

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Purunpoistojärjestelmä

Teija Anttila

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri(AMK)

KEMI 2011

ALKUSANAT

Kiitos kaikille niille, jotka ovat avustaneet ja tukeneet tehdessäni opinnäytetyötäni. Erityiskiitos aviomiehelleni Akille, joka jaksoi kulkea mittaamassa ja valokuvaamassa paikkoja kanssani sekä ollut kärsivällinen tämän urakan aikana.

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Teija Anttila
Opinnäytetyön nimi	Purunpoistojärjestelmä
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	24.4.2011
sivumäärä	48+3 liitettä
Opinnäytetyön ohjaaja	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
Yritys	Lapin Laude Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Jouni Jakoblev

Lapin Laude Oy on Keminmaassa sijaitseva puualan yritys, joka valmistaa saunanlauteita ympäri Suomea ja myös ulkomaille. Saunanlauteiden valmistukseen tarvitaan useita erilaisia työkoneita, jotka tuottavat puupölyä ja –puruu. Pöly ja puru poistetaan työn aikana purunpoistojärjestelmän avulla. Työkohteeseen jäävä puuroska häiritsee työntekoa. Purunpoistojärjestelmään kuuluu putkistot sisällä ja ulkona, suodatin, imurit ja purukontti.

Työssä mitoitettiin yritykselle purunpoistojärjestelmä, joka vastaisi tämän päivän tarpeita. Vanha järjestelmä oli alimitoitettu ja vanhanaikainen, eikä toiminut kunnolla. Tavoitteena oli saada järjestelmä, joka kattaa nykyiset koneet sekä mahdolliset tulevat koneet. Yrityksen tuotantotiloista oli tarkoitus piirtää 3D-kuvat, joista tulee ilmi koneiden sijainnit ja putkistojen paikat. Työ tehtiin mittaamalla nykyisten koneiden sijainnit, laskemalla tarvittavien putkistojen pituudet ja valitsemalla sopivat putkikoot ja sopivat koneet valmistajan luettelosta.

Putkistolle saatiin laskettua sopivat komponentit ja kustannusarviot. Kuvat tallennettiin 3D-muodossa sekä pdf-muodossa, joten ne saa avattua ilman 3D-ohjelmaa. Tarvittavat putkikoot saatiin selville. Myös putkistojen pituudet selvitettiin kustannusarviota varten. Ongelmana työssä oli löytää materiaalia, sillä purunpoistojärjestelmästä ei ole paljoa kirjamateriaalia. Internet oli paras lähde materiaalille. Myös tavarantoimittajat olivat avuliaita ja antoivat tietoa. Purunpoistojärjestelmä toteutetaan vuoden 2012 aikana ja järjestelmän toimittaa Penope Oy.

.Asiasanat: purunpoisto, saunanlaude, 3D-mallinnus

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Teija Anttila
Title	Sawdust Removal System
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	24 April 2011
Pages	48+3 appendices
Instructor	Ari Pikkarainen, MEng
Company	Lapin Laude Oy
Contact Person/Supervisor from Company	Jouni Jakovlev

Lapin Laude Oy is a woodworking company located in Keminmaa. Lapin Laude Oy makes sauna benches and sells them all over Finland and also abroad. Several different work machines which produce sawdust are needed for the making of sauna benches. The sawdust is removed during the work with the help of the sawdust removal systems. Tree rubbish which stays in the product disturbs working. The sawdust removal system includes the pipe systems, inside and outside, the filters for the vacuum cleaners and the sawdust container.

In this thesis a sawdust removal system, which would correspond to today's needs, was dimensioned to the company. The old system was undersized and it was old-fashioned and did not operate well. The objective was to get a system which covers the present machines and the possible future machines. It was intended to draw the 3D pictures from the production premises of the company and so get the locations of the machines and the places of the pipe systems. The work was done by measuring the locations of the present machines, by counting the lengths of the pipe systems needed and by choosing the suitable pipe sizes and the machines from the manufacturer's list.

Suitable components and cost estimates were calculated to the pipe systems. The pictures were recorded in 3D-form and pdf-form so they can be opened without a 3D-programme. The necessary pipe sizes were found out. Also the lengths of the pipe systems were analysed for the cost estimate. The problem was to find material because there is not much literature on the sawdust removal system. The Internet was the best material source. The suppliers were helpful and gave information. The sawdust removal system will be implemented during the year 2012 and Penope Oy will deliver the system.

Keywords: sawdust removal, sauna bench, 3D- modeling.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	1
TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	6
1. JOHDANTO	7
2. LAPIN LAUDE OY	8
2.1. Laudemallit ja materiaalit	8
2.1.1. Mitta-laude	9
2.1.2. Royal-laude	10
2.1.3. Revontuli	11
2.1.4. Muut tuotteet	12
2.1.5. Materiaalit	16
2.2. Laudehuolto	17
2.3. Asiakkaat	18
3. NYKYTILAN KUVAUS	19
3.1. Purunpoistojärjestelmä	19
3.2. Putkistot	20
4. PURUNPOISTOJÄRJESTELMÄ	22
4.1. Prosessikuvaus	22
4.2. Työpisteet	23
5. RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT	26
5.1. ATEX – direktiivit	26
5.2. Ketä ATEX Koskee?	27
5.3. Ex-tilat	27
5.4. Ex-laitteet	28
5.5. Työnantajan velvollisuudet	30
5.5.1. Räjähdyksvaaran selvittäminen	30
5.5.2. Räjähdyksen estäminen ja suojaus	31
5.6. Varoitusmerkki	33
5.7. Työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojeleminen	33
5.8. Räjähdyssuojausasiakirja	34
5.9. Räjähdyksvaaralliset aineet Lapin Laude Oy:ssä	36
5.10. Vaaran aiheuttajat Lapin Laude Oy:ssä	37
5.10.1. Puuntyöstökoneet	37
5.10.2. Nestekaasu	37
6. KÄYTÄNNÖN TOTEUTUKSET	38
6.1. Laskut	38
6.2. Komponentit	40
6.2.1. Moottori	40
6.2.2. Puhallussuodatin	40
6.2.3. Putkisto	41
6.3. Asennus	42
7. KUSTANNUSLASKELMAT	43
7.1. Purunpoistojärjestelmä ja putkistot	43

7.2. Asennus	43
7.3. Muut kustannukset	44
8. PARANNUSEHDOTUKSET	45
8.1. Purunpoistojärjestelmä	45
8.2. Putkistot	45
9. YHTEENVETO	46
10. LÄHDELUETTELO	47
11. LIITELUETTELO	48

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ATEX	direktiivistä käytetty lyhenne, joka johdettu ranskankielestä atmosphères explosibles
Ex	ATEX-direktiivin edellyttämä Ex-merkintä
Ex-tila	räjähdysvaarallinen tila
Ex-laite	räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävä laite tai suojausjärjestelmä.
Adiabaattinen puristus	adiabaattiseen kokoonpuristamiseen käytetty työ muuttuu lämmöksi, joka kohottaa puristetun kappaleen lämpötilaa
Tukes	Turvatekniikan keskus

1. JOHDANTO

Lapin Laude Oy on Keminmaassa toimiva puualan yritys. Yritys valmistaa saunanlauteita ympäri Suomen ja myös ulkomaille. Työn aiheena on mitoittaa ja suunnitella Lapin Laude Oy:lle uusi purunpoistojärjestelmä. Entinen purunpoistojärjestelmä on vanha ja alimitoitettu. Vuosien varrella yritys on hankkinut uusia puuntyöstökoneita ja vanhaa purunpoistojärjestelmää ei ole mitoitettu niin monelle koneelle.

