

Seame sihid aastaks 2035: Energeetika arenguseire stsenaariumid Eestis

Dr. Anna Ebers Broughel

Texase ülikooli (Austin) energiaülemineku teadur, Tetra Tech'i teadus- ja arendusosakond

anna.ebers@tetratech.com

Käesolev uurimistöö vaatab üle maailmseid energeetika tuleviku stsenaariumeid ja nende mõjusid Eestile ning sisaldab detailsemaid tähelepanekuid, kuidas prognoosi oleks võimalik kohandada seoses koroonaviiruse pandeemia tagajärgedega. Uurimistööl on mitu tulemust. Kõigepealt teeb autor kokkuvõtte energeetikasuundumustest ja määramatustest, seejärel kasutab stsenaariumite kavandamist, et töötada välja energeetika arenguseire aastaks 2035 ja hiljem. See narratiivipõhine lähenemine lubab arvestada alternatiivseid tulevikutrajektoore, selle asemel, et toetuda praeguste suundumuste ekstrapoleerimisele. Uurimistöö põhineb üle 60 erineval energeetikastsenaariumil, mille on välja töötanud konsultatsioonifirmad (näit BloombergNEF), energeetikaettevõtted (näit Shell) ja rahvusvahelised organisatsioonid (näit IEA). Uurimistöö kaasab mitte ainult Lääne mõttekodade (näit Skolkovo Venemaal, KAPSARC Saudi-Araabias) ja MTÜ-de (näit WWF Jaapanis) välja pakutud energeetikatulevikud, andes tulemuseks ühe kõige terviklikuma olemasoleva ülevaate nimetatud teemal. Läbivaadatud stsenaariumide põhjal pakub autor välja neli metastsenaariumi, mis sõltuvad poliitilistest ja majanduslikest tingimustest ning tehnoloogia arengutempot. Praeguse „stsenaariumikoonuse“ piiri kompamiseks kaalub uurimistöö metsiku kaardi stsenaariumit, kus tuleb sisse disruptiivne tehnoloogia, mis muudab harjumuspärast energeetikasüsteemi. Viimase sammuna vaatab uurimistöö eri metastsenaariumide mõjusid Eestile.

Võtmesõnad: stsenaariumide kavandamine, üleminek puhtale energiale, energeetikaprognosis, laiatarbetehnoloogia, tehisintellekt, COVID-19

1. Sissejuhatus

Energeetikaküsimusi iseloomustab kõrge ebakindluse määr ja suur keerukus. Eri tegurite omavaheliste mõjude arvestamiseks kasutavad mõttekojad, rahvusvahelised organisatsioonid, konsultatsioonifirmad ja tööstusettevõtted tihti ülimalt rafineeritud mudeleid. Selle asemel, et keskenduda tuleviku ennustamisele äärmise matemaatilise täpsusega, uurib ja kirjeldab stsenaariumide kavandamise meetod usutavaid tulevikke. Teisisõnu kujutab see endast kompromissi „ülimalt ametliku mudeli ja mitteametlike järeltuleviku“ vahel (Huss, 1988¹, tsiteerinud Schoemaker, 2004²). Lisaks mitme usutava tuleviku kaalumisele toob stsenaariumide kavandamine sisse vajaliku struktuuri, mis juhib mõtet, ja pakub kindlaid raamistikke strateegiliseks otsustamisprotsessiks. Stsenaariumide analüüsimine on rahvusvaheliste poliitikakujundajate hulgas viimastel aastatel populaarsust kogunud. 2018. aastast saati on 11 riigi valitsused ja seitse teadusasutust osalenud LTES-kampanias (pikaajalised energeetikastsenaariumid puhtale energiale üleminekuks), levitades pikaajaliste stsenaariumide koostamise parimaid tavasid Rahvusvahelise Taastuvenergia Agentuuri egiidi all (IRENA, 2019³). Nimetatud kampania kestab veel 2 aastat, et demonstreerida LTES eeliseid kavandamismeetodina.

Pikaajalise energeetikastrateegia väljatöötamine on Eesti jaoks oluline, sest riik on allkirjastanud Pariisi kokkuleppe (ÜRO, 2016⁴) ning on hiljuti teatanud oma toetusest heidete netonulli saavutamisele ELis aastaks 2050 (Bloomberg News, 2019⁵). Eesti on täitnud oma 2020. aasta taastuvenergia ja energiatõhususe eesmärgid, hoolimata sellest, et oli kõigi IEA riikide hulgas 2017. aastal kõrgeima süsinikumahukusega (Bloomberg News, 2019⁶). Inimese kohta olid Eesti CO₂ heited 2017. aastal võrreldavad USA, Kanada, Austraalia, Saudi-Araabia ja Kasahstani omadega, ulatudes 15,13 tonnini (Ritchie and Roser, 2019⁷). Kaks peamist küsimust on taastuvenergia (TE) integreerimine transpordisektorisse ning riigi tuginemine kodumaisele põlevkivile, mis on suure süsinikusisaldusega fossiilkütus (Euroopa Komisjon, 2020⁸).

Viimase kahe aastaga on riigis toimunud märgatav süsinikuheidete vähendamine. ELi heitkogustega kauplemise skeemi andmetel langesid energeetika- ja tööstussektori CO₂ heited 2017. aasta

¹ Huss, W.R. 1988. A move toward scenarios. *International Journal of Forecasting*, 4, 377-388.

² Shoemaker, P.J. 2004. Forecasting and Scenario Planning: The Challenges of Uncertainty and Complexity. In D.J. Koehler and N. Harvey eds. *Blackwell Handbook of Judgement and Decision Making*. lk.274-296. Oxford: Blackwell Publishing

³ IRENA. 2019. Long-term Energy Scenarios for the Clean Energy Transition, first-year campaign findings. Report. Mai 2019

⁴ ÜRO, 2016. Pariisi kokkuleppe osapoolte loetelu 22. aprilli seisuga. Kättesaadav aadressil: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2016/04/parisagreementsingatures/>

⁵ Bloomberg News. 2019. Net-Zero Carbon Emissions Goal Comes a Step Closer in Europe. Ewa Krukowska. 3. oktoober 2019. Kättesaadav aadressil: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-10-03/net-zero-carbon-emissions-target-comes-a-step-closer-for-europe>

⁶ IEA. 2019. Energy Policies of IEA Countries: Estonia 2019 Review, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-estonia-2019-review>

⁷ Ritchie, H., and Roser, M. 2019. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Detsember 2019. Our World in Data. Kättesaadav aadressil: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

⁸ Euroopa Komisjon. 2020. Komisjoni talituste töödokument. Eesti aruanne 2020. Brüssel, 26. veebruar 2020. Komisjoni talituste töödokument SWD(2020) 505 lõplik.

14,7 miljonilt tonnilt 2019. aasta 8,5 miljoni tonnini, ning 2020. aastaks oodatakse nende langemist veelgi (Eesti keskkonnaministeerium, 2019)⁹.

Kodumaise põlevkivi osakaalu vähendamine ei ole kiire protsess ja seda on tehtud sammhaaval, pikendades hiljuti kavasisid aastani 2030 (ERR uudised, 2020¹⁰). 2018 aastal domineeris riigi energiaallikate reas kivisüsi (10 093 GWh), millele järgnesid väiksemates kogustes biokütused (1255 GWh) ja tuuleenergia (636 GWh) (IEA, 2019¹¹). Eesti riigisisene võrgusüsteem on üks integreeritumaid maailmas, kuuludes BRELL-süsteemi, mis ühendab Eestit Läti ja Venemaaga, kuni Leedu ja Valgeveneni välja (Elering, 2020¹²). Täiendavad ühendused Soome, Rootsi ja Taaniga lubavad Eestil osaleda regionaalsel ühtsel elektriturul. Tulevatel aastatel nähakse ette Eesti lahkumist BRELL-süsteemist, et liituda mandri-Euroopa elektrivõrguga (ibid.). Lisaks on Eesti olnud üks teerajajaid, kes viis innukalt sisse elektrisõidukite laadimise juba 2013. aastal, kattes riigi 165 kiirlaadimistanklast koosneva võrgustikuga (Forbes, 2013¹³). Elektrisõidukituru kasv pole toimunud oodatud kiirusega: Eesti teedel oli 2019. aastal umbes 1000 elektrisõidukit, kuid võrgustiku tihedam sidumine elektrisõidukisektoriga on töö all (Eesti Energia, 2019¹⁴). Riik on vastu võtnud arvukalt teisi digiuuendusi, nagu näiteks nutimöödikud, mis lubavad internetti importida andmed kõigi tarbijate aastase energiakulu kohta plokiahela kaudu; see on Ethereumi kaudu toimuva digitaalse energiakaubanduse eelkatse (Digigeenius, 2018¹⁵).

2019. aasta lõpuks on Eesti välja töötanud ambitsioonika energeetika- ja kliimaplaani 11 energeetikaeesmärgiga aastaks 2030, mis ulatuvad süsiniku vähendamisest ja energianõudlusest taastuvenergia osakaaluni kütte ja elektri tootmisel ning transpordisektoris (Eesti keskkonnaministeerium¹⁶). Edusammudest hoolimata on 2030. aasta prognoos ebakindel, sest Eesti ennustatavad kasvuhoonegaasiheited ületavad tuntavalt eesmärgiks seatud koguseid (Euroopa Komisjon, 2020¹⁴). Lisaks on Eesti süsiniku maksustamise algatus andnud süsinikule ühe madalaima hinna maailmas, mis jääb tunduvalt alla süsiniku ühiskondlikule kulukusele 51 USD tonni kohta, nagu soovib agentuuridevaheline töörühm (Brookings Institution, 2019¹⁷). Süsiniku hind on kõikunud 2019. aasta 24,7 eurolt tonni CO₂ kohta 2020. aasta märtsi 16 euroni tonni kohta pandeemia ajal (Eesti

⁹ Eesti keskkonnaministeerium. 2020. Energia- ja tööstussektori CO₂ heitkogused vähenesid aastaga peaaegu 40%. 30. märts 2020. Kättesaadav aadressil:

<https://www.envir.ee/et/uudised/energia-ja-toostussektori-co2-heitkogused-vahenesid-aastaga-peaaegu-40>

¹⁰ERR uudised. 2020. Jaak Aab Kohtla-Järvel: „Kiviõlitööstusele pole kiiret lõppu oodata.“ 21. veebruar 2020 Kättesaadav aadressil: <https://news.err.ee/1055447/jaak-aab-in-kohtla-jarve-there-won-t-be-quick-end-to-oil-shale-industry>

¹¹ IEA, 2019. Elektriteave riikide kaupa. Kättesaadav aadressil: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=ESTONIA&fuel=Energy%20supply&indicator=Electricity%20generation%20by%20source>

