

Tommi Tolkkinen

## **LÄMMITYSENERGIAN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN BETONITUO- TETEHTAASSA**

# **LÄMMITYSENERGIAN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN BETONITUO- TETEHTAASSA**

Tommi Tolkinen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Tommi Tolkkinen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Lämmitysenergian käytön tehostaminen betoni-  
tuotetehtaassa

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Improving usage of heating energy in precast  
concrete plant

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 34

---

Työssä tutkittiin erilaisia keinoja tehostaa lämmitysenergian käyttöä betonituote-  
tehtaassa ja uusiutuvan energian käyttöä vanhojen lämmitysjärjestelmien rin-  
nalla. Työn tilaajana toimi Steel Kamet Oy. Lisäksi tutkittiin miten valtioneuvos-  
ton antama PIPO-asetus, keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja energian-  
tuotantolaitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista, vaikuttaa betonituoteteolli-  
suuteen.

Työ toteutettiin tutkimalla erilaisia julkaisuja ja oppikirjoja energiankäytön tehos-  
tamisesta ja uusiutuvista energioista. PIPO-asetuksia tutkittiin valtioneuvoston  
antamasta uudesta asetuksesta (1065/2017), joka koskee keskisuuria energian-  
tuotantolaitoksia.

Työn tuloksena selvisi miten aurinkoenergiasta, maalämmöstä, puupelletistä,  
biokaasusta ja biopolttoaineista saatavaa uusiutuvaa energiaa voisi käyttää be-  
tonituoteteollisuudessa lämmitysenergian tuottamiseen. Lämmitysenergian  
säästökohteiksi tehdashalleissa saatiin lämmön talteenotto poistoilmasta, puhal-  
linlämmityksen vaihtaminen säteilylämmittimiin ja ilmaoviverhojen asentaminen.  
Lisäksi työssä listattiin PIPO-asetuksen aiheuttamia toimenpiteitä betonituotete-  
ollisuuteen.

---

Asiasanat: betoni, lämmitys, uusiutuva energia, kestävä kehitys.

## **ALKULAUSE**

Kiitän Steel Kamet Oy:tä opinnäytetyön aiheesta. Lisäksi kiitän opinnäytetyöni ohjaajaa Veli-Matti Mäkelää hyvistä neuvoista.

Tommi Tolkkinen 7.3.2019.

# SISÄLLYS

SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 BETONITUOTETEHIDAS LÄMMITYSENERGIAN KÄYTTÖYMPÄRISTÖNÄ	8
2.1 Betonin valmistuksessa käytettävien osa-aineiden lämmitys	8
2.2 Betonielementtien valmistus	8
3 BETONITEOLLISUUDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	10
3.1 Turbolämmitin	10
3.2 Kuumailmalämmitys	10
3.3 Höyrylämmitys	11
3.4 Kaukolämpö	12
4 UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄYTTÖ LÄMMITYSJÄRJESTELMISSÄ	13
4.1 Maalämpö	13
4.2 Aurinkokeräimet	14
4.3 Biopolttoaineet	15
4.3.1 Puupelletti	15
4.3.2 Biokaasu	16
4.3.3 Biopolttoöljy	16
5 ENERGIANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN BETONITUOTETEHTAASSA	17
5.1 Lämmön talteenotto	17
5.2 Säteilylämmittimet	18
5.3 Ilmaverho	20
6 UUSIEN PÄÄSTÖNORMIEN VAIKUTUS BETONITEOLLISUUTEEN	22
6.1 Laitoksen rekisteröinti	22
6.2 Päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille	23
6.3 Päästöjen raja-arvojen arviointi	25
6.4 Nestemäisten polttoaineiden käsittely ja varastointi	26
6.5 Jätehuolto	27
6.6 Muut poikkeukselliset tilanteet	27

6.7 Toiminnan sekä sen päästöjen ja vaikutusten tarkkailu	28
6.8 Kirjanpito ja tietojen toimittaminen	30
7 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33

# 1 JOHDANTO

Suomessa käytettävästä betonista noin puolet tehdään betonituotetehtaissa valmiiksi betonielementeiksi ja betonituotteiksi. Näin saadaan aikaan huomattavia etuja. Tuotteiden laatu saadaan pysymään tasaisempaan tehtaissa tehtynä. Ympäristöhaitat saadaan minimoitua ja hoidettua keskitetysti tehokkaammin. Siirtämällä työ rakennustyömailta tehtaaseen, vähennetään ympäristöön leviävää pölyä, melua ja liikennehaittoja rakennuspaikalla. Lisäksi rakennusaikaa saadaan lyhennettyä. Tehtaassa valmistettavat tuotteet saadaan tehtyä mittatarkempana ja pienemmällä materiaalihukalla. Tämä myötävaikuttaa tehokkaampaan materiaalinkäyttöön ja edullisempiin valmistuskustannuksiin. (1, linkit tietoa betonista -> perustietopaketti -> betoni rakennusmateriaalina -> valmisosien käyttö.) Suurissa tehdasrakennuksissa kuluu lämmitykseen paljon energiaa. Lämmitysenergian kustannukset ja ympäristön kuormitus ovat suuret.

Tässä työssä on tarkoituksena selvittää betonituotetehtaan lämmitysenergian käyttökohteita sekä betoniteollisuudessa käytettäviä lämmitysmenetelmiä. Lisäksi pohditaan tulevaisuuden uusiutuvien energiaratkaisujen soveltamista nykyisten lämmitysjärjestelmien yhteyteen, sekä päästöjä vähentävien teknologioiden hyödyntämistä nykyisissä laitoksissa. Työssä tutkitaan myös uusien päästönormien, kuten PIPO-asetuksen vaikutusta betoniteollisuuteen.

Työn tilaajana toimii Steel Kamet Oy, joka on betonituotetehtailla käytettävien järjestelmien sekä valmisbetonitehtaiden valmistaja.

## **2 BETONITUOTETEHDAS LÄMMITYSENERGIAN KÄYTTÖYMPÄRISTÖNÄ**

Betonituotetehtaassa on monia eri lämmitysenergian käyttökohteita. Tehdasrakennusten lisäksi lämmitetään betonin valmistuksessa käytettävää kiviainesta ja vettä. Muottikierron nopeuttamiseksi myös elementin valupöytiä joudutaan lämmittämään ympäri vuoden.

### **2.1 Betonin valmistuksessa käytettävien osa-aineiden lämmitys**

Merkittävin osa-aine betonin lämpötilan kannalta on kiviaines, koska sitä on suurin osa betonimassasta. Lämpimänä vuodenaikana, jolloin runkoaine ei sisällä lunta tai jääkameja, ei lämmitys ole tarpeellista. Kylminä vuodenaikoina on vesi ja runkoaine lämmitettävä. Runkoainetta lämmitetään siinä olevan lumen ja jään sulattamiseksi. Kiviaineen lämpötilalla voidaan tehokkaimmin vaikuttaa betonimassan lämpötilaan. Runkoaineen pääasiallinen lämmittäminen tapahtuu siilossa ja yleisimmin lämmitykseen käytetään höyryä. Kuumaa vettä käytetään betonivalmistuksessa, koska sekoittamalla kylmää ja kuumaa vettä voidaan betonimassan lämpötilaa helposti säädellä. (2, s. 295–296.)

