

Hannu Pulli

Viljalajittelijan automatisointi

Automatisointi

Opinnäytetyö

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Mekatroniikan suuntautumismuutos



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Mekatroniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Hannu Pulli

Työn nimi: Viljanlajittelijan automatisointi

Ohjaaja: Ismo Tupamäki

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä:1

Maatilapakkaamon toiminta vaatii enenevässä määrin investoimista tuotannon automatisointiin. Opinnäytetyö keskittyy siemenviljan lajittelijan toiminnan esittelyyn, sähköisen toiminnan automatisointiin niiltä osin, kuin se on taloudellisesti tutkimuskohteessa kannattavaa, sekä viljan lajittelun valvontaan ja säätämiseen antureiden avulla.

Maatilapakkaamo tuottaa siemenviljaa maataloille, jonne se markkinoi ja toimittaa pakkaamansa tuotteet. Laatu on merkittävä osa tilan toimintaa, ja siksi tuotannon valvomisen kehittäminen on tärkeä osa.

Lapuan Hellanmaassa on maatilapakkaamo, jonka käytössä tutkittava laite on. Laitteen merkki on Cimibrian delta super 104.

Lajittelijan kehittäminen on pitkäaikainen prosessi, joka toteutetaan vaiheittain.

Avainsanat: Maatilapakkaamo, automatisointi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Information Technology
Specialisation: Mechatronics

Author: Hannu Pulli

Title of the thesis: Automatization of a Corn Sorter

Supervisor: Ismo Tupamäki

Year: 2010 Number of pages:44 Number of appendices:1

Investments are required on the automatization of farm product packaging.

The thesis focuses on the demonstration of operation of the seed grain sorter machine, on the automatization of the machine and on the controlling and adjusting of grain sorting with sensors.

The farm produces, –markets and distributes packed seed grains for other farms.

Quality is an important part of the farm's activity, and therefore the development monitoring of production is an important part of the farms operations.

The farm and the examined device are situated in Hellanmaa, Lapua. The brand of the device is Cimibrian delta super 104.

The development of the sorter device is a long-term process, which is implemented in phases.

Keywords: Farm Packaging, Automation.

SISÄLLYS

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
1 JOHDANTO	9
1.1 Historia.....	9
1.2 Lähtökohta	11
1.3 Tavoite	12
2 YRITYS- JA LAITE-ESITTELY.....	14
2.1 Tuotanto.....	14
2.2 Laitteiston sijainti.....	15
2.3 Laitteiston toiminta	16
3 YMPÄRISTÖOLOSUHTEET JA LAITTEISTOT	20
3.1 Ympäristöolosuhteet	20
3.2 Pienoislogiikka	20
3.2.1 Sumea logiikka.....	23
3.3 Anturit.....	23
3.3.1 Mekaaniset rajakytkimet.....	24
3.3.2 Pyörintävahti	25
3.3.3 Kapasitiivinen anturi.....	25
3.3.4 Ultraäänianturi.....	27
3.3.5 Paineanturi.....	27
3.4 Taajuusmuuttaja.....	28
3.5 Etäohjaus ja valvonta	30
3.6 Turvalaitteet	30
4 LAJITTELIJAN AUTOMATISOINTI	32
4.1 Prosessin valvonta	32
4.2 Moottorien synkronointi	33
4.3 Puhaltimen ilmannopeuden säädöt.....	33
4.4 Älyrele	34
4.5 Mekaaniset rajakytkimet.....	34
4.6 Etäohjaus ja valvonta	35

5	KEHITYSSUUNNITELMA	36
5.1	Ohjelmoitava rele	36
5.2	Ryhmäkeskus.....	38
5.3	Imukanavan säätö.....	39
5.4	Säiliöiden tunnistimet	40
5.5	Paine-eron mittaus	40
5.6	Etävalvonta	41
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	42
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Dielektrisyys	Materiaalin kyky johtaa magneettikenttää.
Differentiaali paine	Kahden vierekkäisen tilan välinen paine-ero.
Elevaattori	Erialaisten, lähinnä rakeisten ja jauhemaisten aineiden pystysuuntaiseen kuljetukseen tarkoitettu laite.
GSM	Maailmanlaajuinen puhelinjärjestelmä (Global system for mobile communications).
Hukkakaura	Haittakasvi joka varistaa siemenen ennen varsinaisen viljakasvin valmistumista, valtaa tilaa varsinaiselta viljakasvilta.
IP-luokitus	Sähkölaitteen kotelointiluokka vierasesineen ja kosteuden tunkeutumisen suojaamiseksi.
Modeemi	Laite, jolla analoginen signaali muutetaan digitaaliseksi ja sama takaisinpäin.
Pascal (Pa)	Paineen mittayksikkö N/m^2 (Newton/neliometri).
PWM	Pulssinleveysmodulointi (Pulse width modulation).
Säätövaste	Annetun säätökomennon toteutuksen seuranta.
Taajuusmuuttaja	Laite, jolla kiinteän verkon jännitteen taajuutta ja amplitudia voidaan muokata, esimerkiksi vaihtovirtamoottorille sopivaksi.

(Sivonen, M. 1998.)

Kuvaluettelo

Kuva 1. Riihiseula, riihilapio ja viskain	10
Kuva 2. Saksalainen piirros tuultajasta eli viskurista	10
Kuva 3. Kuivaamokompleksi	16
Kuva 4. Lajittelijan toiminnan kuvaus	17
Kuva 5. Siemens Logo, Schneider electric Zelio ja Unitronic Jazz	22
Kuva 6. Ohjelmareleiden hintavertailu	22
Kuva 7. Kytinkärkien toiminnot	24
Kuva 8. Erilaisia mekaanisia rajakytkimiä	24
Kuva 9. Kapasitiivisen anturin korjauskertoimia	26
Kuva 10. Kapasitiivisen anturin toimintaperiaate	26
Kuva 11. Ultraäänianturin toimintaperiaate	27
Kuva 12. Wheatstonen siltakytkentä	28
Kuva 13. Jännitteen tehollinen arvo	29
Kuva 14. Pulssinleveys	29
Kuva 15. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate	30

Kuva 16. GSM-modeemeita.....	35
Kuva 17. Säätöaukon merkitys virtausnopeuteen	36
Kuva 18. Ohjelmoitavan releen toiminnot	37
Kuva 19. Ohjauskytkennän periaate	39
Kuva 20. Paineantureita.....	40
Kuva 21. Nestepatsasmanometri ja paine-eromittari	41

1 JOHDANTO

Työ käsittelee valmiiksi rakennetun viljanlajittelijan toimintojen automatisointia. Laite on liitetty osaksi kuivausjärjestelmää, ja on sijoitettu varsinaisen kuivaamo-osan kylkeen. Laite on rakennettu Tanskassa ja on sähköiseltä toiminnoltaan melko pelkistetty. Lajittelijan säätövasteen toteaminen on melko hankalaa, koska säädön vaikutuksen seuraaminen tapahtuu pelkästään silmämääräisesti. Laitteen automatisointi helpottaa huomattavasti lajittelijan käyttöä. Säätojen vaikutusten seuraaminen ja numeerisen säätövastearvon saaminen auttaa aikaansaamaan paremman lopputuloksen.

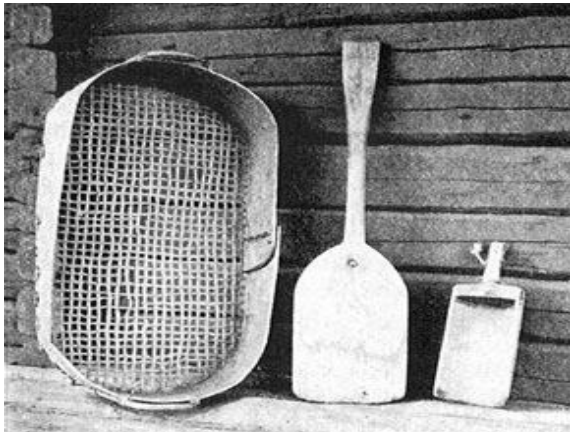
1.1 Historia

Viljan lajittelun alkuperää ei tarkasti tunneta, mutta se on kehittynyt aikojen kuluessa hyvin alkeellisista tavoista. Vanhimpia tunnettuja lajittelumenetelmiä on ollut viljan kaataminen tuulella ilmasta maassa olevalle tasolle, jolloin kevyet roskat ovat tuulen voimasta leijailleet sivulle. Kehittyneempi tunnettu menetelmä on ollut auskarointi eli äyskäröinti. Viljanpuintihuoneen lattialta otettiin äyskäriin viljaa ja heitettiin kohti seinää, jolloin raskaimmat jyvät lensivät kauimmaksi seinänviereen. Kevyt vilja ja kuorimateriaali putosivat lattialle, josta ne kerättiin rehuksi ja muuhun vähempiarvoiseen käyttöön. Raskaimmasta ja parhaasta viljasta tehtiin uutispuroa ja siemenviljaa. Varsinkin siemenviljan käsittelyssä oltiin tarkkoja. Viljan vahingoittumista vältettiin lapioimalla se pyöreäreunaisella puulapiolla. (Korhonen, T. 2004.)

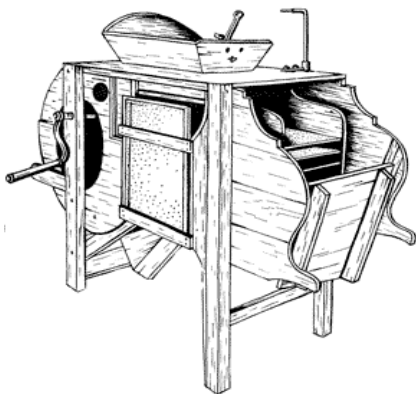
Suomessa ensimmäiset mekaaniseen seulontaan viittaavat tunnetut toimet ovat olleet haapalaudasta valmistettu kylvövakan tyylinen riihiseula (kuva 1). Seulonta oli kullanhuuhtonnan kaltaista lajittelua, jossa jyvät ja akanat erotettiin toisistaan. Tästä seulasta on useita malleja eripuolella maata. (Korhonen, T. 2004.)

