

# Power2X soovib hävitada kõrge kaitseväärtusega loodusmetsa tehnoloogia nimel, mille perspektiivitust kinnitab ebaõnnestumiste jada



## Kokkuvõte

Hollandi idufirma Power2X on teinud ettepaneku ehitada Pärnusse suur tööstusrajatis. Firma lubab investeerida miljard eurot, et luua Pärnus maailma esimene suuremastaabiline puidust metanooli tootmise tehas, mis looks kohe 200 töökohta ning tekitaks kaudselt veel 800. On arusaadav, et riigis, mille majandus on viimased kaks aastat languses olnud, kõlavad niisugused lubadused pea liiga ilusana. Ministrid ja kohaliku omavalitsuse esindajad on projekti veendunud toetajad. Linnavolikogu kaalub müügitehingut, mis annaks Power2X-le nende soovitud krundi, valdav osa millest on metsamaa, mis suurelt osalt kaetud vääriselupaigaga, kõrge kaitseväärtusega loodusmetsaga, kus on paljude eri liikide, ka haruldaste ja ohustatud liikide, elupaik.

Pilk naelutatud maailma esimese suure biometanoolitehase asukohaks saamisega kaasnevatele majanduslikele väljavaadetele, on poliitikud nii riigi kui ka kohalikul tasandil jätnud küsimata, kas projekt ei kõla ehk liiga ilusasti, et olla tõsi – sest just nii asi on. St siiani on jäetud kaalumata kavandatava skeemi eduväljavaated.

Metsadele ja kliimale oleks taoline „edu“ halb uudis: see tähendaks, et metsadest raiutakse veel miljon kuupmeetrit puitu kütuse- ja keemiatoodetes kasutatava metanooli tootmiseks. Ning seda riigis, kus metsaraie toimub üha hoogsamalt, kus metsalindude arvukus on kiiresti vähenemas ning kus ülemäärase kasutuse tulemusena on mets muutunud CO<sub>2</sub> netoallikaks.

Tegelikkuses on projekti õnnestumise tõenäosus siiski väga väike. Asi ei ole ainult selles, et idufirmade üldine nurjumise määr on umbes 90%, vaid selles, võrreldavate projektide nurjumise määr on 100%. Võrreldavad on projektid, mis hõlmavad biomassi või segajäätmete gaasistamist ning tekkivast sünteesgaasist katalüütiliste reaktsioonide abil eri ainete tootmist, mille hulka kuulub (muude hulgas) ka metanool. Kaks taolist projekti, mõlemad USAs, on hiljuti pankrotistunud. Tegevuse on lõpetanud veel üks Kanadas arendatud projekt, mis ei suutnud oma lubadusi täita, kuigi sellesse oli paigutatud kümneid miljoneid Kanada dollareid riigi raha. Power2X ei oma ise kogemust vastava tehnoloogiaga ning ei ole õigupoolest siiani midagi tootnud (mis ei ole iseenesest ka üllatav, sest ettevõtte asutati alles 2020. aastal).

Oktoober 2024



Oleks väga kurb, kui elurikas kõrge kaitseväärtusega loodusmets Power2X soovitud krundil kaoks jäädavalt seetõttu, et firmal lubatakse proovida tehas rajada – isegi kui ettevõtmine täielikult nurjub.

## Mis on „roheline” metanooli ja vesiniku Pärnu kava?

Märtsis teatas Hollandi idufirma Power2X kavast ehitada Niidule Pärnu piiril suur biometanoolitehas.



Enamus alast, kuhu tehas ehitataks, on praegu mets, mis on koduks hulgale liikidele, nagu allpool jutuks.

Power2X paneb ette toota miljonist kuupmeetrist metsapuidust gaasistamise ning sellele järgnevate katalüütiliste reaktsioonide abil 500 000 tonni metanooli. Gaasistamisel kuumutatakse toorainet piiratud hapnikukoguse ja/või auruga keskkonnas, et tekiks sünteesgaas. Viimane koosneb vingugaasist, vesinikust ja süsihappegaasist, kuid sisaldab ka lisandeid – nt mitmesuguseid aerosoolühendeid. Enne, kui sünteesgaasi saab

suunata keemilistesse reaktsioonidesse soovitud ainete – sh metanooli – saamiseks, tuleb ta maha jahutada ja puhastada.

