

Pasi Ruotsalainen

Ontelolaattatehtaan tärysyöttimien uusiminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

16.11.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Pasi Ruotsalainen Ontelolaattatehtaan tärysyöttimien uusinta 18 sivua 16.11.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Toimitusjohtaja Mikko Koskinen Lehtori Eero Kupila
<p>Työn tavoitteena oli selvittää vanhentuneelle kiviaineksen syöttöjärjestelmälle päivitys. Laitteisto oli vanhentunut, eikä kyseiseen järjestelmään ole enää olemassa alkuperäisiä varaosia. Osa laitteiston toiminnasta oli jo jouduttu poistamaan käytöstä juuri tästä syystä.</p> <p>Tehtaalle oli tulossa suurena investointina samanaikaisesti koko betoniaseman ohjausjärjestelmän uusinta. Kaikki vanhat ohjausjärjestelmät olivat poistumassa käytöstä. Kyseinen urakka ei kuitenkaan koskenut kiviainessytön ohjauslaitteistoa, joten sen päivitys samalla on aiheellista.</p> <p>Työssä vertaillaan eri keinoja toteuttaa syöttöjärjestelmän päivitys. Vertaillaan vaihtoehtojen kustannuksia niin investointina, kuin tulevina ylläpitokustannuksina. Kustannusvertailu tehtiin sen perusteella, mitä laitteet tehtaalle ostettuna maksaa ja kuinka paljon järjestelmän suunnitteluun ja asennukseen kuluu rahaa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin hyvä kuva siitä, mitä vaihtoehtoja kyseiseen järjestelmään voisi käyttää ja miten päivitys onnistuu helpoiten. Työn perusteella valittiin vanhaa vastaava magneettisilla täryttimillä toimiva järjestelmä, hieman korkeammasta hinnasta huolimatta.</p>	
Avainsanat	Betonteollisuus, Tärysyöttimet

Author Title	Pasi Ruotsalainen Updating the vibrating feeder system in a Hollow Core Slab factory
Number of Pages Date	18 pages 11 November 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Mikko Koskinen, CEO Eero Kupila, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to find out an update to outdated stone aggregate feeding system. The whole system was outdated, so that there are no original spare parts for the equipment. Part of the system had already been put out of use because of that problem.</p> <p>At the time there was going to be a big investment into a new control system for the concrete station. All the old control systems were going to be renewed. That project however didn't concern the aggregate feeding system, so updating that at the same time was necessary.</p> <p>The study is done by comparing the old system made with magnetic vibrators and updating that to designing a totally new system with spinning vibrators. The study compares mostly the initial expenses of updating the system.</p> <p>The result of this study is a good picture of what must be done in two different ways of doing the update. The study concludes to stay with the current way of feeding the aggregate.</p>	
Keywords	Concrete industry, Vibratory feeders

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ontelolaatan valmistusprosessi	1
3	Tärymoottorit	3
4	Runkoaineiden Annostelu	5
5	Ohjaus	7
5.1	Nykyinen järjestelmä	7
5.2	Uusi järjestelmä	8
5.2.1	Pyörivälle tärylle tehty ohjaus	9
5.2.2	Magneettiselle tärylle tehty ohjaus	10
6	Kustannukset	10
7	Toimintavarmuus	14
8	Laitteiston valinta	15
9	Yhteenveto	16
	Lähteet	18

1 Johdanto

Ontelolaatan valmistus ei ole monimutkaista toimintaa, mutta jokaisen prosessin osa-alueen tulee toimia sujuvasti ja mahdollisimman nopeasti. Tämän työn tavoite on tehdä esiselvitys tärysytinjärjestelmän päivityksestä Parman Nurmijärven ontelolaattatehtaalle.

Työssä ei suunnitella koko järjestelmää, vaan se on esiselvitys siitä, mitä vaihtoehtoa lähdetään toteuttamaan eteenpäin. Tarkoituksena on käydä läpi muutama eri vaihtoehto ja miettiä toimivuuden, kustannusten sekä kunnossapidon kannalta järkevin laitteisto. Työssä keskitytään pääasiassa Parman sisällä saatuihin kokemuksiin eri tavoin toteutetuista syötinjärjestelmistä ja selvitetään, kuinka suuria muutoksia tehtaalla kannattaa tehdä.

Työ tehdään tukemaan betoniaseman koko ohjausjärjestelmän uusintaa. Vaikka laitteiston toimintaperiaatetta ei toiminnassa olla muuttamassa, kiinnitetään huomiota siihen, onko prosessia samalla mahdollista parantaa.

Järjestelmän uusimisessa pyritään tekemään muutoksesta mahdollisimman vähätöinen ja helppo. Tavoitteena on, että koko projektin pystyy toteuttamaan tehtaan oma kunnossapitohenkilöstö, eli koko projekti tulisi tehdyksi yhden sähköasentajan ja yhden metallimiehen voimin.

2 Ontelolaatan valmistusprosessi

Ontelolaatan valmistuksessa käytetään useaa eri *runkoainetta* eli kiviainesta. Valmistuksessa käytetään eri raekokoa olevaa hiekkaa ja sepeliä. Runkoaines varastoidaan suuriin siiloihin, joista niitä on tarkoitus annostella oikea määrä jokaista betoniannosta kohden.

Runkoaines annostellaan Nurmijärvellä käyttäen tärysyttimeä, jotka annostelevat aineita yksi kerrallaan punnitsevalle hihnalle. Hihnalta kiviaines ajetaan kuljettimeen, joka nostaa aineen maan alta korkealla sijaitsevaan sekoittimeen.

