

A person with long brown hair, wearing a yellow t-shirt and light blue jeans, stands on a large, dark, mossy rock in the foreground. They are looking out over a calm body of water towards a small, rocky island in the distance. On the island, there is a lighthouse with a yellow and white striped tower and a small yellow flag on top. The sky is a vibrant blue with scattered white clouds, and the sun is low on the horizon to the left, creating a bright glow and long, soft shadows. The water reflects the sky and the lighthouse. In the bottom right corner, there is a yellow banner with the XAMK logo and the text 'Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu'.

Tunne huominen.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Pilotointi- ja kokeilualustakohteet Energiaälykäs kaupunkiympäristö

Xamk

Erja Tuliniemi, Tuija Korpela

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

South-Eastern Finland University of Applied Sciences

www.xamk.fi

KYMEN
LAAKSON
LIITTO



Euroopan unionin
osarahoittama



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Pilotointi- ja kokeilualustakohde kartoitus



1. Naukion alue, Kuusankoski
2. Myllykosken yritysalue, Redeve Oy
3. Voikkaan yritysalue, Redeve Oy
4. Hyötyvirta yritysalue, Kouvola
5. Kotkan kaupunki/ virtuaalivoimala
6. Kotkan Asunnot/ energiayhteisö
7. Karhulan uimahalli/ PILP
8. Lohilaani, Kotka
9. Karhulan teollisuuspuisto/ Starttisatama
10. Urheilupuiston energiakeskus, Kouvola
11. Citymarket, vanha kiinteistö, Kouvola
12. Käyrälammen alue, Kouvola
13. Teholan yritysalue, Kouvola
14. Valkealan biolämpökeskus
15. Inkeröisten monitoimitalo



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Kohteiden jatkotarkastelu

- Naukion alue, Kuusankoski: kiinteistöjen alueellinen energiaratkaisu
- Lohilaani, Kotka: kala-altaan jäähdytysratkaisu
- Kotkan kaupunki / virtuaalivoimala: kulutusjoustotarkastelu
- Karhulan uimahalli / PILP: seuranta ja jatkokehittäminen
- Karhulan jäähalli ja Käpylän koulu: lauhde-energian seuranta
- Kotkan Asunnot / energiayhteisö
- Kouvola / IVLP-pumpun tehostaminen
- KymiSolar, Haminan Energia, Kouvolan Citymarket, vanha kiinteistö: kaukolämmön paluuveden hyödyntämisratkaisu
- Voikkaan ja Myllykosken yritysalueet, Redeve Oy: energiankäytön tehostaminen
- Energio, Selega, DCS: kestävän energiajärjestelmän tutkimusympäristö
- Hyötyvirta yritysalue, Kouvola: lämmitysratkaisut

*edistettävät kohteet, tarkemmat selvitykset TP2.



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu



Kiitos!

Energiaälykäs kaupunki

Tiivistelmiä tieteellisistä artikkeleista

2023-2024

M. Kuosa

Communal or individual – exploring cost-efficient heating of new city-level housing in a system perspective, Vilen K, Selvakkumaran S., Ahlgren E. O., Smart Energy 10 (2023) 100097 (artikkelissa lämmitystapojen ja laitosten ominaisinvestointikustannustietoja) 24.4.2023

- Study: how heat demands of different types of future housing can be fulfilled in a cost-efficient manner using an approach that simultaneously addressed both the supply and demand sides of a heating system
- With increasing integration of the heating and electricity sectors and forecasts of rapid growth in electricity demand, heating choices become critical for sustainable transition
- Impact of different heat demand load profiles have been investigated under different future electricity prices, electric heating (EH) levels, and the introduction of climate policy designed to phase out fossil fuel use in the future
- The main heating options are communal or individual, where the communal option is presented by district heating (DH) and the individual option mainly by heat pumps (HPs) or biomass heating
- The most significant factors determining whether new housing will be connected to the communal heating option, DH, are the grid connection cost and the electricity price
- In the study the apartment buildings are connected and supplied entirely by DH, while small single-family high heat demand housing (HHDH) and single-family low heat demand housing (LHDH) are heated using individual heating options
- The results for these types of housing are generally unaffected by either the EH level or climate policy
- Large single-family HHDH is connected partly to the DH grid and uses both DH and individual heating options to meet its heating demand
- The heating solution is mostly affected by the future electricity price
- A heating profile with higher relative usage during wintertime promotes DH and individual biomass boilers, while HPs are demoted in the ranking of desirable solutions
- Due to impacts of the heating demand profiles, investigations into heat load profiles of future housing are of great interest

Low-parameter linear model to activate the flexibility of the building thermal mass in energy system optimization, Askeland M., Georges L., Korpås M., Smart Energy 9 (2023) 100094 (artikkelissa sähkölämmitys kyseessä, lämmitys ennen hinnan nousua, lämmittää halpoina tunteina, myydä kalleilla tunneilla) 8.5.2023

- Study: As buildings are becoming an integrated part of energy system, the potential activation of the thermal mass as a source of flexibility needs to be considered in energy system modeling
- The article provides a linear model of the energy stored in the building thermal mass compared to a reference operation scenario without demand response
- This formulation in relative terms significantly reduces the number of model parameters to be identified using field measurements (time constants) and enables the analysis of the aggregated (yhdistetty) energy flexibility in energy system models
- In an energy planning tool, a node typically represent the load of several buildings
- Using the proposed approach all buildings having the same parameters (U_{tot} , τ_1 , τ_2 and α : overall heat transfer coefficient, two building time constants and weighting factor for relative importance of time constants in step response), the linearized model only models the influence of ΔP on ΔT (power delivered to the heat emitter, the increase of indoor temperature)
- Thermal mass activation is demonstrated in a case study which also included validation (single family detached house analyzed using dynamic simulation in IDA ICE)
- In addition, a comparison of thermal mass activation and batteries is made, thermal mass flexibility and expensive batteries has potential to provide peak load reductions
- It is concluded that the provided linear deviation based formulation is appropriate for representing the potential of flexibility provision (säännös) from the thermal mass in buildings for the purpose of energy system planning
- Modeling of the indoor temperature in absolute value requires a model that incorporate many complex physical phenomena such as solar irradiation and heating and ventilation system dynamics
- Several studies includes linear modeling of the building thermal mass
- Salpakari et al. (mm. Peter Lund, 2017) used a linear second-order gey-box model
- All these models considered the building as a single thermal zone
- Hedegaard et al. (2020) proposed a clustering method to reduce the number of buildings in the optimization and thus the computational time

Decarbonization of district heating and deep retrofits (jätkiasennus) of buildings as competing or synergetic (kumuloiva yht vaikutus) strategies for the implementation of the efficiency, Popovski E., Ragwitz M., Brugger H., Smart Energy 10 (2023) 100096