Viljan koneellisen puinnin kehittyessä alkoi myös puhdistaminen kehittyä. Puitu vilja täytyi lajitella korrenpätkestä, akanoista ja pölystä.

Kiinalaisten kauan käyttämä tuultaja (kuva 2) tuli Eurooppaan lähetysaarnajien mukana 1700-luvun alussa ja Ruotsiin saman vuosisadan puolivälissä, kun ruotsalainen pappi toi sen mukanaan. (Vuorela 1976,178.)



Kuva 1. Riihiseula, riihilapio ja viskain



Kuva 2. Saksalainen piirros tuultajasta eli viskurista

Lajittelijan toimintaperiaate ei ole muuttunut paljoakaan sen historian aikana. Lajittelu perustuu raskaan jyvän kykyyn vastustaa ilmavirtaa omalla massallaan, sekä

seulontaan, jolla väärän kokoiset tuotteet erotellaan. Tehokkaiden ja laadukkaiden lajittelijoiden käyttö siemenviljan lajittelussa on vieläkin Suomessa melko vähäistä. Tämä johtuu siemenviljan viljelijöiden pienestä määrästä. Internetin tulo ja ulkomaankaupan helpottuminen ovat auttaneet kuitenkin kaupallisen toiminnan kehittymistä myös maatalouden alalla. Maatalous pääsee nopeammin hyötymään maailmanlaajuisesta tuotekehityksestä.

Useilla tuotantoalueilla tuotantomäärät ja monimutkaiset prosessit ovat olleet liian vaativia kokonaisuuksia toteutettavaksi kohtuullisin kustannuksin. Vasta pienoislögiikan kehitys on mahdollistanut toimivien automaattisten valvonta- ja säätöprosessien siirtämisen myös pienempiin ja monimutkaisempiin tuotantoyksiköihin. Pienoislogiikan laskureiden, ajastimien ja muiden laskentaa suorittavien toimintojen lähes rajoittamaton toimintojen määrä pienentää kustannuksia pitkällä aikavälillä. Kyseiset toiminnot eivät kulu, kuten mekaaniset releet. Niiden toimintavarmuus ja käytön helppous ovat edesauttaneet älykkään teknologian leviämistä myös maatalouskoneisiin.

Logiikan ohjelmointi vaatii tuotantoprosessin kokonaistuntemusta ja automaation mahdollisuuksien ymmärtämistä. Mekatroniikka on automaation suuntausalueena omiaan valtaamaan alaa myös maatalouden prosesseissa. Maatalouden yksiköiden suureneminen ja tuotannon tehokkuuden lisääntyminen ovat johtaneet siihen, että myös maatalouskoneiden automatisoinnin lisääminen on tullut mahdolliseksi ja ajankohtaiseksi.

1.2 Lähtökohta

Lajittelijan säätöjen vaikutuksen automatisointi on vaikeaa, koska lajiteltava vilja ei ole tasalaatuista. Viljan kosteusprosentin ja jyväkoon muutokset vaikuttavat säätöarvoihin melko paljon, joten tarkkaa vakioarvoa säädölle ei voida antaa. Säätöalue on rajattavissa lajikekohtaisesti kuitenkin melko pienelle alueelle. Lopullinen hienosäätö joudutaan suorittamaan tapauskohtaisesti. Tarkempi säädön vasteen seu-

ranta vähentää virheen mahdollisuutta ja parantaa siten tuotteen laatua. Säädön seurannan paraneminen auttaa myös kustannustehokkaamman käsittelyn toteutumista, koska liian korkean laadun osuus pienenee. Liian korkea laatu tarkoittaa laadukkaan ja käyttökelpoisen materiaalin hylkäämistä rehuviljaksi. Liian korkea-laatuisten tuotteiden valmistaminen ei ole taloudellisesti järkevää eikä kannattavaa. Huonolaatuisten viljan erottaminen siemenviljasta on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, koska epäonnistunut lajittelu voi johtaa kyseisen viljaerän hylkäämiseen rehuviljaksi. Yksi viljan laatukriteereistä on idätyskoe, jossa tutkitaan montako prosenttia koe-erän jyivistä itää. Sen vuoksi jokaisen jyvän tulee olla laadukas ja ehjä.

1.3 Tavoite

Laitteisto suunnitellaan toimimaan automaattisesti siten, että anturitekniikan ja automaation mahdollisuudet hyödynnetään käyttäjän kannalta kohtuullisin kustannuksin. Tuotannon valvominen lajittelijan ääressä altistaa valvojan kuivalle viljan pölylle ja talvisin kylmälle. Yksitoikkoinen työ on hyvä esimerkki automatisoitavasta kohteesta. Siinä automatisointi on erittäin hyödyllistä ja käyttäjän kannalta myös kustannustehokasta.

Poistopuhaltimen käyttämistä taajuusmuuttajan avulla kannattaa tutkia, koska poistopuhallin on suurin yksittäinen kulutuskoje. Taloudellisesti olisi kannattavaa, jos puhallinta voisi pyörittää mahdollisimman pienellä teholla ilman laadun alenemista. Melun ja pölyn vähentäminen sekä turhan kulumisen estäminen on osa tutkimuksen tavoitetta.

Laitteen toiminta on tarkoitus saada niin varmatoimiseksi, että sen toiminnan valvominen voitaisiin suorittaa etävalvontana, esimerkiksi matkapuhelimen avulla, vaarantamatta kuitenkaan sivullisia. Itsenäisesti toimivan koneen turvarajojen on vikatapauksessa pysäytettävä koneen toiminta.

Laitteen kehittämisessä on huomioitava käyttäjän pitkäaikainen osaaminen ja kokemukset. Mikäli toiminnassa on ilmennyt joitain ongelmia, pyritään ne poistamaan. Tärkeimmät toiminnan kannalta suoritettavat valvontatapahtumat ja hoitotoimenpiteet tulisi muuttaa automaattisiksi, tai helpottaa niiden valvomista ja säätötoimenpiteiden vasteen seuraamista.

Etävalvonnan ja hälytyksien siirto linkkiyhteyden väljän tai gsm-modeemin avulla erilliseen valvomoon tai esimerkiksi matkapuhelimeen ovat osa tutkimusta.

2 YRITYS- JA LAITE-ESITTELY

Maatila on erikoistunut siemenviljan viljelyyn 1970-luvulla. Toiminta on kasvanut omatarveviljelystä kaupalliseksi toiminnaksi menetelmien kehittyessä ja taloudellisten edellytysten parantuessa. Tila on osana Tilasiemen Oy:tä. Siemenliike on perustettu 1992 ja siinä toimii yli viisikymmentä itsenäistä maatilaa. Tilasiemen toimii yhteistyössä merkittävimpien jalostajien ja lajike-edustajien kanssa. (Tilasiemen OY, 1992.)

Markkinoilla saa myydä vain sertifioitua kylvösiementä. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksella annetaan tarkemmat säännökset sertifioidun kylvösiemenen lajikeaitoutta ja laatua koskevista vaatimuksista. Muista sertifioinnin edellytyksistä, kylvösiemenen sertifioimisesta, muussa maassa sertifioidun kylvösiemenen markkinoinnista Suomessa sekä sertifioidun kylvösiemenen tuottamista, käsittelyä ja varastointia koskevista vaatimuksista Tämän lain täytäntöönpanon yleinen ohjaus ja valvonta kuuluvat maa- ja metsätalousministeriölle. (L 4.8.2000/728.4§.)

2.1 Tuotanto

Tilalla viljellään yleisimpiä Suomessa käytettyjä viljalajikkeita, kauraa ja ohraa eri lajikkeineen. Lisäksi viljellään pienimuotoisesti myös nurmi- ja öljykasveja. Siemenviljan viljely ja pakkaaminen on erittäin tarkasti valvottu tuotantoalue. Suomessa ne on sallittu vain erillisen luvan nojalla. Pakkauskoot ovat vaihdelleet maatalouden kehittyessä. Erikokoisten säkkien käsiteltävyyden kehittyessä ovat käyttöön tulleet myös koneellisesti käsiteltävät suursäkit.

Pakkausluvan myöntää ja siitä valvoo Kasvintuotannon tarkastuskeskus, joka myöntää luvan maksimissaan viideksi vuodeksi kerrallaan. Ennen luvan myöntämistä suoritetaan toimitiloissa katselmus lupaehtojen edellytysten toteutumisesta. (L 4.8.2000/728.11§.)

