



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JANNE KUUSIKARI

Kamarikuivaamojen kiertoilmapu- haltimien ohjauksen modernisointi

SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA
2020

Tekijä(t) Kuusikari, Janne	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 11.2020
	Sivumäärä 30+10	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Kamarikuivaamojen kiertoilmapuhaltimien ohjauksen modernisointi		
Tutkinto-ohjelma <u>Sähkötekniikan koulutusohjelma</u>		
Opinnäytetyössäni tutkittiin Westas Pihlava Oy:n kamarikuivaamojen kiertoilmapuhaltimien energiatehokkuutta. Työssä selvitettiin olisiko moottorien ohjaustavan modernisoinnilla saavutettavissa taloudellista hyötyä energiankulutuksen osalta, sekä mahdollisesti myös kunnossapitokustannuksissa. Työ toteutettiin tutustumalla nykyiseen kiertoilmapuhaltimien ohjaustekniikkaan sekä tutkimalla mitä vaadittaisiin ohjausjärjestelmän modernisointiin. Työssä tehtiin mittauksia, joiden avulla voitiin arvioida energiankulutusta sekä mekaniikkaan kohdistuvia rasituksia nykyisellä suoralla ohjauksella.		
<u>Asiasanat</u> energiatehokkuus, energiankulutus, kamarikuivaamo, kiertoilmapuhallin		

Author(s) Kuusikari, Janne	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 11.2020
	Number of pages 30+10	Language of publication: Finnish
Title of publication Modernization of control of recirculating air fans in chamber dryers		
Degree program <u>Degree program in electrical engineering</u>		
Abstract <p>In my thesis, the energy efficiency of recirculating air fans in the chamber dryers of Westas Pihlava Oy was studied. The purpose was to find out whether the modernization of the engine control method would achieve economic benefits in terms of energy consumption, and possibly also in terms of maintenance costs.</p> <p>The work was carried out by getting acquainted with the current control technology of recirculating air fans and by studying what would be required for the modernization of the control system. Measurements were made in the work, which could be used to estimate the energy consumption and the stresses on the mechanics with the current direct control.</p>		
energy efficiency, energy consumption, chamber dryer, recirculation fan		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 WESTAS PIHLAVA OY	6
2.1 Historia.....	6
2.2 Westas Pihlava Oy vuonna 2020.....	7
3 PUUN KUIVAAMISEN TARKOITUS	7
3.1 Puun kosteuden mittausmenetelmät	8
4 KAMARIKUIVAAMO	10
4.1 Kamarikuivaamon ominaisuuksia.....	11
4.2 Toiminta	11
5 KUIVAUSKAAVA	12
6 OIKOSULKUMOOTTORI	16
6.1 Kuivaamon moottorit	17
7 TAAJUUSMUUTTAJA	19
8 KENTTÄVÄYLÄ.....	20
9 WESTAS PIHLAVA OY:N NYKYINEN JÄRJESTELMÄ	21
10 MITTAUKSIA.....	24
11 SAHALAITOKSEN ENERGIANKULUTUS	27
11.1 Kamarikuivaamon puhaltimien energiankulutus	27
12 ENERGIANSÄÄSTÖ.....	28
12.1 Vertailuun sopivien tuotteiden teknisiä tietoja ja hintoja.....	29
13 YHTEENVETO	29
14 LÄHDELUETTELO.....	30

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tässä työssä tutkittiin kannattaisiko Westas Pihlava Oy:n kamarikuivaamojen kiertoilmapuhaltimien ohjaus modernisoida suorasta ohjauksesta taajuusmuuttajakäyttöisiksi.

Kyseisten kamarikuivaamojen tekniikka edustaa 1990 lukua ja se olisi tarkoitus päivittää nykyaikaiseksi. Tällä hetkellä 15 kW:n kiertoilmapuhaltimet toimivat suoralla ohjauksella, eli käynnistykset eivät tapahdu pehmeästi ja lisäksi kierrosnopeutta on mahdotonta säätää. Energiaa voisi säästyä vuositasolla paljon, jos puhaltimien käynnistys tapahtuisi pehmeästi ja lisäksi kierrosnopeutta voitaisiin tarvittaessa säätää kuivauksen eri vaiheissa.

Lisäksi moottoreihin ja puhallinsiipien kiinnitykseen kohdistuu nykyisellä ohjauksella todella suuri mekaaninen rasitus, koska puhaltimet vaihtavat pyörimissuuntaansa tasaisesti aina 1-2 tunnin välein. Työssä tutkittiin, olisiko ohjauksen modernisoinnilla mahdollista saada säästöjä niin energiankulutuksen kuin kunnossapidonkin kustannuksienkin osalta.

Työn alussa kerrotaan hieman Westas Pihlava Oy:stä, sekä kamarikuivaamosta ja sen toiminnasta. Tämän jälkeen käydään pikaisesti läpi puun kuivausta sekä käsitellään yksilöidyn kuivauskaavan tekemistä. Työssä käydään myös läpi taajuusmuuttajan ominaisuuksia ja selvitetään miksi sen avulla saattaisi olla mahdollista saavuttaa säästöä energian kulutuksessa.

2 WESTAS PIHLAVA OY



Kuva 1. Westas Pihlava Oy

(Westas Groupin www-sivut, 2020)

2.1 Historia

Westas Pihlava Oy:llä on takanaan pitkä historia. Saha perustettiin jo vuonna 1875, ensimmäinen omistaja oli ruotsalainen Fredriksfors aktiebolag. Saha myytiin muutama vuoden jälkeen ja uudeksi omistajaksi vaihtui toinen ruotsalaisyritys Wil. Röhss & Co.

Vuonna 1889 saha päättyi lopulta A. Ahlströmin osakeyhtiölle. Sahalla on aikanaan ollut myös oma vientisatama sekä pohjoismaiden suurin varastorakennus, jonka omalla nosturilla pystyttiin sahatavaraniput nostamaan suoraan laivaan.

Saha tuhoutui lähes kokonaan tulipalossa vuonna 1900. Uusi sahalaite kuitenkin rakennettiin välittömästi. Sahaa laajennettiin vielä vuonna 1916 ja viereen valmistui toinen saharakennus Bolinder AB: n tekemien suunnitelmien mukaisesti. Vuonna 2013 saha siirtyi Westas Groupin omistukseen ja nimeksi vaihtui Westas Pihlava Oy.

2.2 Westas Pihlava Oy vuonna 2020

Westas Pihlava Oy sijaitsee Kokemäenjoen varressa, Porin merisataman vieressä. Saha työllistää noin 60 henkeä, liikevaihto on 46 miljoonaa euroa ja tuotanto 215 000 m³. Sahalla tuotetaan kuusi- sekä mäntypuutavaraa.

Sahalaitoksen osat ovat:

- Tuotanto 215 000 m³
- Tukinlajittelu Tähkä, 56 lokeroa
- Kuorinta VK55
- Sahalinja Heinola
- Dimensio Odden/Finscan 45 lokeroa
- Kuivaus 8 kamaria, 4 kanavaa
- Tasaamo Heinola, 43 lokeroa
- Energia, Pori Energia

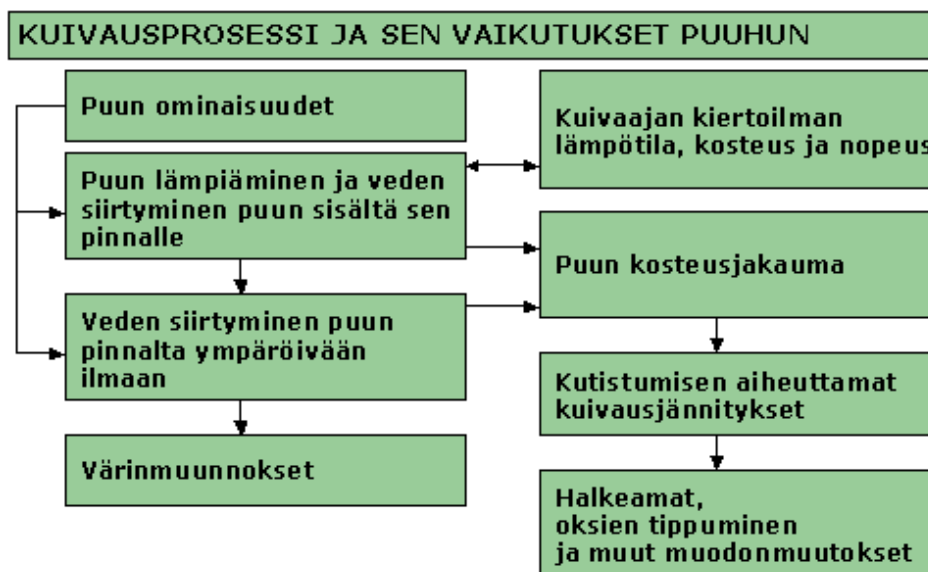
(Westas Groupin www-sivut, 2020)

3 PUUN KUIVAAMISEN TARKOITUS

Puuta ei voi käyttää juuri mihinkään käyttötarkoitukseen, jos ei sitä ole kuivattu ensin. Sahatavara kuivataan säilyvyyden, käytettävyyden ja rakenteellisten ominaisuuksiensa parantamiseksi. Normaalisti puu kuivuu tiettyyn kosteuspisteeseen itsestäänkin, mutta vaatii paljon aikaa. Puun oikean kosteuden määrittäminen käyttökohteen mukaan on todella tärkeää, koska väärä kosteus saattaa aiheuttaa isoja ongelmia.

