

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
School of Energy Systems  
Energiatekniikka  
BH10A0202 Energiatekniikan kandidaatintyö

## **EU-28 MAIDEN BIOMASSAPOTENTIAALI VUONNA 2050**

Työn tarkastaja: Esa Vakkilainen  
Työn ohjaajat: Esa Vakkilainen ja Kari Luostarinen  
Lappeenrannassa 30.8.2021  
Vilho Kohonen

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Vilho Kohonen

Kandidaatintyö 2021

Tarkastaja: Esa Vakkilainen

Opinnäytetyön ohjaajat: Esa Vakkilainen ja Kari Luostarinen

17 sivua, 11 kuvaa

Hakusanat: kandidaatintyö, biomassa, biomassapotentiaali, 2050

Tässä työssä tarkastellaan EU-28 maiden energiankulutuksen ja -tuotannon kehittymistä vuoteen 2050 asti ja sen perusteella on tarkoituksena vastata, pystyykö EU tuottamaan omavaraisesti arvioidun vuotuisen biomassankulutuksen energiantuotannossa. Työssä on käytetty uusimpia tulleita arviota biomassankäytön kehityksestä ja selostettu niiden tuloksia, sekä tehty omia päätelmiä arvioiden pohjalta.

Euroopan unionin asettamat ilmastotavoitteet vuoteen 2050 mennessä tulevat muokkaamaan suuresti jäsenmaiden energiateollisuutta ja tavoitteisiin pääseminen vaatii uusiutuvan energian suurta lisäämistä. Biomassa on suurin uusiutuvan energianmuoto nykypäivänä EU:ssa ja rooli pysyy merkittävänä tulevaisuudessa. Biomassan tuonnin odotetaan pysyvän vähäisenä, joten EU:n on yksinkertaisesti kyettävä tuottamaan itsenäisesti vuoteen 2050 mennessä kaksinkertaistuva bioenergiankulutus ja nykyisten arvioiden mukaan tämä on mahdollista.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	4
2 BIOMASSAN KÄYTTÖ JA BIOMASSAPOTENTIAALI NYKYHETKESSÄ .....	5
2.1 Biomassa energiantuotannossa nykypäivänä .....	5
2.2 Biomassapotentiaali 2020.....	7
3 EU:N JA ISO-BRITANNIAN ILMASTOTAVOITTEET VUOTEEN 2050 MENNESSÄ.....	9
4 BIOMASSAPOTENTIAALI EU:SSA JA ISOSSA-BRITANNIASSA VUONNA 2050 10	
4.1 Mallinnushajonta .....	10
4.2 Energiankulutuksen ja -tuotannon kehitys .....	11
4.3 Biomassapotentiaali vuonna 2050.....	15
5 YHTEENVETO .....	17
LÄHTEET .....	18

## 1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos ja sen tuomat komplikaatiot ovat suuria uhkia ihmiskunnalle ja tämän johdosta niiden hillitseminen on esillä lähes kaikessa poliittisessa päätöksenteossa nykypäivänä, ruohonjuuritasolta aina ylimpiin päättäviin elimiin. Euroopan unioni on ollut edelläkävijä näyttäessään tietä alati tiukentuvilla ilmastotavoitteillaan.

Euroopan unionin asettamat ilmastotavoitteet vuoteen 2050 mennessä ovat toteutuessaan äärimmäisen kunnianhimoisia ja suuria ponnisteluja ilmastonmuutosta vastaan. Nämä tavoitteet tulevat muokkaamaan jäsenvaltioiden energiantuotannon kehitystä radikaalisti tulevina vuosikymmeninä, tavoitteiden saavuttamiseksi täytyy uusiutuvien energiamuotojen tuotannon kasvaa huomattavasti ja tässä prosessissa on äärimmäisen tärkeää selvittää tavoitteiden realistisuus kartoittamalla uusiutuvien energiamuotojen potentiaaleja nykyhetkellä, sekä niiden kehitystä tulevaisuudessa.

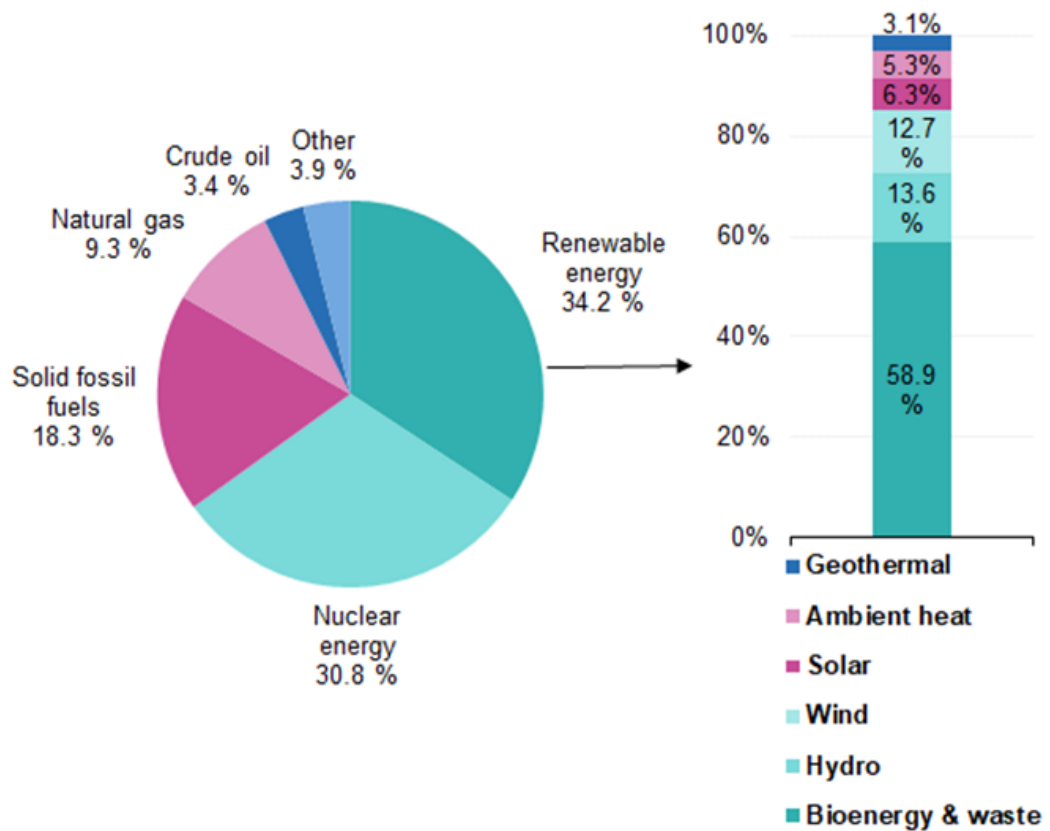
Biomassalla on ollut merkittävin rooli EU:n uusiutuvan energiantuotannossa tähän asti, eikä rooli tule merkittävästi pienenemään tulevaisuudessa. On siis välttämätöntä tarkastella kuinka energiankulutus ja -tuotanto tulevat kehittymään tulevina vuosikymmeninä EU:ssa, niin kokonaistasolla, kuin polttoainekohtaisesti. Biomassalla nousee esiin kysymys biomassapotentiaalista, onko kokonaistarve mahdollista tyydyttää omavaraisesti, vai onko tuonnilla tulevaisuudessa suurempi merkitys? Energiaomavaraisuuteen on pyrittävä, jolloin vallitsevan tilanteen huonontuessa, on energiantuotanto kuitenkin taattu. Tässä työssä on käytetty uusimpia arvioita EU:n energiankulutuksesta ja -tuotannosta ja näiden perusteella pyritään vastaamaan kysymykseen bioenergian tarpeen täyttämisestä omavaraisesti vuonna 2050.