Työ rajataan koskemaan vain koneita, jotka käyttävät purunpoistojärjestelmää. Koneita on tällä hetkellä 18 kappaletta. Putkistojen pituudet ja tulevan purunpoistojärjestelmän moottorit vaikuttavat työn suunnittelussa. Tavoitteena on mitoittaa sellainen purunpoistojärjestelmä, joka on tarpeeksi kattava tämän päivän tarpeisiin ja riittää myös mahdollisten uusien koneiden liittämisen järjestelmään.

Työ suoritetaan mittaamalla nykyisten koneiden paikat ja tarvittavien putkistojen pituudet. Tarvittavat putkikoot valitaan tulosten perusteella. Samalla tutustutaan myös valmistajan tuoteluetteloon ja laitteiden teknisiin tietoihin.

Purunpoistojärjestelmästä piirretään myös 3D-putkistokuvat. Kuvissa on merkittynä koneiden paikat ja putkilinjat. Kuvat tallennetaan sellaisessa muodossa, että Lapin Laude Oy voi käyttää niitä hyväksi, sillä yrityksellä ei ole minkäänlaista 3D-ohjelmaa. Purunpoistojärjestelmä on tarkoitus toteuttaa vuoden 2012 aikana ja sen toimittaa Penope Oy.

2. LAPIN LAUDE OY

Lapin Laude Oy on perustettu vuonna 1986. Yritys aloitti toimintansa Kemissä, mutta vuonna 1989 osti tuotantotilat Keminmaasta. Tuotanto- ja sosiaalityö on laajennettu vuosien varrella useammin. Toimitusjohtajana ja omistajana on Jouni Jakovlev. Yritys tunnetaan maailman suurimpana saunanlauteiden valmistajana. Lapin Laude Oy aloitti toimintansa nimellä Saunanlaudetehdas Lapin Laude Ky ja yhtiömuodon muuttuessa vuonna 2005 nimi muuttui nykyiseen muotoon.

Lapin Laude Oy työllistää tällä hetkellä 10 henkilöä tuotannon puolella ja kaksi toimistotyöntekijää. Tuotantotiloja on 750m² ja yhteensä yrityksen toimitilat ovat 900m². Yrityksen liikevaihto vuonna 2010 oli 1 M€.



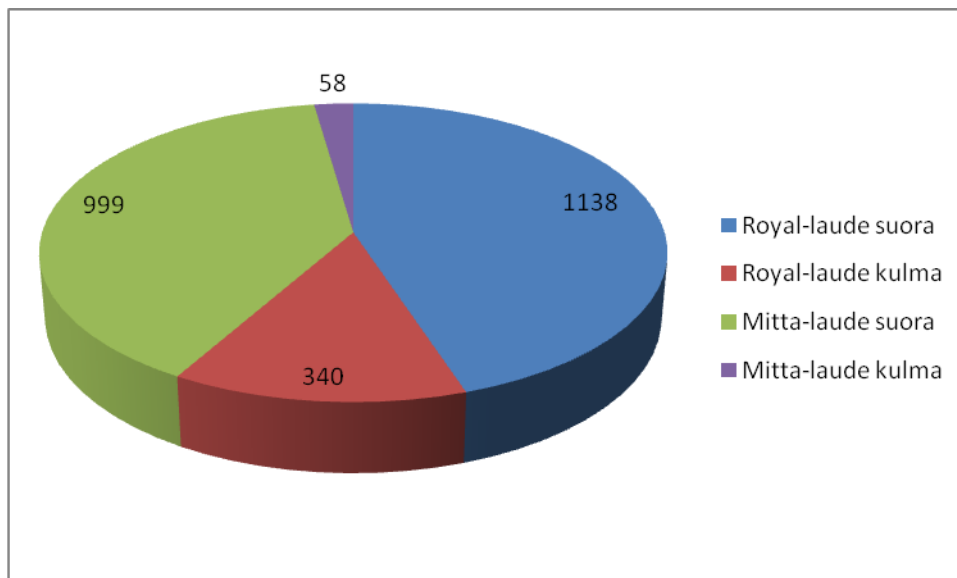
Kuva 1. Lapin Laude Oy

2.1. Laudemallit ja materiaalit

Laudemallistoon kuuluu tällä hetkellä kolme eri mallia: Mitta-laude (kuva 3), Royal-laude (kuva 4) ja Revontuli (kuva 5). Lauteita valmistetaan seitsemästä eri materiaalista. Kaikkia laudemalleja saa suorana (yhdellä seinällä) tai kulmalauteena (useammalla seinällä). Kulman voi toteuttaa joko 90°:n kulmassa tai 45°:n viistepalaselä kuten kuvassa 3 näkyy.

Myös kiukaan upotus alalauteeseen on mahdollinen, kuten kuvassa 5 on tehty. Asiakkaiden toiveet otetaan aina huomioon ja toteutetaan, jos ne ovat mahdollisia.

Kaikki lauteet valmistetaan saunan tarkkojen mittojen mukaan, jotta laudepaketti olisi sopiva saunaan. Mitat tarvitaan 5 mm:n tarkkuudella. Tarvittaessa lauteesta piirretään 2D-kuva AutoCad:llä, josta asiakas tarkistaa saunan mitat ja laudemallin. Hyväksynnän jälkeen laude siirretään tuotantoon. Saunanlauteet toimitetaan mahdollisimman valmiina elementteinä, jotta asiakkaalla asennustyö olisi mahdollisimman helppoa. Vuonna 2010 saunanlauteita myytiin 2535 kappaletta ja kuvasta 2 näkyy jakauma eri laudemallien välillä.



Kuva 2. Vuonna 2010 myydyt lauteet

2.1.1. Mitta-laude

Mitta-laude on Lapin Laude Oy:n ensimmäinen laudemalli ja sitä on valmistettu kohta 25 vuoden ajan. Mitta-laude on perinteinen kantikas laudemalli, johon ei kuulu mitään erikoisuuksia. Mitta-lauteessa laudelaudat ovat poikittain eli lyhyinä pätkinä. Laudepakettiin kuuluu istumataso, jalkataso, 2-taso nousuporras/penkki, kiuaskaide, lisäkaide, kannakepuut ja kiinnitystarvikkeet. Lisätilauksena mitta-lauteeseen saa selkänöjan ja väliritilän lauteiden väliin.



Kuva 3. Mitta-laude materiaalina kuusi /1/

2.1.2. Royal-laude

Royal-laudetta on tehty vuodesta 1997 lähtien. Royalin mallissa lauteen etureunassa on iso pyöristys ja lauteiden välissä oleva ritilä on puolipyöreää pienaa. Samat elementit toistuvat muissakin osissa. Laudelaudat ovat lauteessa pitkittäin. Kuvassa 4 näkyy Royal-lauteen pyöristykset ja pienat. Royal-lauteen pakettiin kuuluu istumataso, jalkataso, selkänöja, kiuaskaide, lisäkaide, 2-taso nousuporras/-penkki, väliritilät lauteiden väliin, kannakepuut ja kiinnitystarvikkeet.



Kuva 4. Kulma-Royal materiaalina kuusi lämpömänty koristein

2.1.3. Revontuli

Revontuli-malli on laudemalleista uusin. Sen valmistaminen on aloitettu vuonna 2011. Revontuleessa käytetty lauta on leveämpää kuin Royal- tai Mitta-lauteessa. Laudan leveys on 118mm. Revontuli-laudemallissa on valoja varten valolista selkänojassa ja ylälauteen etureunassa. Laudelaudat ovat pitkittäin kuten Royal-lauteen mallissa. Revontulen pakettiin kuuluu istumataso, jalkataso, selkänoja, väliritilät, kiuaskaide, lisäkaide, 2-tasousupporras/-penkki, kannakepuut ja kiinnitystarvikkeet.