Puu on hygroσκοoppinen materiaali, jonka kosteus määräytyy ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mukaan, tästä tilasta käytetään myös nimeä tasapainokosteus. (Oph: oppimateriaali Puutuoteteollisuus, 2020)

Kuivauksessa vaikuttavat seuraavan kaavion mukaiset tekijät:



Kuva 2. (Oph: oppimateriaali puutuoteteollisuus, 2020)

3.1 Puun kosteuden mittaamenetelmät

Puuteollisuudessa puun kosteutta voidaan mitata erilaisilla menetelmillä ja se ilmoitetaan puussa olevan veden määränä prosentteissa puun kuiva-aineen painosta. Erilaisia mittaamenetelmiä on useita:

- Puun sähkövastukseen perustuva menetelmä (piikkimittaus)
- Punnitus-kuivausmenetelmä
- Kapasitiivinen kosteuden mittaus
- Sähköiset mittaamenetelmät
- Uuttamismenetelmä

Punnitus-kuivausmenetelmässä puuerästä otetaan näytteitä satunnaisotannalla, jotka punnitaan ennen kuivausta. Tämän jälkeen näytepalat kuivataan lämpökaapissa 103 ± 2 °C:n lämpötilassa noin vuorokausi, jonka jälkeen tehdään uusi punnitus kuivana. Kosteus ilmoitetaan prosentteina haihtuneen vesimäärän suhteena kuivaan puuhun. Menetelmä on käytännössä riittävän tarkka. Mikäli puussa on runsaasti alhaisessa lämpötilassa haihtuvia aineosia, saattaa tulos hieman vääristyä.

Kosteus lasketaan seuraavanlaisella kaavalla:

$$\text{Kosteus} = 100 \cdot (a-b)/b, \text{ jossa}$$

a = Kappaleen paino kosteana

b = Kappaleen paino kuivana

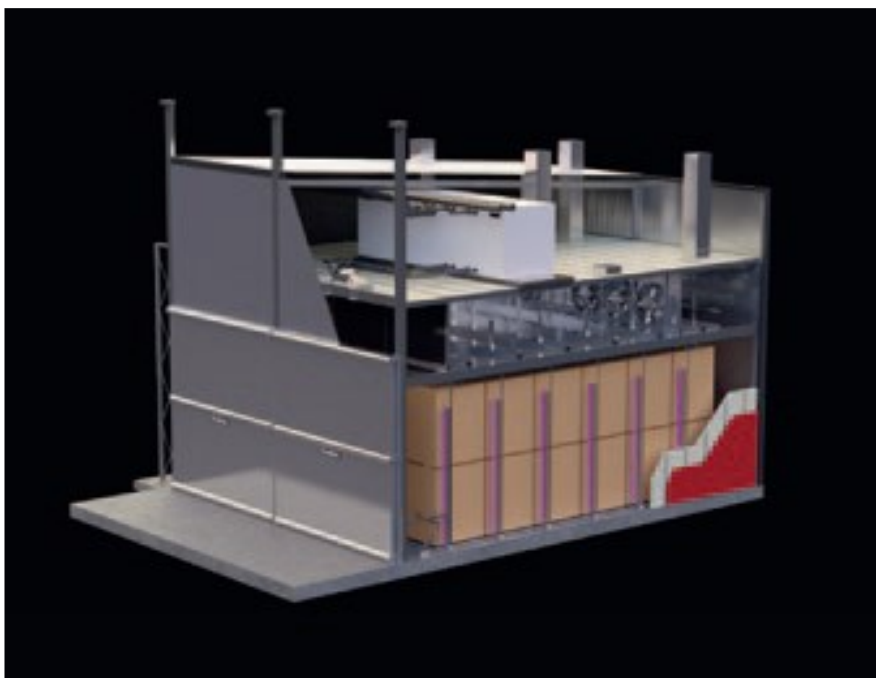
Sähköisistä mittausten menetelmistä yleisin käytössä oleva on kuvan 3 mukainen piikkimittausmenetelmä. Puuhun lyödään kaksi rinnakkain olevaa elektrodia, joiden väliltä mitataan puun sähkövastus. Mittariin asetetaan lisäksi puulaji jota mitataan, sekä mitattavan kappaleen lämpötila. Näiden tekijöiden avulla saadaan mittari osoittamaan puun kosteuden prosentteina. (Oph: oppimateriaali Puutuoteteollisuus, 2020)



Kuva 3. Puun kosteuden selvittäminen piikkimittauksella.

4 KAMARIKUIVAAMO

Westas Pihlava Oy:ssä puutavaran kuivaamiseen käytetään kanavakuivaamojen lisäksi kamarikuivaamoja, jollainen on esitetty kuvassa 4. Kamarikuivaamoja käytetään lähinnä järeän- sekä erikoiskuivan puutavaran kuivaamiseen.



Kuva 4. Kamarikuivaamon havainnekuva (Valutecin www-sivut, 2020)

Kamarikuivaamo on kanavakuivaamon ohella Suomen yleisin puutavaran kuivaamiseen käytetty laitos. Jokainen puutavaraerä kuivataan erikseen ja niinpä kamarikuivaamon etuja ovat yksilöidysti jokaiselle puutavaralle toteutetut kuivausohjelmat eli kuivauskaavat ja siitä johtuva tarkka laatu. Kamareissa lämpötila kuivauksen aikana vaihtelee tyypillisesti 40-80 °C välillä. Kuivausajat riippuvat valmiin sahatavaran halutusta laatuavoitteesta, puulajista ja tiheydestä sekä alku- ja loppukosteudesta ja lämpötilasta. (Puuproffan www-sivut, 2020)

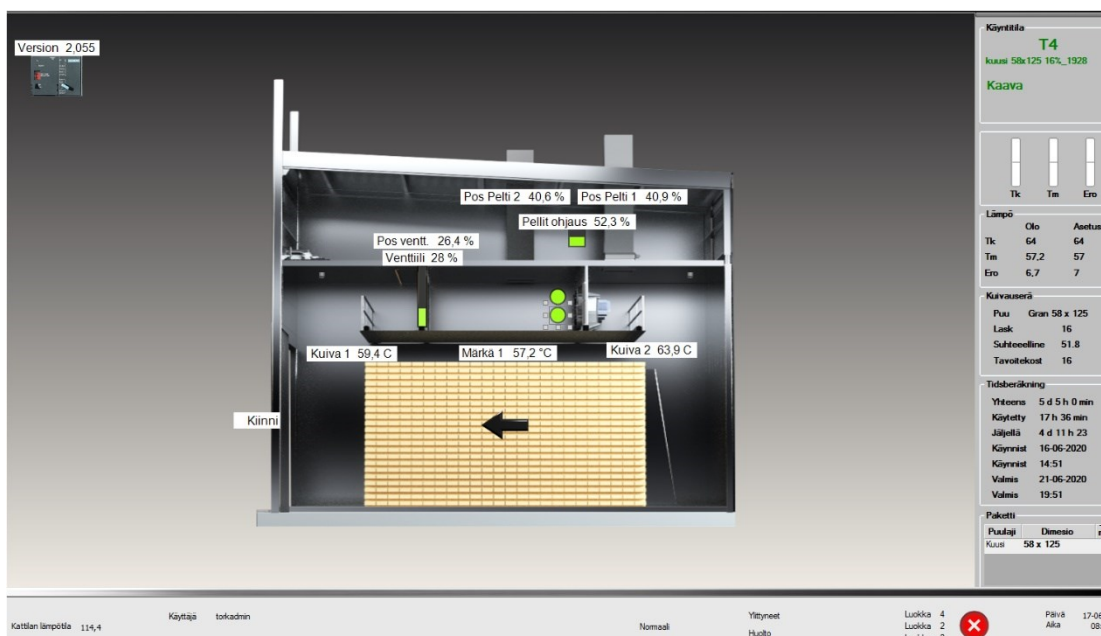
4.1 Kamarikuivaamon ominaisuuksia

- Kuivauskaava voidaan säätää jokaiselle puutavaraerälle sen vaatimuksien mukaan
- Laaja lämpötila-alue
- Hyvät ohjausjärjestelmät
- Voidaan varustaa myös kuormien päälle asetettavilla painimilla sahatavaran muotovikojen estämiseksi
- Yleensä hyvä kuivauslaatu laajojen säätömahdollisuuksien ansiosta

4.2 Toiminta

Kuva 5 havainnollistaa kamarin rakennetta ja toimintaa. Vesikiertoiset lämpöpatterit lämmitävät sisäilman haluttuun lämpötilaan ja välitasolla sijaitsevat kiertoilmapuhaltimet kierrättävät kuumaa ilmaa rimakuormien läpi, näin saadaan kosteus irtoamaan puiden soluista.

Anturit tarkkailevat ilman kuiva- ja märkälämpötilaa, joita säädetään automaattisesti kuivauskaavan edetessä niin, että sahatavara saadaan kuivattua haluttuun loppukosteuteen mahdollisimman tarkasti ja minimoiden muun muassa halkeamat sekä väri- ja muotoviat.



Kuva 5. Rakennekuva

Kamarissa vallitsevaa kosteutta säädetään avaamalla tai sulkemalla tulo/poistoilmapeltejä sekä tarvittaessa erillisillä kostutusventtiileillä. Kiertoilmapuhaltimet vaihtavat pyörimissuuntaa tasaisin väliajoin, jotta kuormat kuivuvat mahdollisimman tasaisesti.

5 KUIVAUSKAAVA

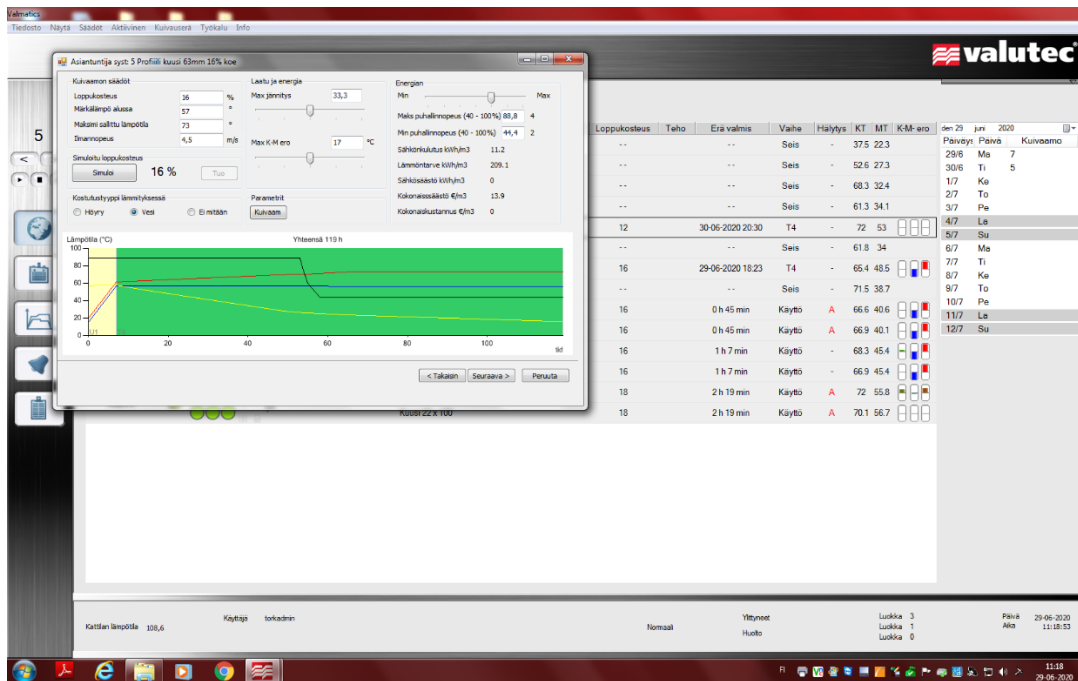
Jokaiselle puulajille ja dimensiolle tehdään oma yksilöity kuivauskaavansa, jossa huomioidaan haluttu loppukosteus. Keskiverto kuivauskaava on kestoaltaan 5-8 vuorokautta, mutta tarpeen vaatiessa käytetään myös lyhyempiä tai pidempiä kuivauskaavoja. Esimerkiksi paksu puutavara, kuten 75 mm, joka kuivataan erikoiskuivaksi, vaatii huomattavasti pidemmän kaavan.

