

TEHDASSUUNNITELMA
PUUALAN YRITYKSELLE

Anttila Aki
Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Kone- ja tuotantotekniikka
Tekniikka ja liikenne
Insinööri (AMK)

Tekijä	Aki Anttila	Vuosi	2018
Ohjaaja	TkL Lauri Kantola		
Toimeksiantaja	Lapin Laude Oy		
Työn nimi	Tehdassuunnitelma puualan yritykselle		
Sivu- ja liitesivumäärä	49+2		

Lapin Laude Oy on keminmaalainen puualan yritys, joka valmistaa saunanlauteita ja pesuhuonekalusteita. Työn aiheena on perusteellinen käyttökustannusten minimointi siirtämällä tuotanto pienempiin tiloihin ja uusimalla tuotannossa käytettävät koneet ja laitteet energian kulutuksen vähentämiseksi ja käyttöpääoman säästämiseksi. Tämän opinnäytetyön perustana oli yrityksen tilauskannan merkittävä pieneneminen. Yrittäjällä ei kuitenkaan ollut halua lopettaa elinkelpoista yritystoimintaa.

Työssä yritykselle valittiin uudet puuntyöstökoneet ja sijoitettiin ne uusiin tuotantotiloihin työvaiheet huomioiden. Tuotantotilojen purunpoisto suunnitellaan koneiden sijoittelun perusteella ja paineilmajärjestelmä mitoitetaan laudetuotannon todellinen ilmapölykulutus huomioiden.

Haasteellisinta opinnäytetyössä oli hinta- laatusuhteeltaan korkealaatuisten puuntyöstökoneiden valmistajan löytäminen sekä kotimaisten koneliikkeiden korkeat hinnat. Tästä syystä päätettiin ohittaa jälleenmyyjät ja otettiin suoraan yhteyttä valmistajiin, jotka myyvät tuotteitaan suoraan kuluttajille. Lisähuolensa työhön toivat muuttuneet sähköstandardit ja ATEX-direktiivi, josta tuli sitovampi sen muuttuessa osaksi kansallista lainsäädäntöämme. Sähköstandardi muuttui tiukemmaksi vaatien muunmuassa vikavirtasuojat myös valaisimiin ja direktiivi on ollut siirtymäajan verran vain ohjeistus eikä sitova laki.

Opinnäytetyössä tehtyjen suunnitelmien ja laskelmien perusteella voidaan todeta, että energiankulutuksen osalta haluttuihin säästöihin päästään helposti. Tässä opinnäytetyössä laaditun tehdassuunnitelman taustalta löytyykin tahto uudistaa työtapoja ja aikaansaada säästöjä taloudellisemmilla tuotantovälineillä.

Lapland University of Applied Sciences
Technology, Communication and Transport
Mechanical and Production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Aki Anttila	Year	2018
Supervisor	Lauri Kantola, Lic. Tech		
Commissioned by	Lapin Laude Oy		
Subject of thesis	Factory plan for woodworking company		
Number of pages	49+2		

Lapin Laude OY is a woodworking company manufacturing sauna and bathroom fitments in Keminmaa. The topic of this thesis is thorough minimization of operational expenses by moving the production to smaller premises and by renewing the manufacturing machinery and equipment in order to reduce the energy consumption. The motivation for this thesis was the drop in the company's volume of orders. However, the entrepreneur was not willing to cease the operations, which still have foreseeable opportunities to succeed.

In this thesis new wood manufacturing machinery was chosen and they were placed to new manufacturing premises. The sawdust removal from the manufacturing premises is planned according to the placement of machinery and the pneumatic air system is scaled to match the factual air consumption.

The most challenging in the thesis was to find the producers of high quality wood machinery with high-quality ratio, and the overall high pricing of domestic operators. Therefore it was decided, that the retailers are ruled out and instead contact the manufacturers selling machinery directly to consumers. A further concern was brought by the change of the electric standards and Atex-directive, which became more binding as it was introduced to national legislation. The electric standard became more restrictive as it required residual current circuit breakers also for lighting equipment. Earlier the directive was only instruction but not binding.

Based on the plans and calculations presented in this work, it was concluded that the savings on the energy consumption are rather easy to achieve. The factory plan presented in this work is based on the willingness to renew working methods and to achieve savings with more economic production equipment.

Key words factory planning, carpentry, 3D modeling

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	LAPIN LAUDE OY	9
2.1	Toimitilat	9
2.2	Laudasta lauteeksi	9
2.3	Laudemallit ja materiaalit	11
2.3.1	Mitta-laude	11
2.3.2	Royal-laude	12
2.3.3	Revontuli	13
2.3.4	Muut tuotteet	14
2.3.5	Materiaalit.....	15
3	UUDET TUOTANTOTILAT	17
4	JOT:N FILOSOFIA.....	19
4.1	JOT-toiminnan perusajatukset	19
4.2	JOT: n käsitteet.....	21
5	TILANKÄYTTÖSUUNNITELMA.....	23
5.1	Puuntyöstökoneet ja työskentelyasemat.....	23
5.2	Paineilmaverkko	24
5.2.1	Paineilman kulutus	24
5.2.2	Paineilmaverkoston rakenne ja mitoitus	25
5.2.3	Paineilma-aseman putkisto	26
5.2.4	Runkoputkistot	26
5.2.5	Jakeluputkistot	26
5.2.6	Painehäviön laskeminen	26
5.3	Purunpoistojärjestelmä	30
6	TYÖSTÖKONEIDEN INVESTOINTIKUSTANNUKSET	33
7	RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT	34
7.1	ATEX-direktiivi	34
7.2	Ketä ATEX koskee.....	34
7.3	EX-tilat	35
7.4	EX-laitteet	36
7.5	Työnantajan velvollisuudet.....	38

7.5.1	Räjähdyksvaaran selvittäminen	38
7.5.2	Räjähdyksen estäminen ja suojautuminen	39
7.6	Varoitusmerkki	41
7.7	Työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojele	41
7.8	Räjähdyssuojasasiakirja	42
8	POHDINTA	45
	LÄHTEET	47
	LIITTEET	49

ALKUSANAT

Keminmaassa 19.05.2018

Kiitokset kaikille teille, jotka olette minua opiskelussani auttaneet ja tukeneet, erityiskiitokset vaimolleni Teijalle.

Aki Anttila

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	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
JIT/JOT	Just In Time/Juuri Oikeaan Tarpeeseen
Nomogrammi	graafinen esitys lähtötiedon ja lopputuloksen riippuvuudesta eri parametrien suhteen

1 JOHDANTO

Lapin Laude Oy on keminmaalainen puualan yritys, jonka tuoteperheeseen kuuluvat saunanlauteet sekä pesu- ja pukuhuonetilojen puukalusteet. Asiakkaina ovat talotehtaat, rakennus- ja remontointifirmat sekä yksityistaloudet. Opinnäytetyön aiheena on suunnitella uuden tehdaskiinteistön tuotantolinja, sisältäen puuntyöstökoneiden sijoittelun, purunpoistolinjan, paineilmaverkon sekä sähköliitynnät siten, että yksi henkilö kykenee hoitamaan valmistusprosessin.

Työn tavoitteena on tuotantokustannusten leikkaaminen kiinteistön käyttökustannuksia pienentämällä sekä karsimalla tuottamattomien osaluueiden määrää minimiin. Yritys ei esimerkiksi tulevaisuudessa omista puutavaravarausta, vaan tarvittava puuraaka-aine noudetaan joko suoraan sahalta tai puutavarakauppiaalta. Konekanta puolestaan vähennetään vain ja ainoastaan tarpeellisiin laitteisiin.

Työ on laajuudessaan haasteellinen, sillä se edellyttää tehdassuunnittelua, kone- ja sähkösuunnittelua, pneumatiikan tuntemista sekä toiminnanohjauksen osaamista.

2 LAPIN LAUDE OY

Saunanlaudetehdas Lapin Laude Ky on perustettu Kemissä vuonna 1986. Vuonna 1989 yritys siirtyi Keminmaahan ja vuonna 2005 yritysmuoto vaihtui osakeyhtiöksi ja samalla nimi muuttui Lapin Laude Oy:ksi. Yrityksen omistaja ja toimitusjohtaja on Jouni Jakovlev. (Jakovlev 2018.)

2.1 Toimitilat

Lapin Laude Oy toimii 900 m²:n kiinteistössä, josta 750 m² on tuotantotiloja ja 150 m² toimisto- ja sosiaalitiloja (Kuva 1). Teollisuushallin käyttökulut, kuten lämmitys ja valaistus sekä koneiden käyttösähkö vievät noin 50 % liikevaihdosta. Tavoitteena on leikata käyttökuluja vähintään 75 %. Tästä syystä tuotantotiloiksi on hankittu käyttökustannuksiltaan pienempi 155 m² teollisuushalli, josta tuotannolle on varattu 125 m² ja mahdollisille toimisto- ja sosiaalitiloille 30 m². (Jakovlev 2018.)



Kuva 1. Nykyiset tuotantotilat

2.2 Laudasta lauteeksi

Saunanlauteen valmistusprosessi raakapuusta tuotteeksi on seuraava: katkaisu, liimaus, tapitus, kokoonpano ja pakkaus.

Tuotannossa käytettävät koneasemat ovat katkaisusirkkeli, hiomakone, liimauspuristin, oikohöylä, talttaporakone, halkaisusirkkeli, monikaraporakone, naulauspöytä ja pakkauspöytä. (Jakovlev 2018.)

Valikoitu eli suora, oksaton tai terveksainen puutavara päätyy ensimmäiseksi katkaisusirkkeliin, jossa se katkaistaan haluttuun mittaan. Katkaistut laudat laitetaan liimauspuristimeen ja liimataan joko kaariaihioiksi (Royal) tai valmiiksi lauderunkopuiksi (Mittalaude). Liimattu kaariaihio kulkee höylän läpi valmiiksi kaareksi. Seuraavaksi molemmat laudetyypit menevät talttaporakoneen kautta tapitukseen, jonka jälkeen lauderunko on valmis. (Jakovlev 2018.)

Lauteiden tasojen valmistus alkaa myös katkaisusirkkelillä. Määräpituiseksi sahattuista laudoista tehdään kokoonpanoasemalla (paineilmanaulain) valmiit istuma- ja jalkatasot. Sama toistuu myös nousuportaiden, selkänöjien ja suojakaiteiden kanssa. Kun kaikki osakomponentit eli ylalaude, alalaude, selkänöja, suojakaide ja nousuporras sekä mahdollinen käsijohde ovat valmiina, on paketoinnin vuoro. Paketointiasemalla laude pakataan lämpökutistettavaan muoviin, joka estää lauteiden kastumisen kuljetuksen ja mahdollisen välivarastoinnin aikana (Kuva 2). (Jakovlev 2018.)



Kuva 2. Laudasta lauteeksi (Lapin Laude Oy 2018)

2.3 Laudemallit ja materiaalit

Nykyinen laudemallisto koostuu kolmesta erilaisesta mallista: Mitta-laude (Kuva 3), Royal-laude (Kuva 4) ja Revontuli (Kuva 5), josta jokaista mallia valmistetaan seitsemästä eri puumateriaalista tai näiden yhdistelmistä. Kaikkia malleja on saatavissa suorana (laudetaso yhdellä seinällä), vastakkain istuttavana (laudetasot vastakkaisilla seinillä) ja kulmalauteena (laudetasot vierekkäisillä seinillä) asiakkaan toiveen ja saunan koon mukaan. Lauteet valmistetaan asiakkaan saunan todellisten mittojen mukaan ja asiakkaan toiveet lauteista pyritään täyttämään mahdollisuuksien mukaan. (Lapin Laude Oy 2018.)

