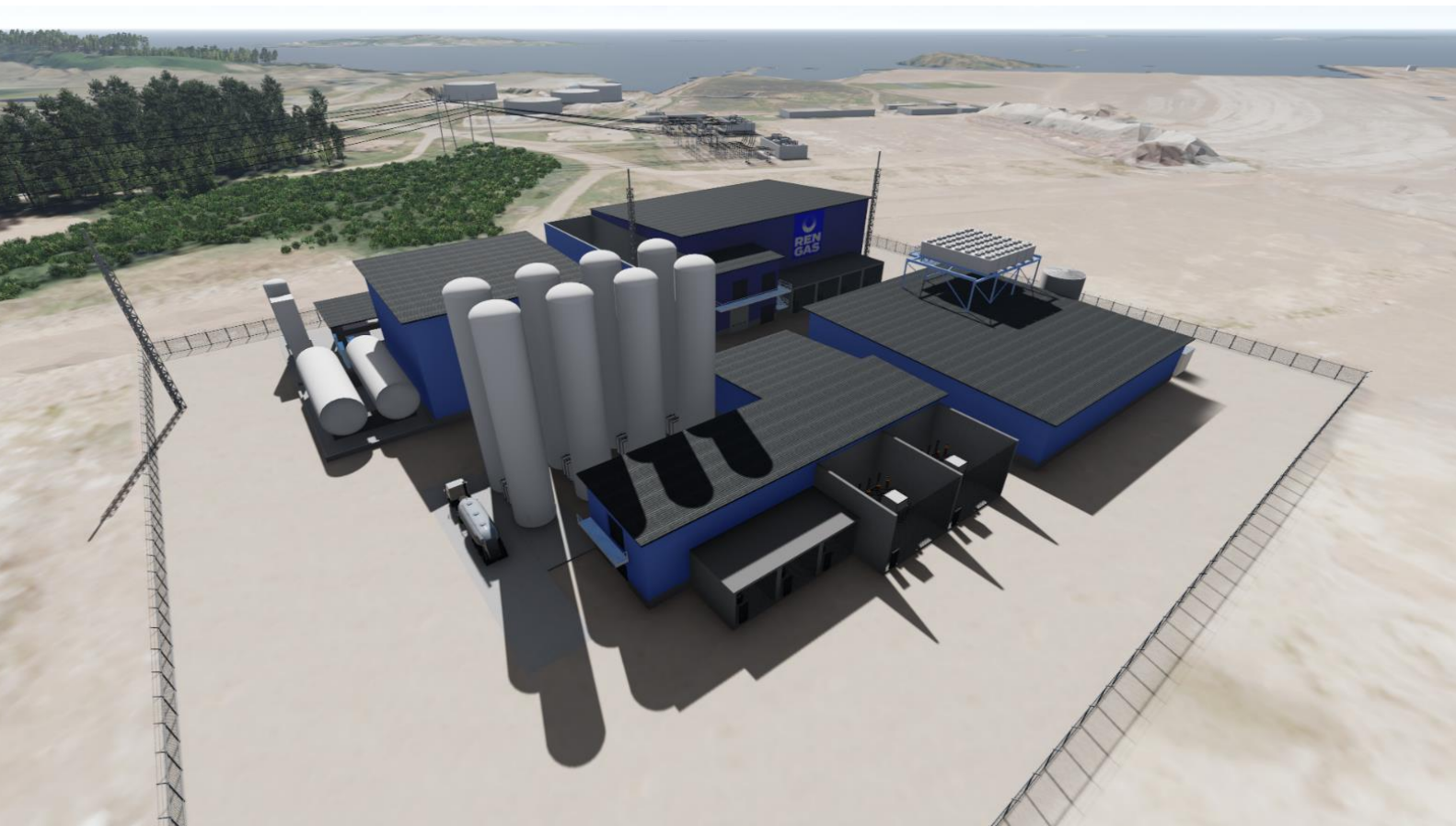




Nordic Ren-Gas Oy

Puhtaiden P2X-kaasupolttoaineiden ja CO₂-vapaan kaukolämmön yhteistuotantolaitos sekä CO₂-talteenottolaitos, Kotka

Ympäristövaikutusten arviointiselostus

Liite 5, KASVIHUONEKAASUJEN PÄÄSTÖSELVITYS
ERILAISISTA ENERGIASKENAARIOISTA

**Copyright © AFRY Finland Oy**

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa. Projektinumero on 101020135-002.