Kuivauskaavan tekeminen aloitetaan syöttämällä tarvittavat alkutiedot (Kuva 6). Jotta kuivauskaava toimisi oikein, täytyy ensin selvittää mm. puun alkukosteus. Tämä voidaan toteuttaa ottamalla tuoreista kappaleista koepalat ja suorittaa niille punnitus-kuivauskoe.

Kuva 6. Alkutietojen syöttäminen Valutec- ohjelmistoon

Kun kuivattavan puuerän alkutiedot on annettu, seuraavaksi asetetaan kaavalle raja-arvot, kuten lämpötilat (Kuva 7). Tässä kohtaa saadaan myös valittua, kuinka tehokas kaavasta tehdään. Mitä tehokkaampi kuivauskaava on, sitä enemmän puun laatu kärsii kuivauksessa. Kaavasta ei kuitenkaan ole järkevää tehdä liian tehotonta, koska silloin

kuivauskaavasta tulee suhteettoman pitkä ja vastaavasti tuotanto kärsii. Tärkeintä on saada aikaiseksi kaava jolla puutavaran laatu saadaan pysymään laadukkaana, mutta samalla myös mahdollisimman nopea mahdollistaen tehokkaan tuotannon.

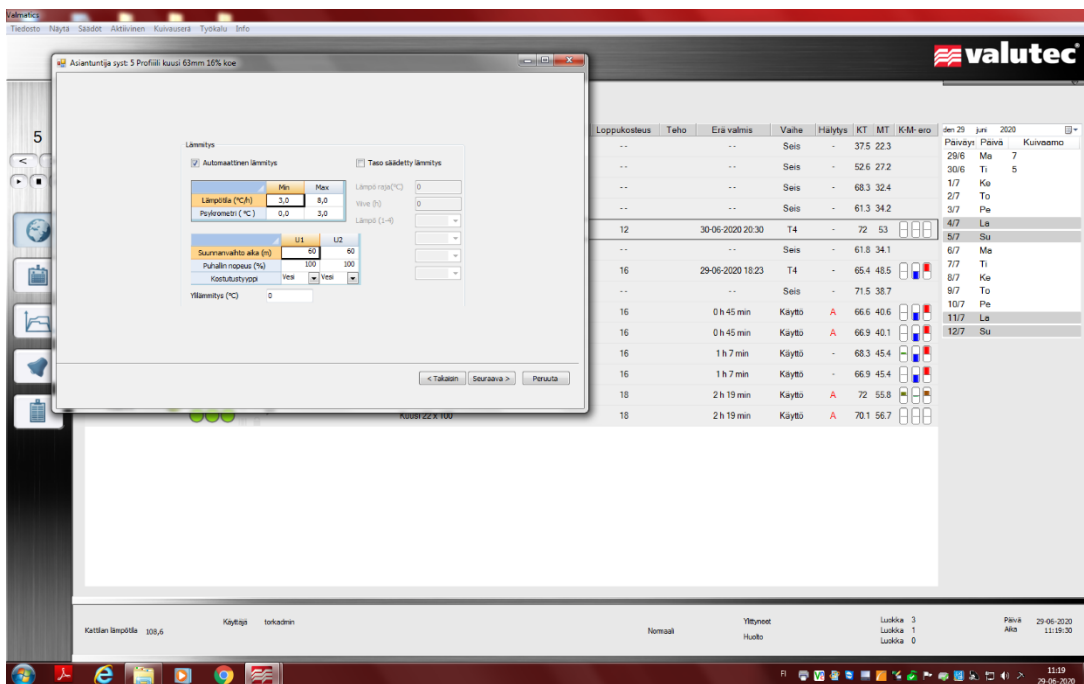


Kuva 7. Raja-arvojen ja lämpötilojen syöttäminen

Valutec-ohjelmistossa on myös jo valmiiksi rakennettuna mahdollisuus käyttää energiansäästötilaa, eli määrittää kuinka suurella nopeudella kiertoilmahuuhtimet pyörivät. Tätä optiota ei kuitenkaan nykyisellään voi hyödyntää, koska puhaltimissa on olemassa vain suora ohjaus. Kuivauskaavan simulaatiossa näkyy keltaisella pohjalla alkulämmitysvaihe U1 ja vihreällä pohjalla varsinainen kuivausvaihe T4.

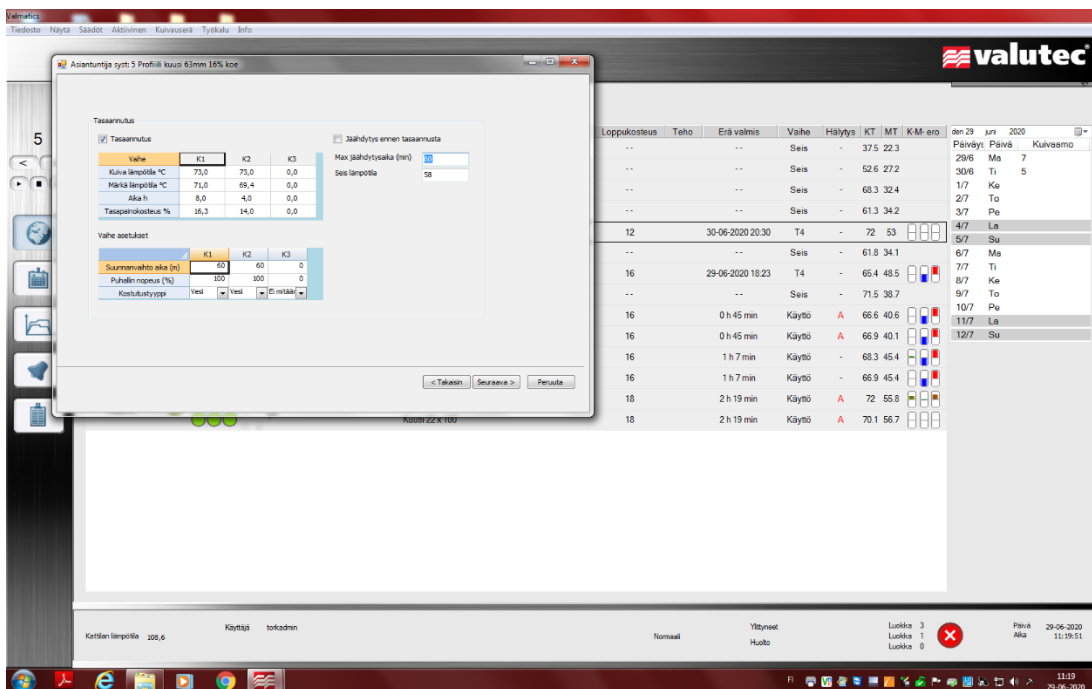
Kuvasta 8 löytyy valikko, jossa annetaan arvot alkulämmitysvaiheelle. Tässä vaiheessa kuivattavaa puuerää aletaan vähitellen lämmittämään varsinaista kuivausta varten. Kamarin täytyy saavuttaa kaavan mukaisen kuivalämmön lisäksi myös esiasetettu märkälämpö ennen kuin varsinainen kuivaus käynnistyy.

Puusta irtoaa vähitellen kosteutta myös kuivalämmön noustessa, mutta tämä vaatii paljon aikaa, joten tässä vaiheessa hyödynnetään alkukostutusta, jotta varsinainen kuivaus saadaan mahdollisimman nopeasti käyntiin, eikä aikaa mene turhaan ylös ajoon. Kamarissa on 4 sumutusventtiiliä, joihin ohjataan yli 100 asteista korkeapaineistettua vettä, joka ulos tullessaan höyrystyy hienoksi sumuksi ja auttaa nostamaan märkälämmön nopeammin asetukseensa, jotta kuivaus käynnistyisi mahdollisimman nopeasti.