### **2.2 Betonielementtien valmistus**

Betonielementeillä tarkoitetaan, tehtaassa valmiiksi valettuja ja kovettuneita tuotteita, jotka kuljetetaan työmaille ja asennetaan paikalleen. Tunnetuimpia betonielementtejä ovat talonrakennukseen käytettävät julkisivu- ja runkoelementit sekä ontelolaatat. Betonituotetehtaissa valmistetaan myös ratapölkkyjä, kaivoja, putkia, paaluja, pihakiviä ja laattoja. (1, linkit tietoa betonista -> perustietopaketti -> betoni rakennusmateriaalina -> betonin valmistus.) Betonin valmistusta ja valuprosessia on helpompi hallita tehdasolosuhteissa kuin ulkona työmaalla, missä sääolosuhteet usein vaihtelevat. Lisäksi betonielementtitehtaissa voidaan käyttää useita eri betonielementtien valmistusmenetelmiä. (2, s. 455–456.)

Muottikierron nopeuttamiseksi myös betonielementin valupöytiä lämmitetään, koska betonin sitoutumisaika ja hydrataatioreaktioiden nopeus ovat voimakkaasti

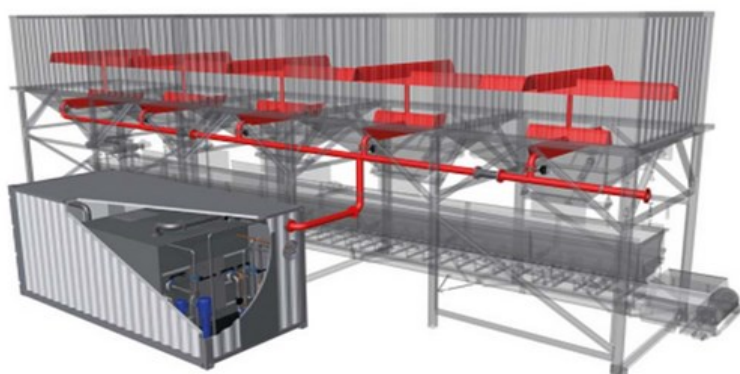


riippuvaisia betonin lämpötilasta. On havaittu, että huoneenlämmössä betoni-massan lämpötilan nostaminen 10 °C:lla kiihdyttää kovettumisreaktion noin kak-sinkertaiseksi. Lämpötilaa ei voida kuitenkaan nostaa rajattomasti, vaan suosi-tuksena pidetään, että ei käytettäisi yli 50 °C:n lämpötiloja. (2, s. 350.)

## 3 BETONITEOLLISUUDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

### 3.1 Turbo-lämmitin

Turbo-lämpöenergiailaitos on täysin automaattinen lämmityslaite, joka soveltuu erinomaisesti jäätyneen kiviaineen sulatukseen, prosessiveden ja kiviaineen lämmittämiseen sekä tuotantolinjojen ja kiinteistöjen lämmitykseen (kuva 1). Turbo-lämpöenergiailaitos on kustannustehokas, ja se tuottaa lämpöenergiaa erittäin hyvällä hyötysuhteella, koska palokaasut lämmittävät vettä, minkä jälkeen ne ohjataan lämmittämään kiviainessiiloja. Näin ollen laitos käyttää hyödyksi kaiken tuottamansa lämpöenergian. (3, linkit lämmitysjärjestelmät -> tuotetiedot.) Turbo-lämpöenergiailaitoksessa polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä tai kaasua, mahdollista on myös käyttää molempia polttoaineita kombi-polttimen avulla.



KUVA 1. Kamet Turbo -lämpöenergiailaitos (3, lämmitysjärjestelmät)

### 3.2 Kuumailmalämmitys

Kuumailmalämmityksessä ilman lämmitykseen voidaan käyttää valmiita lämmityskontteja (kuva 2), joihin on asennettu poltin, puhallin, polttoainesäiliö sekä automatiikka, joka hoitaa ilman lämmityksen. Ilman lämmitykseen voidaan käyttää myös muita lämmönlähteitä, kuten kaukolämpöä tai hukkalämpöä.

Kuumailmalämmityksessä noin 90-100-asteista ilmaa puhalletaan putkistoa pitkin ylipainepuhaltimen avulla kiviainessiiloihin. Menetelmä on hyvä, koska kiviaines ei pääse lämpenemään liikaa ja ilmalämmitys on kustannuksiltaan pieni ja luotettava. Menetelmän haittapuolena on se, että kuuma ilma pääsee tunkeutumaan huonosti hienoihin runkoaineisiin ja se voi aiheuttaa pölyämistä. Lisäksi kuumailmalämmityksen lämmönhukka on usein suuri. (2, s. 296.) Kuumailmalämmitys ei sovellu sellaisiin tuotantolaitoksiin, missä joudutaan lämmittämään nopeasti suuria kiviainesmääriä.



*KUVA 2. Mepu -lämpökontti (4, lämmönlähteet -> lämpökontti)*

### **3.3 Hörylämmitys**

Höryllä kiviainesta lämmitettäessä höyryä tuotetaan höyrynkehittimillä tai höyrykattiloilla (kuva 3). Höyry johdetaan kiviainessiiloihin suuttimien tai rei'itettyjen putkistojen kautta. Haittapuolena tässä voidaan pitää kiviaineen paikallista ylikuumenemista ja suuria kosteusvaihteluja. Höyryä voidaan myös johtaa kiviainessiiloihin asennettaviin pattereihin, mutta silloin lämpöä siirtyy lämmitettävään materiaaliin hitaammin ja lämmityskustannukset nousevat suuremmiksi. (2, s. 296.) Höryllä voidaan lämmittää myös betonin valmistuksessa käytettävää vettä ja tehdasrakennuksia. Höyryntuotantolaitosten polttoaineena voidaan käyttää kevyttä polttoöljyä tai kaasua.



*KUVA 3. Steam-Flo höyrykehitin. (5, concreteplants -> aggregate heating)*

### **3.4 Kaukolämpö**

Kaukolämpö on keskitetysti tuotettua lämmitysenergiaa, joka jaetaan kaukolämpöverkostoa pitkin laajalle alueelle. Lämpöenergia tuotetaan lämpökeskuksissa tai lämmitysvoimalaitoksissa. Kaukolämmityksen etuja ovat energiatehokkuus, toimintavarmuus, ympäristöystävällisyys sekä kokonaistaloudellisuus. (6, s. 11.) Kaukolämmön kiertoveden tulolämpötila vaihtelee vuodenajasta ja tehontarpeesta riippuen välillä 120 °C – 70 °C (6, s. 17). Kaukolämpöä käytetään betonteollisuudessa lähinnä tehdasrakennusten ja kiinteistöjen lämmittämiseen. Kaukolämpöä voisi käyttää myös betoniin tarvittavan kiviaineen sulatukseen ja lämmitykseen kiviainessiiloihin asennettavien lämpöpattereiden avulla. Se on kuitenkin lämmitysmenetelmänä liian hidas ja kustannukset nousevat liian korkeiksi.

## 4 UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄYTTÖ LÄMMITYSJÄRJESTELMISSÄ

Uusiutuvaa energiaa ovat aurinko-, vesi-, tuuli- ja bioenergia sekä lämpöpumpusta saatava energia. Bioenergiaksi kutsutaan puuperäisiä polttoaineita, pelto- biomassoja, biokaasua ja kierrätyspolttoaineiden biohajoavia osia. (7, linkit ratkaisut -> uusiutuva energia.)

### 4.1 Maalämpö

Maalämpöpumppu kerää maaperään, veteen tai kallioon varastoitunutta lämpöenergiaa. Syvemmissä osissa lämpökaivoa energiaa saadaan maapallon ytimestä kallioperään johtuvasta fissioenergiasta sekä lämpimistä pohjavesivirtauksista. Maalämpöpumpun tuottamasta energiasta noin 2/3 on maaperästä otettua uusiutuvaa energiaa ja 1/3 on tuotettu sähköllä, jota käytetään kompressorin pyörittämiseen. (7, linkit koti ja asuminen -> rakentaminen -> lämmitysjärjestelmän valinta -> lämmitysmuodot -> maalämpöpumppu.)

