

JYVÄSKYLÄN SEUDUN PUHDISTAMO OY

JSPBIO+. NENÄINNIEMEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON LIETTEENKÄSITTELYN JA BIOKAASULAITOKSEN ENERGIAATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

LOPPURAPORTTI

HANKKEEN KESTO: 1.1.2021 – 30.12.2023

TIIVISTELMÄ

Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy (JSP) on Jyväskylän kaupungin, Laukaan kunnan ja Muuramen kunnan omistama tukkujätevesiyhtiö, joka käsittelee omistajakuntien jätevesiverkostosta johdettuja yhdyskuntajätevesiä Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolla. Puhdistamolle johdetaan n. 165.000 asukkaan jätevedet. Lisäksi puhdistamolle tulee mittava määrä teollisuuden jätevesikuormitusta, joten puhdistamon asukasvastineluku on n. 226.000. Puhdistamo käsitteli vuonna 2022 yhteensä noin 13.315.595 m³ jätevettä. Nenäinniemen puhdistamolla käsitellään n. 70 % koko maakunnan jätevesistä.

Puhdistamoa on voimakkaasti kehitetty viimeisen vuosikymmenen aikana. Puhdistamolle on rakennettu mm. tertiäärikäsittely ja UV-hygienisointi. Käsittelytulokset ovat viime vuosina olleet erittäin hyvät.

Suunnitellussa hankkeessa tavoitteena on ollut parantaa merkittävästi lietteenkäsittelyn ja biokaasulaitoksen energiatehokkuutta. Nykyinen lietteenkäsittelyprosessi ja biokaasulaitos on toteutettu vuonna 1987 ja saneerattu osittain vuonna 2009, edustuen siten 1980 – luvulle tyypillistä lietteenkäsittely- ja biokaasulaitostekniikkaa. Tälle tekniikalle on tyypillistä, että se perustuu altaissa tapahtuvaan gravitaatiosakeutukseen ja biokaasuprosessi toteutetaan siten alhaisella lietesakeudella, jolloin liete sisältää 97 – 98 % vettä. Näin vesipitoisen lietteen käsittely edellyttää suurta biokaasureaktorilavuutta useissa isoissa mädättämöissä. Vesipitoisen lietteen lämmittäminen (kylmimmillään talviaikana liete on noin +8 – 10 C) ja ylläpito +38 C:ssa kuluttaa merkittävän määrän energiaa. Lisäksi kaikkea lietteen sisältämää biokaasuntuottopotentiaalia ei pystytä alhaisella lietesakeudella hyödyntämään.

Lietteenkäsittelyn energiatehokkuutta ja biokaasuntuottoa tehostettiin modernisoimalla lietteen gravitaatiosakeutus nykyaikaisella linkosakeutuksella. Linkosakeutuksella saavutetaan merkittävästi korkeampi lietteen sakeus, jolloin biokaasureaktoreissa käsiteltävä kokonaislietemäärä alenee 70 %. Käytännössä lietteestä erotetaan tehokkaammalla sakeutuksella ylimääräistä vettä, jota ei tarvitse lämmittää mädättämöissä. Sakeamman lietteen pumppaus vaatii myös vähemmän sähköenergiaa.

Linkosakeutus on biokaasulaitokselle syötettävän lietteen sakeutuksessa varsin uutta teknologiaa Suomessa. Muissa pohjoismaissa tätä on jo hyödynnetty menestyksellisesti useassa kohteessa, kuten esimerkiksi Oslon Bekkelagetin puhdistamolla. Edellä esitetyn lisäksi Nenäinniemen puhdistamolla on siirrytty käyttämään kolmen biokaasureaktorin sijaan ainoastaan yhtä tehollista biokaasureaktoria. Osana modernisointia prosessi on tehostunut ja suora viivaistunut, kun käytöstä on poistunut gravitaatiosakeuttimia ja lietepumppaamoja. Tehdyillä toimenpiteillä on saavutettu merkittävää säästöä biokaasuprosessin lämpöenergiakulutuksessa.

Tällä hetkellä yllä esitettyjen toimenpiteiden avulla tuotetaan tasalaatuista biokaasua tehokkaasti ja hyödynnetään nykyisissä CHP- ja kaasukattilalaitoksissa. Ensimmäiset käyttökokeemukset viittaavat myös siihen, että uusi prosessi tuottaa enemmän biokaasua kuin vanha prosessi. Tämä varmistune, kun uutta prosessia on ajettu pitempään ja kaikkien mittausten toiminta on varmistettu.

