



# Hukkalämmön hyödyntäminen ja bioperäinen hiilidioksidi

Sirpa Rahiala  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

# Sisältö

- Hukkalämmön hyödyntämismahdollisuudet kaukolämpöverkoissa
- Kymenlaakson ja Etelä-Karjalan hiilidioksidipäästöt
- Kannattavuustarkastelut hukkalämmön hyödyntämisestä





Hukkalämmön  
hyödyntämis-  
mahdollisuudet  
kaukolämpöverkoissa



# Skenaariot

## Skenaario 1: Elektrolyysereitä käytetään nimellisteholla

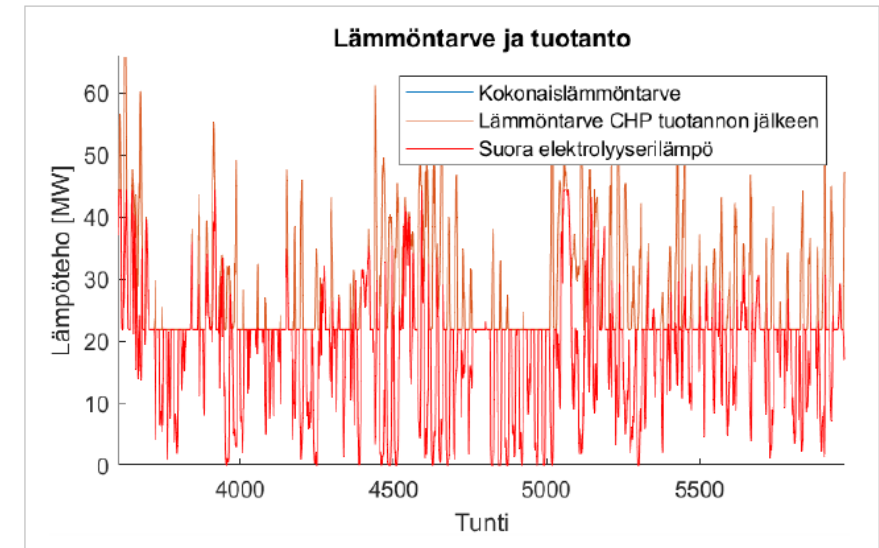
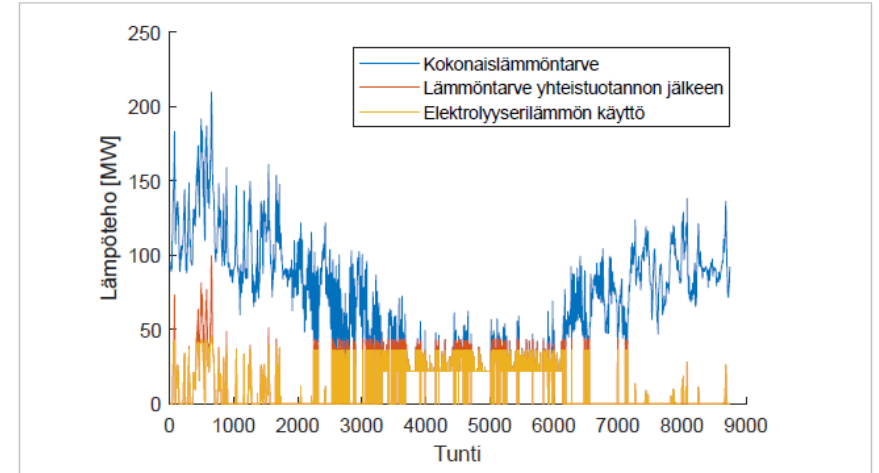
- A : Yhteistuotannon lämmöntuotantoa ei korvata
- B: Kaikki lämmöntuotanto voidaan korvata

## Skenaario 2: Tuuli- ja aurinkovoimatuotannon perusteella

- A: Yhteistuotannon lämmöntuotantoa ei korvata
- B: Kaikki lämmöntuotanto voidaan korvata

## Skenaario 3: Lämpövaraston vaikutus

- A: Elektrolyysi toimii tuuli- ja aurinkovoimatuotannolla ja olemassa olevaa yhteistuotantoa ei korvata.
- B: Elektrolyysi toimii tuuli- ja aurinkovoimatuotannolla ja kaikki lämmöntuotanto voidaan korvata.



