

Põlevkivielektri ja -õli väljavaated, kliimamuutus ja tulevikutehingud*



MARKUS SOMP
Tallinna Tehnikaülikooli
ärianduse magister



AARO HAZAK
Tallinna Tehnikaülikooli
majandusanalüüsi ja
rahanduse instituudi professor



KADRI MÄNNASOO
Tallinna Tehnikaülikooli
majandusanalüüsi ja
rahanduse instituudi professor

Eesti moodsam põlevkivi-elektritootmine võib 2023. aastaks kaotada turul konkurentsivõime. Süsinikuheite püüdmistehnoloogiad ei ole turutingimustel võimalik kasutusele võtta.

Põlevkivi on olnud Eesti ainulaadne primaarenergiaressurss ja energiapuuduliku allikas. Eesti põlevkivitööstuse ajalugu on rohkem kui sajandi pikkune ning põlevkivialane tööstusteadmus on maailma tipus (Siirde *et al.* 2013). Eesti põlevkivitööstus, mis toodab põlevkivist kui fossiilkütusest peamiselt elektrienergiat ja põlevkiviõli, genereeris 2019. aastal kokku 725 miljonit

eurot müügitulu ja 121 miljonit eurot maksulaekumisi ning andis otseselt tööd üle 6500 inimesele, seda peamiselt Ida-Virumaa regioonis (Eesti Põlevkivitööstuse Aastaraamat 2019).

PÕLEVKIVISEKTORI VÄLJAKUTSED EUROOPA LIIDU KLIIMAEESMÄRKIDE TÄITMISEL

Põlevkivisektori mõjul on Eesti olnud üks CO₂-intensiivsemad riike suhtena sise-majanduse koguprodukti terves Euroopa Liidus (OECD 2017; Climate Watch 2020), samas kui Euroopa Komisjoni 2020. aastal kinnitatud kasvuhoonegaaside vähendamise kava näeb ette heitkoguste vähendamist 2030. aastaks 55 protsendi võrra (European Commission 2021). Kliimaeesmärkidest tuleneva koordineerimise- ja regulatsioonimehhanismina toimivas Euroopa Liidu kasvuhoonegaaside heitkoguste kauplemise süsteemis CO₂ emissioonikvootide hinnad kasvavad (ICE 2021) ning pingestavad seeläbi Eesti süsinikuheite intensiivse põlevkivitööstuse tulevikuväljavaateid. Põlevkivitööstuse suurim ettevõtte Eesti Energia on teatanud

* Käesolev ülevaateartikkel on valminud projekti RITA1/02-20 „Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate“ raames (Nurk *et al.* 2021).

põlevkivist elektritootmise lõpetamisest hiljemalt 2030. aastaks (Eesti Energia 2021), kuid lahtine on veel põlevkivielekttri saatuse kuni selle ajani. Üks võimalus Euroopa kliimaeesmärkide täitmiseks on rakendada põlevkivitööstuses CO₂ püüdmise tehnoloogiaid, mis tähendaksid mahukaid investeeringuid ning ka vajadust leida püütud CO₂-le kasutus või seda ladestada. Eesti põlevkivisektori tuleviku kujundamise aruteluks, sh CO₂ püüdmise tehnoloogia otstarbekusele hinnangu andmiseks on äärmiselt oluline võimalikult usaldusväärne prognoos Eesti põlevkivielekttri ja -õli tulevaste majanduslikult põhjendatud tootmismahude kohta,

