspumpade Liit (EHPA). European Heat Pump Market and Statistics Report 2021 [Euroopa soojuspumpade turu ja statistika aruanne 2021. aasta kohta], 2022.

<sup>61</sup> Puhta energeetika tehnoloogia tootmise jaoks kasutatakse Euroopa Liidu majanduse tegevusalade statistiline klassifikaatori NACE koodi „27 – Elektriseadmete tootmine“, sest paljude selliste toodete tootmine kuulub selle kategooria alla. Samuti kasutatakse seda ELi tööstusstrateegias [COM(2020)108 final ja selle ajakohastatud versioon COM(2021)350 final] taastuvenergeetika tööstusliku ökosüsteemi kohta.

<sup>62</sup> Aeglus on tingitud erinevatest struktuursetest probleemidest tööturul (nt ruumilised, sektoraalsed, ametialased ja ajalised). Digi- ja rohepöörde kiirus ei sobi oskuste levikuks vajaliku ajakavaga. Vt näiteks

- Czako, V., Skills for the clean energy transition [Puhtale energeetikale üleminekuks vajalikud oskused], 2022. (ilmumas);
- Asikainen, T., Bitat, A., Bol, E., Czako, V., Marmier, A., Muench, S., Murauskaite-Bull, I., Scapolo, F. ja Stoermer, E., The future of jobs is green [Tuleviku töökohad on rohelised], Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2021, [doi: 10.2760/218792.JRC126047](https://doi.org/10.2760/218792.JRC126047);
- Cedefop (Euroopa Kutseõppe Arenduskeskus), An ally in the green transition – VET, especially apprenticeship, can provide the skills needed for greening jobs – and in turn help shape them [Rohepöörde abimees kutseõppe – eriti õpipoisiõppe – võib pakkuda rohetöökohtade jaoks vajalikke oskusi ja aidata neid töökohti kujundada], Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022, <http://data.europa.eu/doi/10.2801/712651>.

Joonis 3. Töäjõu ja materjalide puudus ELi elektriseadmete tootmises ja ELi tootmisectoris tervikuna (%).



Allikas: Teadusuuringute Ühiskeskus majandus- ja rahandusküsimuste peadirektoraadi ettevõtlusuuringu andmete alusel<sup>63</sup>

Kava „REPowerEU“ kohaselt tuleb rohkem pingutada, et jagu saada puhta energeetika tehnoloogia eri harudes sagedasest oskustöölise puudusest. Selleks tuginetakse juba olemasolevatele ELi algatustele<sup>64</sup> ning toetatakse oskusi ERASMUS+<sup>65</sup> ja saastevaba vesiniku ühissetevõtte<sup>66</sup> kaudu. Ka ELi päikeseenergia strateegias on kavandatud konkreetseid meetmeid<sup>67</sup>. 2022. aasta puhta energia valdkonna ettevõtjate foorumil (CEIF) võeti vastu ühisdeklaratsioon oskuste kohta<sup>68</sup>. Sellest lubati võtta konkreetseid samme, et kaotada oskustöölise puudus<sup>69</sup>. Samuti võttis nõukogu 2022. aastal vastu soovitus, milles kutsutakse liikmesriike üles võtma meetmeid, millega tegeleda kliima-, energia- ja keskkonnapoliitika tööhõive- ja sotsiaalsete aspektidega<sup>70</sup>. Euroopa Komisjon tegi 12. oktoobril 2022 ettepaneku kuulutada 2023. aasta Euroopa oskuste aastaks, et meelitada ELi rohkem oskustöölisi<sup>71</sup>.

Energeetikasektori töäjõu ning energeetikaga seotud teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni valdkonna **soolise tasakaalu puudumine** ei ole paranenud, kuigi põhimõtteühtseid ja pidevaid sugupoolte lõikes esitatavat statistikat valdavalt ei ole<sup>72</sup>. Naiste alaesindatus energiaettevõtete otsustamisprotsessides ning teaduse, tehnoloogia, inseneria ja matemaatika valdkonna kõrghariduses kajastub väiksemas naisleiutajatele antud patentide arvus (2021. aastal kõigis patendiklassides ainult 20 %<sup>73</sup> ja kliimamuutuste leevendamise

<sup>63</sup> Ettevõtlus- ja tarbimisuuringu andmed [industry\_subsectors\_q8\_nace2]

<sup>64</sup> Näiteks Euroopa oskuste tegevuskava 2020, selle olulisim osa – oskuste pakt – ja partnerlus tööstuslike ökosüsteemidega ning õiglase ülemineku mehhanism.

<sup>65</sup> Erasmus + <https://www.erasmuskills.eu/eskills/>.

<sup>66</sup> Saastevaba Vesiniku Ühissetevõtte, Strategic Research and Innovation Agenda 2021–2027 [Strateegiliste teadusuuringute ja innovatsiooni tegevuskava 2021–2027], <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-02/Clean%20Hydrogen%20JU%20SRIA%20-%20approved%20by%20GB%20-%20clean%20for%20publication%20%28ID%2013246486%29.pdf>.

<sup>67</sup> COM(2022) 221 final (ELi päikeseenergia strateegia).

<sup>68</sup> Ühisavaldus puhta energeetika sektori oskuste kohta, avaldatud 16. juunil 2022. Kättesaadav aadressil [https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16_en).

<sup>69</sup> Näiteks on REPowerEU eesmärkide saavutamiseks vaja akude väärtusahelas töötamise jaoks välja õpetada hinnanguliselt 800 000 töötajat. Soojuspumpade väärtusahelas on vaja väljaõpet ja oskuste parandamist 400 000 töötaja puhul, aga siin ei ole arvesse võetud praegu soojuspumpade sektoris töötavaid eksperte, kes lähiaastatel pensionile jäävad (vt allmärkus 69).

<sup>70</sup> 2022/C 243/04, nõukogu soovitus õiglase kliimaneutraalsusele ülemineku tagamise kohta.

<sup>71</sup> COM(2022) 526 final.

<sup>72</sup> COM(2020) 953 final, COM(2021) 952 final (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>73</sup> Leiutiste puhul, mille leiutajatest vähemalt üks asub Euroopas. Jooniste aluseks on Euroopa Patendiameti 2022. aasta andmed.

tehnoloogia valdkonnas ainult veidi üle 15 %<sup>74</sup>), naiste (kaas)asutatud idufirmade väiksemas osakaalus (ELis 2021. aastal alla 15 %)<sup>75</sup> ning väiksemates investeeringutes naiste juhitavatesse ettevõtetesse (2021. aastal ELis ainult 2 % ainult naiste idufirmadesse ja 9 % mõlemast soost meeskonnaga idufirmadesse<sup>76</sup>).

EL suurendab jõupingutusi selle nimel, et tagada selles valdkonnas tasakaalus ja võrdne ökosüsteem. Asjaomased algatused on Euroopa soolise võrdõiguslikkuse strateegia aastateks 2020–2025,<sup>77</sup> 2022. aastal käivitatud algatus Women TechEU,<sup>78</sup> programmi „Euroopa horisont“ lisatud uus toetuskõlblikkuse kriteerium<sup>79</sup> ning konkreetsete sihtmeetmed uues, 2022. aasta innovatsioonitegevuskavas<sup>80</sup>. Soolise ebavõrdsuse kaotamine mitte ainult ei aita lahendada ELi töökohtade ja oskuste probleeme rohe- ja digipöördel, vaid aitab ka naisi neisse valdkondadesse ning seega lahendada ühiskondlikke probleeme.

## 2.2 Teadusuuringute ja innovatsiooni suundumused

Kuna maailmas kasvab keskkonnavaline, geopoliitiline, majanduslik ja sotsiaalne ebastabiilsus, on ELil vaja väga kohanevõimelist teadusuuringute ja innovatsiooni poliitikat, mille abil reageerida tulemuslikult kriisilukordadele ning ühtlasi tagada Euroopa rohelise kokkuleppe elluviimine.

ELi teadusuuringute ja innovatsiooni poliitika määrab innovatsiooni suuna ja puhta energeetika tehnoloogia valiku. Maailma suurim teadusuuringute ja innovatsiooni programm „Euroopa horisont“ (95,5 euro suurune eelarve aastateks 2021–2027) ja teised ELi rahastamisprogrammid (nt innovatsioonifond ja ühtekuuluvusfond) on loodud ELi teadusuuringute ja innovatsiooni ökosüsteemi tugevdamiseks ja ELi poliitikaeesmärkide saavutamisele kaasa aitamiseks<sup>81</sup>. Liikmesriikide ühiste ja koordineeritud jõupingutustega (eelkõige strateegilise energiatehnoloogia (SET) kava<sup>82</sup> kaudu) parandavad teadusuuringud ja innovatsioon ELi puhta energeetika sektori vastupanuvõimet.

Enamik ELi liikmesriikidest suurendasid 2020. aastal oma avaliku sektori teadusuuringute ja innovatsiooni investeeringuid ELi energialiidu prioriteetidesse,<sup>83,84</sup> seniste andmete kohaselt

<sup>74</sup> Rahvusvaheline Energiaagentuur, <https://www.iea.org/commentaries/gender-diversity-in-energy-what-we-know-and-what-we-dont-know>.

<sup>75</sup> Euroopa Innovatsiooninõukogu ja VKEd Rakendusamet (EISMEA), 2022.

<sup>76</sup> IDC aruanne „European Women in Venture Capital“ [*Euroopa naised riskikapitalis valdkonnas*], 2022.

<sup>77</sup> Euroopa Komisjon, soolise võrdõiguslikkuse strateegia.

<sup>78</sup> Euroopa Innovatsiooninõukogu ja VKEd Rakendusamet (EISMEA), 2022. [https://eisma.ec.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-techeu\\_en](https://eisma.ec.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-techeu_en).

<sup>79</sup> Euroopa horisondis on uus toetuskõlblikkuse kriteerium, mille kohaselt peab rahastust taotlevates teadusorganisatsioonides olema rakendatav soolise võrdõiguslikkuse kava. Nii tahetakse jõuda selleni, et kõigis Euroopa horisondiga seotud otsustamisorganites ja hindajates oleks 50 % sooline tasakaal. Lisateave on kättesaadav aadressil [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation\\_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe).

<sup>80</sup> COM(2022) 332 final (Euroopa uus innovatsioonikava).

<sup>81</sup> Euroopa Komisjoni teadusuuringute ja innovatsiooni peadirektoraat. Aruanne „Science, Research and Innovation Performance of the EU“ [*ELi teaduse ja innovatsiooni tulemuslikkus*], Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022.

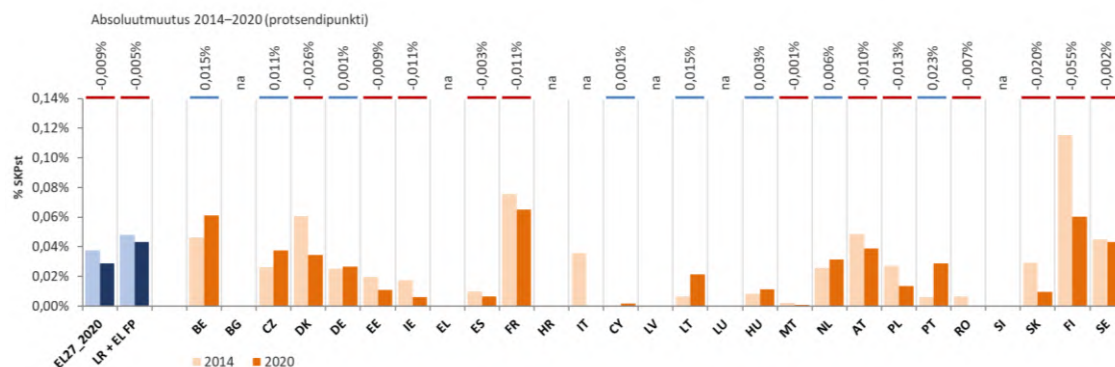
<sup>82</sup> SET-kava on Euroopa peamine tööriist puhta energeetika tehnoloogiaga seotud teadusuuringute ja innovatsiooni poliitika ja rahastamise koostööstamiseks ELi ja liikmesriikide tasandil ning erasektori investeeringute võimendamiseks. Lisateave: [https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en).

<sup>83</sup> Taastuvad energiaallikad, arukas süsteem, tõhusad süsteemid, säästev transport, süsinikdioksiidi kogumine, kasutamine ja säilitamine ning tuumaohutus (COM(2015) 80 final, energialiidu pakett).

<sup>84</sup> JRC SETIS [https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en).

enama kui 4 miljardi euro võrra. 2020. aasta lõplikud koondandmed peaksid olema absoluutarvudes võrreldavad finantskriisi eelsete summadega. Kui aga võrrelda ELi ja riikide investeeringuid avaliku sektori teadusuuringutesse ja innovatsiooni SKPga, jäävad need 2014. aasta tasemele alla (Joonis 4).

*Joonis 4. ELi liikmesriikide avaliku sektori investeeringud puhta energeetika teadusuuringutesse ja innovatsiooni SKP protsendina Horisont 2020st alates<sup>85</sup>.*



Allikas: Teadusuuringute Ühiskeskus IEA andmete<sup>86</sup> ja enda töö<sup>87</sup> alusel.

Horisont 2020 vahendeid, millega toetatakse energialiidu teadusuuringute ja innovatsiooni prioriteete, lisati liikmesriikide programmidesse 2 miljardit eurot. Kuigi vaid riikide panus on suurte riikide võrdluses ka Horisont 2020 vahendeid arvesse võttes väike, oli EL tervikuna 2020. aastal puhta tehnoloogia teadusuuringutesse ja innovatsiooni tehtavate avaliku sektori investeeringute alusel teisel kohal (Joonis 5.)<sup>88</sup> ning seda nii absoluutkulutuste alusel (6,6 mld eurot, esikohal USA 8 mld euroga) kui ka SKP protsendi alusel (0,046 %, esikohal Jaapan 0,058 %-ga, järgnevad USA ja Lõuna-Korea<sup>89</sup>).

Üleilmsete hinnangute alusel investeerivad äriühingud puhta energeetika teadusuuringutesse ja innovatsiooni keskmiselt vähemalt kolm korda nii palju kui valitsussektor<sup>90</sup>. ELi ettevõtete investeeringud moodustavad energialiidu teadusuuringute ja innovatsiooni prioriteetidega seotud teadusuuringute ja innovatsioonikulutustest 80 %. 2019. aastal moodustasid erasektori teadusuuringute ja innovatsiooni investeeringud ELis 0,17 % SKPst (Joonis 5.) ja 11 % ettevõtete kogukulutustest teadus- ja arendustegevusele. ELi hinnangulised andmed näitavad, et investeeringud on absoluutarvudes (18–22 mld eurot aastas) alates 2014. aastast võrreldavad USA ja Jaapani investeeringutega. SKP protsendi alusel jääb EL aga konkurentidest (Jaapan, Lõuna-Korea ja Hiina) maha, kuigi investeerib rohkem kui USA.

<sup>85</sup> „ELi RP“ tähistab ELi raamprogrammi ja „-“ andmete esitamata jätmist.

<sup>86</sup> Kohandatud IEA energiatehnoloogia teadus-, arendus- ja tutvustustegevuse eelarvete andmebaasi 2022. aasta andmete põhjal.

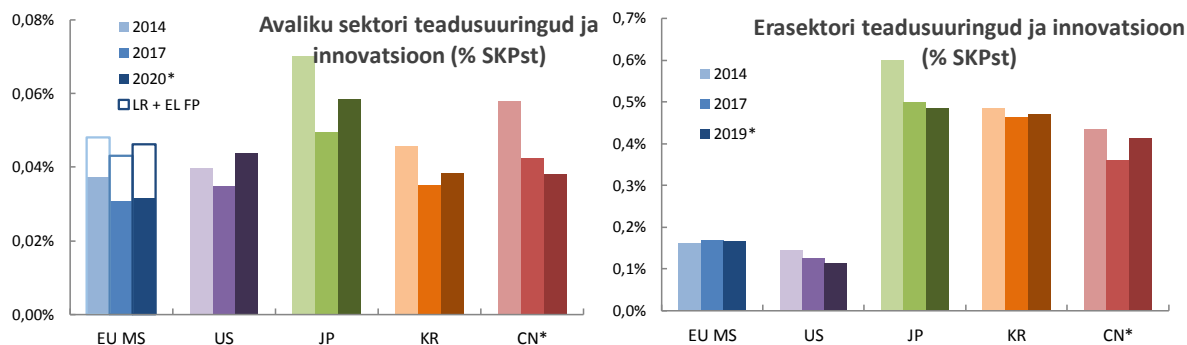
<sup>87</sup> JRC SETIS [https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en).

<sup>88</sup> ELi andmete kaks esimest tulpa kattuvad joonisel 4 kujutatutega. Nende kahe joonise arvnäitajad on veidi erinevad, sest Itaalia andmed (Joonis 5.) on hinnangulised.

<sup>89</sup> Need andmed sisaldavad liikmesriikide ja ELi raamprogrammide vahendeid. Eelmise aasta aruandes olid esitatud ainult liikmesriikide vahendid, mis on ka joonisel 5 näha, aga on teiste suurte riikide vahenditest SKP protsendina väiksemad.

<sup>90</sup> IEA, Tracking clean energy innovation - A framework for using indicators to inform policy [Puhta energeetika innovatsiooni jälgimine. Poliitika kujundamiseks vajalike näitajate kasutamise raamistik], 2020.

Joonis 5. Energialiidu teadusuuringute ja innovatsiooni prioriteetide rahastamine avalikust ja erasektorist SKP protsendina



\* Avaliku sektori teadusuuringute ja innovatsiooni andmed Hiina ja Itaalia kohta (ELis kokku) käivad 2019: aasta kohta ja erasektori puhul on sama aasta andmed

Allikas: Teadusuuringute Ühiskeskus IEA<sup>91</sup> ja Mission Innovationi<sup>92</sup> andmete ning enda töö alusel.

Kooskõlas energialiidu teadusuuringud ja innovatsiooni prioriteetidega on pooled ELi liikmesriikidest 2014. aastast alates hakanud rohkem **patenteerima**. Rohelise innovatsiooni eestvedajad – Saksamaa ja Taani – on edukad nii absoluutarvudes kui ka võttes aluseks roheliste patentide osakaalu kogu innovatsiooniportfellis. EL esitas patenditaotlusi maailmas kõige rohkem kliima- ja keskkonna (23 %), energeetika (22 %) ja transpordi (28 %) valdkonnas.

Maailmas oli vähese CO<sub>2</sub> heitega energiotehnoloogia valdkonnas **teadusartikleid** 2020. aastal veidi vähem kui aastatel 2016–2019. ELis kasvas see arv aastatel 2016–2019 maailma keskmisega võrreldes tagasihoidlikumalt ja kahanes jõulisemalt aastal 2020. EList pärines maailma teadusartiklitest vaid veidi üle 16 %, aga inimese kohta oli teadusartikleid maailma keskmisest endiselt üle kahe korra rohkem<sup>93</sup>.