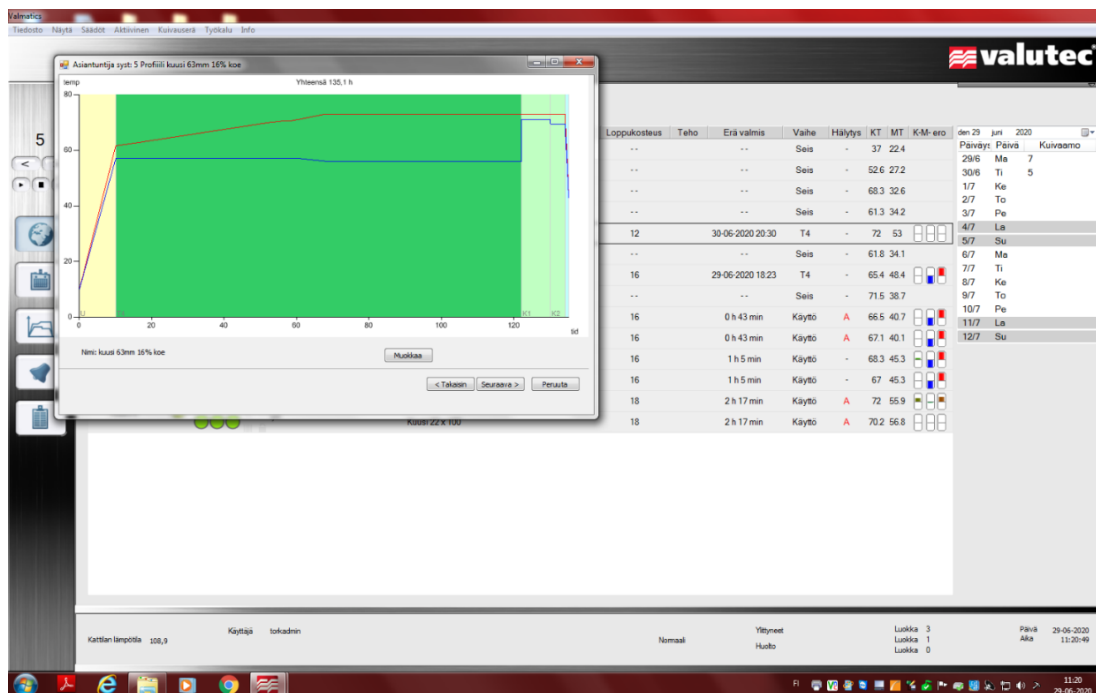
Kuva 8. Alkulämmitysvaiheen arvojen asettaminen.

Myös tasaannutusvaiheessa kannattaisi hyödyntää mahdollisuuksien mukaan puhallinnopeudensäätiä (kuva 9).



Kuva 9. Tasaannutusvaiheen arvojen syöttäminen

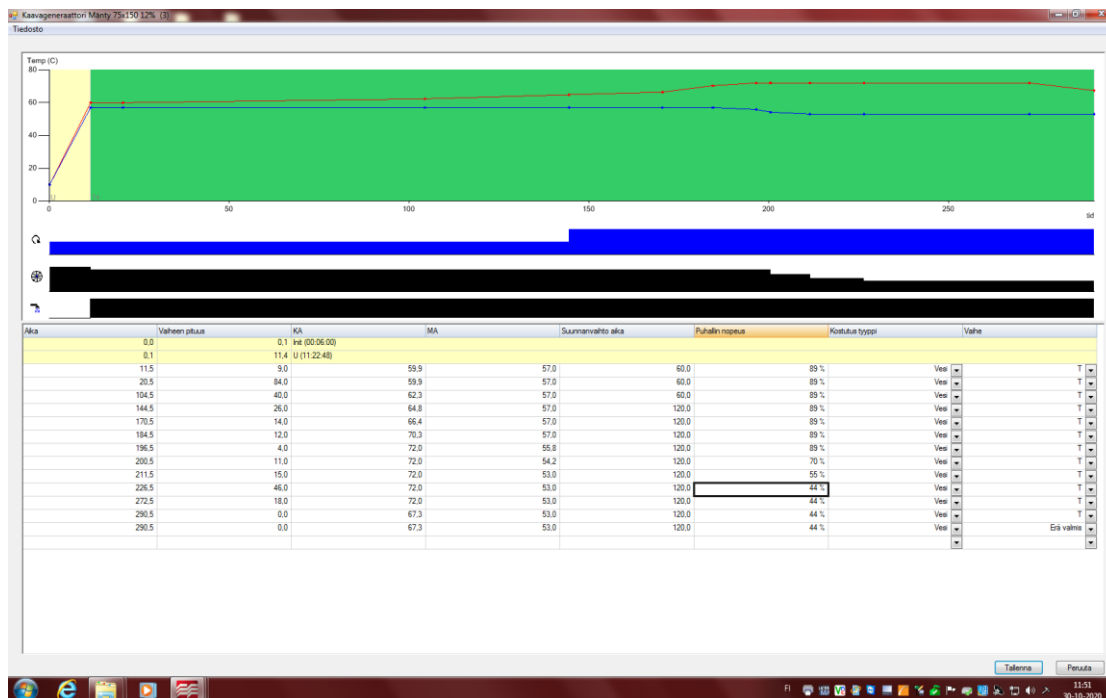
Kuvassa 10 näkyy valmis kuivauskaava yhdelle puuerälle. Vasemmassa reunassa näkyy kuivalämpötila ja alareunassa aika tunteina.



Kuva 10. Valmis kuivauskaava valitulle puuerälle.

Kuvassa 11 ilmenee, miten kaavaeditorissa pystytään asettamaan halutut puhallinnopeudet eri osissa kuivauskaavaa. Lyhyillä kuivauskaavoilla ei energiaa juurikaan pystytä säästämään muuten kuin pehmentämällä käynnistyksiä, mutta mitä pidempi kaava on, sitä enemmän energiansäästöä saadaan laskemalla puhalltimien kierrosnopeutta. Kun puu on tuoretta ja märkää, puhallustehoa tarvitaan paljon, mutta vastaavasti mitä kuivempaa puu on, sitä vähemmän tarvitaan puhallustehoa kuivausprosessissa.

Tuore ja märkä puu vastustaa tehokkaasti ilman kulkua rimakuormien läpi, mutta kun puu on kuivaa, ilma pääsee kulkemaan vapaammin kappaleiden välissä.



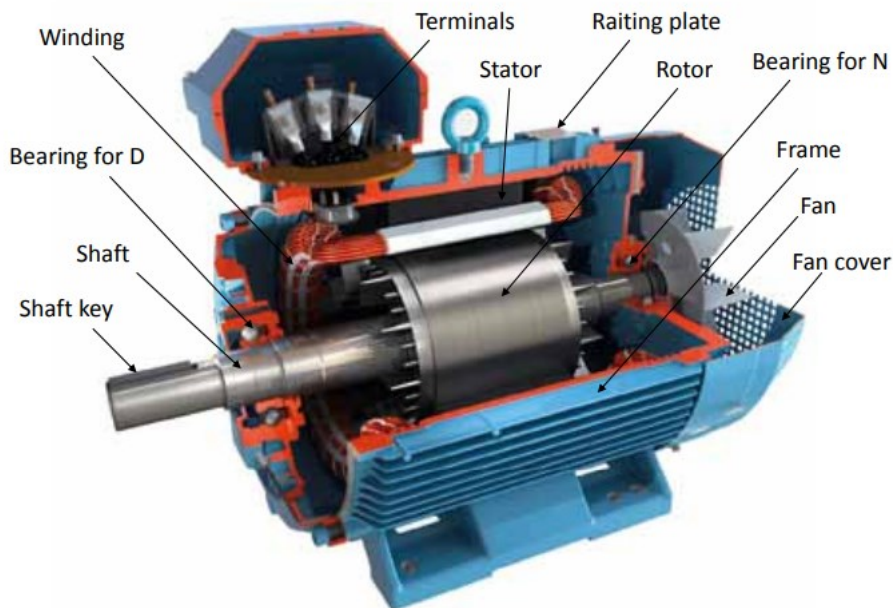
Kuva 11. Puhallinnopeuksien asettaminen.

6 OIKOSULKUMOOTTORI

Oikosulkumoottori on yksinkertaisen rakenteensa vuoksi erittäin suosittu moottori. Verrattuna muihin yleisimpiin moottorityyppeihin, oikosulkumoottorissa ei ole erillisiä magnetointikämmityksiä, vaan ainoastaan suhteellisen yksinkertaiset staattori- ja roottorikämmitykset. Moottorin rakenteesta on esimerkki kuvassa. Koneen toiminnan kannalta tärkeimmät osat ovat staattorin kämmitykset levypaketteineen ja roottorin kämmitys levypaketteineen. Käytännössä ainoat moottorin kuluvat osat ovat laakerit. (Leena Korpinen, 1998)

Epätahtimoottorin käynnistysvirta on normaalisti 5-10 kertainen nimellisvirtaan verrattuna, ellei sitä jotenkin rajoiteta. Suuresta virrasta huolimatta moottorin kehittämä käynnistysmomentti jää yleensä alle nimellismomentin. Riippuen verkosta, johon moottori on kytketty, voidaan joutua käyttämään virtaa rajoittavia käynnistinlaitteita, jotta vältetään liiallisilta häiriöiltä. Näin on varsinkin suurilla moottoreilla. (Leena Korpinen, 2020)

Yleisin syy oikosulkumoottorin hajoamiseen on laakerivika. Jos laakereiden vikaantumista ei huomata ajoissa, saattaa seurauksena olla lopulta jopa staattorin tai roottorin hajoaminen. Laakereiden sijainti selviää kuvasta 12.



Kuva 12. Oikosulkumoottorin läpileikkaus. (ABB:n sivut, 2020)

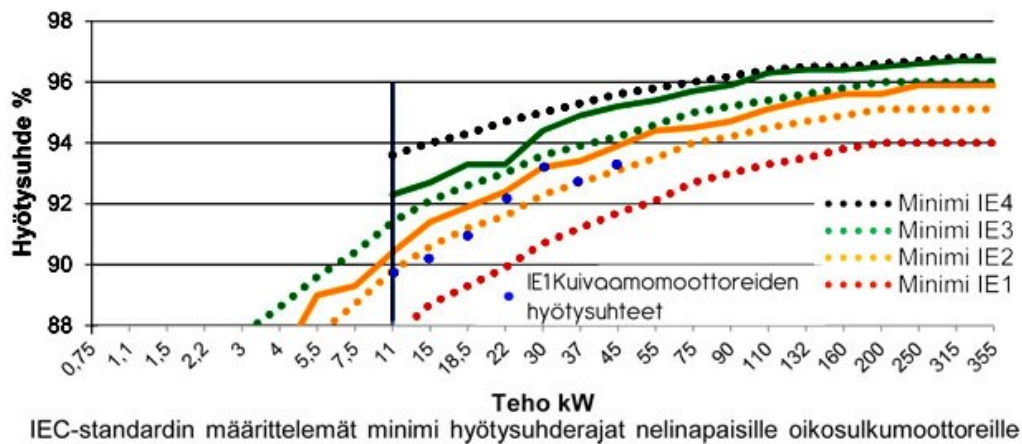
- Bearing for D = D-pään laakeri
- Bearing for N = N-pään laakeri

6.1 Kuivaamon moottorit

Kuivaamon puhallinmoottoreiden hajoaminen johtuu yleisimmin laakeriviasta, joka monesti johtaa myös eristyksen pettämiseen. Moottoreiden hankalan sijainnin vuoksi niitä ei käydä säännöllisesti tarkastamassa kuivauserien välillä, vaan vika havaitaan yleensä vasta kun moottorin lämpörele laukeaa. Moottorit ovat sahan vuosihuollon piirissä, huollon yhteydessä pyritään tarkistamaan moottorien kunto ja mahdollisesti vaihtamaan moottorit, joissa havaittavissa esimerkiksi laakereissa ylimääräistä ääntä tai välystä. Myös puhaltimien siipien kiinnitys moottorin akseliin on lujilla jatkuvien käynnistysten takia.