Kuva 5. Revontuli materiaalina lämpöhaapa

2.1.4. Muut tuotteet

Lapin Laude Oy valmistaa myös erilaisia lisätuotteita (kuvat 6 – 12) sauna-, suihku- ja pukuhuonetiloihin Royalin mallisena samoista laadukkaista materiaaleista kuin saunanlauteet.



Kuva 6. Laudetyyny /1/



Kuva 7. Irtonoja /1/



Kuva 8. Pukuhuoneen penkki /1/



Kuva 9. Mutteripenkki /1/



Kuva 10. Suihkupenkki /1/



Kuva 11. Pukuhuoneen penkki /1/



Kuva 12. Pöytä /1/

2.1.5. Materiaalit

Materiaaleja on käytössä seitsemän erilaista. Vaaleita materiaaleja ovat kuusi, haapa ja abachi. Tervaleppä on punertavaa. Nämä materiaalit näkyvät kuvassa 14. Tummia materiaaleja ovat lämpökäsitelty haapa ja lämpökäsitelty mänty. Tuija on kirjava materiaali. Siinä lautojen sävyt voivat vaihdella vaaleasta hyvinkin tummaan. Kuvassa 13 on esitetty nämä materiaalit. Kuvassa 13 olevaa lämpökäsiteltyä abachia ei ole enää saatavana. Lauteisiin voi myös yhdistellä eri materiaaleja esimerkiksi kuvan 4 tapaan. Laudesuoja-aine hieman muuttaa materiaalin sävyä.

Royal-laudetta ja Mitta-laudetta tehdään kaikista materiaaleista. Revontulimallia saa vain tervaleppänä ja lämpökäsiteltynä haapana.



Kuva 13. Tummat materiaalit (ylempi rivi käsitelty Supi-laudesuojalla)



Kuva 14. Vaaleat materiaalit (ylempi rivi käsitelty Supi-laidesuojalla)

2.2. Laudehuolto

Uusien lauteiden käsittelyä suositellaan esim. laudesuoja-aineella ennen ensimmäistä saunomiskertaa. Tämä käsittely olisi hyvä uusia noin vuoden välein. Kotisaunan lauteiden puhdistus kannattaa soveltaa omaan saunaan sopivaksi saunan käyttömäärän mukaan. Perusteellisempi pesu riittää 1-3 kertaa vuodessa., jolloin kannattaa tarkistaa lauteet myös alapuolelta mahdollisen pesutarpeen ja vaurioiden osalta. Muulloin riittää ”kevyempi” pesu tarpeen mukaan. /1/

Puupinnat pestään lämpimällä vedellä syiden suuntaisesti harjaten ja sen jälkeen huuhtelu kuumalla vedellä sekä lopuksi kylmällä vedellä. Näin saadaan puun syyt tukitukseksi, jolloin lauteiden likaantuminen hidastuu. Korkeapainepesureiden käyttöä saunanlauteiden pesussa ei suositella. /1/

Markkinoilla on saatavana saunanpuhdistusaineita ja -välineitä kaikkien makuun ja tarpeeseen. Tärkeää saunanlauteiden kunnossapidossa on saunan perusteellinen kuivaaminen ja tuulettaminen jokaisen saunakerran jälkeen. Saunomisen jälkeen nostetaan irtoavat osat kuivumaan ja kiuas jätetään päälle ainakin puoleksi tunniksi, mutta mieluiten pidemmäksi aikaa, sillä jatkuva kosteus vaurioittaa lauteita jopa lyhyen ajan sisällä. Esimerkiksi vaatteiden kuivaaminen saunatiloissa ei ole suotavaa. /1/

2.3. Asiakkaat

Suurimpina asiakkaina ovat eri talotehtaat esimerkiksi Kastelli-Talot Oy, Pyhännän Rakennustuote Oy ja Pohjolan Design-Talo Oy. Myös eri rakennusyrietykset ovat asiakkaina esim. YIT, Skanska ja Peab. Asiakkaina on myös pienempiä remontointiyrityksiä ja yksityisiä henkilöitä.

3. NYKYTILAN KUVAUS

Nykyinen purunpoistojärjestelmä putkineen on vanha ja huonosti toimiva. Myös Suomen olosuhteet ovat vaikuttaneet järjestelmän toimimattomuuteen. Lumi ja jää rikkovat putkia ja tukkivat moottorit, jotka sijaitsevat maan rajassa. Paluuilma sisälle ei ole puhdasta, sillä suodattimet tukkeutuvat puupölystä, joka ei mene purukonttiin saakka.

3.1. Purunpoistojärjestelmä

Nykyinen purunpoistojärjestelmä on vuodelta 2000 ja se on käynyt pieneksi ja tehottomaksi. Nykyisessä purunpoistojärjestelmässä on kaksi erillistä imuria, jotka on sijoitettu pihalle ennen purunpoistojärjestelmää. Nykytilanteessa purunpoistojärjestelmä ei kuljeta kaikkea puupölyä ja –purua säilytyskonttiin saakka, vaan puupurua on ympäriinsä pihalla ja katolla, kuten kuvassa 16 on kuvattu. Purukontti, johon puupuru menee, on tilavuudeltaan 33,1m³. Purukontti tyhjennetään kolmen viikon välein.

Järjestelmä ei ole toimiva, koska paluuilma ei ole puhdasta, vaan siinä on mukana puupölyä ja –purua. Sisällä olevat paluuilmasuodattimet tukkeutuvat ja raitis ilma ei pääse kulkemaan.



Kuva 15. Lumen rikkoma putki.



Kuva 16. Nykyinen järjestelmä ulkona.

3.2. Putkistot

Putkistot on laitettu vuonna 2007. Nykyisessä järjestelmässä on kaksi runkoputkea, johon koneista tulevat putket on liitetty. Kuvassa 17 on kuvattuna nykyiset kaksi runkoputkea. Toisessa runkoputkessa on vain kauimmaiset laitteet, joita on 6 kappaletta. Toisessa runkoputkessa ovat lähimmäisenä olevat laitteet, joita on 12 kappaletta. Ulkona oleva putkisto on sijoitettu siten, että talvella lumikuorma on rikkonut putken. Kuvassa 15 on lumen rikkoma putki.



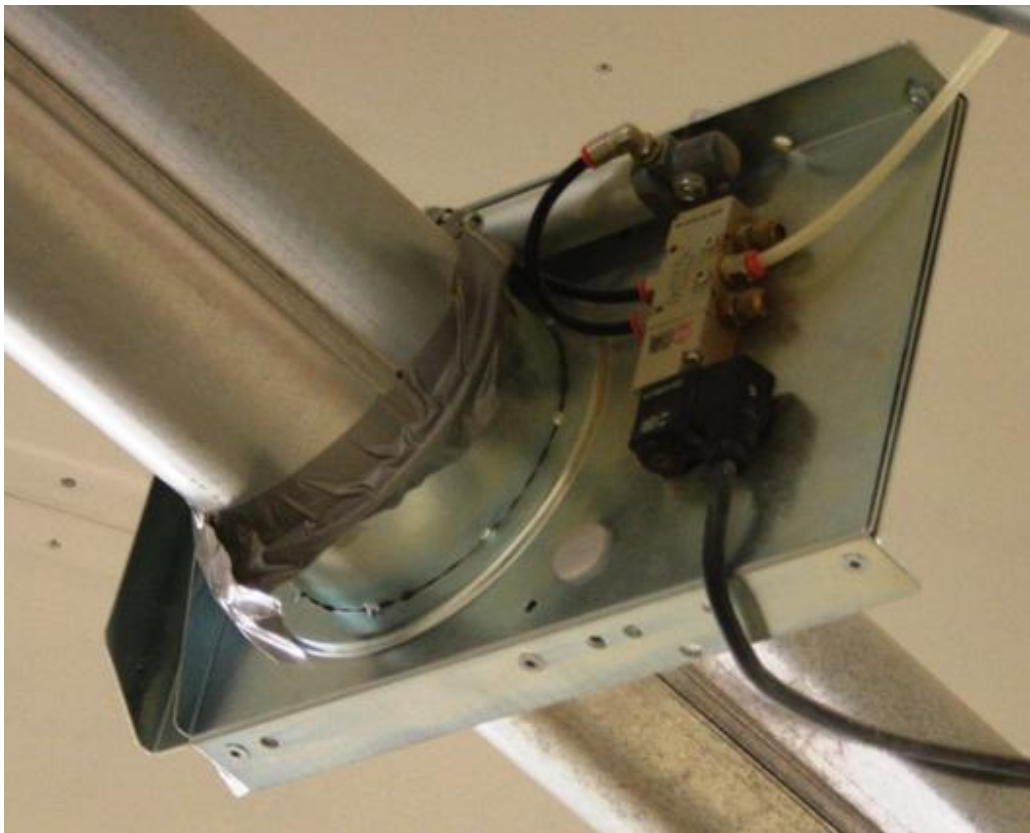
Kuva 17. Nykyiset kaksi runkolinjaa.