See suundumus on peamiselt tingitud muude valdkondade teadusartiklite arvu kasvust ja sellest, suure sissetulekuga riigid ei domineeri enam puhta energeetika ja innovatsiooni kirjanduses<sup>94</sup>. EL vedas energeetikaalast uurimistegevust 10 aastat tagasi, aga Hiina artiklite kvantiteedi ja kvaliteedi tohtu kasv on lükanud ELi teisele kohale. Enimsiteeritud energeetikaalased artiklid on kirjutanud hiinlased (39 %)<sup>95</sup>. Sellest hoolimata teevad ELi teadlased rahvusvahelist koostööd ja avaldavad artikleid puhta energeetika teemal palju rohkem kui maailma keskmine ning ELis avalik ja erasektor teevad koostööd rohkem. Teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogramm „Horisont 2020“, Euroopa Regionaalarengu Fond ja seitsmes teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogramm olid maailma 20 kõige

<sup>91</sup> Kohandatud IEA energiotehnoloogia teadus-, arendus- ja tutvustustegevuse eelarvete andmebaasi 2022. aasta andmete põhjal.

<sup>92</sup> Mission Innovation, Country Highlights [Riikide ülevaade], kuues ministrite kohtumine, 2021, [http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI\\_2021v0527.pdf](http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI_2021v0527.pdf).

<sup>93</sup> Euroopa Komisjoni teadusuuringute ja innovatsiooni peadirektoraat, Provençal, S., Khayat, P., Campbell, D., *Publications as a measure of innovation performance in the clean energy sector: assessment of bibliometric indicators [Teadusartiklid kui puhta energeetika sektori innovatsiooni tulemuslikkuse näitaja: bibliomeetriliste näitajate hindamine]*, Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022

<sup>94</sup> Schneegans S., Straza, T., and Lewis, J. (toim.), UNESCO teadusaruanne: the Race Against Time for Smarter Development [Nutikama arengu võidujooks ajaga], UNESCO kirjastus, Pariis, 2021.

<sup>95</sup> Euroopa Komisjoni teadusuuringute ja innovatsiooni peadirektoraat. Aruanne „Science, Research and Innovation Performance of the EU“ [ELi teaduse ja innovatsiooni tulemuslikkus], Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022.

tunnustatuma puhta energeetika alast teadust toetava rahastamiskava seas aastatel 2016–2020<sup>96</sup>.

Vajadust parandada avaliku ja erasektori teadusuuringuid ja innovatsiooni puhta energeetika valdkonnas ning konkurentsivõime kvantitatiivset hindamist rõhutati aruande viimases väljaandes<sup>97</sup> ja pärast seda on see vajadus veelgi kasvanud. SET-kava läbivaatamine ning riiklike energia- ja kliimakavade<sup>98</sup> ajakohastamine, mis peaks valmis saama 2024. aasta juuniks,<sup>99</sup> tekitavad üheskoos tõuke tugevdada ELi ja liikmesriikide vahelist dialoogi puhta energeetika valdkonna teadusuuringute, innovatsiooni ja konkurentsivõime teemal.

### 2.3 Üleilmne puhta energeetika valdkonna konkurentsimaastik

Kogu maailma kiireloomuline tahe kiirendada energiapööret on viinud paljude puhta energeetika lahenduste väljatöötamiseni – on nii nišitooteid kui ka üleilmset tööstust ja rahvusvahelisi väärtusahelaid. Taastuvenergeetika ja energiatõhususe maailmaturg peaksid hinnangute kohaselt kasvama 2050. aastaks vastavalt 24 ja 33 triljoni euroni<sup>100</sup>.

ELi liidripositsioon teaduses, tugev tööstuslik baas ja ambitsioonikas puhta energeetika raamistiku tingimused on hea tehnoloogiline baas mitme puhta energeetika tehnoloogia turuletulekuks. ELi seis **rahvusvahelise kaitsega patentide** valdkonnas on olnud hea 2014. aastast alates. See kinnitab eelmise aasta aruandes esile toodud suundumust<sup>101</sup>. EL jääb väga väärtuslike patentide järjestuses maha vaid Jaapanist,<sup>102</sup> taastuvenergeetikas on esimene ja energiatõhususes jagab esikohta Jaapaniga, peamiselt täna ELi spetsialiseerumisele hoonete jaoks mõeldud materjalidele ja tehnoloogiale. ELi patendivaldkonna andmetest on näha juhikohta ka taastuvkütuste, akude ja elektromobiilsuse ning süsinikdioksiidi kogumise, säilitamise ja kasutamise valdkonnas.

Enamik uusi investeeringuid puhta energeetika tehnoloogiasse peaksid toimuma väljaspool ELi ja vajalike toorainetega kaubeldakse rahvusvaheliselt<sup>103</sup>. See tõttu on tähtis, et EL oleks üleilmsetes väärtusahelates jõuliselt esindatud ja pääseks kolmandate riikide turgudele. Kolmandate riikide valitsuste üha sagedamini võtavad meetmed, mille kehtestatakse turulepääsu tõkkeid, kohaliku sisu nõudeid ja muud diskrimineerivat, võivad siiski **rahvusvahelist kaubandust ja investeerimisdünaamikat** moonutada. Sellised meetmed võivad kahjustada ELi tööhõivet, majanduskasvu ja maksubaasi ning vähendada kasu, mida

<sup>96</sup> Elsevier, Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research, [Netonull: puhta energeetika teadusuuringute mõju] 2021. Kättesaadav aadressil [https://www.elsevier.com/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf](https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf). Teadusartikkel loetakse netonulli teemaliseks energeetikaalaseks teadustegevuseks siis, kui need parandavad puhta energeetika teadusuuringute ja innovatsiooniga seotud teadmisi ja aitavad jõuda tulevikus netonullini. Andmed pärinevad andmebaasist Scopus.

<sup>97</sup> COM(2021) 952 final ja SWD(2021) 307 (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>98</sup> Täpsem info riiklike energia- ja kliimakavade kohta: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en).

<sup>99</sup> ELT L 328, 21.12.2018. Määruses (EL) 2018/1999, milles käsitletakse energialiidu ja kliimameetmete juhtimist, sätestatakse riiklike energia- ja kliimakavade korrapärane läbivaatamine, et viia need kooskõlla uusimate poliitiliste arengutendentsidega. Riiklike energia- ja kliimakavade projekte oodatakse 2023. aasta juuniks.

<sup>100</sup> IRENA, „Global energy transformation: a roadmap to 2050“ [Maailma energiasüsteemi ümberkujundamine: tegevuskava aastani 2050], Abu Dhabi, 2019.

<sup>101</sup> COM(2021) 952 final (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>102</sup> Väga väärtuslikud patendirühmad (leiutised) on need, mille jaoks esitatakse taotlused mitmele patendiametile ehk taotletakse kaitset mitmes riigis / mitmel turul.

<sup>103</sup> Rahvusvaheline Energiaagentuur, Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector [Netonull aastaks 2050 – üleilmse energeetikasektori teekaart], 2021.

EL tavaliselt saaks valdkonnas esimese tegutsejana. Samuti tekitavad need ilmselge n-ö nakkusohu, sest teistel kolmandatel riikidel võib tekkida samuti tahtmine kehtestada samasugused meetmed, mis muudavad rahvusvahelised tarneahelad ebatõhusaks ja vähendavad pikemas perspektiivis tahtmist sektorisse investeerida. See omakorda kasvataks pöördede üldkulusid ja vähendada üldsuse jätkuvat tahet vähendada kogu maailmas süsinikuheidet.

Kogu maailmas jätkub ja kasvab ka mure mõju üle, mida avaldavad riiklikult ja subsiidiumidega toetatud tehnoloogia domineerimine, suletud turud, erinevad intellektuaalomandi kaitse reeglid ning valdkonna innovatsiooni ja konkurentsivõime poliitika, eriti seoses Hiinaga, aga ka teiste kolmandate riikidega. Praegune geopoliitiline kriis on mõjutanud ka konkurentsi üleilmsel puhta energeetika turul ning aeg näitab, kuidas mõjuvad uued riiklikud meetmed, millega püütakse kiirendada puhta energeetika tehnoloogia kasutusse võttu kodumaal (nt USA inflatsiooni vähendamise seadus<sup>104</sup>) ja mis võivad kahjustada üleilmset puhta energeetika konkurentsimaastikku.

Seda arvesse võttes **rahvusvaheline koostöö teadusuuringutes ja innovatsioonis** mitte ainult ei kiirenda puhtale energeetikale üleminekut, vaid aitab lahendada ka üleilmse energiaturu probleeme. ELi programmid ja poliitika (nt Euroopa horisont ja Erasmus+) on järjekindlalt toetanud teadusuuringute ja innovatsioonialast koostööd usaldusväärsete rahvusvaheliste partneritega. Komisjoni teatisega teadusuuringute ja innovatsiooni alase üldise lähenemisviisi kohta<sup>105</sup> on loodud rahvusvahelise koostöö arendamiseks parem raamistik. Komisjoni teatises „ELi energiaalane välistegevus muutuv maailmas“<sup>106</sup> nähakse ette sellise koostöö intensiivistumise ning selliste partnerluste loomise, millega toetada rohepööret sellistes tähtsates valdkondades nagu taastuvallikatest toodetud või vähese CO<sub>2</sub> heitega vesinik. Peale selle on komisjoni teatises „Uus Euroopa teadusruum teadusuuringute ja innovatsiooni jaoks“<sup>107</sup> üleskutse ajakohastada ja arendada edasi teadmiste väärtustamise juhtpõhimõtteid. Tegevusjuhise intellektuaalomandi nutika kasutamise kohta peks valmima 2022. aasta lõpuks<sup>108</sup>. Komisjon aitab edendada rahvusvahelist koostööd energeetikainnovatsiooni ja -tehnoloogia valdkonnas, jätkates tegevust Mission Innovationis<sup>109</sup> ja puhta energeetika ministrite kohtumistel. Peale selle rõhutavad ELi uus üleilmse ühendatuse strateegia, Global Gateway,<sup>110</sup> komisjoni teatis „Kaubanduspoliitika läbivaatamine“<sup>111</sup> ja Lõuna-Aafrika energiasüsteemi õiglase ümberkujundamise partnerlus<sup>112</sup> vajadust tihendada rahvusvahelist koostööd ja kaubandussuhteid, et parandada puhta energeetika tehnoloogia konkurentsivõimet sünergias ELi ühtse turu avatuse ja atraktiivsusega.

---

<sup>104</sup> [FACT SHEET: The Inflation Reduction Act Supports Workers and Families \[TEABELEHT. Inflatsiooni vähendamise seadus toetab töölisi ja peresid\] | Valge Maja](#)

<sup>105</sup> COM(2021) 252 final (Euroopa strateegia rahvusvaheliseks koostööks muutuv maailmas).

<sup>106</sup> JOIN(2022) 23 final (ELi energiaalane välistegevus muutuv maailmas).

<sup>107</sup> COM(2020) 628 final (Uus Euroopa teadusruum teadusuuringute ja innovatsiooni jaoks).

<sup>108</sup> Uus juhise Euroopa horisondi tulemuste väärtustamise kohta on juba kättesaadav aadressil <https://data.europa.eu/doi/10.2826/437645>.

<sup>109</sup> <http://mission-innovation.net/>. Pärast esimese viie aasta edukust käivitati uusi missioone sisaldav MI 2.0.

<sup>110</sup> Euroopa Komisjoni ning liidu välisasjade ja julgeolekupoliitika kõrge esindaja ühisteatis Euroopa Parlamendile, nõukogule, Euroopa Majandus- ja Sotsiaalkomiteele, Regioonide Komiteele ning Euroopa Investeeringuspannile, JOIN(2021) 30 final (Global Gateway).

<sup>111</sup> COM(2021) 66 final (Kaubanduspoliitika läbivaatamine – avatud, kestlik ja enesekindel kaubanduspoliitika).

<sup>112</sup> Lõuna-Aafrika energiasüsteemi õiglase ümberkujundamise partnerlus (europa.eu).

Rahvusvaheline koostöö teadusuuringutes, tehnoloogiapiire, kaubanduspoliitika ja energiadiplomaatia peavad toimima üheskoos, et tagada moonutamata kaubandus ja investeeringud tehnoloogiasse, teenustesse ja toorainetesse, mida on üleminekuks vaja nii ELis kui ka mujal. Samuti peab EL rakendama rohkem oma innovatsiooni laiendamise potentsiaali, et mitte suurendada energiapöördeks ja uues energiasüsteemi arhitektuuris vajaliku tehnoloogiaga seoses sõltuvust teistest suurriikidest.

## 2.4 Innovatsioon rahastamise maastik ELis<sup>113</sup>

**Kliimatehnoloogilised lahendused**<sup>114</sup> suurendavad ELi konkurentsivõimet ja tehnoloogilist suveräänsust. Arenenuma energiatootmistehnoloogia kasutussevõtuga koos on neil oluline roll 2050. aastaks süsinikuneutraalsuse saavutamisel<sup>115</sup>.

ELi kliimatehnika valdkond on viimasel kuuel aastal saanud üha enam tippinnovatsiooni toetavaid riskikapitali investeeringuid<sup>116</sup>. Kliimatehnoloogia puhul võib kuluda küpseks saamisele väga kaua aega, mistõttu on iduettevõtte rahastamistsüklites vaja väga palju kapitali, investeeringuid teadusuuringutesse ja innovatsiooni,<sup>117</sup> valitsuste tegevust kliimatehnoloogia lahenduste väljatöötamise riskide maandamiseks ning kaasalõimise lisajulgustust erasektorile.

Riskikapitali investeeringud **kliimavaldkonda** on kogu maailmas osutunud pandeemia suhtes väga vastupanuvõimeliseks: investeeringud kasvasid juba 2020. aastal (20,2 mld eurot) ja 2021. aastal saavutati uus rekord (40,5 mld eurot, mis on eelnenud aastaga võrreldes kaks korda suurem)<sup>118</sup>. Sellest 6,2 miljardit eurot said 2021. aastal ELis tegutsevad kliimatehnoloogia idu- ja kasvufirmad (seda on üle kahe korra enam kui 2020. aastal)<sup>119</sup>. Üleilmsetest kliimatehnoloogiasse tehtud riskikapitaliinvesteeringutest moodustab see 15,4 %. 2021. oli ka esimene aasta, mil hilisema etapi investeeringud kliimatehnoloogiasse olid ELis suuremad kui Hiinas<sup>120</sup>. Varase etapi investeeringud saavutasid Ameerika Ühendriikides ja Hiinas 2021. aastal uusi rekordeid, aga ELis olid need suurimad (Joonis 6.).

<sup>113</sup> Siinne analüüs põhineb PitchBooki andmetel. PitchBook loetleb vertikaalses kliimatehnoloogia tööstusharus praegu üle 2750 riskikapitalifirma (2021. aasta aruande koostamise ajal oli see arv üle 2250). Seetõttu ei ole riskikapitaliinvesteeringuid, mis on esitatud 2020. ja 2021. aasta aruandes, võimalik otseselt võrrelda.

<sup>114</sup> PitchBooki vertikaalne kliimatehnoloogia tööstusharu on valik 2760 ettevõttest, kes arendavad tehnoloogiat, millega saab kliimamuutusi leevendada või nende mõjuga kohaneda. Enamik selles loendis olevaid ettevõtteid keskenduvad süsinikuheite vähendamise tehnoloogiale ja protsessidele. Selle tööstusharu rakendusala on energia tootmine taastuvallikatest, pikaajaline energia salvestamine, transpordi elektrifitseerimine, põllumajanduslik innovatsioon, tööstuslike protsesside täiustamine ja kaevandamistehnoloogia.

<sup>115</sup> Selle peatüki koostamisel tehti tihedat koostööd Euroopa Komisjoni puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühmaga: Georgakaki, A. jt, puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm. Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report [*Puhta energeetika tehnoloogia üldine strateegiline analüüs Euroopa Liidu kohta – 2022. aasta olekuaruanne*], Euroopa Komisjon, 2022, JRC131001.

<sup>116</sup> Riskikapitalitehingud on nii varajase etapi (enne seemneraha, kiirendi/inkubaator, ingel, seeme, A- ja B-seeria, mis leiavad aset ettevõtte asutamisele järgneval viiel aastal) kui ka hilisema etapi (tavaliselt B–Z+-seeria ja või pärast viie aasta möödumist ettevõtte asutamisest, mitteavalik seeria ja börsivälise kapitali kasvatamine / laienemine) tehingud.

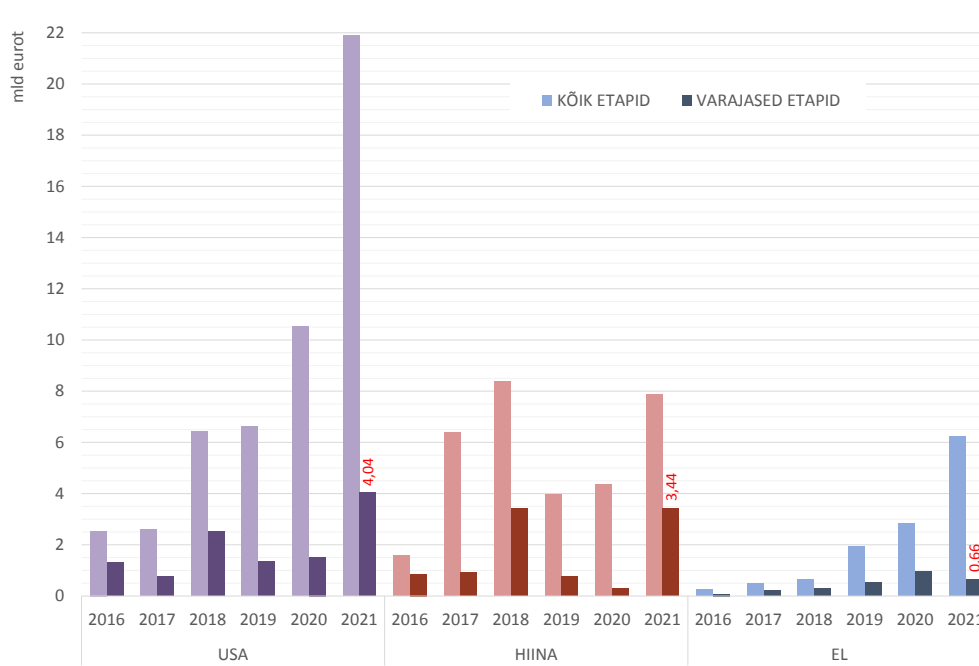
<sup>117</sup> Tekkinud on mõiste „süvarohelised idufirmad“ – idufirmad, kes kasutavad keskkonnaprobleemide lahendamiseks tipp tehnoloogiat (nt keskkonnahoidlik akutootmine ja elektrilised õhusõidukid). Süvarohelisuus on kliimatehnoloogia ja süvatehnoloogia vahelüli (süvatehnoloogia on inseneriteaduses, matemaatikas, füüsikas ja meditsiinis tehtud avastuste rakendamine tehnoloogias; seda iseloomustavad pikad teadus- ja arendustegevuse tsüklid ja uued ärimudelid).

<sup>118</sup> PitchBooki andmete tuginevad Teadusuuringute Ühiskeskuse andmete kohaselt moodustas see 2021. aasta riskikapitali kogurahastusest 5,2 % (2020. aastal 4,6 %).

<sup>119</sup> COM(2021) 952 final (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>120</sup> Ainuüksi investeeringud Rootsi veoakude arendajasse Northvolt on mõjutanud märgatavalt viimastel aastatel ELi kliimatehnoloogiafirmadega seotud riskikapitaliinvesteeringute suundumusi. Kuna ettevõtte jõudis hilisemale

Joonis 6. Riskikapitaliinvesteeringud kliimatehnoloogia idu- ja kasvufirmadesse



Allikas: JRC koostatud teave, mis põhineb PitchBooki andmetel.