2.3.1 Mitta-laude

Mitta-laude on malliston peruslaude, jota on valmistettu yrityksen perustamisesta lähtien. Laudemalli on kulmikas eikä se sisällä mitään erikoisuuksia. Pintalaudat ovat poikittain lauderunkoon nähden. Laudepakettiin kuuluvat: istumataso, jalkataso, nousuporras, kiuas- ja lisäkaide, kannakepuut ja tarvittavat kiinnitystarvikkeet sekä kokoamis- ja kiinnitysohjeet. Lisätilauksesta saa myös lauteiden väliin väliritilän. (Lapin Laude Oy 2018.)



Kuva 3. Mitta-laude materiaalina kuusi (Lapin Laude Oy 2018)

2.3.2 Royal-laude

Royal-laudetta on valmistettu vuodesta 1997 lähtien. Royal-lauteessa on pyöristetyt etureunat sekä puolipyöreää pienaa väliritilässä, kaiteissa ja selkänojassa. Pintalaudat ovat pitkittäin lauderunkoon nähden. Laudepakettiin kuuluu istumataso, jalkataso, nousuporras, kiuas- ja lisäkaiteet, väliritilä, selkänoja, kannakepuut ja tarvittavat kiinnitystarvikkeet sekä kokoamis- ja asennusohjeet. (Lapin Laude Oy 2018.)



Kuva 4. Kulma-Royal materiaalina kuusi lämpömäntykoristein (Lapin Laude Oy 2018)

2.3.3 Revontuli

Revontuli on laudemalleista uusin. Se on otettu tuotantoon vuonna 2011. Revontuleessa käytetty laudelauta on leveämpää kuin Mitta- tai Royal-lauteissa käytetty. Laudan leveys on 118 mm, kun taas Mitta- ja Royal-malleissa se on vain 95 mm. Pintalaudat ovat pitkittäin, kuten ovat Royal-lauteessakin. Revontuleessa on valoja varten valolista selkänojassa ja ylälauteen etureunassa. Laudepakettiin kuuluu istumataso, jalkataso, nousuporras, kiuas- ja lisäkaiteet, väliritä, selkänoja, kannakepuut ja tarvittavat kiinnitystarvikkeet sekä kokoamis- ja asennusohjeet. Valosarja ei kuulu laudepakettiin. (Lapin Laude Oy 2018.)



Kuva 5. Revontuli materiaalina lämpöhaapa (Lapin Laude Oy 2018)

2.3.4 Muut tuotteet

Lapin Laude Oy valmistaa myös erilaisia lisätuotteita sauna-, suihku- ja pukuhuonetiloihin Royal- mallistoa mukaillen samoista laadukkaista materiaaleista kuin saunanlauteitakin (Kuvat 6-10). (Lapin Laude Oy 2018.)



Kuva 6. Tyyny (Lapin Laude Oy 2018)



Kuva 7. Irtonoja (Lapin Laude Oy 2018)



Kuva 8. Pukuhuoneen penkki (Lapin Laude Oy 2018)



Kuva 9. Penkki (Lapin Laude Oy 2018) Kuva 10. Penkki (Lapin Laude Oy 2018)

2.3.5 Materiaalit

Käytettävissä olevia materiaaleja on seitsemän. Vaaleita materiaaleja ovat kuusi, haapa ja abachi (Kuva 12). Tervaleppä on punertavaa. Tummia materiaaleja ovat lämpöhaapa ja lämpömänty (Kuva 11). Kuvassa 11 mainittua lämpöabachia ei ole enää saatavana. Tuija on kirjava materiaali, jossa värisävyt voivat vaihdella vaaleasta tummaan samassa laudassa. Saunanlauteisiin voi myös yhdistellä eri materiaaleja. Laudesuoja muuttaa hieman lauteen väriä. (Lapin Laude Oy 2018.)

Mitta- ja Royal-lauteet ovat saatavissa kaikista materiaaleista. Revontulilaudetta saa vain tervaleppänä ja lämpöhaapana.



Kuva 11. Tummat materiaalit (ylempi rivi käsitelty Supi-laudesuojalla) (Lapin Laude Oy 2018)



Kuva 12. Vaaleat materiaalit (ylempi rivi käsitelty Supi-laudesuojalla) (Lapin Laude Oy 2018)

3 UUDET TUOTANTOTILAT

Kesän 2018 aikana yrityksen tuotanto tulee siirtymään vuonna 1981 rakennettuun aaltopeltivuorattuun, puurunkoiseen, lämpöeristettyyn pieneen monitoimihalliin (Kuva 13). Teollisuuskäytössä halli on ollut vuoteen 2000 saakka, jonka jälkeen se on ollut Lapin Laude Oy:n valmistuotevarastona. Tuotantotilojen sisämitat ovat seuraavat: pituus 13,6 m ja leveys 9,3 m, eli pohjan hyötyala on noin 125 m². Sisäkorkeutta hallissa on 3,6 m. (Jakovlev 2018.)



Kuva 13. Uusi tuotantotila

Rakennuksessa on alkujaan ollut toimisto- ja sosiaalitalat sekä varasto. Nämä voidaan ottaa käyttöön liki sellaisinaan. Itse tuotantotilat ovat riisutut kaikista alkuperäisistä vesi- ja sähköjohdoista sekä paineilmaputkista. Ennen kuin tuotantotilat voidaan ottaa käyttöön pitää, esimerkiksi seinä- ja kattorakenteisiin asentaa lisäeristys ja uudet pintamateriaalit sekä vanha betonilattia hioa tai tasoittaa valumassalla ja pinnoittaa kulutusta kestäväällä epoksimaalilla. Lisäerityksellä tavoitellaan lämmityskustannusten pienentämistä, ja pintamateriaalien uusimisella saadaan hallista valoisampi. Lattiapinnan uusimisella ja epoksinnoitteella estetään haitallisen betonipölyn muodostuminen ja helpotetaan puhtaanapitoa.

Hallin sähköistys pitää myös päivittää tarpeen- ja ajanmukaiseksi. Pienjännitesähköasennuksia koskeva SFS-standardi 6000 uudistui 2017 vuoden lopussa. Standardin uudistuminen toi mukanaan muutoksia sähköasennusten keskeisiin turvallisuusvaatimuksiin.(ENSTO, 2017.)

Standardin suurin yksittäinen muutos oli vikavirtasuojausvaatimuksen lisääminen. Pienjännitteiset valaisimet tulee suojata kaikissa tiloissa enintään 30 mA vikavirtasuojalla (SFS-6000). Tästä johtuen on kaikki kiinteistön sähköistykset uusittava sähköpääkeskuksesta eteenpäin. (ENSTO, 2017.)

Samalla asennetaan työasemille tarvittavat liitännät ja valaisimet. Yleisvalaistukseen on harkittu led- loisteputkivalaisimia ja työpistevalaisimiksi led- kohdevalaisimia energiansäästöä ja valaisimien käyttöikää ajatellen. Lisäksi kuumentumattomat led- valaisimet ovat ihanteellisia kohteisiin, joissa on merkittävä pölypalon riski.

Koska ylimääräistä tilaa ei ole, ei ole myöskään tilaa raaka-ainevarastoille. Tällä on sekä negatiivisia että positiivisia vaikutuksia. Negatiivista on se, ettei raaka-aineille tai valmistuotteille ole varastotilaa. Toisaalta tilan puute tuo positiivisina seurauksina energian ja rahan säästön, sillä laudemateriaaliksi ostetun puutavaran kosteuden pitäminen alle 30 %:sena kuluttaa energiaa, joka on kallista. Valmistuotevarastoa ei ole myöskään järkevää pitää, koska jokainen laude on mitoiltaan yksilöllinen ja valmistetaan vain ja ainoastaan tilauksesta. Suuremmat tilaukset porrastetaan jo tilaajan toimesta pienemmiksi laude-eriksi työmaavarastoinnin helpottamiseksi. Siten uudet tilat mahdollistavat uuden yritysfilosofian JIT/JOT käytön, jossa yksi pääkohdistana on pyrkiä tunnistamaan ja vähentämään kuluja aiheuttavat toiminnot ja vähentää tai kehittää niitä. Menetelmä on omiaan yritykselle, joka haluaa minimoida varastokustannukset.

Uuden tuotantotilan koko rajoittaa myös koneiden sijoittelua ja määrää, mikä johtaa tuotantolaitteiston uusimistarpeeseen kompaktimman kokoihin, energiatehokkaampiin ja turvallisempiin puuntyöstökoneisiin. Toisaalta vanha konekanta on lukumääräisesti laajempi (18 kpl), joten myymällä se edelleen saadaan samalla kuoletettua suurin osa, arviolta noin 75 %, koneinvestoinnin hinnasta.

4 JOT:N FILOSOFIA

JOT-tuotanto kehitettiin Toyotan tehtaalla Japanissa 1950-70 -luvuilla. Amerikkalaiset ottivat sen käyttöön 1980-luvun alusta, mistä se pienellä viiveellä tuli myös Suomeen lähes sellaisena kuin japanilaiset sitä toteuttavat, nimellä Juuri Oikeaan Tarpeeseen eli JOT. (Tiainen, J. 1996, 3.)

JOT-periaatteen mukaan mitään ei valmisteta liian aikaisin, jolloin varastot pysyvät pieninä. Tuotanto toteutetaan tarkan suunnittelun ja ajoituksen avulla. Tuotantoa selkeytetään, yksinkertaistetaan ja parannetaan esimerkiksi seuraavasti:

- Tuoteorientoitunut rakenne muutetaan valmistuksen mukaiseksi, muodostetaan osaperheitä.
- Hintakilpailuun vastataan standardoimalla ja moduloimalla tuotteita. Pyritään vakioimaan osia ja osakomponentteja, jotta voitaisiin hyödyntää sarjatuotannon edut.
- Tuotteen läpäisyaikaa prosessissa pienennetään virtaviivaistamalla tavaran kulku ja täsmäämällä sen toimitus, vähentäen tai poistaen välivarastoja sekä karsimalla turhat toiminnot. (Tiainen, J. 1996.)

Osaperheissä valmistetaan tuotannolle välttämättömät komponentit, kuten väli- ja kannakepuut sekä porrassivut. Läpäisyajan pienentämiseksi koneet sijoitetaan työskentelyjärjestyksen mukaiseksi, jolla vähennetään turhiin siirtymisiin kuluvaa aikaa.