4. PURUNPOISTOJÄRJESTELMÄ

Purunpoistojärjestelmän tarkoituksena on poistaa kaikki ylimääräinen puupöly ja –puru pois työskentelyalueelta. Ylimääräinen roska saattaa aiheuttaa ongelmia tuotteen laadussa. Jos koneen terän ja puun välissä on roskia se jättää jälkiä puuhun.

4.1. Prosessikuvaus

Koneiden käyttöaikana on toiminnassa jatkuva puupölyn ja –purun poisto. Käynnistettyä koneen sähköinen toimilaite avaa sulkupellin, joka on kuvattuna kuvassa 18. Imuri imee työskentelyalueelta ylimääräisen puupölyn ja –purun pois työskentelyä haittaamasta. Puupöly ja –puru kulkeutuvat putkistoa pitkin ulos purunpoistojärjestelmään ja sieltä purukonttiin.



Kuva 18. Sulkupellin sähköinen toimilaite.

4.2. Työpisteet

Työpisteitä, joissa käytetään purunpoistojärjestelmää, on 18 kappaletta.

1. jiirisirkkeli
2. taso/oikohöylä
3. höyläkone, joka on kuvassa 20
4. höyläkone, joka on kuvassa 20
5. jiirisirkkeli, joka on kuvassa 19
6. hiomakone, joka on kuvassa 21
7. hiomakone
8. höylä
9. hiomakone
10. sirkkeli
11. jiirisirkkeli
12. jyrsinkone
13. hiomakone
14. sirkkeli
15. sirkkeli/jyrsinkone
16. jiirisirkkeli
17. jiirisirkkeli
18. hiomakone.

Kyseiset numeroinnit ovat samoja piirustuksessa (liite 3).



Kuva 19. Jiirisirkkeli



Kuva 20. Höylät nro. 3 ja 4



Kuva 21. Hiomakone

5. RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT

Räjähdyksvaarallisia tiloja ja tiloissa käytettäviä laitteita koskeva ATEX-lainsäädäntö on tullut voimaan 2003. Työsuojeluviranomaiset valvovat räjähdysvaarallisia kohteita osana työturvallisuuslainsäädännön valvontaa. Tukes valvoo räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuutta laitoksissa, joissa vaarallisten kemikaalien käsittely on laajamittaista. Näissä kohteissa Tukes valvoo lainsäädännön noudattamista myös pölyräjähdysten torjunnan osalta. /7/

5.1. ATEX – direktiivit

ATEX-nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 1999/92/EY (työolosuhdedirektiivi), jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita. Direktiivien tarkoituksena on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä ihmisiä, yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen ja niissä käytettävien koneiden ja laitteiden turvallisuusvaatimuksia sekä taata Ex-laitteiden vapaa kauppaa. /7/

ATEX-laitedirektiiviin perustuvaa kansallista lainsäädäntöä on ollut olemassa jo vuodesta 1996: asetus (917/1996) ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (918/1996). Lainsäädännön siirtymäaika päättyi ja velvoitteet tulivat kaikilta osiltaan voimaan 1.7.2003. Räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettuja uusia tuotteita voidaan pitää kaupan, luovuttaa toiselle tai ottaa käyttöön vain, jos ne ovat uusien määräysten mukaisia. /7/

ATEX-työolosuhdedirektiivi koskee sellaisia tuotantolaitoksia ja työpaikkoja, joissa palavat nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Työolosuhdedirektiivi on saatettu kansallisesti voimaan valtioneuvoston asetuksella (576/2003) 1.9.2003. Se koskee voimaantulopäivämäärästään lähtien uusia räjähdysvaarallisia tiloja sekä vanhoissa tiloissa tehtäviä muutoksia ja korjauksia. Jo olemassa olevia tiloja koskevat vaatimukset tulivat täysimääräisesti voimaan 1.7.2006. /7/

5.2. Ketä ATEX Koskee?

ATEX-työolosuhdesäädökset koskevat kaikkia niitä työnantajia, joiden työntekijät voivat joutua alttiiksi palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalle räjähdysvaaralle. Ne koskevat ihmisiä, jotka työskentelevät Ex-tiloissa ja rakentavat tai suunnittelevat Ex-tiloja. /7/

ATEX-laitesäädökset koskevat laitteiden, suojausjärjestelmien ja tietyissä tapauksissa komponenttien maahantuojia ja jälleenmyyjiä ja myös niitä, jotka valmistavat laitteen omaan käyttöön. /7/

5.3. Ex-tilat

Ex-tila on tila, jossa voi esiintyä sellaisia määriä vaarallista räjähdyskelpoista ilmaseosta, että toimenpiteet työntekijöiden suojaamiseksi räjähdysvaaralta ovat tarpeen. Suojatoimenpiteiden laajuuden määräytymisperusteena käytetään olemassa olevien Ex-tilojen luokittelua vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistodennäköisyyden mukaisiin vyöhykkeisiin. Taulukossa 1 on esitetty Ex-tilojen luokittelu. /7/

Taulukko 1. Tilaluokittelu /7/

Tilaluokka 0	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 20	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
Tilaluokka 1	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti
Tilaluokka 21	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
Tilaluokka 2	Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan
Tilaluokka 22	Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen

	ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.
--	---

Ex-tiloja on muun muassa energian tuotannossa, kemianteollisuudessa, lääketeollisuudessa, elintarviketeollisuudessa, puunjalostusteollisuudessa sekä yleensä palavien nesteiden tai kaasujen valmistuksessa, käsittelyssä tai varastoinnissa. Taulukossa 2 on esitetty eri aloilla syntyvistä räjähdysvaaratilanteista. /7/

Taulukko 2. Esimerkkejä eri aloilla syntyvistä räjähdysvaaratilanteista /7/

Ala	Esimerkki räjähdysvaarasta
Kemianteollisuus	Kemianteollisuudessa käytetään ja valmistetaan monenlaisissa prosesseissa palavia kaasuja, nesteitä ja kiinteitä aineita. Näiden prosessien yhteydessä voi syntyä räjähdysvaarallisia seoksia.
Lääketeollisuus	Lääkkeiden tuotannossa käytetään usein liuottimina alkoholeja. Siinä voidaan myös käyttää pölyräjähdyskelpoisia vaikuttavia aineita ja lisäaineita, kuten maitosokeria.
Energian tuotanto	Palamaisesta, räjähdysvaarattomasta hiilestä voi syntyä ilman sekoittuneena, murskauksen ja kuivatuksen aikana hiilipölyä, joista voi muodostua räjähdyskelpoisia ilman ja pölyn seoksia.
Mekaaninen puuteollisuus	Puisia kappaleita työstettäessä syntyy puupölyjä. Ne voivat muodostaa esim. suodattimissa tai siiloissa räjähdyskelpoisia pölyn ja ilman seoksia.
Jätevesihuolto	Käsiteltäessä jätevesiä puhdistamoissa syntyy mädätyskaasuja, joista voi muodostua räjähdyskelpoisia ilman ja kaasun seoksia.
Metallin työstö	Valettujen metalliosien pinnan viimeistelyn yhteydessä voi syntyä räjähdyskelpoisia metallipölyjä. Tämä riski liittyy erityisesti kevytmetalleihin. Niistä irtoavat metallipölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran.

