



**MÄKIKYLÄN JVP ILMASTUKSEN ENERGIAEHTOKUUS  
VN/8869/2023**

**1.4.2023-31.12.2024**

**Loppuraportti 2024**



Ympäristöministeriö  
Miljöministeriet  
Ministry of the Environment

## Tiivistelmä

Kouvolan Vesi Oy:n Mäkikylän jätevedenpuhdistamon prosesseista ilmastuksen on todettu olevan eniten energiaa kuluttava, 40 % koko laitoksen sähkönkulutuksesta. Tässä hankkeessa parannetaan Mäkikylän jätevedenpuhdistamon energiatehokkuutta ilmastusjärjestelmää uudistamalla. Hanke toimi jatkohankkeena, jossa hyödynnettiin Mäkikylän energiatehokkuushankkeen VN/24095/2020 tuloksia. Tässä hankkeessa keskityttiin ilmastuslinjoihin 3 ja 4, koska niillä käsitellään noin 80 % jätevedenpuhdistamon jätevesistä.

Hankkeen alussa vertailtiin ilmastuslautasten tiheyden sekä lautasten koon kasvattamisen hyötyjä. Vertailun tuloksena selvisi, että suuremmilla ilmastuskalvoilla ilmastuspinta-alaa saataisiin kasvatettua ja näin voitaisiin mahdollisesti vähentää liika ilmansyöttöä. Ilmastuksen säädettävyyttä saatiin parannettua uudella ilmastuskompressorilla ja happisäätöjen virittämisellä. Uuden ilmastuskompressorin investoinnilla mahdollistetaan aiempaa monipuolisemmat ajotavat. Ilmastuslinjojen 3 ja 4 ilmastimien vaihtotyöt jakautuivat kahdelle vuodelle.

Hankkeen tuoma vaikutus näkyy Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla energian säästönä. Kokonaissähkönkulutusta vertailtiin kuuden kuukauden ajalta vuosina 2023 ja 2024. Tarkasteluajankohtana kokonaissähkönkulutus pieneni 119 MWh eli 11 % ja virtaamaan suhteutettuna 16 % vuodesta 2023 vuoteen 2024 verrattuna. Tarkasteluajankohtana ei ilmastuslinjan 4 ilmastimia ollut vielä vaihdettu, joten kulutusvähenemän oletetaan olevan edellä mainittua suurempi. Vuositasolla voidaan sähkönkulutusvähenemän arvioida olevan vähintään 250 MWh vuonna 2024 vuoteen 2023 verrattuna. Ammoniumtyppiä ei ehditty hankkeen aikana kokeilemaan, joten sen vaikutusta energiankulutukseen ei pystytty todentamaan.

**Sisällys**

1. Hankkeen tausta.....	4
2. Hankkeen toteutus .....	5
3. Hankkeen tulokset ja vaikutukset .....	9
4. Talousraportti .....	11
5. Yhteenveto .....	12

## 1. Hankkeen tausta

Kouvolan Vesi Oy:n Mäkikylän jätevedenpuhdistamo valmistui vuonna 1976. Jätevedenpuhdistamo muutettiin vuonna 1996 kemiallisesta suorasaostuslaitoksesta biologis-kemialliseksi fosforinrinnakkaissaostuslaitokseksi. Vuonna 2012 jätevedenpuhdistamoa saneerattiin laajasti ja se muutettiin kokonaistypenpoistolaitokseksi. Saneerauksen yhteydessä vastaanottokapasiteettia kasvatettiin rakentamalla muun muassa uusi ilmastusallas ja kaksi jälkiselkeytintä, jotta kaikki alueen jätevedet pystyttäisiin käsittelemään myös tulevaisuudessa. Vuonna 2015 Kouvolan Veden toinen jätevedenpuhdistamo, Akanoja, lopetettiin ja jätevedenpuhdistus keskitettiin Mäkikylään.

Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla käsitellään Kouvolan (Elimäki, Jaala, Kouvola, Kuusankoski ja Valkeala) alueelta muodostuvien jätevesien lisäksi Iitin vesihuolto Oy:n (Kausalan taajama) ja Kymen Vesi Oy:n (Kaipiaisten taajama) jätevedet. Vuonna 2023 laitoksella käsiteltiin 9 013 238 m<sup>3</sup> jätevettä. Jätevedenpuhdistamon AVL on 135 000.

Kouvolan Vesi sai ympäristöministeriöltä hankerahoitusta Mäkikylän jätevedenpuhdistamon jätevedenkäsittelyn energiatehokkuuden kehittämiseksi vuosille 2021–2022 (VN/24095/2020). Hankkeen aikana jätevedenpuhdistamolle tehtiin energiakatselmus, jossa inventoitiin eri prosessiosien energiankulutus lähtötilanteen selvittämiseksi ja määritettiin potentiaalisia energian säästökohteita. Energiakatselmuksessa todettiin ilmastuksen olevan prosesseista eniten energiaa kuluttava, 40 % koko laitoksen sähkönkulutuksesta. Hankkeen aikana tarkasteltiin ilmastuksen optimaalista ajotapaa prosessisimuloinnin avulla. Prosessisimuloinnissa nousi esiin, että Mäkikylän nykyinen ajotapa on paljon ilmaa kuluttava. Ilmastuslinjojen nykyiset ilmantarpeet laskettiin toteutuneen datan perusteella ja näitä vertailtiin mitoitusarvoihin, jolloin havaittiin altaiden loppupään lohkoissa olevan ilmastusjärjestelmästä johtuvia säädettävyyshaasteita, jotka ovat johtaneet usein tarkoituksenmukaista suurempien ilmamäärien syöttöön. Mäkikylän ilmastuslaitteisto suunniteltiin vuoden 2012 saneerauksen yhteydessä vastaanottamaan suurempaa tulokuormaa kuin mikä nykytilanne on, joten ilmastuslaitteiston säätäminen nykyisin toteutuvan kuormituksen tarvitsemalle ilmamääräajolle ei onnistu. Jotta simuloituja ohjaustapamalleja voitaisiin tuoda käytännön ajoon, tulee ilmastus- ja automaatiojärjestelmään tehdä muutoksia. Vuonna 2022 laitoksen sähkönkulutus oli 2 439 MWh, josta ostetun sähkön osuus oli 2 406 MWh. Vuonna 2023 sähkönkulutus oli 2 295 MWh, josta ostetun sähkön osuus oli 2 237 MWh.

Hankkeen päätavoitteena oli parantaa ilmastusprosessia laitteistoinen, jotta saavutetaan energiatehokkaampi prosessi. Ilmastusjärjestelmän säädettävyyden keskeisyys on keskeisessä osassa, jotta hapen liikasyöttöä prosessiin pystytään teknisesti ja automaatiojärjestelmin rajoittamaan. Prosessin kannalta oikeat happiolosuhteet tehostavat myös typenpoistoa. Hankkeessa oli tavoitteena parantaa ilmastusprosessin ohjattavuutta ja lisätä kokemuksia ilmastuksen hapensiirtotehokkuuden vaikutuksista keskisuurilla jätevedenpuhdistamoilla. Hankkeessa oli lisäksi tavoitteena parantaa ilmastusrakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää. Rakennus oli todettu aiemmin alipaineistuneeksi ja lämpötilat nousivat etenkin kesäaikana merkittävästi heikentäen kompressoreiden energiatehokkuutta.