Vuoden 2024 aikana päätetään Nenäinniemen puhdistamolla tuotetun biokaasun hyödyntämistapa. Vaihtoehtoina on:

- a) Oman energiatuotannon jatkaminen, mikä edellyttää nykyisen CHP-laitoksen uusimista
- b) Siirrytään tuottamaan biometaania liikennekäyttöön
- c) Johdetaan biokaasu ALVA:n Nenäinniemen puhdistamon yhteyteen rakennettavalle lämpöpumppulaitokselle, joka hyödyntää puhdistamon käsittelemän jäteveden sisältämää lämpöenergiaa. Biokaasu voitaisiin polttaa erillisessä kaasukattilassa ja hyödyntää kaukolämmön tuotannossa.

Uuden biokaasuprosessin operointia tullaan edelleen kehittämään vuoden 2024 aikana. Kehitystyössä voidaan hyödyntää lokakuussa 2023 puhdistamolla käynnistettyä DI-työtä, joka keskittyy uuden biokaasuprosessin optimointiin sekä liete- ja energiataseeseen.

Uuden biokaasuprosessin toimintaa tullaan hiomaan ja kehittämään vuoden 2024 aikana. Tävoitteena on myös vakauttaa sakeutuksessa syntyvien rejektivesien laatu. Tällä hetkellä rejektivesien laadussa on liikaa vaihtelua.

SISÄLLYSLUETTELO

1. Hankkeen tausta ja tavoitteet	5
2. Hankkeen toteutus	5
3. Hankkeen tulokset	7
4. Tulosten hyödyntäminen	10
5. Hankkeen vaikutukset	11
6. Viestinnän toteutuminen ja tulokset	11
7. Talousraportti	11
8. Johtopäätökset	12

1. HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET

Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy on tutkinut usean vuoden ajan, miten Nenäinniemen puhdistamon jo vuonna 1987 toteutetun biokaasulaitoksen toimintaa voitaisiin tehostaa. Ohjenuoraksi otettiin Jyväskylän kaupungin resurssitehokkuusstrategia, jota kaupungin konserniyhtiön (JS-Puhdistamo Oy) tulee noudattaa. Strategia velvoittaa kaupunkikonserniin kuuluva yhtiötä parantamaan jatkuvasti toimintansa energiatehokkuutta. Käynnistäessään Nenäinniemen jätevedenpuhdistamon lietteenkäsittelyn ja biokaasulaitoksen energiatehokkuuden parantaminen (JSPBio+) hankkeen yhtiö noudattanut Jyväskylän kaupungin resurssitehokkuusstrategiaa. Ympäristöministeriön avustuksella oli ratkaiseva merkitys hankkeen aloitukseen.

Hankkeen konkreettisiksi ja välittömiksi tavoitteiksi asetettiin:

- Puhdistamolietteestä tuotetaan enemmän tasalaatuista biokaasua
- Vähennetään biokaasulaitoksen prosessin lämpöenergian kulutusta 65 % (2.500 MWh). Tämän lisäksi myös sähköenergian kulutus vähenee
- Tehostetaan omaenergian tuotantoa (sähkö- ja lämpöenergia)

Pidemmän aikavälin tavoitteeksi asetettiin:

- Hyödynnetään biokaasu jatkossa mahdollisesti kaukolämmön tuotannossa. ALVA suunnitteli jo syksyllä 2020 toteuttavansa Nenäinniemen jätevedenpuhdistamolle käsitellyn jäteveden lämpöä hyödyntävän lämpöpumppulaitoksen. Talteen otettu lämpö hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa.

2. HANKKEEN TOTEUTUS

Hankekuvaus

Nenäinniemen puhdistamon lietteenkäsittelyn ja biokaasulaitoksen tehostamishankkeen (JSPBio+) tavoitteena on ollut tehostaa lietteenkäsittelyn ja biokaasulaitoksen energiatehokkuutta modernisoimalla lietteen gravitaatiosakeutus nykyaikaisella linkosakeutuksella. Linkosakeutuksella saavutetaan merkittävästi korkeampi lietteen sakeus, jolloin biokaasureaktoreissa käsiteltävä kokonaislietemäärä alenee noin 70 %. Käytännössä lietteestä erotetaan tehokkaammalla sakeutuksella ylimääräistä vettä, jota ei tarvitse lämmittää mädättämissä. Sakeamman lietteen pumppaus vaatii myös vähemmän sähköenergiaa.