4.1 JOT-toiminnan perusajatukset

Liiketoiminnalla täytyy olla menestystekijänsä, joiden avulla yritys pärjää kilpailussa. Kokonaisvaltaisen JOT-ideologian omaksuminen nostaa automaattisesti esiin menestystekijät, joilla muunmuassa Japani on noussut huipulle ilman suuria innovaatioita (keksintöjä). Pelkistäen JOT voidaan pukea seuraaviin perusajatuksiin:

- **Joustavuus:** tuotejakautuman, kokonaisvolyymien, tuote- ja prosessimuutosten sekä henkilöstökapasiteetin joustavaa käyttöä kulloisiakin tarpeita varten.
- **Yksinkertaisuus:** koskee tuotesuunnittelua, toiminta- ja hallintaprosesseja, tietojärjestelmiä, organisaatiota jne. eli kaiken turhan (ei- jalostavan työn ja toiminnan) poistamiseen sitoutumista.
- **Häiriöttömyys:** kyky ehkäistä kaikkien toistuvien toimintahäiriöiden synty ennalta sekä (ei- toistuvien) häiriöiden tapahduttua, kykyä nopeasti palata suunnitelman mukaiseen tilanteeseen.
- **Visuaalisuus:** ongelmien ja edistymisen havainnollistamista siten, että vilkaisemalla huomaa ovatko toiminta- tai tukiprosessit suunnitellussa tilassa vai ei?
- **Autonomia:** työntekijöiden, solujen ja erikoistuneiden yksiköiden kykyä toimia itsenäisesti tukeutumatta alituisesti tuki- ja suunnitteluesikuntiin. (Tiainen, J 1996. 11-12.)

Lapin Laude Oy:n on löydettävä JOT:n perusajatuksista ja yllä listatuista menestystekijöistä itselleen sopivimmat ja sovellettava niitä uudessa tilanteessa ja toimintaympäristössä. Alla on kerrottu muutamia esimerkkejä siitä, miten JOT näyttäytyy laudetehtaalla.

Toistuvia toimintahäiriöitä ovat mm. puutavaran laatupoikkeamat ja mittavirheet, visuaalisuudella tarkoitetaan nimenomaan tuotteen tarkastusta paljain silmin. Autonomisessa toiminnassa solut hoitavat itse osakomponenttien saatavuuden ja valmistuksen ilman työnjohdon erillistä käskyä.

Siirtymisessä JOT-suuntaiseen toimintaan on kysymys koko yritystä koskevasta strategisesta muutoksesta. Muutos täytyy suorittaa projektiluontoisesti. Jos näin ei tehdä, asia hajoaa ja haluttu tavoitetila jää saavuttamatta. Kysymys on jopa vuosien mittaisesta ponnistelusta.

Lapin Laude Oy:n näkökulmasta katsottuna muutoksen tavoitealueet voidaan pelkistää seuraavasti:

- asiakastarpeisiin perustuva tuotekehitys
- toimitusvarmuuden nostaminen
- läpäisyajan lyhentäminen
- laatutason nostaminen
- tuottavuuden nostaminen
- pääoman sidonnaisuuden pienentäminen.

Jokaisessa projektissa määritellään omat tavoitteet tarpeiden mukaisesti. (Tiainen, J. 1996. 12.)

4.2 JOT: n käsitteet

JOT-toimintatapa perustuu tuottamattoman toiminnan vähentämiseen, visuaaliseen prosessin ohjaukseen, kerralla valmiiksi ja nollavirhe -periaatteisiin, prosessin yksinkertaistamiseen sekä alihankintaverkoston hyödyntämiseen. (Tiainen, J. 1996. 12.)

Tässä luettelo JOT:n käsitteistä ja periaatteista.

Organisointi:

- selkeä vastuualue (työnjako)

Tavoitteet:

- tapa jatkuvaan parantamiseen
- täydellisyys

Pääperiaatteet:

- prosessin valvonta
- helposti nähtävissä oleva laatu

- hellittämätön pyrkimys täydellisyyteen
- linjan pysäyttämisen oikeus (jos tuote tai materiaali viallinen)
- omien virheiden korjaus
- 100 % laadunvarmistus (estetään virheiden syntyminen)
- jatkuva prosessikohtainen kehittäminen
- ongelmien esille nostaminen

Tukikäsitteet:

- laatuosasto avunantajana
- pienet eräkoot
- ajoitus ei tähtää koneiden täyteen kuormitusasteeseen
- päivittäinen koneiden tarkistus (ennakoivat huollot) (Tiainen, J. 1996, 12.)

Lapin Laude Oy:n siirtyessä käyttämään JOT-toimintaperiaatetta valmistusprosessi muuttuu seuraavasti: tuotantolinjasta tulee yhtenäinen ja prosessista sujuva, eikä osakomponentteja tarvitse enää siirtää edestakaisin työpisteeltä toiselle. Valmistetaan tuotteita vain asiakkaan tilauksesta, eli tehdas toimii tilausohjautuvasti.

5 TILANKÄYTTÖSUUNNITELMA

Koneiden asemointi uusissa tiloissa on suoraan sidottu haluttuun toiminta-ajatukseseen, jonka mukaan yksi työntekijä tekee kerralla lauteen valmiiksi. Tämä tarkoittaa, että työntekijä kulkee tuotteen kanssa työskentelyasemalta toiselle, kunnes tuote on valmis ja pakattu, sitten kierros alkaa uudelleen. Vaikka tavoitteena on varastojen koon minimointi, tarvitaan pienosavarasto, jotta laudevalmistus on mahdollista. Nämä pienvarastot sijoitetaan työpisteiden välittömään läheisyyteen.

5.1 Puuntyöstökoneet ja työskentelyasemat

Työskentelyasemia ovat kiinteästi asennetut koneet sekä siirrettävät kokoonpano- ja pakkausasemat. Koneiden sijoittelu määrittelee purunpoisto-, paineilma- ja sähköliityntöjen sijoitukset.

Tuotannossa käytettäviä koneita ja työpisteitä on yhteensä 10 kappaletta:

1. katkaisusirkkeli
2. talttaporakone
3. monikaraporakone
4. hiomakone
5. höylä
6. monitoimikone
7. listahöylä
8. kompressori
9. liimauspiste
10. kokoonpanopiste

Yllä olevaa numerointia käytetään myös piirustuksessa (Liite 1).

Koneet hankitaan itävaltalaiselta Holzmannilta, lukuun ottamatta paineilmakompressoria, joka hankitaan saksalaiselta Kaeser Kompressorenilta. Holzmann Maschinen GmbH valmistaa korkealaatuisia puuntyöstökoneita, joiden hinta- laatusuhde on sopivin Lapin Laude Oy:n tarpeisiin. Kaeser Kompressoren puolestaan on yksi markkinoiden johtavista paineilmakompressorien valmistajista. (HolzmannMaschinen GmbH 2018; KaeserKompressoren AG 2018.)

5.2 Paineilmaverkko

Paineilmaa tarvitaan valmistusprosessissa useissa kohteissa. Purunpoistojärjestelmän sulkupellit tarvitsevat toimiakseen paineilmaa, samoin myös useat koneet toimivat osittain pneumaattisesti, esimerkiksi listahöylän painorullien painomekanismi on toteutettu paineilmatoimisesti.

Paineilmakompressori on energiaa kuluttava laite, jonka elinaikaiset käyttökustannukset tulevat moninkertaisiksi hankinta- ja asennuskuluihin verrattuina. Valitsemalla paineilman tuotantojärjestelmä oikein voidaan täyttää paineilmatarpeet ja silti pitää energia- ja huoltokustannukset alhaisina. Tarpeettoman suuri kompressori toimii alhaisella kuormitusasteella lisäten energia- ja pääomakustannuksia. Ilmamäärän tuotoltaan liian pienen kompressorin valinta puolestaan johtaa tehokkaamman kompressorin hankintaan. (KaeserKompressoren AG 2018.)

5.2.1 Paineilman kulutus

Kompressorien koko olisi valittava niin, että ne pystyvät tuottamaan paineilmaa kulutuksen verran, mutta ei yhtään enempää. Käytännössä tämä on usein vaikeaa etenkin uusissa laitoksissa, joissa ei tunneta paineilman tarvetta eikä kulutuksen vaihtelua. Jo toimivissa laitoksissa on kulutuksen ja kulutusvaihtelujen määrittäminen melko helppoa seuraamalla kompressorien käyntiaikaa ja ilmanpaineen vaihtelua verkostossa. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

Kompressorien koon valintaan kannattaa kiinnittää erityistä huomiota, sillä huolimaton valinta aiheuttaa turhia kuluja niin hankinnan yhteydessä kuin jatkuvina käyttömenoinakin. Yleensä suurempien kompressorien hankintahinta ja tehontarve tuotettua paineilmauutiota kohti (ominaisenergia) on alhaisempi kuin pienempien. Toisaalta taas tehontarve tyhjäkäynnillä on suurilla kompressoreilla suurempi. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

5.2.2 Paineilmaverkoston rakenne ja mitoitus

Paineilmaverkoston perusrakenne määräytyy suurelta osin käyttöympäristön ja varmuusvaatimusten perusteella. Mikäli ilmamäärät ovat suuria ja ilmalaaduilla on eri laatuvaatimukset (öljyttömyys) tai painetasot, kannattaa mieluummin rakentaa useampia rinnakkaisia paineilmaverkostoja tai vaihtoehtoisesti varustaa verkon eri kohteisiin johtavat linjat erilaisilla käsittelylaitteilla, kuin puhdistaa tai tuottaa koko paineilmamäärä korkeimpien vaatimusten mukaiseksi.

Toimeksiantajayrityksen pyynnöstä paineilmajärjestelmä suunnitellaan öljyttömäksi. ISO-standardin 8573-1 mukaan paineilmaa voidaan kutsua öljyttömäksi, jos sen öljypitoisuus (öljyhöyryt mukaan luettuna) on alle 0,01 mg/m³. (Kaeser Kompressorit Oy 2018.)

Paineilmaverkosto jaetaan toiminnan ja sijoituspaikan mukaan paineilma-aseman putkistoon, runkoputkistoon, jakeluputkistoihin ja liitäntäputkistoihin. Putkisto on mitoitettava niin, että kulutuspisteisiin saadaan riittävän korkea paine myös kulutushuippujen aikana. Hyvänä mitoituksena voidaan pitää alle 0,3 bar painehäviötä, eli paineen alenemaa, paineilma-keskuksen ja kulutuskohteiden välillä. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

Putkiston painehäviö riippuu paineilman virtausnopeudesta, lämpötilasta ja paineesta, putken mitoista (sisähalkaisija ja pituus) ja pinnankarheudesta sekä virtaustilanteesta. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

5.2.3 Paineilma-aseman putkisto

Paineilma-aseman putkistolla yhdistetään laitteet, kompressorit, suodattimet, kuivaimet ja säiliöt toimivaksi kokonaisuudeksi. Lisäksi ensisijaisventtiileillä varmistetaan tärkeimpien kohteiden ilmansaanti. Tämä tarkoittaa, että vika- tai häiriötilanteessa ensisijais- eli ohitusventtiileillä ohitetaan ei- kriittiset järjestelmät. Putkistot olisi pyrittävä mitoittamaan siten, ettei painehäviö ylittäisi 0,1 baria. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

5.2.4 Runkoputkistot

Paineilma siirretään runkoputkistoilla paineilma-asemalta kulutuskeskusten jakeluputkistoihin. Tavallisesti nämä putkistot ovat lyhyimpiä ja halkaisijaltaan suurikokoisimpia. Painehäviöiden pitäisi näillä osilla olla mahdollisimman alhaisia, 0,01...0,05 bar. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

5.2.5 Jakeluputkistot

Jakeluputkistoilla johdetaan paineilma käyttökohteen liitännäispisteisiin. Painehäviö ei saisi ylittää 0,1...0,5 baria. Mikäli jakeluputkisto voidaan rakentaa renkaaksi, jakautuu liityntäpisteiden huppukulutus renkaan molempiin haaroihin ja siten painenvaihtelu vaimenee. Rengaslinjan mitoituksessa voidaan käyttää kulutushuipun virtauksen puolikasta. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

