



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Henri Huhta

Riskien arviointi FaMix-rehutehtaalle

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Henri Huhta

Työn nimi: Riskien arviointi FaMix-rehutehtaalle

Ohjaaja: Jarno Arkko

Vuosi: 2023

Sivumäärä:34

Liitteiden lukumäärä:1

Tämä opinnäytetyö on tehty JPT-Industria Oy:lle, joka sijaitsee Ilmajoella. Yritys toimii maailmanlaajuisesti rehu-, elintarvike- ja lannoiteteollisuudessa. Työ tehtiin yrityksen valmistamaan modulaariseen FaMix-rehutehtaaseen. Opinnäytetyössä tehtiin riskien arviointiraportti FaMix-rehutehtaalle yrityksen jatkuvan kehityksen periaatteella.

Työn teoriaosuudessa käsitellään koneturvallisuutta, riskien arviointia sekä niihin liittyviä standardeja. Työssä on kerrottu myös rehutehtaan prosessista ja sen automaatiojärjestelmästä. Työssä syvennettiin konedirektiiviin ja siihen liittyviin standardeihin. Koneeksi määritellään laite, jossa on liitetty useampi osa yhteen, siinä on vähintään yksi liikkuva osa, se on kokoonpantu erityistä toimintoa varten ja se on tarkoitettu varustettavaksi voimansiirtojärjestelmällä, joka ei toimi ihmis- tai eläinvoimalla.

Työssä selvitettiin, mitä velvollisuuksia on koneen valmistajalla ja sen käyttäjällä. Koneen valmistaja on vastuussa siitä, että laitteessa on CE-merkintä, konekilpi ja että sen mukana toimitetaan asianmukaiset käyttö- ja huolto-ohjeet. Koneen käyttäjä on vastuussa esimerkiksi käyttö- ja huolto-ohjeiden noudattamisesta sekä henkilösuojaimien käytöstä.

Työn lopussa käydään läpi riskien arviointia rehutehtaalle. Riskien arvioinnilla pyritään estämään tapaturmat ja vaaratilanteet. Riskien arvioinnissa pyritään tunnistamaan kaikki mahdolliset vaarat ja niiden seuraukset, joista voi aiheutua haittaa henkilölle, ympäristölle tai omaisuudelle. Raportissa havainnoitiin riskejä yhteensä seitsemästä eri koneesta ja muita havaintoja oli 3 kappaletta. Riskien arvioinnista voidaan todeta kokonaisriskin suuruus, joka jäi matalien riskien tasolle.

¹ Asiasanat: riskien arviointi, rehutehdas, koneturvallisuus, prosessiautomaatio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree Programme: Automation Engineering

Specialization: Machine Automation

Author: Henri Huhta

Title of thesis: Risk analysis for FaMix feed mill

Supervisor: Jarno Arkko

Year:2023

Number of pages:34

Number of appendices:1

The thesis was made for JPT-Industria Oy which is located in Ilmajoki. JPT-Industria is a worldwide manufacturer of many kinds of feed mills, fertilizer plants, food industry plants and renewable energy solutions. The thesis was done on the modular FaMix feed mill that is manufactured by the company. In the thesis, a risk assessment report was made for the FaMix feed factory based on the principle of the company's continuous development.

The theoretical part of the thesis focused on machine safety, risk assessment and related standards. The thesis also described the process of the feed mill and its automation system. The study focused on the machinery directive and related standards. A machine was defined as a device that has several parts which are connected. It has at least one moving part, it is assembled for a specific function, and it is intended to be equipped with a power transmission system that does not work with human or animal power.

In the thesis, it was clarified what requirements the machine manufacturer and its user had. The manufacturer of the machine is responsible for ensuring that the device has a CE-mark and an equipment identification plate, and that appropriate operating and maintenance instructions are delivered with it. The user of the machine is responsible, for example, for following the operating- and maintenance instructions and for using personal protective equipment.

At the end of the thesis project, a risk assessment for the feed mill was reviewed. Risk assessment aims to prevent accidents and dangerous situations. The aim of risk assessment is to identify all possible risks and their consequences, which may cause harm to a person, environment, or property. The report identified risks from a total of seven different machines and, in addition to that, there were three other perceptions. Based on the risk assessment, it was possible to state the magnitude of the total risk, which remained at a low level.

¹ Keywords: machine safety, standards, risk analysis, feed mill

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Yritysesittely	8
1.3 Työn tavoitteet.....	8
1.4 Työn rakenne	9
2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDIT	10
2.1 Koneturvallisuus	10
2.2 Standardit.....	11
2.3 Koneen valmistajan velvollisuudet.....	12
2.3.1 Käyttöohjeet	12
2.3.2 Konekilpi ja CE-merkintä.....	13
2.4 Koneen käyttäjän velvollisuudet	13
2.5 Ohjausjärjestelmän turvallisuus ja toimintavarmuus.....	13
3 PROSESSIAUTOMAATIO	15
3.1 Rehutehtaan prosessi	15
3.2 Automatisoitu ohjausjärjestelmä rehutehtaassa	18
3.2.1 Automaatiosuunnitteluun tarvittavat lähtötiedot.....	19
3.2.2 Tehtaan tärkeimmät komponentit.....	20
3.2.3 Syöttölaitteet	20
3.2.4 Tuotantolinjan optimointi	21
3.2.5 Käyttöliittymän luominen	21
3.2.6 Automatisoidun tehtaan hyödyt.....	21
4 RISKIEN ARVIOINTI	23
4.1 Vakavuus ja todennäköisyys	23

4.2	Riskitaulukko	24
4.3	Riskin suuruuden arvioiminen	24
4.4	Jäännösriski	25
4.5	Vaaratekijöiden tunnistaminen	25
5	TURVALLISEN KONEEN SUUNNITTELU	27
5.1	Suunnitteluprosessi	27
5.2	Vaatimustenmukaisuusarviointi	28
5.3	Uuden koneen suunnittelu.....	28
5.3.1	Puolivalmisteen suunnittelu.....	28
5.3.2	Yhdistelmäkoneen suunnittelu	29
6	RISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET.....	30
7	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	34

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Vasaramyllyn toiminta	16
Kuvio 2. Sekoittimen toiminta.....	17
Kuvio 3. Pellettipuristimen toiminta	18
Kuvio 4. FaMix rehutehtaan prosessi.....	19
Kuvio 5. Riskitaulukko.....	24
Kuvio 6. Varoituskyltit.....	26
Kuvio 7. Riskien poistaminen.....	27

Käytetyt termit ja lyhenteet

FaMix	FaMix-rehutehdas on JPT-Industria Oy:n suunnittelema ja valmistama modulaarinen rehutehdas teollisuuteen sekä maatalouksille.
HMI	Human Machine interface eli logiikan käyttöliittymä.
Kapasiteetti	Enimmäistuotantokyky esitetyllä ajanjaksolla.
Rehu	Mikä tahansa suun kautta tapahtuvaan eläinten ruokintaan tarkoitettu tuote tai aine, jalostusasteesta riippumatta.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Yritys valmistaa FaMix-rehutehtaita maataloille sekä suuremmalla kapasiteetilla olevia tehtaita teollisuuteen. Tehtaat räätälöidään asiakkaan tarpeen mukaisesti. FaMix-rehutehtaat on rakennettu merikontin kokoisiksi moduuleiksi helpottamaan kuljetusta ja laajentamista. Yrityksen toiminta perustuu jatkuvan kehittämisen periaatteeseen ja tässä opinnäytetyössä tehdään riskien arviointi yrityksen valmistamalle rehutehtaalle.

1.2 Yritysesittely

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii JPT-Industria Oy (JPT-Industria, i.a.-c). JPT-Industria toimii pääosin rehu-, elintarvike- ja lannoiteteollisuudessa. Nykyinen konepaja sijaitsee Ilmajoen teollisuusalueella. Yritys suunnittelee, valmistaa ja asentaa yksittäisiä tuotantolinjoja, koneita sekä tarvittaessa laajempiakin kokonaisuuksia. Yritys toimii maailmanlaajuisesti, ja sen laitteita on toimitettu ympäri maailmaa.

Yritys on perustettu vuonna 2008. Vuonna 2021 yrityksestä tuli itsenäinen tytäryhtiö ruotsalaisessa Tornum-konsernissa (Wedeco, 2021). Yhtiöt tekevät yhteistyötä tarjoten asiakkailleen laajempaa tuotevalikoimaa. Vuonna 2020 työntekijöitä oli 35 ja yrityksen liikevaihto oli 7,5 miljoonaa euroa.