Käsiteltävän raakalietteen sakeuden nostaminen edellytti lisärakentamista sekä muutostöitä nykyisiin lietteenkäsittelyn prosessiyksiköihin. Alla on pääpiirteisesti kuvattu nykyisiin lietteenkäsittelyn prosessiyksiköihin tehdyt prosessitekniset muutostyöt kuin myös rakennettavat uudet prosessiyksiköt.

Raakalietepumppaamon muutostyöt

- Raakalietepumppaamo on muutettu palvelemaan raakalietteen pumppausta raakalietteen käsittelyrakennukseen uuden prosessin edellyttämällä tavalla. Raakalietepumppaamoon on rakennettu uusi kerros sähkö- ja automaatiolaitteita varten. Vanhaan alakertaan on sijoitettu uuden prosessiratkaisun mukaisesti mitoitettut raakalietepumput putkistoiheen ja varusteineen.
- Uusien pumppujen ja älykkään ohjaustekniikan avulla pumppaamon vaikutukset ovat positiiviset sekä prosessin toimintaan että sen kustannustehokkuuteen.

Raakalietteen käsittelyrakennus

- Hankkeessa on rakennettu uusi raakalietteen jälkikäsittelyrakennus, jonne on sijoitettu mm.
 - o Raakalietteen sakeutuslingot varusteineen ja ohjauskeskuksineen.
 - o Tarvittavat siirtopumppaukset repijäyksiköineen, putkistoineen ja varusteineen.
 - o Linkojen rejektin välisäiliö pumppuineen ja varusteineen.
 - o Sähkökeskukset, taajuusmuuttajat yms. varusteineen ja kaapelointeineen.
 - o Automaation ohjauskeskukset, automaation instrumentointi ja tarvittavat kaapeloinnit.
 - o Rakennus itsessään on varusteltu vaatimukset täyttävillä LVIAS-järjestelmillä.
 - o Rakennuksen ympärille on toteutettu kuljetus- ja huoltoliikenteen kuin myös pelastusliikenteen edellyttämät liikennealueet.
- Raakalietteen sakeutus nykysakeutta huomattavasti sakeammaksi tuottaa huomattavan säästön puhdistamon energiankulutukseen sekä sähkön että erityisesti lämpöenergian osalta.

Raakalietteen välivarasto, sakeutetun lietteen välivarasto, kaasukello ja soihtu

- Raakalietteen käsittelyrakennuksen välittömään läheisyyteen on toteutettu raakalietteen ja sakeutetun lietteen välivarastosäiliöt putkistoineen ja varusteineen sekä kaasukello ja soihtu putkistoineen ja varusteineen. Mainittujen yksikköjen yhteyteen on toteutettu myös huolto- ja pelastusliikenteen edellyttämät liikennealueet.

Putkisilta

- Raakalietepumppaamo – lietteenjälkikäsittelyrakennus välille on rakennettu uusi putkisilta. Putkisillalle on sijoitettu tarvittavat raakalietteen, sakeutetun lietteen sekä mädätetyn lietteen putkistot kuin myös tarvittavat sähkö/automaatiokaapeloinnit kuin myös tarvittavat LV-linjat. Putkisilta toimii myös kulkuyhteytenä raakalietepumppaamon ja raakalietteenkäsittelyrakennuksen välillä. Raakalietteenkäsittelyrakennuksesta mädättämöille menevät sakeutetun lietteen linjat on sijoitettu omalle putkisillalle.

Nykyisten mädättämöiden 1, 2 ja 3 muutostyöt

- Nykyiset mädättämöt 1, 2 ja 3 on muutettu toimimaan uuden prosessin vaatimalla suuremmalla lietteen sakeudella. Tämä edellytti mm. sekoittimien, pumppausten, lämmönvaihtimien ja muiden varusteiden muuttamista uudelle prosessille soveltuviksi. Putkistoihin on tehty uuden prosessin edellyttämät putki- ja varustemuutokset. Automaatio, instrumentointi, sähköistys ja kaapelointi on uusittu kokonaisuudessaan palvelemaan uuden prosessin toimintaa. Mädättämöt on tyhjennetty yksi kerrallaan muutostöitä varten.

Välivaraston sekoittimen muutostyö

- Mädätetyn lietteen välivaraston sekoitin on muutettu uuden prosessin mukaiseksi. Eli sekoittimen tulee olla soveltuva aiempaa sakeamman lietteen sekoitukseen. Sekoittimen muutostyön yhteydessä on uusittu sähköistys, automaatio ja instrumentointi tarvittavilta osin. Välivarasto tyhjennettiin muutostöitä varten.