Nagu allpool näha, ei ole vastavat tehnoloogiat varem suures mastaabis kasutatud. Lisaks soovib ettevõtte ehitada 400 MW võimsusega rohevesiniku tootva elektrolüüsitehase, mis samuti toodaks metanooli.<sup>1</sup> Vesiniku tootmiseks vajalik elekter tuleks Liivi lahe meretuulepargist, mida arendatakse Riia lahes, 40 km kaugusel Pärnu rannast. Miks Power2X kavandab merel toodetavat tuuleenergiat kasutavat elektrolüüsitehast Pärnu metsa, ei ole selge.<sup>2</sup>

Power2X lubab Pärnusse investeerida miljard eurot, luues 2000 töökohta tehase ehitamiseks ning 200 pikaajalist töökohta selle käitamiseks. Kust see raha tuleb, ei ole selge.

## Kes on Power2X?

Power2X on Hollandi idufirma, mis asutati 2020. aastal erainvestorite toel.<sup>3</sup> Ettevõtte pidi hakkama pakkuma „konsultatsiooniteenuseid energiastrateegia ja projektiarenduse vallas, tehniliste teenuste strateegia, asukohakrundi kasutuselevõtu, mahutiladustamise mitmekesistamise, energiapöördealase konsulteerimise, toorainepöörde analüüsi ja seotud teenuste alal.“ Siiani ei ole nad jõudnud ühegi tehase ehitamiseni, st ei tooda veel midagi.

2023. aastal investeeris pensionifond *Canada Pension Plan* (CPP) ettevõttesse Power2X 41 miljonit eurot.<sup>4</sup>

Ettevõttel on veel kaks projekti, üks Portugalis ja teine Hispaanias. Portugalis on Power2X partnerriks ettevõtted *Madoqua Renewables* ja *Copenhagen Infrastructure* ning projekti eesmärk toota ammoniumi meretuuleenergiat kasutava elektrolüüsi teel saadavast vesinikust. Projektile on garanteeritud märkimisväärne toetus EL rahastamisvahendist *Euroopa vesinikupank*.<sup>5</sup>

Hispaanias arendab Power2X projekti vesiniku tootmiseks elektrolüüsitehases, mis saaks energiat suurest päikesepargist. Seal on ettevõtte partnerriks Hispaania äriühing *Soto Solar*.

Vesiniku tootmist elektrolüüsi abil – erinevalt metanooli tootmisest puidu gaasistamise ja gaasi konverteerimise teel katalüütiliste reaktsioonide abil – on rakendanud palju ettevõtteid. Siiski on nii Hispaania kui ka Portugali projekt väga ambitsioonikad – kumbki kavandab elektrolüüsitehast

võimsusega 500 MW – pea kaks korda võimsamat kui maailma suurim roheline vesiniku tehas, mis avati Hiinas 2023. aastal.<sup>6</sup>

## Mida tähendaks arendus metsale ja seal elavatele liikidele?

Kavandatav arendus on metsale ohtlik kahes plaanis. Esiteks vajaks projekt miljon tihumeetrit puitu aastas ning teiseks kavandatakse seda alale, kus praegu kasvab liigirikas mets. Esimene oht sõltub projekti edukusest. Allpool esitatud kaalutlused näitavad, et on põhjust kahelda Power2X plaanide eduväljavaadetes.

**Miljonist tihumeetrist puidust metanooli tootmine** kiirendab paratamatult metsade kahjustamist ja suurendab netoheidet Eesti maakasutusest, maakasutuse muutusest ja metsandusest (ingl k LULUCF). Metsaraie on riigis alates 2000. aastate algusest üha kiirenenud ning toimub 95% ulatuses lageraiena.<sup>7</sup> Internetiplatvormi *Global Forest Watch* andmetel vähenes vahemikus 2016–2020 Eesti metsasus 36 000–46 000 hektari võrra aastas.<sup>8</sup> 2023. aastal kaotas Eesti veel 31 000 hektari ulatuses metsa.<sup>9</sup> Andmed põhinevad platvormi kasutataval määratlusel, mille kohaselt võetakse arvesse puid, mis on 5 m kõrgused või kõrgemad. 2019. aastal avaldatud uuringu kohaselt vähenes perioodil 1983–2018 metsalindude arvukus 50 000 pesitseva paari võrra aastas.<sup>10</sup> Eesti metsad ning seega ka riigi kogu LULUCF sektor muutusid aastatel 2020 ja 2021 (viimased aastad, mille kohta on ÜRO kliimamuutuse raamkonventsiooni alusel esitatud andmed) süsiniku sidujast süsiniku netoallikaks.<sup>11</sup>



**Vahetuim oht on aga 17 hektari metsa hävimine Harutee metsas.** Vastavalt 2024. aasta väljavõttele riiklikust metsaressursi arvestuse registrist hõlmab ala 11.08 hektarit vääriselupaiku vähemalt 200 aasta vanuste mändide, paljude surnud puude ning vanale metsale iseloomuliku seenestikuga.

