



# ENERGIATEHOKAS AKTIIVILIETEPROSESSI

## Energiatehokas vesihuoltolaitos



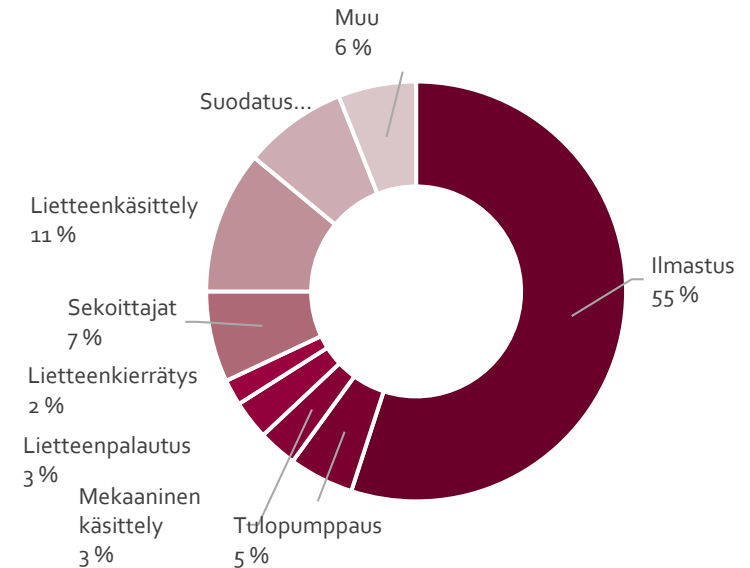
# ENERGIATEHOKAS AKTIIVILIETEPROSESSI

Aktiivilieteprosessin energiankulutusta voi tehostaa oikealla laitemitoituksella ja valinnalla sekä prosessinohjauksella.

Aktiivilieteprosessin suurin energiankuluttaja on ilmastus, jonka toimintaa ja optimointia on sen merkittävyyden vuoksi käsitelty erillisessä [Energiatehokas ilmastus](#) -kortissa.

Aktiivilieteprosessin muut energiaa kuluttavia osaprosesseja ovat:

- erilaiset pumppaukset
- sekoitukset
- laahat
- muut sähkökäytöt



Energian- kulutus (kWh/m <sup>3</sup> )	Keskimääräi- nen virtaama (m <sup>3</sup> /d)	Energian- kulutus (kWh/kg poistettu BOD <sub>7ATU</sub> )	Energian- kulutus (kWh/kg poistettu OCP)
<0,50	37 900	1,5	280
0,51-1	6 400	2,5	400
>1	1 300	7	960

Jätevedenpuhdistamoiden keskimääräisiä energiankulutuksen tunnuslukuja.



# Energiankulutus ja siihen vaikuttavat tekijät

## Pumppaus

Jätevedenpuhdistamon pumppaukset muodostavat noin 5-15 % laitoksen energiankulutuksesta. Suurin energiankuluttaja on tulopumppaus. Tätä on käsitelty laajemmin omassa kortissa.

Aktiivilieteprosessin pumppauksia ovat:

- lietteen pumppaus jälkiselkeytyksestä takaisin ilmastusaltaaseen
- poistolietteen pumppaus
- nitraattikierron pumppaus.

Aktiivilieteprosessin pumppauksista palautuslietepumppaus kuluttaa eniten energiaa. Nitraattikiertopumppaus kuluttaa yleensä vähemmän energiaa kuin palautuspumppaus, koska nostokorkeus on pienempi.

Pumppauksen ominaisenergiankulutus riippuu

- pumpattavasta määrästä
- nostokorkeudesta
- putkiston rakenteesta
- pumpun tyypistä ja mitoituksesta.

Pumppujen määrään ja niiden kuluttamaan energiaan vaikuttaa olennaisesti laitoksen korkeuserot altaiden välillä. Jätevedenpuhdistamoilla aktiiviliete-prosessin korkeuserot ovat usein kuitenkin huomattavan pienet ja pumppauksen pääasiallinen tehtävä on lietteen kuljettaminen altaiden välillä.