**Energeetika valdkonda** jõudis üleilmsetest kliimatehnoloogia riskikapitaliinvesteeringutest 2021. aastal 22 % (puhas energiatootmine<sup>121</sup> ja võrgutehnoloogia<sup>122</sup> said vastavalt 13,2 % ja 8,7 %). 2020. aastaga võrreldes peaaegu neli korda ( $\times 3,8$ ) suurema tasemega<sup>123</sup> jääb energeetika alla vaid mobiilsuse ja transpordi valdkonnale (46 %), aga on esimest korda jõudnud ette toidu ja maakasutuse valdkonnast (19,6 %).

Viimase nelja aasta jooksul toimunud energeetikafirmadesse tehtavate riskikapitaliinvesteeringute kasv ELis jätkus (2020. aastal +60 %). Sellest hoolimata vähenes ELis energeetikasse tehtavate riskikapitaliinvesteeringute suhteline osakaal 2021. aastal poole võrra – 10%-ni. Sellega jääb EL kolmandaks, jäädes kaugele maha USAst (62 %) ja ka Hiinast (13,3 %), kes saavutasid 2021. aastal suurte puhta energia tootmise valdkonna tehingutega hiilgava investeerimistaseme.

Hoolimata sellest, et riskikapitaliinvesteeringud ELis kasvavad ja ELi kliimatehnoloogia on riskiinvestoritele meelepärased, kammitsevad ELis tegutsevaid kliimatehnoloogia kasvufirmasid teiste riikidega võrreldes struktuursed takistused ja ühiskondlikud probleemid<sup>124</sup>. ELi kestlike tegevusalade taksonoomia loob siiski raamistiku kestvate investeeringute hõlbustamiseks ja määrab kindlaks keskkonnasäästlikud majandustegevused.

investeeringute etappi, vähenesid 2021. aastal varase etapi investeeringud ELi kliimatehnoloogiasesse ja hilisema etapi investeeringud kasvades, saavutades esimest korda Hiinast suurema väärtuse.

<sup>121</sup> Päikese-, tuule-, tuuma, jäätmelise, ookeani-, hüdro- ja geotermiline energia.

<sup>122</sup> Energia pikaajaline salvestamine, võrgu juhtimine, analüütika, akutehnoloogia, tarkvõrk ja saastevaba vesiniku tootmine.

<sup>123</sup> Seda kasvu veavad investeeringud puhta energia tootmise tehnoloogiasesse. Suurte investeeringute tõttu tuumasünteesi USA-s ja tuuleenergiasesse Hiinas on need kasvanud 2,4 korda kiiremini kui investeeringud võrgutehnoloogiasesse ja kliimatehnoloogiasesse tehtavad riskikapitaliinvesteeringud üldiselt.

<sup>124</sup> COM(2020) 953 final (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel) ja COM(2022) 332 final (Euroopa uus innovatsioonikava).

Peale selle on ELi innovatsioonipoliitika aastate jooksul laienenud ja sellega koos on muutunud ka institutsiooniline raamistik<sup>125</sup>.

Euroopa horisondi III sammas „Innovatiivne Euroopa“ on andnud idu- ja kasvufirmade ning VKEde toetamise võimalusi. Seda arvesse võttes on Euroopa Innovatsiooninõukogu (EIC) oma 10,1 miljardi euro suuruse eelarvega aastateks 2021–2027 ELi juhtiv innovatsiooniprogramm murrangulise tehnoloogia ja pöördeliste uuenduste tuvastamiseks, arendamiseks ja laiendamiseks. Programmi „Euroopa horisont“ raames toetatakse ka Euroopa innovatsiooni ökosüsteemide algatust ning Euroopa Innovatsiooni- ja Tehnoloogiainstituuti (EIT). EIT InnoEnergy on loonud maailma suurima säästva energeetika innovatsiooni ökosüsteemi ja ning veab ka ELi muutumist 2050. aastaks CO<sub>2</sub> heite vabaks, juhtides kolme tööstuslikku väärtusahelat: Euroopa akuliitu, Euroopa saastevaba vesiniku kiirendit ja Euroopa päikeseenergia algatust.

**ELi rahastamisprogrammide** on innovatsioonifond maailmas üks suurimaid,<sup>126</sup> kes demonstreerib innovatiivset puhast tehnoloogiat ja rakendab seda tööstuslikult. Programm „InvestEU“ on ELi taastekava oluline osa, mis toetab rahastuse kättesaadavust VKEdele, keskmise turukapitalisatsiooniga ja teistele ettevõtetele. Ühtekuuluvuspoliitika võimaldab suuri ja pikaajalisi investeeringuid (eriti VKEdele) innovatsiooni ja tööstuslikesse väärtusahelatesse, et soodustada taastuvenergeetika ja vähese CO<sub>2</sub> heitega tehnoloogia arendamist ja ärimudeleid. Lisaks toetavad Euroopa Investeerimispank (EIP) ja Euroopa Investeerimisfond (EIF) tulemuslikult sellise süvatehnoloogia arendust, mida Euroopa vajab oma kestlikkuseesmärkide saavutamiseks. Teiste rahastamisprogrammide, nagu moderniseerimisfondi ja kavandatava kliimameetmete sotsiaalfondi,<sup>127</sup> eesmärk on suunata kliimaga seotud poliitikameetmetest saadavat tulu energiapöörde toetuseks.

Nende programmide ja teiste ELi algatuste (nt kapitaliturgude liidu)<sup>128</sup> eesmärk on ärgitada erasektori investoreid investeerima kliimatehnoloogiasse ja süvakliimatehnoloogia<sup>129</sup> idufirmadesse. Näiteks teednäitav partnerlus Catalyst Euroopa Komisjoni ja Breakthrough Energy vahel<sup>130</sup> on järjekordne näide sellest, kuidas suurendada investeeringuid kriitilise tähtsusega kliimatehnoloogiasse, ühendades avaliku ja erasektori jõupingutused.

Koostoime loomine ELi programmide ja vahendite vahel ning ühtekuuluvuse suurendamine ELi kohalike innovatsiooni ökosüsteemide vahel võib aidata ELil saada kliimatehnoloogia valdkonnas üleilmseks liidriks, kaotades seega kasvulõhe ELi ja teiste suurte riikide vahel, võimendades mitmesuguseid talente, intellektuaalset vara ja tööstussuutlikkust. 2022. aasta Euroopa innovatsiooni tulemustabelis<sup>131</sup> rõhutatakse üleeuroopalise innovatsiooni ökosüsteemi loomise tähtsust ning komisjoni 2022. aasta teatis „Euroopa uus

<sup>125</sup> COM(2022) 332 final (Euroopa uus innovatsioonikava).

<sup>126</sup> 38 miljardi euro suurune toetus aastatel 2020–2030, eeldusel et CO<sub>2</sub> hind on 75 EUR/tCO<sub>2</sub>.

<sup>127</sup> [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund_en)

<sup>128</sup> [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union\\_et](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union_et)

<sup>129</sup> Süvatehnoloogia idufirmad tuginevad teaduslikele teadmistele ning neil on tavaliselt pikad teadus- ja arendustsüklid ja uued ärimudelid. Süvakliimatehnoloogia idufirmad on ettevõtted, kes kasutavad tipp tehnoloogiat keskkonnaprobleemide lahendamiseks.

<sup>130</sup> Komisjoni ja võrgustiku „Breakthrough Energy“ partnerlus programmis „Catalyst“ (europa.eu): [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/et/IP\\_21\\_2746](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/et/IP_21_2746)

<sup>131</sup> Euroopa Komisjon, Euroopa innovatsiooni tulemustabel 2022, aastaaruanne, 2022.

innovatsioonikava<sup>132</sup> on juba samm edasi, sest selle eesmärk on võimendada ELi innovatsiooni ökosüsteemi tugevaid külgi<sup>133</sup>.

## 2.5 Süsteemse muutuse mõju

Rohe- ja digipöörde saavutamiseks ning Euroopa rohelise kokkuleppe ja paketi „Eesmärk 55“ eesmärkide täitmiseks peab ELi puhta energia sektor kiirendama juba käivitatud paradigma muutust: vajadust kaotada sektorite vaheline kapseldumine ja tugevdada koostööd horisontaalsetes valdkondades (nt toorainete kriitiline roll, energiasüsteemi digitaliseerimine ning eri tehnoloogiate koostoime tööstusprotsessides, üksikutes hoonetes ja linnades). Süsteemse ümberkujundamise näited on järgmised: hoonetega seotud puhta energeetika tehnoloogiad, energiasüsteemi digitaliseerimine ning energiaühendused ja riiklikust madalama tasandi koostöö.

Hoonetega seotud puhta energeetika tehnoloogiad: kohustuslikud päikesepaneelid katustel ja individuaalsete soojuspumpade kasutuselevõtu praeguse määra kahekordistamine<sup>134</sup> aitavad saavutada kliima- ja energiaeesmärke. Nende eesmärkide saavutamiseks on vaja, et ehitussektor võtaks uute hoonete jaoks kasutusse palju erinevaid üksteist täiendavaid lahendusi, nagu tõhusad soojustusmeetodid ja ohjesüsteemid, aga ka ressursitõhusad meetmed. See peaks käima käsikäs renoveerimismäära suurendamise ja põhjaliku renoveerimise soodustamisega. Kohapealne energia salvestamine (akud) on veel üks oluline element, et soojuspumpade osakaal oleks suurem ja elektri tootmises ja edastuses/jaotuses ei tekiks äärmuslikke tippe. Lisaks toodete kättesaadavusele on ELi puhta energeetika sektorite ja konkurentsivõime jaoks väga olulised eri tehnoloogiate jaoks vajalikud paigaldamisoskused ja käigushoidmisteenused.

Energiasüsteemi digitaliseerimine: digitaliseerimine laieneb kordades: ainuüksi viimase viie aasta jooksul on internetiliiklus kolmekordistunud ja ligikaudu 90 % praegustest maailma andmetest on loodud viimase kahe aasta jooksul<sup>135</sup>. Kohalikku energiasüsteemi muudab energeetika detsentraliseerimine – nii tootmise tasandil kui ka miljonite omavahel ühendatud arukate seadmete, soojuspumpade ja elektriautode kaudu. Hinnang Hamburgi (Saksamaa) kohta näitas märkimisväärset kulude kokkuhoiu potentsiaali: kui investeerida kaks miljonit eurot arukasse laadimisse, et vähendada tippkoormust, on võimalik vältida vajadust investeerida 20 miljonit eurot võrgu tugevdamiseks, et katta linna elektrisõidukitest 9 % vajadused<sup>136</sup>. Ilma kohalike energiavajaduste aruka haldamiseta võivad jaotusvõrgu läbilaskevõime piirangud puhtale energeetikale üleminekut aeglustada. Mõned

<sup>132</sup> COM(2022) 332 final (Euroopa uus innovatsioonikava).

<sup>133</sup> Teatistes märgitakse, et EL võtab konkreetseid meetmeid, et parandada ELi idufirmade ja kasvufirmade juurdepääsu rahastamisele, parandada eeskirju, et novaatorid saaksid katsetada uusi ideid, aidata luua piirkondlikke n-ö innovatsiooniorge, meelitada ELi andekaid inimesi ja hoida neid siin ning parandada innovatsioonipoliitika kujundamist selge terminoloogia, näitajate ja andmekogumite ning liikmesriikidele antava poliitilise toe abil.

<sup>134</sup> COM(2022) 230 (Kava RePowerEU).

<sup>135</sup> Rahvusvaheline Energiaagentuur, Digitalization and Energy [Digitaliseerimine ja energeetika], 2017, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>.

<sup>136</sup> Stromnetz Hamburg, Elektromobilität – Netzausbaustrategie und Restriktionen im Hamburger Verteilnetz, Hamburg, 2018, <https://www.hamburg.de/contentblob/10993526/1f90214d9b07e4de6323c078ff779d9d/data/d-anlage-13-pra%CC%88sentation-snh-20180504-energienetzbeirat-snh.pdf>.

digilahendused võivad aga suurendada energiatarbimist ja kasvuhoonegaaside heidet, kui ei võeta sobivaid tõhususmeetmeid (nt andmekeskuste jääksoojuse taaskasutamine).

Energiaühendused ja riikliust madalama tasandi koostöö: vähemalt kaks miljonit ELi kodanikku on ühinenud enamasse kui 8400 energiaühendusse ja viinud 2000. aastast alates ellu üle 13 000 projekti<sup>137</sup>. Energiaühendused on puhta energeetika tehnoloogiate ja lahenduste oluline katse- ja rakendusbaas. Euroopa energiaühenduste paigaldatud taastuvenergialahenduste koguvõimsus on praegu hinnanguliselt vähemalt 6,3 GW (st ligikaudu 1–2 % riigis ülesseatud võimsusest). Päikesepaneelid moodustavad ülesseatud võimsusest lõviosa. Järgnevad maatuulepargid. Rohkemate puhta energeetika tehnoloogiate jaoks osalusmudelite väljatöötamine, eriti väiksema sissetulekuga leibkondade jaoks, võib käivitada rohkemate energiaühenduste tekkimise kogu ELis ning ühtlasi aidata kaasa energiaostuvõimetuse leevendamisele.

Et kiirendada puhta energeetika tehnoloogiate kasutuselevõttu ja laiendamist ning tugevdada ELi konkurentsivõimet üleilmsel puhta energeetika turul, on oluline suurendada suhtlust horisontaalsete valdkondade vahel, võttes samal ajal arvesse eri sektorite vastastikust sõltuvust nii liikmesriikide kui ka ELi tasandil<sup>138</sup>.

### **3. KESKENDUMINE VÕTMETÄHTSUSEGA PUHTA ENERGEETIKA TEHNOLOOGIALE JA LAHENDUSTELE**

Siin peatükis esitatakse hinnang mitmesuguste energia tootmise, salvestamise ja süsteemi lõimimise seisukohast keskse tähtsusega puhta energeetika tehnoloogiate ja lahenduste konkurentsivõime kohta. Samuti on siin teavet selle kohta, kuidas tehnoloogia ja turg arenevad, et saavutada Euroopa rohelise kokkuleppe ja kava „REPowerEU“ eesmärgid. Siin analüüsitakse päikesepaneele, tuuleenergiat ja hoonetele mõeldud soojuspumpasid, akusid, vesiniku tootmist elektrolüüsi teel, taastuvkütuseid ja digitaristut. Samuti antakse siin ülevaade muudest olulistest tehnoloogiatest<sup>139</sup>. See tõendus põhineb analüüsil, mis tugineb I lisa loetletud näitajatele, tehti komisjonisisesel puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühmas (CETO), mida juhivad Teadusuuringute Ühiskeskus. Põhjalikud aruanded iga tehnoloogia kohta eraldi on kättesaadavad CETO veebisaidil<sup>140</sup>.

---

<sup>137</sup> Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T., ja Dufner, S. The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe - Preliminary estimates at European and country level from the COMETS inventory [*Ühinenud tootvate tarbijate panus Euroopa energiapöördesse – esmased ELi ja riikliku tasandi hinnangud COMETS andmestiku alusel*], august 2021, <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>.

<sup>138</sup> SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies – Euroopa akadeemikute teaduslikud nõuanded poliitika kujundamiseks). A systemic approach to the energy transition in Europe [*Süsteemne lähenemine ELi energiapöördele*], Berliin, 2021, <https://doi.org/10.26356/energytransition>.

<sup>139</sup> Hüdroenergia, ookeanienergia, geotermiline energia, kontsentreeritud päikeseenergia ja soojus, süsinikdioksiidi kogumine ja säilitamine, bioenergia, tuumaenergia

<sup>140</sup> [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en)

### 3.1. Päikesepaneelid<sup>141</sup>

Päikesepaneelid on viimase kümne aasta jooksul olnud maailma kõige kiiremini kasvav elektritootmise tehnoloogia. Kõikides kliimaneutraalse energiasüsteemi saavutamise stsenaariumides on päikesepaneelidel keskne roll<sup>142</sup>. Hiljutises Euroopa päikeseenergia strateegia teatises<sup>143</sup> kutsutakse üles looma aastatel 2021–2030 ligikaudu 450 GWac suurust päikesepaneelide lisavõimsust. Võttes arvesse praegust suundumust paigaldada võrguühenduse kasutamise optimeerimiseks alalisvooluvõimsus, mis on 1,25–1,3 korda suurem kui vahelduvvooluvõimsus,<sup>144</sup> kasvaks päikesepaneelide nimivõimsus ELis ligikaudu 720 GWp-ni. ELi päikeseenergia strateegias käsitletakse peamisi kitsaskohti ja investeerimistõkkeid, et kiirendada kasutuselevõttu, tagada varustuskindlus ja maksimeerida päikeseenergeetika sotsiaal-majanduslikku kasu kogu väärtusahelas<sup>145</sup>. Komisjon kiitis 2022. aasta oktoobris ametlikult heaks Euroopa päikesepaneelitööstuse liidu, mis on üks ELi päikeseenergia strateegia konkreetsetest algatustest, ning selle eesmärk on laiendada uuenduslike fotogalvaaniliste toodete ja komponentide tootmistehnoloogiat<sup>146</sup>.

Tehnoloogia analüüs. Ränielementidel põhinevate moodulite keskmine kasutegur on tõusnud 2011. aasta 15,1 %-lt 2021. aastaks 20,9 %-le<sup>147</sup>. Seda tänu suuremate pooljuhtplaatide ja tõhusamate päikeseelementide (sh mitmesiideliste elementide) kasutamisele. Euroopal on silmapaistvad teadmised ja juhtpositsioon paljutöotava perovskititehnoloogia valdkonnas, mille tootmisliine loovad praegu mitmed ELi ettevõtted, nagu Evolar (Rootsi), Saule Technologies (Poola) ja Solaronix (Prantsusmaa).

ELi päikeseenergiastrateegia<sup>148</sup> eesmärk on pöörata tagasi päikesepaneelisektori avaliku ja erasektori poolse rahastamise vähenemise suundumus<sup>149</sup>. EL on siiski selles valdkonnas endiselt tugev innovaator – aastatel 2017–2019 registreeriti märkimisväärne arv

---

<sup>141</sup> CETO tõenduspõhine analüüs (Chatzipanagi, A. jt, Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [*Puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm. päikesepaneelid ELis. 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arengu, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta*], Euroopa Komisjon, 2022, doi: 10.2760/812610 JRC130720), kui ei ole märgitud teisiti.

<sup>142</sup> Eelkõige stsenaariumid, mida prognoosivad valitsusvälised organisatsioonid, nagu Greenpeace, Energy Watch Group, Bloomberg New Energy Finance, Rahvusvaheline Energiaagentuur, Rahvusvaheline Taastuvenergia Agentuur, ning fotogalvaanikatööstuse ühendused.

<sup>143</sup> COM(2022) 221 final (ELi päikeseenergia strateegia).