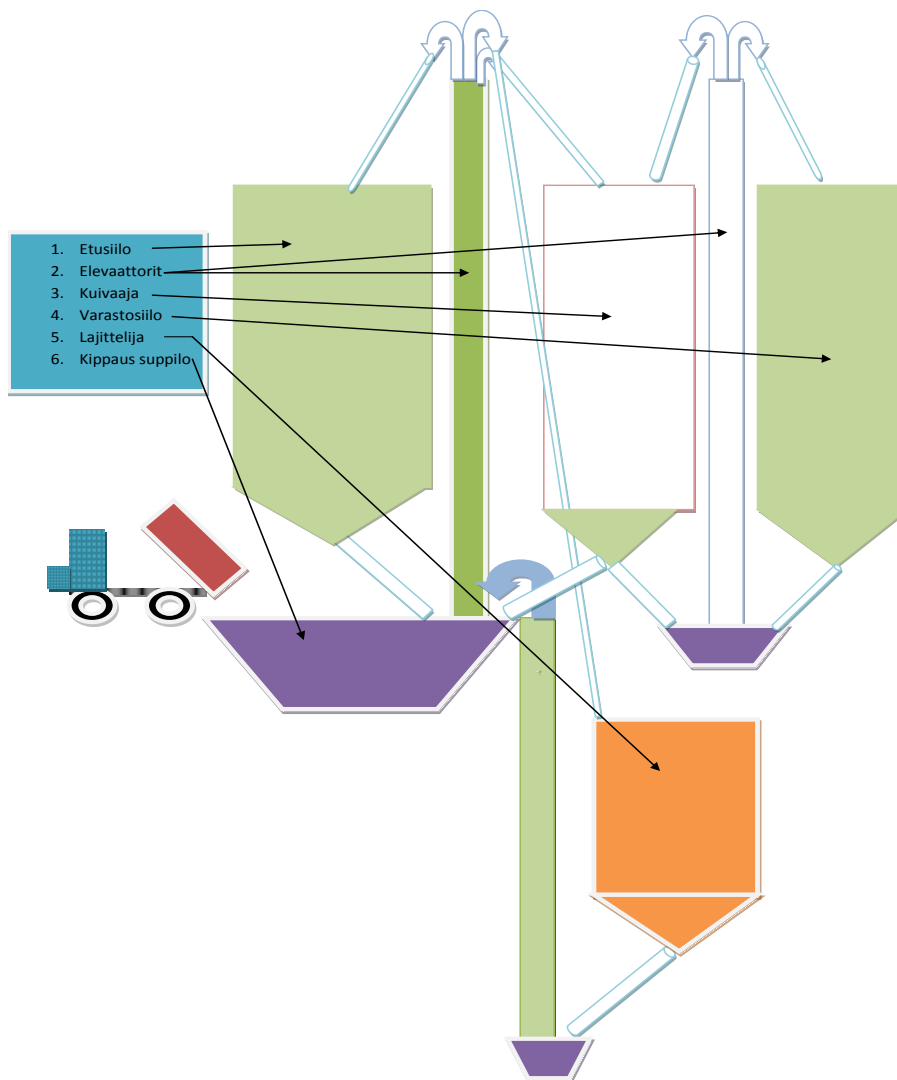
Tilalla viljan käsittely on myös suurta huolellisuutta vaativaa toimintaa. Eri viljalajikkeet on säilytettävä puhtaina muista lajikkeista, jotta lajike pysyy asetetut vaatimukset täyttävänä. Puhtaus ja huolto ovat siksi tärkeä osa koko tuotantoketjun toimintaa. Lajittelijakone tulisi rakentaa siten, että sen huolto ja hygieniataso voidaan pitää riittävän korkealla tasolla.

Hukkakaura on levinnyt Suomeen 1950-luvulla ja ”saastuttanut” 14,5 % viljellystä pinta-alasta, eli n.330 000 hehtaaria (Evira- elintarvike ja turvallisuusvirasto, 2010).

2.2 Laitteiston sijainti

Lajittelija ja pakkauskoneisto on sijoitettu kylmään tuotantohalliin, joka on rakennettu kuivaamon yhteyteen (kuva 3). Tuotantohallissa ei ole lämmitystä, mutta se on täysin katettu. Halli on pohja-alaltaan noin 200 neliometriä.

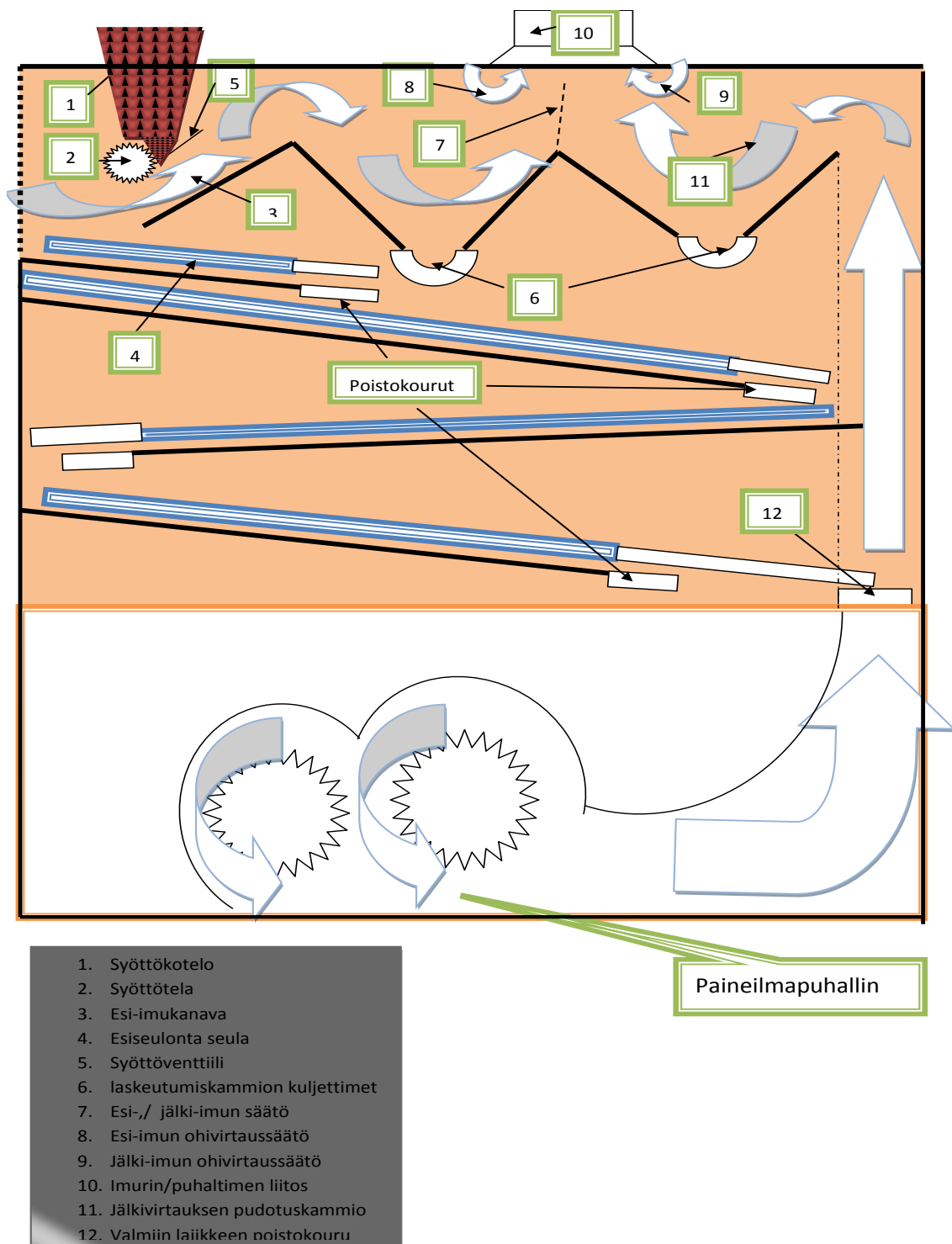
Lajittelijan toiminnan pääasiallinen tarkoitus on erotella puhtaasta siemenviljasta kaikki epäpuhtaudet, kuten oljen pätkät, pöly, irronneet jyvän kuoriosat, liian kevyet jyvät ja muut mahdolliset epäpuhtaudet. Kuivaaja, lajittelija sekä pakkauskoneisto ovat elevaattoreilla yhteydessä toisiinsa kuvan 3 esittämällä tavalla.



Kuva 3. Kuivaamokompleksi

2.3 Laitteiston toiminta

Lajittelijan poikkileikkaus on esitetty kuvassa 4. Viljan ominaispainon tulee olla riittävän korkea, että se hyväksytään siemenviljaksi. Yleisesti arkikielessä puhutaan hehtolitrainosta.



Kuva 4. Lajittelijan toiminnan kuvaus

Lajittelijan toiminta alkaa syöttökotelosta, jossa on pohjalla sekoittaja. Hyvän lopputuloksen saamiseksi on laatikossa oltava niin paljon viljaa, että syöttöpyörä syöt-

tää koko leveydeltään tasaisen kerroksen lajiteltavaa tuotetta seulaston pinnalle. Syöttötelaa pyörittää taajuusohjattu moottori, jolla syöttönopeutta voidaan säätää. Säätimessä on käynnistys- ja pysäytyspainikkeet. Pyörimisnopeuden säätö on kymmenenportainen. Syöttösuppilon pohjalla on säätölevy, mikä rajoittaa telalle tulevan viljan virtausta. Virtausaukkoa voidaan myös säätää mekaanisella säätimellä. Säätölevy on jousikuormitteinen tukosten välttämiseksi. Esi-imukanava on säädettävissä, se on syöttötelan alla, ja on tärkeä kohta säätämisen kannalta. Telan alla voidaan säätää ilmavirran nopeutta, painetta ja tulevan vilja määrää säätölevyn avulla. Tämän vuoksi se on koneen kriittisin kohta ja samalla varmasti myös vaikutukseltaan suurin, ajatellen koneen kokonaislajittelutehoa. Säätö ei saa olla liian suurella, koska silloin viljan imeytyy suoraan laskeutumiskammion alla olevaan jätekierukkaan. Lajiteltavalla tuotteella on tähän säätöön olennainen vaikutus, koska lajikkeen ominaispaino vaikuttaa suoraan tarvittavaan tehoon.

Esi-imukanavan jälkeen olevan pudotuskammion yläpinnassa on vuotoaukko, jolla voidaan säätää ilmavirran painetta, jottei se varsinkaan säätöaukon ollessa ka-peimmillaan olisi liian voimakas. Laskeutumiskammion pohjalla on kaksi ruuvikuljetinta joilla jäte-, tai rehuvilja voidaan kuljettaa pois. Ruuvikuljettimen tyhjenysaukossa on ilmavirtauksen karkaamisen estävät puuläpät. Esiseulontaseula erottelee kaikkein suurimmat epäpuhtaudet viljasta, joten sen reikäkoko saa olla huomattavasti suurempi kuin lajiteltava vilja. Liian pienellä seulan reikäkoolla hidastetaan turhaan koneen kokonaiskapasiteettia. Loppuosan seulaston tehtävä on lajitella ja erotella vilja, siten jää vain puhdas tuote jäljelle.