Maalämpöpumpun keruuputkistossa virtaa jäätymätön neste, joka lämpenee kierron aikana muutaman asteen. Keruupiirin nesteestä saatava lämpö höyrystää lämpöpumpussa kiertävän kylmäaineen. Höyrystyneen kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla ja samalla sen lämpötila nousee. Seuraavaksi höyrystynyt kylmäaine lauhtuu lämpöpumpun lauhtuttimessa nesteeksi, jolloin se luovuttaa lämpöä, joka voidaan käyttää veden lämmitykseen. (7, linkit koti ja asuminen -> rakentaminen -> lämmitysjärjestelmän valinta -> lämmitysmuodot -> maalämpöpumppu.)

Betonituotetehtaissa, missä lämmitysenergiaa tuotetaan vain Turbo-lämmittimillä, on osoittautunut ongelmaksi kiviaineen liiallinen lämpeneminen, jos betonin tuotantomäärät eivät ole kovin suuria. Tehdasrakennusten lämmitykseen joudutaan tuottamaan paljon kuumaa vettä, ja samalla Turbo-lämmittimen palokaasut, joilla vettä lämmitetään, johdetaan kiviainessiiloihin. Jos kiviainetta käytetään vain vähäisiä määriä, se lämpenee siiloissa liikaa. Tämän takia joskus joudutaan palokaasut johtamaan suoraan ulkoilmaan, mikä huonontaa Turbo-lämmittimen

hyötysuhdetta huomattavasti. Turbolämmittimen rinnalle voisi asentaa maalämpöpumpun, jolla lämmitettäisiin vettä silloin kun kiviainesta ei tarvitse lämmittää. Tämä lisäisi huomattavasti betonituotetehtaitten energiatehokkuutta ja vähentäisi lämmityskustannuksia.

## **4.2 Aurinkokeräimet**

Aurinkolämmitysjärjestelmät ottavat aurinkoenergiaa suoraan talteen ja siirtävät sen energian lämpövarastoon, josta se voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön. Aurinkoenergian saanti vaihtelee vuodenajan, sään ja maantieteellisen sijainnin mukaan. (7, linkit ratkaisut -> uusiutuva energia -> aurinkolämpö -> aurinkolämpöjärjestelmät.)

Aurinkokeräin muuttaa auringon säteilyn lämmöksi. Lämpöenergia siirretään keräimestä eteenpäin lämmönsiirtoaineen välityksellä. Aurinkolämpöjärjestelmät koostuvat yleensä lämmön keruulaitteistosta, lämmön siirtoputkistosta ja lämpövarastosta. Lämmön siirto tapahtuu yleensä jonkin lämmönsiirtonesteen avulla. Aurinkolämpöjärjestelmissä on lämpövarasto lähes aina tarpeellinen, koska aurinkoenergian määrä vaihtelee paljon ja kulutus ei useinkaan tapahdu samaan aikaan, kun aurinkoenergiaa saadaan. (7, linkit ratkaisut -> uusiutuva energia -> aurinkolämpö -> aurinkolämpöjärjestelmät.)

Aurinkolämpöjärjestelmän lämpövarastona voidaan käyttää myös maalämpöpiiriä, jolloin aurinkoenergialla lämmitetään lämmönkeruuputkiston ympärillä olevaa maaperää, joka voi keväällä olla jopa  $-5\text{ °C}$  pakkasen puolella. Kytkemällä aurinkolämpö maalämpöjärjestelmään saadaan elvytettyä maalämpöjärjestelmän lämmönkeruupiirin toimintakykyä, jolloin maalämpöpumpun teho ja hyötysuhde paranevat. (7, linkit ratkaisut -> uusiutuva energia -> aurinkolämpö -> aurinkolämpöjärjestelmän käyttö -> aurinkolämmön varastointi -> maalämpöpiirin hyödyntäminen aurinkolämmön varastoinnissa.)

Betonituotetehtaissa aurinkokeräimiä voisi käyttää tehdasrakennusten- ja käyttöveden lämmitykseen, vakituisen lämmitysjärjestelmän rinnalla. Talvisin kun aurinkoenergiaa tulee vähän, lämmitettäisiin varsinaisella lämmitysjärjestelmällä ja

keväällä, kun aurinkoenergiaa alkaa tullemaan, otettaisiin sitä talteen lämpövaraajiin, joista sitä voisi käyttää tarpeen mukaan. Tämä olisi hyvä ja edullinen tapa lisätä betonituotetehtaitten energiatehokkuutta.

### **4.3 Biopolttoaineet**

Bioenergia on merkittävin uusiutuvan energian lähde Suomessa. Bioenergiaa hyödynnetään useassa eri muodossa, kiinteän polttoaineen lisäksi biomassosta voidaan valmistaa kaasumaisia ja nestemäisiä polttoaineita. Biomassoja saadaan useista eri lähteistä, maataloudesta, metsistä, teollisuuden sivuvirroista ja jätteistä. (7, linkit Ratkaisut -> uusiutuva energia -> bioenergia.)

#### **4.3.1 Puupelletti**

Puupellettien raaka-aineena käytetään yleensä puusepän- ja sahateollisuuden sivutuotteina saatavaa kutterinpurua, sahajauhoa ja hiontapölyä. Pelletit puristetaan hienonnetusta puumassasta pieniksi, tiiviiksi sylintereiksi. Puupelleteissä energia on hyvin tiiviissä muodossa, yksi kuutio pellettejä sisältää saman energiamäärän kuin 300–330 litraa kevyttä polttoöljyä. Puupelletit ovat kotimaista polttoainetta ja niillä on hyvin pieni ympäristönkuormitus.

Pellettilämmitysjärjestelmä koostuu kattilasta, polttimesta, siirtoruuvista ja varastosiilosta. Varastosiilon on oltava pölytiivis, täysin kuiva ja sähkötön. Varastosta pelletit siirretään polttimelle siirtoruuvilla. Pelletit poltetaan erityisesti pellettien polttoon suunnitelluilla polttimilla, jossa ohjausyksikkö säättää tarpeen mukaan polttoaineen syöttöruuvien, palamisilmapuhaltimen ja polttimen toimintaa. Pellettikattiloiden puhdistus ja nuohous on tärkeä tehdä säännöllisesti sekä huolehtia kattilan säädöistä, koska se pitää palamisen hiukkaspäästöt pienenä. (7, linkit rakentaminen -> lämmitysjärjestelmän valinta -> lämmitysmuodot -> pellettilämmitys.)

Pellettilämmitys soveltuu betonituoteteollisuudessa lähinnä tehdasrakennusten ja käyttöveden lämmitykseen. Pellettilämmitystä voisi myös käyttää höyryntuottimissa höyryntuottamiseen, millä sitten lämmitettäisiin kiviainesta. Ilma- ja Turbo-lämmityksessä ei pellettilämmitys ole toimiva, koska pellettipolttimen läm-

mitysteho nousee niin hitaasti, ettei sillä voida reagoida tarpeeksi nopeasti muutuvaan lämmön tarpeeseen. Pellettikattilan lämmitystehon nousu on 1000 kW:n tehonluokassa, lepotilasta täydelle teholle noin 15 minuuttia (8).