**Taulukko 3.** Skenaario 1A. Elektrolyyserien hukkalämmön hyödyntäminen, kun elektrolyysiä käytetään 100 %:n kuormalla ja olemassa olevaa yhteistuotantoa ei korvata. Vuosi 2021.

Kauko-lämpö-verkko	Kokonais-lämmön-kulutus [GWh]	Lämpö-laitokset [GWh]	Elektrolyyseririkoko, jolla korvataan 90 % lämpö-laitosten tuotannosta [MWe]	Elektrolyyserin lämmön-tuotanto [GWh]	Hyödyn-netty %	Lämpö-pumpun lämmön-tuotanto [GWh]	Lämpö-pumpun sähkö-nkulutus [GWh]
Lappeen-ranta	646	138	160	308	38 %	45	9,1
Kouvola	508	133	180	347	33 %	49	10,1
Kotka	415	140	160	308	41 %	28	3,3
Hamina	41	41	30	58	61 %	13	1,9
Imatra	188	188	140	270	59 %	64	11,4

**Taulukko 5.** Skenaario 2A. Elektrolyyserien hukkalämmön hyödyntäminen, kun elektrolyysi toimii tuuli- ja aurinkovoimatuotannolla ja olemassa olevaa yhteistuotantoa ei korvata. Vuosi 2021.

