

# Vesivoiman ympäristövaikutukset

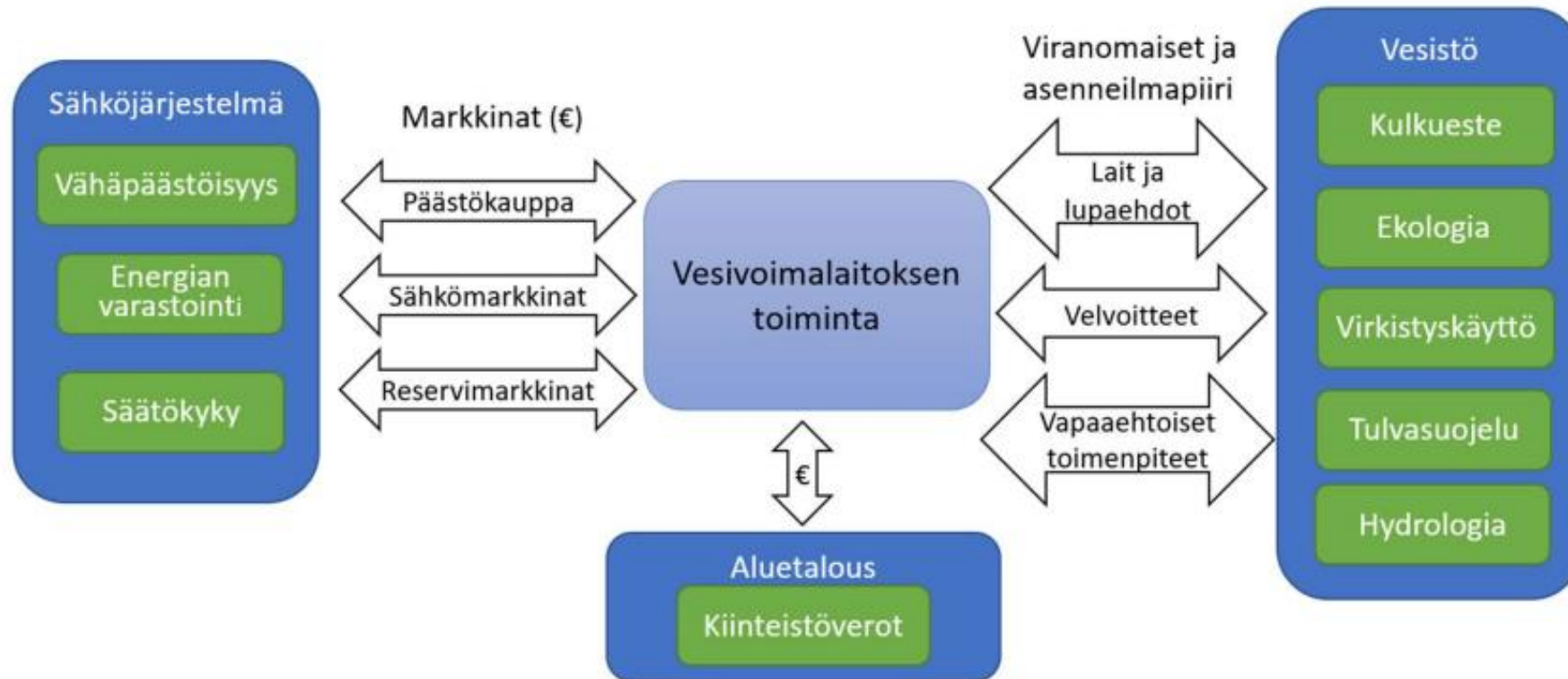
Hannu Huuki  
Tutkija  
Suomen ympäristökeskus