#### **4.3.2 Biokaasu**

Biokaasu on kaasuseos, jota syntyy, kun eloperäinen aines hajoaa anaerobisten bakteerien vaikutuksesta mädäntymällä, hapettomassa olotilassa. Hajoamisprosessin viimeisessä vaiheessa syntyy metaania. Biokaasun koostumus riippuu mädätettävästä biomassasta ja mädätysprosessista. Biokaasu koostuu lähinnä metaanista ja hiilidioksidista. Biokaasu sisältää yleensä 50–70% metaania, joka on energiankäytön osalta olennaisin aine. Metaani on 20–70 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi. Siksi onkin ympäristön kannalta tärkeää, että biojätteestä tuotetaan biokaasua, koska silloin metaani ei pääse vapautumaan vapaasti ilmakehään. (7, linkit ratkaisut -> uusiutuva energia -> bioenergia -> biokaasu.) Biokaasua voidaan käyttää betonituoteteollisuudessa samalla tavalla kuin lämmityspolttoöljyä, koska lähes jokaisen öljypolttimen tilalle voidaan asentaa kaasupoltin tai tehdashalleihin voitaisiin asentaa biokaasulla toimivia säteilylämmittimiä. Ongelmia aiheuttavat lähinnä kaasun saatavuus ja varastointi.

#### **4.3.3 Biopolttoöljy**

Biomassoista voidaan jalostaa nestemäisiä polttoaineita, joilla voidaan korvata energiatuotannon fossiilisia polttoaineita. Nestemäisten biopolttoaineiden valmistukseen käytetään kasvi- ja puupohjaista selluloosaa sekä jätteitä ja tähteitä. Nestemäiset biopolttoaineet vähentävät tehokkaasti päästöjä, koska ne ovat hiilidioksineutraaleja ja ne eivät sisällä rikkiä lähes ollenkaan. (7, linkit ratkaisut -> uusiutuva energia -> bioenergia -> nestemäiset biopolttoaineet.) Nestemäisiä biopolttoaineita voidaan käyttää betonituoteteollisuudessa samalla tavalla, kuin perinteistä lämmityspolttoöljyä.



## **5 ENERGIANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN BETONITUOTETETAASSA**

Teollisuusrakennukset kuluttavat noin 28 % Suomen kaikesta lämmönkulutuksesta. Jokaisella tuotantolaitoksella teollisuudessa on omanlaisensa sähköenergian- ja lämmönkulutusprofiilinsa. Tämä profiili tulisi tietää mahdollisimman tarkasti, jotta toimet energiatehokkuuden parantamiseksi saataisiin kohdistettua kaikkien tärkeimpiin kohteisiin. Teollisuudessa energiaa kuluu tuotannon ja siihen liittyvien toimintojen lisäksi kiinteistöjen lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja valaistukseen. (9, s. 4, 6.)

### **5.1 Lämmön talteenotto**

Vanhemmissa teollisuuskiinteistöissä, joissa ei ole ilmanvaihdon lämmöntalteenottoa, poistuu suuri määrä lämmitysenergiaa ilmanvaihdon kautta.

Huomattava osa poistoilman mukana menevää lämpöenergiaa voitaisiin ottaa talteen lämmönsiirrinten avulla. Lämmönsiirto on sitä tehokkaampaa mitä suurempi lämpötilaero on lämpöä luovuttavan ja vastaanottavan virran välillä. Tämän vuoksi on edullista lämmittää tuloilmaa poistoilman lämmöllä. Lämpöä saadaan siirrettyä poistoilmasta tuloilmaan suoraan ilmavirtoja erottavan levyn lävitse, jolloin on kyseessä suora rekuperatiivinen lämmönsiirrin. (10, s. 188.) Levylämmönsiirtimessä eivät poistoilman epäpuhtaudet pääse sekoittumaan tuloilmaan. Levylämmönsiirrin on suosittu sen hygieenisuuden, kustannustehokkuuden ja kohtalaisen hyvän lämmöntalteenoton takia.

Lämpöä varastoivassa lämmönsiirtimessä lämpö siirtyy aineen välityksellä. Aine vuorotellen lämpenee ja jäähtyy ilmavirrassa. Tätä kutsutaan renegatiiviseksi eli lämpöä varastoivaksi lämmönsiirroksi. (10, s. 188.)

Eniten käytetty menetelmä lämmön talteenotossa on pyörivä lämmönsiirrin, joka koostuu kiekkomaisesta roottorista ja käyttölaitteistosta. Roottorin kotelo on jaettu kahteen eri puolikkaaseen, joista toiseen johdetaan tuloilma ja toiseen pois-

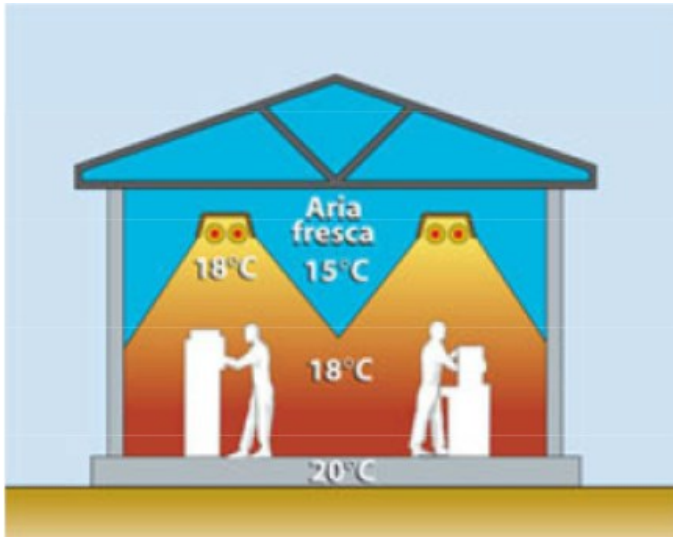
toilma. Roottorin pyöriessä poistoilman lämpö siirtyy tuloilmaan. Pyörivää lämmönsiirrintä pyritään käyttämään aina kun sen käyttö on tilan vaatimusten ja ilman puhtauden mukaan mahdollista. (17, s. 178–179.)

Betonituoteteollisuudessa Ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla on huomattavia vaikutuksia tehtaitten lämmitysenergian kulutukseen. Tehdashallien poistoilman mukana virtaa ulos suuria määriä lämpöenergiaa, jonka talteenotolla saataisiin tuloilmaa lämmitettyä ja näin säästettäisiin lämmityskuluissa. Lämmöntalteenotossa täytyy kuitenkin huomioida poistoilman puhtaus, jos ilma on likaista niin se voi aiheuttaa tukkeutumista lämmönsiirtimessä, joka heikentää lämmönsiirto-  
tehoa.

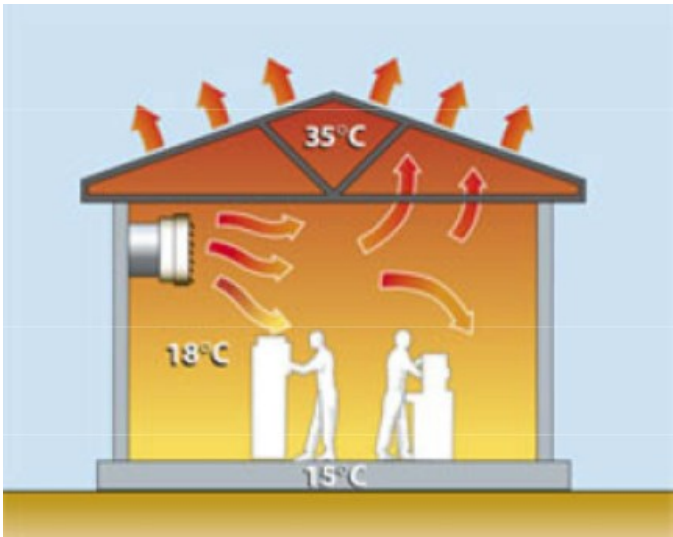
## **5.2 Säteilylämmittimet**

Säteilylämmitys on tehokas tapa lämmittää paikallisesti tiettyä aluetta tai kohdetta. Tällöin ympäröivän tilan lämpötilaa voidaan pitää matalampana, jolloin säästetään lämmitysenergiaa. (10. s. 135.)