## **2 BIOMASSAN KÄYTTÖ JA BIOMASSAPOTENTIAALI NYKYHETKESSÄ**

Biomassalla tarkoitetaan maa- ja metsätaloudesta tulevien elollista alkuperää olevien tuotteiden biohajoavaa osaa, sekä jätteiden biohajoavaa osaa (EUVL, 2009, s.27). Biomassapotentiaali puolestaan voidaan jakaa neljään eri ryhmään: teoreettiseen potentiaaliin, tekniseen potentiaaliin, taloudelliseen potentiaaliin ja käytettävään potentiaaliin. Teoreettisella potentiaalilla tarkoitetaan suurinta mahdollista energiamäärää, joka voidaan tietyltä alueelta kerätä, tämä määräytyy valitun maa-alan pinta-alan ja maaperän ominaisuuksien perusteella. Tekninen potentiaali on teoreettisen potentiaalinsa osa, joka voidaan korjata talteen, kun huomioidaan nykyisen teknologian tuomat rajoitteet sadonkorjuussa. Taloudellinen potentiaali taas puolestaan on se osa teknistä potentiaalia, joka voidaan hyödyntää, kun asetetaan tiettyjä ehtoja työn tuottavuudelle. Viimeisenä käytettävä potentiaali on se osa taloudellista potentiaali, joka voidaan hyödyntää, kun huomioidaan yhteiskunnalliset vaikutukset, kuten esimerkiksi lainsäädäntö. (Ruiz et al. 2015, s. 14)

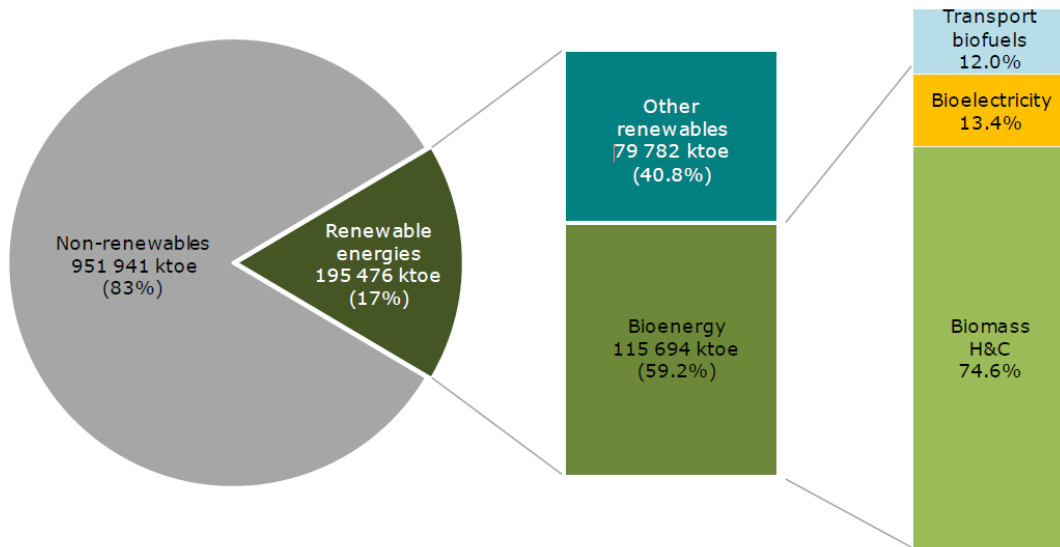
### **2.1 Biomassa energiantuotannossa nykypäivänä**

Biomassalla on Euroopassa ollut aina suuri rooli uusiutuvien energianmuotojen saralla. Kuvasta 1 huomataan, että vuonna 2018 uusiutuvan energian osuus primäärienergiantuotannosta EU-27 maissa oli 34,2 % ja uusiutuvista suurin osuus oli bioenergialla 58,9 %. EU-27 maiden primäärienergian tuotanto vuonna 2018 oli 634,8 miljoonaa öljykvivalentitonnia (Mtoe) (Eurostat 2020, 2), joten bioenergiaa tuotettiin noin 127,87 Mtoe, tähän kun lisätään Ison-Britannian bioenergiantuotanto vuonna 2018, joka oli noin 13,4 Mtoe (BEIS 2019) saadaan EU-28 maiden bioenergiantuotannoksi 141,27 Mtoe.