Mädätetyn lietteen kuivauksen muutostyöt

- Mädätetyn lietteen kuivaus on muutettu toimimaan uuden prosessin mukaan mitoitetuilla lietteenkuivauslingoilla. Lietteenkuivauslinkojen yhteyteen on asennettu tarvittavat ohjaus-, sähkö- ja automaation logiikkakeskukset kaapelointeineen, instrumentteineen ja varusteineen. Mädättämöiltä uusille lietteenkuivauslingoille asennettavat mädätetyn lietteen siirtoputkistot on varustettu tarvittavilla varusteilla.

Yleisiä huomioita

- Kaikki edellä mainitut tilat/prosessiyksiköt on varustettu viranomaisten edellyttämällä turvavarusteilla (ATEX, paloilmaisin/paloilmoitin, LVIAS:n automaatio- ja hälytysjärjestelmät).
- Lietteenkäsittelyä ja biokaasulaitosta operoidaan puhdistamon keskusvalvomosta. Valvomoautomaatioon on tehty uuden prosessin edellyttämät muutostyöt.

Hankkeen toteutus käynnistettiin tammikuussa 2021. Rakennustyöt työmaalla aloitettiin syksyllä 2021. Biokaasulaitoksen uutta prosessia päästiin käynnistämään toukokuussa 2023. Kesä 2023 ajettiin rinnakkain uutta linkosakeutusta kuin myös vanhaa gravitaatiosakeutusta, kunnes elokuun lopussa 2023 siirryttiin käyttämään vain linkosakeutusta ja mädätykseen yhtä lämmitettyä bioreaktoria. Jälkimädätykseen käytetään toista bioreaktoria, mutta sitä ei lämmitetä. Prosessi optimointiin ja parhaiden ajotapojen hakuun tulee kulumaan todennäköisesti koko seuraava vuosi 2024.

3. HANKKEEN TULOKSET

Hankesuunnitelmassa hankkeelle asetettiin seuraavat tavoitteet:

- a) Lietteenkäsittelyn ja biokaasulaitoksen tekniikan modernisointi
Lietteenkäsittelyn ja biokaasulaitoksen tekniikka modernisoitiin kauttaaltaan tämän raportin hankekuvauksessa esitetyllä tavalla. Alla on tiivistetysti kuvattu uudistetun lietteenkäsittelyprosessin toiminta.
- o Linkosakeutuksen toteutusta varten raakalietepumppaamon pumppausjärjestelyt uudistettiin siten, että raakalietepumppaamon pumppaamo pumppaa raakalietteen gravitaatiotiivistimien sijasta uutta putkisiltaa pitkin uudelle raakalietteen varastosäiliölle. Uudessa raakalietteen käsittelyrakennuksessa olevilla liete-pumppuilla raakaliete pumpataan sakeutuslingoille (3 kpl). Sakeutuslingoilla keskimäärin 10,5 % sakeuteen lingottu liete pumpataan sakeutetun lietteen varastosäiliöön, josta se edelleen pumpataan bioreaktoriin. Raakaliete maseroidaan koneellisilla maseraattoreilla kahdessa vaiheessa: ennen sakeutuslinkousta sekä sakeutuslingon jälkeen. Maseroinnilla homogenisoidaan liete ja katkotaan erityisesti lietteessä olevia hiuksia, jotka pääosin aiheuttavat pumppuihin, linkoihin ja putkistoihin tukoksia ja niiden seurauksena häiriöitä prosessiin.
 - o sakeutettu liete mädätetään bioreaktorissa. Mädätetty liete pumpataan bioreaktorin pohjalta jälkimädättämöön, jossa mädätteestä muodostuu vielä biokaasua. Jälkimädättämöä ei kuitenkaan lämmitetä. Jälkimädätyksestä mädätejäännös pumpataan välivaraston kautta uusille kuivauslingoille (3 kpl). Kuivauslingoilla liete kuivataan keskimäärin n. 28 – 29 %:n kuiva-ainespitoisuuteen ja puretaan edelleen lietesiiiloihin. Lietesiiloista liete kuljetetaan säännöllisesti Mustankorkea Oy:n jätteiden käsittelykeskukseen, jossa liete kompostoidaan ja se hyödynnetään kokonaisuudessaan multatuotteiden tuotannossa.
 - o mädättämö 1 jätettiin varabioreaktoriksi, joka voidaan ottaa käyttöön, jos varsinainen bioreaktori vikaantuu.
- b) Puhdistamolietteestä tuotetaan enemmän tasalaatuista biokaasua.
Uuden prosessin myötä biokaasu on ollut tasalaatuista ja tämän hetken käyttökokemusten mukaan myös kaasun tuotanto olisi suurempaa kuin "vanhassa prosessissa". Prosessisuunnittelun mukaan uusi prosessi tuottaisi n. 5 % enemmän biokaasua kuin vanha pro-