Kuivaamon puhallinmoottorit sijaitsevat erittäin rankoissa olosuhteissa, joka asettaa moottoreille täysin omat vaatimuksensa. Normaali sähkömoottori ei kestäisi kuivaamossa vallitsevaa kuumuutta, kosteutta sekä kemiallista rasitusta, vaan sitä varten on kehitetty oma moottorinsa.

Kuivaamon moottori toimii normaalisti n. 75-90 °C lämpötilassa sekä ajoittain lähes 100% ilman kosteudessa, joten tämä täytyy ottaa huomioon mm. laakeroinnissa, voiteluaineissa, käämityksessä ja eristeissä. Korkea lämpötila kasvattaa materiaalien resistanssia, joten kuivaamon moottoreissa käytetään normaaliin moottoriin verrattuna suurempia käämiuria ja enemmän käämikuparia. Tämä mahdollistaa matalamman käyntilämpötilan sekä paremman hyötysuhteen, kuten ilmenee kuvasta 13. (VEM:in www-sivut, 2020)



Kuva 13. Kuivaamomootorin hyötysuhde verrattuna tavanomaiseen moottoriin. (Zenerin www-sivut, 2020)

Puuaineksesta haihtuu erilaisia kemiallisia yhdisteitä korkean lämpötilan vaikutuksesta, jotka heikentävät tavanomaisten voiteluaineiden ominaisuuksia, kuten:

- Ligniinistä erkanee aromaattisia yhdisteitä kuten fenoleja, kreosoleja ja guajakoleja.
- Pihkasta terpeenejä sekä heikkoja happoja, hartsihappoja.

Korkea lämpötila lyhentää moottoreiden elinikää, jonka vuoksi puutavarakuivaamomootoreihin on valittu erityiskäämitys, joka soveltuu paremmin ankariin käyttöolosuhteisiin. Käämieristeet on suunniteltu yli 1000 V käyttöjännitteellä toimiviin moottoreihin. Kuivaamomootoreissa käytetään korkeatasoista käämilankaa, joka on suojattu emalilakalla. Emalilakka antaa suojaa puusta haihtuvia hartsihappoja vastaan sekä parantaa läpilyöntikestävyyttä taajuusmuuttaja käytössä.

Staattorin sisäpinnat suojataan tropiikkikäsittelyllä, joka estää kosteuden pääsyn käämeihin. Kosteus lisää käämeissä läpilyöntejä, jotka heikentävät käämieristeiden kestävyttä vähitellen. Tropiikkisuojaus lisää moottorin käämien ja käämieristeiden sähköistä kestävyttä. (Zenerin www-sivut, 2020)

Kiertoilmapuhaltimen hajoaminen aiheuttaa huomattavan haitan tuotannolle. Moottorin hajoaminen huomataan yleensä vasta siinä vaiheessa, kun moottorin lämpösuojalaakea. Yleensä kuivausta ei kuitenkaan tämän vuoksi keskeytetä, vaan kuivauserä pyritään kuivaamaan valmiiksi asti vajaalla teholla. Mutta koska yksi puhaltimista ei tässä tilanteessa pyöri, ilmankierto ei välttämättä toteudu halutulla tavalla, vaan ilmavirta jää pyörimään kamarin välitasolle ja kuivaus saattaa helposti venyä kymmeniä tunteja. Moottorin vaihtotyö kestää noin vuorokauden, koska kamarin täytyy ensin jäähtyä kunnolla ennen kuin kunnossapito pääsee töihin.

7 TAAJUUSMUUTTAJA



Kuva 14. (S.T.M Finlandin www-sivut, 2020)

Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikkalaite, jolla ohjataan sähkömoottoria muuttamalla sen tehonsyötön jännitettä ja taajuutta. Taajuusmuuttaja pystyy tarkasti säätämään ylös- ja alaramppaukset käynnistyksen ja pysäytyksen aikana, joka mahdollistaa energiansäästön, parantaa järjestelmän tehokkuutta sekä vähentää laitteiden mekaanista rasitusta ja pidentää käyttöikää.

Taajuusmuuttajan avulla voidaan nopeus ja vääntömomentti mitoittaa prosessin vaatimusten mukaan, lisäksi nykyaikaisista taajuusmuuttajista löytyy laajalti verkko- ja diagnostiikkaominaisuuksia, joiden avulla saadaan suorituskykyä hallittua entistä paremmin sekä samalla tuottavuutta tehostettua. Jo suhteellisen pienillä nopeuden muutoksilla saadaan moottorin ottamaa virtaa pienennettyä, jos moottorin nopeutta pudotetaan 20 %, saattaa se vähentää energiankulutusta jopa 50 %. Energiansäästö on erityisen huomattava pumppu- ja puhallinkäytöissä, joissa energian tarve pienenee suhteessa nopeuden kolmanteen potenssiin. Taajuusmuuttajan käyttö mahdollistaa sähkömoottorien tehokkaan käytön erilaisissa prosessi- ja tuotantojärjestelmissä, energiankulutuksessa säästöä voidaan saada jopa 30-50 % verrattuna suoraan ohjaukseen, joten investoinnin takaisinmaksu voi tapahtua jo kahden vuoden sisällä. Tyypillisimpiä taajuusmuuttajien käyttökohteita ovat pumput ja puhaltimet. Muita käyttötarkoituksikohteita ovat mm. hissit, kuljettimet, vinssit, lypsykoneet, ilmastointilaitteet ja nosturit.

Kun taajuusmuuttajan ohjaamalle epätahtimoottorille halutaan nopeita hidastuksia, muuttuu moottori helposti generaattoriksi. Jarrutuksessa moottorin synnyttämä teho virtaa taajuusmuuttajan välipiiriin, joka aiheuttaa välipiirin jännitteen nousua. Taajuusmuuttajan jännitesäätäjä yrittää kompensoida tätä nostamalla lähtötaajuutta. Koko käytön hidastuvuus riippuu tällöin itse käytön ja moottorin häviöistä sekä siitä, paljonko taajuusmuuttaja pystyy kuluttamaan moottorin tuottamaa jarrutusenergiaa. Joissain tilanteissa moottoria on voitava jarruttaa suuremmalla teholla kuin mihin vakiorakenteinen taajuusmuuttaja pystyy, tällöin otetaan avuksi vastusjarru. Vastusjarru koostuu ns. jarrukatkojasta ja jarruvastuksesta. Jarruvastuksessa ylimääräinen jarrutusenergia muuttuu lämmöksi. (Zenerin www-sivut, 2020)

Taajuusmuuttaja säätää sähkömoottorin kierrosnopeutta sovelluksen todellisen tarpeen mukaan, mikä vähentää energiankulutusta tyypillisesti 20–50 %. Taajuusmuuttajainvestointi on pieni sähkömoottorin kuluttaman energian hintaan nähden, joten taajuusmuuttajalla ohjatun moottorin tuoma energiansäästö tekee investoinnista nopeasti kannattavan. Tutkimusten mukaan taajuusmuuttajien takaisinmaksuaika on jatkuvasti lyhentynyt, esimerkiksi pumppu- ja puhallinsovelluksissa takaisinmaksuaika voi olla jopa alle yksi vuosi. (VEM:in www-sivut, 2020)

8 KENTTÄVÄYLÄ

Kenttäväylä on automaatioissa yleisesti käytössä oleva tekniikka, jonka avulla saadaan laitteiston eri osat liitettyä toisiinsa yksinkertaisemmin kuin kaapeloimalla jokainen erikseen. Kenttäväylän käyttö on korvannut perinteisten laitteistojen kaapeloiminnan automaatiojärjestelmien yhdistävänä tiedonsiirtoväylänä. Kenttäväylän ominaisuuksia kuvaa hyvin: digitaalinen, sarjamoitoinen ja kaksisuuntainen kommunikointi, se mahdollistaa prosessitason mittauksen ja säädön samoja reittejä käyttäen.

Automaatiolaitteistojen kaapelointi on perinteisesti ollut monimutkaista ja työlästä, sekä tarvittaessa muutosten ja laajennusten tekeminen vaikeaa. Kenttäväylän käyttö vähentää erilaisten asennuksissa tarvittavien kaapeleiden ja liittimien määrää jopa 80 %, tämä helpottaa asennuksen lisäksi myös vian etsintää koska yleisin vika johtuu irronneesta tai huonossa kosketuksessa olevasta liittimestä. Yleisimmät käytössä olevat tekniikat ovat AS-i, Profibus-, ja Foundation Fieldbus- kenttäväylät.

Kenttäväyliä on useita erilaisia, koska niissä on eri ominaisuuksia riippuen käyttökohteen vaatimuksista. Käyttökohteissa rajoittavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi vasteajat tiedonsiirrossa, sopivuus toimintaympäristöön, liitettävyyden, tehonsyöttö kaapelia pitkin sekä siirtotaajuus. Tyypillisesti jokaista prosessia ohjaa itsenäinen ohjelmoitava logiikka (Plc), joka on yhdistetty ohjattaviin laitteisiin kenttäväylän avulla. Kenttäväylään liitettävistä toimilaitteista ja mittalaitteista käytetään yhteisnimitystä kenttälaite.

9 WESTAS PIHLAVA OY:N NYKYINEN JÄRJESTELMÄ

Westas Pihlava Oy:llä on tällä hetkellä käytössä yhteensä 8 kamarikuivaamo. Yhdessä näistä kamareista on 3 kpl kiertoilmapuhaltimia taajuusmuuttajakäynnistyksellä, muissa 2 kpl/ kamarikuivaamo suoralla ohjauksella, kiertoilmapuhaltimet ovat tyypiltään aksiaalipuhaltimia.