Loodusväärtuste eksperdi Indrek Tammekännu hinnangul on tegemist kõrge kaitseväärtusega loodusemetsaga, mis vastab elupaigadirektiivi määratlusele „vana loodusemets“ ning kujutab sellisena endast ohustatud metsatüüpi. Nagu võib näha Pärnu Postimehes 2024. a. oktoobris avaldatud artiklist, kasvab alal palju mitmeid ohustatud ja kaitstavaid liike, sh õistaimi, samblaid, samblikke ja seeni.<sup>12</sup> Selgelt on tegemist kõrge kaitseväärtusega loodusemetsaga, mida tööstusarendusele ohvriks toomise asemel tuleb hoopis kaitsta.

## Kui (eba)realistlik on kavandatav projekt?

Põhjalik internetiuuring võimaldas leida vaid ühe toormena puitu kasutava toimiva metanooliprojekti (Sõdra Cell'i projekt Rootsis). Selle võimsus on veidi üle 1% Power2X poolt Pärnusse kavandatavast. Märkimist väärib see, et Sõdra Cell kasutab gaasistamise asemel hoopis teist tehnoloogiat – anaeroobset lõhustamist.<sup>13</sup>

Power2X projekti üks toetaja on viidanud mastaapsele „roheline metanooli“ tootmise kavale Soomes Kokkolas.<sup>14</sup> Seal kavandatakse e-metanooli tootmist biomassi kasutava koostootmisjaama tekitatavast

süsihappegaasist (mitte vahetult biomassist!). Tegemist on protsessi ja tehnoloogiga, mis on Pärnusse kavandatast kardinaalselt erinev.

Power2X valitud meetod (biomassi (või segajäätmete) gaasistamine ning gaasist katalüsaatoreid kasutavate reaktsioonide abil eri kemikaalide tootmine) põrkub kahele olulisele tehnilisele probleemile:

- esimene probleem seisneb happeliste gaaside ja pigi tekkes, mida tuleb vältida või mille tulemusena tekkivad ühendid eemaldada, sest nad põhjustavad tehase seadmetes korrosiooni ja ummistusi ning sadenevad pindadele, kujutades endast lisaks ka keskkonnasaastet.<sup>15</sup> On olemas mõned töötavad biomassi gaasistamise tehased, mis toodavad soojust ning mõnel juhul ka elektrit. Siiski jääb pigi ja happeliste gaaside teke oluliseks probleemiks, mis tundub olevat peamine põhjus, mis viis allpool kirjeldatud Fulcrum BioEnergy projekti nurjumiseni.<sup>16</sup>
- teine probleem on seotud sünteesgaasi puhastamisega määral, mis tagaks eri kemikaalide saamiseks vajalike katalüütiliste reaktsioonide ladusa toimimise. Ühe näite puhul osutab Euroopa uurimisprojekti raames kogutud teave sellele, et reaktsiooni tõrgeteta kulgemiseks võib lisandeid gaasis olla vaid miljardikosades.<sup>17</sup>

Power2X võib oma toetuseks viidata International Renewable Energy Agency (IRENA) ja Methanol Institute'i (MI) 2021. aasta raportile.<sup>18</sup> IRENA ja MI ei too näiteid biometanooli tootmisest biomassi gaasistamise teel. Nad esitavad loendi projektidest, mis hõlmavad biomassi või segaolmejäätmete gaasistamist ning gaasist katalüsaatorite abil toimivate reaktsioonide varal eri toodete valmistamist. Raportis kirjutatakse: "*Projects under way as per Table 4 have been ranked as achieving technical readiness level (TRL) 8 or 9, where TRL 8 stands for "First of a kind commercial system" and TRL 9 'Full commercial operation'.*" [Tabeli 4 kohaselt arendatavate projektide tehnilise valmiduse hinnang on 8 (esmane omalaadne tööstuslik lahendus) või 9 (täieulatuslik toimivus tööstuslikus mastaabis)]. Tegelikuses käivitusid vaid kaks raportis loetletud projekti, mis mõlemad lõpetasid tegevuse pärast pikka järjestikuste tehniliste probleemide perioodi. Ükski projektidest (välja arvatud ülalpool nimetatud Södra Cell metanoolitehas, mis gaasistamise asemel kasutab anaeroobset lõhustamist) praegu ei tööta. Teised kaks loendis sisalduvat projekti (üks ehituseelses järgus, teine tegevuse lõpetanud) põhinesid samuti tehnoloogial, mis on hoopis erinev sellest, mida raporti autorid väidavad