Laitoksen korkeusasemiin ja siten pumppujen nostokorkeuksiin ei juuri voida vaikuttaa valmiilla laitoksella. Nostokorkeutta voidaan pienentää esimerkiksi jatkamalla ylemmällä tasolla sijaitsevan altaan putken purkukohtaa altaan pinnan alle.

Sitä vastoin pumppujen hyötysuhteella (oikealla mitoituksella) on keskeinen merkitys kustannusten ja energiankulutuksen kannalta.

***TIESITKÖ, että noin 85–95 % pumpun elinkaarikustannuksista muodostuu käyttökustannuksista, lähinnä energiankulutuksesta?***



# Energiankulutus ja siihen vaikuttavat tekijät

Pumppauksen energiatehokkuuteen vaikuttavat:

## 1) Pumpun mitoitus ja tyyppi

Optimaalisen pumpun valinnan kannalta on tärkeää määritellä pumpulle toimintapistettä vastaavat mitoitusarvot. Lisäksi on tärkeää valita sopiva pumpputyyppejä kuhunkin käyttö-tarkoitukseen. Yleisesti ei kuitenkaan voida sanoa mikä pumpputyyppejä sopii parhaiten mihinkin käyttötarkoitukseen laitoksella.

## 2) Pumppu ohjaustapa ja moottorit

Pumppuja voi ohjata eri tavoin riippuen niiden kapasiteetistä sekä lukumäärästä ja millaisen kokonaisuuden käytössä olevat pumput muodostavat.

## 3) Pumppujen huolto ja korjaus

Huollot tulee suorittaa aina tarpeen vaatiessa ja tarpeeksi usein.

## 4) Putkiston energiatehokkuus

Putkiston reititys ja mitoitus tulee tehdä siten, että putkiston aiheuttamia vastuksia tulee mahdollisimman vähän.

Pumppujen valinta ja ohjaustapa vaikuttaa merkittävästi niiden energiankulutukseen ja tehokkuuteen. Jokaisen laitoksen ja pumppusysteemin osalta tulisi tarkastella erikseen siihen sopiva ohjaustapa.

Mahdollisia ohjaustapoja on useita, mm.

- Jaksottainen käyttö, jossa osa pumppuista on käytössä vain suurimpien virtaamien aikaan.
- Nopeussäädöllä toimiva ohjaustapa (taajuusmuuttajat), tässä tulee kuitenkin huomioida, että taajuusmuuttajien avulla ohjattujen pumppujen käynti ei tulisi olla liian matala, jotta jäteveden kiintoaine ei tuki pumppuja.
- Jos useita rinnakkaisia pumppuja (esim. tulopumppaus), käynnissä olevan pumppuyhdistelmän automaattinen valinta siten, että erikokoiset pumput toimivat optimialueellaan.

***Laitoksella on helpointa vaikuttaa pumppujen energiankulutukseen hankintavaiheessa pumppujen mitoituksella.***

Pumput mitoitetaan siten, että ne toimivat parhaalla hyötysuhteellaan. Tätä kuvaa pumpun ominaiskäyrä. Pumppujen ylimitoitus on tyypillistä ja lisää turhaa energiankulutusta. Ylimitoitusta voidaan korjata mm. vaihtamalla pumput tai moottorit uusiin ja säätämällä pyörimisnopeutta sekä vaihtamalla tai pienentämällä juoksupyörää. Lisäksi pumppujen toimintaa voidaan tehostaa nopeussäädöllä (taajuusmuuttajat).



# Prosessin ohjauksen mahdollisuudet

Prosessin ohjaus on yksi keskeisimmistä prosessin toimintaan ja energiankulutukseen vaikuttavista tekijöistä. Prosessin ohjauksen optimointi prosessin toiminnan ja energiankulutuksen kannalta on haastavaa, sillä jätevedenpuhdistuslaitos muodostaa monimutkaisen kokonaisuuden, jossa eri tekijät vaikuttavat lukuisiin muuttujiin. Tieto- ja kokemuspohjaisen osaamisen lisäksi prosessinohjauksen optimoinnissa voi hyödyntää myös prosessimallinnusta, joka tarjoaa tehokkaan työkalun monimutkaisen laitospöytäselityksen tarkasteluun.

