



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

TAASTUVENERGIA ARENGUD VALITUD EUROOPA LIIDU RIIKIDES

RENEWABLE SOURCES DEVELOPMENTS IN SELECTED EUROPEAN UNION
COUNTRIES

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Alexander Kholin

Üliõpilaskood: 134624AAVB

Juhendaja: Jelena Šuvalova

Tallinn 2019.a.

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks elektroenergeetika erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Lõpetaja (allkiri ja kuupäev) _____

Töö vastab bakalaureusetöö esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

Kaitsmisele lubatud

“.....”2019

Kaitsmiskomisjoni esimees:

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

Autor: Alexander Kholin

Lõputöö liik: Bakalaureusetöö

Töö pealkiri: Taastuvenergia arengud valitud Euroopa Liidu riikides

*Kuupäev:*26.08.2019

43 lk

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Inseneriteaduskond

Instituut: Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Töö juhendaja(d): Jelena Šuvalova

Töö konsultant (konsultandid):-

Sisukirjeldus:

Viimastel sajandil maailmas oluliselt suurenes heitgaaside emissioon ja see toob kaasa kliima muutust. Antud probleemi vältimiseks muutus maailma poliitika energeetika sektoris taastuvenergia lahenduste juurutamiseks ja laiemaks kasutuselevõtmiseks. Taastuvenergia on fossiilkütuste alternatiiv, mis aitab vähendada kasvuhuonegaaside heitkoguseid.

Bakalaureusetöös iseloomustatakse taastuvenergia liigid, selle arenemisvõimalused ja hetkseisud liikide kasutamisel Euroopa Liidus. Vaadeldakse Euroopa Liidu püstitatud eesmärgid ja selle eesmärkide täitmise hetkseisud.

Kõige oluline aspekt taastuvenergia arenemisel Euroopas on 2020 aasta eesmärki täitmine

Tänu tuule- ja päikeseenergia muundamise tehnoloogia arenemisele viimastel aastatel elektrienergia sektoris, kõik Euroopa liidu riigid oluliselt suurenesid taastuvenergia osakaalu elektrienergia tootmisel.

Heitgaaside vähendamisel Saksamaa, Hispaania ja Britannia asuvad ühel tasemel ja siin CO² eraldamine varieerub 0,13-0,19 kg CO²/SMT dollari kohta. Eestis on aga olukord palju halvem ja CO² emissioon moodustab 0,69 kg CO²/SMT dollari kohta. See oli oluline puudus kuna taastuvenergia osakaalu suurenemise põhjus ongi antud näitaja vähendamine.

Märksõnad: taastuvenergia allikad, päikeseenergia, tuulenergia, Euroopa Liit, bioenergia.

ABSTRAC

<i>Author:</i> Alexander Kholin	<i>Kind of the work:</i> Baccaalaureat
<i>Title:</i> Renewable sources developments in selected European Union countries	
<i>Date:</i> 26.08.2019	43 pages
<i>University:</i> Tallinn University of Technology	
<i>Faculty:</i> School of Engineering	
<i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics	
<i>Tutor(s) of the work:</i> Jelena Šuvalova	
<i>Consultant(s):</i> -	
<i>Abstract:</i> <p>In the last century, emissions from the world have increased significantly, leading to climate change. To avoid this problem, the world policy in the energy sector changed to introduce and expand renewable energy solutions. Renewable energy is an alternative to fossil fuels that helps to reduce greenhouse gas emissions.</p> <p>The baccaalaureat thesis describes the types of renewable energy, its development potential and the current state of its use in the European Union. The author shows the review of European Union work in this problem and which kind of solutions have been used.</p> <p>The most important aspect of the development of renewable energy in Europe is the achievement of the 2020 target, all EU countries increased significantly their share of renewable energy in electricity generation.</p> <p>Thanks to the development of wind and solar conversion technology in the electricity sector in recent years any kind of emissions are much smaller.</p> <p>Germany, Spain and Britain are on the same level in reducing emissions, with CO2 emissions varying from 0.13-0.19 kg CO2 / SMT per dollar. In Estonia, however, the situation is much worse and CO2 emissions amount to 0.69 kg CO2 / SMT per dollar. This is a major drawback as the reason for the increase in the share of renewable energy is the reduction of this figure.</p>	
<i>Key words:</i> renewable sources, solar power, windpower, European Union, bioenergy	

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema:	Taastuvenergia arengud valitud Euroopa Liidu riikides
Lõputöö teema inglise keeles:	Renewable sources developments in selected European Union countries
Üliõpilane, üliõpilaskood:	Alexander Kholin, 134624
Eriala:	elektroenergeetika
Lõputöö liik:	bakalaureusetöö
Lõputöö juhendaja:	Jelena Šuvalova
Lõputöö ülesande kehtivusaeg:	26.08.2019
Lõputöö esitamise tähtaeg:	21.08.2019

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Instituudi direktor (allkiri)

1. Teema põhjendus

Viimastel aastatel on Euroopa Liidu poliitika energeetika sektoris keskendunud taastuvenergia osakaalu suurenemisele. Iga Euroopa Liidu liikmesriigi eesmärgiks on suurendada taastuvenergia kasutamist kõikides energeetika sektorites, kõigepealt elektri- ja soojuse tootmisel ning transpordisektoris. Iga liikmesriik saavutab püstitatud eesmärgid erineval viisil ning vaadeldava töö analüüsi põhjal saab uurida valitud riikide strateegiat ning tulemust taastuvenergia osakaalu suurenemise teel.

2. Töö eesmärk

Vaadeldava töö esmaseks eesmärgiks on taastuvenergia definitsiooni välja selgitamine ning kasutatavate taastuvenergiaallikate uurimine. Peale teoreetilise osa uurimist töös käsitletakse Euroopa Liidu taastuvenergeetika arengu etapid aastast 1997 ning viimasena koostatakse mõnede liikmesriikide põhjalik analüüs statistikaandmetele ja õigusaktidele tuginedes.

3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Taastuvenergia iseloomustus

Taastuvenergiaallikate uurimine

Taastuvenergia areng Euroopa liidus

Taastuenergia arengud valitud riikides

4.Lähteandmed

Vaadeldavas lõputöös kasutatakse allikana raamatud, artiklid, direktiivid ja Euroopa Liidu ametlikud aruanded

5.Uurimismeetodid

Töö tulemusteni jõudmiseks kasutan metoodikat, mis põhineb kirjanduse analüüsil ning erinevate andmebaaside informatsiooni võrdleval analüüsil. Andemete analüüsiks kasutan tabelarvutused Excelis.

6.Graafiline osa

Tekstijoonised

7.Töö struktuur

- Tiitelleht
- Autorideklaratsioon
- Referaadid
- Sisukord
- Lõputöö ülesanne
- Eessõna
- Sissejuhatus
- Taastuenergia iseloomustus
- Taastuenergia kasutamine Euroopa liidus
- Taastuenergia arengud valitud Euroopa Liidu riikides
- Kokkuvõtte
- Kasutatud Kirjandus

8.Kasutatud kirjanduse allikad

- Erialased raamatud
- Erialased internetiallikad
- Rahvusvahelised raportid
- Euroopa Liidu direktiivid
- Muud kirjanduslikud allikad selguvad töö käigus.

9.Lõputöö konsultandid

-

10.Töö etapid ja ajakava

15.06-01.07 Lähteandmete kogumine

01.07-10.07 Esimese peatükki kirjutamine

10.07-20.07 teise peatükki kirjutamine

20.07-15.08 Kolmanda peatüki kirjutamine

16.08 Järelduse kirjutamine, kokkuvõtte koostamine

18.08 Töö esimene versioon valmis

01.08 Esimese versiooni juhendale läbilugemiseks saatmine

01.08-15.08 Paranduse sisseviimine

15.08 Töö lõplik versioon on valmis

SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE	3
ABSTRAC	4
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE	5
EESSÕNA.....	10
SISSEJUHATUS.....	11
1. TAASTUVENERGIA ISELOOMUSTUS JA KASUTAMISVÕIMALUSED.....	12
1.1. Taastuvenergia iseloomustus	12
1.2. Taastuvenergia liigid.....	13
1.2.1. Päikese energia.....	14
1.2.2. Tuuleenergia.....	16
1.2.3. Hüdroenergia.....	18
1.2.4. Bioenergia ja biomass.....	19
2. TAASTUVENERGIA KASUTAMISE ARENG EUROOPA LIIDUS	21
2.1. Taastuvenergia areng Euroopa Liidus 2010 aastaks.....	21
2.2. Taastuvenergia areng Euroopa Liidus 2020 aastaks.....	23
2.3. Euroopa Liidu plaanid edasiseks taastuvenergia arenguks	24
3. TAASTUVENERGIA ARENGUD VALITUD EUROOPA LIIDU RIIKIDES.....	26
3.1. Uuritavate riikide nimekirja valiku kriteeriumid.....	26
3.2. Taastuvenergia areng Eestis	27
3.2.1. Eesti perspektiivid taastuvenergia valdkonnas	27
3.2.2. Taastuvenergia areng Eestis.....	28
3.3. Taastuvenergia areng Saksamaal	31
3.4. Taastuvenergia areng Hispaanias.....	32
3.5. Taastuvenergia areng Suurbritaanias.....	34
KOKKUVÕTTE.....	36
KASUTATUD KIRJANDUS.....	37
LISA 1. TAASTUVENERGIA ARENG EUROOPA LIIDU RIIKIDES AASTATEL 2004-2017 [18]	40

LISA 2. EUROOPA LIIDU TAASTUVENERGIA ARENGUD TRANSPORDI SEKTORIS AASTATEL 2004-2017 [18]	41
LISA 3. EUROOPA LIIDU TAASTUVENERGIA ARENGUD ELEKTRIENERGIA SEKTORIS AASTATEL 2004- 2017 [18]	42
LISA 4. EUROOPA LIIDU TAASTUVENERGIA ARENGUD KÜTTE- JA JAHUTUSSEKTORIS AASTATEL 2004- 2017 [18]	43

EESSÕNA

Lõputöö teemal „Taastuenergia arengud valitud Euroopa Liidu riikides“ kirjutati TalTech ülikooli algatusel. Töö teema on pakutud professor Ivo Palu poolt.

Lõputöö on koostatud Euroopa liidu liikmesriikide andmebaaside tuginedes ja andmebaaside info alusel uuriti Euroopa Liidu taastuenergia arenemise põhjused, eesmärgid ja tulemused. Põhjalikuks uuringuks oli valitud neli Euroopa Liidu liikmesriiki ja nende riikide näitel uuriti eraldi arenemisteed ja meetmed taastuenergia osakaalu suurenemise teel. Valitud riigiks oli nii suure kui ka väikese rahvaarvuga riigid ning riigid erineva kliimaga.

Autor tänab oma juhatajat Jelena Šuvalova.

Alexander Kholin

SISSEJUHATUS

Viimastel sajandil maailmas oluliselt suurenes heitgaaside emissioon ja see toob kaasa kliima muutust, mille tagajärjed on ohtlikud inimkonna eluks ja mis mõjutavad inimeste ja loomade tervist. Antud probleemi vältimiseks muutus maailma poliitika energeetika sektoris taastuenergia lahenduste juurutamiseks ja laiemaks kasutuselevõtmiseks. Viimastel aastatel taastuenergiale investeeritud palju vahendeid ja taastuenergia lahendused saavad toetust ja selle lahenduste osakaal mängib olulist rolli üldenergeetikas.

Taastuenergia on fossiilkütuste alternatiiv, mis aitab vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid. Taastuenergia areng võimaldab loobuda naftast ja maagaasist ning mitmekesistada energiavarustust. Lõputöös uuritakse kõigepealt Euroopa Liidu taastuenergia seis kuid paljud Euroopa liidus kasutatavad meetmed kehtivad ka ülejäänud maailmas. Vastavalt Euroopa liidu eesmärkidele pidi 2010 aastaks 12 % tarbitavast energiast ja 22,1 % elektrienergiast pärinema taastuenergia liikidest. Antud eesmärgiga edenesid peaaegu kõik Euroopa liidu liikmesriigid ja nüüd kehtivad uued eesmärgid aastaks 2020, mille tulemusena 20 % Euroopa liidus tarbitavast energiast peaks pärinema taastuvast energiast ja iga liikmesriik peab saavutama 10 % taastuenergiat transpordisektoris.

Vaadeldava lõputöö esimeses peajaotises käsitletakse taastuenergia iseloomustus ja arenemisvõimalused energialiikide järgi. Taastuenergia all mõeldakse kõigepealt tuule- ja päikeseenergia kuid samas taastuenergia liigiks on biomass ja hüdroenergia. Paralleelselt taastuenergialiikide iseloomustusega tuuakse ka Euroopa liidu liikmesriikide hetkseisud antud liikide kasutamisel.

Töö teises peatükis vaadeldakse Euroopa Liidu strateegia ja püstitatud eesmärgid taastuenergia osakaalu suurenemisel nii terves liidus, kui ka liikmesriikide järgi. Kõigepealt uuritakse 2010 aasta eesmärkide saavutamine ja vaadeldakse praegune hetkseis 2020 aasta eesmärkide täitmiseks.

Lõputöö kolmandas peatükis uuritakse valitud liikmesriikide taastuenergia arengud ja vajalikud toimingud 2020 aasta eesmärkide saavutamiseks. Uuritavate liikmesriikide valikul autor tugines kõigepealt liikmesriigi tähtsust kogu Euroopa Liidu kontekstis ja ka geograafilisest asukohtadest, kuna erinevatel kohtadel on erinevad võimalused taastuenergia arenemiseks. Bakalaureuse töös uuritavate riikide seas on Eesti, Saksamaa, Hispaania ja Suurbritannia.

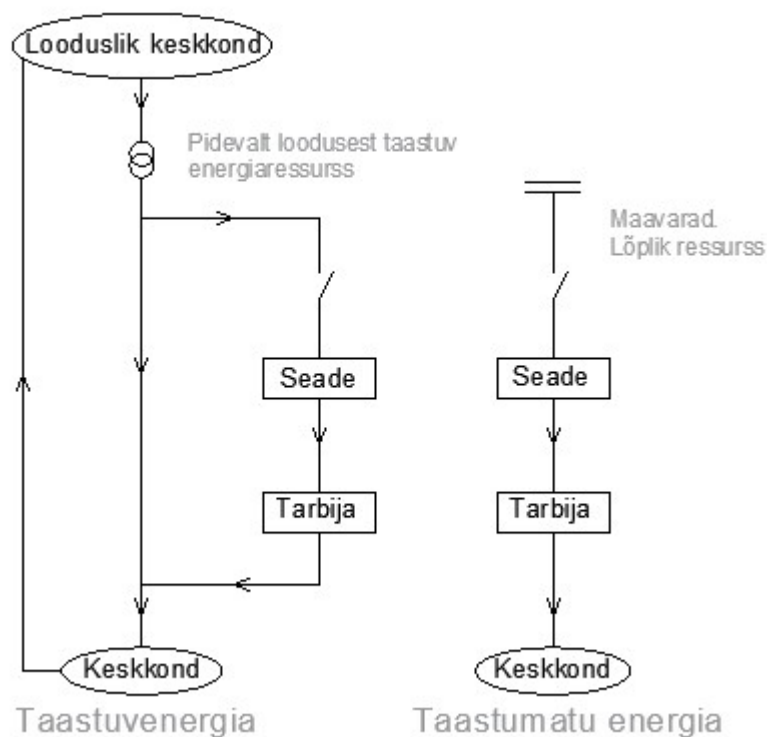
Nii kogu Euroopa Liidu, kui ka eraldi liikmesriikide uuringu põhjal koondatud lõputöö lõpus tulemused ja järeldused.