Ettevõte	Asukoht	Olek	Lisainfo
Chemrec	Örnsköldsvik, Rootsi	Ettepanekust loobuti	Projektist loobuti 2021. aastal enne selle rakendamist <sup>19</sup>
Enerkem Inc.	Edmonton, Alberta provints, Kanada	Tehas suleti jaanuaris 2024, öeldes üles 25-aastase lepingu Edmontoni linnaga. <sup>20</sup>	Tehas pidi segajäätmete gaasistamise ja gaasist katalüsaatoreid kasutavate reaktsioonide põhjal toimiva protsessi varal tootma 36 miljonit liitrit etanooli aastas. <sup>21</sup> See avas ukсед 2014. aastal (2-aastase hilinemisega) ning tekitas hulga kohtuvaidlusi. <sup>22</sup> Pea 10-aastase tööaja vältel toodetud biokütuse kogumaht oli 5 miljonit tonni metanooli, <sup>23</sup> mis kõik toodeti enne 2018. aasta märtsi. <sup>24</sup>
Enerkem Inc.	Varenes, Quebec'i provints, Kanada	Tehas ehitusjärgus	Sama tehnoloogia, mis Edmontonis.
Enerkem Inc.	Tarragona, Hispaania	Ehitus ei ole alanud <sup>25</sup>	Sama tehnoloogia, mis Edmontonis.
Enerkem Inc.	Rotterdam, Madalmaad	Enerkem ei näita Rotterdami arendatava projektina <sup>26</sup> ning ei ole teatanud kavatsusest sinna tehas rajada.	
Eni	Livorno, Itaalia	Lõplik investeerimisotsus jaanuaris 2024 – kuid seoses teemaga puutumust mitteomava tehnoloogiaga	Gaasistamiseta, kasutatakse taimsete õlide hüdrogeenimist (laialt kasutusel tööstuslikes biokütuse tootmise protsessides) <sup>27</sup>
E.On/SNG	?	?	Põhjalik internetiotsing ei leidnud teavet, et niisugusest projektist oleks kunagi teatatud või seda arendatud
Fulcrum BioEnergy	Reno, Nevada, USA	Tehas suletud pärast vaid 350 galloni kütuse tootmist; <sup>28</sup> ettevõtte esitas pankrotiavalduse <sup>29</sup>	Toormeks segajäätmed

LowLands Methanol B.V.	Moerdijk, Madalmaad <sup>30</sup>	Ehitus pidi algama 2017. aastal, <sup>31</sup> nüüd kavandab ettevõtte sellega alustada 2025. aastal, tootmise alustamist kavandatakse 2027. aastal <sup>32</sup>	
New Hope Energy and TotalEnergies	Texas, USA	Tehas suletud <sup>33</sup>	Hoopis teine tehnoloogia, st pürolüüs ja plastjäätmete krakkimine
Red Rock Biofuels	Lakeview, Oregon, USA	Tehas rajatud, kuid kütust tootnud ei ole. <sup>34</sup> Krunt müüdüd oksjonil ettevõttele, kes kavandab toota teisi tooteid teist tehnoloogiat kasutades <sup>35</sup>	Puidu gaasistamine ja gaasist Fischer–Tropsch'i protsessi kasutavate reaktsioonide ja parendamise teel lennukikütuse tootmine
Södra Cell	Sweden	Alustas tootmist 2023. aastal, nimivõimsus 5 250 tonni aastas	Hoopis teine tehnoloogia, gaasistamise asemel põhineb anaeroobsel lõhustamisel
Trans World Energy (TWE)	Florida, USA	Arengutest pärast lahenduse esmase kavandi etapi (FEED) lõpetamist ei ole teatatud	
VTT Technical Research Centre	Espoo, Soome	Uuring aastatest 2016–2018	Projekti käigus viidi läbi gaasistamiskatsed eksperimentaaltehas, samuti koostati metanooli tootmise teoreetiline teostatavusuuring, st metanooli tootmist ei toimunud <sup>36</sup>

## Valitsus ja Pärnu volikogu peaksid uurima varasemate segajätmete gaasistamist ja katalüütilist muundamist hõlmavate projektide pärandit

Nagu ülalpool märgitud, on Power2X idufirma, mis ei ole siiani realiseerinud ühtki edukat projekti. Üldine idufirmade nurjumise määr on hinnanguliselt 90%<sup>37</sup>, samas kui uurimisrühma Biofuelwatch põhjaliku internetiuuringu andmetel on tööstuslikus mastaabis biomassi või segajätmete gaasistamist ja saadud gaasist katalüütiliste reaktsioonide teel eri toodete tootmist lubanud projektide nurjumise määr praegu 100%.