Kannen kuva: Nordic Ren-Gas Oy

1 KASVIHUONEKAASUJEN PÄÄSTÖSELVITYS ERILAISISTA ENERGIASKENAARIOISTA

YVA-ohjelman lausunnossa pyydettiin kvantitatiivisesti määrittämään erilaisissa energiaskenaarioissa saavutettujen kasvihuonekaasupäästöjen vähenemää hankkeen VE0- ja VE1-hankevaihtoehtojen ilmastovaikutusten vertailuun perustuvan arvioinnin lisäksi. Hankevaihtoehtojen ilmastovaikutusten arviointi kokonaisuutena löytyy YVA-selostuksen luvusta 10. Tässä liitteessä tarkastelluista skenaarioista skenaariot 1 ja 2 ovat puhtaasti teoreettisia. Tässä liitteessä esitettyjä skenaarioita ovat:

Skenaario 1: Synteettistä metaania ei tuoteta.

CCU- ja P2G-laitoksia ei rakenneta ja niissä käytettävä vihreä sähkö käytettäisiin muissa Kotkan toiminnoissa. VE1:ssä esitetty hukkalämmön energiamäärä tuotetaan ilmalämpöpumpuilla vihreällä sähköllä. Kotkassa käytetty sähkö on vihreää sähköä. Raskaassa liikenteessä käytetään dieseliä, minkä energiasisältö vastaisi synteettisen metaanin energiasisältöä.

Skenaario 2: Synteettistä metaania tuotetaan kemianteollisuuden raaka-aineeksi.

CCU- ja P2G-laitokset rakennetaan ja ne tuottavat synteettistä metaania. Kaukolämpöä tuotetaan synteettistä metaania tuottavien laitosten hukkalämmöllä ja raskaassa liikenteessä käytetään dieseliä tavanomaiseen tapaan. Synteettinen metaani ohjataan kemianteollisuuden raaka-aineeksi, missä siitä jalostetaan hiiltä pitkäksi aikaa sitovaa tuotetta (huomioi kohta "Hiiltä sitovat tuotteet kemianteollisuudessa"). Kotkan sähkön oletetaan olevan tavanomaista verkkosähköä.

Skenaario 3: VE0 tilanne + sähkön kulutus Kotkassa.

Laskennassa on otettu huomioon VE0-vaihtoehtoon lisäksi tavanomaisen verkkosähkön käyttö Kotkassa. VE0 kuvaa tilannetta, jossa hanketta ei toteuteta, raskas liikenne jatkaa dieselin käyttöä, ja P2G-hukkalämpöä ei synny, vaan sen energiamäärä tuotetaan tavanomaisin keinoin Kotkan Energian toimesta.

Skenaario 4: VE1 tilanne + sähkön kulutus Kotkassa.

Laskennassa on otettu huomioon VE1-hankevaihtoehtoon lisäksi tavanomaisen verkkosähkön käyttö Kotkassa. VE1 kuvaa tilannetta, jossa hanke toteutetaan, dieselin käyttöä korvataan synteettisellä metaanilla ja P2G-hukkalämpöä hyödynnetään Kotkan Energian kaukolämmön tuotannossa.

Kaikkien skenaarioiden vertailu on tehty osa-alueittain yhdenmukaisen energiakulutus-skenaariot mukaisesti, jotta tulokset ovat vertailtavia toisiinsa. Energian lähteet voivat muuttua skenaarioittain ja perustellusti kokonaisuudessaan kulutettu energiamäärä on suurempi tilanteessa, jossa P2G-laitos toteutetaan, kuin tilanteessa missä hanketta ei toteuteta. Energiankulutuksen päästöt on laskettu koko elinkaaren ajalle. Elinkaaren pituudeksi on arvioitu 20 vuotta. Laskenta koostuu dieselin käytöstä, sähkön käytöstä Kotkassa, CCU- ja P2G-laitosten päästöistä, lämmöntuotannosta, hiilidioksidin talteenotosta ja metaanin käytöstä.