sessi, mutta käyttönotossa saatujen tulosten mukaan prosessi näyttää tuottavan biokaasua suunniteltua enemmän. Tämä tulee tarkentumaan, kun uudesta prosessista saadaan enemmän käyttökokemusta.

- c) Vähennetään mädätysprosessin vuotuista energiankulutusta
Mädätysprosessin vuotuista energiankulutusta ei ole vielä pystytty tarkemmin analysoimaan. Uusi yhtiön erillisenä hankkeena toteutettu puhdistamon rakennusten käyttämän lämmitysenergian seurantajärjestelmä on parhaillaan valmistumassa ja se saadaan otettua käyttöön 11/2023 aikana. Vanhaan mädätysprosessiin verrattuna jatkossa lämmitetään vain yhtä bioreaktoria entisen kolmen bioreaktorin sijasta, joten lämmitysenergian säästö tulee olemaan merkittävä. Alustavien laskelmien mukaan se tulee olemaan noin luokkaa 2.500 MWh/a.
- d) Sähköenergian kulutus vähenee
Sähköenergian kulutuksia ei ole vielä pystytty tarkemmin vertailemaan. Todettakoon kuitenkin, että lietteen pumppausmäärät ovat reippaasti vähentyneet vanhaan prosessiin verrattuna. Kun entisestä n. 3,5 prosentin syöttösakeudesta on siirrytty korkeampaan 10,5 % syöttösakeuteen, niin tällöin "turhaa vettä" pumpataan n. 65 % vähemmän.
- e) Tehostetaan oman energian tuotantoa (sähkö ja lämpö)
Uuden prosessin myötä laitoksen CHP:llä tuotetun sähköenergian määrä on kasvanut touko –lokakuun 2023 ajanjaksolla 30...40 % verrattuna vanhaan prosessiin. Esimerkiksi lokakuussa 2023 CHP tuotti 269.863 kWh sähköä laitoksen käyttöön, mikä on 37 % koko puhdistamon sähkön kulutuksesta kyseisen kuukauden aikana. CHP:n tuotannon osuus puhdistamon käyttämästä sähköenergiasta on aiempina vuosina vuositasolla ollut keskimäärin noin 20 %.

Uuden prosessin hyöty puhdistamon omassa sähköntuotannossa tulee näkymään erityisesti talvikuukausina, jolloin biokaasureaktoreiden lämmityksessä säästynyt biokaasu voidaan hyödyntää sähköenergian tuotannossa. CHP:n lämpöenergian tuotanto on sähköenergian tuotannon kasvaessa noussut vastaavasti, mutta tuotettua lämpöenergiaa ei ole kaikkina aikoina saatu kokonaan siirrettyä puhdistamon aluelämpöverkkoon.

Uusi prosessi saatiin kokonaisuudessaan käyttöön elokuun lopussa, joten prosessin säätämässä ja sopivien ajoparametrin hakemisessa on vielä paljon työtä jäljellä. Käyttönotosta saadut tulokset ovat kuitenkin varsin rohkaisevia. Yhtiö tulee paneutumaan syväliiemmin mädätysprosessin optimointiin ja on käynnistänyt Tampereen yliopiston kanssa diplomityön tästä aiheesta. Diplomityö käynnistyi lokakuun 2023 puolivälissä ja sen on määrä valmistua toukokuun 2024 loppuun mennessä. Diplomityö tullaan julkaisemaan yhtiön nettisivuilla. Biokaasulaitoksen toiminnan optimointia tullaan jatkamaan myös diplomityön jälkeen.

- f) Pidemmän aikavälin tavoitteet: biokaasun hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa
Jyväskylän kaupungin omistama energiyhtiö ALVA on käynnistänyt yleissuunnittelun Nenäinniemen puhdistamon yhteyteen toteutettavasta lämpöpumppuvoimalasta, joka tulee hyödyntämään kaukolämmön tuotannossa käsitellyn yhdyskuntajäteveden sisältämää lämpöenergiaa. Näillä näkymin lämpöpumppuvoimala käynnistyy vuonna 2026.