Mõned nurjunud projektid on tekitanud märkimisväärse kahjumi neid toetanud kohalikele omavalitsustele või riikide või osariikide valitsustele.

Varaseima katse nimetatud tehnoloogiat tööstuslikul skaalal rakendada tegi Choren Industries GmbH Saksamaal. Ettevõtte ei õnnestunud investoritele vastuvõetavas ajaraamis käivitada püsivat suuremastaabilist tootmist ning see läks 2011. aastal pankrotti.<sup>38</sup> Choren kasutas toormena puitu ning, erinevalt paljudest biokütuste valdkonna idufirmadest, ei rajanud oma projekti toetustele.

2011. aastal loodi Oregonis USAs ettevõtte Red Rock Biofuels (RRB), mille eesmärk oli rajada puidu gaasistamise ning sellest katalüütiliste reaktsioonide abil lennukikütuse tootmise tehas. RRB projekt jättis poliitikutele nii hea mulje, et USA kaitseministeerium rahastas seda 75 miljoni dollariga, millele Lakeview linn ja sihtasutus Business Oregon<sup>39</sup> lisasid 2 miljoni dollari väärtuses taristuarendusi ning Oregoni osariigi valitsus 245 miljoni väärtuses võlakirju.<sup>40</sup> 2023. aastal õnnestus osariigil projekti krundi ja sisseseade müügiga oksjonil<sup>41</sup> lõpuks vähemalt osa 355-miljonilisest (sh intress) võlast tagasi saada, kuid projekti raames ei ole midagi kunagi toodetud.

Fulcrum BioEnergy segajätmete baasil lennukikütuse tootmine Nevadas lõpetati, kui toodetud oli 350 gallonit (üks paagitäis) ning ettevõtte oli sunnitud esitama pankrotiavalduse. Tehase rajamise rahastamiseks oli läbi Nevada osariigi valitsuse müüdnud pea 290 miljoni dollari väärtuses keskkonnatingimuste parendustulu võlakirju.<sup>42</sup>

Enerkem sai Edmontoni linnalt (Kanadas) 40 miljonit Kanada dollarit jäätmekäitlus- ja -sorteerimistehase rajamiseks, mis pidi tagama toorme biokütuse tootmiseks, millele lisandus 23,5 miljonit Kanada dollarit Alberta provintsilt.<sup>43</sup> 2018. aastal avaldas Edmontoni linnavalitsus jäätmeteenuste auditi, millest nähtus, et Enerkemi tehase eduka käivitamise ebaõnnestumine seadis tõsise kahtluse alla linna eesmärkide saavutamise prügiladestamise vähendamisel.<sup>44</sup> Samal aastal teatas Enerkem Biofuelwatch'ile, et oli nimetatud ajahetkeks tootnud kokku 5 miljonit gallonit metanooli (kavandatud aastane tootmismahd oli 36 miljonit) ning kavandab tootmismastaabi olulist suurendamist.<sup>45</sup> Seda aga ei juhtunud: kui ettevõtte 2024. aasta alguses ukseid sulges, teatas ta, et kogu tegevusaja vältel (pea 10 aastat) toodetud kütusekogus oli (endiselt) 5 miljonit liitrit.<sup>46</sup> Firma ei olnud suutnud täita lubadusi, mis olid aidanud tal saada kümnete miljonite Kanada dollarite väärtuses toetusi.