¹² Elering, 2020. Elektrisüsteem. Kättesaadav aadressil: <https://elering.ee/en/electricity-system>

¹³ Forbes. 2013. Estonia Launches Nationwide Electric Vehicle Fast-Charging Network. Autor Justin Gerdes. Kättesaadav aadressil: <https://www.forbes.com/sites/justingerdes/2013/02/26/estonia-launches-nationwide-electric-vehicle-fast-charging-network/#486b81de2610>

¹⁴ Eesti Energia. 2019. Eesti Energia hakkab pakkuma elektriautode laadimisvõimalusi. 8. mai 2019. Kättesaadav aadressil: <https://www.energia.ee/uudised/avaleht/-/newsv2/2019/05/08/eesti-energia-hakkab-pakkuma-elektriautode-laadimisvoimalusi>

¹⁵ Digigeenius. 2018. Kogu Eesti elektritarbinise andmed kanti plohihelasse. Autor Hans Lõugas. 29. oktoober 2018. Kättesaadav aadressil: <https://digi.geenius.ee/rubriik/uudis/kogu-eesti-elektritarbinise-andmed-kanti-plohihelasse/>

¹⁶Eesti keskkonnaministeerium. 2019. Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030 (REKK 2030). 19. detsember 2019. Kättesaadav aadressil: https://www.mkm.ee/sites/default/files/teatis_eesti_riiklik_energia_ ja_kliimakava_aastani_2030.pdf

¹⁷ Brookings Institution, 2019. Ten Facts about the Economics of Climate Change and Climate Policy. Hamilton Projecti aruanne. Koostanud: Nunn, R., O'Donnell, J., Shambaugh, J., Goulder, L., Kolstad, C.D., Long, X. October 2019.

keskkonnaministeerium, 2020)⁹. Neid erinevaid tegureid arvesse võttes märgib IEA, et „Eesti on olulise energiaülemineku lävel“ ja soovib riigil hoolikalt tasakaalustada majanduslikke, sotsiaalseid, ökoloogilisi ja geopoliitilisi tegureid (IEA, 2019⁶). Strateegiline stsenaariumide kavandamine sobib suurepäraselt riigi otsustajatele toe andmiseks.

Käesolev uurimistöö toob ära mitmeid olulisi tähelepanekuid Eesti alternatiivsete energeetikatulevike kohta. Esiteks hõlmab see väga mitmesuguseid stsenaariume, mille on välja töötanud rahvusvahelised organisatsioonid, mõttekojad, energeetikaettevõtted ja MTÜd. „Lääne“ stsenaariumide väljatöötamisel võimalikult esineva võimaliku *status quo*-eelistuse (Braunger and Hauenstein, 2020¹⁸) tasakaalustamiseks uuris autor mitte-Lääne allikate stsenaariumeid (näit Skolkovo Venemaal, KAPSARC Saudi-Araabia). Ta arutleb stsenaariumide erinevuste ja sarnasuste üle ning toob näiteid. Autor töötab välja neli metastsenaariumit, mis eeldavad, et energeetika tulevikku juhib suure tõenäosusega ülemaailmne majanduselis, poliitikal ja tehnoloogiline innovatsioon. Stsenaarium „Lennukas innovatsioon“ annab kõige nähtavama rolli ettevõtlusele, sellal kui riik toimiks ettevõtlustaristu toetaja ja võimaldajana. Stsenaarium „Halb majandus, kuumem maailm“ kaalub tulevikku, kus majandusõnnetus varjutab vähemalt kümneks aastaks kliimamuutusega tegelemise, mistõttu on pärast raske kaotatud aega tasa teha ja märkimisväärsed kuumenemist peatada. Stsenaarium „Suured riiklikud lahendused“, mis muutub tõenäolisemaks COVID-19 mõjul, toonitab riigi juhitud kliimategevuse võimalikkust, sealhulgas rahvusvahelise kliimakoostöö taaselustamist, kuid hoiatab ka võimalike negatiivsete mõjude eest isikuvabadustele. Ja neljas stsenaarium, „Must hobune“, vaatab kõige usutavamatest tulevikest kaugemale, liikudes „stsenaariumikoonuse“ servade poole (Amer et al., 2013¹⁹). Stsenaarium „Must hobune“ keskendub laiatarbetehnoloogia suuremahulisele rakendamisele, mis muudab energiasüsteemi tundmatuseks. Koroonaviiruse järgses maailmas võib vähem tõenäoliste sündmustega arvestamine muutuda asjakohasemaks. Autor pakub, et tehisintellekt võiks olla järgmine laiatarbetehnoloogia (sarnaselt Trajtenberg, 2019²⁰), mil on väga lai kasutusvõimaluste skaala energeetikas ja mujal (OECD, 2018²¹). Seejärel hinnatakse metastsenaariumide tõenäosust COVID-19 pandeemia ennustatavate mõjude vaatenurgast. Lõpuks esitatakse järeldused Eesti kontekstis, tuues välja stsenaariumide tagajärjed Eesti ühiskonna eri osadele. Seega on artikli eesmärk analüüsida, millised ülemaailmsed ja Euroopat puudutavad määramused ja suundumused puudutavad Eestit. Ehkki välja pakutud metastsenaariumid on olemuselt ülemaailmsed, peaksid need olema võimalikud Eesti kontekstis.

¹⁸ Braunger, Isabell, and Christian Hauenstein. 2020. How Incumbent Cultural and Cognitive Path Dependencies Constrain the “Scenario Cone”: Reliance on Carbon Dioxide Removal Due to Techno-Bias. *Economics of Energy & Environmental Policy* 9 (1). <https://doi.org/10.5547/2160-5890.9.1.ibra>.

¹⁹ Amer, M, Daim, T.U., and Jetter, A. 2013. A review of scenario planning. *Futures* 46: 23–40. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>.

²⁰ Trajtenberg, M. 2019. Artificial Intelligence as the Next GPT: A Political Economy Perspective. *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*. Eds: Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. lk. 175-186.

²¹ OECD, 2018. AI: Intelligent machines, smart policies: Conference summary, OECD Digital Economy Papers, No. 270, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f1a650d9-en>.

2. Suundumused ja määramatused

Stsenariumide kavandamiseks on oluline täpselt välja tuua nii energeetikamaastiku suundumused kui ka määramatused. Laiemalt võttes on peamised suundumused demograafilised, ühiskondlikud või ökoloogilised, hõlmates geopoliitilisi ja juhtimisalaseid muutusi, kliimamuutust ja majanduskasvu uut mudelit (Proskuryakova, 2019²²). Ernst and Young (2018²³) määratlevad kolm megasuundumust, mis muudavad meie ühiskonda pikas perspektiivis (rohkem kui 10 aasta pärast). Need hõlmavad uusi ühiskondlikke lepinguid rahva, riigi ja ettevõtete vahel, taastasakaalustatud ülemaailmset süsteemi, mida iseloomustab Hiina suurem roll, ja ülipaindlikud turud minimaalse turuhõõrdumisega. Need suundumused eksisteerivad majanduskasvu, rahvastiku suurenemise (eelkõige Aafrika linnades) (IEA, 2019²⁴) ning majanduste sügava integreerumise kontekstis (EADP, 2019²⁵).

Proskuryakova (2019²²) ja Skolkovo (2020²⁶) toovad ära loetelu suundumustest energeetika ja keskkonna valdkondades:

- Keskkond: suurenenud kliimariskid, kiirenenud keskkonnamuutused, hüdrooloogilised režiimid;
- Ühiskond: mõne rahvastikurühma piiratud ligipääs energiale, rohkem proteste ühiskonnas, konfliktid süsivesinikke eksportivates riikides, uued geopoliitilised olukorrad ja ülemaailmsed valitsemisüsteemid, uued nõudmised energeetikasektori töötajate pädevusele ja oskustele, ringmajanduse ja vesi-toit-energia seotuse paradigma tunnistamine, kliimasõbralike hoiakute levimine ühiskonnas, tarbijad muutuvad tootja-tarbijateks.
- Majandus: väiksem energiamahukus SKP ühe ühiku kohta, majanduskasvu ja SKP omavaheline lahtiühendamine;
- Energiaturud: elektrifitseerimine, ülemaailmse elektrikulu suurenemine rahvastiku kasvu tagajärjel, elektri hajustootmine, muutused kasutatavate energiaallikate osas, töödeldud tuumakütuse mahu suurenemine, muutused tarneahelas, suurenenud konkurents energeetikasektoris, ärimudelite muutumine, vajadus uute raamistike järele uute energiateenuste õige hinna määramiseks, integreeritud elektri- ja gaasiturud;
- Tehnoloogia: digiteerimine, detsentraliseeritud energiasüsteem, odavam hind (näit energia salvestamise, vesinikutehnoloogiate ja taastuenergia eest), nutikate energiasüsteemide lai kasutusala, sh pilvetehnoloogia, suurandmed, asjade internet ja energia internet, plokiahelatehnoloogia, mikroörgud, prognoosanalüüs, nutikodud, elektrisõidukid ja nutimõõdikud.

Maailma energiamajanduse ülevaade World Energy Outlook (WEO) 2019 viitab mitmele ohule, sealhulgas maailma sõltumine nafta osas Lähis-Idast. Ohud ulatuvad küberjulgeolekust äärmuslike ilmastikutingimusteni. Ülevaade märgib, et elektri tootmine kodumaistest energiaallikatest leevendab

²² Proskuryakova, L., 2019. Foresight for the 'energy' priority of the Russian Science and Technology Strategy. Energy Strategy Reviews, 26, lk.100378.

²³ Ernst and Young. 2018. What's after what's next? The Upside of Disruption. Megatrends shaping 2018 and beyond. Raport.

²⁴ IEA, 2019. World Energy Outlook 2019. IEA raport. November 2019.

²⁵ EADP. 2019. Global Futures of Energy, Climate, and Policy: Qualitative and Quantitative Foresight Towards 2055, by Ansari, D., Holz, F., Tosun, H.B. Discussion Paper 01/2019.

²⁶ Skolkovo. 2019. Energeetikasektori arenguproгноos maailmas ja Venemaal [vene keeles]. Skolkovo teaduse ja tehnoloogia instituudi aruanne. Moskva.

mõningaid pingeid (IEA, 2019²⁴). Samuti ennustab WEO 2019 energiatõhususe parandamise aeglustumist ja fotoelektrilise (PV) päikeseenergia kiiret kasvu. Lisaks geopoliitilistele pingetele on teadlased tuvastanud määramatusi kliimainvesteeringute voogudes, naftahindade dünaamikas, energianõudluse muutumises ning veestressis (EADP, 2019²⁵).