5.4. Ex-laitteet

ATEX-laitesäädösten vaatimukset koskevat Ex-tiloissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita (kuten koneita), laitteista rakennettuja laitekoonpanoja, suojausjärjestelmiä sekä laitteiden ja suojausjärjestelmien turvallisen toiminnan kannalta tarpeellisia turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä komponentteja. Näitä ovat esimerkiksi:

- sähkölaitteet ja –komponentit
- pumput

- vaihteistot
- pumppu/moottoriyhdistelmät
- pneumaattiset laitteet
- trukit
- polttomoottorit. /7/

Ex-laitteiden tulee täyttää säädöksissä määritellyt olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Olennaiset turvallisuusvaatimukset voidaan täyttää noudattamalla laitteen suunnittelussa ja rakentamisessa yhdenmukaistetuissa standardeissa kuvattavia suunnittelu- ja rakenneperiaatteita sekä testausmenettelyjä. /7/

Laitevaatimuksia ovat mm:

- laiteryhmä- ja laiteluokkakohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset
- vaatimustenmukaisuuden arviointi
- EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- CE-merkintä ja erityinen Ex-merkintä, jotka on esitetty kuvissa 22 ja 23
- laiteryhmää ja – luokkaa kuvaava merkintä. /7/



Kuva 22. CE-merkki



Kuva 23. Ex-merkki

5.5. Työnantajan velvollisuudet

Toiminnanharjoittajilla ja työnantajilla on useita velvollisuuksia, jotka liittyvät räjähdysvaaran ehkäisemiseen ja työntekijöiden suojeluun. Näitä ovat mm. räjähdysvaaran olemassaolon selvittäminen ja suojautuminen, oikean laitteen valinta oikeaan tilaan, työntekijöiden perehdyttäminen ja räjähdysuojasiasiakirjan laatiminen. /7/

5.5.1. Räjähdysvaaran selvittäminen

Räjähdysvaaraa selvitettäessä on työ- ja tuotantoprosessia arvioitava kokonaisvaltaisesti.

Tärkeitä seikkoja ovat:

- käytössä olevat työvälineet, koneet ja laitteet
- rakenteet ja rakennukset
- käytettävät aineet
- työskentely- ja prosessiolosuhteet sekä
- näiden mahdolliset keskinäiset ja työympäristöstä johtuvat yhteisvaikutukset. /7/

Räjähdysvaaran arviointi on tehtävä jokaisen työ- ja toimintaprosessin sekä laitteiston jokaisen käyttövaihtoehdon osalta erikseen, eikä yhtä arviota voi pitää yleispätevänä. Uusien tai jo käytössä olevien laitteiden arvioinnissa on erityisesti otettava huomioon seuraavat toimintakuntovaihtoehdot

- tavanomaiset toimintaolosuhteet, mukaan lukien kunnossapitotyöt
- käyttöönotto ja käytöstä poistaminen
- toimintahäiriöt ja ennakoitavissa olevat vikatilat sekä
- kohtuudella ennakoitavissa oleva virheellinen käyttö. /7/

Räjähdysvaaraa arvioitaessa on selvitettävä, onko työ- tai tuotantoprosessissa mukana palavia aineita, eli käytetäänkö raaka- tai lisäaineena ainakin yhtä palavaa ainetta tai syntyykö sellaista jäännös-, väli- tai lopputuotteena tai toiminnallisen häiriön vuoksi. Arvioinnissa on myös otettava huomioon palavan aineen pitoisuudet ja syttymisominaisuudet. Palavien nesteiden ja kaasujen kohdalla arviointi voidaan tehdä

alemman ja ylemmän syttymisrajan, leimahduspisteen sekä syttymisenergian perusteella. /7/

Räjähdyksvaaraa arvioitaessa on huomioitava, voiko räjähdysvaarallinen ilmaseos joutua tekemisiin syttymislähteen kanssa. Syttymislähteitä voivat olla mm:

- kuumat pinnat
- liekit ja kuumat kaasut
- mekaanisesti syttyvät kipinät
- sähkölaitteet
- staattinen sähkö
- sähkömagneettinen säteily
- ionisoiva säteily
- ultraääni
- adiabaattinen puristus, paineaallot, virtaavat kaasut
- kemialliset reaktiot. /7/

Lisäksi on arvioitava, missä mahdollinen räjähdyskelpoinen ilmaseos voi esiintyä ja miten pitkiä aikoja. Arvioinnissa tulee huomioida myös tilat, jotka ovat aukkojen välityksellä yhteydessä räjähdysvaarallisiin tiloihin tai jotka voivat joutua yhteyteen niiden kanssa. /7/

5.5.2. Räjähdyksen estäminen ja suojautuminen

Vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten syntyminen voidaan estää välttämällä tai vähentämällä palavien aineiden käyttöä. Kaasut ja pölyt ovat ilmaan sekoittuneena räjähdyskelpoisia vain, jos niiden pitoisuudet ovat tiettyjen raja-arvojen välillä. Taulukossa 3 on esitetty pitoisuuksien raja-arvot. Tietyissä toiminnallisissa ja ympäristöllisissä olosuhteissa on mahdollista pysytellä näiden räjähdysrajojen ulkopuolella. Jos näiden olosuhteiden pysyvyys voidaan varmistaa, ei räjähdysvaaraa ole. /7/

Vaarallinen räjähdyskelpoinen ilmaseos voidaan välttää myös vähentämällä laitteiden sisäilman happipitoisuutta kemiallisesti reagoimattomilla aineilla (inerttiaineilla). Tätä suojoimenpidettä kutsutaan inertoinniksi. /7/

Vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten syntyminen laitteiden ulkopuolella olisi mahdollisuuksien mukaan estettävä. Laitteet on suunniteltava niin, että ennakoitavissa toimintaolosuhteissa ei voi syntyä mainittavia vuotoja, laitteet on pidettävä suljettuina ja laitteiden säännöllisestä huollosta on huolehdittava. /7/

Vaarallisia pölykertymiä voidaan välttää puhdistamalla työskentely- ja toimintatilat säännöllisesti. Suunnitelmissa toimenpiteet voidaan määritellä tapauskohtaisesti vallitsevien olosuhteiden mukaan. /7/

Jos vaarallisen räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumista ei voida estää, on vältettävä sen syttymistä. Tämä voidaan saada aikaan suojatoimenpiteillä, joilla estetään syttymislähteiden esiintyminen tai vähennetään niiden esiintymisen todennäköisyyttä. Suojaustoimia valitessa arvioidaan, miten usein räjähdyskelpoinen ilmaseos ja syttymislähde voivat esiintyä yhtä aikaa samassa tilassa. Käytännössä ongelma yritetään ratkaista tilaluokituksella ja laitevalinnoilla. /7/

Monissa tapauksissa on mahdotonta toteuttaa riittävän varmoja räjähdysuojatoimenpiteitä, joilla räjähdyskelpoisten ilmaseosten ja syttymislähteiden esiintyminen voitaisiin välttää. Silloin voidaan ryhtyä toimenpiteisiin räjähdysten vaikutusten rajoittamiseksi. Tällaisia toimenpiteitä ovat:

- räjähdyskestävä rakennustapa
- räjähdyspaineen alentaminen
- räjähdysten vaimentaminen
- liekkien ja räjähdysten leviämisen estäminen. /7/

Kyseiset toimenpiteet koskevat tavallisesti laitteiden sisällä tapahtuvien räjähdysten vaikutusten rajoittamista. Rakenteellisia suojatoimenpiteitä valittaessa otetaan yleensä käyttöön laitteita ja suojajärjestelmiä, jotka täyttävät KTMP:n (918/1996) vaatimukset. /7/

5.6. Varoitusmerkki

Ex-tilojen sisäänkäyntien yhteydessä on tarvittaessa oltava varoitusmerkki. Varoitusmerkki on kolmion muotoinen ja siinä on mustat kirjaimet, keltainen tausta ja musta reunus. Keltaisen osuuden on peitettävä ainakin 50 prosenttia merkin alasta. /7/ Kuvassa 24 on esitetty Ex-tilojen varoitusmerkki.