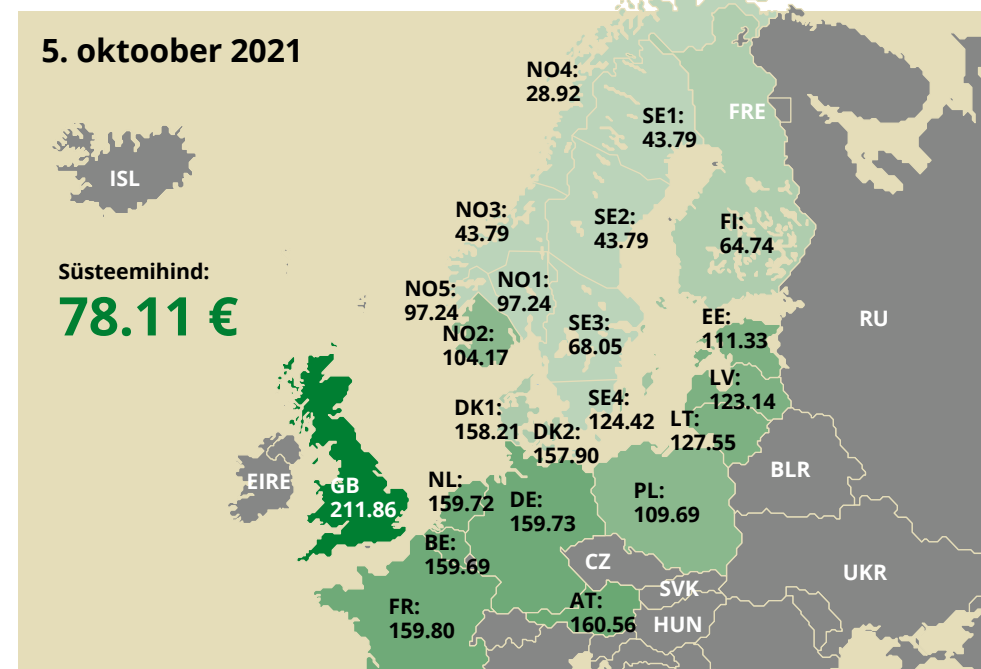
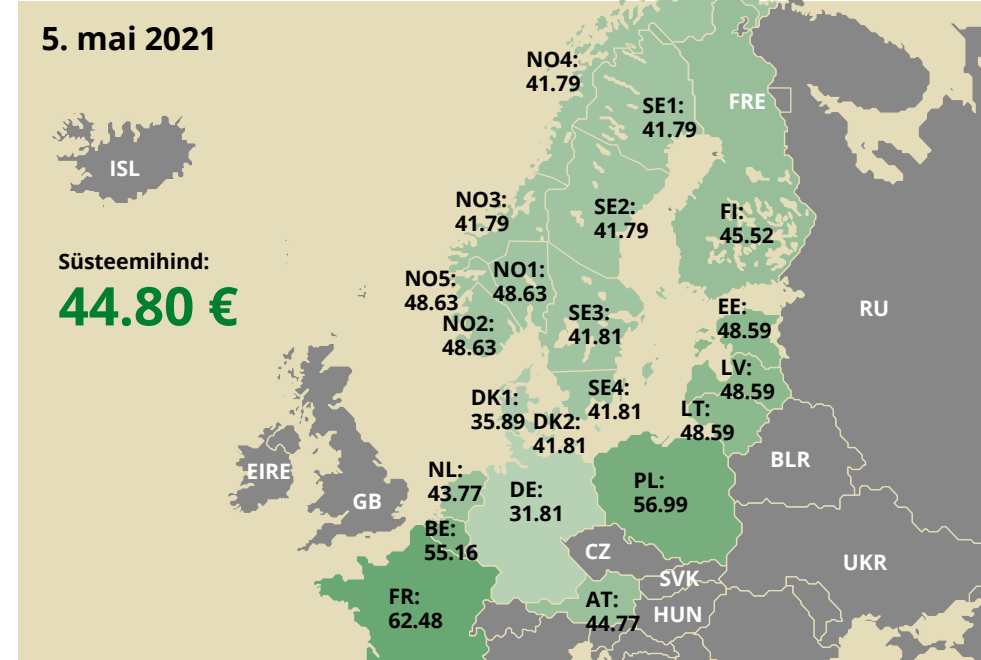
Tulevikutehingud on põlevkivisektori konkurentsivõime kaardistamise üks allikaid.

arvestades turutingimuste ja kliimaeesmärkidega. Käesolev artikkel keskendub võimalusele lähtuda Eesti põlevkivisektori tulevikupotentsiaalile hinnangu andmisel elektri ja kütteõli tulevikutehingute hindadest ning mineviku- ja oodatavatest tulevikutrendidest CO₂ emissioonikvootide jaotuses, mittefossiilsetest allikatest energiatootmises, rahvusvahelises elektriülekanDES, elektritarbimises ning ilmastiku- ja muudes näitajates.

Seoses Euroopa Liidu elektrituru avanemisega 2007. aastal ning sellele järgnenud Eesti elektrituru avanemisega aastast 2013 on tekkinud elektritarnele konkureerivate pakkujatega rahvusvaheline turg, mis toob kokku elektritootmisel erinevaid (nt fossiilseid, tuuma-, hüdro- tuule-, päikese- jm) energiaallikaid rakendavad

