

Missä kaupungin vesikierron hukkalämpö kannattaa hyödyntää ja miten se vaikuttaa jäteveden puhdistukseen? Tutkimus selvittää veden sisältämän lämpöenergian hyödyntämisen vaikutuksia kaupungin energiataseeseen ja jätevedenkäsittelyyn.

Lisääkö kiinteistöille toimitettavasta käyttövedestä otettava lämpö kiinteistöjen lämmityskustannuksia? Miten kiinteistökohtainen jäteveden lämmöntalteenotto (LTO) vaikuttaa jäteveden puhdistamon toimintaan, entä keskitetyn LTO-laitoksen tuottamaan kaukolämpöenergiaan? Hukkalämmönlähteiden hyödyntäminen on avainasemassa energajärjestelmän vihreässä siirtymässä. Kaupunkien vesikierrosta löytyy merkittäviä vielä hyödyntämättömiä lämmönlähteitä, mutta kuinka näitä hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja oikeudenmukaisesti? VTT on mukana HSY:n johtamassa ja ympäristöministeriön osittain rahoittamassa hankekonsortiossa, jossa selvitetään vesikiertoon kohdistuvien LTO-ratkaisujen vaikutuksia. Tienraivaajahankkeessa tutkitaan Turun Kakolanmäen ja HSY:n Viikinmäen jätevedenpuhdistamoiden alueita energiatasemallinnuksen ja skenaarioanalyysin keinoin.

Jäteveden lämpöä on saatavilla monessa paikassa

Lämpimät jätevedet ovat yksi rakennetun ympäristön merkittävimmistä hukkaenergiavirroista. Rakennuskannan lämmöneristyksen parantuessa ja ilmanvaihdon LTO-ratkaisujen yleistyessä jätevesien suhteellinen osuus rakennusten hukkaenergiasta kasvaa jatkuvasti. Markkinoilla on asukkaille ja taloyhtiöille suunnattuja lämpöpumpun kera tai ilman toimivia jäteveden LTO-laitteita, joilla kiinteistöt voivat pienentää omaa energiankulutustaan, tai lämpöpumppua hyödyntämällä jopa kattaa osan omasta lämmitysenergiatarpeestaan. Suomessa on nykyisellään myös useissa kaupungeissa puhdistetun jäteveden lämpöenergiaa hyödyntäviä lämpöpumppulaitoksia, joiden tuottama energia syötetään kaukolämpö- ja kaukokylmäverkostoon. Näiden kahden ratkaisun väliin mahtuvat vielä viemäriverkosta lämpöä ottavat järjestelmät, joita on käytössä esim. Keski-Euroopassa.

Tulevaisuudessa, mikäli erityyppiset vesikiertoon kohdistuvat LTO-ratkaisut merkittävästi yleistyvät, riski samasta energialähteestä ammentavien ratkaisujen vähintäänkin osittaiselle päällekkäisyydelle on ilmeinen. Tällöin saatetaan tarvita esimerkiksi kaupunkitason linjauksia veden kokonaisenergiatehokkuuden kannalta optimaalisesta energiakäytöstä. Ilman tutkittua tietoa veden energiataseeseen nykytilanteesta ja tulevaisuuden skenaarioista perusteltuja linjauksia on kuitenkin mahdotonta tehdä. VTT:n toteuttamassa työpaketissa tutkitaan jäteveden energiatasetta koko kaupungin tasolla, rakennuksista puhdistamolle saakka - käytännössä siis selvitetään kuinka paljon missäkin kohtaa verkostoa vettä virtaa, ja missä lämpötilassa.

Energiatasemallilla järjestelmä laskettavaan muotoon

Kokonaisen kaupungin jätevesiverkoston energiamallinnus on kansainvälisessäkin mittakaavassa uudenlainen hanke, ja tämän vuoksi valmiita ratkaisuja on niukasti saatavilla. Esimerkiksi malliin tarvittavia, kotitalouksilta lähtevän jäteveden virtaamia ja lämpötiloja mitataan hyvin harvassa paikassa. Olemassa olevan mittausdatan lisäksi VTT hyödynsi hankekumppanilta Helen Oy:ltä

saatua kaukolämmön kulutusdataa, josta luotiin data-analyysin keinoin arvio lämpimän käyttöveden kulutusprofileista.

