



EESTI ARENGUFOND

# BIOMETAANI TOOTMINE JA KASUTAMINE TRANSPORDIKÜTUSENA – VÄÄRTUSAHEL JA RAKENDUSETTEPANEKUD

*Eesti Arengufond, mai 2015*

---







# SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
SUMMARY	6
BIOMETAANI RESSURSID	7
SILOTOOTMISE ÕKONOOMIKA JA LOGISTIKAKULUD	8
BIOMETAANI JAAMADE ÕKONOOMIKA	10
VÄÄRTUSAHEL, STRUKTUUR JA KOMPONENDID	12
KÜTUSETURG JA BIOMETAANIGA ASENDAMISE STSENAARIUMID	14
KOKKUVÕTE	20
ETTEPANEKUD BIOMETAANI KASUTUSELEVÕTU ARENDAMISEKS	21
LISAD	22
EESTI PÕLLUMAJANDUSMAADE KASUTUS ROHUSÖÖDA TOOTMISEKS JA ROHTSE BIOMASSI RESSURSS	23
ROHTSE BIOMASSI KASUTAMINE LOOMASÖÖDAKS – BIOMASSI TEKKE JA TARBIMISE RUUMIANDMETE MUDEL	26
BIOGAAS ROHTSEST BIOMASSIST JA BIOMETAANI RESSURSS	30
EFEKTIIVNE SILOTOOTMISÜKSUS: TEHNILISED JA MAJANDUSLIKUD PARAMEETRID	34



Aravete biogaasijaam.<sup>1</sup> Foto: KIK.

## SISSEJUHATUS

Biometaan ehk puhastatud biogaas on taastuvatest energiaallikatest üks perspektiivsemad kütuseliike, mis asendab transpordisektoris fossiilkütuste tarbimist. Eesti biometaani ressursist (valdavalt rohtne biomass) piisaks teoreetiliselt kuni veerandi Eesti transpordisektori kütusetarbe asendamiseks. Tegemist on ühe enim alakasutatud taastuva ressursiga Eestis.

Praegu Eestis biometaani transpordikütuseks ei toodeta, kuid see teema on päevakajaline – on olemas sellekohased äriprojektid, mis on eri arendamisstaadiumis. Samas ei ole biometaani tootmine mõeldav ilma toetusteta, kuna biometaani tootmine on konkureerivast tootest – maagaasist – palju kallim. Toetuste kavandamisel ei tohiks olla kesksel kohal vajadus *hinnatasemeid ühtlustada ega tootmist tasuvaks muuta, vaid vajadus elavdada majandust ja kasvata ühiskonna jõukust.*

Töö eesmärk on kirjeldada, milline võiks olla efektiivselt biometaani kasutamise viis transpordikütuseks, ning anda selle kaudu huvipooltele edasi visioon sellest, missugune on parim võimalik tootmise ja kasutamise praktika. Mudeli koostamisel lähtutakse eeldusest, et prognoositav turg on välja kujunenud. Töös ei vaadelda turu väljakujunemist ega turu stimuleerimise otseseid meetmeid, kuid sinne töö võiks olla sisend kirjeldatud meetmete kavandamisel.

Et analüüsida, mil viisil aitab biometaani tootmine kasvada jõukust, on käesolevas töös loodud mikroökonomiliste näitajate alusel biometaani tootmise väärtusahela mudel. Selle kaudu on kirjeldatud, millist mõju avaldab majandusele eri kütuseliikide asendamine. Analüüsis vaadeldakse, kuidas biometaani kasutuselevõtt võib mõjutada transpordikütuste ja töajuturгу, riigieelarvet ning lisandväärtuse loomet.

Head lugemist!

Koostanud Villem Vohu,  
Eesti Arengufond, mai 2015

<sup>1</sup> Taastuenergia kasutamist arendava osaühingu Baltic Biogas ja põllumajandusettevõtte Aravete Agro OÜ koostöös ning KIK-i vahendatud Euroopa Regionaalarengu Fondi toetusel valminud Aravete biogaasijaam on Eestis uudne keskkonna- ja energeetikaprojekt.



**Analüüsis kirjeldatakse biometaani väärtusahelat ja kasutuselevõtu rakendusviise. Lähtudes kütusetarbimisest, modelleeritud väärtusahelast ja eeldusest, et asendatakse 9,5% kütuseturust, on majanduslikult efektiivseim viis biometaani kasutuselevõtuks seotud järgmiste kriteeriumitega:**

- biometaani tootmine võimalikult suurtes jaamades (5 mln Nm<sup>3</sup> biometaani tootmiskvooti aastas);
- biometaani tootmine maagaasivõrguga ühendatud (on grid) jaamades;
- peamiselt bensiini tarbimise asendamine biometaaniga.

#### **Analüüsis kasutatud põhieeldused:**

- 1) Biometaaniga asendatakse 9,5% Eesti mootorikütuste tarbimisest.
- 2) Omakapitali tootlus biometaani tootmisel on 20% (ROE = 20%).
- 3) Transporditeenuste hind on arvestatud tasemelt 1,1 €/km (käibemaksuta).
- 4) Silo hind käibemaksuta: 25 €/t.
- 5) Bensiini asendamisel CNGga on kasutatud energia asenduskoefitsienti 1,1.
- 6) Diislikütuse asendamisel CNGga on kasutatud energia asenduskoefitsienti 1,4.
- 7) Bensiini hind tanklas koos käibemaksuga: 1,1 €/l.
- 8) Diislikütuse hind tanklas koos käibemaksuga: 1,15 €/l.
- 9) CNG hind tanklas koos käibemaksuga: 0,79 €/kg.
- 10) Kütusetarbimise kogused 2013. a andmetel.
- 11) Mõju riigieelarvele neutraalne – eeldatakse mootorikütuste aktsiisimaksu tõusu.

#### **Tulemused:**

Kui võetakse kasutusele biometaani efektiivseim stsenaarium, on 9,5% mootorikütuste tarbimise asendamisel:

- vaja toota 109 mln Nm<sup>3</sup> biometaani aastas;
- tootmisega kasutatakse ära 24% Eesti biometaani koguressursist;
- asendus toob kaasa kütuseturu kallinemise 3,2%;
- kogu väärtusahela ulatuses luuakse otsest lisandväärtust 41 mln € aastas ja selle kasv ületab kütuseturu summaarset kallinemist (41 mln € vs. 30 mln €);
- lisandväärtus seotud töökoha kohta on 146 000 €/a (Eesti keskmine: 41 000 €/a, 2014).

#### **Ettepanekud:**

- töötada välja meetmed, millega tekitatakse CNG (surumaagaas) müügi võimekus olemasolevates vedelikütusetanklates, ja neid rakendada;
- loobuda biometaani jaamade investeeringutoetuse mudelist ja kasutada investeeringutoetusi seal, kus ühekordsel kapitalisäästul on tähtis roll turutõkke ületamisel (CNG võimekuse tekitamine olemasolevates tanklates);
- toetada rakendusuuringuid, milles käsitletakse digestaadi väärdamist ja biogaasi tootmist rohtsest biomassist;
- töötada välja biometaani hangete süsteem, mis hõlmab nii institutsioonilise ostja teket, hangete läbiviimist kui ka tarnelepingute pikaajalist haldamist.

## SUMMARY

Estonia's biomethane potential is around 450 million Nm<sup>3</sup>, of which grass biomass accounts for over 80%.<sup>2</sup> This distribution of resources is owed to the fact that around one-third of the theoretical total yield of Estonia's grass biomass (about 2.2 million tonnes DW)<sup>3</sup> reaches a value-creating stage, while 1.4 million tonnes in dry weight is left unused in agriculture every year.<sup>4</sup>

If 9.5% of Estonia's aggregate petrol and diesel fuel consumption were replaced by biomethane, then depending on the type of fuel replaced, the required amount of biomethane would be 109-139 million Nm<sup>3</sup> – equivalent to 24-31% of the available resource.

In the most favourable scenario, the direct impact of using biomethane would be:

- a fuel market price rise of 3.2% (€30 million per annum); and
- a direct increase in value added (GDP) of €41 million per annum (the increase in value added exceeding the fuel market price rise).

The indirect impact of using biomethane would be:

- a higher level of self-supply in motor fuels and hence improved energy security;
- an increase in production activities and the indirect positive impact thereof on the economy as a whole;
- an improvement in the productivity of the agriculture sector and the creation of new jobs in biomethane production; and
- an increase in the efficiency of land use.

The most economically efficient way of using biomethane is related to the following criteria:

**Large production units** – The production of biomethane yields considerable economies of scale. As output grows from 2 to 5 million Nm<sup>3</sup>/p.a. and over, production costs decrease by 14% across the entire value chain.

**Biomethane stations connected to the natural gas network** – Analysis of logistics costs shows that the most economical way of transporting biomethane within a 50 km radius is the transport of grass biomass as a biomethane substrate. In Estonia this would mean that around 80% of the country was within a reasonable distance of natural gas pipes and that preference should be given to the establishment of stations connected to the pipe network.

**Replacement of petrol consumption with biomethane consumption** – Replacement of petrol with biomethane would yield the best economic effect of any analysed scenario (with CNG replacing petrol at a lower replacement coefficient than it replaces diesel fuel). Therefore, consumption of biomethane should be targeted at replacing petrol, which requires a change in the preferences of retail consumers (households) (including the creation of a network of CNG filling stations).

<sup>2</sup> Ü. Kask "Biogaas rohtsest biomassist ja biometaani ressursst", Eesti Arengufondi vaheraport ("Biogas from grass biomass and the biomethane resource", interim report by the Estonian Development Fund). Tallinn 2014

<sup>3</sup> R. Viiralt, A. Selge "Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressursst." Eesti Arengufond. Biometaani programmi vaheraport. ("Use of Estonian agricultural land for the production of grass feed and the grass biomass resource". Estonian Development Fund. Interim report for the Biomethane Programme.) 2014.

<sup>4</sup> A. Kaasik, V. Vohu "Rohtse biomassi kasutamine loomasöödaks – biomassi tekke ja tarbimise mudel." Eesti Arengufond. Biometaani programmi vaheraport. ("Use of grass biomass as animal feed – a biomass creation and consumption model". Estonian Development Fund. Interim report for the Biomethane Programme.) 2014.



# BIOMETAANI RESSURSID

Analüüsi koostamise ajal (2015. a kevad) Eestis biometaanit ei toodeta. Töösse on rakendatud hulk biogaasijaamu, kus biogaasi kasutatakse soojuse ja elektri koostootmiseks. 2010. a seisuga toodeti Eestis 13,13 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi, millest suurem osa pärines prügilatest (9,3 mln Nm<sup>3</sup>), ülejäänu saadi reoveesetest (u 3 mln Nm<sup>3</sup>) ja sealärgast (alla 1 mln Nm<sup>3</sup>). 2012. aasta lõpust on alustatud biogaasi tootmist Aravete Biogaas OÜs maksimumvõimsusega u 6 mln Nm<sup>3</sup> / a ja veel kolmes põllumajanduslikus biogaasijaamas (Oisu, Vinni, Ilmatsalu). Lisaks tegutseb kolm biogaasijaama (Tallinn, Kuressaare, Tartu), kus kasutatakse reovee-

muda, ning 2014. a lisandus neile ASi Estonian Cell reovee kääritamise üksus.

A. Oja<sup>5</sup> on hinnanud Eesti biometaanitootmise potentsiaaliks 380 mln Nm<sup>3</sup>, mille prognoosi on korrigeeritud siinses töös<sup>6</sup> 450 mln Nm<sup>3</sup>-ni, sest rohtse biomassi ressursid on ümber hinnatud.

Tabelis 1 esitatud biometaanitootmise potentsiaal toormeliikide kaupa annab põllumajandusliku päritoluga ressursside (rohtne biomass ja põllumajandusjäätgid) summaks u 93% koguresurssist, millest absoluutne enamus tuleneks rohtse biomassi kasutamisest.

**Tabel 1:** Eesti biometaanitootmise potentsiaal toormeliikide kaupa

Toormeliik	Biometaanitootmise potentsiaal mln Nm <sup>3</sup> / a	Osakaal
Rohtne biomass põllumajandusmaadelt	375	83,3%
Põllumajandustootmise jäätgid	44	9,8%
Tööstusprotsesside jäätmed	17	3,8%
Prügilagaas	9	2,0%
Muud jäätmed (reoveesete, biojätmed)	5	1,1%
<b>Kokku</b>	<b>450</b>	<b>100%</b>

*Koostatud A. Oja andmete alusel („Biometaanitootmise avalikud hüved”, Eesti Arengufond. Tallinn, 2013); rohtse biomassi ressursi näitajat on korrigeeritud Ü. Kase andmete järgi („Biogaas rohtsest biomassist ja biometaanitootmisest”, Eesti Arengufondi vaheraport. Tallinn 2014). Autori arvutused.*

Arvestades, et 9,5% Eestis levinud fossiilsete transpordikütuste asendamine eeldab aastas 109–139 mln Nm<sup>3</sup> biometaanitootmist, kasutatakse potentsiaalset ära 24–30%, mis annab ressurssidega varustatuse vaates piisava kindluse. Samas viitab tabelis 1 kirjeldatud ressursi struktuur asjaolule, et tulevikus kavandatava biometaanitootmise põhiteguriks on rohtse biomassiga seotud küsimused.

PRIA andmetel kasvatati 2012. aastal rohtset biomassit u 560 000 ha-l, millest 100 000 on mahepõllumajandusala. Nende andmete alusel on Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi teadlased hinnanud rohtse biomassi kuivaine ko-

gusaagiks Eestis u 2,2 mln t kuivaine (KA) kaalus. Potentsiaalne saagikus võib olla pakutud tasemest 10–15(20)% kõrgem, mis käib eeskätt põllukultuuride kohta tavaviljeluses ning mis saavutatakse põhiliselt parema väetamise ja suurema saagivõimega.<sup>7</sup>

PRIA loomaregistri andmetel tarbivad Eesti põllumajanduslikud rohusööjad loomad aastas 800 000 t rohtse biomassi kuivainet. Seega jääb ligi 64% rohtsest biomassist (kokku 1,4 mln t kuivainet) loomasöödana kasutamata ja toiduks väärindamata. Kasutamata rohumass purustusniidetakse ja jäetakse rohumadele lagunema. Osaliselt kogutakse tekkinud rohumass kokku, virnastatakse põlluservades ja jäetakse sinna lagunema. Marginaalset osa kasu-

<sup>5</sup> A. Oja. „Biometaanitootmise avalikud hüved”, Eesti Arengufond. Tallinn, 2013.

<sup>6</sup> Ü. Kask. „Biogaas rohtsest biomassist ja biometaanitootmisest”, Eesti Arengufondi vaheraport. Tallinn, oktoober 2014.

<sup>7</sup> R. Viiralt, A. Selge. „Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressursst”. Eesti Arengufond. Biometaanitootmise programmi vaheraport, 2014.

tatakse loomakasvatuse allapanuna ning omaette rohumaa alakasutuse liik on ka rohumaa karjamine põhjendamatult väikesel loomkoormusel.<sup>8</sup>

Seega jääb kolmandik Eesti kasutuses olevast põllumajandusmaast (300 000 – 350 000 ha) väär-

tusloomest välja või on alakasutatud ja ettevõtjad saavad nende maade põhitulu põllumajandustootetest. Rohumassi tarvitamine biometaanitootmiseks on üks võimalus, kuidas rohumaa ressursi paremini ära kasutada.

**Joonis 1:** Eesti rohumaa kasutus (punane – kasutuses; roheline – alakasutatud)<sup>7</sup>



## SILOTOOTMISE ÕKONOOMIKA JA LOGISTIKAKULUD

Eesti Arengufondi tellimusel koostas Eesti Maaülikool 2015. a jaanuaris silotootmisettevõtte mudel arvutuse, milles analüüsis silotootmise efektiivsust. Analüüsis lähtuti järgmisest:

- silo kvaliteedi kavandamisel võeti aluseks põhimõte, et toodetav silo kvaliteet on võrdne söödaga, mida loomakasvatuseks toodetakse;
- maksimumefektiivsusega masinakomplekti ressursi kasutatakse täiel määral;
- silohoidlate kaugus rohumaaaladest ei ületa 3 km;
- investeringu omakapitali tootluseks on kavandatud 20% aastas.

Silotootmisettevõtte maaportfelli planeerimisel arvestati, et 15% kasutatavatest maadest on looduslikud rohumaaalad, 85% pindalast on haritavad maad ja umbes veerand haritavatest maadest on kasutusel maisikasvatuseks.<sup>9</sup>

Modelleeritud silotootmisettevõtte toodangu omahind on 26,82 €/t, kuid arvestades toetuste ja omakapitali tootlusele vastava kasumiosa mõju, on ülesande tingimustele vastav müügihind 22,70 €/t. Suurimad kulukomponendid on amortisatsioon (5,96 €/t) ja väetised (5,62 €/t), järgnevad kütus ja maarent (vastavalt 3,76 ja 3,07 €/t). Ettevõtte

<sup>8</sup> A. Kaasik, V. Vohu. „Rohtse biomassi kasutamine loomasöödaks – biomassi tekke ja tarbimise mudel”. Eesti Arengufond. Biometaaniprogrammi vahe-report, 2014.

<sup>9</sup> A. Selge, A. Remmik. „Efektiivne silotootmisüksus: tehnilised ja majanduslikud parameetrid”. Eesti Arengufond, 2015.





tootmistaht aastast on 37 600 t ja maakasutus u 2300 ha.