Uusiutuvan energian ajankohtaispäivä 18.1.2024

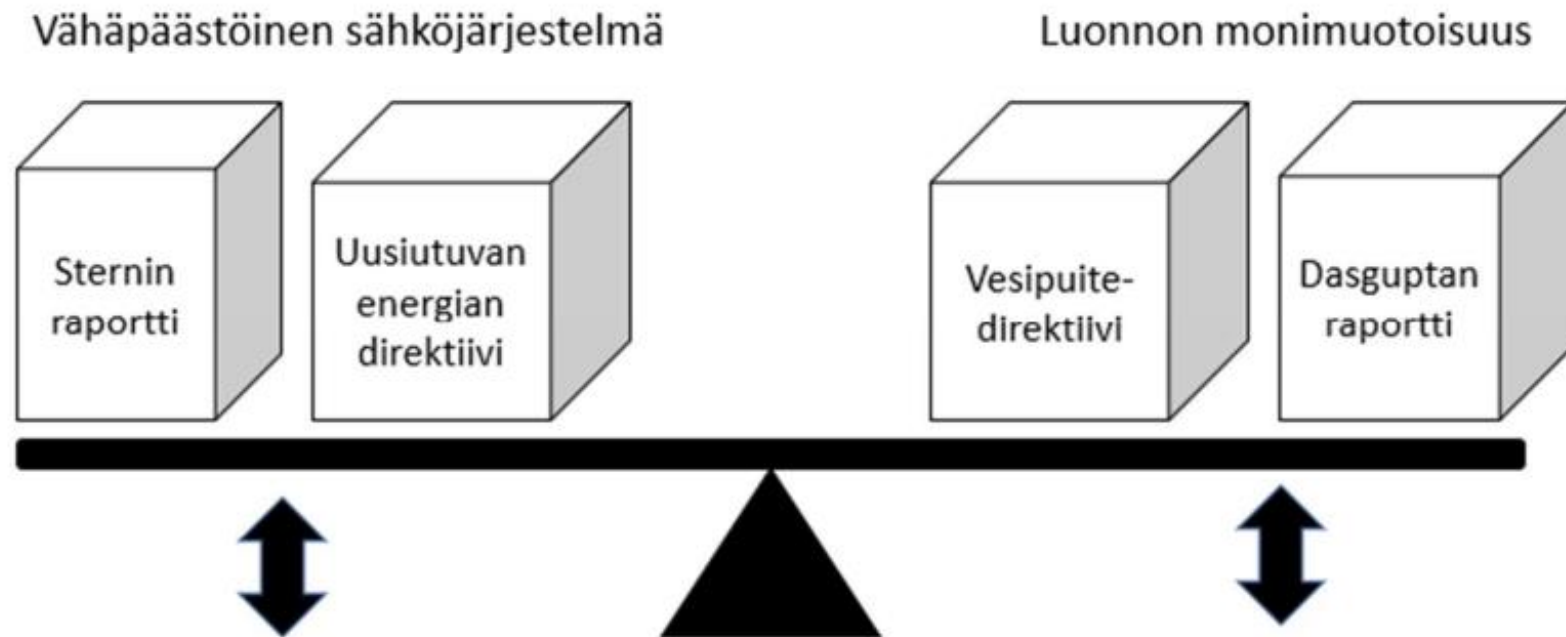


Suomen ympäristökeskus  
Finlands miljöcentral  
Finnish Environment Institute

# Toimintaympäristö



# Vesivoimatuotantoon liittyvien hyötyjen ja haittojen punnitseminen



# Euroopan unionin vesipolitiikka ja kansalliset vesienhoitosuunnitelmat

- Euroopan unionin vesipuitedirektiivin keskiössä on jäsenmaita koskeva velvoite alueellisiin vesienhoitosuunnitelmiin.
- Voimakkaasti muutetuille ja keinotekoisille vesimuodostelmille tavoitteena on saavuttaa hyvä ekologinen potentiaali
- Hyvän ekologisen potentiaalin mukainen virtaama
  - Huomioidaan, että ympäristövirtaaman toimeenpanosta **ei synny merkittävää haittaa tärkeälle käyttömuodolle**
  - Keskeinen kriteeri **ekologisen vaikuttavuuden arviointi**