Alailman puhallinmoottorin säätö tapahtuu toisella PWM-taajuusmuuttajalla. Puhallin aikaansaa säädetyn suuruisen ilmavirtauksen seulojen takaosassa olevaan paineilmakanavaan, jossa kevyt ja pienemmän ominaispainon omaava tuote erotellaan. Tähän erotteluun tarkoitettu lajittelijan takaosassa olevan painekanavan merkitys korostuu kevyillä tuotteilla, kuten heinäsiemenellä.

Valaistus laitteen ympäristössä tarkastetaan ja lisätään tarvittaessa riittävälle tasolle. Valaisimien on oltava rakenteeltaan sellaisia, ettei niiden pintalämpötila nou-

se liian korkeaksi, koska ympäristössä esiintyy kuivaa helposti syttyvää viljan pölyä. Valaistuksessa on huomioitava, että pyörivien koneiden valaiseminen ainoastaan yhdellä värähtelevällä valolähteellä (kuten loisteputki) on kielletty. Pyörivän koneen ja värähtelevän valon synkroninen värähtely voivat aiheuttaa koneen hoitajalle vaaratilanteen. (SFS-EN 60204-1. 132.) Mikäli valo värähtelee samalla taajuuksella kuin koneen jokin osa liikkuu tai pyörii, voi se käyttäjän silmään näyttää liikkumattomalta osalta. Huoltotyön ja puhdistuksen aikana lajittelijan sisätiloihin on pystyttävä suuntaamaan riittävä lisävaloteho.

Koneen suunnittelussa ja rakentamisessa on huomioitava koko rakennustyön ajan sen turvallinen käyttö. Huomioidaan käytettävyys, toimintatapa ja käyttöikä. (Keinänen , Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2001, 340.)

3 YMPÄRISTÖOLOSUHTEET JA LAITTEISTOT

3.1 Ympäristöolosuhteet

Tilassa, jossa varastoidaan tai käsitellään palovaarallisia materiaaleja, on paloriski. Hallissa kertyy pölyä, joten hallin sähkölaitteiden ip-luokituksen on oltava vähintään vaatimukset IP5X täyttävä. (SFS-Käsikirja 600. 152.) Sähkölaitteiden suojauksen on täytettävä sille asetetut vaatimukset vierasesineiden tunkeutumiselle. Tämän vuoksi laitteen kosketussuojauksen on täytettävä vaatimus IP X4. (SFS-käsikirja 600, 389.)

3.2 Pienoislogiikka

Pienoislogiikka on modulaarinen kompakti rakenne, jonka toiminnot ovat rajallisia. Niiden laajennettavuus ja kyky käsitellä informaatiota on hyvin rajallinen. Markkinoilla on laaja valikoima eri valmistajien pienoislogiikoita, joista valitaan tarkoitukseen sopivin. Laitteen hinta, laajennettavuus ja saatavuus ovat osa kriteereitä, joiden pohjalta ei voida tehdä ainoastaan yhtä oikeaa ratkaisua. Käyttäjän ja laitevalmistajan tottumuksella on oma vaikutuksensa. Pienoislogiikoiden toiminnalliset vaihtoehdot ovat melko suuria, joten käyttöympäristö ja laitekohtaiset vaatimukset on sovittava tapauskohtaisesti. Laitteiden nopea kehitys ja hintamuutokset saattavat myös muuttaa tilanteen nopeasti. Laitteen ohjelmointi, käytettävyys ja graafinen selkeys ovat käyttäjälle merkitseviä asioita. (Sivonen, M. 1998, 168–169).

Vertailtaessa eri loogisia toimintoja, joita laitteelta vaaditaan, on huomioitava ympäristön asettamat käyttöolosuhteet. Valvottavien suureiden soveltuminen logiikalle asettaa myös valinnalle omat vaatimuksensa. Logiikkojen hinta määräytyy tulojen ja lähtöjen lukumäärän perusteella ja siitä ovatko ne analogisia vai digitaalisia. Analoginen tarkoittaa vaihtelevaa suurearvoa, joka on välillä 0-10 V, tai 0-20 mA (4-20 mA). Digitaalinen tieto tarkoittaa 0/1 tietoa eli on / off tietoa. Analogisilla tulon

tietoarvoilla voidaan suorittaa säätötoimenpiteitä, joilla ohjattavan kohteen säätöä voidaan muuttaa haluttu määrä oikeaan suuntaan. (Sivonen, M. 1998, 23).

Alkuvalmisteluissa määritetään valvonta- ja säätötoimenpiteiden tarve, tulojen ja lähtöjen lukumäärällinen suuruus ja mahdollinen laajennustarve. Logiikoita valittaessa on myös kiinnitettävä huomiota logiikan helppoon ohjelmitavuuteen ja muunneltavuuteen. (Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T. & Putkonen, K. 2001, 243-245).

Markkinoilla on runsas tarjonta erilaisista ”älyreleistä” ja ohjelmitavista pienoislogiikoista. Pienten ohjauspiirien rakentamisessa kannattaa olla tarkkana, jotta rakennettavan laitteen kokonaiskustannus pysyy kohtuullisena.

Niin kutsutut ”älyreleet” eivät ole sarjatuotantoon tarkoitettuja massatuotteita, joihin niiden korkeasta hinnasta. Niiden etuna on yksittäisen tuotteen ohjelmoinnin helppous. Ohjelmointi voidaan suorittaa suoraan toimilohkolla, tai releen mukana toimitettavan ohjelmalevykkeen avulla. PC:llä suoritettava ohjelmointi voidaan myös simuloida ohjelman avulla, jolloin uudelle ohjelmalle tyypillisten virheiden havaitseminen on helpompaa. Sarjatuotannossa ohjelma voidaan kyllä kopioida suoraan ohjelmointilaitteesta, mutta se vaatii oman laitekaapelin. Laittevalmistajien käyttämät ohjelmointikieliset ovat FBD eli (Functional block diagram), LD (Ladder diagram), ST (Structured text), IL (Instruction list) tai SFC (Sequential function). Nämä eivät ole varsinaisia logiikkaohjelmointikieliä, vaan ikään kuin toimilohkoista koottuja toimintakokonaisuuksia.



Kuva 5. Siemens Logo, Schneider electric Zelio ja Unitronic Jazz

Hintavertailussa (kuva 6) mukana olleiden laitteiden hinnat ovat ohjehintoja, joten ne eivät anna aivan tarkkaa kuvaa todellisista ostohinnoista. Myyjien antama alennusprosentti vaikuttaa lopulliseen hintaan.

Valmistaja	Lajimerkki	Tulot	Lähdöt/kpl	Lisäyksikkö tulot/lähdöt	ovh/alv 0%
Siemens logo	Logo 230RC	8	4 (rele)	8 + 4	121 €
Siemens logo	Logo DM8 230OR	4	4 (rele)	4 + 4	108 €
					229 €
Telemeganigue zelio	SR3 B 101 FU	6	4 (rele)		171 €
Telemeganigue zelio	SR3 XT 61 FU	4	2 (rele)		59,50 €
					230,50 €
Unitronic jazz	JZ10-11- R31	16	11	-	76 €
					76 €

Kuva 6. Ohjelmareleiden hintavertailu

Siemensin Logo-rele on helppo oppia itsekin ohjelmoimaan, samoin kuin Telemecaniquen Zelio. Unitronicin jazz vaatii maahantuojaan järjestämän päivän kestävän koulutukseen. Ohjelmitava paneeli poikkeaa vanhoista ”älyreleistä” huomattavasti monipuolisemmalla ohjelmituvuudellaan. Se on huomattavasti edullisempi kuin älyreleet, mutta vaatii monipuolisuudestaan johtuen jo ammattiosaamista.

3.2.1 Sumea logiikka

Sumea logiikka perustuu kokemusperäinen tapaan ohjata toimintoja, kun muuttujien määrä on liian suuri, tai eri asioiden summat vaikuttavat kokonaisuutena lopputulokseen liian monitasoisesti. Järjestelmää on voitu ohjata kokempohjaisesti ihmisen toimesta ilman, että lopputulokseen olisi yhtä oikeaa ratkaisua. Sumean logiikan suurin etu on sen kyvyssä matkia ihmismäisiä toimintoja, joissa ei ole selkeää kaksiarvoista olotilaa. (Niskanen 2003, 3.)

3.3 Anturit

Tuntoelimen mittaus perustuu mitattavan suureen tilan muutokseen (nopeus, lämpötila, paine, tiheys ja niin edelleen). Tuntoelimen tehtävä on muodostaa tarkka vakio mitattavasta kohteesta, jotta se on vertailukelpoinen ja riippumaton ulkopuolisista olosuhteista. (Räsänen 1994, 8.)

Anturivalinnassa oleellinen asia on tunnistettavan kohteen etäisyys, luotettavuus, kestävyys ja vaadittava herkkyys (Keinänen, Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2001, 167–168).

Lisäksi anturin valintaan vaikuttaa mitattava materiaali, mittaustarkkuus, mittatiheys, anturin vaikutus mitattavaan kappaleeseen, fyysinen koko, ympäristöolosuhteet, mekaaniset ja sähköiset suojausmahdollisuudet, saatavuus, korvattavuus ja hinta (Pouttu 2007, 18).

3.3.1 Mekaaniset rajakytkimet

Mekaaniset rajakytkimet soveltuvat yksinkertaisten tilojen tunnistukseen, missä pelkkä tilatieto on riittävä (kosketin kiinni tai auki). Kytkimiä on saatavilla runsas valikoima erilaisiin tiloihin, erilaisille jännitteille ja erilaisilla mekaanisilla tunnistinkärjillä (kuva 7). Mekaanisia kytkimiä on perustoiminnaltaan kolmea tyyppiä, jotka ovat sulkeutuva-, avautuva- ja vaihtokosketin. (Lehtonen 2008, 11).