<sup>144</sup> Kougias I. jt. The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan [Päikesepaneelide roll Euroopa rohelises kokkuleppes ja taastekavas], 2021, (doi: [10.1016/j.rser.2021.111017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111017)). AC: vahelduvvool DC: alalisvool

<sup>145</sup> ELi päikeseenergia strateegias välja kuulutatud juhtmeetmed hõlmavad Euroopa päikeseakti algatust, komisjoni lubade andmise paketti (sh seadusandlik ettepanek, soovitus ja suunised), ELi laiaulatuslikku oskustealast partnerlust maismaa taastuvenergia (sh päikeseenergia) valdkonnas ning ELi fotogalvaanikatööstuse liitu). Täpsemalt saaks päikesepaneelide katusele paigaldamine ELi päikeseakti algatuse kohaselt kohustuslikuks i) 2026. aastast alates kõigile uutele avaliku sektori ja ärihoonetele, mille kasulik üldpõrandapind on üle 250 m<sup>2</sup>; ii) 2027. aastast alates kõigile olemasolevatele avaliku sektori ja ärihoonetele, mille kasulik üldpõrandapind on üle 250 m<sup>2</sup>, ning iii) 2029. aastast alates kõigile uutele eluhoonetele. Eeldatakse, et need meetmed üheskoos suurendavad oluliselt investeeringuid päikesepaneelidesse ja suurendavad nende tootmise võimsus ELis.

<sup>146</sup> [https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11_en)

<sup>147</sup> VDMA, International Technology Roadmap for Photovoltaic [*Rahvusvaheline tehnoloogia tegevuskava fotogalvaanika jaoks*] 2022.

<sup>148</sup> Täpsemalt on selle eesmärk töötada Euroopa horisondi järgmises tööprogrammis välja päikeseenergiaalaste teadusuuringute ja innovatsiooni juhtalgatus, luua kavandatavas ELi päikesepaneelitööstuse liidus teadusuuringute ja innovatsiooni samm ja töötada Euroopa teadusruumi raames koos liikmesriikidega välja ühine päikeseenergia teadusuuringute ja innovatsiooni tegevuskava.

<sup>149</sup> Viimased kättesaadavad andmed 2018. ja 2019. aasta kohta.

teadusartikleid ja patenditaotlusi. Ainuüksi Saksamaa on väga väärtuslike fotoelektriliste leiutiste patenteerimisel maailmas viiendal kohal.

Väärtusahela analüüs. Nii tootmisandmed kui ka uued investeerimisprojektid kinnitavad Aasia, eelkõige Hiina domineerimist päikesepaneelide tootmises. Kogu lisanduv polükristalse ränni tootmisvõimsus (80 000 tonni), millest anti teada 2021. aasta alguses (lisaks ~650 000 tonni suurusele koguvõimsusele 2020. aastal), ja need 118 000 tonni, mis on juba ehitamisel, saab olema Hiinas<sup>150</sup>. Rännist päikeseelementid, mida toodetakse peamiselt Hiinas, moodustavad üleilmsest toodangust üle 95 %. Sellest hoolimata säilitab EL päikesepaneelide väärtusahelas märkimisväärse turuosa tootmisseadmete (50 %) ja inverterite (15 %) tootmises.

Maailmaturu analüüs. Kogu maailmas suurenesid 2021. aastal investeringud uude päikeseenergia tootmisse 19 %, jõudes 205 miljardi USA dollarini (242,5 miljardit eurot)<sup>151</sup>. 2021. aastal aga halvenes ELi kaubandusbilans veelgi, sest import suurenes ja eksport püsis stabiilsena, moodustades 13 % üleilmsest ekspordist. Paljudes tööstussektorites suuremad materjalikulud 2021. ja 2022. aastal tõid kaasa elementide ja moodulite tootmiskulude erakordse ja enneolematu kasvu, mis pööras ümber kümne aasta pikkuse kulude vähenemise suundumuse. Päikesepaneelide konkurentsivõime paranes taastumatute energiaallikatega võrreldes siiski edasi<sup>152</sup>. Seetõttu kasvab nende riikide arv, kus fotogalvaanilise elektri tootmine on odavam energiaallikas. Fossiilkütuste hinnatõus loodusõnnetuste, õnnetusjuhtumite või rahvusvaheliste konfliktide tõttu võib seda suundumust üksnes tugevdada.

Kokkuvõttes kinnitavad viimased 2021. ja 2022. aasta kohta kättesaadavad andmed varem täheldatud suundumust<sup>153</sup>. EL on kinnitanud oma positsiooni ühe suurima päikesepaneelide turu ja tugeva innovaatorina, eelkõige kujunemisjärgus fotoelektriliste tehnoloogiate ja rakenduste valdkonnas (nt põllumajandusega seotud päikesenergiatootmine, hoonetesse integreeritud fotogalvaanilised ja ujuvad fotogalvaanilised tooted). EL sõltub siiski mitme olulise komponendi puhul (pooljuhtplaadid, valuplokid, elementid ja moodulid) suurel määral Aasiast pärit impordist ning säilitab märkimisväärse kohalolu ainult tootmisseadmete ja inverterite tootmises (kus on praegu kiipide nappus)<sup>154</sup>. Fotoelektriliste toodete laialdast kasutuselevõttu mõjutavad juba ka muud probleemid, mis tulenevad taskukohasuse piirangutest (eriti väikese sissetulekuga leibkondade ja VKEdede puhul) ning liiga pikkadest ooteaegadest (nt kvalifitseeritud paigaldajate puudus). ELi päikeseenergia strateegias välja kuulutatud meetmed ja juhtalgatused pakuvad suuri võimalusi investeerida fotogalvaanilistesse varadesse ja arendada fotoelektriliste toodete tootmisvõimsust ELis ning

<sup>150</sup> Jäger-Waldau, Arnulf (2022). Overview of the Global PV Industry [Üleilmse fotogalvaanikatööstuse ülevaade]. Raamatus: Letcher, Trevor M. (toim.) Comprehensive Renewable Energy [Täielik taastuvenergeetika], 2. väljaanne, 1. kd, lk 130–143. Oxford: Elsevier. Doi. 10.1016/B978-0-12-819727-1.00054-6

<sup>151</sup> Kasutades 2021. aasta keskmist vahetuskurssi 1,1827 eurot 1 USA dollari eest. Vt [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html)

<sup>152</sup> Seda seetõttu, et maagaasi, nafta ja söe hinnad on samal ajavahemikul kasvanud palju kiiremini. Vt <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>.

<sup>153</sup> COM(2021) 952 final (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>154</sup> ELi kiibiuringu aruanne. [European Chips Report | Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs \[Euroopa Kiibiaruanne | Siseturg, tööstus, ettevõtlus ja VKEd\] \(europa.eu\).](https://ec.europa.eu/economy_finance/european-chips-report-internal-market-industry-entrepreneurship-and-smes/)

mitmekesistada importi. Samal ajal on pidevad tehnoloogilised edusammud tõhusamate ja säästvamate elementide ehituse ja tootmise suunas võimaldanud fotoelektriliste tehnoloogiate konkurentsivõimet võrdluses taastumatute energiaallikatega veelgi parandada, kuigi toorainekulud on tõusnud. See tähendab, et nii tootmise kui ka kasutuselevõtu (sh uuenduslike kasutusala) soodustamine ELis on põhjendatud.

### 3.2. Mere ja maismaa tuuleenergia<sup>155</sup>

Tuuleenergial on ELi kliima- ja energiapoliitikas keskne roll, sest tuuleenergia kasutuselevõtu kiirendamine on oluline Euroopa rohelise kokkuleppe, paketi „Eesmärk 55“ ja kava „REPowerEU“ eesmärkide saavutamiseks. Kavas „REPowerEU“ nõutakse tuuleenergia tootmisvõimsuse kiiremat paigaldamist – 2030. aastaks tuleb paigaldada 510 GW,<sup>156</sup> mis peaks moodustama ELi ülesseatud energiatootmisvõimsusest 31 %<sup>157</sup>.

EL on olnud tuuleenergiaga seotud teadusuuringute ja innovatsiooni valdkonnas maailmas juhtpositsioonil 2014. aastast alates. Ajavahemikul 2014–2021 olid avaliku sektori asjaomased kulutused 883 miljonit eurot. Praegu on kõigist innovatsiooniga tegelevatest ettevõtetest 38 % ELis, kusjuures kõige rohkem on siin idufirmasid ja uuendusmeelseid ettevõtteid. Ent 2021. aastal seati ELis üles ainult 11 GW tuuleenergia tootmise võimsust (10 GW maismaal ja 1 GW merel) ning 2022. aasta väljavaated on endiselt väiksemad kui kava „REPowerEU“ eesmärkide saavutamiseks vajalik tempo nõuaks. Kumulatiivsete tuuleenergiarajatiste valdkonnas on praegu esirinnas Hiina, kus asjaomane ülesseatud võimsus on 338 GW (peamiselt tänu 2021. aasta suurenenud kasutuselevõtule). Samal aastal jõudis ELi kumulatiivne ülesseatud võimsus ligikaudu 190 GW-ni.

Kava „REPowerEU“ eesmärkide saavutamiseks on väga oluline kiirendada tuuleenergia kasutuselevõttu, mis nõuab selgeid investeerimiskavasid ja poliitiliste eesmärkide muutmist tegelikeks rakendusmeetmeteks, sealhulgas täita lubadus hõlbustada tuuleparkidel lubade saamist.

Tehnoloogia analüüs. Üleilmne ülesseatud maatuulikute koguvõimsus oli 2021. aastal 769 GW, mis on peaaegu kolm korda suurem kui kümme aastat varem,<sup>158</sup> kusjuures ainuüksi 2021. aastal paigaldati 72 GW võimsust. 2021. aasta oli rekordiline ka avameretuulikute jaoks, sest kogu maailmas seati üles 21 GW uut võimsust, mida on üle kolme korra rohkem kui 2020. aastal, mis oli eelmine rekordaasta. 2021. aastal oli üleilmne ülesseatud koguvõimsus 55 GW<sup>159</sup>. Hiina juhtis maailmas ülesseatud võimsuse suurendamist 2021. aastal, lisades maa- ja meretuuliku koguvõimsusega 30,6 GW ja 16,9 GW.

---

<sup>155</sup> CETO tõendus põhine analüüs (Telsnig, T. jt. Puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm: Wind Energy in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [Tuuleenergia Euroopa Liidus – 2022. aasta seisundiaruanne tehnoloogia arengu, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta], Euroopa Komisjon, 2022, doi: 10.2760/855840, JRC130582), kui ei ole märgitud teisiti.

<sup>156</sup> SWD(2022) 230 final (Implementing the REPower EU Action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets [Kava „REPowerEU“ elluviimine: investeerimisvajadused, vesinikusektori edendamise algatus ja biometaani eesmärkide saavutamine]). Kättesaadav aadressil <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

<sup>157</sup> SWD(2022) 230 final (According to PRIMES modelling projections of the net installed power capacity in REPowerEU in 2030), joonis 3. Kava „REPowerEU“ kohane ülesseatud netovõimsus (GWe) 2030. aastal. Kättesaadav aadressil <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

<sup>158</sup> Renewable Capacity Statistics 2022 [Taastuvenergeetika statistika 2022], IRENA, Abu Dhabi, 2002.

<sup>159</sup> Renewable Capacity Statistics 2022 [Taastuvenergeetika statistika 2022], IRENA, Abu Dhabi, 2002.

ELi maatuulikute koguvõimsus oli 2021. aasta lõpus 173 GW ja meretuulikutel ligikaudu 16 GW. Kõigi tuulikute koguvõimsus moodustas ligikaudu 14 % ELi elektri kogutarbimisest. 2010. aastal alanud perioodi arvesse võttes jäi ELis lisandunud maatuulikute võimsus (10 GW<sup>160</sup>) 2021. aastal alla eelnenud aastatest vaid ühele. Ent 2021. aastal võeti ELis kasutusele ainult 1 GW avamere tuuleenergiat<sup>161</sup>. Sektoris tegutsejad toovad välja, et lubade andmine on tuuleenergia jätkuva ja ulatusliku kasutuselevõtu üks peamisi kitsaskohti, sest see põhjustab viivitusi ja vähendab lõpetatud projektide arvu. See omakorda vähendab tarneahela kasumlikkust. Komisjon on REPowerEU paketi osana esitanud seadusandlikud ettepanekud ja suunised lubade andmise kiirendamiseks.

Väärtusahela analüüs. Tuuleenergeetika sektor on kujunenud üleilmseks tööstuseks, hõlmates umbes 800 tootmisrajatist. Enamik neist on Hiinas (45 %) ja Euroopas (31 %)<sup>162</sup>. EL on säilitanud liidripositsiooni tuuleenergeetika tehnoloogiate väga väärtuslike patentide osas: selliste leiutiste osakaal oli 2017.–2019. aastal 59 %. ELi turbiinootjad on jätkuvalt esirinnas kvaliteedi, tehnoloogia arengu ning teadusuuringutesse ja innovatsiooni investeerimises. ELi tuuleenergeetikatööstusel on suur suure lisandväärtusega komponentide (nt tornid, käigukastid ja labad) ja muudiski tööstussektorites kasutatavate seadmete (nt generaatorid, energiamuundurid ja juhtimissüsteemid) tootmise võimsus. ELi meretuulikute tootmise väärtusahel hangib komponente peamiselt ELi tootjatelt. Ent maatuulikute jaoks hangivad ELi algseadmete valmistajad komponente paljudelt erinevatelt välismaistelt tarnijatelt.

Paljud turbiinikomponendid imporditakse peamiselt Hiinast. Võimalikud raskused toorainetootmise suurendamisel 2030. aasta eesmärkide saavutamiseks vajalikule tasemele võivad tekitada ELi tuuleenergeetikatööstusele probleeme. Takistuseks on ka ressursihindade tõus 2021. aastal ja varustuskindluse puudumine. Sektor on komposiitlabade ringlussevõtuga seoses tekitanud ka keskkonnaalaseid murekohti. Seepärast keskenduvad nii riiklikud kui ka ELi tuuleenergeetikaalased teadusprogrammid üha enam ringlusele.

Maailmaturu analüüs. EL on viimase kümne aasta jooksul säilitanud välismaailmaga positiivse kaubandusbilansi (1,8–2,8 mld eurot). Kuid Hiina ja Indiaga on ELi kaubandusbilans 2018. aastast alates negatiivne. Hiina algseadmete valmistajate üleilmne turuosa ületas 2020. aastal esimest korda ELi oma. ELi juhtivatel turgudel on siiski suur hulk omamaiseid tootjaid<sup>163</sup>.

Kokkuvõttes jääb ELi tuuleenergeetikasektor teadusuuringute ja innovatsiooni ning väga väärtuslike patentide poolest maailmas juhtpositsioonile. Seda tänu oma tootmisvõimsusele, tööjõule ja oskustele. Kuid 2030. aasta eesmärkide saavutamiseks peab see sektor suurendama igal aastal ELis ülesseatavat võimsust praegusega võrreldes üle kahe korra.

<sup>160</sup> Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026 [Tuuleenergia Euroopas: 2021. aasta statistika ja prognoos aastateks 2022–2026], WindEurope, Belgia, 2022.

<sup>161</sup> Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026 [Tuuleenergia Euroopas: 2021. aasta statistika ja prognoos aastateks 2022–2026], WindEurope, Belgia, 2022.

<sup>162</sup> Järgnesid India (7 %), Brasiilia (5 %) ja Põhja-Ameerika (4,5 %). Vt ka WindEurope/Wood Mackenzie, Wind energy and economic recovery in Europe [Tuuleenergeetika ja majanduse taastumine Euroopas], Belgia, 2020.

<sup>163</sup> WindEurope/Wood Mackenzie, Wind energy and economic recovery in Europe [Tuuleenergeetika ja majanduse taastumine Euroopas], 2020.

Taastuenergia direktiivi<sup>164</sup> rakendamine, hiljutine ettepanek selle muutmiseks<sup>165</sup> ning komisjoni asjaomased 2022. aasta soovitus ja suunised<sup>166</sup> peaksid kaotama peamised lubade saamisega seotud kasutuselevõtutakistused. Liikmesriikide tuuleparkide kavades varem selgelt teadaandmine võimaldab ka tulevaste võimsuste õigeaegset ettevalmistamist. Samal ajal edendavad ringlusega seotud teadusuuringud ja innovatsioon sektori arengut, leevendades keskkonnavalaseid murekohti ja tarnehäireid, parandades seeläbi ELi tuuleenergeetikasektori konkurentsivõimet.

### 3.3. Hoonetes kasutatavad soojuspumbad

ELi tasandil toetatakse soojuspumpasid Euroopa rohelise kokkuleppe, paketi „Eesmärk 55“ ja kava „REPowerEU“ raames üha enam<sup>167</sup>. Kavas „REPowerEU“ kutsutakse üles individuaalsete soojuspumpade praegust kasutuselevõtu määra kahekordistama, mis tähendaks 10 miljoni soojuspumba kasutussevõttu järgmise viie aasta jooksul ja 30 miljoni soojuspumba kasutussevõttu 2030. aastaks, ning sellega peaks kaasnema ka ELi tootmisvõimsuse suurendamine. Samuti nõutakse kavas suurte soojuspumpade kiiremat kasutuselevõttu kaugkütte- ja kaugjahutusvõrkudes. Katusele paigaldatavate päikesepaneelide (ka kütteks) ja soojuspumpade laialdane koos kasutusele võtmine koos nutikontrolleritega, mis reageerivad võrgu koormusele ja hinnasignaalidele, aitaks vähendada kütte CO<sub>2</sub> heidet ja võrgu lõimimise probleeme.

Tehnoloogia analüüs. Hoonetes kasutatavad soojuspumbad on kaubandusvõrgus olemas. Neid võib liigitada vastavalt soojusenergia ammutamise allikale (õhk, vesi või maapind), keskkonnale, millele nad soojust üle kannavad (õhk või vesi), otstarbele (ruumi kütmine või jahutamine, olmevee soojendamise) ja turusegmentidele (äri- või eluhooned ja võrgud).

Mis puudutab soojuspumpasid, mida kasutatakse peamiselt ruumide ja olmevee soojendamiseks, siis 2021. aasta lõpuks oli neid paigaldatud Euroopas peaaegu 17 miljonit, aga sama aasta müügiarv oli 2,18 miljonit, mis tähendab, et viimase viie aasta jooksul kasvas nende arv aastas 17 % ja viimase kolme aasta jooksul aastas 20 %<sup>168</sup>.

Individuaalsete soojuspumpadega seotud teadusuuringuid ja innovatsiooni kannustab soov saada tõhusamaid, kompaktsemaid ja vaiksemaid seadmeid, suuremat ümbritseva õhu temperatuuri vahemikku, mille juures seadmed töötavad, digitaliseeritust optimaalseks integreerimiseks energiavõrkudega ning kohalikku energiatootmist ja salvestamist. Samuti kiirustavad neid takka arenevad ELi õigusnormid, mille eesmärk on suurendada energiatõhusust ja vähendada olelusringi keskkonnamõju (sh materjalide ringlus ja madala globaalse soojendamise potentsiaaliga külmaained). Kaubandusvõrgus müüdavate soojuspumpadega seotud teadusuuringud ja innovatsioon puudutavad näiteks samaaegset kütmist ja jahutamist koos soojusenergia salvestamisega.

<sup>164</sup> ELT L 328, 21.12.2018. 11. detsembri 2018. aasta direktiiv (EL) 2018/2001 taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta.

<sup>165</sup> COM(2021) 557 final (Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv, millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi (EL) 2018/2001, Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrust (EL) 2018/1999 ning Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 98/70/EÜ seoses taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamisega ning tunnistatakse kehtetuks nõukogu direktiiv (EL) 2015/652).