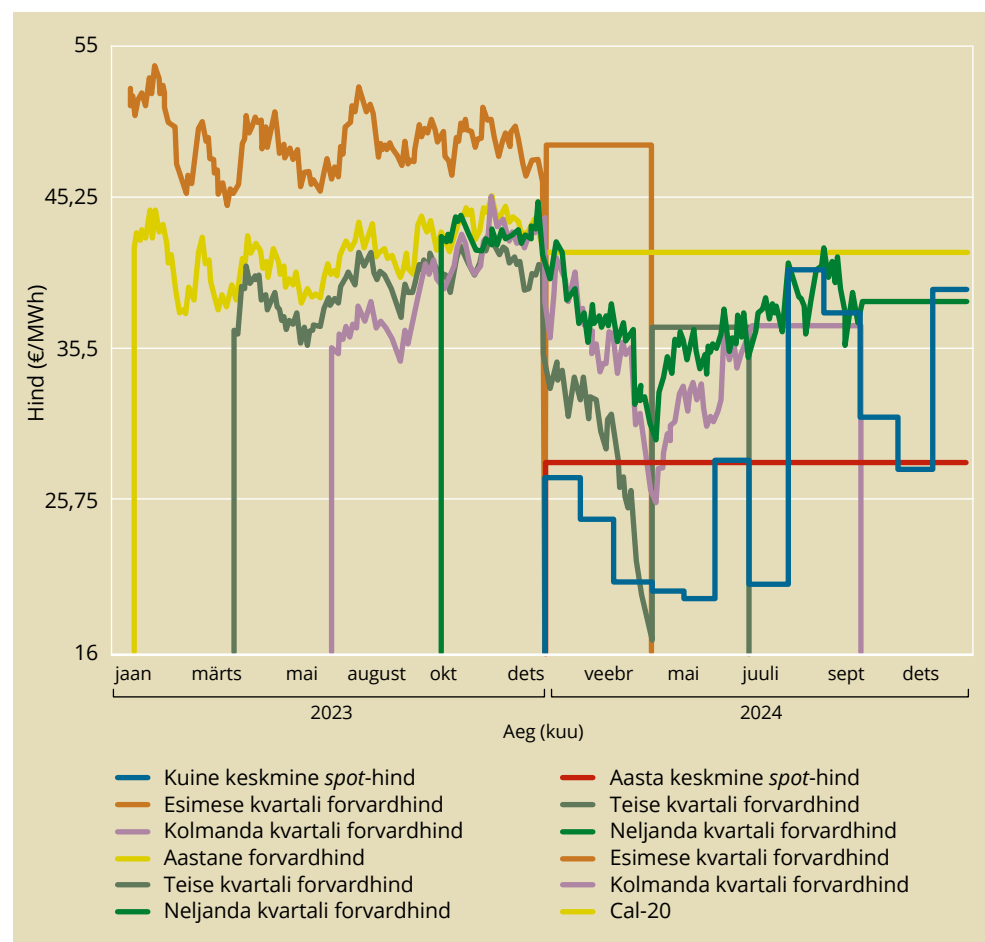
tootjad. Elektribörs Nord Pool koondab enda alla Põhja- ja Baltimaad, Kesk- ja Lääne-Euroopa riigid ning Suurbritannia ja avaldab päev-ette elektri tarnimise börsihindu hinnaregioonide kaupa. Need nn *spot*-hinnad järgmise päeva iga tunni kohta saavad nähtavaks Eesti aja järgi kella kahe paiku päeval (vt joonis 1) (Nord Pool Group 2021). Elektribörsil Nord Pool kujunev turuhind pakub usaldusväärset ja sisukat informatsiooni selle kohta, kas põlevkivist toodetav elekter püsib konkurentsivõime hindamisel saab ühe võimalusena lähtuda tulevikutehingute hindadest. Samas peab arvestama, et tulevikutehingud peegeldavad turuosaliste ootusi energiaturu tulevaste sündmuste suhtes. Need ootused ei pruugi siiski asjakohaselt peegeldada kogu olemasolevat informatsiooni, ootamatuid turutõrkeid ega määramatust, mida on näiteks näha olnud 2021. aasta järsult tõusnud elektrihindu ja samaks perioodiks elektrienergia tulevikutehingute hindu kõrvutades. Näiteks poole aasta jooksul kasvasid sama tulevikuperioodi forvardlepingute hinnad sügiseks 2021 kohati rohkem kui kahekordseks. 2020. aasta forvard- ja *spot*-hindade kujunemisest annab ülevaate joonis 2. Forvardhinnad on olnud ja on eeldatavalt ka tulevikus väga volatiilsed ning mida enam minnakse üle mittekontrollitava tootmismahuga taastuvenergiale, seda rohkem on määramatust, mida turuosalistes forvardlepingute väärtuste ootustes adekvaatselt hõlmata ei suuda.

Eesti põlevkiviõli leiab ekspordituna rakendust keemiatööstuse tooraine ja immutusõlina, katelde ja tööstuslike ahjude kütteks ning komponendina laevakütuses. Põlevkiviõlil puudub elektrituruga võrreldav kauplemisplatvorm ning ei leidu ka asjakohast hinnaindeksit. Põlevkiviõlile lähim finantsturgudel kaubeldav standardne toode on üheprotsendise väävlisaldusega raske kütteõli (Eesti Põlevkivitööstuse Aastaraamat 2019), mille hind on



JOONIS 1. Nord Pool süsteemis avaldatud elektrienergia *spot*-hinnad €/MWh erinevates hinnapiirkondades 05.05.2021 ja 05.10.2021.

Allikas: Nord Pool Group (2021)



JOONIS 2. Helsingi hinnapiirkonna 2020. a kuised keskmised *spot*-hinnad koos samaks perioodiks kaubeldud forvardlepingute hindadega.

Märkus 1. Horisontaaljooned tähistavad vastavaks perioodiks kehtinud forvardlepingute kauplemissperiоди keskmiisi hindu.

Märkus 2. 2020. a esimese kuu ja kvartali ning terve aasta forvardlepingutega kauplemine lõppes enne koroonapandeemia meie regiooni jõudmist.

Allikas: Autorite koostatud Nord Pool Group (2021) ja Bloomberg Terminal (2021) andmetel

olnud viimastel aastatel väga muutlik. Ülemaailmne laevade põhjustatud mere-reostuse vältimise konventsioon (MARPOL) näeb ette alates 2020. aastast senisest madalama väävliisaldusega kütteõlide kasutamist laevakütusena (Solakivi *et al.* 2019). Kuna Eesti põlevkiviõli tootmisefektiivsus ja õli puhtus on väga kõrged ning Eesti on üks maailma suuremaid põlevkiviõli tootjaid Brasiilia, Venemaa ja Hiina

kõrval, siis MARPOL töötab rahvusvahelise nõudluse kasvu Eestis toodetud põlevkiviõlile, millest 2019. aastal eksporditi ca 99 protsenti (Eesti Põlevkivitööstuse Aastaraamat 2019). Aastal 2019 toodeti Eestis kokku 1,17 miljonit tonni põlevkiviõli, millest 54 protsenti moodustas Viru Keemia Grupi toodang, 38 protsenti Eesti Energia toodang ning 8 protsenti

Kiviõli Keemiatööstuse toodang (Eesti Põlevkivitööstuse Aastaraamat 2019).