- Study: Compatibility of district heating (DH) networks with deep retrofits of buildings under various European climate conditions and city topologies
- Five cities are analysed with different DH market shares, climate zones, population densities, and transferability (siirrettävyys) potentials
- First population, heated floor area, and share of floor area per construction period is forecasted until 2050, and then calculated three different heat demand scenarios for varying building refurbishment (kunnostus) rates of 1%, 2%, and 3%* of the total floor area
- Second, future suitable DH regions with min 25 GWh/km² networks are identified
- By applying a bottom-up GIS model, based on the type of city area, number of buildings, street length, and the DH distribution capital and operation costs were calculated
- Lastly, to compare the total cost of heat supply for each scenario, the cost of individual heat per building type was calculated
- The results show that even in the scenarios with high refurbishment rates of 3%, high percentage of the builtup areas, between 23% and 68% depending on the city topology, are suitable for DH supply in 2050
- The share DH from the total heat supply varies between 49% and 83%
- An increase of the DH price between 14% and 35%, depending on the scenario and case study can be expected due to the reduced heat densities compared to the current ones
- Nevertheless, maximizing the DH connection rates in the identified regions leads lower total cost of heat in almost all the analysed case studies
- *1% refurbishment rate: cumulated refurbishment of ca. 40% for the period between 2015 and 2050 (buildings with poor envelope), 2%: a cumulated refurbishment rate of 100%, where all buildings built before 2015 undergo refurbishment until 2050, 3%: also buildings with better envelope quality are increasingly renovated

Towards explainable AI-assisted operations in district heating systems, Zdravkovic M., Ciric I., Ignjatovic M., IFAC PapersOnLine 54-1 (2021) 390-395.

- System for AI-assisted control of district heating systems (DHS) is proposed for efficient distribution of heat to residential and commercial buildings in urban areas
- Currently DHS operation is controlled semi-automatically by SCADA systems, where the operation decisions are made by the DHS plant operator
- Operation is considered reactive as control decisions are made based on the real-time meteorological data
- This proposal is aiming at facilitating (helpottaa) proactive (ennakoivan) DHS control, by using predictive modelling techniques based on modern Artificial Intelligence (AI) architectures, namely the Deep Learning (DL)-based multivariate time-series forecasting
- The initial results of forecasting heat demand and local explanations are provided (tarjota) for the case of small 8 MW DHS, as a proof of concept

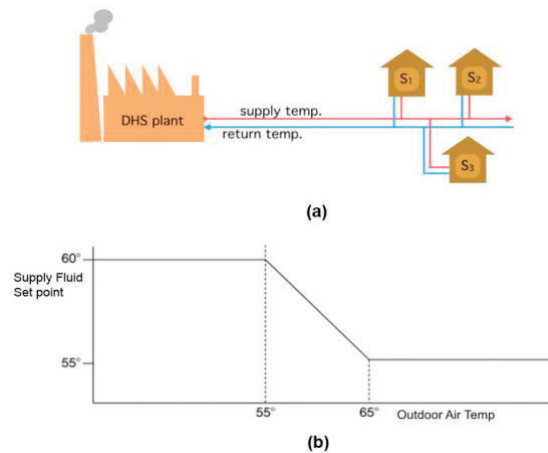


Fig. DHS system and example regulation curve

Demonstrating smart buildings and smart grid features in a smart energy city, Morvaj B., Lugaric L., Krajcar S., 3rd International Youth Conference on Energetics 2011, 7-9 July, Leiria, Portugal

- The paper gives an overview into the features and paradigms (oppirakennelma) of a smart energy city in the framework (puitteet) set for the evolution of existing cities and their transformation to smart cities
- The potentials of smart buildings has been serutinized (tutkittu) and put into perspective as the basic as the basic building block of cities
- A draft model has been developed in Anylogic (mikä tahansa looginen) using system dynamics to demonstrate basic features of several smart houses (5), equipped with (1) demand side management capabilities, (2) micro renewables (solar and wind), (3) micro energy storage, (4) basic electricity-price based consumption controller
- The smart building respond to price signals from the market
- The system shown is being coupled with parallel (rinnakkainen) initiatives (aloite) of smart metering, micro-size renewables and energy management initiatives at the Faculty of Electrical Engineering and Computing, Power Systems Department
- The model acts in acordance with expected behavior, according to current and future of smart grid, including utilization of renewables, energy control on demand and supply side and price-based signaling
- This can be considered as a proof of concept (todiste) solution on building-level scope of observation
- Expansion to citywide scale, including hundred or thousand buildings, along with modeling of water distribution, transport and other critical systems within a city will enable full scale simulation of emergent (esiintuleva) phenomena and ultimately investigations on the impacts of the smart city, grid and building paradigm (jonkin malli) in the overall future of cities globally

A renewable energy system in Frederikshavn using low-temperature geothermal energy for district heating, Østergaard P. A., Lund H., Applied Energy 88 (2011) 479-487

- The Danish city Fredrikshavn is aiming at becoming a 100% renewable city
- The city has a number of energy resources including a potential for off-shore wind power, waste and low-temperature geothermal energy usable as heat source for heat pumps producing district heating
- In this article, a technical scenario is described and developed for the transition of Fredrikshavn's energy supply from being predominantly (pääasiassa) fossil fuelled *to being fuelled by locally available renewable energy sources*
- The scenario includes all aspects of energy demand in Fredrikshavn i.e. electricity demand, heat demand, industrial demand as well as the energy demand for transportation
- The locally available energy resources are deliberated (harkittu) and an energy system is designed and analysed with an energy systems analysis model on an aggregate (yhteen laskettu) annual level as well as on an hourly basis
- Particular attention is given to the use of geothermal energy in the area
- It is shown, that *the use of geothermal energy in combination with an absorption heat pump shows promise in a situation where natural gas supply to conventional cogeneration of heat and power (CHP) plants decreases radically*
- This article has outlined how the primary energy consumption for Fredrikshavn, Denmark can be reduced from 758 GWh to 560 GWh mainly through changes in the production system and thus without end-use savings
- Carbon dioxide emissions are lowered from 147.2 kt to 35.0 kt or 29.3 kt depending on whether geothermal energy is used or not used
- The higher emission with geothermal energy utilisation than without is due to a lowered electricity export and thus a lowered carbon dioxide compensation for this export
- If the geothermal system is not implemented – whilst the other changes are – then much of the district heating would need to be covered by a boiler
- This increases the fuel demand as the efficiency of the boiler is much lower than geothermal system
- I also puts a drain (kuluttaa) on the available biomass resources; resources that have more use in either CHP plants or for transportation or industry
- It should be noted though that the energy extracted from the ground is not counted as primary energy supply in this article

Use of underground air tunnels for heating and cooling agricultural and residential buildings, Goswami D. Y., Biseli K. M., University of Florida, Fact Sheet EES 78, May 1993