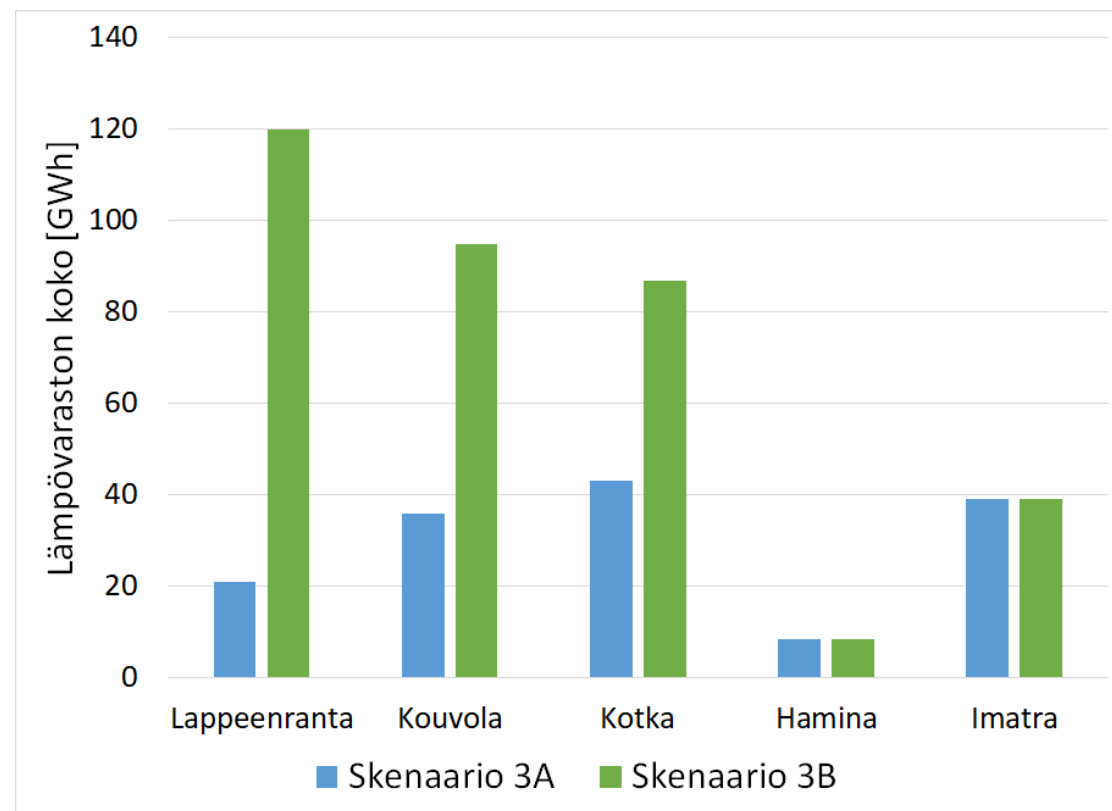
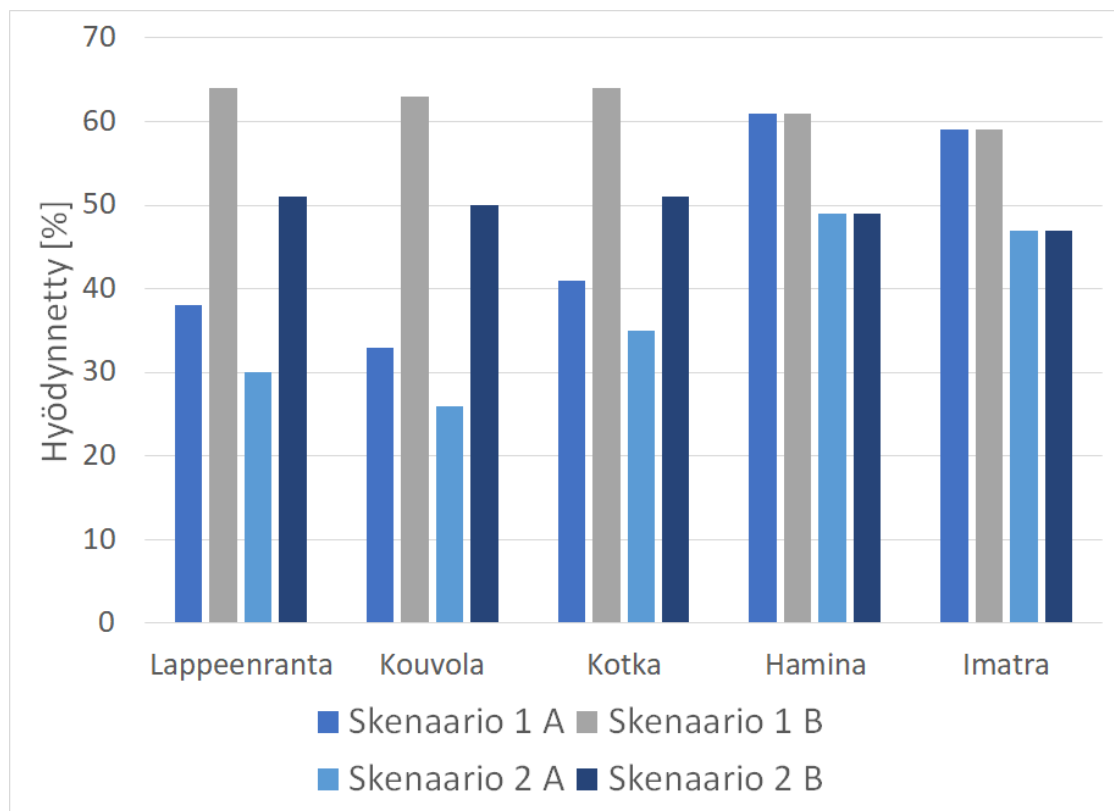
Kauko-lämpö-verkko	Kokonais-lämmön-kulutus [GWh]	Lämpö-laitokset [GWh]	Elektrolyyseririkoko, jolla sama vedyn-tuotanto kuin skenaariossa 1 [MWe]	Elektrolyyserin lämmön-tuotanto [GWh]	Hyödyn-netty %	Lämpö-pumpun tuotanto [GWh]	Lämpö-pumpun sähkö-nkulutus [GWh]
Lappeen-ranta	646	138	270	309	30 %	34	6,6
Kouvola	508	133	300	343	26 %	37	7,4
Kotka	415	140	270	308	35 %	24	2,7
Hamina	41	41	50	57	49 %	10	1,5
Imatra	188	188	240	274	47 %	49	8,5

**Taulukko 4.** Skenaario 1B. Elektrolyyserien hukkalämmön hyödyntäminen, kun elektrolyysiä ajetaan 100 %:n kuormalla ja koko kaukolämpöverkon tuotanto voidaan korvata elektrolyyserien hukkalämmöllä. Vuosi 2021.