## 2. Hankkeen toteutus

Hanke alkoi keväällä 2023 vertailemalla eri laitetoimittajien ilmastinratkaisuja. Vertailun perusteella päätettiin ilmastinkalvot vaihtaa halkaisijaltaan isompiin eli koosta 215 kokoon 300. Isommilla ilmastuskalvoilla ilmastuspinta-alaa saataisiin kasvatettua ja näin voitaisiin mahdollisesti vähentää liika ilmansyöttöä. Ilmastuksen muutostyöt tehtiin ilmastuslinjoille 3 ja 4, koska niissä käsitellään noin 80 % jätevedenpuhdistamolle tulevasta jätevedestä. Ilmastimet ja niiden vaihtotyö suoritettiin kokonaisurakkana, pääurakoitsijana toimi Nyab Finland Oy. Ilmastimien toimitus ensimmäiseksi saneerattavalle ilmastuslinjalle 3 viivästyi alkusyksyyn 2023, mikä vaikutti siihen, että ilmastuslinjan 4 ilmastimien vaihtoa ei voitu prosessin kannalta suorittaa enää vuoden 2023 aikana. Hanketta suunniteltaessa tunnistettiin riski laitetoimitusviivästykseseen ja ilmastuslinjan 4 muutostyöt oli varauduttu siirtämään vuodelle 2024. Siirtoon päädyttiin, sillä jätevedenpuhdistamon ilmastuslinjoja ei voida ottaa pois käytöstä sulamisvesiaikaan, jolloin laitoksen virtaama on suurimmillaan. Lisäksi työt haluttiin ajoittaa lämpimän veden aikaan, jolloin altaiden biologia saataisiin käynnistettyä nopeammin.

Ilmastuslinjalle 3 vaihdettiin ilmastimet 11.9.-10.10.2023 (Kuva 1). Altaan tyhjennys ja ilmastimien vaihtotyö sujui suunnitellusti. Vaihtotyön yhteydessä yhdelle ilmastuslinjan 3 ilmansyöttölinjoista vaihdettiin ilmamäärämittari (Kuva 2.), jotta nykyisten ilmamäärämittarien tarkkuus pystyttiin varmentamaan. Hankkeen VN/24095/2020 aikana tehtyjen selvitysten ja prosessisimuloinnin perusteella todettiin, että joissain lohkoissa ilmamäärä on mitoitettu nykyistä tarvetta selvästi suuremmaksi, joten nykyisen ilmastusjärjestelmän säätöominaisuudet eivät riitä pienemmän ilmantarpeen syöttämiseen. Happsäätöjä viritettiin ilmastuslinjan 3. segmenttiventtiileille askelvastemenetelmällä. Menetelmän kautta saaduista arvoista laskettiin säätöpiirille vahvistus ja integrointi-aika.



Kuva 1. Ilmastuslinjan 3 yksi lohko ennen (vasemmalla) ja jälkeen (oikealla) ilmastimien vaihtoa.



Kuva 2. Uusi ilmamäärämittari.

Mäkikylän jätevedenpuhdistamolla on käytössä yksi isompi HST 6000-2-H-4 ja kaksi pienempää HST 2500-2-H-4 ilmastuskompressoria. Kouvolan Vesi on jo aiemmin selvittänyt kompressoritarvetta

ilmastuksen energiatehokkuuden ja ajettavuuden näkökulmasta. Selvityksen mukaan yhden pienemmän ilmastuskompressorin lisääminen mahdollistaisi energiaoptimalisemman ajotavan. Ison kompressorin käydessä ei rinnalle voida ottaa pienempää kompressoria ajoin, koska koneiden minimi- ja maksimituotot ovat liian eriäviä. Kolmas uusi kompressori oli samalla ilmamäärämitoituksella kuin kaksi olemassa olevaa HST 2500 -tyyppistä kompressoria, jotta yhtäaikainen rinnanajo onnistuisi ja välttyttäisiin esimerkiksi sakkausegelmilta. Kompressorin asennustyöt alkoivat joulukuussa 2023 Nyab Finland Oy:n toimesta. Kompressori (Kuva 3.) saatiin tuotantokäyttöön tammikuussa 2024.



*Kuva 3. HST 2500-2-H-4 ilmastuskompressori asennettuna ja valmiina käyttöön.*

Ilmastimien vaihtotyö suunniteltiin alkavan Ilmastuslinjalle 4 jo keväällä 2024 sulamisvesiajan jälkeen, mutta urakoitsijan aikatauluhaasteiden vuoksi työ sovittiin tehtäväksi heinäkuun puolessa välissä. Myös ilmastimien toimitus myöhästyi sovitusta, joten uusien ilmastimien asennus päästiin aloittamaan vasta elokuun toisella viikolla. Kokonaisuudessaan ilmastuslinja 4 oli poissa käytöstä aikavälillä 26.6.-21.8.2024. Kuvassa 4 tarkastettiin uusien ilmastimien tiiveys ja ilmantuotto ennen jäteveden ohjaamista altaaseen. Ilmastuslinjan 4 segmenttiventtiilien happisäädöt viritettiin ilmastimien vaihtotyön jälkeen.