1. TAASTUVENERGIA ISELOOMUSTUS JA KASUTAMISVÕIMALUSED

1.1. Taastuvenergia iseloomustus

Taastuvenergia allikas ehk taastuv energiaressurss on energiaressurss, mida saab kasutada lakkamatult või mis taastub ökosüsteemi aineringete käigus, ilma et selle kogus inimtegevuse mõjul kahenek. Taastuvenergia on energia, mis toodetakse kõigepealt keskkonnasõbralikult. Taastumine eeldab, et neid ressursse ei kasutataks rohkem määral, kui neid juurde tekib. S.t. kui taastuvat ressursi ei kasutata ülemäära, saab seda sama intensiivsusega kasutada tuhandeid aastaid.[1]

Vaatamata sellele, et taastuvenergia nimetatakse ka uueks energiaks - inimene kasutab taastuvenergiaallikaid tuhandeid aastaid. Näiteks küttepuid ja päikeseenergiat soojuse tootmiseks, tuule- ja hüdroenergiat transportimiseks ja viljade jahvatamiseks, kuid viimased 500 aastat rohkem tähelepanu pööratud taastumata maavarade kasutamisele - kõigepealt kivisöe, nafta ja maagaasi kasutamisele. [2]



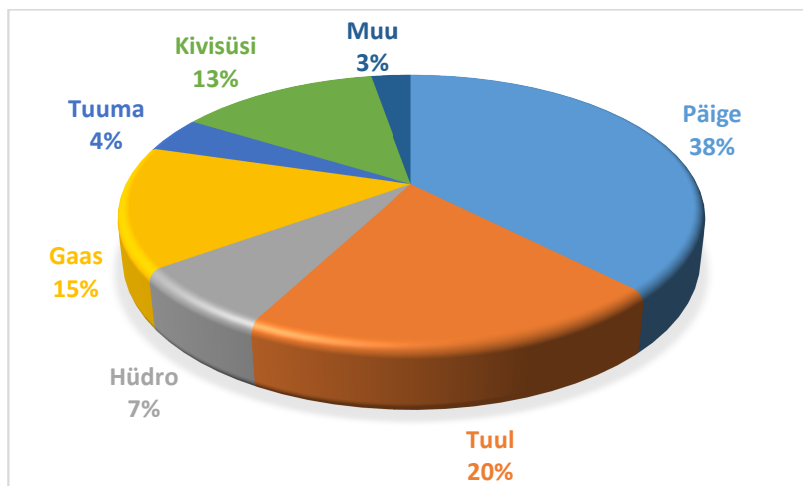
Joonis 1.1 Erinevus taastuva ja taastumatu energiaressursside vahel [3]

Jooniselt 1.1 on näha, et taastumatu energiaressurss on lõplik ressurss ning seega on tema keskkonna mõju ka suurem. Taastuv energiaressurss on aga looduses tsükliliselt korduv. Taastuvad energiaallikad on fossiilkütuste alternatiivid, mis aitavad vähendada kasvuhonegaaside heitkoguseid, mitmekesistada energiavarustust ning vähendada sõltuvust ebakindlastest ja heitlikest

fossiilkütuse-, eelkõige nafta- ja gaasiturgudest. ELi õigusloome taastuvate energiaallikate edendamiseks on viimastel aastatel märkimisväärselt arenenud. Praegu on arutamisel edasine poliitikaraamistik perioodiks, mis algab pärast 2030. aastat. [3]

1.2. Taastuenergia liigid

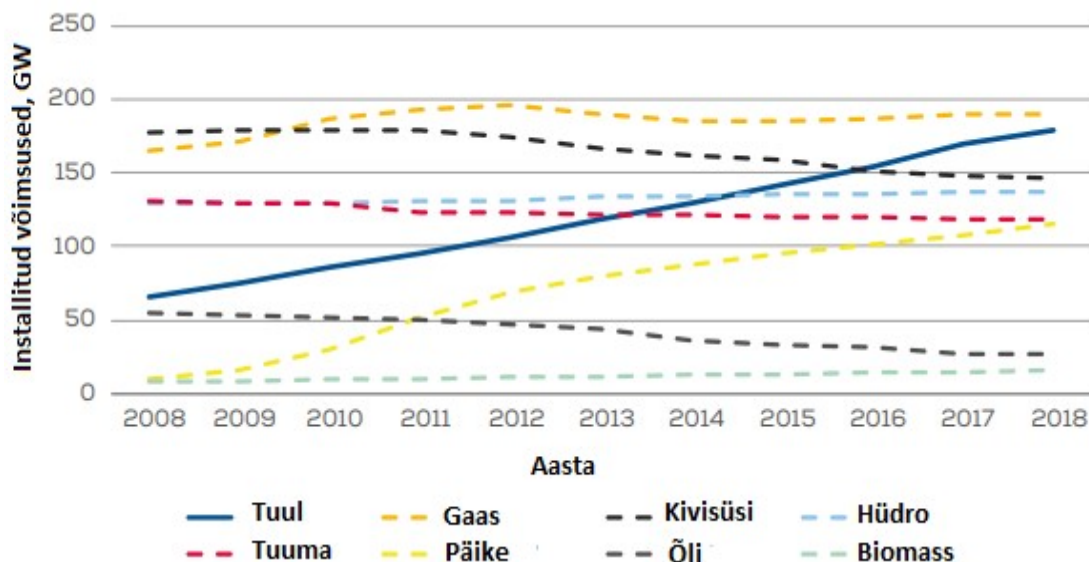
Vastavalt globaalsele taastuenergia turule taastuenergeetika osakaal on tõusnud 7,5 %-st aastal 2007 kuni 19 % aastal 2017 ning sellest järeldub, et nii EL-is kui ka teistes maailmariikides antud valdkonnale pannakse suur tähelepanu ning investeeritakse palju ressursse. Kõige olulised riigid taastuenergeetika arenemise seisukohalt on Ameerika Ühendriigid, Hiina ja Euroopa Liit. Märkatav taastuenergia kasutaja on ka APAC regioon (Vaikse ookeani Lääne osa, välja arvatud Hiina). Kui vaadelda taastuenergia genereeritavaid võimsusi energialiikide kaupa, siis aastal 2017 oli ehitatud päikeseenergial töötavaid võimsusi 98 GW, tuuleenergial 52 GW ning hüdroenergial 19 GW. Kogu maailma energeetika kontekstis see on suurem osa ehitatavatest võimsustest maailmas. Aasta 2017 ehitatud võimsused maailmas on esitatud joonisel 1.2 [4]



Joonis 1.2 Aastal 2017 ehitatud võimsused maailmas energialiikide kaupa [5]

Jooniselt 1.2 on näha, et kogu Maailmas tänapäeval ehitatakse taastuenergial töötavaid võimsusi rohkem kui taastumatu energial, kokku taastuenergia allikel aastal 2017 ehitatud võimsused moodustavad 65 % kogu ehitatavatest võimsustest.

Kui vaadelda Euroopa Liidu energeetikat, siis antud regioonis kõige märgatavad arengud on ka seotud taastuenergeetikaga, eriti tuule- ja päikeseenergiaga. Euroopa Liidu energeetika areng energialiikide järgi aastal 2008-2018 on esitatud joonisel 1.3. [6]



Joonis 1.3 Euroopa Liidus installitud võimsused aastast 2008-2018 energialiikide järgi [6]

Jooniselt 1.3 on näha, et tuuleenergiaal töötavate seadmete võimsus tõusis aastast 2008 kolm korda 60 GW-st 180 GW-ni. Päikeseenergiaal on tõus samal ajavahemikul 5 GW-st kuni 120 GW-ni. Ülejäänud energialiikide arengud (nii taastuvad kui taastumatud) nii kiirelt Euroopa liidus ei arene. Õli, kivisöe ja tuuma energiaal töötavate seadmete võimsus samal ajavahemikul langes. [6]

1.2.1. Päikese energia

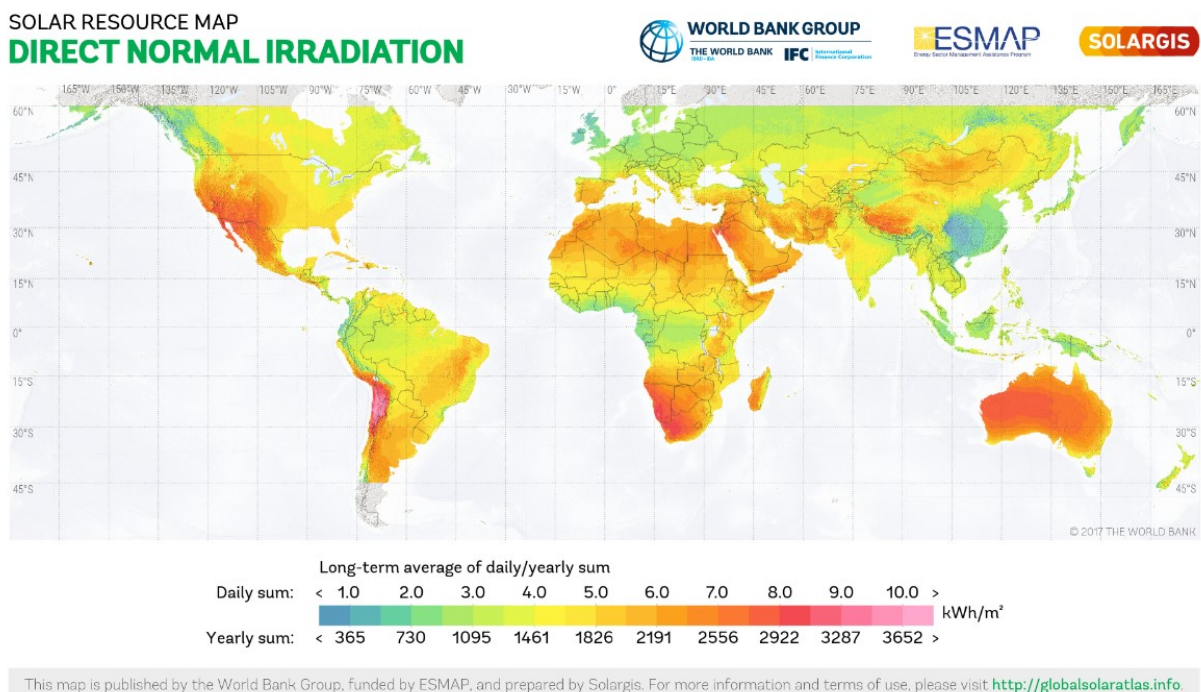
Päikeseenergia on kõige võimsam Maa planeedil esinevatest taastuenergiaallikatest. Päikeseenergia on energia, mis on saadud päikesekiirgusest. Põhiliselt kasutatakse seda soojust ja elektri tootmiseks aga ka loomulikus valgustuses. Päikeseenergia vabaneb päikesel toimuvate termotuumareaktsioonide tulemusel. Päikeseenergia muundamine elektrienergiaks fotoelektrilise või fototermilise efekti baasil fotogalvaanilises elektrijaamas päikeseplatadeid või päikese-soojuselektrijaamades. [5]

Ka teised energiaallikad otseselt sõltuvad päikesekiirgusest või tekivad päikesekiirguse toimel. Päikeseenergia teeb Maa atmosfääris ilma ning seetõttu tuuleenergia on Maa pöörlemise ümber Päikese tulemus. Lisaks käivitab ta meie planeedil ka unikaalse nähtuse — elu. Tänu fotosünteesile elavad taimed, tänu taimedele saavad toitu loomad ja inimene. Selletõttu kõik fossiilsed kütused on akumulieritud päikeseenergia. [7]

Nagu kõikide teiste taastuenergiaallikate, ka päikeseenergia kasutamise võimalused on viimaste paarikümne aastaga hästi arenenud. Selle põhjusena on päikesekiirguse muundavate seadmete areng ja nende kasuteguri suurenemine. Ka olulist rolli siin mängib taastuenergeetika osakaalu suurenemisega seotud direktiivid ja teised õigusaktid. Jooniselt 1.2 selgub, et päikeseenergiale

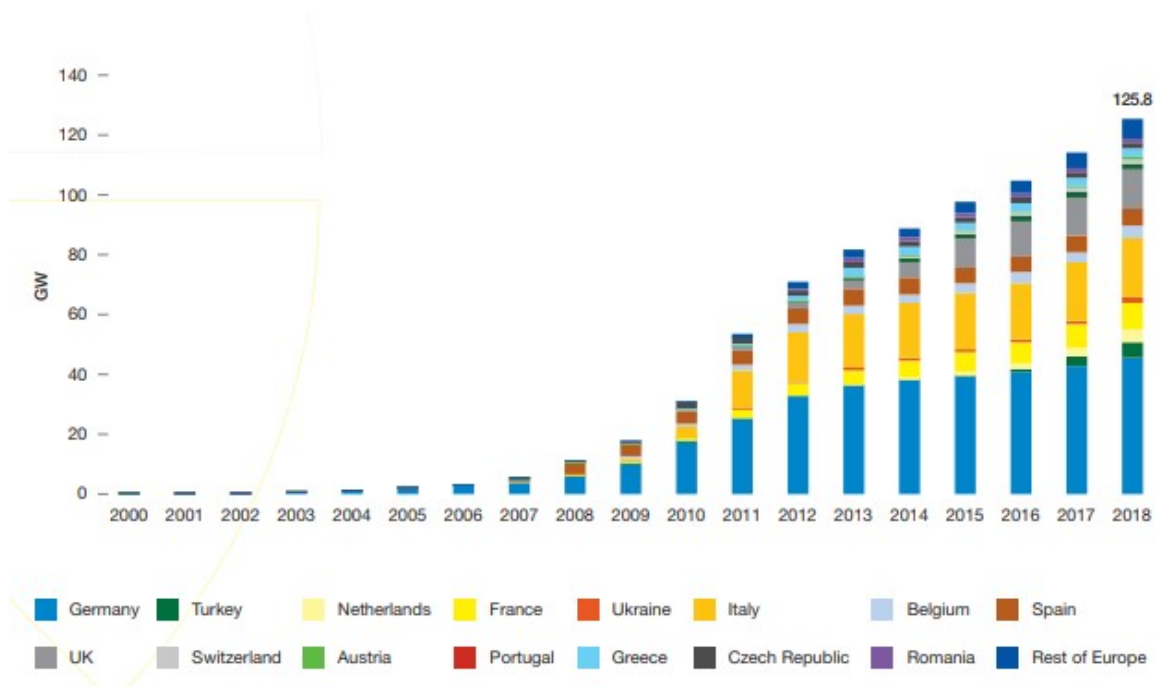
pööratakse kõige rohkem tähelepanu ja selleks on mitu põhjust. Kõigepealt maapinnale jõuab päikesekestast nii palju energiat, et perspektiivis selle energiaga saab rahuldada kogu inimkonna energiavajadust. Teiseks on päikeseenergia paljudes Maailma asukohtades piisavalt suur terve aasta jooksul ja saab olla pidevalt kasutatav.

Kiirgustingimused erinevates Maailma regioonides on erinev. Kõige rohkem päikest on ekvaatoris ja troopikates. Nendes kohtades päikese aastane energia asub vahemikus 2700-3200 kWh/m². Eestis on aastane päikese energia aastas on 1000-1200 kWh/m². Järelikult EL-is päikeseenergiat 2-3 korda vähem võrreldes kõige päikesepaistelise kohtadega. Maailma kiirguskliima kaart on esitatud joonisel 1.4.