Kuva 1. Primäärienergiantuotanto ja uusiutuvan energian osuudet EU-27 maissa vuonna 2018 (Eurostat 2020, 3)

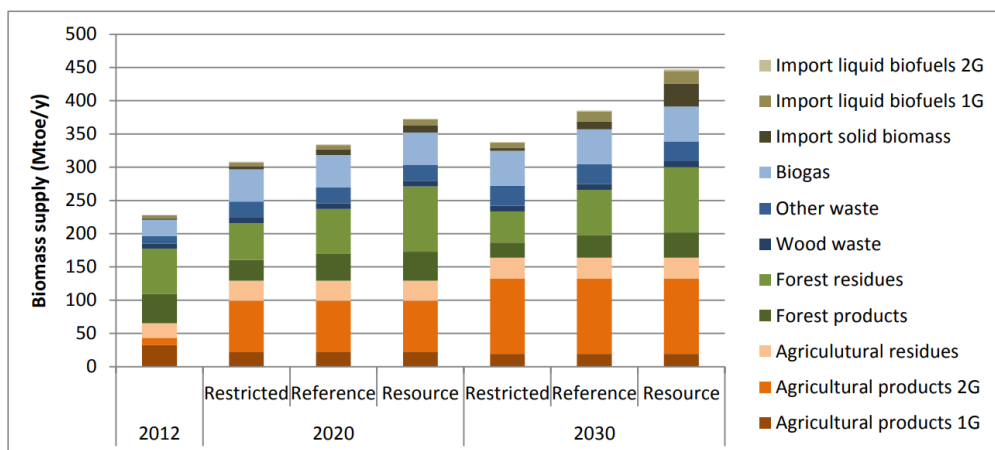
Suurin osa käytetystä bioenergiasta menee lämmitykseen ja viilentämiseen. Vuonna 2016 bioenergian kulutus EU:ssa oli 116 Mtoe, josta hieman alle 75 % oli lämmitykseen ja jäähdytykseen tarkoitettua biomassaa, kun taas biosähkön ja biopolttoaineiden osuus oli yhdessä vain hieman yli 25%. (Kuva 2)



Kuva 2. Bioenergian osuus EU:n bruttoenergian kulutuksesta vuonna 2016 (Banja et al. 2019, 2)

## 2.2 Biomassapotentiaali 2020

Vuonna 2016 96 % bioenergian tuotantoon käytettävästä biomassasta oli EU:n sisällä tuotettua (Banja et al. 2019, 2), joten on ensisijaisen tärkeää tutkia EU:n mahdollisia biomassapotentiaaleja, jotta energiaomavaraisuus voidaan säilyttää myös tulevaisuuden bioenergian tuotannossa. Biomassapotentiaali voi myös sisältää itsessään muuhun kuin energiantuotantoon tarkoitettua biomassaa, kuten esimerkiksi ruokaan ja rakentamiseen tarkoitettu biomassa, mutta tässä työssä keskitytään pelkästään biomassan bioenergiapotentiaaleihin.



Biogas and liquid import of liquid biofuels are shown in final energy units.

1G: food-based energy crops/biofuels

2G: lignocellulosic energy crops/biofuels

Kuva 3. Arvioidut vuosittaiset biomassapotentiaalit primäärienergiana EU-28 maissa vuosina 2012, 2020 ja 2030 (European Commission 2017, 13)

Arvioidut biomassapotentiaalit kuvaavat kolmea eri skenaariota: rajoitettuaskenaariota, referenssiskenaariota ja resurssiskenaariota. Näistä referenssiskenaario on muodostettu totuudenmukaisimmin, joten se valitaan tarkasteltavaksi. Referenssiskenaariossa vuotuinen biomassapotentiaali on, tuonti vähennettynä ja biokaasu huomioituna, likimain 325 Mtoe eli noin 2,3 kertaa suurempi kuin EU-28 maiden bioenergiantuotanto vuonna 2018. Biomassapotentiaalin arvioidaan myös kasvavan maltillisesti hieman yli 350 Mtoe tasolle vuoteen 2030 mennessä, tämä muutos on huomattavasti pienempi kuin vuodesta 2012 vuoteen 2020 tapahtuva kasvu, joka on arvion mukaan noin 100 Mtoe. (Kuva 3.)

Kuvassa 3 huomataan suurimman kasvun potentiaalissa tulevan maatalouden tuotteiden, erityisesti energiakasveiksi tai biopolttoaineeksi tarkoitettusta lignoselluloosa-biomassasta. Vuosien 2020-2030 välille arvioitu 25 Mtoe kasvu tulee lähes yksinomaan näistä energiakasveista.



### **3 EU:N JA ISO-BRITANNIAN ILMASTOTAVOITTEET VUOTEEN 2050 MENNESSÄ**

Euroopan komissio on asettanut kunnianhimoisen tavoitteen vähentää EU:n kasvihuonekaasupäästöjä 80-95% vuoden 1990 päästöistä ja samalla luoda ilmastoneutraali, eli nettopäästötön EU vuoteen 2050 mennessä. Tämän saavuttamiseksi on komissio linjannut väli-tavoitteita ennen vuotta 2050. Vuoden 2030 tavoitteena on 40% vähennys vuoden 1990 päästöistä, 32% uusiutuvan energianosuus ja 32,5% parannus energiatehokkuuteen (European commission 2020a, 4-5). Euroopan komissio kuitenkin ehdotti vuoden 2020 syyskuussa vuoden 2030 päästövähennystavoitteen nostamista 40 prosentista 55 prosenttiin, ehdotuksen on määrä tulla käsiteltäväksi vuoden 2021 kesäkuussa (European commission 2020b, 2)