5.2.6 Painehäviön laskeminen

Putkiston painehäviö voidaan laskea riittävällä tarkkuudella seuraavalla likikaavalla (Kaava 1):

Teräsputki:

$$Dp = 2,9 \times 10^4 \times Q^{1,86} \times L / (D^{4,86} \times p_e) \quad (1)$$

, missä Dp = painehäviö (bar)
 Q = virtausmäärä (m³/min)

L = putkiston vastaavuuspituus (m)

[kertavastukset on huomioitu]

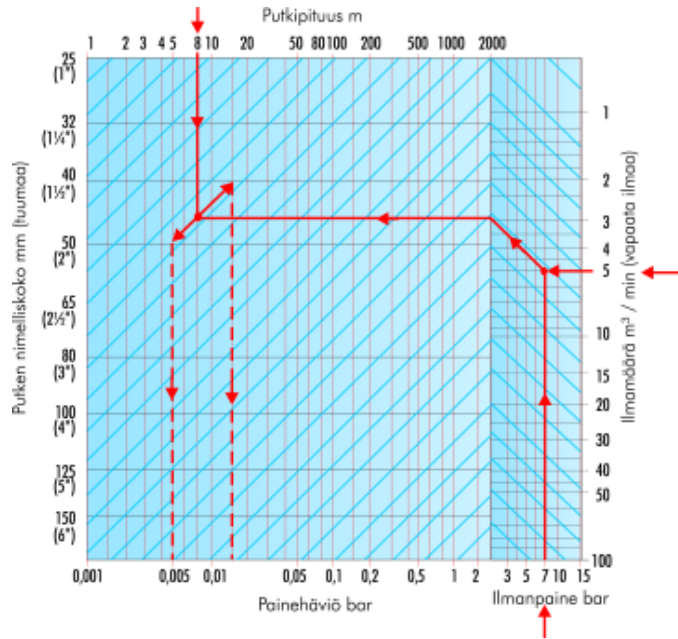
D = putken sisähalkaisija (mm)

p_e = käyttöpaine (bar) (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

Kertavastuksen huomioiminen tarkoittaa sitä, että putken osat, haarat, käyrät, supistukset ja venttiilit aiheuttavat kertaluonteisen painehäviön. Kertavastusten huomioiminen putkiston mitoituksessa saadaan parhaiten ilmoittamalla vastuksen vaikutus vastaavankokoisen putken vastaavana pituutena. Erillisten osien (putkenliitososat ja armatuurit) vaikutus voidaan huomioida putken vastaavilla pituuksilla, sijoittamalla osan vastus osaksi putkistoa. Laskelmissa lisätään putkipituuteen osan vastaava pituus. Tätä ajateltua kokonaispituutta käytetään laskennassa putkipituutena. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

Kaavoilla laskeminen jokainen putkiston osa on melko työlästä. Yleensä mitoituksessa käytetään laskentaohjelmia, nomogrammeja (Kuva 14) tai valmiiksi laskettuja taulukoita. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)

Putkiston mitoituksessa voidaan käyttää alla olevaa nomogrammia, jonka lähtötietoina ovat siirrettävän paineilman paine ja putkiston avulla siirrettävä ilmamäärä. (Tamrotor Kompressorit Oy 2018.)



Kuva 14. Mitoitusnomogrammi (Tamrotor Kompressorit Oy 2018)

Laudetehtaalla tarvittavan paineilman määrä ei ole suuri, eikä painettakaan tarvita työkäytössä kuin korkeintaan 6,0 bar (rumpunaulain). Linjasto suunnitellaan kuitenkin 8 barin paineelle. Kompressoriksi valitaan Kaeser Classic 460/90 W, joka täyttää vaaditut edellytykset. (KaeserKompressoren AG 2018.)

Integroitu paineilmakompressori ja paineilmasäiliö yhdistyy runkolinjaan, joka jakautuu edelleen koneasemille ja työpisteille. Paineilmalinjaan käytetään sinkittyä kierteitettävää DN25/33,7 mm x 3,25 mm S195T putkea, joka on edullista ja korroosiota kestävä. Linjaputket liitetään toisiinsa 1” sinkityillä kierrelähtimillä (muhveilla) (Kuva 15), kulmat 90° 1” kulmaliittimillä (Kuva 16) ja tiivistetään liitokset putkiteipillä. Tarpeelliset alasvedot tehdään sinkityillä 1” T-liittimillä (Kuva 17). Linjan päihin asennetaan ruotsalaisen CEJN:n valmistamat huoltoyksiköt (Kuva 18), joissa on ½ " pikaliitinrungot (Kuva 19). (CEJN AB, 2018; Enexia.fi 2018; Taloon.com 2018.)



Kuva 15. Muhvi (Enexia.fi 2018)



90 kulma SK

Kuva 16. Kulmaliitin (Enexia.fi 2018)



Kuva 17. T- liitin (Enexia.fi 2018)



Kuva 18. Huoltoyksikkö (CEJN AB, 2018)



Kuva 19. Pikaliitinrunko (CEJN AB, 2018)

Järjestelmän kokoaminen on helppoa ja yksinkertaista, eikä vaadi asentajalta erityistä koulutusta tai sertifiointia, joten se toteutetaan yrityksen oman henkilöstön toimesta.

5.3 Purunpoistojärjestelmä

Työtilan purunpoiston suunnittelun lähtökohtana on aina työtilassa olevat laitteet ja koneet sekä niiden purulähdöt ja poiston tarve. Poiston tarpeella tarkoitetaan konevalmistajan ilmoittamaa kuutiomäärää kuinka paljon ilmaa tulisi poistua jotta, puru ja pöly eivät haittaisi koneen toimintaa. Purulinjan suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon huonekorkeus sekä käytössä oleva imuri. Jotta purunpoistojärjestelmä toimisi moitteetta, tulisi puruputkissa kulkeva virtaus olla karkeasti vähintään 25 m/s. (Olsa.fi, 2014.)

Puruputkiston rakentamisessa hyvä suunnittelu on erittäin tärkeää. Muutaman koneen purunpoistojärjestelmän suunnitteluun riittää yleensä työtilan pohja- ja koneasettelukuva sekä aikaisemmin mainitut tiedot. Laajempia purunpoistojärjestelmiä suunnitellessa kannattaa aina purunpoistojärjestelmiä myyvää yritystä pyytää tutustumaan paikanpäälle rakennettavaan kohteeseen. (Olsa.fi, 2014.)

Putkistojen rakentaminen ja kokoonpano on useimmiten helppoa ja yksinkertaista. Putkiston palat koostuvat yksittäisistä moduulipaloista, joita yhdistämällä saadaan rakennettua halutun mallinen ja kokoinen putkisto helposti ja yksinkertaisesti pikapannoilla (Kuva 21). Rakenne mahdollistaa myös myöhemmän muuntelun tai uudelleenrakentamisen. Pienten putkistojen rakentaminen/kokoaminen onnistuu yleensä helposti myös henkilöltä, joka ei ole aikaisemmin puruputkistoja rakentanut, mutta tarpeen vaatiessa laitetoimittaja voi koota putkiston asiakkaan luona.

Imurin valintaa tehtäessä pitäisi olla selvillä tuleeko imuri sijoitettavaksi sisä- vai ulkotilaan. Sisä- tai työtilaan sijoitettaessa imurin tulisi suodattaa huoneilmaan takaisin tulevasta ilmasta hienopöly, joka saattaa muussa tapauksessa kulkeutua keuhkoihin. Pölyaltistuminen saattaa pidemmällä aikavälillä johtaa vakaviinkin terveydellisiin ongelmiin. Jos imuri halutaan sijoittaa ulos, tulisi huomioida korvaavan ilman tulo takaisin työtilaan. Myös poistettavan ilman lämmön talteenotto (LTO) kannattaa rakentaa Suomen talvea varten. (Olsa.fi, 2014.)

Penope Oy tuo maahan ja asentaa tanskalaisen JKF Industri A/S valmistamia korkealaatuisia purunpoistojärjestelmiä. Yrityksen tuotevalikoimasta löytyy sopiva syklonisuodatin Duststorm- sarjasta (Kuva 20). Duststorm- sarjan syklonisuodattimissa on integroitu imupuhallin, joten erillistä puhallinta ei tarvita. Kyseinen mallisarja pysyy toimintakykyisenä aina -40 °C saakka.



Kuva 20. Syklonisuodatin (Penope Oy 2018)

Syklonimainen BF-puhallussuodatin toimii sekä yli- että alipaineisena. Suodatus tapahtuu laitteen muotoilun ja suodatinpussien avulla. Suodatinmateriaali valitaan suodatettavan pölyn mukaan. Suodattimessa on automaattinen puhdistustoiminto, joka mahdollistaa puhdistuksen laitetta sammuttamatta. Tuotantotilasta pois imetty lämmin ilman palautuu kokonaisuudessaan tehdastilaan. (Penope Oy 2018.)

Syklonisuodatin ja purukontti sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle. Suodatinyksikön imupuoli yhdistetään halliin halkaisijaltaan Ø400 mm galvanoidulla kuljetuskanavaputkella, josta on haaroitus listahöylälle neljällä Ø125 mm putkella. Loput koneet saavat kukin oman Ø125 mm imuputkensa. Putkien osat liitetään toisiinsa pikapannoilla (Kuva 21). Jokaiseen koneliitääntään asennetaan automaattinen sulkupelti (Kuva 22), joka avautuu koneen käynnistyessä ja sulkeutuu sammussa. Lopulliset liitokset tehdään joustavalla silikoniletkulla. Paluulinja suodattimelta halliin tehdään Ø500 mm putkella.



Kuva 21. Pikapanta (Suomenimurikeskus Oy 2018)



Kuva 22. Automaattinen sulkupelti (Suomenimurikeskus Oy 2018)

Putkien koot on valittu vanhasta tehdaskiinteistöstä kerätyn tiedon perusteella. Imu- ja paluulinjojen kokoerojen syynä on se, ettei tuotantotiloihin haluta syntyvän ilmanpaineen muutosta, vaan pois imetty lämmin ilma virtaa puhdistettuna takaisin. Putket, mutkat, haarat, liittimet, sulkupellit, supistuskartiot ja liitosletkut sekä kannattimet tilataan Eurovacilta / Suomen Imurikeskukselta. Asennus ja kytkentä toteutetaan paikallisten yritysten toimesta.

6 TYÖSTÖKONEIDEN INVESTOINTIKUSTANNUKSET

Puuntyöstökoneiden hintoja vertailtaessa todettiin kotimaisen hintatason olevan liian korkea (listahöylä 16990 €), joten koneet hankitaan suoraan valmistajilta ilman hintaa nostavia välikäsiä. Puuntyöstökoneiden ja kompressorin hinnat kokonaisuudessaan ovat luettavissa alla olevasta taulukosta 1, huomioitava hinnoista tehtävä arvonlisävähennys.

Arvonlisäverollisen toiminnan harjoittajana saat vähentää arvonlisäveron, joka sisältyy toiselta arvonlisäverovelvolliselta ostamasi tavaran tai palvelun hintaan. Voit tehdä vähennyksen vain, jos olet hankkinut tuotteen tai palvelun arvonlisäverollista liiketoimintaa varten. (Verohallinto 2017.)