Joonis 1.4 Maailma kiirguskliima kaart

Euroopa liidu ning ka kogu Euroopa liidriks päikeseenergia muundamisel on Saksamaa. Aasta 2018 seisuga on Saksamaal päikeseenergiat muundavate võimsuste väärtus ületab 40 GW. Teiseks kohaks on Itaalia, kus päikeseelektrijaamade võimsus on üle 20 GW. Kooku 2018 aasta seisuga Euroopas installitud 125,8 GW Päikeseenergiat töötavaid võimsusi. Euroopa päikeseenergeetika areng aastast 2000 kuni 2018 on esitatud joonisel 1.5. [4]

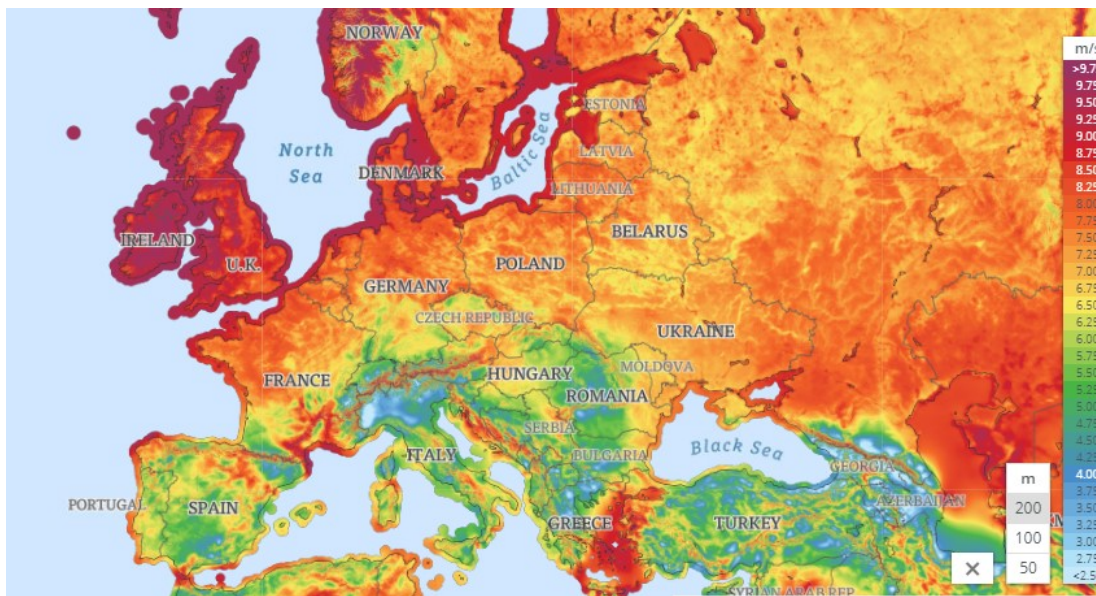


Joonis 1.5 Päikesenergeetika areng Euroopas aastast 2000 [4]

1.2.2. Tuuleenergia

Tuul on rikkalik energiaallikas ning tuuleenergiast on saanud tänaseks tõsiseltvõetav alternatiiv heitmeid tekitavatele fossiilkütustele. Tuuleenergia kasutuselevõttuga saab vähendada õhku paiskuvate kasvuhoonegaaside hulka ning seetõttu aitab tuulest toodetud energia võidelda kliimamuutusega. [8]

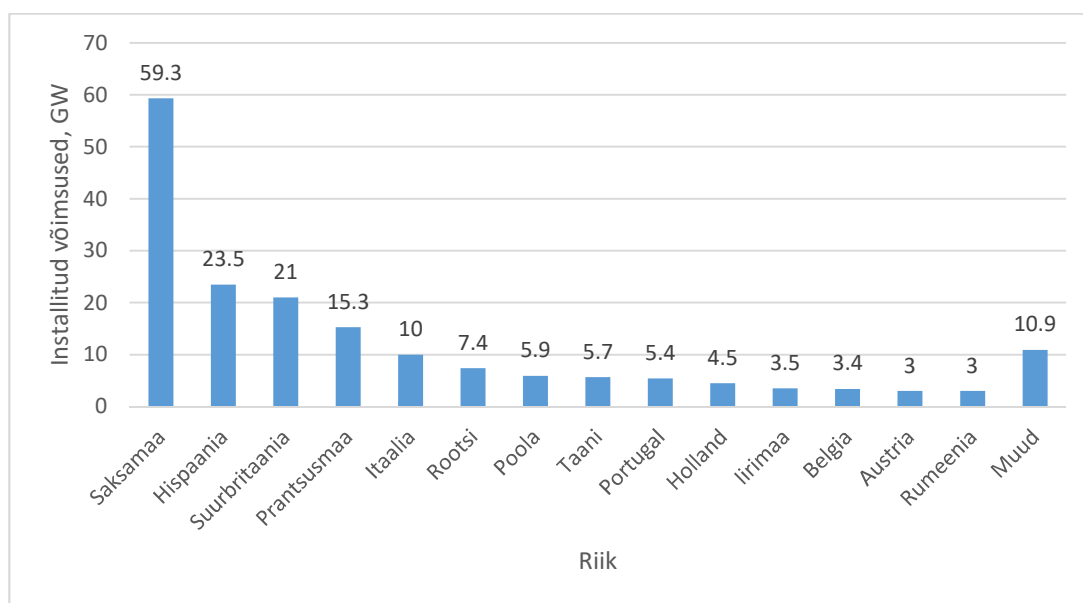
Tuuleenergia tavaliselt muundatakse elektrienergiaks kuna antud protsessi saab teostada maksimaalselt väikeste kadudega. Mida suurem on kõrgus, seda suurem on tuulekiirus. Eestis on tuulekiirus kõrgusel 50 m keskmiselt 4 m/s, kuid 200 m kõrgusel keskmine aastane tuulekiirus 7-8 m/s. Mere rannikul kuni 10 m/s. [8] Seega suured tuulikud paigaldatakse vähemalt 150 m kõrgusel, et suurendada selle tootlikkust. Keskmised aastased tuulekiirused Euroopas 200 m kõrgusel on esitatud joonisel 1.6.



Joonis 1.6 Keskmised tuulekiirused Euroopas 200 m kõrgusel [9]

Jooniselt 1.6 on näha, et kõike otstarbekam kasutada tuuleenergiat Suurbritannias ning Põhja - Euroopas, kus tuulekiirused 200 m kõrgusel ületavad 10 m/s väärtust. Lõuna Euroopas aga ka mõnedes kohtades (nt. Kreeka) tuulekiirus piisavalt suur, kuid enamik Lõuna-Euroopa riikides tuulekiirused ei ole nii kõrged.

Tulenevalt joonise 1.3 andmetest tuuleenergia on kõige kiirelt arenev energeetikavaldkond Euroopas. Isegi päikese energeetika ei näita sellist kasvu antud ajavahemikul. Kui vaadelda Euroopa Liidus tuulekiirusel töötavaid võimsusi, siis sarnaselt päikeseelektriga liidriks on Saksamaa. Aasta 2019 seisuga Saksamaa tuuleenergiat muundavate seadmete võimsus on 59,3 GW. Euroopa liidu tuuleenergia muundavate seadmete võimsused riikide kaupa on esitatud joonisel 1.7. [6]



Joonis 1.7 Tuuleenergia võimsused Euroopa Liidus 2019 a. seisuga [6]

1.2.3. Hüdroenergia

Hüdroenergia ehk hüdrauliline energia ehk vee-energia ehk veejõud on mehaanilise energia liik, mis vabaneb vee vabal langemisel Maaraskusjõu mõjul. Hüdroenergiat muundatakse otse mehaaniliseks energiaks või elektrienergiaks hüdroelektrijaamades. Suur osa hüdroenergiast on jõgedes, kus see kulub näiteks setete allavoolu viimiseks, samuti jõesängi uuristamiseks ja jões olevate kividelõhkumiseks. Kõige suurem on jõgede hüdroenergia suurvee ajal. [10]

Huvi suurenemist väikehüdrojaamade vastu täheldatakse kogu maailmas nende paljude eeliste tõttu:

- hüdroenergia on taastuv ja puhas energialiik, kui selle kasutamisel ei tekitata ebasoovitavat mõju keskkonnale;
- hästi väljaarendatud tehnoloogia – jaamad on lihtsad, töökindlad ja pika tööeaga;
- nad ei raiska ressursse – jaama läbinud vesi jääb endiselt kasutuskõlblikuks;
- vee-energia omahind ei allu oluliselt inflatsioonile;
- väikesed eksploatatsioonikulud ja peaaegu täielik automatiseeritus;
- väikesed kapitalimahutused ja ehitustööde suhteline lihtsus, mis võimaldab MHEJ rajada kiiresti (poole kuni kahe aastaga) nii munitsipaal- kui eravahendite arvel, lihtsate tehnoloogiliste seadmetega ning väikeste mittespetsialiseeritud ehitusettevõtete poolt. [11]

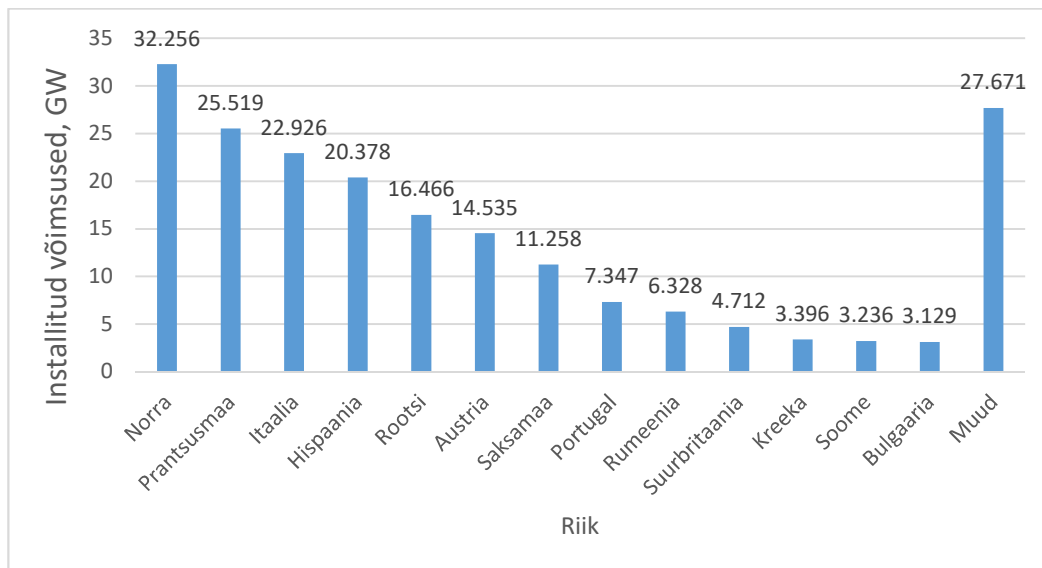
Siiski on väikehüdroenergeetikal ka oma puudused:

- Ressursside killustatus ja piiratus.
- Suured erinvesteeringud (investeeringukulud 1000–7000 €/kW sõltuvalt võimsusest ja kas on tegemist endise rajatise taastamisega või täiesti uue jaamaga).
- Sesoonsus e. hooajalisus – sõltumine ilmastikust ja veehulgast.
- Tootmiskulud on küllaltki kõrged ja esinevad rahastamisraskused, sest jaamade väikeste võimsuste tõttu on kulude katteks saadav elektritoodang väike. [11]

Veehoidlate mõju pole looduskeskkonnale alati ühetähenduslik:

- nende keskmisest soojem ja hapnikuvaesem vesi võib vähendada hinnaliste külmaveelembeste kalaliikide (harjus, forell, lõhe) arvukust;
- voolu tõkestavad paisud takistavad nende pääsu kudemispaikadele;
- veetaseme tõstmine võib põhjustada üleujutusi;
- lisaks kaasneb looduslikult kaunite jugade kadumise ja ümbruskonna visuaalse ning akustilise risustamise oht. [11]

Vastavalt rahvusvahelisele hüdroenergia aruandele Euroopa Liidu liidriks hüdroenergia kasutamisel on Norra. Norra hüdroenergia võimsus saavutab 32 GW väärtust. Ülejäänud Euroopa liidu riikide hüdroenergia võimsused on esitatud joonisel 1.8.



Joonis 1.8 Hüdroenergia võimsused Euroopa liidus 2019 a. seisuga [12]

Kõige oluliseks hüdroenergeetika arenemise kriteeriumiks on jõgede olemasolu. Selle tõttu kõige rohkem hüdroenergiat kasutavad põhjamaad. Hüdroenergia hästi mõjutab elektrienergia börsihinnale kuna suure veetasemega veehoidlas saab genereerida soodsa elektrienergiat. Kõige suurema tootmise näitavad Euroopa hüdroelektrijaamad kevadisel ajal lumi sulamise tõttu.

1.2.4. Bioenergia ja biomass

Biomass ehk elusaine hulk on elusaine mass. Sellega iseloomustatakse elusaine kogust. Eristatakse toormassi ja kuivmassi. Kuivmass on elusaine mass ilma veeta. Biomassi mõõtmisel eemaldatakse vesi tavaliselt 80...95 °C juures kuivatades. Ökoloogilistel mõõtmistel eelistatakse tihti kuivmassi kui stabiilsemat, sest paljude organismide veesisaldus võib võrdlemisi suures ulatuses varieeruda. [13]

Bioenergia - on taastuva energia liik, mis saadakse organismidest pärineva orgaanilise aine kasutamisest (tavaliselt põletamisest). See on soojusenergia, mis saadakse mingit tüüpi biomassi põletamisel. Biomassi all mõistetakse taimset materjali, mis on põletamiseks piisavalt kuiv. Siia kuuluvad puiduhake jäätmed, energiamets, saepuru, põõsastaimed, pilliroog, põhk, turvas jne. [14]

Enimlevinud biomassi allikad:

- Põllumajandusliku tootmise jäätmed;
- Suure tootmisega seotud orgaanilised jäätmed;
- Olmejäätmed. [15]

Põhilised biomassi tüübid:

- Puidu jäätmed;
- Põllumajanduslikud jäätmed (taimed, rohi, sõnnik);
- Tselluloosi- ja paberitööstuse jäätmed;
- Paber, mis ei kuulu taaskasutusele. [15]

Biomassi kasutamise protsessid:

- Biomassi põletamine. Kasutatakse soojuse või elektri tootmiseks;
- Gaasifikatsioon. Protsess osalise põletamisega ja soojusrõhu kasutamisega. Kasutatakse sünteesgaasi saamiseks. Sünteesgaas on alternatiiv maagaasile;
- Pürolüüs. Protsess põhineb biomassi soojendamisel ilma hapnikuta. Biomass lagundatakse kolmeks komponendiks: biosüsi, sünteesgaas ja bioõli. Biosüsi kasutatakse väetisena;
- Anaeroobne lagundamine. Protsess kasutatakse biogaasi saamiseks.

Lähtudes joonise 1.3 andmetest biomassi kasutamise areng viimastel aastatel ei ole nii märgatav võrreldes tuule- ja päikeseenergiaga, kuid majapidamises see tänaseni puit on enimlevinud soojuse allikas (eriti arenevas riikides). Biokütuse põletamisel vabanevat CO₂ kliimamuutuse põhjustajana ei arvestata, sest kütuse põletamisel eraldub sama palju CO₂ kui taim oma eluea jooksul fotosünteesides seob.

2. TAASTUVENERGIA KASUTAMISE ARENG EUROOPA LIIDUS

2.1. Taastuvenergia areng Euroopa Liidus 2010 aastaks

Pärast seda, kui 1997. aastal oli avaldatud valge raamat taastuvate energiaallikate kohta, seadis EL endale eesmärgiks katta 2010. aastaks taastuvate energiaallikate abil 12% energiatarbimisest ja 22,1% elektrienergia tarbimisest, kusjuures seati iga liikmesriigi jaoks soovituslikud eesmärgid. Kuna 2010. aastaks seatud eesmärkide saavutamine täies mahus ei edenenud, võeti vastu laiahaardelisem õigusraamistik. [16]

Aasta 2010 EL-i lõplik taastuvenergeetika aruanne on esitatud tabelis 2.1.