Kuva 24. Ex-tilojen varoitusmerkki

5.7. Työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojeleminen

Työpaikoilla, joissa on mahdollinen räjähdysvaara, tulee työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi ryhtyä erilaisiin työn järjestelyä ja räjähdysuojausta koskeviin toimenpiteisiin. Työnantajan tulee laatia työntekijöille kirjalliset toimintaohjeet sekä opastaa heitä räjähdysuojaukseen liittyvissä asioissa. Lisäksi vaarallisissa töissä, kuten tulitöissä, tulee käyttää työlupajärjestelmää. /7/

Räjähdysuojaustoimenpiteitä ovat mm:

- Vapautuneet palavat aineet on johdettava pois tai ne on tehtävä vaarattomiksi.
- Staattisen sähköön purkauksiin on kiinnitettävä huomiota, sillä ne saattavat aiheuttaa syttymisvaaran.
- Työntekijöitä on varoitettava ennen räjähdysvaarallisten olosuhteiden syntymistä optisin merkein tai äänimerkein ja työntekijöiden poistuminen alueelta on varmistettava.
- Vaarallisista tiloista on oltava hätäpoistumisteitä ja ne on pidettävä kunnossa.
- Ennen kuin räjähdysvaarallisia tiloja otetaan käyttöön, on pätevän henkilön tarkastettava niiden räjähdysturvallisuus. Lisäksi sähkölaitteistolle on tehtävä sähköturvallisuussäädösten edellyttämät tarkastukset.

- Tarvittaessa laitoksella tulee varautua sähkökatkojen aiheuttamiin vaaroihin. Automaatiojärjestelmien virhetoimintojen varalta ne on voitava ohittaa käsikäyttöisesti, mikäli tämä ei vaaranna turvallisuutta. Häätäpysäytysjärjestelmää käyttäessä on kerääntynyt energia purettava mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti. /7/

5.8. Räjähdyssuojausasiakirja

Vaaran arvioinnin tulokset ja tekniset ja organisatoriset suojaustoimenpiteet esitetään räjähdysuojausasiakirjassa, joka toiminnanharjoittajan ja työnantajan on laadittava. Lisäksi räjähdysuojausasiakirjassa esitetään räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu. Toiminnanharjoittajien ja työnantajien on valittava oikeat kyseiseen tilaan sopivat sähkölaitteet ja muut (mekaaniset) laitteet, jos niissä on mahdollisia omia syttymislähteitä (staattinen sähkö, mekaanisesti syttyvät kipinät, kuumat pinnat). /7/

Toiminnanharjoittajien ja työnantajien on laadittava räjähdysuojausasiakirja ennen laitoksen käyttöönottoa ja työn aloittamista. Räjähdyssuojausasiakirjan tarkoitus on antaa yleiskuva vaaran arvioinnin tuloksista ja laitosta koskevista teknisistä ja organisatorisista suojaustoimenpiteistä. Sitä on tarkistettava, jos työskentelytilaa, työvälineitä, laitteita tai työjärjestelyjä muutetaan, laajennetaan tai järjestetään uudestaan. Räjähdyssuojausasiakirjaan voidaan liittää olemassa olevia vaaran arviointeja, tilaluokituspiirustuksia tai muita asiakirjoja. Olemassa oleviin asiakirjoihin, mm. turvallisuusselvitykseen voidaan myös viitata, jos asiakirjat, joihin viitataan, voidaan saada täydellisinä nähtäville lyhyellä varoitusajalla milloin tahansa. Viittaukset tulevat selkeästi yksilöidä. /7/

Jos yrityksessä on useita laitoksia, räjähdysuojausasiakirja on syytä jakaa yleiseen osaan ja kutakin laitosta koskevaan osaan. Yleisessä osassa käsitellään toimenpiteitä, jotka koskevat kaikkia laitoksia, esim. koulutusta. Laitoskohtaisessa osassa käsitellään kyseiseen laitokseen liittyviä vaaroja ja suojaustoimenpiteitä. /7/

Räjähdyssuojausasiakirjassa esitetään:

- Räjähdyksvaarallisten tilojen toiminnasta vastuussa olevien henkilöiden nimet sekä tiloissa työskentelevien työntekijöiden määrä.
- Pohjapiirustus, josta käyvät ilmi poistumistiet.
- Toimintojen kuvaus (räjähdyksvaaran kannalta tärkeät tiedot).
- Tiedot tilojen siivouksesta ja ilmanvaihdosta.
- Kuvaus räjähdyskelpoisen ilmaseoksen aiheuttavista aineista ja olosuhteista, joissa räjähdyskelpoisia ilmaseoksia muodostuu.
- Luettelo laitteista ja työvälineistä, jotka voivat toimia sytytyslähteinä.
- Riskin arviointien tulokset sekä menettelytapa, jota räjähdysvaarojen tunnistamisessa on käytetty. Selvitys siitä, missä vaarallisia räjähdyskelpoisia ilmaseoksia voi esiintyä ja mitä laitteita näissä tiloissa on. Riskien arvioinnissa on huomioitava mm. alas- ja ylösajot, tilojen ja laitteiden puhdistaminen ja muutostilanteet.
- Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu (luokituskuvina tai tekstinä).
- Selvitys toteutetuista räjähdysuojastoimenpiteistä. Suojaustoimenpiteet jaetaan teknisiin ja organisatorisiin toimenpiteisiin. Tekniset toimenpiteet voidaan jakaa ennalta ehkäiseviin, rakenteellisiin ja prosessiohjaukseen liittyviin toimenpiteisiin. Organisatorisista toimenpiteistä esitetään mm. työohjeet, työntekijöiden pätevyys, työntekijöiden koulutus, työvälineiden käyttö, suojavaatetuksen käytön valvonta, työlupajärjestelmä, kunnossapito ja laitteiden tarkastusmenettelyt sekä räjähdysvaarallisten tilojen merkintä.
- Luettelo useissa eri paikoissa käytettävistä työvälineistä, jotka on hyväksytty käytettäväksi räjähdysvaarallisissa tiloissa.
- Selvitys siitä, kuka vastaa turvallisuustoimenpiteiden toteuttamisesta ja kuka räjähdysuojausasiakirjan päivittämisestä. /7/

Jos samalla työpaikalla on useita eri yrityksiä edustavia työnantajia, kukin työnantaja vastaa valvonnassaan olevista tiloista. Pääasiallisesti määräysvaltaa käyttävä työnantaja huolehtii toimenpiteiden yhteensovittamisesta ja kuvaa räjähdysuojausasiakirjassaan yhteensovittamista koskevat toimenpiteet ja menettelytavat. /7/

5.9. Räjähdyksvaaralliset aineet Lapin Laude Oy:ssä

Räjähdyksvaaraa aiheuttava aine on puupöly. Tehdastilassa vallitsevan pölyn määrä on vähäistä ($<20\text{g/m}^3$), joten havaittavaa pölyä ei ole. Taulukossa 4 on esitetty hiomakoneen pölyn korkea mahdollinen arvo. Tuotannossa syntyvä puupöly poistetaan purunpoistojärjestelmään. Purunpoistojärjestelmän putkistoissa poistoilman määrät ovat suuria ja pölyn määrä on selvästi alle alemman räjähdyksvaaran $20\text{g/m}^3/3/$. Taulukossa 3 on esitetty räjähdyksvaaran raja-arvot.