Taulukko 1. Laitteiden hinnat

Laite	Malli	Hinta €, sis ALV
1. Katkaisujiirisirkkeli	KAP 255 XJL	279
2. Talttaporakone	STM 26	799
3. Monikaraporakone	DBM 21N	3999
4. Hiomakone	KS 2000	699
5. Oiko-/tasohöylä	HOB 260 ECO	949
6. Monitoimikone	K5 320 FP 1500	5599
7. Listahöylä	VS 20 PRO	10999
8. Kompressori	KAESER CLASSIC 460/90W	1815,64
		25138,64

7 RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT

Räjähdyksvaarallisia tiloja ja tiloissa käytettäviä laitteita koskeva ATEX-lainsäädäntö tuli voimaan 2003. Tukes ja sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto tekivät silloin yhteistyössä oppaan ”ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus”, johon koottiin uuden lainsäädännön keskeisimmät vaatimukset koskien tiloja, tiloissa työskentelyä ja niissä käytettäviä laitteita. Lisäksi 2006 julkaistiin sitä täydentävä opas ATEX-laitteiden riskin arviointi. Tähän oppaaseen on nyt yhdistetty aiempien ATEX-oppaiden keskeisimmät asiat. Viimeisin päivitys on vuodelta 2016, jolloin ATEX-direktiivi saatettiin kansalliseen lakiin. Direktiivin markkinavalvontaviranomaisena toimii TUKES. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.1 ATEX-direktiivi

ATEX (atmosphères explosibles) nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä, jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja tiloissa 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 kauppa Räjähdyksvaarallisiin tiloihin tarkoitettuja laitteita ja suojausjärjestelmiä voidaan pitää kaupan, luovuttaa toiselle tai ottaa käyttöön vain, jos ne ovat määräysten mukaisia. ATEX-työolosuhdedirektiivi tuotantolaitoksia ja työpaikkoja, joissa syttyvät nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.2 Ketä ATEX koskee

ATEX-työolosuhdesäädökset koskevat kaikkia työnantajia, joiden työntekijät voivat joutua alttiiksi syttyvistä nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalle räjähdysvaaralle sekä ihmisiä, jotka työskentelevät Ex-tiloissa ja rakentavat tai suunnittelevat Ex-tiloja. ATEX-laitesäädökset koskevat laitteiden, suojausjärjestelmien ja komponenttien markkinoille saattajia, kuten valmistajia,

maahantuoja ja jälleenmyyjä sekä niitä, jotka valmistavat laitteen omaan käyttöönsä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.3 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. Lapin Laude Oy kuuluu tilaluokkaan 22. Taulukossa 2 on esitetty EX-tilojen luokitteluperusteet. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Taulukko 2. Tilaluokittelu

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 palavaan 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 palamiskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää vain lyhyen ajan.

Ex-tiloja on energian tuotannossa, kemianteollisuudessa, lääketeollisuudessa, elintarviketeollisuudessa, puunjalostusteollisuudessa sekä yleensä palavien nesteiden tai kaasujen valmistuksessa, käsittelyssä tai varastoinnissa. Taulukossa 3 on esimerkkejä eri alojen räjähdysvaaratilanteista. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Taulukko 3. Esimerkkejä eri aloilla syntyvistä räjähdysvaaratilanteista

Toimiala	Esimerkki räjähdysvaarasta
Kemian teollisuus	Kemian teollisuudessa käytetään monenlaisissa prosesseissa palavia kaasuja, nestettä ja kiinteitä aineita. Näiden prosessien yhteydessä voi syntyä räjähdysvaarallisia seoksia.
Kaatopaikat ja maanrakennus	Kaatopaikoilla voi syntyä palavia kaatopaikkakaasuja, esim. metaania. Eri lähteistä peräisin olevia palavia kaasuja saattaa kerääntyä riittämättömästi tuuletettuihin tunneliin, kellareihin jne.
Energian tuotanto	Hillestä voi syntyä murskauksen ja muun mekaanisen käsittelyn aikana hiilipölyä, josta voi muodostua räjähdyskelvoinen pölyn ja ilman seos.
Jätevesihuolto	Käsiteltäessä jätevesiä puhdistamoissa syntyy mädätyskaasuja, joista voi muodostua räjähdyskelvoinen kaasun ja ilman seoksia.
Kaasunjakelu	Maakaasun vapautuminen ilmaan vuotojen tai muiden syiden vuoksi voi aiheuttaa räjähdyskelvoinen kaasun ja ilman seoksia.
Mekaaninen puuteollisuus	Puisia kappaleita työstettäessä syntyy puupölyä. Ne voivat muodostaa esimerkiksi suodattimissa tai silloissa räjähdyskelvoinen pölyn ja ilman seoksia.
Maalaamot	Kun maalausammiossa maalataan pintoja ruiskumaalauspistoolilla, syntyy hukkasuuhkua ja vapautuu liuotinhöyryä, jotka voivat ilmaan sekoittuessaan muodostaa räjähdyskelvoinen ilmaseoksia.
Maatalous	Joissakin maatalousyrityksissä on käytössä biokaasun tuotantolaitoksia. Esim. vuodoista johtuvat biokaasupäästöt voivat aiheuttaa räjähdyskelvoinen biokaasun ja ilman seosten syntymistä.
Metallin työstö	Metalliosien pinnan viimeistelyn (hionnan) yhteydessä voi syntyä räjähdyskelvoinen metallipölyä. Tämä riski liittyy erityisesti kevytmetalleihin, esim. alumiini. Niistä irtoavat metallipölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran.
Elintarvike- ja rehuteollisuus	Viljojen, sokerin tms. kuljetuksen ja varastoinnin yhteydessä voi syntyä räjähdyskelvoinen pölyä. Jos ne poistetaan imurilla ja suodatetaan, suodattimiin voi syntyä räjähdyskelvoinen ilmaseos.

Lapin Laude Oy:n räjähdysvaaratilanteet syntyvät mekaanisen puuteollisuuden surauksena puupölystä.

7.4 EX-laitteet

ATEX-laitesäädökset koskevat Ex-tiloissa käytettäviä laitteita (kuten koneita), laitekoonpanoja, suojausjärjestelmiä sekä laitteiden ja suojausjärjestelmien turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä osakomponentteja, joita ovat:

- sähkölaitteet ja -komponentit
- pumput
- vaihteistot
- pumppu/moottoriyhdistelmät
- pneumaattiset laitteet
- trukit
- polttomoottorit. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Ex-laitteiden tulee täyttää säädöksissä määritellyt terveys- ja turvallisuusvaatimukset, jotka täyttyvät yleensä, kun noudatetaan yhdenmukaistettujen standardien suunnittelu- ja rakenneperiaatteita. Ex-tiloissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita ja suojausjärjestelmiä voi valmistaa ja myydä vain, jos ne täyttävät ATEX-laitesäädösten vaatimukset:

- laiteryhmä- ja laiteluokkakohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset
- vaatimustenmukaisuuden arviointi
- EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- CE- merkintä ja erityinen Ex-merkintä, jotka ovat esitetty kuvissa 23 ja 24
- laiteryhmää ja -luokkaa kuvaava merkintä.



Kuva 23. CE-merkki



Kuva 24. EX-merkki

7.5 Työnantajan velvollisuudet

Toiminnanharjoittajilla ja työnantajilla on velvollisuuksia, jotka liittyvät räjähdysvaaran ehkäisemiseen ja työntekijöiden suojeluun. Näitä ovat räjähdysvaaran selvittäminen, suojautuminen räjähdysvaaralta, oikeiden laitteiden valinta tilaan, työntekijöiden perehdyttäminen ja räjähdysuojasasiakirjan laatiminen. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.5.1 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. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Räjähdysvaaran arviointi on tehtävä jokaisesta työ- ja toimintaprosessista sekä laitteiston jokaisesta käyttövaihtoehdosta, 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.

Räjähdyksvaaraa arvioitaessa on selvitetävä, onko prosessissa mukana palavia aineita, eli käytetäänkö raaka- tai lisäaineena palavaa ainetta tai syntykö sellaista jäännös-, väli- tai lopputuotteena tai toiminnallisen häiriön vuoksi. Arvioinnissa on myös otettava huomioon palavan aineen pitoisuudet ja syttymisominaisuudet. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Räjähdyksvaaraa arvioitaessa on huomioitava, voiko räjähdysvaarallinen ilmaseos joutua tekemisiin syttymislähteiden kanssa, joita ovat:

- kuumat pinnat
- liekit ja kuumat kaasut
- mekaanisesti syttyvät kipinät
- sähkölaitteet
- staattinen sähkö
- sähkömagneettinen säteily
- ionisoiva säteily
- ultraääni
- adiabaattinen puristus, paineaallot, virtaavat kaasut
- kemialliset reaktiot. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Lisäksi on arvioitava, missä ja kuinka kauan räjähdyskelpoinen ilmaseos voi esiintyä. Arvioinnissa tulee huomioida myös tilat, jotka ovat aukkojen ja läpivientien välityksellä yhteydessä räjähdysvaarallisiin. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.5.2 Räjähdyksen estäminen ja suojaus

Kaasut ja pölyt ovat ilmaan sekoittuneena räjähdyskelpoisia vain, jos niiden pitoisuudet ovat tiettyjen raja-arvojen välillä. Taulukossa 3 on esitetty pitoisuuksien raja-arvot. Tietyissä olosuhteissa on mahdollista pysytellä näiden

räjähdyksrajojen ulkopuolella eikä räjähdysvaaraa ole. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Vaarallisia pölykertymiä voidaan välttää puhdistamalla työskentely- ja toimintatilat säännöllisesti. Suunnitelmissa toimenpiteet voidaan määritellä tapauskohtaisesti olosuhteiden mukaan. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Jos räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumista ei voida estää, on vältettävä sen syttymistä. Tämä saadaan aikaan estämällä syttymislähteiden esiintyminen tai vähentämällä niiden esiintymisen todennäköisyyttä. Suojaustoimia valitessa arvioidaan, miten usein räjähdyskelpoinen ilmaseos ja syttymislähde voivat esiintyä yhtä aikaa. Käytännössä ongelma ratkaistaan tilaluokituksella ja laitevalinnoilla. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Monissa tapauksissa on mahdotonta toteuttaa varmoja räjähdysuojatoimenpiteitä, joilla räjähdyskelpoisten ilmaseosten ja syttymislähteiden esiintyminen voitaisiin välttää. Silloin on rajoitettava räjähdysten vaikutusta. Tällaisia toimenpiteitä ovat:

- räjähdystenkestävä rakennustapa
- räjähdyspaineen alentaminen
- räjähdysten vaimentaminen
- liekkien ja räjähdystenleviämisen estäminen. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Kyseiset toimenpiteet koskevat tavallisesti laitteiden sisäisten räjähdysten vaikutusten rajoittamista. Rakenteellisia suojatoimenpiteitä valittaessa otetaan yleensä käyttöön laitteita ja suojajärjestelmiä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.6 Varoitusmerkki

Ex-tilojen sisäänkäyntien yhteydessä on oltava varoitusmerkki, joka on kolmion muotoinen ja siinä on mustat kirjaimet, keltainen tausta ja musta reunus. Keltaisen osuuden on peitettävä ainakin 50 prosenttia merkin alasta. Kuvassa 25 on esitettyä Ex-tilojen varoitusmerkki. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)



Kuva 25. Ex-tilojen varoitusmerkki

7.7 Työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojeleminen

Työpaikoilla, joissa on mahdollinen räjähdysvaara, tulee työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi ryhtyä erilaisiin työn järjestelyä ja räjähdyssuojausta koskeviin toimenpiteisiin. Työnantajan tulee laatia työntekijöille kirjalliset toimintaohjeet sekä opastaa heitä räjähdyssuojaukseen liittyvissä asioissa. Lisäksi vaarallisissa töissä, kuten tulitöissä, tulee käyttää työlupajärjestelmää. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Räjähdyssuojaustoimenpiteitä ovat muunmuassa:

- Vapautuneet palavat aineet on johdettava pois tai ne on tehtävä vaarattomiksi.
- Staattisen sähkön purkauksiin on kiinnitettävä huomiota, sillä ne saattavat aiheuttaa syttymisvaaran.