*Kuva 4. Ilmastinlinja 4 ilmastimien tiiveyden tarkastus ennen käyttöönottoa.*

Hankesuunnitelmasta poiketen ilmastuskompressorirakennuksen ilmanvaihtoparannuksia ei toteutettu hankkeen aikana. Ilmanvaihdon parantamisen suunnitelmaa tarkennettiin ja suunnitelmien mukaan ilmanvaihto vaatisi merkittävämpiä muutoksia ennalta suunniteltuihin toimiin. Ilmanvaihdon muutoksien toteutusta tarkastellaan tulevana vuosina.

Hankkeesta on viestitty suunnitelman mukaisesti Kouvolan Veden asiakaslehdessä Vesilähteessä vuonna 2023 ja 2024. Asiakaslehden jakelumäärä on 32 500 kappaletta. Hankeen eri vaiheita on päivitetty lisäksi Kouvolan Veden verkkosivuille sekä some-kanavilla (Facebook, Instagram ja LinkedIn). Hanketta esiteltiin Suomen Vesilaitosyhdistyksen (VVY) jätevedenpuhdistamon käyttö- ja kunnossapito -koulutuspäivillä keväällä 2024.

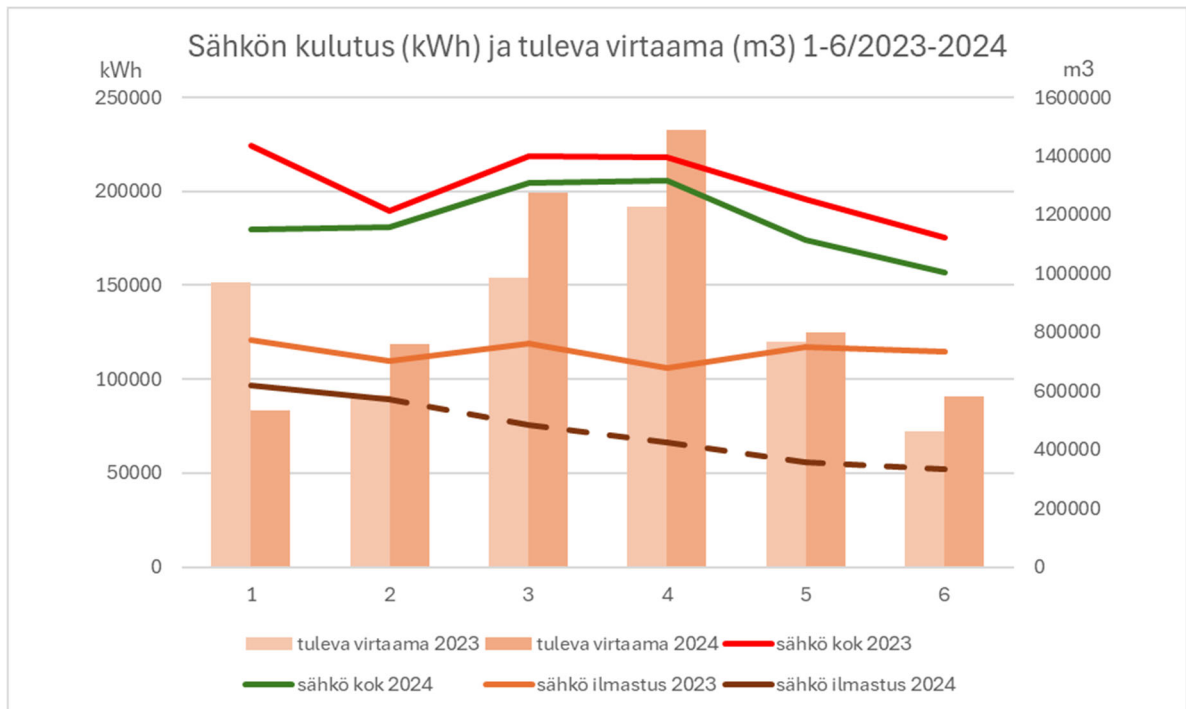


### 3. Hankkeen tulokset ja vaikutukset

Hankkeelle asetettu tavoite Mäkikylän jätevedenpuhdistamon sähkönkulutuksen vähentämisestä saavutettiin. Täysin tarkkaa kulutusvähentämätietoa ilmastusprosessin osalta ei saada, koska ilmastuksen sähkökeskuksessa ei ole erillistä mittausta ilmastusprosessille ja automaatioon siirtyvä sähkönkulutustieto perustuu hetkellisarvoihin. Kouvolan Vesi kasvatti Mäkikylän jätevedenpuhdistamon sähköntuotannon omavaraisuutta rakentamalla 300 kW aurinkosähköjärjestelmän, joka saatiin tuotantokäyttöön vuoden 2024 alusta. Aurinkosähköjärjestelmä ei ollut osa ympäristöministeriön hanketta. Paneelien tuottama sähkö virtaa