Eesti Arengufond

ENMAK 2030

KOHALIKE TRANSPORDIKÜTUSTE STSENAARIUMID

Ahto Oja

ahto.oja@monusminek.ee

Tallinn 2014

Lühikokkuvõte

ENMAK 2030 Kohalike Kütuste Arengukava annab sisendi põlevkivi kasutamise riiklikusse arengukavasse energia ja põlevkiviõlitööstuse tooraine vajaduste osas. Mudelarvutused elektritootmise kohta **ei andnud ühtki tulemust põlevkivi kasutamise kohta elektritootmiseks**. Energiaplokid, mis on projekteeritud põlevkivi kasutamiseks ei ole üle viidavad muu, sh söe või uttegaaside põletamisele nii lihtsalt nagu mudelarvutuses näidatakse. **Põlevkiviõli tootmise tulukus sõltub õli müügihinnast ja teostatud investeeringutest.** Põlevkiviõli tootmine ilma uttegaaside ärakasutamiseta, mis täna on ainuvõimalik soojuse ja/või elektritootmiseks, ei ole üldse mõeldav. Arengukavas on hinnatud põlevkiviõli tootmisvõimalusi ja mahtusid erinevate stsenaariumite alusel (võimalikud põlevkivi kaevandamise aastamääradest, jne) aastani 2030. **Põlevkiviõli fossiilse päritolu ja suure keskkonnakoormuse tõttu keskendub kohalike kütuste arengukava kohalikele taastuvkütustele.**

Arengukavas **tuuakse kohalikku päritolu taastuvatest primaarenergiakandjatest valmistatavate vedel- ja gaaskütuste tootmispotentsiaal**, eesmärgiga uurida võimalusi taastuvate kütuste järk-järguliseks suurendamiseks ning fossiilkütuste kasutamisest tulenevate heitkoguste vähendamiseks transpordisektoris. Arengukava koostamise käigus **hinnati spetsiifiliselt ka biometaani ja bioetanooli kasutuselevõttu transpordisektoris** ning nii arengukava kui ka uuring annavad sisendeid vajalike toetusmeetmete täpsema ülesehituse väljatöötamiseks. Sel viisil on sektori arenguks eraldatud Euroopa Liidu 2014-2020 eelarveperioodi Ühtekuuluvusfondi ning Euroopa Liidu sisese kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise vahenditest tehtavad investeeringud efektiivseimad. Uudse aspektina uuriti turba alternatiivse kaevandamise viise ja selle kohalikeks vedel- ning gaasilisteks kütusteks muundamise võimalusi.

Alternatiivse turbakaevandamise mudeli tehnoloogiliseks eelduseks on võimalus kasutada töötlemiseks niisket turvast, mille niiskusesisaldus võib olla 30-40% ja uudse tehnoloogia abil on võimalik töödelda erineva lagunemisastmega turvast. Sellise töötlemistehnika muutus lihtsustab ka turbakaevandamist, sest puudub vajadus kaeveala eelnevalt drenaažiga kuivatada turvast saab ammutada vahetult kasutades vastavaid ujuvekskavaatoreid ning liigniiskus on materjalist eemaldatav tsentrifuugimisel, filterpressimisel või vaakum-lintkuivatamisel. Alternatiivse turbakaevandamise **mudeli osaks on ka tehisjärvede tekitamine senistele turbakaevandamis või olulise kuivenduse mõjuga aladele**, mis muutuksid taas atmosfäärisüsinikku siduvateks ökosüsteemi osadeks. Järvetekkega turbakasutusmudelis on kaevandusalasid kokku 40 000 ha, aastane kaevandusmaht on 3500 ha (100%, antud mudelis 2,5 m sügavuseni). Turba veesisaldus on 90% ja turba süsinikusisaldus kuivaines on 50%. Turbaalade loomulik emissioon on 10 t CO2/ha/a, aga uudse turba kaevandustehnoloogiaga ja **turbast biokütuste tegemise tagajärjel tekkivate tehis-järvede CO2 sidumisvõime on 36 t CO2/ha/a**. See tehnoloogia võib vabalt pretendeerida **kohaliku süsiniku sidumise ökotehnoloogiale**, mille käigus kasvanud biomassi saab omakorda kasutada näiteks biogaasi tootmiseks. Arengukavas toodud mudeli kohaselt muutub 3500 ha tühjaks kaevatud ala järveks, mis järgneval aastal on suuteline absorbeerima 36 t/ha/a CO2-e. See on nö turba ammutamise kiire mudel, mis **võimaldaks 100% asendada kogu täna põlevkivist ammutatavat süsinikku ja seda järgneva 12-13 aasta jooksul**. Kui taandada kogu ammutatav turbas olev süsinik põlevkivist saadavale süsinikule, siis **vastab kujutatud turba kaevandamise intensiivsus ca 21 miljoni tonni põlevkivi igaaastasele kaevandamisele.** Turba kaevandusmaht arvestatult 12% niiskusega turbale on 9,9 miljonit tonni aastas (puhtale orgaanilisele süsinikule taandatud kaevemaht 4,38 miljonit tonni aastas). Esitletud mudel, kus loodavate järvedega kompenseeritakse turbapõletusest ja turbaväljade lagunemisest tingitud CO2 emissioone on sajandi projekt, sest mõju stabiliseerimine võib aega võtta üle 130 aasta. **Hüdrotermiline töötlemine võimaldab turbas olevat süsinikku kontsentreerida biosöeks ning mitmesugusteks vedelkütusteks** ning seeläbi vähendada sesoonseid

riske seotult turbast kütuste tootmisega. Järveliste ökosüsteemidega stabiliseeritud turbakasutus on hüpotees, mida on loomulikult vaja ka praktikas katsetada**. Ökoloogiliselt stabiliseeritud turbakasutus saab olla selle tõestamise järgselt argumendiks, millega osutada just sellise turbakasutuse taastuvale ning jätkusuutlikule iseloomule.** Selline ökotehniline sekkumine võib osutuda ka vajalikuks kliimasoojenemise kontekstis, mille mõju Eesti aladele võib tähendada mikrobioloogilise turba lagunemise kiirenemist.

Biodiisli tootmine I põlvkonna toormest suures mahus ja riiklike eesmärkide täitmiseks **ei ole perspektiivne**, kuna Eestis toodetavat BDK oleks raske viia vastavusse säästlikkuse kriteeriumidega, sest meil toodetavast biodiislikütusest saadavas energiaühikus sisalduks umbes 60-70% fossiilset päritolu kütuste energiat. Säästlik oleks BDK kui biokütusest saadav energiaühik sisaldaks 35% ja vähem fossiilset energiat. Kui ELis kehtestatakse kaudse maakasutuse mõju direktiiv, siis I põlvkonna biodiislikütuse tootmine ei osutuks meil enam üldse mõistlikuks.Jätkusuutlikkuse ja säästlikkuse kriteeriumeid arvestades saaks Eestis toota umbes 15 000 hektaril energiakultuuridena kasutatavat rapsi/rüpsi, mis saagikuse 2 t/ha juures võimaldaks toota umbes 10 000 tonni BDK. Sellise tootmismahuga ettevõtte (ka suurema võimsusega) taasavamine või **rajamine ei oleks majanduslikult otstarbekas praeguses situatsioonis**, kus Euroopa Liidus on umbes 50% tootmisvõimsustest suletud. II põlvkonna biodiislikütuste (BtL) valmistamise tehnoloogiad on oma arendusjärgus II põlvkonna bioetanooli tootmise tehnoloogiatest maas ja esimeste tootmine kujuneb praegu veel hulga kallimaks

ELis kavandatav kaudse maakasutuse mõju direktiiv võib raskendada **I põlvkonna bioetanoolitehase** rajamist. Biometaani ja bioetanooli tootmise korral oleks Eestil võimalik üsna hõlpsalt täita ELi eest võetud kohustus kasutada transpordikütuste lõpptarbimises 10% ulatuses taastuvate energiaallikate baasil toodetud kütuseid või elektrit. Kuna kinnistub nõue, et vähemalt pool (või umbes pool) kasutatavate vedelate biokütuste hulgast tuleb toota teise põlvkonna või säästlikkuse kriteeriume täitvate biokütustega, **siis seda on lihtsam saavutada biometaani ja bioetanooliga**, mis keskkonnamõjude seisukohast on samuti mõistlikum.

Ei oleks mõistlik kulutada kohe alguses riiklike toetusvahendeid mitmete lähteainete ja tehnoloogiate baasil valmistatavate mootorsõidukites kasutatavate biokütuste tootmise arendamiseks. **Esimeses lähenduses võiks pöörata tähelepanu jäätmetest biometaani ja kohaliku toorme baasil I põlvkonna bioetanooli tootmise alustamisele** (sest umbes 5% võib olla I põlvkonna biokütuse osa transpordikütuste lõpptarbimises). I põlvkonna bioetanoolitehase saab hiljem ümber seadistada II põlvkonna bioetanooli tootmiseks ja peale viljaterade muundataks etanooliks ka õled, millede koristusmass on enam-vähem võrdne viljaterade massiga. Edaspidi võiks tegelda ka kõigi II põlvkonna biokütuste alaste uuringutega ja tootmise arendamisega.

Bioetanooli ja biometaani edendamiseks koostati 3 stsenaariumi: mittesekkuv, vähesekkuv ja maksimaalselt sekkuv ehk teadmistepõhine. Mittesekkuva stsenaariumi puhul võeti eelduseks, et arengukava raames ei tehta midagi, 10% taastuvkütuste osakaalu saavutamiseks imporditakse bioetanooli ainult, mistõttu jääb aastaka 2030 ka 10% taastuvktütuste osakaalu eesmärk transpordis saavutamata. **Vähesekkuva stsenaariumi** puhul kasutatakse ligi **kolmandik biometaani** potentsiaalist (137 mln Nm3) aastal 2030 ja piirdutakse **ühe bioetanooli tehasega** (100 000 t/a), millega saavutatakse taastuvkütuste osakaal transpordis **7,4% aastal 2020** ja **16% aastal 2030**.

Maksimaalse ehk teadmistepõhise stsenaariumi puhul jõutakse biometaani kogupotentsiaali (380 Nm3 koos prügilagaasiga) kasutamiseni aastal 2050. 70% biometaani kogupotentsiaalist **ehk 263 mln Nm3 toodetakse aastal 2030**, millest kodumaine tarbimine moodustab 62% (**163 mln Nm3, 5848 TJ,** 140 ktoe) ja ülejäänud eksporditakse (või asendab see torumaagaasi). Bioetanooli I tehase puhul on eelduseks, et see vastab kõikidele säästlikkuse ja maakasutuse muutuse kriteeriumitele ning kesk-pikas perspektiivis on kavas see ümber ehitada II põlvkonna toormeid kasutavaks tehaseks. Esimeses bioetanooli tehases nisu, rukki ja tritikale segu kasutamise põhjenduseks on asjaolu, **et viimastel aastatel on ca 300 000 t/a teravilja eksporditud, see kogus vastab kavandatud 100 000 t/a bioetanoolitehase võimsusele**. Piltlikult me ekspordime oma vilja teistesse riikidesse, et siis sellest toodetud bioetanool tagasi osta, selmet seda kohapeal toota. Bioetanooli maksistsenaariumi puhul rajatakse eelduslikult juba II põlvkonna bioetanooli tehas koguvõimsusega 120 000 t/a. **Maksistsenaariumis moodustavad kohalikud taastuvkütused (biometaani ja bioetanool kokku) 26% transpordikütuste tarbimisest 2030.a**

Selle saavutamiseks tuleb bioetanooli tehasele võimaldada 50% investeerimistoetus 83 mln € maksva tehase rajamiseks. Biometaani puhul on vaja lahendada samuti tanklate küsimus, ning nende investeeringutoetuseks on kavandatud 11 mln €. Biometaanii tanklataristu võiks soovitavalt olla sarnaselt elektrisõidukite laadimispunktidega esimestel aastatel riigi poolt rahastatud ja erasektorile opereerida antud. Biometaani tootmise käivitamiseks tuleb saavutada olukord, et **biometaan ja surumaagaas ei konkureeriks omavahel**, vaid oleksid **lõpptarbijale sama hinnaga** ja soovitavalt vähemalt esimesel kümnel aastal 30% odavamad fossiilsetest imporditud vedelkütustest. Seda on võimalik saavutada kas surumaagaasi kütuseaktsiisi (või hinda) järk järgult tõstes või biometaani hinnale toetust makstes ja maagaasi kütuseaktsiisiga mitte maksustades. Esimesel juhul on toetus biometaani ja surumaagaasi hinnavahe katmiseks (hinnad ühtlustuvad 2025.a.) aastani 2030 ja toetuste kumuleeruv kulu ühiskonnale sel juhul 31 mln €. Teisel juhul on kumuleeruv toetuste summa 147 mln €.

Biokütuste teadus- ja arendustegevuses tuleb keskenduda vesiniku tootmise ja kasutamise tehnoloogiate arendamisele, mh biogaasist, jääk tuule-, vee- või päikeseenergiast vesiniku tootmisele ning vesiniku kasutamisele kütuseelementides, mis võib anda elektromobiilsusele hoopis uue hingamise ja vabastada praegused elektrisõidukid “aku-orjuse” iketest ja sellest tulenevatest piirangutest.

Sisukord

Lühikokkuvõte 2

1 ENMAK 2030 EESMÄRGID 6

2. HETKEOLUKORRA ANALÜÜS 7

2.1 BIOKÜTUSTE POTENTSIAAL 8

2.1.1 Biometaan 8

Biometaani teoreetiline ja kasutatav potentsiaalne kogus 8

Biogaasi tootmine Eestis 9

Eesti teoreetiline biogaasi potentsiaal 9

Eesti kasutatav biogaasi potentsiaalne kogus aastas 10

2.1.2 Bioetanool 12

3. KOHALIKE KÜTUSTE STSENAARIUMIDE KIRJELDUS 16

3.1 Biometaani ja bioetanooli stsenaariumid 16

3.1.1 Mittesekkuvad stsenaariumid 16

3.1.2 Vähesekkuvad stsenaariumid 17

3.1.3 Teadmistpõhine e. maksimaalne 17

3.2 MEETMETE JA TEGEVUSTE KIRJELDUS 23

3.4. STSENAARIUMIDE VÄLISMÕJUD 34

3.4.1 Biometaani välismõjud 34

3.4.2. Bioetanooli välismõjud 36

3.6. STSENAARIUMIDE TULEMUSED 41

4. Biodiislikütus 43

5. Turvas 44

5.1 Põlevkivikasutuse võrdlus turbakasutuse võimalustega. 45

5.2 Tänane turbakaevandamise mudel. 46

5.3 Alternatiivne turbakaevandamise mudel. 47

5.4 Siiretest energia- ja kliimapoliitikasse 48

6. Põlevkiviõli 49

1 ENMAK 2030 EESMÄRGID

Arengukava koostamise eesmärgiks on valida optimaalseim energiavarustuse stsenaarium, mis oleks tarbijale mõistliku hinna ja kättesaadavusega, vähese keskkonnamõjuga, kooskõlas Euroopa Liidu pikaajaliste energia- ning kliimapoliitika eesmärkidega ning pikaajaliselt kõige konkurentsivõimelisem.

Kohalike kütuste kasutamisel uuriti biometaani, bioetanooli, biodiisli, põlevkiviõli ja turba võimalusi eestimaist transpordikütuste tarbimisvajadust rahuldada. Uuritud kütustest kõige reaalsem ja turuküpsete tehnoloogiatega on biometaani ja bioetanooli tootmine, viimasel juhul on eelduseks säästlikkuse kriteeriumitele vastamine, kui esimeses etapis on kavas kasutada tärklisepõhist toorainet (rukki, nisu ja tritikale segu) ja tulevikus tuleb ette näha üleminek nn II põlvkonna ehk tselluloidsetele toorainetele. Biodiisli kasutamise taustauuringust selgus, et piisava toormebaasi puudumisel pole see perspektiivikas.

Põlevkiviõlist mootorikütuste tegemise tehnoloogia on arendusjärgus ning nende plaanide realiseerumine on sõltuv tehnoloogiliste ja majanduslike (tasuvus) küsimuste lahendamisel. Seega on põlevkiviõli stsenaariumites kajastatud ainult erinevate põlevkivi arengukava eelnõus toodud põlevkivi kogustest tulenevate põlevkiviõli tootmisvõimsusi.

Turbast vedelate ja gaasiliste mootorikütuste tootmise tehnoloogia on arendussuund, mis vajab täiendavaid asukoha, omaduste, tehnooogiate, keskkonnamõjude jmt uuringuid, kuid on perspektiivikas kodumaise süsiniku sidumise tehnoloogiana aladel, mis täna süsiniku emiteerijad (kuivendusega rikutud turba-alad ja ammendunud kaevandused, jmt).

Seega reaalsed kohalike kütuste kasutamise stsenaariumid aastani 2030 perspektiiviga aastani 2050 on koostatud biometaani ja bioetanooli kohta eeldusel, et nende tootmine vastab säästlikkuse ja maakasutuse muutuse kriteeriumitele.

ENMAK 2030 strateegilisteks eesmärkideks on kavandatud:

1. Energiavarustuse tagamine elektrimajanduses, soojusmajanduses, transpordisektoris, elamumajanduses ja kodumaiste kütuste tootmises

2. Majanduse energiamahukuse vähendamine (konkurentsivõimet kahjustamata) ja energiasäästu suurendamine

3. Energiajulgeoleku suurendamine energia tootmiseks vajaliku ärikeskkonna, energiainfrastruktuuri ja ühenduste arendamise kaudu

Transpordi kütuse valdkonna põhiprobleemid ja nendest tulenevad eesmärgid:

Mootorkütuste importkütustest, sh fossiilkütustest sõltuvuse vähendamiseks on vajalik biogaasi jt biokütuste tootmise võimaluste väljaselgitamine;

Arengukava annab sisendi põlevkivi kasutamise riiklikusse arengukavasse energia ja põlevkiviõlitööstuse tooraine vajaduste osas. Samuti hindab kohalikku päritolu taastuvatest primaarenergiakandjatest valmistatavate vedel- ja gaaskütuste tootmispotentsiaali, eesmärgiga uurida võimalusi taastuvate kütuste järk-järguliseks suurendamiseks ning heitkoguste vähendamiseks transpordisektoris. Arengukava koostamise käigus hinnati spetsiifiliselt ka biometaani kasutuselevõttu transpordisektoris ning nii arengukava kui ka uuring annavad sisendeid vajalike toetusmeetmete täpsema ülesehituse väljatöötamiseks. Sel viisil on sektori arenguks eraldatud Euroopa Liidu 2014-2020 eelarveperioodi Ühtekuuluvusfondi ning Euroopa Liidu sisese kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise vahenditest tehtavad investeeringud efektiivseimad.

Imporditavate kütustega seonduvate kütuseturu võimalikke globaalsete arengute kirjeldamisel kasutatakse Rahvusvahelise Energiaagentuuri publikatsiooni „International Energy Agency World Energy Outlook 2012“.

2. HETKEOLUKORRA ANALÜÜS

Eesti Taastuvenergia tegevuskavas aastani 2020 nähakse ette taastuvallikatest pärit taastuvkütuste osakaaluks 10%. Sellest sihtarvust ollakse kaugel, 2010. a moodustasid taastuvkütused transpordis 0.2%.[1] Taastuvkütuste kasutusele võtmiseks transpordis on 2 võimalust: (a) neid importida või (b) toota biokütuseid kohapeal. On selge, et import mõjub kaubandusbilansile negatiivselt, samas kui kohapeal biokütuste tootmine suurendab tööhõivet, maksutulusid, regionaalarengut ja muudab makromajandusliku kaubandusbilansi positiivseks.

2013.a. seisuga taastuvkütuste tarbimine transpordis praktiliselt puudus. Biometaani ja bioetanooli transpordikütusena Eestis ei toodeta. Väikses koguses toodetakse bioetanooli meditsiinitööstusele, viimasel kümnendil käivitatud biodiislitootmised on pankrotistunud. Võib eeldada, et imporditud fossiilsete vedelkütuste müüjate tugeva *lobby* tegemise tulemusena ei ole Eesti kiirustanud vedelate biokütuste segamiskohustuse seadustamisega. 2014.a. alguses seisuga on küll vastav eelnõu välja töötatud ja käesolevates biokütuste stsenaariumites on eeldatud, et 2015.a hakkab Eestis kehtima vedelate biokütuste segamiskohustus.

Vedelkütuste segamiskohustuse puudumise tagajärjel vedelaid biokütuseid Eesti tootma ei hakatud. Kuna polnud tootmist, siis EV Rahandusministeerium ei taotlenud EK-lt biokütustele 0 € määra jätkumist, mille tulemusena ka 2011.a. juulini kehtinud vedelate biokütuste 0 kütuseaktsiisimäär lõppes ja täna (märts 2014) kehtivad vedelatele biokütustele samad aktsiisimäärad, mis vedelatele fossiilkütustelegi. Kuna vedelate biokütuste müügihind on suurem fossiilsete vedelkütuste hinnast ilma aktsiisita, siis on selge, et ilma sekkumiseta vedelaid biokütuseid tootma ei hakata. Kuid seejuures tuleb kindlasti silmas pidada EK kehtestatud säästlikkuse kriteeriume ja maakasutuse muutuse vältimise kriteeriume, ehk vedelate biokütuste edendamise absoluutseks eelduseks peab olema nende tootmise vastamine kõikide säästlikkuse, maakasutuse muutuse ja muude madala süsinikumajanduse ja keskkonnakoormuse vähendamise nõuetele.