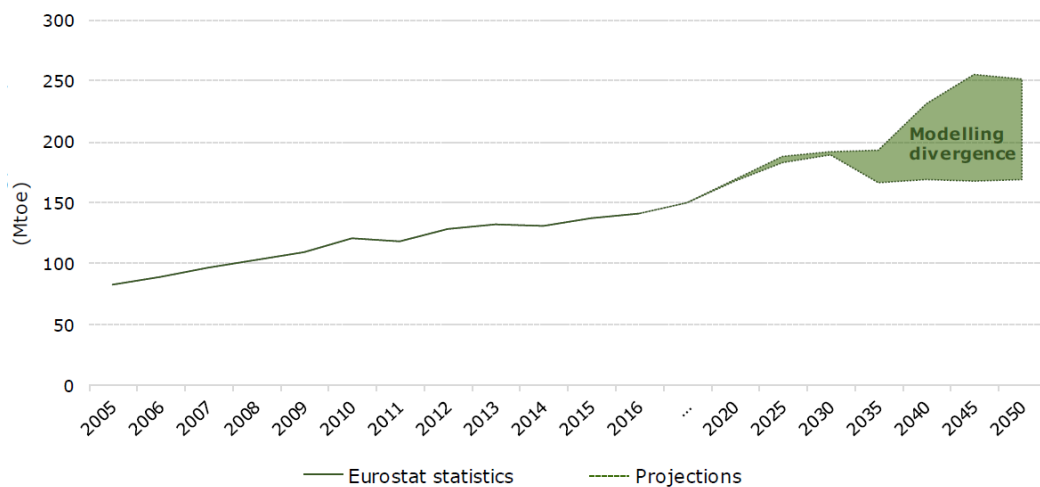
Iso-Britannia ei ole EU erostaan huolimatta luopunut kunnianhimoisista ilmastotavoitteistaan, vaan nostanut niitä. Isolla-Britannialla on EU:n kanssa yhteinen tavoite saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä, mutta Isolla-Britannialla on tavoitteena laskea päästöjä 68 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. (GOV.UK)

## 4 BIOMASSAPOTENTIAALI EU:SSA JA ISOSSA-BRITANNIASSA VUONNA 2050

EU:n kunnianhimoiset ilmastotavoitteet vaativat suuria muutoksia energiasektorilla. Kasviuonekaasujen nettopäästöjen saaminen noltaan edellyttää lähes kokonaan fossiilisten polttoaineiden käytön lopettamista ja tässä fossiilisten polttoaineiden korvaamisessa on biomassalla hyvin suuri tehtävä. Biomassan nettopäästöt ovat nolla, sillä kaikki hiili, mikä biomassan poltossa vapautuu, on biomassan kasvaessa siihen ilmasta sitoutunut.

### 4.1 Mallinnushajonta

Vaikeimpia ennustettavia asioita biomassapotentiaalia ennustettaessa on energiankulutuksen ja energiantuotannon kehittyminen. Vaikean ennustettavuuden vuoksi usein luodaan monta eri skenaarioita, joiden kautta voidaan tutkia energiankulutuksen kehittymistä erilaisten ulkoisten muuttujien vaikutuksesta. Eri malleilla saadaan eri tuloksia, tätä nimitetään mallinnushajonnaksi (Kuva 4)



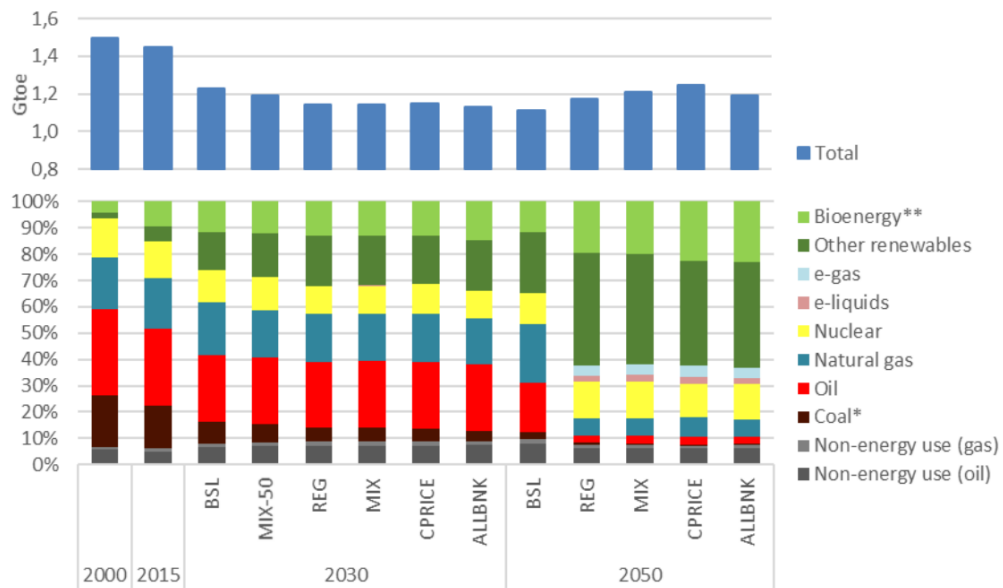
Kuva 4. Bioenergian bruttokulutuksen kehitys vuoteen 2016 ja ennuste vuoteen 2050 asti. (Banja et al. 2019, 6)

Kuvasta 4 huomataan, että vuoden 2050 arviot ovat noin 75 Mtoe sisällä toisistaan ja suhteutettuna vuoden 2016 energiankulutukseen, on hajonnan suuruus yli puolet bioenergiankulutuksesta. On siis hyvä muistaa, että erityisesti vuoden 2050 arviot ovat pelkkiä arviota ja todellinen kehitys voi merkittävästikin erota tämän hetken arvioista.