Säteilylämmityksessä pääosa lämmöstä siirtyy lämpösäteilynä. Säteilylämmittimen pintalämpötilan ollessa noin 80 °C lämmitystehosta siirtyy lämpösäteilynä 60 % ja konvektiona 40 %. Suurissa ja korkeissa tehdasrakennuksissa lämpötilan kerrostuminen saattaa aiheuttaa suuria eroja katon ja lattian välisissä lämpötiloissa. Lämpötilan kerrostuminen säteilylämmityksessä on noin 0,5 °C/m, joka on muihin lämmitysjärjestelmiin verrattuna pieni. Esimerkiksi lämminilmapuhaltimen aiheuttama lämpötilankerrostuminen on 2 °C/m. Pieni kerrostuma merkitsee alhaisempaa lämmityksen tehotarvetta, koska sisälämpötila katossa jää alhaisemmaksi ja samalla myös katon kautta johtuva lämpöhäviö pienenee (12. linkit dokumentit ilmastointi -> kattolämmitys.) Kuvissa 4 ja 5 on esitetty lämminilmapuhaltimen ja säteilylämmityksen eroa tuotantotiloissa.



KUVA 4. Säteilylämmitys tuotantotilassa (13)

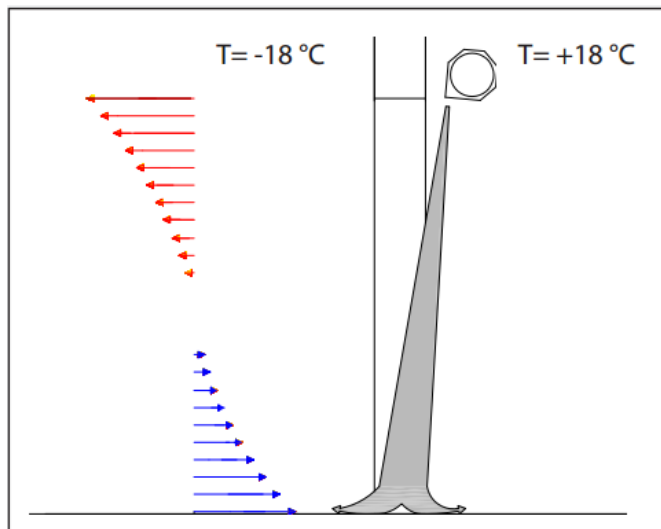


KUVA 5. Lämminilmapuhallus tuotantotilassa (13)

Betonituoteteollisuudessa lämminilmapuhallinjärjestelmän vaihtaminen säteilylämmittimiin olisi tehokas keino vähentää lämmityskustannuksia. Tehdasrakennukset ovat yleensä suuria ja korkeita, joissa työskentely tapahtuu lattiantasolla. Tehdasrakennuksissa on usein valmiina vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, joka olisi helppo muuttaa vesikiertoiseksi säteilylämmitykseksi. Näin saataisiin lämpötilan kerrostuminen vähenemään ja rakennusten sisälämpötilaa laskettua. Säteilylämmittimiä voitaisiin käyttää myös biokaasulla, jos sellaista olisi helposti saatavilla.

### 5.3 Ilmaverho

Teollisuusrakennusten suuria nosto-ovia joudutaan avaamaan ja pitämään auki, useita kertoja päivässä. Avoimesta ovesta pääsee virtaamaan lämmintä ilmaa ulos ja samalla kylmää ilmaa virtaa sisään. Tämä vaikuttaa rakennusten energiankulutukseen, sisäilmastoon ja siitä syntyy vetoa. Oviaukkoon asennettavalla ilmaverholla voidaan estää lämpötilaerosta aiheutuva luonnollinen ilmanvaihto. (14, s. 2.) Ilmaverhon toimintaperiaate on esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. Ilmaverhon toimintaperiaate (15, s. 3)

Avoimessa oviaukossa painesuhteet pyrkivät jatkuvasti tasoittumaan. Paine-erot oviaukossa johtuvat lämpötilaerosta, tuulesta tai yli- ja alipaineesta. Avattaessa ovea talvella kylmä ilma pyrkii rakennuksen sisään aukon alareunasta ja samalla aukon yläreunasta lämmin ilma virtaa ulos. Tämä aiheuttaa tilan jäähtymisen ja vedon tunteen. (15, s. 3.) Ilmasulku jakaa ilmamassan kahtia ohuen ilmaverhon avulla, joka estää eri ilmanlaatuja ja lämpötilojen sekoittumista keskenään. Ilmaverho saadaan aikaan voimakkaalla laminaarisella ilmavirralla, joka puhalletaan oven yläreunasta lattiaan saakka. Ilmaverhojärjestelmän suurimpana etuna on energiansäästö, joka saavutetaan tilojen lämmitystarpeen vähentyessä. Lisäksi ilmaverhojärjestelmä parantaa työskentelyolosuhteita, koska se vähentää lämmönvaihteluja. (15, s. 2–4.)

Betonituoteteollisuudessa ilmaverhojärjestelmillä voidaan saavuttaa huomattavia energiansäästöjä. Betonituotetehtaissa on suuria ovia, joiden kautta valmiit tuotteet siirretään ulkovarastoon. Tämän vuoksi ovia joudutaan avaamaan useita kertoja päivässä. Tuotteiden kuljettaminen ulkovarastoon, tapahtuu yleensä katonosturilla, jonka kiskot kulkevat hallin yläosassa. Siksi ovien pitää avautua aina ylös asti, kun valmista tuotetta kuljetetaan ulos. Oviaukkoihin asennettavilla ilmaverhoilla kylmän ilman virtaaminen sisään voitaisiin estää ja näin säästettäisiin lämmityskustannuksissa ja työskentelyolosuhteet pysyisivät tehtaassa tasaisempina.

## **6 UUSIEN PÄÄSTÖNORMIEN VAIKUTUS BETONITEOLLISUUTEEN**

Valtioneuvosto antoi uuden asetuksen ympäristönsuojeluvaatimuksista (1065/2017), joka koskee keskisuuria energiantuotantolaitoksia. Asetuksella pannaan käytäntöön EU:n MCP-direktiivi (2015/2193/EU) keskisuurille polttolaitoksille. Asetus astui voimaan 1.1.2018 ja sitä sovelletaan heti uusiin 1–50 MW:n ja olemassa oleviin 5–50 MW:n yksiköihin. Asetuksen uusia raja-arvoja sovelletaan ilmaan johdettaville päästöille, olemassa oleville 5–50 MW:n yksiköille vuodesta 2025 alkaen ja 1–5 MW:n yksiköille vuodesta 2030 alkaen. Siihen asti sovelletaan siirtymäkauden raja-arvoja. (16, linkit ajankohtaista -> polttolaitosten ympäristönsuojeluvaatimuksia uusittu.)

Uuden asetuksen vaatimukset liittyvät energiantuotantoyksiköiden rekisteröintiin, päästöraja-arvoihin, polttoaineen varastointiin, savupiipun korkeuden määrittämiseen, jätevesien käsittelyyn, melun torjuntaan, jätehuoltoon poikkeustilanteisiin sekä toiminnan tarkkailuun ja raportointiin. (16, linkit ajankohtaista -> polttolaitosten ympäristönsuojeluvaatimuksia uusittu.)

Tässä työssä on tutkittu miten uusi asetus vaikuttaa betoniteollisuuteen, joka yleensä käyttää energiantuotantolaitoksina 1-5 MW:n yksiköitä.

### **6.1 Laitoksen rekisteröinti**

Energiantuotantolaitoksesta tehdään rekisteröinti-ilmoitus toimivaltaiselle viranomaiselle. Ilmoitus tehdään uusista laitoksista 90 päivää ennen toiminnan aloitusta ja toiminnassa olevista laitoksista siirtymäkauden loppuun mennessä.