Üks efektiivsemaid biokütuste II põlvkonna toorainete kasutamise viise on nende anaeroobsel kääritamisel biogaasi tootmine ja selle puhastamine biometaaniks, mis küttevärtuselt on samalaadne maagaasiga. Biometaan on hetkel ainuke väljakujunenud tehnoloogiaga kohaliku taastuva biokütuse tootmise võimalus Eestis. Biometaani sarnasusest maagaasiga johtub ka selle tootmise turutõke. **Biometaani** tootmiseks on vaja teha investeeringuid, mistõttu tema **omahind kujuneb suuremaks kui surumaagaasi hind** maagaasitanklas, mida tänaseks on Eestis 5 ja teedel sõidab ligi 300 metaankütust kasutavat sõidukit. Sestap **tuleb biometaani tootmist toetada, kui ühiskonna soov on asendada osa imporditavatest fossiilsetest kütustest kohaliku taastuva kütusega - biometaaniga.**

Samas kaasnevad biometaani ja bioetanooli tootmisega mitmeid avalikke hüvesid, nagu väiksemad metaani, nitraatide ja muude ühendiste eraldumine õhku, vette ja pinnasesse; oluliselt väiksem hais kääritusjäägi põllule levitamisel, kontrollitud jäätmekäitlus, tasakaalustatud regionaalne areng, põllumajanduse mitmekesistamine, kasutamata maade harimine, lisandunud töökohad, taastuvenergeetika arendamine, energiajulgeoleku suurenemine. Tänasel päeval ei ole teada nende avalike hüvede rahalised ja elukvaliteeti suurendavad väärtused, ehk kui biometaani tootmist tuleks ühiskonna poolt toetada, siis kui palju saab ühiskond biometaani tootmisest kaudselt tagasi (puhtama keskkonna, väiksemate kuludega fossiilset päritolu materjalide asendamisel, saamata jäänud tulu, maa väärtuse tõus jmt). Nende küsimuste selgitamiseks viidi kohalike kütuste stsenaariumite koostamiseks läbi kaks rakendusuuringut ning 2 analüüsi, millele kütuste stsenaariumite meetmete ja tegevuste, tulude ning kulude arvutused põhinevad. Biometaani rakendusuuringu **põhiline fookus oli kaardistada Eesti biometaani** potentsiaal, tema tootmise omahind, toetusvajaduse määr ühelt poolt ja biometaani avalikud hüved ühiskonnale teiselt poolt. **Bioetanooli rakendusuuringu eesmärgiks** oli selgitada bioetanooli tootmiseks vajaliku toorme koguseid ja kättesaadavust, tootmise tasuvust, tulusid ja kulusid, sh nii väliskulusid, kui positiivseid välismõjusid. **Biodiisli tootmise edendamist analüüsist** järeldub, et kuna vähemalt pool (või umbes pool) kasutatavate vedelate biokütuste hulgast tuleb toota teise põlvkonna või säästlikkuse

[1] Eesti rohemajanduse väljavaade (www.seit.ee/file_dl.php?file_id=211) lk 15

kriteeriume täitvate biokütustega, siis seda on lihtsam saavutada biometaani ja bioetanooliga (vt ENMAKi raames tehtud bioetanooli uuringut). II põlvkonna biodiislikütuste (BtL) valmistamise tehnoloogiad on oma arendusjärgus II põlvkonna bioetanooli tootmise tehnoloogiatest maas ja esimeste tootmine kujuneb praegu veel hulga kallimaks. Tulevikutehnoloogiana analüüsiti turba kasutamise võimalusi vedelate ja gaasiliste kütuste tootmiseks, teadus- ja arendustegevuse vallas osutub perspektiivseks vesiniku tootmine ja kasutamine.

Kohaliku kütusena käsitleti ka põlevkiviõli, mille kasutamise stsenaariumid tulenesid 3st erinevast kaevandusmäärast 15, 20 ja 25 mln t põlevkivi.

Seega on kohalike taastuvkütustena esitatakse biometaani ja bioetanooli kasutamise stsenaariumid, mille kodumaine tarbimine on sünkroniseeritud transpordi stsenaariumite biokütuste tarbimise prognoosidega. Erinevus stsenaariumite vahel tuleneb eelkõige biokütuse kogusest, väga üldistatult võib öelda, et mittesekkuva stsenaariumi puhul kodumaiseid taastuvkütuseid toodeta, eesmärgid proovitakse saavutada impordiga. Vähesekkuvate kohalike taastuvkütuste puhul kasutatakse pool kodumaise biometaani potentsiaalist ja arvestatakse 1 bioetanooli tehase ehitamisega. Maksimaalselt sekkuva stsenaariumi puhul moodustab biometaan pea 30% kodumaiste kütuste tarbimisest aastal 2030 ja ülejäänud biometaan eksporditakse. Bioetanooli puhul on maksimaalse sekkuva stsenaariumi puhul tegemist kahe bioetanooli tehasega, mille tootmisvõimsus ületab samuti kodumaise tarbimise ja ülejääv osa eksporditakse. Käesoleva peatüki järgmises osas kirjeldame kodumaisi biokütuseid, biometaani ja bioetanooli pikemalt, millele järgneb nende stsenaariumite tutvustus.

2.1 BIOKÜTUSTE POTENTSIAAL

2.1.1 Biometaan

Biometaani teoreetiline ja kasutatav potentsiaalne kogus

Biogaasi saab biomassi anaeroobse käärimise teel vähemalt 37 °C juures. Biogaasis on keskmiselt 60% metaani (CH_4). Biometaan on puhastatud biogaas, kus metaanisisaldus on 90-99%.

Biometaan ja maagaas on sarnase koostise ja küttevääртusega ->10 kWh/Nm^3, 37 MJ/Nm^3.

Biogaas on taastuv kütus, tema kasutamine fossiilsete kütuste asemel vähendab suurel määral kasvuhoonegaaside suurenemist atmosfääris. Biogaasi kasutamine lahendab tööhõive probleeme maapiirkondades ja ka asulates, edendab taastuvenergia tootmist kohalikust toormest, mis omakorda vähendab saastet pinna- põhjavette ja atmosfääri, mõjutab jäätmekäitlust, tasakaalustatud regionaalset arengut ja elavdab kohalikku majandust ning innovatsioonitegevust.

Biogaasil on selged eelised võrreldes teiste taastuvenergia alternatiividega. Biogaasi saab kasutada taastuvenergia allikana elektri- ja soojusenergia tootmisel; kasutada selle puhastamisel biometaaniks mootorikütusena, asendades fossiilkütuseid transpordisektoris; rakendada samadel eesmärkidel nagu maagaasi ja juhtida üldisesse maagaasitorustikku.

Euroopa Direktiiv 2003/55/EG tagab, et puhastatud biogaasi ehk siis biometaani võib sisestada maagaasivõrku kõikjal Euroopa Liidus. Eestis täna vastav kogemus puudub. Lisaks ei konkureeri biogaas toidulauaga, teda saab edukalt toota jäätmetest ja silost, mis niidetakse kasutamata maadelt, seetõttu on ta ka üks perspektiivsemaid biokütuseid transpordisektoris olemasolevate tehnoloogiatega.

Biogaasi saadakse biomassi anaeroobse kääritamise teel. Anaeroobse käärimise protsess on olemuselt sama, mis toimub looduses lehma organismis või soodes. Biomassi saab jagada põllumaal kasvavaks biomassiks nagu hein, teraviljad, õlikultuurid ja tootmises tekkivaks biomassiks nagu

sõnnik, reoveemuda ning orgaaniliselt lagunevad jäätmed. Saadud biogaasi küttevääртus jääb enamasti vahemikku 5-7 kWh/Nm^3. Lisaks on biogaasi võimalik saada nn iseenesliku anaeroobse käärimise protsessi käigus prügilatest (prügilagaas) ja see kokku koguda ning muundada kasulikuks energiaks. Biogaasi koostis väljendub järgmistes mahuprotsentides: 50–70% metaani (CH_4), 30–40% süsihappegaasi (CO_2), alla 3% väävelvesinikku (H_2S) ja ammoniaaki (NH_3) ning alla 1% vesinikku. Tehniliselt puhastatud biogaas on biometaan, mille kvaliteet vastab loodusliku maagaasi kvaliteedile. Biometaani maagaasivõrku viimisel Eestis tingimustes peaks see sisaldama vähemalt 98% (+-1%) metaani (CH_4) või peab propaaniisamega olema tagatud maagaasiga sarnane küttevääртus ja Wobbe'i indeks. Juhul, kui biometaani tarbimine toimub maagaasitorustikust sõltumatult, siis võib metaanisisaldus/küttevääртus/Wobbe indeks olla olla ka väiksem kui 98%. Hollandis näiteks on maagaasis ainult 89% metaani, enamlevinud on 95% metaanisisaldusega maagaas.

Biogaasi tootmine Eestis

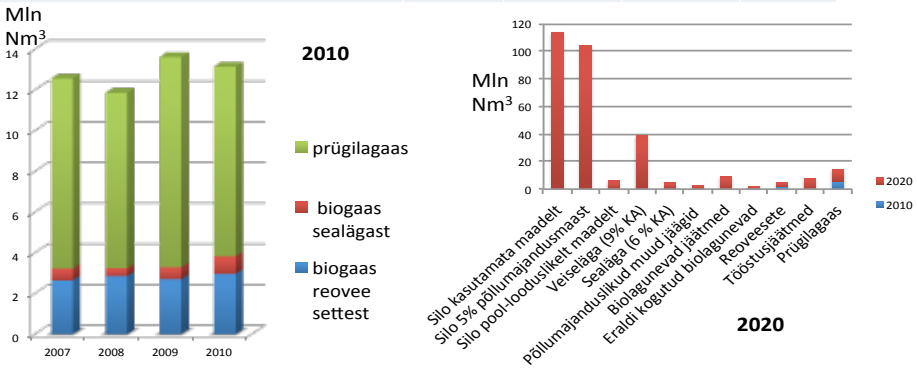
Eestis toodeti biogaasi 13 mln Nm^3 2010.a., millest enamus pärines prügilatest ja pool toodetud kogusest ei leidnud kasutamist. Aastaks 2012 on biogaasi tootmine kahekordistunud, ca 25 mln Nm^3.

Eesti Konkujuktuuriinstituudi ülevaates (2011) toodeti 2010.a seisuga 13,13 mln Nm^3 biogaasi, sellest enamus pärines prügilatest (9,3 mln Nm^3), reoveesettest toodeti ligi 3 mln Nm^3 ja alla miljoni toodeti sealägast. 2012 aasta lõpuks on tööd alustanud biogaasi tootmine Aravete Biogaas OÜs, maksimaalse võimususega ca 6 mln Nm^3 biogaasi ja veel 2 põllumajanduslikku (Oisu ja Vinni) ning 2 reoveemuda kasutavad biogaasijaamad on valmimas (Kuressaare ja Tartu). Mistõttu lähiaastatel võib biogaasi tootmise maht kahekordistuda. (joonis 1)

pool toodetud biogaasist põletatakse kasutult "tõrvikus"
Biometaani Eestis täna **ei** toodeta – **miks?**

	2007	2008	2009	2010
KOKKU **BIOGAASI** TOOTMINE (mln Nm^3)	12.54	11.65	13.59	**13.13**
Sh biogaas reovee settest	*2.64*	*2.84*	*2.69*	*2.96*
Sh biogaas sealägast	*0.57*	*0.39*	*0.59*	*0.85*
prügilagaas	*9.34*	*8.62*	*10.32*	*9.32*

6.16



Joonis 1. Biogaasi tootmine 2007-2010, jagunemine allikate järgi ja potentsiaal aastal 2020.

Eesti teoreetiline biogaasi potentsiaal

Eesti teoreetiline biogaasi (60% CH_4) potentsiaal on 1.5 miljardit Nm^3/a, puhastatuna biometaaniks on eesti teoreetiline potentsiaal 900 mln Nm^3 (CH_4 98%).

Eesti teoreetiliseks 60% CH_4 sisaldusega biogaasi potentsiaaliks on hinnatud 0.8-1,5 miljardit Nm^3 (biometaanina, kus metaani (CH_4) on 98%, siis vastavalt 480-900 miljonit Nm^3/a) sõltuvalt sellest kui palju maad kasutatakse rohelise biomassi kasvatamiseks. **Biogaasi tootmise sisenditeks on: reovee muda, biolagunevad jäätmed, suurimad prügilad, arvel olevate sea- ja veiste läga ja sõnnik, roheline biomass kõlvikutelt, kasutamata põllumaade pindadelt ja poollooduslikelt rohumaadelt.**[2] On oluline märkida, et biogaasi jaoks kasvatatav roheline biomass ei pea olema loomasööda silo kvaliteediga, kuigi põllumajandustootjad on andnud autorile isiklikus vestluses kahesugust, mõneti vastakat informatsiooni: (a) et omahinnas pole vahet, kas teed silo loomasöödaks või biogaasi jaoks; ja (b) et biogaasi silo on võimalik teha odavamalt, eriti kui kasutada väetisena ainult kääritusjääki ja kasvatada silo püsirohumaadel, kus näiteks päideroo saagikus võib ulatuda 40 t/ha värske massina (VM), mille võimalikkust kinnitab ka vastav EMÜ uuring (Värnik, 2011).

Soome Biogaasi Assotsiatsioon on koostanud taastuva metaanimajanduse teekaardi aastani 2050 (allikas Ari Lampinen, Suomen Biokaasun strategia), kus metaani ei toodeta ainult anaeroobse kääritamise protsessis, vaid talletatakse päikese- ja tuuleenergiat metaanina. Eestis taolisi arvutusi pole tänaseks tehtud, küll on see aga vajalik uurimisteema T&A raames. Seega **on biometaani potentsiaalne kasutatav kogus arvutatud <u>ainult</u> biomassi <u>anaeroobse kääritamise</u> teel saadud biogaasi kohta**.

Eesti kasutatav biogaasi potentsiaalne kogus aastas

Reaalselt kasutatav biogaasi hulk aastas on 633 mln Nm^3, sellele vastav biometaani potentsiaalne kogus on 380 miljonit Nm^3/a, millest 9 miljonit Nm^3 moodustab prügilagaas.

Eesti tehnilis-majanduslikult kasutatav biogaasi potentsiaal on saavutatav osakaaludega allolevatest substraatidest koos arvatava kasutuselevõtu ajaga:

- 15% (2020) 20% (2030) kuni **25% (2050, 25'000 ha**) looduskaitse eesmärkidel niidetud pool-looduslike kooslustega maade heinast,
  saagikus 9 t/ha VM, biogaasi took on 119 Nm^3/t VM;

- 20% (2020) 30% (2030) kuni **50% (2050, 177'385 ha)** kasutamata põllumaadest saadavast silost
  saagikus 15 t/ha, biogaasi took 155 Nm^3/t VM;

- 5% põllumajanduskõlvikutel on MAK järgi soovitatav kasutada energiakultuuride kasvatamiseks (1'078'330 hektarist 5%, on **53'917 ha**,
  saagikusega 15 t/ha, biogaasi took 155 Nm^3/t VM;

- 80% tekkivast reoveemudast kasutatakse biogaasi tootmiseks,
  biogaasi took 15 Nm^3/t VM

- 65-72% kogu tekkivast sõnnikust ja lägast on võimalik toota biogaasi,
  biogaasi took 25-29 Nm^3/t VM

- 80% liigiti kogutud biojäätmetest (toiduainetööstus, köögi- ja sööklajäätmed),

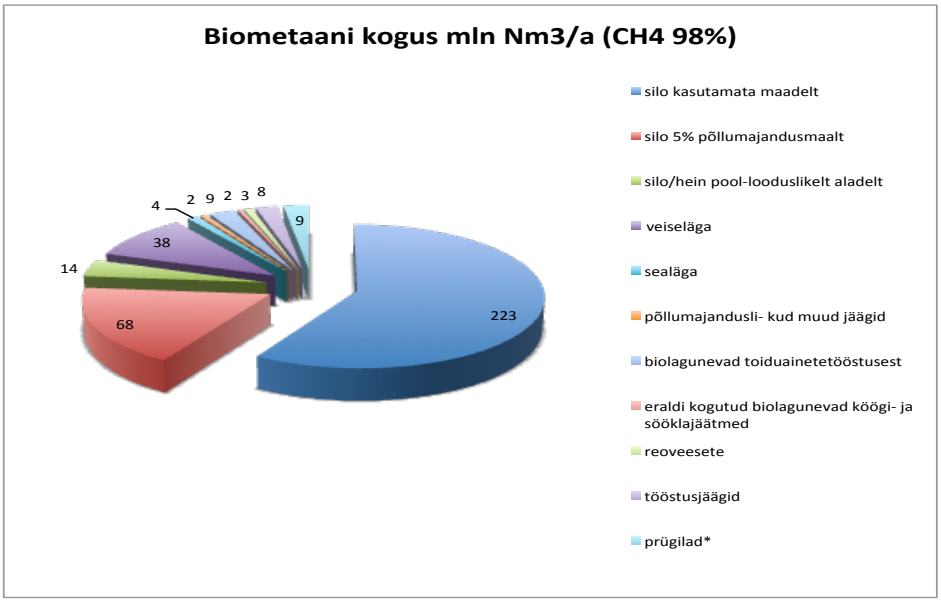
[2] http://www.energiatalgud.ee/images/d/d0/Roadmap_to_Renewable_Methane_Economy.pdf

biogaasi took 166-300 Nm^3/t VM.

Tabel 1:Biogaasi energeetiline ressurss aastal 2050.

Substraat	ha, *t*,	tonni/ha	tonni/a	Biogaasi Nm3/t VM	teoreetiline biogaasi Nm3	90% on reaalselt	reaalselt kasutatav %	Biogaasi potentsiaal (60% CH4)	*Biometaani potentsiaal (CH4 98%)*
silo kasutamata maadelt	177,385	15.00	2,660,775	155.00	412,420,125	371,178,113	100.00%	371,178,113	*222,706,868*
silo 5% põllumajandusmaalt	53,917	15.00	808,755	155.00	125,357,025	112,821,323	100.00%	112,821,323	*67,692,794*
silo/hein pool-looduslikelt aladelt	100,000	9	900,000	119.00	107,100,000	96,390,000	25.00%	24,097,500	*14,458,500*
veiseläga	*163,135*		3,870,378	25.00	96,759,447	87,083,502	72.00%	62,700,122	*37,620,073*
sealäga	*360,990*		395,284	29.40	11,621,351	10,459,216	65.00%	6,798,490	*4,079,094*
põllumajandusli-kud muud jäägid	*32,124*		32,124	155.00	4,979,241	4,481,317	90.00%	4,033,185	*2,419,911*
biolagunevad toiduainetetööstusest	*42,667*		42,667	300.00	21,333,333	19,200,000	80.00%	15,360,000	*9,216,000*
eraldi kogutud biolagunevad köögi- ja sööklajäätmed	*24,000*		24,000	166.00	3,984,000	3,585,600	80.00%	2,868,480	*1,721,088*
reoveesete	*466,975*		466,975	15.00	7,004,619	6,304,157	80.00%	5,043,326	*3,025,995*
tööstusjäägid	*25,000*		-	-	14,600,000	13,140,000	100.00%	13,140,000	*7,884,000*
Kokku (ilma prügilagaasita)					**805,159,141**	**724,643,227**		**618,040,538**	***370,824,323***
prügilad*					21,000,000	18,900,000	80.00%	15,120,000	*9,072,000*
Kokku (koos prügilagaasiga)					**826,159,141**	**743,543,227**		**633,160,538**	***379,896,323***

Reaalselt kasutatav biogaasi hulk aastas on 633 mln Nm^3 koos prügilagaasiga, mis biometaanina teeb aastaseks arvatavaks koguseks 2050. aastal 380 miljonit Nm^3, millest 9 miljonit Nm^3 moodustab prügilagaas. Kuna biometaan on oma omadustelt ja energiasisalduselt võrreldav maagaasiga, siis olgu võrdluseks toodud maagaasi tarbimine Eestis, mis 2011.a oli 632 mln Nm^3/a. Eesti biometaani potentsiaal toorainete kaupa, kättesaadavuse (kasutatavuse) osakaal, tehnilis-majanduslikult kasutatav biogaasi ja biometaani kogus aastas on toodud tabelis 1 ja joonisel 2.



Joonis 2. Biometaani jagunemine toorainete kaupa mln Nm3/a (CH_4 98%).

Eeldame, et Eestis on taastuvelektri ja –soojuse tootmiseks kasutatud muid taastvallikaid, (näiteks puit) ja kogu biometaani potentsiaal kasutatakse **100% mootorikütusena, ehk siis aastas 380 mln Nm^3 juba 98% CH_4 sisaldusega** aastal 2050.

Statistikaameti andmetel tarbiti Eestis kokku 2011. aastal 556 000 t diislit ja 266 000 t bensiini, 1 liiter bensiini kaalub 0,76 kg ja 1 liiter diislit kaalub 0,82 kg. Seega tarbiti ühtekokku 678 000 000 l diislit ja 350 000 000 l bensiini. Ühe liitri vedelkütuse energiasisaldus on ligilähedane 1 kuupmeetrile biometaanile, seega **saab 380 mln Nm^3 biometaaniga asendada teoreetiliselt 38% 2011.a. tarbitud fossiilsetest vedelkütustest** (ca 1 miljard liitrit aastas), kuid selle realiseerimist takistab kesk-pikas perspektiivis sõidukite puudus.

2.1.2 Bioetanool

Lignotselluloossest toorainest etanooli tootvad tehased eksisteerivad alates 2007. aastast peamiselt kas piloot- või demonstratsioonseadmete tasemel. 1990. aastatel Venemaal, Valgevenes ja Leedus töötanud lahja väävelhappe tehnoloogiat kasutanud etanooli tootvad hüdrolüüsitehased on pankrotistunud ilma riigipoolse toetuseta ja oma töö lõpetanud. Hüdrolüüsitehastes saadava etanooli omahind ja kvaliteet oli halvem kui põllumajanduslikku tooret kasutavate piiritusvabrikutes.

Põllumajanduslikust toorainest toodetava absoluutse (100 %) etanooli omahinnaks oli Eestis ühe 2009. aasta uuringu kohaselt arvestatud 9,5 EEK/liiter (0,61 €/l) ehk 12,04 EEK/kg (0,8 €/kg). Arvestades sööda kvaliteedis oleva teravilja kokkuostu hinda, mis oli keskmiselt 1,6 EEK/kg (102 €/t), kuluks 1 l etanooli tootmiseks teoreetiliselt 3,6 EEK (0,23 €) eest toorainet. Toorme sisendhindade muutumisel jäävad proportsioonid enam-vähem endiseks. Eestis kasutusel oleva tehnoloogia kohaselt moodustavad suurema osa piirituse tootmise hinnast energeetilised kulutused tootmisprotsessile – virde steriliseerimine ja meskist etanooli destilleerimine. Teravilja omahind ja ka selle töötlemine etanooliks, sõltub naftasaaduste hinnast maailmaturul. Teravilja baasil töötav bioetanooli tehas võib anda püsivat tööd farmeritele ning võtta kasutusele sööti jäänud põllud, kuid see ei taga energeetilist sõltumatust.

I põlvkonna bioetanooli keskmiseks hinnaks võib edaspidistes kalkulatsioonides lihtsuse mõttes võtta 0,5 €/l ilma maksudeta.

Arvestades etanooli saagiseks 180 kg 1 tonni absoluutselt kuiva puidu kohta, tuleks 120 000 tonni etanooli tootmiseks kaasaegset hüdrolüüsiprotsessi kasutades varuda 670 000 absoluutselt kuiva hakkpuitu. BlueFire Ethanol Inc. 57 000 tonni etanooli tootva kontsentreeritud happe hüdrolüüsi kasutava tehase maksumus on ligikaudu 100 mln USD. Tootmise käigus tekib hulgaliselt kõrvalprodukte, mille utiliseerimine eeldab lisatöötlust sekundaarseteks toodeteks. Ensümaatilise hüdrolüüsi variandis on edukas SunOpta tehnoloogia, kuid ainult lehtpuidust toorme kasutamisel. Energiavõsa kasutamise kohta ensümaatiliseks hüdrolüüsiks andmed on puudulikud, kuid energiavõsa moodustubki lehtpuidust.