<sup>166</sup> SWD(2022) 0149 final (Suunis liikmesriikidele taastuenergiaprojektidele loa andmise menetluste kiirendamise heade tavade kohta).

<sup>167</sup> COM(2022) 230 final (Kava „REPowerEU“).

<sup>168</sup> Euroopa Soojuspumpade Liit (EHPA), 2022, <https://www.ehpa.org/market-data/>.

ELi teadusuuringute ja innovatsiooni positsioon on tugev ja tugevneb veelgi. EL juhib hoonetes peamiselt kütmiseks kasutatavate soojuspumpade patentide valdkonnas. Aastatel 2017–2019 esitati väärtuslike leiutiste patentidest 48 % ELis, järgnesid Jaapan (12 %), Ameerika Ühendriigid (8 %), Korea (7 %) ja Hiina (5 %)<sup>169</sup>. Aastatel 2014–2022 eraldati programmist „Horisont 2020“ hoonetes kasutatavate soojuspumpade projektide rahastamiseks kokku 277 miljonit eurot.

Väärtusahela analüüs. Soojuspumpade tootmise, paigaldamise ja hooldamise käive ELis ulatus 2020. aastal 41 miljardi euroni ning on viimase kolme aasta jooksul kasvanud keskmiselt 21 % aastas. Soojuspumpadega otsesed ja kaudselt seotud töökohti oli 2020. aastal 318 800, mis tähendab, et viimase kolme aasta jooksul on kasv olnud keskmiselt 18 % aastas. Need andmed hõlmavad igasuguseid soojuspumpasid (sh jahutamiseks ja/või kütmiseks kasutatavaid õhk-õhk-soojuspumpasid)<sup>170</sup>.

Soojuspumpade tootmiseks ei ole vaja kriitilise tähtsusega tooraineid, aga seda mõjutab praegune üleilmne pooljuhtide nappus.

Maailmaturu analüüs. ELis koosneb peamiselt kütmiseks kasutatavate soojuspumpade väärtusahel paljudest VKEdest ja mõnest suurest turuosalisest. Imporditavate soojuspumpade osakaal suureneb ja kaubandusbilansi puudujääk ulatus 2021. aastal 390 miljoni euroni, samas kui viie aasta eest registreeriti 202 miljoni euro suurune ülejääk<sup>171</sup>. Import Hiinast kahekordistus 2021. aastal, ulatudes 530 miljoni euroni.

Kokkuvõtteks võib öelda, et soojuspumpade kasutuselevõtt edeneb juba kiiresti, kuid REPowerEU eesmärkide saavutamiseks tuleb seda veelgi kiirendada. ELis asuvad tarnijad peavad tootmist suurendama, et kaasa rääkida ELi kasvava soojuspumbanõudluse rahuldamisel. Mõned selle sektori ühendused väidavad, et suure globaalse soojendamise potentsiaaliga külmaainete kiirem kasutuselt kõrvaldamine aeglustaks teatavatel kasutuseladel kasvu, kuid F-gaaside määruse<sup>172</sup> muutmise ettepanekus esitatud keelukuupäevad on kavandatud nii, et anda sektorile kohanemiseks piisavalt aega. Koolitatud paigaldajate puudumine ja suured algkulud võivad aeglustada kasutuselevõttu ELis.

Sektor nõuab soojuspumbakiirendit, milles osaleks komisjoni, liikmesriikide ja sektori enda esindajad. Sellist kiirendit toetaksid selged ja järjekindlad poliitilised signaalid, mis tagasid pikaajalise planeerimise kindluse, soodne õigusraamistik ning see aitaks vähendada suurema koostöö ning teadusuuringute ja innovatsiooni kaudu kulusid ja töötada välja soojuspumpadele keskenduvate oskuste pakt. Kava „REPowerEU“ raames toetab komisjon liikmesriikide jõupingutusi ühendada oma avaliku sektori vahendid võimalike üleeuroopalist huvi pakkuvate tähtsate projektide kaudu, milles keskendutakse murrangulisele tehnoloogiale ja innovatsioonile soojuspumpade väärtusahelas, ning luua oskuste pakti raames ulatuslik oskuste partnerlus.

<sup>169</sup> Lyons, L. jt, Euroopa Komisjoni puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm. Heat Pumps in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [Soojuspumbad Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arengu, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta], 2022, JRC130874.

<sup>170</sup> EurObserv'ER-i andmete põhjal, 2020.

<sup>171</sup> COMEXTi kood 841861.

<sup>172</sup> COM(2022) 150 final (Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus, milles käsitletakse fluoritud kasvuhooonegaase ning millega muudetakse direktiivi (EL) 2019/1937 ja tunnistatakse kehtetuks määrus (EL) nr 517/2014).

### 3.4. Akud

Akudel on oluline roll Euroopa rohelise kokkuleppe eesmärkide saavutamisel ja kava „REPowerEU“ rakendamisel,<sup>173</sup> sest need võivad vähendada sõltuvust transpordisektoris kütuste importi, tagada taastuvelektri maksimaalse kasutamise ja vähendada piiranguid. 2030. aastaks peaks ELi teedel sõitma üle 50 miljoni elektrisõiduki (mille akude kogumahutavus on vähemalt 1,5 TWh) ja kasutuses olema üle 80 GW/160 GWh statsionaarseid akusid<sup>174,175</sup>. EL liigub 2035. aastaks järk-järgult heitevabade uute autode suunas, järgides eesmärki jõuda 2050. aastaks kogu ELis 270 miljoni heitevaba sõidukini (valdavalt elektrisõidukid). Elektromobiilsus on peamine akude nõudluse tekitaja. Eeldatavasti domineerivad liitium-ioonakud turul ka pärast 2030. aastat, kuid samal ajal arendatakse ka muid tehnoloogiaid.

Tehnoloogia analüüs. Vaatamata kiipide ja magneesiumi tarnehäiretele on patareide ja akude tehnoloogia kasutuselevõtt ELis jõudnud kõigi aegade kõrgimale tasemele: 2021. aastal müüdi 1,7 miljonit uut elektrisõidukit, mis moodustab 18 % turust (võrreldes 2019. aasta 3 % ja 2020. aasta 10,5 %)<sup>176</sup> ja millega mööduti Hiinast (16 %). Elektrisõidukite müük riikides ulatus 1,3 %-st Küprosel 45 %-ni Rootsis. ELi statsionaarsete akude turg kasvab samuti kiiresti ja prognooside kohaselt jõuab see 2022. aasta lõpuks 8 GW/13,7GWh-ni<sup>177</sup>. Siiski on vaja kiiremat kasvu, et vähendada sõltuvust gaasil töötavatest tippkoormust katvatest elektrijaamadest, nagu kava „REPowerEU“ eesmärkides on ette nähtud.

2021. aastal langes akude keskmine hind maailmaturul 6 % ehk ligikaudu 116 EUR/kWh-ni<sup>178</sup> ja ELi turul ligikaudu 150 EUR/kWh-ni. See on pikaajaline suundumus. Kuna 2022. aastal pakkumispoolsete vapustuste tõttu hinnad tõusid, on see suundumus nüüd pöördumas (nt 2022. aasta kevadel tõusis liitiumkarbonaadi hind 2021. aastaga võrreldes 974 %)<sup>179</sup>. Akukogumid on 2022. aastal 2021. aastaga võrreldes vähemalt 15 % kallimad<sup>180</sup>. Võrgus kasutatavate liitiumioonakukogumite süsteemikulud olid 2021. aastal ligikaudu 350 EUR/kWh<sup>181</sup> ja majapidamiste salvestussüsteemide puhul ligikaudu kaks korda suuremad.

*Väärtusahela analüüs. Peaaegu kogu ELis toimuv liitiumioonakude masstootmine oli 2021. aastal ikkagi ELis (Ungaris ja Poolas) tegutsevate Aasia tootjate kätes. Uute gigatehaste ehitamine tähendab, et EL (eelkõige Saksamaa ja Rootsi) peaks järk-järgult oma*

<sup>173</sup> COM(2022) 230 final (Kava „REPowerEU“).

<sup>174</sup> Policy scenarios for delivering the European Green Deal [Politiikastenaariumid Euroopa rohelise kokkuleppe eesmärkide täitmiseks], Euroopa Komisjon, 2021. Kättesaadav aadressil [https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal\\_en](https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en).

<sup>175</sup> Policy scenarios for delivering the European Green Deal [Politiikastenaariumid Euroopa rohelise kokkuleppe eesmärkide täitmiseks], Euroopa Komisjon, 2021. Kättesaadav aadressil [https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal\\_en](https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en).

<sup>176</sup> Euroopa Autotootjate Ühendus (ACEA), veebruar 2022, <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-9-1-hybrid-19-6-and-petrol-40-0-market-share-full-year-2021/>.

<sup>177</sup> European Market Monitor on Energy Storage [Euroopa energiasalvestusturu jälgija], kuues väljaanne (EMMES 6.0), <https://ease-storage.eu/publication/emmes-6-0-june-2022/>.

<sup>178</sup> BNEF, Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh [Akukogumite hinnad langevad keskmiselt 132 \$/kWh juurde], 30. november 2021. USA dollari vahetuskurss 30. novembril 2021 oli 0,8826 eurot.

<sup>179</sup> Energy Storage News, BloombergNEF predicts 30 % annual growth for global energy storage market to 2030 [BloombergNEF prognoosib 2030. aastaks üleilmse energiasalvestusturu 30 % aastakasvu], 4. aprill 2022.

<sup>180</sup> IEA, Global EV outlook 2022 [Üleilmne elektrisõidukite prognoos aastal 2022], 2022.

<sup>181</sup> Põhineb Aurora Energy Researchi 21. aprilli 2022. aasta veebiseminaril „How high can battery costs get?“ [Kui kõrgeks võivad minna akudega seotud kulud?]

туруosa suurendama. Rootsi Northvolt tootis esimese täielikult ringlussevõetud niklist, mangaanist ja koobaltist valmistatud akuelemendi 2021. aasta lõpus ning alustas kommertstarnetega 2022. aastal. Tehase sõnul on nende ringlussevõetuprotsess väga tõhus ja akudes olevatest metallidest taaskasutatakse kuni 95 %<sup>182</sup>.

ELi ülesseatud tootmisvõimsus peaks 2022. aasta lõpuks ületama 75 GWh<sup>183</sup> (2021. aasta keskel oli see 44 GWh). Käimasolevatest projektidest on näha, et EL peaks suutma rahuldada 2025. aastal akude nõudlusest 69 % ja 2030. aastal 89 %<sup>184</sup>. See on suures osas Euroopa akuliidu algatuste tulemus<sup>185</sup>.

Tarneahela alguses olev toorainete segment on akude väärtusahela kõige väiksema vastupanuvõimega lüli. Mitmest ELi algatusest hoolimata suurenes 2021. aastal akutoorainete tarnelõhe<sup>186</sup>. Kasutatud akud saadetakse ringlussevõtuks endiselt peamiselt Aiasiasse<sup>187</sup>.

EL edendab kiiresti liitumioontehnoloogiat (eelkõige kõige paremini toimivat NMC<sup>188</sup> tegevussuunda), kuid rohkemal toorainetel põhinevate statsionaarsete akude tehnoloogiatega valdkonnas on areng liiga aeglane (nt läbivooluakud ja naatriumioonakud – viimastel on muu hulgas Hiinas toimunud arengut arvestades hea elektrisõidukites kasutamise potentsiaal). Samuti võtab EL aeglasemalt kasutusse odavamad liitiumi (iooni) ja raudfosfaadi tehnoloogiat, mida kasutatakse üha enam Aiasias ja mis ei sõltu nii palju kriitilisest tähtsusest toorainetest.

Maailmaturu analüüs. Hiinale kuulub üleilmsest liitumioonakude tooraine rafineerimise võimsusest 80 %, elementide tootmise võimsusest 77 % ja akukomponentide tootmise võimsusest 60 %<sup>189</sup>. ELi liitumioonakude kaubandusbilansi puudujääk kasvas 2021. aastal jätkuvalt ja ulatus 5,3 miljardi euroni<sup>190</sup> (25 % rohkem kui 2020. aastal). Üleilmsest elektrisõidukite tootmisest umbes 19 % toimub ELis,<sup>191</sup> kuid siin on väga väike osa tarneahela eelnevatest lülidest (v.a koobalti töötlemine). Elektribusside tootmine ja kasutuselevõtt ELis (2021. aasta lõpus oli kasutuses 7356 elektribussi) on tühine võrreldes Hiinaga, kus sõidavad maailma 670 000 elektribussist üle 90 %<sup>192</sup>.

Kokkuvõttes suurendab EL üha enam odavama/pikaajalisema salvestamise jaoks hädavajalikku tehnoloogilist suutlikkust (nt naatriumioontehnoloogia, tsingipõhine

<sup>182</sup> NorthVolt.com, „Northvolt produces first fully recycled battery cell“ [Northvolt toodab esimese täielikult jäätmetest valmistatud akuelemendi], 12. november 2021.

<sup>183</sup> Sh LG Chem (Poola): 32 GWh; Samsung SDI (Ungari): 20 GWh; Northvolt (Rootsi): 16 GWh; SK Innovation (Ungari): 7,5 GWh ([Benchmark Minerals: Europe's EV gigafactory capacity pipeline to grow 6-fold to 789.2 GWh to 2030 \[Euroopa elektrisõidukite gigatehase tootmisvõimsus võib 2030. aastaks kasvada kuuekordseks ehk 789.2 GWh-ni\] – Green Car Congress](#)). Teised tootjad (nt SAFT, MES ja Leclanché) panustavad väiksema tootmisvõimsusega, kuid suurendavad tootmiskahte.

<sup>184</sup> EIT InnoEnergy, Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries [Kõrgetasemelise akudeteemalise ministrite kohtumise jaoks], veebruar 2022.

<sup>185</sup> [Euroopa akuliit \(europa.eu\)](#)

<sup>186</sup> EIT InnoEnergy, Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries [Kõrgetasemelise akudeteemalise ministrite kohtumise jaoks], veebruar 2022.

<sup>187</sup> EBA250, Euroopa akuliidu tööstusarengu programm, <https://www.eba250.com/>.

<sup>188</sup> NMC = nikkel, mangaan, koobalt.

<sup>189</sup> Willuhn M. National lithium-ion battery supply chains ranked [Riiklikud liitumioonakude tarneahelad on järjestatud], PV Magazine, 16. september 2020.

<sup>190</sup> Comexti 2022. aasta andmed.

<sup>191</sup> Põhineb Procomi 2021. aasta ELi tootmisandmetel ja Rahvusvahelise Energiaagentuuri andmetel elektrisõidukite üleilmse müügi kohta 2021. aastal.

<sup>192</sup> Rahvusvahelise Energiaagentuuri elektrisõidukite prognoos 2022. aasta kohta.

tehnoloogia, läbivooluakud) ning on tugev lõpptoodete valdkonnas (eelkõige elektrisõidukite tootmises ja kasutuselevõtus, v.a elektribussid). Samuti on EL kiiresti jõudmas järgi liitumioonelementide tootmises ning on akude tootmises saamas 2030. aastaks peaaegu isemajandavaks. Käimasolevatest algatustest hoolimata on kodumaiste toorainete ja kõrgtehnoloogiliste materjalide tootmise puudumine püsiv probleem. ELi eesmärk on suurendada jõupingutusi nende probleemide lahendamiseks alates kaevandamisest kuni rafineerimiseni ja töötlemisest ringlussevõtuni (nt väljakuulutatud Euroopa kriitilise tähtsusega toorainete õigusakt).

### 3.5. Saastevaba vesiniku tootmine vee elektrolüüsi teel

Saastevabal vesinikul<sup>193</sup> on suur potentsiaal aidata kaasa ELi kliima- ja energeetikaeesmärkide saavutamisele. Seda saab kasutada kütusena sektorites, mida on raske elektrifitseerida (nt kaug- ja raskeveod), keemilise lähteainena (nt väetised ja muud kemikaalid) ning tööstusprotsessides (nt terase või tsemendi tootmine). Prognooside kohaselt moodustavad vesinik ja selle derivaadid 2050. aastal ülemaailmsest energiaallikate jaotusest 12 %, <sup>194</sup> kuid vee elektrolüüsi teel saadud saastevaba vesinik moodustab praegu ELi kogutoodangust vaid 0,1 %.

Kava „REPowerEU“ on veelgi kasvatanud 2020. aasta vesinikustrateegia poliitikaeesmärke<sup>195</sup> ning seadnud 2030. aastaks taastuvallikatest toodetud ja vähese CO<sub>2</sub> heitega vesiniku liidusese tootmise eesmärgiks 10 miljonit tonni ja impordieesmärgiks samuti 10 miljonit tonni (osaliselt ammoniaagina). Euroopa vesinikupanga loomine kiirendab taastuvvesiniku tootmist ja kasutamist ning aitab kooskõlastatult arendada vajalikku taristut<sup>196</sup>.

Komisjon ja ELi juhtivad elektrolüüsiseadmete tootjad kohustusid suurendama vesiniku tootmise võimsust 2025. aastaks kümnekordseks – 17,5 GW-ni<sup>197</sup>. Peale selle eraldatakse liikmesriikide taaste- ja vastupidavuskavades vesinikutehnoloogiatele ligikaudu 10,6 miljardit eurot ning komisjon kiitis 2022. aastal juulis ja septembris heaks kaks üleeuroopalist huvi pakkuvat tähtsat projekti, mille investeerimiseelarved on vastavalt 5,4 ja 5,2 miljardit eurot ja milles osaleb vastavalt 15 ja 13 liikmesriiki.

Tehnoloogia analüüs. 2020. aastal oli üleilmne tootmisvõimsus 300 MW<sup>198</sup> ja Euroopas (sh Ühendkuningriigis ja EFTA riikides) oli ülesseatud võimsus 2021. aastal 135 MW. Prootonivahetusmembraaniga (PEM) ja leelistehnoloogiaga elektrolüüsiseadmed moodustavad Euroopa territooriumil (sh EFTA ja Ühendkuningriik) ülesseatud võimsusest vastavalt 55 % ja 44 %<sup>199</sup>.

<sup>193</sup> Euroopa Komisjon käsitleb saastevaba vesinikuna seda, mis on toodetud taastuvelektriga või biomassist, mille CO<sub>2</sub> heide on fossiilkütustest 70 % väiksem. Euroopa Komisjon on määranud vähese CO<sub>2</sub> heitega vesiniku jaoks künne 15. detsembri 2021. aasta gaasi ja vesiniku CO<sub>2</sub> heite vähendamise paketi (COM(2021) 803 final).

<sup>194</sup> IRENA. Geopolitics of Energy Transformation: the Hydrogen Factor [*Energiapöörde geopoliitika: vesinikutegur*], Abu Dhabi, 2022.

<sup>195</sup> COM(2020) 301 (Kliimaneutraalse Euroopa vesinikustrateegia).

<sup>196</sup> Nagu teatati 14. septembri 2022. aasta kõnes olukorras Euroopa Liidus. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH\\_22\\_5493](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_22_5493)

<sup>197</sup> 5. mai 2022. aasta ühisdeklaratsioon, <https://ec.europa.eu/documents/50014/>.

<sup>198</sup> Global Hydrogen Review [*Üleilmne vesiniku ülevaade*], IEA, 2021.

<sup>199</sup> The Clean Hydrogen Monitor [*Saastevaba vesiniku ülevaade*], Hydrogen Europe, 2021.