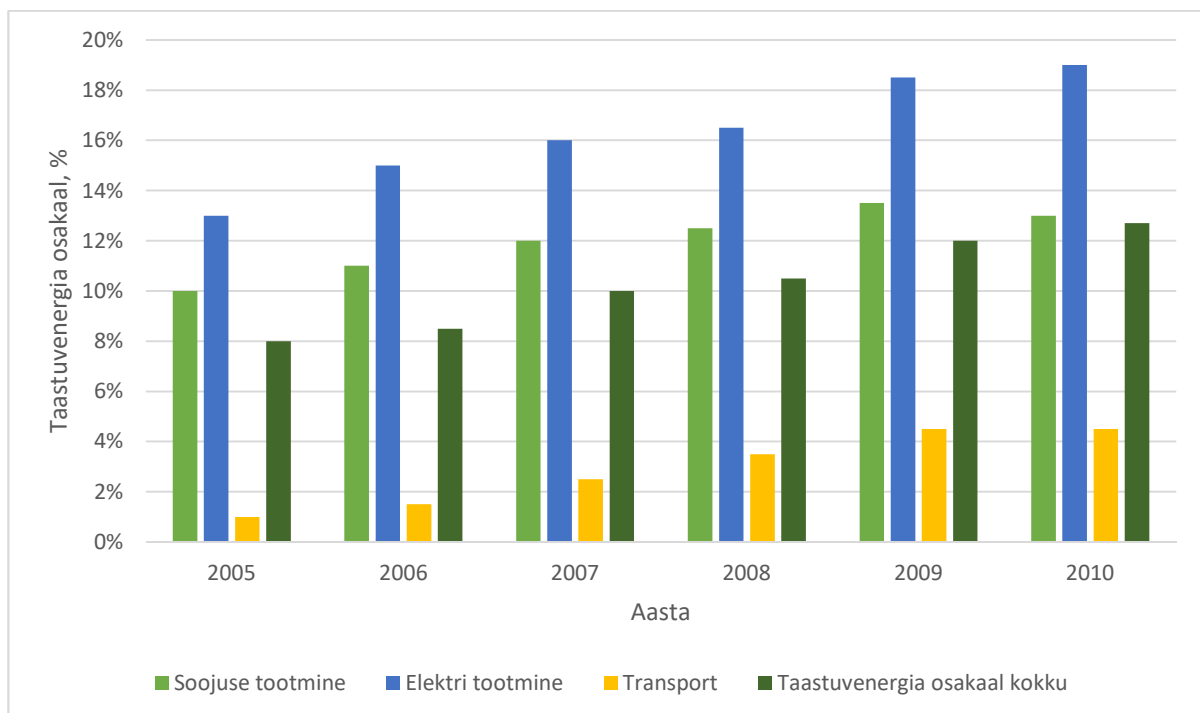
Tabel 2.1. EL-i taastuvenergia osakaal kogu energiatarbimisest 2010 a. seisuga [17].

Riik	2005 a. seis	2010 a. seis	2010 a. eesmärk	2020 a. eesmärk
Austria	23,30%	30,10%	25,40%	34%
Belgia	2,20%	5,40%	4,40%	13%
Bulgaria	9,40%	13,80%	10,70%	16%
Küpros	2,90%	5,70%	4,90%	13%
Tsehhi	6,10%	9,40%	7,50%	13%
Saksamaa	5,80%	11,00%	8,20%	18%
Taani	17%	22,20%	19,60%	30%
Eesti	18%	24,30%	19,40%	25%
Kreeka	6,90%	9,70%	9,10%	18%
Hispaania	8,70%	13,80%	10,90%	20%
Soome	28,50%	33%	30,40%	38%
Prantsusmaa	10,30%	13,50%	12,80%	23%
Ungari	4,30%	8,80%	6,00%	13%
Iirimaa	3,10%	5,80%	5,70%	16%
Itaalia	5,20%	10,40%	7,60%	17%
Leedu	15%	19,70%	16,60%	23%
Luksemburg	0,90%	3%	2,90%	11%
Läti	32,60%	32,60%	34,00%	40%
Malta	0%	0,40%	2,00%	10%
Holland	2,40%	3,80%	4,70%	14%
Poola	7,20%	9,50%	8,80%	15%
Portugal	20,50%	24,60%	22,60%	31%

Rumeenia	17,80%	23,60%	19,00%	24%
Rootsi	39,80%	49,10%	41,60%	49%
Sloveenia	16,00%	19,90%	17,80%	25%
Slovakkia	6,70%	9,80%	8,20%	14%
Inglismaa	1,30%	3,30%	4,00%	15%
Kokku EL	8,50%	12,70%	10,70%	20%

	Eesmärk ei ole saavutatud
	Tulemus on alla kuni 1 % või suurem kuni 2 %
	Tulemus on suurem kui 2 %

Tabelist 2.1 on näha, et peaaegu kõik Euroopa Liidu liikmesriigid saavutasid püstitatud eesmärged, välja arvatud Läti ja Malta. Arvestades sellega, et nende riikide rahvaarv ja energiatarbimine on Euroopa Liidu kontekstis üliväike, siis Euroopa Liit tervikuna hästi edeneb taastuvenergia osakaalu suurenemise teel. Kui vaadelda Euroopa Liidu taastuvenergia arenguid sektorite järgi, siis ei olnud 2010 aastaks saavutatud elektrienergia tootmise osakaal taastuvenergia liikidest 22,1 %. Aasta 2010 seisuga oli see arv ainult 19 %. Sellest järeldub, et Euroopa Liidu riigid peavad rõhutama tuulikute ja päikesepaneelide kasutuselevõtmisele elektrienergeetika sektoris. Taastuvenergia osakaalud sektorite järgi aastatel 2005 - 2010 on esitatud joonisel 2.1.



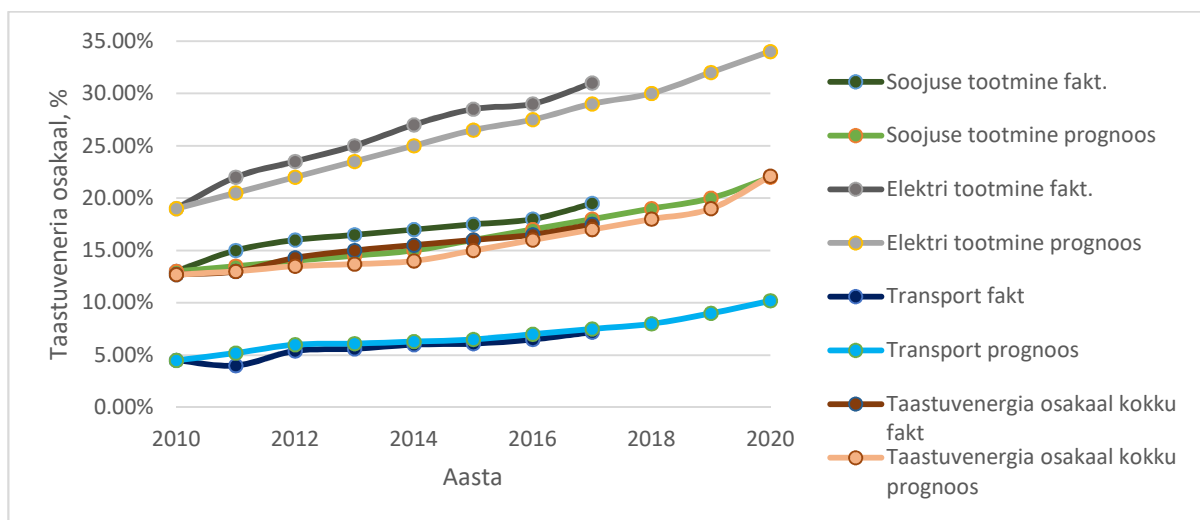
Joonis 2.1 Taastuvenergia osakaalud Euroopa Liidus sektorite järgi aastatel 2005 - 2010 [17].

2.2. Taastuenergia areng Euroopa Liidus 2020 aastaks

Kehtivas taastuenergia direktiivis, mis võeti kaasotsustamismenetluse teel vastu 23. aprillil 2009, millega tunnistatakse kehtetuks eelmine direktiiv, sätestati, et 2020. aastaks peab 20% ELis tarbitavast energiast pärinema taastuvatest energiaallikatest. Lisaks peab 2020. aastaks kõigis liikmesriikides 10% transpordikütusest pärinema taastuvatest energiaallikatest [16]. Lähtudes joonise 2.1 andmetest võrreldes 2010 a. seisuga tuleb suurendada taastuenergia kasutamist transpordisektoris 5,5 % võrra ning kogu taastuenergeetikas 7,3 % võrra.

Direktiiviga nähakse ette riiklikud taastuenergia eesmärgid, võttes arvesse iga riigi lähtepunkti ja taastuvate energiaallikate potentsiaali. Need eesmärgid ulatuvad 10%-st Maltal kuni 49%-ni Rootsis. Riiklikes taastuenergia tegevuskavades täpsustavad ELi liikmesriigid, kuidas nad kavatsevad eesmäärke täita ja milline on nende üldine taastuenergiapoliitika tegevuskava. Riiklike eesmärkide täitmisel tehtud edusamme hinnatakse iga kahe aasta järel riiklikes taastuenergia eduaruannetes. [16]

Mis puudutab elektrienergeetika sektori, siis tänapäeval taastuenergiat muundavate seadmete areng võimaldab loobuda elektri tootmisest taastumatu energialiikidest. Antud väide kinnitab Saksamaa tuule- ja päikeseelektrijaamade võimsused, mis vastavalt joonistele 1,5 ja 1,7 ületab 100 GW. Võrdlemiseks Eesti keskmine tarbitav võimsus on 1 GW. Selle kasvu peamiseks takistuseks on suured investeerimiskulud ja suur osa Euroopa Liidu riikidest ei suuda leida piisavalt vahendeid oma eelarvetes. Praegu kehtivas taastuenergia direktiivis on esitatud ka eri mehhanismid, mida liikmesriigid saavad oma eesmärkide saavutamiseks kohaldada (toetusavad, päritolutagatised, ühisprojektid, koostöö kolmandate riikidega), ning pandi paika biokütuste säästlikkuskriteeriumid [16]. Viimane aruanne on ilmnenu aastal 2018 ning viimased andmed on 2017 aasta seisuga. Euroopa Liidu taastuenergia areng aastatel 2010-2017 ning prognoos aastani 2020 sektorite järgi on esitatud joonisel 2.2.



Joonis 2.2 Euroopa taastuenergia areng aastatel 2010-2017 ning prognoos aastani 2020 sektorite järgi

Jooniselt 2.2 on näha, et taastuenergia osakaal elektrienergeetikas on oluliselt suurem prognoosist. Mis puudutab aasta 2020 eesmärke, siis transpordisektoris tuleb kolme aastaga suurendada osakaalu 2,5 % võrra, mis on väga ebatõenäone vaadeldava lõputöö statistikaandmete tuginedes. Sama olukord on tekkinud kogu taastuenergia osakaalus, kus tuleb järgmise kolme aastaga suurendada osakaalu 3 % võrra.

Põhjalikuks uurimiseks on tarvis ka vaadelda eraldi liikmesriikide edenemised taastuenergeetika osakaalu suurenemise teel. Selleks kasutatakse vaadeldavas töös Eurostat ehk Euroopa Liidu statistikaameti andmed. Taastuenergia arenemised Euroopa liidu riikides üldenergeetikas ning sektorite järgi on esitatud lisades 1-4 [18]. Lisast 1 on näha, et mõned Euroopa Liidu liikmesriigid, sellised nagu Bulgaaria, Tsehhi, Taani, Eesti, Horvaatia ning kõik põhjamaad on saavutanud oma 2020 aasta eesmärke juba 2017 aastal. Osa riikidest näitavad head dünaamikat ning lisa 1 statistiliste andmete tuginedes nad 2020 aastaks omad eesmärgid ka täidavad. Kõige kriitilisem olukord tekkis Iirimaa, Hollandis, Prantsusmaal ja Põhja-Makedoonias, kus kolme aastaga tuleb suurendada taastuenergia osakaalu rohkem kui 5 %.

Selleks, et aru saada riikide edenemised ja kukumised taastuenergia osakaalu suurenemisel on tarvis uurida mõnede liikmesriikide viimase 15-20 aasta ajalood energeetika sektoris. Selleks teostatakse vaadeldava töö kolmandas peajaotises põhjalik uuring valitud Euroopa liidu riikides.

2.3. Euroopa Liidu plaanid edasiseks taastuenergia arenguks

Tänase päeva seisuga Euroopa Liidus on alustanud ettevalmistusi pärast 2020. aastat algavaks perioodiks, et investoritele oleks kehtima hakkav kord juba varakult selge. Komisjoni teatistes „Energia tegevuskava aastani 2050“ esitatud pikaajalises strateegias on taastuenergiat tähtis koht. Tegevuskavas esitatud plaanid energiaspektori CO2 heitkoguste vähendamiseks näevad 2030. aastaks

taastuenergiALE ette vähemalt 30% turuosa. Kuid tegevuskavas ennustatakse ka, et edasise sekkumiseta hakkab taastuenergia osakaalu kasv pärast 2020. aastat aeglustuma. Märtsis 2013 avaldatud roheline raamatu „Kliima- ja energiapoliitika raamistik aastani 2030“ jätkuks tegi komisjon oma 22. jaanuari 2014. aasta teatises „Kliima- ja energiapoliitika raamistik ajavahemikuks 2020–2030“ ettepaneku siduvaid riiklikke taastuenergia valdkonna eesmärke pärast 2020. aastat mitte enam uuendada. Kohustuslik eesmärk, et 27% tarbitavast energiast peab pärinema taastuvatest energiaallikatest, kehtestatakse ainult ELi tasandil. Komisjon loodab, et kasvuhoonegaaside heitkoguste siduvad riiklikud eesmärgid ergutavad energiasektori kasvu. See kursimuutus on kaasa toonud elavad aruelud nõukogu ja parlamendiga. [16]

Komisjon esitas 30. novembril 2016 laiema energialiidu strateegia raames ettepanekute paketi „Puhast energia kõikidele eurooplastele“. See hõlmab läbivaadatud taastuenergia direktiivi ettepanekut, et muuta Euroopa Liidu taastuenergia valdkonnas ülemaailmseks liidriks ja tagada, et täidetakse eesmärk saada 2030. aastaks vähemalt 27% tarbitavast energiast taastuvatest energiaallikatest. Komisjoni uus direktiivi ettepanek toetab taastuvatest energiaallikatest saadud energia kasutamist ja seab eesmärgiks tegevuse kuues valdkonnas:

- taastuvate energiaallikate laiem kasutuselevõtmine elektrisektoris;
- taastuenergia lõimimine kütte- ja jahutussektoris;
- transpordisektori CO₂-heite vähendamine ja sektori mitmekesistamine (seades taastuenergia eesmärgiks 2030. aastaks vähemalt 14% kogu transpordisektori energiatarbimisest);
- klientide mõjuvõimu suurendamine ja nende teavitamine;
- ELi bioenergia säästlikkuse kriteeriumide tugevdamine;
- ELi tasandi kohustusliku eesmärgi õigeaegne ja kulutõhus saavutamine. [16]

3. TAASTUVENERGIA ARENGUD VALITUD EUROOPA LIIDU RIIKIDES

3.1. Uuritavate riikide nimekirja valiku kriteeriumid

Selleks, et põhjalikumalt uurida taastuvenergia arenguid Euroopa Liidus, on tarvis ka vaadelda eraldi arenemisteed liikmesriikide kaupa. Põhiliseks näitajaks on osakaalude suurenemine aastate kaupa ning ka Euroopa Parlamendi poolt püstitatud eesmärkide saavutamine.

Euroopa Liidus esinevad nii suure eelarvega riigid, sellised nagu Saksamaa, Inglismaa, Prantsusmaa ja Itaalia ning ka väikese eelarvega arenevad riigid (Bulgaaria, Rumeenia, Albaania). Erinevatel riikidel on erinevad võimalused investeerida taastuvenergia arenemisele. Mõned riigid saavad loobuda taastumatu allikatest iseseisvalt, mõned aga ei saa ehitada uusi võimsusi ilma Euroopa Liidu toetuseta. Seetõttu on tarvis ka võrrelda vaadeldavate riikide sisemajandustoodangu taastuvenergia arengu analüüsi käigus.