JS-Puhdistamo Oy käynnistää vuoden 2024 aikana selvityksen Nenäinniemen puhdistamolla tuotetun biokaasun jatkohyödyntämisestä. Vaihtoehdot biokaasun hyödyntämiseen ovat seuraavat.

- o Sähkön ja lämmön tuotannon jatkaminen uudella omalla CHP:llä. Nykyinen CHP alkaa olla teknisen elinkaarensa lopussa. Kaasumoottoreille on jo tehty mittava peruskorjaus käyttöiän jatkamiseksi, joten sähkö- ja lämpöenergian tuotannon jatkaminen edellyttäisi investointia uuteen CHP-yksikköön.
- o Luovutaan omasta sähkö- ja lämpöenergian tuotannosta ja jalostetaan tuotettu biokaasu biometaaniksi, jota voidaan hyödyntää esim. liikennepolttoaineena.
- o Johdetaan biokaasu raakana ALVA:n vuonna 2026 puhdistamon yhteyteen valmistuvaan lämpöpumppulaitokseen ja hyödynnetään biokaasu kaukolämmön tuotannossa. Tämä edellyttää kaasukattilan toteutusta lämpöpumppulaitoksen yhteyteen.

JS-Puhdistamo Oy huomioi vertailussa mm. kokonaisenergiatehokkuuden, vaihtoehtojen hiilijalanjäljen sekä pitkän aikavälin kokonaistaloudellisuuden. Päätetyn etenemisvaihtoehdon edellyttämät investoinnit ajoitetaan vuosille 2025 – 27.

Alustavat käyttökokemusten perusteella voidaan jo nähdä, että yhtiö on tällä hankkeella joko saavuttanut tai saavuttamassa niitä tavoitteita, joita se on hankkeelle asettanut. Puhdistamolietteen tehokkaampi mädätys on jo vaikuttanut positiivisesti Nenäinniemen puhdistamon energiatalouteen.

Toteutetussa hankkeessa on laitosmittakaavassa osoitettu seuraavat asiat toimiviksi:

- linkosakeutuksella raakasekaliete pystytään sakeuttamaan hallitusti keskimäärin 10,5 % syötösakeuteen. Vaikka lietteen viskositeetti nousee, niin liete on edelleen pumpattavissa. Uutta prosessia käyttöön otettaessa on lietettä sakeutettu jopa 16 % syötösakeuteen, joka sekkin on ollut edelleen pumpattavissa prosessissa eteenpäin. Prosessin suunnitteluvaiheessa arvioidut riskit sakeamman lietteen vaikeammasta pumpattavuudesta eivät ole toteutuneet.
- etuselkeytyksessä on saatu liete varsin helposti sakeutumaan tasolle 3,5...4 %. Tämä on selvästi parempi tulos kuin suunnitteluvaiheessa osattiin odottaa. Tällöin etuselkeytyksestä suoraan välivaraston kautta johdettu lietevirtaama sakeutuslingoille on ollut suunniteltua pienempi, mikä on ollut positiivinen yllätys
- alustavien kokemusten perusteella lietelinjoihin asennetut maseraattorit ovat olleet hyödyllisiä. Lietteiden maserointi on selvästi vähentänyt putkistotukoksia lietelinjoissa.
- sakea liete on sekoittunut hyvin bioreaktorissa, kun uusi sekoitin on mitoitettu vallitsevalle lietesakeudelle.
- puhdistamon lietekuorma mädätetään yhdessä bioreaktorissa aiemman kolmen bioreaktorin sijasta. Eli vain yhtä bioreaktoria lämmitetään verrattuna aiempaan kolmen mädättämön lämmitämiseen. Mädättämöiden lämpöenergian kulutuksen säästötavoite (2.600 MWh/a) tullaan saavuttamaan
- bioreaktorista liete johdetaan toiseen mädättämöön jälkimädätykseen. Jälkimädätystä ei lämmitetä. Alustavien mittausten mukaan myös jälkimädätyksestä saadaan hyvälaatuista biokaasua.
- alustavien kokemusten perusteella biokaasun tuotto on parantunut suunniteltua enemmän. Tämä varmistuu, kun uutta prosessia on ajettu kokonainen vuosi.
- mädätejäännöksen virtaama lietteiden kuivauslingoille on merkittävästi aiempaa pienempi.
- oman sähköntuotannon osuus puhdistamon käyttämästä sähköenergiasta on selvästi kasvanut. Oman sähköntuotannon osuus on ollut uuden prosessin käyttöönoton jälkeen kes-