Vaikutus  
sähköntuotantoon

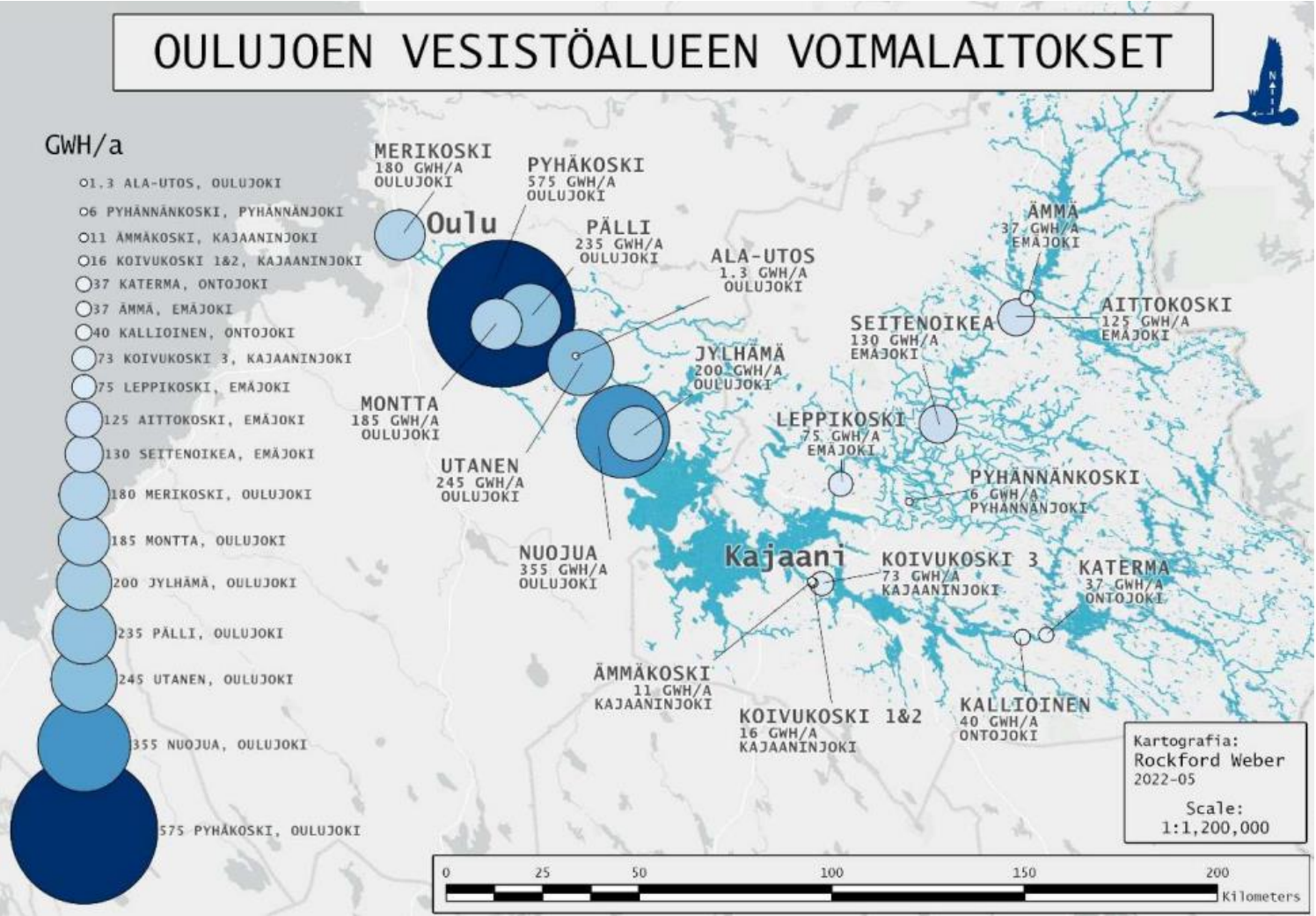


Ekologinen  
vaikuttavuus



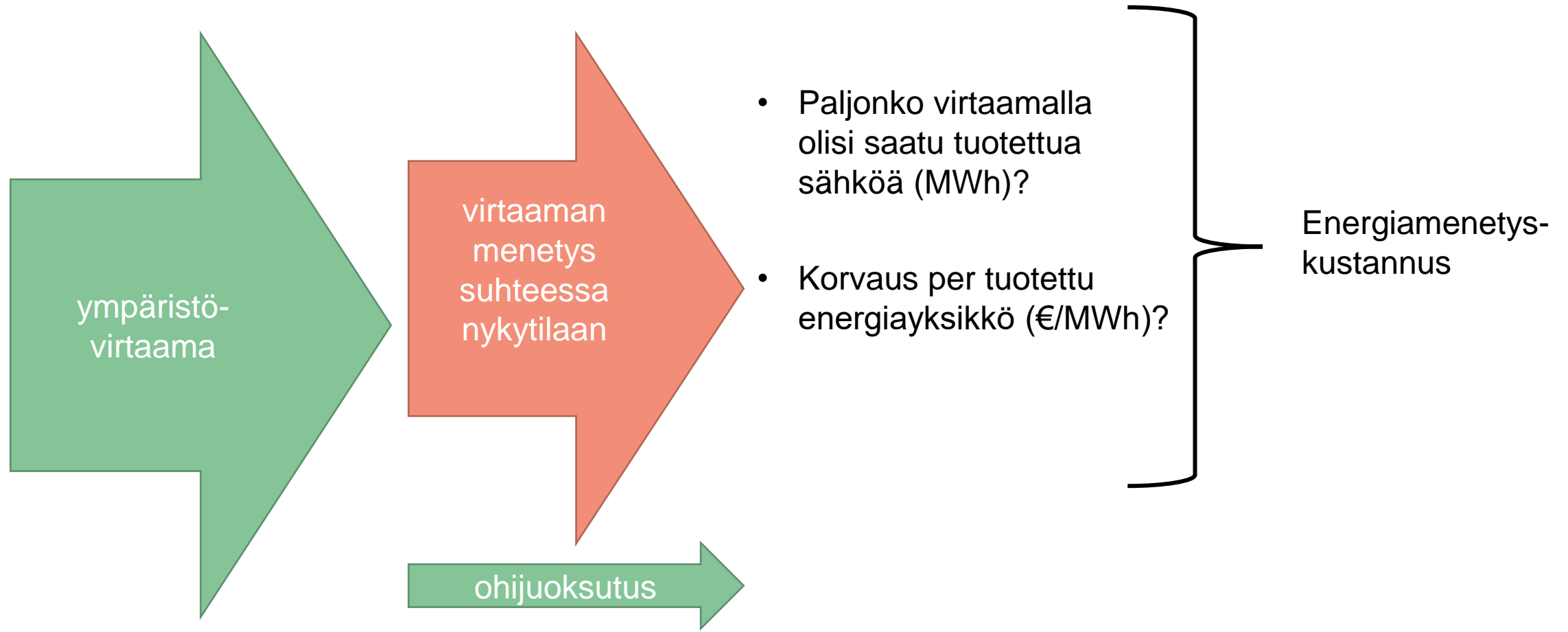
# Ympäristövirtaama- tarkastelut: energiamenetyskustannus ja ekologisten hyötyjen arviointi

# Kuivan uoman ympäristövirtaaman energiamenetyskustannus



Arviointiesimerkki  
Oulujoen vesistöalueelta

# Kuivan uoman ympäristövirtaaman energiamenetyskustannus



Virtaama ohi turbiineista jo nykytilassa → ei turbiinivirtaamamenetystä

# Kuivan uoman ympäristövirtaaman energiamenetyskustannus



Taulukko. Keskimääräinen kokonaisvirtaama ja ohjuoksutus mallinnetuilla Oulujoen vesistön voimalaitoksilla vuosina 2010–2021.