Yrityksen yksi suurimpia toimialoja ovat rehutehtaat sekä elintarviketeollisuuden laitokset (JPT-Industria, i.a.-b). valikoimaa löytyy esimerkiksi kalanrehun ja lemmikkieläinten ruoan valmistukseen. Modulaarisesti merikontteihin rakennettu tehdas avaimet käteen -periaatteella helpottaa asennusta ja on myös miellyttävä loppuasiakkaalle. Moduulirakentamisen hyötyjä on myös helppo laajentaminen ilman, että vanha tai nykyinen tuotanto häiriintyy. Teollisuuskäyttöön rakennetut tehtaat räätälöidään aina asiakkaan toiveiden mukaan.

1.3 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena on tutustua koneturvallisuuteen ja siihen liittyvään lainsäädäntöön, syventyä prosessiautomaatioon, koneen suunnitteluun sekä riskien arviointiin. Opinnäytetyön pää-tavoitteet ovat:

1. Luoda yritykselle hyödyllinen ja todenmukainen riskien arviointiraportti.
2. Mikäli tehdään riskien arvioinnissa ilmenee puutteita, kartoittaa mahdolliset korjaus-ehdotukset.

1.4 Työn rakenne

Tämä työ alkaa teoriaosuudella, jossa käsitellään konedirektiivin lakeja ja standardeja, prosessiautomaatiota, riskien arviointia ja turvallisen koneen suunnittelua. Konedirektiivin teoriaosuudessa käydään sen tärkeimmät seikat läpi sekä tutkitaan lainsäädäntöä koneen valmistajan ja koneen käyttäjän näkökulmasta. Prosessiautomaation teoriaosuudessa käydään läpi, mitä prosessiautomaatio on, kuinka se liittyy rehutehtaisiin ja mitkä ovat rehutehtaan yleisimmät toiminnot. Riskien arvioinnissa perehdytään riskien todennäköisyyteen ja vakavuuteen. Turvallisen koneen suunnittelussa tarkastellaan suunnitteluprosessia kokonaisvaltaisesti.

Teorian jälkeen siirrytään työn toteutukseen, jossa tehdään rehutehtaalte riskien arviointi hyödyntäen Excel-kaaviota. Tuotettua riskien arviointia tutkitaan ja mietitään, vaatiiko jokin osa-alue parannettavaa ja miten mahdollista riskiä saataisiin pienennettyä tai se saataisiin kokonaan poistettua.

Työn toteutuksen jälkeen käsitellään työn tuloksia, tavoitteiden saavuttamista, puutteita sekä työn hyödyllisyyttä. Lopuksi on pohdinta, jossa käsitellään työssä ilmenneitä kehittämiskohteita ja työn onnistumista.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA STANDARDIT

Konedirektiivin tarkoituksena on opastaa valmistajaa koneen suunnittelu- ja rakennusvaiheisiin liittyvissä vaatimuksissa (Työsuojelu, 2022). Se luokittelee vaatimukset niin turvallisuuden suhteen kuin terveyteenkin liittyen.

2.1 Koneturvallisuus

Konedirektiivi luotiin 1980-luvun lopulla, kun laitekohtaisia direktiivejä alkoi olemaan liian paljon ja haluttiin yksi yhteinen direktiivi (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 34). Konedirektiivissä säädetään ainoastaan yleiset vaatimukset ja tavoitteet. Suomessa konedirektiivi tuli voimaan 1994 valtioneuvoston päätöksellä. Vuosien saatossa direktiivi on kokenut muutoksia, ja siihen on muun muassa selvennetty asioita ja lisätty vaatimuksia.

Vuonna 2006 uudistettu konedirektiivi tunnetaan numeroinnilla 2006/42/EY (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 34). Suomessa direktiivin alainen asetus tuli voimaan 29.12.2009. Asetusta kutsutaan usein myös koneasetukseksi.

Koneasetuksen soveltamisala on laaja, koska määritelmä koneelle on asetuksessa laadittu siten, että siihen sisältyy moni laite, jota ei normaalisti pidetä koneina (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 34). Koneasetusta voidaan soveltaa koneiden ja laitteiden ohella muihinkin tuotteisiin. Koneeksi määritellään laite, jossa välittyy voima jollain muulla kuin ihmis- tai eläinvoimalla ja jossa on vähintään yksi liikkuva osa ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten. Koneena pidetään esimerkiksi kulmahiomakonetta ja polttopuun halkaisukonetta (mts. 35).

Konedirektiivin ulkopuolelle on jätetty koneeksi luokiteltavia laitteita, joissa on jokin erikoisempi käyttötarkoitus, jotka vaativat erityistä huomiota tai joita käsitellään omalla turvallisuusstandardilla (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 40). Huvipuistoissa ja tivoleissa käytettävien koneiden, jotka on suunniteltu ihmisten ravistelemiseen tai kieputtamiseen, on täytettävä turvallisuustaso omassa standardissaan.

2.2 Standardit

Standardi tarkoittaa yhteistä sovittua menettelytapaa tai määritelmää (Suomen standardoimisliitto i.a.). Standardit ovat luonteeltaan aina suosituksia, mutta jotkut viranomaiset voivat vaatia niiden käyttöä. Standardit lisäävät tuotteille turvallisuutta, laatua ja yhteensopivuutta.

Standardit ovat tärkeitä, sillä ne täsmentävät, mitä turvallisuusstandardit tarkoittavat käytännössä (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Tässä on esimerkkejä standardeista, jotka liittyvät konedirektiiviin 2006/42/EY:

- EN ISO 12100:2010: Turvallisuuden yleiset periaatteet - Riskien arviointi ja riskien vähentäminen: Tämä standardi määrittelee yleiset periaatteet riskien arvioinnista ja vähentämisestä koneiden suunnittelussa ja valmistuksessa. Se sisältää ohjeita riskianalyysin suorittamiseen ja riskien vähentämiseen eri keinoilla.
- EN ISO 13849-1:2015: Turvallisuus koneiden ohjausjärjestelmissä - Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet: Tämä standardi määrittelee turvallisuusvaatimukset koneiden ohjausjärjestelmille. Se sisältää ohjeita vaarojen arvioimiseen ja riskien vähentämiseen käyttämällä erilaisia turvallisuusluokkia ja toimintoja.
- EN 62061:2005: Turvallisuus koneiden ohjausjärjestelmissä - Funktionaalinen turvallisuus järjestelmien turvallisuuden ohjauksessa: Tämä standardi määrittelee funktionaalisen turvallisuuden vaatimukset koneiden ohjausjärjestelmille. Se antaa ohjeita turvallisuusvaatimusten määrittelemiseksi ja turvallisuuden arvioimiseksi.
- EN 60204-1:2018: Koneiden sähköturvallisuus - Osa 1: Yleiset vaatimukset: Tämä standardi määrittelee sähköturvallisuusvaatimukset koneiden suunnittelussa ja valmistuksessa. Se sisältää ohjeita sähkölaitteiden valinnasta, sähköturvallisuudesta ja sähkölaitteiden testaamisesta.

Konedirektiiviä tukemaan on tarkoitettu kolme standardia, jotka muodostavat kolmitasoisen järjestelmän. Standardien noudattaminen ei ole välttämätöntä, mutta suositeltavaa. Standardityypit on lueteltu alla (Tukes i.a.).

A-tyyppin standardit eli kaikille koneille sovellettavissa olevat turvallisuuden perusstandardit, esimerkiksi SFS-EN ISO 12100 Koneturvallisuus.

- B-tyyppin standardit käsittelevät tiettyä turvallisuusnäkökohtaa tai turvalaitteita, esimerkiksi EN 574:1996 + A1:2008 Koneturvallisuus. Kaksinkäsinhallintalaitteet. Suunnitteluperiaatteet.
- C-tyyppin standardit ovat konetyyppikohtaisia, esimerkiksi SFS-EN 1494 + A1. Mobile or movable jacks and associated lifting equipment.

2.3 Koneen valmistajan velvollisuudet

Koneen valmistaja on itse vastuussa CE-merkinnän kiinnittämisestä, eikä sitä myönnä viranomainen tai muu kolmas taho (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Koneen valmistajan velvollisuuksiin kuuluu EU:n alueella:

- arvioida koneen riskit ja selvittää terveys- ja turvallisuusvaatimukset
- suunnitella ja rakentaa kone turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- laatia tekninen tiedosto
- suorittaa koneelle asianmukainen vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely
- laatia koneelle käyttöohjeet, Suomessa suomeksi ja ruotsiksi
- laatia vaatimustenmukaisuusvakuutus.