Sulkeutuva kosketin



Avautuva kosketin



Vaihtokosketin

Kuva 7. Kytkinkärkien toiminnot



Kuva 8. Erilaisia mekaanisia rajakytkimiä

3.3.2 Pyörintävahti

Elevaattorit on varustettu pyörintävahdeilla, joiden tilatietoa hyödynnetään myös uudessa ohjausjärjestelmässä. Elevaattorin pyörintävahdin toimintaperiaate perustuu jousikuormitteiseen vastapainoon, joka saavutettuaan vaaditun nopeuden yhdistää valvontapiirin kärjet ja sallii liikkeen jatkumisen. Pyörintäliikkeen hidastuessa kärki avautuu, ohjauspiiri katkeaa ja moottori pysähtyy. Käynnistyksessä on ohjauspiirin rinnalla ajastin, joka ohittaa vartijalaitteen ja sallii käynnistyksen tapahtua. Laite on mekaaninen ja vanhan aikainen. Sen huonoja puolia ovat kuluminen, likaantuminen, eikä se valvo kohdetta käynnistyksen aikana. Mekaaninen vahti täytyy myös sovittaa vähintään minimi pyörintänopeudelle, jotta se voi toimia. Se ei sovellu taajuusmuuttaja käyttöön.

3.3.3 Kapasitiivinen anturi

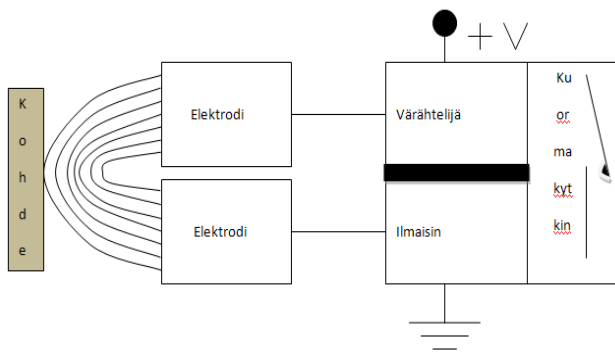
Kapasitiivisen anturin kyky tunnistaa materiaaleja perustuu sen tunnistusalueella olevaan magneettikenttään, jonka alueella tapahtuvaan dielektrisyyden muutokseen kytkin reagoi (kuva 9). Anturin tunnistusherkkyyttä voidaan yleensä säätää potentiometrillä, joka on tunnistimessa. Anturi reagoi erilaisiin materiaaleihin eri etäisyydeltä (kuva 9).

Kapasitiivinen anturi on oikeastaan säätökondensaattori, jonka kapasitanssi muuttuu mittauskaran liikkeen ja aseman mukaan ja on esitettävissä ja mitattavissa digitaalisissa ja analogisissa muodoissa. Kapasitiivinen kytkin on absoluuttikytkin ja sillä on kiinteä nollapiste. Anturi muistaa nollapisteen, vaikka niiden jännite sammutetaan. (Andersson & Tikka. 1997, 323.)

Anturin toimintaherkkyys on määritetty normi teräslevyn (Fe 360) reagointiin, jolloin herkkyyserroin on yksi. Muilla materiaaleilla se on yleensä huonompi ja tunnistus-etäisyys pidempi. (Lehtonen 2008,16).

Tunnistettava materiaali	Korjauskerron
Metalli	1,0
Puu	0,2-0,7
Lasi	0,5
PVC	1,0
Öljyt	0,1

Kuva 9. Kapasitiivisen anturin korjauskertoimia



Kuva 10. Kapasitiivisen anturin toimintaperiaate

Anturin sijoittamiseen on kiinnitettävä suurta huomiota. Anturi on sijoitettava siten, ettei sen tunnistusalueelle kerääny tahattomasti vieraita esineitä, eikä se ole täyttövirrassa, joka kuluttaa anturia ja häiritsee sen toimintaa täyttövahtina. Jollei sijoitus salli muuta paikkaa kuin täyttövirta, on anturi suojattava ja varmistuttava siitä, ettei anturin ympärille muodostu toimintaa häiritseviä taskuja, jotka vaarantavat sen luotettavuuden. (Räsänen 1994, 41) Anturia ei myöskään saa sijoittaa sellaiseen kulmaukseen, missä säiliön tyhjentyminen ja täytyminen on epälineaarista. Anturoinnin suunnitteluun on hyvä käyttää aikaa, jotta saavutetaan riittävän tasalaatuinen toistuvuus.

3.3.4 Ultraäänianturi

Ultraääniantureiden tunnistus



Kuva 11. Ultraäänianturin toimintaperiaate

Ultraäänianturissa on lähetin ja vastaanotinkide, jossa tunnistettavaa kappaletta käytetään heijastimena (kuva 10). Anturi pystyy tunnistamaan kiinteitä aineita, jauheita ja nesteitä, mieluummin sileitä ja tasaisia pintamuotoja, vähintään 0,01 mm paksuja materiaaleja. Anturin toimintaa haittaa ympäristön lämpötilan nopeat muutokset, ilmanpaine, kosteus, vesi, voimakkaat ilmavirtaukset sekä lika. (Pouttu 2007, 22-23.)

Yleisimmät käyttökohteet ovat työstökoneet, pakkausautomaatio, ajoneuvot, pape-riteollisuus, pumppulaitokset sekä ruoka- ja panimoprosessit. Tunnistettavat koh-teen ovat nestemäisten tai kiinteiden aineiden pinnat, sekä läpinäkyvien materiaali- en, kuten lasin ja veden tunnistukseen. Tunnistin soveltuu vaikeisiin ympäristöolo- suhteisiin ja analogisiin etäisyysmittauksiin. (Schneider Electric, 2010.)

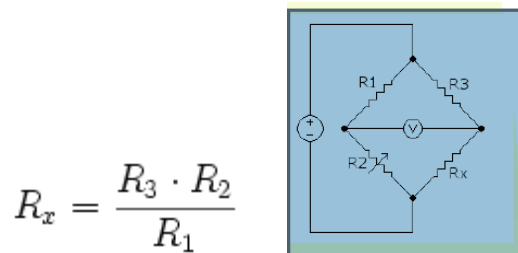
3.3.5 Paineanturi

Paineantureilla voidaan tarkkailla ilmavirtausta paineilmakanavassa. Bernoullin yhtälön mukaisesti voidaan kanavan virtausnopeutta mitata kanavan sisä- ja ulko- puolen paine-erosta. (Hautala & Keinänen 2005, 118.)

Kanavan sisällä erottelu toteutetaan Newtonin III lain mukaan, voiman ja vasta-voiman periaatteella. (Hautala, & Peltonen, 2005, 31).

Paineen mittayksikkö on Pa (Pascal). Ilmakehän normaali paine on 100 000 Pa, eli 100 kPa (kilo-Pascal). + tai – paineen edessä tarkoittaa yli tai alipainetta verrattuna normaaliin ilmanpaineeseen. (Räsänen 1994, 12).

Paineanturin siltakytketty venymäliuska antaa esimerkiksi kymmenen voltin referenssi jännitteellä 20 mV tulojännitteen. Tulojännite on vahvistettu siltakytkennällä (kuva 11), jotta mittaustulos on siirrettävissä luotettavasti. Normaali siirtomuoto on 0 – 10 V tai 0 – 20mA. Siltakytkennän toiminta esitetään kuva 12. (Lehtonen 2008.)



Kuva 12. Wheatstonen siltakytkentä

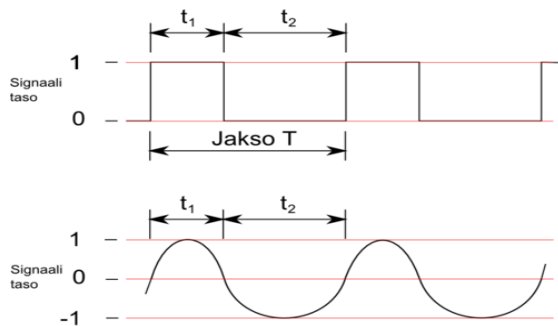
3.4 Taajuusmuuttaja

Ohjaamalla taajuusmuuttajan toimintaa voidaan moottorilla tuottaa vakiovääntömomentti kierrosnopeudesta riippumatta, ellei vakio kierros lukua ylitetä. (ABB:n tekninen opas n:o 7. Sähkökäytön mitoitus. 2010.)

Lajittelija on varustettu kahdella PWM-ohjatulla taajuusmuuttajalla, joilla säädetään syöttölaitteen ja pohjapuhallinmoottorin nopeutta (kuva 13). Säätimessä on portaallinen asteikko yhdestä kymmeneen, jolla transistorin ohjusaikaa säädetään (kuvat 12 ja 13). Säädin sisältää käynnistys- ja pysäytyspainikkeet.



Kuva 13. Jännitteen tehollinen arvo

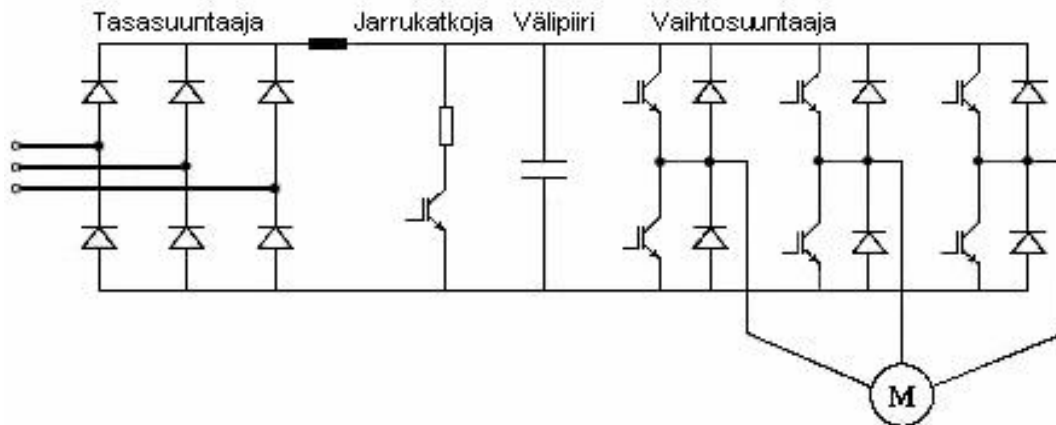


Kuva 14. Pulssinleveys

$$(T = \text{jaksonaika}) D = t_1 + t_2, D_{\text{päällä}} = t_1/T, D_{\text{pois}} = t_2/T$$

Uusimmissa taajuusmuuttajissa käytetään sähköisinä kytkiminä nopeita IGBT-transistoreja (Insulated Gate Bipolar Transistor eli eristehilabipolaaritransistoreita).