COVID-19 pandeemia on loonud uue määramatuse, sest selle keskpikk ja pikaajaline mõju on siiani teadmata. Hetkel keskendub enamik ennustusi lühiajalisele taastumisele pandeemia järel, sest määramatus on liiga suur, et kaaluda pikaajalisi mõjusid tulevikus. Näiteks Wood Mackenzie (2020)²⁷ avaldas 2020. aastal SKP mõju stsenaariumid, mis ulatusid ülemaailmse SKP 0,8% vähenemisest, juhul kui sellele pannakse kiire piir, kuni dramaatilise 2% tõusuni. Koroonaviirus vähendab energianõudlust ja alandab kasumimarginaali, mis põhjustab muret, et see alanemine loob ülemaailmse majanduslanguse võimaluse. Teine hinnang uurib 7 erinevat stsenaariumi pandeemia majandusliku kulukuse ja inimkaotuste teemal, mille arvatud SKP kadu jääb eurotsoonis 2020. aastal -0,2% ja -8,4% vahele, ja kõigi stsenaariumide keskmine kadu on -2,6% (McKibbin and Fernando, 2020²⁸).

On mitmeid taastumisstsenaariumeid. Nendeks on kiire V-kujuline taastumine, mis tugevdaks USA-d; Nike'i kaubamärgi (*Swoosh*) kujuline taastumine, mida juhib Hiina ning mis oleks kasulik nii Hiinale kui USAle; U-kujuline taastumine, mis murraks eurotsooni; ja L-kujuline taastumine, mille tulemuseks oleks madal kasv ja pikale veniv majanduskriis (Nordic West Office, 2020²⁹). Hiljutine arvamusküsitlus maailma ärijuhtide hulgas tõi tõenäolistena välja U-kujulise (60% vastanutest) või W-kujulise (22% vastanutest) taastumise (Maailma Majandusfoorum, 2020³⁰).

COVID-19 pandeemia on tõenäoliselt kiirendanud pikaajalisi suundumusi, tõugates maailma naftatipule lähemale (või lausa sellest mööda) (The Economist, 2020³¹), kuid see ei toimunud tehnoloogiliste puurimispiirangute, vaid pigem nõudlusešoki tõttu. IEA nimetab pandeemiat „korra sajandis toimuvaks sündmuseks“, mille puhul energianõudlus on 2020. aastal langenud (protsentuaalselt) rohkem kui esimese ja teise naftašoki või rahanduskriisi ajal (IEA, 2020³²). 2020. aastal toimub kivisöe osas ennustatavalt suurim langus pärast II maailmasõda, märkimisväärsete negatiivsete mõjudega naftale ja maagaasile (ibid.).

Mitte kõik kriisid ei vii pikaajaliste ühiskondlike muutusteni (näit suur depressioon vs 2008. aasta rahanduskriis), kuid COVID-19 võib olla häiriv mõju ühiskonnale üldiselt (Demos Helsinki, 2020³³). Selle tulemusel ennustab Demos Helsinki (2020), et järgneva 2-3 aasta jooksul arutatakse uuesti läbi ühiskondlik lepe. Lisaks võib COVID-19 viia ülemaailmse väärtusahela ümberkujundamiseni, maailmakaubanduse aeglustumiseni, muutunud tarbimismudeliteni (luksuskaupade, reisi-, rõiva-, toidu-,

²⁷ Wood Mackenzie. 2020. Coronavirus Impact Update: Week of March 23. Report summary.

²⁸ McKibbin, W. and Fernando, R. 2020. The Global Macroeconomic Impacts of COVID-19: Seven Scenarios. Brookings Institution. Kättesaadav aadressil: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2020/03/20200302_COVID19.pdf

²⁹ Nordic West Office. 2020. Alternative Futures for the Global Balance of Power. 28. aprill 2020. Riigikogu Arenguseire Keskuse veebiseminar. Ettekandja Risto Penttilä.

³⁰ World Economic Forum. 2020. This is what the coronavirus recession could look like, according to global CEOs. Kättesaadav aadressil: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/global-ceos-coronavirus-covid19-recession-economics-recovery-crisis>

³¹ Economist, 2020. Can covid help flatten the climate curve? 21. mai 2020 <https://www.economist.com/briefing/2020/05/21/can-covid-help-flatten-the-climate-curve>

³² IEA. 2020. Global Energy Review. 30. aprill 2020.

³³ Demos Helsinki. Veebiseminar kokkuvõte, 14. aprill 2020. Kättesaadav aadressil: <https://www.demoshelsinki.fi/en/2020/04/14/webinar-emerging-changes-in-the-post-pandemic-world-2/>

auto-, kinnisvaraturu kokkukuivamine) ja väärtuspõhise hüperkohaliku tarbimise suurema domineerimiseni (ibid.). Samuti võib COVID-19 olla muutnud töö olemust, muutes kaugtöö uueks normaalsuseks (EY, 2020³⁴), mis lubaks väljarännet linnadest ning vähendaks tunduvalt pendelrändajate läbitavaid vahemaid. On neid, kes usuvad, et järgnevad aastakümned toovad kõikjal kaasa tugevama riigivalitsuse, vähem individualismi ja vabadust ning võimalikud ühiskondlikud rahutused. Siiski räägitakse tihti ka seda, et see toob kaasa ka virtuaalreaalsuse ja digitööriistade leviku, taastab usalduse riigi ja institutsioonide vastu, viib juhtrolli föderaaltasandilt kohalikumatele tasanditele ja tugevdab riigisiseseid tarneahelaid (Politico, 2020³⁵). Pandeemia võib kaasa tuua kõrgemad maksud (ehk isegi süsinikumaksu), et kompenseerida suuremaid avalikke kulutusi, suurenenud riigivõlga ja ka suuremat struktuurset tööpuudust. Üldises plaanis näitas 14 riigis üle 28 000 täiskasvanu hulgas läbi viidud küsitlus, et 71% vastanutest kogeb kliimamuutust pikaajalise ohuna, mis on sama „tõsine kriis kui COVID-19“ (Ipsos, 2020³⁶).

Samas peab olema selge, et COVID-19 pandeemia häiriv mõju on vaid üks mitmest tulevikuvõimalusest ja et on mitmeid vastupidiseid arvamusi, mis ennustavad suhteliselt kiiret naasmist kriisieelse tavapärase olukorra juurde, millega kaasneb energiahindade ja -nõudluse märgatav taastumine tuleval aastal (EIA, 2020³⁷). Mis puudutab taastuenergiaallikaid, siis need taastuvad pandeemiaeelse tasemeni tõenäoliselt lühikese või keskpika aja jooksul, kui ei tule mitmeid viiruselaineid, pikale venivat kriisi ega olulisi muutusi poliitikas või rahastamises. Näiteks pärast pettumust valmistavat kasvu 2020. aastal ennustatakse PV päikeseenergia taastumist 2021. ja 2022. aastal (BloombergNEF, 2020³⁸).

3. Energeetika arenguseire kokkuvõte

Selle osa eesmärk on tutvustada üldjoontes energeetikastsenaariumide maailma. Tuleb märkida, et erinevad stsenaariumid, väljavaated ja prognoosuringud kasutavad erinevaid lähenemisi, mille võib jagada kolme kategooriasse (WEC, 2019a³⁹). Esimene kategooria, kuhu kuulub käesolev analüüs, on kvalitatiivne narratiivipõhine stsenaariumide kavandamine, mis loetleb usutavaid alternatiivseid tulevikuvõimalusi. See pakub poliitikakujundajatele struktureeritud otsustamisraamistikku ja aitab mõista määramatusi (ibid.). Teise arenguseire tüübi jaoks seatakse üles üha keerulisemad energeetikamudelid, keskendudes võimalikult täpselt tulevikku ennustavate stsenaariumitele (ibid.). Mõlemat lähenemist võib nimetada „positiivseks“ (kirjeldavad juhtuda *võivad*) vastandina „normatiivsetele“ stsenaariumidele, mis koostatakse eesmärgiga saavutada teatud tulevikueesmärk (kirjeldavad, mis *kindlasti* juhtub) (Ansari, 2020⁴⁰). Energeetikaalase arenguseire normatiivseid stsenaariumeid saadakse tihti teatud tulevikueesmärgil põhinevate praeguste tegevuste

³⁴ EY. 2020. Why remote working will be the new normal, even after COVID-19. Autorid E. Verbeemen and S.B. D’Amico. 9. aprill 2020. Kättesaadav aadressil: https://www.ey.com/en_be/covid-19/why-remote-working-will-be-the-new-normal-even-after-covid-19

³⁵ Politico. 2020. Coronavirus Will Change the World Permanently. Here’s How. 19. märts 2020. Kättesaadav aadressil: <https://www.politico.com/news/magazine/2020/03/19/coronavirus-effect-economy-life-society-analysis-covid-135579>

³⁶ Ipsos, 2020. How does the world view climate change and Covid-19? Kättesaadav aadressil: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-04/earth-day-2020-ipsos.pdf>

³⁷ EIA, 2020. Short-term Energy Outlook. 12. mai 2020. Kättesaadav aadressil: <https://www.eia.gov/outlooks/steo/>

³⁸ BloombergNEF, 2020. Global PV Market Outlook. 20. mai 2020.

³⁹ Maailma Energeetikanõukogu. 2019a. World Energy Insights Brief. Global Energy Scenarios Comparison Review. Technical Annex.

⁴⁰ Ansari, D., Holz, F., and al-Kuhlani, H. 2020. Energy Outlooks Compared: Different Methods, Different Futures. *Economics of Energy & Environmental Policy* 9 (1). <https://doi.org/10.5547/2160-5890.9.1.dans>.

tagasiarvutamise kaudu, sh taastuvenergia, kliimamuutuse ulatus kraadides, tuuma- või kivisöeenergia järkjärguline kaotamine, vms.

Käesolev uurimistöo vaatleb energeetikastenaariumeid, mis andsid aluse vähemalt kaheks usutavaks alternatiiviks. Need stsenaariumid töötati välja väga erinevates sidusrühmades, sealhulgas konsultatsioonifirmades (BloombergNEF (2019)⁴¹, Nordic West Office (2018)⁴²), rahvusvahelistes organisatsioonides (IRENA (2019)⁴³, Maailma Energeetikanõukogu (2019)⁴⁴, IEA (2019)⁴⁵), mõttekodades (EADP (2019)⁴⁶, Our World in Data (2020)⁴⁷) ja energeetikaettevõtetes (Shell (2013)⁴⁸ and (2019)⁴⁹, Equinor (2019)⁵⁰, BP (2019)⁵¹). Seevastu Exxon Mobil (2019)⁵² ja DNV GL (2019)⁵³ töötasid välja ainult ühe peamise stsenaariumi, mistõttu nende projektsioone ei võetud selles uurimistöös arvesse. Samuti ei kaasatud käesolevasse uurimistöösse üksikstsenaariumeid, mis olid pühendatud 100% ulatuses taastuvenergia kasutamise saavutamisele maailmas (Deloitte (2019)⁵⁴, REN 21 (2017)⁵⁵) või Euroopas (SPE/LUT ülikool (2019)⁵⁶, Oei et al. (2020)⁵⁷). Lisasime mitu riiklikku stsenaariumi, mis töötati välja Saudi-Araabia (KAPSARC, 2019 Saudi Vision 2030 põhjal), India (Climate Policy Initiative, 2018), Venemaa (Proskuryakova, 2019), USA (America's Pledge, 2019)⁵⁸ ja Jaapani (WWF Japan, 2017)⁵⁹ jaoks.