## 4.2 Energiankulutuksen ja -tuotannon kehitys

Kuvissa 5-10 on esitetty tulevaisuuden ennusteita kuudelle eri skenaariolle. Skenaariot ovat seuraavat: Perustaso (BSL), jossa saavutetaan alkuperäiset vuoden 2030 ilmastotavoitteet, sääntelyyn perustuva skenaario (REG), hiilidioksidin hinnoitteluun perustuva skenaario (CPRICE), sääntelyyn ja hiilidioksidin hinnoitteluun perustuva skenaario (MIX), sääntelyyn ja hiilidioksidin hinnoitteluun perustuva skenaario, jossa saavutetaan 50 % päästövähennys vuoteen 2030 mennessä (MIX-50) ja MIX-skenaarioon perustuva, mutta ilma- ja laivaliikenteen polttoaineiden käyttöä tiukentava skenaario (ALLBNK). BSL ja MIX-50-skenaariota lukuun ottamatta kaikissa skenaarioissa tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasuja 55 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. REG-skenaariossa on laajimmat uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden tavoitteet, päästökaupan jäädessä nykyiselle tasolle. CPRICE-skenaariossa puolestaan päästökauppa laajenee ja uusiutuvan energian, sekä energiatehokkuuden tavoitteet jäävät BSL-skenaarion tasolle. Molemmissa MIX-skenaariossa päästökauppa ja energiatavoitteet kasvavat maltillisesti BSL-skenaarion tasosta. MIX-skenaarioon perustuva ALLBNK kasvattaa lisäksi tavoitteita ja rajoitteita erityisesti liikenteen polttoaineiden käytössä. (European commission 2020a, 43-44)

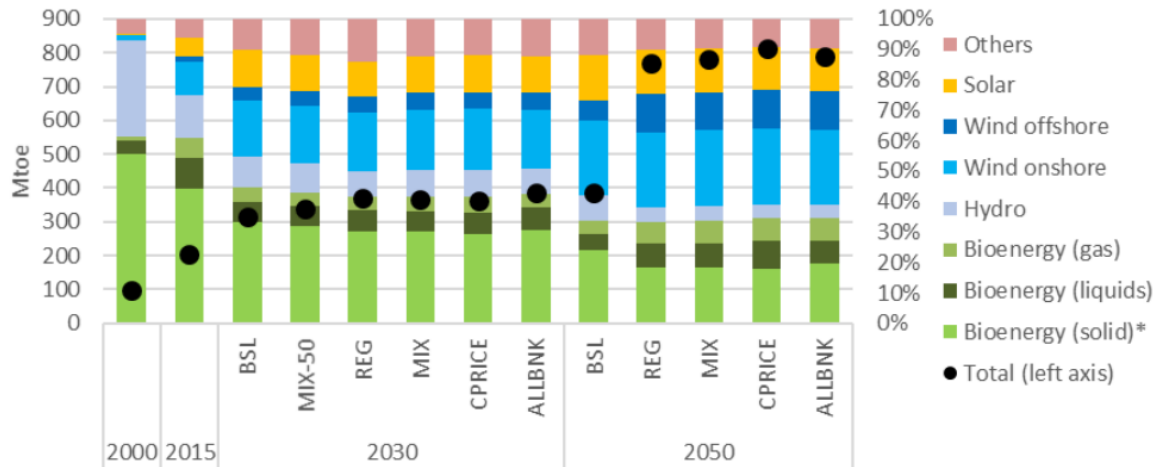
Kuvasta 5 huomataan, että malleissa on arvioitu energiankulutuksen laskevan rajusti vuoden 2015 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja tästä hieman nousevan vuoteen 2050 mennessä. Erityistä huomiota herättää uusiutuvan energian kasvu vuosien 2030 ja 2050 välillä ja samalla tämän vaikutuksesta fossiilisten polttoaineiden käytön romahdus, erityisesti öljyn osuuden supistuminen noin 25 %:sta alle 5 %:iin. Tehdyissä malleissa huomataan perustason jäävän pahasti jälkeen muista ennusteista. Perustasoa lukuun ottamatta mallien sisällä polttoaineiden suhteet ovat hyvinkin lähellä toisiaan ja suurimmat erot ovat kokonaisenergiankulutuksen arvioissa. Tutkittaessa MIX-skenaariota, huomataan EU:n bruttoenergiankulutuksen olevan noin 1200 Mtoe vuonna 2050 ja tästä bioenergiaa on noin 20 %. Bioenergian kulutus on tällöin 240 Mtoe, eli likimain kaksinkertainen vuoden 2016 bioenergian kulutukseen.



Note: \* includes peat, oil shale, \*\* includes waste

Kuva 5. EU:n bruttoenergiankulutuksen kehittyminen vuodesta 2000 vuoteen 2050. (European commission 2020a)

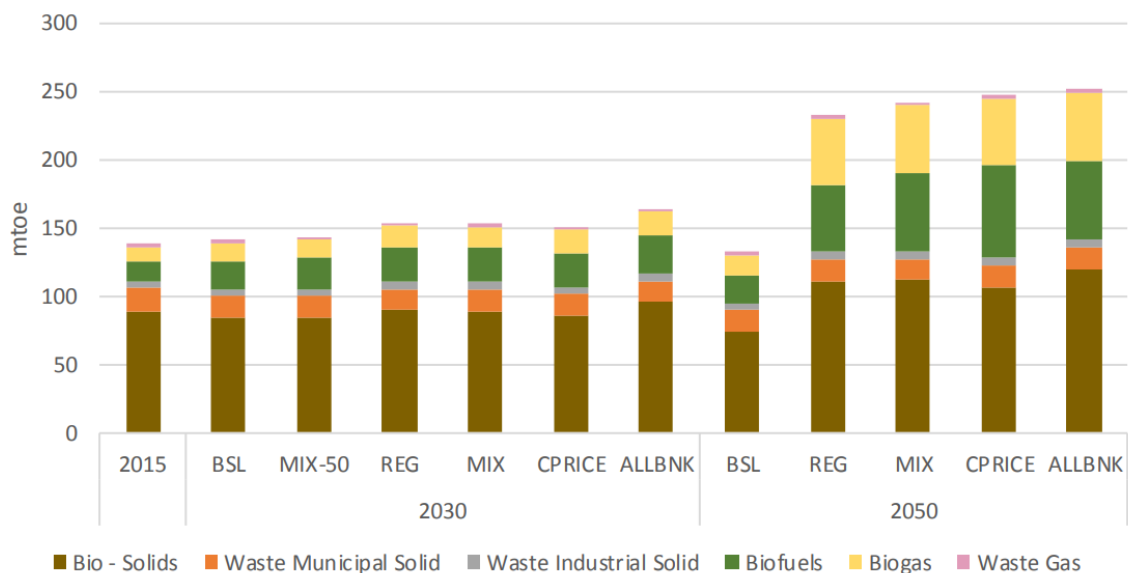
Kuvasta 6 huomataan, että energiantuotanto seuraa samaa trendiä kuin energiankulutus, vuosien 2030 ja 2050 uusiutuvan energian tuotanto likimain kaksinkertaistuu kaikissa pait-si perustason skenaariossa. Merkittävin huomio on bioenergian osuuden pieneneminen. 2000-luvun alussa kiinteän biomassan osuus tuotetusta uusiutuvasta energiasta oli 50 % ja bioenergian osuus yli 60 %. Vuonna 2050 on puolestaan arvioitu bioenergian osuudeksi enää noin 30 % ja kiinteän biomassan osuus tästä on pienentynyt merkittävästi verrattuna vuosien 2000 ja 2015 tasoihin.