Kauko-lämpö-verkko	Kokonais-lämmön-kulutus [GWh]	Elektrolyyseririkoko, jolla korvataan 90 % lämmön-tuotannosta [MWe]	Elektrolyyserin lämmön-tuotanto [GWh]	Hyödyn-netty %	Lämpö-pumpun lämmön-tuotanto [GWh]	Lämpö-pumpun sähkö-nkulutus [GWh]	Lämpö-pumpun sähkö-nkulutus [GWh]
Lappeen-ranta	646	450	866	64 %	216	37,5	9,1
Kouvola	508	360	693	63 %	168	28,7	10,1
Kotka	415	290	558	64 %	126	18,9	3,3
Hamina	41	30	58	61 %	13	1,9	1,9
Imatra	188	140	270	59 %	64	11,4	11,4

**Taulukko 6.** Skenaario 2B. Elektrolyyserien hukkalämmön hyödyntäminen, kun elektrolyysi toimii tuuli- ja aurinkovoimatuotannolla ja kaikki lämmöntuotanto voidaan korvata. Vuosi 2021.

Kauko-lämpö-verkko	Kokonais-lämmön-kulutus [GWh]	Elektrolyyseririkoko, jolla sama vedyn-tuotanto kuin skenaariossa 1 [MWe]	Elektrolyyserin lämmön-tuotanto [GWh]	Hyödyn-netty %	Lämpö-pumpun tuotanto [GWh]	Lämpö-pumpun sähkö-nkulutus [GWh]	Lämpö-pumpun sähkö-nkulutus [GWh]
Lappeen-ranta	646	760	869	51 %	165	28,1	9,1
Kouvola	508	610	698	50 %	129	21,6	10,1
Kotka	415	490	560	51 %	98	14,6	3,3
Hamina	41	50	57	49 %	10	1,5	1,9
Imatra	188	240	274	47 %	49	8,5	11,4





Kymenlaakson ja  
Etelä-Karjalan  
hiilidioksidipäästöt



Tehdas	Toimiala	Biogeeninen CO <sub>2</sub> [kt]	Fossiliininen CO <sub>2</sub> [kt]	Yhteensä CO <sub>2</sub> [kt]	Tunniste kartalla
<b>Päästölähteet yli 100 kt CO<sub>2</sub></b>					
UPM-Kymmene Oyj, Kymi	Sellu- ja paperiteollisuus	1501,2	88,8	1590,0	1
Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas*	Sellu- ja paperiteollisuus	711,4	47,6	759,0	2
Kotkamills Oy, Kotkan tehtaat	Sellu- ja paperiteollisuus	251,0	240,0	491,0	3
Kymin Voima Oy, Energiantuotanto	Energiantuotanto	362,8	45,2	408,0	1
Stora Enso Oyj, Anjalankosken tehtaat	Sellu- ja paperiteollisuus	160,0	103,0	263,0	4
Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos	Energiantuotanto	141,1	54,9	196,0	5
<b>Päästölähteet alle 100 kt CO<sub>2</sub></b>					
Kotkan Energia Oy, Hyötyvoimalaitos	Energiantuotanto	97,0	0,0	97,0	6
Leca Finland Oy, Kuusankosken soratehdas	Mineraalituotteiden valmistus	24,2	15,0	39,2	7
Kotkan Energia Oy, Karhulan biolämpökeskus	Energiantuotanto	37,1	0,0	37,1	8
Södra Wood Oy, Haminan saha	Puun sahaus ja käsittely	22,6	0,0	22,6	9
MCM Timber Oy, Haminan sahalaivos	Puun sahaus ja käsittely	17,8	0,0	17,8	10
Haminan Energia Oy, Haminan kaukolämpölaivos	Energiantuotanto	13,7	0,0	13,7	11
Kymenlaakson Jäte Oy, Keltakankaan lämpölaivos	Energiantuotanto	12,1	0,0	12,1	12
Dongwha Finland Oy, Kotkan impregnointitehdas	Paperin valmistus ja jalostus	0,0	11,4	11,4	3
STR Tecoil Oy, Haminan regenerointilaitos	Jalostettujen öljytuotteiden valmistus	0,0	11,1	11,1	13
Basf Oy, Haminan tehdas	Kemianteollisuus	0,0	10,9	10,9	13
Fintoil Hamina Oy, Haminan jalostamo	Bioöljyn valmistus	0,0	10,0	10,0	13
Nevel Oy, Vekaranjärven varuskunnan lämpölaivos	Energiantuotanto	8,1	0,0	8,1	14
KSS Energia Oy, Hinkismäen voimalaitos	Energiantuotanto	0,0	5,9	5,9	15
Wienerberger Oy Ab, Korian tiilitehdas	Rakennusmateriaalien valmistus	0,0	4,9	4,9	16
Läntmännän Agro Oy, Kaipiaisten höyrylämpökeskus	Prosessilämmön ja -höyryn tuotanto	0,0	4,3	4,3	17
Adven Oy, Haminan lämpölaivos	Energiantuotanto	0,0	4,1	4,1	13
Nevel Oy, Utin lämpökeskus	Energiantuotanto	3,2	0,0	3,2	18
Pousin Puutarha Oy, Tikkamäen hakelämpölaivos	Energiantuotanto	3,2	0,0	3,2	19
Gasum Oy, Mäkikylän biokaasulaitos	Biokaasun valmistus	2,7	0,0	2,7	20
Prefere Resins Finland Oy, Haminan formalinilaitos	Kemianteollisuus	0,0	2,2	2,2	21
Nevel Oy, Pyhtään aluelämpölaivos	Energiantuotanto	1,7	0,0	1,7	22