ilmastusrakennuksen sähkökeskuksen kautta paitsi ilmastusprosessin myös koko laitoksen käyttöön. Ilmastusrakennuksessa oleva sähkönkulutusmittari on yksisuuntainen, joten jos paneelien tuottama sähkö on suurempi kuin ilmastuksessa kuluva, virtaa sähköä muualle laitoksen käyttöön. Paneelien tuottama sähkö ei näy ilmastusrakennuksen sähkönkulutusmittauksessa, mutta kokonaistuotto nähdään erillisestä voimalan järjestelmästä.

Kuvassa 5. sähkönkulutusta tarkasteltiin vuosien 2023 ja 2024 tammi-kesäkuun osalta. Koko laitoksen sähkönkulutukseen huomioitiin ostosähkön lisäksi omien aurinkovoimaloiden tuottama sähkö. Hanketta suunniteltaessa ilmastinjärjestelmämuutosten ja prosessiajo-optimoinnin jälkeen vuotuisen sähkönkulutusvähentämisen odotettiin olevan 243 MWh. Vähentämisen oletettiin olevan 10 % kokonaissähkönkulutuksesta ja se laskettiin vuoden 2022 arvosta. Tarkasteluajankohtana kokonaissähkönkulutus oli 119 MWh eli 11 % pienempi vuonna 2024 kuin vuonna 2023. Vuositasolla voidaan sähkönkulutusvähentämisen arvioida olevan vuonna 2024 vähintään 250 MWh vuoteen 2023 verrattuna, joten hankkeelle asetettu odotus täyttyi selkeästi. Energiatehokkuushankkeessa VN/24095/2020 laaditun prosessisimuloinnin perusteella ilmastuksessa voitaisiin säästää ammoniumtyppiajotavalla kesäjaksolla jopa 20 % ja talvijaksolla noin 10 % syötetystä ilmastusilmasta. Simuloinnin mukaiset ilmamäärävähentämät voidaan katsoa saavutetuksi, kun tarkastellaan energiankulutuksen vähentämää, vaikka ammoniumtyppiajotapaa ei vielä päästyäkään kokeilemaan.