*Note: includes biofuel production for international air and maritime bunkers*

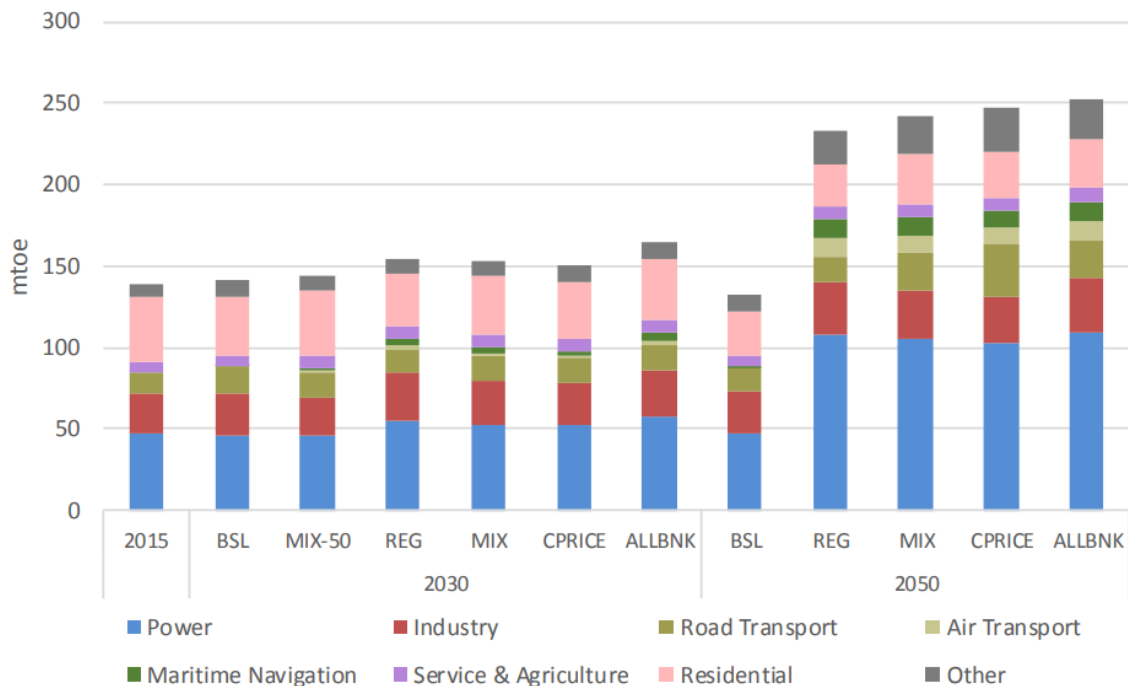
Kuva 6. Uusiutuvan energian tuotannon kehitys vuoteen 2050 eri skenaarioissa. (European commission 2020a, 58)

Bioenergian osuus tuotetusta uusiutuvasta energiasta laskee, mutta energiantuotantoon käytettävä biomassan määrä kasvaa samalla aikavälillä. Kuvasta 7 voidaan lukea arvio biomassan kulutuksen kehittymisestä vuoteen 2050 asti. Huomataan, että biomassan vuotuinen kulutus ei merkittävästi kasva vuosien 2015 ja 2030 välillä, mutta vuosien 2030 ja 2050 välillä vuotuinen kulutus kasvaa noin 100 Mtoe ja suurimmat kasvut tapahtuvat biopolttoaineiden ja biokaasun käytössä. Suuri kasvu selittynee uusiutuvan energian osuuden rajulla kasvulla aikavälillä 2030-2050.



Kuva 7. Energiantuotantoon käytettävän biomassan ja jätteen bruttokulutus. (European commission 2020c, 95)