Ontelolaattateollisuudessa käytetään *sideaineena* pääasiassa sementtiä. Tämän lisäksi käytössä on lentotuhka. Sideainevarastoina toimivat suurikokoiset silot. Siiloista aineet annostellaan sideainevaa'alle käyttäen ruuvikuljettimia. Vaa'alta sideaine pudotetaan paineilmaventtiilin läpi sekoittimeen.

Vesi annostellaan osin suoraan verkosta, osin käyttäen prosessista ylijäänyttä kierrätysvettä pumppaamalla sitä suoraan vaa'alle ja sieltä eteenpäin sekoittimeen.

Ontelolaatan valmistuksessa käytetään *lisäaineita*, jotka vaikuttavat betonimassan ominaisuuksiin. Ilmamäärää, massan notkeutta ja kypsyminenopeutta on mahdollista manipuloida erilaisilla lisäaineilla. Nurmijärvellä merkittävin lisäaine on niin kutsuttu ”kiihdytin”, joka nopeuttaa Betonin kypsymistä, jotta aamulla valettu elementti on sahattavissa ja nostettavissa jo iltapäivällä. Näin sama valualusta on käytettävissä useampaan kertaan saman päivän aikana. Betonimassan valmistamisessa käytetään myös polykarboksylaatteja eli notkistimia. Notkistimen tarkoitus on parantaa betonimassan juoksevuuksi ilman, että siihen tarvitsee lisätä liikaa vettä. [1.]

Lisäaineet annostellaan 1000 litran säiliöistä pienelle lisäainevaa'alle, josta ne pudotetaan sekoittimeen.

Sekoittimen tarkoitus on saada aineet sekaisin niin, että betonista saadaan tasainen massa, joka soveltuu ontelolaatan valmistamiseen. Sekoitin Nurmijärvellä on yhdellä moottorilla toimiva pyörivä sekoitin. Yksi moottori pyörittää neljää ”lapioparia”, jotka sekoittavat massan tehokkaasti lämmittämättä sitä liikaa.

Kun betonimassa on saatu valmiiksi, tyhjennetään se sekoittimen pohjaluukusta kiskoilla kulkevaan kuljettimeen. Kuljetin on lieriömäinen säiliö, jonka päällä on aukko. Kuljetin kuljettaa betonimassan halliin, jossa se tyhjennetään pyörittämällä säiliötä 180 astetta. Tyhjennys tapahtuu ”välikuljettimeen”, josta se annostellaan pieninä määrinä kerrallaan valukoneeseen ja aikaisempi kuljetin pääsee hakemaan seuraavaa annosta. Näin taataan jatkuva massavirta, eikä laatan valmistavan valukoneen tarvitse pysähtyä.

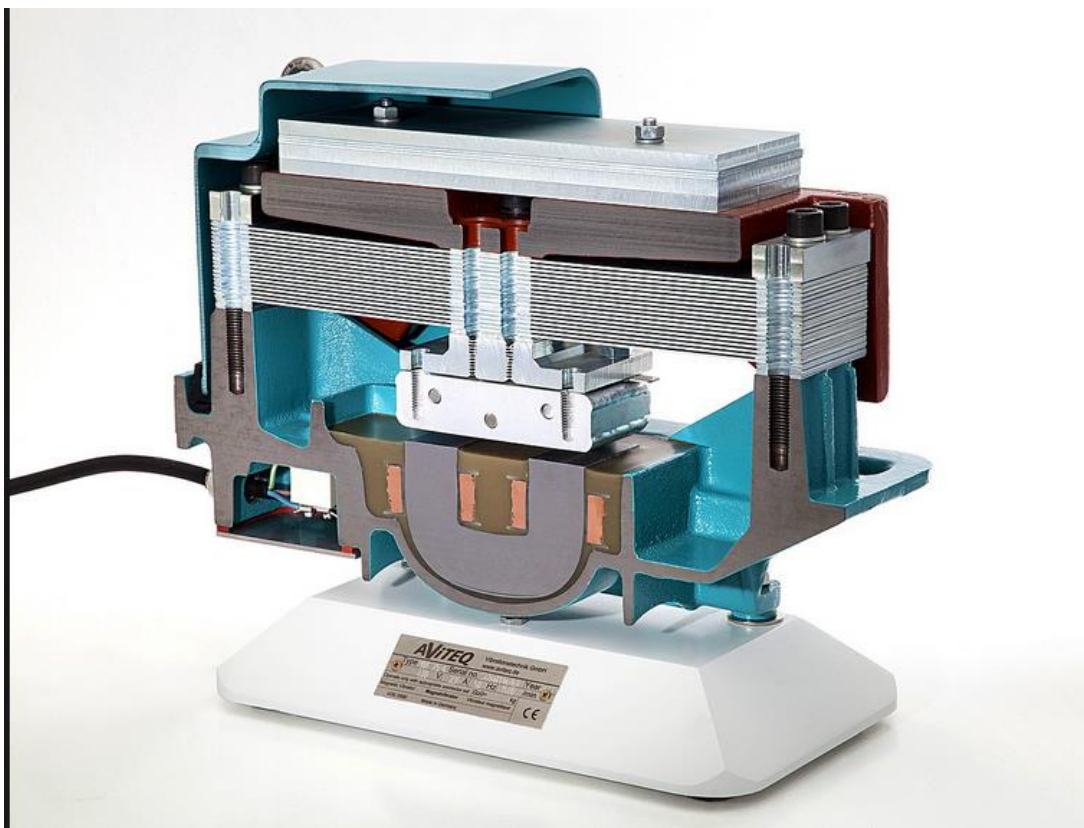
3 Tärymoottorit

Kiviaines syötetään vaa'alle käyttäen tärysyöttimiä. Syöttimiin on mahdollista käyttää erityyppisiä täryttimiä.