Nykyisessä järjestelmässä kiertoilmapuhaltimina toimii 120 cm:n halkaisijalla olevat aksiaalipuhaltimet 15 kW:n oikosulkumoottoreilla. Moottoreiden ohjaus on vanhanlainen, suoralla kontaktorikäytöllä tapahtuva käynnistys. Moottorit joutuvat suurelle mekaaniselle rasitukselle aina käynnistettäessä, koska pehmeä käynnistys ei ole mahdollinen.

Lisäksi puhallussuuntaa vaihdetaan kuivausprosessin aikana säännöllisesti 1-2 tunnin välein, joten käynnistyksiä tulee todella paljon jo vuodenkin aikana. Yleisin syy moottorin hajoamiseen on laakeroinnin hajoaminen, mutta myös moottorin akselissa ja propellissa olevat kiilaurat usein tulevat väljiksi johtuen liian nopeasta käynnistyksestä. Suoralla käytöllä moottorit myös vaativat suuren käynnistysvirran, jopa 5-10 kertaisen nimellisvirran.

Kuvassa 15 näkyy kamarikuivaamon kiertoilmapuhallin. Puhaltimet sijaitsevat kamarin välitasolla todella rankoissa olosuhteissa, johtuen kuumuudesta ja kosteudesta. Myöskään tavanomainen moottorin syöttökaapeli ei kestä kyseisiä olosuhteita, vaan niissä täytyy käyttää näihin olosuhteisiin tarkoitettua silikonikaapelia. Hankalan sijainnin vuoksi moottoreita ei käydä kovinkaan usein tarkistamassa eikä huoltamassa.



Kuva 15. Kamarikuivaamon kiertoilmapuhallin

Kuvassa 16 näkyy kamarin ohjaukseen käytettävä Siemens S7 logiikka sekä ohjausreleet, kamareiden logiikat on yhdistetty toisiinsa Profibus DP- kenttäväylällä. Logiikan

avulla ohjataan koko kuivausprosessia, kuten tulo- sekä poistoilmaventtiilejä, kostutusventtiilejä, patteriventtiilejä sekä kiertoilmapuhaltimia. Koska logiikka on jo olemassa jokaiselle kamarille, olisi kuivauskaavan mukainen puhaltimien nopeudensäätö suhteellisen helppo ja edullinen toteuttaa taajuusmuuttajan ja kenttäväylän avulla.



Kuva 16. Kamari kohtainen ohjauslogiikka

Jotta logiikka ja taajuusmuuttaja saataisiin keskustelemaan keskenään, pitää taajuusmuuttajassa olla käyttötarkoitukseen sopiva väyläkortti tai analoginen I/O- kortti. Näin saataisiin myös halutut nopeusohjeet kiertoilmapuhaltimille suoraan logiikalta. Näistä kahdesta vaihtoehdosta väyläkortti olisi mielestäni nykyaikaisempi, sekä myös kustannustehokkaampi vaihtoehto.



Kuva 17. Vacon -väyläkortti. (sähkönumeroiden www-sivut, 2020)

Jos moottoreiden ohjaus toteutettaisiin taajuusmuuttajilla, voitaisiin nykyisin käytössä olevat ohjauskontaktorit sekä moottoreita suojaavat lämpöreleet poistaa, koska näitä ei enää uudessa järjestelmässä tarvittaisi.



Kuva 18. Nykyinen kiertoilmapuhaltimien suorakäynnistystoteutus

Yhdessä kamareista (kamari 1) on jo käytössä nykyaikaisempi taajuusmuuttaja ohjaus (kuva 19), jolla saadaan käynnistykset sekä suunnanvaihdot tapahtumaan paljon pehmeämmin ja näin ollen säästetty energiaa sekä pidennetty moottorien käyttöikää. Tässä on mielestäni vieläkin parannettavaa, koska tällä hetkellä moottorien pyörimisnopeutta ei saada säädettyä kuivausprosessin mukaan, vaan moottorit pyörivät aina vakionopeudella oli kyseessä sitten alkulämmitys, kuivaus- tai tasaannutus vaihe. Taajuusmuuttajat ovat huomattavasti pidentäneet moottorien ikää, normaalisti moottorit kestävät kamariissa muutaman vuoden, mutta taajuusmuuttajat ovat moninkertaistaneet käyttöiän. Vaikka tarkkaa kirjanpitoa ei olekaan pidetty, ero on helposti havaittavissa.



Kuva 19. Ykköskamarin taajuusmuuttajat

Kuvassa 20 on kiertoilmapuhaltimen sähkömoottorin tyypikilpi. Moottorit on kytketty kolmioon 400 V jännitteellä.

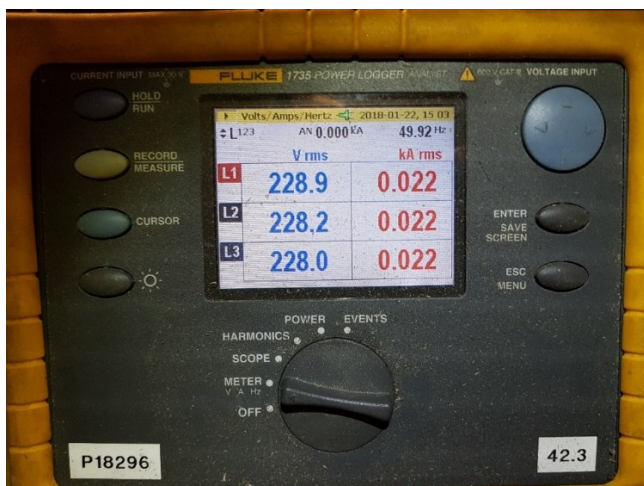


Kuva 20. Kiertoilmapuhaltimen moottorin tyypikilpi

10 MITTAUKSIA

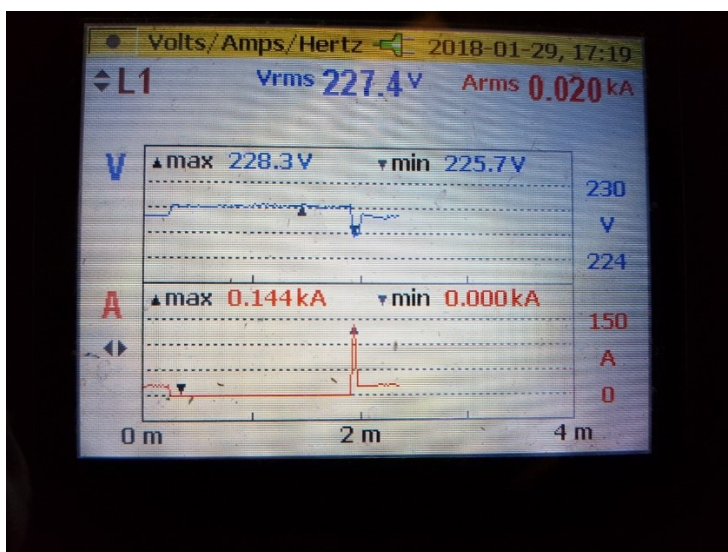
Energia-analysaattorilla Fluke Power Logger 1735 saatiin mitattua mm. moottorin ottamaa käynnistysvirtaa ja tehoja.

Kuvassa 21 näkyy moottorin ottama virta suoralla käytöllä. Moottori ottaa 0,022 kA eli 22 A, joten moottori ei käy aivan nimellispisteessä. Moottorin ottama virta ei oleellisesti muutu, vaikka kuivattava tavara kamarikuivaamossa vaihtuisikin.



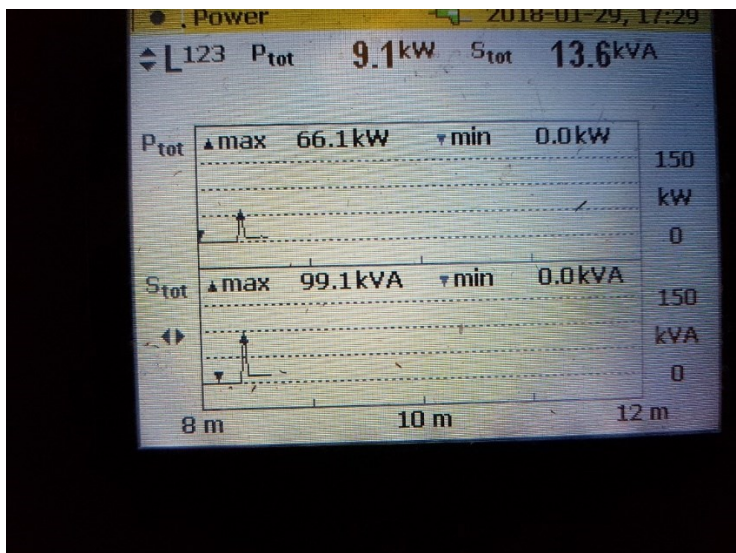
Kuva 21. Puhallinmoottorin virranmittaus

Moottorilta mitattiin myös käynnistysvirtaa. Kuva 22 osoittaa, että kiertoilmahuallin ottaa käynnistysvirtaa hetkellisesti 144 A.



Kuva 22. Puhallinmoottorin käynnistysvirran mittaus

Kuva 23 näyttää puhallinmoottorin näennäistehon sekä pätötehon. Näennäisteho käynnistyksen aikana on 99,1 kVA ja pätöteho 66,1 kW. Vapaasti pyöriessään näennäisteho putoaa 13,6 kVA:iin ja pätöteho 9,1 kW:iin.