- Työntekijöitä on varoitettava ennen räjähdysvaarallisten olosuhteiden syntymistä optisin merkein ja/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 ja räjähdysvaaraan sekä sen torjuntaan perehtyneen henkilön tarkastettava niiden räjähdysturvallisuus. Lisäksi sähkölaitteistoille on tehtävä sähkö- turvallisuussäädösten edellyttämät tarkastukset.
- Tarvittaessa laitoksella tulee varautua sähkökatkojen aiheuttamiin vaaroihin. Automaatiojärjestelmien virhetoimintojen varalta ne on voitava ohittaa käsikäyttöisesti, mikäli tämä ei vaaranna turvallisuutta. Hätäpysäytysjärjestelmää käytettäessä on kerääntynyt energia purettava mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

7.8 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). (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

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. turvallisuus selvitykseen voidaan myös viitata, jos asiakirjat, joihin viitataan, voidaan saada täydellisinä nähtäville lyhyellä varoitusaajalla milloin tahansa. Viittaukset tulevat selkeästi yksilöidä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

Räjähdyssuojausasiakirjassa esitetään:

- Räjähdysvaarallisten tilojen toiminnasta vastuussa olevien henkilöiden nimet sekä tiloissa työskentelevien työntekijöiden määrä.
- Pohjapiirustus, josta käyvät ilmi poistumistiet.
- Toimintojen kuvaus (räjähdysvaaran 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 arviontien 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.
- Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu (luokituskuvina tai tekstinä).
- Selvitys toteutetuista räjähdysuojaustoimenpiteistä. Suojaustoimenpiteet jaetaan teknisiin ja organisatorisiin toimenpiteisiin. Tekniset toimenpiteet voidaan jakaa ennalta ehkäiseviin (räjähdyskelpoisten ilmaseosten välttäminen ja syttymislähteiden välttäminen), 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 räjähdys-suojausasiakirjan päivittämisestä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015.)

8 POHDINTA

Opinnäytetyön lähtökohta oli, että Lapin Laude Oy siirtää toimintansa pienempään toimitilaan, koska tilauskanta oli supistunut huomattavasti vuoden 2010 huippuluvuista. Talouden taantuma oli jo johtanut irtisanomisiin eikä 900 m² teollisuuskiinteistön ylläpito ollut taloudellisesti järkevää. Ensisijainen ajatus oli vanhojen koneiden siirto uusiin toimitiloihin, mutta koneiden lukumäärä, koko sekä lopulta myös sähkölaitemääräykset ajoivat uusien koneiden ja laitteiden hankintaan. Toimeksiantaja antoi täyden vapauden konekannan valintaan sisältäen puuntyöstön, paineilmajärjestelmän ja purunpoiston. Rajoittavana tekijöinä olivat kiinteistön pinta-ala ja koneiden lukumäärä sekä koneiden hinta.

Lapin Laude Oy:n siirtyminen JOT-menetelmän käyttöön on täysin sopusoinnussa yrityksen toimialaan, jolla viallinen tuote pilaa helposti yrityksen maineen. Jatkuva parantaminen ja pyrkimys virheettömyyteen ovat siis puualan yritystoiminnan perusedellytyksiä.

Tavoitteena ollut tuotantokustannusten pienentäminen saavutetaan kiinteistön käyttökulujen osalta, sillä tuotantotilan radikaali vähentäminen kuudesosaan vanhaan kiinteistöön verrattuna arvioidaan tuottavan tavoitellun säästön lämmitys- ja valaistusenergian suhteen. Tämä yksinkertaisesti jo siten, että valaisimia tarvitaan huomattavasti vähemmän alkuperäiseen nähden. Samoin lämmitettävän pinta-alan vähentäminen voidaan olettaa olevan suoraan verrannollinen pinta-alan muutokseen.

Konekannan uusiminen tuntuu oudolta tavalta säästää kustannuksista, mutta lopulta niillä saadaan aikaan huomattavat säästöt. Uudet koneet ovat energiatehokkaampia, toimintavarmempia ja työn laadun suhteen tarkempia. Kokonaisuudessaan koko konekannan hankkiminen samalta valmistajalta tuottaa myös lisää säästöjä, sillä kolmen vuoden takuun lisäksi kauppaan kuuluvat myös ilmaiset huollot takuuajan puitteissa. Vanhoja myyntiin meneviä koneita on 18 kappaletta. Nämä myydään uusiokäyttöön, harrastenikkareille tai puusepäntörmäille.

Paineilmaverkon ja purunpoiston uusimisella säästöt jäävät ainoastaan käyttö- ja huoltokustannusten varaan, mutta uudet laitteet ovat toki toimintavarmempia ja energiatehokkaampia, kuin vanha purulinjasto ja kulunut kompressori.

Opinnäytetyönä tehdassuunnitelman tekeminen opetti sen, että kone- ja laitehankintojen kilpailuttaminen eri valmistajien, maahantuojien ja jopa myyjien välillä maksaa lopulta itse itsensä. Ensimmäistä tarjottua vaihtoehtoa ei kannata hyväksyä, vaan odottaa edullisempaa tarjousta.

Tiedonhaullisesti vastaan tuli haasteita, sillä osa tarvittavista tiedoista oli maksullisia mm. SFS-standardit, mutta opiskelijatunnuksilla oppilaitoksen kirjaston kautta niihin pääsi maksutta tutustumaan. Toisaalta osa määräyksistä oli direktiivejä, eli vain ei-sitovia ohjeistuksia. Opinnäytetyön edetessä oli mm. ATEX-direktiivi liitetty osaksi kansallista lainsäädäntöä ja siten muuttunut määrääväksi sääntökokoelmaksi. Sähkölaitestandardikin muuttui aiempaa tiukemmaksi.

LÄHTEET

CEJN AB 2018a. Paineilmatuotteet, ilmankäsittelylaitteet. Viitattu 23.4.2018.
<https://www.cejn.com/fi/se/products/pneumatics/fri-products/series-903-filter-regulators-160/>

CEJN AB 2018b. Paineilmatuotteet, Vakiomalliset rungot ja pistokkeet. Viitattu 23.4.2018.
<https://www.cejn.com/fi/se/products/pneumatics/standard-couplings-nipples/series-410/>

Enexia.fi 2018. Sinkityt kierreosat. Viitattu 23.4.2018.
<http://www.enexia.fi/tuotteet/sinkityt-kierreosat/>

ENSTO 2017. SFS-6000 standardi uudistuu. Viitattu 22.4.2018.
<https://www.ensto.com/fi/yhtio/uutiset-ja-media/tuoteuutiset/sfs-6000--standardi-uudistuu---ensto-seuraa-alan-normeja-ja-maarayksia/>

Holzmann Maschinen GmbH 2018. Catalogue woodworking. Viitattu 16.4.2018.
<http://www.holzmann-maschinen.at/EN/service#dates>

Jakovlev J 2018. Haastattelu. Viitattu 13.4.2018.

Kaeser Kompressoren AG 2018. Mäntäkompressorit Classic-sarja. Viitattu 19.4.2018. <http://fi.kaeser.com/Images/P-339-FI-tcm18-6753.pdf>

Kaeser Kompressorit Oy 2018. Paineilmatekniikka. Viitattu 23.4.2018.
<http://fi.kaeser.com/m/Images/P-2010-FI-tcm273-6752.pdf>

Lapin Laude Oy 2018. Yrityksen Internet-sivut. Viitattu 20.4.2018.
www.lapinlaude.fi

Olsa.fi 2014. Panostatko purunpoistoon. Viitattu 15.4.2018.
https://www.olsa.fi/index.php?route=module/blog/view&blog_id=8

Penope Oy. Filters and separators. Viitattu 20.4.2018.
<https://www.penope.fi/Portals/0/Liitteet/JKF-suodattimet.pdf>

Suomenimurikeskus Oy 2018. Pölyn- ja purunpoistoputkistot. Viitattu 18.4.2018.
<https://suomenimurikeskus.fi/media/Esitteet/Kuljetuskanavahinnasto%202017.pdf>

Taloon.com 2018. Teräsputki sinkitty. Viitattu 14.4.2018.
<https://www.taloon.com/terasputki-sinkitty-kierteitettava-dn-25-33-7x3-25-s195t/LVI-0401138/dp?openGroup=267>
<http://www.enexia.fi/tuotteet/sinkityt-kierreosat/s195t/LVI-0401138/dp>

Tamrotor Kompessorit Oy 2018. Paineilmajärjestelmien suunnittelu. Viitattu 19.4.2018.
<http://www.compressor.fi/media/EsitePDF/Paineilmajaerjestelmaen%20suunnittelu.pdf>