PÕLEVKIVISEKTORI TOOTMISMAHTUDE PROGNOOSI EESMÄRK JA METOODIKA

Käesolev ülevaateartikkel kätkeb põlevkivielekttri ja -õli tootmismahtude prognoose aastani 2025, tuginedes muude sisendnäitajate kõrval elektritarne ja kütteõli tulevikutehingute hindade turuandmetele. Finantsturul kaubeldavate futuuride ehk tulevikutehingute hinnad peegeldavad nii pakkumise kui ka nõudluse poolel sõltumatute turuosaliste riskidega kaalutletud ootusi elektri ja kütteõli hinna kohta tulevikus. Põlevkiviõli tootmismahu prognoosi alusandmeteks on CO₂ emissioonikvootide ja kütuste maailmaturu tulevikutehingute hinnad, Eesti Vabariigi Valitsuse hinnatud piirhind 240 €/tonn (Vabariigi Valitsus 2016) põlevkiviõli tootmiseks ning ajaloolised tootmismahud.

Elektrienergiat ei saa ka nüüdistehnoloogiatega piisavas koguses salvestada, mistõttu peavad selle tarbimine ja tootmine olema igal ajahetkel tasakaalus. Elektrienergia nõudlust ja pakkumist Nord Pool turul mõjutavad peamiselt ilmastik ja muud tsüklilised tegurid ning eri hinnapiirkondade vahelised elektri ülekandevõimsused. Seejuures saab eristada kolme tüüpi tsüklilisust, mis elektri hinna mõjutavad (Moral-Carcedo, Pérez-Carcia 2019):

1) päevasisene tsüklilisus – elektritarbimine on inimeste ärkveloleku ajal suurem ja päevased elektri hinnad öistest seetõttu kõrgemad;

2) nädalasisene tsüklilisus – energiamahukad tehased jm käitised töötavad tihti vaid tööpäevadel, mistõttu on puhkepäevadel elektritarbimine ja seega ka elektri hind madalam kui tööpäevadel;

3) aastasisene sesoonsus – Põhjamaade kliimas suureneb elektritarbimine talvel, kui temperatuur on madal, sest elektrienergiat kasutatakse kütmiseks ja pimedal ajal ka valgustuseks. Samuti langevad

elektrihinnad kevadel suure sula ajal, mis on peamiselt tingitud Põhjamaade hüdroenergia reservi kasvust. Suvel mõjutavad temperatuuri tõustes elektritarbimist samas jahutusseadmed.

Elektri tootmist ja tarbimist mõjutavateks ilmastikutingimusteks on lisaks õhutemperatuuri kõikumisele ka sademed, tuul, päike (López 2020) ja valguspäeva pikkus. Tulevikus on reaalne, et päikeseenergiast toodetud elektri osakaal kogu elektritootmisel suureneb, mis võib praegust päevasisest tsüklilisust

Elektri nõudlus ja pakkumine on hüplik ja lattu toota ei saa.

tasandada või koguni pöörata suveperioodidel päevasisese mittepäikeseenergia nõudluse tsüklilisuse senisega vastupidiseks (Maciejowska 2020; Gürtler, Paulsen 2018). Tuuleparkide arendamisega on kaasnud elektri hinna suurem sõltuvus tuulekiirusest. Tuuleelekter on üks peamisi põhjuseid, miks elektri hinnad võivad lühiajaliselt olla negatiivsed, st tarbijatele makstakse elektri tarbimise eest peale (Quint, Dahlke 2019). Sesoonsus esineb tootmises ehk pakkumise poolel eeskätt Põhjamaade hüdroenergia reservide turule tulekul kevadisel lumesulamise perioodil, aga ka näiteks tuumaelektrijaamade remontide tõttu, mis valdavalt ajastatakse suveperioodile. Käesoleva artikli aluseks olevas elektri hinna prognoosimudelil lähtutakse eeltoetatud elektri tarbimist ja tootmist mõjutavatest tsüklilistest teguritest ja CO₂ emissioonikvootide

jaotusest, uute tootmisvõimsuste eeldatavast turuletulekust, riikidevahelistest ülekandemahtudest ning tarbimissuundumustest. Nii oleme eeldanud näiteks Soome Olkiluoto tuumajaama kolmanda reaktori käivitumist, mis oodatavalt Eesti tuleviku elektrihindade kujunemist mõjutab, ning arvestanud Eleringi koostatud elektritarbimise prognoosi (Elering 2020).

Regressioonimudeli sõltuvaks muutujaks on tunnine Eesti elektrihind ning selgitavate muutujate hulgas on CO₂ emissioonikvootide jaotuse, mittefossiilsetest energiaallikatest elektritootmise, elektrienergia rahvusvahelise ülekande ja elektritarbimise mahud ning tunnised ilmastikuandmed – temperatuur, tuulekiirus, päikesepaistelisus ja valguspäeva pikkus; samuti viimase viie päeva elektrihinna volatiilsuse koefitsient, fiktiivne muutuja eristamaks töö- ja puhkepäevi ning fiktiivne muutuja eristamaks kõiki ööpäeva tunde ja kuid aastas. Volatiilsuse koefitsient¹ aitab võtta arvesse elektri spot-hindadele omast mittetatsionaarsust, mittelineaarsust ning kõrget volatiilsust (Tan *et al.* 2010; Karakatsani, Bunn 2008; Liu, Shi 2013). Kuu indikaatoritunnused ning tunnise sagedusega mõõdetud temperatuurid on regressioonimudelil omavahel seotud selliselt, et temperatuuri mõju elektrihindale sõltub kalendrikuust. Suvekuudel tõuseb elektritarbimine koos temperatuuriga, sest kasutatakse rohkem jahutusseadmeid, seevastu talvekuudel elektriküttega seotud tarbimine kõrgemate temperatuuride korral väheneb. Lisaks eelnimetatule on kontrollitud COVID-19 leviku tõttu 12. märtsist 17. maini 2020 kehtestatud eriolukorra mõju energiahindadele. Regressioonimudeli hindamiseks rakendati kaalutud vähimruutude meetodit, mis erinevalt harilikust vähimruutude meetodist võtab arvesse tunnipõhistes vaatlustes esinevat

infomüra ning sellest tulenevat prognoosiviga, kaaludes vaatlusi jääkliikme pöördväärtusega.