---

<sup>1</sup> <https://www.power2x.com/power2x-estonia/>

<sup>2</sup> <https://parnu.postimees.ee/8113191/suur-lugu-riik-astub-parnu-miljarditehase-suunas-kindlaid-samme-samal-ajal-voitlevad-looduskaitsejad-haruldase-metsatuki-ees>

<sup>3</sup> <https://pitchbook.com/profiles/company/530442-37#overview>

<sup>4</sup> <https://www.cppinvestments.com/the-fund/our-investments/investment-real-assets/>

<sup>5</sup> <https://www.consultancy.eu/news/10149/madoquapower2x-wins-big-eu-subsidy-for-green-hydrogen-in-sines> [MadoquaPower2X saab EL-lt suure toetuse rohevesiniku tootmiseks Sines]

- 
- <sup>6</sup> <https://www.hydrogeninsight.com/production/worlds-largest-green-hydrogen-project-begins-production-in-china/2-1-1478233> [Maailma suurim rohevesiniku projekt alustab tootmist Hiinas]
- <sup>7</sup> *Of Clearcuts & Birds, Estonia* [Lageraietest ja lindudest Eestis]. BirdLife International, mai 2022, <https://www.birdlife.org/news/2022/09/05/of-clearcuts-and-birds-part3-estonia/>
- <sup>8</sup> Dutch Wood Pellet Imports: Is Dutch Biomass Burning Contributing to Forest Loss in Baltic States? [Hollandi pelletiimport: kas biomassi põletamine Hollandis soodustab metsade kadu Baltimaades?]. Barbara Kuepper, Profundo, juuni 2021, <https://www.greenpeace.org/static/planet4-netherlands-stateless/2021/06/7c0ec271-wood-pellets-nl-210603-final.pdf>
- <sup>9</sup> <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/EST/?category=forest-change&location=WYjB3VudHJ5IiwRVNUIl0%3D>
- <sup>10</sup> Renno Nellis, Veljo Volke (2019). *Changes in abundances of forest birds during the period of 1983 to 2018* [Metsalindude arvukuse muutumine ajavahemikul 1983–2018], [https://eoy.ee/hirundo/files/Nellisi\\_Volke\\_2019-1.pdf](https://eoy.ee/hirundo/files/Nellisi_Volke_2019-1.pdf)
- <sup>11</sup> Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2021 and inventory report 2023 [Iga-aastane Euroopa Liidu kasvuhooonegaaside inventuur 1990–2021 koos inventuuriaruandega 2023], esitatud ÜRO kliimamuutuse raamkonventsiooni sekretariaadile. Euroopa Keskkonnaagentuur, aprill 2023, tabelid 6.1 ja 6.8, [eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-2](https://eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-2)
- <sup>12</sup> [parnu.postimees.ee/8113191/suur-lugu-riik-astub-parnu-miljarditehase-suunas-kindlaid-samme-samal-ajal-voitlevad-looduskaitsejad-haruldase-metsatuki-ees](https://parnu.postimees.ee/8113191/suur-lugu-riik-astub-parnu-miljarditehase-suunas-kindlaid-samme-samal-ajal-voitlevad-looduskaitsejad-haruldase-metsatuki-ees)
- <sup>13</sup> <https://www.sodra.com/en/gb/bioproducts/biomethanol/>
- <sup>14</sup> <https://parnu.postimees.ee/8113191/suur-lugu-riik-astub-parnu-miljarditehase-suunas-kindlaid-samme-samal-ajal-voitlevad-looduskaitsejad-haruldase-metsatuki-ees>
- <sup>15</sup> *Acid Gas and Tar Removal from Syngas of Refuse Gasification by Catalytic Reforming* [Happeliste gaaside ja pigi eemaldamine jäätmete gaasistamisel tekkivast sünteetsgaasist katalüütiliste reaktsioonide abil]. Guoan Yuan *et al.*, MDPI, november 2022, [mdpi.com/2073-4344/12/12/1519](https://mdpi.com/2073-4344/12/12/1519)
- <sup>16</sup> [thechemicalengineer.com/features/why-the-lessons-of-the-fulcrum-fiasco-must-not-be-wasted/](https://thechemicalengineer.com/features/why-the-lessons-of-the-fulcrum-fiasco-must-not-be-wasted/) [Miks ei tohi unustada Fulcrumi fiasko õppetunde]