Mitu hiljutist väljaannet on võrrelnud nende stsenaariumide mõnda kategooriat, sealhulgas Ansari et al. (2020)²⁸, RFF (2019)⁶⁰, Dagnachew et al. (2019)⁶¹ ja WEC (2019a)²⁷. Need väljaanded pakuvad arutelu stsenaariumides sisalduvate eelduste ja projektsioonide erinevuste kohta, mis on siinkohal välja toomiseks liiga arvukad. Järgmiste osade eesmärk on anda ülevaade usutavate alternatiivstsenaariumide sarnasustest ja erinevustest. Järgmises osas määratleb uurimistöo neli metastsenaariumi, mil on ühisjooni läbivaadatud stsenaariumidega. Lisaks pakub uurimistöo „Musta luige“ ehk metsiku kaardi

⁴¹ BloombergNEF. 2019. New Energy Outlook 2019.

⁴² Nordic West Office. 2020. Global Scenarios 2021-2026.

⁴³ IRENA. 2019. A Roadmap to 2050. 2019 Edition.

⁴⁴ Maailma Energeetikanõukogu. 2019. World Energy Scenarios: Exploring Innovation Pathways to 2040.

⁴⁵ IEA. World Energy Outlook 2019.

⁴⁶ EADP. 2019. Global Futures of Energy, Climate, and Policy: Qualitative and Quantitative Foresight Towards 2055. Autorid Ansari, D., Holz, F., Tosun H.B. Discussion Paper. 2019/01.

⁴⁷ Our World in Data. 2020. Energy. Kättesaadav aadressil: ourworldindata.org

⁴⁸ Shell. 2013. New Lens Scenarios: A Shift in Perspective for a World in Transition.

⁴⁹ Shell. 2019. Shell Scenarios: Sky. Meeting the Goals of the Paris Agreement.

⁵⁰ Equinor. 2019. Energy Perspectives 2019. Long-term macro and market outlook.

⁵¹ BP. 2019. BP Energy Outlook: 2019 edition.

⁵² Exxon Mobil. 2019. Outlook for Energy: A Perspective to 2040.

⁵³ DNV-GL. 2019. Energy Transition Outlook 2019. A Global and Regional Forecast to 2050.

⁵⁴ Deloitte. 2019. Moving Organizational Energy Use Toward 100 Percent Renewables – Aspiration or Destination.

⁵⁵ REN21. 2017. Renewables Global Futures Report. Great Debates Towards 100% Renewable Energy.

⁵⁶ Solar Power Europe & LUT University. 2019. 100% Renewable Europe. How to Make Europe's Energy System Climate-Neutral Before 2050.

⁵⁷ Oei, P.Y., Burandt, T., Hainsch, K., Löffler, K. and Kemfert, C., 2020. Lessons from Modeling 100% Renewable Scenarios Using GENeSYS-MOD. *Economics of Energy & Environmental Policy* 9 (1), 103-120. <https://doi.org/10.5547/2160-5890.9.1.poei>

⁵⁸ America's Pledge. 2019. Accelerating America's Pledge. Going All-In to Build a Prosperous, Low-Carbon Economy for the United States. Bloomberg Philanthropies.

⁵⁹ WWF Japan. Long-Term Scenarios for Decarbonizing Japan. Veebruar 2017.

⁶⁰ Resources for the Future. 2019. Global Energy Outlook 2019: The Next Generation of Energy. Report 19-06 by Newell, R., Raimi, D., Aldana, G. Juuli 2007.

⁶¹ Dagnachew, A. G., Hof, A. F., Lucas, P.L. ja van Vuuren, D.P. 2019. Insight into Energy Scenarios: A comparison of key transition indicators of 2° C scenarios. *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*.

stsenaariumit, mida teised väljaanded pole kaalunud. Seda on tehtud „stsenaariumikoonuse“ keskosast välja jäävate stsenaariumivalikute demonstreerimiseks; need on vähem tõenäolised, kuid tohutu mõjuga energiasüsteemile, just nagu COVID-19 pandeemia.

3.1. Ülemaailmne energeetika arenguseire

Käesolev alampeatükk võtab kokku viie tosina ülemamaailmse energeetikastsenaariumi ühised jooned ja toob välja erinevused (joonis 1). Enamikes stsenaariumides määrab meie energeetika tuleviku ära tehnoloogia seisukord tulevikus ja poliitilised raamistikud. Ükski stsenaarium ei eita, et praegu toimub üle maailma üleminek puhtale energiale, kuid need erinevad selle poolest, kui kiiresti ja mis vahenditega toimuvat üleminekut need eri sektorites ennustavad. Näiteks Skolkovo (2019²⁶) koostas loetelu küsimustest mõnede tundmatute tegurite kohta:

- Kui kiiresti energiamahukus langeb?
- Kui kiiresti elektriga ühendamine levib?
- Kuidas taastuenergia võrku ühendatakse ja kes maksab kinni kerksuse ja usaldatavuse kulud?
- Milline oleks tsentraliseeritud/detsentraliseeritud nutielektrivõrk?
- Milline on riigi roll süsinikusisalduse vähendamisel?

Üks stsenaariumide läbivaatamise kainestavamaid järeldusi, milleni on jõudnud ka Ansari et al. (2020⁴⁰), on, et ei tavapärase olukorra jätkamine ega „praegused poliitika“ ei too inimkonda lähemale Pariisi kokkuleppe eesmärgile hoida ülemaailmne temperatuuritõus selgelt alla 1,5°C. On ainult mõned stsenaariumid (näit Shelli Sky, Equinori Renewal, EIA Sustainable Development, OurWorldInData 1.5 C), mis on vastavuses Pariisi eesmärkidega, sellal kui enamik stsenaariumeid ei saavuta neid. Ilmselgelt nõuab kliimaeesmärkide saavutamine ambitsioonikat, suuremõõtmelist ja kiiret tegevust. Stsenaariumid ühtivad selles, et kliimaeesmärkide saavutamine nõuab dramaatilist muutust, nagu näiteks süsinikunegatiivsete tehnoloogiate laiaulatuslikku kasutamist. Stsenaariumid annavad mõista, et tehnoloogiad nagu süsiniku kogumise ja ladustamise ning vesinikupõhiste kütuste (ja elektrolüüsi) kasutamine muutub 2040. aastaks mastaapseks. Uute tehnoloogiate kõrval muutub ringmajanduse kontseptsioon paljudes riikides uueks paradigmat. Näiteks Saudi-Araabia andis süsinikuringmajanduse kontseptsioonile oma poliitikakujundamisel suurema tähtsuse, keskendudes 4R-lähenemisele: „vähenda, taaskasuta, võta ringlusse, korda“ (*reduce, reuse, recycle, repeat*). Mitmed stsenaariumid nimetasid vajadust ühiskondlikult õiglase puhtale energiale ülemineku ja suurema hulga tootja-tarbijate järele (*prosumers*), ning sellise tarbijatele suunatud detsentraliseeritud süsteemi järele, kus energia on kättesaadav tellimise peale.

Enamik stsenaariumeid teavitab läbipaistvalt oma eeldustest, nagu näiteks rahvastiku suurenemine, majanduskasv, energianõudlus ja energiamahukuse suurenemine SKP üksuse kohta. Lisaks nimetatud eksogeensetele muutujatele hõlmavad stsenaariumid tihti energeetika tuleviku võimalike mootoritena riiklike poliitika, rahvusvahelise koostöö taset ja tehnoloogilist innovatsiooni. Mõnda energeetikastsenaariumi on selle eelduste ja tulemuste põhjal kritiseeritud kui vastuolulist (Breyer and

Jefferson, 2020⁶²), samas kui IEA väljatöötatud Maailma Majandusorganisatsiooni stsenaariumeid süüdistati hiljuti selles, et need eelistavad *status quod* (Mohn, 2020⁶³).

Joonis 1: Stsenaariumide ülevaade

Organisatsioon	Aasta	Stsenaarium (kliimasõbralikumad stsenaariumid on mainitud esimesena)
Ülemaailmsed		
BloombergNEF 2019	2050	Two degrees (kaks kraadi), Coal phase out (järkjärguline loobumine kivisöest), 100% electrification scenario (elektrikasutus igas valdkonnas fossiilkütuse asemel), New Energy Outlook (uus energeetikaväljavaade)
BP 2019	2040	Rapid transition (kiire üleminek), Less Globalization (vähem globaliseerumist), Evolving Transition (arenev üleminek), More energy (rohkem energiat)
EADP 2019	2055	Green Cooperation (roheline koostöö), Climate Tech (kliimatehnoloogia), Business as usual (tavaolukorra jätkamine), Survival of the fittest (tugevaimate säilimine)
IEA World Energy Outlook 2019	2040	Sustainable Development Scenario (säästva arengu stsenaarium), Stated Policies Scenario (väljakuulutatud poliitika stsenaarium), Current Policies Scenario (praeguste poliitika stsenaarium)
Equinor 2019	2050	Renewal (uuenemine), Reform, Rivalry (rivaalitsemine)
IPCC 2019 RCPs	2100	Representative Concentration Pathways (esinduslikud kontsentreerimisvõimalused): RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5
IRENA 2019	2050	Remap Case (taastuvenergia), Reference case (võrdlus praeguste poliitika põhjal)
Nordic West Office 2020	2050	Downshift (langustrend), Cyberworld (kübermaailm), Belt & Road (majandusvöönd ja maanteed), War-War (sõda-sõda)
Our World in Data 2020	2100	1.5°C consistent (vastab 1.5°C-le), 2°C consistent (vastab 2°C-le), National pledges (riikide võetud kohustused), Current climate policies (praegused kliimapolitikad), No climate policies (kliimapolitikad puuduvad)
Shell 2019 (Sky) & 2013 (Mountains, Oceans)	2070	Sky (taevas), Mountains (mäed), Oceans (ookeanid)
WEC 2019 Global	2040	Unfinished Symphony, Modern Jazz, Hard Rock
Riiklikud		
India: Climate Policy Initiative 2018	2042	Optimistic scenario (optimistlik stsenaarium), Business as usual (tavaolukorra jätkumine), Pessimistic scenario (pessimistlik stsenaarium)
Jaapan: WWF Japan 2017	2050	100% Renewable Energy Scenario (100% taastuvenergia stsenaarium), Bridge Scenario (sild-stsenaarium), Reference Scenario 2015 (võrdlusstsenaarium 2015)
Venemaa: Skolkovo 2019	2040	Energy transition (energiaüleminek), Innovative (innovatiivne), Conservative (konservatiivne)
Proskuryakova 2019	2030	Technology breakthrough (tehnoloogia läbimurre), Technology adaptation (tehnoloogia kohandamine)
Saudi Araabia: KAPSARC 2019	2030	Full Fuel Price Reform (täielik kütusehinna reform), Clean Energy Standard (puhta energia standard), Partial Fuel Reform (osaline kütuser reform), Portfolio Standard (portfelli standard), Business as Usual (tavaolukorra jätkumine)
Riiklikult kindlaksmääratud panuste (NDC) täitmine:	ca. 2050	1. stsenaarium: majanduse mitmekesistumine, 2. stsenaarium: naftavarade kasutamine koduriigis, 3. stsenaarium: 1. ja 2. stsenaariumi kombineerimine NDC-de täitmiseks
USA: America's Pledge 2019	2030	All-In Scenario (täie rauaga), Bottom-up Scenario (alt-üles), Current measures (praegused meetmed)