2.3.1 Käyttöohjeet

Koneen myyjä on vastuussa siitä, että myytävän koneen mukana toimitetaan käyttöohjeet ja muut tarvittavat ohjeet (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Myös käytetyn koneen mukana on toimitettava käyttöohjeet. Käyttöohjeesta pitää käydä ilmi muun muassa:

- ohjeet koneen käyttöönotosta ja käyttäjien koulutuksesta
- tiedot tarvittavista henkilösuojaimista
- tiedot käyttäjän tehtävistä kunnossapitotoimista
- ohjeet koneen asentamiseen, kokoonpanoon ja purkamiseen
- koneen tuottaman melun ja värinän arvot.

2.3.2 Konekilpi ja CE-merkintä

Koneen saattaminen EU:n markkinoille vaatii CE-merkinnän, jolla valmistaja osoittaa vaatimusten täyttymisen (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). CE-merkintä ei ole yleinen turvallisuusmerkki, eikä se takaa tuotteen helppokäyttöisyyttä tai laatua. Jokaisessa koneessa pitää olla CE-merkinnän lisäksi (konekilpi), jossa on ainakin seuraavat tiedot:

- valmistajan toiminimi ja osoite
- koneen nimi
- sarja- tai tyyppimerkintä
- mahdollinen sarjanumero
- rakennusvuosi.

2.4 Koneen käyttäjän velvollisuudet

Kun konetta käytetään työpaikalla, työnantajalla on velvollisuuksia koneen käyttöön liittyen (Työsuojelu, 2022). Työnantaja on vastuussa, että työntekijä osaa noudattaa ohjeita. Lisäksi työntekijä on vastuussa ohjeiden saatavuudesta sekä siitä, että konetta käytetään valmistajan tarkoittamassa käytössä ja olosuhteissa. Työnantajan muita velvollisuuksia koneen käyttöön liittyen ovat.

- oikeanlainen ja turvallinen käyttö
- oikeanlainen asentaminen ja käyttöönotto
- ennakoitavissa olevan väärinkäytön välttäminen
- koneen korjaaminen ja kunnossapito.

2.5 Ohjausjärjestelmän turvallisuus ja toimintavarmuus

Koneasetus 2006/42/EY edellyttää, että ohjausjärjestelmän suunnittelussa, valmistuksessa ja käytössä noudatetaan tiettyntyyppisiä prosesseja ja menettelyjä (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Näihin sisältyy esimerkiksi vaatimus siitä, että ohjausjärjestelmä mahdollistaa vian tai häiriön helpon havaitsemisen ja korjaamisen. Lisäksi vaatimuksia on liittyen dokumentointiin ja ohjausjärjestelmän testaamiseen.

Ohjausjärjestelmän toimintavarmuus puolestaan tarkoittaa sitä, että järjestelmä toimii odotetulla tavalla ja pysyy käyttövarmana erilaisissa olosuhteissa (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että järjestelmä ei kaadu tai häiriinny yllättäen ja se pystyy toimimaan normaalisti myös silloin, kun ympäristöolosuhteet tai muut tekijät vaihtelevat.

Ohjelmoitavan logiikan ohjelmassa täytyy huomioida, että kone ei käynnisty odottamattomasti eikä laitteisto- tai ohjelmistovika aiheuta vaaratilannetta (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Koneen ominaisarvot eivät saa muuttua hallitsematta, mikäli se voi aiheuttaa vaaratilanteita. Mikään koneen liikkuvista tai kiinni pidettävistä kappaleista ei saa pudota tai sinkoutua. Lisäksi käyttöliittymän tulee olla helposti ymmärrettävä, jotta käyttäjät voivat varmistaa sen turvallisen käytön.

3 PROSESSIAUTOMAATIO

Teollisuuden automaatiojärjestelmät voidaan jakaa yleisesti prosessi- ja kappaletavara-automaatioon (Kippo & Tikka, 2008, s.10). Kappaletavara-automaatiolla käsitellään yksittäisiä kappaleita, jotka voidaan selvästi erottaa toisistaan. Prosessiautomaatiolla käsitellään virtavia aineita, kuten kaasuja, nesteitä tai jauhoja. Jossain tapauksissa tuotanto koostuu molemmista. Hyvä esimerkki on paperiteollisuus, jossa ensin käytetään ensin prosessiautomaatiota ja valmis tuote käsitellään kappaletavara-automaatiolla (mts. 12).

Prosessiautomaatiossa teollisuuden alasta riippumatta pyritään hallitsemaan suuria tai ilmiöitä, kuten painetta, lämpötilaa, virtausnopeutta, jotain pitoisuutta tai muuta fyysistä ilmiötä tai kemikaalista reaktiota (Kippo & Tikka, 2008, s.11). Prosessiautomaatiossa tärkeitä yksikköoperaatioita ovat mm. suodatus, kuivaus ja tislaukset. Prosessiautomaatio koostuu yksikköoperaatioiden ohjauksesta ja tuotannon hallinnasta (mts.14). Prosessit voidaan jakaa jatkuviin tai epäjatkuviin. Elintarviketeollisuudessa epäjatkuviolla prosessilla eli panosprosessilla tarkoitetaan prosessia, jossa tuotetaan yksittäinen erä tietyn reseptin mukaan. Jatkuva prosessi on jatkuvasti käynnissä olevaa prosessia, kuten vedenkäsittelylaitoksella tai paperitehtaalalla (mts. 15).

3.1 Rehutehtaan prosessi

Rehutehdas on paikka, jossa raaka-aineista valmistetaan eläinten ravintoa (Champrix, 2021). Rehun tarkoituksena on varmistaa, että eläimet saavat tarvittavat ravintoaineet, joita heidän luonnollisesta ravinnostansa puuttuu. Eläinten rehut jaetaan yleisesti perinteisistä lähteistä peräisin oleviin rehuihin sekä lisäaineiden ja muiden raaka-aineiden sekoituksiin.

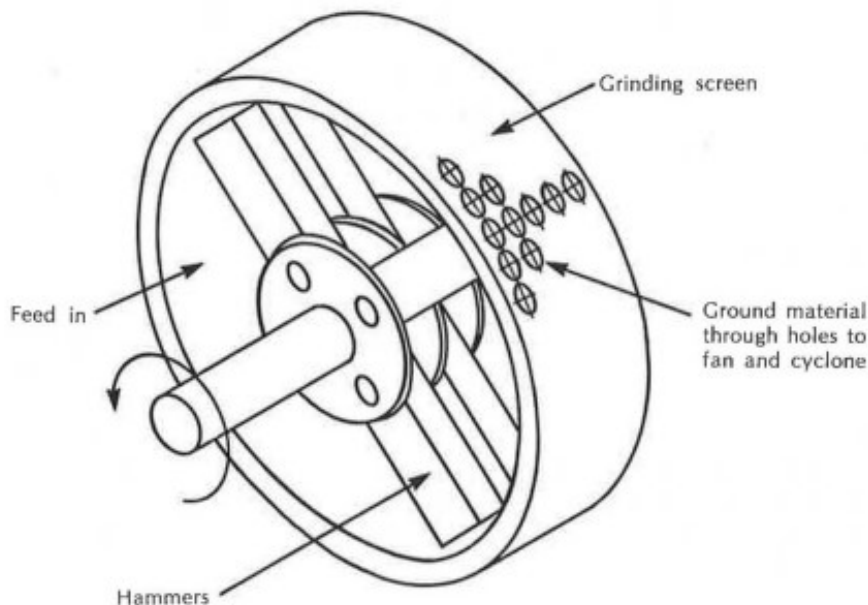
Rehutehtaat ovat vastuussa eläinten ravinnon laadusta, ja siksi niiden on tärkeää noudattaa tiukkoja turvallisuus- ja laatustandardeja (Champrix, 2021). Näin eläinten terveys ja hyvinvointi voidaan taata, ja samalla varmistetaan elintarvikeketjun turvallisuus sekä laatu.

Raaka-aineet ja niiden varastointi. Rehutehtaan prosessi alkaa raaka-aineiden vastaanotolla ja varastoinnilla (Champrix, 2021). Yleisesti käytetyt raaka-aineet ovat viljat, kuten kaura ja vehnä. Raaka-aineiden testaus ja analysointi on tärkeää, jotta varmistetaan raaka-aineiden laadusta. Testauksessa tutkitaan muun muassa kosteuspitoisuus, rasvojen ja proteiinien laatu sekä määrä, raakakuitujen määrä ja mykotoksiinin määrä.