Häid tulemusi on saadud ka Jaapanis 2005 aastast Chugocu tsentris tegutsevas Biomassi Tehnoloogia Uurimiskeskuses tselluloosi ensümaatilisel hüdrolüüsil 100 % glükoosi väljatulekuga peale hüdrotermilist töötlust 230-260 °C juures äädikhappe ja etanooli juuresolekul ning sellele järgnevat mehaanilist töötlust kuulveskis. Saada olevail andmeil tundub kõige paljulubavam teise põlvkonna bioetanooli tootmisprotsess gaasistamisega. 120 000 tonni etanooli tootmiseks aastas oleks vaja varuda 466 000 t absoluutselt kuiva puitu. Range Fuels Inc. bioetanooli tehase rajamine Georgiasse võimsusega kuni 120 000 t läks maksma 190 mln USD. Saksa firma CHOREN Industries GmbH poolt valmimisjärgus diiselkütuse tehas puidutoorme baasil. CHOREN kasutab syngaasi tootmiseks täiustatud tehnoloogiat, kus kasutatakse gaasistamisel tekkinud tõrva täiendava koguse süngaasi tootmiseks. Välja töötamisel on mitmeid puidu gaasistamise tehnoloogiaid, mille eeliste väljaselgitamine kuulub tulevikku. Mootorikütuseks kasutatava etanooli või diislikütuse tootmise organiseerimisega puidu toormest võiks Eestis tõsiselt alustada pärast ehitusel olevate kommertsiaalsete bioetanooli ja biodiisli tehaste töötulemuste analüüsi. Puidu gaasistamisel saadava vedelkütuse positiivse momendina tuleb esile tuua soojusenergia ülejääki, mida saab kasutada elektrienergia tootmiseks ja kaugküttes. Märkimist väärib ka paberitööstustega seotud Soome firmade kasvav huvi vedelkütuse tootmiseks puidutöötlemise jääkide paremaks ärakasutamiseks. Puidust vedelkütuse tootmise kaasaegsed tehnoloogilised seadmed on küll kallid, kuid puidu kompleksse kasutamise osas oleks riiklike vahenditega vaja sellele enam tähelepanu pöörata taastuva tooraine kasutusele võtul transpordi ja linnade energiamajanduse arendamiseks ning puidu töötlemisel tekkivate jäätmete utiliseerimisel.

Etanool (samuti bioetanool – EtOH) ehk etüülalkohol ehk viinapiiritus (ka piiritus) ehk metüülkarbinool (valemiga CH_3CH_2OH) on üks tuntumaid alkohole.

Etanool põleb, moodustades CO_2 ja vee: $CH_3CH_2OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ on iseloomuliku lõhnaga kergesti lenduv tuleohtlik vedelik, seguneb veega igas vahekorras. Etanooli on võimalik kasutada mootorikütusena nii puhtal kujul kui ka segus bensiiniga. Tänapäeval lisatakse etanooli bensiinile enamasti muude lisandite (plii, aromaatsed ühendid jt) asemel. Etanooli oktaanarv on väga kõrge, seetõttu suurendatakse sellega bensiini oktaanarvu. Kuni 10% etanooli sisaldav bensiin sobib tavalistele bensiinimootoritele, suurema etanoolisisaldusega bensiini korral on tarvis mootoreid ümber seadistada. Euroopas muundatakse etanool enne bensiiniga segamist ETBE-ks (etüül-tert-butüüleeter), mille oktaanarv on kõrge ning mis on vähem lenduv kui etanool.

Etanooli (bioetanooli) energiasisaldus

Etanooli kütteväärtus on keskmiselt 27 MJ/kg (7,5 MWh/t ehk ~ 6,0 MWh/m^3), ETBE kütteväärtus on 36 MJ/kg (10,0 MWh/t ehk ~ 7,5 MWh/m^3). Bensiini kütteväärtus on kuni 43 MJ/kg (~ 12 MWh/t).

Etanooli kütteväärtus (energeetiline väärtus) on bensiini omast 33 % madalam ja paagitäie bensiiniga saab rohkem kilomeetreid läbida, võrreldes etanooliga. Tänu etanooli kõrgemale oktaanarvule aga suureneb mootori võimsus, võrreldes bensiini kasutamisega.

Etanooli küttevääртus on ruumalapõhiselt 68% ja massipõhiselt 63% bensiini küttevääртusest (kui bensiinis sisaldub vähe etanooli, siis on täheldatud, et sõidukite kütusetarbimine ei kasva).

Sama vahemaa läbimiseks E85-ga on vaja teoreetiliselt 1,41 korda rohkem etanoolbensiini kui naftabensiini (32:22,7 =1,41). Bensiini omahind 40-45 senti liiter, lisanduvad maksud.

Bioetanooli lähteained

Saadavat bioetanooli lähtuvalt toorme allikatest nimetatakse kas I põlvkonna bioetanooliks (suhkruid ja tärklist sisaldavad taimed, millest etanool saadakse fermentatsiooni (kääritamise) käigus) või II põlvkonna bioetanooliks (lignotselluloosed taimed või nende osad, millest etanool saadakse tselloloosi ja hemitselluloosi eelneva lõhustamise teel suhkruteks ning seejärel suhkrute kääritamisel). Kasutusele on tulnud ka kolmanda põlvkonna bioetanooli mõiste. Sel puhul kasutatakse etanooli saamiseks geneetiliselt muundatud taimi (nt nisu), millesse on tselluloosi ja hemitselluloosi lagundavad ensüümid nn sisse istutatud. Taimed, nende osad või jäägid, millest saadakse II põlvkonna etanooli ei konkureeri üldjuhul maapinnale, kus kasvatatakse toidu- või söödataimi. II põlvkonna bioetanooli tootmine vähendab CO_2 arvestuslikku heidet märksa rohkem kui I põlvkonna oma.

Bioetanooli tootmise lähtematerjalina (toormena) võib Eestis käsitleda – juurviljasid (kartul, suhkrupeet), teraviljasid (rukis, nisu, tritikale, oder), viljapõhku kui viljakasvatuse kõrvalprodukti (jäädet), looduslikel ja poollooduslikel rohumaadel kasvavat rohtu, puittaimi (peamiselt metsakasvatuse ja metsamajanduses tekkivaid jääke (metsakasvatuse jäägid, raiejäägid), puitpõhise biomassi töötlemise kõrvalsaadusi (saepuru ja kõik muud töötlemisjäägid)) ja biojäätmeid. Tulevikus võiks etanooli tootmise lähtematerjalina proovida kasvatada ka (mikro-) vetikaid.

Kõrgeimad etanooli saagid on Eestis saadud talitritikale (Lamberto) – 3 283-4 756 l/ha ja talinisu (Bjorke) – 3 059-4 143 l/ha sortidelt. Talirukki sortide etanoolisaagid jäid vahemikku 1 840-3 216 l/ha. Kõigi suviviljade etanoolisaagid olid peaaegu poole madalamad taliviljade etanoolisaagist jäädes vahemikku 1 444-2 252 l/ha. Uutest analüüsitud sortidest olid kõrgeima etanoolisaagiga tritikaled Kansas – 4 462 l/ha, Fidelio – 4 249 l/ha ja 9 403-97 – 4 188 l/ha; talinisud Residence – 4 035 l/ha (Jõgeva Sordiaretuse Instituut).

I põlvkonna bioetanool

Võtame bioetanooli tarbimisaine alumiseks küttevääртuseks keskmiselt 27 MJ/kg ehk 7,5 kWh/kg (21,6 MJ/l ehk 6,0 kWh/l). Kui võtta suvinisu baasil toodetud bioetanooli hektari saagiseks ümmarguselt 1 500 l/ha, saaks bioetanooli primaarenergiana ühelt hektarilt 9,0 MWh. Parimate talivilja sortidega (~4 000 l/ha) saaks ühe hektari energiasaagise tõsta kuni 24 MW/ha.

Nisust bioetanooli valmistamisel saadakse ühest tonnist 372 l etanooli, 457 kg WDG – wet destillers grain - (70% niiskus) või 295 kg DDGS dry destillers grain soluble - (10% niiskus).

Nii WDG kui ka DDGS on kasutatavad loomasöödana ja lähteainena edasiseks muundamiseks biogaasiks (DDGS nt ka tahke fossiilkütusega koospõletamiseks) ja viimase kõrvalsaaduse – digestaadi – kasutamiseks väetisena.

Teravilja baasil tehase, toodanguga 100 000 tonni etanooli aastas, maksumus on keskmiselt 80 mln eurot, toormena tarbitakse ca 300 000 tonni vilja aastas ja see hulk vajaks minimaalselt 100 000 ha maad teravilja kasvatamiseks.

Kui bioetanooli müügi hinnaks oleks 0,5 €/l, siis annaks üks hektar tulu 750 eurot kuni 2 000 eurot.

II põlvkonna bioetanool

Sisaldades keskmiselt 42% tselluloosi ja 21% hemitselluloosi on ühest grammist puidust teoreetiliselt võimalik saada 0,32 grammi etanooli.

Okaspuude puidust võib hüdrolüüsi meetodiga saada 150 – 180 kg 100 %-list etüülpiiritust 1 tonni absoluutselt kuiva puidu kohta. Süngaasi katalüütilise töötlemisega on etanooli saagiseks saavutatud 258 kg/t kohta, maksimaalne võimalik saagis on katalüüsi kasutamisel 328,5 kg/t. Mikroorganismide vahendusel on saagiseks saadud 224 kg/t.

Arvestades etanooli saagiseks 180 kg 1 tonni absoluutselt kuiva puidu kohta, tuleks 120 000 tonni etanooli tootmiseks kaasaegset hüdrolüüsiprotsessi (hapetega) kasutades varuda 670 000 tonni absoluutselt kuiva hakkpuitu.

120 000 tonni etanooli tootmise puhul aastas on ööpäevane absoluutselt kuiva tooraine vajadus 1 297 tonni; väävelhappe osas 51,4 t; lubja osas 10,3 t. Ligniini (50% kuivainet) tuleb ööpäevas utiliseerida 1 037 tonni; kipsi (60 % kuivainet) 85,7 t; presspärmi saab (20% kuivainet) 157 tonni või kuivpärmina 30 tonni. Süsihappegaasi moodustub 346 tonni ööpäevas, mille utiliseerimine täies ulatuses on problemaatiline.

Saada olevail andmeil tundub kõige paljulubavam teise põlvkonna bioetanooli tootmisprotsess gaasistamisega. 120 000 tonni etanooli tootmiseks aastas oleks vaja varuda 466 000 t absoluutselt kuiva puitu. Range Fuels Inc. bioetanooli tehase rajamine Georgiasse võimsusega kuni 120 000 t läks maksma 190 mln USD (146 mln EUR).

Lignotselluloose etanooli tootmine vajab 4-6 korda rohkem vett, kui tärklise põhine tootmine, mis seab piirangud tehase asukohale. Eestisse sobivad kohad oleksid Narva elektrijaamade vahetu lähedus, Kehra (tselluloosi ja paberi kombinaat) ja Kunda (tsemenditehas, Estonian Cell).

Bioetanooli kütusena kasutamise olulisemad riskid ja keskkonnamõjud

Etanooli kasutamisel mootorikütusena esinevad järgmised riskifaktorid: energiavarustuse risk, hind kilomeetri kohta, infrastruktuuri maksumus, tehnoloogiline risk, keskkonna riskid, teostuse risk, huvigruppide vastuseis, poliitilised raskused ja rõhu all hoidmise vajadus. Võrreldes naftaproduktide ja vesiniku kasutamisega mootorikütusena on need riskid tervikuna kõige madalamal tasemel. Tehnoloogiline ja teostuslik risk on naftasaaduste puhul

madalamad kui etanooli puhul, mis on mõistetav selle produkti kasutuse sajandipikkuse kogemuse tulemusena.

Mootorikütuse E10 (10% etanooli ja 90% bensiini) kasutamisel väheneb heitgaasides vingugaasi sisaldus, võrreldes puhta bensiiniga 20% ja E85 (85% etanooli ja 15% bensiini) kasutamisel 40% võrra. Kasvuhoone efekti põhjustavate gaaside sisaldus langeb E10 kasutamise l ligi 30 %, ning E85 puhul 40%. Veel on leitud, et E85 alandab heitgaaside NOx sisaldust 10 % ja sulfaatide emissiooni 80 %. Etanooli lisamine bensiinile vähendab ka tahmaosakeste arvu heitgaasides. E10 puhul väheneb uutes autodes tahmaosakeste (PM 10 ja PM 25) emissioon 36% võrra ja vanematel autodel kuni 22%.

USA valitsus soovis 2008.a. piirata bioetanoolitööstuse (I põlvkonna) senist ekstensiivset arengut ja määras toormebaasi laiendamiseks ning keskkonnamõjude vähendamiseks tselluloosipõhise tootmise toetuseks liitri kohta 1,10 USD. Dotatsioon ületab omahinna vahe, mis tärklisest tootes on tasemel 0,5 EUR/l ja tselluloosist 0,95 EUR/l.

Tootmise maksumus ja hinnad

Vogelbusch tehnoloogia võimaldab tooraine keskmise tärklise või suhkrusisalduse puhul toota 1 000 liitrit etanooli 2 300 kg maisist; 2 800 kg nisust; 10 000 kg suhkrupeedist. Investeering 300 000 liitrit/päevas tehasele sõltuvalt infrastruktuurist on 40 – 50 miljonit eurot.

Hollandlaste analüüs näitas jällegi parima omahinna olevat nisuõlgedel, 0,75 EUR/l, puidujäätmetel 0,99 EUR/l.

Prantsuse E85 bensiini hinnatasemete arvestuses ei ole teise põlvkonna tootmise hinnatase esimesega siiski konkurentsivõimeline, sest seal on müügihind tavaliselt kütusetehasele 0,5 EUR/l kohta fikseeritud hinnaga lepingutes. Teise põlvkonna odavaim müügihind kujunes 0,82 EUR/l, arvestades elektri ja soojuse koostootmisest saadud efekti.

USA andmete kohaselt on lignotselluloossest toorainest etanooli tootmise optimaalne maht ca 35 mln gallonit aastas (106 000 t/a). Siis oleks bioetanooli maksudeta hind umbes 0,61 €/l.

3. KOHALIKE KÜTUSTE STSENAARIUMIDE KIRJELDUS

3.1 Biometaani ja bioetanooli stsenaariumid

3.1.1 Mittesekkuvad stsenaariumid

Bioetanooli ega biometaani Eestis ei toodeta. Vajalik taastuvkütuste osakaal saavutatakse biokütuste impordiga bioetanooli puhul. Biometaani ei impordita ja taastuvkütuste osakaalu eesmärki 10% aastaks 2020 ei

täideta, kuna ainult bioetanooli ja diisliga ei ole võimalik 10% osakaalu saavutada. Sünkroonis mittesekkuva transpordistsenaariumiga ei vähene ka kütuste tarbimine.

3.1.2 Vähesekkuvad stsenaariumid

Biometaani toodetakse ca 40% potentsiaalist, biometaani ei ekspordita ega impordita, põhiliselt riiklike kohustuste täitmiseks, bioetanooli toodetakse ühes tehases, millest kodumaises tarbimises on 25%.

3.1.3 Teadmistpõhine e. maksimaalne

Biometaani toodetakse aastal 2030 263 mlm Nm3 ja aastaks 2050 toodetakse biometaani kogu potentsiaali ulatuses, 380 mln NM3, (300 ktoe), millest ca 40% eksporditakse.

Bioetanooli toodetakse 220 000 t, millest osa tarbitakse Eestis ja ülejäänud eksporditakse.

Tabel 1. Stsenaariumide valdkonnaspetsiifilised eeldused.

<table>
<tr><th>Stsenaariumid</th><th>Valdkonnaspetsiifilised eeldused, sh arvväärtustega</th></tr>
<tr><td>Mittesekkuv</td><td>Biometaani ja Bioetanooli ei toodeta

Biometaani ei impordita

Bioetanooli ja biodiislit imporditakse juba valmis segatuna

Imporditud bioetanooli ja biodiisli segamine

Suure tõenäosusega riik ei saavuta eesmärki 10% taastuvkütuste osakaalu transpordikütustes, kuna ka tarbimine ei vähene oluliselt.</td></tr>
<tr><td>Vähesekkuv</td><td>Biometaani tarbimise osakaal on 3.6% (1268 TJ, 30 ktoe, 35 mln Nm3) 2020.a

ja 12.6% 2030.a (4924 TJ; 118 ktoe; 137 mln Nm3/a)

Biometaani tootmise ja tarbimise potentsiaal on aastal 2050 380 mln Nm3 (

Selleks kasutatakse erinevaid toormeid.

1. rohtne biomass
1.1 Kasutusest väljas põllumaadelt, mis võetakse tänu biogaasi tootmisele kasutusele, millele seni pole taotletud ühtset pindala toetust (ÜPT)
1.2 Rohumaadelt, mis on saanud ÜPT, kui ei oma loomi (rohi/hein purustatakse ja jäetakse maha)
1.3 pool-looduslike alade niitmisel

Põllumadelt ja rohumaadelt on võetud biogaasi (CH4 60%) toogi arvutamisel eelduseks, et 1 ha saab 15 tonni rohtset märgmassi, millest anaeroobse kääritamisel saan 155 Nm3 biogaasi (60% CH4) tonni rohtse märgmassi kohta, reaalselt kasutatav on 90% saagisest, 10% on arvestatud kadudele.

1.1 20% kasutusest väljas olevaid põllumaid (ei ole saanud ÜPT[3] PRIA andmetel), 32 554 ha

<table>
<tr><td>Põllumaad ilma rohumaadeta on</td><td>1,078,330</td></tr>
<tr><td>Ühtset pindala toetust kasutas 2011</td><td>915,561</td></tr>
<tr><td>Kasutamata põllumaa</td><td>162,769</td></tr>
<tr><td>Sellest biogaasi tootmiseks aastal 2030 on 20%</td><td>32,554</td></tr>
</table>
Antud eeldustel saab kasutamata maadelt biometaani 40.87 mln Nm3

1.2. 20% rohumaid, mis saavad toetus, kuid ei oma loomi, ehk 38 400 ha niidetud</td></tr>
</table>

[3] ÜPT – ühtne pindala toetus, rohumaade puhul piisab selle toetuse saamiseks 1 kord rohumaa niitmisest, reeglina niidetud biomass purustatakse maha ja seda biomassi ei kasutata, sh niitmiseks kulutatakse fossiilseid kütuseid.

biomassi kasutatakse biogaasi tootmiseks aastal 2030 biogaasi tootmiseks

Rohumaid kokku ilma 100 000 ha poollooduslike kooslusteta on (ha)	246,330
sellest 192 000 ha on saanud ÜPT-d, kuid ei oma loomi (ha)	192,000
Eeldame, et 20% sellest pindalast on kasutatav biomassi kasvatamiseks, mida kasutatakse biogaasi tootmiseks aastal 2030 (ha)	**38,400**

Antud eeldustel saab rohumaadelt, kus rohi jääb kasutamata, biometaani 48.21 mln Nm3

1.3. Rohtne biomass 15% pool-looduslike alade niitmisest.
Biometaani koguse arvutamise eelduseks on võetud 9 tonni rohtset biomassi ha kohta, biogaasi (CH4 60%) toogiga 119 Nm3/t värske massi kohta, 90% on kasutatav:

Pool-looduslikke maade pindala kokku (ha)	100,000
Osakaal, millelt kogutakse rohtset biomassi aastal 2030 biometaani tootmiseks (%)	15%
Pool-looduslike maade pindala biogaasi tootmiseks (ha)	**15,000**

Antud eeldustel saab 15% pool-looduslikelt rohumaadelt biometaani 8.68 mln Nm3

Rohtsest biomassist toodetava biometaani kogus antud eeldustel on **kokku 98 mln Nm3.**

2. Sõnnikust ja muust biomassist saadava biometaani kogus aastal 2030 on 39 mln Nm3

Kokku on biometaani eesti tarbimises kasutatav kogus 137 mln Nm3

Biometaani ei ekspordita.

Biometaani ja surumaagaasi hinnavahe toetus aastani 2025 on 20 mln € kokku (keskmiselt 2 mln €/a)

25% metaankütuste tanklatoetus aastani 2025 summas 17 mln €

Bioetanooli tootmismaht on 2020 1 000 000 tonni, (123.460 mln liitrit) ja ei suurene.

Kuni 100 000 t tootmismahu juures on muutuv- ja püsikulud kokku 67 mln €/a

Investeeringutoetus bioetanooli tehasele on 2020.a 42 mln €.

Põllumaa, mida on vaja bioetanooli tootmiseks 2020.a. on 60 138 ha.

Tulu praaga koguse müügist, mis müüakse aastas hinnaga 200 €/t on aastal 2020. a 26.8 mln €/.

maksisekkuv ehk teadmistepõhine

Biometaani tootmise kogupotentsiaal 2020.a on 5580 TJ, (133 ktoe, 155 mln Nm3);

Biometaani tootmise kogupotentsiaal 2030.a on 9468 TJ, (226 ktoe, 263 mln Nm3);

Biometaani

Biometaani transpordis tarbimise osakaal **Eestis** on **6.2 %** kõikidest transpordikütustest (1940 TJ, 46.3 ktoe, 54 mln Nm3) **2020.a**

ja **20.5%** 2030.a (5848 TJ; 140 ktoe; 162 mln Nm3/a)

Selleks kasutatakse erinevaid toormeid.

1. rohtne biomass
1.1 Kasutusest väljas põllumaadelt, mis võetakse tänu biogaasi tootmisele kasutusele, millele seni pole taotletud ühtset pindala toetust (ÜPT)

1.2 Rohumaadelt, mis on saanud ÜPT, kui ei oma loomi (rohi/hein purustatakse ja jäetakse maha)
1.3 5% põllumaadel on MAK[4] kohaselt võimalik kasvatada energiakultuure
1.4 pool-looduslike alade niitmisel

Põllumadelt ja rohumaadelt on võetud biogaasi (CH4 60%) toogi arvutamisel eelduseks, et 1 ha saab 15 tonni rohtset märgmassi, millest anaeroobse kääritamisel saan 155 Nm3 biogaasi (60% CH4) tonni rohtse märgmassi kohta, reaalselt kasutatav on 90% saagisest, 10% on arvestatud kadudele.

1.1. 30% kasutusest väljas olevaid põllumaid (ei ole saanud ÜPT[5] PRIA andmetel), 48 831 ha.