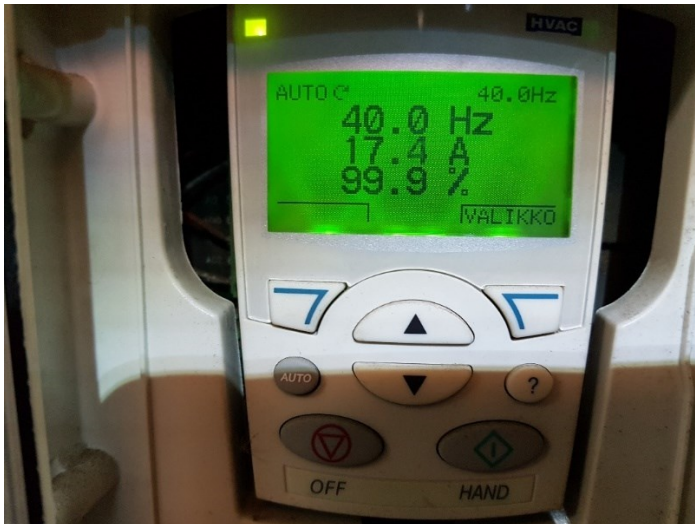
Kuva 23. Puhallinmoottorin ottama pätö- ja näennäisteho

Kuten jo aiemmin mainittiin, yhdessä kamarikuivaamossa on käytössä taajuusmuuttajat, joilla on saatu aikaan pehmeät suunnanvaihdot. Nopeusasetteita ei logiikalta ole, vaan moottorit pyörivät taajuudella, joka on käsin asetettu nopeusohjeeksi taajuusmuuttajiin.

Kuvassa 24 nähdään että yksi kiertoilmapuhallin ottaa täysillä kierroksilla eli 50 Hz:n taajuudella 22,7 A virtaa. Jos nopeutta pudotetaan ja taajuudeksi asetetaan 40 Hz, moottori ottaa virtaa enää vain 17,4 A. (Kuva 24)



Kuva 24. Moottorin ottama virta 50 Hz:n taajuudella.



Kuva 25. Moottorin ottama virta 40 Hz:n taajuudella.

11 SAHALAITOKSEN ENERGIANKULUTUS

Westas Pihlava Oy:llä ei ole omaa voimalaitosta, joten tästä johtuen sähkön lisäksi myös lämpöenergia ostetaan Pori Energialta.

Koko sahalaituksen energian yhteiskulutus tunnetaan, mutta kuivaamoilla ei ole erikseen mittareita, joilla mitata vain kuivaamon sähkö- ja lämpöenergian kulutusta, joten kaikki perustuu lähinnä laskennallisiin arvoihin. Sain käyttööni energialaskuja, joista selviää sähkö- ja lämpöenergian kulutus kuukausi ja vuositasolla. Sahalaitoksella on kesäisin muutaman viikon kestävä huoltoseisakki, joka ajoittuu pääasiassa heinäkuuhun, joten silloin energiankulutus on melko pientä normaaliin kulutukseen verrattuna. Lämpöenergiasta suurin osuus, jopa yli 90 % kulutetaan kuivaamoilla ja loput käytetään tuotantorakennuksien lämmittämiseen. Sähkönkulutus jakautuu melko tasaisesti eri laitoksien kesken, koska lähes kaikki laitteet ja kuljettimet toimivat sähköllä.

Vuoden 2019 laskujen mukaan koko laitoksen vuosittainen sähkönkulutus on 14 500 MWh. Heinäkuun sähkönkulutus 700 MWh, joten keskiarvo tuotannon aikana on noin 1300 MWh/kk. Kuten huomataan, sähkönkulutus on tuotannon osalta merkittävä kustannuserä, johon on kiinnitettävä enemmän huomiota tuottavuuden parantamiseksi.

11.1 Kamarikuivaamon puhaltimien energiankulutus

Moottorikilpien tietojen perusteella voidaan tehdä karkea laskutoimitus kamarikuivaamojen kiertoilmapuhaltimien energian kulutuksesta:

Kamarikuivaamoissa on yhteensä 17 kpl 15 kW:n moottoreita, joiden yhteenlaskettu nimellisteho on 255 kW. Mutta kuten aiemmista mittauksista voidaan todeta, moottorit eivät käy nimellisvirralla vaan esimerkiksi taajuusmuuttajan mukaan ottavat vain 22,7 A 50 Hz:n taajuudella.

Laskukaavalla $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$, jossa

- P= teho
- U=jännite
- I=virta
- $\cos \varphi$ = tehokerroin

voitiin laskea, että kiertoilmapuhallin ottaa täysillä käydessään vain noin 11 kW sähkötehoa, vaikka nimellisteho on 15 kW. Moottoreita on yhteensä 17 kpl, joten yhteenlaskettu teho olisi 187 kW. Tämän perusteella voidaan tehdä karkea laskuarvio vuositaisesta sähkönkulutuksesta:

- Sähkönkulutus vuorokaudessa: $187 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 4488 \text{ kWh}$
- Sähkönkulutus kuukaudessa: $4488 \text{ kWh} \times 30 \text{ vrk} = 134\,640 \text{ kWh}$, eli noin 135 MWh
- Sähkönkulutus vuodessa (pois lukien huoltoseisakki): $135 \text{ MWh} \times 11 \text{ kk} = 1485 \text{ MWh}$.

12 ENERGIANSÄÄSTÖ

Yleisesti taajuusmuuttajilla päästään noin 20-50 %:n vuotuisen energiansäästöön, joissakin tapauksissa jopa 80 %:n. Todennäköisesti kuivaamokäytössä päästäisiin 20-40 %:n vuotuisen energiansäästöön, se tapahtuisi taajuusmuuttajien mahdollistamalla puhaltimien pehmeällä käynnistyksellä, jolloin suuret käynnistysvirrat jäisivät pois, sekä käyttämällä puhaltimia pienemmällä teholla silloin, kun täyttä puhallustehoa ei tarvita.

Puhaltimen pyörimisnopeus on sama kuin kuivaamomoottorin pyörimisnopeus. Puhaltimen teho on suoraan verrannollinen sähköenergian kulutukseen, jolloin pyörimisnopeuden puolittuessa sähkötehontarve tippuu kahdeksasosaan alkuperäisestä. (Zenerin www-sivut, 2020)

Kamarikuivaamon kiertoilmapuhaltimissa voisi taajuusmuuttajien avulla käyttää esimerkiksi 30 sekunnin kiihdytysramppia käynnistyksessä ja 60 sekunnin hidastusramppeja suunnanvaihdossa. Tämä säästäisi todella paljon moottoreita ja käynnistysvirrat pysyisivät alhaalla.

Jos vuotuinen puhaltimien yhteenlaskettu energiankulutus suoralla ohjauksella olisi noin 1485 MWh ja energiansäästöksi taajuusmuuttajakäytöllä arvioitaisiin 20-40 %, olisi vuotuinen energiansäästö noin 300-600 MWh.

12.1 Vertailuun sopivien tuotteiden teknisiä tietoja ja hintoja

SLO: n listahintojen perusteella Vaconin 15 kW:n taajuusmuuttaja maksaa 1020 €/kpl. Yhdessä kamarissa on jo taajuusmuuttajat, mutta mielestäni nämäkin kannattaisi samalla päivittää uusiin, joten taajuusmuuttajia tarvittaisiin yhteensä 17kpl. (Liite 1)

SLO: n listahinta Vaconin sovelluskorteille on 138 €/kpl. Näitä tarvittaisiin yhteensä 17kpl. (Liite 2)

SLO: n listahinta ABB:n 15 kW:n kuivaamomoottorille on 3020 €/kpl. (Liite 3)

Moottoreita vaihdellaan nykyisin vuosittain muutamia, mutta taajuusmuuttajien avulla moottoreiden elinikää saataisiin kasvatettua huomattavasti.

13 YHTEENVETO

Työn tekeminen oli mielenkiintoista koska aihe liittyy vahvasti omaan työhöni. Mielekkyyttä lisäsi myös se, että sen aiheena on todellinen ongelma, jonka korjaamisen avulla voisi olla mahdollista vaikuttaa suoraan tuotanto- ja kunnossapitokustannuksiin. Omasta mielestäni työn tekeminen onnistui hyvin ja tuloksetkin olivat ennako-odotusten mukaisia. Haasteena oli, että kuivaamoille ei ole omaa energian mittausta, vaan esimerkiksi vuosittainen energian kulutus perustuu suuntaa antaviin laskennallisiin arvoihin.

Mielestäni päivitys olisi järkevä, koska jos vuotuinen arvioitu energiansäästö 300–450 MWh toteutuisi ja lisäksi moottorien vaihtotarve putoaisi esimerkiksi kolmasosaan, maksaisi investointi itsensä takaisin jo parissa vuodessa. Kamareissa kuitenkin on jo tarvittava logiikka valmiina, joka vaatii vain hieman lisäohjelmointia, jotta moottorit saisivat nopeusohjeensa logiikalta. Kamareiden ohjaukseen käytettävässä Valutec 2.0 - ohjelmistossakin on jo valmiina energiansäästö mahdollisuus, joten tämäkään ei aiheuttaisi lisäkustannuksia. Kustannukset siis koostuisivat taajuusmuuttajien, väyläkorttien ja asennustarvikkeiden hankinnasta sekä työn osuudesta.

Seuraavaksi on tarkoitus tehdä viralliset tarjouskyselyt tarvittavista sähkökomponenteista sekä asennustöistä, jonka jälkeen modernisointi toivottavasti etenee toteutukseen asti.