Kui võrrelda kirjeldatud teoreetilist mudelettevõtet tegelike maakasutuse ja silotootmise andmetega, siis maakasutuse vaates on selliseid ettevõtteid, kes haldavad üle 2300 ha põllumajandusmaad, ja 18 ettevõtet, kelle maakasutuse portfell (kokku 60 000 ha) on u 6,6% kogu Eesti kasutuses olevast põllumajandusmaa ressursist.<sup>10</sup> Silotootmise vaates ei ole Eestis ühtegi ettevõtet, kelle tootmistaht ulatuks käsitletud toodangumahuni. Samas ei ole tegemist mitte niivõrd võimekuse, kuivõrd vajaduse puudumisega, sest piimatootmisettevõtete suuruse arvestuses on ülemise detšiili keskmine silovajadus 23 800 t (ülemise detšiili moodustavad 8 ettevõtet u 12 700 lehma ja 190 000 t summaarse silovajadusega).<sup>11</sup>

Nagu näitab mudelettevõtte analüüs, on suurim kulukomponent silotootmisel seadmete amortisatsioon ka siis, kui seadme parki kasutatakse täisvõimsusel. Samas ei erine silotootmise tehnoloogia koosseis (vajalik masinakomplekt) oluliselt, kui võrrelda näiteks 15 000 või 37 000 t toodangumahtu

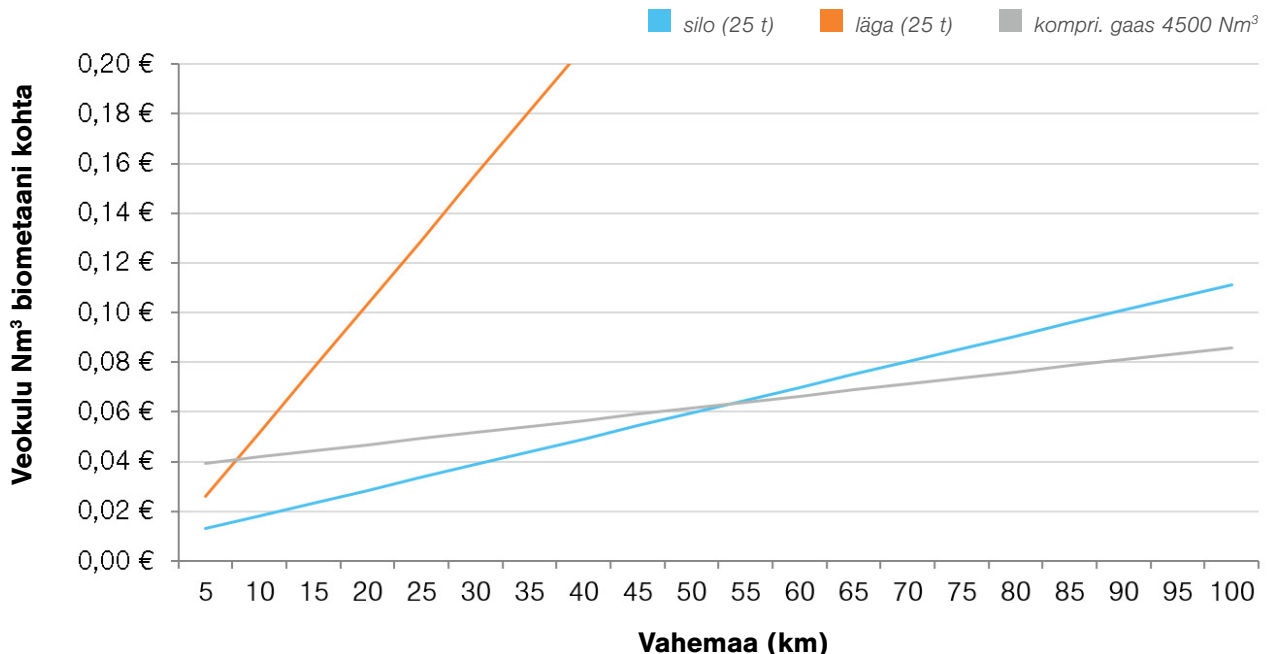
– erinevad vaid tehnoloogia kasutuse intensiivsus ja kasulik eluiga. Seega langeb silotoodangu mahu suurenemisel toodangu omahind märkimisväärselt ehk mastaabiefekti mõju silotootmisele on suur. Edasistes mudelarvutustes on konservatiivsuse huvides silo müügihinnaks arvestatud 25 €/t (u 10% kõrgem analüüsi otsestest tulemustest).

Biometaan (sh biometaan ressurside) logistika kavandamisel on kaks alternatiivi:

- biometaan toodetakse ressurside lähedal ja toimub biometaanivedu;
- biometaan toodetakse tarbimiskoha või maagasiivõrgu ühenduskohas ja toimub ressursivedu.

Kuna läga ja rohtse biomassi biogaasi toogid (toodang substraadi ühiku kohta) erinevad ligi viis korda (vastavalt 30 ja 150 Nm<sup>3</sup>/t), siis tuleb analüüsida ka substraatide logistikakulusid eraldi. Seega on võrdluses kolm transpordikulude arvestust – gaasi, läga ja rohtse biomassi transpordi korral – ning eri transpordiülesannete ökonoomika võrdlemiseks on koostatud kuluarvutus, mis on taandatud biometaan ühikule olenevalt vahemaast (vt joonis 2).

**Joonis 2.** Transpordikulude sõltuvus veokaugusest – biometaan võrdluses substraatidega



<sup>10</sup> Võrreldud on PRIA 2012. aasta põllumajandustoetuste deklaratsioonide andmetega.

<sup>11</sup> Lähteandmed: PRIA loomakasvatuse registri väljavõte 31.12.2012. a seisuga. Autori arvutused.

Joonise 2 põhjal saab tuvastada, et silovedu on odavam biometaani transpordi viis kuni 50–55 km raadiuses. Kui transpordivajadus ületab selle kauguse, on kasulikum vedada biometaani komprimeeritud gaasina komposiitmahutites (4500 Nm<sup>3</sup>). Seega saaks silo puhul olla biometaani jaama põhjendatud transpordiraadiuseks kuni 55 km (logistikakulu kuni 6 s/Nm<sup>3</sup>) ja samale logistikakulule vastaks lögavedu u 12 km raadiuses. Arvestades Eesti gaasivõrkude paiknemist, on u 50 km transpordiraadius piisav, et enamasti eelistada ressurside kokkuveo logistikat ja loobuda komprimeeritud gaasi veost.

Logistikakulud sõltuvad oluliselt jaama suurusest, ressurside (rohtne biomass ja läga) kasutamise proportsioonist ja veokaugustest, kuid ressurside paiknemist arvestades jäävad silo-läga kokkuveo kulud vahemikku 1,5–4 s/Nm<sup>3</sup> (näide: 50 000 t silo logistikakulud on keskmise transpordiraadiusega (18 km) 2,6 s Nm<sup>3</sup> biometaani kohta). Transpordikulude struktuuri osas on edasistes arvutustes lähtutud OÜ Logiconnect (Tõnis Hintsov) konsultatsioonist.

## BIOMETAANI JAAMADE ÖKONOOMIKA

Selleks et hinnata biometaani tootmise ökonomikat, on siinse töö koostamisel tellitud Tallinna Tehnikaülikooli keemiainstituudist (teadur Peep Pitk) biometaani jaama tegevusparameetrite hinnang kolmele jaama suurusele. Analüüsivad suurused on biometaani jaamad tootmiskahtudega 2, 3 ja 5 mln Nm<sup>3</sup> biometaani aastas.

Jaamade substraadid on läga, tahesõnniku ja rohtse biomassi kombinatsioonid, mille puhul väiksemates jaamades (2-3 mln Nm<sup>3</sup>) on rohtse biomassi osakaal toodangus väiksem (u 75%) ja suuremates jaamades (5 mln Nm<sup>3</sup>) on rohtse biomassi osakaal toodangus suurem (u 95%), jagunedes nii rohu- kui ka maisisilo vahel. Biogaasijaamade viibeajaks on arvestatud 70 päeva.

**Tabel 2:** Jaamade tegevusparameetrid tootmiskahtudel 2–5 mln Nm<sup>3</sup> / a

Tootmiskaht aastas	Ühik	2 mln Nm <sup>3</sup>	3 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>
Läga	t	25 000	37 500	12 500
Tahesõnnik	t	8 000	12 000	4 000
Rohusilo	t	19 800	30 000	35 000
Maisisilo	t	0	0	20 000
Toodang (biogaasis 53% CH <sub>4</sub> )	Nm <sup>3</sup> /a	3 885 000	5 827 000	9 634 844
Biometaani toodang	Nm <sup>3</sup> /a	2 059 050	3 088 310	5 106 467
CH <sub>4</sub> kadu 1,5%	Nm <sup>3</sup> /a	30 886	46 325	76 597
Biometaan müügiks	Nm <sup>3</sup> /a	2 028 164	3 041 985	5 029 870
Soojusenergia tarve	MWh/a	3 500	5 250	8 551
Elektrienergia tarve	MWh/a	1 760	2 641	4 338
Töötunnid	h/a	2 190	2 560	2 920
Investeeringumaht	€	4 200 000 €	4 700 000 €	5 875 000 €
Hooldus ja remont	€/a	82 000 €	97 000 €	120 000 €
Protsessi lisandid ja analüüs	€/a	30 000 €	40 000 €	70 000 €
Muud kulud	€/a	45 000 €	50 000 €	60 000 €

Allikas: Tallinna Tehnikaülikooli keemiainstituut, P. Pitki eksperdihinnang.



Üks tähtsamaid analüüsitud jaamade erinevusi on nende erinvesteeringud (investeering tootmisvõimsuse ühiku kohta):

- 2 mln Nm<sup>3</sup> toodangumahu puhul aastas on erinvesteering 2,14 € / Nm<sup>3</sup> aastase toodanguvõimsuse kohta (investeering 4,35 mln €);
- 5 mln Nm<sup>3</sup> toodangumahu puhul aastas on erinvesteering 1,16 € / Nm<sup>3</sup> aastase toodanguvõimsuse kohta (investeering 5,85 mln €).

Kirjeldatud erinvesteeringu erinevus on ka põhitegur, mis annab mastaabisäästu eelise suurematele biometaanijaanadele.

Peamiste tegevuskulude kavandamisel on lähtutud elektrienergia hinnast 110 €/MWh, soojusenergia

kulust 20 €/MWh (hakkpuidu kütuse otsekulu) ja tööjõukuludest 12 €/h. Finantseeldustena on analüüsis lähtutud 20% omakapitali tootlusest (ROE), 70% võõrkapitali osakaalust, 5% laenuintressist ja 10 a laenu tagasimakse graafikust.

Omakapitali tootlus on tehtud kõikide jaamade puhul võrdseks, et viia mudelarvutuses eri jaamade toodangu hind võrreldavale tasemele. Lähtudes kirjeldatud eeldustest, silo sisendi hinnast 25 €/t ja eelkirjeldatud logistikakuludest on jaamade biometaanijaanide toodangu hinnad järgmised (vt tabel 3):

- 2 mln Nm<sup>3</sup> toodangumahu juures 0,83 €/Nm<sup>3</sup>;
- 3 mln Nm<sup>3</sup> toodangumahu juures 0,73 €/Nm<sup>3</sup>;
- 5 mln Nm<sup>3</sup> toodangumahu juures 0,66 €/Nm<sup>3</sup>.

**Tabel 3:** Jaama kasumiaruanne tootmiskahtudel 2–5 mln Nm<sup>3</sup> (ROE = 20%)

Jaama tootmiskaht aastas	2 mln Nm <sup>3</sup>	3 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>
<b>Biometaani hind</b>	<b>0,83 €</b>	<b>0,73 €</b>	<b>0,66 €</b>
<b>Biometaani müük</b>	<b>1 678 911 €</b>	<b>2 210 907 €</b>	<b>3 337 687 €</b>
<b>Silo ostukulud</b>	<b>495 000 €</b>	<b>750 000 €</b>	<b>1 375 000 €</b>
Elektrienergia kulu	193 600 €	290 510 €	477 180 €
Soojusenergia kulu	70 000 €	105 000 €	171 020 €
Tööjõukulu	26 280 €	30 720 €	35 040 €
Hooldus- ja remondikulud	120 000 €	138 000 €	169 500 €
Protsessi lisandid	30 000 €	40 000 €	70 000 €
Muud kulud	45 000 €	50 000 €	60 000 €
Logistikakulud	66 175 €	112 950 €	129 062 €
<b>Tegevuskulud kokku</b>	<b>551 055 €</b>	<b>762 740 €</b>	<b>1 111 802 €</b>
<b>Kulud kokku</b>	<b>1 046 055 €</b>	<b>1 512 740 €</b>	<b>2 486 802 €</b>
<b>Ärikasum (EBITDA)</b>	<b>632 855 €</b>	<b>698 168 €</b>	<b>850 885 €</b>
Amortisatsioonikulud	290 000 €	320 000 €	390 000 €
Intressikulud	76 125 €	84 000 €	102 375 €
<b>Kasum</b>	<b>266 730 €</b>	<b>294 168 €</b>	<b>358 510 €</b>

*Kasumimarginaali arvutuse eeldus on omakapitali tootlus 20%.*

Seega on mastaabiefektist tulenev erinevus analüüsitud jaamade suurusvahemikus 17 s (0,83 €/Nm<sup>3</sup> võrreldes 0,66 €/Nm<sup>3</sup>-ga) ehk biometaanijaanide suuruse kasv tasemelt 2 mln Nm<sup>3</sup> tasemele 5 mln Nm<sup>3</sup> toob kaasa 20,5% hinnalanguse sama omakapitali tootluse puhul.

Suurem osa mastaabisäästust tuleneb hinnakomponentidest, mis on kapitalikuludega otseselt seotud: amortisatsioon, intressikulud, kasum (kokku 76,6% erinevusest). Hooldus- ja remondikulude osa (13,7% erinevusest) on kapitalikuludest kaudses sõltuvuses ning nende kulude lisamine tõstab kapitalikulude osakaalu mastaabisäästus u 90% tasemele.

# VÄÄRTUSAHEL, STRUKTUUR JA KOMPONENDID

Selleks et hinnata biometaani kasutuselevõtu rakendusviise, tuleb selgitada, kuidas jaotuvad biometaani väärtusahela kulud eri hinnakomponentide ja majandussektorite vahel. Peale eelkirjeldatud valdkondade (põllumajandus, logistika, tootmine) on selles analüüsi etapis kaasatud maksude, võrgutade ja turustamise temaatika.

Analüüsis lähtutakse eeldusest, et biometaani tarbitakse maagaasivõrgu vahendusel ja tarbija kasutab surumaagaasi (CNGd), millest osa on biometaan. Biometaani tootmise-tarbimise arvestus on bilansi-põhine (võrku antud ja võrgust võetud metaankütuse arvestus). Teise eeldusena on arvestatud asjaolu,

et biometaani jaotatakse olemasoleva tanklavõrgu vahendusel (ei rajata uusi tanklaid). Selline käsitus võimaldab hoida investeeringukulud väiksed. Tehakse investeeringud spetsiifilistesse CNG-seadmetesse (200 000 – 250 000 € tankla kohta), kuid ei investeerita uutesse tanklarajatistesse.

Tabelis 4 on välja toodud biometaani väärtusahela komponentide jaotus nelja valdkonna arvestuses eeldusel, et biometaani tootmistüüp põhineb suurteel jaamadel (aastane toodangumaht on min 5 mln Nm<sup>3</sup> biometaani). Arvutus on koostatud eelkirjeldatud ökonoomika näitajate taandamisel €/Nm<sup>3</sup>.

**Tabel 4:** Biometaani väärtusahel – mudel: 5 mln Nm<sup>3</sup> / a (Nm<sup>3</sup> kohta)

Komponent	Põllumajandus	Logistika	Tootmine	Jaotus ja maksud	KOKKU
Aktsiisimaks				0,028 €	<b>0,028 €</b>
Amortisatsioon	0,065 €	0,004 €	0,078 €	0,046 €	<b>0,193 €</b>
Elektrienergia			0,095 €	0,011 €	<b>0,106 €</b>
Hooldus- ja remondikulud	0,005 €	0,002 €	0,034 €	0,025 €	<b>0,065 €</b>
Intressikulud	0,011 €	0,001 €	0,020 €		<b>0,032 €</b>
Kasum	0,067 €	0,001 €	0,071 €	0,009 €	<b>0,148 €</b>
Kütusekulud	0,041 €	0,008 €			<b>0,049 €</b>
Maarent	0,034 €				<b>0,034 €</b>
Muud üldhalduskulud	0,026 €	0,002 €	0,012 €	0,004 €	<b>0,044 €</b>
Protsessi lisandid			0,014 €		<b>0,014 €</b>
Seemned	0,019 €				<b>0,019 €</b>
Soojusenergia kulu			0,034 €		<b>0,034 €</b>
Taimekaitsevahendid	0,005 €				<b>0,005 €</b>
Toetused	-0,087 €				<b>-0,087 €</b>
Tööjõukulu	0,026 €	0,009 €	0,007 €		<b>0,042 €</b>
Väetised	0,061 €				<b>0,061 €</b>
Võrgutasu				0,039 €	<b>0,039 €</b>
<b>KOKKU</b>	<b>0,273 €</b>	<b>0,026 €</b>	<b>0,365 €</b>	<b>0,162 €</b>	<b>0,825 €</b>

Biometaani lõpphind (0,825 €/Nm<sup>3</sup>) on varasema ökonoomika analüüsi alusel jaotatud nii kulukomponentide kui ka valdkondade vahel (kokku 35 komponenti). Suurima mõjuga komponendid on seotud kapitaliinvesteeringutega (amortisatsioon ja kasum), mis moodustavad u 40% kogu kulustruktuurist. Valdkondade vaates on suurim osa biometaani tootmisel (0,365 €/Nm<sup>3</sup>) ja sellele järgneb põllumajandussektor (0,273 €/Nm<sup>3</sup>). Siinkohal on vaja pöo-

rata tähelepanu asjaolule, et põllumajandussektori koosseisus on arvesse võetud ka põllumajandus-toetuste mõju (negatiivse väärtusega). Kui toetusi mitte arvestada, on põllumajanduse ja tootmistegevuse osa lõpphinna kujunemises võrdne.