Magneettinen täry

Magneettinen täry on jousikuormitteen levyn ja sähkömagneetin yhdistelmä. Magneettisen täryn rakenne näkyy kuvassa 1. Levyä vedetään sähkömagneetilla joustavasti ja jousi palauttaa sen takaisin. Jokaisella iskulla kumpaankin suuntaan laite tärähtää. Tärinäliike saadaan aikaiseksi syöttämällä laitteeseen siniaaltomuotoista sähköä. Tärinän taajuus riippuu näin suoraan syötetyn jännitteen taajuudesta.

Magneettisen täryn ohjaaminen on äärimmäisen tarkkaa. Täry aloittaa toiminnan saatuaan jännitteen ja lopettaa välittömästi jännitteen poistuttua. Näin magneettinen täry on hyvä valinta, kun tarvitaan tarkkaa ohjausta. Betoniteollisuudessa kiviaineksen syötön toleranssit ovat niin suuret, että magneettisen täryn tarpeellisuutta ei tällä ainakaan täysin voi perustella.



Kuva 1: Magneettisen täryn poikkileikkaus [2]

Pyörivä täry

Pyörivä täry tarkoittaa tavallista sähkömoottoria, jonka läpi kulkee akseli. Tämän akselin päissä ovat epäkeskeiset painot, niin että moottorin pyöriessä tasaisesti paino kulkee moottorin ympäri aiheuttaen siniaaltomuotoisen värinäliikkeen. Pyörivän täryn rakenne näkyy kuvassa 2.

Pyörivä täry ei ole optimaalinen laitevalinta syötinkäytössä. Tämä johtuu siitä, että sen ohjaamisen tarkkuus ei ole lähelläkään magneettista täryä. Täryn epätarkkuus johtuu siitä, että moottori sähkönsyötön katkettua jatkaa omalla voimalla pyörimistään hetken aikaa. Jos on tarve erittäin tarkkaan syötintoimintaan, pyörivän täryn valintaa ei suositella.



Kuva 2: Moottoritärytin [3]

4 Runkoaineiden Annostelu

Nurmijärven tehtaalla on käytössä tällä hetkellä kuusi kiviainessiiloa. Järjestelmän päivityksen myötä kaksi käytöstä poistettua siiloa saadaan käyttöön. Siilot on jaettu neljälle eri kiviainekselle, eli jokaista kiviainesta on tulevaisuudessa kahdessa siilossa. Kiviainekset jaotellaan aineksen raekoon mukaan ja tehtaalla on käytössä koot 0–2, 0–8, 6–12 ja 6–16 (koot millimetrejä). Näistä suuremmat ovat sepeliä ja pienemmät ovat hiekkaa.

Kiviainesta syötetään yksi aines kerrallaan. Koska samaa ainesta on kahdessa siilossa, voidaan sitä ottaa molemmista siiloista samanaikaisesti. Järjestelmä takaa myös sen, että mahdollisessa vikatilanteessa tai tavaran toisesta siilosta loppuessa, voidaan kiviainesta syöttää vain toisesta siilosta.

Aines syötetään vaakahihnalle kahdessa osassa. Ensin syötetään täydellä teholla, kunnes saavutetaan määriteltävissä oleva raja-arvo. Raja-arvot ovat suuremmat suuremman raekoon omaavalle kiviainekselle. Tämän jälkeen siirrytään hitaammalle syötönopeudelle, (n. 20 % täydestä tehosta) jolla annostellaan tavara loppuun. Rajat ovat sepelille n. 100 kg tavoitepainosta, 0-8 koon hiekalle 50kg ja 0-2 hiekalle 30 kg.

Siiloissa on jokaisessa oma syötin, joka syöttää tavaran vaakahihnalle. Hihna roikkuu vapaasti neljän painoanturin varassa, joilta lasketaan tieto tavaran määrästä hihnalla.

Keskimäärin yhden m³ annokseen ontelolaatan valmistukseen tarkoitettua betonia tarvitaan n. 2000 kg kiviainesta. Nurmijärven tehtaan normaali annoskoko on n 1,4 m³. Yhden annoksen kiviainesvaatimus on näin 1,4x2000 kg=2800 kg. [4.]

Syötinjärjestelmien valmistajat ilmoittavat syöttimen kapasiteetin tilavuutena per käytetty aika, joten muutos kiviainesmäärästä täytyy tehdä painosta tilavuudeksi. Kiviaineksen ominaistiheys Suomessa on 2,67 t/m³ [5. s. 12].