Põllumaad ilma rohumaadeta (ha)	1,078,330
Ühtset pindala toetust kasutas 2011 (ha)	915,561
Kasutamata põllumaa (ha)	162,769
Sellest biogaasi tootmiseks aastal 2030 on 30% (ha)	**48,831**

Antud eeldustel saab kasutamata maadelt biometaani 61.3 mln Nm3

1.2. 30% rohumaid, mis saavad toetus, kuid ei oma loomi, ehk 57 600 ha on niidetud biomassi kasutatakse biogaasi tootmiseks aastal 2030:

Rohumaid kokku ilma 100 000 ha poollooduslike kooslusteta on (ha)	246,330
sellest 192 000 ha on saanud ÜPT-d, kuid ei oma loomi (ha)	192,000
Eeldame, et 30% sellest pindalast on kasutatav biomassi kasvatamiseks, mida kasutatakse biogaasi tootmiseks aastal 2030 (ha)	**57,600**

Antud eeldustel saab rohumaadelt, kus rohi jääb kasutamata, biometaani 72.32 mln Nm3

1.3. 5% põllumaadel on MAK kohaselt võimalik kasvatada energiakultuure

Põllumaad ilma rohumaadeta on (ha)	1,078,330
5% on MAK järgi soovitatav kasutada energiakultuuride kasvatamiseks (ha)	**53,917**

Antud eeldustel saab 5% põllumaadelt biometaani 67.69 mln Nm3

1.4. Rohtne biomass 20% pool-looduslike alade niitmisest.
Biometaani koguse arvutamise eelduseks on võetud 9 tonni rohtset biomassi ha kohta, biogaasi (CH4 60%) toogiga 119 Nm3/t värske massi kohta, 90% on kasutatav:

Pool-looduslikke maade pindala kokku (ha)	100,000
Osakaal, millelt kogutakse rohtset biomassi aastal 2030 biometaani tootmiseks (%)	20%
Pool-looduslike maade pindala biogaasi tootmiseks (ha)	**20,000**

Antud eeldustel saab 20% pool-looduslikelt rohumaadelt biometaani 11.57 mln Nm3

Eesmärk on 30 000 ha

[4] MAK – Maaelu Arengukava, uue koostatava maaelu puudutava arengukava nmi on Biomajanduse Arengukava
[5] ÜPT – ühtne pindala toetus, rohumaade puhul piisab selle toetuse saamiseks 1 kord rohumaa niitmisest, reeglina niidetud biomass purustatakse maha ja seda biomassi ei kasutata, sh niitmiseks kulutatakse fossiilseid kütuseid.

	Rohtsest biomassist toodetava biometaani kogus antud eeldustel on **kokku 213 mln Nm3.** **2. Sõnnikust ja muust biomassist saadava biometaani kogus aastal 2030 on 50 mln Nm3** **<u>Kokku on biometaani eesti tootmisvõimsus 263 mln Nm3 (9468 TJ, 225 ktoe)</u>** Biometaani eksporditakse 38% toodetud kogumahust 3620 TJ (86.5 ktoe. 101 mln Nm3). Ekspordi puhul on võetud müügihind võrdseks hinnaga eestis, eeldusel, et ekspordikulud katab ja tulukuse tagab eksportturgudel olev kõrgem müügihind ja hüpoteetiliselt ei ole võimalik ekspordikulusid arvestada ja välisturgudel on biometaani hind prognoosimatu. 62 % biometaani tarbitakse Eestis 5848 TJ (140 ktoe, 162 mln Nm3) Biometaani ja surumaagaasi hinnavahe toetus aastani 2025 on 31 mln € kokku (keskmiselt 3 mln €/a). Juhul kui maagaasi aktsiisi mitte rakendada, siis abiometaani hinnatoetust on vaja maksta kokku aastani 2030 11-68 mln €/a. Tankla rajamise investeeringutoetus on 50%, aastani 2025 kogusummas 50 mln €, eesmärk on 100 tanklat. Bioetanooli tootmismaht on 2020 1 000 000 tonni, (123.460 mln liitrit) ja aastal 220 000 tonni (271.6 mln liitrit) Kuni 100 000 t tootmismahu juures on muutuv- ja püsikulud kokku 67 mln €/a Poole suurema tootmimahu juures (220 000 t/a) on muutuv- ja püsikulud kokku 149 mln €/a). Investeeringutoetus bioetanooli tehasele on 2020.a 42 mln € ja 2030 50 mln €. Põllumaa, mida on vaja bioetanooli tootmiseks 2020.a. on 60 138 ha ja 2030 152 103 ha. Tulu praaga koguse müügist, mis müüakse aastas hinnaga 200 €/t on aastal 2020. a 26.8 mln € ja 59 mln € 2030.aastal.
Stsenaariumiülesed eeldused	2015.a hakkab Eestis kehtima vedelate biokütuste segamiskohustus. vedelate biokütuste tootmine vastab kõikidele säästlikkuse, maakasutuse muutuse ja muude madala süsinikumajanduse ja keskkonnakoormuse vähendamise kriteeriumitele Vedelate biokütuste aktsiisimäär on madalam fossiilsete vedelkütuste aktsiisimäärast, et soodustada vedelate biokütuste turule tulekut Avalikud hüved aastas 1 Nm3 biometaani kohta on 0.73 € Biometaan jääb aastani 2050 kütuseaktsiisimääraga 0 €. 1 Nm3 biometaani energiasisaldus on 10 kWh Biometaani hind on 0.88 €/Nm3 (7% tulunormiga), kui sellest lahutada 0.08 € tulu kõrvalsaaduste müügist, äriplaane rahuldav müügihind on 0.8 €/Nm3 (28.9 €/GJ). Biometaani hinna keskmistatud komponendid: Finantskulu 0.10 €/Nm3 Kulu küttele ja elektrile 0.15 €/Nm3 Toorme ostukulu 0.14 €/Nm3 Muud tegevuskulud 0.18 €/Nm3 Amortisatsioon 0.16 €/Nm3

Transpordikulud lõpptarbijani 0.07 €/Nm3

Tulu kõrvalsaaduste müügist on keskmiselt 0.08 €/Nm3

	I näidistehas	II näidistehas	Keskmine
	€/Nm3	€/Nm3	€/Nm3
Toorme ostukulu	0.17	0.12	0.146
Küte ja elekter	0.14	0.17	0.153
Muud tegevuskulud	0.21	0.16	0.187
Amortisatsioon	0.14	0.18	0.159
Laenuintress	0.14	0.07	0.104
Omahind biometaanijaamas	**0.80**	**0.70**	**0.749**
Transport lõpptarbijani	0.10	0.04	0.07
Omahind koos transpordiga	0.90	0.74	0.82
7% omanikutulu	7%	7%	7%
Hind koos transpordi ja oodatava tuluga	0.96	0.79	0.88
Tulu kõrvalsaaduste müügist	0.12	0.04	0.08
Müügihind tanklas	***0.84***	***0.75***	***0.80***

Surumaagaasi hind tanklas 0.779 €/kg (ilma käibemaksuta ja taandatuna kuupmeetrile tiheduse juures 1.35 g/m3, on hind 0.48 €/Nm3, ehk 17.31 €/GJ)

Surumaagaasi kütuseaktsiisi tõus ajavahemikul 2015-2025 keskmiselt 1-3.6% aastas

Investeeringukulud 1 mln Nm3 biometaani tootmisvõimsuse rajamiseks

Ehitustööd 848,392 €

Seadmed 2,827,440 €

Tanklad 500,000 €, tanklatoetusi antakse kuni 50 metaankütuse tankla valmimiseni, biometaan koguse suurenemisel ei eeldata lisatanklaid.

Sõidukite ümberehitus 369,940 €

1 Nm3 biometaani tootmisel kaasneva kääritusjäägi müügist saadav tulu on 0.05 €/Nm3

1 Nm3 biometaani tootmisel kokkuhoitud kulu taimekaitsevahenditele 0.03 € /Nm3

Biometaani tootmise heide taandatuna CO2 ekvivalent heitmele WTT (ehk "põllust-paagini" - Well-to Tank ehk Viljelus, töötlemine, transport ja jaotamine kokku) on 18 g CO2 ekv/MJ heide keskmistatud vaikeväärtusega

Biometaani tootmise energia omatarbe osakaal biometaani primaarenergiast 35.35%.

CO2 hind aastal 2030 on 24.75 €/t (IEA Wordl Energy Outlook 2012)

Bioetanool müügihind on 0.782 €/kg (0.626 €/l, 21.128 €/GJ)[6]

Bioetanooli tarbimisaine alumiseks küttevääртuseks on keskmiselt võetud 27 MJ/kg ehk 7,5 kWh/kg (21,6 MJ/l ehk 6,0 kWh/l).

Bioetanooli tootmise omatarve on 30.7 % bioetanooli primaarenergiast (ja see peab olema vähemalt 60% taastuvat päritolu).

[6] Platts key daily ethanol assessments - -Northwest Europe, (PBF page 1210) Ethanol T2 FOB Rotterdam AAYDT00 Midpoint: 626.00 €/cu m, 15.07.2013.

	Bioetanooli tehase investeeringu toetus on 50% Bioetanooli WTT (Well-to Tank ehk Viljelus, töötlemine, transport ja jaotamine kokku) **CO2** ekv heide keskmistatud vaikeväärtus on 70 g CO2 ekv/MJ Bioetanooli tootmine I põlvkonna toormetest peab vastama kõikidele säästlikkuse kriteeriumitele ja maakasutuse muutuse (ILUC) negatiivsed mõjud peavad olema välditud. Keskpikas perspektiivis, kui II põlvkonna ehk lignotselluloosseid toormeid kasutavad bioetanooli tehnoloogiad on turuküpsed, siis on suund II põlvkonna toormete kasutamisele.

Tabel 2. Stsenaariumide eesmärgid.

Stsenaariumid	Eesmärgid
Mittesekkuv	Biometaani ja bioetanooli Eestis ei toodeta, biometaani ei impordita, *bioetanooli ja biodiislit imporditakse*, kuid eesmärk 10% transpordikütuseid taastuvatest allikatest jääb täitamata, aastal 2020 on bioetanooli osakaal 2.84% ja aastal 2030 2,48%, *import-biodiisli osakaal on aastal 2020 5.75% ja aastal 2030 6,42%, kokku vastavalt 8,58% ja 8,90%.*
Vähesekkuv	Bioetanooli osakaal transpordikütustes on 3,32% 2020 ja 2,64% 2030.a Biometaani osakaal on 3,57% aastal 2020 ja 12,56% aastal 2030 Kokku vastavalt 6,89% 2020.a ja 15,2% aastal 2030 *Import biodiisli osakaal on aastal 2020 2,3% ja aastal 2030 0.31%*
maksisekkuv ehk teadmistepõhine	Bioetanooli osakaal transpordikütustes on 3,51% 2020 ja 5,48% 2030.a Biometaani osakaal on 6,2% aastal 2020 ja 20,5% aastal 2030 Kokku vastavalt 9,71% 2020.a ja 25,98% aastal 2030 *Import biodiisli osakaal on aastal 2020 0.54% ja aastal 2030 0%*
...	

Tabel 3. Kohalike kütuste osakaalu eesmärgid aastani 2030 stsenaariumide kaupa.

Maksisekkuv-teadmistepõhine	2010	2015	2020	2025	2030
Bioetanooli osakaal	0.00%	1.79%	3.51%	4.45%	5.48%
Biometaani osakaal	0.00%	3.17%	6.20%	13.02%	20.50%
Kokku	***0.00%***	***4.96%***	***9.71%***	***17.47%***	***25.98%***
Transport Vähesekkuv_TAK					
Etanooli osakaal	0.00%	1.80%	3.32%	2.96%	2.64%
Biometaani osakaal	0.00%	1.94%	3.57%	8.29%	12.56%
Kokku	***0.00%***	***3.74%***	***6.89%***	***11.25%***	***15.20%***
MITTESEKKUV_BAU					
Bioetanooli osakaal	0.00%	1.64%	2.84%	2.65%	2.48%
Biometaani osakaal	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Kokku	***0.00%***	***1.64%***	***2.84%***	***2.65%***	***2.48%***

3.2 MEETMETE JA TEGEVUSTE KIRJELDUS

Tabel 4 Valdkonna meetmete ja tegevuste lühikirjeldus.

Meede 2.1 Põlevkiviõlist mootorikütuste tootmise ja turustamise toetamine	**Sisu lühikirjeldus**
2.1.1 Põlevkivi väärindamise uuringud	Viiakse läbi vastavalt PAK-is toodule ja T&A peatükile
2.1.2 Põlevkiviõli tootmine	Turuosaliste otsus
2.1.3 Põlevkiviõli tootmise jäägi uttegaasi väärindamine	Osutub võimalikuks vaid põlevkiviõli tootmisel
2.1.4 Põlevkivielektri tootmine keevkihtpõletuse tehnoloogiaga	Selgitatakse elektritootmise stsenaariumites
Meede 2.2 Alternatiivsete kütuste kasutuselevõtu suurendamine transpordis	
2.2.1 Biogaasi tooraine (sõnniku, silo, biojäätmete) hankimine	1. Jäätmekäitluses, tootmisprotsesside jääkide, biolagunevate jäätmete anaeroobse kääritmise soodustamine eelkõige seadusandlikult (näiteks Rootsis ei tohi biolagunevaid jäätmeid ladustada prügimäel), sõnnikuhoidla rajamise või renoveerimise toetus siduda kohustusega toota sobivatest toorainetest biometaani. 2. Viia sisse rohumaade toetused, kus looduslike rohumaade korrashoiu toetus siduda kohustusega leida biomassile rakendus. Toetusega kaetakse täiendavad kulud, mis tekivad biomassi kasutamisel biometaani tootmiseks (näiteks transpordi, ladustamise, jmt kulud) 3. ühtse pindalatoetuse suuruse sidumine rohtse biomassi kasutamise kohustusega biometaani tootmiseks (et vältida purutamist ja soodustada kõikide niidetud alade rohtse biomassi jõudmine biometaani tootmiseks 4.
2.2.2 Biometaanijaamade rajamine	1. Biometaani tootmise käivitumise eelduseks on “Delta-küsimuse (s.o. biometaani ja surumaagaasi hinna erinevus)” lahendamine, biometaani tootmise muutmine tasuvaks läbi maksusoodustuste, müügihinna toetuse, fikseeritud kokkuostuhinna ja uude taoliste meetmetega. 2. Oluline kulukomponent biometaani omahinnas on silo hind, seega ainult rohu purustamine ÜPT saamise eesmärgil tuleb lõpetada

	3. Siduda biogaasi sisendite (prügilad, reoveepuhastid jäätmekäitlusettevõtted, loomafarmid, jne) omanikele **investeeringutoetuste andmine kohustusega** kasutada biomassi biogaasi tootmiseks
2.2.3 Biometaani tanklavõrgustiku rajamine	Toetada biogaasi taristu arendamist, et saavutada aastaks 2030.a **263 miljonit Nm^3/a biometaani kasutamise mootorikütusena**; Biometaani segamiskohustus maagaasiga; Biometaani maagaasitoruühenduse toetus
2.2.4 Sõidukipargi kohandamine biometaani kasutuseks	Luua metaankütust tarbiva auto soetamist soodustav pakett eraisikutele turu loomiseks.
2.2.5 Biometaani kääritusjäägi kasutamine väetisena	Kääituskjäägi kasutamise seadustamine maheväetisena ja jäätmete lakkamise kriteeriumite kehtesteamine
2.2.6 Biokütuste tootmiseks ja turustamiseks vajalike õigusnõuete sätestamine	Määratleda eelistoetatavad biogaasi tootmise toorained Sätestatakse vastavas KKM määruses koos anaeroobse kääritamise sisendite jäätmete lakkamise kriteeriumitega
2.2.7 Bioetanoolitehase rajamine	Bioetanooli tehase rajamise investeeringutoetus
2.2.8 Bioetanooli tootmisjäägi praaga kasutamine taastuvkütusena või loomasöödana	Praaga kasutamise eelistamine loomasöödana on energeetiliselt ja majanduslikult mõistlikum
2.2.9 Biokütuste teavitustegevus	Biogaasialase koolituse ja täienduskoolituse, biogaasi juhtimise- ja tehnoloogiaalase koolituse käivitamine.

Meede 2.2 Alternatiivsete kütuste kasutuselevõtu suurendamine transpordis			
2.2.1 Biogaasi tooraine (sõnniku, silo, biojäätmete) hankimine	0	võtta kasutusele 20% kasutusest väljas olevat põllumajandusmaad võtta kasutusele 15 % looduskaitse maadelt niidetavast heinast ja silost; võtta kasutusele 20% kasutuses rohumaadest, kus rohi purustatakse maha kasutada 70% prügilagaasist energia muundamiseks kasulikuks energiaks kasutada 65% loomade sõnnikust biogaasi tootmiseks kasutada 70% reoveepuhastusjaamade settest biogaasi tootmiseks kasutada 5% biojäätmetest biogaasi tootmiseks	võtta kasutusele 30% kasutusest väljas olevat põllumajandusmaad võtta kasutusele 20 % looduskaitse maadelt niidetavast heinast ja silost; võtta kasutusele 30% kasutuses rohumaadest, kus rohi purustatakse maha **kasutada 5% põllumajandusmaast silo tootmiseks** kasutada 80% prügilagaasist energia muundamiseks kasulikuks energiaks kasutada 75% loomade sõnnikust biogaasi tootmiseks kasutada 80% reoveepuhastusjaamade settest biogaasi tootmiseks kasutada 10% biojäätmetest biogaasi tootmiseks
2.2.2 Biometaanijaamade rajamine		Toetada biogaasi taristu arendamist, et saavutada aastaks 2030.a **137 miljonit**	Toetada biogaasi taristu arendamist, et saavutada aastaks 2030.a **137 miljonit**

		m^3/a biometaani kasutamise mootorikütusena; Viia sisse biometaani kokkuostu toetus (fikseeritud hinnaga ostukohustus) 80 eurosenti Nm3 kohta; Töötada välja biogaasi ja biometaani puhastusseadmete ja võrguühenduste rajamise toetus. Töötada välja biometaani tootmise ja mõõtmisstandardite tugistruktuur (laborid, mõõtetehnoloogia kontrolli protseduurid jne);	**m^3/a biometaani kasutamise mootorikütusena**; Viia sisse biometaani kokkuostu toetus (fikseeritud hinnaga ostukohustus) 80 eurosenti Nm3 kohta; Töötada välja biogaasi ja biometaani puhastusseadmete ja võrguühenduste rajamise toetus. Töötada välja biometaani tootmise ja mõõtmisstandardite tugistruktuur (laborid, mõõtetehnoloogia kontrolli protseduurid jne);
2.2.3 Biometaani tanklavõrgustiku ja taristu rajamine		Toetada biogaasi taristu arendamist, et saavutada aastaks 2030.a **137 miljonit Nm^3/a biometaani kasutamist mootorikütusena**; metaankütuste (surumaagaasi ja surubiometaani) tanklate rajamise toetus Täiendada maagaasiseadust biometaani osaga, biometaani tootjale toetus, et osaliselt kompenseerida biogaasi puhastusjaamade opereerimiskulusid biometaani müümisel maagaasivõrku või lokaalses tanklas Töötada välja juriidiline raamistik, et biogaasi tootjaga sõlmitakse pikaajaline leping (nt 15 aastaks) biogaasist biometaani tootmiseks Gaasivõrgu operaator peab finantseerima 50% gaasivõrguga biometaani ühendusega (sisestamisega) seotud kuludest Töötada välja biometaani võrguühenduste rajamise toetus maagaasivõrguga või autonoomse kasutamise	Toetada biogaasi taristu arendamist, et saavutada aastaks 2030.a **263 miljonit Nm^3/a biometaani kasutamist mootorikütusena**; metaankütuste (surumaagaasi ja surubiometaani) tanklate rajamise toetus Täiendada maagaasiseadust biometaani osaga, biometaani tootjale toetus, et osaliselt kompenseerida biogaasi puhastusjaamade opereerimiskulusid biometaani müümisel maagaasivõrku või lokaalses tanklas Töötada välja juriidiline raamistik, et biogaasi tootjaga sõlmitakse pikaajaline leping (nt 15 aastaks) biogaasist biometaani tootmiseks Gaasivõrgu operaator peab finantseerima 50% gaasivõrguga biometaani ühendusega (sisestamisega) seotud kuludest Töötada välja biometaani võrguühenduste rajamise toetus maagaasivõrguga või autonoomse kasutamise võimalusele

		võimalusele	
2.2.4 Sõidukipargi kohandamine biometaani kasutuseks		40% võrra vähem tuleb ettevõttel maksta tulumaksu, kui ettevõtte kasutab CNG/CBM autosid; effektiivse kütusekasutusega uute autode, mille CO_2 heitmete tase on alla 120 g/km kohta tuleb kehtestada madalamad maksumäärad soodustused ja toetused metaangaasiliste (surumaagaasi ja surubiometaani) sõidukite ostuks või ümber ehitamiseks; keskkonnahoidliku sõiduki soetamise toetuse (clean vehicle premium), õhutamaks eraisikuid vahetama oma autosid kütusesäästlike ja taastuvallikatest toodetud kütuseid kasutatavate autode vastu. Toetust makstakse selliste sõidukite soetamiseks mille CO_2 heitme tase on väiksem kui 120 g/km ning mis kasutavad taastuvkütuseid (sh biometaan). Eraisik, kes soetas sarnastele tingimustele vastava auto saab riigipoolset toetust 5000 EUR; investeeringutoetus ühistranspordi üleviimiseks biokütustele (ja tanklakettide rajamiseks);	50% võrra vähem tuleb ettevõttel maksta tulumaksu, kui ettevõtte kasutab CNG/CBM autosid; effektiivse kütusekasutusega uute autode, mille CO_2 heitmete tase on alla 120 g/km kohta tuleb kehtestada madalamad maksumäärad soodustused ja toetused metaangaasiliste (surumaagaasi ja surubiometaani) sõidukite ostuks või ümber ehitamiseks; keskkonnahoidliku sõiduki soetamise toetuse (clean vehicle premium), õhutamaks eraisikuid vahetama oma autosid kütusesäästlike ja taastuvallikatest toodetud kütuseid kasutatavate autode vastu. Toetust makstakse selliste sõidukite soetamiseks mille CO_2 heitme tase on väiksem kui 120 g/km ning mis kasutavad taastuvkütuseid (sh biometaan). Eraisik, kes soetas sarnastele tingimustele vastava auto saab riigipoolset toetust 5000 EUR; investeeringutoetus ühistranspordi üleviimiseks biokütustele (ja tanklakettide rajamiseks);
2.2.5 Biometaani kääritusjäägi kasutamine väetisena		Kääritusjäägi kasutamiseks luua täpne reeglistik selle kasutamiseks väetisena. See peab hõlmama kogu asjaosaliste ringi kuhu kuuluvad investorid, ettevõtjad, planeerijad, omavalitsused, energeetikaettevõtted, (toidu)jäätmete tekitajad ja kääritusjäägi võimalikud kasutajad/tarbijad.	Kääritusjäägi kasutamiseks luua täpne reeglistik selle kasutamiseks väetisena. See peab hõlmama kogu asjaosaliste ringi kuhu kuuluvad investorid, ettevõtjad, planeerijad, omavalitsused, energeetikaettevõtted, (toidu)jäätmete tekitajad ja kääritusjäägi võimalikud kasutajad/tarbijad.
2.2.6 Biokütuste tootmiseks ja turustamiseks vajalike		Biometaanile 0 kütuseaktsiisi kehtestamine	Biometaanile **0 kütuseaktsiisi** kehtestamine