Samal viisil on koostatud ka väärtusahela analüüs väiksema tootmistüübi biometaani jaamale (tabel 5).

**Tabel 5:** Biometaani väärtusahel tootmismahul 2 Nm<sup>3</sup>/a (Nm<sup>3</sup> kohta)

Komponent	Põllumajandus	Logistika	Tootmine	Jaotus ja maksud	KOKKU
Aktiisimaks				0,028 €	<b>0,028 €</b>
Amortisatsioon	0,058 €	0,006 €	0,138 €	0,046 €	<b>0,248 €</b>
Elektrienergia			0,095 €	0,011 €	<b>0,107 €</b>
Hooldus- ja remondikulud	0,005 €	0,002 €	0,059 €	0,025 €	<b>0,091 €</b>
Intressikulud	0,010 €	0,001 €	0,036 €		<b>0,047 €</b>
Kasum	0,038 €	0,001 €	0,127 €	0,009 €	<b>0,174 €</b>
Kütusekulud	0,037 €	0,010 €			<b>0,046 €</b>
Maarent	0,030 €				<b>0,030 €</b>
Muud üldhalduskulud	0,023 €	0,002 €	0,022 €	0,004 €	<b>0,052 €</b>
Protsessi lisandid			0,015 €		<b>0,015 €</b>
Seemned	0,017 €				<b>0,017 €</b>
Soojusenergia kulu			0,035 €		<b>0,035 €</b>
Taimekaitsevahendid	0,004 €				<b>0,004 €</b>
Toetused	-0,078 €				<b>-0,078 €</b>
Tööjõukulu	0,023 €	0,011 €	0,013 €		<b>0,048 €</b>
Väetised	0,055 €				<b>0,055 €</b>
Võrgutasu				0,039 €	<b>0,039 €</b>
<b>KOKKU</b>	<b>0,222 €</b>	<b>0,033 €</b>	<b>0,540 €</b>	<b>0,162 €</b>	<b>0,956 €</b>

Kui võrrelda kahe tootmistüübi erinevusi, siis peamine muutus tuleb tootmissektori kuluosa kasvust (0,54 €/Nm<sup>3</sup> võrreldes 0,365 €/Nm<sup>3</sup>-ga). Kirjeldatud ligikaudu 1,5-kordne kulutõus on seotud asjaoluga, et väiksemate jaamade rajamine on suhteliselt kallim (eriinvesteeringu taseme temaatika – vt ka „Biometaani jaamade ökonoomika”).

Kui jaamade tootmismahud vähenevad (5 mln → 2 mln Nm<sup>3</sup>/a), siis kallineb väärtusahel umbes 16%

(0,825 vs. 0,956 €/Nm<sup>3</sup>), mis tuleb tootmistegevuse kallinemise arvelt. Turustus- ja jaotuskulud ja maksud ei muutu ning põllumajanduse ja logistika kulud (summana) vähenevad.

Vaadeldavast tootmismudeli tüübist sõltumata on mõlemal viisil toodetud metaankütus palju kallim surumaagaasist (CNG). Tabelis 6 on kirjeldatud kahe tootmistüübi (5 ja 2 mln Nm<sup>3</sup>/a) hinnaerinevust turul pakutava CNG hinnatasemega.

**Tabel 6:** Turukorralduslik meede eri tootmismudelite korral

Tootmismahud (mln Nm <sup>3</sup> / a)	5	2
Biometaani väärtusahela summa (€/Nm <sup>3</sup> )	0,825	0,956
Biometaani lõpphind koos käibemaksuga (€/kg)	1,376	1,594
CNG müügihind koos käibemaksuga (veebr 2015) (€/kg)	0,790	0,790
Hinnaerinevus CNGga	174%	202%
<b>Turukorralduslik meede (€/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>0,351</b>	<b>0,482</b>

Teisendades mahuühiku kaaluühikuks (erikaal 0,72 kg/Nm<sup>3</sup>) ja lisades käibemaksu, oleks otseselt biometaanist toodetud surugaas 1,7–2 korda kallim surumaagaasist (lõpphind biometaanist toodetud sugugaasil tanklas 1,376–1,594 €/kg). Et kirjelda-

tud hinnaerinevust ületada, on vaja väärtusahelat subsideerida vastavalt 0,351 või 0,482 €/Nm<sup>3</sup> ulatuses ja väiksemate tootmismudelite eelistus suuremate ees toob kaasa 0,482 / 0,351 = 1,37 kordse subsideerimisvajaduse kasvu.

# KÜTUSETURG JA BIOMETAANIGA ASENDAMISE STSENAARIUMID

Transpordikütuste turu analüüsi eeldustena on kasutatud 2013. a transpordikütuste (bensiin ja diislikütus) tarbimise andmeid<sup>12</sup>, mille alusel tarbiti diislikütust ja bensiini summaarselt 829 000 t. Transpordikütuste asendamisel biometaaniga on võetud aluseks eesmärk asendada 10% kütusetar-

bimisest taastuvate energiaallikatega, millest 0,5% kaetakse elektritranspordi arendamise teel ja 9,5% vedelkütuste asendamisel biometaaniga. Tabelis 7 on esitatud peamised transpordikütuste turu modelleerimise lähteandmed.

**Tabel 7:** Transpordikütuste turu eeldused

	Diislikütus	Bensiin	KOKKU
Kütuste tarbimine (tuh t 2013. a)	595,0	234,0	829,0
Mahukaal (kg/m <sup>3</sup> )	885,0	737,2	
Kogus mahuühikuna (mln l)	672,3	317,4	989,7
Kütteväärtus (MJ/l)	38,6	34,2	
Energiatarve kokku (TWh)	7,21	3,02	10,22
Elektritranspordiga asendamine (0,5% asendus; TWh)		0,05	0,05
Energiatarve peale elektritranspordi osa (TWh)	7,21	2,96	10,17
Biometaaniga asendatav energiakogus (TWh)	0,6883*	0,2830*	0,9713
Kütuste hinnad (tanklas käibemaksuga, €/l)	1,15	1,10	
Kütuseturu maht (ilma käibemaksuta, mln €)	644,3	349,1	993,5

\* Esitatud arväärtused kehtivad proportsionaalse asenduse korral. Need võivad olenevalt asendustüübist stsenaariumite lõikes erineda.

Eelnevat arvestades on biometaan kasutuselevõtu ülesande sisuks asendada turul vedelkütuseid u 1 TWh ulatuses aastas ning sõltuvalt kütuseturu asendusviisist võib biometaan kogus, mis vastab

selle koguse asendamisele, erineda. Tabelis 8 on esitatud biometaan kogused, mis vastavad eri asendusviisidele.

**Tabel 8:** Biometaan kogused eri asendusstsenaariumite korral

	Diislikütus	Bensiin	Kokku
Asendatav energiakogus (TWh)	0,9713		
Metaankütuse asenduskoeffitsient	1,41	1,1	
Biometaan kütteväärtus (kWh/Nm <sup>3</sup> )	9,8	9,8	
<b>Biometaan asenduskogused (Nm<sup>3</sup>) ja -stsenaariumid:</b>			
Asendatakse proportsionaalselt	99 026 644	31 767 545	<b>130 794 189</b>
Asendatakse ainult bensiini	0	109 022 374	<b>109 022 374</b>
Asendatakse ainult diislikütust	139 746 861	0	<b>139 746 861</b>

Biometaan koguste erinevus (109–139 mln Nm<sup>3</sup>) tuleneb asjaolust, et CNG ei asenda eri liiki vedelkütuseid ühtmoodi, vaid arvestada tuleb bensiini puhul

u 1,1- ja diislikütuse puhul 1,4-kordse energiakulu suurenemisega (CNG kogus sama energiakoguse asendamiseks on vastava kordaja võrra suurem).<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Statistikaamet. „Kütuste tarbimine”. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp>.

<sup>13</sup> Kirjeldatud koeffitsiendid tulenevad sise põlemismootorite kütusetarbimise erisustest. Lähteandmed: **C. Le Fevere**, Oxford Institute for Energy Studies, „The Prospects for Natural Gas as a Transport Fuel in Europe”, märts 2014. Tabel 15: „Simulated energy and environmental TTW performance for cars”. Arvutatud keskmiste väärtuste alusel. <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/03/NG-84.pdf>.



Seega kasutatakse edasises rakendusviiside analüüsis kahe tootmistüübi (2 ja 5 mln Nm<sup>3</sup> aastas jaama kohta) ja kolme asendustüübi (proportsionaalne,

bensiin ja diislikütus) kombinatsiooni, mis väljendub kuues biometaaniga kasutuselevõtu stsenaariumis.

**Tabel 9:** Tootmistüüp/asendustüüp, stsenaariumid

Stsenaariumi nr	Tootmistüüp (toodangumaht mln Nm <sup>3</sup> aastas jaama kohta)	Asendustüüp (mille arvelt kütuseturul asendus toimub)
1	5	Proportsionaalne
2	2	Proportsionaalne
3	5	Bensiin
4	2	Bensiin
5	5	Diislikütus
6	2	Diislikütus

### Stsenaariumite majandusmõjud

Eelnevates analüüsi etappides määratletud väärtusahela kujunemine ja erinevad kütuseturu asenduskoogused võimaldavad välja tuua kulukomponentide jaotuse absoluutväärtustena. Tabelis 10 on kirjeldatud väärtusahel kuue stsenaariumi kaupa:

- kaks tootmistüüpi: 2 ja 5 mln Nm<sup>3</sup> aastas jaama kohta;
- kolm transpordikütuste asendustüüpi.

**Tabel 10:** Hinnakomponendid eri asendustüüpide korral (tuh €)

Asendustüüp	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln
<b>Komponent/tootmistüüp</b>						
Aktsiisimaks	3 681	3 681	3 068	3 068	3 932	3 932
Amortisatsioon	25 274	32 387	21 067	26 996	27 004	34 604
Elektrienergia	13 898	13 975	11 585	11 648	14 849	14 931
Hooldus- ja remondikulud	8 560	11 873	7 135	9 896	9 146	12 685
Intrassikulud	4 245	6 181	3 538	5 152	4 536	6 604
Kasum	19 310	22 784	16 095	18 991	20 631	24 343
Kütusekulud	6 382	6 079	5 319	5 067	6 818	6 495
Maarent	4 390	3 919	3 659	3 267	4 690	4 188
Muud üldhalduskulud	5 748	6 782	4 792	5 653	6 142	7 247
Protsessi lisandid	1 820	1 935	1 517	1 613	1 945	2 067
Seemned	2 441	2 179	2 034	1 816	2 608	2 328
Soojusenergia kulu	4 447	4 514	3 707	3 763	4 752	4 823
Taimkaitsevahendid	609	544	508	453	651	581
Toetused (põllumajandus)	-11 414	-10 190	-9 514	-8 494	-12 195	-10 888
Tööjõukulu	5 495	6 232	4 580	5 195	5 871	6 659
Väetised	8 036	7 174	6 698	5 980	8 586	7 665
Võrgutasu	5 046	5 046	4 206	4 206	5 391	5 391
<b>Väärtusahel kokku</b>	<b>107 966</b>	<b>125 094</b>	<b>89 994</b>	<b>104 271</b>	<b>115 356</b>	<b>133 657</b>
<b>Turukorralduslik meede</b>	<b>-45 970</b>	<b>-63 098</b>	<b>-38 318</b>	<b>-52 594</b>	<b>-49 116</b>	<b>-67 417</b>
<b>Väärtusahela jääk</b>	<b>61 996</b>	<b>61 996</b>	<b>51 677</b>	<b>51 677</b>	<b>66 240</b>	<b>66 240</b>

Erinevalt eelkirjeldatud väärtusahela kujunemisest on tabelis 10 toodud väärtusahelasse sisse ka turukorraldusliku meetme mõiste. Kui väärtusahel kokku

(sõltuvalt stsenaariumist 90–133 mln € aastas) on tarbijale alternatiivsest tootest (CNG) kuni kaks korda kallim, siis turukorralduslik meede on vahend,

millega subsideeritakse väärtusahelat piisavas ulatuses, et biometaan püsiks turukonkurents. Seega iseloomustavad toodud mõisted järgmist:

- väärtusahel kokku – biometaan väärtusahela käive;
- turukorralduslik meede – subsiidiumid, mida makstakse väärtusahela ulatuses turuosalistele, et hoida lõpptoode turukonkurents;
- väärtusahela jääk – see osa biometaan väärtusahelast, mille maksab kinni tarbija.

Majandusmõjude analüüsi järgmise sammuna saame olemasoleva teabe alusel tuletada biometaan kasutuselevõtu mõju riigieelarvele. Tabelis 11 on mõjud kirjeldatud eri teguritena stsenaariumite kaupa. Selles käsitluses vaadeldakse otseseid mõjusid, kõrvale on jäetud kaudsed majandusmõjud (maksulaekumiste kaudne kasv, mis on põhjustatud majandustegevuse kasvust).

**Tabel 11:** Biometaan kasutuselevõtu mõju valitsemissektorile (tuh €)

	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln
Aktiisi laekumise vähenemine	-38 034	-38 034	-40 902	-40 902	-31 661	-31 661
Aktiisi laekumise suurenemine	2 680	2 553	2 234	2 128	2 864	2 728
Gaasiaktiisi laekumine	3 681	3 681	3 068	3 068	3 932	3 932
Turukorralduslik meede	-45 970	-63 098	-38 318	-52 594	-49 116	-67 417
<b>Muutus</b>	<b>-77 643</b>	<b>-94 898</b>	<b>-73 918</b>	<b>-88 300</b>	<b>-73 981</b>	<b>-92 417</b>

Biometaan kasutuselevõtu otsesed mõjud riigieelarvele:

- väheneb aktiisimaksu laekumine, sest kahaneb vedelikütuste tarbimine transpordisektoris (aktiisimaksu vähenemine 31–41 mln € / a;
- suureneb aktiisimaksu laekumine selle kütusekulu arvel, mida kulutatakse biometaan tootmiseks (vt ka tabeli 10 rida „kütusekulud”);
- suureneb gaasiaktiisi laekumine lisaks tarbitava surugaasi arvel (vt ka tabeli 10 rida „aktiisimaks”);

- turukorraldusliku meetme rahastamisega kaasnev lisakoormus riigieelarvele sõltuvalt stsenaariumist 38–67 mln € / a.

Seega toob biometaan kasutuselevõtt kaasa täiendava summaarse koormuse riigieelarvele 74–92 mln € / a. Kirjeldatud rahastamisvajadus on siinses analüüsis (eelduslikult) lahendatud transpordikütuste aktiisimaksu tõstmise kaudu. Tabelis 12 käsitletakse transpordikütuste turu muutusi juhul, kui maksukoormus tõuseb.

**Tabel 12:** Transpordikütuste turu muutused (tuh €)

	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln
Turumaht enne muutusi	935 261	935 261	935 261	935 261	935 261	935 261
Turumaht peale asendust	845 965	845 965	839 924	839 924	848 449	848 449
Lisanduv CNG maht	61 996	61 996	51 677	51 677	66 240	66 240
Lisanduv maksukoormus	77 643	94 898	73 918	88 300	73 981	92 417
<b>Turumaht peale muutusi</b>	<b>985 604</b>	<b>1 002 859</b>	<b>965 518</b>	<b>979 901</b>	<b>988 670</b>	<b>1 007 106</b>
<b>Kallinemine</b>	<b>50 343</b>	<b>67 598</b>	<b>30 257</b>	<b>44 640</b>	<b>53 409</b>	<b>71 845</b>
<b>Kallinemise proportsioon</b>	<b>5,38%</b>	<b>7,23%</b>	<b>3,24%</b>	<b>4,77%</b>	<b>5,71%</b>	<b>7,68%</b>





Tabelis 12 võrreldakse transpordikütuste turu muutusi kuue stsenaariumi rakendamisel. Lähtepunktina on kõikidel juhtumitel muutuse-eelne seisund ühesugune (turumaht 935 mln €). Erinevad asendusstsenaariumid annavad bensiini ja diislikütuse summaarseks turumahuks peale biometaani kasutuselevõttu 840–848 mln € / a. Nimetatud turumahu hule lisanduvad:

- asendava kütuse maksumus (vt ka tabel 10 „väärtusahela jääk”) ehk see osa biometaani väärtusahelast, mille maksab tarbija kinni otseselt;
- aktsiisimaksu tõus (vt ka tabel 11 „mõju riigikassale”) ehk see osa biometaani väärtusahelast ja kaudsetest mõjudest, mille maksavad kinni kõik

kütuseturu osalised;

Arvestades nimetatud lisandusi, toob biometaani kasutuselevõtt kaasa kütuseturu kallinemise vahemikus 3,2–7,7% ning mõju kütuseturule on väikseim siis, kui biometaan võetakse kasutusele suurte biometaani jaamade tootmismudeli ja bensiini asendusmudeli korral. Summaarne kütuseturg kallineb vahemikus 30–72 mln €.

Tabelis 13 on kirjeldatud otsese lisandväärtuse kujunemist sissetulekute meetodil. Mudelist on jäetud kõrvale kaudsed mõjud, vaadeldakse vaid teadaolevaid otseseid muutusi. Loodava lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhte alusel saab võrrelda eri stsenaariumite mõju majandusele.