Enamik stsenaariumeid on ühel nõul, et suuremahuline elektrifitseerimine on möödapääsmatu ja et selle tulemuseks on suurem süsinikisalduse vähenemine. Oluline erand on BloombergNEFi (2019) elektrifitseerimisstsenaarium, mis näeb heidete netokoguse suurenemist 100% elektrifitseerimise tagajärjel. Üleminek taastuvenergiale elektrisektoris on tõenäoline ja praegu käimas, kuid on mitu sektorit, kus on keerulisem taastuvenergia abil elektrit tagada (eelkõige tööstus, merendus ja õhuveod). Mitu stsenaariumit ennustavad „uut liikuvusrevolutsiooni“, mil on laialt leitud tagajärjed kogu energeetikasüsteemile, mis hõlmab elektrisõidukite ja isesõitvate sõidukite ulatuslikku kasutusele

⁶² Breyer, C., Jefferson, M., 2020. Use and Abuse of Energy and Climate Scenarios – A Week of Controversy on Scenarios. *Economics of Energy & Environmental Policy* 9(1), lk. 7-19. <https://doi.org/10.5547/2160-5890.9.1.mjef>

⁶³ Mohn, K. 2020. The Gravity of Status Quo: A Review of IEA's World Energy Outlook. *Economics of Energy & Environmental Policy* 9 (1). <https://doi.org/10.5547/2160-5890.9.1.kmoh>.

võtmist isiklikuks transpordiks ja muuks. Kõik stsenaariumid kaaluvad taastuenergia dramaatilist suurenemist energiasegus. Näiteks Maailma Energeetikanõukogu (2019⁶⁴) hinnangul nõuab elektrinõudlus 2–6 TW uusi kumulatiivseid paigaldisi, peamiselt tuule- ja päikeseenergia ning maagaasi jaoks, koos vajadusega mobiliseerida 670–890 miljardit USD iga-aastase investeeringuna. Enamik stsenaariumeid rõhutab, et lisaks energia tootmisele puhtamatest allikatest on energiatõhusus teine juhtiv jõud puhtale energiale üleminekul.

Teine silmatorkav joon on see, et energeetikastsenaariumid kipuvad keskenduma stsenaariumikoonuse keskosale, võttes harva arvesse sündmusi (näit Fukushima õnnetus, COVID-19), mis võivad muuta energeetikasüsteemide tulevikku. Ükski läbivaadatud stsenaarium ei ole kaalunud võimalusena pandeemiat. Kaks organisatsiooni kaalusid oma stsenaariumis pandeemiat: USA Föderaalne Hädaolukordade Ohjamise Amet (FEMA) ja Riiklik Luureteabenõukogu (NIC). FEMA (2019⁶⁴) stsenaarium ei keskendunud energeetikale, vaid kiirreageerimisele pandeemiate, metsatulekahjude ja maavärinate korral. Riiklik Luureteabenõukogu (2017⁶⁵) vaatles ülemaailmset pandeemiat oma „Saarte“ stsenaariumis, mis oli seotud maailmakaubanduse madalamate voogudega ja tootlikkuse langemisega. Et ootamatusteks paremini valmistuda, vajaksime ehk kaasajastatud paradigmat stsenaariumide kavandamiseks, võttes arvesse nõudluse ja tarnimise šokke.

On selge, et COVID-19 on energiatuure tugev lühiajaline ja keskpikk mõju. Pikaajaline mõju sõltub pandeemia tervisetagajärgedest ning majanduse taastumise kiirusest. Energeetikaministrid üle maailma (mõned ELi liikmesriigid, India, Kanada, Indoneesia, Uus-Meremaa) käsitlevad „rohelist taastumist“ ühe viisina ergutada uimast majandust pärast COVID-19 (Recharge News, 2020⁶⁶). Sarnaseid üleskutseid tegutsemiseks on kuulnud USA prominentsetelt mõtlejatelt (The Guardian, 2020⁶⁷), sellal kui USA kongress arutab järgmist võimalikku ergutite paketti (CNN, 2020⁶⁸). Ülemaailmne küsitlus näitab, et 65% vastanutest eeldab valitsustelt pandeemia järel majanduse „rohelise“ taastumismudeli järgimist ja ka kliimamuutusega tegelemist, et valijad ei tunneks end petetuna (Ipsos, 2020³⁶). Taastumispaketis sisalduvad meetmetüübid määravad energeetikasektori reaktsiooni. Üldiselt pole taastumise viis üheselt selge ja võib järgida mitmesuguseid stsenaariumeid.

3.2. Metastsenaariumid

See osa arendab narratiivselt nelja metastsenaariumit, mis on inspireeritud eelnevalt läbivaadatud stsenaariumide ühisjoontest. Hoolimata erinevatest ajaraamistiketest ja riikidest, kipuvad stsenaariumid energeetikasüsteemide tuleviku osas arvesse võtma mitmeid universaalselt kohaldatavaid kompromisse.

⁶⁴ FEMA. 2019. 2019 National Threat and Hazard Identification and Risk Assessment (THIRA). Overview and Methodology. Raport. 25. juuli 2019.

⁶⁵ NIC, 2017. Three Scenarios for the Distant Future: Islands, Orbits, Communities. Kättesaadav aadressil: <https://www.dni.gov/index.php/global-trends/three-scenarios>

⁶⁶ Recharge News. 2020. Global energy ministers plan green rebound from coronavirus – without China and US. Autor Lee, A. 24. aprill 2020. Kättesaadav aadressil: <https://www.rechargenews.com/transition/global-energy-ministers-plan-green-rebound-from-coronavirus-without-china-and-us/2-1-797875>

⁶⁷ The Guardian. 2020. Climate Crisis will Deepen the Pandemic. A Green Stimulus Plan Can Tackle Both. Written by Aldana, D., Kammen, D. 20. aprill 2020. Kättesaadav aadressil: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/apr/20/climate-crisis-will-deepen-the-pandemic-a-green-stimulus-plan-can-tackle-both>

⁶⁸ CNN, 2020. Next Covid stimulus already facing Hill fight as both sides draw red lines. Autorid Foran, C., Barrett, T. Kättesaadav aadressil: <https://www.cnn.com/2020/04/29/politics/coronavirus-stimulus-congress/index.html>

Stsenaariumidel on erinevad mootorid (kokku võetud joonisel 2), mida vaadeldakse koos poliitikakujundajatele, tarbijatele ja ettevõtjatele kaasnevate tagajärgedega.

Joonis 2: Pakutud metastsenaariumide ülevaade

Mootorid	Stsenaarium	Ülevaadatud stsenaariumidest saadud inspiratsioon
Tehnoloogiline ummikseis, piiratud riigipoolne võitlus kliimamuutuste vastu	<i>Halb majandus, kuumem maailm</i>	Hard Rock (WEC), Rivalry (Equinor), Survival of the Fittest (EADP), War-War (NWO)
Turu juhitud innovatiivne üleminek puhtale energiale	<i>Lennukas innovatsioon</i>	Modern Jazz (WEC), Reform (Equinor), Oceans (Shell), Climate Tech (EADP), Cyberworld (NWO)
Poliitika juhitud kollaboratiivne üleminek puhtale energiale	<i>Suur riik</i>	Unfinished Symphony (WEC), Renewal (Equinor), Sustainable Development (IEA), Mountains (Shell), Green Cooperation (EADP), Belt& Road (NWO)
Oluline tehnoloogiline läbimurre	<i>Must hobune</i>	Inspiratsiooni on kaudselt saadud N. Taleb on Black/White Swans ⁶⁹ tööst

Mõned läbivaadatud stsenaariumid ei sobitunud selgelt metastsenaariumide etteantud formaati, sest võrdlesid erineva tasandi poliitilisi püüdlusi (näit praegused, kavandatavad või tulevikupoliitikad, nagu näiteks EIA, IPCC või IRENA stsenaariumid) või keskendusid spetsiifilisele tehnoloogia juhitud tulevikule (näit BloombergNEFi kivisööst järkjärgulise loobumise või 100% elektrifitseerimise stsenaariumid). KAPSARCI stsenaarium keskendus erinevatele võimalustele saavutada Saudi-Araabia nägemus aastaks 2030, kas siis kütusereformi või puhta energia standardi loomise kaudu. Mõttekoda uuris ka mitmeid viise riiklikult kindlaksmääratud panuste (NDC) täitmiseks, et saavutada Pariisi kliimaeesmärgid, võrreldes majandusliku mitmekesistamise võimalusi tugevale tööstuspõhjale keskendumise võimalusega. Climate Policy Initiative (Kliimapolitiika Algatus) töötas välja optimistliku, pessimistliku ja tavapärase olukorra jätkumise stsenaariumi, et India saavutaks 175 GW taastuenergia võimekuse tuleval aastakümnel.

Vene mõttekoda Skolkovo töötas välja kolm stsenaariumit, mis mainivad sõnaselgelt tuumaenergia rolli ning tehnoloogia ülekandmise kiirust riikide vahel. Neid kahte aspekti ei toodud teistes loetud stsenaariumides sama palju esile. Näiteks eeldab innovatiivne stsenaarium tehnoloogia arengu kiirenemist, kuid tehnoloogia piiratud ülekandmist. Stsenaariumi kohaselt saab Hiinast maailma liider tuumaenergia alal, USA ja India ees. „Energia ülemineku“ stsenaariumis seevastu eeldab Skolkovo kiirenenud tehnoloogilist arengut mitmes keskses tehnoloogiasõlmes ning kiiret tehnoloogilist ülekandmist ülejäänud maailmale. Sarnaselt innovatiivsele stsenaariumile saavad Hiina ja USA maailma tuumaenergia liidriteks, kuid kolmandal kohal on Venemaa, mitte India. Venemaa SKP on kõige kõrgem puhtale energiale ülemineku stsenaariumis, kuid vajalik on ulatuslik kohandamine, sh riigi gaasitarbimise abirahade vähendamine, kapitali kulu vähendamine 6–7%-ni ja süsiniku tonni hinna määramine u 20 USD-le. Teine oluline joon on see, et kõik kolm Skolkovo stsenaariumit eeldavad elektrisõidukite üsna suurt turuosa, 12–32% autoturust.