Voimalaitos	Keskimääräinen ohjuoksutus ( $m^3/s$ )	Ohjuoksutus suhteessa tulovirtaamaan (%)
Merikoski	7.63	2.15
Montta	2.02	0.59
Ämmä	0.03	0.05
Aittokoski	0.08	0.11
Katerma	0.72	0.94
Kallioinen	0.24	0.32

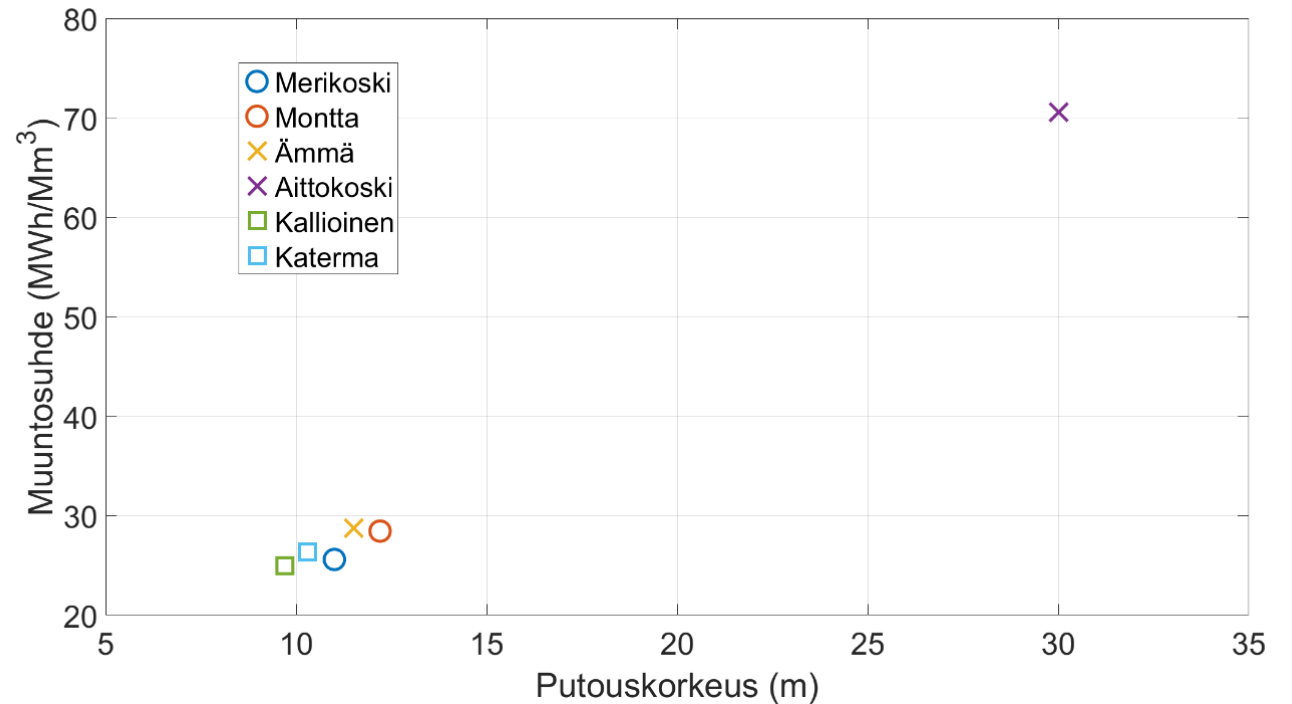


Virtaama ohi turbiineista jo nykytilassa → ei turbiinivirtaamamenetystä



# Kuivan uoman ympäristövirtaaman energiamentetyskustannus

- Paljonko virtaamalla olisi saatu tuotettua sähköä (MWh)?



# Kuivan uoman ympäristövirtaaman energiamenetyskustannus

- Korvaus per tuotettu energiayksikkö (€/MWh)?

Taulukko. Sähkön tuntihinnat (€/MWh).

Vuosi	Keskihinta	Hinnan keskihajonta	Minimihinta	Maksimihinta
2019	44.0	15.3	0.1	200.0
2020	28.0	21.1	-1.7	254.4
2021	72.3	66.0	-1.4	1000.0

Taulukko. Jäädytysajopäiviä (kpl) Merikosken ja Montan voimalaitoksilla.