õigusnõuete sätestamine		pika-ajaliselt, vähemalt aastani 2030; säilitada aktsiisierisus transpordikütusena kasutatavale surumaagaasile (et CNG jääks vähemalt 30% soodsamaks fossiilsetest vedelkütustest); Töötada välja biometaani standardid, nii maagaasivõrgustikus kasutamiseks kui maagaasivõrgustiku väliseks kasutamiseks (kus metaani sisaldus võib olla madalam); Muuta maagaasi kvaliteedi standardit selliselt, et selle metaanisisaldus oleks vahemikus 95-98% Töötada välja kokkulepitud kvaliteedi standardile vastava biometaani maagaasitorustikku sisestamise protseduur, asjaosaliste õigused ja kohustused; Töötada välja või kohaldada Eesti jaoks vajalikud ja sobivad EL või rahvusvahelised biogaasi ohutu ladustamise ja transpordi seadusandlik raamistik ja protseduurireeglid Luua regulatsioon, mis kohustab gaasivõrgu haldajaid vastu võtma standardile vastavalt biometaani alates aastast 2015 Biometaani segamise kohustus maagaasiga (10%) aastaks 2030; Juurutada kohalike omavalitsuste kohustus biojäätmete liigiti kogumiseks. Lisaks aia- ja haljastusjäätmed. 2020. aastaks tuleb liigiti koguda 25 % biolagunevatest jäätmetest Pidada arvestust iga-aastaste tooraine	pika-ajaliselt, vähemalt aastani 2030; säilitada **aktsiisierisus** transpordikütusena kasutatavale surumaagaasile (et CNG jääks vähemalt 30% soodsamaks fossiilsetest vedelkütustest); Töötada välja **biometaani standardid**, nii maagaasivõrgustikus kasutamiseks kui maagaasivõrgustiku väliseks kasutamiseks (kus metaani sisaldus võib olla madalam); Muuta maagaasi kvaliteedi standardit selliselt, et selle metaanisisaldus oleks vahemikus 95-98% Töötada välja kokkulepitud kvaliteedi standardile vastava biometaani maagaasitorustikku sisestamise protseduur, asjaosaliste õigused ja kohustused; Töötada välja või kohaldada Eesti jaoks vajalikud ja sobivad EL või rahvusvahelised biogaasi ohutu ladustamise ja transpordi seadusandlik raamistik ja protseduurireeglid Luua regulatsioon, mis kohustab gaasivõrgu haldajaid vastu võtma standardile vastavalt biometaani alates aastast 2015 Biometaani segamise kohustus maagaasiga (20%) aastaks 2030; Juurutada kohalike omavalitsuste kohustus biojäätmete liigiti kogumiseks. Lisaks aia- ja haljastusjäätmed. 2030. aastaks tuleb liigiti koguda 50 % biolagunevatest jäätmetest Pidada arvestust iga-aastaste tooraine

		prognooside ja eelmise aasta tooraine koguste kohta, st, kui palju kasutatavast biogaasi tooraine potentsiaalist on kasutusele võetud iga-aastaselt. Luua Biogaasi sisendite register, Luua biogaasi tooraine nimistud mille kääritusjääki üksikult või kooskasutamisel võib kasutada väetisena Määratleda NREAP-is biometaan kui eelisarendatav biokütus Kehtestada tasuta parkimine surumaagaasi ja biometaaniga sõitvatele autodele; Luua eraldi piirkonnad ainult alternatiivkütuste sõidukite parkimiseks (vastava märgise ostmisel); Viia sisse prioriteetsed sõidurajad surumaagaasi ja biometaaniga sõitvatele autodele lennujaamades, raudteejaamades ja parvlaevade terminalides, eraldi taksorada surumaagaasi ja – biometaani taksodele; Kehtestada riigiasutustele kohustus lisada metaankütuseid kasutavad sõidukid hangetingimustesse; teha ettepanek KOV-idele soetada kõikidel transpordivahendite hangetel metaankütuseid kasutavaid sõidukeid; töötada välja näidiskriteeriumid hangetele (rohelised hanked) eelistustega alternatiivkütustele, sh metaankütustele; metaankütuste soodustamine ühistranspordis: Muuta KOV ühistranspordi reisijateveo hankekonkursi tingimusi nii,	prognooside ja eelmise aasta tooraine koguste kohta, st, kui palju kasutatavast biogaasi tooraine potentsiaalist on kasutusele võetud iga-aastaselt. Luua Biogaasi sisendite register, Luua biogaasi tooraine nimistud mille kääritusjääki üksikult või kooskasutamisel võib kasutada väetisena Määratleda NREAP-is biometaan kui eelisarendatav biokütus Kehtestada tasuta parkimine surumaagaasi ja biometaaniga sõitvatele autodele; Luua eraldi piirkonnad ainult alternatiivkütuste sõidukite parkimiseks (vastava märgise ostmisel); Viia sisse prioriteetsed sõidurajad surumaagaasi ja biometaaniga sõitvatele autodele lennujaamades, raudteejaamades ja parvlaevade terminalides, eraldi taksorada surumaagaasi ja – biometaani taksodele; Kehtestada riigiasutustele kohustus lisada metaankütuseid kasutavad sõidukid hangetingimustesse; teha ettepanek KOV-idele soetada kõikidel transpordivahendite hangetel metaankütuseid kasutavaid sõidukeid; töötada välja näidiskriteeriumid hangetele (rohelised hanked) eelistustega alternatiivkütustele, sh metaankütustele metaankütuste soodustamine ühistranspordis: Muuta KOV ühistranspordi reisijateveo hankekonkursi tingimusi nii,

		et see soodustaks üleminekut metaankütusele; Maksustada fossiilkütuseid tarbivad sõidukid (soetusmaks või iga-aastane registrimaks) diferentseeritult nende autode süsinikuheitmete taseme järgi ja biokütuste (metaankütuste) kasutamiseks mõeldud sõidukid maksust vabastada; Biogaasi ühistute loomise ja tegutsemise toetamine - Esimese 10 biogaasiühistu loomist toetatakse ja saadud kogemusi kirjeldatakse Eesti Biometaani Käsiraamatus, mida jagatakse kõigile huvilistele	et see soodustaks üleminekut metaankütusele; Maksustada fossiilkütuseid tarbivad sõidukid (soetusmaks või iga-aastane registrimaks) diferentseeritult nende autode süsinikuheitmete taseme järgi ja biokütuste (metaankütuste) kasutamiseks mõeldud sõidukid maksust vabastada; Biogaasi ühistute loomise ja tegutsemise toetamine - Esimese 10 biogaasiühistu loomist toetatakse ja saadud kogemusi kirjeldatakse Eesti Biometaani Käsiraamatus, mida jagatakse kõigile huvilistele
2.2.7 Bioetanoolitehase rajamine		Bioetanoolitehase protsessis kasutatav soojusenergia peab olema taastuv, et tootmine vastaks säästlikkuse kriteeriumitele. Maakasutuse muutuse (ILUC) negatiivsed mõjud peavad olema välditud	Turuküpsete II põlvkonna bioetanooli tootmistehnoloogiate olemasolul tuleb eelistada I põlvkonna tooret kasutava tehase ümber ehitamist bioetanooli II põlvkonna nn lignotselluloossetele (põhk, puidujäätmed) toormetele Uue bioetanoolitehase rajamisel tuleb eelistada kohe alguses II põlvkonna toormeid.
2.2.8 Bioetanooli tootmisjäägi praaga kasutamine taastuvkütusena või loomasöödana		Eelistada tuleb praaga kasutamist loomasöödana, kuna selle lisandväärtus on suurem.	Eelistada tuleb praaga kasutamist loomasöödana, kuna selle lisandväärtus on suurem.
2.2.9 Biokütuste teavitustegevus		Teavitada avalikkust biogaasi ja biometaani positiivsetest külgedest ja avalikest hüvedest Strateegiliselt oleks ülimalt oluline koondada Eestis kõik käimasolevate EL'u poolt rahastatavate bioenergia projekti tööpakettide tulemused ja ülevaated ühte keskkonda nt Eesti Biogaasi Assotsiatsiooni (EBA) kodulehele Vaja on tagada teadmised ja arusaam erinevate sisendite kääritusjäägi kasulikkusest väetisena, sh viia ellu	Teavitada avalikkust biogaasi ja biometaani positiivsetest külgedest ja avalikest hüvedest Strateegiliselt oleks ülimalt oluline koondada Eestis kõik käimasolevate EL'u poolt rahastatavate bioenergia projekti tööpakettide tulemused ja ülevaated ühte keskkonda nt Eesti Biogaasi Assotsiatsiooni (EBA) kodulehele Vaja on tagada teadmised ja arusaam erinevate sisendite kääritusjäägi kasulikkusest väetisena, sh viia ellu

		teavitusprogramm ja koolitus kääritusjäägi kasutamisest Eesti tingimustes investoritele, ettevõtjatele, omavalitsuste esindajatele, energeetikaettevõtetele, (toidu)jäätmete tekitajate ja kääritusjäägi kasutajatele ja tarbijatele (sh põllumeestele). Biogaasi alaste teadmiste laialdane kättesaadavus üldsusele. Teadmised ja mõistmine peavad saama kättesaadavaks kujul, mis peab olema kõigile arusaadav Metaankütuste propageerimine Biogaasialase koolituse ja täienduskoolituse, biogaasi juhtimise- ja tehnoloogiaalase koolituse käivitamine. Poliitikute, rahastajate ja ametnike koolitus biogaasi kasulikkusest. Metaankütuste konverentside sarja jätkamine sagedusega 2 korda aastas, toetada meediaväljundite tegemist metaankütuste propageerimiseks Eestikeelse Biometaani käsiraamatu välja andmine, mis kasutaks valdavalt eesti tingimusi, õppetunde, kogemusi, näidis (tasuvus)arvutusi, bioenergiaühistu loomist ja muid biometaani kasutamise praktikaid mootorikütusena (sh ohutus võrdlus teiste kütuseliikidega, jne) Metaankütuste sõidukite maaletoojate ja edasimüüjate teadlikkuse tõstmine läbi koolituse, seminaride ja turundustoetuse Autode maaletoojate /	teavitusprogramm ja koolitus kääritusjäägi kasutamisest Eesti tingimustes investoritele, ettevõtjatele, omavalitsuste esindajatele, energeetikaettevõtetele, (toidu)jäätmete tekitajate ja kääritusjäägi kasutajatele ja tarbijatele (sh põllumeestele). Biogaasi alaste teadmiste laialdane kättesaadavus üldsusele. Teadmised ja mõistmine peavad saama kättesaadavaks kujul, mis peab olema kõigile arusaadav Metaankütuste propageerimine Biogaasialase koolituse ja täienduskoolituse, biogaasi juhtimise- ja tehnoloogiaalase koolituse käivitamine. Poliitikute, rahastajate ja ametnike koolitus biogaasi kasulikkusest. Metaankütuste konverentside sarja jätkamine sagedusega 2 korda aastas, toetada meediaväljundite tegemist metaankütuste propageerimiseks Eestikeelse Biometaani käsiraamatu välja andmine, mis kasutaks valdavalt eesti tingimusi, õppetunde, kogemusi, näidis (tasuvus)arvutusi, bioenergiaühistu loomist ja muid biometaani kasutamise praktikaid mootorikütusena (sh ohutus võrdlus teiste kütuseliikidega, jne) Metaankütuste sõidukite maaletoojate ja edasimüüjate teadlikkuse tõstmine läbi koolituse, seminaride ja turundustoetuse Autode maaletoojate /

		kindlustusettevõtete suhtumise muutmine koolituse kaudu, et nad ei võtaks sõidukitelt ära garantiid, kui see on ümber ehitatud metaankütust paralleelselt kasutavaks või lisagarantiide andmine ümberehitatud metaansõidukitele	kindlustusettevõtete suhtumise muutmine koolituse kaudu, et nad ei võtaks sõidukitelt ära garantiid, kui see on ümber ehitatud metaankütust paralleelselt kasutavaks või lisagarantiide andmine ümberehitatud metaansõidukitele

Tabel 5 Meetmete, sh tegevuste rakendamise erinev ulatus Maksi- stsenaariumides aastani 2030.

BIOMETAAN TEADMISTEPÕHINE - MAKSI						
	Ühik	2010	2015	2020	2025	2030
Biometaani kogus aastas	mln Nm3	1	30	155	200	263
Biometaani kogus aastas	*ktoe*	*0.86*	*26*	*133*	*172*	*226*
Biometaani kogus aastas	TJ	36	1,080	5,580	7,200	9,468
Biometaani tarbimine Eestis transport EE_maksi	TJ	0.0	970.0	1,940.0	3,894.0	5,848.0
	ktoe	*0.0*	*23.2*	*46.3*	*93.0*	*139.7*
Kokku kõikide kütuste tarbimine Eestis	TJ	29,886	30,550	31,214	29,871	28,528
	ktoe	*714*	*730*	*746*	*713*	*681*
Biometaani osakaal kütuste tarbimisest Eestis	%	0.0%	3.2%	6.2%	13.0%	20.5%
Biometaan eksporti	TJ	36.0	110.0	3,640.0	3,306.0	3,620.0
	ktoe	*0.9*	*2.6*	*86.9*	*79.0*	*86.5*
Biometaani ekspordi osakaal %	%	0.00%	10.19%	65.23%	45.92%	38.23%
Biometaani müügihind	€/GJ	28.9	29.2	29.4	29.7	30.4
Surumaagaas hind aktsiisiga	€/GJ	17.3	21.1	24.9	26.0	30.4
Biometaani toetusvajadus aastas ühiku kohta	€/GJ	11.6	8.1	4.5	3.7	0.0
toetusvajadus aastas kodumaisele tarbimisele	M€/a	0	8	9	14	0.0
tulu biometaani müügist	M€	0.0	32.0	164.0	214.0	288.0
avalikud hüved aastas kokku (0.73€/Nm3)	M€/a	0.7	21.9	113.3	146.2	192.3
kogukasu ühiskonnale: avalikud hüved lahutatud kodamaise tarbimise toetusvajadus	M€/a	0.7	14.1	104.6	131.8	192.3
Biokütuste tootmise ja jaotamise otsekulud	MEUR	0.7	21	109	140	184
Investeeringud	MEUR	4	107	459	165	232
Tanklad	MEUR	1	15	63	23	0
Sõidukite ümberehitus	MEUR	0	11	46	17	23
Tanklate investeeringutoetus 50%	MEUR	0	7	31	11	0.00
Biometaani WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	tuh t/a	1	19	100	130	170
BIOETANOOL MAKSISEKKUV						
Bioetanooli toodetud kogus	mln l	0	0	123	123	123
	tuh tonni	0	0	100	100	220
	GWh	*0*	*0*	*750*	*750*	*1650*
	TJ	0	0	2700	2700	5940
	ktoe	*0*	*0*	*64*	*64*	*142*
Bioetanooli tarbimine Eestis	TJ	0	548	1096	1329	1563
	ktoe	*0*	*13*	*26*	*32*	*37*
Bioetanooli osakaal kütuste tarbimisest Eestis	%	0.00%	1.79%	3.51%	4.45%	5.48%
Bioetanool import	TJ	0.0	547.9	0.0	0.0	0.0
Bioetanool eksporti	TJ	0.0	0.0	1,604.2	1,370.8	4,377.5
	ktoe	*0.0*	*0.0*	*38.3*	*32.7*	*104.6*
Bioetanooli ekspordi osakaal % (TJ)	%	0.00%	0.00%	59.41%	50.77%	73.69%
müügitulu bioetanooli ekspordist	M€	0.0	0.0	35.1	30.8	102.7
tulu bioetanooli müügist kodumaises tarbimises	M€	0.0	0.0	24.0	29.9	36.6
tulu bioetanooli müügist, kokku	M€	0.0	0.0	59.1	60.7	139.3
avalikud hüved 5 aastas kokku	M€/a	0.0	0.0	170.0	170.0	374.0
Bioetanooli muutuv ja püsikulud aastas kokku	MEUR	0	0	67.83	67.83	149.23
Koguinvesteering	MEUR	0	0	83	0	100
Tanklad	MEUR	0	0	5	0	6
Tankla investeeringu toetus 50% CAPEX	MEUR	0	0	42	0	50
põllumaa vajadus	ha	0	0	69,138	69,138	152,103
praaga kogus aastas	t/a	0	0	27	27	59
Kaasnevad tooted - praaga müük hinnaga	M€/a	0.0	0.0	26.8	26.8	59.0
Bioetanooli WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	tuh t/a	0	0	189	189	416
MAKSISEKKUVAD BIOKÜTUSTE STSENAARIUMID KOKKU						
Biokütustes olev primaarenergia	TJ	0	970	4640	6594	11788
Biokütuste osakaal kütuste tarbimisest	%	0.00%	4.97%	9.73%	17.49%	25.98%
Koguinvesteering	MEUR	4.9	132.2	655.7	204.1	360.9
investeeringutoetus vajadus kokku	MEUR	0.3	7.3	72.8	11.3	49.8
A 1: toetusvajadus maagaasi aktsiisiga	M€/a	0.0	7.9	8.7	14.4	0.0
A 2: toetusvajadus maagaasi aktsiisita	M€/a	0.0	11.3	22.5	45.2	67.9
tulu biokütuste müügist	MEUR	0.0	32.0	249.9	301.5	486.3
kulud biokütuste tootmisele	MEUR	0.7	21.0	176.3	207.8	333.3
hüved	M€/a	0.7	21.9	283.3	316.2	566.3

Tabel 6. Meetmete, sh tegevuste rakendamise erinev ulatus vähesekkuvas- stsenaariumis aastani 2030.

BIOMETAAN VÄHESEKKUV						
	Ühik	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**
Biometaani kogus aastas	mln Nm3	1	18	35	86	137
Biometaani kogus aastas	*ktoe*	*0.86*	*15*	*30*	*74*	*117*
Biometaani tarbimine Eestis transport VS_TAK	TJ	0	634	1268	3093	4918
	ktoe	*0*	*15*	*30*	*74*	*118*
Kokku kõikide kütuste tarbimine Eestis	TJ	29,886	32,627	35,367	37,280	39,193
	ktoe	*714*	*779*	*845*	*890*	*936*
Biometaani osakaal kütuste tarbimisest Eestis	%	0.00%	1.94%	3.59%	8.30%	12.55%
Biometaan eksporti	TJ	0	0	0	0	0
Biometaani müügihind	€/GJ	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9
Surumaagaas hind aktsiisiga	€/GJ	17.3	20.8	24.2	26.0	28.9
Biometaani toetusvajadus aastas ühiku kohta	€/GJ	11.6	8.1	4.7	3.0	0.0
toetusvajadus aastas kodumaisele tarbimisele	M€/a	0.0	5.2	5.9	9.1	0.0
tulu biometaani müügist	M€	0.0	18.3	36.7	89.5	142.2
avalikud hüved aastas kokku (0.73€/Nm3)	M€/a	0.7	12.9	25.7	62.8	99.8
kogukasu ühiskonnale	M€/a	0.7	7.7	19.8	53.7	99.7
Biokütuste tootmise ja jaotamise otsekulud	MEUR	0.7	12.3	24.7	60.1	95.6
Investeeringud	MEUR	4	61	65	186	186
Tanklad	MEUR	1	8	9	25	25
Sõidukite ümberehitus	MEUR	0	6	7	19	19
Tanklate investeeringutoetus 25%	MEUR	0.0	2.0	2.2	6.3	6.3
Biometaani WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	t/a	648	11,412	22,824	55,674	88,524
BIOETANOOL VÄHESEKKUV						
Bioetanooli toodetud kogus	mln l	0	0	123	123	123
	tuh tonni	0	0	100	100	100
	GWh	*0*	*0*	*750*	*750*	*750*
	TJ	0	0	2700	2700	2700
	ktoe	*0*	*0*	*64*	*64*	*64*
Bioetanooli tarbimine Eestis	TJ	0	588	1177	1104	1032
	ktoe	*0*	*13*	*26*	*32*	*37*
Bioetanooli osakaal kütuste tarbimisest Eestis	%	0%	1.93%	3.77%	3.70%	3.62%
Bioetanool import	TJ	0.0	588.5	0.0	0.0	0.0
Bioetanool eksporti	TJ	0.0	0.0	1,523.0	1,595.5	1,668.0
	ktoe	*0.0*	*0.0*	*36.4*	*38.1*	*39.8*
Bioetanooli ekspordi osakaal % (TJ)	%	0%	0%	56.41%	59.09%	61.78%
müügitulu bioetanooli ekspordist	M€	0.0	0	33.4	35.9	39.1
tulu bioetanooli müügist kodumaises tarbimises	M€	0.0	0	25.8	24.8	24.2
tulu bioetanooli müügist, kodumaine tarbimine ja eksport kokku	M€	0.0	0	59.1	60.7	63.3
avalikud hüved 5 aastas kokku	M€/a	0.0	0.0	170.0	170.0	170.0
Bioetanooli muutuv ja püsikulud aastas kokku	MEUR	0	0	67.83	67.83	67.83
Koguinvesteering	MEUR	0	0	83	0	0
Tanklad	MEUR	0	0	5	0	0
Investeeringu toetus 50% CAPEX	MEUR			42		
põllumaa vajadus	ha	0	0	69,138	69,138	69,138
praaga kogus aastas	t/a	0	0	134,000	134,000	134,000
Kaasnevad tooted - praaga müük hinnaga 0,2 €/kg	M€/a	0.0	0.0	26.8	26.8	26.8
Bioetanooli WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	tuh t/a	0	0	189	189	189
VÄHESEKKUVAD BIOKÜTUSTE STSENAARIUMID KOKKU						
Biokütustes olev primaarenergia	TJ	0	634	3968	5793	7618
Biokütuste osakaal kütuste tarbimisest	%	0.00%	3.87%	7.36%	11.99%	16.17%
Koguinvesteering	MEUR	4.9	75.5	168.3	230.1	230.1
investeeringutoetus vajadus kokku (bioetanooli tehas + biometaani tanklad)	MEUR	0.0	2.0	43.7	6.3	6.3
A 1: toetusvajadus maagaasi aktsiisiga	M€/a	0.0	5.2	5.9	9.1	0.0
A 2: toetusvajadus maagaasi aktsiisita	M€/a	0.0	7.4	14.7	35.9	57.1
tulu biokütuste müügist	MEUR	0.0	18.3	122.6	177.0	232.4
kulud biokütuste tootmisele	MEUR	0.0	12.3	92.5	128.0	163.5
biokütuste tootmisega kaasnevad avalikud hüved	M€/a	0.0	12.9	195.7	232.8	269.8