Asjakohastest tulevikutehingutest olid Bloomberg Terminal andmebaasist kättesaadavad elektri forvardhinnad Põhjamaade süsteemi ja Soome Helsingi hinnapiirkonna kohta aastateks 2021–2025. Eesti prognoosiperioodi elektrihindade hindamisel võetakse aluseks Soome forvardhinnad. Soome tulevikutehingute hindu kasutatakse põhjusel, et Eesti hinnapiirkonna tuletisinstrumentidega Nasdaq OMX-il tehinguid ei tehta ning Soome ja Eesti elektri hinnad on tugevalt korreleeritud (Konkurentsiamet 2018).

Regressioonimudeli koostamise peamiseks andmeallikas oli SYSPower – Põhjamaade elektriturust juhtiva turuanalüüsi ja -informatsiooni platvormi andmebaas, kust saadi Eesti elektri päevased spot-hinnad (SKM Market Predictor [2021]). Samast andmestikust pärinevad ka temperatuuri ja tuulekiiruse andmed. Puhkepäevad on määratud pühade ja tähtpäevade seaduse (2018) andmetel. Hinnatavaks vaatlusperioodiks oli 01.01.2014–13.10.2021.

PÕLEVKIVIELEKTRI KONKURENTSIVÕIME JA TOOTMISMAHUD ETTEVAATES 2021–2025

Eesti põlevkivielektri avatud turul müügi tootmise majandusliku põhjendatuse lähtekoht on vajadus katta teenitava elektrimüügi tuluga vähemasti tootmise muutuvkulud. Toetudes ajaloolistele tootmisandmetele on Eestis kasutatavate keevkiht- ehk CFB² tehnoloogiaga põlevkivielektrijaamade hinnanguline muutuvkulu keskmiselt ca 26 €/MWh (Somp 2020), millele lisaks peab arvestama vajadusega katta CO₂ emissioonikvoodi tasu; vt joonis 3. Seega pääseks CFB-plokkidega toodetud elekter tulevikus

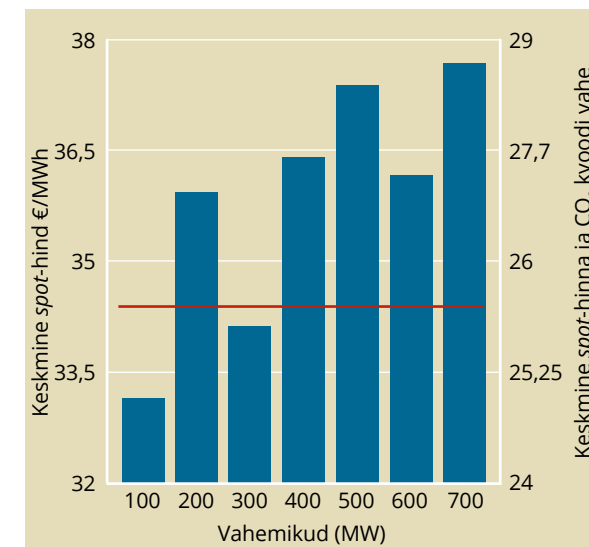
turule konkurentsivõimelisena siis, kui eelkäsitatud analüüsiga leitud Eesti elektri spot-hinna ja CFB-plokkide CO₂ intensiivsuskoeffitsiendiga korrigeeritud CO₂ emissioonikvoodi hinnavahe on suurem kui 26 €/MWh. Teise ja vanema Eesti põlevkivielektritootmise kasutatava tehnoloogia – tolmpõletuse – puhul on tootmisploki hinnanguline muutuvkulu keskmiselt ca 35 €/MWh (Somp 2020).

Tulevikutehingute ja muude sisendnäitajate alusel leitud tulevaste Eesti elektri hindade prognoos näitab, et CFB-plokkidega toodetud elekter pääseks 2023.–2025. aastal konkurentsivõimelisena turule vaid 3–4 protsendi ulatuses. Tolmpõletusplokid pääsevad eeldatavalt konkurentsivõimelisena turule vaid ajutise väga kõrge hinnataseme ajal. 2021. aasta teine poolaasta on olnud erandlikult väga kõrge elektri hinnatasemega periood – kasvanud on elektri, gaasi ja õli maailmaturu hinnad. See on andnud tõuke ka 2022. aasta forvardhindade kasvaks.

Põlevkiviõli tootmismahu ligikaudne hinnang baseerub CO₂ emissioonikvootide forvardhinnal ja üheprotsendilise väävlisisaldusega kütteõli maailmaturu

Põlevkivielekter ei pruugi alates 2023. aastast konkurentsivõimeline olla.

forvardhinnal, Eesti Vabariigi Valitsuse hinnatud piirhinnal ning ajaloolistel tootmismahudel. Kuigi, erinevalt elektrist, on põlevkiviõli võimalik ladustada, oleme lähtunud lihtsustavast eeldusest, et õli toodetakse siis, kui see on turul konkurentsivõimeline. Tulevikutehingute hindadele tugineva ettevaate tulemused viitavad baasstsenaariumi eeldustel



JOONIS 3. Eesti CFB tootmine vahemike kaupa perioodil 2015–2019.