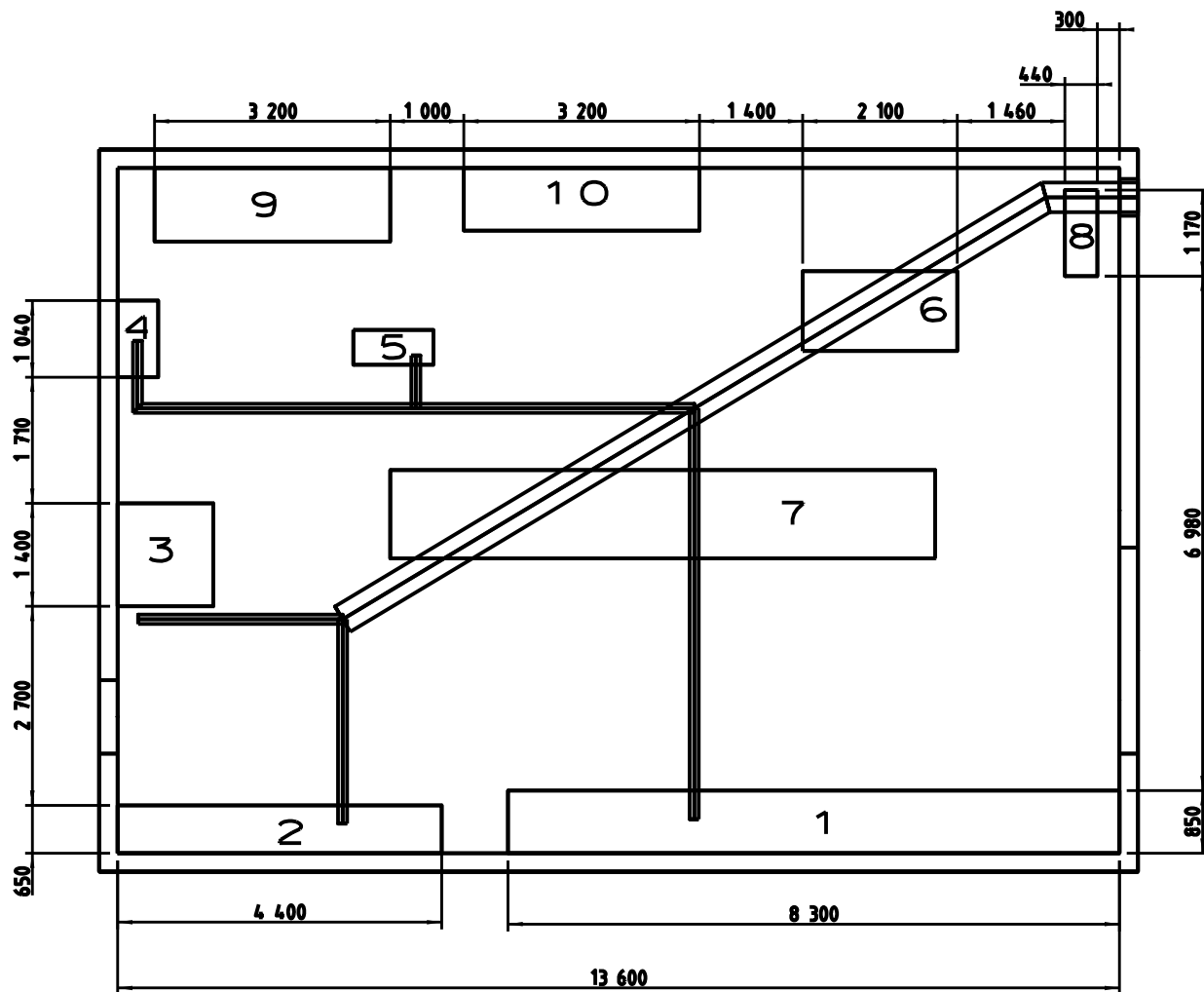
Tiainen, J. 1996. JOT- tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmon Yrityssampo Oy Viitattu 17.4.2018.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015. ATEX, Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. Viitattu 17.4.2018.
http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf

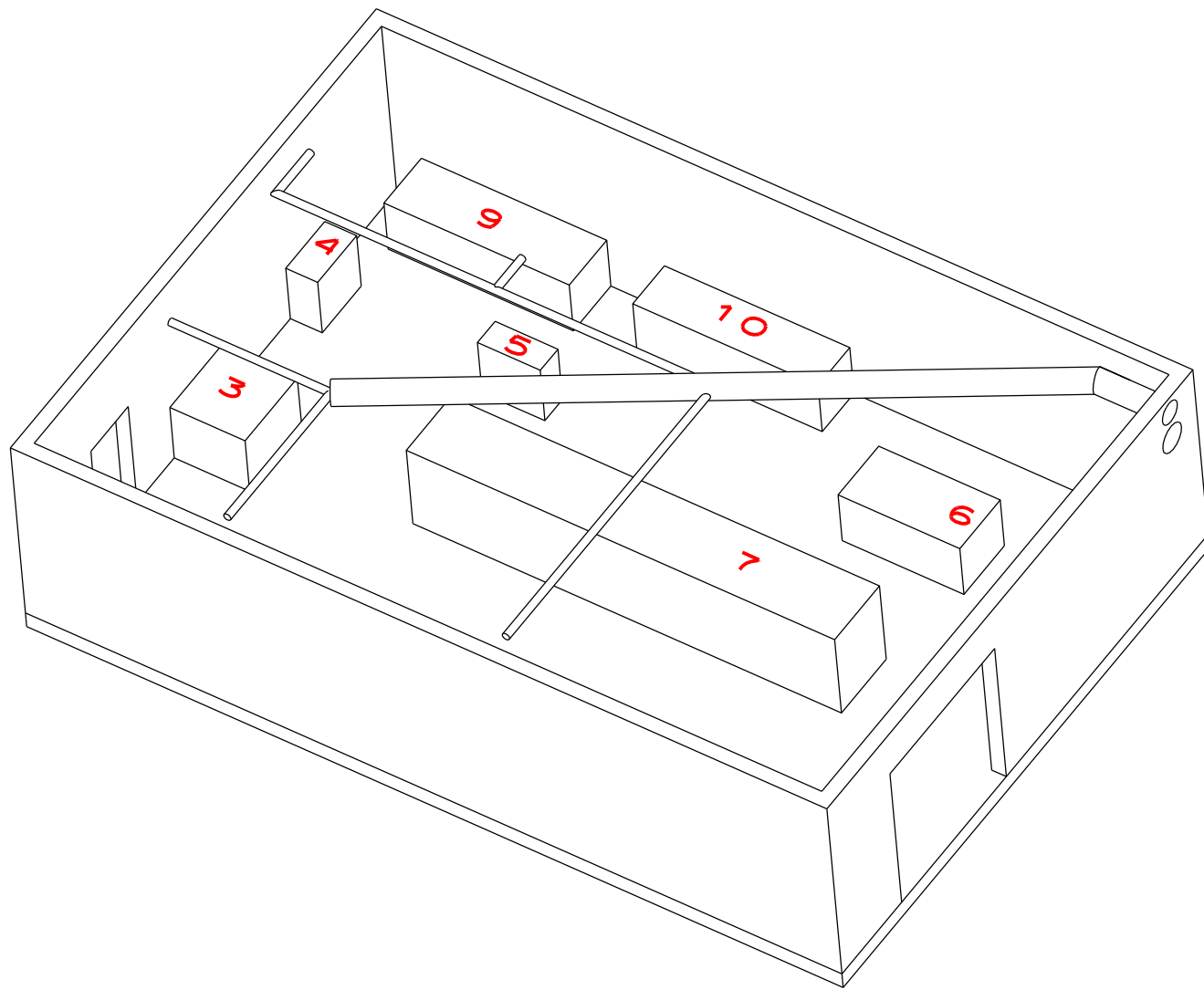
Verohallinto 2017. Arvonlisäveron vähennys ostoista. Viitattu 17.4.2018.
https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/tietoa-yritysverotuksesta/arvonlisaverotus/ostoihin_sisaltyvan_arvonlisaveron_vahentaminen/

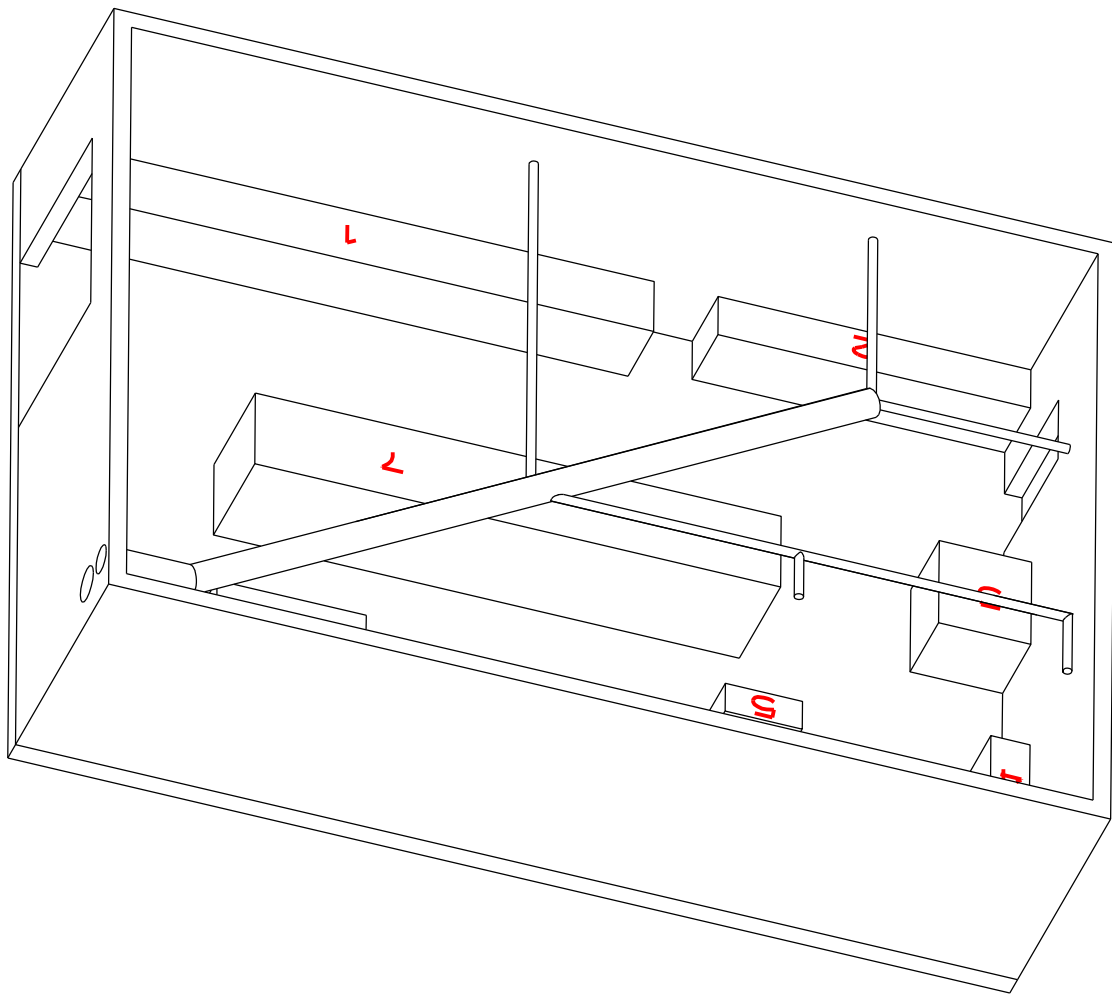
LIITTEET

- Liite 1. Pohjakuva
- Liite 2. Koneiden tekniset tiedot



- 1) Katkaisusirkkeli
- 2) Talttaporakone
- 3) Monikaraporakone
- 4) Hiomakone
- 5) Höylä
- 6) Monitoimikone
- 7) Listahöylä
- 8) Kompressori
- 9) Liimauspiste
- 10) Kokoonpanopiste





[Academic use only]

DustStorm® filter

The DustStorm® filter is an under- and over-pressure filter, designed for continuous operation.

Constructed as a self-supporting sheet metal construction. The round design ensures great strength combined with low weight.

Surface

Powder coated to corrosion class C3 cf. ISO 12944.

Inlet

Contaminated air passes into the filter through the pressure loss optimised inlet, ensuring optimised separation of the dust particles.

DS-12, 20, 28, 36 and 44 are supplied with side inlet according to the 'partial downflow' principle. A diffuser effect which ensures minimum pressure loss with maximum effect. Alternatively, the filters can be fitted with a total separator. DS-7 and 12 are supplied with total separators.

Cleaning system

DS-12, 20, 28, 36, 44 has the PowerPulse® cleaning system with filter control system ECOTROL® or DS total cleaning system. DS-7 EC and DS-12 EC have EC cleaning.

Discharge system

DustStorm® filter is available with conical or scraper bottom. The DS filter is also available as a silo filter. DS-7 is only available with conical bottom.

ATEX

DustStorm® filter is fitted with approved explosion membranes with side relief venting. The filters fulfil pressure shock-resistance according to VDI 2263. Venting according to VDI 3673. The DS filter with external compressed air source is supplied ATEX-approved.