Vaadeldava lõputöö teema lahti seletamiseks oleks kindlasti vaja võrrelda suuremate ning väikeste liikmesriikide arenguid. Peale selle igas liikmesriigis on erinevad ilmaolud ja seetõttu ka taastuvenergia arenemismeetmed. Näiteks kõige soodsamad tingimused päikeseenergia muundamiseks vastavalt joonisele 1.4 on lõuna Euroopas (Hispaania, Itaalia, Kreeka). Tuuleenergia eelised on nähtavad vastupidi põhja Euroopas (Inglismaa ja Põhjamaad). Põhjamaadel on ka suur hüdroenergia potentsiaal.

Mis puudutab taastuvenergeetikat transpordisektoris, siis nende riikide jaoks, kes toodavad naftat on üleminek taastuvenergiaallikatele transpordisektoris teoorias on raskem. Euroopa Liidu nafta tootmise liidrit on Inglismaa ja Taani [19]. Taastuvenergia statistikal tihti kasutatakse toe ühik, see on Naftatonnekvivalent ehk energia, mis on võrdväärne ühe tonni nafta põletamisest saadava energiaga. Mtoe - megatoe ehk miljon toed, ktoe - kilotoe ehk tuhat toed [20]. Need ühikud saab teisendada järgmisel kujul:

$$1 \text{ toe} = 41,868 \text{ GJ};$$

$$1 \text{ TWh} = 0,086 \text{ Mtoed.}$$

Vaadeldava lõputöö valitud riikide areng hõlmab järgmisi liikmesriiki

- Eesti
- Saksamaa
- Inglismaa
- Hispaania

Valitud riikide taastuvenergia arengute uurimise põhjal oleks võimalik teha üldisi järeldusi ja kokkuvõtte Euroopa Liidu taastuvenergia üldises arengus. Loetletud riikide esmavaateks koondatakse põhilised energeetika näitajad tabelisse 3.1. Andmed võetud rahvusvahelise energeetika agentuuri kodulehelt [21].

Tabel 3.1. Uuritavate riikide energeetika näitajad [21]

Riik	SMT, milj. USA \$	Energiat oodang, Mtoe	Energia import, Mtoe	El. energia tarbimine, TWh	CO2 emissioon, Mt	CO2/SMT	Rahvaarv, milj.
Eesti	23,82	4,68	0,50	0,81	16,37	0,69	1,32
Saksamaa	3781,70	115,92	204,87	49,26	731,62	0,19	82,35
Hispaania	1464,51	34,13	94,50	21,99	238,64	0,16	46,45
Inglismaa	2757,62	120,07	67,83	28,42	371,14	0,13	65,65

3.2. Taastuvenergia areng Eestis

3.2.1. Eesti perspektiivid taastuvenergia valdkonnas

Samuti nagu kõik Euroopa Liidus, Eesti jaoks on ka püstitatud põhjalikud eesmärgid taastuvenergia osakaalu suurenemiseks, mida riik peab saavutama aastaks 2020. Vastavalt praegusele Euroopa Liidu kliima- ja energiapoliitikale 2020 aastal 25 % Eestis tarbitud energiast peab pärinema taastuvenergialiikidest. Aasta 2013 seisuga, 25,8 % Eestis tarbitud energiast tuli taastuvenergialiikidest ning selle tulemusega Eesti oli esimene Euroopa Liidu liikmesriik, kes püstitatud 2020 aasta eesmärki saavutas [19]. Vastavalt lisale 1 aasta 2017 seisuga taastuvenergia osakaal oli juba 29,2 %.

Asudes Läänemere idakaldal, on Eesti lääneranniku keskmine aastane tuulekiirus 6-7 m/s, seetõttu on see piirkond tuuleenergia arendamiseks eriti perspektiivikas. Avamere tuuleparkide potentsiaal on veelgi suurem. Eestis on ka piisavalt biomassi, et sellest saaks jätkusuutlikult toota vähemalt kolmandiku Eesti energiavajadusest. Biomassi tuleks kasutada võimalikult efektiivselt, mis tähendab, et panustama peaks soojuse ning elektri koostootmisele. Eestis toodetakse juba praegu 35% soojusenergiat biomassist, samas tuleb märkida, et kohalikust biomassist on võimalik toota kuni 2/3 soojusenergiast. [22]

Lähtudes Saksamaa kogemusest (joonis 1.5), suure investeeringutega saab päikeseenergiast katta kogu Eesti elektri- ja soojavajadust, sest kiirgustingimused Eestis on Saksamaaga sarnased. Hüdroenergia ressursside laiemat kasutuselevõttu Eestis ei prognoosita, kuna hüdroelektrijaamade arendamisega kaasnevad keskkonnaprobleemid. Leiti, et Eestis on võimalik saavutada kuni 15 MW-ne hüdroenergia maht [19]. Antud teoreetiline võimsus on üliväike isegi Eesti energiatarbimise kontekstis ning sellega ei ole mõtet tegeleda.

Biogaasist on võimalik toota elektrit ning soojust ja transpordikütuseid, kuid see on taastuvenergia allikas, mida Eestis on seni veel alahinnatud. Koostamisel oleva Eesti Energiamaajanduse Arengukava andmetel on võimalik Eestis toota piisavalt biogaasi, et asendada sellega kogu Venemaalt imporditav maagaas. Kõige keerulisem on taastuvatele allikatele üle minna transpordisektoris. Biogaasist saab toota ka biometaanit, mida saab kasutada mootorikütusena. Sellest kogusest saaks asendada suurusjärgus 30 % imporditud vedelkütustest. Kui soovida transpordisektorit 100% taastuvatele ning kodumaistele allikatele üle viia, siis on elektrisõidukite ja flex-fuel sise põlemismootoritega sõidukite laialdasem kasutuselevõtt ning ühistranspordi arendamine prioriteetsed tegevused. [22]

Vastavalt kehtivale Euroopa liidu direktiivile CO₂ maksude suurenemisega ei ole Eesti põlevkivienergeetika enam konkurentsivõimeline ning seetõttu taastuvenergiale üleminek on eriti aktuaalne. Aasta 2019 alguses olid kinni pandud neli Eesti Elektri jaama ploki kaheksandast kuna nende ressurss on läbi.

3.2.2. Taastuvenergia areng Eestis

Esimesed sammud taastuvenergia arenemisel tekkisid Eestis kohe pärast taasiseseisvumist 1990 aastal, kuid halva tehnoloogia tase tõttu ei leidnud need sammud suurt toetust. Hüdrolektri jaamad paiknesid Eestis juba Nõukogu liidu ajal. Esimene põllumajanduslik biogaasi jaam sai valmis 2005. aastal Saaremaal. Mis puudutab soojuste tootmist, siis viimastel aastatel on hästi arenenud kohaliku hakkepuidu kasutamine katlamajades. Esimene hakkepuidul töötav koostootmisjaam avati Eestis aastal 2009 Tartus ja Tallinnas. [22]

Nagu mainitud vaadeldava töö 3.1 alajaotises, Eestis on head tingimused tuuleenergia tootmiseks ja seetõttu energiapoliitika on suunatud selle valdkonna arenemisele. Eesti esimene tuulik püstitati 1997. aastal Hiiumaal. Pärast seda aastal 2002 sai valmis Virtsu tuulepark, kus rajati kolm tuulikuid ja mille võimsus on 1,8 MW. Kaks tuulikuid ehitas tol ajal kõige suurim Eestis ja Baltikumis taastuvenergia ettevõtte Nelja Energia OÜ ning üks kuulus Eesti Energiale. Järgmise 15 aastaga tuuleparkide arv hakkas pidevalt tõusma ning tänapäeval tuulikute koguvõimsus saavutab 300 MW väärtust. Eesti tuuleparkide nimikiri on esitatud tabelis 3.2. [23]

Tabel 3.2. Tuuleparkide ajalugu Eestis [23]

Aasta	Installeeritud elektrituulikud	Võimsus MW	Tootja	Tuulikute arv	Tuulikute tootja
	Tahkuna tuulegeneraator (tegevuse lõpetanud)	0,15	Eesti Energia AS		
2002	Virtsu I tuulepark	1,8	Nelja Energia OÜ (1,2MW) / Eesti Energia AS (0,6MW)	3	Enercon

	Torgu tuulepark (tegevuse lõpetanud)	0,45	Meritreid OÜ		Vestas
2005	Pakri tuulepark	18,4	Nelja Energia OÜ	8	Nordex
	Esivere tuulepark	8	Nelja Energia OÜ	4	Enercon
	Läätsa tuulepark	3	Telewind AS	6	Siemens
2007	Nasva tuulepark	1,6	Baltic Wind Energy OÜ (1,2 võrku)	2	Vestas
	Viru-Nigula tuulepark	24	Nelja Energia OÜ	8	Winwind
	Ruhnu (Sjustana) tuulepark	0,15	Eesti Energia AS	2	Vestas
	Sangla tuulik	0,3	Sangla Turvas AS	1	Vestas
	Türju tuulikud	0,3	Rotorline OÜ	3	
2008	Virtsu tuulepargi lisatuulik	0,8	Eesti Energia AS	1	Enercon
	Virtsu II tuulepark	6,9	Nelja Energia AS	3	Enercon
	Esivere I tuulepark - I etapp	12	Skinest Energia AS	4	Winwind
2009	Aulepa tuulepark - I etapp	39	Eesti Energia AS	13	Winwind
	Vanaküla tuulepark	9	Nelja Energia AS	3	Winwind
	Tooma I tuulepark	16	Nelja Energia AS	8	Enercon
2010	Virtsu III tuulepark	6,9	Nelja Energia AS	3	Enercon
2011	Nasva tuulik I	2,3	Baltic Workboats AS	1	Siemens
	Aulepa tuulepark - II etapp	9	Eesti Energia AS	3	Winwind
	Aseriaru tuulepark	24	Nelja Energia AS	8	Winwind
2012	Narva tuulepark	39	Eesti Energia AS	18	Enercon
	Paldiski tuulepark	45	Nelja Energia AS / Eesti Energia AS	18	GE Energy
	Sikassaare	1,5	Stacey OÜ	3	Enercon
2013	Ojaküla tuulepark	6,9	Nelja Energia AS	3	Enercon
	Nasva tuulik II	3,6	Baltic Workboats AS	1	Siemens
2014	Tamba tuulepark	6	Tuuleenergia OÜ	2	Enercon
	Mäli tuulepark	12	Tuuleenergia OÜ	4	Enercon
	Aburi tuulepark	1,8	OÜ Green Electric	1	Vestas
	Salme II tuulepark	3	Eleon AS	1	Eleon
2015	Torgu tuulegeneraator	0,66	Meritreid OÜ	1	Vestas
2016	Tooma II tuulepark	7,05	Nelja Energia AS	3	Enercon
	KOKKU	309,96		139	

Tabelist 3.1 on näha, et kõige peaaegu kõik suuremad tuulepargid Eestis olid rajatud vahemikul 2011 - 2012. Kõige võimsam on Paldiski tuulepark võimsusega 45 MW, Aseriaru tuulepargi tootlikus on 24 MW ning Narva tuulepargi võimsus on 39 MW. Viimane on märgatav selle tõttu, et ta on rajatud endisel Balti Elektriijaama tuhapargi väljal. Antud aspekt näitas põlevkivienergeetikast loobumise algust taastuvenergia vastu.

Päikeseenergia Eestis ka võtab osa elektri tootmisel kuid võrreldes tuuleenergiaga on see osa palju väiksem. Nagu mainitud joonisel 1.4 Eestis on võrreldes kõige päikeserikkamate kohtadega maailmas umbes kolm korda vähe päikest. Teisest küljest Eesti ja Saksamaa kiirgustingimused on üsna samad ja Saksamaa on üks maailmaliidritest päikeseenergia muundamises.

Saksamaa keskpaigas on 1kW päikesepaneelide tootlikkus aastas 910 kWh. Saaremaal toodab näiteks 1kW süsteem võrku 910 kWh ning Lõuna-Eestis, kus ilm pilvisem 880 kWh aastas. Eesti eripäraks on aga see, et talvekuudel on meil päikeseenergiat võrreldes suvise ajaga 8-12 korda vähem. Detsembris kui päikeseenergiat on kõige vähem, toodab Eestis 1kW süsteem kuus 10,6 kWh ja juunis 131 kWh. Saksamaal toodab 1kW süsteem detsembris 22,5 kWh ja juunis 107 kWh. [24]

Võrreldes tuuleenergia ajalooa päikeseenergeetika areng Eestis on just alustatud. Kõige suurem ettevõtte, kes antud valdkonnas tegutseb on Enefit Green. Enefit Green on Eesti Energiale kontsernile kuuluv taastuvenergia ettevõtte, mis toodab Eestis, Lätis ja Leedus elektrit ja soojust tuulest, veest, biomassist, päikesest, biogaasist ja segaolmejäätmetest. Aastal 2018 oli Eestis investeeritud päikeseenergeetikasse viis miljonit eurot ning tänapäeval on rajatud 7 MW jagu päikesejamasid. Ettevõtte Enefit Green plaanis on suurendada võimsust aastaks 2023 kuni 50 MW-ni. Sellest järeldub, et Eestis liigub Saksamaa näitel ning suurendab ka päikesekiirgust muundavaid võimsusi. [25]

Vastavalt lisale 2 on transpordisektoris kasutab Eesti vaid 0,4 % taastuvenergiaallikatest valmistatud kütust. Kõigile Euroopa Liidu liikmesriikidele, sealhulgas Eestile kehtib eesmärk, mille kohaselt peaks 2020. aastaks vähemalt 10% transpordisektoris kasutatavast energiast pärinema taastuvatest allikatest. Arvestatav osa eesmärgist kaetakse biometaanu kasutuselevõtuga, biodiisli ja bioetanooli kasutamiseega sise põlemismootorites ning elektritranspordi kasutuselevõtu kaudu, ehk sellest hoolimata on ebaselge, kuidas lõplik eesmärk täidetakse. Kuivõrd Eurostat koondab ja edastab vastavaid andmeid viitega, ei kajastu nimetatud osakaalus veel 2018. aasta 1. maist kehtima hakanud vedelkütuse seadusest lähtuv kohustus lisada Eestis tarbitavasse mootoribensiini ja diislikütusesse vähemalt 3,1 % energiamahu ulatuses biokütuseid. Seetõttu 2019. aastal suureneb see 6,4 protsendini ning jõuab aastaks 2020 10 protsendini. [26]

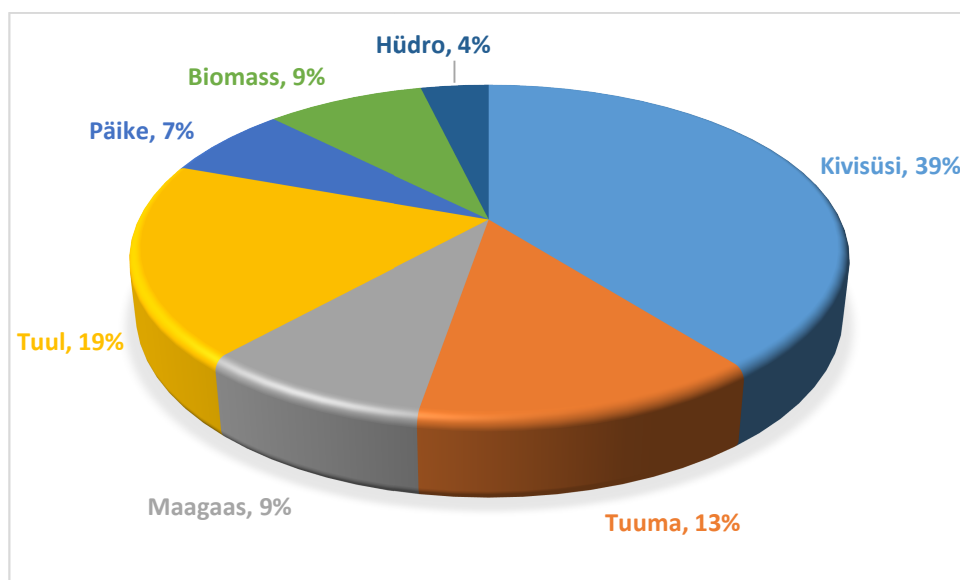
Üks olulisemast näitajatest taastuvenergia arenemisel on CO₂ emissiooni vähendamine. Vastavalt rahvusvahelisele statistikale näidatakse riigi eraldatud CO₂ emissioon (Mt) ja teiseks oluliseks näitajaks jagatud sisemajandustoodanguga emissioon (kg/\$). Vastavalt rahvusvahelise energia agentuurile (tabel 3.1) 2016 aastal Eestis oli atmosfääri eraldatud 16,37 Mt CO₂, mis on 0,69 kg CO₂/SMT \$. Antud näitaja on võrreldes teiste Euroopa Liidu liikmesriikide küllalt suur. Põhjuseks on Eesti sõltuvus põlevkivienergeetikast ja tänapäeval täiesti loobuda põlevkivil töötavatest võimsustest ei saa.