Taulukko 3. Räjähdyksvaaran rajat /3/

Alempi räjähdyksraja=	20g/m ³
Ideaalinen seos=	230g/m ³
Energiarikkain seos=	500g/m ³
Ylempi räjähdyksraja=	2-6 kg/m ³

Taulukko 4. Hiomakoneen pölynpoisto /3/

Ilmanvaihdon tiedot		
V=	30	m/s
Putken halkaisija=	100	mm
Putken säde=	0,05	m
Poistomäärä=	0,24	m ³ /s
Hiontakapasiteetti		
Laudan leveys=	95	mm
Lautojen määrä=	1	kpl
Hiontasyvyys=	0,25	mm
Lautojen Nopeus=	0,3	m/s
Syntyvä hiomapöly=	0,000007125	m ³ /s
Syntyvä hiomapöly=	0,007125	l/s
Syntyvä hiomapöly=	2,14	g/s
<u>Korkein mahdollinen pitoisuus= 9,07 g/m³</u>		

Korkein mahdollinen pitoisuus on noin 45 % alemmasta räjähdyksrajasta.

Lapin Laude Oy kuuluu tilaluokitukseen 22, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan. Ex-tiloja ja Ex-laitteita ei tarvita Lapin Laude Oy:n tuotantotiloissa.

5.10. Vaaran aiheuttajat Lapin Laude Oy:ssä

Lapin Laude Oy:n vaaratilanteet voivat syntyä koneen kuumenemisestä tai hajoamisesta. Myös huolimattoman nestekaasun käyttö saattaa aiheuttaa vaaratilanteen.

5.10.1. Puuntyöstökoneet

Höylässä kuluneet jarrupalat ja hiontakoneen hiomanauhan katkeamisesta aiheutuva kipinöinti sekä laakereiden kuumeneminen voivat sytyttää koneen sisällä olevan pölyn, joka syttyessään voi levittää paloa purunpoistolaitteisiin. Räjähdysmäistä prosessia ei kuitenkaan pääse tapahtumaan, koska purunpoistoputkistossa pölypitoisuus on pienempi kuin syttymisraja. /3/

5.10.2. Nestekaasu

Paketoinnissa nestekaasuliekillä suoritetaan pakettien muovien kutistus. Toimenpide ei aiheuta räjähdysvaaraa, koska ympäristössä ei ole räjähtäviä seoksia. Nestekaasun käyttö on työntekijöille opastettu ja työkohteissa on alkusammutusvarustus mahdollisen tulipalon varalta. /3/

6. KÄYTÄNNÖN TOTEUTUKSET

Käytännön toteutukset suoritettiin laskemalla nykyinen tilavuusvirta putkistossa. Valittujen putkikokojen jälkeen laskettiin myös niille tilavuusvirrat. Saaduilla arvoilla katsottiin valmistajan luettelosta sopivat laitteet.

6.1. Laskut

Aluksi tarkasteltiin nykyisiä tilavuusvirtoja putkistossa. Nykyinen tilavuusvirta saadaan, kun kontin tilavuus on $33,1\text{m}^3$ ja se tyhjenetään kolmen viikon välein. Viikossa työaikaa on 40 tuntia ja kolmen viikon työajaksi saadaan 120 tuntia, jota käytetään laskussa aikana t .

$$q_v = V/t \quad (1)$$

missä

q_v on tilavuusvirta

V on tilavuus

t on aika

Kaavan (1) mukaan

$$q_v = 33,1\text{m}^3/120\text{h}$$

$$q_v = 0,2758\text{m}^3/\text{h}$$

Toisaalta tilavuusvirta lasketaan myös seuraavasti:

$$q_v = A*v \quad (2)$$

missä

A on putken pinta-ala

v on nopeus /7/

Putken pinta-ala saadaan seuraavasta kaavasta:

$$A = (\pi \cdot D^2) / 4 \quad (3)$$

missä

D on putken halkaisija /7/

Koska tilavuusvirta tunnissa on pieni, riittää kun putkiston koot valitaan sopivaksi. Runkoputkeksi valitaan putki, jonka halkaisija on 300mm ja konekohtaisten putkien halkaisija on 100mm.

Kaavan (3) mukaan putken pinta-alat ovat:

$$A_1 = (\pi \cdot (100\text{mm})^2) / 4$$

$$A_1 = 7900\text{mm}^2$$

$$A_1 = 0,0079 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (\pi \cdot (300\text{mm})^2) / 4$$

$$A_2 = 71000\text{mm}^2$$

$$A_2 = 0,0710 \text{ m}^2$$

Kaavan (2) mukaan saadaan laskettua tilavuusvirrat, kun nopeudeksi v valitaan 30m/s.

$$q_{v1} = 0,0079 \text{ m}^2 \cdot 30 \text{ m/s}$$

$$q_{v1} = 0,237\text{m}^3/\text{s}$$

$$q_{v1} = 853 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_{v2} = 0,071 \text{ m}^2 \cdot 30 \text{ m/s}$$

$$q_{v2} = 2,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_{v2} = 7668 \text{ m}^3/\text{h}$$

Moottorin valmistajan taulukon mukaan (liite 1) tarkistetaan sopiva moottori.

6.2. Komponentit

Purunpoistojärjestelmä tilataan Penope Oy:ltä, joka hankkii sen JKF Industri:lta. JKF Industrin sivuilta löytyy konekohtaiset tiedot, joista valitaan sopivat komponentit.

6.2.1. Moottori

Järjestelmän moottoriksi valitaan JK-40D, jonka tekniset tiedot löytyvät liitteestä 1. Taulukosta katsotaan valitun ilmavirran kohdalta muut moottorin tiedot. Valitussa moottorissa ilmavirran määrä on 5000–11 000 m³/h /2/, joka riittää tulevalle putkistolle.

6.2.2. Puhallussuodatin

Suodattimeksi valitaan DustStorm-suodatin (Liite 2), joka sopii moottorin kanssa yhteen. Puhallussuodattimessa imupuhallin on asennettu suoraan suodattimen yläosaan, jolloin erillistä puhallinta ei tarvita. Suodatettava materiaali ohjataan suodattimien alapuolelle ja ilma ja pöly suodatetaan suodatinletkujen avulla. Suodattimessa on automaattinen puhdistus paineilmalla, jolloin suodatin voi toimia jatkuvatoimisesti. Suodattimen pohja on kartiomainen ja varustettu purkaimella /4/. Purukontti löytyy jo valmiina.



Kuva 25. Puhallussuodatin /4/

6.2.3. Putkisto

Putket, jotka tilataan, valmistetaan täysgalvanoidusta teräslevystä. Putkissa on pitkittäissauma ja putket ovat sileitä, jotta putken sisälle ei kerry ylimääräistä puupölyä. Ohuimmat 100mm:n putket ovat pyöristetyllä kauluksella (kuva 27), jotka liitetään toisiinsa siihen tarkoitukseen olevalla pikapannalla, joka on kuvassa 26. Isommat 300mm:n putket ovat laippakantaisia putkia (kuva 28). Putket tilataan 2 metrin mittaisina palasina.