America’s Pledge’i välja töötatud alt-üles stsenaarium uurib, kuidas USA haldusüksused nagu osariigid, linnad ja kohalikud omavalitsused võivad stimuleerida ambitsioonikat kliimategevust. See stsenaarium kirjeldab tugevaid riiklikke ja kohalikke poliitika, mis võivad viia netoheidete vähenemiseni 37% võrra:

⁶⁹ Taleb, N.N., 2007. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable. Random house.

energiatõhusus ehitusstandardites, nullheidetega sõidukite kohustuslikuks muutmine, süsiniku kogumise ja ladustamise stiimulid, maapinnal asuvate süsinikuladude kasutamise ergutamine metsanduses ja põllumajanduses, ideaalsete heite-eesmärkide seadmine. Nende „täisrauga“ stsenaarium esitab nägemuse uuest Ameerika majandusest. 2050. aastaks saavutab riik 100 % nullheidetega elektritootmise, maanteetranspordi ja ehitised. See saavutatakse mitmete ambitsioonikate föderaalpoliitikate rakendamisega, milleks on näiteks metaani reguleerimine, kivisöe järkjärguline kaotamine föderaalset tasandil, elektrisõidukite föderaalset standardid, süsiniku kogumise ja ladustamise stimuleerimise föderaalne poliitika. Mõlema stsenaariumi puhul langeb tuumaenergia vastav osa ainult natuke.

WWF Japan on välja töötanud kolm alternatiivset stsenaariumi Jaapani valitsuse 2030. aasta pikaajalise pakkumise-nõudluse prognoosi täitmiseks. 100% taastuvenergia stsenaariumis esitleb WWF Japan tulevikku, kus kogu riigi energia pärineb 2050. aastaks 100% ulatuses taastuvatest allikatest, mis saavutatakse süsiniku hinna määramise, tuumaenergia järkjärgulise kaotamise ja energiatõhususe dramaatilise suurendamisega. Selle stsenaariumi huvitav aspekt on see, et see mainib otsesõnu andmete säilitamist väikmäls, mitte kõvaketastel, kütuseelementidel töötavate sõidukite kasutamist ja vesinikutaristu täielikku väljaheitamist 2030. aastaks, kuid see ei hõlma süsiniku kogumist ja ladustamist.

Teine huvitav stsenaarium, mis väärib eraldi mainimist, on Nordic West Office'i väljatöötatud langustrendi stsenaarium. See lubab soojenemisel jääda alla 2 kraadi, kuid selle eesmärgi saavutamise meetmeid ei juhi ei tehnoloogia ega poliitika (ehkki eeldatakse kiiret tehnoloogia arengut). Seda stsenaariumit juhib null-majanduskasv ja väärtuste muutumine, mis viib hüperkohaliku energiatootmise, energianõudluse kiire vähenemise ja detsentraliseeritud otsustamisprotsessini. Stsenaarium manab silme ette rohelise tuleviku, mis põhineb tööhõlpsuajandusel, nn uutel küttidel-korilastel. Seda stsenaariumi võib vaadelda tagasi juurde juurde mineku stsenaariumina, mis jääb usutavast stsenaariumikoonusest mõnevõrra väljapoole.

Lõpetuseks, joonis 2 näitab, et ükski läbi vaadatud energeetikastsenaariumidest ei vaadelnud laiatarbetehnoloogiat, näiteks tehisintellekti, kui puhtale energiale ülemineku keskset mootorit. Kui otsingut veidi laiendada, võib leida mitu väljaannet, mille stsenaariumid kaasavad tehisintellekti. Näiteks Business for Social Responsibility (BSR, 2018⁷⁰) töötas välja stsenaariumi „Täielik teabeteadlikkus“, kus tehisintellektifirmade levimine murendab andmete privaatsust, kuid automatiseerib samas kõige tüütumad tööd, mis tagab uuele tehnoloogiale ühiskonna heakskiidu. OECD (2018⁷¹) seevastu töötas välja stsenaariumi „Nähtamatud tehiskäed“, kus ükski olem ei oma andmete üle kontrolli valitsemise radikaalse detsentraliseerimise tagajärjel. Samas jälle töötas Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühiskeskus (JRC⁷²) välja „Ülimalt koostöövalmis valitsuse“ nägemuse, mis põhineb tehisintellektil ja kodanike osalusel valitsemisel. Tehisintellekti lõimimine energeetikasüsteemi on käesoleva uurimuse uuenduslik aspekt.

⁷⁰ BSR. 2018. Doing Business in 2030: Four Possible Futures. Written by Park, J. Report. San Francisco, CA. Kättesaadav aadressil: https://www.bsr.org/reports/BSR_Report_Doing_Business_in_2030.pdf

⁷¹ OECD. 2018. OECD Scenarios for Digital Transformation. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development.

⁷² JRC. 2019. Government 2030+: A Citizen-Centric Perspectives on New Government Models. Written by Vesnic-Alujevic, L., Stoermer, E., Rudkin, J-E. Scapolo, F & Kimbell, L. EUR29664 EN. Luksemburg: Euroopa Liidu Väljaannete Talitus

1. stsenaarium: Halb majandus, kuumem maailm

Stsenaarium materialiseerub juhul, kui COVID-19 majandusliku kulukuse halvima ennustused tõeks osutuvad. Majanduse aeglustumine areneb oluliseks majanduslanguseks, mis kestab kümme aastat ja millega kaasneb kõrge tööpuudus, inflatsioon ja võib-olla ka viiruse hooajaline naasmine. Riiklik ergutuspoliitika ei tööta ootuspäraselt ning enamik riike kogeb väga aeglast majanduskasvu, või kasvu ei toimu üldse. Majanduse aeglustumine on nii tõsine, et eraldiseisvate pankrottide laine pühib minema usalduse rahaturgude suhtes. Tehnoloogiline innovatsioon on seiskunud kokku kuivanud rahastamise tõttu. 2020-2030 muutuks kliimamuutuse osas „kaotatud aastakümneks“, mil riikide poliitikad on killustunud ja tegevused kooskõlastamata.

Majandus hakkaks taastuma 2030. aastaks, kuid kliimamuutuse probleemidega tegelemisel kaotatakse väärtuslikku aega. Enamik riiklike vahendeid kulutatakse hiljem katastroofileevendamisele, mitte kaugeleavaatavale energeetikataristule või investeringutele teadus- ja arendustegevusse. 2040. aastaks oleksid kliimamuutuse mõjud ilmsemad ja murettekitavamad, sest teatud maailma paikades tõuseks temperatuur. Enamike eraisikute jaoks muutuksid kliimaprobleemid teisejärguliseks võrreldes tervise- ja tööhõiveprobleemidega. Samas mõjutaksid teatud ühiskonnarühmi ebaproportsionaalselt palju kõik kolm: COVID-19, halb majandus ja kliima mõju. See võib tekitada ühiskonnas rahunusi. Ringi sulgeb see, et kliimaraanne muutub rahvusluse ja proteksionismi mootoriks. Rahvusvahelises kontekstis keskenduksid riigid enda kitsastele huvidele, püstitades proteksionistlike barjääre ja tugevdades riigisiseseid tarneahelaid. Kliimaläbirääkimistel puuduks koostöövaim ning ÜRO ja teised rahvusvahelised organisatsioonid kaotaksid oma tähtsuse. Selles stsenaariumis viib ootamatu pandeemiaga tegelemise suutmatuse (tõsisema) pikaajalise kliimakriisini.

2. stsenaarium: Lennukas innovatsioon

Stsenaarium eeldab, et COVID-19 koos juba olemasolevate pingetega ühiskonnas loob energia, mis on vajalik kiireks turu juhitud üleminekuks puhtale energiale. Maailma praeguses olukorras on selle stsenaariumi kesksed kujud ettevõtjad, kes toetavad läbimurdeid tehnoloogias ning viivad tehnoloogiaid kiiresti laboratooriumist turule. Enamik riike toetab rohelist taastumist ning investeerib ergutamise eesmärgil suurtesse energiataristuprojektidesse (näit. edastussüsteemid) ja agressiivsetesse energeetika teadus- ja uurimisprogrammidesse, mis toetavad varase faasi tehnoloogiate turustamist. Riigid teevad igal tasandil teadlikke jõupingutusi bürokraatia vähendamiseks, et võimaldada uute tehnoloogiate katsetamist, kuid astuvad ka samme lubade väljastamise kooskõlastamiseks ja lihtsustamiseks erinevate jurisdiktsioonide vahel. Üldiselt keskenduvad valitsused institutsiooniliste barjääride eemaldamisele ettevõtluse teelt. See stsenaarium esindab võrdsemat energiaüleminekut kui 1. stsenaarium, tagades tehnoloogiliste innovatsioonide kättesaadavuse kõigile ühiskonnarühmadele.

Roheline rahandus õitseb, enamik institutsioonilisi investoreid loobub fossiilkütustest, lubades uutel energiatehnoloogiatel ligi pääseda odavale ja rohkele kapitalile. Olulised investeringud muutuvad tavaliseks ja fondid suunavad suuri vahendeid kestlikkuse probleemide lahendamisse. Enamikes maailma riikides lahkneb majanduskasv energiatarbimisest, mida toetavad tehnoloogilised läbimurded nagu kaugseire, plokiahel ja süsinikunegatiivsete tehnoloogiate kasutamine. Need tehnoloogiad viivad tõenäoliselt täppisajastatud energiatarne ja paindlikuma energiasüsteemini. Enamik energiatarbijaid muutuksid tootja-tarbijateks, tootes ise energiat ja kaubeldes naabritega (omavaheline kaubandus), aga ka hakates investeerima rohelisse energiasse kogukondlike pensioni- ja investeerimisfondide kaudu (sh rohelised fondid). Tarbijad eelistavad tõenäoliselt muuta „vaikimisi seadet“, et vähendada rajasõltuvust,

mistõttu „roheline vaikumise seade“ muutub normiks mitte ainult elektri ostmisel, vaid ka investeerimisel sõidukisse, eluasemesse ja pensionisse.