Oheinen taulukko (Taulukko 1-1) havainnollistaa eri skenaarioiden laskennallista sisältöä. Laskennan tarkempi erittely on listattu alla.

Taulukko 1-1. Energiakulutusskenaarion sisältö.

tCO ₂ e/a	Skenaario 1 (ei CH ₄ tuotantoa + lämpöpumput)	Skenaario 2 (CH ₄ teollisuuden)	Skenaario 3 (VE0 + sähkö Kotkassa)	Skenaario 4 (VE1 + sähkö Kotkassa)
Dieselin käyttö raskaassa liikenteessä 500 GWh/a	Käytetään	Käytetään	Käytetään	Ei käytetä
Sähkön käyttö Kotkassa (1212 GWh/a)	Tuulisähköä	Verkkosähköä	Verkkosähköä	Verkkosähköä
CCU- ja P2G-laitosten elinkaari-päästöt	Hanketta ei toteuteta	VE1-mukaisesti	Hanketta ei toteuteta	VE1-mukaisesti
Lämmöntuotanto (163 GWh/a)	Tuulisähköä hyödyntävät ilmalämpöpumput	Laitosten tuottama hukkalämpö	VE0-mukaisesti	Laitosten tuottama hukkalämpö
Hiilidioksidin talteenotto	Ei talteenottoa	Otetaan talteen CCU-laitoksella	Ei talteenottoa	Otetaan talteen CCU-laitoksella
Metaanin käyttö (500 GWh/a)	Ei käyttöä	Kemianteollisuuden raaka-aineeksi	Ei käyttöä	Polttoaineena raskaassa liikenteessä

- Dieselin käyttö raskaassa liikenteessä:
 - o Skenaarioissa 1–3 raskas liikenne käyttää polttoaineenaan dieseliä (500 GWh/a).
 - o Skenaariossa 4 raskas liikenne käyttää polttoaineenaan synteettistä metaania.
- Sähkön käyttö Kotkassa:
 - o Laskennassa käytetään Kotkan käyttämää sähkömäärää vuonna 2022 (1212 GWh/a (*Energiateollisuus 2023*)).
 - o Skenaariossa 1 on oletettu käytettävän tuulisähköä.
 - o Skenaariossa 2–4 sähkön on oletettu olevan Syken energiaskenaarion mukaista verkkosähköä.
 - o Arvioinnissa ei otettu huomioon yleistä sähkön kulutuksen kasvua.
- Päästöt CCU- ja P2G-laitoksessa:
 - o Skenaarioissa 1 ja 3 hanketta ei toteuteta.
 - o Skenaarioissa 2 ja 4 synteettisen metaanin tuotannon hanke toteutetaan. Laitokset käyttävät tuulisähköä (1295 GWh/a). Päästöt ovat hankkeen

ilmastovaikutustenarvioinnissa (luku 10) laskettujen päästöjen mukaiset, sisältäen päästöt laitoksen rakentamisesta, toiminnasta ja purkamisesta.

- Lämmöntuotanto:
 - o Skenaariossa 1 lämpö (163 GWh/a) tuotetaan tuulisähkön avulla ilmalämpöpumpuilla. Lämmöllä lämmitetään huoneilmaa. Ilmalämpöpumppujen käyttämä sähkömäärä skenaariossa on 41 GWh/a ja niiden COP-arvoksi oletettiin 4.
 - o Skenaarioissa 2 ja 4 CCU- ja P2G-laitosten tuotannosta syntyvää hukkalämpöä hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa (163 GWh/a). Hukkalämmön päästöt ovat 0, sen ollessa sivuvirtaa.
 - o Skenaariossa 3 kaukolämpö (163 GWh/a) tuotetaan VE0-skenaarion mukaisesti Kotkan ennustetulla kaukolämmön päästökertoimella, joka on arvioitu Kotkan nykyisen ja tulevien vuosien polttoainejakaumien ja hiilineutraalustavoitteen avulla.
- Hiilidioksidin talteenotto
 - o Skenaarioissa 1 ja 3 ei ole hiilidioksidin talteenottoa.
 - o Skenaarioissa 2 ja 4 hiilidioksidia otetaan talteen CCU-laitoksella.
- Metaanin käyttö:
 - o Skenaariossa 1 ja 3 metaanin käyttöä ei ole.
 - o Skenaariossa 2 metaani hyödynnetään ja sen hiili sidotaan toiseen tuotteeseen (huomioi kohta "Hiiltä sitovat tuotteet kemianteollisuudessa"). Metaanin polton päästöjä ei ole. Skenaario 2:een liittyy epävarmuuksia liittyen metaanin hyödyntämiseen tarvittavaan energiamäärään ja päästöihin. Lisäksi hiilen sidonnan pituus riippuu valmistettavasta tuotteesta.
 - o Skenaariossa 4 metaani (500 GWh/a) käytetään polttoaineena raskaassa liikenteessä.