## 1) Tavoitehappipitoisuus ja ilmastuksen ohjaus ilmastuslaitteissa

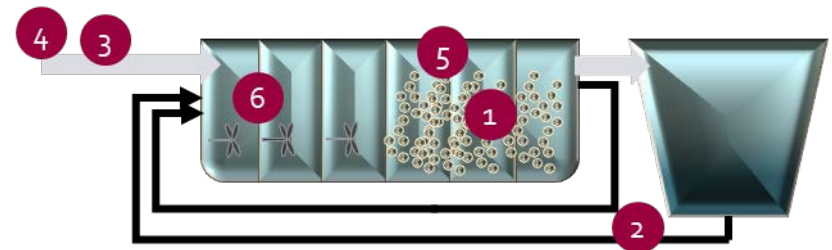
Lue tarkemmin kortista "Energiatehokas ilmastus".

2) **Lietekierrot ja lietteen pumppaus** Palautuslietepumppauksen energiatehokkuuteen vaikuttaa pumppausjärjestelmä ja pumpputyypit sekä näiden mitoitus. Palautus- ja nitraattikiertopumppauksen määrä on optimoitava prosessiolosuhteiden mukaan. Palautus-pumppauksen on oltava riittävän suuri, jotta lietepatja jälkiselkeytyksessä pysyy tavoitekorkeudella. Nitraattikierron taas on kierrätettävä kaikki nitraatti, joka tulevan jäteveden ja mahdollisen lisähiilen sisältämä hiilenlähde riittää denitrifioimaan. Usein molempia pumppauksia ajetaan

"varmuuden vuoksi" täydellä teholla, vaikka vähempikin riittäisi. Liiallinen palautus ja kierrätys kasvattaa turhaan energiankulutusta ja huonontaa lietteen laskeutuvuutta. Optimaalinen kierrätysaste voidaan saavuttaa seuraamalla nitraatti- ja lietepatjamittauksia.

## 3) Tulevan veden laatu ja virtaamat

Tulevan veden kuorma vaikuttaa siihen paljonko mikrobeilla on käytettävissä ravintoa, tyypeä ja muita yhdisteitä. Suuremmat kuormat vaativat suuremman määrän happea ja siten voimakkaamman ilmastuksen. Lisäksi puhdistamoiden energiankulutukseen vaikuttaa merkittävästi myös vesihuoltoverkoston kunto ja vuotovesien määrä. Suuret vuotovesimäärät lyhentävät viipymää puhdistusprosessissa sekä viilentävät ja laimentavat tulevaa jätevettä, mikä haittaa prosessin toimintaa. Tämän lisäksi suuret vuotovesimäärät aiheuttavat puhdistamolle virtaama-piikkejä, joita on vaikea tasata ja hallita. Tulevan veden laadussa puhdistamoiden tulisi myös ottaa huomioon mahdolliset teollisuuden jätevedet ja lokasäiliöiden tyhjennykset. Tasauslaitaita ja yöaikaista pumppausta voidaan hyödyntää.





# Prosessin ohjauksen mahdollisuudet

## 4) Kuormituksen jakautuminen eri prosessivaiheisiin

Eri prosessivaiheiden reduktiot vaikuttavat seuraavien prosessivaiheiden toimintaan ja siten prosessin ohjaukseen ja energiatehokkuuteen. Esimerkiksi tehokkaalla esiselkeytyksellä saadaan leikattua ilmastuksen kuormitusta ja siten pienennettyä hapenkulutusta.