Elektritootmise tasandatud kulud on peamine tegur, mis mõjutab elektrolüüsiseadmetesse tehtud investeeringute majanduslikku elujõulisust, ning elektrihindade tõus on jätkuvalt üks peamisi probleeme elektrolüüsi teel saadud vesiniku tootmise konkurentsivõimelisuse tagamisel.

Taastuvaallikatest saadava vesiniku tootmise kulud Euroopas varieeruvad alates 6,8 EUR/kgH<sub>2</sub> (päikese jõul) (2020. a mediaan) kuni 5,5 EUR/kgH<sub>2</sub> (tuule jõul)<sup>200</sup>. Elektrolüüsiseadmete maksumus peaks kõrgel temperatuuril toimuva elektrolüüsi tõttu langema 2130 EUR/kW-lt (2020) 520 EUR/kW-le (2030). PEM- ja leeliselektrolüüsiseadmete maksumuse eesmärgid 2030. aastaks on vastavalt 500 ja 300 EUR/kW<sup>201</sup>.

Väärtusahela analüüs. Vee elektrolüüsiseadmete tootmisvõimsus Euroopas oli 2021. aasta hinnanguliselt 2,5 GW/a<sup>202</sup>. Üleilmne tootmisvõimsus oli hinnanguliselt ligikaudu 6–7 GW/a (nii Euroopa kui ka maailma turgudel umbes 2/3 leelis- ja 1/3 PEM-tehnoloogiat)<sup>203</sup>.

Euroopa tootmismahud on väiksemad kui Hiinas ja Ameerika Ühendriikides. Hinnangute kohaselt kuulub pool maailma leeliselise elektrolüüsi tootmisvõimsusest Hiina äriühingutele ning suurem osa PEM-elektrolüüsi tootmisvõimsusest Ameerika äriühingutele. Euroopas on esikohal tootmisettevõtete arvu ja tahkete oksiidide elektrolüüsi poolest, kuid vajalike kriitilise tähtsusega toorainete saamisel sõltume sellistest riikidest nagu Hiina, Venemaa ja Lõuna-Aafrika, sest liidu territooriumilt saab neid aineid ainult 1–3 %<sup>204</sup>.

Saastevaba vesiniku tootmise kasvuga seotud veetarbimine (praegu umbes 17 l/kgH<sub>2</sub>) suurendab survet mageveevarudele, nii et uued elektrolüüsiseadmed peaksid vastama veepoliitika raamdirektiivile,<sup>205</sup> et vältida tootmises ka veega seotud kitsaskohti.

Maailmaturu analüüs. Ainult 0,2 % Euroopa aastasest (taastumatu) vesiniku nõudlusest (8,4 miljonit tonni) tarnitakse väljastpoolt liitu<sup>206</sup>. Kuigi rahvusvaheline vesinikukaubandus ei ole ikka veel reaalsus, on taastuvaallikatest toodetud vesinikuga varustamisel kava „REPowerEU“ kohaselt ELi jaoks märkimisväärsed ärivõimalusi.

Kokkuvõttes ei suuda EL suuremate koostesüsteemide, suurema automatiseerimise ja mastaabisäästuta leeliselise tehnoloogia valdkonnas Hiinaga konkureerida.

Praegu on ELi elektrolüüsiseadmete väärtusahelate olulised nõrkused kõrged elektri hinnad ja sõltuvus kriitilise tähtsusega toorainete impordist vähestest riikidest. Vaja on pikaajalisi koostöölepinguid. Samuti on vaja uurida, kas veel elektrolüüsis praegu tarvilikele haruldastele metallidele ja muudele kriitilise tähtsusega toorainetele on alternatiive. Peale selle oleneb pikaajaline edu kestlikust veega varustatusest ja piisavast ringlussevõtu

<sup>200</sup> The Clean Hydrogen Monitor [Saastevaba vesiniku ülevaade], Hydrogen Europe, 2021.

<sup>201</sup> Strategic Research and Innovation Agenda 2021-2027, Clean Hydrogen partnership [saastevaba vesiniku partnerluse strateegiline teadusuuringute ja innovatsiooni tegevuskava aastateks 2021–2027].

<sup>202</sup> Euroopa elektrolüüsijate tippkohtumise ühisdeklaratsioon, Brüssel, 5. mai 2022.

<sup>203</sup> BNEF, 2021. Pange tähele, et erinevad allikad annavad aastase tootmisvõimsuse kohta erinevaid hinnanguid.

<sup>204</sup> Dolci, F. jt, Euroopa Komisjoni puhta energia tehnoloogia vaatlusrühm. Hydrogen Electrolysis – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [Vesiniku elektrolüüs – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arengu, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta], 2022, JRC130683.

<sup>205</sup> ELT L 327, 22.12.2000. Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik.

<sup>206</sup> Hydrogen Europe, Clean Hydrogen Europe [Saastevaba vesiniku Euroopa], 2021. Aastane vesinikunõudlus hõlmab Islandit, Norrat, Šveitsi ja Ühendkuningriiki.

suutlikkusest ELis ning terviklikust lähenemisviisist nõudluse ja pakkumise lähendamiseks. ELi saastevaba vesiniku tootjate konkurentsivõime jaoks on väga oluline ELi õigus- ja rahastamisraamistike toetus ning suured investeeringuid majanduse taastamise rahastamise, üleeuroopalist huvi pakkuvate tähtsate projektide, ühtekuuluvuspoliitika, programmi „Euroopa horisont“, saastevaba vesiniku ühissetevõtte<sup>207</sup> ja innovatsioonifondi kaudu.

### 3.6. Taastuvkütused

Taastuvkütuste tehnoloogiad võivad lühiajalises perspektiivis märkimisväärselt kaasa aidata transpordi CO<sub>2</sub> heite vähendamisele, energiavarustuskindlusele ja energiavarustuse mitmekesistamisele. Kavas „REPowerEU“<sup>208</sup> märgitakse ELi gaasivarustuse mitmekesistamise olulisima osana eelkõige biometaan, <sup>209</sup> mille tootmist võiks suurendada ELi 2030. aasta eesmärgiga võrreldes kahekordseks. Seega seati biometaan taastuveneergetika prioriteetide seas esikohale.

Paketi „Eesmärk 55“ seadusandlike ettepanekute<sup>210</sup> kohaselt tekitatakse transpordisektoris 2030. aastaks taastuveneergetia järele märkimisväärne nõudlus, mis on oluliselt suurem kui parandatud ja täiendatud II taastuveneergetia direktiivi ettepanekus esitatud täiustatud biokütuste ja muust kui bioloogilise päritoluga taastuvtoorainest valmistatud vedelate ja gaasiliste kütuste osakaalu eesmärgid<sup>211</sup>. Selle põhjuseks on eesmärk vähendada kasvuhoonegaaside heidet transpordisektoris 13 % (tõenäoliselt seda ainuüksi elektrifitseerimisega ei saavutata) ning jõupingutuste jagamise määruse<sup>212</sup> ja heitkogustega kauplemise süsteemi direktiivi<sup>213</sup> parandamise ja täiendamise ettepanekutes seatud kõrgemad kasvuhoonegaaside heite vähendamise eesmärgid – vastavalt 40 % ja 61 % (kui need saavutatakse transpordi võrdse panusega). Kavas „REPowerEU“ on tehtud ettepanek suurendada nõutavaid taastuvkütuste koguseid veelgi. Erinevalt maanteetranspordist, mille CO<sub>2</sub> heite vähendamine peaks tulema suures osas elektri ja vesiniku abiga,<sup>214</sup> on ettepanekutes „ReFuelEU Aviation“ ja „FuelEU Maritime“ ette nähtud, et ELi lennuki- ja laevakütuse kogutarbimisest lennundus- ja merendussektoris moodustavad taastuvkütused vastavalt 5 % ja 6,5 %<sup>215,216</sup>.

<sup>207</sup> 2022. aasta keskpäigani on saastevaba vesiniku ühissetevõtte eraldanud 150,5 miljonit eurot, programmist „Horisont 2020“ on eraldatud 130 miljonit eurot ja innovatsioonifondist on toetatud nelja projekti kokku 240 miljoni euroga.

<sup>208</sup> COM(2022) 230 final (Kava „REPowerEU“).

<sup>209</sup> Eriti kui see on toodetud orgaanilistest jäätmetest ja jääkidest, mille tulemuseks on täiustatud biokütus transpordisektori jaoks.

<sup>210</sup> COM(2021) 550 final („Eesmärk 55“: ELi 2030. aasta kliimaeesmärgi saavutamine teel kliimaneutraalsuseni).

<sup>211</sup> COM(2021) 557 final (Direktiivi 2018/2001, määruse 2018/1999 ja direktiivi 98/70/EÜ muutmise seoses taastuvatest energiaallikatest toodetud energia edendamiseks).

<sup>212</sup> COM/2021/555 final (Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus, millega muudetakse määrust (EL) 2018/842, milles käsitletakse liikmesriikide kohustust vähendada kasvuhoonegaaside heidet aastatel 2021–2030, millega panustatakse kliimameetmetesse, et täita Pariisi kokkuleppega võetud kohustused).

<sup>213</sup> COM/2021/551 final (Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv, millega muudetakse direktiivi 2003/87/EÜ, millega luuakse liidus kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem, otsust (EL) 2015/1814, mis käsitleb ELi kasvuhoonegaaside heitkogustega kauplemise süsteemi turustabiilsusreservi loomist ja toimimist, ning määrust (EL) 2015/757).

<sup>214</sup> Sektori peamised poliitilised tõukejõud on CO<sub>2</sub> heite normid ja alternatiivkütuste taristu määrus, mis on esitatud paketi „Eesmärk 55“ osana.

<sup>215</sup> SWD(2021) 633 final, (Impact assessment accompanying the Proposal for a Regulation of the European Parliament and the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport [mõjuhindang Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse ettepaneku juurde, milles käsitletakse võrdsete võimaluste tagamist säästva lennutranspordi jaoks]).

<sup>216</sup> COM(2021) 562 final (Ettepanek: määrus, milles käsitletakse taastuvkütuste ja vähese CO<sub>2</sub> heitega kütuste kasutamist meretranspordis).

Tehnoloogia analüüs. Kommertslahendused on olemas (nt anaeroobne lagundamine biometaaniks, hüdrogeenitud taimeõli ja lignotselluloosist saadud etanooli tootmine), kuid ülesseatud tootmisvõimsust on vähe (0,43 miljonit tonni aastas) ja ka kavandatud tootmisvõimsust pole kuigi palju (1,85 miljonit tonni aastas). Tööstuskeskkonnas on demonstreeritud mitmesuguseid uuenduslikke tehnoloogiaid (nt biomassi gaasistamine Fischer-Tropschi sünteetilisteks kütusteks, kütuste tootmine pürolüüsi teel ja biometanooli tootmine) ja need on juurutamiseks valmis. Mitme järgmise põlvkonna tehnoloogia puhul on samuti tehtud märgatavaid edusamme. EL keskendub oma meetmetes täiustatud biokütustele, mida saadakse peamiselt ringlussevõetamatutest jäätmetest ja jääkidest, ning piirab toetust toidust ja loomasöödast saadavatele biokütustele.

Muude sünteetiliste taastuvkütuste (päikesekütused, teise põlvkonna mikroobikütused ja mikrovetikakütused) tehnoloogiad on enamasti ikka veel labori tasandil. Isegi elektrolüüsitud kütuste puhul ei ole kõige arenenumad tehnoloogiad veel kaubandusvõrku jõudnud, sest tehnoloogiaga on veel probleeme, elektrolüüs on veel kulukas, muundamiskaad suured (50 %) ning transpordi- ja jaotuskulud samuti<sup>217</sup>.

Väärtusahela analüüs. Täiustatud biokütuste turuletoomise peamine probleemkoht on nende konkurentsivõime võrreldes olemasolevate toidukultuuridest tehtud tavapärase biokütustega. Täiustatud biokütuste maksumus on traditsiooniliste biokütuste, nagu biodiisli ja bioetanooli turuhinnast (50–100 EUR/MWh), hinnanguliselt 1,5–3 korda kõrgem. Täiustatud biokütuste puhul on ka investeringukulud suured (kuni 500 mln eurot tehase kohta) ja seotud säästva biomassi lähteaine kättesaadavusega. On olemas märkimisväärne potentsiaal vähendada kapitalikulud 25–50 % ja lähteainekulud 10–20 % teadusuuringute ja innovatsiooni, ulatusliku kasutuselevõtu ja olemasolevates tehastes koostöötlemise kaudu.

Aastatel 2010–2021 rahastati teadusuuringutele ja innovatsioonile suunatud erasektori riskikapitaliga<sup>218</sup> biokütuseid keskmiselt 250 miljoni euroga aastas. Domineerisid Ameerika Ühendriigid ja Kanada (ehkki nende biokütuste määratlused on erinevad), aga ELi turuosa on viimase viie aasta jooksul olnud vaid 6 %. Ent väärtuslikke patente on ELil siiski kõige rohkem – kaks korda nii palju kui USA-l. Hiinal on kõige rohkem väheuuenduslikke patente ning ELi patenditaotluste arv USAs ja Hiinas kasvab.

Maailmaturu analüüs. ELile kuulub käibe alusel ligikaudu 7 % üleilmsest biokütuseturust (st 2020. aastal ligikaudu 105 miljardit eurot) ja see saadakse peamiselt esimese põlvkonna biodiislikütusest. Käive saavutas haripunkti 2018. aastal 14,4 miljardi euroga,<sup>219</sup> millest suurem osa tuli Prantsusmaalt, Saksamaalt ja Hispaaniast. ELis loodi selles väärtusahelas 250 000 otsest ja kaudset töökohta. EL on kodu ka 29 %-le maailma innovatsiooniettevõtetest, aga kõige rohkem on neid USAs ja Jaapanis.

---

<sup>217</sup> 50 %. Praegune elektrolüüsitud kütus maksab 7 EUR/l, aga 2050. aastaks peaks hind mastaabisäästu, õppeefekti ja eeldatava taastuvelektri hinna languse tõttu alanema 1–3 EUR/l-ni.

<sup>218</sup> Erainvesteringute hulka kuuluvad riskikapital, äriinglite ja seemneraha ning toetused. 57 % alates aastast 2010 tehtud investeringutest on tehtud USAs, 28 % Kanadas ja ainult 10 % ELis (JRC CETO 2022. aasta aruanne täiustatud biokütuste kohta).

<sup>219</sup> Advance Biofuels on andnud teada, et 2020. aastal oli suurim käive Prantsusmaal (veidi üle 2500 miljoni euro), järgnesid Saksamaa ja Hispaania (kumbki umbes 1500 miljonit eurot) ning Ungari, Rumeenia ja Poola (igaüks veidi vähem kui 1000 miljonit eurot) (vt puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm: Advanced biofuels in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [Täiustatud biokütused Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arendamise, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta], JRC130727).

Täiustatud biokütuste sektor alles tekib. Kommertstehaste arv on endiselt üsna väike ja rahvusvaheline kaubandus on väga tagasihoidlik. EL on maailmas juhtival kohal, sest 24st tegutsevast täiustatud biokütuse tehasest 19 on ELis. Kõige rohkem on neid Rootsis ja Soomes (kokku 12)<sup>220</sup>.

Kõigi biokütustega saab kaubelda rahvusvaheliselt. Rahvusvaheline kaubandus on väiksem kui fossiilkütuste abiga saadud biokütuste puhul ja täiustatud biokütuste puhul peaaegu olematu. ELi biokütuste import on alates 2014. aastast pidevalt kasvanud. Liidu biokütustega kauplemise puudujääk oli 2021. aastal üle 2 miljardi euro, kusjuures imporditi peamiselt Argentinast, Hiinast ja Malaisiast. Madalmaad ja Saksamaa on ELi suurimad tootjad ja üleilmsed biokütuse eksportijad.

Kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi ülesseatud ja 2030. aastaks kavandatud taastuvkütuste tootmisvõimsus on minimaalne ning säästvatest lähteainetest toodetud täiustatud biokütuste potentsiaal ELis piiratud, võib see sektor siiski aidata kaasa paketi „Eesmärk 55“ ette nähtud kasvuhoonegaaside heite vähendamise eesmärkide saavutamisele ja katta piisavalt transpordisektori elektrifitseerimisega seotud mahajäämust. Taastuvkütuste potentsiaali täielikuks ärakasutamiseks transpordisektoris tuleb veel maandada mõned tehnilised ja majanduslikud riskid. Kõigi taastuvkütuste, aga eelkõige sünteetiliste kütuste maksumus on endiselt kõrge, sest need sõltuvad taastuenergia ja vesiniku hindadest. Täiustatud biokütused sõltuvad siiski kohalikest säästvatest biomassiresurssidest ja lühikestest tarneahelatest, mis loovad palju kvalifitseeritud töökohti, vähendavad energiaostuvõimetust ja suurendavad tööstuse konkurentsivõimet. EL on selge turuliider toimivate täiustatud biokütuste tehaste ja väärtuslike uuenduste valdkonnas. ELi ettevõtted on praegu maailma esikümne hulgas, kuid erarahastuse puudumise tõttu võivad nad oma tehnoloogilise juhtpositsiooni kaotada. Seetõttu tuleks lisaks liidus toodetud energiale mõelda ka aluseks olevate Euroopa tehnoloogiate ekspordipotentsiaalile.

### 3.7. Arukad energiajuhtimise tehnoloogiad

ELi ja liikmesriikide poliitika kujundamisel on viimastel aastatel selgelt tunnustatud tarkvõrkude tähtsust. ELi 2020. aasta energiasüsteemi lõimimise strateegias<sup>221</sup> tunnustati tarkvõrkude tähtsust ELi energia- ja kliimapolitiika eesmärkide saavutamisel. 2022. aasta läbivaadatud üleeuroopalise energiataristu määruses<sup>222</sup> viidatakse aruka elektri kasutuselevõtule kui prioriteetsele teemavaldkonnale<sup>223</sup>. Liikmesriigid tunnistasid oma taaste- ja vastupidavuskavades digilahenduste potentsiaali elektrivõrkude arukamaks muutmiseks<sup>224</sup>. Elektrifitseerimine ja võrgu arukamaks muutmine edenevad, kuid kava „REPowerEU“

<sup>220</sup> Rootsis on 8 tehist, Soomes 4, Hispaanias ja Itaalias kummaski 2, Prantsusmaal ja Madalmaades kummaski 1. Väljaspool ELi on 2 tehist USA-s ning Hiinas, Indoneesias, Jaapanis ja Norras kõigis üks (JRC CETO 2022. aasta aruanne täiustatud biokütuste kohta).

<sup>221</sup> COM(2020) 299 final (Kliimanetraalse majanduse saavutamine – lõimitud energiasüsteem kliimanetraalse Euroopa nimel)

<sup>222</sup> ELT L 152, 3.6.2022. Euroopa Parlamendi ja nõukogu 30. mai 2022. aasta määrus (EL) 2022/869 üleeuroopalise energiataristu suuniste kohta ja millega muudetakse määrusi (EÜ) nr 715/2009, (EL) 2019/942 ja (EL) 2019/943 ning direktiive 2009/73/EÜ ja (EL) 2019/944 ning tunnustatakse kehtetuks määrus (EL) nr 347/2013.