Vuosi	Jäädytysajopäivien lkm
2019	6
2020	28
2021	27

virtaaman  
menetys  
suhteessa  
nykytilaan

# Energiamenetykskustannus ja vaikutus voimalaitoksen tasapainotusosuuteen

Vuotuinen energiamenetykskustannus per 1 ( $m^3/s$ ) kuivan uoman ympäristövirtaama.

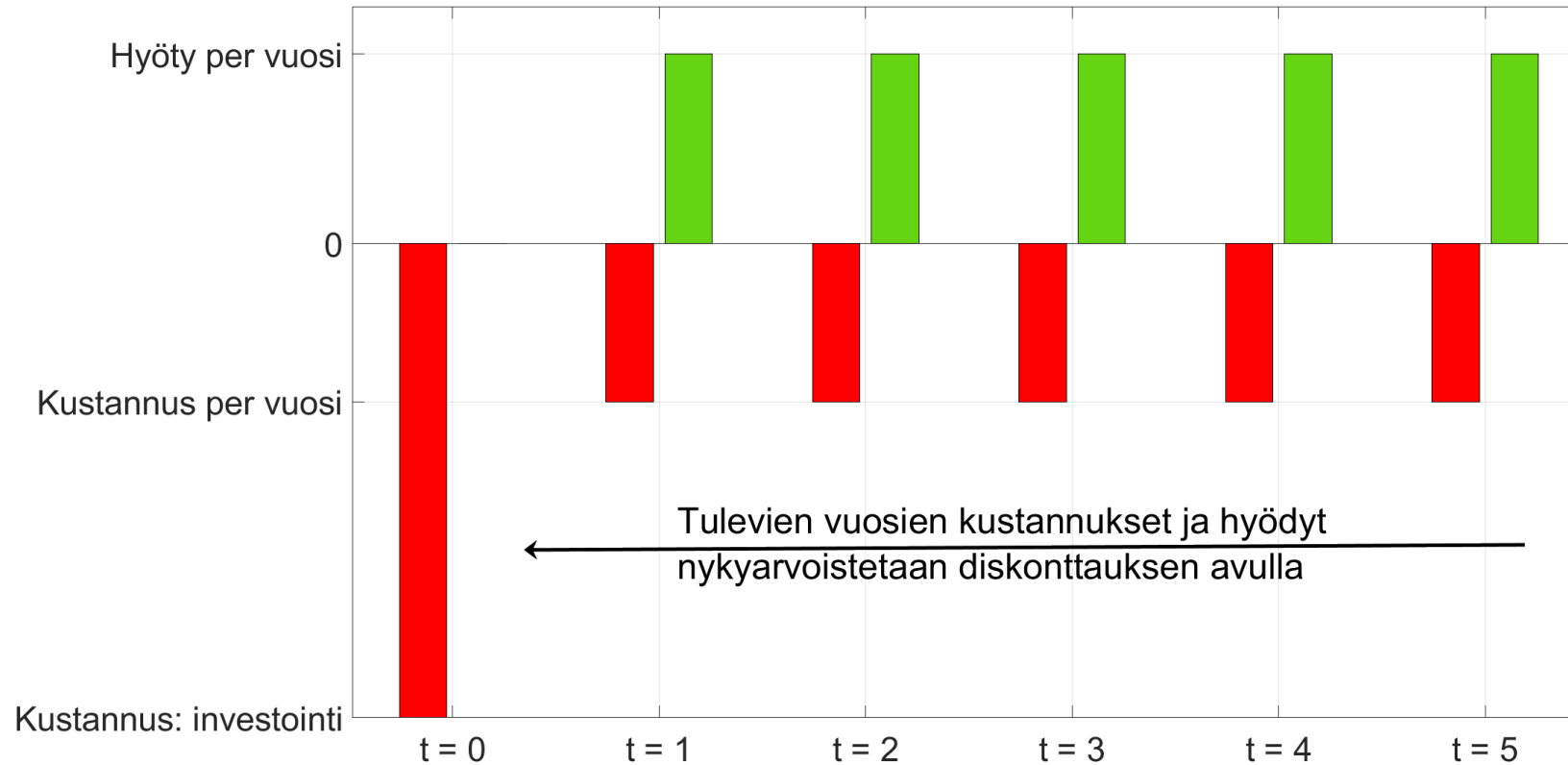
	<b>Merikoski*</b>	<b>Montta*</b>
Energiamenetykskustannus (€)	37 470	42 730
	<b>Ämmä**</b>	<b>Aittokoski**</b>
Energiamenetykskustannus (€)	47 560	108 440
	<b>Katerma***</b>	<b>Kallioinen***</b>
Energiamenetykskustannus (€)	36 220	34 780