- Soil temperature, at a depth of about 10 feet (3.048 m) or more, stays fairly constant throughout the year, and is approximately equal to the average annual ambient air temperature
- The ground can, therefore, be used as a heat sink for cooling in summer and as a heat source for heating in winter
- A simple method of using this concept is to pass air through an underground air tunnel
- *The air thus cooled or heated can be used directly for the conditioned (ilmastoitu) space or indirectly with air conditioners or heat pumps*
- The methods, their applicability, and the necessary information for the design of systems based on this concept are described in this document
- Open and closed loop systems can be useful for air conditioning agricultural buildings
- However, the threat (uhka) of air contamination from any possible bacterial growth or radon in tunnel casts doubts upon public acceptance of such systems for residential buildings
- A system that makes indirect use of an underground tunnel alleviates (lievittää) any concerns about air contamination
- In this system, the tunnel is used to temper (hillitä) the ambient air, which is then used for heat exchange with a heat pump
- This can improve the coefficient of performance of the heat pump and increase its capacity for heating and cooling
- The system described has the potential to give very high coefficients of performance (COP), and therefore high energy savings
- COP is a term used in refrigeration and air conditioning to describe the performance of a system ($\text{COP} = \text{EO}/\text{EI}$, EO=energy output as cooling or heating effect, EI energy input, normally electricity)
- Normally, heating and air conditioning systems have average year-round COPs of about 2.0
- COPs of the system utilising underground air tunnels are much higher, for open and closed loop systems, the COP can be as high as 10
- By doubling the COP over a conventional system, the energy input (energy that one pays for) is reduced by 50%
- Knowledge of soil temperatures is important in the design of underground air tunnel systems
- An underground air tunnel connected to a heat pump improves the COP and the capacity of the heat pump, however, the payback period is approximately 20 years
- Therefore, investment in such a system is not cost effective in Florida

Feasibility study on applications of an earth-air heat exchanger (EAHE) for preheating fresh air in severe cold regions, Li H., Ni L., Liu G., Zhao Z., Yao Y., Renewable Energy 133 (2019) 1268-1284

- Ventilation is a major requirement for many types of building
- Evidence showed that insufficient ventilation will lead to high pollute concentration and complaints about indoor air quality (IAQ)
- Unlike previous researches, which mainly focused on cooling capacity of earth-air heat exchanger (EAHE), feasibility of EAHE combined with heat recovery unit (HRU) as an independent heat source to heat cold air in severe cold regions was firstly verified
- U-shaped buried pipes were proposed to enhance heat transfer as well as save land-use
- Thorough measurements of air and soil parameters and power consumption were conducted under several operation modes, performance indexes like heating capacity, heat transfer efficiency and COP were analysed
- Results showed average temperature rise of 14.0 °C provided by EAHE and further 12.1 °C promotion (edistäminen) brought by HRU helped outdoor air reach to an acceptable level without auxiliary heating equipment
- Heating capacity of EAHE increased with decreasing inlet (outdoor) temperature, when inlet temperature changed from -0.4 to -24.4 °C, heating capacity increased from 709 W (19.7 W/m) to 7718 W (214.4 W/m)
- Performance of HRU rarely reacted to climate conditions because of the stable outlet temperature of EAHE
- Maximum comprehensive (kattava) COP was 16.3, which indicated the high efficiency of system
- Results showed EAHE can be expanded to severe cold regions and achieve good efficiency
- For indoor space heating, traditional ventilation and air-conditioning (HVAC) systems are responsible for approximately 40% of the building energy consumption, therefore how to achieve indoor thermal comfort by using less energy has been a significant issue and a great challenge to the whole world
- Facing serious energy crisis, promoting the use of renewable energy is imperative (välttämätön)
- Among various renewable energy sources, geothermal energy, a widespread low grade energy, has great thermal applications such as space heating/cooling
- To confirm the feasibility of using EAHE as the substitution of traditional ventilation method in severe cold regions, a fresh air handling system composed by EAHE and a HRU was proposed
- On the basis of the experiment, It showed this system had sufficient potential to heat fresh air in severe cold regions during winter operation

Energy metrics of earth-air heat exchanger system for hot and dry climatic conditions of India, Bisoniya T. S., Kumar A., Baredar P., Energy and Buildings 86 (2015) 214-221.

- The earth-air heat exchangers (EAHE) are promising technology for passive heating/cooling of buildings
- The study carried out to evaluate annual thermal performance of EAHE system for hot and dry climatic conditions of Bhopal (Central India) has been presented in this paper
- A quasi-steady (lähes vakaa) state, 3-D model based on computational fluid dynamics (CFD) was developed to evaluate the heating/cooling potential of EAHE system
- The simulation results were validated against experimental observations taken on experimental set-up (kokeellinen kokoonpano) installed in Bhopal (Central India)
- The energy metrics (mittari) namely energy payback time (EPBT) and seasonal energy efficiency ratio (SEER) for EAHE system were evaluated on the basis of energy analysis of simulation results
- The embodied energy for the EAHE system was evaluated as 1663.88 kWh
- The maximum heating potential and cooling potential of EAHE obtained in the months January and May, respectively, were calculated as 191.06 kWh and 247.25 kWh
- The total yearly energy output of EAHE system for air flow velocity of 5 m/s was found as 1290.53 kWh (suuremmalla virtausnopeudella ilman lämmönsiirtokerroin oli suurempi, vrt Re-luku)
- The EPBT of EAHE system was calculated 1.29 years
- SEER (=monthly heat gain or loss in kWh/monthly electrical energy consumed in kWh) for typical summer and winter months were calculated as 1.34 and 1.10, respectively
- The CO₂ emission mitigation potential and total carbon credits earned from EAHE system were calculated as 101.30 tonnes and Rs 172817.80 (\$2837.60), respectively by considering its life span as 50 years

A person with blonde hair, wearing a white dress and a green backpack, stands on a dark, rocky outcrop. They are looking out over a vast, scenic landscape. The foreground is a dark, textured rock surface. Beyond the rock, there is a dense forest of green trees. In the distance, there are several bodies of water (lakes or bays) and rolling hills or mountains under a sky with soft, orange and pink hues, suggesting sunset or sunrise. The overall mood is contemplative and hopeful.

**Tunne huominen.
All for the future.**



Energiaälykäs kaupunkiympäristö

Tietopaketti

Tavoitteet

- 1. Luodaan teknistaloudelliset edellytykset kaupunkipilotointiympäristöjen valinnalle selvittämällä Suomessa ja maailmalla olemassa olevat parhaat alueelliset energiaratkaisut ja kootaan ne käyttökelpoiseksi tietopaketti alueen toimijoille
- 2. Kartoitetaan Kymenlaaksossa sijaitsevat kaupunki- ja kuntakohteet, jotka ovat potentiaalisia kokeilu- ja pilotointiympäristöjä ja valitaan niistä soveltuvimmat jatkokehitettäväksi yhteistyössä alueen kaupunkien, kuntien ja energiayhtiöiden kanssa
- 3. Laaditaan valituille pilotointiympäristöille toteutussuunnitelmat alustavin kustannusarvioin, ympäristövaikutuksin, aikatauluin ja toteutuskumppanein hyödyntämällä mm. esiselvityksessä esiin nousseita parhaita käytäntöjä. Haetaan tarvittaessa rahoitusta investointihankkeelle mahdollisten pilotointi-investointien toteuttamiseksi. Kokeilu- ja pilotointiympäristöjen avulla tuotettua tietoa hyödynnetään suunniteltaessa alueen tulevia energiaratkaisuja ja kehitettäessä käytössä olevien järjestelmien energiatehokkuutta.

Tavoitteet

- 4. Kehitetään alueen yritysten käyttöön alustavia liiketoimintamalleja Business Model Canvas -työkalulla hyödyntäen hankkeen tuloksia. Alustavien liiketoimintamallien pohjalta yritykset voivat jalostaa yksityiskohtaisempia liiketoimintasuunnitelmia uusille energia-alan tuote- ja palveluratkaisuille.
- 5. Vahvistetaan yhteistyötä ja aktivoidaan vuoropuhelua alueen kuntien, energiayhtiöiden, energiaratkaisujen laite- ja palvelutoimittajien sekä kehitysyhtiöiden välillä. Tiivis yhteistyö eri alojen ammattilaisten kanssa on välttämätöntä, jotta kestäviä energiaratkaisuja voidaan suunnitella kattavasti ja kääntää energiamurroksen haasteet myös liiketoiminnan kasvun mahdollisuuksiksi.