3.4. STSENAARIUMIDE VÄLISMÕJUD

3.4.1 Biometaani välismõjud

Tabel 7. Majandusmõju analüüsi jaoks arvutatud välismõjude kirjeldus

BIOMETAANI positiivsed mõjud

miljonit €/aastas	M€/a	M€/a	M€/a	M€/a		M€
Biometaani potentsiaali kasutamise osakaal	*42%*	*71%*	*87%*	***100%***	***Kommentaar mõju kajastamise kohta***	***kumu,atiivne kogumõju***
	2020	**2030**	**2040**	**2050**		
Umbrohu seemnete vähenemisega kääritusjäägis kokku hoitud kulu fossiilsetele taimekaitsevahenditele	2.9	5.0	6.1	**7.0**	**saab kääritusjäägi omanik, arvestatud biometaani müügihinnas**	**0.0**
maaomanike kasum 5% täiendava lisandväärtuse juures 81'385 ha kasutusse võtmisel	2.0	3.4	4.2	**4.8**	**Maa väärtuse kasv, mõju kaudselt positiivne, ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**110.7**
Saamata jäänud kasum tootmata jäänud biometaanist	9.8	16.6	20.4	**23.4**	**avaldub majandusmõju hinnangus**	**0.0**
50% kasutamata maa harimisest saamata jäänud tööjõumaksud	1.9	3.2	3.9	**4.5**	**avaldub majandusmõju hinnangus**	**0.0**
kaotatud eluaastate tõttu saamata jäänud panus SKT-sse	5.0	8.5	10.4	**12.0**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**274.8**
Metaaniheite vähenemine sõnnikumajanduses	0.3	0.5	0.6	**0.7**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**15.1**
metaaniheitme negatiivne keskkonnamõju aastas kääritamata biojäätmetest	5.7	9.7	11.9	**13.7**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**313.1**
metaaniheitme negatiivne keskkonnakulu aastas kääritamata reoveesettest	1.6	2.7	3.3	**3.8**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**86.6**
Fossiilsete kütuste asendamisel biometaaniga ära hoitud CO2 kulu aastas	5.5	9.3	11.4	**13.1**	**avaldub transpordistsenaariumites**	**0.0**
Öise kasutamata tuulelektri müügist saamata jäänud tulu	2.2	3.8	4.6	**5.3**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**121.9**
BM asendab maagaasi maagaasi mittetranspordis kasutuses	33.4	33.2	57.4	**76.9**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**0.0**
Biometaan asendab fossiilsete kütuste kasutamise transpordis	21.6	65.0	60.0	**55.1**	**ei avaldu majandusmõju hinnangus**	**0.0**
Kokku töökohti 380 3 ini mil 740 töökohta (kõik kokku) *500 € maksutulu pool brutopalgast	2.8	4.8	5.9	**6.7**	**avaldub majandusmõju hinnangus**	**0.0**
kokku € mln	**94.8**	**165.7**	**200.1**	***227.1***		***922.2***
fossiilsete kütuste kasutamisel saamata jäänud kütuseaktsiis (mln €)	*21.6*	*65.0*	*60.0*	***55.1***		
Biometaani avalikud hüved laekumata aktsiisiga (mln €)	**73.3**	**100.7**	**140.1**	**172.0**		

Biometaan on hetkel ainuke väljakujunenud tehnoloogiaga kohaliku taastuva gaasilise biokütuse tootmise võimalus Eestis. Biometaani sarnasusest maagaasiga johtub ka selle tootmise turutõke. ***Biometaani*** *tootmiseks on vaja teha investeeringuid, mistõttu tema* ***omahind kujuneb suuremaks kui surumaagaasi hind*** *maagaasitanklas. Sestap* ***tuleb biometaani tootmist toetada, kui ühiskonna soov on asendada osa imporditavatest fossiilsetest mootorikütustest kohaliku taastuva kütusega - biometaaniga.***

Biogaasi saab biomassi anaeroobse käärimise teel vähemalt 37 °C juures. Biogaasis on keskmiselt 60% metaani (CH4). Biometaan on puhastatud biogaas, kus metaanisisaldus on 90-99%.

Biometaan ja maagaas on sarnase koostise ja küttevääртusega ->10 kWh/Nm^3, 37 MJ/Nm^3.

Eestis toodeti 2010.a. biogaasi 13 mln Nm^3, millest enamus pärines prügilatest ja pool toodetud kogusest ei leidnud kasutamist. Aastaks 2012 on biogaasi tootmine kahekordistunud, ca 25 mln Nm^3.

Eesti teoreetiline biogaasi (60% CH_4) potentsiaal on 1.5 miljardit Nm^3/a, puhastatuna biometaaniks on eesti teoreetiline potentsiaal 900 mln Nm^3 (CH_4 98%).

Reaalselt kasutatav biogaasi hulk aastas on 633 mln Nm^3, sellele vastav biometaani potentsiaalne kogus on 380 miljonit Nm^3/a, millest 9 miljonit Nm^3 moodustab prügilagaas.

80% biometaani potentsiaalist (304 mln Nm^3/a) on kasutatakse transpordis aastal 2050. See moodustab 30% 2011.a. vedelkütuste aastasest tarbimisest.

Metaankütuste soodustamiseks transpordis tuleb välja töötada biometaani kvaliteedi standard (metaanisisaldusega 95%), luua tasuta parkimise võimalus metaansõidukitele, säilitada ja tagada kütuseaktsiisivabastus biometaanile ning säilitada aktsiisierisus transpordikütusena kasutatavale surumaagaasile (CNG). Näidisjaama biometaani omahinnaks silohinnaga 30 €/t kujunes 0.8 €/Nm^3. Samaväärse surumaagaasihind tanklas on 0.46 €/Nm^3 (ilma käibemaksuta).

Biometaanis on 90-99% metaani (ja 1-10% CO_2), Põhjamaades tavaliselt 95%. Vene päritolu maagaasis on metaani 98%, (0.06% CO_2), mida kasutatakse Eesti maagaasitorustikus.

Biometaani tootmiseks peab tegema rohkem kulutusi, sestap tuleb tema tootmist ühiskonnal toetada.

Biometaani tootmisega ja tarbimisega kaasnevad mitmed avalikud hüved nagu kohaliku taastuvenergia tootmine hajaenergeetikas, energiajulgeoleku suurenemine, sõltumatus kliimast (tuulest, päiksest ja veetasemest), regionaalne tasakaalustatud areng, lisandub 1000 töökohta, põllumajanduse mitmekesistamine, sõnniku kääritusjäägi haisuvaba levitamine, vähem reostust pinnasesse, pinna- ja põhjavette, väiksem iseeneslik metaaniheide, väiksemad õhuheitmed võrreldes fossiilsete kütustega, kääritusjääk kui loodussõbralik väetis. Kui need avalikud hüved arvutada rahalises vääringus, siis ühiskond saab kaudselt kasu 380 mln Nm3 biometaani tootmisest 227.1 mln €/a.

Põhijäreldus*: Biometaani avalike hüvede rakendusuuringu põhijäreldus on, et biometaani tootmist tasub toetada, kuna ühiskond saab biometaani tootmisest kaudselt kasu 227.1 mln €/a.*

Põhijärelduse kontrollimiseks tuleb järgmiste uuringutega selgitada biometaani tootmise investeeringu-, püsi- ja muutuvkulud eesti tingimustes, mille tulemusena võib biometaani omahind ja sellest tulenev investeeringu toetuse vajadus suurus muutuda. Investeeringu toetuse vajadus tuleneb biometaani omahinnast ja maagaasi müügihinnast. Nendest kahest muutujast sõltub investeeringu toetuse suurus. Järgmised uuringud peavad selgitama, miks eesti biometaani omahind on euroopa riikide biometaani omahinnast mõnevõrra kõrgem.

3.4.2. Bioetanooli välismõjud

Eelduseks on võetud, et kirjandusallikate põhjal muudes riikides rajatuna on majanduslikult tasuvaks osutunud bioetanooli tehased aasta toodanguga vähemalt 100 000 tonni I põlvkonna bioetanooli aastas. II põlvkonna bioetanooli tehase tootmisvõimsus peaks olema vähemalt sama suur, kuid tõenäoliselt suuremgi, majandusliku tasuvuse saavutamiseks.

- Eestis toodetud bioetanooli olulisim eelis tuleneb elutsükli põhisest arvutamisest. Kui kasutada lähenemist, kus teraviljast toodetakse nii elektrit kui ka bioetanooli, on leitud elutsükli analüüsi tulemusena, et WTT (*well to tank*) etapis saavutatakse Eesti kontekstis seeläbi suurim võimalik KHG heite kärbe, millele lisanduvad mitmed teised eelised ja positiivsed kõrvalmõjud.

- Bioetanooli tootmise kõrvalprodukt praak (praaga) loetakse elektritootmisel taastuvkütuseks, millel puudub EL regulatsioonide arvestuses, võrreldes fossiilkütustega, CO_2 emissioon.

- Iga tonni bioetanooli tootmisel eraldub kõrvalproduktina 1,34 tonni praaka, mis on Eestis kasutatav taastuvkütusena. 1 tonn praaka on 50% niiskuse juures sama kütteväärtusega mis 1 tonn põlevkivi, ent kui 1 tonni põlevkivi põletamisel paiskub atmosfääri 1,18 t CO_2, siis praaga kui põllumajandusliku jääte põletamisel on KHG heidete maht arvestuslikult 0 tonni.

- 100 000 tonni bioetanooli = 134 000 praaka ehk kütteväärtuse järgi 134 000 põlevkivi. Viimase mittepõletamise korral väldime 158 120 tonni CO_2 heite. CO_2 hinna 3 €/t juures oleks vältimise rahaline väärtus 474 360 eurot.

- Eestis bioetanooli tootmisest tuleneva KHG kärpe ligikaudne väärtus (bioetanooli tootmine Narva elektrijaamades koos põlevkivist elektri tootmisega). Ühe megadžauli põlevkivist toodetud elektri kohta emiteeritakse 150 g CO_2 (vt Joonis 9). Arvestades, et praaga põletamisel on CO_2 emissiooni ekvivalent 0 g megadžauli kohta, on võimalik KHG heitmeid vähendada ca 150%. Ühtlasi lisandub KHG kärpele ka fossiilsete mootorikütuste bioetanooliga asendamisest tulenev heite vähenemine ca 20-30 g CO_2 megadžauli kohta, mille tulemusena on kogukärbe ca 180%. Indikatiivselt võib väita, et võrreldes Euroopa Liidu kasutatava fossiilkütuste põletamise arvestusliku keskmisega 83,8 grammi CO_2 ekvivalenti megadžauli kohta, on vahe enam kui kahekordne.

- Suurest kärpevõimest tulenevalt võib Eestis toodetud bioetanooli lisada fossiilkütustele seega poole vähem kui nt Brasiilia suhkruroost toodetud bioetanooli (nt 10 l mootorikütust võib sisaldada 0,5 l Eesti bioetanooli või 1 l Brasiilia oma sama kärpeefekti saavutamiseks), mis annabki Eesti bioetanoolile selge konkurentsieelise, tagades kõrgema müügihinna liitri kohta.

- Eestis on võimalik bioetanooli toota minimaalse mõjuga maakasutusele, mis tuleneb nõukogude perioodil kasutusel olnud ja hetkel kasutamata põllumajandusmaast. Nõukogude perioodil oli kasutusel ca 1,2 mln hektarit põllumajandusmaad, millest on hetkel kasutusel 1,07 mln hektarit, sh aktiivselt haritav 0,916 mln hektarit. Eestis on võrreldes EL vanade liikmesriikidega (EL15) aktiivselt haritavat ja põllumajandusmaad elaniku kohta vastavalt 2,2 ja 1,7 korda rohkem. Seega pole Eestil vaja kasutusele võtta uusi maid, mis on regulatsioonide järgi sisuliselt ka keelatud, sest see muudaks otseselt maakasutust keelatud aladel. Teisisõnu on meil võimalik võrdlemisi lihtsalt tagada tehase jaoks vajaliku toorme olemasolu. PRIA andmetel on Eestis 167 000 hektarit mitte kasutuses olevat põllumajandusmaad. Tuleb märkida, et valdavalt on see põllumajandusmaa söötis, osalt kattunud võsaga ja suhteliselt väikeste lahustükkidena, kus vilja tootmise omahind on kõrgem kui mitmesaja hektarilistel põldudel. Eriti kulukaks võib kujuneda selle maa taaskasutusse võtmine.

- Kaudsed mõjud maakasutuse muutusele pole samuti märkimisväärsed, sest võttes kasutusele söötis maa Eestis, ei tekitata vajadust võtta kasutusele uut maad mujal. Seega – kui Euroopa Komisjon kujundab välja piirangud, mis tulenevad kaudsest mõjust maakasutuse muutusele, siis Eestis toodetud bioetanoolile need piirangud ei rakendu. Mõjude puudumine maakasutuse muutusele hoiab kõrgel Eestis toodetud bioetanooli säästlikkuse taset ehk tagab taaskord kõrgema müügihinna liitri kohta.

- 100 000-120 000 hektaril kasvatatava teraviljaga saaks varustada Eesti mastaabis sobiva võimsusega tehase – 100 000 tonni (123 460 m^3) I põlvkonna bioetanooli aastas. Selle koguse maksumus oleks bioetanooli hinna, 500 €/m^3 (0,5 €/l) juures, ligikaudu 61,73 mln EUR.

- Eestis on soodne kliima bioetanooli tootmiseks sobiliku teravilja kasvatamiseks. Eesti asukohast tulenev võrdlemisi kõrge sademete hulk tingib siinset päritolu teraviljas kõrge tärklisesisalduse, mis tagab kõrgema bioetanooli toodangu, võrreldes mujal Euroopas kasvatatud teraviljaga.

- Eestil on bioetanooli ekspordiks logistiline konkurentsieelis. Euroopa suurimad biokütuste tarbijad on Saksamaa ning Põhjamaad eesotsas Rootsiga. Eesti toodangu kerge ligipääs kaubasadamatele ja sihtturu lähedus võimaldavad kütust tarnida kiiresti ja madalate transpordikuludega.

Eestis bioetanooli tootmise positiivsed kõrvalmõjud

- Bioetanooli tootmisel teraviljast tekib põllumajandusliku kõrvalproduktina põhk, millest hetkel on võimalik toota elektrit ja soojust. Alates 2011. aastast muutus reaalseks põhupõhine etanooli tootmine, mida on võimalik Eestis teha mahus ca 30 000 tonni aastas.

- Bioetanooli tootmine kindlustaks Eesti põllumajanduse elujõulisuse, tootlikkuse, jätkusuutlikkuse ja rahvusvahelise konkurentsivõime arengu.

- Bioetanooli tehase rajamisel tekib nõudlus ca 300 000 – 400 000 tonni logistilistel põhjustel eelistatavalt Eesti päritolu teravilja jaoks, mis looks siinsetele põllumeestele arvestatava sissetulekuallika. Ka on võimalik bioetanooli tootmise korral pakkuda viljakasvatajatele saagi eest põllumeeste endi hinnangul õiglast hinda, mida praegune turuolukord ei luba. Vilja hind oleks 190-230 €/t.

- Eestis toodeti 2011. aastal 771 900 tonni vilja aidakaalus ja seda 297 299 hektaril. Eesti vilja eksport oli 2011. aastal 333 900 tonni (109,5 mln EUR), põhiliselt küll oder, ligi kolmandik. 2011. aastal oli keskmine ekspordi hind nisul 224 €/t ja rukkil 200 €/t.

- Bioetanooli tootmine võimaldab hoida vilja hinna stabiilsemana, mis tagab põllumeestele jätkusuutlikku ja prognoositava sissetuleku.

- Bioetanooli toormena võiks kasutada viljasegu kombinatsioonis rukkist (60%), nisust (20%) ja tritikust (20%). Märkimisväärne lisanõudlus kolme eri kultuuri järgi on kasulik Eesti põllumajandusele maaharimise seisukohast, sest soodustab viljavaheldust. Eeskätt kasulik mõju on suuremal nõudlusel rukki järele, sest rukkis kasvab madala viljakusega maal, vajab 50% vähem lämmastikväetiseid kui nt nisu ning on seeläbi väiksema keskkonnamõjuga. Neil põhjustel on rukist hea kasutada vaheldumisi intensiivsemate viljadega. Seeläbi on võimalik muuta Eesti maaharimine jätkusuutlikumaks ja tootlikumaks.

- Kohalikku päritolu kütuse kasutamine vähendab nõudlust teistest, kohati vähestabiilsetest ja Euroopale poliitiliselt vastanduvatest riikidest pärit fossiilkütuste järele. Eestis kasutatav osa bioetanooli tehase toodangust (vähemalt 25 000 tonni aastas) suurendab seega Eesti energiajulgeolekut, mis on kooskõlas riigi ja Euroopa Liidu üldiste arengustrateegiatega.

- Positiivne mõju Eesti jooksevkontole 70-96 mln EUR ulatuses. Arvestades, et Eesti suudab hetkel ära tarbida ca 25 000 t bioetanooli aastas, siis läheb kuni 25% toodangust siseturule ja vähemalt 75% ekspordiks. Rahalises mõistes tähendab see Eesti majandusele umbes 48-64 mln eurost eksporditulu aastas. Jooksevkontole mõjub positiivselt ka see, et Eestis tarbitav 25% toodangust vähendab vajadust imporditava kütuse järele ehk 16-25 mln EUR ulatuses. Samas kui Eestis kasvab nõudlus bioetanooli järele uute tehnoloogiate kasutuselevõtu tõttu, siis on võimalik vältida fossiilkütuste importi kuni 48-64 mln euro ulatuses.

- Nii on uuringutes Eesti kohalikust teraviljast nõuetekohaselt toodetud bioetanooli CO_2 sisaldus massbilansi WTW arvestuseks saadud energiatarbimise põhjal, kõrvaltooteid

arvestades 28,85 g CO_2/MJ kohta. Võrreldes uue standardi liini tasemega 83,8 g CO_2/MJ on sääst 65,6% (RES-D nõuab 60% uutes tehastes alates 2017.a.). Praeguste, 35% säästuga biokütuste CO_2 sisaldus on ca 43 g CO_2/MJ kohta. Nendega kuni 10% mahus segus on võimalik näiteks 94 g CO_2/MJ sisaldusega konventsionaalsest naftast toorbensiini segades saada nõuetekohane kütus.

- EL uus kütuseaktsiisi direktiiv, välja antud peale FQD jõustumist, näeb samuti ette aktsiisimäärade vastavusse viimist nende küttevääртusega liitri kohta, et mitte võimaldada biokütuste diskrimineerimist mahu alusel.

Eesti konteksti sobiva näitena olgu toodud Soome kohta tehtud kulude/tulude arvutused 75 000 m^3 I põlvkonna bioetanooli tootmiseks (aasta 2004). Lisaks saadakse kõrvalproduktina ja müüakse 61 000 tonni loomasööta aastas (Tabel 21).

Denatureeritud bioetanooli hinnaks saadi 51,8 s/l ja koos kõigi maksudega (s.h aktsiisimaks) saadi 1,15 €/l (arvestatakse loomasööda müügiga).

Tabelis 9 esitatakse tabelis 8 kirjeldatud tehases I põlvkonna bioetanooli tootmisega kaasnevad avalikud hüved.

Tabel 8. I põlvkonna bioetanooli tootmise kulude/tulude arvutused 75 000 m^3 toodanguga tehases Soomes (aasta 2004).

Tiainen, Pekka 11.10.2004
Bioetanolitehtaan tulot ja kulut/bioetanolilitra 75 000 m3/vuosi laitoksessa

Myyntitulot			Täysi tuotanto/v	Milj. eur/v	Senttiä/litra	Plus valmistevero, euroa/l
Polttoaine-etanoli		49 senttiä/l	75000 1000 l/v	36,8	49,0	
Rehu		10 senttiä/l	61000 tn/v	61,0	81,3	
Kokonaismyynti				97,8	130,3	
Muuttuvat kulut				100 %:n tuotanto	EUR/litra	
Ohra		10,5 senttiä/l		23,9	31,9	
Entsyymit ja kemikalit				1,2	1,6	
Energia ja vesi				5,0	6,7	
Muu				1,3	1,7	
Muuttuvat kulut				31,4	41,9	
Henkilökunta, ka	40 Eur/h->	45825	1833000 eur/v	1,8	2,4	
Huolto ja varaosat (ens. 5 v)				0,9	1,3	
Kulut yhteensä ilman (ilman rahoituskuluja, etc.)				34,2	45,6	
Pääomakustannukset vuodessa, inv. 48,98 milj. eur ja tointit ja liittymä 1,51 milj. eur				4,6	6,2	
Yhteensä				38,8	51,8	1,15
Tuonti Brasiliasta	Tulliton hinta 22 senttiä + rahti 4,4 senttiä/l, yhteensä				26,4	
	Tulli, denaturoimaton				19,2	
	Yhteensä denatutoroimaton				45,6	1,08
	Tulli, denaturoitu				10,2	
	Yhteensä denaturoitu				36,6	0,99

Lähde: Juhani Ahpola, Jaakko Pöyry Group 9.8.2004 sekä oma laskelma

Soome bioetanoolitehase, aasta toodanguga 75 000 m^3, investeeringu maksumus oli umbes 57 mln EUR, mis teeb 762 €/m^3 toodangu ühiku kohta. Kui sellise mastaabiga tehase mõju ühiskonnale mõõdeti 28,69 mln eurot, siis 100 000 tonnise ehk 123 460 m^3 aasta toodanguga bioetanooli tehase kasu ühiskonnale võiks olla proportsionaalsuse põhimõttel 47,23 mln EUR (avalik hüve toodanguühiku kohta 382,53 €/m^3). Kui viimati nimetatud bioetanoolitehase maksumuseks võtta 80 mln EURi, siis tuleks investeeringu maksumuseks toodanguühiku kohta 647 €/m^3.

Tabel 9. I põlvkonna bioetanooli tootmisega kaasnevad avalikud hüved (Soome näide)**.**

Laskelma 75 milj. litraa biotanolia (laskelmassa korvaa 50,5 litraa bensiiniä lämpöarvon perusteella		
Investointituki		17,50 %
		10,00 milj. euroa
Bioetanoli		Hinta mineraalibensii-niekvivalenttina
-Hinta	57,50 senttiä	84,88 senttiä
-Mukaan lukien inv.tuen vaikutus mukaan lukien korkosäästö (5%)		
17,50 %	55,94 senttiä	82,58 senttiä
Valmistevero dieselin perusveron mukaan		26,83 senttiä
Hinta ml. valmistevero		109,41 senttiä
Hinta ml. ALV		133,49 senttiä
Valmistevero- ja ALV-tuotot		25,86 milj. euroa
Investointituki vuodessa		-0,67 milj. euroa
Investointituen korko vuodessa		-0,50 milj. euroa
Hyödyt paremmasta työllisyy-destä ja energiakasvituet		4,00 milj. euroa
Välitön hyödyt yhteiskunnalle		28,69 milj. euroa

<u>Märkus:</u>

Investointituki – investeerimistoetus, Korkosäästö – sääst intressidelt, Valmistevero – aktsiisimaks, ALV – käibemaks. Välitön hyödy yhteiskunnalle – otsene kasu ühiskonnale.