Taajuusmuuttajassa on kolme oleellista toimilohkoa. Tasasuuntaaja, jossa vaihtosähkö muutetaan tasasähköksi (esimerkissä kolme vaihetta). Välipiiri ja vaihtosuuntaaja, joilla tasasähkö muutetaan takaisin amplitudiltaan halutun suuruiseksi ja taajuiseksi vaihtosähköksi (kuva 15). Välipiirissä voidaan myös muuttaa kuormasta jarrutuksen aikana vapautuva energia lämmöksi.



Kuva 15. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate

3.5 Etäohjaus ja valvonta

Langattomasta ohjauksesta on määrätty, ettei ohjauslaitteisto saa tahattomasti käynnistyä. Langattomasta ohjainlaitteesta ohjaus saa kohdistua ainoastaan tarkoitettuihin kohteisiin. Tarvittaessa on järjestettävä ohjaus vain yhdestä tai useammasta ennalta määrätystä paikasta. (SFS-EN 60204-1. 82.)

Etäohjauksessa laite tai laitteisto voidaan käynnistää, pysäyttää ja säätää ennalta sovittujen parametrien puitteissa. Valvontatoimenpiteistä tärkeimmät tiedot tulee näkyä valvojalla. Näitä ovat normaalikäyntitieto, häiriötila ja työkierron päättyminen. Häätäpysäytyksen pitää toimia kaikissa olosuhteissa ja ohittaa muut käskyt. (SFS-EN 60204-1, 80.)

3.6 Turvalaitteet

Konedirektiivin mukaan, jos konekokonaisuus rakennetaan useista osakokonaisuuksista, on vastuullisena se, joka kokonaisuuden kokoaa, tai se voidaan erikseen määrittää. (SFS-EN 60204-1. 82.)

Vaaratekijät olisi hyvä huomioida, esimerkiksi ennalta tehdyn vaaratekijäluettelon pohjalta. Laite suojataan siten, ettei sen liikkuviin ja vaaraa aiheuttaviin osiin pääse tahattomasti kosketuksiin. Riskien arvioinnissa on huomioitava koneen hoitamiseen, käytön ylläpitämiseen ja huoltamiseen vaadittavat hoito- ja huoltotilat. Koneen ympärille jätetään riittävät kulkutiet. On arvioitava myös tahattoman vaaran mahdollisuus, huomioidaan kaikki mahdolliset vaaratekijät. (Keinänen , Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2001, 340.)

Rajakytkimet ja muut turvallisuutta lisäävät rakenteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, ettei rajapinnan ylitys riko itse turvalaitetta (SFS-EN 60204-1, 90).

4 LAJITTELIJAN AUTOMATISOINTI

Komponenttien valinnassa on kiinnitettävä huomiota siihen, että niiden tulee olla laadultaan mahdollisimman varmatoimisia. Luotettavuus on oleellinen osa laitteen toimintaa, eikä se saa alentua. Liian monimutkainen automatisointi voi myös olla käyttäjän kannalta haittaava tekijä. Automatisoitaessa laite on käyttäjä opastettava ymmärtämään, käyttämään ja hoitamaan laitetta oikein.

Turvalaitteiden poiskytkeminen ei saa olla mahdollista koneen toimiessa. Liikkuvien osien ja aukkojen suojaamiseen on kiinnitettävä huomiota.

Kuljettimet ja itse lajittelija on voitava puhdistaa tarkasti siemenerän vaihdon yhteydessä. Kaikissa laitteiston osissa on säilytettävä huolto- ja puhdistustiet.

4.1 Prosessin valvonta

Viljansyötön tasainen jatkuvuus on oleellinen osa lajittelijan tehokasta ja laadukasta toimintaa. Lajittelijan yhteyteen on rakennettu varastosiilo, jolla syöttölaitteen sekoittajasäiliötä täytetään. Siilo varustettiin kapasitiivisilla tunnistimilla, jolloin varastosiilon täyttö voidaan suorittaa automaattisesti. Sekoittajasäiliössä tulee olla aina niin paljon viljaa, että syöttövirtaus lajittelijaan pysyy mahdollisimman tasaisena. Varastosiilon täyttö suoritetaan elevaattorilla, jonka käynnistys on varustettu tähti-kolmiokäynnistimellä. Moottori tulee varustaa pehmokäynnistimellä tai taa-juusmuuttajalla. Tämä siksi, jotta moottori jaksaa käynnistyä paremmin myös kuormitettuna. Elevaattori on varustettu keskipakotoimisella pyörintävahdilla, joka puretaan ja valvonta siirretään uuden toimilaitteen suorittamaksi.

4.2 Moottorien synkronointi

Lajitteluprosessiin liittyy kahdeksan eri moottoria, joten käynnistystä ohjaavassa laitteessa on oltava vähintään kyseinen määrä lähtöjä. Lajittelijan moottorit synkronisoidaan käynnistymään siten, ettei ylimääräistä tyhjäkäyntiä tapahdu. Sekoittajasäiliön tyhjentyessä tai syötön häiriintyessä, on sen pysäytettävä lajittelija säädetyn ajan kuluttua. Tämä mahdollistaa samalla halutun suuruisen viljaerän käsittelyn, ilman erillistä sammutuskomentoa. Kaikkien moottorien käynnistykset voidaan suorittaa logiikan ajastimia käyttäen, jolloin moottorit eivät aiheuta turhaa käynnistysvirtapiikkiä syöttävään verkkoon.

Jätteenpoistokierukan ylimääräinen joutokäynti voidaan myös poistaa roska-astian yläreunaan asetettavan kapasitiivisen tunnistimen avulla. Tyhjennys voidaan suorittaa ajastimen ja tunnistimen ohjelmallisella yhdistämisellä. Koska jätteenpoistokierukka on spiraalikierukka, sen kuluminen on huomattavasti suurempaa kuin tavallisen kierukan. Spiraalikierukka voidaan taivuttaa kaarelle, jolloin sisäspiraali puristuu ulkovaippaan. Tästä syystä mekaaninen kitka kuluttaa ulkovaippaa huomattavasti enemmän, kuin tavallisessa suorassa kierukassa. Ylimääräisen käymisajan poistaminen kasvattaa kierukan käyttöiän moninkertaiseksi ja vähentää melua pakkaamossa.

4.3 Puhaltimen ilmannopeuden säädöt

Esipuhdistinosan moottori (7,5 kW) varustetaan omalla taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttajaa ohjaa paineanturi, minkä avulla esipuhdistinosan ilmanpaine voidaan vakauttaa. Laitevalmistaja on ilmoittanut, että poistoilmamäärän tarve on noin $8200 \text{ m}^3/\text{h}$. Koko ilmamäärä käytetään esi- ja jälki-imukammion toimintaan. Lajittelijan pohjalla on kaksi paineilmapuhallinta, joilla tuotetaan koko seulaston takaosaan loppuhuuhtelu epäpuhtauksien ja kevyiden roskien erotteluun. Lajittelijan yläosassa esi-imukanavan aukkoa voidaan säätää, jolloin ilmavirran nopeus kanavassa muuttuu. Säädöllä on suora vaikutus ilmavirtauksen nopeuteen esi-

puhdistusosassa, joka aikaansaa kevyen partikkelin erottumisen varsinaisesta siementuotteesta. Sääto on tehokas, mutta vaarallinen. Virtausnopeuden ollessa liian suuri poistaa se myös varsinaista viljatuotetta. Viljan ominaispainolla ja siemenen koolla on siis suora vaikutus oikeaan virtausnopeuteen. Onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi, on siis oleellista, että esi-imukanavan säätöaukossa on mitta-anturi, jolla säädön vaikutusta voidaan seurata. Mitattaessa kyseistä säätöä on myös syöttölaitteen nopeudenmuutoksen vaikutus kompensoitava ilman nopeutta tai paine-eroa tarkkailemalla. Paine-eromittaus suoritetaan differentiaali mittauksena.

4.4 Älyrele

Ohjelmoitavalla releellä saadaan toteutettua laitteen moottorien ohjaukset porrastettuina siten, ettei käynnistys aiheuta liian suurta virtapiikkiä. Laitteen käynnistyksessä on lisäksi huomioitava laitteen toiminnan kannalta vaadittava syötön tasaisuus. Täytön ja tyhjennyksen valvonta voidaan myös ohjata samalla releellä. Laitteen mahdolliset toimintahäiriöt liitetään osiltaan ohjelmoitavaan releeseen.

Poistettavan tuotteen määrä vaihtelee suuresti. Poistokierukan ylimitoitustarpeesta johtuen jätteenpoistosäiliössä on oltava pinnankorkeusanturi, jolla astian tyhjenystä valvotaan. Alarajaan tunnistinta ei välttämättä tarvita, koska pienoislogiikassa ja ohjelmoitavissa releissä on käytettävänä ohjelmallisia ajastimia. Sen avulla tyhjennys voidaan ajastaa halutun pituiseksi ja kestoiseksi.

4.5 Mekaaniset rajakytkimet

Viljasäiliön pinnankorkeuden valvontaan mekaaninen rajakytkin on liian epävarma, vaikka se olisi edullisin vaihtoehto. Mekaaninen liike asettaa omat vaatimuksensa ulkopuolisten epäpuhtauksien hallintaan. Mekaanisen liikkeen vaatiman voiman tulisi olla niin suuri, että kytkin toimii varmasti. Vahvistettaessa kosketuksen vaiku-

tusta vahvistetaan samalla epäpuhtauksien vaikutusta, eikä mekaaninen kytkin ole usein oikea valinta hallittaessa kevyitä kiinteitä aineita.