14 LÄHDELUETTELO

- ABB:n sivut.* (4. 12 2020). Noudettu osoitteesta
<https://new.abb.com/docs/librariesprovider53/about-downloads/low-voltage-motor-guide.pdf>
- Leena Korpinen.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/10sahkokoneet_1osa.pdf
- Leena Korpinen.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/10sahkokoneet_1osa.pdf
- Oph: oppimateriaali puutuoteteollisuus.* (14. 5 2020). Noudettu osoitteesta
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/ensijalostus/puutavaran_kuivaus/index.html
- Oph: oppimateriaali Puutuoteteollisuus.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/ensijalostus/puutavaran_kuivaus/index.html
- Oph: oppimateriaali Puutuoteteollisuus.* (14. 5 2020). Noudettu osoitteesta
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/ensijalostus/puutavaran_kuivaus/index.html
- Puuproffan www-sivut.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://puuproffa.fi/puutieto/puun-kuivaus/kamarikuivaamo/>
- S.T.M Finlandin www-sivut.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.stmfinland.fi/p/vacon%C2%AE-100>
- sähkönumeroiden www-sivut.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.sahkonumerot.fi/3888239>
- Valutecin www-sivut.* (16. 7 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.valutec.fi/tuotteet/kamarikuivaamot/trukilla-taeytettaevae-kamarikuivaamo/>
- VEM:in www-sivut.* (7. 10 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.vem.fi/uutiset/vuonna-2011-vaconin-taajuusmuuttajilla-saastettiin-energiaa-44-twh/>
- VEM:in www-sivut.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.vem.fi/tuote/vem-kuivaamomoottori-3/>
- Westas Groupin www-sivut.* (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://westas.fi/tietoja-meista/westaksen-tarina/>

Westas Groupin www-sivut. (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://westas.fi/tietoja-meista/sahat/>

Zenerin www-sivut. (13. 7 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.zener.fi/sahkomoottorit/kuivaamomoottorit/>

Zenerin www-sivut. (8. 11 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.zener.fi/sahkomoottorit/kuivaamomoottorit/>

Zenerin www-sivut. (16. 8 2020). Noudettu osoitteesta
<https://www.zener.fi/taajuusmuuttajat/jarruvastus/>

vacon

sähkönumerot.fi

38 898 08

Taajuusmuuttaja VACON 100 HVAC - VACON0100-3L-0031-5-HVAC - VACON®

Sähkönumero

38 898 08

Yleisnimi ja tuotesarja

Taajuusmuuttaja VACON 100 HVAC

Tekninen nimi

VACON0100-3L-0031-5-HVAC

Pitkä tuotenimi

VACON0100-3L-0031-5-HVAC+DPAP+DLFI

GTIN-koodi

6410038898083

Toimittajan tuotekoodi

136N1265

Toimittajan tuotekoodi 2

Toimittaja / Tuotemerkki

Danfoss Oy AbVACON®

Tuoteryhmä

38 Taajuusmuuttajat ja pehmokäynnistimet

ETIM-luokka

EC001857

Tuotekuvaus

Taajuusmuuttaja VACON 100 HVAC - VACON0100-3L-0031-5-HVAC - VACON®

Tekniset tiedot (ETIM)

EC001857 - Taajuusmuuttaja

Verkköjännite (V): 380 - 500	Verkköjännitteen taajuus: 50/60 Hz	
Tulevien vaiheiden määrä: 3	Lähtevien vaiheiden määrä: 3	Maksimi ulostulotaajuus (Hz): 320
Maksimi ulostulojännite (V): 500	Mitoitettu lähtövirta I2N (A): 31	Maksimi ulosottoteho porraskuormalla, nimellislähtöjännitteellä (kW): 15
Analogialähtöjen lukumäärä: 1	Analogiatulojen lukumäärä: 2	Digitaalilähtöjen lukumäärä: 1
Digitaalitulojen lukumäärä: 6	Sisältää säätöyksilön: kyllä	Sopii teollisuusasennukseen: kyllä
Sopii kiinteistörakentamiseen: kyllä	Tukee TCP/IP-protokollaa: kyllä	Tukee PROFIBUS-protokollaa: ei
Tukee CAN-protokollaa: kyllä	Tukee INTERBUS-protokollaa: ei	Tukee ASI-protokollaa: ei
Tukee KNX-protokollaa: ei	Tukee Modbus-protokollaa: kyllä	Tukee Data-Higway - protokollaa: ei
Tukee DeviceNet-protokollaa: ei	Tukee SUCONET-protokollaa: ei	LON-verkkoon soveltuva protokolla: kyllä
Tukee PROFINET IO - protokollaa: ei	Tukee PROFINET CBA - protokollaa: ei	Liitettävissä SERCOS-väylään: ei
Tukee Foundation Fieldbus - protokollaa: ei	Tukee Ethernet/IP-protokollaa: ei	Tukee AS-Interface Safety at Work -protokollaa: ei
Tukee DeviceNet Safety - protokollaa: kyllä	Liitettävissä INTERBUS-Safety- väylään: ei	Tukee PROFIsafe-protokollaa: ei

Taajuusmuuttaja VACON 100 HVAC - VACON0100-3L-0031-5-HVAC - VACON®

Tukee SafetyBUS p -
protokollaa:
ei

Tukee BACnet -protokollaa:
kyllä

Tukee muuta väyläprotokollaa:
kyllä

Fyysisten Ethernet-liitännöiden
lukumäärä:
1

Fyysisten RS-232-liitännöiden
lukumäärä:
0

Fyysisten RS-422-liitännöiden
lukumäärä:
0

Fyysisten RS-485 -liitännöiden
lukumäärä:
1

Fyysisten USB-liitännöiden
lukumäärä:
0

PC-liitäntä:
kyllä

Sisäänrakennettu jarruvastus:
ei

Kotelointiluokka (IP):
IP21

Korkeus (mm):
419

Leveys (mm):
144

Syvyys (mm):
214

Muut tiedot

Alkuperämaa

ETIM-luokka
EC001857

Muutospäivä
29.10.2020

Takuaika (kk)

Käyttöyksikkö
PCE

Julkaisupäivämäärä
18.03.2009

Tullinimike

Muunnoskerroin
1

Sähkönimikkeistö
S2311, S2321, S2339, T8109

UNSPSC-koodi
39121007

Myyntiyksikkö
PCE

DoP-tunniste

CE-merkintä

M1-merkintä

Käännöstiedot

Yleisnimi, English
Frequency converter

Yleisnimi, Svenska
Frekvensomriktare

Tekninen nimi, English

Tekninen nimi, Svenska

Taajuusmuuttaja VACON 100 HVAC - VACON0100-3L-0031-5-HVAC - VACON®

Logistiikkatiedot

Pakk.koko1

1

Pakk.koko3

Pakk.koko4

Pakk.koko2

Pakkausko 1:n mitat

Pituus (syvyys) mm

470

Leveys mm

260

Tilavuus l

24.44

Korkeus mm

200

Paino kg

11

Sovelluskortti Vacon 20/100/100FL/X - OPT-E3-V - VACON®

Sähkönumero

38 882 39

Yleisnimi ja tuotesarja

Sovelluskortti Vacon 20/100/100FL/X

Tekninen nimi

OPT-E3-V

Pitkä tuotenimi

OPT-E3-V

GTIN-koodi

6410038882396

Toimittajan tuotekoodi

181B0325

Toimittajan tuotekoodi 2

Toimittaja / Tuotemerkki

Danfoss Oy AbVACON®

Tuoteryhmä

38 Taajuusmuuttajat ja pehmokäynnistimet

ETIM-luokka

EC002025

Tuotekuvaus

PROFIBUS, ruuviliitin

Sovelluskortti Vacon 20/100/100FL/X - OPT-E3-V - VACON®

Tekniset tiedot (ETIM)

EC002025 - Taajuusohjaimen tarvike/varaosa

Tarvikkeen/varaosan tyyppi:
tietoliikennemuoduri

Muut tiedot

Alkuperämaa	ETIM-luokka EC002025	Muutospäivä 29.10.2020
Takuuaika (kk)	Käyttöyksikkö PCE	Julkaisupäivämäärä 09.10.2012
Tullinimike	Muunnoskerroin 1	Sähkönimikeistö T8109
UNSPSC-koodi 39121007	Myyntiyksikkö PCE	DoP-tunniste
CE-merkintä	M1-merkintä	

Käännöstiedot

Yleisnimi, English Fieldbus adapter	Yleisnimi, Svenska Databussadapter
Tekninen nimi, English	Tekninen nimi, Svenska

Sovelluskortti Vacon 20/100/100FL/X - OPT-E3-V - VACON®

Logistiikkatiedot

Pakk.koko1

1

Pakk.koko2

Pakk.koko3

Pakk.koko4

Pakkauskoko 1:n mitat

Pituus (syvyys) mm

100

Korkeus mm

50

Leveys mm

100

Paino kg

0.3

Tilavuus l

0.5

PROFIBUS, ruuviliitin

kuivaamomoottori

sähkönumerot.fi

86 215 91

**Sähkömoottori Fe 400/690V - M3BPV180 MLA B3 15 kW 1000 IE2 -
ABB Motors**

Tuotteelle ei enää tarvita sähkönumeroa tai se on poistunut toimittajan valikoimasta.

ABB

Sähkönumero
86 215 91 Arkistoitu 22.11.2019

Korvaava tuote

Yleisnimi ja tuotesarja
Sähkömoottori Fe 400/690V

Tekninen nimi
M3BPV180 MLA B3 15 kW 1000 IE2

Pitkä tuotenimi
M3BPV180 MLA B3 15 kW 1000 IE2

GTIN-koodi

Toimittajan tuotekoodi
3GBP 183 410-ADK+177

Toimittajan tuotekoodi 2

Toimittaja / Tuotemerkki
ABB OyABB Motors

Tuoteryhmä
86 Moottorit

ETIM-luokka

Tuotekuvaus

Sähkömoottori Fe 400/690V - M3BPV180 MLA B3 15 kW 1000 IE2 - ABB Motors**Tekniset tiedot (ETIM)**

Tuotteella ei ole ETIM-tietoja

MittatiedotPituus (syvyys) mm
726Korkeus mm
461Leveys mm
381Paino kg
185

Tilavuus l

Muut tiedotAlkuperämaa
FI

Takuuaika (kk)

Tullinimike

UNSPSC-koodi
26101602

CE-merkintä

ETIM-luokka

Käyttöyksikkö
PCEMuunnoskerroin
1Myyntiyksikkö
PCE

M1-merkintä

Muutospäivä
22.11.2019Julkaisupäivämäärä
30.11.2012Sähkönimikkeistö
S2313, S2323, S2332

DoP-tunniste

KäännöstiedotYleisnimi, English
Electric motorTekninen nimi, English
**M3BPV180 MLA B3 15 kW
1000 IE2**Yleisnimi, Svenska
ElmotorTekninen nimi, Svenska
**M3BPV180 MLA B3 15 kW
1000 IE2**

Sähkömoottori Fe 400/690V - M3BPV180 MLA B3 15 kW 1000 IE2 -
ABB Motors

Logistiikkatiedot

Pakk.koko1

1

Pakk.koko2

Pakk.koko3

Pakk.koko4

Pakkausko 1:n mitat

Pituus (syvyys) mm

1050

Korkeus mm

1100

Leveys mm

600

Paino kg

210

Tilavuus l

693