\* Merikoski ja Montta: 15 ( $m^3/s$ ) ympäristövirtaama. Vuosi 2019.

\*\* Ämmä ja Aittokoski: 2.25 ( $m^3/s$ ) ympäristövirtaama. Vuosi 2019.

\*\*\* Katerma ja Kallioinen: 3 ( $m^3/s$ ) ympäristövirtaama. Vuoden 2019 sähkön hinnat. Vuosien 2010-2020 virtaamat.

# Ympäristövirtaama investointina



# Investointilaskelma: esimerkki Merikosken kuivan uoman ympäristövirtaama

- Paljonko vaadittu ympäristöhyöty tulisi olla, jotta investointi on kannattava (eli nettonykyarvo (NPV) on nolla)
- Energiamenetyksen diskonttaus korkona käytetty 5 % (0.05)

Taulukko. Vaadittu vuotuinen hyöty (€ per hehtaari) diskonttokoron ja investointikustannuksen suhteen

- Vaaditun ympäristöhyödyn (€ per hehtaari per vuosi) taso nousee, mitä vahvemmin diskonttaamme tulevien vuosien ympäristöhyötyjä.



Ympäristöhyödyn diskonttokorko	Merikoski ympäristövirtaama 15 (m <sup>3</sup> /s)	
	$I_{t=0} = 4 \text{ M€}$	$I_{t=0} = 6 \text{ M€}$
0.01	34 300	38 900
0.02	50 200	56 900
0.03	68 500	77 600
0.04	88 300	100 000
0.05	109 100	123 500

# Ympäristövirtaaman priorisointi

- Tärkeää tunnistaa kohteet, joissa ympäristövirtaamalla saavutetaan merkittävät hyödyt.
- Priorisointitekijöitä (Turunen, Koljonen ja Hellsten, 2023)
  - Vanhan uoman poikastuotantoala
  - Uhanalaisten kalalajien esiintyminen
  - Syönnösalueiden läheisyys
  - Vedenlaatu
  - Koskien pinta-aja ja lukumäärä
- Ympäristövirtaaman toimeenpanon seuranta!

# Vaikutukset lyhytaikaissäätöön

- Vesienhoidon toimenpiteiden vaikutus säätövoimaan.
  - Hankkeen toteutusaika 3/2023 – 9/2024
- Hankkeessa tutkitaan vesivoiman roolia säätövoiman tuottajana
  - Vesivoiman ympäristövaikutukset
  - Lainsäädäntö
  - Sähkö- ja reservimarkkinat

<https://tietokayttoon.fi/-/vesienhoidon-toimenpiteiden-vaikutus-saatovoimaan-vhs-saatovoima->

# Kiitos mielenkiinnosta

Yhteystiedot: [hannu.huuki@syke.fi](mailto:hannu.huuki@syke.fi)

## Raportit:

Huuki, H., Kopsakangas-Savolainen, M. (2022) Vesivoimalaitoksen kuivan uoman ympäristövirtaama investointina – Tapaustutkimukset Oulujoen vesistöalueella. Arvovesi-hankkeen raportti 7/2022.

Turunen, J., Koljonen, S. Hellsten, S. (2023) Ympäristövirtaaman toimeenpano – Ekologisten hyötyjen arviointiin perustuva kriteeristö ja priorisointimenetelmä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 26/2023



Suomen ympäristökeskus  
Finlands miljöcentral  
Finnish Environment Institute