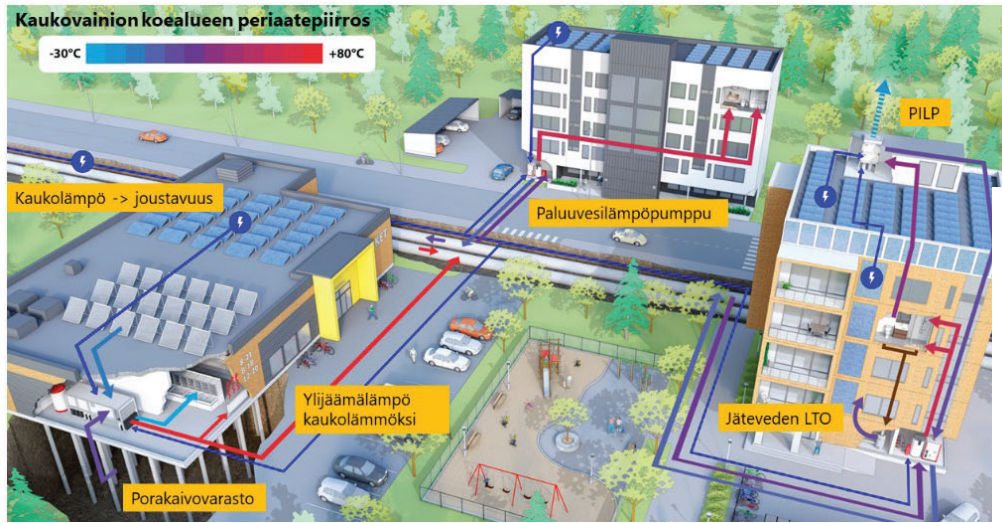
1. Suomessa ja maailmalla olemassa olevia alueellisia energiaratkaisuja



Groningen, Hollanti

- Groningenissa lisättiin runsaasti aurinkoenergian tuotantoa ja kokeiltiin sen sijoittamista kelluville lautoille vesistön päälle. Lisäksi on testattu vertikaalisia talon seinässä olevia aurinkopaneeleita hyödyn maksimoimiseksi.
- Hollannissa ei ole kattavaa kaukolämpöverkkoa kuten Suomessa ja osana tätä hanketta kaukolämpöverkkoa on sekä laajennettu että otettu käyttöön uusissa kohteissa.
- Groningenissa on ollut mukana kerrostalojen lisäksi myös pientaloja, joissa on toteutettu useita erilaisia lämpöpumppuratkaisuja ja irrotettu yksittäisiä rakennuksia kaasuverkosta. Hankkeeseen haettiin kiinteistöomistajia osallistujiksi muun muassa lehti-ilmoituksilla. Erilaisten asuinkiinteistöjen tilanne arvioitiin ja niihin suositeltiin ratkaisuja, joista kuitenkin asukkailla itsellään oli lopullinen päätäntävalta.
- Asuinkiinteistöjen osalta merkittävintä olivat yhdistelmät erilaisia ratkaisuja, kun taas yksittäisenä toimenpiteenä ja suurimpana onnistumisena nimettiin vanhaan rakennukseen (Mediacentrale) lisätty maalämpöpumpun, joka säästää jopa 70% lämmitysenergiasta.
- https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/09/MakingCity_WGBW_2022_Jasper_Tonen.pdf
- [MAKING-CITY](#) on osa EU:n Horizon 2020-ohjelmaa. Hankkeessa tähdätään Positive Energy District (PED) konseptin testaamiseen ja todentamiseen.





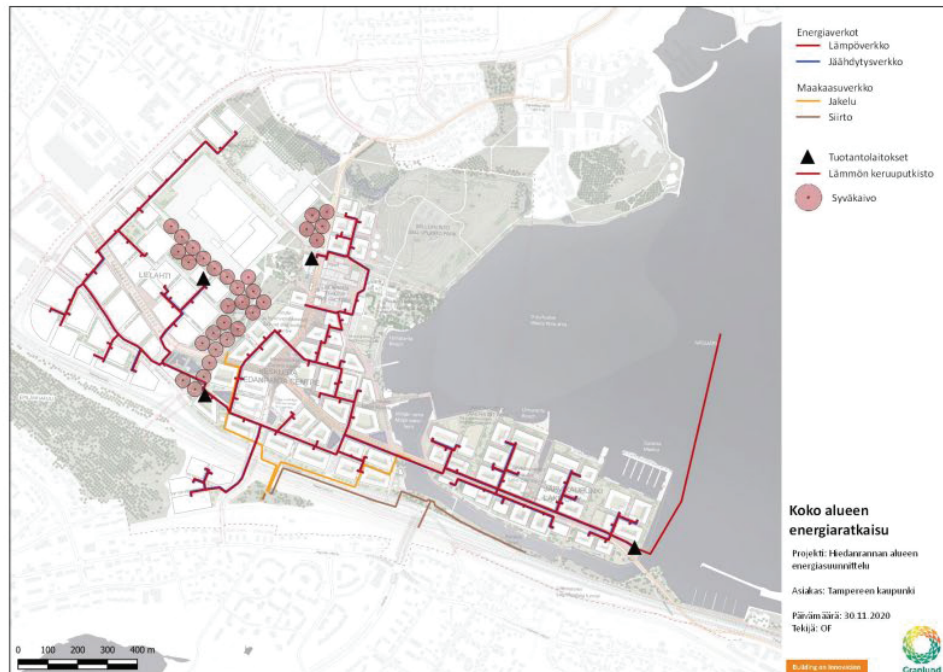
Millä edellytyksillä toistettavissa muualla?

- Kaukolämpöverkko
- Kaukolämpöjärjestelmässä joitakin seuraavista:
 - savukaasupesuri
 - sähkön ja lämmön yhteistuotantoa
 - verkon siirtokapasiteetti ylärajoillaan
 - lämmöntuotantoa paluulinjaan
- Tekniikka valmiina tai asennettavissa, esim. kaupan lauhdelämmön talteenotto
- Valmis sopimusmalli kuluttajan kiinteistössä tapahtuvalle lämmöntuotannolle verkkoon tai halukkuutta sellaisen aikaansaamiseen
- "Tilaa" näille ratkaisuille, ts. niitä ei ole jo valmiiksi niin paljon kuin mahdollista
- Sähkön- ja lämmöntuotannon tasapainotilanteen hallintamahdollisuus koko järjestelmä huomioiden (=laitteet energiayhtiön hallinnassa tai ohjaava hinta- tms. signaali)
- Pitkien takaisinmaksuaikojen hyväksyminen ja pitkäjänteisyys ylipäätään