<sup>223</sup> Määruses nõutakse, et tarkvõrkude projektid peavad vastama järgmistest kriteeriumidest vähemalt kahele: i) varustuskindlus; ii) turgude lõimimine; iii) võrgu turve, paindlikkus ja tarnekvaliteet ning iv) arukas sektorite integreerimine.

<sup>224</sup> Euroopa Komisjon. Recovery and Resilience Scoreboard. Thematic Analysis: Digital public services [Taaste ja vastupidavuse tulemustabel. Temaatiline analüüs: avalikud digiteenused], detsember 2021.

rakendamiseks on elektritaristu tugevdamiseks vaja teha enam. Probleemide hulka kuuluvad heitkoguste vähendamine, andmete jagamine eri osaliste vahel, paindlikkus, koostalitlusvõime ja tehnoloogiline valmisolek. ELi energiasüsteemi digitaliseerimise tegevuskavas<sup>225</sup> on rida meetmeid nende takistuste ületamiseks.

Võttes arvesse arukate energiatehnoloogiate suurt hulka ja laia valikut, keskendutakse käesolevas peatükis üksnes kolme olulisima tehnoloogia asjakohase tehnoloogilise arengu ja turumuutuste hindamisele: i) nutikas mõõtetaristu; ii) kodused energijahtimissüsteemid ning iii) elektrisõidukite arukas laadimine.

#### i) Nutikas mõõtetaristu

Nutikad mõõtetaristu süsteemid<sup>226</sup> pakuvad nii energiateenuseosutajatele kui ka tarbijatele palju eeliseid: väiksemad elektriarved tarbimise parema juhtimise tõttu, võrgu parem jälgitavus ja seega parem katkestuste haldamine, elektri tippkoormuse paremast haldamisest tingitud väiksemad võrgu-uuenduskulud ning parem kliendiohje tänu arenenud klienditaristule (st nutirakendused ja veebiportaalid)<sup>227</sup>.

Arukate arvestisüsteemide kasutuselevõtt ELis edeneb, kuigi see peaks vee kiirem olema. 2020. aastal oli arukas elektriarvesti ainult 43 %-l tarbijatest (s.o umbes 123 miljonit arvestit ELis ja Ühendkuningriigis)<sup>228</sup>. Nutika mõõtetaristu pakutavad funktsioonid on erinevad: enamikus riikides annavad need arvestiliidese kaudu üksikasjalikke tarbimisandmeid (nt tarbimistase/kuupäev/kellaeg) ja/või tarbimise koondandmeid.

Nutika mõõtetaristu kogupotentsiaali rakendamiseks on vaja rohkemat integreerimist kodude energijahtimissüsteemide ja arukate seadmetega (sh elektrisõidukite aruka laadimine) ning uute energiateenustega.

#### ii) Kodu energijahtimissüsteem

Arukate seadmete<sup>229</sup> üha laialdasem kasutuselevõtt näitab, et kodu energijahtimissüsteemidest peaks saama andmete koondamise, optimeerimise ja kolmandatele isikutele (nt energiamaakleritele ja teenuseosutajatele) saatmise kese. Komisjon valmistab ette arukate energiaseadmete tootjate tegevusjuhendit, milles määratakse kindlaks koostalitlusvõime nõuded ja andmete jagamise põhimõtted seadmete, kodu ja hoone

<sup>225</sup> COM (2022)552 final (ELi tegevuskava energiasüsteemi digitaliseerimise kohta).

<sup>226</sup> Nutika mõõtetaristu süsteemid koosnevad erinevatest komponentidest. Keskkel kohal on arukad arvestid, mida täiendavad sidevõrgud ja andmehaldussüsteemid.

<sup>227</sup> Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems, Results from the Smart Grid Investment Grant Program [*Nutikas mõõtetaristu ja kliendisüsteemid. Tarkvõrgu investeringutoetuste programmi tulemused*], Ameerika Ühendriikide energeetikaministeeriumi elektriga varustamise ja energiavarustuskindluse osakond, [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report\\_09-26-16.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf).

<sup>228</sup> Eesti, Hispaania, Itaalia, Rootsi ja Soome: 90 %; Luksemburg, Madalmaad, Malta, Prantsusmaa, Sloveenia ja Taani: 70–90 %; Läti ja Portugal: 50–70 %; Austria, Kreeka ja Ühendkuningriik: 20–50% (Vitiello, S., Andreadou, N., Ardelean, M. ja Fulli, G., Smart Metering Roll-Out in Europe: Where Do We Stand? Cost Benefit Analyses in the Clean Energy Package and Research Trends in the European Green Deal [*Nutiarvestite kasutuselevõtt Euroopas: praegune olukord. Puhta energia paketi kulude-tulude analüüs ja Euroopa roheline kokkuleppe teadusuuringute suundumused*], *Energies*, 15. kd, lk 2340, 2022, <https://doi.org/10.3390/en15072340>.

<sup>229</sup> Näideteks on arukad termostaadid, arukad pistikud, arukad valgustusseadmed, samuti hajutatud energeetikaseadmed, nagu päikesepaneelid ja elektrisõidukid.

automatiseerimissüsteemide, elektrisõidukite laadijate, energiavahendajate ning jaotusvõrguettevõtjate jaoks<sup>230</sup>.

Praegused kodu energijuhtimislahendused ulatuvad otsekliendile suunatud energiaseire rakendustest kuni kommunaalettevõtetele loodud tarkvaraplatvormideni, mida saab hiljem lõppkasutajate jaoks kasutusele võtta. Peale tavapäraste ettevõtjate, kellel on kogemusi energeetika- ja/või elektroonikavaldkonnas,<sup>231</sup> pakuvad nüüd kodu energijuhtimissüsteemi tooteid ka suured tarkvaraettevõtjad, nagu Google, Apple ja Cisco<sup>232</sup>. See suundumus rõhutab tarkvara loomise kasvavat rolli asjade interneti seadmetes.

Lähiaastatel eeldatakse, et nõudlus kodu energijuhtimissüsteemide järele kasvab märkimisväärselt. Näiteks Saksamaa turg, mis on ELi suurim riiklik kodu energijuhtimissüsteemide turg, peaks 2027. aastaks kasvama peaaegu 460 miljoni USA dollarini (544 mln eurot<sup>233</sup>) ning Prantsusmaa kodu energijuhtimissüsteemide turu aastane kasvumäär võib aastatel 2021–2027 olla 20,3 %<sup>234</sup>. See peegeldab üleilmseid suundumusi. Üleilmne kodu energijuhtimissüsteemide turg oli 2021. aastal hinnanguliselt 2,1 miljardit USA dollarit (2,5 mld eurot<sup>235</sup>) ja võib 2027. aastaks kasvada 6 miljardi USA dollarini (7 mld eurot<sup>236</sup>) (aastatel 2022–2027 on aastane kasvumäär 16,5 %)<sup>237</sup>. Praeguses etapis jääb siiski ebaselgeks, kas kodu energijuhtimissüsteem üksnes aitab tarbijatel oma tarbimist ja mugavust optimeerida või võimaldab see ka elektritarbimise juhtimist ja mastaapsemat paindlikkust.

### iii) Elektrisõidukite arukas laadimine

Elektrisõidukite arukas laadimine on elektrisõidukite, taastuvenergia tootmise ja võrguteenuste vahelise sünergia maksimeerimise võti. Elektrisõidukite kasutuselevõtu kiirus tähendab, et elektrisõidukid mitte ei tekita lühikeses ja keskpikas perspektiivis elektrinõudluse kriisi,<sup>238</sup> vaid võivad koormuskõvera ümber kujundada<sup>239</sup>. Elektrisõidukite

<sup>230</sup> [Support on the development of policy proposals for energy smart appliances | JRC Smart Electricity Systems and Interoperability \[Arukate energeetikaseadmetega seotud poliitikaettepanekute väljatöötamise tugi | Teadusuuringute Ühiskeskuse arukate elektrisüsteemide ja koostalitlusvõime osakond\] \(europa.eu\)](#)

<sup>231</sup> Nt Fortum (FI), ENEL X (IT), Bosch (DE), NIBE (SE) ja Schneider Electric (FR). Kodu energijuhtimissüsteemide müüjaid tutvustati üksikasjalikult komisjoni 2021. aasta konkurentsiaruandes (SWD(2021) 307 final, [komisjoni talituste töödokument](#)).

<sup>232</sup> Kodu energijuhtimisteenuste näideteks on Google Home, Apple Siri ja Cisco energijuhtimisteenus.

<sup>233</sup> Selles lõigus kasutatakse USA dollari 2021. aasta keskmist vahetuskurssi 1,1827 eurot, [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>234</sup> Delta-EE, <https://www.delta-ee.com/research-services/home-energy-management/>.

<sup>235</sup> Selles lõigus kasutatakse USA dollari 2021. aasta keskmist vahetuskurssi 1,1827 eurot, [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>236</sup> Selles lõigus kasutatakse USA dollari 2021. aasta keskmist vahetuskurssi 1,1827 eurot, [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>237</sup> IMARC group. Home Energy Management System Market Size and Share 2022-2027 [Kodu energijuhtimissüsteemide turu suurus ja jaotus aastatel 2022–2027], <https://www.imarcgroup.com/home-energy-management-systems-market?msclid=5440b237b02f11ecae445030f049ab37>.

<sup>238</sup> Saksamaa jaotusvõrgu simulatsioonid näitavad, et võrgu uuendamise vajadus on üsna väike, kuni elektrisõidukite arv jõuab umbes 20 %ni kõigist sõidukitest (VertgeWall, C.M. jt. Modelling Of Location And Time Dependent Charging Profiles Of Electric Vehicles Based ON Historical User Behaviour [Elektrisõidukite kohast ja ajast olenevate laadimisprofiilide mudeldamine varasema kasutajakäitumise alusel], CIRED 2021 – 26. rahvusvaheline elektrijaotuskonverents ja -näitus, 2021).

aruka laadimise mõju võib olla suurem piirkondades, kus on elektrisõidukite suur kontsentratsioon aga nõrgem võrgutaristu. Elektrisõidukite arukad laadimistehnikad võivad pakkuda võrgule tasakaalustamisteenuseid ja vähendada taastuvenergia kasutamise piiramist, vähendades seega vajadust võrgu uuendamise järele.

Arukas laadimine hõlmab erinevaid hindu ja tehnilisi laadimisvõimalusi ning seda on kolmesugust: ühesuunalised sõidukitelt võrku (V1G), kahe-suunalised sõidukite ja võrgu vahel (V2G) ning sõiduki ja kodu või hoone vahel (V2H-B). Elektrisõidukite aruka laadimise turu peamised osalised on ABB (Rootsi/Šveits), Bosch Automotive Service Solutions Inc. (Saksamaa), Schneider Electric (Prantsusmaa), GreenFlux ja Alfen N.V. (Madalmaad), Virta (Soome), Driivz ja Tesla (USA).

Üleilmne elektrisõidukite aruka laadimise turg on selgelt käivitumas. Selle hinnanguline väärtus oli 2020. aastal 1,52 miljardit USA dollarit (1,77 mld eurot<sup>240</sup>) ja aastane kogukasv aastatel 2021–2031 peaks olema 32,42 %<sup>241</sup>. Erinevalt küpsematest V1G lahendustest ei ole V2G ja V2H-B veel jõudnud laialdase turuleviimise etappi, kuigi katse- ja näidisprojektide arv kasvab.

Aruka laadimistaristu laialdase kasutuselevõttuga kaasneb kaks probleemkohta: esiteks tuleb parandada laadimispunktide, elektrisõidukite ja jaotusvõrgu vaheliste sideliidest standardimist ning teiseks tuleb leida kate kasvavale toorainenõudlusele<sup>242</sup>.

Nutika mõõdetaristu süsteemid, kodu energiajuhtimissüsteemid ja elektrisõidukite arukas laadimine peaksid edasi arenema. Nutika mõõdetaristu süsteemide kasutuselevõtt on olnud loodetust aeglasem. Nutika mõõdetaristu süsteemide võimaluste täielikuks ära kasutamiseks on vaja suuremat lõimitust kodu energiajuhtimissüsteemide ja arukate seadmetega. Arukate seadmete üha suurem arv peaks kasvatama märgatavalt nõudlust kodu energiajuhtimissüsteemide järele. Samuti peaks käivituma üleilmne elektrisõidukite aruka laadimise turg, kuid probleemid tuleb lahendada.

### 3.8. Peamised järeldused muude puhta energeetika tehnoloogiate kohta

Eelmistes peatükkides keskendutakse 2021. aastal analüüsitud puhta energeetika tehnoloogiatele ja lahendustele<sup>243</sup>. Teisi siin peatükis esitatud peamisi puhta energeetika lahendusi käsitletakse lisatud CETO aruannetes<sup>244</sup>. Need tehnoloogiad on eri arenguetappides ja arenevad erinevates kontekstides. See tähendab, et igäühel neist on oma konkurentsivõimega seotud väljakutsed ja võimalused.

---

<sup>239</sup> McKinsey&Company, McKinsey tulevase liikuvuse keskus. The potential impact of electric vehicles on global energy systems [*Elektrisõidukite võimalik mõju üleilmsetele energiasüsteemidele*], 2018

<sup>240</sup> Selles lõigus kasutatakse USA dollari 2021. aasta keskmist vahetuskurssi 1,1827 eurot. [https://www.ecb.europa.eu/stats/policy\\_and\\_exchange\\_rates/euro\\_reference\\_exchange\\_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html).

<sup>241</sup> Transparency market research, *Elektrisõidukite aruka laadimise turg aastatel 2021 – 2031*, 2021

<sup>242</sup> Elektrisõidukite laadimisjaamade kriitiliste komponentide (korpused, kaablid, ühendused, kaabli isolatsioon ja kaitsekatted ning painduvad torud) tootmiseks on vaja selliseid tooraineid nagu roostevaba teras, vask, alumiinium, polükarbonaadid, elastomeerid ja termoplastilised polüuretaanid. Elektroonika ahelate ja trükkplaatide tootmiseks on üliolulised toorained räni ja germaanium.

<sup>243</sup> COM(2021) 952 final (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

<sup>244</sup> [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

**Näiteks hüdroenergia**<sup>245</sup> on kogu ELis märkimisväärselt kasutusse võetud. Ülesseatud tootmisvõimsus oli 2021. aastal 151 GW, mida on 2011. aastaga võrreldes 6 GW rohkem ja mis vastab ligikaudu 12 %-le ELi elektri netotoodangust. ELi pumphüdroelektrijaamade 44 GW on peaaegu kogu ELi elektrisalvestusvõimsus ning tagab elektrivõrgu ja vee salvestamise võimsuse paindlikkuse. Kuna jaamad vananevad, muutub üha olulisemaks olemasolevate hüdroelektrijaamade kestlik renoveerimine ning muutmine kliima- ja turumuutustele vastupanuvõimelisemaks. EL on teadusuuringute ja innovatsiooni liider, omades 33 % kõigist maailma väärtuslikest leiutistest (2017–2019) ja olles koduks kõigist uuenduslikest ettevõtetest 28 %-le. Üleilmselt laieneval turul tuli ELilt aastatel 2019–2021 kogu maailma hüdroenergia ekspordist 50 %, mille väärtus oli 1 miljard eurot. Kuid selle potentsiaali täielikuks ärakasutamiseks peab EL lahendama probleeme, mis on seotud uute käitiste ja reservuaaride sotsiaalse heakskiidu ja keskkonnamõjuga. Kliimamuutuste mõju puudutab mitmel viisil ka Euroopa hüdroenergeetikat ja hüdroenergia reservuaarid võivad aidata seda mõju leevendada. Oluline on tunnustada mitmetarbeliste hüdroenergiareervuaaride lisakasu (peale energiatootmise) ning motiveerida kestlikumaid (st väiksema mõjuga) hüdroenergiatehnoloogiaid ja -meetmeid.

Üha rohkem võetakse asutusse ookeanienergiat<sup>246</sup>. Pikas perspektiivis võib ookeanienergia selle potentsiaali arvesse võttes katta kuni 10 % ELi energiavajadusest. ELi 2020. aasta avamere taastuvenergia strateegias<sup>247</sup> on kavandatud konkreetset ookeanienergia võimsuse eesmärgid ja pikaajaline eesmärk on saavutada 2050. aastaks vähemalt 40-GW tootmisvõimsus. EL on ookeanienergia sektoris esirinnas, sest enamik selle sektori ettevõtteid asuvad ELi riikides. Kasutuselevõtt ülesseatud võimsuse alusel kasvab nii ELis kui ka väljaspool. Üksikud seadmed toodavad juba pikema aja jooksul võrku<sup>248</sup>. Et laine- ja tõusumõõnaenergia tehnoloogiad elektriturul oma koha leiaksid ja oleks konkurentsivõimelised teiste taastuvate energiaallikatega, on vaja jätkuvat kulude vähenemist ja tagada kestlikkus. Nende laiaulatuslikuks kasutuselevõtuks on vaja ka lisarahastust katsetamiseks ja turuleviimiseks.

**Geotermiline energia**<sup>249</sup> valdkonnas on kasvanud nii elektrijaamade arv kui ka kaugkütte ja -jahutuse teenuste mahud, kuigi muude puhta energeetika tehnoloogiatega võrreldes aeglaselt. 2021. aastal võeti Saksamaal kasutusele veel kaks geotermilist elektrijaama võimsusega 1 MWe ja 5 MWe,<sup>250</sup> kasvatades ELi koguvõimsuse 0,877 GWe-ni, aga kogu maailma ülesseatud võimsus oli siis ligikaudu 14,4 GWe. 2021. aastal ulatus

---

<sup>245</sup> Quaranta, E. jt, Puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm. Hydropower and Pumped Hydropower Storage in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [*Hüdroenergia tootmine ja hüdroenergia pumphoidlad Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arengu, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta*], Euroopa Komisjon, 2022, JRC130587.

<sup>246</sup> Laine-, loodete soolsuse gradiendi ja ookeani soojusenergia muundamise tehnoloogiad.

<sup>247</sup> COM(2020) 741 final (ELi strateegia avamere taastuvenergia potentsiaali kasutamiseks kliimaneutraalsuse saavutamise eesmärgil).

<sup>248</sup> Meygen 1A loodete energia (Ühendkuningriik) on kasutuses 2018. aasta aprillist, Mutriku laineenergia (Hispaania) 2011. aasta juulist ja Shetlandi loodete energia 2016. aastast alates.

<sup>249</sup> Bruhn, D. jt, puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm: Deep Geothermal Energy in the European Union- 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [*Süvageotermaalne energia Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arendamise, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta*], Euroopa Komisjon, 2022, JRC130585

<sup>250</sup> Euroopa geotermilise energia nõukogu, 2021. aasta aruanne geotermilise energia turu kohta.

geotermilise kaugkütte ja -jahutuse jaoks mõeldud ülesseatud koguvõimsus ELis 2,2 GWth-ni ning hõlmas enam kui 262 süsteemi. Suurim kasv toimub Prantsusmaal, Madalmaades ja Poolas. Täiustatud geotermilistel süsteemidel on endiselt mitu innovatsioonialast probleemkohta, mis nõuavad täiendavaid teadusuuringuid ja innovatsiooni. Geotermilise energia tohtu potentsiaali ärakasutamiseks on äärmiselt oluline vähendada geotermilise energia projektidesse investeerimise riski. ELis on peamised probleemid seotud kulutõhususe ja keskkonnatoimega.