**Yhteensä [kt]** 3 370,8 659,2 4 030,0  
**Yhteensä [Mt]** 3,37 0,66 4,03

\* Lakkauttamispäätös tehty





	Kaikki CO <sub>2</sub> -päästöt	Bio-geeniset CO <sub>2</sub> -päästöt	Sellu- ja paperiteollisuuden biogeeniset CO <sub>2</sub> -päästöt	Sellu- ja paperiteollisuuden biogeeniset CO <sub>2</sub> -päästöt (25 %)
CO <sub>2</sub> hyödyntäminen [Mt]	10,8	9,3	8,6	2,2
Vedyn tarve [Mt]	1,9	1,7	1,5	0,4
<b>Metaanin tuotanto [Mt]</b>	<b>3,9</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>0,8</b>
Vedyntuotantolaitosten sähkön tarve [TWh]	105,0	91,0	84,3	21,1
Sähkön tarvetta vastaava tuulivoimakapasiteetti [MW]	34 991	30 333	28 088	7 022
Hukkalämmön määrä [TWh]	31,5	27,3	25,3	6,3
CO <sub>2</sub> hyödyntäminen [Mt]	10,8	9,3	8,6	2,2
Vedyn tarve [Mt]	1,4	1,2	1,2	0,3
<b>Metanolin tuotanto [Mt]</b>	<b>7,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,0</b>	<b>1,5</b>
Vedyntuotantolaitosten sähkön tarve [TWh]	78,9	68,4	63,4	15,8
Sähkön tarvetta vastaava tuulivoimakapasiteetti [MW]	26 309	22 806	21 119	5 280
Hukkalämmön määrä [TWh]	17,4	15,1	13,9	3,5