Suuret määrät raaka-aineita varastoidaan usein pyöreissä silloissa, kun taas pienemät määrät säilötään suursäkeissä, kuten vitamiinit ja muut lisäravinteet (University of Greenwich, 2019, s.7). Nesteet ja öljyt säilötään niille tarkoitetuissa säiliöissä, mutta pitää kuitenkin huomioida, ettei esimerkiksi rasva pääse hyytymään (mts. 20).

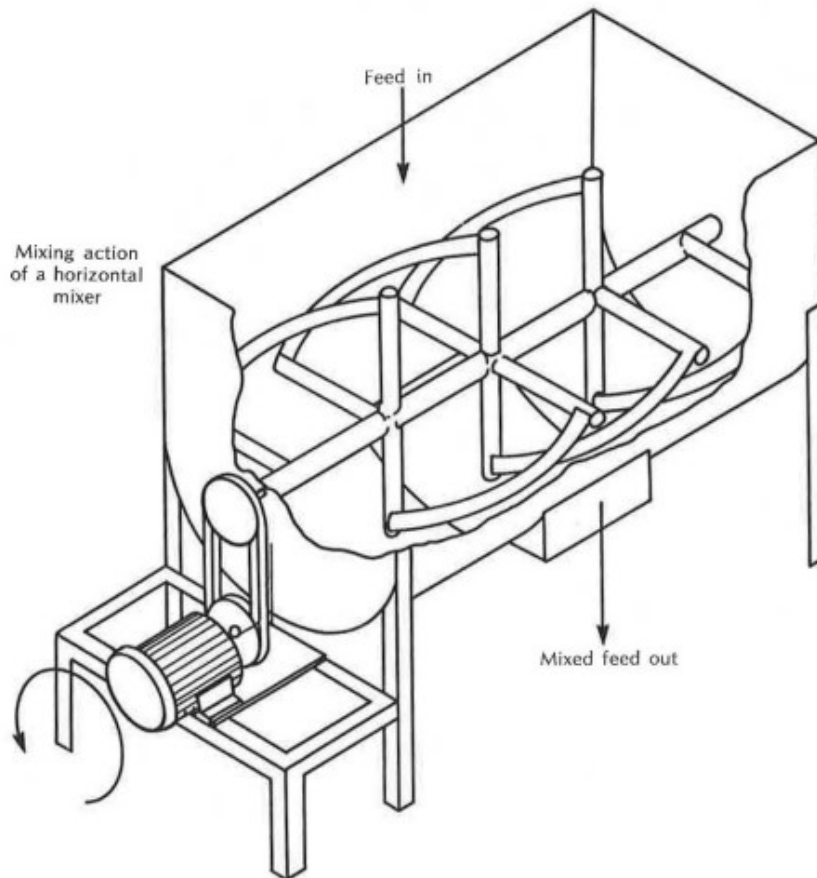
Annostelu. Raaka-aineiden annostelu varastosta tarkoittaa sitä, että raaka-aineita annostellaan prosessiin reseptin mukaisesti oikeissa määrin (University of Greenwich, 2019, s.23). Annostelussa voidaan käyttää hyödyksi vaakasäiliöitä, joihin nimensä mukaisesti annostellaan painon perusteella oikea määrä raaka-ainetta, jonka jälkeen se jatkaa prosessissa eteenpäin.

Jauhaminen. Jauhatuksessa käytetään useimmiten suuritehoista vasaramyllyä. Vasaramyllyllä saadaan jyvät ja muut raaka-aineet jauhettua pienemmäksi (kuvio 1) (University of Greenwich, 2019, s. 24). Jotkut raaka-aineet voivat olla hankalia jauhettavia, joten niitä saatetaan sekoittaa helpommin jauhettavien aineiden kanssa jo ennen jauhamista. Jauhatuksen lopullinen hienousaste säädetään muiden käsittelyjen vaatimusten mukaan. Vasaramyllystä tulee suuri määrä pölyä, ja siitä syystä jauhatusjärjestelmissä käytetään usein syklonin kaltaisia suodattimia.



Kuvio 1. Vasaramyllyn toiminta (University of Greenwich, 2019).

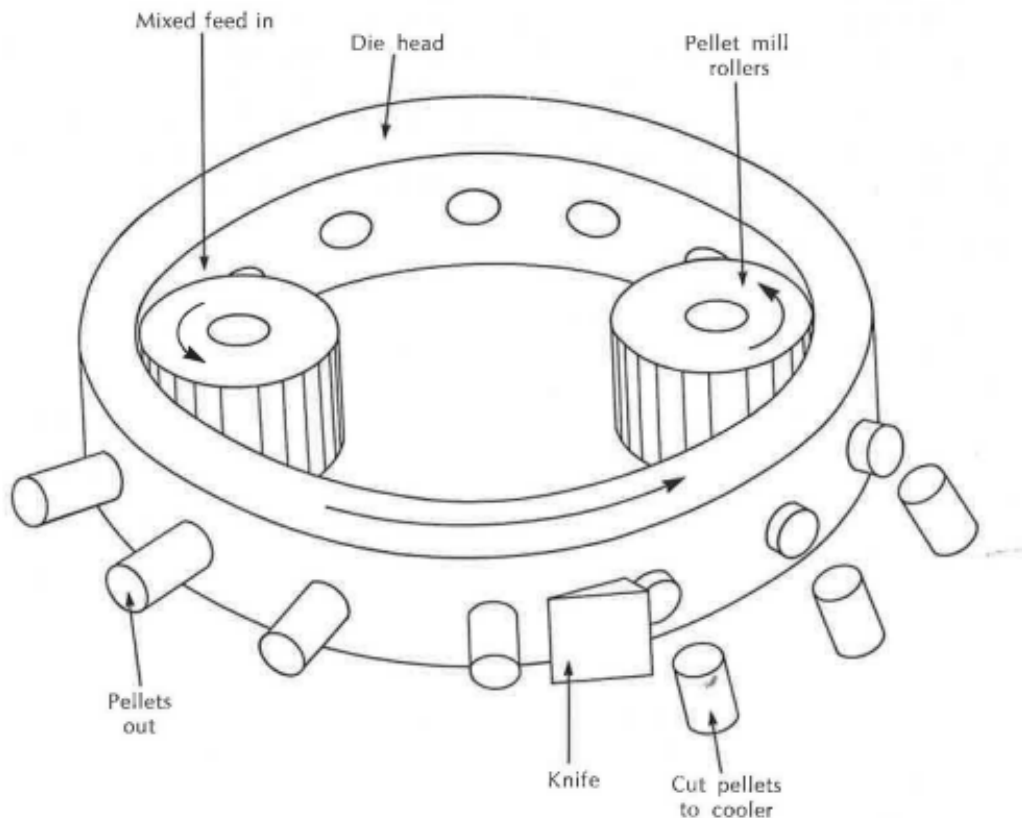
Sekoitus. Sekoituksen tehtävä on tuottaa raaka-aineiden homogeeninen seos halutun reseptin mukaisesti, jotta jokainen eläin saa tasapainoisen seoksen ravintoaineita joka syöttökerällä (University of Greenwich, 2019, s. 26). Kuviossa 2 on esitetty suurikapasiteettinen sekoitin, joka toimii nopeasti pyörivällä sekoitusakselilla. Sekoittimessa saadaan myös neste tai rasva sekoitettua raaka-aineisiin (mts. 27).



Kuvio 2. Sekoittimen toiminta (University of Greenwich, 2019).

Pelletöinti. Seoksen pelletöinti on suosittua, koska pelletöityä rehua on helpompi käsitellä, siitä syntyy vähemmän hukkaa loppukäyttäjällä ja se vähentää pölyisyyttä (University of Greenwich, 2019, s. 29). Pelletöinnissä seos puristetaan tiiviiksi, jonka jälkeen rullat työntävät seoksen metallisen renkaan läpi ja pelletti katkaistaan sopivaan mittaan (kuvio 3).

Pelletöintiprosessi vaatii jopa 50 % rehunvalmistusprosessin tarvitsemasta tehosta.



Kuvio 3. Pellettipuristimen toiminta (University of Greenwich, 2019).