Märkus: Sinise tulba kõrgus näitab keskmist spot-hinda vastavalt CFB tootmisvahemikele. Oranžid punktid näitavad keskmist spot-hinna ja CO₂ emissioonikvoodi hinna vahet vastavalt CFB tootmisvahemikele ning punane joon on hinnanguline muutuvkulu.

Allikas: Autorite koostatud SKM Market Predictor/SYSPower (2020) ja Bloomberg Terminal (2021) andmetel

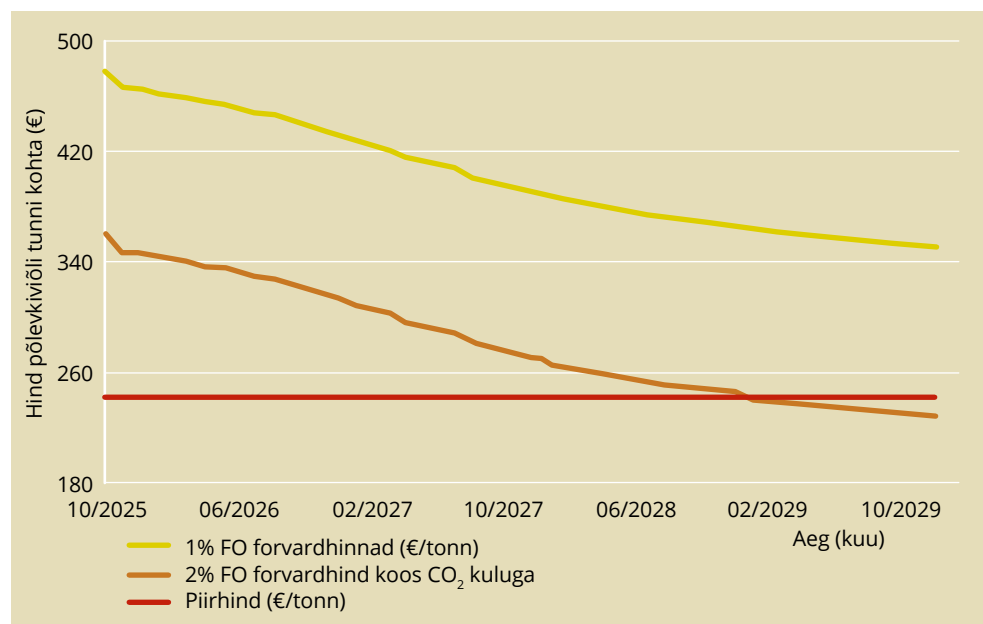
põlevkiviõli turul konkurentsivõimelisuse probleemidele alates 2025. aastast, kuna regulatiivne piirhind jääb neil eeldustel kõrgemaks CO₂ emissiooni kuluga korrigeeritud kütteõli forvardhinnast (joonis 4). Põlevkiviõli konkurentsivõimet mõjutab kõige enam üheprotsendilise väävlisisaldusega kütteõli maailmaturu hind ning kuigi CO₂ emissioonikvootide hind mõjutab põlevkiviõli tootmismahutust vähem kui põlevkivielektrijaamade tootmismahutust tulenevalt CO₂-intensiivsuse erinevusest tootmises, avaldaks potentsiaalne suur tõus CO₂ emissioonikvootide hinnas mõju ka põlevkiviõli konkurentsivõimele.

CO₂ PÜÜDMISTEHNOLOOGIA POTENTIAALSE KASUTUSELEVÕTU MÕJU TULEMUSTELE

Üheks võimaluseks Eesti põlevkivisektoris süsinikuheidet oluliselt vähendada oleks

¹ Volatiilsuse koefitsient arvutatakse, kui viimase viie päeva elektri spot-hinna standardhälve on jagatud viimase viie päeva keskmise spot-hinnaga (€/MWh).

² CFB (circulating fluidized bed) on tsirkuleeriva keevkiht-tehnoloogiaga katlad, mis on efektiivsemad kui vanad tolmpõletustehnoloogial põhinevad katlad.



JOONIS 4. Eesti põlevkiviõli konkurentsivõimet peegeldavate tulevikutehingute hinnad perioodil 2021–2025 võrdluses regulatiivse piirhinnaga.

Märkus: 1% FO tähistab üheprotsendise väävlisaldusega kütteõli.

Allikas: Autorite koostatud Bloomberg Terminal (2021) ja Vabariigi Valitsus (2016) andmetel

CO₂ püüdmistehnoloogiate rakendamine. Vastavate võimaluste tehnoloogiliste ja majanduslike aspektide uurimisega tegeles 2019–2021 RITA programmi projekt „Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate“ (ClimMit) Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli inseneri-, loodus- ja majandusteadlaste koostöös. Projekti lõpparuandest (Nurk *et al.* 2021) selgub, et CO₂ püüdmisel oleks Eesti põlevkivitööstuses tehnoloogilisest vaatenurgast perspektiivsed amiinide põhise järelpüüdmise (*post-combustion*) ja hapnikus põletamise (*oxy-fuel*) tehnoloogiad. Nende tehnoloogiate kasutuselevõtt tähendaks majanduslikus mõttes võitu CO₂ emissioonikvootide ja keskkonnatasu kulu näol, aga samas ka märkimisväärsed investeeringuid ja opereerimiskulusid ning ka kulusid püütud CO₂-st vabanemiseks (eeskätt transport ja ladestamine, kui püütud CO₂ pole otstarbekas muus tootmises kasutada). Prognoositud elektri- ja õlitootmismahdade, Euroopa Liidu