kimäärin 30...40 % laitoksen käyttämästä sähköstä. Vanhalla prosessilla oman sähköntuotannon osuus koko sähköenergiankulutuksesta on ollut vuositasolla n. 20 %. Sähköenergian tuotanto- ja käyttötase tulee tarkentumaan, kun uutta prosessia on ajettu arviolta noin vuoden verran.

- CHP on tuottanut myös enemmän lämpöenergiaa, mutta tuotettu lämpöenergia on saatu siirtymään aluelämpöverkkoon vain osittain. Tämä vaatii jatkossa lähempää tarkastelua, mikäli omaa energiatuotantoa halutaan jatkaa.

Uuden prosessin toimivuuteen ja hankkeen tuloksiin ja energiatalouteen syvennyttään lokaussa 2023 aloitetussa diplomityössä. Diplomityö valmistuu toukokuussa 2024.



Kuva 1. Kuvassa etualalla uusi raakalietteen käsittelyrakennus, jonka takana näkyvät tumman harmaina raakalietteen varastosäiliö sekä sakeutetun lietteen varastosäiliö. Oikealla kuvassa näkyy vaalean harmaa kaasukello. Raakaliete johdetaan raakalietepumppaamolta raakalietteen sakeutukseen kuvassa näkyvää ristikkorakenteista putkisiltaa pitkin.

4. TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN

Saatuja tuloksia voidaan hyödyntää nykyisten puhdistamoiden biokaasulaitosten saneerauksissa kuin myös uusien puhdistamoiden biokaasulaitosten suunnittelussa. Mikäli puhdistamolle suunnitellaan biokaasulaitos, niin se voidaan toteuttaa ilman perinteisiä gravitaatiotilivestimiä. Liete voidaan pumpata suoraan etuselkeytyksestä välivarastosäiliön kautta linkosakeutukseen ja edelleen mädätykseen. Suurempaa mädätyssakeutta käyttämällä voidaan bioreaktorit mitoittaa pienemmiksi verrattuna konventionaaliseen mädätykseen.

5. HANKKEEN VAIKUTUKSET

Rakentamisvaiheessa hankkeella ei ole ollut erityisiä ympäristövaikutuksia. Hankkeen toteutus on ollut luonteeltaan varsin tavanomaista laitosrakentamista, jonka ympäristöhaitat ovat olleet vähäiset. Hankkeen aikana ei läheisiltä asuma-alueilta ole tullut valituksia melu tai hajuhäiriöistä.

Hankkeen positiiviset ympäristövaikutukset ovat alkaneet konkretisoitua vuoden 2023 kestästä lähtien, kun uusi prosessi on otettu käyttöön. Saatujen kokemusten perusteella lietteen käsittelyn energiatehokkuus paranee merkittävästi. Uusi prosessi ei myöskään tuota melua eikä hajuhaittoja ympäristöön.

Urakoitsijoille, valvoijille ja suunnittelijoille suunnatun kyselyn perusteella hanke on työllistänyt vuosien 2021-2022 aikana noin 292 henkilötyökuukautta. Vuoden 2023 osalta työllisyysvaikutus arvioidaan olevan noin 158 henkilötyökuukautta. Yhteensä hankkeen suora henkilötyövaikutus on ollut siten noin 450 henkilötyökuukautta. Väliilliset vaikutukset (tavarantoinnit, kuljetukset, konepajatyö, yms.) huomioiden vaikutus on ollut huomattavasti suurempi.

Hankkeen vaikutuksia puhdistamon energiataseeseen ja hiilijalanjälkeen tullaan selvittämään erillisillä selvityksillä vuosina 2024 – 2025. Lokakuussa 2023 käynnistettiin yhteistyössä Tampereen yliopiston kanssa DI-työ, jossa keskitytään mädätysprosessin toimintaan ja bioreaktorin kuormitettavuuteen. Samalla selvitetään uuden prosessin vaikutuksia puhdistamon energiataseeseen.