Jätevedenpuhdistamolle tulevaan virtaamaan suhteutettuna energiankulutus oli vuoteen 2023 verrattuna 16 % pienempi vuonna 2024. Jätevedenpuhdistamolla ei ole tehty muita energiatehokkuuteen vaikuttavia muutoksia, joten ilmastuslinjalle 3 tehdyt toimet ovat vaikuttaneet merkittävästi energiankulutukseen. Kokonaisenergiankulutusvähentämisen oletetaan olevan suurempi, koska tarkasteluajankohtana ei ollut vielä toteutettu ilmastimien vaihtotyötä ilmastuslinjalle 4. Kuvassa 5. ilmastuksen sähkönkulutus perustuu hetkellisarvoihin. Vuoden 2024 kulutusarvot tammi-helmikuussa ovat vertailukelpoisia vuoden 2023 arvoihin, koska aurinkosähköntuotantomäärä ei ole ollut merkittävä näinä kuukausina. Maaliskuusta lähtien vuoden 2024 kulutusarvot eivät ole todellisuudessa yhtä pienet kuin automaation antama hetkellisarvo, koska aurinkosähköntuotanto on jo kasvanut lähes kolminkertaiseksi alkuvuoden tuotantomäärästä.



Kuva 5. Mäkikylän jätevedenpuhdistamon sähkönkulutus kokonaisuudessaan ja ilmastuslinjojen 3 ja 4 sähkönkulutus (kWh) sekä jätevedenpuhdistamolle tuleva jätevesivirtaama (m3) tammi-kesäkuussa vuosina 2023-2024.

Ilmastuksen säädettävyyks on parantunut selkeästi happisäätöjen virittämisen, uuden ilmastuskompressorin ja ilmastinjärjestelmämuutoksen myötä. Ilman jakaantuminen lohkoissa on parempi ja ilmansyöttömäärää minimiolosuhteissa on pystytty vähentämään.

Vuoden 2024 elokuussa Mäkikylän jätevedenpuhdistamon automaatiotoimittaja vaihtui. Ilmastuksen ohjaamiseksi lisättiin uuteen järjestelmään ammoniumtyyppiajotapa ja ajotapaa lähdetään viemään käytännön ajoon heti, kun olosuhteet ilmastuslinjalla 4 on saatu normaalille tasolle.

Hankkeen alussa vaihdetun ilmamäärämittarin myötä selvisi, että monessa ilmastuslinjan massamäärämittarissa on mittausvirhettä. Koska ilmastusprosessia ei ohjata ilmamääräsäädön kautta, muiden ilmamäärämittarien vaihtamiselle ei vielä nähty tarvetta. Kompressorien tuottaman ilman määrää tullaan jatkossakin arvioimaan niiden energiakulutuksen kautta, ei ilmamäärämittausten. Uusittu mittari näyttää olevan vuoden käyttökokemuksen myötä Mäkikylän prosessiin ja olosuhteisiin sopiva.

Kompressoritilan ilmanvaihto oli hankkeessa yhtenä kehityskohteena. Tilassa testattiin toisenlaista ajotapaa olemassa olevien ilmanvaihtolaitteiden kanssa ja toistaiseksi on löydetty tyydyttävä ratkaisu. Suunnitelma ilmanvaihdon parantamiseksi on tehty ja lisäkartoitusten myötä on selvinnyt,

että rakennuksen tekniset ominaisuudet ovat sellaiset, että ilmanvaihtomuutokset tulevat olemaan hyvin laajat. Laajempien muutosten mahdollista toteutusta tarkastellaan tulevien vuosien aikana.

Hankkeen aikana lisättiin kokemusta ilmastuksen hapensiirtotehokkuuden vaikutuksista keskisuurilla jätevedenpuhdistamoilla. Tietoa jaettiin edellä mainitun mukaisesti esittelemällä hanketta ja vuoden 2023 toimenpiteitä sekä tuloksia Vesilaitosyhdistyksen jätevedenpuhdistamon käyttö- ja kunnossapito -koulutuspäivillä.

Hankkeen aikana tehdyt ilmastinjärjestelmän muutostyöt ja ilmastuskompressorin asennustyö ovat työllistäneet ulkopuolisen urakoitsijan asentajia. Ilmastuslaitteiden tyhjennystöiden eri vaiheissa hyödynnettiin paikallista loka-autourakoitsijaa ja nostoautoyrittäjää. Lisäksi ilmastuksen happisäätöjen virittäminen ja automaatiojärjestelmiin tehdyt työt ovat työllistäneet automaatioasiantuntijoita. Hankeen aikana saavutettu energiatehokkaampi ilmastusprosessi vaikuttaa suoraan vähentämällä ostoenergian tarvetta. Hankkeessa saavutettuun energiasäästövähenemään perustuen energiakustannusten arvioidaan vähenevän noin 28 000 euroa vuodessa. Hankkeen oletetaan vähentävän vesistökuormitusta typenpoistotehokkuuden kasvaessa, koska ilmastuksen happipitoisuutta pystytään jatkossa säätämään optimaalisemmin.