Allikas: Uusiutuvien liikennepolttoaineiden vaikutukset talouden ja työllisyyden kannalta. Effects on regional economy by utilizing renewable transportation fuels. Presentation is about the possible effects on the employment and economy by producing and using renewable transportation fuels. **Pekka Tiainen,** Valtiotiet tohtori (taloustiede), neuvotteleva virkamies, Työ- ja elinkeinoministeriö Uusiutuvia liikenteeseen – seminaari "Renewables in transport – opportunities for entrepreneurs", Joensuu 31.01 - 1.02.2012.

3.6. STSENAARIUMIDE TULEMUSED

Tabel 8. Biometaani stsenaariumide oodatavad tulemused aastal 2030.

Biometaani oodatavad tulemused 2030	ühik	Sts Mittesekkuv	Sts Vähesekkuv	Sts maksisekkuv
Kasutusest väljas olevate maada taaskasutusse võtmine	Tuh ha	-49[7]	33	49
Rohumaad mida niidetakse, aga biomassi ei kasutata	Tuh ha	0	38	58
Pool-looduslike alade pindala rohtne biomassi saamiseks	Tuh ha	0	15	20
5% põllumaadel on MAK kohaselt võimalik kasvatada energiakultuure	Tuh ha	0	0	54
Biometaan rohtsest biomassisist kokku	Mln Nm3	0	98	213
Biometaani lägast ja biojäätmetest ja -jääkidest	Mln Nm3	0	39	50
Biometaani toodang kokku	Mln Nm3	0	137	263
Biometaani primaarenergia sisaldus	ktoe	0	118	225
Biometaani primaarenergia sisaldus	TJ	0	4918	9468
Biometaani hind koos transpordi ja oodatava tulukusega (7%)	€/Nm3	0	0.80	0.80
Biometaani hind	€/GJ	0	29	29
Biometaani tarbimine Eesti transpordis	TJ	0	4918	5848
Biometaani eksport (või torumaagaasi asendamine)	TJ	0	0	3620
A1: Toetusvajadus biometaani müügihinnale (maagaas aktsiisiga)	M€	0	20	31
Biometaani müügikäive	M€	0	142	288
Biometaani tootmise otsekulud	M€	0	96	184
Investeeringud biometaani tootmisse (2030)	M€	0	186	232
Metaankütuse tankla investeeringud (kokku kuni 2030)	M€	0	68	100
Metaankütuse tankla investeeringutoetus (kokku kuni 2030)	M€	0	17	50
Biometaani WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	Tuh t/a	0	89	170
Biometaani osakaal eestimaises transpordis	%	0	13	21
Biometaani tootmisega kaasnevad positiivsed mõjud	M€	0	84	161
A2: Toetusvajadus biometaani müügihinnale (maagaasile transpordis ei kehtestata järk järgult aktsiisi)	M€	-	57	68

[7] see maa jääb edasi harimata, ja võsastub, soostub, laostub, langeb kasutusest välja

Tabel 9. Bioetanooli stsenaariumide oodatavad tulemused aastal 2030.

Bioetanooli oodatavad tulemused 2030	ühik	Sts Mittesekkuv	Sts Vähesekkuv	Sts maksisekkuv
Põllumaa suurus viljavahelduse korras toorme kasvatamiseks	Tuh ha	0	69	152
Bioetanooli toodang kokku	Tuh t	0	100	220
Bioetanooli primaarenergia sisaldus	ktoe	0	64	142
Biometaani primaarenergia sisaldus	TJ	0	2700	5940
Bioetanooli hind	€/l	0	0.626	0.626
Bioetanooli hind	€/GJ	0	21	21
Bioetanooli tarbimine Eesti transpordis	TJ	0	1032	1563
Bioetanooli eksport	TJ	0	1668	4377
Bioetanooli müügikäive	M€	0	63	139
Bioetanooli tootmise otsekulud	M€	0	68	149
Investeeringud bioetanooli tootmisse	M€	0	83	183
Biokütuse tankla investeeringud	M€	0	5	11
Bioetanooli investeeringutoetus	M€	0	42	92
Bioetanooli WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	Tuh t/a	0	189	416
Bioetanooli osakaal eestimaises transpordis	%	0	3.62	5.48
Bioetanooli tootmisega kaasnevad positiivsed mõjud	M€	0	85	170
Praaga müük loomasöödaks (0.2 €/kg)	M€	-	27	59

Tabel 10. Bioetanooli ja biometaani ühendatud stsenaariumide oodatavad tulemused aastal 2030.

Bioetanooli ja biometaani oodatavad tulemused 2030	ühik	Sts Mittesekkuv	Sts Vähesekkuv	Sts maksisekkuv
Biokütustes olev primaarenergia	TJ	0	7618	11788
Biokütuste tarbimise osakaal eestimaises transpordis	%	0	16	26
Koguinvesteering	M€	0	230	361
investeeringutoetus	M€	0	2700	5940
Bioetanooli hind	€/l	0	0.626	0.626
Bioetanooli hind	€/GJ	0	21	21
Bioetanooli tarbimine Eesti transpordis	TJ	0	1032	1563
Bioetanooli eksport	TJ	0	1668	4377
Bioetanooli müügikäive	M€	0	63	139
Bioetanooli tootmise otsekulud	M€	0	68	149
Investeeringud Bioetanooli tootmisse	M€	0	83	183
Biokütuse tankla investeeringud	M€	0	5	11

Biokütuste investeeringutoetus	M€	0	58	141
Biokütuste WTT (Well-to Tank) CO2 ekv heide	Tuh t/a	0	746	1214
Biokütuste tootmisega kaasnevad positiivsed mõjud	M€	0	169	331

4. Biodiislikütus

Autor Ülo Kask

Rapsiseemet tasub Eestis kasvatada, kui seda tehakse ettenähtud agrotehnoloogia nõudeid täites, mispuhul ei tohiks saagikuse üle 2 t/ha saamine olla probleemiks. See saagikuse number peaks olema kõigi rapsikasvatajate miinimumeesmärgiks.

Jätkusuutlikkuse ja säästlikkuse kriteeriumeid arvestades saaks Eestis toota umbes 15 000 hektaril energiakultuuridena kasutatavat rapsi/rüpsi, mis saagikuse 2 t/ha juures võimaldaks toota umbes 10 000 tonni BDK.

Sellise tootmismahuga ettevõtte (ka suurema võimsusega) taasavamine või rajamine ei oleks majanduslikult otstarbekas praeguses situatsioonis, kus Euroopa Liidus on umbes 50% tootmisvõimsustest suletud.

Eestis jätkusuutlikult toodetava biodiislikütusega oleks võimalik asendada 3% 2012. aastal maismaasõidukite poolt kasutatud fossiilsest diislikütusest.

Eestis toodetavat BDK oleks raske viia vastavusse säästlikkuse kriteeriumidega, sest meil toodetavast biodiislikütusest saadavas energiaühikus sisalduks umbes 60-70% fossiilset päritolu kütuste energiat. Säästlik oleks BDK kui biokütusest saadav energiaühik sisaldaks 35% ja vähem fossiilset energiat. Seda oleks võimalik saavutada, kui pressimisjääki kasutada energiamuundamiseks (seni läheb loomasöödaks) ning kasvatamiseks ja töötlemiseks kasutatav tehnika kasutaks biokütuseid ja põldude väetamiseks kasutada nt biogaasijaamade kääritusjääki.

Kui ELis kehtestatakse kaudse maakasutuse mõju direktiiv, siis I põlvkonna biodiislikütuse tootmine ei osutuks meil enam üldse mõistlikuks. Sama direktiiv võib ka raskendada I põlvkonna bioetanoolitehase rajamist (peaks olema kas põlevkivil baseeruva elektri ja soojuse või põlevkiviõli koostootmine).

Biometaani ja bioetanooli tootmise korral oleks Eestil võimalik üsna hõlpsalt täita ELi eest võetud kohustus kasutada transpordikütuste lõpptarbimises 10% ulatuses taastuvate energiaallikate baasil toodetud kütuseid või elektrit. Kuna kinnistub nõue, et vähemalt pool (või umbes pool) kasutatavate vedelate biokütuste hulgast tuleb toota teise põlvkonna või säästlikkuse kriteeriume täitvate biokütustega, siis seda on lihtsam saavutada biometaani ja bioetanooliga (vt ENMAKi raames tehtud bioetanooli uuringut). II põlvkonna biodiislikütuste

(BtL) valmistamise tehnoloogiad on oma arendusjärgus II põlvkonna bioetanooli tootmise tehnoloogiatest maas ja esimeste tootmine kujuneb praegu veel hulga kallimaks.

Keskkonnamõjude seisukohast oleks samuti mõistlikum toota bioetanooli biodiislikütuse asemel.

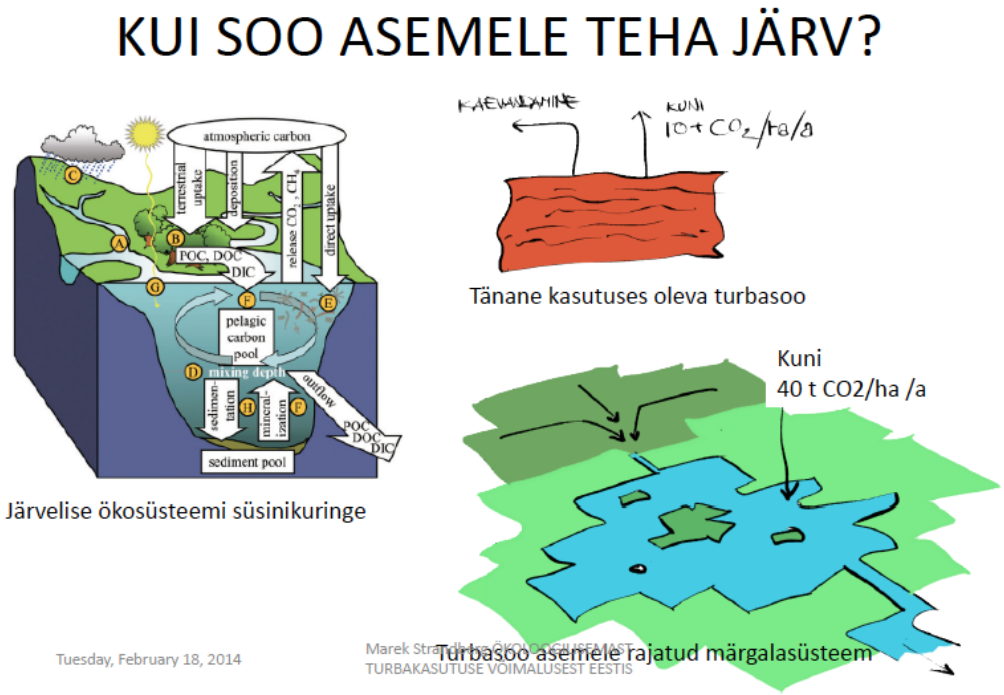
Arvestades biokütuste transpordikulusid ja kütuste segamisega seotud kulusid, võib järeldada, et 5%-lise biokütuse osakaalu nõue tekitab hulgimüüjatele lisakulusid, mistõttu 5%-liste kütuste segude jaehinnad oleksid fossiilkütustest kõrgemad või nendega võrdsed vaatamata sellele, kui oleks biokütustel aktsiisivabastus. Aktsiisivabastuseta oleks asi veelgi ebatasuvam

Soovitus

Ei oleks mõistlik kulutada kohe alguses riiklike toetusvahendeid mitmete lähteainete ja tehnoloogiate baasil valmistatavate mootorsõidukites kasutatavate biokütuste tootmise arendamiseks. Esimeses lähenduses võiks pöörata tähelepanu jäätmetest biometaani ja kohaliku toorme baasil I põlvkonna bioetanooli tootmise alustamisele (sest umbes 5% võib olla I põlvkonna biokütuse osa transpordikütuste lõpptarbimises). I põlvkonna bioetanoolitehase saab hiljem ümber seadistada II põlvkonna bioetanooli tootmiseks ja peale viljaterade muundataks etanooliks ka õled, millede koristusmass on enam-vähem võrdne viljaterade massiga. Edaspidi võiks tegelda ka kõigi II põlvkonna biokütuste alaste uuringutega ja tootmise arendamisega.

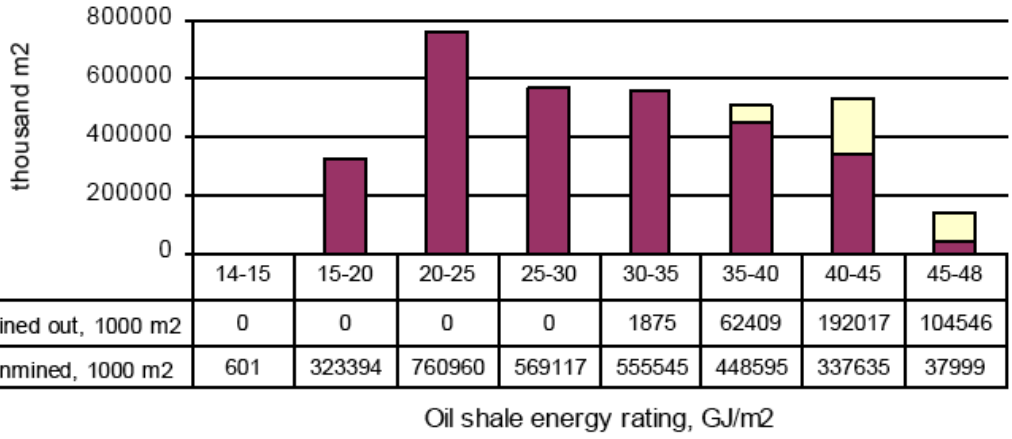
5. Turvas

Autor Marek Strandberg



5.1 Põlevkivikasutuse võrdlus turbakasutuse võimalustega.

Valdav energeetiline tooraine nüüdisaegses Eestis on jätkuvalt põlevkivi. Põlevkivi kasutust õigustatakse argumendiga, et see kütuseliik on kättesaadav ning sellel ei ole sesoonseid piiranguid, millised on näiteks biomassi kasutamisel. Samas on põlevkivi kasutamine märkimisväärse keskkonna ning kliimamõjuga, mille leevendamine pole majanduslikult kättesaadavate vahenditega realiseeritav.



	14-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-48
Mined out, 1000 m2	0	0	0	0	1875	62409	192017	104546
Unmined, 1000 m2	601	323394	760960	569117	555545	448595	337635	37999

Põlevkivimaardlate energiatihedused ning nende hulk. Allikas: Life Cycle Analysis of the Estonian Oil Shale, Tallinn 2005

Võtame järgneva arutluse eelduseks, et põlevkivi energiatiheduseks on 11 GJ/t (3100 kWh/t). Nii on tänaseks kavandatud põlevkivi ca 35 900 ha aladelt ning ühtekokku 1,4 miljardit tonni (2005 aasta seisuga). Üle 35 GJ/m^2 energiasisaldusega kaevandusalasid on veel 52 000 ha ning põlevkivi kogus seal on 1,82 miljardit tonni.

Põlevkivi on oma energiavaesuse tõttu märkimisväärne CO_2 allikas energiaühiku kohta. Turba ja põlevkivi CO_2 emissioonid energiasisalduse kohta on ligilähedaselt samad (100-kg CO_2 110 GJ energiasisalduse kohta).

Põlevkivi kaevandamise esmane keskkonnamõju on muidugi märkimisväärne, mis on seotud avakaevandustes pindmiste kihtide eemaldamisega ning allmaa ja avamaa kaevandustes vajadusega. Põlevkivi kaevandmaisel, olgu tegu siis maa-aluse kaevandamisega või kaevandamisega karjääridest, kaasneb ulatuslikum maakasutus: maa alune kaevandus vajab juurdepääsuteid ning aheraine paigutamise kohti nagu ka jääb toestuse tagamiseks osa kaevandusalast kasutamata. Sama puudutab ka kaevandamist karjääridest, kus suurem ala kui vaid kaevandusala võetakse kasutusse.

Põlevkivi kasutamine on seotud kütusena on seotud suure hulga jäätmete tekkega, millest põletustuhk oma keemilise aktiivsuse tõttu kujutab endast ohtlikke heitmeid.

1 tonni põlevkivi põletamisel jõujaamas tekkib ca 500 kg tuhka. Põlevkivist õli tootmisel, kus utmisprotsessi temperatuurid ei ole sedavõrd kõrged, kui põletamisel, leeliselist tuhka ei tekki. Enamus Eestis leiduvast turbast on tuhasusega mitte üle 5% ning seetõttu on selle kasutamine kütusetootmistoormena huvipakkuv.

Balti ja Eesti elektrijaamade tuhaladestusalad, mis on märkimisväärse keskkonnamõjuga moodustised. Turba tuhasus on kordades madalam põlevkivi tuhasusest, ning seetõttu ei saa turbakasutus tekitada selliseid tagajärgi

Oma energiatiheduselt on turba-alad ja põlevkivi leiukohad lähedased. 2-2,5 m paksune turbaladestus sisaldab 1m^2 kohta 33-38 MJ keemilist energiat (sõltuvalt turba süsinikusisaldusest, mis võib kuivainest moodustada 50-60%). Arusaadavalt on turbaladestuse faktiline energiatihedus seotud selle ladestuse paksusega ning turba seisundiga erinevates kihtides. Põlevkivi kasutamisel loetakse ratsionaalseks piiriks, millest madalama energiatihedusega alasid kütuseallikana kasutusse ei võeta 35 MJ/m^2. Nähtavalt on tegemist energeetiliselt võrreldavate tooraineallikatega ning oluline on nende võrdlemisel ja turba käsitlemisel põlevkivi alternatiivina kaaluda lisaks tehnologilistele ka ökoloogilisi aspekte.

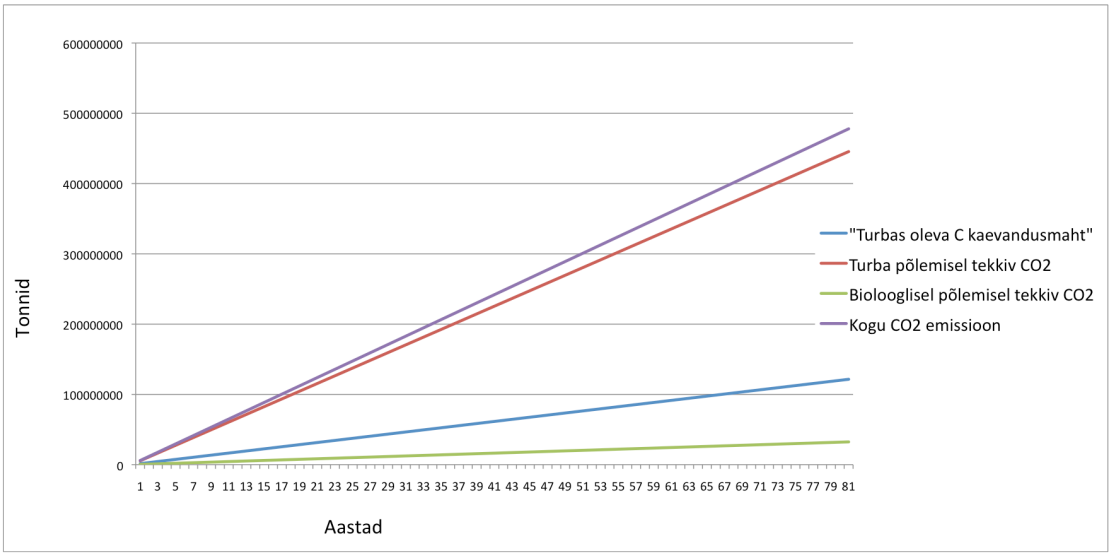
5.2 Tänane turbakaevandamise mudel.

Nüüdisajal on kaevanduste all ca 20 000 ha turbaalasid. Turba kaevandmiseks on vaja alandada turbaväljadel veetaset, et pealmised 0,5-1 m turbapinnast oleks niiskusevabamad ning kannaks selle töötlemiseks vajalikku tehnikat. Selle tulemusena muutub soo niiskuserežiim ja hävitatakse taimestik, mis on siiani toiminud turba juurdekasvu tekitajana ning CO_2 sidujana atmosfäärist.

Tänane turbakasutuse mudel on CO_2 emissioonide osas kogu turbakasutuse vältel progressiivne: kord avatud ja kaevandamiseks kasutatav turbaala on kogu selle kaevandusperioodi vältel CO_2 ja muude kasvuhoonegaaside emissiooni allikaks.

Järgnevalt on esitatud lihtsustatud turbakaevandamise mudel.
Eeldused:

CO_2 emiteeriva turbaala kogupindala – 40 000 ha
Kaevanduse all olev turbaala – 10 000 ha
Aastane kaevekihi paksus – 3 cm
Turba veesisaldus - 90%
Turba süsinikusisaldus – 50%
CO_2 mikrobioloogilise emissiooni kiirus koos erosiooniga – 10 t (Eesti oludes mõõdetud mikrobioloogilise lagunemise kiiruseks on 6,4 t) CO_2/ha/a



Joonisel on kujutatud CO_2 emissioonid eeldusel, et 40 000 CO_2 bioloogiliselt emiteerivast turbaalast on kaevandamiseks kasutusel 10 000 ha ning sel moel kasutatakse seda ca 80 aasta vältel. Aastane turba kaevandamine orgaanilises aines olevale süsinikule arvutatult on sellisel juhul 1,5 miljonit tonni. See vastaks 12% niiskusega turba (briketeeritud energeetilise turba, https://www.riigiteataja.ee/akt/905848 alusel arvestatakse 40% niiskust) kaevandusmahule ca 3,4 miljonit tonni aastas. Selline turbakaevamise maht vastab oma orgaanilise süsiniku ammutamise mahult 7,143 miljoni tonni põlevkivi ammutamisele (eeldusel, et põlevkivi kerogeenis on 70% orgaanilist süsinikku ning põlevkivi mineraalaine kogus on 70%).