Kuivaus. Pelletöintiprosessi tuottaa paljon lämpöä, ja valmis tuote täytyy jäähdyttää ennen kuin sitä voidaan varastoida tai pakata (University of Greenwich, 2019, s. 30). Pelletin kosteuspitoisuus on vähennettävä n. 12 %:iin haihduttamalla.

Pakkaus ja varastointi. Valmis tuote voidaan varastoida siiloon tai isompaan säiliöön, jotta saadaan edellinen prosessi vapaaksi (University of Greenwich, 2019, s. 31). Varastosäiliöstä annostellaan tuotetta pakkauskoneelle, joka pakkaa tavarankaluston halutun kokoiseen säkkiin. Oikein säilöttynä ja pakattuna tuote säilyy pitkään.

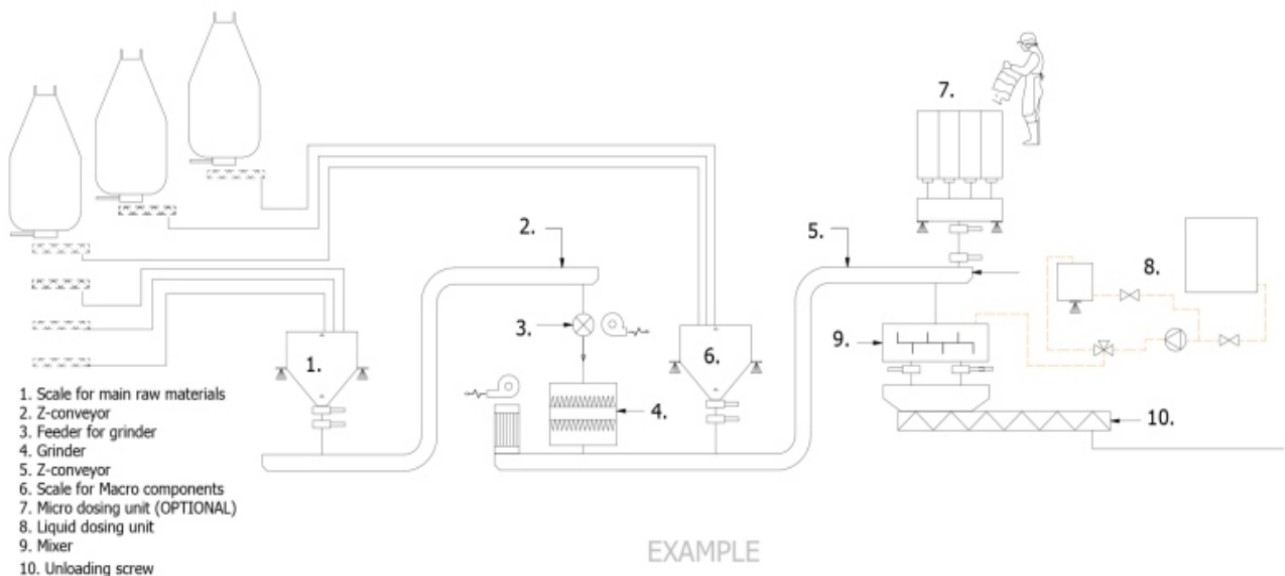
3.2 Automatisoitu ohjausjärjestelmä rehutehtaassa

Automaatio on nykyään yleistä rehutehtaissa, automaatio suunnittelija Hunnakon (2023) mukaan se mahdollistavat rehun valmistusprosessin ja jakelun tarkan hallinnan. Automaatiojärjestelmät käyttävät laitteita ja antureita, jotka seuraavat rehun valmistusprosessia ja

varmistavat, että se noudattaa tarkkoja teknisiä parametreja. Järjestelmien avulla voidaan varmistaa rehun valmistuksen tehokkuus ja tarkkuus, mikä parantaa eläinten ravitsemusta ja terveyttä.

3.2.1 Automaatiosuunnitteluun tarvittavat lähtötiedot

Hunnakon (2023) mukaan tehtaan suunnittelun alkuvaiheessa tulee lopullisesta toimintaperiaatteesta olla käsitys. Näin voidaan suunnittelun edetessä sijoittaa antureita oikeisiin paikkoihin. Alkuvaiheessa luodaan laiteluettelo ja prosessikaavio (kuvio 4), johon merkitään kaikki koneet ja anturit. Tehtaan sähkömoottorit ovat suurin sähkön kuluttaja. Moottoreista tarvitaan tiedot, jotta laitteille voidaan määrittää oikeat etukojeet ja taajuusmuuttajat. Moottorien yhteenlaskettu teho kertoo sähkökeskuksen sähköntarpeen. Toinen suuri sähkönkuluttaja ovat mahdolliset lämmitykset, joita on esimerkiksi nestesäiliöiden lämmitykset ja nesteputkien saattolämmitykset. Laiteluettelossa olevia antureita voivat olla muun muassa vaak-, raja-, paine- ja lämpötila-anturit. Esimerkiksi myllyssä voi olla laakerin lämpötilan mittausta, myllyn kammion lämpötilan mittausta, poistopuolen pintaraja-anturi tukosten estämiseksi, huolto-
luukkujen turvalukot ja nollanopeuden vahti, jolla todetaan moottorin olevan pysähtynyt.



Kuvio 4. FaMix-rehutehtaan prosessi (JPT-Industria, i.a.-a).

3.2.2 Tehtaan tärkeimmät komponentit

Tärkeimmät komponentit rehutehtaan automaatiassa, kuten monessa muussakin automaatiokohteissa ovat Hunnakon (2023) mukaan:

- Logiikka, johon liitetään kaikki tehtaassa olevat anturit sekä laitteet. Logiikkaan luodulla ohjelmalla ohjataan tehtaan prosessia. Logiikkaa valittaessa on oltava tiedossa tehon tarve. Tämä tarve määräytyy kenttälaitteiden ja ohjelman laajuuden mukaan.
- I/O kortit eli input/outputkortit. Nämä kortit ovat osana logiikkaa, ja niihin liitetään fyysisesti tehtaassa olevat anturit sekä ohjaukset.
- Väyläkortit. Väylällä tarkoitetaan logiikkalaitteiden datakommunikaatiota keskenään. Näissä periaate on sama kuin esimerkiksi normaalilla Ethernet-verkolla. Jos tehdas on laaja, voidaan hajautettu I/O kytkeä logiikan välillä väyläkaapelilla.
- Taajuusmuuttajat ja pehmokäynnistimet. Suurta osaa rehutehtaassa käytettävistä laitteista ohjataan taajuusmuuttajalla, joilla voidaan säätää moottorien nopeutta.
- Turvalogiikka ja turvareleet. Automaatiojärjestelmän turvallisuudesta vastaa joko turvalogiikka tai turvareleet. Näillä kahdella laitetypillä on sama toimintaperiaate. Turvalogiikkaan tai turvareleelle johdotetaan kaikki tehtaassa turvallisuuteen liittyvät laitteet, kuten hätäseis-painikkeet ja turvarajat. Turvalogiikka tai turvarele katkaisevat kaikilta turvapiiriin kuuluvilta laitteilta ohjauksen, jolloin laitteet pysähtyvät.

3.2.3 Syöttölaitteet

Hunnakon (2023) mukaan rehutehtaassa raaka-aineiden annostelusta siilosta tai säkistä vastaa yleensä ruuvikuljetin tai spiraalikuljetin. Raaka-aineiden annostelu vaakasäiliöstä tai välisäiliöstä hoidetaan usein paineilmatoimisella sälesyöttimellä tai sähkömoottorilla toimivalla sulkusyöttimellä. Raaka-aineiden siirto säiliöiden välillä tapahtuu useimmiten ketju- tai hihnakuljettimella, mutta jos säiliöiden väli on pitkä, voidaan hyödyntää myös pneumaattista siirtolinjaa. Hydraulikkaa käytetään, jos paineilman teho ei riitä, kuten isojen siilojen pohjasäleissä.

3.2.4 Tuotantolinjan optimointi

Hunnakon (2023) mukaan tehtaan kapasiteetti lasketaan jo suunnitteluvaiheessa, ja sen mukaan myös laitteet valitaan tai valmistetaan. Tehtaan käyttöönottovaiheessa tarkistetaan, mikä on tuotantolinjan todellinen kapasiteetti. Tuotannossa raaka-aineiden määrät pystytään laskemaan tarkasti ja raaka-aineita voidaan tilata lisää hyvissä ajoin varastoon ennen niiden loppumista. Rehutehtaan prosessissa pyritään pitämään kaikki laitteet aina toiminnassa. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että kun raaka-aineet on annosteltu ja siirretty linjassa eteenpäin, aloitetaan seuraava annostelu. Välisäiliöiden käyttö prosessissa mahdollistaa sen, että vaikka linjaston seuraava laite ei olisi vielä valmis käsittelemään annostelusta saapuvaa panosta, voidaan tämä panos väliaikaisesti säilöä, jolloin annostelupaikka saadaan taas vapaaksi.