Kiviainesannoksen tilavuus voidaan näin laskea tiheyden ja painon suhteesta.

$$2,8/2,67=1,05 \text{ m}^3$$

Tämän hetkinen yhden annoksen aikaraja on yksi minuutti. Aikaraja on suunniteltu niin, että betonia saadaan valmistettua riittävän tiheästi ilman, että tuotantoon syntyy katkoksia. Aineksen syöttönopeus täytyy siis olla vähintään 1,05 m³/min. Annostelun kaksivaiheisuudesta johtuen käytetään tähän kerrointa 1,4, jotta varmistutaan nopeuden riittävydestä. Näin voimme laskea syöttimen vaaditun syöttönopeuden.

$$1,4 * 1,05 \text{ m}^3/\text{min} = 1,47 \text{ m}^3/\text{min}$$

Normaalitilanteessa laitteisto käyttää kahta syötintä samanaikaisesti, joten yhden syöttimen nopeusvaatimus voidaan puolittaa.

$$1,47 \text{ m}^3/\text{min} / 2 = 0,735 \text{ m}^3/\text{min}$$

Syötinjärjestelmien syöttönopeudet ilmoitetaan formaatissa m³/h, joten suoritetaan yksikkömuutos oikean yksikön saamiseksi.

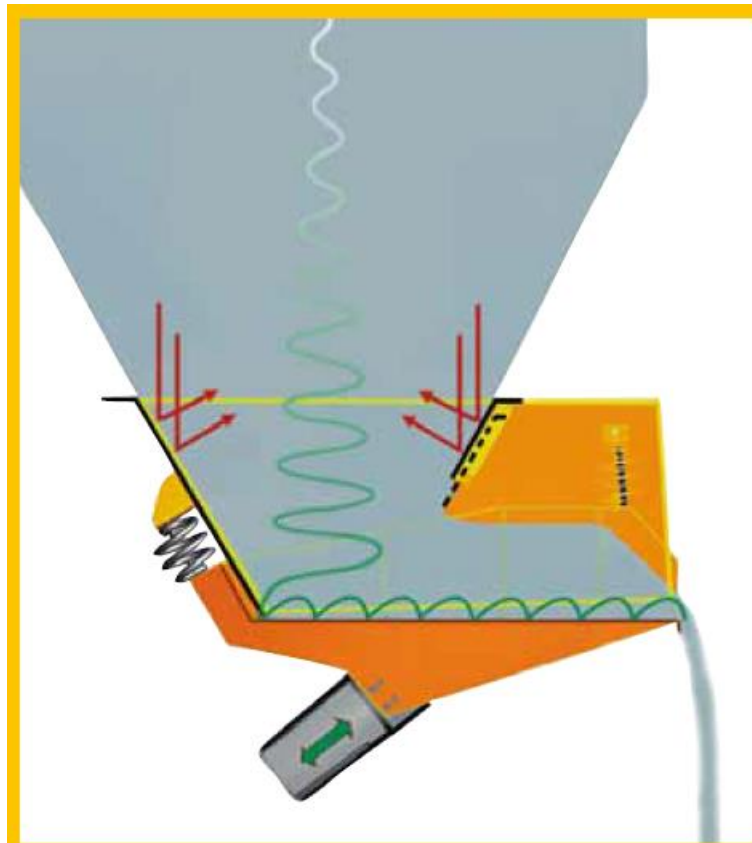
$$(0,735 * 60) \text{ m}^3/\text{h} = 44 \text{ m}^3/\text{h}$$

Näin saadaan minimivaatimus yhden syöttimen syöttönopeudelle. Vaadittu syöttönopeus on 44 m³/h.

Kiviaineksen syöttö vaatii toleranssin, jolla toimia ilman, että se vaikuttaa valmiin tuotteen ominaisuuksiin. Kiviainesannostelun toleranssi on Parman Nurmijärven ja Hyrylän tehtailla +-3 % [6]. Jos toleranssi ylittyy, niin järjestelmä ilmoittaa annosteluvirheestä ja vaatii virheen kuittauksen.

Syöttimet ovat avoimia syöttimiä. Tämä tarkoittaa sitä, että kiviaineksen kulun tiellä ei ole mitään rajoittavia esteitä, esimerkiksi syötinluukkua. Kiviaines pysyy siilossa kapean nevan suppilon muodostaman holviefektin avulla.

Kiviaineksen saamiseksi ulos siilosta vaa'alle kohdistetaan siihen täryttimellä iskuja vinosti alaviistosta, jolloin tavaraa ikään kuin pomputetaan eteenpäin. Periaate näkyy kuvassa 3.



Kuva 3: Tärysyöttimen toimintaperiaate.[7]

5 Ohjaus

5.1 Nykyinen järjestelmä

Nykyisen järjestelmän suurin uusimisen tarve johtuu siitä, ettei varaosia siihen enää valmisteta. Tehtaalla on täryttimien taajuusohjainten osalta eletty ”veitsen terällä”. Hajoanut taajuusohjain hankaloittaisi toimintaa huomattavasti. Tämä huomioon ottaen päivityksellä alkaa olla jo kiire. Toinen hyvä syy uusia täryttimet on se, että koko betoniaseman ohjausjärjestelmä on menossa uusiksi.

Nykyisen järjestelmän on toimittanut SKAKO. Tällä hetkellä käytössä oleva järjestelmä on asennettu 1980-luvulla. Käyttöön on valittu magneettiset täryttimet. Täryjen taajuutta ohjaavat tärytoimittajan omat taajuudenohjaimet. Taajuusohjaimet ovat nähtävissä kuvassa 4. Ohjaimissa on kaksi taajuutta, joita ohjataan logiikalla käyttäen 24 VDC:n digitaalilähtöjä. Käytössä on pieni taajuus, ”hienoannostelu, ja korkeampi taajuus ”karkea

annostelu”. Annostelu suoritetaan aloittaen karkealla annostelulla, kunnes saavutetaan itse määriteltävissä oleva hienoannostelun raja. Kun raja on saavutettu, tavaraa tiputetaan hitaasti, kunnes haluttu määrä ainesta on vaa’alla.