**Tabel 13:** Lisandväärtuse kujunemine ja suhe kütuseturu kallinemisse

	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln	5 mln	2 mln
Tööjõukulu	5 495	6 232	4 580	5 195	5 871	6 659
Kasum	19 310	22 784	16 095	18 991	20 631	24 343
Amortisatsioon	25 274	32 387	21 067	26 996	27 004	34 604
<b>Lisandväärtus kokku</b>	<b>50 078</b>	<b>61 403</b>	<b>41 742</b>	<b>51 182</b>	<b>53 506</b>	<b>65 606</b>
Kütuseturu kallinemine	50 343	67 598	30 257	44 640	53 409	71 845
<b>Lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhe</b>	<b>99%</b>	<b>91%</b>	<b>138%</b>	<b>115%</b>	<b>100%</b>	<b>91%</b>

Sõltuvalt stsenaariumist muutub loodud otsene lisandväärtus vahemikus 41,7–65,6 mln €. Samas ei näita lisandväärtus üksi tegelikku majandusmõju, sest lisandväärtus ei kirjelda tegevuse efektiivsust – kõrgem lisandväärtus võib olla seotud ka ebatõhusa tegevusega. Seega on loodud lisandväärtust vaja võrrelda teiste mõjuteguritega – antud juhul kütuseturu kallinemisega. Vaadeldes loodud lisandväärtust kombinatsioonis kütuseturu kallinemisega, eristub kolm tulemuserühma:

- loodud lisandväärtus jääb alla kütuseturu kallinemisele (lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhe on u 91%). Tegemist on kombinatsioonidega, kus väikeste tootmisjaamadega toodetud biometaaniga asendatakse ainult diislikütust või asendatakse kütuseid proportsionaalselt tarbimisega (mudelid „proportsionaalne 2 mln” ja „diislikütus 2 mln”);
- loodud lisandväärtus katab ligikaudu kütuseturu kallinemise (lisandväärtuse ja kütuseturu kal-

linemise suhe on u 100%). Tegemist on kombinatsioonidega, kus suurte tootmisjaamadega toodetud biometaaniga asendatakse ainult diislikütust või asendatakse kütuseid proportsionaalselt tarbimisega (mudelid „proportsionaalne 5 mln” ja „diislikütus 5 mln”);

- loodud lisandväärtus ületab kütuseturu kallinemise (lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhe on 115–138%). Tegemist on kombinatsioonidega, kus asendatakse bensiini (mudelid „bensiin 5 mln” ja „bensiin 2 mln”).

Võttes arvesse lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhet, on majanduslikult efektiivsem see tootmise-asendamise kombinatsioon, kus kütuseturg kallineb kõige vähem (30 mln € ehk 3,2%), aga ka lisandväärtust toodetakse kõige vähem (41 mln € / a). Seega on nendel tingimustel majanduslikult tõhusaim võtta kasutusele kombinatsioon, kus biometaani toodetakse jaamades minimaalse aastase tootmismahuga 5 Nm<sup>3</sup> ja biometaan asendab maksimaalselt bensiini tarbimist.

Seisukohta bensiini asendamise eelistamisest saab üldistada säästlikule käitumisele tervikuna ehk peale säästliku tootmise tuleb jälgida ka ökonoomse tarbimise kriteeriume.

Tabelis 14 on kirjeldatud efektiivseima mudeli (bensiin 5 mln) lisandväärtuse ja töökohtade jaotust seotud sektorite kaupa.

**Tabel 14:** Lisandväärtuse jaotus ja töökohad sektorite kaupa (tuh €)

	Põllumajandus	Logistika	Tootmine	Jaotus	Kokku
Amortisatsioon	7 105	476	8 489	4 997	<b>21 067</b>
Tööjõukulu	2 842	979	759	0	<b>4 580</b>
Kasum	7 343	70	7 725	958	<b>16 095</b>
<b>Lisandväärtus kokku</b>	<b>17 289</b>	<b>1 525</b>	<b>16 974</b>	<b>5 955</b>	<b>41 742</b>
<b>Lisandväärtuse jaotus</b>	<b>41,4%</b>	<b>3,7%</b>	<b>40,7%</b>	<b>14,3%</b>	<b>100%</b>
<b>Seotud töökohad</b>	<b>177</b>	<b>61</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>285</b>

Lisandväärtus jaotub selle stsenaariumi korral enam-vähem võrdselt tootmise ja põllumajanduse vahel (u 41% mõlemad), marginaalne osa lisandväärtusest jääb logistikasektorile ning ligikaudu 14% jaotusvõrgule ja turustamisele.

Töökohtade jaotuses on kasutatud mõistet „seotud töökohad” seetõttu, et kogu kirjeldatud 285 töökohta ei tähenda uusi ja tekkivaid töökohti, vaid väga suures ulatuses on tegemist pigem olemasolevate töökohtade tööviljakuse tõusuga. Uued töökohad tekivad biometaanitootmise valdkonnas (47 töökohta), sest see on uus tootmisharu. Põllumajanduse ja

logistika summaarne tööjõuvajadus (238 töökohta) jaguneb osaliselt täiendavaks tööjõuvajaduseks, aga jääb ka olemasolevate töökohtade efektiivsuse kasvu arvele. Kogu väärtusahelas luuakse lisandväärtust seotud töökohta kohta 146 000 €/a.

Kütuseturu temaatika üks osa on ka kütuse jaotusvõrk ja tanklate arv. Turuosaliste hinnangul on CNG tanklate vähesus (Eestis on praegu viis CNGd müüvat tanklat) üks peamisi takistusi CNG ja biometaanitarbimisel. Töös analüüsiti tanklavõrgu ja gaasitrasside omavahelist katvust ehk seda, kuidas jagunevad kütusefirmade tanklad gaasivõrgu suhtes.

**Tabel 15.** Kütusetanklate paiknemine maagaasitrasside suhtes (tanklate arv)

	Kaugus gaasitrassist m					KOKKU
	kuni 200	201–300	301–500	501–1000	Üle 1000	
Statoil	31	3	2	3	13	<b>52</b>
Neste	28	2	4	3	14	<b>51</b>
Alexela	25	1	2	2	29	<b>59</b>
Olerex	18	1	2	2	27	<b>50</b>
Lukoil	10	2	3	2	20	<b>37</b>
Premium-7	8	1	2	3	18	<b>32</b>
Euro Oil	4	1	2	1	10	<b>18</b>
Mahta Kütus	3				5	<b>8</b>
Favora	2	2			3	<b>7</b>
Krooning	2	1			10	<b>13</b>
Teised	27	6	5	6	66	<b>110</b>
<b>Kokku</b>	<b>158</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>215</b>	<b>437</b>
<b>Osakaal</b>	<b>36%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>

Allikas: AS Regio Eesti Arengufondi tellimusel



Nagu nähtub tabelist 15, on kolmandik Eesti olemasolevatest jaeturu vedelkütusetanklatest gaasitrassidele lähemal kui 200 meetrit (arvuliselt 158 üksust). Mõistagi ei tähenda see, et tanklate arendamine on täiel määral otstarbekas, sest peale gaasitrassi olemasolu on vaja tanklates CNG seadmetele ruumi, piisavalt võimsat gaasitrassi, korralikku (perspektiivset) kliendibaasi, küllaldast elektrivõimsust ja tanklaoperaatori huvi võtta müüki lisakütuseliik.

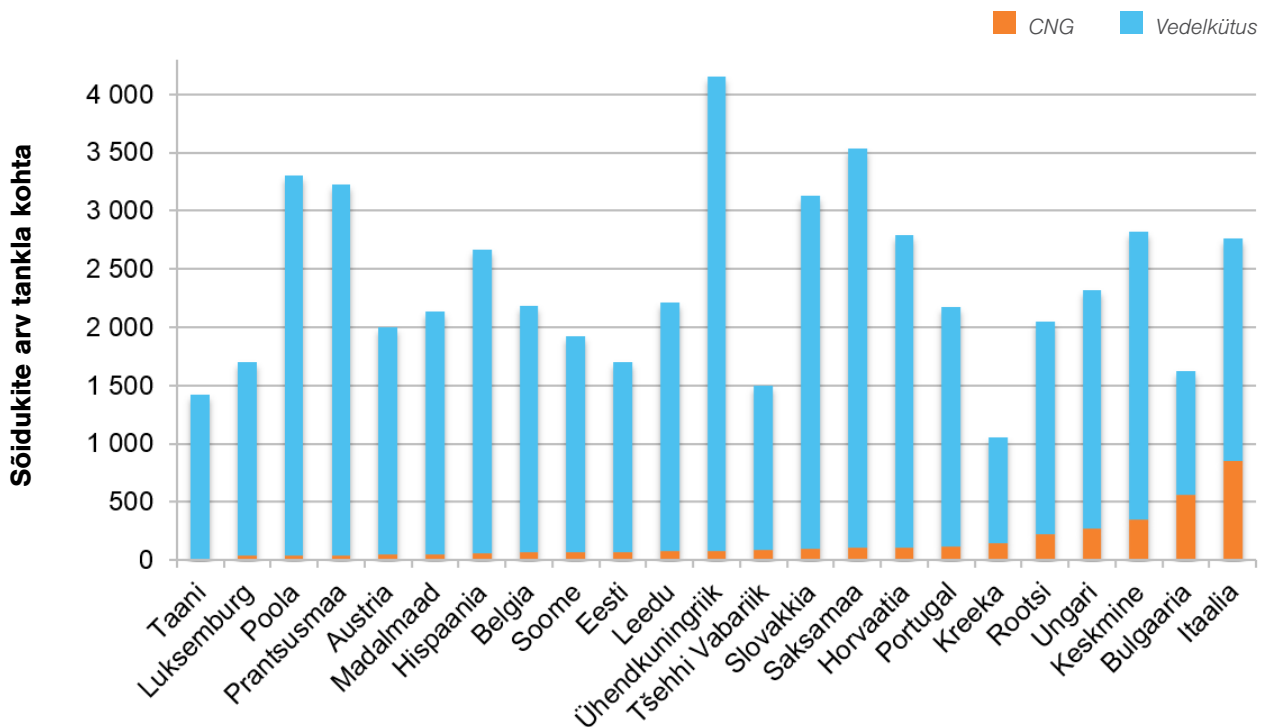
Siinse töö koostamisel analüüsiti ka Euroopa Liidu riikide tanklate kasutusintensiivsuse näitajaid.

Keskmiselt oli analüüsitud rühmas (võrreldi 23 ELi riigi andmeid) tankla kohta u 2700 sõidukit. Eesti näitaja (1614 sõidukit tankla kohta) on pigem madal ja moodustab u 2/3 analüüsitud rühma keskmisest.

Tanklate kasutusintensiivsust on joonisel 3 kujutatud järgmiselt:

- kõikide sõidukite arvuna vedelkütusetankla kohta;
- CNGd kasutavate sõidukite arvuna CNG tanklate kohta.

**Joonis 3.** Tanklate kasutusintensiivsus ELi riikides



Võrreldes kasutusintensiivsuse tippudega (üle 4000 sõiduki tankla kohta Suurbritannias ja u 3500 sõidukit Saksamaal) on Eestis kasutusintensiivsus üle kahe korra väiksem.

CNG tanklate kasutusintensiivsuse vaates on näitajad väga erinevad: absoluutne enamus ELi CNG tanklatest asub kahes riigis (Bulgaaria ja Itaalia) ning ülejäänud riikides on kasutusintensiivsus väga väike – enam kui pooltes analüüsitud riikides jääb see alla 100 sõiduki CNG tankla kohta.

Eesti suhteliselt hõreda asustustiheduse juures oleks lisatanklate rajamine põhjendamatu, sest juba praegu on tanklaid teiste riikidega võrreldes liiga palju (sõidukeid tankla kohta vähe). Seega oleks mõistlik tagada CNG kättesaadavus olemasoleva tanklavõrgu kaudu.

# KOKKUVÕTE

Eesti biometaani potentsiaal on ligikaudu 450 mln Nm<sup>3</sup>, millest rohtne biomass moodustab üle 80%.<sup>14</sup> Selline ressursside jaotus on tingitud asjaolust, et Eesti rohtse biomassi teoreetilisest kogusaagist (u 2,2 mln t kuivainet)<sup>15</sup> jõuab väärtust loovasse tegevusse ligi kolmandik ja kokku 1,4 mln t rohtse biomassi kuivainet jääb põllumajanduses igal aastal kasutamata.<sup>16</sup>

Siinses töös on analüüsitud stsenaariume eeldusel, et biometaaniga asendatakse 9,5% Eesti summaarsest bensiini ja diislikütuse tarbimisest. Olenevalt asendatava kütuse liigist varieerub vajalik biometaani kogus 109–139 mln Nm<sup>3</sup>, mis moodustab 24–31% saadaolevast biometaani ressursist.

Biometaani kasutuselevõtu otsesed mõjud **soodsa**ima tegevusstsenaariumi korral:

- põhjustab 3,2% kütuseturu kallinemise (30 mln € / a);
- loob otsest lisandväärtust (SKP) 41 mln € / a. Otsesed lisandväärtuse komponendid: palgakulud, kasum, amortisatsioonieraldised sissetulekute meetodil kogu väärtusahela ulatuses;
- lisandväärtuse komponentide kasv (41 mln €) ületab kütuseturu kallinemise (30 mln €).

Biometaani kasutuselevõtu kaudsed mõjud:

- mootorikütuste parem isevarustus ja selle kaudu suurem energiajulgeolek;
- tootmistegevuse kasv ja selle kaudu positiivne mõju kogu majandusele;
- tööviljakuse paranemine põllumajandussektoris ja lisatöökohtade teke biometaani tootmises;
- tõhusam maakasutus.

Majanduslikult efektiivseim viis biometaani kasutuselevõtuks on seotud järgmiste kriteeriumitega:

**Suured tootmisüksused.** Biometaani tootmine on suure mastaabisäästuga. Kui tootmismahd kasvab 2 → 5 mln Nm<sup>3</sup> / a, vähenevad tootmiskulud kogu väärtusahelas 14%.

**Maagaasivõrku ühendatud biometaani jaamad.**

Logistikakulude analüüs näitab, et soodsaim viis biometaani veoks kuni 50 km raadiuses on transportida rohtset biomassi kui biometaani lähtesubstraati. Eesti tingimustes tähendab see, et u 80% territooriumist on maagaasitrasside asukoha vaates mõistlikus tegevusraadiuses ja eelistada tuleks võrku ühendatud jaamade rajamist.

**Bensiinitarbimise asendamine biometaaniga.**

Bensiini asendamine biometaaniga annab analüüsitud stsenaariumitest parima majandusmõju (CNG asendab bensiini madalama asenduskoefitsiendiga kui diislikütust). Seega tuleks soodustada üleminekut bensiinilt biometaanile, mis eeldab, et jaetarbijate (kodumajapidamised) kütusetarbimise eelistusi tuleb muuta (sh CNG tanklavõrgustiku teke).

<sup>14</sup> Ü. Kask. „Biogaas rohtsest biomassist ja biometaani ressurss”. Eesti Arengufondi vahe raport. Tallinn 2014.

<sup>15</sup> R. Viiralt, A. Selge. „Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressurss”. Eesti Arengufond. Biometaani programmi vahe raport. 2014.

<sup>16</sup> A. Kaasik, V. Vohu. „Rohtse biomassi kasutamine loomasöödaks – biomassi tekke ja tarbimise mudel”. Eesti Arengufond. Biometaani programmi vahe raport. 2014.



# ETTEPANEKUD BIOMETAANI KASUTUSELEVÕTU ARENDAMISEKS

**Töötada välja meetmed, millega tekitada CNG võimekus olemasolevates tanklates.** Surumaa-gaasi (CNG) kasutus transpordikütusena on biometaani tõhusa turustamise alus. Tarbija küll ostab otseselt CNGd, kuid bilansipõhise arvestuse alusel loetakse tema tarbimine biometaani kasutuseks, lähtudes biometaani kogusest, mille tootja on maa-gaasivõrku andnud. Et CNG tarbimist suurendada, on vaja teha see kütuseliik tarbijale kättesaadavaks. Praegune olukord, kus Eestis on kokku vaid viis tanklat, takistab CNGle üleminekut. Tanklate ja gaasivõrgu GIS-analüüs näitab, et kolmandik tanklaid (kokku 158) asub gaasitrassidele lähemal kui 200 meetrit. CNG tanklate arvu aitaks märgatavalt suurendada tanklate ja gaasivõrgu parem lõimimine.

**Loobuda biometaani jaamade investeerin-gutoetuse mudelist ja kasutada investeerin-gutoetusi seal, kus ühekordne kapitalisääst aitab märkimisväärselt turutõkkeid ületada (näiteks CNG võimekuse tekitamine olemas-olevates tanklates).** Biometaani tootmise amorti-satsioonikulu on efektiivseima tootmismudeli korral 0,078 €/Nm<sup>3</sup> ja see moodustab kogu väärtusahe-last 9,5% (väärtusahel kokku 0,825 €/Nm<sup>3</sup>). Toeta-des biometaani jaama rajamist näiteks 40% inves-teeringutoetusega, vähendame väärtusahela mahtu  $9,5 \times 40 = 3,8\%$  võrra. Investeeringutoetused, mida antakse biometaani jaamade rajamiseks, mõjutavad tasuvust vähe. Samas erineb biometaani ja maa-gaasi hind ligi kaks korda ning investeeringutoetus, mida antakse jaamade rajamiseks, ei muuda seda hinnavaht oluliselt.