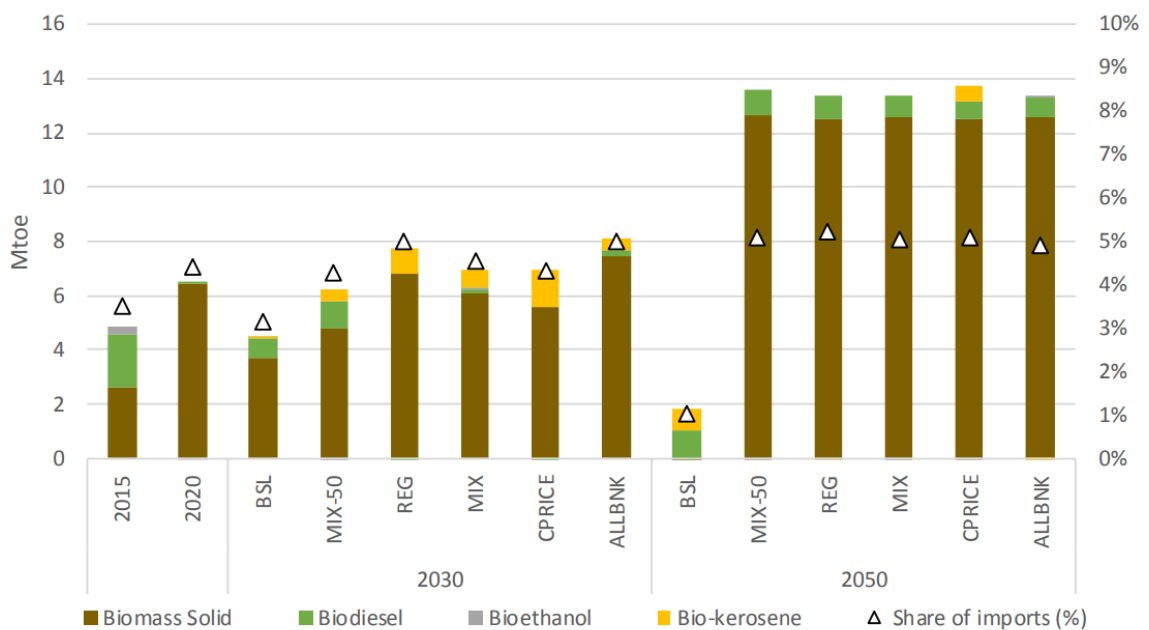
Kuvasta 8 voidaan lukea eri sektorien bioenergian kulutuksen kehitys. Sähköntuotannossa on kaikissa skenaarioissa suurin kulutus vuonna 2050 ja se kasvaa myös eniten vuosien 2030 ja 2050 välillä. Vuonna 2015 sähköntuotanto ja asuinalueet kuluttivat likimain yhtä paljon bioenergiaa, mutta perusskenaariota lukuun ottamatta asuinalueiden bioenergian kulutus jää merkittävästi sähköntuotantoa jälkeen ja myös pienenee verrattuna vuosien 2015 ja 2030 tasoihin. Silmiin pistävää on myös ennustettu bioenergian kulutuksen kasvu liikennesektorilla. Vuodesta 2015 vuoteen 2050 tieliikenteen bioenergian kulutuksen kasvu on tasaista, mutta meri- ja ilmaliikenteen osuudet kokevat suuren hyppäyksen vuosien 2030 ja 2050 välillä. Maatalouden ja palveluiden bioenergian käyttö noin kaksinkertaistuu vuodesta 2015 vuoteen 2030, mutta vuodesta 2030 vuoteen 2050 ei merkittävää muutosta tapahdu. Teollisuuden kulutuksessa ei tapahdu merkittäviä muutoksia koko tarkasteltavalla aikavälillä, teollisuus on toki tiukasti linkittynyt sähköntuotantoon suuren sähkönkulutuksensa takia, joten teollisuuden bioenergian käyttö on todellisuudessa pitkälti sähköntuotannon alla.



Kuva 8. Bioenergian käyttö osa-alueittain eri skenaarioissa. (European commission 2020c, 95)

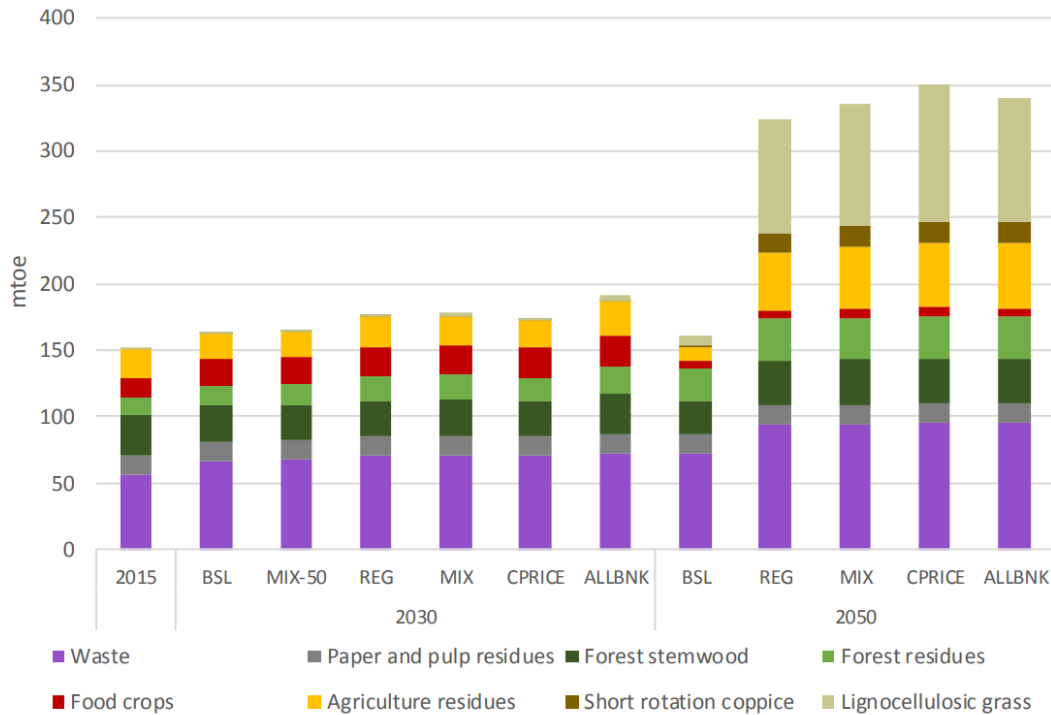
### 4.3 Biomassapotentiaali vuonna 2050

Biomassan käyttö tulee kasvamaan merkittävästi tulevien vuosikymmenien aikana EU:ssa, joten hyödynnettävissä olevaa biomassapotentiaalia on pyritty kartoittamaan viime vuosina. Kuvasta 9 huomataan bioenergian tuonnin osuuden olleen noin 4,5 % vuonna 2020, eikä sen ennusteta kasvavan merkityksellisesti vuoteen 2050. Ennustettu biomassan kulutuksen kasvu siis ennustetaan tyydyttävän EU:ssa tuotetulla biomassalla, joten biomassapotentiaalin kartoittaminen on vielä tärkeämpää kuin tilanteessa, jossa tuonnilla olisi suurempi osuus kulutetussa biomassassa.



Kuva 9. Bioenergian tuonti polttoainetyypeittäin ja tuonnin osuus bioenergian kokonaiskulutuksesta. (European commission 2020c, 97)

Kuvassa 10 on esitetty bioenergian tuotanto raaka-aineittain ja siitä voidaan lukea saatavaksi bioenergiapotentiaaliksi vuonna 2050 noin 325-350 Mtoe. Suurinta kasvu on lignoselluloosakasvien kohdalla, niiden osuus vuonna 2015 ja vuoden 2030 arvioissa on lähes olematon ja vuonna 2050 ne muodostavat likimain kolmasosan ennustetusta kestävästä biomassapotentiaalista. Kuvassa 3 on ennustettu sama lignoselluloosakasvien osuuden kasvu, mutta kasvun oli ennustettu alkavan jo ennen vuotta 2020 ja jatkuvan vuosien 2020 ja 2030 välillä. On siis hyvä muistaa, että arviot voivat muuttua merkittävästi jo lyhyellä aikavälillä ja riippuvat ennustetulle skenaarioille asetetuista rajoista.