Jäteveden syntyvirtaamien ja -lämpötilojen lisäksi on mallinnettava jäteveden lämpöhäviöt rakennusten vesikalusteilta aina puhdistamolle saakka. Jäteveden jäähtymä alkaa siis jo rakennusten sisällä, ja rakennusten sisäinen jäähtymä on energiataseen kannalta olennainen seikka. VTT kehitti asiaa kuvaamaan mittausdatan pohjalta ulkolämpötilasta ja virtaamasta riippuvan mallin, joka mahdollistaa varsinkin vesilaittekohtaisten lämmöntalteenottojen aiempaa tarkemman mallinnuksen. Kaupungin viemäriverkkojen osalta VTT kehitti Fluidit Oy:n tekemien tarkkojen viemäriverkkosimulaatioiden pohjalta yksinkertaistetun mallin, jolla voidaan kuvata jäteveden lämpötilanmuutosta matkalla rakennuksilta puhdistamolle. Edellä mainitut mallit yhdistämällä saadaan kokonaisvaltainen kuva järjestelmän energiataseesta.

Skenaarioanalyysillä katsaus tulevaisuuteen

Kehitettyjä malleja käytettiin skenaarioanalyysiin, joissa tarkasteltiin kiinteistöillä tapahtuvan jäteveden lämmöntalteenoton vaikutuksia. Yleinen trendi on se, että rakennuksilla tapahtuvan jäteveden LTO:n yleistyessä talteenotetun lämmön kokonaismäärä kaupungin tasolla kasvaa viemäriin lämpöhäviöiden vähentyessä, vaikka puhdistamon jälkeisen LTO-laitoksen tuotanto samanaikaisesti vähenee. Esimerkiksi Turussa puhdistamon jälkeinen LTO-laitos tuottaa nykyisellään kaupungin kaukolämmönkulutuksesta noin 14 %. Mikäli neljännes kiinteistöistä varustettaisiin jäteveden LTO-laitteilla, jätevedestä saadun lämmön kokonaisuus kaukolämmönkulutuksesta nousisi arviolta 17 %:iin. Puhdistamolle jätevesi saapuisi vuodensajasta riippumatta vajaa asteen verran kylmempänä nykytilanteeseen verrattuna. Kylmemmässä vedessä puhdistamon typenpoistoteho heikkenee.

On hyvä huomata, että vielä nykyään rakennuskohtaiset jäteveden LTO-laitteet ovat harvassa, ja vaatisi merkittävää kiinnostuksen kasvua, jotta lähivuosina päädyttäisiin edes 25 %:n peittoasteeseen. Yksittäisen kiinteistön näkökulmasta puntarissa ovat energiansäästön vastapainona investoinnin suuruus ja lisääntyvät huoltotoimet.

Käyttövedestä lämpöä

Erillisenä kokonaisuutena työpaketissa tarkasteltiin mahdollisuutta tekopohjavesilaitokselta tulevan käyttöveden lämmön hyödyntämiseen kaukolämmöntuotannossa Turun seudulla. Käyttövedestä lämpöpumpulla saatavan lämmitysenergian määräksi arvioitiin jopa 8 % Turun koko kaukolämmöntuotannosta, minkä lisäksi potentiaali voisi kasvaa jopa kaksinkertaiseksi, mikäli järjestelmään kytkettäisiin myös kaukojäähdytyksen tuotanto. Käyttöveden LTO:ssa on ollut arveluttavana tekijänä mahdollinen kuluttajille saapuvan veden kylmeneminen, mikä käytännössä siirtäisi lämmityskustannuksia kaukolämpöyhtiöltä kuluttajille. Fluidit Oy:n toteuttamien verkostosimulaatioiden perusteella käyttöveden viipymä siirtoverkostossa on ainakin tapaustutkimuksissa kuitenkin niin pitkä, että vesi saapuu kuluttajille aina maaperän lämpötilan tuntumassa, riippumatta mahdollisista ylävirran LTO-ratkaisuista.

Hankkeen muissa työpaketeissa tarkasteltiin lisäksi jäteveden puhdistamon puhdistustuloksen lämpötilariippuvuutta, energiavarastojen hyödyntämistä jäteveden lämmön varastoimiseksi sekä selvitettiin asiaan liittyviä käytäntöjä ja sääntelyjä maailmalla. Eri työpakettien tulosten synteesi esitellään webinaarissa hankkeen päättyessä syksyllä 2022. Hankkeessa syntyvä aineisto on saatavilla HSY:n sivuilta <https://www.hsy.fi/jatevesilampo/>.