#### 4. Talousraportti

Hankkeen alkuperäinen budjetti oli 325 800 euroa, josta ympäristöministeriön avustuspäätöksen mukainen osuus oli 40 % eli 130 320 euroa. Kustannuksiin tuli muutoksia hankkeen edetessä. Hankkeen valmisteluvaiheessa käytettiin monin paikoin budjettitasoista kustannustietoa, joka oli saatu suoraan toimittajilta. Varsinaisessa hankintatilanteessa kustannustaso oli kuitenkin hieman muuttunut. Kompressorin asennustöiden osalta budjetin muutos oli selkein, koska kyseisestä työstä ei saatu budjettihintaa ennen hankkeen jättämistä käsittelyyn. Budjettimuutokseen myönnettiin lisärahoitusta, koska kustannusten nousu kohdistui hankesuunnitelmassa esitettyihin toimenpiteisiin ja näin ollen rahoitusperusteet pysyivät alkuperäisen hankkeen mukaisina. Kokonaisuudessaan hankkeelle myönnettiin avustusta 150 250 euroa.

Hanke alitti arvioidun budjetin (Taulukko 1). Merkittävin syy budjetin alittumiseen oli ilmastusrakennuksen ilmanvaihtomuutoksien toteuttamatta jättäminen.

*Taulukko 1. Hankebudjetti sekä hankkeesta muodostuneet kustannukset.*

	2023	2024	Yhteensä
Alkuperäinen hankebudjetti	320 000	5 800	325 800
Uusi hankebudjetti	253 173	122 451	375 624
Toteuma	241 174	124 272	365 446
YM:n osuus 40 % toteumasta	94 756	49 229	146 178

## 5. Yhteenveto

Hankkeen aikana vähennettiin Mäkikylän jätevedenpuhdistamon ilmastuslinjojen 3 ja 4 energiankulutusta optimoimalla ilmastusilman määrä ilmastusprosessissa. Linjoille vaihdettiin suuremmat ilmastuslautaset vuosien 2023 ja 2024 aikana. Uuden ilmastuskompressorin ja happisäätöjen virittämisen myötä ilmastuksen säädettävyys on parantunut ja prosessia on pystytty ajamaan optimaalisemmin. Tammi- kesäkuun kokonaisenergiankulutus virtaamaan suhteutettuna on pienentynyt vuodesta 2023 vuoteen 2024 yhteensä 16 %. Kokonaisenergiansäästön voidaan arvioida olevan vähintään 250 MWh vuonna 2024 vuoteen 2023 verrattuna.

Ammoniumtyyppiajotapa tullaan testaamaan ja mahdollisesti ottamaan käyttöön hankkeen päättymisen jälkeen. Hankkeen aikana ammoniumtyyppiajotapa vietiin prosessiautomaatioon. Ammoniumtyyppiajotavalla Mäkikylän jätevedenpuhdistamon energiatehokkuuden odotetaan paranevan entisestään.

Jatkokehityskohteena Mäkikylän jätevedenpuhdistamon ilmastusrakennukseen tulisi laittaa väylään liitetty sähkönkulutusmittari, joka mittaisi todellisen kulutuksen. Nykyisin saatava hetkellisarvoihin perustuva sähkönkulutustieto ei anna tarpeeksi tarkkaa tietoa. Mittarin tulisi olla kaksisuuntainen, jolloin aurinkovoimalan tuottaman sähkön jakautumista pystyttäisiin myös seuraamaan. Tämän lisäksi ilmastusrakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta ja riittävyttä tulee tarkastella tulevana vuosina.