kasvuhoonegaaside heitkoguste kauplemise süsteemis CO₂ emissioonikvootide hinna ja toodangu CO₂-intensiivsuse alusel analüüsiti CO₂ püüdmise, transpordi ja ladestamise ligikaudset majanduslikku efekti põlevkivitööstuse turupotentsiaalile. Lihtsustatud võrdlusanalüüsi idee seisneb püüdmistehnoloogia kasutamisega kaasneva CO₂ tonni kohta kogukulu võrdlemisel CO₂ püüdmisest tuleneva emissioonikvootide kulu ja keskkonnatasu säästuga.

Analüüsi tulemused näitavad, et puhtalt majanduslikel turutingimustel ei tasuks analüüsitud turusituatsioonis CO₂ püüdmise tehnoloogiat rakendada. CO₂ püüdmise, transpordi ja ladestamise kõrge kulud, mis isegi tootmise täisvõimsusel töötades oleksid põlevkivielekt-ritootmises vähemalt ca 76–88 eurot ja põlevkiviõlitööstuses vähemalt ca 97–109 eurot püütud CO₂ tonni kohta (Nurk *et al.* 2021) ning madalamate tootmismahdade juures püsikulude tõttu veelgi suuremad,

muudaksid analüüsitud turusituatsioonis tehnoloogia kasutamise majanduslikult mittetasuvaks nii põlevkivielekt-ri- kui ka õlitööstuses.

Seega juhul, kui põlevkivitööstuses soovitakse kliimaeesmärkide täitmisest ajendatuna CO₂ püüdmist rakendada, peaks selleks rahaline või muu stiimul tulema eeskätt põlevkivitööstuse väliselt ning lähtuma vajadusest tagada põlevkivist toodetava elektri ja õli konkurentsivõimelisus turul, kuna vastasel juhul ei oleks neid majanduslikult mõttekas toota. Millised on CO₂ püüdmise välismõjud (lisaks kliimaeesmärkidele energiajulgeolek, baasenergiavajaduse stabiilne katmine, tööturukaalutlused jms) ning kas kaasnevad avalikud kulud oleksid nende valguses põhjendatud, nõuab edasist põhjalikku teaduspõhist analüüsi võrdluses alternatiividega. Sealhulgas tuleb arvestada tehnoloogilisest progressist tulenevate oodatavate muutustega nii elektrienergia nõudluse kui ka pakkumise poolel (nt hoonete energiatõhustamine, tööstuses toimuvad muutused, elektri-transpordi areng, mittefossilsete energiatehnoloogiate areng jm) ja vajadust katta seejuures elektrienergia nõudlus igal ajahetkel.

KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Tuginedes elektrienergia tulevikutehingute hindade ja muude sisendnäitajate põhjal tehtud prognoosile aastatel 2021–2025 Eesti põlevkivielekt-ri-avatud turul konkurentsivõimelise pakkumise kohta, ei pruugi põlevkivist toodetud elekter 2023. aastast enam konkurentsivõimeline olla. Põlevkiviõlitootmise perspektiiv paistab kütteõli tulevikutehingute hindadele tugi-neva prognoosi eelduste kohaselt alates 2025. aastast ebasoodne, kuid turgudel esi-nevat ebakindlust arvestades jääb põlevki-viõli ekspordi konkurentsivõime tugevalt sõltuma kütteõli ja ka CO₂ emissioonikvoo-tide turuhindade tulevastest muutustest. Tulevikutehingute hindade analüüsile tuginedes suunduks Eesti põlevkivisektoris

tootmise põhiohk niisiis lähiaastatel elektritootmiselt põlevkiviõlile, ent ees ootab palju määramatust. Samas peab lisaks arvestama Eesti ja laiemalt Euroopa kliimamuutuse pidurdamise püüdlustega, mille üheks võimaluseks on põlevkivitöös-tuses CO₂ heitmete püüdmise tehnoloogia kasutuselevõtt. Selgub, et turutingimustel ei oleks CO₂ püüdmistehnoloogia raken-damine võimalik, kuna tulevikutehingute hindadele tuginedes ei võimaldaks põlevki-vist toodetud elektri ja õli prognoositavad

**CO₂ püüdmise
ja ladestamise
kulude lisandumist
põlevkivitööstus
turutingimustel
üle ei elaks.**

müügitulud katta CO₂ püüdmise, trans-pordi ja ladestamisega tootmiskuludele lisanduvaid kulusid. Hoolimata sellest, et CO₂ emissioonikvootide loovutamise vajadus väheneb ja säästetakse keskkon-natasu. Seega taandub püüdmistehno-loogia kasutuselevõtu üle otsustamine sotsiaalmajanduslikele aspektidele riiklikul tasandil, mis nõuavad edasist mitmekülgset teaduspõhist analüüsi – kas kliimaeesmärkide saavutamise kaasa-nev ja muu positiivne välismõju kaalub üles püüdmistehnoloogia subsideerimise vajaduse ja potentsiaalsed negatiivsed välismõjud põlevkivitööstuse konku-rentsivõime tagamise nimel võrdluses energiatehnoloogiliste alternatiividega. Lisaks on oluline silmas pidada tulevikute-hingute turu osaliste piiratud võimet ette näha ja arvesse võtta energiaturul ning

laiemalt maailmamajanduses ja keskkonnas tulevikus toimuda võivaid sündmusi ja protsesse – kui tulevikutehingute hinnad toimuvaid muutusi adekvaatselt ei peegelda, ei pruugi tulevase konkurentsivõimelisuse prognoos tulevikutehingute põhjal realiseeruda.