Kaukovainio, Oulu

- Myös Kaukovainiossa kokeiltiin vertikaaleja pystysuuntaisia aurinkopaneeleja seinissä. Kaukovainion alueella ratkaisut kuitenkin perustuvat vahvasti lämpöpumppeihin ja hukkalämmön hyödyntämiseen. S-kauppa Arinan ylijäämälämpöä syötetään kaukolämpöverkkoon ja varastoidaan kesäisin porakaivovarastoon. Sivakan rakentamaan uuteen taloon on tuotu useita lämpöpumppuratkaisuja, kuten lämmöntalteenotto poistoilmasta, kaukolämmön paluvedestä ja jätevedestä. Näiden ratkaisujen toteutus maksoi vain noin 100 €/m2 enemmän suhteessa perinteiseen toteutusmalliin.
- Rinne totesi merkittäväksi tekijäksi kulutusjouston maksimoimiseen, että energialaitoksella olisi suurempi kontrolli vähintäänkin suurimmista lämpöpumppuratkaisuksista.
- Energialaitoksen automaatiolla olisi mahdollista reagoida ja sopeuttaa omaa tuotantoa vastaavasti saavuttaen niin tuotannollisia kuin taloudellisia hyötyjä. Tärkeänä toistettavuuden kannalta Rinteen mielestä ovat valmiit sähkölaitosten sopimusmallit kiinteistönomistajan sähkön tai lämmöntuotannolle verkkoon.
- [Tulevaisuus - Kaukovainio - Oulun kaupunki \(ouka.fi\)](https://tulevaisuus-oulu.fi/)
- https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/09/Samuli-Rinne-Making-City-13_9_2022.pdf





- **Järvivesilämpöpumppu- ja biokaasukattilalaitos** sijoitettuna Järvi kaupungin itäosan rantaan
- **Järvilämmön keruuputkisto** yhdistää lämpöpumppulaitoksen Näsijärven syvänteeseen
- **Lämpöpumppu- ja biokaasukattilalaitokset** sijoitettuna:
 - Keskustan kortteliin G6 (uima- ja liikuntahalli)
 - Pohjoiskortteleiden kortteliin J4 (pysäköintilaitos)
 - Lielahden kortteliin C12 (pysäköintilaitos)
- **Syvälämpökaivot** (30 kpl, syvyys 2 km per kaivo) sijoitettuna lämpöpumppulaitosten viereisiin puistoihin
 - Syvälämpökaivojen minimiväli 50 m (punainen kehä ilmaisee minimiväliä)
- **Aurinkosähköjärjestelmät** kiinteistöjen katoilla (132 200 m²)

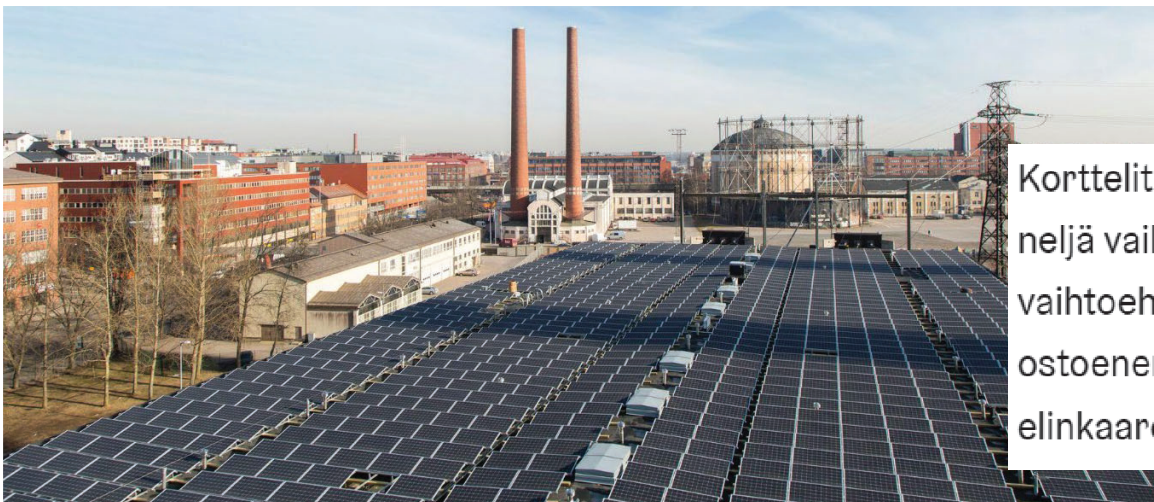


Hiedanranta, Tampere

- Työn tarkoituksena oli kartoittaa Tampereen Hiedanrannan kehitysalueelle soveltuvia hiilineutraaleja energiantuotantoratkaisuja ja luoda energiantuotantokonseptit korttelitason sekä aluetason energiaratkaisuille. Energiakonseptien luomisen yhteydessä pohdittiin myös energiajärjestelmän potentiaalisia omistus-, operointi- ja liiketoimintamalleja. Viimeisessä työvaiheessa energiakonsepti ja sen omistus- ja operointimalli tarkennettiin Pohjoiskortteleiden alueelle, jonka rakentaminen alkaa alueella ensimmäisenä.

[Hiedanrannan alueen energiasuunnittelu - V1-3 tulokset \(energiaviisaat.fi\)](https://energiaviisaat.fi)





Korttelitason energiaratkaisulle muodostettiin neljä vaihtoehtoista skenaarioita. Kaikille vaihtoehdoille määritettiin vuosittainen ostoenergiankulutus, elinkaarikustannukset ja elinkaaren hiilijalanjälki 25 vuoden ajanjaksolle.

Energiaomavaraiset korttelitason alueelliset ratkaisut (OMAVA, Helsingin kaupunki)

- Helsingin kaupungin OMAVA-hankkeen tavoitteena on tuottaa ajankohtaista tietoa korttelitason alueellisten energiainvestointien suunnitteluun ja toteutukseen mahdollisimman energiaomavaraisista, jopa hiilinegatiivisista ratkaisuista. Teknisten ratkaisujen lisäksi hankkeessa selvitetään korttelitason energiaratkaisujen erilaisia hankinta- ja rahoitusmalleja.
- Timo Määttä, Helsingin kaupunki, korosti sekä kulutusjouston hyödyntämistä että monistettavuutta erityisesti kauppojen lauhdelämmön osalta.
- Hanke aloitettu Suvilahden, Tukkutorin (mm. Teurastamo) ja Korkeasaaren alueilla. Tavoitteena on kuvata etenemismalli, esittää elinkaarilaskelmat ja ehdotuksen kokonaisratkaisusta perusteluineen, jotta saadaan oppeja suunnitteluun ja toteutukseen sekä markkinavuoropuheluun yritysten kanssa.
- [Energiaomavaraiset korttelitason alueelliset ratkaisut - Helsingin ilmastoteot](#)



Kera, Espoo



ENERGIARATKAISUN PÄÄELEMENTEILLÄ TAVOITELLUT VAIKUTUKSET VAIKUTUKSEN KUVAUS NIIN ETTÄ MAHDOLLISTAA MITATTAVUUDEN

Uudet älykkäät palvelut

Tavoitellut vaikutukset

- Energiankäyttäjät saavat ja hyödyntävät informaatiota omasta energiakulutuksesta päätösten tueksi ja kulutuksen pienentämiseksi
- Olosuhdetta tuotetaan palveluna ja mitataan olosuhteiden pysyvyyttä sisätiloissa
- Sähkökulkuneuvojen latauspalvelut ovat osa energiajärjestelmää ja yhtenäisiä Kerassa, mikä mahdollistaa latauksen jokaisella latauspisteellä.