- <sup>17</sup> *Final Report Summary - FFW (Liquid and gas Fischer-Tropsch fuel production from olive industry waste: fuel from waste)* [Lõpparuande kokkuvõte – jäätmetest kütuse tootmine (kütuse tootmine oliivitööstuse jäätmetest Fischer–Tropsch'i protsessi rakendamisel vedelikele ja gaasidele)], CORDIS-EU Research Result, European Commission, archived June 2024, [cordis.europa.eu/project/id/308733/reporting](https://cordis.europa.eu/project/id/308733/reporting)
- <sup>18</sup> *Innovation Outlook: Renewable Methanol* [Innovatsioonivaade: taastuv metanool]. IRENA and Methanol Institute, jaanuar 2021. [irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA\\_Innovation\\_Renewable\\_Methanol\\_2021.pdf](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA_Innovation_Renewable_Methanol_2021.pdf)
- <sup>19</sup> [svebio.se/wp-content/uploads/2021/12/Jonas\\_Rudberg\\_workshop\\_25November\\_2021.pdf](https://svebio.se/wp-content/uploads/2021/12/Jonas_Rudberg_workshop_25November_2021.pdf)
- <sup>20</sup> [cbc.ca/news/canada/edmonton/waste-to-ethanol-biofuels-plant-in-edmonton-closes-11-years-ahead-of-schedule-1.7102472](https://cbc.ca/news/canada/edmonton/waste-to-ethanol-biofuels-plant-in-edmonton-closes-11-years-ahead-of-schedule-1.7102472) [Edmontonis sulgeb jäätmetest etanooli tootev biokütusetehas ukseid 11 aastat enne kavandatud tähtaega]
- <sup>21</sup> [cbc.ca/news/canada/edmonton/garbage-to-gas-edmonton-biofuel-plant-to-enter-final-stage-1.3734867](https://cbc.ca/news/canada/edmonton/garbage-to-gas-edmonton-biofuel-plant-to-enter-final-stage-1.3734867)
- <sup>22</sup> [cbc.ca/news/canada/edmonton/enerkem-biofuel-plant-backed-by-city-of-edmonton-mired-in-legal-controversy-1.3509177](https://cbc.ca/news/canada/edmonton/enerkem-biofuel-plant-backed-by-city-of-edmonton-mired-in-legal-controversy-1.3509177) [Edmontoni linna toetatav Enerkemi biokütusetehas upub õigusvaidlustesse]
- <sup>23</sup> [enerkem.com/projects/edmonton](https://enerkem.com/projects/edmonton)
- <sup>24</sup> Lõpumärkus 106, [biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Cellulosic-biofuels-report-2.pdf](https://biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Cellulosic-biofuels-report-2.pdf) [Tselluloosipõhiste biokütuste aruanne 2]
- <sup>25</sup> [enerkem.com/projects/ecoplanta](https://enerkem.com/projects/ecoplanta)
- <sup>26</sup> <https://enerkem.com/projects-facilities>
- <sup>27</sup> [eni.com/en-IT/media/press-release/2024/01/eni-moves-ahead-with-conversion-of-the-livorno-refinery-into-a-bio-refinery.html](https://eni.com/en-IT/media/press-release/2024/01/eni-moves-ahead-with-conversion-of-the-livorno-refinery-into-a-bio-refinery.html) [Eni liigub edasi Livorno rafineerimistehase biorafineerimistehaseks ümberehitamisega]
- <sup>28</sup> [thechemicalengineer.com/features/why-the-lessons-of-the-fulcrum-fiasco-must-not-be-wasted/](https://thechemicalengineer.com/features/why-the-lessons-of-the-fulcrum-fiasco-must-not-be-wasted/) [Miks ei tohi unustada Fulcrumi fiasko õppetunde]
- <sup>29</sup> [ethanolproducer.com/articles/fulcrum-bioenergy-files-for-bankruptcy](https://ethanolproducer.com/articles/fulcrum-bioenergy-files-for-bankruptcy) [Ettevõtte Fulcrum Bioenergy esitab pankrotiavalduse]
- <sup>30</sup> [renewablemethanol.com/project-sites](https://renewablemethanol.com/project-sites)