Rekisteri-ilmoituksen tulee sisältää

- 1) toiminnanharjoittajan nimi, kotipaikka ja yhteystiedot
- 2) laitoksen sijaintiosoite, mikäli kyse on muusta kuin siirrettävästä energiantuotantoyksiköstä
- 3) tiedot laitoksen ympäristöstä ja alueen kaavoituksesta, mikäli kyse on muusta kuin siirrettävästä energiantuotantoyksiköstä

- 4) tiedot laitoksen ympäristöluvasta sekä muista voimassa olevista luvista, sopimuksista, päätöksistä ja ilmoituksista
- 5) tiedot toimialaluokasta sekä yksikkökohtaiset tiedot polttoainetehosta, tyyppistä, käytettävistä polttoaineista ja niiden osuuksista, päästöjen vähentämistekniikoista, arvioiduista vuotuisista käyttötunneista ja keskimääräisestä tehotasosta käytössä
- 6) tiedot päästöistä ilmaan
- 7) tiedot savupiipun korkeudesta ja sen mitoituksen perusteista
- 8) tiedot jätevesien ja sade- ja sulamisvesien (hulevesien) käsittelystä sekä päästöistä veteen tai viemäriin
- 9) tiedot polttoaineen varastoinnista
- 10) tiedot toiminnassa syntyvistä jätteistä ja jätehuollosta
- 11) tiedot toiminnassa käytettävistä kemikaaleista
- 12) tiedot toiminnan melupäästöistä, niiden vaikutuksista sekä meluntorjunnasta
- 13) tarkkailusuunnitelma
- 14) poikkeuksellisia tilanteita koskeva toimintasuunnitelma
- 15) tiedot yksiköiden käyttöpäivistä tai, jos tarkka käyttöönottopäivä ei ole tiedossa, todisteet siitä, että yksikön toiminta on alkanut ennen 20 päivää joulukuuta 2018.

Lisäksi rekisteröinti-ilmoituksen tulee sisältää tieto siitä, sitoutuuko toiminnanharjoittaja rajoittamaan uuden energiantuotantoyksikön toiminta-aikaa korkeintaan 500 käyttötuntiin vuodessa kolmen vuoden liukuvana keskiarvona tai olemassa olevan energiantuotantoyksikön toiminta-aikaa korkeintaan 500 tai 1000 käyttötuntiin vuodessa viiden vuoden liukuvana keskiarvona. (17.)

## **6.2 Päästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille**

Uusien energiantuotantoyksiköiden rikkioksidin, typenoksidien ja hiukkaspäästöjen päästöt ilmaan eivät saa ylittää asetuksessa määrättyjä raja-arvoja. Taulukossa 1 on esitetty yläarvot, milligrammoina/normisavukaasukuutio, nestemäisten ja kaasumaisten polttoaineiden typenoksidien, rikkioksidin ja hiukkaspäästöille.

**TAULUKKO 1 Päästöjen raja-arvot (17)**

	NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> n]	SO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> n]	Hiukkaset [mg/m <sup>3</sup> n]
Kevyt polttoöljy	200	-	-
Muut nestemäiset polttoaineet	300	350	50
Maakaasu	100	-	-
Muut kaasumaiset polttoaineet	200	35	
Biokaasu	-	100	-

Olemassa olevien energiantuotantoyksiköiden polttoaineteholtaan 1–5 MW:n ty-  
penoksidien, rikkidioksidin ja hiukkaspäästöjen raja-arvot siirtymäkaudelta ovat  
esitetty taulukossa 2.

**TAULUKKO 2 Päästöjen raja-arvot siirtymäkaudella (17)**

	NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> n]	SO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> n]	Hiukkaset [mg/m <sup>3</sup> n]
Kevyt polttoöljy	900	-	-
Kaasu	400	-	-

Olemassa olevien energiantuotantoyksiköiden polttoaineteholtaan 1-5 MW ty-  
penoksidien, rikkioksidin ja hiukkaspäästöt 1.1.2030 alkaen ovat taulukossa 3.

**TAULUKKO 3 Päästöjen raja-arvot siirtymäkauden jälkeen (17)**

	NO <sub>x</sub> [mg/m <sup>3</sup> n]	SO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> n]	Hiukkaset [mg/m <sup>3</sup> n]
Kevyt polttoöljy <sup>1</sup>	200	-	-
Muut nestemäiset polttoaineet	650	350	50
Maakaasu	250	-	-
Muut kaasumaiset polttoaineet	250	200	-

<sup>1</sup> Jos toiminta aika yli 500 mutta enintään 1000  
käyttötuntia vuodessa niin, 900 mg/m<sup>3</sup>n



Kuten taulukoista 2 ja 3 huomataan, pienenee kevyen polttoöljyn ja kaasumaisten polttoaineiden typenoksidien yläraja-arvo huomattavasti siirtymäkauden jälkeen. Lisäksi siirtymäkauden jälkeen on asetettu myös muille nestemäisille polttoaineille typenoksidien, rikkidioksidin ja hiukkaspäästöjen yläraja-arvot ja muille kaasumaisille polttoaineille typenoksidien ja rikkidioksidin yläraja-arvot.

### 6.3 Päästöjen raja-arvojen arviointi

Energiantuotantoyksikön ensimmäiset päästömittaukset on tehtävä neljän kuukauden kuluttua siitä, kun yksikkö on rekisteröity tai sen toiminta on alkanut, sen mukaan, kumpi ajankohta on myöhäisempi. Sen jälkeen mittaukset suoritetaan taulukon 4 mukaisesti tai jos energiantuotantolaitokseen tehdään merkittäviä muutoksia päästöjen kannalta. (17.)

*TAULUKKO 4 Savukaasupäästöjen määräaikaismittaukset (17)*

Mitattava päästö	Mittaukset
hiukkaset, typenoksidit, rikkidioksidi ja hiilimonoksidi <sup>1,2</sup>	<p>Vähintään kerran kolmessa vuodessa seuraavin poikkeuksin:</p> <p>Jos käyttötunteja korkeintaan 500 vuodessa niin, mittaukset vähintään 1500 tunnin välein tai vähintään viiden vuoden välein</p> <p>Jos käyttötunteja korkeintaan 1000 vuodessa niin, mittaukset vähintään 3000 tunnin välein tai vähintään viiden vuoden välein</p>

<sup>1</sup> Mittaukset on tehtävä vain, jos niille on asetettu päästöraja-arvo.

<sup>2</sup> mikäli energiantuotantoyksikössä mitataan hiilimonoksidia jatkuvatoimisesti, määräajoin tehtäviä hiilimonoksidimittauksia ei tarvitse tehdä.

Savukaasupäästöjen toteuttamisperiaatteet on kuvattava tarkkailusuunnitelmassa. Tieto suoritettavista mittauksista ja mittausten suorittajasta on toimitettava vähintään kuukautta ennen mittausta tiedoksi kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle tai valtion valvontaviranomaiselle. Mittausten on perustuttava EN-standardien mukaisiin tai muihin vastaaviin luotettaviin menetelmiin. Mittaajan pätevyys on osoitettava toimivaltaiselle viranomaiselle pyynnöstä toimitettavassa mittaussuunnitelmassa. (17.)

Manuaalisessa hiukkasmittauksessa savukaasusta otetaan vähintään kolme lyhytaikaista näytettä ja niiden tulosten keskiarvo on oltava raja-arvoa pienempi. Määräaikaismittauksen aikana energiantuotantoyksikön on toimittava vakaisissa olosuhteissa, tasaisella kuormituksella, joka vastaa tavanomaisia käyttöolosuhteita. (17.)