Nykyisessä järjestelmässä osien puutteen vuoksi myös kaksi siloa on ollut poissa käytöstä. Uuden järjestelmän myötä käytöstä poistetut silot saadaan käyttöön ja näin ollen kiviaineksen varastointi kapasiteetti kasvaa.



Kuva 4 Nykyiset taajuusohjaimet

5.2 Uusi järjestelmä

Ohjausperiaate pidetään samana kuin ennenkin. Ainoa muuttuva osa järjestelmästä ovat käyttöjen ohjauslaitteet. Ohjauslaitteen valinta riippuu valitusta syöttimestä.

Annostelun täytyy tapahtua niin, että annosteluvirheet säädetään minimiin. Nurmijärven tehtaalla ei ole prosessille omaa hoitajaa betoniasemalla, vaan se toimii automaatt-

tisesti. Nykyjärjestelmässä annosteluvirheet täytyy käydä kuittaamassa käsin betoniasemalla, mikä tuottaa ylimääräisen vaivan sekä kuluttaa aikaa. Tähän on kuitenkin betoniaseman ohjausjärjestelmän uusimisen yhteydessä tulossa muutos, niin että kuittaus on tehtävissä hallissa sijaitsevalta välikuljettimelta.

5.2.1 Pyörivälle tärylle tehty ohjaus

Pyörivän täryn tapauksessa ohjauslaitteeksi valikoituu taajuusmuuttaja tai kahden tärytimen järjestelmä. Kahdella täryllä tehtävässä toteutuksessa täryjen painot säädetään niin, että toinen moottoreista suorittaa ”hienoannostelun” ja toinen ”karkean annostelun”. Tässä tapauksessa voidaan käyttää tavallisia 50 Hz:n verkkotaajuudella toimivia täryttimiä ja ohjata niitä suoralla kontaktiohjauksella. Kyseinen järjestelmä oli käytössä toisella Parman tehtaalla jo viisi vuotta ja toimi hyvin, vaikka kyseinen tehdas onkin suljettu. [4.]

Yhdellä täryttimellä valitaan jo muussa käytössä tehtaalla olevan 200 Hz:n taajuudella toimiva täry. Hyöty tästä on jo valmiiksi varastotilan puutteesta kärsivän tehtaan varaston pienentäminen. 200 Hz:n täryn ohjattavuus on huomattavasti hidasta verkkotaajuustärytintä helpompaa. Ohjaus toteutetaan taajuusmuuttajalla, käyttäen kahta eri taajuutta. Näin saadaan ”hienoannostelu” ja ”karkean annostelu”. Täryjen ei tarvitse olla tehoiltaan kovin suuria, joten investointi taajuusmuuttajaan pysyy kohtuullisena. Järjestelmän etuna on myös täysin vapaasti säädettävät syöttötaajuudet.

Syöttimien mekaniikasta johtuen pyörivien täryjen huonona puolena voidaan pitää heikompaa säädettävyyttä magneettiseen verrattuna. Koska syöttimissä ei ole syöttöluukuja, vaan käytössä on nk. ”holvaava siilo”, on pyörivien täryjen ongelmana jälkitärinä. Pyörivä tärytin ei jännitteen poistuessa pysähdy välittömästi, vaan pienellä viiveellä. Viive täytyy siis ottaa huomioon annostelun rajoja aseteltaessa. Uusiin syöttimiin olisi mahdollista suunnitella annosteluluukut, mutta se ei olisi järkevä investointi, koska nykyisten siilojen mekaniikka on pääosin kunnossa.

Kummassakin pyörivän täryn vaihtoehdoissa osien tarve on pieni, mutta niitä kuitenkin tarvitaan. Pyörivään täryyn siirtyessä myös kaapelointi pitää uusida. Nykyinen järjestelmä on toteutettu kolmenapaisella kaapeloinnilla ja pyörivät täryt vaativat neljä. Taajuusmuuttajaohjauksessa kaapeloinnin tulee olla suojattu. Kahden täryn järjestelmässä

kaapelit voivat olla suojaamattomia, mutta niitä tarvitaan kaksinkertainen määrä. Koska kaapelointi on vanha, se todennäköisesti uusitaan joka tapauksessa.

5.2.2 Magneettiselle tärylle tehty ohjaus

Magneettisen täryttimen vaihtoehdot kapenivat huomattavasti, kun tehtaalta löytyi valmiiksi nykyisen järjestelmän toimittajan uusi taajuusohjausjärjestelmä. Ohjaus on selkeästi ollut tarkoitus uusia, mutta tietoa edes ohjainten olemassaolosta ei ole löytynyt yhdeltäkään nykyiseltä työntekijältä. Ohjainten toimintaperiaate on täysin sama kuin vanhoissa. 30 vuoden ero ohjausjärjestelmien välillä näkyy lähinnä koossa. Kun vanha järjestelmä on 200 x 150 x 50cm keskuskaapissa, mahtuu uusi ohjaus 50 x 50 x 50cm kaappiin.

Ohjaus toteutettaisiin samalla periaatteella kuin vanha. Taajuusohjaimet ohjaavat tärytimiä kahdella eri taajuudella. Taajuudet ovat näihin taajuusohjaimiin ohjelmoitavissa ja kokeilemalla säädetään hienoannostelu sopivaksi. Taajuuksia ohjaa edelleen betoniaseman ohjausjärjestelmä jo tutulla periaatteella.