**Toetada rohusilost biogaasi tootmise ja diges-taadi väärimise rakendusuringuid.** Eesti biometaani ressursist on üle 80% rohtse biomassi kujul. Biometaani tootmine üksnes rohtsest biomas-sist on tehnilistel põhjustel keerukas ja seetõttu ee-listatakse teiste lisandite kasutamist (läga, maisisi-lo). Mida tõhusamalt suudetakse kasutada rohusilo ja vähendada teiste lisandite osakaalu, seda paremini saab tõhustada maakasutust ja vähendada lo-gistikakulusid. Mida suurema väärtuse saame anda biometaani kääritusjärgile (digestaadile), seda tõ-husam on biometaani tootmine tervikuna.

**Töötada välja biometaani tarnimise süsteem, mis hõlmab nii institutsioonilise ostja teket, hangete tegemist kui ka tarnelepingute pika-ajalist haldamist.** Arvestades, et biometaani jaa-made rajamisel teevad ettevõtjad pikaajalisi inves-teeringuid (15 ja rohkem aastat) on vaja tagada ka ostukohustus, mis vastab investeeringu elueale, et tagada turu stabiilsus. Ebastabiilne turg toob kaasa investori suurema kapitalitootluse eelduse (suurem risk eeldab suuremat tulu) ning selle kaudu muudab turu ebaefektiivseks.

Üks võimalusi on biometaani pikaajalised tarnele-pingud, mis reguleerivad tootjate kohustuse tarnida maagaasivõrku igal aastal kindel kogus biometaani. Tarnelepingud sõlmitakse riigihangete kaudu ja nen-de mahtu suurendatakse CNG tarbimise järgi (sh reserv, mis arvestab tarbimise võimalikku vähene-mist). Arvestades lepingute pikaajalisust, võiks osa hanke hinnast olla indekseeritav. Biometaani toot-mist subsideeritakse sellisel juhul institutsioonilise ostja tasemel (isik, kelle riik on volitanud hankeid läbi viima). Ostja sõlmib lepingud hangete võitjate-ga ning biometaani ostuhinna ja maagaasi hinna erinevus hüvitatakse biometaani ostjale. Hangete piirhind peaks lähtuma analüüsitud efektiivsuskri-teriumitest, et hoida ära „ostmist iga hinna eest”.



LISAD



# EESTI PÕLLUMAJANDUSMAADE KASUTUS ROHUSÖÖDA TOOTMISEKS JA ROHTSE BIOMASSI RESSURSS

*Em-prof Rein Viiralt, dr Are Selge, Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut, taimekasvatuse ja rohumaaviljeluse osakond*

Eesti pindalast moodustavad põllumajandusmaad ligikaudu ühe viiendiku ja koos metsadega on tegemist ühe peamise taastuva loodusvaraga. Kasutatava põllumajandusmaa ressurss on strateegiline väärtus, mille olemasolu annab ühiskonnale võima-

luse varustada end toidu ja energiaga. Mil määral on Eesti selle ressursiga varustatud ja kas sellest piisab? Piisavuse hindamiseks tuleb vaadata, milline on põllumajandusmaa ja elanike arvu suhe ehk kui palju on maad elaniku kohta.

Maailmapanga andmetel on Eesti haritava maa arvestuses elaniku kohta 18. kohal maailmas (0,476 ha/in).<sup>17</sup> Eelkõige tuleks vaadelda aga neid piirkondi, mis asuvad lähiümbruses ning mis on nii toiduainete kui ka energeetika vaates meie lähimad kaubanduspartnerid.

Kui vaadata meie lähiümbrust, Skandinaaviat ja teisi Läänemere riike, jääb Eesti haritava maa ressurss märgatavalt maha Venemaast ja Leedust (iseküsimus on see, kas Venemaa ressurss, mis ulatub meist kohati kuni 9000 km kaugusele, on käsitletav kohaliku ressursina). Teisalt ületab Eesti haritava maa ressurss elaniku kohta üle kahe korra nii Euroopa Liidu kui ka muu maailma keskmisi näitajaid.<sup>18</sup>

## Eesti põllumajandusmaa ressurss

	HARITAV PÕLLUMAJANDUSMAA (ha) ELANIKU KOHTA
Venemaa	0,850
Leedu	0,722
Läti	0,562
Eesti	0,476
Taani	0,449
Soome	0,417
Poola	0,288
Rootsi	0,276
Norra	0,165
Saksamaa	0,145
Euroopa Liit	0,214
Maailm	0,202

Allikas: Maailmapank ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)).

Arvestades ressursi elaniku kohta, on Eestis piisavalt maad toidu tootmiseks. Samas iseloomustab see suhtarv vaid ühte osa põllumajanduslikust maakasutusest. Nimelt ei kata mõiste „haritav maa“ põllumajanduses kasutatavaid looduslikke rohumaaid. Rohumaade osa põllumajandusressursist on riigiti raske hinnata, sest nende maade kasutuse intensiivsus võib olla väga erinev ja pindalade võrdlemine objektiivset teavet ei anna.

Eestis on põllumajandusmaade registripidaja Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet (PRIA).

Asutamisaastast alates (2000) on PRIA tegelenud Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika (ÜPP, CAP) rakendusorganisatsioonina. See staatus tähendab peale põllumajandustoetuste väljamaksmise ka registre pidamist ja põllumajandustegevuse kontrollimist. Sealhulgas haldab PRIA Eesti põllumaade kaarte (põllumassiivide kaardid) ja teavet kultuuride kohta, mida nendel põllumassiividel eri aastail kasvatatakse. Tänu PRIA tööle on võimalik analüüsida andmemahutu, mis näiteks 2012. aastal koosnes 163 137 põllumassiivist kokku 942 000 ha-<sup>19</sup> ning tuvastada nende põllumassiivide piiride paiknemist

<sup>17</sup> Maailmapank. Haritav maa elaniku kohta <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC>.

<sup>18</sup> Samas.

<sup>19</sup> PRIA andmebaasi väljavõte Eesti Arengufondi andmepäringule 2012. aasta seisuga.

looduses mõne meetri täpsusega. Tegemist on ühe parima andmekoguga Eestis, mille põhjal saab analüüsida maakasutust.

Kui võrrelda PRIA registris kirjeldatud kasutuses olevate põllumajandusmaade kogupinda (942 000 ha) ja Statistikaameti andmeid kasutatava põllumaa kohta (kokku 640 000 ha)<sup>20</sup>, on erinevus u 300 000 ha suurune. See tekib sellest, et ühel juhul vaadeldakse haritavat maad ja teisel juhul kogu põllumajandusmaad, mis peale haritava maa sisaldab looduslikke rohumaad ja pikaajalisi (üle 5 aasta vanuseid) kultuur- ehk püsirohumaad (ELI ja PRIA termin).

Samas ei ole püsi- ja looduslikud rohumaad kaugeltki ainsad rohtse biomassi tekkeallikad, vaid rohusöötasid (sealhulgas näiteks sileeritav mais, mida kasvatatakse loomasöödaks) kasvatatakse ka haritavatel maadel. Kui vaadelda üksikasjalikumalt maadekasutuse jaotust PRIA andmebaasi alusel, siis on selli-

seid maid, kus 2012. aastal kasvatati loomasöödaks rohtset biomassi, kokku 560 000 ha, millest 100 000 on mahepõllumajandusalad. PRIA andmebaasis on kokku 34 selliste kultuuride nimetust, mille puhul on tegemist rohusööda tootmisega, sealhulgas nii spetsiifilised rohusöötade kultuurid, looduslikud ja poollooduslikud rohumaad kui ka rohumaataimede allakülvidega teraviljamaad.<sup>21</sup> Võime tõdeda, et maakasutuse ja kultuuride rühmitamise terminoloogiat tuleks PRIAs ja Statistikaameti mitmest aspektist viimistleda ning korrastada. Nii on praegu PRIA andmebaasis üks ja sama kultuur (näiteks oder ja suvioder) näidatud kahel eraldi real (kuigi tõenäoliselt mitte kaks korda), lähtudes tootjate aruannetest, mis on koostatud põlluraamatute alusel. Probleem on ka see, et statistilisi maakasutuskategooriaid on mitu (põllumaa, haritav maa, põllumajandusmaa, põllumajandustootmises kasutatav maa, toetusalune pind jt) ning nende sisulist erinevust on mittespetsialistil ja laiemal üldsusel enamasti raske mõista.

## Rohtse biomassi saagikus ja saak

Eesti Arengufondi tellimusel hindasid siinse artikli autorid Eesti rohtse biomassi kuivaine saaki, lähtudes PRIA eelkirjeldatud andmestikust. Rohtse biomassi saak (keskmine kuivaine t aastas) on arvatud kultuuriti (2012. a PRIA andmeil kokku 34 nimetust), võttes aluseks vastava kultuuri 2012. a kasvupinna ja tõenäolise saagikuse (kuivaine t / ha). Saagikuse arvud põhinevad tootmisest ja põldkatsetest (EMÜ autorid) kogutud andmetel ning erialakirjanduses avaldatud tulemuste analüüsil. Meie esitatud saagikus (kuivaine t / ha aastas) kajastab eri kultuuride rohtse massi produktsioonivõimet keskmiste ilmastikuoludega (sademed, soojus, päikesekiirgus) aastail optimaalsele tasemele lähedastes viljelustingimustes (enam-vähem piisav väetamine, rohukamarais umbrohtu vähe, sobiv niidete arv jt). Potentsiaalne saagikus võib olla meie pakutud tasemest 10–15(20)% suurem, mis käib eeskätt põllukultuuride kohta tavaviljeluses ning mis saavutatakse põhiliselt parema väetamise ja suurema saagivõimega ning Eestis talvekindlamate taimesortide valikuga.

Suurima keskmise saagivõimega kultuurideks (kuivaine t / ha aastas) on olnud senistel andmetel ta-

vaviljeluses mais (10,0), lutsern (7,0), üheaastane raihein (7,0) ning kõrreliste rohumaad (6,0) ja liblikõieliste-kõrreliste segud (6,0). Maheviljeluses olid saagikamad samuti lutsern ja kõrreliste-liblikõieliste segud (mõlemad 5,0 t/ha). Tavaviljeluses saadi kaalutud keskmisena rohtse biomassi kuivainet 4,1, maheviljeluses 2,9 ja kogu rohttaimede pinnalt (536 056 ha) 3,9 t/ha.

Huvitavad on kogusaakide struktuuri andmed, s.o millised kultuurid ja pinnad andsid põhiosa rohtsest biomassist. Arvutused näitasid, et 2012. aastal toodeti kokku 2 185 400 t rohtse biomassi kuivainet, sellest tavaviljeluses (u 462 530 ha) 86%. Mahe-tootmine (u 100 500 ha ehk 18% üldpinnast) andis 14% kuivaine kogumassist.

Tavaviljeluses andsid 3 kultuuri (rohttaimed, s.o pikaajaline ehk püsirohumaad koos loodusliku rohumaaga; kõrreliste-liblikõieliste segu; kõrreliste rohumaad) kokku tervenisti 81% kuivaine kogusaagist (s.o vastavalt 39, 27 ja 15%). Maheviljeluses tuli põhiosa (kokku 86%) rohtse biomassi kuivainest rohttaimedelt (kokku 49%, sh pikaajalised rohumaad 45

<sup>20</sup> Statistikaamet. PMS105: põllumaa kasutus <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp>.

<sup>21</sup> PRIA andmebaasi väljavõte Eesti Arengufondi andmepäringule 2012. aasta seisuga.





ja looduslikud 4%), liblikõieliste-kõrreliste segudelt (u 25%) ja ristikut (12%).

Mõlema viljelusviisi puhul andsid kaaluka osa rohtse massi kuivainest põllumaal kasvatatud taimed ehk põllukultuurid: tavaviljeluses 59% ja mahetootmises 51%, pikaajaliste ehk püsikultuurrohumaade osa eeltoodud viljelusviisiti oli vastavalt 36 ja 45% kuivaine kogutoodangust. Looduslikud rohumaad andsid arvutuste põhjal vaid 2,5% ning poollooduslikud kooslused (toetusalune pind 2012. a 26 640 ha) 1,8% toodetud rohtse biomassi kuivainest tava- ja maheviljeluse summana.

Lisaks tuleb arvestada, et ainult osa looduslikest ja toetusalustest poollooduslikest rohumaadest (eeskätt lammi- ja aruniidud) saab niita biogaasi tootmise eesmärgil, teised on kivised (rannarohumaad) või muude takistustega (puud, põõsad).

Seega saab teadaoleva info alusel hinnata Eesti rohtse biomassi ressursiks 2,2 mln t kuivainet aastas, mis võtab arvesse nii tava- kui ka maheviljeluse pindu ja lähtub PRIA maakasutuse teabest. Hinnang kajastab eri kultuuride rohtse massi produktiivset võimet keskmiste ilmastikuoludega (sademed, soojus, päikesekiirgus) aastail optimaalsele tasemele lähedastes viljelustingimustes. Potentsiaalne saagikus võib olla meie pakutud tasemest 10–15(20)% suurem, mis käib eeskätt põllukultuuride kohta tavaviljeluses ja on saavutatav põhiliselt parema väetamise, suurema saagivõime ja Eestis talvekindlamate taimesortide valikuga.

***Eesti rohtse biomassi ressurs on 2,2 mln t kuivainet aastas. Potentsiaalne saak võib olla 10–15% suurem.***

#### **Rohusöödakultuuride kasvupind, kuivaine saagikus ja saak**

<b>Kultuur PRIA klassifikatsiooni järgi</b>	<b>Kasvupind ha</b>	<b>Kuivaine saagikus t/ha</b>	<b>Kuivaine saak t</b>
kaer allakülviga	8 299	1,50	12 448
kõrreliste rohumaad	50 935	5,87	298 814
liblikõieliste-kõrreliste segu	100 100	5,85	585 382
lutsern	4 758	6,86	32 659
mais	3 644	10,00	36 443
muud liblikõielised	6 159	6,56	40 424
muud teraviljad allakülviga	13	1,50	19
nisu allakülviga	965	1,50	1 448
oder allakülviga	8 134	2,47	20 088
orashein (bioenergiaks)	82	6,35	524
poollooduslikud kooslused	26 640	1,50	39 960
põldhernes	12 323	3,93	48 412
ristik	32 275	4,37	140 907
rohttaimed	287 139	3,05	877 114
segavili	2 152	4,77	10 261
speltanisu allakülviga	35	2,00	70
suvinisu allakülviga	3 141	1,42	4 469
suvioder allakülviga	8 932	2,48	22 109
suvirüps allakülviga	62	1,00	62
suvivikk	89	3,37	300
teraviljade segu	508	4,42	2 244
teraviljade segu allakülviga	251	3,80	955
tritikale allakülviga	94	1,34	125
üheaastane raihein	407	6,73	2 743
üheaastased heintaimed	1 295	5,74	7 432
<b>KOKKU</b>	<b>563 056</b>	<b>3,88</b>	<b>2 185 411</b>

*Kasvupindade info 2012. aasta PRIA teabe alusel.*

*Kuivaine saagikus on arvestatud tavaviljeluse ja mahepõllumajandusliku tootmise keskmisena.*



# ROHTSE BIOMASSI KASUTAMINE LOOMASÖÖDAKS – BIOMASSI TEKKE JA TARBIMISE RUUMIANDMETE MUDEL

*Dr Allan Kaasik, Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut;  
Ville Vohu, Eesti Arengufond, biomajanduse ekspert*

---

Eestis on kokku kümnekond biogaasijaama ja neis kasutatakse koguessursiga võrreldes marginaalne kogus rohumassi biogaasi tootmiseks. Selliseid katlamaju, kus tarvitatakse sisendiks rohtset biomassi (hein, põhk), on autoritele teadaolevalt vaid üks. Seega on loomakasvatus peamine rohtse biomassi kasutaja Eestis. Võrreldes karjakasvatuse mahuga on energeetika valdkonnas kasutatava rohtse biomassi osatähtsus kaduvväike.

Teades Eesti rohu- ja karjamaade pindala ning biomassi saagipotentsiaali, samuti loomakasvatustooduste tootmiseks vajaliku rohtse biomassi vajadust, saab välja tuua selle ressursi, mis jääb praegu kasutusest välja ja mis oleks tulevikus perspektiivne allikas väärtustloovas biogaasi tootmises või loomakasvatuses. Rohtse biomassi tekkimise ja tarbimise ruumimudeli alusel võib teha järeltõlge ressursi kasutatavuse kohta, sest vaid piisavalt kontsentreeritud ressursi saab ka tegelikult kasutusele võtta.

Rohtse biomassi teket on võimalik modelleerida olenevalt asukohast ning biomassi tekke lähteandmetena on kasutatud PRIA põllumassiivide asukohta teavet ning Rein Viiralti ja Are Selge hinnanguid rohumasside saagikuse kohta (artikkel „Eesti põllu-

majandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressurs“). Arvesse on võetud põldude suhtelist saagikust maakonna täpsusastmega.<sup>22</sup> Võimalikud saagikuse kasvud on jäetud esialgses analüüsis reservi.

Rohtse biomassi tarbimise ruumilist paiknemist saab analüüsida PRIA loomade ja loomakasvatusehitiste registri andmete alusel. Need registrid sisaldavad peale muu teabe kariloomade vanusestruktuuri ja asukohta (loomakasvatusehitise asukohta) karjade lõikes. Analüüsis on kasutatud andmeid 31.12.2012. a seisuga, arvestades, et ka põlluregistri puhul on võetud aluseks 2012. aasta vegetatsiooniperiood. Selle kuupäeva seisuga oli rohusööjatest (tabel 1) registrisse kantud 330 000 looma, kellest suurima rühma moodustasid üle 24 kuu vanused veised. Mõiste „veis“ hõlmab analüüsis nii piima- kui ka lihaveiseid.