Kokkuvõtteks võib öelda, et Euroopa Liidu parlamendi poolt püstitatud eesmärkidega elektrienergia sektoris Eesti edenes hästi ning asub praktiliselt esimesel positsioonil. Taastuvenergia osakaal 25 % oli saavutatud 2012 aastal ning tänase päeva seisuga on ta ligikaudu 30 %. Transpordisektoris on Eesti vastupidi viimastel kohtadel ning praegu pilt on udune, kas õnnestub 2020 aastaks taastuvenergia osakaalu transpordisektoris suurendada.

3.3. Taastuvenergia areng Saksamaal

Saksamaa on Euroopa Liidu liider nii majanduslike näitajate, kui ka energia tarbimise ja tootmise poolt. Vastavalt joonistele 1.5 ja 1.7 Saksamaa toodab oluliselt rohkem energiat päikesekiirgusest ja tuulest kui teised Euroopa Liidu liikmesriigid. Hüdroenergia seisukohalt asub Saksamaa seitsmendal kohal, mis ka ei ole halb näit. Saksamaal on kõige suurem rahvaarv Euroopa Liidus ja seetõttu ka suurem energiatarbimine. Peale rahvaarvu on Saksamaal suurem sisemajanduse toodang.

Mis puudutab 2020 a. Eesmärke, siis 2017 aasta seisuga ei ole veel Saksamaa saavutanud 18 % taastuvenergia osakaalu. Vastavalt lisale 1 on see väärtus vaid 15,5 %. Mitu aastat tagasi peamiseks elektrienergia tootjaks olid Saksamaal kivisöel ja tuumaenergial töötavad elektrijaamad. Saksamaa elektrienergia tootjad energialiikide järgi aastal 2017 on esitatud joonisel 3.1. Juulis 2019 oli fikseeritud esmakordne saavutus, kus taastuvatest energialiikidest oli toodetud rohkem energiat, kui kivisöe ja tuuma elektrijaamades [27].



Joonis 3.1. Saksamaa elektrienergia tootjad energialiikide järgi 2017 aastal [27]

Tänapäeval on Saksamaal installitud rohkem kui 23 tuhat tuulikuid ning 1,4 miljonit päikesepaneele. Taastuvenergia sektoris leidsid tööd rohkem kui 370 tuhat inimest. Kuni 2014 aastani Saksamaa oli

maailmaliider päikesepaneelide kasutamisel ja tänapäeval ta asub kolmandal kohal. Arvestades sellega, et Saksamaa ei ole üks suurimatest maailmariikidest ja kiirgustingimused on siin Eestiga sarnased – see on suurepärane saavutus ja näide teistele Euroopa Liidu liikmesriikidele. [27]

Transpordisektori taastuvenergia osakaal on 2017 aasta seisuga 7 % vastavalt lisale 2. Märgatav aga on see, et positiivne dünaamika ei ole nähtav alates 2004 aastast. Iga aastaga taastuvenergia osakaal varieerub 6 %-st 8 %-ni. Seetõttu peab Saksamaa suurendada aastaks 2020 osakaalu vähemalt 3 % võrra.

Saksamaa suurendab ka biomassi kasutamist energeetika sektoris. Tänapäeval Saksamaal toodetakse biomassist ligikaudu 50 tuhat GWh aastas ja see tulemus on sarnane Saksamaa päikeseenergeetikaga. Biomass kasutatakse nii tahke-, kui ka vedel- ja gaasikütusena elektri, soojuste ja külma tootmiseks. Peamiseks biomassi tarnijaks on Saksamaa põllumajandus sektor. Peale selle, rohkem kui 25 % Saksamaa puidust kasutatakse biomassi tooraineks. [28]

Heitgaaside emissiooni seisukohalt 2017 aastal vastavalt tabelile 3.1 Saksamaal eraldati õhku 731,62 Mt CO₂, mis ligikaudu 190 Mt võrra väiksem 1990 aasta väärtusest. Iga SMT dollari kohta eraldatud 0,19 kg CO₂ ja see on kolm korda väiksem kui Eestis.

Kokkuvõtteks Saksamaa on suurim riik Euroopa Liidus ja kasutatud taastuvenergialahendused selles liikmesriigis on kõige suuremad. Saksamaa hästi edeneb elektrienergia tootmisel taastuvatest energialiikidest päikese- tuule- ja biomassenergia arengu tõttu, kuid 2020 aasta eesmärk ei ole 2017 aasta seisuga saavutatud. Transpordisektoris taastuvenergia osakaal on 7 % ja kolme aastaga on vaja suurendada selle veel 3 % võrra. Kui vaadelda Saksamaa tuule- päikese ja biomassi energeetikat, siis aastal 1990 olid nende valdkondade areng alustatud täiesti nullist ja tänapäeval see on peamine energiatootja suurimas Euroopa Liidu liimesriigis. Hüdroenergia vaid asub samal tasemel võrreldes 1990 aastaga [27].

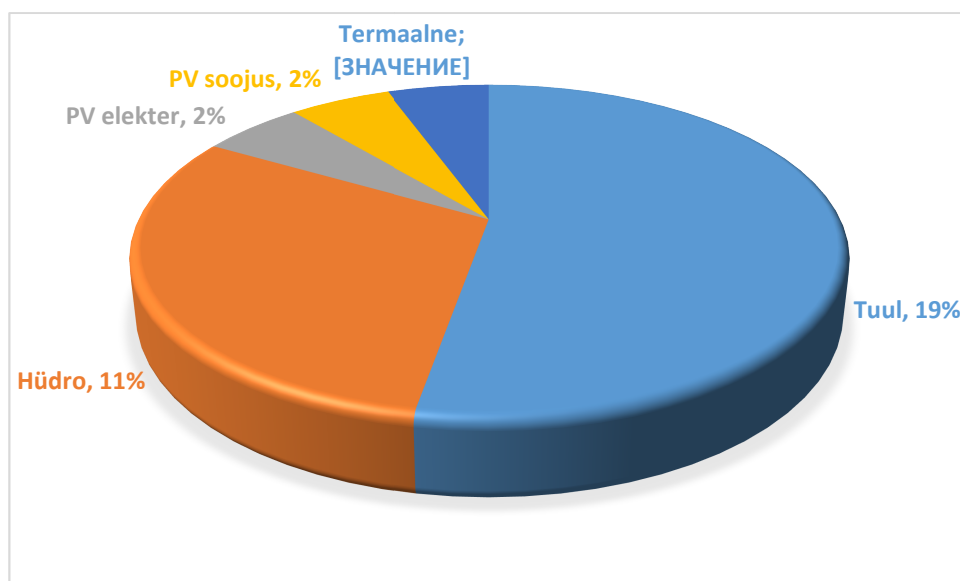
3.4. Taastuvenergia areng Hispaanias

Kolmandaks uuritavaks riigiks on Hispaania. Hispaania eripära on soodsamad tingimused päikeseenergia muundamiseks. Keskmiselt ühele ruutmeetrile Hispaanias langeb kaks korda rohkem päikeseenergiat kui muujal Euroopa Liidus (joonis 1.4). Teiseks Hispaania eripäraks on suur külma ja väike sooja vajadus päikeserikkaliku kliima tõttu. Need aspektid annavad põhjust arvata, et taastuvenergia poliitika Hispaanias on erinev võrreldes teiste liikmesriikidega.

Vastavalt tabelile 3.1 Hispaania on keskmise rahvaarvuga ja sisemajandus toodanguga Euroopa Liidu liikmesriik, kes ka impordib peaaegu kolm korda rohkem energiat kui toodab. Aastaks 2020 peaks 20

% Hispaania energiast pärinema Taastuvenergialiikidest ning 2017 aasta seisuga on see osakaal 17,5 %, ehk sarnaselt Saksamaaga tuleb Hispaanias paari aastaga suurendada osakaalu mitu protsendi võrra. Hispaanias on nähtav aastast 2004 ka positiivne dünaamika, mille käigus taastuvenergia osakaal oli pidevalt suurenenud 8,3 %-st kuni 17,5 %-ni ning seetõttu suure tõenäosusega Hispaania saavutab Euroopa parlamendi poolt püstitatud eesmärged. Transpordisektoris aga näitab Hispaania keskmist tulemust Euroopa Liidu liikmesriikide seas 5,9 %-ga 2017 aastal.

Kõigepealt on huvitav vaadelda Hispaania elektrienergia sektori, kuna vastavalt lisale 3 taastuvenergiat Hispaanias on suur osakaal. Aastast 2004 suurenes taastuvenergia osakaal elektrienergia sektoris 19 %-st kuni 36,3 %-ni 2017 aastal. Sellest järeldub, et nagu teistes uuritavates riikides Hispaanias selle aja jooksul oli ehitatud palju uusi taastuvenergiat muundavaid võimsusi. Vastavalt Hispaania taastuvenergia arenguplaanile [29] plaanitakse 2020 aastaks saavutada taastuvenergia osakaalu elektrienergia sektoris 40 %, ehk ka selles energeetikavaldkonnas tuleb viimaste paari aastaga panustada mõni protsendi võrra. Aasta 2015 Hispaania taastuva elektrienergia sektori seis üldise elektrienergia tootmise suhtes on esitatud joonisel 3.2.



Joonis 3.2. Aasta 2015 Hispaania taastuva elektrienergia sektori seis üldise elektrienergia tootmise suhtes

Jooniselt 3.2 on näha, et vaatamata heade päikeseenergia muundamise tingimustele Hispaanias, nagu teistes vaadeldavates riikides suurema osa võtab tuuleenergia moodustades 19 % kogu Hispaania elektritootmisest. Märgatav on see, et peale päikeseelektrijaamasid kasutatakse ka sama palju fototermilisi võimsusi. Kahe protsendi ulatuses kasutatakse ka termaalne energia.

Tabeli 3.1 andmete põhjal eraldati 2016 aastal Hispaanias 238,64 Mt CO² õhku ning see annab 0,16 kg/ SMT dollari kohta ja see on hea tulemus võrreldes teiste uuritavate riikidega (Eesti ja Saksamaa).

3.5. Taastuenergia areng Suurbritannias

Viimase Euroopa Liidu liikmesriigina vaadeldavas lõputöös käsitletakse Suurbritannia. Vastavalt joonisele 1.6 Suurbritannias on parimad tingimused tuuleenergia muundamiseks ja samas halvemad tingimused päikesekiirguse muundamiseks (joonis 1.4) Euroopas.

Vastavalt lisale 1 Suurbritannia alustas taastuenergia arenemist aastal 2004 peaaegu madalaimast kohast liikmesriikide seast 1,1 %-ga ning aastaks 2017 suurenes taastuenergia osakaal 10,2 %-ni. Aasta 2020 eesmärgiks Euroopa parlamendi poolt määrati Suurbritanniale saavutada 15 % ning järgmiste paari aastaga tuleb suurendada osakaalu veel 4,8 % võrra. Antud tulemus on kehvem kui teistes uuritavates riikides ja vastavalt Suurbritannia mahuka energiavajadusele (tabel 3.1) tuleb investeerida veel palju ja ehitada suuri võimsusi eesmärki saavutamiseks.

Elektrienergia sektoris Suurbritannias suurenes taastuenergia osakaal aastast 2004 3,5 % (peamiselt hüdroenergia) kuni 28,1 %-ni 2017 aastal. Taastuenergia areng elektrienergia sektoris Suurbritannias energialiikide järgi on nesitatud tabelis 3.3.

Tabel 3.3. Taastuenergia areng elektrienergia sektoris Suurbritannias energialiikide järgi aastast 2010 - 2017 [30]

Aasta	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Onshore tuul	1,9%	2,9%	3,4%	4,7%	5,5%	6,7%	6,1%	8,5%
Offshore tuul	0,8%	1,4%	2,1%	3,2%	4,0%	5,1%	4,8%	6,2%
Päike	0,0%	0,1%	0,4%	0,6%	1,2%	2,2%	3,1%	3,4%
Hüdro	0,9%	1,5%	1,5%	1,3%	1,7%	1,9%	1,6%	1,7%
Biomass	3,2%	3,6%	4,0%	5,1%	6,7%	8,6%	8,9%	9,4%

Tabelist 3.3 on näha, et kõige rohkem toodetakse elektrit tuulest ja biomassist, mis moodustab kokku 24,1 % kogu elektrienergia tootmisest. See ei ole üks parimatest tulemustest Euroopa Liidus, kuid vastavalt tabeli 3.3 dünaamikale nähtav suur panis osakaalu suurenemise teel. Hüdroenergeetika asub praktiliselt samal positsioonil ja sarnaselt teiste uuritavate riikidega selle valdkonna Suurbritannia ei investeer. Päikeseelektrijaamasid ehitatakse ka viimase 10 aastaga kuid selle osakaal on võrreldes Saksamaaga ja Hispaaniaga on väike moodustades vaid 3,4 % 2016 aastal.

Vastavalt lisa 2 andmetele transpordisektoris suurenes osakaal 0,3 %-st 2004 aastal 5,1 %-ni 2017 aastal ja selle tulemusena Suurbritannia ei saavuta 10 % aastaks 2020 ilma suure panuseta. Kütte ja jahutussektoris alustas aastal 2004 0,7 %-st ja selle hetkega see oli madalaim tulemus Euroopa liidus. Aasta 2017 seisuga suurenes osakaal 7,5 %-ni ja vastavalt lisale 4 on see ka üks madalaimatest tulemustest Euroopa Liidu liikmesriikides.

Tabeli 3.1 andmete põhjal eraldati 2016 aastal Suurbritannias 371,14 Mt CO² õhku ning see annab 0,13 kg/ SMT dollari kohta ja see on parim tulemus uuritavate riikide seast (Eesti, Saksamaa ja Hispaania).

KOKKUVÖTTE

Vaadeldavas lõputöös on kirjutatud taastuvenergia iseloomustus ja liigitus. Peale selle sai uuritud Euroopa liidu taastuvenergia poliitika ja viimastel 15 aastal püstitatud eesmärgis taastuvenergia osakaalu suurenemisel. Põhjalikuks uuringuks ka uuriti eraldi nelja Euroopa Liidu liikmesriiki taastuvenergia arengut viimastel 15 aastal. Kolm uuritavatest riikidest võiks arvata suurema liikmesriigina (Saksamaa, Hispaania, Suurbritannia) ning üks uuritavatest riikidest on oluliselt väiksem (Eesti). Nendel riikidel on aga erinevad tingimused taastuvenergia arenemisel. Suurbritannias on tugevad tuulekiirused, Hispaania on kõige päikeserikkam koht Euroopas. Saksamaal on keskmised tingimused nii tuule- kui ka päikese elektri muundamiseks ja sarnased tingimused ka Eestis.

Kõige oluline aspekt taastuvenergia arenemisel Euroopas on 2020 aasta eesmärki täitmine ja selle eesmärgiga taastuvenergia üldises osakaalus liidriks on Eesti ja ta on ainuke riik kellel õnnestus 2017 aastaks saada nõutud tulemust (uuritavate riikide seas). Saksamaal tuleb paari aastaga suurendada osakaalu 2,5 % võrra, Hispaanias 2,5 % võrra ning Britannias 4,8 % võrra. Saksamaa on liider uuritavatest riikidest 7 %-ga. Hispaanias tulemus oli 5,9 % ja Britannias 5,1 %.