Kannattavuustarkastelu  
elektrolyysin  
hukkalämmön  
hyödyntämisestä

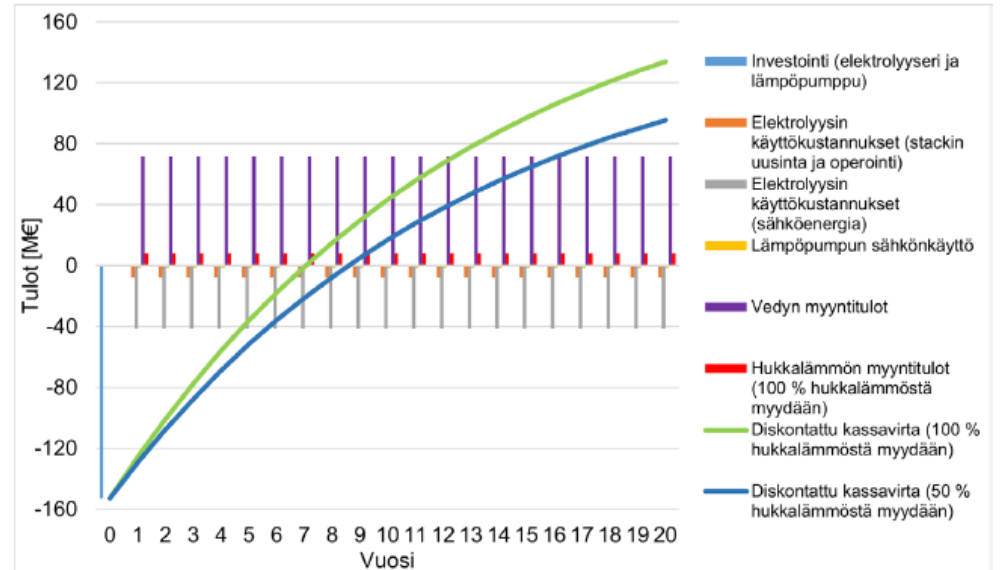
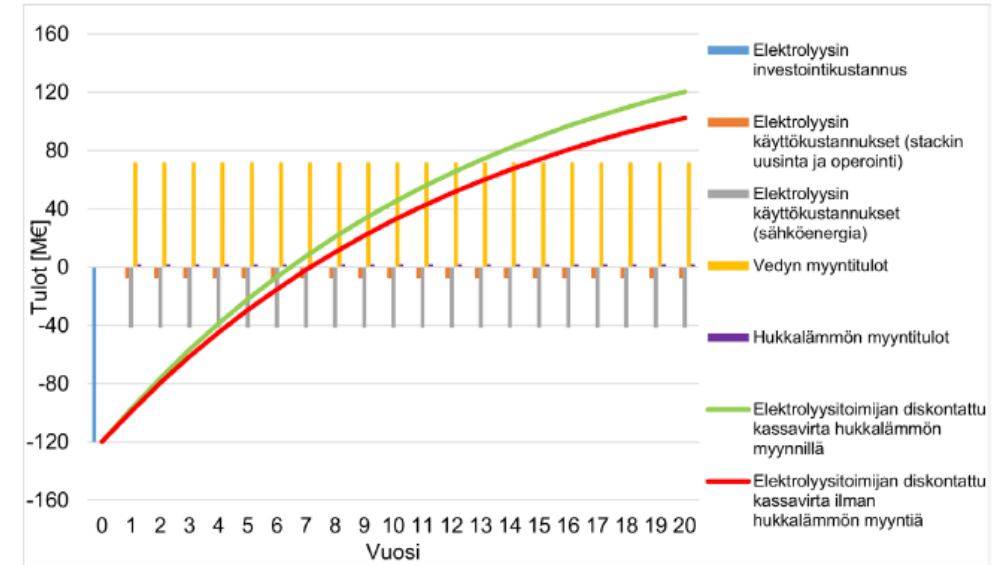


	Skenaario 1: Elektrolyysereitä käytetään 100 %:n teholla		Skenaario 2: Elektrolyysereitä käytetään tuuli- ja aurinkovoima- tuotannon perusteella	
	Yhteistuotan- non lämmön- tuotantoa ei korvata [€/kg]	Kaikki läm- möntuotanto korvataan [€/kg]	Yhteistuotan- non lämmön- tuotantoa ei korvata [€/kg]	Kaikki läm- möntuotanto korvataan [€/kg]
Lappeenranta	3,96	3,93	4,83	4,81
Kouvola	3,97	3,93	4,84	4,81
Kotka	3,96	3,93	4,83	4,81
Hamina	3,93	3,93	4,81	4,81
Imatra	3,94	3,94	4,81	4,81

### Vertailuarvot

Skenaario 1 4,01 €/kg

Skenaario 2 4,87 €/kg





# Yhteenveto

- Hankkeessa tehtyjen mallinnusten avulla havaittiin, että hukkalämmön tehokkaalla hyödyntämisellä on suuri potentiaali edistää hiilineutraalia lämmöntuotantoa.
- Vihreän vedyn tuotannon hukkalämmön tehokkaassa hyödyntämisessä kaukolämpöverkoissa on kuitenkin myös haasteita.
- Hiilidioksidipäästöarvioihin perustuvat vedyntuotannon hukkalämmön määrät olisivat alueellisten kaukolämpöverkkojen kysyntää suuremmat.
- Elektrolyysilaitoksen hukkalämmön hyödyntäminen aiheuttaa merkittävän tulonlähteen elektrolyysitoimijalle ja laskee tuotetun vedyn tuotantokustannusta.

## Hankkeen loppuraportti

Kiviranta, Paulus, Hyypiä, Jaakko, Keski-Luopa, Mika, Rahiala, Sirpa, Tynjälä, Tero & Inkeri, Eero. 2023. Vetyä, virtaa Kaakkoon – hukkalämmön hyödyntämispotentiaali.

<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-569-7>

# Kiitokset!

---