Skenaariossa 1 Kotkan sähkönkulutuksen ja lämpöpumppujen käytön jälkeen sähköä jäisi vielä käyttämättä 42 GWh/a verrattuna CCU- ja P2G-laitosten vuotuisen sähkönkulutukseen (1295 GWh/a). Tätä ylijäämää ei otettu huomioon lopputuloksissa skenaarioiden yhdenmukaistamiseksi. Ylijäämän huomiotta jättäminen vaikuttaa tuloksiin hyvin vähän, eikä sillä ole merkittävyyttä lopputulosten järjestykseen.

Taulukossa 1-2 on esitetty skenaarioiden päästöt vuotta kohden. Pienimmät päästöt syntyvät skenaariossa 4 ja suurimmat skenaariossa 3.

Taulukko 1-2. Skenaarioiden päästöt vuodessa.

tCO ₂ e/a	Skenaario 1 (ei CH ₄ tuotantoa + lämpöpumput)	Skenaario 2 (CH ₄ teollisuuden)	Skenaario 3 (VE0 + sähkö Kotkassa)	Skenaario 4 (VE1 + sähkö Kotkassa)
Dieselin käyttö (500 GWh/a)	139 773	139 773	139 773	-
Sähkön käyttö Kotkassa (1212 GWh/a)	13 333	112 484	112 484	112 484
Päästöt CCU- ja P2G-laitoksessa	-	25 109	-	25 109
Lämmöntuotanto (163 GWh/a)	448	0	5 482	0
Hiilidioksidin talteenotto	-	-97 000	-	-97 000
Metaanin poltto (500 GWh/a)	-	-	-	98 280
Yhteensä	154 000	180 000	258 000	139 000

Hiiltä sitovat tuotteet kemianteollisuudessa

Hiiltä sitovia tuotteita kemianteollisuudessa ovat mahdollisesti muun muassa lannoitteet, melamiinituotteet, ureapohjaiset liimat ja betoni. Synteettisen metaanin käyttömahdollisuuksia kemianteollisuuden prosesseissa tutkitaan, mutta todennäköisempi teollisuuden prosesseissa raaka-aineena hyödynnettävä aine on talteenotettava hiilidioksidi. Hiilidioksidia sitovia tuotteita ovat esimerkiksi:

- Lannoitevalmistuksessa hiilidioksidia voidaan sitoa ja jalostaa kalsiumkarbonaatiksi (CaCO₃), jolloin vältetään fossiilisen kalkkikiven louhinnalta. Sidottu hiilidioksidi vapautuu lannoitekäytössä, joko suoraan ilmaan kemiallisen yhdisteen hajotessa tai maanmuokkauksen yhteydessä, joten se ei välttämättä ole kovin pitkäikäinen tuote. (*Fertilizers Europe 2019*)
- Melamiinituotteissa ja ureapohjaisissa liimoissa hiilidioksidi varastoituu pidemmäksi aikaa, arviolta 20–50 vuodeksi. Melamiinin arvioidaan varastoivan tonnin hiilidioksidia per tonniin melamiinituotetta, kun taas liimoihin hiilidioksidia sitoutuu noin 0,7 tonnia per tonni liimaa. (*Fertilizers Europe 2019*)
- Betonituotteissa hiilidioksidia voidaan käyttää reaktiota toteuttavana aineena ja kestävyuden tuojana (*Gregory & Logan 2021*). Betonissa hiili sitoutuu betonin elinkaaren ajaksi.