6 Kustannukset

Tässä luvussa vertaillaan niitä kustannuksia, jotka eroavat toisistaan huomattavasti. Asiat, jotka ovat kustannuksiltaan käytännössä samat, kuten energiankulutus, jätetään suurimmaksi osaksi huomiotta.

Arvioidut summat jätetään pois työstä, mutta eri osien kokoluokka ilmoitetaan suhteessa toisiinsa.

6.1 Pyörivät täryt

Asennus

Asennustyö valittaessa pyörivät täryt nostaa valinnan kustannuksia. Vanhat syöttimet vaativat vaihtoehtaan enemmän mekaanista työtä, jotta uudenmallinen ratkaisu sopii vaihtoehdoksi.

Käytännössä vanhan järjestelmään kiinnitykset puretaan kokonaan ja takaosaan asennetaan paksu levy, johon väännetään kierteet uusille moottoreille. Rungon rakenteesta johtuen kahdeksaan siiloon vaadittavien rakenteiden valmistaminen on työläs projekti.

Asennusaikaa voi lisätä samalle viikolle ajoittuva betoniaseman päivitys. Päivitys tulee todennäköisesti käyttämään myös kunnossapitohenkilökunnan resursseja, joten viivästykset ovat mahdollisia.

Laiteinvestoinnit

Kustannuksiltaan pyörivillä täryttimillä toteutettu järjestelmä on ylivoimainen voittaja laitteiston hinnan suhteen. Siiloja on kahdeksan kappaletta ja 200 Hz:n täryt ovat kappalehinnaltaan noin 1/3 magneettisten vaihtoehtojen hinnasta. Kategoriana laiteinvestointi on mahdollisesti ainoa syy, joka puoltaa kustannuspuolella pyörivien täryjen valintaa.

Vaihtoehtoinen kahden tärymoottorin kombinaatio on samaa hintaluokkaa kuin yhdellä 200 Hz:n täryttimellä. Tavallinen verkkojännitteellä toimiva saman kokoluokan tärymoottori on siis vielä huomattavasti edullisempi laite.

Kunnossapito

Jos tarkasteluajana pidetään seuraavaa kymmentä vuotta, täryttimet sekä niiden ohjauslaitteet ovat huoltovapaat, eli kunnossapitokustannuksia ei lasketa. Jos huoltotarvetta kuitenkin ilmenee, niin varaosat, kattaen koko laitteiston, ovat pääasiassa edullisempia magneettiseen täryyn verrattuna. Kovan tärinän ollessa kyseessä mekaaninen rasitus on kuitenkin kovaa. Tästä johtuen huoltotoimenpiteitä todennäköisesti hieman

aiheutuu. Kustannukset ovat oletettavasti samaa luokkaa magneettisen vaihtoehdon kanssa.

Suunnittelu

Nykyinen järjestelmä on suunniteltu toimimaan magneettisilla täryillä. Moottoritäryihin siirryttäessä niin runkojen kuin sähköistyksenkin osalta täytyisi tehdä suunnitelmat. Sähkö- ja mekaniikkasuunnittelu voitaisiin tehdä kopioimalla toisen tehtaan ratkaisu suoraan Nurmijärvelle. Koska tehdas ei ole enää käytössä, esimerkiksi syöttönopeuden varmistaminen Nurmijärven kannalta on ongelmallista.

Vaihtoehtoisesti voitaisiin lähteä hakemaan alan yrityksiltä suunnitelmia siitä, onnistuisiko nykyisten runkojen käyttäminen 100 %:n varmuudella myös pyörivillä täryttimillä. Ehdotankin, että muutamalta syöttoimittajalta kysytään kiinnostusta suunnitelmien tekemiseen ja tarjousta siitä, mitä kattavat suunnitelmat tulisivat maksamaan.

Pyörivien täryjen tapauksessa tulee myös suunnitella niille soveltuva ohjauskeskus. Suunnittelun voi tehdä yrityksen kunnossapitohenkilökunta, joka on paikalla joka tapauksessa, joten se ei aiheuta varsinaisia lisäkustannuksia. Ohjauskeskuksen valmistukselle voidaan tässä vaiheessa antaa vain hinta-arvio.

6.2 Magneettinen täry

Asennus

Asennustyössä vaaditaan pientä huoltoa vanhoille syöttimien rungoille, muuten asennus onnistuu vanhoihin kiinnityksiin. Kustannukset ovat noin 25 % vaihtoehtoon verrattuna.

Asennustyössä täytyy ottaa myös huomioon se, että aikaa on rajallisesti. Jos asennusaika jostain ennalta-arvaamattomasta syystä viivästyy, se siirtää tuotannon aloittamista myöhempään. Tämän huomioon ottaen magneettisen täryn asennustyö on luotettavammin valmis riittävän nopeasti.

Mekaanisen asennuksen lisäksi vanha keskus tulee purkaa, asentaa uusi ja siirtää tarvittavat ohjausjohtimet sekä sähkönsyöttö uudelle keskukselle. Todennäköisesti samalla uusitaan myös laitteiden kaapelointi.

Laiteinvestoinnit

Kuten on jo aikaisemmin mainittua, laitteet ovat magneettiset täryttimet valitsemalla arvokkaampia. Uuden järjestelmän taajuusohjaimet kuitenkin toimivat vanhoillakin laitteilla. Alkuinvestointi ei tarkoita siis jokaisen kahdeksan täryttimen uusimista, vaan niitä tarvitaan aluksi kolme. Tämän jälkeen täryttimiä voidaan vaihtaa niiden vioituttua ja pidemmälle aikavälille aikataulutettuna. Kaikki laitteet tulee kuitenkin vaihtaa jollain aikataululla. Investointia pienentää huomattavasti jo aikaisemmin hankittu ohjauslaitteisto, joka on helppo hyödyntää. Laitteisiin kuuluu tästä huolimatta huomattavasti suurempi resurssi.