Tänu tuule- ja päikeseenergia muundamise tehnoloogia arenemisele viimastel aastatel elektrienergia sektoris, kõik Euroopa liidu riigid oluliselt suurenesid taastuvenergia osakaalu elektrienergia tootmisel. Vastavalt lisale 3 kõik uuritavad riigid näitasid olulise kasvu taastuvenergia osakaalu suurenemisel elektrienergia sektoris.

Kütte ja jahutussektoris liider on Eesti (51,6 % taastuvenergialiikidest) sest Eestis on külm kliima ja soojendamiseks kasutatakse küttepuid ja puidujäätmed. Hispaania osakaal kütte ja jahutussektoris 2017 aasta seisuga 17,5 %, Saksamaal 13,4 ja Britannias vaid 7,5 %.

Heitgaaside vähendamisel Saksamaa, Hispaania ja Britannia asuvad ühel tasemel ja siin CO² eraldamine varieerub 0,13-0,19 kg CO²/SMT dollari kohta. Eestis on aga olukord palju halvem ja CO² emissioon moodustab 0,69 kg CO²/SMT dollari kohta. See on oluline puudus kuna taastuvenergia osakaalu suurenemise põhjus ongi antud näitaja vähendamine.

Lõputöösse ei mahtunud teiste suuremate liikmesriikide uuring ja lõputöö teema arenemisel saab oodata 2020 aasta aruannet ja selle põhjal koostada analüüs taastuvenergia arenemisel saadud tulemuste olemasolul.

KASUTATUD KIRJANDUS

[1] Taastuv energiaressurss [Online] URL:

https://et.wikipedia.org/wiki/Taastuv_energiaressurss(23.03.17)

[2] Renewable Energy: The Clean Facts [Online] URL: <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts> (26.06.19)

[3] Twidell John, Tony Weir. Renewable energy resources, London, 2015, Routledg

[4] Global Market Outlook for Solar Power. [Online] URL: <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf>

[5] Päikeseenergia [Online] URL:

<https://et.wikipedia.org/wiki/P%C3%A4ikeseenergia>(15.04.17)

[6] Wind Energy in Europe in 2018. Trends and Statistics [Online] URL: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2018.pdf> (09.07.19)

[7] Russak, V; Ain, K. (2003). Eesti kiirguskiima teatmik. Tallinn: Eesti meteoroloogia ja hüdroloogia instituut.

[8] Tuuleenergia. Eesti tuuleenergia assotsiatsioon. [Online] URL: <http://www.tuuleenergia.ee/about/> (07.07.19)

[9] Global Wind Atlas. [Online] URL: <https://globalwindatlas.info/> (07.07.19)

[10] Hüdroenergia [Online] URL: <https://et.wikipedia.org/wiki/H%C3%BCdroenergia> (08.07.19)

[11] Energiatalgud. Hüdroenergia ressurss [Online] URL:

https://energiatalgud.ee/index.php/H%C3%BCdroenergia_ressurss?menu-49(08.07.19)

[12] Hydropower report 2019. International hydropower association. [Online] URL:

https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2019_hydropower_status_report_0.pdf (10.07.2019)

[13] Biomass [Online] URL: <https://et.wikipedia.org/wiki/Biomass> (10.07.19)

[14] Taastuv energiaressrus [Online] URL: https://et.wikipedia.org/wiki/Taastuv_energiaressurss (10.07.19)

[15] Энергетическое использование биомассы. [Online] URL

https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fwww.gigavat.com%2Fnetradicionnaya_energetika_biomassa_1.php&cc_key (10.07.19)

- [16] Teabelehed Euroopa liidu kohta. Taastuvenergia [Online] URL: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/et/sheet/70/taastuvenergia>(26.06.19)
- [17] Report from the comission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Renewable energy progress report [Online] URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0175&from=EN>(01.07.19)
- [18] Summary result shares [Online] URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> (20.07.19)
- [19] Список стран по добыче нефти [Online] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD_%D0%BF%D0%BE_%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%8B%D1%87%D0%B5_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B8 (29.07.19)
- [20] Energiasääst. Majandus ja kommunikatsiooni ministeerium. [Online] URL: <https://www.mkm.ee/et/tegevused-eesmargid/energeetika/energiasaast> (10.08.19)
- [21] Global Engagement. IEA. [Online] URL: <https://www.iea.org/countries/> (11.08.19)
- [22] Taastuvenergia aastaraamat 2013 [Online] URL: <http://www.taastuvenergeetika.ee/wp-content/uploads/2016/12/Taastuvenergia-aastaraamat-2013.pdf> (24.07.19)
- [23] Olemasolev tuuleenergia Eestis. Tuuleenergia assotsiatsioon [Online] URL: <http://www.tuuleenergia.ee/about/statistika/olemasolev/> (26.07.19)
- [24] Päikeseenergia Eestis. Sissejuhatus [Online] URL: <http://www.xn--pikesektev2a4y.ee/artiklid/paikeseenergia-eestis/> (26.07.19)
- [25] Enefit Green: päikeseenergia on tulevik, milleks valmistume juba täna. Pealinn. [Online] URL: <http://www.pealinn.ee/newset/enefit-green-paikeseenergia-on-tulevik-milleks-valmistume-jubata-n241494> (26.07.19)
- [26] Taastuvenergia aastaraamat 2018 [Online] URL: <http://www.taastuvenergeetika.ee/wp-content/uploads/2019/06/ETEK-Taastuvenergia-aastaraamat-2018.pdf> (26.07.19)
- [27] Renewable energy in Germany [Online] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy_in_Germany#cite_note-6 (11.08.19)
- [28] German biomass strategy [Online] URL: <http://biomassa.de/news-german-biomass-strategy-28.html> (11.08.19)
- [29] Spain national renewable energyaction plan 2011-2020. European Comission [Online] URL: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/national-renewable-energy-action-plans-2020> (14.08.19)
- [30] Energy Trends: UK renewables [Online] URL: <https://www.gov.uk/government/statistics/energy-trends-section-6-renewables> (14.08.19)

LISAD

LISA 1. TAASTUVENERGIA ARENG EUROOPA LIIDU RIIKIDES AASTATEL 2004-2017 [18]

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2020 target
EU28	EU28	8,5%	9,1%	9,7%	10,6%	11,3%	12,6%	13,1%	13,4%	14,7%	15,4%	16,2%	16,7%	17,0%	17,5%	20,0%
BE	Belgium	1,9%	2,3%	2,6%	3,1%	3,6%	4,7%	5,6%	6,3%	7,2%	7,5%	8,0%	7,9%	8,6%	9,1%	13,0%
BG	Bulgaria	9,4%	9,4%	9,6%	9,2%	10,5%	12,1%	14,1%	14,3%	16,0%	19,0%	18,0%	18,2%	18,8%	18,7%	16,0%
CZ	Czech Republic	6,9%	7,1%	7,4%	8,0%	8,6%	9,9%	10,5%	11,0%	12,8%	13,9%	15,0%	15,0%	14,9%	14,8%	13,0%
DK	Denmark	14,9%	16,0%	16,3%	17,8%	18,6%	20,0%	22,1%	23,5%	25,7%	27,4%	29,7%	31,4%	32,6%	35,8%	30,0%
DE	Germany	6,2%	7,1%	8,4%	10,0%	10,0%	10,8%	11,7%	12,5%	13,6%	13,8%	14,4%	14,9%	14,9%	15,5%	18,0%
EE	Estonia	18,4%	17,4%	15,9%	17,0%	18,6%	22,9%	24,6%	25,4%	25,5%	25,4%	26,2%	28,4%	28,6%	29,2%	25,0%
IE	Ireland	2,4%	2,8%	3,1%	3,5%	4,0%	5,2%	5,8%	6,6%	7,1%	7,6%	8,7%	9,1%	9,3%	10,7%	16,0%
EL	Greece	6,9%	7,0%	7,2%	8,1%	8,0%	8,5%	9,8%	10,9%	13,5%	15,0%	15,4%	15,4%	15,1%	17,0%	18,0%
ES	Spain	8,3%	8,4%	9,1%	9,7%	10,7%	13,0%	13,8%	13,2%	14,3%	15,3%	16,1%	16,2%	17,4%	17,5%	20,0%
FR	France	9,5%	9,6%	9,3%	10,2%	11,2%	12,2%	12,7%	11,1%	13,6%	14,2%	14,8%	15,2%	15,9%	16,3%	23,0%
HR	Croatia	23,4%	23,7%	22,7%	22,2%	22,0%	23,6%	25,1%	25,4%	26,8%	28,0%	27,8%	29,0%	28,3%	27,3%	20,0%
IT	Italy	6,3%	7,5%	8,3%	9,8%	11,5%	12,8%	13,0%	12,9%	15,4%	16,7%	17,1%	17,5%	17,4%	18,3%	17,0%
CY	Cyprus	3,1%	3,1%	3,3%	4,0%	5,1%	5,6%	6,0%	6,0%	6,8%	8,1%	8,9%	9,4%	9,3%	9,9%	13,0%
LV	Latvia	32,8%	32,3%	31,1%	29,6%	29,8%	34,3%	30,4%	33,5%	35,7%	37,0%	38,6%	37,5%	37,1%	39,0%	40,0%
LT	Lithuania	17,2%	16,8%	16,9%	16,5%	17,8%	19,8%	19,6%	19,9%	21,4%	22,7%	23,6%	25,8%	25,6%	25,8%	23,0%
LU	Luxembourg	0,9%	1,4%	1,5%	2,7%	2,8%	2,9%	2,9%	2,9%	3,1%	3,5%	4,5%	5,0%	5,4%	6,4%	11,0%
HU	Hungary	4,4%	6,9%	7,4%	8,6%	8,6%	11,7%	12,7%	14,0%	15,5%	16,2%	14,6%	14,4%	14,3%	13,3%	13,0%
MT	Malta	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	1,0%	1,8%	2,8%	3,7%	4,7%	5,1%	6,2%	7,2%	10,0%
NL	Netherlands	2,0%	2,5%	2,8%	3,3%	3,6%	4,3%	3,9%	4,5%	4,7%	4,7%	5,5%	5,7%	5,9%	6,6%	14,0%
AT	Austria	22,7%	23,7%	25,3%	27,0%	27,6%	29,8%	29,9%	30,1%	31,0%	32,0%	33,2%	32,8%	33,0%	32,6%	34,0%
PL	Poland	6,9%	6,9%	6,9%	6,9%	7,6%	8,7%	9,3%	10,3%	10,9%	11,4%	11,5%	11,7%	11,3%	10,9%	15,0%
PT	Portugal	19,2%	19,5%	20,8%	21,9%	22,9%	24,4%	24,2%	24,6%	24,6%	25,7%	27,0%	28,0%	28,4%	28,1%	31,0%
RO	Romania	16,2%	17,2%	17,1%	18,3%	20,5%	22,7%	23,1%	21,2%	22,8%	23,9%	24,8%	24,8%	25,0%	24,5%	24,0%
SI	Slovenia	16,1%	16,0%	15,6%	15,6%	15,0%	20,1%	20,4%	20,3%	20,8%	22,4%	21,5%	21,9%	21,3%	21,5%	25,0%
SK	Slovak Republic	6,4%	6,4%	6,6%	7,8%	7,7%	9,4%	9,1%	10,3%	10,4%	10,1%	11,7%	12,9%	12,0%	11,5%	14,0%
FI	Finland	29,2%	28,8%	30,0%	29,6%	31,3%	31,3%	32,4%	32,8%	34,4%	36,7%	38,8%	39,3%	39,0%	41,0%	38,0%
SE	Sweden	38,7%	40,5%	42,6%	44,1%	45,2%	48,1%	47,2%	48,7%	51,1%	51,9%	52,4%	53,6%	53,8%	54,5%	49,0%
UK	United Kingdom	1,1%	1,3%	1,5%	1,8%	2,7%	3,3%	3,7%	4,2%	4,2%	5,3%	6,5%	8,4%	9,2%	10,2%	15,0%
NO	Norway	58,0%	59,7%	60,2%	60,1%	61,7%	64,8%	61,2%	63,9%	64,2%	66,2%	68,9%	68,7%	69,8%	70,8%	67,5%
ME	Montenegro		35,7%	34,8%	32,9%	32,3%	39,4%	40,6%	40,6%	41,5%	43,7%	44,1%	43,1%	41,5%	40,0%	33,0%
AL	Albania	29,6%	31,4%	32,1%	32,7%	32,4%	31,4%	31,9%	31,2%	35,2%	33,2%	31,5%	34,4%	37,1%	34,6%	38,0%
RS	Serbia	12,7%	14,3%	14,5%	14,3%	15,9%	21,0%	19,8%	19,1%	20,8%	21,1%	22,9%	21,9%	21,0%	20,6%	27,0%
MK	North Macedonia	15,7%	16,5%	16,5%	15,0%	15,6%	17,2%	16,5%	16,4%	18,1%	18,5%	19,6%	19,5%	18,0%	19,7%	28,0%

LISA 2. EUROOPA LIIDU TAASTUVENERGIA ARENGUD TRANSPORDI SEKTORIS AASTATEL 2004-2017 [18]