2 LASKENNASSA KÄYTETYT PÄÄSTÖKERTOIMET JA OLETUKSET

Taulukko 2-1 on esitetty energiaskenaarioiden laskennassa käytetyt päästökertoimet.

Taulukko 2-1. Energiaskenaarioiden kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa käytetyt päästökertoimet.

Päästölähde	Määrä	Päästökertoimen lähde
Dieselin käyttö	500 GWh/a	Skenaariot 1–3: - Poltto: Tilastokeskus, 2023. Diesel, bio-osuus muutettu 7 %:iin. - Tuotanto: DEFRA. Diesel biofuel blend & Uusiutuva diesel HVO. - Tuotannon päästöjen arvioinnissa uusiutuvien polttoaineiden jakeluvelvoitteen on oletettu olevan 22,5 %, 31 % ja 32 % vuosina 2027, 2028 ja 2029 sekä 34 % siitä eteenpäin vuoteen 2046. Skenaario 4: - Ei synny päästöjä.
Sähkön käyttö Kotkassa	1 212 GWh/a	Skenaario 1: - Tuulisähkö, tuotannon elinkaaripäästöt. Schlömer ym. 2014. IPCC:n raportin liite. Skenaariot 2–4: - Suomen ympäristökeskuksen energiaskenaario.
Päästöt CCU- ja P2G-laitoksessa	-	Skenaariot 1 ja 3: - Ei synny päästöjä. Skenaariot 2 ja 4: - Päästöt ilmastovaikutusten arvioinnin mukaiset. YVA-selostuksen luku 10.
Lämmöntuotanto	163 GWh/a	Skenaario 1: - Tuulisähkö, tuotannon elinkaaripäästöt. Schlömer ym. 2014. IPCC:n raportin liite. - Lämpö tuotetaan tuulisähkön avulla ilmalämpöpumpuilla, joiden lämpökertoimeksi (COP) on oletettu 4. Lämpökerroin arvoa 4 voidaan pitää

Päästölähde	Määrä	Päästökertoimen lähde
		realistisena arvona käytettäessä lämpöpumppua huoneilman lämmityksessä. Skenaariot 2 ja 4: - Lämpö on päästötöntä CCU- ja P2G-laitosten hukkalämpöä. Skenaario 3: - Tilastokeskus, 2023. Polttoaineluokitus. Suomen ympäristökeskuksen energiaskenaario. - Kaukolämmön päästöt mallinnettiin käyttämällä Kotkan Energian nykyistä polttoainejakaumaa, jo tehtyjä kaukolämmön polttoainejakaumaennusteita vuosille 2026 ja 2027 sekä Kotkan Energian hiilineutraaliussuunnitelmaa.
Hiilidioksidin talteenotto	-	Skenaariot 1 ja 3: - Ei hiilidioksidin talteenottoa Skenaariot 2 ja 4: - Hiilidioksidin talteenotto ilmastovaikutusten arvioinnin mukainen (97 000 t/a). (YVA-selostus, luku 10)
Metaanin poltto	500 GWh/a	Skenaariot 1, 2 ja 3: - Ei metaanin polttoa Skenaario 4: - Metaanin poltto ilmastovaikutusten arvioinnin mukainen (35 000 t/a = 500 GWh/a) (YVA-selostus, luku 10) - Tilastokeskus, 2022. Polttoaineluokitus 2022. Biometaanin. Arvioitu fossiilisinä päästöinä.

LÄHDELUETTELO

Energiateollisuus 2023. Sähkönkulutus kunnittain 2007–2022 -excel [<https://energia.fi/tilastot/sahkonkaytto-kunnittain-2007-2021/>]

Fertilizers Europe, 2019. Carbon Capture and Utilization in the European Fertilizer Industry [<https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2019/10/Carbon-Capture-def-version-1.pdf>] 25.1.2024

Gregory & Logan, 2021. Concrete. MIT Climate Portal [<https://climate.mit.edu/explainers/concrete>] 25.1.2024