Kunnossapito

Historiallisesti vastaavia laitteita käyttäessä kunnossapidon tarve on ollut hyvin pientä. Viallinen mekaniikka on joskus hajottanut myös laitteita, mutta viallinen mekaniikka korjataan päivityksen yhteydessä. Suurin ongelma on ollut lattaliitin kotelon sisällä, jota ei uudessa mallissa enää ole. Kuten on mainittu, kustannukset ajatellaan samana.

6.3 Kokonaisvertailu

Kokonaisuudessaan edullisempi vaihtoehto olisi muuttaa järjestelmä pyöriville täryille. Investointikustannus laitteisiin on niin suuri, että se ylittää pyörivien täryjen asennuskustannukset. Pieni riski, jonka pyörivien täryjen asennustyön mahdollinen viivästyminen aiheuttaa, ei ole niin merkittävä, että se nostaisi hinta-arviota magneettisia täryttimiä suuremmiksi.

Kokonaisuudessaan investointisummat eivät kuitenkaan ole valtavia. Koska järjestelmän tulee toimia suunnitellusti 20 vuotta, voidaan kustannus jakaa koko ajalle, joka laskee vuosikohtaista investointisummaa huomattavasti.

7 Toimintavarmuus

Toimintavarmuus laitteistossa on elintärkeää tuotannon jatkuvan toiminnan mahdollistamiseksi. Jos syöttinlaitteisto ei toimi, ei tehtaalla tuoteta mitään. Kustannukset kasvavat valtaviksi tuotannon seisahtuessa.

Tässä luvussa kiinnitetään huomiota varmuustekijöihin, jotka voivat vaikuttaa tuotannon onnistumiseen. Huomioon otetaan järjestelmien heikot kohdat ja vikatilanteissa käytettävät varatoimenpiteet.

Taajuusohjaus

Pyöriviä täryjä käytettäessä ohjataan kaikkia täryttimiä yhdellä taajuusmuuttajalla, jolloin taajuusmuuttajasta tulee elintärkeä laite. Taajuusmuuttajan hajotessa ei varajärjestelmää ole, joten tuotanto pysähtyisi niin pitkäksi aikaa, kunnes taajuusmuuttaja on vaihdettu. Taajuusmuuttaja on kuitenkin erittäin luotettava laite, jolloin riski sen hajoamiseen on erittäin pieni. On myös mahdollista pitää varastossa varakappaletta, jolloin laitteen voi sen vikaannuttua vaihtaa. Ajallisesti taajuusmuuttajan vaihto on tehty alle puolessa tunnissa.

Magneettisilla täryillä jokaista tärytintä ohjaa oma ohjaimensa, jolloin yhden hajoaminen ei ole katastrofi. Koska samaa kiviainesta on aina kahdessa siilossa, voidaan tuotantoa jatkaa normaalisti ja vaihtaa vioittunut ohjain tuotannon päätyttyä. Erikoistapauksena voisi olla niin, että toinen vaadituista siiloista on tyhjä, jolloin tuotanto pysähtyisi, kunnes uusi kiviaineskuorma on tehtaalla tai taajuusohjain vaihdettu. Yksi taajuusohjain tulee siis pitää aina varastossa.

Täryttimet

Oikein asennettuna ja laitteiston ollessa kunnossa täryttimet eivät ole vikaherkkiä laitteita. Kuten aikaisemmassa luvussa on mainittu, yhden täryttimen hajoaminen ei vielä keskeytä tuotantoa, vaan sitä voidaan jatkaa yhdellä syöttimellä päivän loppuun.

Täryttimien vaihto on niin magneettisilla kuin pyörivillä täryillä nopea toimenpide, joka on tehtävissä päivän päätteeksi, ennen seuraavan päivän tuotannon aloitusta.

8 Laitteiston valinta

Toiminnasta varmistuminen

Pyörivän täryn vaihtoehdossa ainoana takaavana tekijänä on se, että vastaava järjestelmä on asennettu toisella tehtaalla identtisiin syöttimiin. Vanhojen täryttimien täryvoimaa ei valmistaja ilmoita, vaan ilmoittaa vaan koko syötinjärjestelmän kapasiteetin. Näin ollen itse suunnitellessa riittävästä voimasta varmistuminen on vain kokemustiedon varassa. Itse suunniteltaessa ei sopivaa työkalua vaadittavan täryvoiman laskemiseksi ole.

Magneettisen järjestelmän valtavana etuna mainittakoon, että koko laitteisto on alun perin suunniteltu sille, jolloin uusien täryjen voiman riittävyys on taattu. Koska virheellisesti suunniteltu laitteisto aiheuttaa mittavia tappioita, on vanhoihin suunnitelmiin luottaminen paras ratkaisu.

Kustannukset

Investointikustannuksiltaan pyörivät täryt ovat huomattavasti edullisempi vaihtoehto. Suunnittelun haasteellisuuden vuoksi pyörivän täryjärjestelmän valinta on jonkin asteinen riski, joka toimiessaan huonosti voisi aiheuttaa tuotantotappioita, jossa investointisummiin verrattuna luvut kasvavat tähtitieteellisiksi.