Kuva 10. Biomassan kestävä vuosittainen kulutus raaka-aineittain. (European commission 2020c, 96)

Kuvasta 11 voidaan lukea samankaltainen arvio kestäväälle biomassapotentiaalille, referenssiskenaariossa arvioitu EU:n vuotuinen biomassantuotanto energiakäyttöön on noin 12 000 petajoulea (PJ) eli hieman alle 290 Mtoe ja tuonti huomioiden nousee käytettävissä oleva biomassa noin 331 Mtoe:hen. Eli EU pystyy olemaan energiaomavarainen biomassansuhteen, myös ilman tuontia, kun vuotuisen biomassankulutuksen arvioidaan olevan 240-250 Mtoe vuonna 2050.

		2020			2050		
		Low scenario	Reference scenario	High scenario	Low scenario	Reference scenario	High scenario
<b>Domestic production</b>	Agriculture	4000	5495	8030	4871	6452	9648
	Forestry	3794	5000	9095	2799	4856	9938
	Waste	545	716	1061	492	975	1545
<b>Imports</b>	Pellets	283	283	283	283	517	944
	Bioethanol	177	177	177	177	615	2133
	EMHV	259	259	259	259	451	783

Kuva 11. Bioenergiapotentiaalit EU-28 maissa vuosina 2020 ja 2050, petajouleina (Ruiz et al. 2015)



## 5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksen oli tarkastella EU-28 maiden biomassapotentiaalin kehitystä vuoteen 2050 asti ja arvioida riittääkö maiden biomassapotentiaali täyttämään ennustetun biomassan käytön. EU:n alati kunnianhimoisempien ilmastotavoitteiden myötä fossiilisten polttoaineiden kulutus tulee lähivuosikymmeninä laskemaan ja uusiutuvien energiamuotojen käyttö nousemaan, paikkaamaan syntyvää aukkoa. Biomassalla tulee olemaan suuri rooli kyseisessä kehityksessä, vaikkakin bioenergian osuuden odotetaan pienenevän uusiutuvan energian kokonaistuotannossa, mutta absoluuttisen bioenergiantuotannon odotetaan kasvavan.

Biomassan tuonnin arvioidaan pysyvän pienenä EU:hun, joten arvioidun biomassankäytön kasvun mahdollistaminen täytyy tapahtua EU:n omalla biomassalla ja tässä biomassapotentiaalin kartoitus ja kasvun kehitys on tärkeä tarkasteltavaa. Esitettyjen arvioiden perusteella EU kykenee energiaomavaraisuuteen biomassan suhteen, vaikka bioenergian kulutus kaksinkertaistuu nykytasosta. Suurin kasvu biomassankäytössä tapahtuu sähköntuotannossa fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyessä, samalla myös liikenteen biomassankäytön kasvu on suhteessa suurin muihin käyttökohteisiin nähden. On siis tärkeää tarkastella eri käyttökohteisiin soveltuvien biomassatyyppien potentiaalien kehitystä lähivuosikymmeninä.

## LÄHTEET

Avraamides, Marios, Banja, Manjola, Dallemand, Jean-Francois, Sanchez Lopes, Javier, Scarlet, Nicolae, Taylor Nigel. 2019. Brief on biomass for energy in the European Union. [verkkojulkaisu]. [viitattu 12.4.2021]. Saatavissa: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7931acc2-1ec5-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en>

Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2019. Energy flow chart 2018. [verkkojulkaisu]. [viitattu 14.4.2021]. Saatavissa: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/818151/Energy\\_Flow\\_Chart\\_2018.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/818151/Energy_Flow_Chart_2018.pdf)

GOV.UK, Environment, Climate change and energy, Climate change and international action. UK sets ambitious new climate target ahead of UN Summit. [www-sivu]. [viitattu 21.4.2021]. Saatavissa: <https://www.gov.uk/government/news/uk-sets-ambitious-new-climate-target-ahead-of-un-summit>

Euroopan unionin virallinen lehti. L 140. 2009. [viitattu 9.4.2021]. ISSN: 1725-261X

European Commission, 2017. Sustainable and optimal use of biomass for energy in the EU beyond 2020. [verkkojulkaisu]. [viitattu 13.4.2021]. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/biosustain\\_annexes\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/biosustain_annexes_final.pdf)

European commission, 2020a. Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Part 1/2. [verkkojulkaisu]. [viitattu 21.4.2021]. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/eu-climate-action/docs/impact\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/eu-climate-action/docs/impact_en.pdf)

European commission, 2020b. Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Final [verkkojulkaisu]. [viitattu 21.4.2021]. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0562&from=EN>

European commission, 2020c. Stepping up Europe's 2030 climate ambition, Part 2/2 [verkkojulkaisu]. [viitattu 21.4.2021]. Saatavissa: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:749e04bb-f8c5-11ea-991b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:749e04bb-f8c5-11ea-991b-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2&format=PDF)

Eurostat, 2020. Energy production and imports. [verkkojulkaisu]. [viitattu 12.4.2021]. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1216.pdf>

Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2019. Energy flow chart 2018. [verkkojulkaisu]. [viitattu 14.4.2021]. Saatavissa: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/818151/Energy\\_Flow\\_Chart\\_2018.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/818151/Energy_Flow_Chart_2018.pdf)

Ruiz, Pablo, Sgobbi, Alessandra, Nijs, Wouter, Thiel, Christian, Dalla Longa, Francesco, Kober, Tom, Elbersen, Berien. 2015. The JRC-EU-TIMES model. Bioenergy potentials for EU and neighbouring countries.. [verkkojulkaisu]. [viitattu 9.4.2021]. Saatavissa: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC98626>