Kuivurissa oleva mekaaninen anturi on käytännössä osoittautunut toistuvaa huoltoa vaativaksi, eikä näin täytä sille asetettuja vaatimuksia. Tunnistettava kohde on massaltaan hyvin kevyttä ja paakkuuntuvaa.

4.6 Etäohjaus ja valvonta

Pakkaamo sijaitsee noin sadan metrin etäisyydellä asuinrakennuksesta. Langallinen yhteys asunnolle on mahdollinen toteuttaa samoin kuin langaton linkkiyhteys. Kolmantena vaihtoehtona on modeemiyhteyden asentaminen suoraan lajittelijan keskukseseen, josta hälytykset ja ohjaukset voidaan välittää suoraan haluttuihin puhelimiin. Kuvassa 16 on gsm-modeemeita.

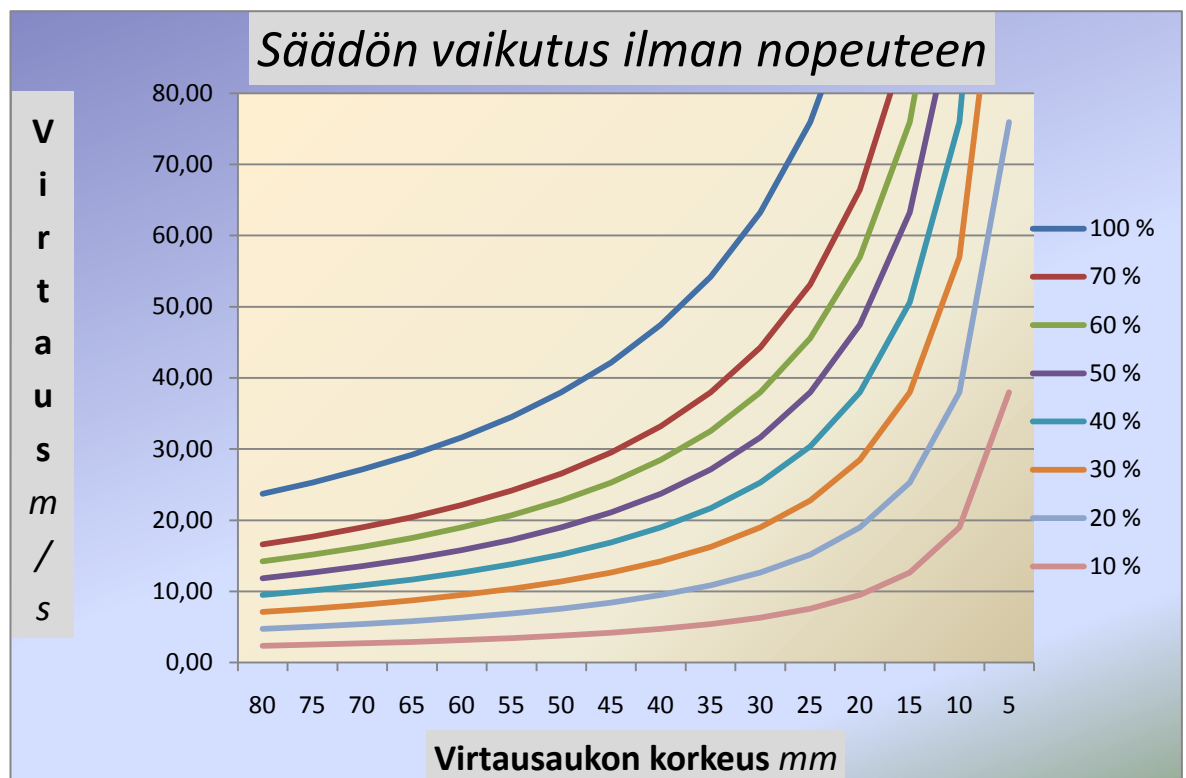


Kuva 16. GSM-modeemeita

Tilan murtovalvontaa on myös hyvä harkita, koska ilkeivallan mahdollisuus on tullut osaksi maatalojen toimintaa. Tilan valvonta tahalliselta tai tahattomalta häiriköinniltä kannattaa toteuttaa, koska jo pienikin sabotointi voi aikaansaada huomattavia taloudellisia menetyksiä.

5 KEHITYSSUUNNITELMA

Toiminnan kannalta oleellisin kehityskohde lajittelijassa on esi-imukanavan il-
määrän ja sen virtausnopeuden säätö. Ilmamäärä muuttuu jakopellin säätöasen-
nosta riippuen etu- tai jälki-imukanavassa. Normaalikäytössä se ohjaa esi-imuun
30% – 60%. Esi-imukanavan aukon kokoa muutettaessa voidaan sillä vaikuttaa
ilman virtausnopeuteen etuosassa. Ilmanmäärän ja virtausaukon suuruuden vaiku-
tus virtausnopeuteen on esitetty kuvassa 17. Säätöaukko varustetaan paine-
eromittarilla, jolla virtausnopeus voidaan tulkita.



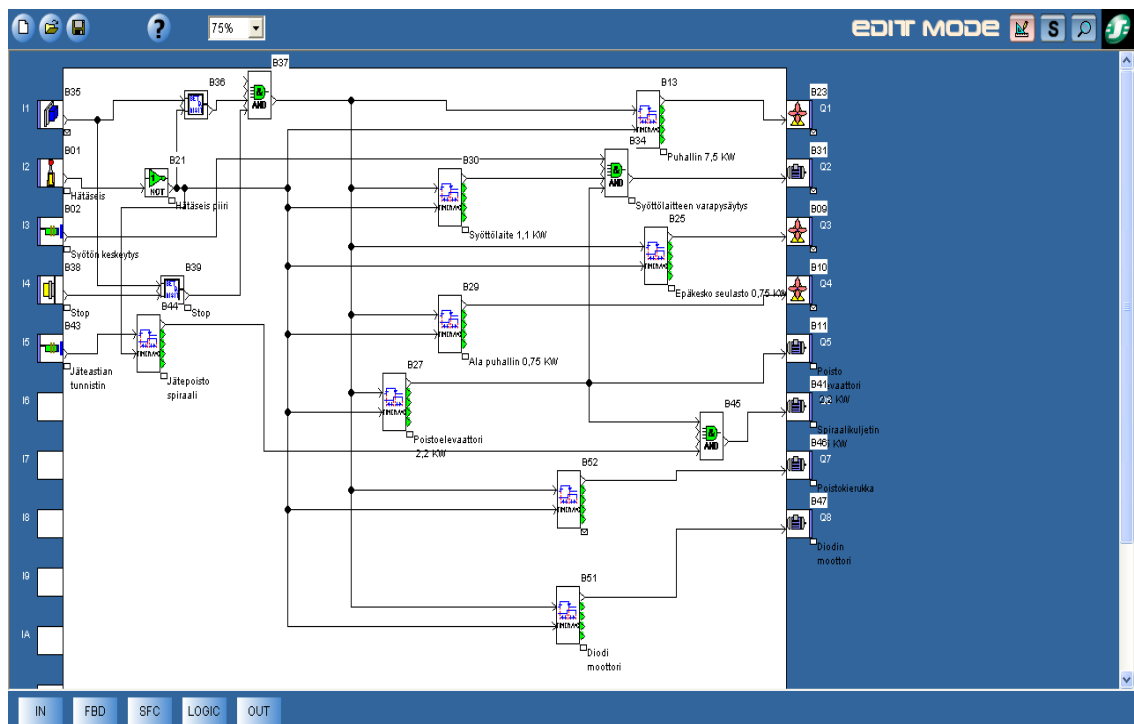
Kuva 17. Säätöaukon merkitys virtausnopeuteen

5.1 Ohjelmoitava rele

Moottoreiden ohjaukset on toteutettu ohjelmoitavalla releellä, joka on merkiltään
Zelio (kuva 18). Rele oli kilpailijan valmistaman releen kanssa ohjehinnaltaan sa-

mantasoinen, mutta nettohinnaltaan huomattavasti edullisempi. Ohjelmisto oli hankittu jo aikaisemmin, eikä sitä tarvinnut siksi ostaa.

Moottoreiden käynnistykset on toteutettu ajastimilla, jotta moottoreiden käynnistykset eivät tapahdu samanaikaisesti. Kun puhallinmoottori (7,5 kW) varustetaan taajuusmuuttajalla, on sen käyntitieto lisättävä releen tulotietoihin.



Kuva 18. Ohjelmoitavan releen toiminnot

Pysäytyspainikkeella moottorit pysähtyvät päinvastaisessa järjestyksessä kuin käynnistyksessä. Tämä toiminto estää liian paksujen viljakerrosten muodostumisen seulojen päälle ja imukanaviin. Ainoastaan hätäseispiiri pysäyttää koko koneen kaikki moottorit samanaikaisesti. Moottoreita ohjaavat ajastinreleet on ohjelmoitavissa käynnistykseen ja pysäytyksen osalta erilaisille ajanjaksoille. Käynnistysajat ovat pidemmät kuin pysäytysajat, koska moottorien käynnistyminen vaatii pidemmän ajan kuin pysäytys. Esimerkiksi tuulettimen on käynnistytävä kokonaan ennen kuin varsinainen lajittelutoiminta voi alkaa. Ilmanvirtauksien tasaantuminen vaatii myös aikaa.