Riskitön valinta

Tästä insinööriyöstä voi tehdä johtopäätöksen, että laitteiston muuttaminen pyöriville täryille on erinomainen ratkaisu. Kustannuksiltaan ja käytössä testattu järjestelmä tulisi todennäköisesti olemaan hyvä vaihtoehto.

Päädytään kuitenkin valitsemaan nykyistä vastaavan järjestelmän ja jättämään muutostyöt tekemättä. Nykyinen järjestelmä on toiminut erinomaisesti tähän asti, ja yhteistyö laitetoimittajan kanssa on ollut mutkatonta. Hyvä kokemus laitteiden valmistajasta puolsi päätöstä.

Samalla kun tehtaalla tehdään isoja muutoksia koko betoniaseman toimintaan, haluttiin, että syötinjärjestelmä ei vaadi käyttöönotossa ylimääräistä säätöä, joka voisi aiheuttaa lisätöitä. Kokonaisen betoniaseman ohjausjärjestelmän uusiminen tulee suurella todennäköisyydellä aiheuttamaan töitä vielä käyttöönottovaiheessa, ja kaikki keskittyminen halutaan käyttää toiminnan varmistamiseksi.

9 Yhteenveto

Työssä tarkasteltiin miten vanhentuneiden kiviaineksen syötinten uusinta kannattaa toteuttaa. Vanhaan järjestelmään ei enää ole saatavilla varaosia, joten laitteisto on uusittava mahdollisimman pian. Työn päätarkoitus oli tehdä esiselvitys siitä, minkälaisilla laitteilla päivitystä ruvetaan tekemään. Käytännössä vaihtoehtoja oli kaksi.

Päävaihtoehdot olivat magneettisilla täryttimillä tai pyörivillä täryttimillä rakennettu järjestelmä. Syöttimen rakenteeseen ei haluttu tehdä muutoksia, joten muutoksen piti olla mahdollinen tehdä vanhaan runkoon.

Tehtaalta löydettiin erittäin pölyttynyt, mutta nykyaikainen magneettisten tärytinten ohjauskeskus nykyiseltä laitetoimittajalta. Edellinen tehtaanjohtaja oli ilmeisesti tällaisen hankinnan joskus tehnyt, mutta asennus oli jäänyt jostain syystä tekemättä. Kyseisellä keskuksella ja sen taajuusohjaimilla on mahdollista ohjata myös vanhoja täryttimiä. Keskuslöytö lisäsi halukkuutta pysyä nykyisen laitetoimittajan järjestelmässä.

Pyörivä tärytin on edullisempi vaihtoehto, ja sen ohjaaminen onnistuu perinteisin tukkurin hyllystä löytyvin laittein. Näin olisi ollut mahdollista vähentää toimittajariippuvuutta, mutta sitä ei nähty tarpeelliseksi. Pyörivien täryjen toiminnasta magneettisille suunniteltujen runkojen kanssa täyteen varmuuteen pääseminen ei ole itsestäänselvyys.

Tehtaalle on tulossa kiireinen viikko betoniaseman ohjausjärjestelmän uusimisen parissa ja haluttiin välttää kaikki ylimääräinen tekeminen, joten vanhaa järjestelmää vastaavalla, erittäin toimivaksi todetulla laitteistolla on luontaista jatkaa.

Pyörivillä täryillä ei katsottu olevan sellaisia etuja, että järjestelmää kannattaisi ruveta sen takia muuttamaan. Väärässä paikassa säästetty euro voi tulla kalliiksi, eikä kokeilu- ja haluta lähteä tekemään. Näin ollen asennus suoritetaan aikaisemmin hankitulla keskuksella ja säilytetään magneettisilla täryillä toimiva syötinjärjestelmä.

Työ on tehty kunnossapitohenkilön näkökulmasta ja siitä tuli hankintaa varten tehty esiselvitys. Työssä olisi ollut mahdollista saada myös tarkka suunnitelma koko laitteistosta, mutta työn johtopäätökset ja tutkimustyö kuitenkin auttoivat laitevalinnan tekemisessä.

Lähteet

1. Lisäaineet. 2017. Verkkoaineisto. Betoniteollisuus ry. < <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/lisaaineet/>> luettu 12.8.2017
2. Magnetic vibrators. 2018. Verkkoaineisto. AvITEQ Vibrationstechnik GmbH. <<https://www.aviteq.com/en/products/drive-technology/magnetic-vibrator/>> Luettu 22.9.2018
3. OMB – Sähkökäyttöiset moottoritäryttimet. 2018. Verkkoaineisto. vibratec Oy. <<http://www.vibratec.fi/sivut/moottori.htm>> Luettu 1.11.2018
4. Nyssönen, Joni. 2018. Prosessinhoitaja, Parma Oy, Tuusula. Haastattelu 16.8.2018.
5. BY 43: Betonin kiviainekset 2008. 2009. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
6. Vesa Kuujo. 2018. Betonilaborantti, Parma Oy, Tuusula. Haastattelu 3.9.2018.
7. EFFECTIVE ACTIVATION OF BULK SOLIDS. 2018. Skako Oy. < https://www.skako.com/fileadmin/SKAKO_Vibration/Brochures/English/pdf/Vibratory_Feeders_GB.pdf> Luettu 3.11.2018
8. Tenho Virtanen. 2018. Sähkötöiden johtaja, VRX Kunnossapito Oy, Tuusula. Haastattelu 7.3.2018.