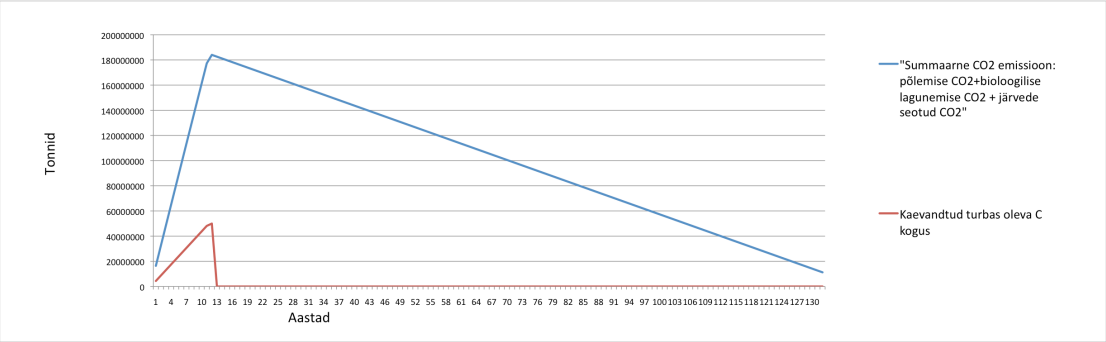
5.3 Alternatiivne turbakaevandamise mudel.

Alternatiivse turbakaevandamise mudeli tehnoloogiliseks eelduseks on võimalus kasutada töötlemiseks niisket turvast, mille niiskusesisaldus võib olla 30-40%. Käesoleva töö teises osas tuleb juttu perspektiivsetest hüdrotermilise krakkimise ning töötlemise meetoditest, mille tooraineks sobib kõrge veesisaldusega niiske turvas. Samuti on tegu tehnikatega, mille abil on võimalik töödelda erineva lagunemisastmega turvast.

Sellise töötlemistehnika muutus lihtsustab ka turbakaevandamist, sest puudub vajadus kaeveala eelnevalt drenaažiga kuivatada turvast saab ammutada vahetult kasutades vastavaid ujuvekskavaatoreid ning liigniiskus on materjalist eemaldatav tsentrifuugimisel, filterpressimisel või vaakum-lintkuivatamisel.

Alternatiivse turbakaevandamise mudeli osaks on ka tehisjärvede tekitamine senistele turbakaevandamis või olulise kuivenduse mõjuga aladele, mis muutuksid taas atmosfäärisüsinikku siduvateks ökosüsteemi osadeks.

Järvetekkega turbakasutusmudeli eeldused:
Kaevandusalasid kokku: 40 000 ha
Aastane kaevandusmaht: 3500 ha (100%, antud mudelis 2,5 m sügavuseni)
Turba veesisaldus: 90%
Turba süsinikusisaldus kuivaines: 50%
Turbaalade loomulik emissioon: 10 t CO_2/ha/a
Tekkivate järvede CO_2 sidumisvõime: 36 t CO_2/ha/a



Joonisel on kujutatud CO_2 siduva järvemudeliga ökoloogiliselt kompenseeritud turbakaevandamise C ja CO_2 bilansi muutus 130 aasta vältel.
Mudeli eelduste hulka kuulub see, et iga-aastaselt ammutatakse 3500 ha suuruselt alalt 100% kogu turvas, mis antud mudelis tähendab 125 kg/m2/a orgaanilise süsiniku ammutamist. Antud mudeli kohaselt muutub 3500 ha tühjaks kaevatud ala järveks, mis järgneval aastal on suuteline absorbeerima 36 t/ha/a CO_2-e.
See on nö turba ammutamise kiire mudel, mis võimaldaks 100% asendada kogu täna põlevkivist ammutatavat süsinikku ja seda järgneva 12-13 aasta jooksul. Kui taandada kogu ammutatav turbas olev süsinik põlevkivist saadavale süsinikule, siis vastab antud joonisel kujutatud turba kaevandamise intensiivsus ca 21 miljoni tonni põlevkivi igaaastasele kaevandamisele. Turba kaevandusmaht arvestatult 12% niiskusega turbale on antud mudelis 9,9 miljonit tonni aastas (puhtale orgaanilisele süsinikule taandatud kaevemaht 4,38 miljonit tonni aastas).

Esitletud mudel, kus loodavate järvedega kompenseeritakse turbapõletusest ja turbaväljade lagunemisest tingitud CO_2 emissioone on sajandi projekt, sest mõju stabiliseerimine võib aega võtta üle 130 aasta. Hüdrotermiline töötlemine võimaldab turbas olevat süsinikku kontsentreerida biosöeks ning mitmesugusteks vedelkütusteks ning seeläbi vähendada sesoonseid riske seotult turbast kütuste tootmisega.

Järveliste ökosüsteemidega stabiliseeritud turbakasutus on siinses uurimuses püstitatud hüpotees, mida on loomulikult vaja ka praktikas katsetada. Selleks tuleks rajada mõnehektarise pinnaga erinevaid rabasid ja aluspinnaseid hõlmavaid järvi ning jälgida nende geneesi ning täpsustada seeläbi ökoloogilisema turbakaeve tegelikke võimalusi.

5.4 Siiretest energia- ja kliimapoliitikasse

Ökoloogiliselt stabiliseeritud turbakasutus saab olla selle tõestamise järgselt argumendiks, millega osutada just sellise turbakasutuse taastuvale ning jätkusuutlikule iseloomule. Selline ökotehniline sekkumine võib osutuda ka vajalikuks kliimasoojenemise kontekstis, mille mõju Eesti aladele võib tähendada mikrobioloogilise turba lagunemise kiirenemist.

6. Põlevkiviõli

Autor Andres Siirde

Põlevkiviõli tootmise stsenaariumite kokkuvõte:

- Mudelarvutused elektritootmise kohta ei andnud ühtki tulemust põlevkivi kasutamist elektritootmiseks. Energiaplokid, mis on projekteeritud põlevkivi kasutamiseks ei ole üle viidavad muu, sh söe või uttegaaside põletamisele nii lihtsalt nagu mudelarvutuses näidatakse.
- Elektriturg toimib muutuvkuludega. Kui investeeringud on tehtud (a'la 300 MW plokk Auveres), siis energiaplokki tuleks mudelleerida muutuvkuludega.
- Põlevkiviõli tootmise tulukus sõltub nii õli müügihinnast, kui teostatud investeeringutest. Siiani (aastani ca 2005) on olnud õlitootmine ilma oluliste uute tootmislaienemisele suunatud kapitali kuludeta.
- Põlevkiviõli tootmine ilma uttegaaside ärakasutamiseta, mis täna on ainuvõimalik soojuse ja/või elektritootmiseks, ei ole üldse mõeldav.
- Õlitööstuse laiendamine vajab ka kapitalikulutusi uttegaaside põletusseadmetesse.
- Õli tootmine saab olla kasumlik vaid koos elektritootmisega. Soojustarbijaid ei jätku.
- Uttegaasist tootev elekter ei saa sõltuda elektritarbimise graafikust.
- Tuleks läbi töötada palju erinevaid ja läbimõeldud stsenaariume. Liberaalne stsenaarium on liialt vähene. Mudelarvutusmeetod võimaldab just stsenaariumite rohkust ja analüüsi.
- Aruandes on hinnatud põlevkiviõli tootmisvõimalusi ja mahtusid erinevate stsenaariumite alusel (võimalikud põlevkivi kaevandamise aastamääradest, jne) aastani 2030. Siin tuleb aga arvestada, et ettevõtete investeerimisplaanid on teostatud ehk kindlalt tänase seisuga aastani 2020. Edasised plaanid, kavad pärast 2020 aastat aga sõltuvad paljudest võimalikest tehnilistest, mitte veel kokku lepitud või määratud keskkonnanõuetest, maailma õlimüügi tarusituatsioonist, kütuste kvaliteedinormidest jne. jne. Seega aruandes toodud õliseadmete nimetused, mis on seotud ettevõtetega (Enefit –Eesti Energia, Petroter –VKG) on pigem tinglikud ja näitavad võimalikke põlevkivikasutust ja selle mahtusid kas õlitootmiseks või elektritootmiseks. Ehk aruandes tabelites toodud ja näidatud investeeritud seadmete arv (Petroter viis seadet või Enefit kaheksa seadet, Kiviõli seadmed) näitavad indikatsiooni ja nende arvude suhtes ei tohiks otsuseid vastu võtta erinevate ettevõtete põlevkivi määrade jaotuskavade või maksustamismuutuste kohta.

Lisaks veel: täna on juba selge, et VKG –s ehitusel olev Petroter II seade on täiustatud võrreldes Petroetr I seadmega. Selge on täna, et käivitatavat Enefit 280 seadme juures toimub ümberseadistamine. Aastal 2020-2030 võimalik investeeritav põlikiviõli tootmisseade võib omada hoopis uut nimetust, tüüpi, tehnilist lahendust ja ühikvõimsust. Samuti aruandes näitaud ja kuvatud põlevkivikasutus õlitootmisseadmele (näiteks Petroter seadmele 1005 tuh tonni aastas ja Enefit 280 2010 tuh. tonni aastas on arvutuslikud väärtused. Enefit 280 on käivitusjärgus ja Petroteril on 1,5 aastane tööperiood. Õiged põlevkivivajadus selgub, kui seadmed on töötanud mõned aastad. Siin aruandes toodud väärtused on pigem maksimaalsed võimalikud kogused.

Põlevkivi kaevandamise negatiivse keskkonnamõju üldiseks piiramiseks on seni rakendatud põlevkivi kaevandamise aastamäär– 20 mln tonni põlevkivi. Siinkohal on mõeldud maavarana arvel olevat põlevkivi geoloogilist varu, kaubapõlevkivi saab sellest 1,1 – 1,4 korda rohkem sõltuvalt kaevandamisviisist ja rikastamisviisist.

PÕKK alusuuringute alusel ettevõtete hinnang põlevkivivajaduseks kehtivat kaevandamise aastamäära arvestades kaubapõlevkivi vajaduseks (tuh. t)

Tabel 11. Võimalikud töötavad põlevkiviõlitootmisseadmed ja nende aastane põlevkivivajadus variantidel, kus summaarne geoloogiline tarve ei ületa vastavat 15, 20 ja 25 miljonit tonni

		stsenaarium 15 miljonit	stsenaarium 20 miljonit	stsenaarium 25 miljonit
Õlitootmisseade	Küttevääртus GJ/tonn	Aastane tarbepõlevkivi vajadus tuh. tonni	Aastane tarbepõlevkivi vajadus tuh. tonni	Aastane tarbepõlevkivi vajadus tuh. tonni
VKG Kiviterid	12,5	1695	1695	1695
Petroter I	8,3	1005	1005	1005
Petroter II	8,3	1005	1005	1005
Petroter III	8,3	1005	1005	1005
Petroter IV	8,3		1005	1005
Enefit 140	8,3	920	920	920
Enefit 140	8,3	920	920	920
Enefit 280 I	8,3	2010	2010	2010
Enefit 280 II	8,3	2010	2010	2010
Enefit 280 III	8,3	2010	2010	2010
Enefit 280IV	8,3	2010	2010	2010
Enefit 280 V	8,3	2010	2010	2010
Enefit 280 VI	8,3		2010	2010
Enefit 280 VII	8,3		2010	2010
Enefit 280 VIII	8,3		2010	2010
2x Enefit 280 IX X	8,3			4020
Kiviõli Kiviterid	9	450	450	450
TSK -500	8,3	150	150	150
Kokku tuh tonni tarbepõlevkivi		17200	24235	28255

Ettevõtete poolt põlevkivivajadusest, arvestades ettevõtete soove ilma põlevkivikasutuse piirmäärata.

Järeldused ettevõtete poolt planeeritavatest põlevkivivajadusest on alljärgnevad:

VKG Grupp AS ja Kiviõli Keemiatööstuse OÜ kavandatavad põlevkivivajadused aastani 2030 arvestades põlevkivikasutuse piirmäära või mitte, ei erine oluliselt. Suuremad investeeringud on kavatsetud teha aastani 2020

Tabel 12. Võimalikud töötavad põlevkiviõlitootmisseadmed ja nende aastane põlevkivivajadus variantidel, kus summaarne geoloogiline tarve ei ületa vastavat 15, 10 ja 25 miljonit tonni. Erinevus tabeliga 11 on, et näidatud põlevkivi aastamaht seadmetel energiana terajoulis (TJ) ning kokkuvõtlikult arvutatud summaarne põlevkivitarve nii kauba kui ka geoloogilise varuna

		stsenaarium 15 miljonit	stsenaarium 20 miljonit	stsenaarium 25 miljonit
Õlitootmisseade		aastane kaubapõlevkivi vajadus TJ	aastane kaubapõlevkivi vajadus TJ	aastane kaubapõlevkivi vajadus TJ
VKG KIVITERID		21187,5	21187,5	21187,5
Petroter I		8341,5	8341,5	8341,5
Petroter II		8341,5	8341,5	8341,5
Petroter III		8341,5	8341,5	8341,5
Petroterr iV			8341,5	8341,5
Enefit 140		7636	7636	7636
Enefit 140		7636	7636	7636
Enefit 280 I		16683	16683	16683
Enefit 280 II		16683	16683	16683
Enefit 280 III		16683	16683	16683
Enefit 280IV		16683	16683	16683
Enefit 280 V		16683	16683	16683
Enefit 280 VI			16683	16683
Enefit 280 VII			16683	16683
Enefit 280 VIII			16683	16683
2x Enefit 280 IX , X				33366
Kiviõli Kiviterid		4050	4050	4050
TSK -500		1350	1350	1350
Kokku TJ		150299	208689,5	242055,5
Põlevkivi vajaduse tuh tonni kütteväärtuseks 8,3 (kaubapõlevkivi)		**18,11**	**24,84**	**28,82**
Geoloogiline varu tuh. tonni		**15,09**	**20,70**	**24,01**

Eesti Energia Narva õlitööstuse kavandatavad põlevkivivajadused arvestades kehtestatud põlevkivikasutuse piirmäärasi ja mitte arvestades, erinevad mastaapselt. Põlevkiviõlitootmise vajadus vahemikus 2020 kuni 2030 –n suureneb 2,3 korda, samaaegselt põlevkivi vajadus elektritootmiseks väheneb 1,5 korda. Summaarne põlevkivivajadus Eesti Energial suureneks aastale 2020 kuni 2030 poolteist (1,5) korda, ehk 17,6 miljonilt tonnilt 25,4 tonnini

Põlevkivi ressursikasutus elektritootmiseks aastate lõikes on võetud allikast EA Energy Analyses lõppraportist kui Liberal- stsenaarium.

Liberal stsenaariumi söest toodetava elekterenergia koguse arvestamine põlevkivist toodetavaks elektrienergiaks

Tabel 13. Võimalikud töötavad põlevkiviõlitootmisseadmed ja nende aastane põlevkivivajadus variantidel, kus summaarne geoloogiline tarve ei ületa vastavat 15, 10 ja 25 miljonit tonni ja söe baasil elektritootmine on Liberal stsenaariumis asendatud põlevkiviga.

		stsenaarium 15 miljonit	stsenaarium 20 miljonit	stsenaarium 25 miljonit
Õlitootmisseade		aastane kaubapõlevkivi vajadus TJ	aastane kaubapõlevkivi vajadus TJ	aastane kaubapõlevkivi vajadus TJ
VKG KIVITERID		21187,5	21187,5	21187,5
Petroter I		8341,5	8341,5	8341,5
Petroter II		8341,5	8341,5	8341,5
Petroter III		8341,5	8341,5	8341,5
Petroterr iV			8341,5	8341,5
Enefit 140		7636	7636	7636
Enefit 140		7636	7636	7636
Enefit 280 I		16683	16683	16683
Enefit 280 II		16683	16683	16683
Enefit 280 III		16683	16683	16683
Enefit 280IV		16683	16683	16683
Enefit 280 V		16683	16683	16683
Enefit 280 VI			16683	16683
Enefit 280 VII			16683	16683
Enefit 280 VIII			16683	16683
2x Enefit 280 IX , X				33366
Kiviõli Kiviterid		4050	4050	4050
TSK -500		1350	1350	1350
Kokku TJ		150299	208689,5	242055,5
Põlevkivi vajaduse tuh tonni kütteväärtuseks 8,3 (kaubapõlevkivi)		**18,11**	**24,84**	**28,82**
Geoloogiline varu tuh. tonni		**15,09**	**20,70**	**24,01**

Arvestades analüüsitud andmeid avalikest allikatest, teades ja küsides andmeid õlitootmise ettevõttelt, lähtume põlevkiviõli tootmiskulude leidmiseks alljärgnevast:

- Põlevkivi kui tooraine hind koos ressurssi tasudega 18 euri/tonn.
- Õlitootmise kõrvale on kaastooteks uttegaas. Ehk 72% muundatud kasulikku energiast on põlevkiviõlis ja 28 % uttegaasis. Uttegaas müüakse elektri ja/või soojuse tootmiseks. Seega

muutuvkuluna tooraine rahaline kulutuse jaotame toodud nimetatud suhtes toodete põlevkivil ja uttegaasi vahel. Tooraine hind katab kõik põlevkivi kaevandamisega (näiteks VKG –l Ojamaa kaevandusega seotud kapitali ja keskkonnatasud.

- Kapitali kulu ja tulukuse on leitud, et investeeringute laenuintress 15% ja laenu kestvus on 15 aastat.
- Keskkonnamaksud on arvestatud 2015 tasumäärades. Arvutatud keskkonnamaksud ja ja heitmete kogused on kontrollitud VKG Petroter seadme tegelikult makstud kulutuste ja heitekoguste alusel.
- Tööjõukulud on arvestatud uue õlitootmisettevõtete majandusaruannete alusel leitavate sotsiaalmaksude (näiteks VKG Petroteri õliseadme töötajate summaarne tööjõukulu sotsiaalmaks on avaldatud) alusel.

Arvutuslik põlevkiviõli tootmishind ja hinna komponendid on esitatud tabelis 14.

Tabel 14. Arvutuslik põlevkivi tootmishind komponentide kaupa

	EUR/tonni õli kohta
Kapitali laenuintress ja kestvus: 15%, 15aastat	PMT=0,171
Otsene investeering (nagu Petroter 90 mln EUR, Enefit 230 mln EUR)	136,87
Põlevkivi kui tooraine, hind koos ressurssi jt. tasudega EUR/tonn, (72% õlisse, 28% uttegaas), 18 EUR/tonn	115,24
Investeeringud prügilasse, puhastusseadmetesse ja teistesse infrastruktuuri seadmetesse	48,69
Muud püsikulud (tööjõud)	59,55
Keskkonnamaksud	14,34
KOKKU	374,69

AS Eesti Energia majandusaruandes on toodud, et aastal 2012 oli keskmine põlevkivi õli müügihind 411,4 EUR/tonn. Tulevikutehingutega müügihind aga 2013 aastal 452 EUR/tonn. Tabelis 15 on esitatud põlevkivimüügist saadav lisatulu sõltuvalt nimetatud põlevkiviõli müügihinnast. Tulu esitatud (taandatud) lähtetooraine põlevkivi tonni kohta

Tabel 15. Põlevkiviõli saadav lisatulu arvutatud lähtetoorainena kasutatud põlevkivi tonnile sõltuvalt põlevkiviõli müügihinnast.

	EUR/tonni põlevkivi kohta
Tulu iga tonnilt põlevkivilt kui õli müük 411,4 EUR/ tonn	4,14
Tulu iga tonnilt põlevkivilt (tulevikutehingutega) 452 EUR/tonn	8,69

Nagu eespool märgitud, on põlevkiviõli tootmise kaastoode uttegaas. VKG on õlitootmise laiendamisel arvestanud uttegaaside kasutamist talle kuuluvate Põhja ja Lõuna Elektri ja Soojuse koostootmisjaamades tootes nii elektrit kui soojust, vajadusel investeeritakse uute katlasse.

Kaugkütte võrguga on ühendatud Ahtme ja Jõhvi linn. Tööstusauru müüakse naabruses asuvatele keemiaettevõtetele. Eesti Energia Õlitööstuse laienemine vajab suuremaid investeeringuid uttegaaside kasutamiseks elektritootmiseks. Tellija (Arengufond) palvel on arvutatud põlevkiviõli tootmisel kaastootena tekkiva uttegaasidest toodetud elektri võimalik tootmishind. Selle arvutuste teostamisel lähtuti alljärgnevast:

- Võimalik Eesti Energia Õlitööstuse laienemiskava on alljärgnev (Arengufondi lähteülesanne):

	2015	2020	2025	2030
Eesti Energia Õlitööstus AS				
Tootmisseadmed	2 x Enefit-140 1 x Enefit-280	2 x Enefit-140 2 x Enefit-280	2 x Enefit-140 6 x Enefit-280	2 x Enefit-140 8 x Enefit-280
Gaasi teke, mln Nm^3	145,2	224	539,4	697,1

- Võimalik uttegaasikasutus olemasolevates ja ehitatavas Auvere põlevkivikateldes (keevkihtplokkides) on kokku 240 MW_{th}
- Gaasikateldega elektritoomiseadme investeering on 40 mln EUR/100MW_{th}
- Kapitali tulukus on arvutatud intressina 10% 40 aastaks.

Arvutuse tulemused on esitatud tabelis 16.

Tabel 16. Uttegaasist toodetava elektri arvutuslikud tootmiskulud ja tulud

	2015	**2020**	**2025**	**2030**
Gaasi toodetakse MWh	1’746’428	2’694’215	6’4877’65	8’384’540
Õliseadme tööaeg aastas 7183 tundi (82% aastas tööaega)				
Vajalik uttegaasi põletusvõimsus, MW (termiline)	243,1	375,1	903,2	1167,3
Võimalik põletada põlevkivikateldes MW_{th}	240	240	240	240
Puudujääv termiline võimsus, MW_{th} (vajalik gaasil töötava energiaploki võimsus)	-3	-135	-663	-927
Uttegaasist toodetav elektrikogus. Arvutuslikult on võetud 35% kasutegur põlevkiviga koos põletamisel ja 40% kasutegur uues gaasiplokis toodetud elekter, MWh	611250	990364	2507785	3266495
Toodetud arvutuslik aastakeskmine elektriline võimsus, MW	85	138	349	455
Elektri müük EUR/MWh (IEA prognoos, Arengufondi lähteandmed)	40	64,43	67,86	66,6
Gaasi hind elektrijaamale EUR/MWh	7,73	7,73	7,73	7,73
CO2 emisioon tonni aastas (56,1t CO2/TJ)	352 710	544 125	1 310 273	1 693 347
CO2 kauplemishind (IEA prognoos, Arengufondi lähteandmed)	10,125	15	19,875	24,75

CAPEX tuh EUR		6 342	24 817	18 749
Lisatulu uttegaasist toodetud elektrimüügist arvestatud õlitootmisseadmes kasutatud põlevkivi tonni kohta EUR/tonni põlevkivi kohta	1,84	4,75	4,94	5,11

1. KOOSTATUD JA KASUTATUD UURINGUTE LOETELU

LISAD: EXCELID KOOS PEALKIRJADEGA PDF-is 3.03.2014 seisuga MKM-le ja avalikustamiseks ning kõik Exceli algtabelid MKM-le saatmiseks ja google spread sheeti tegemiseks.