Kuva 26. Pikapanta /5/



Kuva 27. Pyöristetyllä reunalla oleva putki /5/



Kuva 28. Laippakantainen putki /5/

6.3. Asennus

Ulkona olevan laitteiston asentaa tavaran toimittaja. Sisällä putkiston asentaa Lapin Laude Oy:n työntekijät kuvien mukaan (liite 2). Putkiston kannatukset jaotellaan noin 2,5 metrin välein. Sähköurakoitsija tekee kaikki tarvittavat sähkötyöt.

7. KUSTANNUSLASKELMAT

Kustannukset lasketaan Penope Oy:n ja Sacndab:in ilmoittamien hintojen mukaan. Hinnat sisältävät arvonlisäveron. Kustannukset saattavat muuttua vuoden sisällä, sillä purunpoistojärjestelmä toteutetaan vuoden 2012 aikana.

7.1. Purunpoistojärjestelmä ja putkistot

Purunpoistojärjestelmä maksaa n. 70 000€, joka sisältää imurit, suodattimet ja tarpeelliset osat. Taulukossa 5 on esitetty kustannuslaskelma putkistolle ja siihen tarvittaville osille.

Taulukko 5. Kustannuslaskelma putkistolle /5/

Laippaputki	D=300mm	60m	7 934 €
Kierresaumaputki	D=100mm	76m	870 €
Jousiterässpiraalilla tuettu polyuretaaniletku	D=100mm	25m	539 €
90-asteen käyrä	D=100mm	18kpl	312 €
Sulkupelti	D=100mm	18kpl	4 870 €
T-haara	D=300mm	1kpl	198 €
Housuhaara	D=100mm	1kpl	50 €
Kaksipuoleinen oksahaara	D=100mm	1 kpl	70 €
Kiinnityspanta	D=100mm	60kpl	406 €
Päätytulppa	D=300mm	2kpl	57 €
Paineilmatoiminen sulkupelti	D=100mm	18kpl	3 930 €
letkukiristimet	87-112mm	36kpl	182 €
Putkikannatin	100mm	54 kpl	365 €
Putkikannatin	300mm	40kpl	290 €
Supistuskartio	300mm-100mm	18kpl	850 €
Liitoscappale	100mm	24kpl	110 €
			<u>21 033 €</u>

Hinnat sisältävät alv:n 23 %.

7.2. Asennus

Ulkona olevan purunpoistojärjestelmän asennus kuuluu tavaran toimittajalle ja sisältyy laitteiston hintaan. Putkistojen asennuksesta huolehtivat Lapin Laude Oy:n työntekijät.

Sähkötyöt käy suorittamassa sähköurakoitsija, joka laskuttaa kulutetut työtunnit ja tarvittavat materiaalit. Sähköurakoitsijan tuntitaksa on 50 €/h.

7.3. Muut kustannukset

Tarvittavat ruuvit, pultit ja mutterit Lapin Laude Oy hankkii Würth Oy:ltä samalla kun hankkii tuotannossa tarvittavat ruuvit. Myös muut perusmateriaalit, kuten teipit ja työkalut, hankitaan paikallisista liikkeistä, jos niitä ei ole jo valmiina.

8. PARANNUSEHDOTUKSET

Parannusehdotukset tehtiin purunpoistojärjestelmän ja putkistojen osalta. Koneiden paikkoja ei tuotantotiloissa vaihdeta. Nykyiset konepaikat ovat suunniteltu niin, että tuotanto on joustavaa ja toimii hyvin.

8.1. Purunpoistojärjestelmä

Vanhan toimimattoman purunpoistojärjestelmän tilalle tulee syklonimainen puhallussuodatin, joka toimii sekä yli- että alipaineisena. Puhallussuodatin soveltuu sekä karkealle purulle että hienolle pölylle. Puhallussuodattimet valitaan valmistajan tuoteluettelosta sopiviksi tähän tarkoitukseen. Myös valinnassa on otettava huomioon Suomen ilmasto-olosuhteet, sillä järjestelmä sijoitetaan ulos. Nykyiset moottorit sijaitsevat ennen purunpoistojärjestelmää ja ovat puupurun peitossa. Tämä alentaa moottorin tehoja. Uudet moottorit valitaan laskujen perusteella tarpeeksi tehokkaiksi, jotta teho varmasti riittää. Myös tuleva moottori on suojattu, jotta se ei peity ylimääräisen puupölyn ja –purun sekaan.

8.2. Putkistot

Putkisto muutetaan nykyisestä kahden runkolinjan järjestelmästä yhdelle runkolinjalle. Myös ylimääräiset mutkat jätetään pois putkistosta, sillä mutkia on tällä hetkellä useampia. Runkolinja tulee olemaan suora ja konekohtaiset putkistot liitetään siihen mahdollisimman suorasti. Ulkona oleva putkisto suojataan siten, että katolta putoava lumi ei pääse rikkomaan putkistoa kuten kuvassa 15 on tapahtunut. Tarkemmat putkistokuvat löytyvät liitteestä 3.

9. YHTEENVETO

Lapin Laude Oy:n purunpoistojärjestelmä on alimitoitettu ja vanha. Järjestelmä sotki ulkona paikkoja, koska se ei imenyt kaikkea puupölyä ja –purua purukonttiin saakka vaan osan järjestelmä puhalsi pihalle. Siitä johtuen purunpoistojärjestelmän ympäristö on likainen.

Mitoittaessa tuli ilmi, että putkikokoja ei tarvitse muuttaa, vaan purunpoistojärjestelmän moottorit mitoitettiin uudelleen ja suodattimet valittiin sopiviksi. Näillä muutoksilla saadaan toimiva järjestelmä. Muita muutoksia tehtiin kuitenkin putkiston osalta. Nykyisen kahden runkoputken sijasta uudessa putkistossa on vain yksi runkoputki. Myös ylimääräiset mutkat jätetään pois putkistosta.

3D-kuvista käy ilmi nykyisten koneiden sijainnit sekä uudistettu putkisto. Kuvat tallennetaan sellaisessa muodossa, että ne voi avata ilman 3D-ohjelmaa.

Ongelmana työssä oli saada materiaalia työhön liittyen. Purunpoistosta ei tahtonut löytyä kirjallisuutta. Internet oli tässä tapauksessa paras mahdollinen lähde. Myös järjestelmien valmistajien sivuilla oli vähän tietoa. Joitakin tietoja saatiin, kun oltiin yhteydessä purunpoistojärjestelmän valmistajan edustajaan.

Työn aikataulu oli tiukka, mutta tulokset saatiin aikaiseksi. Purunpoistojärjestelmä toteutetaan vuoden 2012 aikana ja Lapin Laude Oy käyttää putkistokuvia hyväksi putkiston kokoamisessa.

10. LÄHDELUETTELO

- /1/ Jakovlev Iines, Lapin Laude Oy, [www-dokumentti], [www.lapinlaude.fi] 20.4.2011.
- /2/ JKF Industri, [www-dokumentti], [http://www.jkf.dk/] 21.4.2011.
- /3/ Lapin Laude Oy, Räjähdyssuojausasiakirja, 23.6.2008.
- /4/ Penope Oy, [www-dokumentti], [www.penope.fi] 21.4.2011.
- /5/ Scandab, Tuotekuvasto [www-dokumentti], [www.scandab.fi], 22.4.2011.
- /6/ Valtanen, Esko, Tekniikan taulukkokirja, 14.painos, Gummerus Kirjapaino Oy, 2007.
- /7/ Turvatekniikan keskus, [pdf-dokumentti],
[http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/atex_rajahdeopas.pdf]
18.4.2011.

11. LIITELUETTELO

Liite 1 Moottorin tekninen data

Liite 2 Suodattimen tiedot

Liite 3 Putkistokuvat