Savukaasupäästöjen määräaikaismittauksista laaditaan mittausraportti ja siinä on esitettävä mittaustulokset siten, että valvontaviranomainen voi varmistua päästöjen raja-arvojen noudattamisesta. Mittausraportissa on esitettävä mitattujen päästökomponenttien pitoisuus, mittausepävarmuus sekä mitattu pitoisuus, josta on vähennetty mittausepävarmuus. Lisäksi on esitettävä vuosipäästöjen laskennassa käytettävä päästökerroin. Vuosipäästöjen laskentaan käytettävä päästökerroin lasketaan todellisen mitatun pitoisuuden perusteella, eikä siinä vähennetä mittausepävarmuutta. (17.)

Energiantuotantoyksikön vuositason päästöt määritetään, vuosittain käytettyjen polttoainemäärien, polttoaineen laatutietojen ja päästökertoimien avulla. Päästökertoimien määrittämiseen käytetään viimeisimpiä luotettavia päästömittausten tuloksia. (17.)

#### **6.4 Nestemäisten polttoaineiden käsittely ja varastointi**

Nestemäisten polttoaineiden käsittelyssä ja varastoinnissa sekä vuotojen hallinnassa tulee noudattaa vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta annettua lakia (390/2005). Lisäksi on noudatettava seuraavia vaatimuksia

- 1) nestemäisten polttoaineiden säiliöiden suoja-altaan on oltava tiivis ja sen tilavuus on mitoitettava siten, että vuototilanteessa suoja-altaaseen sopii

vähintään 1,1 kertaa siihen sijoitetun yksittäisen säiliön suurin varastoitava nestetilavuus

- 2) säiliöiden kunto on tarkastettava säännöllisesti, kuitenkin vähintään kymmenen vuoden välein
- 3) säiliöt on varustettava ylitäytönestimillä ja jos käytössä on kaksoisvaippasäiliö, se on lisäksi varustettava vuodonilmaisimilla
- 4) vuotojen leviämisen torjumiseksi on varattava imeytysaineita ja torjuntakalustoa polttonesteiden talteenottoa varten
- 5) nestemäisten polttoaineiden täyttö- ja purkupaikkojen on oltava nesteitä läpäisemättömiä ja reunoiltaan korotettuja tai kauttaaltaan kallistettuja. Muita vastaavan tasoisia menetelmiä voidaan kuitenkin käyttää, jos energiantuotantoyksiköiden yhteenlaskettu toiminta-aika on enintään 1500 käyttötuntia vuodessa viiden vuoden liukuvana keskiarvona laskettuna. Vastaavan tasoiset menetelmät on esitettävä ympäristölupahakemuksessa tai rekisteröinti-ilmoituksessa. (17.)

## **6.5 Jätehuolto**

Energiantuotantolaitoksen jätehuolto tulee toteuttaa jätelain (646/2011) ja sen nojalla annettujen säännösten mukaan siten, että maaperän pilaantumista, ympäristön roskaantumista tai muuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle ei pääse syntymään. Vaaralliset ja hyödyntämiskelpoiset jätteet tulee kerätä talteen, ryhmitellä, pakata ja varastoida katetussa tai muutoin vesitiiviissä tilassa tiivispohjaisella alustalla. Öljy- ja muut vaaralliset jätteet toimitetaan asianmukaiseen loppukäsittelyyn tai hyödyntämiseen vähintään kerran vuodessa. (17.)

## **6.6 Muut poikkeukselliset tilanteet**

Toiminnan harjoittajan on huolehdittava siitä, että ympäristönsuojelulain 123. §:ssä tarkoitettujen poikkeuksellisten tilanteiden estämiseksi ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat toiminnot on ohjeistettu (17).

Toiminnanharjoittajan on laadittava toimintasuunnitelma poikkeuksellisia tilanteita varten. Toimintasuunnitelmassa tulee olla ohjeet toimenpiteistä, polton ja

erotinlaitteiden sekä öljy- ja kemikaalivahinkojen varalle. Toimintasuunnitelma tulee toimittaa ympäristöluvan hakemisen yhteydessä lupaviranomaisella tai rekisteröinti-ilmoituksen jättämisen yhteydessä kunnan ympäristöviranomaiselle. Toimintasuunnitelma tulee pitää jatkuvasti ajan tasalla. (17.)

Poikkeuksellisten tilanteiden ilmoitusvelvollisuudesta on säädetty ympäristönsuojelulain 123. §:ssä. Toiminnanharjoittajan on viivytyksettä ryhdyttävä toimiin poikkeuksellisen tilanteen edellyttämiin korjaus- tai torjuntatoimiin ympäristölle haitallisten vaikutusten tai ympäristön pilaantumisen estämiseksi. Tarvittaessa on aloitettava selvitys poikkeuksellisen tilanteen aiheuttamasta vaikutuksesta, tilanteen luonteen edellyttämässä laajuudessa, kunnan ympäristöviranomaisen tai muun toimivaltaisen valvontaviranomaisen kanssa sovittavalla tavalla. Poikkeuksellisen tilanteen jälkeen on toiminnanharjoittajan varauduttava asianmukaisesti, vastaavan tapauksen toistumisen estämiseksi. (17.)

## **6.7 Toiminnan sekä sen päästöjen ja vaikutusten tarkkailu**

Toiminnanharjoittajan tulee laatia, ajan tasalla pidettävä tarkkailusuunnitelma, energiantuotantolaitoksen toiminnan, päästöjen ja vaikutusten tarkkailusta. Tarkkailusuunnitelma on toimitettava lupaviranomaiselle ympäristöluvan hakemisen yhteydessä tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle rekisteröinti-ilmoituksen yhteydessä. Tarkkailusuunnitelmaa voidaan myöhemmin muuttaa tai täydentää toimivaltaisen lupaviranomaisen hyväksymällä tavalla. (17.)

Energiantuotantoyksikön käyttöä on seurattava toiminnan kannalta oleellisten muuttujien osalta taulukon 5 mukaisesti ja seurannasta tulee pitää kirjanpitoa.

*TAULUKKO 5. Energiantuotantoyksikössä seurattavat suureet käytettävän polttoaineen mukaan (17)*

	<b>Nestemäiset polttoaineet</b>	<b>Kaasumaiset polttoaineet</b>
<b>Polttoaineen laadun ja määrän seuranta<sup>1</sup></b>		
alkuperä	x	x
kulutus	x	x
lämpöarvo	x	x
rikkipitoisuus	x	
viskositeetti	x	
raskasmetallit <sup>2</sup>	x	
<b>Palamisolosuhteiden seuranta</b>		
happi <sup>3</sup>	x	x
savukaasun lämpötila <sup>3</sup>	x	x
<b>Laitteistojen toimivuuden seuranta ja huolto</b>		
kattilat	x	x
erotinlaitteet (pesurit, syklonit, sähkösuodattimet, öljynerottimet jne.)	x	x
polttimet	x	x
mittalaitteet	x	x

<sup>1</sup> polttoaineen alkuperän ja kulutuksen seuranta pakollista, muut polttoaineen laadun parametrit tarvittaessa.

<sup>2</sup> Tarvittaessa

<sup>3</sup> Mitattava jatkuvatoimisesti uusissa energiantuotantoyksiköissä.

Toiminnanharjoittajalla on oltava riittävät selvitykset polttoaineen laadusta poltto-prosessin toimivuuden, päästöjen hallinnan ja päästölaskennan kannalta. Polttoaineen laatua voidaan seurata polttoaineentoimittajalta saatavien tietojen perusteella. (17.)