Hunnakko (2023) kertoo, että prosessi voidaan jakaa sellaisiin osiin, että osa linjastosta voi olla hetkellisesti poissa käytöstä esimerkiksi lyhyen huoltotoimenpiteen tai tukosten aukaisemisen aikana. Esimerkiksi säiliöstä eteenpäin kuljettava kuljetin saattaa mennä tukkoon, jolloin logiikka hälyttää valvomoon tukoksesta ja prosessia jatketaan niin pitkään, että kaikki välisäiliöt ennen tukosta ovat täynnä. Tukoksen poistamisen jälkeen voidaan taas jatkaa prosessia.

3.2.5 Käyttöliittymän luominen

Hyvä käyttöliittymä on selkeä ja siinä on hahmotettu prosessi käyttäjälle (Hunnakko 2023). Myös kaiken datan, kuten vaakojen lukemat ja lämpötilat, on hyvä näkyä selkeästi. Isoissa tehtaissa käyttöliittymä on helpoin toteuttaa logiikkavalmistajan tarjoamalla HMI-sovelluksella tai muulla tehdasvalvontaan erikoistuvalla sovelluksella. Pienissä laitteissa voidaan käyttää merkattuja merkkivaloja, painikkeita ja kytkimiä. On myös tärkeää kouluttaa henkilöstö käyttämään näitä järjestelmiä.

3.2.6 Automatisoidun tehtaan hyödyt

Logiikalla toteutettu automaatiojärjestelmä tarkkailee antureita ja ohjaa koneita itsenäisesti Hunnakon (2023) mukaan. Tällöin tehtaan toimintaa voidaan helposti tarkkailla valvomosta. Automaatiolla pystytään toteuttamaan helposti erilaisia reseptejä, jolloin järjestelmä valitsee itse oikeat raaka-aineet varastoista ja aloittaa valmistuksen, kun annostelu on hoidettu.

Automaation avulla saadaan tarkka tieto varastossa olevista raaka-aineista sekä valmistuneesta määrästä tuotetta. Logiikka pystyy hälyttämään käyttäjälle virheistä, ja ne voidaan helpommin paikantaa. Logiikka voi ilmoittaa hälytyslistassa tukoksesta ja pysäyttää tuotannon automaattisesti, jos tukosta ei poisteta. Haittapuolena automaatiossa on se, että logiikkaohjelma tekee sen mitä, siihen on ohjelmoitu. Jos siis logiikkaohjelman valmistusvaiheessa ei ole otettu jotain asiaa huomioon, saattaa tuotannossa tapahtua virheitä. Näitä virheitä pyritään minimoimaan tehtaan käyttöönottovaiheessa, jolloin suoritetaan useita testiajoja.

4 RISKIEN ARVIOINTI

Riskien arvioinnissa tunnistetaan prosessin tai koneen mahdolliset vaarat ja niiden seuraukset. Tämän avulla voidaan arvioida riskit ja hallita niitä (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 34). Riskejä arvioitaessa määritellään kaikki mahdolliset vaarat, jotka voivat aiheuttaa haittaa henkilöille, ympäristölle tai omaisuudelle. Arvioinnin vaiheessa arvioidaan riskin todennäköisyys ja vakavuus. Todennäköisyysarviointi perustuu aikaisempiin tapahtumiin, asiantuntijoiden arvioihin, riskianalyysiin ja muihin käytettävissä oleviin tietoihin. Vakavuus arvioidaan sen perusteella, kuinka vakavia seuraukset voivat olla.

Riskien arvioinnilla saadaan markkinoille turvallisempia ja muutenkin korkealaatuisempia koneita (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 34). Suurimpana tavoitteena on tapaturmien ja sairastumien estäminen tai niiden vähentäminen. Riskien arvioinnissa huomioidaan ihmisten toiminta koneiden yhteydessä. Kun käytettävyys huomioidaan, koneita on helpompi käsitellä, jolloin myös tuottavuus ja turvallisuus kasvavat.

Riskienhallinnan tavoitteena on kehittää riskienhallintatoimia, joilla voidaan vähentää tai estää riskejä (Siirilä & Tytykoski, 2016, s. 34). Riskienhallintatoimien tulee perustua riskien arviointiin ja niiden tulee olla tehokkaita, toteutettavissa olevia ja kustannustehokkaita. Riskejä seurataan ja arvioidaan säännöllisesti varmistaen, että hallintatoimet ovat tehokkaita ja että riskit on arvioitu oikein.

4.1 Vakavuus ja todennäköisyys

Riskin vakavuus ja todennäköisyys ovat avaintekijöitä riskien hallinnassa (Suomen standardoimisliitto (SFS, 2010, s. 22). Vakavuudella tarkoitetaan riskin mahdollista haitallista vaikutusta, kun taas todennäköisyydellä tarkoitetaan riskin esiintymisen todennäköisyyttä. Vakavuus ja todennäköisyys voivat vaihdella suuresti eri riskeissä. Esimerkiksi vakava loukkaantuminen tai sairaus on korkean vakavuuden riski, kun taas haava sormessa voi olla matalan vakavuuden riski. Myös riskin todennäköisyys vaihtelee riskin lähteen, ympäristön tai ulkoisten tekijöiden mukaan. Riskin vakavuuden ja todennäköisyyden arviointi on tärkeää, jotta voidaan arvioida riskin kokonaisvaikutusta ja tarvittavia toimenpiteitä sen välttämiseksi tai minimoimiseksi (mts. 23).

4.2 Riskitaulukko

Riskitaulukkoa käytetään riskien arvioinnissa ja hallinnassa, mutta sen käyttöön liittyy tiettyjä haasteita ja rajoituksia (Työsuojeluhallinto, 2023). Taulukon avulla voidaan havainnollistaa riskien kokonaiskuvaa, priorisoida riskejä ja suunnitella hallintatoimia. Riskitaulukon rakenne voi vaihdella, mutta yleensä siinä on eri riskitasot (esim. matala, keskisuuri, suuri), jotka perustuvat todennäköisyyteen ja vaikutuksiin (kuvio 5).

Riskitaulukon käyttö edellyttää riskien tunnistamista ja arviointia sekä riittävän tarkkoja tietoja riskien todennäköisyyksistä ja vaikutuksista (Työsuojeluhallinto, 2023). Riskitaulukon yleisimpiä käyttötarkoituksia ovat projektien riskien arviointi sekä terveys- ja turvallisuusriskien arviointi. Taulukossa esitetään mahdolliset riskit ja niiden todennäköisyys sekä vaikutukset, jolloin riskit voidaan arvioida ja priorisoida.

Riskitaulukko	Seurausten vakavuus		
Todennäköisyys	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Vähäinen riski	Kohtalainen riski
Mahdollinen	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

Kuvio 5. Riskitaulukko (JPT-Industria, 2023).

4.3 Riskin suuruuden arvioiminen

Riskin suuruus määritellään yhdistämällä riskin vakavuus ja todennäköisyys (SFS, 2010, s. 21). Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi yllä esitettyä riskitaulukkoa. Tällä tavalla voidaan arvioida riskejä ja priorisoida niitä sen mukaan, miten suuri niiden vaikutus on ja miten todennäköistä niiden toteutuminen on.

4.4 Jäännösriski

Koneen suunnittelijan ja valmistajan on huomioitava, että koneeseen jäljelle jääviä riskejä (jäännösriski) voidaan pitää riittävän pieninä (SFS, 2010, s. 27). Jäljelle jäävistä riskeistä on tiedotettava koneen käyttäjälle käyttöohjeessa ja koneessa olevissa kilvissä. Ennakoitavissa olevalla väärinkäytöllä tarkoitetaan muun muassa:

- ajatteluvirhettä, esimerkiksi käyttöohjeen väärin ymmärtäminen
- lipsahdusta, esimerkiksi väärään hallintalaitteeseen osuminen
- unohtamista ja erehtymistä, esim. väärän toiminnon tekeminen
- tarkoituksellista virheellistä toimintaa, esim. turvalaitteen mitätöinti.