Kiinteistöjen vahva rooli energiajärjestelmässä

Tavoitellut vaikutukset

- Kaikki kiinteistöt ovat kaksisuuntaisia energiatoimijoita (ml. sähkön ja lämmön kysyntä- ja tarjontaratkaisut)
- Hukkalämpöä hyödynnetään tehokkaasti (x %, määritellään myöhemmin) joka kohteessa

Avoim data ja digitalisaatio

Digitaalinen alusta, joka mahdollistaa tiedonhallinnan ja -vaihdon mm. energia- ja päästötietojen osalta avoimen datan periaatteilla
Avoimia datarajapintoja mahdollistamaan uusien sovellusten kehitys
Kattava energiamaallinnus toteutettu keskeisenä työvälineenä alueen energianhallintaan (Digital twin)
Energia-alusta liittyy olennaisena osana Keran digitaaliseen alustaan



Kiinteistö-, kortteli- ja alueen energiantuotanto

Tavoitellut vaikutukset

- Alueen energian tuotannosta on kaikki ja käytöstä mahdollisimman suuri osuus (x %, määritellään myöhemmin) uusiutuvaa
- Aurinkopaneelille soveltuvat pinnat on hyödynnetty kiinteistöjen omaan energiantuotantoon tai vuokrattu energiantuottajille (x % pinnoista, tuotanto mitataan)
- Kaikki biokaasuun soveltuva jäte käytetään biokaasun ja sitä kautta uusiutuvan energian tuotantoon (mitataan jätemäärä ja arvioidaan tuotanto)
- Alueen päästöt on minimoitu (mittaus ja vertailu kansainväliseen benchmark-tasoon)

Älykäs sähköverkko ja sen mahdollistamat toiminnot

Tavoitellut vaikutukset:

- Toteutettu alusta, joka mahdollistaa uudet älykkäät palvelut ja ratkaisut. Kysyntä- ja tarjontajärjestelmien avulla mahdollistetaan (vaikutus mitataan). Aurinkopaneelien tuotannon paikallinen hyödyntäminen (mitataan).
- Saarekemahdollisuus olemassa sähköverkolle jakeluverkon laajamittaisen häiriön varalle



Toimijoiden energiaekosysteemi

- On luotu kiinnostusta herättävä tuloksekas edelläkävijämalli, joka houkuttelee kiinnostuneita tahoja (mediaa, vierailijoita) ympäri maailmaa.
- Ekosysteemimallilla on kehitetty uusia ratkaisuja ja liiketoimintamalleja, jotka ovat käytössä Kerassa ja joita replikoidaan / myydään muualle
- Energiaekosysteemi toimii osana laajempaa kiertotalous- ja ekosysteemiä

- Keran aluekehityksen tavoitteena on, että Kerassa kehitetään ja otetaan käyttöön uusiutuvan energian ratkaisuja ja kaupunginosatasoisia optimointijärjestelmiä tavoitteena alueen energiapositiivisuus, ja jotka tukevat koko Espoon energiajärjestelmien optimointia läpileikkaavina teemoina kiertotalous ja digitaalisuus.
- [Keran energiapositiivinen energiaekosysteemi \(espoo.fi\)](https://espoo.fi)





Kampus/ tapahtumakeskus, Kotka

- Jos tapahtumakeskus Vendan ja Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulun XAMK:in kampuksen energijärjestelmät toteutettaisiin perinteiseen tyyliin, kahdessa isossa rakennuksessa olisi kummassakin omat erilliset lämmitys- ja jäähdytysratkaisunsa. Näiden sijaan Kotkan Energia toimittaa alueelle yhteisen lämmitys- ja jäähdytyskokonaisuuden, missä energiavirtoja voidaan siirtää kätevästi rakennuksesta ja paikasta toiseen.
- Vendan ja XAMKin kampuksen muodostamassa kokonaisuudessa hyödynnetään jäähdytyksestä syntyvien hukkalämpöjen lisäksi maalämpöä, niin, että järjestelmä toimii rinnan myös kaukolämmön ja vedenjäähdytyskoneiden kanssa. Maakaivoja voidaan käyttää myös energiavarastoina, missä on mahdollista varastoida etenkin kesäkuukausien ylijäämälämpöä.



Energiatehokkaita ratkaisuja rakennusten lämmitykseen ja jäähdytykseen

- Eero Pekkola CEO, Oilon Group Oy
- [PowerPoint Presentation \(finvac.org\)](http://finvac.org)

Sähkön kysyntäjousto - uusia avauksia

- **Asuinkerrostalojen maalämpöjärjestelmien potentiaali sähkön kysyntäjoustossa**
- Työn tulokset osoittavat sen, asuinrakennuksien maalämpöjärjestelmien sähkötehon joustopotentiaali sähköverkon suuntaan on keskimäärin noin 3-4 kW ulkolämpötilan ollessa alle 0 °C:een. Kysyntäjousto ei heikennä merkittävästi huoneiden sisäolosuhteita, kun kysyntäjoustoa ei tehdä pidempään kuin 12 tuntia kerralla.
- [Diplomityö Isohookana Mika.pdf \(lut.fi\)](#)

Sähkön kysyntäjousto - uusia avauksia

- **Sähkön kysyntäjouston potentiaalin tunnistaminen ja läpivieminen rakennushankkeen eri vaiheissa**
- Sähköä kuluttavien laitteiden rinnalla voidaan hyödyntää sähkön varastointia ja pientuotantoa, kuten akkuja ja aurinkovoimaloita, joiden avulla voidaan joustotilanteessa joko nostaa tai laskea rakennuksen sähkön kulutusta. Merkittävä joustopotentiaali on rakenteiden lämpöenergian varastointi, jolloin tavoitteena on kysyntäjoustossa hyödyntää rakennuksessa olevia lämmitysmuotoja, kuten sähkölämmitystä ja lämpöpumppuja.
- [Diplomityö Peraoja Akseli.pdf \(lut.fi\)](#)

Taulukko 3. Kysyntäjouaston potentiaali rakennuksen eri sähköjärjestelmien kesken. (Tsagk-rasoulis et al., 2017, 43, 49–50; Määttä et al., 2020, 5)

Sähkökuorma	Kysyntäjousto potentiaali	Ohjattavuus
Valaistus (LED)	Pieni	on/off
Ilmanvaihto puhaltimet	Suuri	Säädettävä
Lämpöpumput	Suuri	Säädettävä
Kylmälaitteet	Keskisuuri	Säädettävä
Sähköiset lämmitykset	Suuri	on/off
Pumput	Pieni	Säädettävä
Akustot	Suuri	Säädettävä

- **linkkejä**

[Energia- ja elinkaarisuunnittelutyökalu - Sweco Finland](#)

[Energia- ja elinkaarisuunnittelu | Sitowise](#)

[Energiasuunnittelu varmistaa energiatehokkaan rakentamisen ja kiinteistön käytön - Granlund](#)

[Hiedanrannan alueen energiasuunnittelu - V1-3 tulokset \(energiaviisaat.fi\)](#)

[Älykäs kaupunkisuunnittelu ja päätöksenteko – VTT CityTune® | VTT \(vttresearch.com\)](#)