Analüüsis eeldatakse, et rohusöödad (silo, hein) toodetakse laudale lähimast võimalikust allikast (lauda söödavarumise piirkond) ja seda ei valmistata rohkem, kui on vajalik järgmise vegetatsiooniperioodi söödani. Rohumassi, mis jääb söödavarumise piirkonnast välja, ei väärindata.

---

<sup>22</sup> Eesti muldade viljakus ja selle hindamine. R. Kask (tabel 7) [http://agrt.emu.ee/pdf/1994\\_4\\_kask1.pdf](http://agrt.emu.ee/pdf/1994_4_kask1.pdf).



Analüüs ei sisalda hobuste tarbitavat rohusööda kuivaine kogust. Hobused on analüüsist välja jäetud seepärast, et hiljem on vaja siduda rohusööda tarbimine põllumassiividega. Hobuste puhul ei saa sageli aluseks võtta eeldust, et rohusööt toodetakse logistiliselt võimalikult tarbimiskoha lähedal. Tegemist ei ole produktiivloomadega ja seega ei ole

söödatootmise logistikakulu nii oluline tegur kui veiste, lammaste ja kitsede puhul. Asukohapõhise mudeli kasutamisel tuleks hiljem seda erisust arvestada. Eestis oli 2012. a umbes 10 000 (PRIA, 17.09.2012) hobust, kes tarbisid arvutuslikult 15 148 t rohusöötade kuivainet.<sup>23</sup>

**Tabel 1:** Veiste, lammaste, kitsede arv (tk) ning rohusööda kuivaine (t KA/LÜ aastas) hinnanguline tarbimine PRIA registriandmete alusel (31.12.2012)

Liik ja vanuserühm	Peade arv	Keskmine loomühikute arv pea kohta	Rohusööda KA tarbimine loomühiku kohta	Loomühikute arv	Rohusööda KA tarbimine kokku
	Tk	LÜ <sup>10</sup> /pea	t KA / LÜ aastas	LÜ	t KA aastas
Kuni 6-kuused veised	32 696	0,20	2,7	6 539	17 639
6–24-kuused veised	84 478	0,60	4,8	50 687	244 206
Üle 24-kuused veised	130 721	1,00	3,3	130 721	432 655
Lambad/kitsed	82 141	0,15	3,3	12 075	39 667
<b>KOKKU</b>	<b>330 036</b>			<b>200 022</b>	<b>734 168</b>

Mäletsejaliste<sup>24</sup> ja hobuste söödatarve (aasta keskmine kuivaine kogus) on kalkuleeritud söötmisnormide järgi („Põllumajandusloomade söötmisnormid koos söötade tabelitega“, koostanud Ü. Oll jt, 1995). Piimakarja (eri vanuse- ja toodangurühmad) aasta keskmist söödatarbimist on mõnevõrra korreerinud Keskkonnainvesteeringute Keskus, tuginedes 2012. a projekti „Veisekasvatuse kasutatavate sõnnikustandardite uuendamine ja täiendamine“ tulemustele.<sup>25</sup>

Eestis on peamine rohtse biomassi tarbija piimakarja (lehmad ja noorkari). Kogu aastasest sööda kuivaine vajadusest moodustavad rohtne biomass (karjamaarohi, haljassööt) ning sellest valmistatud söödad (silo, vähemal määral hein) sõltuvalt vanuse- ja toodangurühmast 40–100%. Seejuures noorloomade söödavajadus kaetakse pärast vasikaperioodi peamiselt just rohusöötadega. Piimalehmade puhul oleneb rohusöötade tarbimine tavaliselt toodangu tasemest ja söötade kvaliteedist. Madalama toodangutaseme (3000–4000 kg/a) ning põhisöodalise söötmistüübi puhul saab piimalehma sööta ka ainult rohtsel biomassil põhineva ratsiooniga.

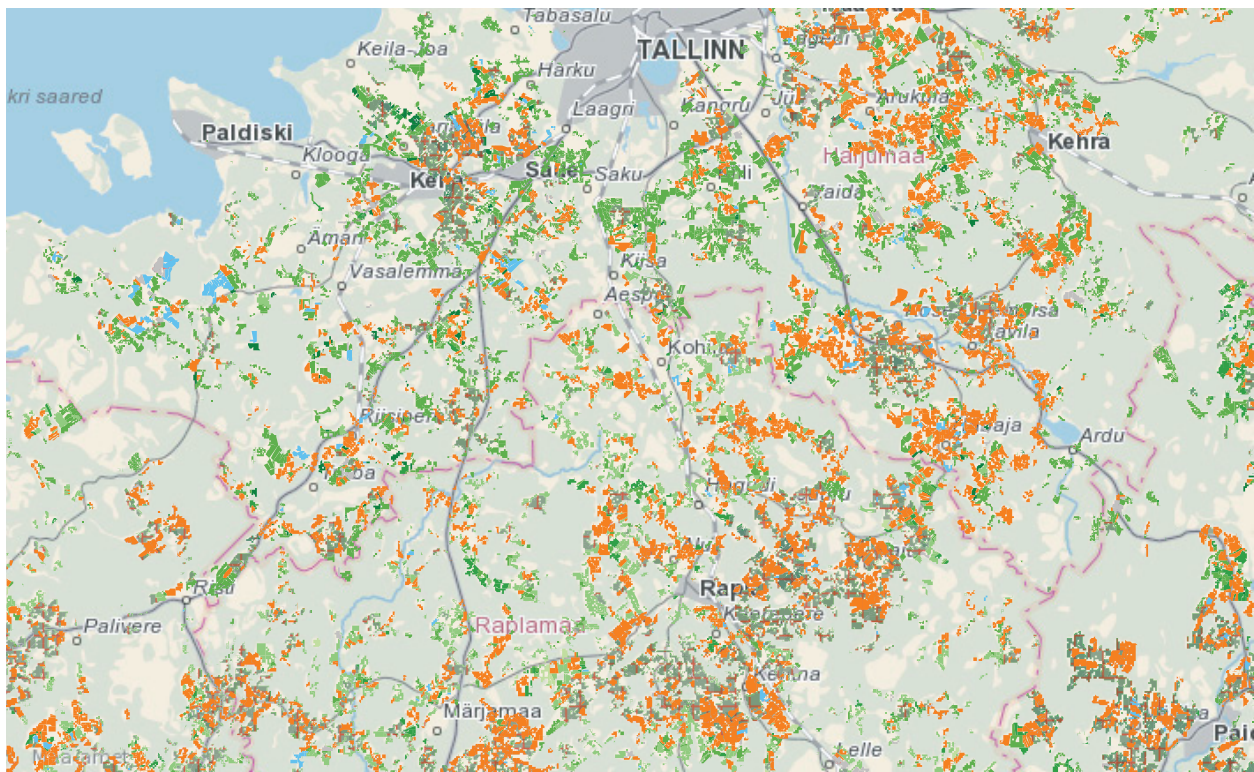
Kõrgema toodangutaseme puhul rohusöötade osatähtsus ratsioonis tavaliselt väheneb, kuna rohusöötades on toiteelementide kontsentratsioonimäärad võrreldes jõusöötadega madalamad. Lihaveiste, lammaste ja kitsede söödatarve kaetakse peamiselt rohusöötadega (karjamaarohi, silo, hein), jõusöötade osatähtsus ratsioonis on palju tagasihoidlikum. Rohtne biomass ja sellest valmistatud söödad, mida kasutatakse suure toodanguga piimalehmade (ning vastava noorkarja) ratsioonides, pärinevad tavaliselt kultuurrohumaadelt. Lihaveiste ning lammaste ja kitsede sööt pärineb sageli poollooduslikelt ja looduslikelt rohumaadelt, mille kvaliteet ei ole suure toodanguga piimakarja söötmiseks sobilik.

Eespool kirjeldatud tingimuste alusel on koostatud rohumaade kasutuse kaart, mis kirjeldab, millises ulatuses ja kus kasutatakse kasvavat rohumassi loomasöödaks ning mis piirkondades jääb rohumass valdavalt loomasöödaks kasutamata. Joonisel 1 on Tallinnast lõunasse jääva 60 × 80 km ala väljavõte rohumaade kasutuse kaardist.

<sup>23</sup> Eesti põllu- ja maamajanduse nõuandeteenistus. Söötmine. [http://www.pikk.ee/valdkonnad/loomakasvatus/hobusekasvatus/sootmine#.VAbG\\_7ccSzk](http://www.pikk.ee/valdkonnad/loomakasvatus/hobusekasvatus/sootmine#.VAbG_7ccSzk).

<sup>24</sup> Põllumajandusministri 21.02.2013 määrus nr 12 „Loomakasvatuse üleminekutoetuse ja piimasektori eritoetuse saamise täpsemad nõuded ning toetuse taotlemise ja taotluse menetlemise täpsem kord ning toetusõiguse üleandmisest teavitamise kord ja põllumajandusloomade loomühikute arvestuse alused“, lisa 3.

<sup>25</sup> Projekti „Veisekasvatuse kasutatavate sõnnikustandardite uuendamine ja täiendamine“ tulemuste põhjal; [http://vl.emu.ee/userfiles/VU/tervisjakeskk/2014\\_06\\_aruanne.pdf](http://vl.emu.ee/userfiles/VU/tervisjakeskk/2014_06_aruanne.pdf).

**Joonis 1:** Rohitse biomassi tekke-tarbimise kaart

- teravili (sh raps)
- lautade rohusööda varumise piirkonnad
- rohumaad, millelt tõenäoliselt jääb rohtne biomass väärindamata
- muud kultuurid (puu- ja köögiviljad, marjaistandused jms)

Mõistagi on tegemist üldistusega, mis ei võta arvesse kõiki põllumajandusettevõtete maakasutuse eripärasid ning toetub vaid ühele argumendile – lähim põllumassiv laudale on ka soodsaim sööda tootmise allikas. Tegelikus maakasutuses on neid tegureid rohkem: eelkõige maade omandi- ja rendisuhted, aga ka tootmise intensiivsus, loomade liik, arv ja kontsentratsioon ning maade sobivus teatud kultuuride viljelemiseks. Samas mõjutavad need tegurid maakasutuse kaardi täpsust ja suure mastabi korral ei ole neil suurt mõju.

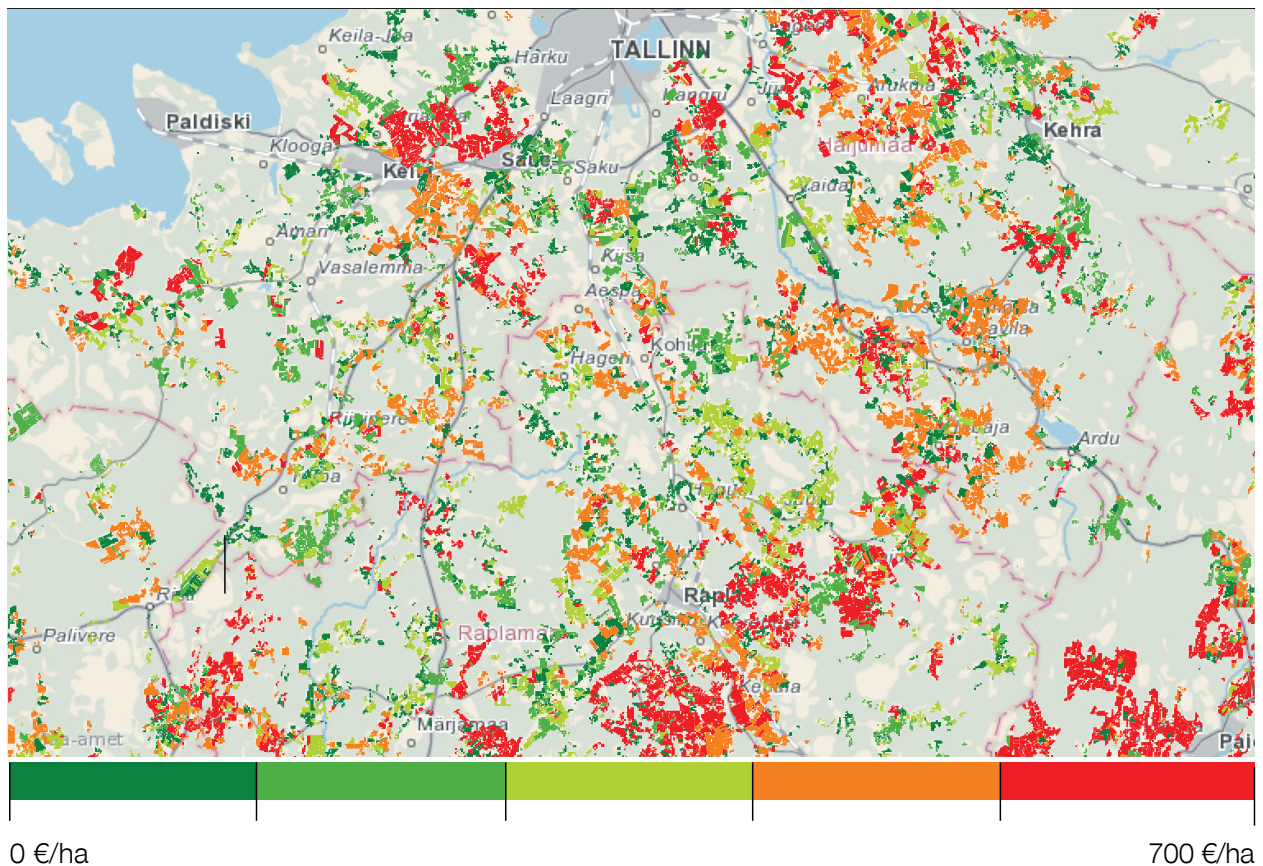
Teine kirjeldatud probleemi analüüsimise viis on vaadelda maakasutajate tulusid põllumajandustoodangu müügist. Joonisel 2 on toodud maakasutuse intensiivsuse näitajad, lähtudes põllumajandustoodangu müügist kasutatava pindala kohta aastas.

Joonisel 2 kujutatud tulude jaotuse analüüsi on kaasatud ettevõtjate põllumajandusliku müügitulu andmed Äriregistri ning Maksu- ja Tolliameti info

alusel. Analüüsist on välja jäetud sea- ja linnukasvatuse ning teenuste osutamise tulud, sest need pole maakasutusega otseselt seotud. Eri meetodikate alusel saadud tulemuste võrdlemine viitab, et seal, kus rohtne biomass jääb väljapoole loomakasvatuse ettevõtete söödavarumise piirkonda, on ka halvad põllumajandustoodete müügi näitajad pindalaühiku kohta ehk on olemas nn tühjad alad, mis ei osale väärtusloomes.

***Eesti rohumaade rohtse biomassi tekkest jääb kasutamata u 1,4 mln t kuivainet ja väärtusloomest jääb kõrvale 300 000 – 350 000 ha rohumaid. Nende maade kasutamise peamised tulud tulevad ettevõtjatele põllumajandustoetustest.***

**Joonis 2.** Põllumajandustoodangu müügikäive ettevõtte kasutatava maa pindala kohta



Tuginedes PRIA loomaregistri andmetele, saab väita, et Eesti rohusööjad loomad tarbivad rohusööta ü 750 000 t kuivainet aastas (sh veised, lambad, kitsed, hobused). Tegemist on otsese sööda tarbimisega. Arvestades juurde ka võimalikud kaod, on tõenäoline rohusööda tarbimine kokku kõige rohkem 800 000 t kuivainet aastas. Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi teadlaste Rein Viiralti ja Are Selge koostatud hinnang Eesti rohumaade saagile on 2,2 mln t rohtse biomassi kuivainet aastas. Seega ei kasutata ligikaudu 64% rohtsest biomassist (kokku 1,4 mln t kuivainet) loomasöödaks ja see ressurss jääb seetõttu toiduks väärindamata.

Kuhu see ressurss kaob? Tõenäoliselt enamik kasutamata rohumassist purustusniidetakse ja jäetakse rohumaadele lagunema. Osaliselt kogutakse tekkinud rohumass kokku, virnastatakse põlluservades ja jäetakse sinna lagunema, väikest osa kasutatakse loomakasvatuses allapanuna.

Rohumaade üks alakasutuse liik on rohumaakarjatamine põhjendamatult väiksel loomkoormusel. PRIA aktsepteeritud minimaalne loomkoormus on

0,2 loomühikut hektari kohta ja see kehtib kogu Eestis ilma erisusteta (sama norm nii Lääne-Eesti rannaniitudel kui ka Virumaal).

Võrreldes rohumaade kasutust logistilisest vaatenurgast (sööta varutakse eelduslikult võimalikult lautade läheduses) ja põllumajandustoodete müügitulude aspektist (Äriregistri ning Maksu- ja Tolliameti müügitulud seostatud isikute maakasutusega), võib näha seost rohumaade alakasutuse ning väikese müügitulu vahel. Rohumaade ressursi parem ära kasutamine tõhustaks märgatavalt kogu põllumajandustegevust, sest praegu jääb 300 000 – 350 000 ha (kolmandik Eesti põllumajandusmaast) väärtusloomest välja ning ettevõtjad saavad nende maade kasutamise põhitulud põllumajandustoetustest.

Rohumaade väärtusloomel saab perspektiivis olla kaks suunda: loomakasvatuse kasv ja/või rohtsel biomassil põhineva energeetika arendamine. Nende valikute tegemine oleneb eelkõige sellest, kuidas need mõjutavad Eesti majandust tervikuna ja milliste lisaasjaoludega peame arvestama (toiduaineturu arengusuunad, energiajulgeolek, maapiirkondade demograafilised muutused jne).