- 
- <sup>31</sup> [www-change-inc.translate.google.com/industrie/rotterdamse-haven-krijgt-biobrandstoffabriek-14857? x tr sl=nl& x tr tl=en& x tr hl=en& x tr pto=sc& x tr hist=true](http://www-change-inc.translate.google.com/industrie/rotterdamse-haven-krijgt-biobrandstoffabriek-14857? x tr sl=nl& x tr tl=en& x tr hl=en& x tr pto=sc& x tr hist=true)
- <sup>32</sup> Ettevõtte Lowland Methanol juhatuse esimehe Gijs Bakker'i kiri Biofuelwatch'ile (14.10.2024)
- <sup>33</sup> Google Maps (oktoober 2024)
- <sup>34</sup> [oregonlive.com/business/2023/01/never-opened-300-million-plus-biofuels-refinery-facing-foreclosure-in-southern-oregon.html](http://oregonlive.com/business/2023/01/never-opened-300-million-plus-biofuels-refinery-facing-foreclosure-in-southern-oregon.html) [Üle 300 miljoni maksa läinud biokütuse rafineerimistehas Oregoni lõunaosas silmitsi sundtäitmisega tootmiseni jõudmata]
- <sup>35</sup> [oregonlive.com/business/2023/04/failed-300-million-biofuels-project-in-southern-oregon-gets-new-owner-new-business-plan.html](http://oregonlive.com/business/2023/04/failed-300-million-biofuels-project-in-southern-oregon-gets-new-owner-new-business-plan.html) [Üle 300 miljoni maksa läinud äpardunud biokütuseprojekt Oregoni lõunaosas saab uue omaniku]
- <sup>36</sup> [cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/21192324/BTL2030\\_Presentation\\_Sept2018.pdf](http://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/21192324/BTL2030_Presentation_Sept2018.pdf)
- <sup>37</sup> [explodingtopics.com/blog/startup-failure-stats](http://explodingtopics.com/blog/startup-failure-stats)
- <sup>38</sup> [reuters.com/article/biof-gra-de-weu-europe-meal-oils-eny-pro-idAFLDE7670QA20110708/](http://reuters.com/article/biof-gra-de-weu-europe-meal-oils-eny-pro-idAFLDE7670QA20110708/)
- <sup>39</sup> [oregonlive.com/business/2023/01/never-opened-300-million-plus-biofuels-refinery-facing-foreclosure-in-southern-oregon.html](http://oregonlive.com/business/2023/01/never-opened-300-million-plus-biofuels-refinery-facing-foreclosure-in-southern-oregon.html) [Üle 300 miljoni maksa läinud biokütuse rafineerimistehas Oregoni lõunaosas silmitsi sundtäitmisega tootmiseni jõudmata]
- <sup>40</sup> [greendiamond.com/downloads/Renewable\\_Biofuels\\_Plant\\_to\\_be\\_Built\\_in\\_Southern\\_Oregon.pdf](http://greendiamond.com/downloads/Renewable_Biofuels_Plant_to_be_Built_in_Southern_Oregon.pdf) [Oregoni lõunaosas ehitatakse taastuva biokütuse tehas]
- <sup>41</sup> [fuelsandlubes.com/flo-article/next-renewable-to-redevelop-foreclosed-red-rock-biofuels-project/](http://fuelsandlubes.com/flo-article/next-renewable-to-redevelop-foreclosed-red-rock-biofuels-project/) [Ettevõtte NEXT Renewable võtab üle sundtäitmisega lõppenud biokütuseprojekti Red Rock'is]
- <sup>42</sup> [finance.yahoo.com/news/fulcrum-bioenergy-nevada-trash-fuel-202300915.html](http://finance.yahoo.com/news/fulcrum-bioenergy-nevada-trash-fuel-202300915.html)
- <sup>43</sup> [cbc.ca/news/canada/edmonton/enerkem-biofuel-plant-backed-by-city-of-edmonton-mired-in-legal-controversy-1.3509177](http://cbc.ca/news/canada/edmonton/enerkem-biofuel-plant-backed-by-city-of-edmonton-mired-in-legal-controversy-1.3509177)
- <sup>44</sup> *Waste Services Audit* [Jäätmeteenuste audit]. Edmontoni linnaaudiitori büroo, 30.01.2018, [edmonton.ca/public-files/assets/document?path=17425\\_Waste\\_Services\\_Audit.pdf](http://edmonton.ca/public-files/assets/document?path=17425_Waste_Services_Audit.pdf)
- <sup>45</sup> [biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Cellulosic-biofuels-report-2.pdf](http://biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Cellulosic-biofuels-report-2.pdf) [Tselluloosipõhiste biokütuste aruanne 2]
- <sup>46</sup> [cbc.ca/news/canada/edmonton/waste-to-ethanol-biofuels-plant-in-edmonton-closes-11-years-ahead-of-schedule-1.7102472](http://cbc.ca/news/canada/edmonton/waste-to-ethanol-biofuels-plant-in-edmonton-closes-11-years-ahead-of-schedule-1.7102472) [Edmontonis sulgeb jäätmetest etanooli tootev biokütusetehas ukсед 11 aastat enne kavandatud tähtaega]

See töö on litsentseeritud CC BY-SA 4.0 all. Selle litsentsi koopia vaatamiseks külastage <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.



Biofuelwatch pakub teavet, propageerib ja teeb kampaaniaid seoses suuremahulise tööstusliku bioenergia mõju kliimale, keskkonnale, inimõigustele ja rahvatervisele.