[Tulevaisuus - Kaukovainio - Oulun kaupunki \(ouka.fi\)](#)

https://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=498e305e-c2d3-46a8-858b-e898dc6c24f3&groupId=139863

[kandidaatintyo_luukkonen_aaro.pdf \(lut.fi\)](#)

[Kiviruukin energiasuunnitelma \(espoo.fi\)](#)



Positive Energy District (PED)

- *Positive Energy Districts are energy-efficient and energy-flexible urban areas or groups of connected buildings which produce net zero greenhouse gas emissions and actively manage an annual local or regional surplus production of renewable energy. They require integration of different systems and infrastructures and interaction between buildings, the users and the regional energy, mobility and ICT systems, while securing the energy supply and a good life for all in line with social, economic and environmental sustainability.*
- [Positive energy districts: Mainstreaming energy transition in urban areas – ScienceDirect](#)
- [Guidelines-for-PED-DEsign.pdf \(makingcity.eu\)](#)
- [Microsoft Word - WP6 Deliverable D6.2 Value Generation by PEDs.docx \(smart-beejs.eu\)](#)
- [Positive Energy Districts \(PED\) | JPI Urban Europe \(jpi-urbaneurope.eu\)](#)
- [Energiapositiiviset alueet \(theseus.fi\)](#)

Extended overview of the PED examples.

N ^o	PED example	Geographical boundary	Contextual factors				
			Spatial	Technological	Economic	Environmental	Social
1	Schoonschip, the Netherlands	Neighborhood	Newly built 46 homes (100 residents)	Solar panels, heat pumps, storage batteries	Own investments	Self-sufficient based on RE, climate neutral	Initiated by the citizens, cooperation with the municipality and other partners
2	Aardehuizen, the Netherlands		Newly built 23 homes	Solar panels, thermal mass, heat pumps	Own investments	Ecological area with self-sufficient earth houses	Initiated by the citizens, cooperation with the municipality and regional experts
3	Hunziker Areal, Switzerland		Newly built 13 buildings (1300 residents)	District heating based on warm exhaust air, rooftop solar panels, and smart energy optimization platforms	Saving up to 30% of annual heating costs; revenue from the energy sales	Reduce energy consumption, CO ₂ emissions	Collaboration of residents (cooperative members), the municipality, architects, neighbors
4	District of Vauban, Germany	District	Newly built 2000 homes (5100 residents)	Solar panels, district heating, passive housing	Reduced energy costs, revenue from the energy sales	Self-sufficient based on RE, reduced emissions, sustainable mobility	Initiated by the citizens, supported by the city
5	La Fleuriaye West (Carquefou), France		Newly built district, 600 homes (320 delivered, 300 by 2022)	Solar panels, biomass, passive housing	Shared investments by partners, reduced energy costs	Self-sufficient based on RE	Initiated by the city, collaboration with 18 partners
6	IssyGrid/Fort d'Issy, France		1600 homes	Solar panels, smart grid, meters, storage batteries	Shared investments by partnering companies, revenue from energy sales	Reduced emissions	Initiated by private property developer, collaboration with other private partners
7	Samsø Island, Denmark	Island	3724 residents	Wind turbines, solar panels, biomass	70% of the investments came from local investors and residents, revenue from the energy sales, annual financial returns from investments, subsidies of up to 30% for renewable energy technologies installations and energy efficiency refurbishments	Self-sufficient based on RE, recycling of waste, sustainable mobility	Initiated by the citizens, cooperation with the municipality, local energy agency, the local development office and the municipally owned energy company
8	The Orkney Islands, the UK		22 000 residents	Wind turbines	Revenue from energy sales	Self-sufficient based on RE	Initiated by the local community
9	Isle of Eigg, the UK		96 residents	Hydroelectric plants, wind turbines, solar panels, storage batteries	EU funding, islanders' investment, a bank loan, reduced energy costs	Self-sufficiency based on renewable energy sources	Initiated by the citizens
10	The Åland Islands, Finland		3000 residents	Solar panels, wind turbines, wave and geothermal energy, storage batteries	Public – private – people partnership	Self-sufficiency based on renewable energy sources	Collaboration of citizens, the municipality, private stakeholders, research organizations
11	Goeree-Overflakkee Island, the Netherlands		Half of the island (22 000 households)	Wind turbines, solar panels	Local investments, receiving a yearly revenue of 6% from the dividends	Self-sufficiency based on renewable energy	Initiated by the citizens

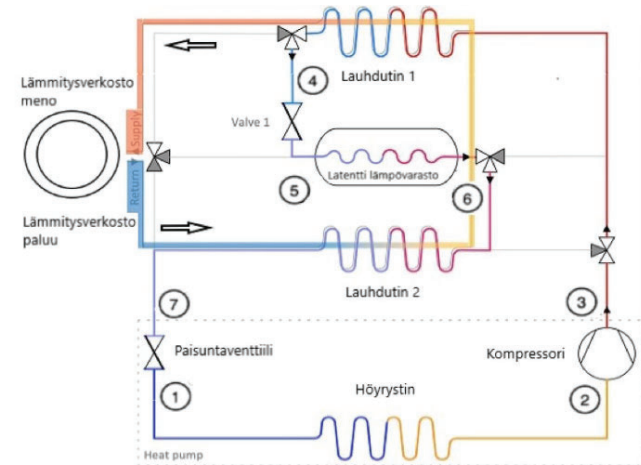
Positive energy districts: Mainstreaming energy transition in urban areas (sciencedirectassets.com)

[Renewable and Sustainable Energy Reviews](#)
[Volume 153](#), January 2022, 111782



Lämpöpumput

- Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia miten MUAS:n kehittämä lämpöpumppu latentilla lämpövarastolla integroidaan lämmitysjärjestelmään siten, että pumppu parantaa rakennuksen energiatehokkuutta sekä lämpöpumpun testaamiseen tarvittavat olosuhdevaatimukset täyttyvät. Lisäksi työssä esitellään uuden lämpöpumpun kehitysprosessia.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/340503/Virta_Antti.pdf?sequence=2&isAllowed=y



KUVIO 38. Lämpöpumppu latentilla lämpövarastolla -konsepti

Virtuaalivoimalaitos kiinteistöistä

- Kiinteistöjen sähkökuormien liittäminen virtuaalivoimalaitokseen ja Fingrid Oyj:n reservimarkkinoille
- <https://energiaviisaat.fi/wp-content/uploads/2020/06/Maki-Hokkonen-sahkon-kysyntajousto-LPR.pdf>
- Lappeenrannan kokemuksia
- Taajuusohjatussa käyttöreservissä ohjaus on symmetristä jatkuvaa ylösalas säätämistä minuuttien tasolla • Kiinteistöjen taajuusmuuntajalla ohjatut IV koneet soveltuvat nopeaan reservimarkkinoiden edellyttämään kulutusjoustoon • Tulo- ja poistopuhaltimia ohjataan yhtä aikaa ja niiden ohjausta rajoittavat kapasiteetin lisäksi sisäolosuhteiden ylläpitovaatimukset • Palvelu on toiminut hyvin, eikä ole aiheuttanut ongelmia • Vaadittu min. 0,1 MW ohjattava tehokapasiteetti, edellyttää lähes 20 kiinteistöä ja niiden IV koneiden kytkentää ohjaukseen • Kuntien tyypillisessä palvelukiinteistössä päästään n. 500 € vuosituottoihin FCR-N markkinalla • Kulutusjoustolla merkittävä rooli mm. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpanoon liittyvässä SRI indeksissä
- <https://6aika.fi/wp-content/uploads/2020/11/Na%CC%88in-teet-kiinteisto%CC%88sta%CC%88si-virtuaalivoimalaitoksen-opas.pdf>

Lappeenranta valjasti ilmanvaihtonsa rahakoneeksi talojen virtuaalivoimaloista toivotaan ratkaisua tuulivoiman synnyttämään suureen ongelmaan

Kotimaista säätövoimaa tarvitaan huomattavasti lisää tuuli- ja aurinkovoiman kasvaessa. Sitä voidaan saada säätelemällä kiinteistöjen sähkönkulutusta.