# BIOGAAS ROHTSEST BIOMASSIST JA BIOMETAANI RESSURSS

Ülo Kask, Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika instituudi teadur

## Saateks

Tänapäeval veab Eesti sisse suure osa riigis kasutatavatest gaasilistest kütustest Venemaalt loodusliku gaasina (678 mln m<sup>3</sup> 2013. a: ESA, 2014). Kavas on rajada veeldatud maagaasi terminal, mille kaudu saab hankida gaaskütust muudest riikidest. Peale imporditava maagaasi kasutatakse Eestis soojust ja elektri tootmiseks põlevkivi uttegaasi (elektriks 450 mln m<sup>3</sup> ja soojusteks 626 mln m<sup>3</sup> 2013. a: ESA, 2014) ja biogaasi (elektriks 6 mln m<sup>3</sup> ja soojusteks 10 mln m<sup>3</sup> 2013. a: ESA, 2013) ning vedelgaasi kodumajapidamistes ja vähesel määral mootorikütuseks. Selgituseks olgu lisatud, et põlevkivigaasi ei saa ilma kalli töötluseta kasutada mootorikütuseks nagu maa- või vedelgaasi, mille kasutamine vajab vaid veidi mootorite seadistamist. 2013. aastal Eestis kasutatud autobensiini (234 000 t: ESA, 2014) asendamiseks

oleks vaja 235 mln m<sup>3</sup> biometaanit (või samaväärset gaasilist kütust). Riigis kasutatavast maagaasist kulus 2013. aastal elektri tootmiseks 13 mln m<sup>3</sup> ja soojuste tootmiseks 364 mln m<sup>3</sup> maagaasi (ESA, 2014).

Kas ja kui õigustatud on vedada riiki sisse sellises koguses gaasilist kütust (või fossiilset vedelkütust transpordivahendite), kui meil seisab kasutamata ressursse biogaasi/biometaanit tootmiseks üle maa. Taastuvate ressursside baasil toodetava biogaasi hind on tõenäoliselt kõrgem eksporditava fossiilse maagaasi hinnast, kuid arvatava hinnatõusu kompenseerivad põllumajandussektori sissetulekud, töötajate tööhõive tagamine, keskkonnamõjude leevenemine fossiilse gaasi kasutamise vähenemise arvel, väliskaubandusbilansi paranemine ja energiapuuduse kasv.

## Üldist

**Biogaas** on gaasiline aine (gaasisegu), mis saadakse anaeroobsel kääritamisel bakterkoosluse elutegevuse tulemusel, ning see koosneb 45–70% metaanist (CH<sub>4</sub>), 30–40% süsinikdioksiidist (CO<sub>2</sub>) ja vähesel määral N<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S jm. Biogaas tekib looduses hapnikuvabas (anaeroobses) keskkonnas, nt soodes, sõnnikuhoidlates ja mäletsejate loomade maos. Biogaasi saadakse sobivast biomassist tehnilikult kääritates, kus hoitakse metaanbakteritele sobivat temperatuuri ja hapnikuvaba keskkonda. Biogaasi tootmiseks sobivad mitmel pool maailmas kasutatavad biolagunevad materjalid (biomass ja orgaanilised jäätmed) ja kohad:

- 1) olmejäätmed (nende biolagunev osa);
- 2) tööstusettevõtete biolagunevad tootmisjäätmed ja -jäägid;
- 3) biolagunevad põllumajandus- ja aiandusjäätmed ja -jäägid taime-, looma- ning linnukasvatusest;
- 4) reoveesetted ja -mudad;
- 5) rohtne biomass (looduslikult kasvavad rohttaimed või nn energiataimed (*energy crops*), mida spetsiaalselt kasvatatakse ja sileeritakse);

6) asulate prügilad (kogutakse nn prügilagaasi (*landfill gas*), mis oma omadustelt sarnaneb biogaasiga, mis saadakse eelmistest allikatest anaeroobsel kääritamisel).

Biogaasi kütteväärtus jääb enamasti vahemikku 5–7 kWh/Nm<sup>3</sup>, arvutustes võetakse üldjuhul aluseks väärtus 6 kWh/Nm<sup>3</sup> ehk 22 MJ/Nm<sup>3</sup> (TTÜ STI, 2007).

**Biometaan** on puhastatud biogaas, mille omadused vastavad loodusliku maagaasi kvaliteedile. Puhastatud biogaas, mis edastatakse maagaasivõrku, peab Eesti tingimustes sisaldama vähemalt 98% (±1%) metaani. Süsinikdioksiidi ja teiste ainete eemaldamine biogaasi puhastamisel tõstab biogaasi kütteväärtust ning vähendab süsteemides korrosiooni teket, mida võib põhjustada happeliste ühendite esinemine puhastamata biogaasis. Biogaasi saab biometaaniks puhastada mitmel viisil: veega pesemine, kõikuvrõhuga absorbeerimine, keemiline absorbeerimine, membraaneraldus, krüogeenpuhastus jt.



## Biogaasi kasutamine

Biogaasi kasutatakse kogu maailmas laialdaselt nii kodumajapidamise kütusena (peamiselt Aasia ja Lõuna-Ameerika arengumaades) kui ka soojuse ja elektri tootmiseks (sh koostootmiseks). Näiteks Hiina kavandab biogaasi toodangu tõsta 2020. aastaks miljardi m<sup>3</sup>-ni aastas (u 150 TWh). Biometaanit saab kasutada kõikjal, kus praegu kasutatakse maagaasi. Näiteks sobib seda tarvitada surugaasiga sõitvates veovahendites (autodes) ilma piiranguteta nii puhtal kujul kui ka segus maagaasiga.

Euroopa Liidu kolm kõige suuremat biogaasi tootjat on Saksamaa, Suurbritannia ja Itaalia, kelle toodang oli 2012. aastal 74,6, 21,1 ja 13,7 TWh, seega moodustas nende osakaal ELi 28 riigi biogaasitoodangus (139,9 TWh) 78,2%. Eesti oli oma 0,033 TWh toodanguga 2012. aastal ELi 28 riigi hulgas viimane (EurObserv'ER, 2013). Eesti Statistikaameti andmetel toodeti Eestis 2013. aastal kokku 16 mln m<sup>3</sup> (~96 GWh) biogaasi, mis suunati soojuse ja elektri koostootmisjaamadesse. Eestis toodeti biogaasist elektrit 15,8 GWh 2012. aastal (EurObserv'ER, 2013) ja 36 GWh 2013. aastal (ESA, 2014).

Tänapäeval kasutatakse Euroopa Liidus biogaasi valdavalt soojuse ja elektri koostootmisjaamades energia muundamisel, kuid kiiresti suureneb ka selle puhastamine ja suunamine maagaasivõrkudesse. Saksamaal oli 2012. aastal 117 biogaasipuhastusjaama võimelised maagaasivõrkudesse edastama 80 390 Nm<sup>3</sup>/h biometaanit. Samuti areneb Saksa-

maal soojuse juhtimine biogaasil töötavatest soojuse ja elektri koostootmisseedmetest (SEK) asulate kaugküttevõrkudesse.

SEKid peaksid asuma nende tiheasustusega asulate vahetus läheduses, kus on suuremad kaugküttevõrkudega korrusmajad (soojustarbijad), kuid suuremad biogaasi toorme allikad paiknevad vaid harva eelnimetatud kohtades või nende lähiümbruses. Sellegipoolest võib Eestis nimetada mõnda biogaasijaama, millest saadava biogaasiga (soojusega) varustatakse kaugküttevõrkude tarbijaid: Aravete, Oisu, Vinni, Ilmatsalu. Biogaasijaamade ehitamise ja biogaasi toodangu suurenemise korral tuleb leida biogaasile muud rakendust peale soojuse ja elektri koostootmise, mille hulgast peetakse sobivaks ja perspektiivsemaks biogaasi puhastamist biometaaniks ja viimase kasutamist mootorikütuseks. Mõnel pool maagaasitorustike läheduses võiks biometaanit juhtida otse gaasivõrku, kuid paljudes kohtades tuleks seda veeldada või komprimeerida (kokku suruda), et seda saaks kasutada autonoomsetes tanklates.

Eesti on võtnud Euroopa Liidus kohustuse tarbida aastal 2020 kasutatavatest transpordikütustest 10% ulatuses kütuseid või energiat (elektrit), mis on saadud taastuvatest energiaallikatest. Selle nõude täitmiseks tuleb ühe võimalusena kaaluda biometaanitootmist ja kasutamist.

## Biogaasi toorme ressursid

Biogaasi tootmiseks sobivate allikate määratlemist ja toormaterjalide ressursside kalkuleerimist on Eestis käsitlenud mitu autorit, üks põhjalikumaid ülevaateid on antud ligi kümme aastat tagasi. Järgnevalt esitatakse lühikokkuvõtte kahe uuringu kohta.

2007. aastal Eesti bioenergia arengukava koostamiseks valminud uuringus „Biomassi tehnoloogiuuringud ja tehnoloogiate rakendamine Eestis“ (TTÜ STI, 2007) leiti, et Eestis saaks sõnniku, reovee muda ja biolagunevate jäätmete ressursi baasil toota 96 mln m<sup>3</sup> biogaasi aastas, millest omakorda saaks toota 236 GWh elektrit (mootorite elektriline koguvõimsus 29,5 MW) ja 244 GWh soojust (moo-

torite soojuslik koguvõimsus 30,4 MW). Rohtsest biomassist, milleks oleks näiteks mais, päderoog, ida-kitsehernes, ristikhein või rohusilo rohumaadelt, saaks keskmiselt 280 mln m<sup>3</sup> biogaasi aastas, millest saab toota 688 GWh elektrit (mootorite elektriline koguvõimsus 86 MW) ja 710 GWh soojust (mootorite soojuslik koguvõimsus 89 MW). Kogu teoreetiline biogaasi hulk aastas oleks 377 mln m<sup>3</sup>, millest toodetava elektriga saaks varustada 224 000 leibkonda (739 000 inimest; 1,25 MWh/in) ja toodetava soojusega 99 500 leibkonda (295 356 inimest, 3,23 MWh/in) või bensiiniekvivalendina 60% metaani sisalduse juures 226 mln l (172 000 t) bensiini ehk peaaegu 74% Eestis tarbitavast bensiini

nist 2013. aastal (234 000 t). Välditav CO<sub>2</sub> kogus oleks 970 200 t/a (biogaasist elektri tootmisel).

Viimase, Eesti Arengufondi tellitud uuringu kohaselt (2013) saaks Eesti kõigist toormetest toota 725 mln m<sup>3</sup> biogaasi aastas. Sellest 580 mln m<sup>3</sup> biogaasi (80%) peaks tulema järgmistest allikatest: kasutamata maadelt, poollooduslikelt rohumaadelt saadava biomassi kääritamise ning 5%-l kasutuses olevatel põllumaadelt kasvava biomassi kääritamise. 2007. aasta uuringus oli nendelt maadelt saadava biogaasi kogus väiksemaks hinnatud (280 mln m<sup>3</sup>/a). 98% puhtusega biometaanipotentsiaaliks on kalkuleeritud 371 mln Nm<sup>3</sup>/a (ekvivalentne ligikaudu 282 000 t bensiiniga), millega saaks katta kogu Eesti autobensiini vajaduse 2013. aasta tasemel.

Hiljuti Eesti Maaülikoolis valminud uuringutest „Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressurs“ ja „Rohtse bio-

massi kasutamine loomasöödaks – biomassi teke ja tarbimise ruumiandmete mudel“ nähtub, et konservatiivse hinnangu kohaselt on rohumaade praegune rohtse biomassi produktisoon 2,2 mln t kuivainet aastas ja oleks u 2,6 mln t, kui parandada rohumaade viljelemise praktikat. Konservatiivsete hinnangute kohaselt kasutatakse sellest kogusest loomakasvatuse vajadusteks 0,8 mln t kuivainet aastas ja kasutamata jääb umbes 1,4 mln t kuivainet aastas, perspektiiviga kuni 1,8 mln t aastas.

Kui arvestada rohusilo kääritamisel biogaasi tootmiseks tagasihoidlikult 150 m<sup>3</sup>/t märgaine kohta (MA), siis saaksime 636 mln m<sup>3</sup> biogaasi aastas (4,24 mln tMA) ja sellest 350 mln Nm<sup>3</sup> biometaanipotentsiaaliga arvestusega, et rohusilo kääritamisel saadav biogaas sisaldab 55% metaani. Ainuüksi selle biometaanipotentsiaaliga, mida võiks saada kasutusel olevatelt rohumaadelt, saaksime rahuldada Eesti autopargi bensiinivajaduse 2013. aasta tasemel.

## Olulisemad järeldused

2013. aastal tarbiti Eesti sisevajaduseks 234 000 t autobensiini, millest 10% on 23 400 t ehk 23 400 000 l, mis on ekvivalentne 23,4 mln Nm<sup>3</sup> biometaaniga. Sellise hulga bensiini asendamiseks, mis on võetud kohustuseks ELi vastu, oleks vaja toota vaid 6,7% biometaanist, mida saaks rohumaade seni kasutamata biomassist. See teeks 0,156 mln tKA/a ja sellise koguse saaks kätte 72 300 hektariit (saagikuse juures 3,9 tKA/ha).

Eestis kasutusel olevate rohumaade, kuid mittekasutatava biomassi (1,4 mln tKA/a) arvel saaks toota 350 mln Nm<sup>3</sup> biometaanit aastas.

Lisabiomassi saaks ka seni kasutuseta olevatelt rohumaadelt, mille realselt kasutatavaks pindalaks on hinnatud umbes 100 000 ha. Sellelt võib saada

45 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi aastas ja see on arvatud madalama saagikuse juures (3 tKA/ha), sest kasutamata maad on tavaliselt väiksema väärtusega. Biometaanit hulk oleks sel juhul u 25 mln Nm<sup>3</sup>/a.

Koos lisabiometaaniga, mida saaks tänapäeval kasutuseta olevatelt maadelt, saaks rohtsest biomassist toota kokku 375 mln m<sup>3</sup> biometaanit aastas, millega saaks asendada 375 000 t autobensiini, mis on Eesti 2013. aasta tarbimisest kuni 60% suurem.

Kogu Eestisse imporditud maagaasist (678 mln Nm<sup>3</sup>, 2013) moodustaks rohumaadelt saadav biometaan 55,3%. Samal aastal soojuste ja elektri tootmiseks kasutatud maagaasist (377 mln Nm<sup>3</sup>) kataks rohumaadelt saadav biogaas peaaegu 100%.





Biogaasi lisaallikad on loomasõnnik, tööstusjäätmed, reovee muda ja prügilad. Kõigist nendest juba toodetakse biogaasi, kokku 17 mln Nm<sup>3</sup> 2013. aastal. Täiendavalt võiks optimistlike hinnangute alusel saada u 100 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi aastas.

Kui liita kokku rohumaadelt ja kõigist muudest allikatest saadav ning tänapäeval juba kasutatav biogaasi kogus, saame tulemuseks 798 mln Nm<sup>3</sup>/a, mis

biometaanina oleks kuni 450 mln Nm<sup>3</sup>/a. Viimane kogus moodustab Eestis 2013. aastal tarbitud maagaasi kogusest kuni 65%.

Maagaasi kasutus hakkab edaspidi tõenäoliselt vähenema, sest paljud kaugküttekattlamajad ja SEKid lähevad maagaasilt üle puitkütustele ning hoonete ja tööstusettevõtete energiatõhusamaks muutmine vähendab kütuste kasutust.

---

## Allikad

1. (ESA, 2014) Eesti Statistikaamet - KE023: ENERGIABILANSS KÜTUSE VÕI ENERGIA LIIGI JÄRGI [http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KE023&ti=ENERGIABILANSS+K%DCTUSE+V%D5I+ENERGIA+LIIGI+J%C4RGI&path=../Database/Majandus/02Energeetika/02Energia\\_tarbimine\\_ja\\_tootmine/01Aastastatistika/&lang=2](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KE023&ti=ENERGIABILANSS+K%DCTUSE+V%D5I+ENERGIA+LIIGI+J%C4RGI&path=../Database/Majandus/02Energeetika/02Energia_tarbimine_ja_tootmine/01Aastastatistika/&lang=2).
2. (TTÜ STI, 2007) Biomassi tehnoloogiauuritud ja tehnoloogiate rakendamine Eestis. Lõpparuanne. TTÜ STI, 2007.
3. (EurObserv'ER, 2013) The State of renewable energias in Europe. 13th EurObserv'ER Report, 2013.
4. (Eesti Arengufond, 2013) Biogaasi energeetiline ressurss, [http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Biogaasi\\_energeetiline\\_ressurss](http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Biogaasi_energeetiline_ressurss).

# EFEKTIIVNE SILOTOOTMISÜKSUS: TEHNILISED JA MAJANDUSLIKUD PARAMEETRID

**Dr Are Selge**, Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut, taimekasvatuse ja rohumaa viljeluse osakond. **Aadi Remmik**, põllumajanduskonsulent, Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaal instituudi doktorant.

**Ülevaade. Analüüsis käsitletakse efektiivse silotootmisüksuse tehnilisi ja majanduslikke aspekte. Koostati silotootmise mudelettevõtte ning selle alusel konstrueeriti silotootmise tulude ja kulude struktuur. Mudelettevõtte analüüsist selgus, et tõhusal silotootmisel saavutatakse teoreetiline omahind 18,84 €/t (kui põllumajandustoetusi mitte arvestada, on omahind 26,82 €/t). Mudelettevõtte tootmismaht on 37 600 t silo aastas 2307 ha suuruse maakasutuse puhul. Omakapitali 20% tootluse korral oleks ühe tonni silo teoreetiline müügihind 22,7 €.**

Siinne analüüs on koostatud Eesti Arengufondi tellimisel, et teha kindlaks eeldused ja investeeringud, mida on vaja silo kui biogaasi tooraine efektiivseks tootmiseks, ning prognoosida selle tegevuse rahalist tulemit. Analüüsimetoodika aluseks on toodangu kvaliteedile esitatavad nõudmised, neist tulenevad ajalised ja tehnilised piirangud ning nende põhjal leitavad optimaalsed tootmismahud. Analüüsi tulemuseks on parameetrikogum, mis väljendab efektiivset tootmismudelit (nn mudelettevõtte).