4.5 Vaaratekijöiden tunnistaminen

Vaaratekijöiden tunnistaminen riskinarvioinnissa tarkoittaa prosessia, jossa tunnistetaan kaikki mahdolliset vaaratekijät, jotka voivat aiheuttaa haittaa organisaatiolle, ympäristölle tai henkilöstölle (SFS, 2010, s. 28). Vaaratekijöiden tunnistus mahdollistaa riskienhallinnan suunnittelun. Vaaratekijöiden tunnistaminen on jatkuva prosessi, joka tehdään säännöllisesti, jotta riskinhallinta pysyy ajan tasalla ja mahdollisesti uudet vaaratekijät huomataan nopeasti (mts. 30). Kuviossa 6 on esitetty erilaisia varoituskylttejä, joita voidaan lisätä koneeseen.



Varoitus! Tämän rakenteen takana on liikkuvia osia.



Varoitus! Pyörivä akseli



Varoitus! Tämän rakenteen takana on pyöriviä osia.



Varoitus! Kuuma pinta

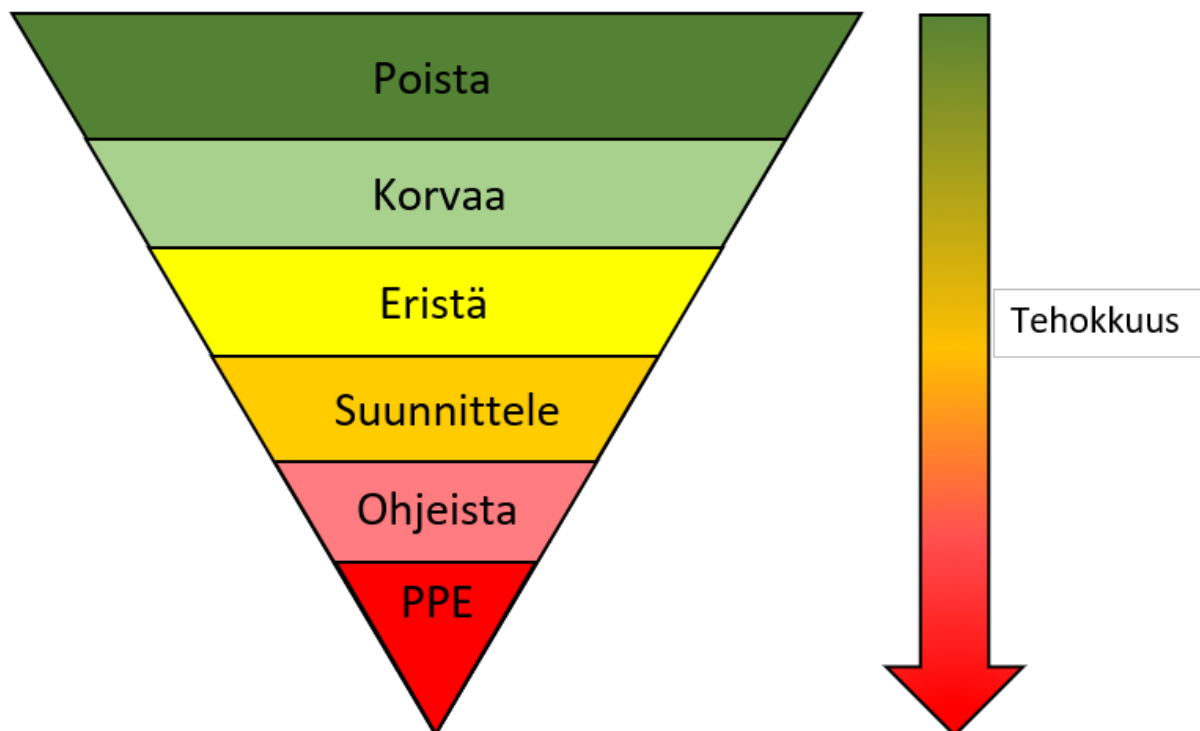


Varoitus! Puristumisvaara

Kuvio 6. Varoituskyltit (JPT-Industria, 2023).

5 TURVALLISEN KONEEN SUUNNITTELU

Koneasetuksessa 2006/42/EY säädetään koneiden suunnittelulle ja valmistukselle vaatimukset, joilla pyritään varmistamaan turvallisuus ja terveys käyttäjille sekä ympäristölle (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Turvallisen koneen suunnitteluprosessiin sisältyy useita vaiheita, jotka on toteutettava huolellisesti. Kuviossa 7 on esitetty eri menetelmiä riskien poistamisesta ja sen tehokkuudesta.



Kuvio 7. Riskien poistaminen (JPT-Industria, 2023).

5.1 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessin aluksi on määritettävä koneen käyttötarkoitus ja olosuhteet, jossa konetta käytetään (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Seuraavassa vaiheessa pohditaan keinoja riskien vähentämiseen, jotka sisältävät teknisiä ratkaisuja ja turvalaitteita. Konetta suunnitellessa täytyy huomioida muun muassa seuraavat asiat:

- Konetta on voitava käsitellä turvallisesti, ja sen on oltava kuljetettavissa sekä varustettu kiinnityskorvakkeilla nostolaitteen kiinnitystä varten.

- Koneen rakennemateriaaleista tai sen käytössä käytettävät tai syntyvät tuotteet eivät saa vaarantaa käyttäjän terveyttä tai turvallisuutta.
- Koneessa käyttäjään kohdistuva epämukavuus, väsymys sekä fyysinen ja psyykinen kuormitus on minimoitava.

5.2 Vaatimustenmukaisuusarviointi

Vaatimustenmukaisuusarvioinnissa arvioidaan tuotteen, palvelun tai järjestelmän noudattavan sovellettavia vaatimuksia, lakeja ja säädöksiä (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Vaatimustenmukaisuuden arviointi voi sisältää esimerkiksi konedirektiivin vaatimukset, standardit ja muut viranomaismääräykset. Vaatimuksenmukaisuusarvioinnilla varmistetaan, että tuote tai palvelu on turvallinen käyttää ja täyttää asiakkaan odotukset. Koneen tai laitteen luovutuksen jälkeen on tärkeää pitää tuote tai palvelu ajan tasalla ja varmistaa, että se pysyy vaatimusten mukaisena.

5.3 Uuden koneen suunnittelu

Kun valmistettavan koneen tyyppi on tiedossa, tulee selvittää, minkä konelainsäädännön alle se sijoittuu (Tukes, i.a.). Koneen suunnittelun aikana tulee huolehtia, että kone valmistetaan koneasetuksessa määriteltujen terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Täytyy myös huolehtia, että koneesta on laadittu tekninen tiedosto.

Kun kone on valmis, sille, täytyy tehdä vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely. Pitää tarkistaa, että koneen kyljessä on koneasetuksessa vaadittavat merkinnät (Tukes i.a.). Koneen mukana pitää toimittaa vaatimustenmukaisuusvakuutus ja asianmukaiset käyttö- ja huolto-ohjeet.

5.3.1 Puolivalmisteen suunnittelu

Puolivalmisteella tarkoitetaan yhdistelmää, joka on melkein kuin kone, mutta ei sellaisenaan pysty suorittamaan toimintoa (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY). Puolivalmiste on tarkoitettu liitettäväksi toisiin koneisiin tai muihin puolivalmisteesiin. Puolivalmisteesiin sovelletaan samoja määräyksiä kuin uuden koneen suunnittelussa, mutta vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen sijasta siihen vaaditaan liittämismvakuutus eikä

puolivalmisteeseen kiinnitetä CE-merkintää. Kokoonpano-ohjeiden ja liittämismääräyksen on oltava puolivalmisteen mukana, kunnes se on liitetty osaksi lopullista konetta.

5.3.2 Yhdistelmäkoneen suunnittelu

Yhdistelmäkoneeksi luokitellaan laite, johon kuuluu kaksi tai useampi konetta, jotka on suunniteltu toimimaan yhdessä (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2006/42/EY).

Yhdistelmäkoneessa on huomiotava, että pysäytyslaitteet ja hätäpysäytys pysäyttävät koneen lisäksi kaikki siihen yhteydessä olevat laitteet.

6 RISKIEN ARVIOINNIN TULOKSET

Ennen riskien arvioinnin aloitusta tulee koneesta tai tuotantolinjasta kerätä tietoja, jotka tukevat riskien arviointiprosessia ja auttavat käsittelemään koneen ominaisuuksia. Koneet voivat olla joskus liiankin tuttuja arviointia suorittaville henkilöille yrityksessä, ja siksi jokaista konetta tulisi tarkastella kuin se olisi ennestään tuntematon. Tärkeitä perustietoja ovat muun muassa laitteen nimi, käyttötarkoitus, paino ja työskentelytila. Visuaalisen havainnoinnin apuna voidaan käyttää kuvia, piirustuksia ja 3D-mallia. Etukäteen olisi myös suotavaa tarkastaa kaikki konetta koskevat säädökset ja siinä käytetyt standardit.