**Kontsentreeritud päikeseenergia ja -soojus**<sup>251</sup> võivad oluliselt kaasa aidata elektritootmisele suure otsese insolatsiooniga kohtades, kuid seni on kasutatud vaid murdosa selle potentsiaalid. 2021. aastal oli kogu maailmas ülesseatud võimsus ligikaudu 6,5 GW, sellest 2,4 GW ELis. ELis on ka suur tööstusprotsessides kasutatava soojuse turg, mida saavad osaliselt varustada kontsentreeritud päikesesoojussüsteemid. Selle elektri- ja protsessisoojuse potentsiaali uurimine koos rahaliste ja muude toetusmeetmetega võimaldaks ELil rahvusvahelise konkurentsiga paremini toime tulla. See on eriti oluline, kuna rahvusvaheliste kontsentreeritud päikeseenergia projektide arendajateks on kujunemas Hiina organisatsioonid, kuigi varem olid selle valdkonna liidrid ELi ettevõtted. Kontsentreeritud päikeseenergia on teinud kulude vähendamisel ja usaldusväärseks lahenduseks muutmisel märkimisväärsed edusamme. Euroopa organisatsioonidel on teadusuuringutes ja tehnoloogiaarenduses juhtiv roll. ELi teadlased on juhtivad teadusartiklite avaldajad ja selliste väärtuslike patentide autorid, mis suurendavad tõhusust ja vähendavad kulusid, nagu on sätestatud strateegilise energiatehnoloogia kava (SET-kava) kontsentreeritud päikeseenergia rakenduskavas<sup>252</sup>. Selles on oluline roll teadusuuringutel ja innovatsioonil ning ELi tasandil jätkatakse konkreetse toetuse andmist, nagu on teada antud ELi uues päikeseenergia strateegias.

**Süsinikdioksiidi kogumise, kasutamise ja säilitamise (CCUS) edusammud on viimastel aastatel hoogunud, kuid ELis tegutseb siiski vaid väike arv selle valdkonna käitisi.** Prantsusmaa, Saksamaa ja Madalmaad on liidrid avaliku ja erasektori teadus- ja innovatsiooniinvesteeringutes ning patenteerivate ettevõtete arvestuses. Süsinikdioksiidi kogumise, säilitamise ja kasutamise arengut takistavad endiselt mõned peamiselt õigusnormide rakendamise,<sup>253</sup> ökonomika, riski ja ebakindluse ning üldsuse heakskiiduga seotud probleemid. Innovatsioonifondist ELi toetuse saamiseks on välja valitud 11 suuremahulist süsinikdioksiidi kogumise ja säilitamise ning kogumise ja kasutamise projekti.

**Bioenergia**<sup>254</sup> moodustab ELi taastuvenergiaga varustamisest praegu peaaegu 60 %<sup>255</sup>. Bioenergia on jätkuvalt oluline mitme liikmesriigi energiasektori süleminekul, sest see aitab vähendada majanduse CO<sub>2</sub> heidet, suurendades samal ajal energia varustuskindlust ja mitmekesisust. Biomassi osakaalu prognoositav suurenemine tähendab, et EL peab

<sup>251</sup> Taylor, N. jt, puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühm. Concentrated Solar Power and Heat in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [*Kontsentreeritud päikeseenergia ja -soojus Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arengu, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta*], Euroopa Komisjon, 2022, doi: 10.2760/080204, JRC130811.

<sup>252</sup> [https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste\\_en](https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste_en)

<sup>253</sup> Näiteks Londoni protokollit ratifitseerimine.

<sup>254</sup> Motola, V. jt, puhta energiatehnika vaatlusrühm: Bioenergy in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets [*Bioenergia Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne tehnoloogia arendamise, suundumuste, väärtusahelate ja turgude kohta*], Euroopa Komisjon, 2022, JRC130730.

<sup>255</sup> See näitaja hõlmab biokütuseid, mis moodustavad umbes 7 %.

tagama bioenergia kestliku hankimise ja kasutamise ning vältima negatiivset mõju bioloogilisele mitmekesisusele ning CO<sub>2</sub> sidujatele ja varudele. Taastuvenergia direktiivi läbivaatamise ettepanek sisaldab rangemaid bioenergia kestlikkuskriteeriume ja sellega kehtestatakse liikmesriikidele nõue kohaldada oma finantstoeskeemides kaskaadi põhimõtet. Eelkõige orgaanilistest jäätmetest ja jääkidest kestlikult toodetud biometaan võib aidata saavutada kava „REPowerEU“ eesmärk vähendada ELi sõltuvust imporditud fossiilkütustest. Kohustus hakata 2024. aastaks eraldi koguma orgaanilisi jäätmeid on tulevastel aastatel suurepärase võimaluse kestliku biogaasi tootmiseks. Bioenergia võimaldab toota elektrit paindlikult ja tasakaalustada elektrivõrku ning mängib olulist rolli muutliku taastuvenergia (nt tuule- ja päikeseenergia) laialdasel kasutamisel elektrivõrkudes.

Tuumaenergia, mille jaoks oli ELis 2022. aastal 103 tuumareaktorit (101 GWe), annab ligikaudu veerandi ELi elektrist ja umbes 40 % ELi vähese CO<sub>2</sub> heitega elektrist<sup>256</sup>. Lisaks taastuvatele energiaallikatele on tuumaenergia lisatud ELi pikaajalisse strateegilisse kavasse kliimanetraalse majanduse saavutamiseks 2050. aastaks. Kavas „REPowerEU“ tunnistatakse ka tuumaenergia jõul toodetud vesiniku rolli saastevaba vesiniku tootmisel kasutatava maagaasi asendamisel. Tuumaenergia võimalik panus tulevasse vähese CO<sub>2</sub> heitega energiaallikate kasutamisse sõltub teadusuuringutest ja innovatsioonist, mille eesmärk on üha ohutumad ja puhtamad tuumatehnoloogiad (nii tavapärased kui ka arenenumad). Mitu kommunaalettevõtet ja teadusasutust vähemalt seitsmest ELi liikmesriigist on näidanud üles huvi uute väiksemate ja modulaarsete tuumareaktorite<sup>257</sup> vastu, et toota vähese CO<sub>2</sub> heitega elektrit ja muud energiat, nagu tööstuslik soojus ja kaugküte ning vesiniku tootmine. Huvitatud ELi ettevõtted ja riikide esindajad juhivad 2030. aastate alguses väiksemate ja modulaarsete tuumareaktorite kasutussevõtuks Euroopa tööstusmudeli väljatöötamist.

#### 4. KOKKUVÕTE

ELis toodetud puhta energeetika tehnoloogiate kiire arendamine ja kasutuselevõtt on praegusele energiakriisile kulutõhusa, kliimasõbraliku ja sotsiaalselt õiglase reageerimise võti.

Vastuseks enneolematult kõrgetele energiahindadele on EL kavandanud kiiresti rea meetmeid, mis **kaitsevad tarbijaid ja ettevõtjaid**, sealhulgas haavatavaid kodumajapidamisi ja puhta energeetika tehnoloogia tööstust, tagades samal ajal 2030. ja 2050. aasta kliima- ja energiaeesmärkide saavutamise.

Samal ajal peaks EL jätkama jõupingutusi, et **vähendada toorainesõltuvust ja tulemuslikult mitmekesistada tooraine hankimist**, kuna selle tõusvad hinnad kahjustavad tõsiselt puhta energeetika tehnoloogiate konkurentsivõimet. Väljakuulutatud Euroopa kriitilise tähtsusega toorainete õigusakti<sup>258</sup> eesmärk on aidata neid eesmärke saavutada. Samuti peab EL **süvendama rahvusvahelist koostööd** ja puhta energeetika tehnoloogia eri segmentides **jagu saama kvalifitseeritud tööjõu puudusest**, tagades samal ajal sooliselt

<sup>256</sup> Maailma tuumaenergia liit. Nuclear Power in the European Union [Tuumaenergia Euroopaa Liidus], tabel „EU nuclear power“, vaadatud 14. oktoobril 2022.

<sup>257</sup> Euroopa Komisjon. Small Modular Reactors and Medical Applications of Nuclear technologies [Väikesed moodulreaktorid ja tuumatehnoloogia kasutamine meditsiinis], Euroopa Liidu Väljaannete Talitus, Luxembourg, 2022.

<sup>258</sup> Nagu andis Euroopa Komisjoni president teada oma 14. septembri 2022. aasta kõnes olukorrast Euroopa Liidus. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH\\_22\\_5493](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_22_5493).

tasakaalustatud ja võrdse keskkonna. Ettepanek kuulutada 2023. aasta Euroopa oskuste aastaks on samm oskustööliste arvu suurendamise suunas.

Keskse tähtsusega on **rohkem avaliku ja erasektori investeeringuid puhta energia alastesse teadusuuringutesse ja innovatsiooni, mastaapide kasvatamisse ja taskukohasesse kasutuselevõttu**. ELi õigus- ja finantsraamistikel on siin oluline roll. Koos uue Euroopa innovatsioonikava rakendamisega on väga olulised ELi rahastamisprogrammid, **tõhustatud koostöö** liikmesriikide vahel ning **riiklike teadusuuringute ja innovatsiooni pidev jälgimine**, et kujundada välja mõjukas ELi teadusuuringute ja innovatsiooni ökosüsteem ning ületada lõhe teadusuuringute ja innovatsiooni ning turul kasutussevõtu vahel, tugevdades seeläbi ELi konkurentsivõimet.

Käesolev aruanne kinnitab,<sup>259</sup> et **EL on jätkuvalt puhta energia alaste teadusuuringute esirinnas** ning et investeeringud teadusuuringutesse ja innovatsiooni kasvavad pidevalt (ehkki on veel allpool finantskriisieelset taset). Üleilmsel tasandil on EL jätkuvalt juhtival kohal nn roheliste leiutiste ja väärtuslike patentide valdkonnas ning esitanud maailmas kõige enam patenditaotlusi kliima ja keskkonna (23 %), energeetika (22 %) ja transpordi (28 %) valdkonnas. ELi teadusartiklite osakaal maailmas on vähenenud, kuid ELi teadlased teevad rahvusvahelisel tasandil koostööd ja avaldavad artikleid puhta energia teemadel määral, mis on tunduvalt üle maailma keskmise. Peale selle on ELil teistest tihedam avaliku ja erasektori koostöö.

ELi taastuvenergiasektori käive ja kogulisandväärtus on alates 2019. aastast saati aina kasvanud ning ELi enamiku puhta energeetika tehnoloogiate ja lahenduste tootmine liikus 2021. aastal samas suunas. Kuigi EL on säilitanud positiivse kaubandusbilansi mitme tehnoloogia valdkonnas (nt tuuleenergia), on kaubandusbilansi puudujääk suurenenud teiste tehnoloogiate puhul, nagu soojuspumbad, biokütused ja päikesepaneelid. See üldsuundumus on osaliselt tingitud ELi kasvavast nõudlusest selliste tehnoloogiate järele.

Konkreetsete puhta energeetika tehnoloogiate kohta näitab aruanne, et ELi **tuuleenergiasektor** on 2022. aastal jätkuvalt teadusuuringute ja innovatsiooni ning väärtuslike patentide valdkonnas maailmas juhtpositsioonil ning positiivse kaubandusbilansiga. Konkurents on siiski endiselt tugev ning tuuleenergiasektor peab üle saama praegusest ebasoodsast olukorrast, mis on tingitud ka kasvavast üleilmsest nõudlusest haruldaste muldmetallide järele ja tarneahela häiretest. Kava „REPowerEU“ eesmärkide saavutamiseks peab sektor oma praegust aastaga ülesseatud võimsust kahekordistama. Samuti kinnitas EL 2022. aastal oma positsiooni ühe suurima **päikesepaneelide** turuna ja tugeva innovaatorina, eelkõige kujunemisyrgus fotoelektriliste tehnoloogiate valdkonnas. Väärtusahela seisukohast on EL endiselt Aasiast maha jäänud, sõltudes suurel määral mitmest sealt imporditud olulisest komponendist. Uuenduslikud lahendused ja pidevad tehnoloogilised edusammud pakuvad ELis kasutuselevõtuks lisavõimalusi.

EL on teelahkmel mitme tehnoloogia jaoks. Nende täielikuks ärakasutamiseks tuleb veel lahendada mitmed probleemid. **Soojuspumpade** sektor peab kiirendama juba niigi kiiresti kasvavat kasutuselevõttu ja tagama süsteemide taskukohasuse (eriti väikese sissetulekuga kodumajapidamiste ja VKEde jaoks) ning ELi tarnijad peavad tootmist suurendama, et

---

<sup>259</sup> Nagu eelmises väljaandes: COM(2021) 952 final ja SWD(2021) 307 (Edusammud puhta energia tehnoloogia konkurentsivõime parandamisel).

säilitada oma turuosa võrreldes kolmandate riikidega. **Akude tootmises** on EL peaaegu saavutamas 2030. aastaks isevarustust, kuid endiselt tekitab probleeme liidust hangitud toorainete ja kõrgtehnoloogiliste materjalide tootmise suutlikkuse puudumine. Rohkem tähelepanu on vaja pöörata ringlussevõtu suutlikkuse suurendamisele ja tehnoloogilise suutlikkuse loomisele odavam/pikaajalisema salvestamise puhul. **Elektrolüüsi teel vesiniku tootmisel** on ELi eeliseks tugev terviklik lähenemisviis nõudluse ja pakkumise lähendamisele. Väärtusahela seisukohast ELi positsioon varieerub (nt tahkete oksiidide elektrolüüsis ollakse liider, aga leeliselise tehnoloogia valdkonnas ei paku mingit konkurentsi). Elektrihindade kiire kasv ja sõltuvus kriitilise tähtsusega toorainetest on mõned olulised probleemid. EL on selge turuliider **taastuvkütuste** kommertstehaste ja väärtuslike uuenduste valdkonnas. Kuigi 2030. aastaks on ülesseatud ja kavandatud tootmisvõimsused väiksed, võivad taastuvkütused aidata saavutada kõiki paketi „Eesmärk 55“ heitkoguste vähendamise eesmärke, kui tegeletakse teatavate tehniliste ja majanduslike riskidega. Innovatsioon ELi **digitaalses energiataristus** on keskse tähtsusega, et tagada elektrivõrgu sobivus tulevase energiasüsteemiga. Nõudlus kodu energiajuhtimissüsteemide ja elektrisõidukite aruka laadimise järele on tekkimas ja loodetavasti kasvab ning aruka arvestisüsteemi kasutuselevõtt ELis edeneb (ehkki kavandatust aeglasemas tempos).

Üldiselt tuleb hoolimata ELi innovatsiooni ökosüsteemis täheldatud paljulubavatest positiivsetest suundumustest teha lisajõupingutusi, et kõrvaldada struktuursed tõkked ja ühiskondlikud probleemid, mis pärsivad ELi kliimatehnoloogia idu- ja kasvufirmasid rohkem kui teistes suuremates riikides. Et rakendada oma potentsiaali saada kliima- ja süvatehnoloogia valdkonnas ülemaailmseks liidriks, peab EL kasutama oma mitmekülgeid talente, intellektuaalset vara ja tööstussuutlikkust ning kaasama erainvestorid aktiivsemalt kliimatehnoloogia ja süvakliimatehnoloogia idufirmade rahastamisse.

Komisjon jätkab puhta energia sektori edusammude jälgimist ning arendab koostöös liikmesriikide ja sidusrühmadega edasi oma metoodikat ja andmete kogumist. Selleks ajakohastab komisjon oma tõendus põhise metoodikat tulevaste konkurentsivõime eduaruande väljaannete jaoks. See aitab teha poliitilisi otsuseid ja muuta ELi 2050. aastaks konkurentsivõimeliseks, ressursitõhusaks, vastupanuvõimeliseks, sõltumatuks ja kliimanetraalseks.

## I LISA. ELI KONKURENTSIVÕIME HINDAMISE METOODIKARAAMISTIK<sup>260</sup>

1. osa. ELi puhta energeetika sektori üldine konkurentsivõime	2. osa. Puhta energeetika tehnoloogia ja lahendused		
Makromajanduslik analüüs (kokku, liikmesriigiti ja tehnoloogiati)	1. Tehnoloogia analüüs – praegune olukord ja väljavaated	2. Energiatehnoloogia sektori väärtusahela analüüs	3. Maailmaturu analüüs.
<p><b>Hiljutised muutused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiahinnad ja -kulud: viimase aja suundumused</li> <li>- Puhta energeetika tehnoloogiate kestlikkuse ja ringlusega seotud probleemid; ELi puhta energeetika sektori sõltuvus (kriitilise tähtsusega) toorainetest ja selle mõju ELi konkurentsivõimele.</li> <li>- COVID-19 mõju ja taastumine</li> <li>- Inimkapital ja oskused</li> </ul>	<p><b>Ülesseatud võimsus, tootmine</b> (praegu ja 2050. aastal)</p>	<p><b>Käive</b></p>	<p><b>Kaubandus (import, eksport)</b></p>
<p><b>Teadusuuringute ja innovatsiooni suundumused</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliku ja erasektori investeeringud teadusuuringutesse ja innovatsiooni</li> <li>- Patendid ja kõrge väärtusega patendid ELis ja liikmesriikide kaupa</li> </ul>	<p><b>Elektri maksumus/tasandatud kogukulud (LCoE)<sup>261</sup></b> (praegu ja 2050. aastal)</p>	<p><b>Kogulisandväärtuse kasv</b> Aastane muutus (%)</p>	<p><b>Maailma turuliidrid vs. ELi turuliidrid</b> (turuosa)</p>
<p><b>Üleilmne puhta energeetika valdkonna konkurentsimaastik</b></p>	<p><b>Riiklik teadusuuringute ja innovatsiooni rahastamine</b> (liikmesriigid ja EL)</p>	<p><b>Tarneahelas osalevate ettevõtete (sh ELi turuliidrite) arv</b></p>	<p><b>Ressursitõhusus ja -sõltuvus<sup>262</sup></b></p>
<p><b>Innovatsioon rahastamise maastik ELis</b> (võrdluses suurima majandusega riikidega)</p>	<p><b>Teadusuuringute ja innovatsiooni erarahastus</b></p>	<p><b>Tööhõive väärtusahela segmentides</b></p>	
<p><b>Süsteemsete muutuste roll puhta energia sektoris</b> (nt digitaliseerimine, hooned, energiaühendused ja riiklust madalama tasandi koostöö)</p>	<p><b>Patendisuundumused</b> (sh väärtuslikud patendid)</p>	<p><b>Energiamahukus/töövi ljakus</b></p>	
	<p><b>Teadusartiklite määr</b></p>	<p><b>Ühenduste toodang</b> Aastane toodang</p>	

<sup>260</sup> Hindamine toimus tihedas koostöös Euroopa Komisjoni puhta energeetika tehnoloogia vaatlusrühmaga: 1. osa üksikasjalikumad andmed: Georgakaki, A. jt, puhta energiategnika vaatlusrühm. Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report [Puhta energeetika tehnoloogia üldine strateegiline analüüs Euroopa Liidus – 2022. aasta olekuaruanne], Euroopa Komisjon, 2022, JRC131001. 2. osaga seotud aruanded konkreetsete tehnoloogiate kohta: [https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto\\_en](https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en).

<sup>261</sup> Ja (olemasolu korral) tasandatud salvestamiskulud (LCoS).

<sup>262</sup> Väärtusahela segmendid, mis sõltuvad kriitilise tähtsusega toorainetest.