Eeldused:

1. Nõudmised, mida esitatakse biogaasi tootmiseks kasutatava silo kvaliteedile ja omadustele,

sarnanevad piimakarja söötmiseks kasutatava silo omadustega – silo kui tooraine (toite /kütte) väärtust peegeldab mõlemal juhul eeskätt lõhustuvate süsivesikute osakaal silo kuivaines. Seetõttu on tootmise kavandamisel võetud aluseks parameetrid ja nõudmised, mis kehtestatakse piimakarja söötmiseks mõeldud silole.

2. Tootmisüksus on autonoomne, s.t ühtegi tootmise põhitegevust väliteenusena sisse ei osteta. Küll võib ette näha tootmisüksuse vaba masinapargi müüki muuks otstarbeks, kui see ei takista silotootmist parima võimaliku praktika järgi.
3. Kalkulatsioonid ei sisalda transpordikuluseid siloalade hoidlastest biogaasijaama ega digestaadi alade hoidlastest biogaasijaamast põldude vahehoidlaste (digestaadi laotuskulud on kalkulatsioonis arvestatud).

Tootmisüksuse kavandamise aluseks on mahud, mida üks tootmisüksus suudab nõuetekohaselt kasutada, arvestades ajapiiranguid, mis tulenevad toodangu kvaliteedist. Seega on kasvatatavate kultuuride valik ja pinnad planeeritud nii, et rohumaadelt suudetakse taimestiku optimaalses arengufaasis koristada 3 niidet rohumassi ning samuti maisi, mida tavaliselt koristatakse viimasest rohumaa niitest hiljem. Rohumaad niidetakse keskmiselt 40-päevase intervalliga.

## Tootmismahud

Niide	Optimaalne kestus	Brigaadi jõudlus	Silotootmise kogus	Kuivaine saak (32% KA sisaldus)	Närbsilo (~32%) ha kohta	Kasvupind
nr	p	t/p	t	t KA/ha	t/ha	ha
1	15	900	13 500			
2	15	484	7 260	5,6	17	1 440
3	15	288	4 320			
Mais	15	833	12 500	8,0	25	500
Uuendatav rohumaa kultuur						367
<b>KOKKU</b>	<b>60</b>		<b>37 580</b>	<b>5,2</b>	<b>16</b>	<b>2 307</b>



## Põhivarainvesteeringud ja amortisatsioon

Põhivarainvesteeringud silotootmisse jagunevad kolmeks: seadmed, muud ehitised-rajatised ning silohoidlad, mille keskmiseks kasulikuks elueaks on arvestatud vastavalt 8, 30 ja 40 aastat.

Silohoidlate maksumuse aluseks on võetud 35 € 1 t hoidlamahu kohta ja mahuvajadus 75% aastasest silotoodangu kogusest (tootmishooaja alguses toodetud silo kasutatakse osaliselt juba hooaja jooksul ära ning hoidlad saab sügisel uuesti täita).

Muudest ettevõttega seotud ehitistest-rajatistest on ette nähtud tehnikahoidla e töökoja ehitamine maksumusega 250 000 €.

Soetatavate seadmete kasulik eluiga on vahemikus 5–10 aastat. Seadmete kasutuse osakaal muudeks tegevusteks (teised masinateenused) on 10% ja see kapitalikulu on silotootmise kuludest välja jäetud. Mudelis ei ole arvestatud investeeringutoetusi põhivara soetamiseks.

Investeeringute maht kirjeldatud ettevõtte käivitamisel on 2,7 mln € ning amortisatsioonieraldised on aastas kokku 224 000 €. Amortisatsioonieraldised moodustavad suurima artikli silotootmise kuludes.

## Silotootmise mudelettevõtte investeeringud ja amortisatsioonieraldised

	Investeering	Investeeringu eluiga	Amortisatsioonieraldised aastas	Kulu toodangu tonni kohta
Rajatud silohoidlad	986 475 €	40	24 662 €	0,66 €
Investeeringud seadmetesse	1 546 500 €	8	193 313 €	5,14 €
Muud rajatised-ehitised	180 000 €	30	6 000 €	0,16 €
<b>Investeeringud kokku</b>	<b>2 712 975 €</b>	<b>12</b>	<b>223 974 €</b>	<b>5,96 €</b>

## Masinakomplekt ja agrotehnika

Soetatava masinakomplekti ülesanded võib tootmises jagada kaheks: mullatööd, mis on seotud rohumaa uuendamise ja maisikasvatusega, ning silotootmine.

Masinad on komplekteeritud eesmärgiga saavutada ühe masinakomplektiga maksimaalne kvaliteetse silotootmise kiirus. Masinakomplekti koosseisu ja võimsuse määrab silotootmise protsess, sest mullaharimise maht on sellega võrreldes üsna piiratud (mullaharimisele kulub aastas u 1600, silotootmisele u 4600 töötundi).

Silotootmiseks vajalik masinakomplekt koosneb 7 traktorist koos haakeriistadega ning iseliikuvast silohekseldist (varustatud heedriga, mida on vaja maisikoristuseks). Silotootmiseks on ette nähtud 60 netotööpäeva. Tootmisüksuse skeem koosneb järgmistest masinakomplektidest:

- 10 m laiune niidukikomplekt ja 220–250 hj traktor;
- 10–12 m laiune vaaluti ja 100 hj traktor;
- 3 transpordihaagist (10 t kandejõuga) ja 160 hj traktor;

- kaks 200–220 hj traktorit, mis on varustatud silohajutamisseadmetega silomassi tallamiseks hoidlas;
- iseliikuv u 450 hj silohekseldi koos maisiheedriga.

Arvestades hoidlate lähedust rohumaaadele, toodetakse silo korraga kahte hoidlasse (eeldatav hoidla kaugus rohumaaast on kuni 3 km). See tagab silomassi transpordi seisakuteta töö ja silomassi tõhusa tallamise, mis on hädavajalik selleks, et silo hästi säiliks.

Et silokadu minimeerida, toodetakse silo ainult betoonhoidlatesse. Silo säilitamine maapealses aunas toob kaasa keskkonna saastamise ohu, aeglasema tootmistempo ja palju suuremad toitainekaod silo säilitamisel. Kogu rohumass töödeldakse bioloogilise silokindlustuslisandiga.

Mullaharimise plaan näeb ette, et kõik uuendamisele minevad rohumaa pinnad küntakse eelneval sügisel. Maisi alt vabanenud pinnad randaalitse ketasrandaaliga. Kuna ettenähtud maisi kasvupind on suurem kui igal aastal uuendatav rohumaa pind,

kasvatatakse osal põldudel maisi ka kaks aastat järjest. See on aksepteeritud praktika ja sel ei ole täheldatud negatiivseid kõrvalmõjusid. (Märkus: mudeli tegelikul rakendamisel on tõenäoliselt võimalik kombineerida viljavaheldust ka mõne naabruses tegutseva teraviljakasvatajaga nii, et maisi pole vaja kahel aastal järjest samal põllul kasvatada.)

Enne külvi tasandatakse põllud libistiga. Heintaime-de seeme külvatakse külvikuga varustatud ökoakke abil, mais külvatakse täppiskülvikuga. Taimekaitse-

vahendite laotamiseks kasutatakse 24 m poomiga pritsi.

Digestaat, mis tekib silo kääritamisel, laotatakse põldudele kahe lägalaoturiga, mis mahutab u 20 tonni kääritusjääke. Kuna digestaat laotatakse ainult varases kasvujärgus maisile ja uuendatavale rohumaale enne küнди, siis pole tarvis digestaati mulda/rohukamarasse viia ning saab kasutada lohisvoolikutega laotureid (u 12 m töölaius), mis kiirendab märgatavalt laotamist ja vähendab traktorite jõuvajadust.

## Tööjõud

Tööjõuvajaduse kavandamisel on aluseks iseliikuvate seadmete (traktorid, silohekseldi) arv, mis peavad tootmises korraka töötama – vaja on 8 töötajat. Tööjõukulu aluseks on brutopalk 8,50 €/h ~ 1500 €/k. Hooajalisuse tõttu katab tootmisüksuses tehtav töö keskmiselt 46% aastasest täistööajast, mis eeldab, et väljaspool hooaega peab tööjõudu rakendama mujal. Juhtimiskulud sisalduvad üldhalduskuludes.

TÖÖJÕUKULUD	
Tööaeg kokku (h)	7080
Osakaal täistöökohast	0,46
Tunnihind bruto	8,50 €
Tunnihind bruto (koos puhkusereserviga)	9,27 €
Tunnihind koos maksudega	12,39 €
<b>Tööjõukulud kokku</b>	<b>87 706 €</b>

## Maaportfell

Maaportfelli suurus tuleneb silotootmise masinakomplekti võimsusest (rohumaat niitmine kuni 100 ha/p) ja seatud ajapiirangutest ühe rohumaat niite läbiviimiseks (15 tööpäeva). Mudelettevõtte kasutatava maaportfelli kogumahuks saadi nende tingimuste kohaselt 2307 ha. Arvestades Eesti mullas-

tikuolusid, on eeldatud, et u 15% kogu kasutatavast maast on poollooduslik püsirohumaat, mis ei sobi intensiivseks harimiseks (eeldatavalt turbamuldadega). Nendel maadel pole mullatõid ette nähtud, saagi tagamiseks kasutatakse väetamist.

### Maaportfell

Kultuur	Silo saagikus t/ha					Silo kogus kokku	KA kogus (32% ka)
	Pind	1. niide	2. niide	3. niide	Kokku		
<b>Põldhein (punane ristik + kõrrelised heintaimed)</b>	<b>700</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>12 600</b>	<b>4 032</b>
Kõrreliste heintaimede segu	400	12	6	3	21	8 400	2 688
Poollooduslik heintaimede kooslus	340	5	4	3	12	4 080	1 306
Mais	500	25			25	12 500	4 000
<b>Saakiandev pind kokku</b>	<b>1 940</b>					<b>37 580</b>	<b>12 026</b>
Rohumaat uuendus (saak rajamisaastal 0)	367						
<b>Kasutatav pind kokku</b>	<b>2 307</b>						



Haritaval maal kasvatatakse rohttaimi ja maisi. Igal aastal uuendatakse 25% kultuurrohumaade pinnast. Rajamisaastal rohumaadelt saaki kavandatud ei ole, kuigi soodsate ilmaolude korral on see võimalik.

Maisikasvatus võimaldab pikendada tööde hooaega ja masinakomplekti koormatust, kuna mais koristatakse pärast viimast rohumaad niidet. Samuti annab see hea võimaluse kasutada väetisena digestaati,

mis tekib silo kääritamisel; selle laotamine rohumaadele on ajaliselt piiratud ja kätkeb ohtu, et rohumass saastub ebasoovitavate mikroorganismidega.

Mudelisi ei ole ette nähtud maa soetamise kulusid, kogu maaportfell on renditud kolmandatelt isikutelt hinnaga 50 €/ha/a, mis on praegune umbkaudne turuhind Eesti keskmise kvaliteediga põllumaa rendimisel.

## Väetamine

Kasutatud väetusnormid vastavad toitainekogustele, mis viiakse planeeritud saagiga mullast välja. Arvestades, et suur osa Eesti muldi on happelised, tuleb

põlde korrapäraselt lubjata (20% pinnast aastas). Orgaaniline väetis (digestaat) laotatakse maisile ja uuendatavale rohumaale.

### Väetusnormid ja väetiste hinnad

Kultuur	Pind ha	N (AN34) kg/ha	P MAP 52% kg/ha	KCI 60% kg/ha	KOKKU
Põldhein (punane ristik ja kõrrelised heintaimed)	700	210	20	60	
Kõrreliste heintaimede segu	400	300	25	167	
Poollooduslik heintaimede kooslus (PR)	340	140	17	110	
Mais	500	350	0	0	
Mineraalväetiste kogus kokku (t)		490	30	146	
Mineraalväetiste hind (€/t)		300 €	374 €	335 €	
<b>Mineraalväetiste kulu</b>		<b>146 880 €</b>	<b>11 138 €</b>	<b>48 977 €</b>	<b>206 995 €</b>

	Pind ha	Kulu t/ha	Hind €/t	Kulu €
Lubiväetis	461	3	3	4 152 €
<b>Väetiste kulu kokku</b>				<b>211 147 €</b>

### Orgaanilise väetise (digestaat) kasutus

	Pind ha	Kogus t/ha	Hind põllul	Kogus kokku t
Mais	500	60	0	30 000
Uuendatav rohumaad	367	20	0	7 333
<b>Orgaanilise väetise kasutus kokku</b>				<b>37 333</b>

## Kulud ja omahind

Toodetava silo omahinnaks (koos intressikuludega) kujuneb 26,82 €/t. Lisaks tuleb aga arvestada, et silotootmiseks kasutatavale maale makstakse ka põllumajandustoetusi. Eelduste alusel ei vasta silotootmiseks kasutatavad maad keskkonnasäästliku tootmise (KSM) tingimustele, sest nende kohaselt ei tohi lühiajaliste rohumaadena olla kasutuses üle

50% ettevõtte haritavast maast. Seetõttu on arvestatud ainult ühtse pindalatoetusega (ÜPT), mille määr oli 2014. aastal 114 €/ha. Kuna prognoosi järgi ÜPT ühikumäär vähemalt 2020. aastani tõuseb, siis on mudelis arvestatud keskmise ÜPT määraga 130 €/ha.

### Silotootmise kulud ja omahinna kujunemine

Tööjõukulud	89 576 €	2,38 €
Maarent	115 350 €	3,07 €
Väetised	211 147 €	5,62 €
Seemned	64 128 €	1,71 €
Taimekaitsevahendid	16 000 €	0,43 €
Kütusekulud	141 229 €	3,76 €
Remondi- ja hoolduskulud	17 897 €	0,48 €
Muud üldhalduskulud	90 000 €	2,39 €
Amortisatsioon	223 974 €	5,96 €
Intressikulud	38 647 €	1,03 €
<b>Kulud kokku</b>	<b>1 007 947 €</b>	<b>26,82 €</b>
Toetused	(299 910 €)	(7,98 €)
<b>Omahind koos toetustega</b>	<b>708 037 €</b>	<b>18,84 €</b>

## Rahastamine ja kapitalitootlus

Kalkulatsioonis on eeldatud, et ettevõtte põhivarainvesteeringud rahastatakse maksimaalses mõistlikus määras laenuvahenditega, et vähendada kapitali keskmist hinda. Käibevara finantseerimist ei ole siinses analüüsis arvestatud. Projektsiooniperiood, mille alusel hinnatakse kapitalitootlust, on 15 aastat. Ettevõtte jätkuvat väärtust (*terminal value*) ei ole arvesse võetud.

Ehitiste rahastamise tingimustes on arvestatud komertslaenude tüüptingimusi, mida pakuvad pangad põllumajandussektorile ehitusinvesteeringuteks: omafinantseering 30%, tagastamistähtaeg 15 aastat.

Seadmete soetamisel on arvestatud vajadusega vahetada need välja keskmiselt iga 7 aasta järel ja algse omafinantseeringuga 10% seadmete maksu-

musest. Selline intervall tähendab, et väljavahetatavate seadmete jääkväärtus on võrdne 10% omafinantseeringuga, mis on ette nähtud uute seadmete soetamiseks, ning seetõttu ei ole kalkulatsioonides arvestatud ei väljavahetatavate seadmete müügi ega uute seadmete soetamisel lisissemaksetega.

Kogu kaasatava laenukapitali intressimääraks on 3,5% aastas. Ehitiste rahastamise intressikulu on kogu projektsiooniperioodiks arvestatud selle keskmiselt laenujäägilt (50% finantseerimise algsummast).

Silo võimaliku müügihinna määramisel on lähtutud põhimõttest, et laenuteeninduse keskmine kattekor-daja (EBITDA/perioodi laenuteeninduse summa) peab olema vähemalt 1,2.



Teisest küljest on eeldatud, et projekti sisemine tulumäär (IRR) peaks olema vähemalt 20%, et tagada investorile piisav kapitalitootlus ja puhver ilmastikuriskide vastu. Selle saavutamiseks peaks silo mi-

nimaalne müügihind olema 22,70 €/t. Arvestades kõiki ülaltoodud tingimusi, on mudelettevõtte tulude ja kulude struktuur 37 600 tonni suuruse silotoodangu puhul aastast järgmine:

**Silotootmise mudelettevõtte kulude ja tulude struktuur**

	Kokku	Toodangu tonni kohta
Silo müük	853 066 €	22,70 €
Toetused	299 910 €	7,98 €
<b>Tulud kokku</b>	<b>1 152 976 €</b>	<b>30,68 €</b>
Tööjõukulud	89 576 €	2,38 €
Maarent	115 350 €	3,07 €
Väetised	211 147 €	5,62 €
Seemned	64 128 €	1,71 €
Taimekaitsevahendid	16 000 €	0,43 €
Kütusekulud	141 229 €	3,76 €
Remondi- ja hoolduskulud	17 897 €	0,48 €
Muud üldhalduskulud	90 000 €	2,39 €
<b>Tegevuskulud kokku</b>	<b>745 326 €</b>	<b>19,83 €</b>
Amortisatsioon	223 974 €	5,96 €
Intressikulud	38 647 €	1,03 €
<b>Kasum</b>	<b>145 029 €</b>	<b>3,86 €</b>

**Koostajad: Are Selge, Aadi Remmik**

**Tartu, jaanuar 2015**