Markus Sompil on töösuhe ASiga Eesti Energia, kuid artiklis avaldatud seisukohad ei esinda AS Eesti Energia ametlikke seisukohti ning artiklis on esitatud autorite kollektiivi sõltumatud uurimistulemused ja seisukohad. Artiklis kasutatud lähteandmed on avalikult kättesaadavad viidatud allikatest.

KASUTATUD ALLIKAD

- CLIMATE WATCH. (2020). GHG Emissions. Washington, DC: World Resources Institute. – www.climatewatchdata.org/ghg-emissions
- EESTI ENERGIA (2021). Eesti Energia saavutab süsinikuneutraalsuse aastaks 2045. – <https://www.energia.ee/uudised/avaleht/-/newsv2/2021/06/02/eesti-energia-saavutab-susinikuneutraalsuse-aastaks-2045>
- EESTI PÕLEVKIVITÖÖSTUSE AASTARAAMAT 2019. (2020). – <https://taltech.ee/uudised/eesti-polevkivitoostuse-aastaraamat-2019>
- ELERING. (2020). Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2020. Tallinn 2020. – <https://elering.ee/sites/default/files/public/VKA2020.pdf>
- EUROPEAN COMMISSION. (2021). EU Emissions Trading System (EU ETS). – https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
- GÜRTLER, M., PAULSEN, T. (2018). The Effect of Wind and Solar Power Forecasts on Day-Ahead and Intraday Electricity Prices in Germany – Energy Economics, 75, 150–162.
- ICE (2021). EUA Futures. – <https://www.theice.com/products/197/EUA-Futures>
- KARAKATSANI, N. V., BUNN, D. W. (2008). Forecasting Electricity Prices: The Impact of Fundamentals and Time-Varying Coefficients. – International Journal of Forecasting, 24(4), 764–785.
- KONKURENTSIAMET. (2018). Aruanne elektri- ja gaasiturust Eestis 2017. Tallinn. – https://www.konkurentsiamet.ee/sites/default/files/elektri-ja_gaasiturust_aruanne_2017.pdf
- LIU, H., SHI, J. (2013). Applying ARMA–GARCH Approaches to Forecasting Short-Term Electricity Prices. – Energy Economics, 37, 152–166.
- LÓPEZ, M. (2020). Daylight Effect on the Electricity Demand in Spain and Assessment of Daylight Saving Time Policies. – Energy Policy, 140(C).
- MACIEJOWSKA, K. (2020). Assessing the Impact of Renewable Energy Sources on the Electricity Price Level and Variability – A Quantile Regression Approach. – Energy Economics, 85(C).
- MORAL-CARCEDO, J., PÉREZ-GARCÍA, J. (2019). Time of Day Effects of Temperature and Daylight on Short Term Electricity Load. – Energy, 174, 169–183.
- NORD POOL GROUP. (2020). Nordic Map. – <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data/1/#/nordic/map>
- NURK, G., LOOG, M., VALGEPEA, K., MÄEORG, U., KOLLIST, H., HAZAK, A., MÄNNASOO, K., SANDER, P. *et al.* (2021). Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate (ClimMit). Lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Ülikool. – <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/72db16cf-96a2-44cb-8c6b-d0d543e28eff>
- PÜHADE JA TÄHTPÄEVADE SEADUS. (2018). RT I, 12.06.2018, 4.
- OECD. (2017). OECD Environmental Performance Reviews: Estonia 2017. – <https://www.oecd.org/env/oecd-environmental-performance-reviews-estonia-2017-9789264268241-en.htm>
- QUINT, D., DAHLKE, S. (2019). The Impact of Wind Generation on Wholesale Electricity Market Prices in the Midcontinent Independent System Operator Energy Market: An Empirical Investigation. – Energy, 169, 456–466.
- SIIRDE, A., GUŠČA, J., ELDERMANN, M., ROHUMAA, P. (2013). Analysis of Greenhouse Gas Emissions from Estonian Oil Shale Based Energy Production Processes. Life Cycle Energy Analysis Perspective. – Oil Shale, 30(2), 268–282.
- SKM MARKET PREDICTOR. (2021). SYSPower Overview. – <https://www.skmenenergy.com/syspower/overview>
- SOLAKIVI, T., LAARI, S., KIISKI, T., TÖYLI, J., OJALA, L. (2019). How Shipowners Have Adapted to Sulphur Regulations – Evidence from Finnish Seaborne Trade. – Case Studies on Transport Policy, 7(2), 338–345.
- SOMP, M. (2020) Eesti põlevkivielektri ja -õli tootmismahtude prognoos tulevikutehingute põhjal. Magistritöö. Tallinna Tehnikaülikool.
- TAN, Z., ZHANG, J., WANG, J., XU, J. (2010). Day-Ahead Electricity Price Forecasting Using Wavelet Transform Combined with ARIMA and GARCH Models. – Applied Energy, 87(11), 3606–3610.
- VABARIIGI VALITSUS. (2016). Valitsus kehtestas turutingimustest sõltuvad ressursitasud. – Uudised, 30.06. – <https://www.valitsus.ee/uudised/valitsus-kehtestas-turutingimustest-soltuvad-ressursitasud>