Need muutused nõuavad uusi ärimudeleid kommunaalteenustele, mis kaotavad järk-järgult oma staatust elektri ainutootjatena; see suundumus on juba alanud. Rahvusvahelisel tasandil tekib riikide vahel konkurents andekaimate ettevõtjate ligimeelitamiseks, mistõttu riigid matkivad Ränioru edu enda riigi vastete loomisega (näit. Skolkovo Venemaal).

3. stsenaarium: Suured riiklikud lahendused

Nagu mõned targad ennustavad, muudab COVID-19 riigi suuremaks ja mõjukamaks. „Lipuga lehvitan“ suurendaks kodanike usaldust riigi vastu, suurendades ka selle mandaati kliimaga tegelemisel. Juba 2020. aastal hindas IEA, et riiklikud otsused juhivad umbes 70% maailmas energeetikale tehtavatest kulutustest (The Economist, 2020⁷³). Ergutina investeeritaks olulised summad riigi raha suurtesse energiataristutesse.

Rahvusvahelised kliimategevuskavad kogeksid taaselistamist, kannustades rahvusvahelist võidujooksu süsinikusisalduse vähendamise suunas. Kliimamuutus muutuks rahvusvahelisel tasandil oluliseks teemaks, tuues kiiresti kaasa taastuvenergiate suuremahulise kasutamise, suured kasumid energiataristutes. Samas võib stsenaariumil olla negatiivseid kaasmõjusid. Näiteks võivad riigi poliitikad olla struktureeritud viisil, mis tahtmatult valivad võitva tehnoloogia. On usutav eeldada, et selle stsenaariumi tehnoloogiline innovatsioon on võrdväärne „Lennuka innovatsiooni“ stsenaariumiga, kuid seda juhib valitsus. See stsenaarium esindab võrdsemat energiaüleminekut kui 1. stsenaarium, tagades tehnoloogiliste innovatsioonide kättesaadavuse kõigile ühiskonnarühmadele.

Rahvusvahelisel tasandil võivad riigid alustada varjatud sõda kõige tootlikumate teadlaste (kes toodavad kõige rohkem patente) ja intellektuaalse vara endale saamiseks. See jagaks riigid teadus- ja uurimistöö liidriteks ja uute avastuste rahvusvahelist levitamist ootavateks riikideks. Teine selle stsenaariumi murettekitav trend on riigi jõuline tungimine isikuvabadustesse kõigis elu aspektides. Andmete jagamine muutuks ulatuslikuks, nii et energiakasutus on lihtsam keskselt juhtida. Keskne kavandaja minimeeriks ühiskonna energiatarbimist ja heiteid üksikisiku marginaalsete eelistuste arvelt.

4. stsenaarium: Must hobune

See on metsiku kaardi stsenaarium, mis paikneb stsenaariumikoonuse serva pool. COVID-19 järgses maailmas tundub kavandamisel ootamatuste silmas pidamine mõistlikum kui kunagi varem. Seetõttu on „Musta hobuse“ stsenaarium pühendatud laiatarbete tehnoloogiale, mis muudaks nii energiamajandust kui leviks ka enamikesse teistesse majandussektoritesse (Breshnahan ja Trajtenberg, 1995⁷⁴). Laiatarbete tehnoloogia kasutamine alandaks tehnoloogia kulukust kasutajatele ning tooks kaasa uute leiutiste laine, mis avalduks uutes toodetes ja protsessides (ibid.). Sageli nimetatud näited sellisest tehnoloogiast on aurumootor, elekter, arvuti ja internet. Hiljuti hakkasid teadlased tunnustama tehisintellekti järgmise laiatarbete tehnoloogiana (OECD, 2018⁷⁵). Tehisintellektil on energeetikas mitmeid kasutusviise, see töötab olemasolevate energiasüsteemide revolutsioonilist muutumist. On käimas

⁷³ The Economist. 2020. The pressure to make the post-covid rebound green. Briefing. 21. mai 2020. Kättesaadav aadressil: <https://www.economist.com/briefing/2020/05/21/the-pressure-to-make-the-post-covid-rebound-green>

⁷⁴ Bresnahan, T.F. and Trajtenberg, M., 1995. General purpose technologies. Engines of growth? Journal of Econometrics, 65(1), lk.83-108.

tulised vaidlused laiatarbetehnoloogia soodustajate teemal (näit. maailma liidrid (Coccia, 2015)⁷⁵), kuid näib tõenäoline, et laiatarbetehnoloogia tooks uut hingamist majanduskasvu (Lipsey et al., 2005⁷⁶; Bekar et al., 2018⁷⁷). Riigi roll sellise tehnoloogia propageerimisel hõlmab suuri spetsiaalseid teadus- ja arendusinvesteeringuid, mis lubaksid katsetada ja kohaldada põhiuuringuid tegeliku elu probleemidele. Teine oluline punkt on ettevõtluse toetamine, pakkudes odavaid rahastamise ja prototüübi loomise võimekusi. Tarbija peab olema avatud uutele kogemustele, et sotsiaalne aktsepteerimine ei muutuks probleemiks, mis lämmatab tehnoloogilised edusammud (Wuestenhagen et al., 2007⁷⁸).

Tuleb märkida, et kõik neli stsenaariumi võivad globaalses kontekstis koos eksisteerida. Neljas stsenaarium võib materialiseerumiseks nõuda täiuslikku tormi, mis ühendab 2. stsenaariumi („Lennukas innovatsioon“) ja 3. stsenaariumi („Suured riiklikud lahendused“) elemendid, sest see nõuab nii globaalset liidrit kui ettevõtlust. Siiski võib selle stsenaariumi realiseerumine olla tõenäolisem kui võiks oodata, sest on mitu võimalikku laiatarbetehnoloogiat, mis võiksid muuta Pariisi kokkuleppe eesmärkide saavutamise vähem ülejõukäivaks.

Samas võib COVID-19 anda hoo sisse 1. stsenaariumile („Halb majandus, kuumem maailm“) ja 3. stsenaariumile („Suured riiklikud lahendused“), sest tugevdab riigi rolli, muutes seeläbi 2. stsenaariumi („Lennukas innovatsioon“) vähem tõenäoliseks. Epideemial oleks ebaselge mõju 4. stsenaariumi („Must hobune“) tõenäosusele: ühest küljest võib suurem riigi osalus pakkuda laiatarbetehnoloogia jaoks vajalikku juhtimist, teisest küljest võivad COVID-19 majanduslikud mõjud takistada laiatarbetehnoloogia levimist. Mõned targad pead usuvad, et COVID-19 epideemia võib innustada rahvusvahelist koostööd (3. stsenaarium: „Suured riiklikud lahendused“), mis kanduks edasi ka kliimakoostööle. Teine mõte on see, et riigipoolset ergutit tuleb rahastada uue maksukorralduse kehtestamise kaudu, nii et süsinikumaks muutub mõnevõrra tõenäolisemaks ja väheneb 1. stsenaariumi „Kuumem maailm“ realiseerumise võimalikkus.

3.3. Mõju Eestile

Väikese avatud majandusega riigina mõjutavad Eestit tõenäoliselt kliimamuutuse, rahvastiku kasvu ja teiste tegurite mõjud üle maailma ja Euroopas. Metastsenaariumi lähenemine paigutab rahvusvahelise vaate Euroopa konteksti. Selle tulemusel võivad stsenaariumid kahe silma vahele jätta mõned olulised mootorid, mis on Eesti energiaturule ainuomased. Need riigipõhised mootorid hõlmavad geopoliitilisi tegureid seoses Venemaaga, energeetikaturgude omavahelisi suhteid naaberriikidega, survet kaotada järk-järgult kiviõli, hoides samas tööhõivet Ida-Eestis, ja järgida süsiniku vähendamise eesmärke aastaks 2030 vastavalt riigi kavale. Nende suundumuste arutelu jääb käesoleva uurimuse piirest välja ja väärib uurimist tulevikus.

Teine puhtale energiale ülemineku tagajärg on see, et süsiniku vähendamine seab riikidele kohustuse kompenseerida riigikassale sissetulek, mis on ajalooliselt pärinenud fossiilkütusepõhiste energiaallikate

⁷⁵ Coccia, M., 2015. General sources of general purpose technologies in complex societies: Theory of global leadership-driven innovation, warfare and human development. *Technology in Society*, 42, lk.199-226.

⁷⁶ Lipsey, R.G., Carlaw, K.I. and Bekar, C.T., 2005. *Economic transformations: general purpose technologies and long-term economic growth*. OUP Oxford.

⁷⁷ Bekar, C., Carlaw, K. and Lipsey, R., 2018. General purpose technologies in theory, application and controversy: a review. *Journal of Evolutionary Economics*, 28(5), lk.1005-1033.

⁷⁸ Wüstenhagen, R., Wolsink, M. and Bürer, M.J., 2007. Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy policy*, 35(5), lk.2683-2691.

maksustamiselt (näit aktsiis, saastetasud, maavarade tasud). Maksureform võib osutada vajalikuks, et tasakaalustada riigi eelarvet ja tekitada suurem maksude sissevool „pahede“ maksustamise kaudu. Teine soovituslik strateegia on laiendada olemasolevaid eelarveid välismaalt oluliste investeeringute ligimeelitamise abil suurtele taristuprojektidele, tagades samas innovatsioonile paremad kasvutingimused bürokraatia vähendamise läbi.