Hyvänä vertailutietona riskinarvioinnissa voidaan käyttää samankaltaisista koneista kerättyjä tietoja, joita voivat olla muun muassa tapaturma- ja toimintahäiriötiedot. Yrityksillä on usein jo aiemmin käsiteltyjä riskinarviointeja, jotka käyvät vertailutiedoksi.

Riskiä arvioinnissa on käytetty pohjana yrityksen riskien arviointikaavaketta (liite 1). Kaavakkeessa on määritetty riskienhallinnan aihealueet, joita ovat käyttö, johtaminen ja hallinto, kunnossapito ja tekniset ratkaisut. Toiselle sarakkeelle määritettiin kone, laite tai asia, josta vaaroja halutaan tunnistaa ja tämän jälkeen määritettiin seurausten tyyppi, joita ovat henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahingot.

Mahdolliselle riskille on määritettävä lisätoimenpiteen toteutus, joka voi tapahtua suunnittelun aikana, vuoden kuluessa, kahden vuoden kuluessa tai se voi olla erityinen seurantakohte. Riskit pyritään aina poistamaan jo suunnittelun aikana. Riskille pitää vielä määrittää vaaratekijät, joita ovat:

- ergonomia
- henkinen kuormittuminen
- biologiset vaaratekijät
- fyysiset vaaratekijät
- kemialliset vaarat
- tapaturmavaarat.

Vaarojen tunnistaminen aloitettiin pohtimalla, mikä voi aiheuttaa tapaturman koneen käyttäjälle tai huoltohenkilölle, joka on huoltamassa konetta, tai mistä voi aiheutua tuotantohäiriö.

Vaaralle ilmoitettiin ja sen yhteyteen merkittiin varautumisen suunniteltu nykytila. Seuraavassa sarakkeessa käytiin läpi huomioitavat asiat ja se, kuka on asian vastuuhenkilö.

Riskiparametreja ovat todennäköisyys, henkilövahingot, omaisuusvahingot ja ympäristövahingot. Kokonaisriskin suuruus R lasketaan kaavasta (1), jonka perusteella riskit jaetaan joko matalan riskin vaaratilanteeseen, tyypilliseen vaaratilanteeseen tai suureen vaaratilanteeseen.

Riskien suuruus R määritetään kaavalla

$$R = T * (H + O + Y) \quad (1)$$

missä

R on kokonaisriskin suuruus

T on todennäköisyys

H on henkilövahingot

O on omaisuusvahingot

Y on ympäristövahingot

Rehutehtaan jokaisesta laitteesta arvioitiin tahattomasta käynnistymisestä aiheutuvat riskit ja varautumisen nykytilanne ja selvitettiin, miten tahattomia käynnistymisiä voidaan ehkäistä vielä nykyistä paremmin. Toinen yleinen riski rehutehtaan laitteissa on takertumisvaara, sillä useassa laitteessa on pyörivä akseli. Takertumista voidaan estää esimerkiksi akselien päähän asennettavalla päätysuojalla. Raportissa arvioitiin myös tuotantoon vaikuttavat riskitekijät ja arvioitiin niiden aiheuttamat omaisuus- ja ympäristövahingot. Muita havaintoja tehtiin kolme kappaletta.

Riskien arvioinnista voitiin lopuksi todeta kokonaisriskin suuruus, joka jäi matalien riskien tasolle sekä nykyisen varautumisen suunnitelma ja muut huomioitavat asiat. Havainnot on käsitelty tarkemmin salatussa liitteessä (liite 1).

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyö koneturvallisuudesta ja riskien arvioinnista on hyödyllinen, koska se antaa arvokasta tietoa käsitellyistä aiheista ja kehitysideoita niiden suhteen. Koneturvallisuus on keskeinen tekijä teollisuuden turvallisuuden kannalta. Riskien arviointi on erilaista eri yrityksillä, ja prosesseja voitaisiin todennäköisesti aina kehittää. Opinnäytetyössä saatiin uusia näkökulmia riskien arviointiin, ja työstä on varmasti apua myös jatkossa JPT-Industria Oy:lle riskien hallinnalle.

Konedirektiivissä on käsitelty tarkkaan koneturvallisuutta koskevat asiat ja direktiivi on helpposti kaikkien saatavilla. Koneturvallisuus takaa, että kaikilla EU:ssa valmistetuilla ja EU-alueelle tuoduilla koneilla on samat turvallisuusvaatimukset. Konedirektiivi näkyy arjessa siten, että se edistää koneiden turvallisuutta ja auttaa suojaamaan käyttäjää mahdollisilta vaaroilta. Standardointi tarjoaa useita etuja yrityksille, kuten tehokkaammat tuotantoprosessit, paremman tuotteiden laadun ja yhteensopivuuden, kilpailuedun saavuttamisen, parempaa riskienhallintaa ja kestävämpää kehitystä. Standardit helpottavat myös tuotteiden ja palveluiden markkinointia.

Rehutuotanto on tärkeä osa maataloustuotantoa, sillä se on keskeinen osa taloutta ja elintarviketurvaa. Rehun valmistus vaikuttaa etenkin eläinten hyvinvointiin ja terveyteen, mutta myös kuluttajille se näkyy elintarvikkeiden hinnoissa ja saatavuudessa.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin laadullisena tutkimuksena, ja siinä oli tekijäänsä kiinnostava aihe ja siitä saa käyttökelpoisen pohjan koneiden suunnittelutyöhön. Lähteitä ja aineistoa oli pääosin hyvin saatavilla, mutta rehuteollisuuteen liittyvää tutkimustietoa löytyi rajoitetusti. Koneturvallisuuden tunteminen helpottaa riskien tunnistamista ja auttaa kehittämään keinoja niiden hallitsemiseksi.

LÄHTEET

- Champrix. (04.02.2021). *Animal Feed: Types, ingredients and Manufacturing Process* <https://champrix.com/articles/animal-feed-types-ingredients-and-manufacturing-process>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY, (17.2.2006), koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta (uudelleenlaadittu). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=celex%3A32006L0042>
- Hunnakko, A. (automaatiosuunnittelija). (13.03.2023). *Rehutehtaan automaatio* [asiantuntija-haastattelu].
- JPT-Industria. (i.a.-a). Famix esite. <https://www.jpt.fi/media/famix-uusi-esite.pdf>
- JPT-Industria. (i.a.-b). *Toimialat*. <https://www.jpt.fi/toimialat>
- JPT-Industria. (i.a.-c). *Yritys*. <https://www.jpt.fi/yritys>
- Kippo, A. K. & Tikka, A. (2008). *Automaatiotekniikan perusteet*. Edita.
- Siirilä, T., & Tytykoski, K. (2016). *Koneturvallisuuden käsikirja*. Inspecta.
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (i.a). *Standardeista on hyötyä meille kaikille*. <https://sfs.fi/standardeista/standardien-hyodyt/>
- Suomen Standardisoimisliitto (SFS). (2010). *Koneturvallisuus: Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen* (SFS 12100:2010)
- Tukes. (i.a) *Koneet*. <https://tukes.fi/documents/5470659/44631739/Koneet.pdf/82d49e8a-2ae9-cb70-6391-f6070605dc6d/Koneet.pdf?t=1606456715635>
- Työsuojelu. (13.10.2022). *Koneet ja työvälineet* <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/koneet-ja-tyovalineet>
- Työsuojelu. (25.01.2023). *Vaarojen arviointi* <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopai-kalla/vaarojen-arviointi>
- Työturvallisuuspakki. (i.a.). Riskienhallinta <https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/riskienhallinta/>
- University of Greenwich. (28.11.2019). *The small-scale manufacture of compound animal feed* (ODNRI Bulletin No. 9). <https://gala.gre.ac.uk/id/eprint/11051/>
- Wedeco. (2.2.2021). *JPT-Industriasta tulee osa ruotsalaista Tornumia*. <https://wedeco.fi/2021/02/02/jpt-industriasta-tulee-osa-ruotsalaista-tornumia/>

LIITTEET

Liite 1. Salattu liite

Liite 1. Salattu liite