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU28	EU28	1,4%	1,8%	2,4%	3,1%	3,9%	4,6%	5,2%	4,0%	5,3%	5,7%	6,1%	6,6%	7,1%	7,4%
BE	Belgium	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	2,1%	4,7%	4,7%	4,8%	5,0%	5,8%	3,9%	6,0%	6,6%
BG	Bulgaria	0,9%	0,8%	1,0%	0,9%	0,9%	1,0%	1,4%	0,8%	0,6%	5,8%	5,7%	6,4%	7,2%	7,2%
CZ	Czech Republic	1,6%	0,9%	1,2%	1,4%	2,7%	4,1%	5,1%	1,2%	6,1%	6,3%	6,9%	6,5%	6,4%	6,6%
DK	Denmark	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,7%	1,1%	3,6%	6,4%	6,6%	6,7%	6,7%	6,8%	6,8%
DE	Germany	2,2%	4,0%	6,8%	7,5%	6,4%	5,9%	6,4%	6,5%	7,4%	7,3%	6,9%	6,6%	7,0%	7,0%
EE	Estonia	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
IE	Ireland	0,0%	0,1%	0,1%	0,5%	1,3%	2,0%	2,5%	5,4%	4,9%	5,7%	5,3%	5,9%	5,2%	7,4%
EL	Greece	0,1%	0,1%	0,7%	1,3%	1,1%	1,1%	1,9%	0,6%	0,9%	1,0%	1,3%	1,1%	1,6%	4,0%
ES	Spain	1,0%	1,3%	0,8%	1,4%	2,2%	3,7%	5,0%	0,8%	0,9%	1,1%	1,1%	1,3%	5,3%	5,9%
FR	France	1,5%	2,1%	2,3%	4,0%	6,2%	6,6%	6,5%	1,0%	7,4%	7,6%	8,2%	8,4%	8,7%	9,1%
HR	Croatia	1,0%	1,0%	1,0%	1,1%	1,1%	1,3%	1,1%	1,0%	1,1%	4,4%	4,3%	3,6%	1,3%	1,2%
IT	Italy	1,2%	1,0%	1,0%	1,0%	2,6%	3,8%	4,7%	5,0%	6,1%	5,4%	5,0%	6,5%	7,4%	6,5%
CY	Cyprus	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	2,0%	2,0%	0,0%	0,0%	1,1%	2,7%	2,5%	2,7%	2,6%
LV	Latvia	2,1%	2,4%	2,2%	1,7%	1,7%	1,9%	4,0%	4,1%	4,0%	4,0%	4,1%	3,9%	2,8%	2,5%
LT	Lithuania	0,4%	0,6%	1,9%	3,8%	4,3%	4,5%	3,8%	3,8%	4,9%	4,8%	4,3%	4,6%	3,6%	3,7%
LU	Luxembourg	0,1%	0,1%	0,2%	2,2%	2,2%	2,2%	2,1%	2,3%	2,8%	4,0%	5,5%	6,7%	5,9%	6,4%
HU	Hungary	0,9%	0,9%	1,1%	1,5%	5,1%	5,8%	6,1%	6,1%	5,9%	6,2%	6,9%	7,1%	7,6%	6,8%
MT	Malta	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	3,2%	3,4%	4,7%	4,8%	5,4%	6,8%
NL	Netherlands	0,5%	0,4%	0,8%	3,1%	2,9%	4,5%	3,3%	5,0%	5,2%	5,3%	6,5%	5,4%	4,9%	5,9%
AT	Austria	4,5%	5,1%	7,5%	8,2%	9,5%	11,1%	10,7%	10,0%	10,0%	9,8%	11,0%	11,4%	10,6%	9,7%
PL	Poland	1,4%	1,6%	1,6%	1,6%	3,5%	5,3%	6,6%	6,8%	6,5%	6,6%	6,2%	5,6%	3,9%	4,2%
PT	Portugal	0,4%	0,5%	1,6%	2,4%	2,5%	3,9%	5,5%	0,7%	0,8%	0,9%	3,7%	7,4%	7,7%	7,9%
RO	Romania	1,6%	1,6%	1,4%	2,4%	3,5%	4,5%	3,4%	2,9%	4,9%	5,4%	4,7%	5,5%	6,2%	6,6%
SI	Slovenia	0,9%	0,8%	1,1%	1,5%	1,8%	2,3%	3,1%	2,5%	3,3%	3,8%	2,9%	2,2%	1,6%	2,7%
SK	Slovak Republic	1,5%	1,6%	3,5%	4,0%	4,3%	5,3%	5,3%	5,5%	5,4%	6,0%	7,6%	8,5%	7,7%	7,0%
FI	Finland	1,0%	0,9%	1,0%	1,0%	2,9%	4,6%	4,4%	1,0%	1,1%	10,7%	24,7%	24,8%	9,0%	18,8%
SE	Sweden	6,3%	6,2%	7,1%	8,0%	8,3%	8,9%	9,2%	11,8%	15,2%	20,0%	21,9%	25,1%	31,1%	32,1%
UK	United Kingdom	0,3%	0,5%	0,7%	1,1%	2,3%	2,9%	3,3%	3,2%	1,6%	1,8%	1,9%	4,5%	5,0%	5,1%
NO	Norway	3,1%	3,1%	3,3%	3,7%	5,3%	5,6%	5,3%	2,7%	3,1%	3,3%	6,6%	8,9%	17,6%	19,7%
ME	Montenegro		0,4%	0,5%	1,0%	0,9%	0,7%	0,8%	0,6%	0,7%	1,1%	1,1%	1,2%	1,1%	1,0%
RS	Serbia	0,5%	0,4%	0,4%	0,7%	0,7%	1,5%	0,7%	1,9%	2,0%	1,7%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%
AL	Albania	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MK	North Macedonia	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%

LISA 3. EUROOPA LIIDU TAASTUVENERGIA ARENGUD ELEKTRIENERGIA SEKTORIS AASTATEL 2004-2017 [18]

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU28	EU28	14,3%	14,8%	15,4%	16,1%	17,0%	19,0%	19,7%	21,7%	23,5%	25,3%	27,4%	28,8%	29,6%	30,7%
BE	Belgium	1,7%	2,4%	3,1%	3,6%	4,6%	6,2%	7,1%	9,1%	11,3%	12,5%	13,4%	15,5%	15,8%	17,2%
BG	Bulgaria	9,1%	9,3%	9,3%	9,4%	10,0%	11,3%	12,7%	12,9%	16,1%	18,9%	18,9%	19,1%	19,2%	19,1%
CZ	Czech Republic	3,7%	3,8%	4,1%	4,6%	5,2%	6,4%	7,5%	10,6%	11,7%	12,8%	13,9%	14,1%	13,6%	13,7%
DK	Denmark	23,8%	24,6%	24,0%	25,0%	25,9%	28,3%	32,7%	35,9%	38,7%	43,1%	48,5%	51,4%	53,9%	60,4%
DE	Germany	9,4%	10,5%	11,8%	13,6%	15,0%	17,3%	18,2%	20,9%	23,6%	25,3%	28,1%	30,8%	32,2%	34,4%
EE	Estonia	0,5%	1,0%	1,3%	1,3%	1,9%	5,8%	10,2%	12,1%	15,4%	12,7%	13,8%	14,9%	15,2%	17,0%
IE	Ireland	6,0%	7,2%	8,5%	9,7%	10,8%	14,0%	15,6%	18,3%	19,8%	21,3%	23,5%	25,5%	26,8%	30,1%
EL	Greece	7,8%	8,2%	8,9%	9,3%	9,6%	11,0%	12,3%	13,8%	16,4%	21,2%	21,9%	22,1%	22,7%	24,5%
ES	Spain	19,0%	19,1%	20,0%	21,7%	23,7%	27,8%	29,8%	31,6%	33,5%	36,7%	37,8%	37,0%	36,6%	36,3%
FR	France	13,8%	13,7%	14,1%	14,3%	14,4%	15,1%	14,8%	16,2%	16,5%	16,9%	18,4%	18,8%	19,2%	19,9%
HR	Croatia	35,0%	35,4%	35,0%	34,0%	33,8%	35,9%	37,5%	37,6%	38,7%	42,1%	45,2%	45,4%	46,6%	46,4%
IT	Italy	16,1%	16,3%	15,9%	16,0%	16,6%	18,8%	20,1%	23,5%	27,4%	31,3%	33,4%	33,5%	34,0%	34,1%
CY	Cyprus	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	0,6%	1,4%	3,4%	4,9%	6,6%	7,4%	8,4%	8,6%	8,9%
LV	Latvia	46,0%	43,0%	40,4%	38,6%	38,7%	41,9%	42,1%	44,7%	44,9%	48,7%	51,0%	52,2%	51,3%	54,4%
LT	Lithuania	3,6%	3,8%	4,0%	4,7%	4,9%	5,9%	7,4%	9,0%	10,9%	13,1%	13,7%	15,5%	16,9%	18,3%
LU	Luxembourg	2,8%	3,2%	3,2%	3,3%	3,6%	4,1%	3,8%	4,1%	4,7%	5,3%	6,0%	6,2%	6,7%	8,1%
HU	Hungary	2,2%	4,4%	3,5%	4,2%	5,3%	7,0%	7,1%	6,4%	6,1%	6,6%	7,3%	7,3%	7,3%	7,5%
MT	Malta	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	1,1%	1,6%	3,3%	4,3%	5,7%	6,6%
NL	Netherlands	4,4%	6,3%	6,5%	6,0%	7,5%	9,1%	9,6%	9,7%	10,4%	9,9%	9,9%	11,0%	12,5%	13,8%
AT	Austria	61,6%	61,9%	62,8%	64,7%	65,0%	67,8%	65,6%	66,0%	66,5%	68,0%	70,1%	70,6%	73,3%	72,2%
PL	Poland	2,2%	2,7%	3,0%	3,5%	4,4%	5,8%	6,6%	8,2%	10,7%	10,7%	12,4%	13,4%	13,4%	13,1%
PT	Portugal	27,4%	27,7%	29,3%	32,3%	34,1%	37,6%	40,6%	45,8%	47,5%	49,1%	52,1%	52,6%	54,0%	54,2%
RO	Romania	25,0%	26,9%	28,1%	28,1%	28,1%	30,9%	30,4%	31,1%	33,6%	37,5%	41,7%	43,2%	42,7%	41,6%
SI	Slovenia	29,3%	28,7%	28,2%	27,7%	30,0%	33,8%	32,2%	31,0%	31,6%	33,1%	33,9%	32,7%	32,1%	32,4%
SK	Slovak Republic	15,4%	15,7%	16,6%	16,5%	17,0%	17,8%	17,8%	19,3%	20,1%	20,8%	22,9%	22,7%	22,5%	21,3%
FI	Finland	26,7%	26,9%	26,4%	25,5%	27,3%	27,3%	27,7%	29,4%	29,5%	30,9%	31,4%	32,5%	32,9%	35,2%
SE	Sweden	51,2%	50,9%	51,8%	53,2%	53,6%	58,3%	56,0%	59,9%	60,0%	61,8%	63,2%	65,8%	64,9%	65,9%
UK	United Kingdom	3,5%	4,1%	4,5%	4,8%	5,5%	6,7%	7,5%	8,9%	10,8%	13,8%	17,8%	22,3%	24,6%	28,1%
NO	Norway	97,3%	96,8%	100,2%	98,5%	99,6%	104,7%	100,0%	105,6%	105,6%	108,3%	111,6%	107,8%	104,1%	103,7%
ME	Montenegro		39,1%	37,7%	37,6%	38,3%	46,6%	45,7%	41,6%	42,8%	49,1%	51,4%	49,6%	51,0%	50,1%
RS	Serbia	18,5%	22,4%	23,6%	24,8%	25,9%	28,3%	28,2%	27,5%	28,5%	28,0%	30,3%	28,9%	29,2%	28,7%
AL	Albania	70,0%	76,1%	74,2%	79,6%	73,3%	70,7%	74,6%	66,1%	72,4%	62,7%	71,0%	79,2%	86,0%	90,7%
MK	North Macedonia	14,5%	14,0%	14,0%	13,7%	13,8%	15,5%	15,8%	14,8%	16,7%	18,2%	19,3%	21,7%	24,1%	24,8%

LISA 4. EUROOPA LIIDU TAASTUVENERGIA ARENGUD KÜTTE- JA JAHUTUSSEKTORIS AASTATEL 2004-2017 [18]

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU28	EU28	10,4%	11,1%	11,8%	13,2%	13,8%	15,2%	15,4%	16,0%	17,0%	17,5%	18,4%	18,8%	19,0%	19,5%
BE	Belgium	2,8%	3,4%	3,7%	4,6%	5,0%	5,9%	6,1%	6,6%	7,3%	7,4%	7,7%	7,7%	8,1%	8,0%
BG	Bulgaria	14,1%	14,3%	14,8%	13,9%	17,3%	21,7%	24,4%	24,9%	27,5%	29,2%	28,3%	28,6%	30,0%	29,9%
CZ	Czech Republic	9,9%	10,9%	11,2%	12,4%	12,9%	14,3%	14,1%	15,4%	16,3%	17,7%	19,5%	19,7%	19,8%	19,7%
DK	Denmark	20,6%	22,8%	23,8%	26,9%	28,1%	29,5%	31,0%	32,3%	33,6%	35,1%	38,5%	40,7%	42,2%	46,5%
DE	Germany	7,1%	7,7%	8,4%	10,2%	10,3%	11,2%	12,1%	12,6%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%	13,1%	13,4%
EE	Estonia	33,2%	32,2%	30,7%	32,7%	35,5%	41,8%	43,3%	44,1%	43,1%	43,2%	45,2%	49,6%	51,2%	51,6%
IE	Ireland	2,9%	3,4%	3,7%	3,8%	3,5%	4,2%	4,3%	4,7%	4,9%	5,2%	6,3%	6,3%	6,3%	6,9%
EL	Greece	12,8%	12,8%	12,4%	14,4%	14,2%	16,5%	17,9%	19,4%	23,4%	26,5%	27,0%	25,8%	24,6%	26,6%
ES	Spain	9,5%	9,4%	11,3%	11,2%	11,6%	13,3%	12,6%	13,6%	14,1%	14,1%	15,7%	17,0%	17,1%	17,5%
FR	France	12,5%	12,4%	11,7%	12,8%	13,3%	15,0%	16,1%	16,0%	17,5%	18,6%	19,1%	19,9%	21,1%	21,3%
HR	Croatia	29,4%	30,0%	29,1%	29,2%	28,6%	31,2%	32,8%	33,7%	36,5%	37,2%	36,1%	38,5%	37,6%	36,5%
IT	Italy	5,7%	8,2%	10,1%	13,3%	15,3%	16,4%	15,6%	13,8%	17,0%	18,1%	18,9%	19,3%	18,9%	20,1%
CY	Cyprus	9,3%	10,0%	10,4%	13,1%	14,5%	16,3%	18,2%	19,2%	20,7%	21,6%	21,6%	22,5%	23,0%	24,5%
LV	Latvia	42,5%	42,7%	42,6%	42,4%	42,9%	47,9%	40,7%	44,7%	47,3%	49,7%	52,2%	51,7%	51,8%	54,6%
LT	Lithuania	30,4%	29,3%	29,2%	29,1%	32,0%	33,7%	32,5%	32,8%	34,5%	36,9%	40,6%	46,1%	46,6%	46,5%
LU	Luxembourg	1,8%	3,6%	3,6%	4,4%	4,6%	4,7%	4,7%	4,8%	5,0%	5,5%	7,2%	7,1%	7,3%	8,1%
HU	Hungary	6,4%	9,9%	11,4%	13,5%	12,0%	17,0%	18,1%	20,0%	23,3%	23,7%	21,2%	21,2%	20,9%	19,6%
MT	Malta	1,0%	1,0%	1,4%	1,5%	1,7%	2,0%	7,5%	11,8%	13,1%	15,8%	14,8%	14,8%	16,1%	19,8%
NL	Netherlands	2,2%	2,4%	2,7%	3,0%	3,1%	3,4%	3,1%	3,7%	3,8%	4,1%	5,1%	5,4%	5,4%	5,9%
AT	Austria	20,2%	21,9%	22,9%	25,1%	25,1%	27,4%	28,7%	28,9%	30,0%	31,9%	32,9%	32,0%	32,2%	32,0%
PL	Poland	10,2%	10,2%	10,2%	10,5%	10,8%	11,5%	11,7%	13,1%	13,4%	14,1%	14,0%	14,5%	14,7%	14,5%
PT	Portugal	32,5%	32,1%	34,2%	35,0%	37,5%	38,0%	33,9%	35,2%	33,2%	34,6%	34,0%	33,5%	35,1%	34,4%
RO	Romania	17,3%	17,9%	17,6%	19,5%	23,2%	26,4%	27,2%	24,3%	25,7%	26,2%	26,7%	25,9%	26,9%	26,6%
SI	Slovenia	18,4%	18,9%	18,5%	20,4%	19,2%	27,6%	28,1%	30,3%	31,5%	33,4%	32,4%	33,9%	34,0%	33,2%
SK	Slovak Republic	5,1%	5,0%	4,5%	6,2%	6,1%	8,2%	7,9%	9,3%	8,8%	7,9%	8,9%	10,8%	9,9%	9,8%
FI	Finland	39,5%	39,1%	41,4%	41,4%	43,3%	43,1%	44,2%	45,9%	48,4%	50,8%	52,0%	52,6%	53,7%	54,8%
SE	Sweden	46,6%	51,8%	56,3%	58,7%	61,0%	63,6%	60,9%	62,2%	65,8%	67,1%	67,9%	68,6%	68,5%	69,1%
UK	United Kingdom	0,7%	0,8%	0,9%	1,0%	1,9%	2,3%	2,6%	3,0%	3,2%	4,0%	4,7%	6,1%	7,0%	7,5%
NO	Norway	25,5%	28,8%	28,4%	29,2%	30,8%	31,8%	33,4%	34,6%	33,6%	32,7%	31,1%	32,2%	31,7%	30,6%
ME	Montenegro		52,9%	51,4%	49,1%	46,0%	62,1%	76,5%	81,3%	79,8%	68,5%	67,6%	68,5%	69,2%	67,5%
AL	Albania	33,1%	37,8%	31,0%	33,1%	37,1%	34,7%	31,3%	31,4%	39,1%	37,8%	31,0%	34,6%	33,8%	24,9%
RS	Serbia	14,0%	15,6%	15,8%	13,2%	16,7%	26,5%	23,2%	21,1%	23,2%	25,1%	28,8%	26,5%	24,7%	24,4%
MK	North Macedonia	23,3%	24,7%	24,9%	22,5%	24,6%	29,2%	26,5%	27,3%	29,6%	31,8%	35,0%	34,5%	30,9%	36,4%