Ilmanvaihto 4.9.08:00



Älykkäät sähköverkot

MOBIILISÄHKÖVARASTOILLA ENERGIAHUOLTOVARMUUTTA
SÄÄTÖVOIMAA UUSIUTUVALLE ENERGIALLE
BLOMQUIST KIM, HÄRKÖNEN JARNO JA MAKKONEN TARMO

**Lappeenranta virtuaalivoimalan
käyttäjäksi ensimmäisinä
kaupunkeina maailmassa –
Siemens mahdollistaa
kiinteistöjen liittymisen sähkön
säätömarkkinoihin**





Linkkejä

- [10 Most sustainable cities of Europe - RTF | Rethinking The Future \(re-thinkingthefuture.com\)](https://re-thinkingthefuture.com/10-most-sustainable-cities-of-europe/)
- [100 Good Practices of Sustainable Energy Actions in Cities. An Overview and Recommendations for Replication - Copenhagen Centre on Energy Efficiency \(uneppccc.org\)](https://uneppccc.org/100-good-practices-of-sustainable-energy-actions-in-cities/)

Lait ja asetukset

- Energiatehokkuusdirektiivin (EED) ja sen kansallisen toimeenpanon organisointi ja aikataulu

- Miten direktiivin vaatimus energiankulutuksen katolle vaikuttaa Suomeen suunniteltuihin isoihin vety- tai teräshankkeisiin, joilla on todella suuri sähkönkäyttö?
- Visiot voimakkaasti kasvavasta tuulivoimarakentamisesta, vedyn tuotannosta ja erilaisista vientituotteista ja final energy consumption (FEC) -rajoite.
- +1000 yksikköä uutta tuulisähköä, jolla tuotetaan elektrolyysierissä +400 energiayksikköä vetyä ja +400 yksikköä kaukolämpöä.
- Mitä jos:
- vedystä tuotetaan terästä Suomessa
- vety viedään Norjaan ja teräs (lisäarvo) tuotetaan Norjassa
- Vedystä tuotetaan liikennepolttoaineita meriliikenteeseen
- Vedystä tuotetaan liikennepolttoaineita maaliikenteeseen

Eikö vain loppukulutus Suomessa lasketa mukaan ja synny todella väärään ohjaavia insentiivejä?

- Kokonaisenergiankulutukseen
- kuuluu yhteiskunnan ja teollisuuden energiankulutus.
- Suomen teollisuuden energiankulutus tulee kasvamaan suuresti vety, akku ja palvelinkeskusten rakentamisen jälkeen.
- Kun kokonaiskulutus pitää olla laskeva muuten tulee EU- sakkoja.
- Miten teollisuuden tarvitseman kulutuksen suurikasvu leikataan yhteiskunnan kulutuksesta?
- Onko TEMissä huomioitu näitä asioita?



Lämmityksen ja jäähdytyksen arviointi ja suunnittelu: 25 artikla (23, ent. 14)



- Jäsenvaltiot tekevät säännöllisesti osana NECP:iä lämmityksen ja jäähdytyksen kansallisen kattavan arvioinnin
- Osana arviointia jäsenvaltion nimeämän vastuuviranomaisen tulee tehdä kustannushyötyanalyysi hukkalämmön potentiaalista
 - Mahdollinen kustannustehokas potentiaali tulee hyväksyä poliittikkatoimin
- Alueelliset ja paikalliset viranomaiset jättävät jäähdytysuunnitelmat vähintään 25 artiklan mukaisesti
- Suunnitelmien, kustannushyötyanalyysin valmistelussa tulee kuulla ja osallistaa

Lämmityksen ja jäähdytyksen tarjonta: 26 artikla (25, ent.14)



- Artiklassa määritellään tehokkaan kaukolämpö- tai kaukojäähdytysjärjestelmän kriteeristö
 - Tehokas järjestelmä (31.12.2027 saakka) käyttää vähintään 50 % uusiutuvaa, vähintään 50 % hukkalämpöä, 75 % CHP tai 50 % näiden yhdistelmää
 - Kriteereissä uusiutuvan ja/tai hukkalämmön määrä kasvaa siten, että järjestelmän lämmön/jäähdytyksen tulee olla 100 % joko uusiutuvaa, hukkalämpöä tai näiden yhdistelmää 2050 mennessä
 - Tai vaihtoehtoisesti ominaispäästöperustainen kriteeristö, jolloin kasvihuonekaasupäästö (200 grammaa per kilowattitunti 31.12.2025 saakka) asteittain vähenee ja tulee olla 0 grammaa per kilowattitunti 2050 mennessä
- Olemassa olevien yli 5 MW kaukolämpöjärjestelmien osalta tulee tehdä suunnitelma 1.1.2025 alkaen, kuinka kriteereihin päästään ja päivittää suunnitelma 5 vuoden välein
 - Suunnitelmat hyväksyy vastuuviranomainen

Lait ja asetukset

- Uusi rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025.
- Suurin muutos aiempaan on ilmastonmuutoksen hillinnän tuominen osaksi rakentamisen lainsäädäntöä. Jatkossa laki ohjaa rakentamaan vähähiilisesti, eli huomioimaan rakennuksen koko elinkaaren. Käytännössä tämä tapahtuu uuden lain nojalla myöhemmin annettavilla asetuksilla rakennuksen ilmastaselvityksestä, materiaaliselosteesta ja hiilijalanjäljen raja-arvoista. Lisäksi vähähiilisen rakentamisen säädöskehitystä täydennetään rakennusten elinkaariominaisuuksia säätelevällä lailla. Tavoitteena on, että rakennus suunnitellaan elinkaariominaisuuksiltaan ekologiseksi ja tavoitteelliselta tekniseltä käyttöikänsä pitkäikäiseksi.

Työkalut

- Terveet tilat 2028 -ohjelma valmistelee arviointityökalua, jonka avulla kunnat voivat analysoida ennakoivan kiinteistönpidon ja sisäilmahaasteiden ehkäisemisen kehitystä omassa kunnassa ja verrata niitä Terveet tilat -toimintamallin suosituksiin. Interaktiivinen sivu julkaistaan vapaaseen käyttöön, joten oman kuntansa käytäntöjä voivat työkalun avulla tarkastella kaikki kuntien työntekijöistä kuntapäättäjiin ja asukkaisiin.



Tunne huominen - All for the future.