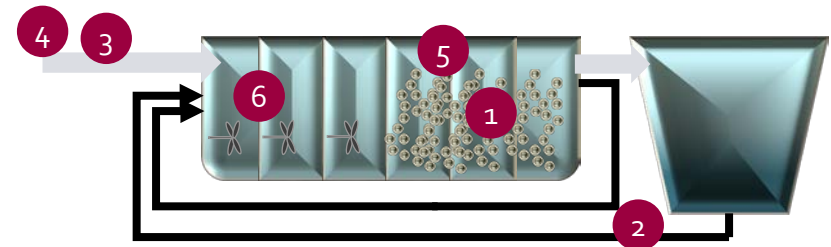
## 5) Laitoksen automatiikka ja instrumentointi

Laitoksen instrumentointi vaikuttaa keskeisesti siihen kuinka tarkasti ja nopeasti laitoksen prosessiin voidaan tehdä tarvittavia ohjauksia. Instrumentit kuitenkin vaativat säännöllistä huoltoa ja seurantaa.

## 6) Sekoitus ja sekoittuminen

Sekoituksen tarkoituksena on pitää sekoitettava ilmastamaton (anoksinen) allastilavuus mahdollisimman homogeenisena ilman, että aktiiviliete ilmastuu. Sekoituksen tehtävä on myös varmistaa kemikaalien sekoittuminen optimaalisesti. Sekoitintyyppin valinta ja sekoittimien oikea mitoitus vaikuttavat olennaisesti prosessin toimintaan ja energiatehokkuuteen. Tyypillisesti ilmastuksen sekoittimina käytetään pystyakselisia lapa- tai hyperboloidisekoittimia tai vaakaan asennettavia upposekoittimia.

Yleisesti pystysekoittimet ovat energiatehokkaampia kuin upposekoittimet, mutta sekoitintyyppin valinta on aina tapauskohtaista, johon vaikuttaa monet tekijät, kuten esim. hankintahinta ja sekoitettavan altaan olosuhteet. Oikeanlaisen sekoittimen valintaan suunnitteluvaiheessa voidaan hyödyntää virtausteknisiä mallinnusohjelmia (CFD) ja energiatehokkuuden varmistamiseen hankintavaiheessa toimintaan ja energiatehokkuuteen liittyvillä vaatimuksilla. Sekoittimien sijainti tarkennetaan yleensä yhdessä sekoitintoimittajan kanssa. Sekoittimille tulee asettaa sekoituksen laatua ja energiankulutusta koskevat takuuarvot ja määritellä, millä tavoin nämä todetaan.





Tietoa pumppujen mitoituksesta:

[https://www.motiva.fi/files/2419/Energiatehokas\\_pumppausj\\_rjestelm\\_.pdf](https://www.motiva.fi/files/2419/Energiatehokas_pumppausj_rjestelm_.pdf)

Pumppujen hankinnassa voi hyödyntää pumppujen hankintaohjetta, joka on saatavilla:

[http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/379/Energiatehokkaat\\_pumput.pdf](http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/379/Energiatehokkaat_pumput.pdf)



Motiva on tuottanut aineiston osana **Energiatehokas vesihuoltolaitos** -hanketta (2016–2018), jossa on laadittu erilaisia käytännönläheisiä esimerkkejä ja ohjeita vesihuoltolaitoksen energiatehokkuutta edistävistä toimista ja ratkaisuista.

Hankkeeseen osallistuivat Vesilaitosyhdistys VVY, Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, Hämeenkyrön kunnan vesihuoltolaitos, Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy, Kuopion Vesi, Kurikan Vesihuolto Oy, Lahti Aqua Oy, Lempäälän Vesi, Nokian Vesi Oy, Oulun Vesi, Turun seudun puhdistamo Oy, Turun Vesiliikelaitos, Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, Vaasan Vesi, Vihdin Vesi, ABB Oy, Flowplus Oy, Hyxo Oy, Oilon Oy ja SKS Control Oy.

Hanketta rahoittivat Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto, Energiavirasto sekä hankkeeseen osallistuneet laite-, palvelu- ja järjestelmätoimittajat.

**[www.motiva.fi/vesihuoltolaitos](http://www.motiva.fi/vesihuoltolaitos)**