Varmistaakseen palamisen hyvyyden ja sitä kautta pienet päästöt on toiminnanharjoittajan seurattava palamisolosuhteita taulukon 5 mukaisesti. Palamisolosuhteiden hallinta on tärkeää, koska päästöjen seuranta ei ole jatkuvatoimista. Jatkuvatoimisten mittausten laatu palamisen seurannasta on varmistettava ja mittalaitteet kalibroidaan säännöllisesti, vähintään kerran vuodessa. Kattilanvalmistajan antamien tietojen avulla voidaan määritellä hiilimonoksidi- ja happipitoisuuden yhteys syntyviin päästöihin. (17.)

Laitteistojen toimivuutta seurataan säännöllisesti ja huoltotoimet tulee tehdä ennakoidusti ja määrävälein. Näin saadaan varmistettua laitteistojen toimivuus ja päästöjen pysyminen asetuksen mukaisissa rajoissa. Huoltojen tulee käsittää kattiloiden, polttimien, savukaasupuhdistimien ja muiden erotinlaitteiden, mittauslaitteiden, savuhormien ja polttoainesäiliöiden huoltotoimenpiteet, samoin kuin pesut ja nuohoukset. Huolloista laaditaan huolto-ohjelma, josta ilmenee tehtävät toimenpiteet, huoltojen aikataulut ja vastuuhenkilöt. (17.)

Tarkkailusuunnitelmassa esitetään myös polttoaineiden varastoinnista ja käsittelystä aiheutuvat vaikutukset ympäristöön ja miten niitä seurataan ja ennaltaehkäistään. (17.)

## **6.8 Kirjanpito ja tietojen toimittaminen**

Toiminnanharjoittajan on helmikuun loppuun mennessä toimitettava kunnan ympäristöviranomaiselle tai toimivaltaiselle lupaviranomaiselle edellistä vuotta koskevat tiedot

- 1) käytettyjen polttoaineiden määrästä ja laadusta energiantuotantoyksiköittäin ja käytettyjen kemikaalien määrästä ja laadusta energiantuotantolaitoksen tasolla
- 2) energiantuotannosta
- 3) eri energiantuotantoyksiköiden käyttötunneista
- 4) rikkidioksidin, typenoksidien ja hiukkasten sekä hiilidioksidin kokonaispäästöistä
- 5) toiminnassa syntyneiden tuhkan ja muiden jätteiden määrästä ja laadusta sekä niiden toimituspaikasta

- 6) tarkkailtavien jätevesien määrästä ja laadusta
- 7) melumittauksista
- 8) savukaasupäästöjen mittausraportit, ellei niitä ole toimitettu erikseen toimivaltaiselle viranomaiselle. (17.)

Toiminnanharjoittajan on säilytettävä energiantuotantoyksikön ajantasainen ympäristölupa tai viimeisimmässä rekisteröinti-ilmoituksessa annetut tiedot sekä todisteet kunnan ympäristöviranomaisen suorittamasta rekisteröinnistä. Lisäksi vähintään kuuden vuoden ajan on säilytettävä ja esitettävä pyydettyä ilman viivytyksiä kunnan ympäristöviranomaiselle tai muulle toimivaltaiselle viranomaiselle seuraavat tiedot

- 1) käytetyt polttoaineet ja niiden määrät
- 2) jos laitos on sitoutunut enintään 500 tai 1000 käyttötuntimäärään vuodessa niin toteutuneiden vuotuisten käyttötuntien määrä
- 3) savukaasupäästöjen määräaikaismittausten mittausraportit
- 4) kirjanpito savukaasujen sekundäärysten puhdistuslaitteiden toiminnasta niin että voidaan todeta puhdistuslaitteiden tehokas ja jatkuva käyttö, sekä tiedot kaikista sekundäärysten puhdistuslaitteiden rikkoontumisista ja häiriöistä
- 5) tiedot tilanteista, jolloin savukaasupäästöjen raja-arvoja ei ole noudatettu sekä toimenpiteistä, jotka tuolloin on tehty
- 6) yhteenveto tarkkailusuunnitelman mukaisten tarkkailujen tuloksista. (17.)

## 7 YHTEENVETO

Työssä oli tarkoituksena selvittää lämmitysenergian käyttöä betonituotetehtaissa ja miettiä, miten energian käyttöä voisi vähentää ja voisiko uusiutuvia energiamuotoja käyttää vanhojen lämmitysjärjestelmien rinnalla. Työn tuloksena havaittiin, että useita eri uusiutuvia energiamuotoja voitaisiin ottaa käyttöön vanhojen energiantuotantolaitosten ja kaukolämmityksen rinnalle. Lisäksi tutkittiin uusien PIPO-asetusten vaikutusta betonituoteteollisuuteen. PIPO-asetuksilla on huomattavia vaikutuksia betonituoteteollisuudessa käytettäviin lämmitysjärjestelmiin, koska seurannan piiriin kuuluvat kaikki uudet yli 1 MW:n lämmitysjärjestelmät ja siirtymäkauden jälkeen kaikki vanhatkin yli 1 MW:n lämmitysjärjestelmät. Seurannassa laitteet rekisteröidään ja niiden kulutusta ja päästöjä seurataan. Lisäksi seurannasta raportoidaan vuosittain viranomaiselle.



## LÄHTEET

1. Betoni.com. Saatavissa: <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>. Hakupäivä 18.2.2019
2. Betonitekniiikan oppikirja 2004. 2012. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
3. Steel Kamet Oy. Saatavissa: <https://www.steelkamet.com/lammitysjarjestelmat.html> . Hakupäivä 27.1.2019.
4. Mepu. Saatavissa: <http://www.mepu.fi/tuotteet/lammonlahteet/lampokontti/>. Hakupäivä 19.2.2019.
5. Fesco Direct LLC. Saatavissa: <https://www.fescodirect.com/ConcretePlants/AggregateHeating>. Hakupäivä 20.2.2019.
6. Mäkelä, Veli-Matti – Tuunanen, Jarmo 2015. Suomalainen kaukolämmitys. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu
7. Motiva. Saatavissa: <https://www.motiva.fi>. Hakupäivä 20.2.2019.
8. Sauranen, Jarno 2019. Re: Tiedustelu pellettikattilan lämmitystehon noususta. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Arterm Oy. 21.2.2019.
9. Energiatehokas teollisuuskiinteistö. 2014, Motiva. Saatavissa: [http://motiva.fi/files/5847/Energiatehokas\\_teollisuuskiinteisto.pdf](http://motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf). Hakupäivä 25.2.2019.
10. Seppänen, Olli – Seppänen, Matti 1996. Rakennusten sisäilmasto ja Ivi-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys Ry.
11. Mäkinen, Pekka – Tammivaara, Heikki – Paasio, Ilkka – Sandberg, Esa – Lönnström, Jyrki 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät ilmastointiteknikka 1 Sandberg, Esa (toim.). Tampere: Talotekniikka-julkaisut Oy. S. 178-179.
12. Lindab. Saatavissa: <http://www.lindab.com/fi/pro/pages/default.aspx?redirecttoproorhome=true&i=1963>. Hakupäivä 28.2.2019.

13. Forsman, Henri 2012. Vesikiertoisten säteilylämmityspaneelien energiataloudellisuus. Insinööritoimisto. Metropolia Ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutusohjelma.
14. Kylmävarastojen ilmaverhot. Stravent Oy Saatavissa: <https://stravent.fi/uploads/file/ratkaisut/IndAC-Fi-709.pdf>. Hakupäivä 26.2.2019.
15. Mesvac ilmasulut. 2018. Esite. Mesvac Oy. Saatavissa: <https://www.mesvac.fi/tuotteet/ilmasulut>. Hakupäivä 25.2.2019.
16. Ecobio. Saatavissa: <https://www.ecobio.fi/polttolaitosten-ymparistosuojeluvaatimuksia-uusittu/>. Hakupäivä 31.1.2019.
17. L 1065/2017. Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista.