Joonis 3. Stsenariumide kesksed mõjud

Mõjuvaldkond	Halb majandus, kuuem maailm	Lennukas innovatsioon	Suured riiklikud lahendused	Must hobune
Üldine	Pikaajaline majanduse langussuund, inflatsioon ja töötus aeglustavad innovatsiooni ja kliimamuutusega võitlemist. Kliimamuutuste mõjud muutuvad reaalsemateks ja raskemini leevendatavateks.	Ettevõtja on selles stsenaariumis kesksel kohal ja riik on toetavas rollis, luues toetava ettevõtlusraamistiku.	Riik juhib energiaturge, andes hoogu rahvusvahelisele kliimakoostööle, aga ka moonutades energiaturge ja piirates isikuvabadusi.	Laiatarbetehnoloogia muudab põhjalikult energiamaastikku ja teisi ühiskonna valdkondi, aidates odavalt saavutada süsiniku kaotamise kõikjalt sajandi keskepaigaks.
Elektrisegu	Kivisöe järkjärguline vähendamine pole lõpule viidud, ehkki enamik uuest võimekustest seisneb taastuvenergiast. Gaas on jäänud paindlikuks kütuseks. Süsiniku kogumise tehnoloogiad ei ole saanud mastaapseks, peetakse liiga kalliks.	Domineerivad madala süsinikusaldusega tehnoloogiad. Tõenäoline on süsiniku nullsalduse ja süsinikunegatiivsete tehnoloogiate kiirem kasutuselevõtt.	Süsinikusalduse kiire vähendamine, võimalik aeglasem madala süsinikusaldusega tehnoloogiate kasutuselevõtmine energiaturgude ülereguleerimise tõttu.	Null- või negatiivsete heidetega tehnoloogiad kogeavad plahvatuslikku kasvu tehisintellekti toel.
Süsinikusalduse vähendamine	Süsinikusalduse vähendamine ei ole poliitilisel radaril, sest sellest trügivad ette tervishoiu ja majanduse probleemid.	Süsinikusalduse vähendamine on kiire ja seda juhib turg. Siiski võib see rahvusvahelisel tasandil olla ebaühtlane, sest tehnoloogiate levimine võtab aega.	Süsinikusalduse vähendamine on poliitiliseks kesksel kohal, riigi mandaat domineerib protsessis.	Süsinikusalduse vähendamine süvatasandil saavutatakse laiatarbetehnoloogia kasutamisega väga mitmeteks otstarveteks.
Energia kättesaadavus	Võrdõigusslikkus on selles stsenaariumis oluline probleem. Energiale ligipääsu praegust olukorda teravdavad COVID-19 negatiivsed mõjud, majanduse langustrend ning kliimamuutuse mõjud. Ühiskonna teatud osad puutuvad kokku kõigi kolme teguri negatiivsete tagajärgedega.	Ettevõtjad leiavad innovatiivseid ärimudeleid, et teenindada elanikkonna eri rühmi, kuid on siiski keeruline pakkuda kõige uuenduslikumaid tehnoloogiasid kõige ebasoodsamas olukorras olijatele. Elanikkonna valdav enamus naudib kõrgeima määrastase ligipääsu energiale, vastavalt maailmapanga määratlusele.	Energia kättesaadavus saab osaks keskestest poliitiliseks kesksel kohal, kiirendades kõrgeima määrastase ligipääsu energiale ebasoodsas olukorras rahvastikurühmadele (vastavalt maailmapanga määratlusele).	Tänu vähenevatele kuludele võimaldab laiatarbetehnoloogia veelgi üleüldisemat ligipääsu energiale, levides isegi ühiskonna kõige ebasoodsamas olukorras osadesse.
Investeeringuvõud	Riikide kerja-naabrilt-poliitilised alandavad tuntavalt rahvusvaheliste	Riik investeerib tugevalt teadus- ja arendustöösse ning turustamisessse.	Avalikud investeeringud tõrjuvad mõnevõrra välja erainvesteeringuid. Siiski küllastab riigi	Mastaapsuse saavutamiseks vajab laiatarbetehnoloogia ligipääsu olulisele

	investeringute määra. Suurem osa kapitalist on kinni mujal.	Roheline ja keskkonnasäästlik rahandus õitseb ning suudab pakkuda märkimisväärset rahavoogu. Enamik pensionifonde loobub fossiilkütustest.	kaasatus energiasüsteemi taskukohase kapitaliga.	kapitalile. See võib olla kättesaadav tänu laiatarbetehnoloogia atraktiivsele kasumlikkusele, mis omakorda võib tõenäoliselt kasvu suurendada.
Reguleerimine	Kuna puudub riigi toetus puhtale energiale üleminekuks, ja võib-olla bürokraatia suurenemise tagajärjel, võib reguleerimine puhtale energiale üleminekut aeglustada.	Regulatsioonide keskseks eesmärgiks on võimaldada varajase etapi ettevõtlust ja lihtsustada lubade väljastamist kõigil valitsustasanditel.	Jõuline reguleerimine võib innovatsiooni lämmitada. Vaja on tasakaalu soodustava ja takistava regulatsiooni vahel.	Alguses pole laiatarbetehnoloogia reguleeritud, kuid selle küpsedes kehtestatakse rohkem õigusakte. Oluline on leida õige tasakaal turvalisuse ja innovatsiooni toetamise vahel.
Kerksus ja kriisidele reageerimine	Ühiskond reageerib majanduse töotustele ja kliimamõjudele, selle asemel, et aktiivselt kavandada puhtale energiale üleminekut.	Kriisidele reageerimine on kiirem ja tõhusam, sest seda ei aeglusta ettevaatusprintsip. Turujõudude mõjul muutuvad mõned kaubad ja teenused kallimaks, mis viib uute aruteludeni hinnakontrolli ja reguleerimisvajaduse üle.	Riik suudab kiiresti reageerida tänu keskvalitsusele. Samas on tõenäoline, et reageerimisel esineb ebatõhususi.	Laiatarbetehnoloogiast on kriisidele reageerimisel tõenäoliselt abi, kuna see on olemuselt mugandatav.

4. Järeldused

Käesolev uurimus sünteesis üle 60 erineva energeetika arenguseire stsenaariumi mõtteid ja töötas välja 4 metastsenaariumi, mis annavad otsustajatele kasuliku raamistiku määramatuste haldamiseks. COVID-19 mõjusid on tunnistanud kui uuelaadset määramatust, mille lühiajalisi ja võimalikke pikaajalisi mõjusid uurimuses vaadeldakse. Enamik stsenaariume vaatas riiklikke poliitikaid, majanduskasvu ja tehnoloogilist innovatsiooni energeetika tulevike peamiste mootoritena. Selle idee põhjal pühendab käesolev uurimus kaks stsenaariumit kahele võimalikule olukorrale maailmas, mil kasvav tehnoloogiline muutus või uus tehnoloogia päästab valla tehnoloogilise innovatsiooni („Lennukas innovatsioon“ ja „Must hobune“). „Lennukas innovatsioonis“ on riigi roll hoida ülal ettevõtlusühiskonda teadus- ja arendustöö rahastamise ja eksperimenteerimise lihtsustamise kaudu, vähendades samas bürokraatiat. Veel kaks stsenaariumit uurivad, kuidas riigi roll võib COVID-19 epideemia järellainetuses muutuda. Pikale veniva majanduslanguse tingimustes on napid riigivarad pühendatud tervise- ja sotsiaalvaldkonnale, mis muudab kliimategevuse ja innovatsiooni ebatõenäoliseks („Halb majandus, kuumem maailm“). Selles stsenaarium muutuvad kliimamuutuse mõjud ilmsemaks ja viivad ebavõrdse üleminekuni puhtale energiale. Neljas stsenaarium, mis eelistab suuri riiklikke lahendusi, võib muutuda tõenäolisemaks COVID-19 pandeemia tagajärjel, kui valitsusele antakse uus mandaat ühiskondlike probleemidega, näiteks kliimamuutusega, võitlemiseks, ja see pakub samas ka rohelisi ergutisi.

Riik mängib rolli kõigis neljas metastsenaariumis, mis on käesoleva uurimuse käigus välja töötatud. Nimetatud stsenaariumidel on Eesti jaoks oluline tähtsus. Üle 102 riigi statistiline analüüs on näidanud, et riik mängib kesket rolli heidete vähendamisel kõrgema sisetulekuga riikides, kuhu kuulub ka Eesti

(Le et al. 2020⁷⁹). Riigi osalus ulatub väiksemast ettevõtluse toetamise rollist „Lennuka innovatsiooni“ stsenaariumis palju suurema rollini „Suurte riiklike lahenduste“ stsenaariumis, kus puhtale energiale üleminekut toetab tugevalt keskvalitsus. Halvim stsenaarium, mida kirjeldab „Halb majandus, kuumem maailm“, manitseb otsustajaid ohtude eest, mis võivad tuleneda majanduse pikale veninud langussuunast ja kliimaga mittetegelemisest. Laiatarbetehnoloogia kiiret kasutuselevõtmist, mida kirjeldab „Musta hobuse“ stsenaarium, võib avalik toetus tuntavalt kiirendada.

Eesti on näidanud tõepoolest muljetavaldavat kasvu taastuvenergia ja energiatõhususe vallas, kuid arenguruumi on veel. Võrreldes 34 OECD liikmesriigiga on Eestil kõige kõrgem CO₂-mahukus ja suurimad CO₂-heited katlamajadest ja elektrijaamadest (Pliousis et al., 2019⁸⁰). Eesti on 31. kohal (34-st) oma energiapuudulikkuse, jätkusuutlikkuse, riikliku poliitika ja kapitali alusel, mis paigutab Eesti koos teiste Ida-Euroopa riikidega madalamasse keskrühma Türgi ja Mehhiko ette (ibid.). Samal ajal sai Eesti OECD riikide hulgas ühena parimatest hakkama keskkonnaalase teadus- ja arendustegevusega ning sellega seotud tehnoloogiatega perioodil 2005–2015, mis on paljulubav näitaja (ibid.).

On vaja uuelaadseid avalikke algatusi puhtale energiale ülemineku toetamiseks ning see uurimus tahaks rõhutada Kolme Mere Algatus (3SE), mida Eesti hetkel toetab. Kolme Mere Algatus püüab suurendada taristuinvesteeringuid, et toetada majanduskasvu kolme mere (Läänemeri, Vahemeri ja Must meri) vahel asuvates Kesk-Euroopa riikides. Üks fondi eesmärke on liikuda Euroopa ühtse energiaturu poole ja ühendada kolme mere riikide energiavõrgustikud ülejäänud Euroopaga. Sellised stiimulid võivad aidata rahastada vajalikku taristut (näit hooajalist salvestamist, puhtaid vedelikutorusid, uusi sadamaid) ja ergutada majanduse taastumist pärast koroonaviirust. Euroopa Komisjon (2020) soovib Eestil keskenduda oma investeeringutega seotud majanduspoliitikale kahes valdkonnas, mis on olulised ka 3SE-le (säätlik transpordi- ja energeetikataristu), demonstreerides selles osas Euroopa ja Eesti poliitikakujundajate nägemuste ühtivust.

Tänuavaldused:

Tahaksin tunnustada dr Meelis Kitsingut ja Riigikogu Arenguseire Keskust käesoleva uurimuse juhendamise, tellimise ja rahastamise eest. Samuti olen tänulik Aditya Ramachandranile riigipõhiste stsenaariumide uurimise toetamise ja minu töö toimetamise eest. Lisaks sellele on autorile abiks olnud nelja kolleegi targad kommentaarid: Dawud Ansari, Einari Kisel, Erik Terk ja Fai Dai.

⁷⁹ Le, T.H., Chang, Y. and Park, D., 2020. Renewable and Nonrenewable Energy Consumption, Economic Growth, and Emissions: International Evidence. *The Energy Journal*, 41(2), lk.73-92. <https://doi.org/10.5547/01956574.41.2.thle>

⁸⁰ Pliousis, A., Andriosopoulos, K., Doumpos, M. and Galariotis, E., 2019. A multicriteria assessment approach to the energy trilemma. *The Energy Journal*, 40, lk.143-165. <https://doi.org/10.5547/01956574.40.SII.apli>