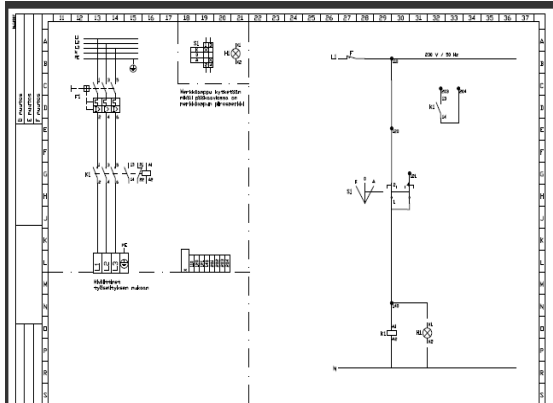
Releen sisääntulot on ohjelmoitu tehtaalla sulkeutuviksi kosketintiedoiksi, joten niiden tilatieto on muutettava valvontapiirissä käänteiseksi. Pysäytys- ja rajakatkaisijat rakennetaan avautuvalla kärkitiedolla. Niiden toiminta edellyttää myös toimivaa johdotuspiiriä. Mikäli rajakytkimen tai turvapiirin johdotus vaurioituu, aiheuttaa se valvottavassa piirissä katkoksen ja toiminta keskeytyy tai pysähtyy kokonaan. Tämä toiminto on oleellinen osa turvapiirien toimintaa.

Jäteastian kapasitiiviselle yläpinnan tunnistimelle ohjelmoidaan neljän sekunnin viive, ennen astian tyhjennyksen aloittamista. Tämä viive poistaa epäpuhtauksien aikaansaamia virhetunnistuksia. Tyhjennys asetetaan kestämään 60 sekuntia.

Laitteiston käynnistys ja pysäytys on toteutettu painonapeilla, jotka vaativat toimikseen pitopiirit. Tämä varmistaa sen, että asetettu tieto jää voimaan. Pitopiiri toimii siten, että annetulla käynnistyspulssilla rele asetetaan toimintaan (set), ja nollauspulssilla (reset) astus vapautetaan. Yhtäaikaiset pulssit asetetaan toimimaan nollauspulssina.

5.2 Ryhmäkeskus

Ryhmäkeskus varustetaan moottorikohtaisilla kontaktoreilla ja lämpöreleillä. Kaikkien moottoreiden ohjauskytkimet ovat kolmetoimisia (auto 0 käsi), koska niitä halutaan ohjata käsi-ohjauksella tai ohjelmoitavalla releellä (kuva 19).



Kuva 19. Ohjauskytkennän periaate

Lisäksi keskuksessa on automaattivarokkeet kaikille moottorilähdöille, ohjauspiirin johdotuksen riviliittimet ja ohjelmoitava rele.

Keskukseen on jätetty varatila myöhemmin mahdollisesti tapahtuvaa laajennusta varten. Keskukseen liitetään hälytyksen siirtoa varten gsm-modeemi, verkkomuuntaja sekä hälytysyksikkö.

5.3 Imukanavan säätö

Esi-imumoottoriin hankitaan myös taajuusmuuttaja, jota voidaan ohjata ilmanvirtausanturilla. Koska imukanavan tehoa on rajoitettu kanavassa olevan virtausrajoittimen avulla lähes koko toiminnan ajan, säästää taajuusmuuttaja moottorin kuluttamaa energiaa ja pienentää melua huomattavasti. Lajittelijassa olevat ohivirtaussäätimet voidaan jättää käytöstä pois, koska ohivirtausta ei silloin enää tarvita. Kanavassa tapahtuva virtausnopeus voidaan säätää taajuusmuuttajan avulla halutun suuriseksi.

5.4 Säiliöiden tunnistimet

Viljasiilon ja jäteastian tunnistukseen valittiin kapasitiivinen anturi, joka soveltui parhaiten pakkaamon ympäristöön ja täytti muutkin sille asetetut vaatimukset.

Ultraäänianturi olisi myös ollut mahdollinen, mutta sen hankintakustannus on huomattavasti korkeampi. Optisen anturin sijoittaminen epäpuhtaille ja pölyäville aineille ei ole toimiva ratkaisu, koska leijuva pöly antaa virheellisiä hälytyksiä.

5.5 Paine-eron mittaus

Esi-imukanavaan asennetaan paine-eroanturi (kuva 20), jolla ohjataan poistopuhaltimen toimintaa. Painetta verrataan laitteen ulkopuolella olevaan normaaliin ilmanpaineeseen. Mittarin ilmaputket on huollettava määrävälein epäpuhtauksista. Mittarin tai apunäytön avulla voidaan seurata milloin toinen laite on likaantunut liikaa ja vaatii huoltoa. Nestetoimisissa näytöissä on lisäksi haittana se, että putkessa oleva neste haihtuu.



Kuva 20. Paineantureita

Säätötoimenpiteen apuna voidaan käyttää halutessa nestepatsasmanometria tai viisarilla varustettua paine-eromittaria (kuva 19).



Kuva 21. Nestepatsasmanometri ja paine-eromittari

5.6 Etävalvonta

Etävalvonta toteutetaan gsm-modeemin avulla. Lajittelijasta tarvittavien tietojen määrä on niin vähäinen, ettei väyläpohjainen tiedonsiirto ole tarpeellista. Lisäksi modeemiin voidaan liittää murtovalvonta, jonka tärkeys tuli ilmeiseksi työn aikana. Matkapuhelimeen tuleva hälytys voidaan ohjelmoida useammalle vastaanottajalle ja toiminto ei ole sidoksissa asuinrakennukseen. Runsaan tarjonnan seurauksena modeemit ovat edullisia hankkia ja käyttää. Modeemiksi valittiin Centro gsm-ohjaus/valvontajärjestelmä. Laitteella voidaan vastaanottaa hälytykset, suorittaa sammutus (sekä tarvittaessa käynnistys) ja valvoa neljää tuloa. Tulot voivat olla jännite- tai virtaviestejä. Laitteella voidaan antaa pulssiohjattu toiminta-aika, jonka kesto voidaan määrittää.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Alkuperäisen suunnitelman mukainen laitteen automatisointi ei onnistunut kokonaan aikataulullisista syistä. Laitteiston suunniteltu rakenteellinen kehittäminen jäi osittain teoreettiseksi. Työ auttoi kuitenkin kehitystyön käynnistymiseen, koska teoreettinen suunnittelu ja perehtyminen asiaan on suurelta osin tehty. Kokonaisen laitteiston suunnittelu ja kehittäminen vaatii runsaasti paneutumista asiaan. Laittekokonaisuus on monimutkainen prosessi erilaisia toimintoja, joiden toiminnallinen kokonaisuus on usein sidoksissa muihin toimintoihin. Yksittäisen osa-alueen kehittäminen ei ole mahdollista ilman paneutumista koko toiminta-alueeseen.

Lajittelijan kehittäminen oli haastava ja runsaasti aikaa vaativa prosessi. Laitteen säätöjen automatisointi pitää toteuttaa osittain silmämääräisesti, koska valmiita parametreja ei voida antaa. Prosessissa on liikaa muuttuvia tekijöitä, jotta se voitaisiin toteuttaa kokonaan kohtuullisilla kustannuksilla automaation keinoin. Koneenäön soveltumista prosessin valvontaan kannattaa myös tutkia.

Taloudellisia säästöjä kuitenkin voidaan joiltakin osin saavuttaa suhteellisen pienellä investoinnilla. Työn ja valvonnan helpottamista on jo lajittelijalla toteutettu.

LÄHTEET

- ABB:n tekninen opas n:o 7. Sähkökäytön mitoitus. 2010. [www-dokumentti].
[Viitattu 16.5.2010] Saatavissa:
[http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/\\$File/Tekninen_opasnro7.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/$File/Tekninen_opasnro7.pdf)
- Andersson, P. & Tikka, H. 1997. Mittaus- laatutekniikat. Porvoo: WSOY.
- Cimbria. 1996. Lajittelukone tyyppi 104. Käsikirja.
- Evira- elintarvike ja turvallisuusvirasto. 2010. [www-dokumentti]. [Viitattu 12.4.2010] Saatavissa: http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/siemenet/hukkakaura/
- Hautala, M & Peltonen, H. 2005. Insinöörin (AMK) fysiikka osa 1. Saarijärvi: Lahden teho-opetus OY.
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T. & Putkonen, K. 2001. Koneautomaatio 2 logiikat ja ohjausjärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Korhonen, T. 2004. Muuttuva maaseutu historiallinen maatalo. 2010. [www-dokumentti]. [Viitattu 19.4.2010] Saatavissa:
<http://www.helsinki.fi/kansatiede/histmaatalous/peltoviljely/puhdistus>
- L 4.8.2000/728. Siemenkauppalaki.
- Lehtonen, M 2008. Elektroniset anturit: anturitekniikka. [Verkkojulkaisu]. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. ICT-yksikkö/tietotekniikka ML, Anturitekniikan oppimateriaali. [Viitattu 16.4.2010] Saatavana: Anturitekniikka elektroniset anturit pdf-dokumentti. Vaatii käyttöoikeuden.

Niskanen, V. A. 2003. Sumea logiikka. Helsinki: Söderström Osakeyhtiö.

Pouttu, J. 2007. Automaattisen tiedonkeruun kehittäminen. Diplomityö. Tampereen tekninen yliopisto, Konetekniikan osasto.

Räsänen, J. 1994. Automaatiotekniikan mittauksia. Helsinki: Painatuskeskus OY.

Schneider electric. 2010. Osiconic ultraäänitunnistimen tuote-esitys. [www-dokumentti]. [Viitattu 4.5.2010] Saatavissa:
<http://ecatalogue.schneiderelectric.fi/GroupList.aspx?navid=24891&navoption=1>

SFS-EN 60204-1. 1998. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-Käsikirja 600. 2007–10. Pienjänniteasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sivonen, M 1998. Teollisuuden instrumentointi. Espoo: AEL.

Tilasiemen OY 1992. Yhtiön www-sivut. [www-dokumentti]. [Viitattu 23.4.2010] Saatavissa:<http://www.tilasiemen.fi>.

Utu electric OY 2010. Yhtiön www-sivut. [www-dokumentti]. [Viitattu 14.5.2010] Saatavissa:
<http://www.utuelec.fi/files/utuelec.fi/Piirikaaviot%20LAJITELLUT%20-%20PDF/Moottori/A-0-K%20Kytkin/3-Vaiheiset/Moottorinsuojakytk>.

Vuorela, T. 1976. Kansanperinteen sanakirja. Helsinki: WSOY.