6. VIESTINNÄN TOTEUTUMINEN JA TULOKSET

Hankkeen etenemisestä on tiedotettu tiedotteilla sekä JSPBio+ työmaata esittelevillä videoilla yhtiön nettisivuilla. Viimeisin tiedote hankkeesta on julkaistu 9.11.2022. Hanketta on esitelty myös useille vierailijaryhmille. Hankkeesta tullaan tiedottamaan yhtiön nettisivuilla säännöllisesti myös vuoden 2024 aikana.

Hanketta tullaan jatkossakin esittelemään puhdistamolla vieraileville tahoille sekä myös vesihuoltoalan koulutustapahtumissa.

7. TALOUSRAPORTTI

Hankkeen budjetti YM:n RAKI-hakemuksessa oli 7 264 000 euroa, josta YM:n avustuksen osuus 2 900 000 euroa (40%). Hankkeen kokonaisbudjetti päivitettiin, kun yhtiön hallitus oli päättänyt KVR-urakoitsijan valinnasta. Tavoitekustannusarvion loppusummaksi muodostui 9 358 923 euroa. Hankkeen kokonaisbudjetti ylittyi 2 094 923 euroa verrattuna hankehakemuksessa esitettyyn kokonaisbudjettiin. Rakentamisen kustannukset lähtivät nopeaan nousuun syksyllä 2020 ja kustannustason nopea nousu heijastui myös toteutuneessa KVR-urakakilpailutuksessa. Yhtiö kattaa itse budjetin noususta aiheutuvan lisärahoitustarpeen.

Hankkeelle on allokoitu vain yhtiön ulkopuolisista palveluista aiheutuvat kustannukset. Hankkeelle ei ole sisällytetty henkilökunnan palkka yms. kustannuksia. Hankkeelle on kertynyt raportointiajanjaksolla 1.1.2021 – 9.5.2023 hyväksyttäviä kustannuksia yhteensä 8 456 576 euroa, josta ympäristöministeriön avustusta 2 900 000 euroa.

Tämän jälkeen yhtiö on vastannut hankkeen saattamisesta loppuun omarahoitteisesti. Ajankohtaan 27.10.2023 mennessä yhtiö on käyttänyt hankkeeseen omaa rahoitusta yhteensä 6 056 568 euroa. Hankkeesta tulee muodostumaan kuluja vuoden 2023 loppuun saakka. Yh-

tiö on myös budjetoinut 190 000 euroa hankkeen viimeistelytyöhön vuodelle 2024. Viimeistelytyöiden yhteydessä tehdään erilaisia uuden prosessin käytettävyyttä parantavia muutoksia ja lisäyksiä.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Toteutettu hanke on osoittanut, että jätevedenpuhdistamon biokaasulaitos voidaan suunnitella ja toteuttaa siten, että se on operoitavissa 10...11 % lietteellä ja että sakeutus voidaan toteuttaa koneellisesti linkosakeutuksella. Erityisesti uutta laitosta mitoittaessa voidaan esim. biokaasureaktorit mitoittaa pienemiksi kuin konventionaalisella tavalla biokaasulaitosta suunniteltaessa. Sakeampaa lietettä käytettäessä säästetään mädättämön lämmitysenergian käytössä ja mädätysprosessi toimii tehokkaammin. Mädätysprosessin tehokkaampi toiminta näkyy parantuneena kaasun tuottona.

Korkeampien sakeuksien käyttö vaatii myös käyttäjältään enemmän. Konventionaalinen prosessi on "armollisempi" muutosten ja häiriöiden suhteen. Suuremmalla lietesakeudella toimiva prosessi tulee seurata tarkemmin ja se vaatii syvällisempää paneutumista biokaasulaitoksen toimintaan. Tämä taitaa olla kehityksen hinta. Prosessien toiminnan tehostaminen vaatii aina kehittyneempää tekniikkaa, mikä asettaa käyttäjälleen aina uusia vaatimuksia.

Uuden prosessin käyttöönotto on aina iso haaste laitoksen käyttäjille. Käyttöönottovaihe on perinteisesti päivittäistä uusien ongelmien ratkaisua. Ajan kuluessa uuteen prosessiin päästää paremmin "sisälle" ja sen toimintaa pystytään optimoimaan. Tämänkin hankkeen tulosten suhteen olemme todennäköisesti paljon viisaampia syksyllä 2024. Tulemme jatkossa nettisivuilla kertomaan hankkeen tuloksista yhtiömme nettisivuilla www.js-puhdistamo.fi

Jyväskylässä 13.11.2023

Jyväskylän Seudun Puhdistamo Oy

Petri Tuominen, toimitusjohtaja