Operating range

Pressure: +/- 5000 Pa (available up to +20 kPa to -10 kPa)

Filter area: 38-534 m²

Max. operating temperature: 70°C

Min. operating temperature: -20°C (available down to -40°C)

Connection DS-12 – DS-44

Gear motor PowerPulse® cleaning system:

0.12 kW, 15.6 min⁻¹, 3 x 230 V, 50 Hz, 0.7 A

Gear motor scraper bottom:

DS-12-S: 0.25 kW, 15.7 min⁻¹, 3 x 400 V, 50 Hz, 1.1 A

DS-20-S and DS-28-S: 0.37 kW, 15.7 min⁻¹, 3 x 400 V, 50 Hz, 1.6 A

DS-36-S and DS-44-S: 0.75 kW, 11.0 min⁻¹, 3 x 400 V, 50 Hz, 2.2 A

Inductive sensor scraper bottom:

24 VDC.



1) Katkaisusirkkeli

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

- Schnittleistung/ cutting height 45°-90°	80 mm
- Schnittleistung Schwenkung/ cutting height swing 45°	40 mm
- Schnittlänge/cutting length 90°	430 mm
- Schnittlänge Gehrung/ cutting length tilt 45°	310 mm
Motoraufnahmeleistung S1/ motor power S1	1,8 kW
Leerlaufdrehzahl/ saw blade speed	4800 min ⁻¹
HM-Kreissägeblatt 60 Zähne/ HM-saw blade 60 teeth	254x30x3 mm
Gewicht/ weight	20 kg
Verpackungsmaße / packaging dimension	850x520x410mm



2)Talttaporakone

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

	STM 26
Bohrtischgröße / table dimensions	400x150 mm
Meißelgröße min. / max. / chisel dimensions min. / max.	6 mm / 26 mm
max. Stemmbohrtiefe / max. drilling depth	76 mm
max. Werkstückhöhe / max. workpiece height	210 mm
Spindeldrehzahl / rotation speed	1400 min ⁻¹
Motorleistung S1 (100%) / S6 / engine power S1 (100%) / S6	0,75 kW / 1,05 kW
Netzspannung / voltage	230 V
Gesamthöhe / total height	1720 mm
Nettogewicht ca. / net weight ca.	126 kg
Versandgewicht / gross weight	131 kg
Verpackungsmaße / packaging dimension	1100x415x500mm 630x500x400mm



3) Monikaraparakone

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

Spindelanzahl / pieces of drill spindles	21
Bohrspindelabstand / drill spindle distance	32 mm
Distanz zwischen erster und letzter Spindel / distance between 1st and last spindle	640 mm
max. Bohrtiefe / max. drill depth	50 mm
max. Werkstückhöhe / max. workpiece height	80 mm
Bohrspindeldrehzahl / drill spindle speed	2840 U/min
Tischmaße / table dimensions	870x550 mm
Motorleistung S1 (100%) / S6 / motor power S1 (100%) / S6	1,5 kW / 2,1 kW
Netzspannung / voltage	400 V
Druckluftanschluss / required compressed air supply	6 - 8 bar
Nettogewicht ca. / net weight ca.	342 kg
Versandgewicht / gross weight	350 kg
Verpackungsmaße / packaging dimension	1300x1400x1100mm



4) Hiomakone

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

Arbeitstischmaße / table dimensions	800x180 mm
Schleifbandgeschwindigkeit / belt speed	16 m/sek
Schleifbandmaße / belt dimensions	2260x150 mm
Motorleistung S1 (100%) / S6 / engine power S1 (100%) / S6	1,1 kW / 1,5 kW
Netzspannung / voltage	230V oder/or 400 V
Nettogewicht ca. / net weight ca.	115kg
Versandgewicht / gross weight	124kg
Verpackungsmaße / packaging dimensions	560x1270x570mm 210x610x470mm



5)Höylä

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

ABRICHTEN/ PLANING

Tischgröße / planer table size	1085x256 mm
Tischhöhe / table height	850 mm
max. Hobelbreite / max. planing width	250 mm
Winkelanschlag / angle stop	700x130 mm
Schwenkbereich / angle range	90°-45°
max. Spanabnahme / max. depth of cut	5 mm

DICKENHOBELN/ THICKNESSING

Tischgröße / thicknesser table size	245 x 590 mm
max. Hobelbreite / max. thicknessing width	245 mm
max. Werkstückdicke / max. thickness of workpiece	195 mm
min. Werkstückdicke / min. thickness of workpiece	6 mm
max. Spanabnahme / max. depth of cut	2,5 mm
Vorschubgeschwindigkeit / feed speed	5,5 m/min
Absaugstutzen / dust collector plug	Ø 100 mm

Motorleistung / motor power S1 (100%) / (S6)	1,5 kW / 2,1 kW
Spannung / voltage	230V o. 400V
Hobelwelle / shaft	Ø75 x 250 mm
Hobelmessermaße / blade size	250x30x3 mm
Hobelmesser Stückzahl / quantity of knives	3
Drehzahl / shaft speed	4000 min ⁻¹
Maschinenmaße / machine dimension	1084x472x1050 mm
Gewicht / weight	140 kg
Schallleistungspegel / sound power level	L _{WA} 93 dB(A)



6) Monitoimikone

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

KREISSÄGE/ CIRCULAR SAW

Motorleistung Kreissäge S1 (100%) / S6 / engine power S1 (100%) / S6	2,2 kW / 3,1kW
max. Sägeblattdurchmesser / max. saw blade diameter	315mm
Durchmesser Sägeblattwelle/ main shaft diameter	30mm
Drehzahl Hauptkreissägeblatt / rotation speed main blade	4000 min ⁻¹
max. Schnitthöhe 90° / 45° / max. cutting height 90° / 45°	102/72mm
Vorritzsägeblatt Ø/ scoring unit saw blade Ø	120mm
Drehzahl Vorritzsägeblatt/ rotation speed scoring blade	8000 min ⁻¹
Vorritzsägeblattdurchmesser Bohrung / scoring saw blade hole diameter	20mm
Motorleistung Vorritzaggregat/ engine power scoring unit	0,75 kW
Arbeits Tisch/table dimensions	1500x290mm
Tischverlängerung/table extensions	1250x450mm 400x450mm
Länge Formatschiebetisch / length sliding table	1500x285mm
max. Besäumlänge/max. cutting length	1640mm
Länge Gehrungsanschlag / mitre fence length	600mm

FRÄSE/ SPINDLE SHAPER

Motorleistung Fräse S1 (100%) / S6 / engine power S1 (100%) / S6	2,2 kW / 3,1kW
Spindeldurchmesser / spindle diameter	30mm
Spindeldrehzahl (4 Stufen)/ spindle speed (4 steps)	8000 / 6000 / 3500 / 1400 min ⁻¹
Spindelhub / spindle travel	160mm
max. Fräs Werkzeugdurchmesser / max. tool diameter	180mm
max. Spindelhöhe / max. spindle height	125 mm

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

max. Fräsprofildurchmesser Profilieren / max. profile diameter profiling	180 mm
Arbeits Tisch/table dimensions	1250x450 mm
Tischöffnung / table opening	190mm
max. Ø Werkzeug versenkbar / max. tool diameter below table	180mm
max. Ø Werkzeug über Tisch / max. tool diameter above table	190mm
Fränschlag (li / re) / mitre fence length (left / right)	350x155mm
ABRICHT / PLANER	
Motorleistung Hobeinheit S1 (100%) / S6 / engine power S1 (100%) / S6	2,2 kW / 3,1kW
Hobelwellendrehzahl / rotation speed	5000 min ⁻¹
Hobelwellendurchmesser / shaft diameter	100mm
Anzahl Hobelmesser / pieces of knives	3
Tischgröße / table dimensions	1500x395mm
effektive Hobelbreite / effective planning width	320mm
max. Spanabnahme / max. cutting depth	5mm
Abrichtanschlag (90° bis 45° schwenkbar) / planning fence (90°-45° tiltable)	1500x150mm
DICKENHOBEL / THICKNESSER	
Abmessung Dickenhobel Tisch / thicknessing table dimensions	700x316mm
Motorleistung Hobeinheit S1 (100%) / S6 / engine power S1 (100%) / S6	2,2 kW / 3,1kW
Dickenhobelbreite / thicknessing width	315mm
Durchlasshöhe max. / max. work piece height	4 - 230 mm
max. Spanabnahme / max. cutting depth	3mm
Vorschubgeschwindigkeit / feeding speed	7 m/min
LANGLOCH / MORTISING UNIT	
Bohrschmaße/table dimensions	250x400mm

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

Bohrfutter/mortising chuck	16mm
max. Bohrtiefe/max. drilling depth	150mm
max. Bohrlänge/max. drilling length	200mm
max. Bohrhöhe/max. drilling height	125mm

ALLGEMEIN / GENERAL

Absauganschluss (3 Stück) / dust collector (3 pieces)	120mm
Netzspannung / voltage	400V
Nettogewicht ca. / net weight ca.	650 kg
Versandgewicht / gross weight	
Aufstellmaß ohne Langloch/ machine dimensions w/o mortising unit	1800x2100x860mm
Verpackungsmaße / packaging dimensions	2130x1800x1150mm



7)Listahöylä

TECHNISCHE DATEN / TECHNICAL DATA

max. Dimension des fertigen Werkstückes/ max. dimension of the work piece	180/120mm
min. Dimension des fertigen Werkstückes/ min. dimension of th work piece	22/7,5mm
Anzahl der Arbeitsspindeln/ number of operating spindles	4
Spindeldrehzahl/ spindle speed	6000 min ⁻¹
Spindeldurchmesser/ spindle diameter	40mm
Standard Durchmesser des 1. 2. 3. 4. Werkzeuges/ standard diam. of tooling 1.2.3.4.	120mm
max. Messerkopf - Ø der Vertikalspindeln/ max. header - Ø of vertical spindles	137mm
Vorschubgeschwindigkeiten/ feeding speeds	6/12m/min
Länge des Einzugtisches/feeding table length	1700mm
Schnelleinstellung Vorschubtisch u. Fügeanschlag/ quick adjustment feeding table	10mm
Motorleistung der Horizontalspindeln S1/ horizontal spindles motor S1	7,5kW (100%)
Motorleistung der Vertikalspindeln S1 / Vertikal spindles motor S1	7,5kW (100%)
Motorleistung des Vorschubs S1/ Feeding motor S1	0,8/1,1kW (100%)
Motorleistung Gesamt (100%)/ total motor power	16,1kW (100%)
Gewicht/ weight	930 kg



8)Kompressori

Malli	Imu-tilavuus l/min	Täyttö-tilavuus 1) l/min	Säiliön tilavuus l	Maksimi-paine bar	Moottorin teho kW	Sylinterien lukumäärä	Äänen-painetaso 2) dB (A)	Mitat S x L x K mm	Paino kg
Classic 460/90 W Classic 460/90 D	460	320	90	10	2,2	1	75	1170 x 440 x 920 1170 x 440 x 910	70 68

1) Vastaa säiliön täyttymisaikaa 3 barista 6 barin koneen ollessa käyttölämpötilassa; 2) Mittauspinnan äänenpainetaso: ISO 3744, r = 4 m

9	230 V yksivaihevirta 400 V kolmivaihevirta	•	•	•
---	---	---	---	---

• Soveltuu erinomaisesti o Soveltuu lyhytaikaiseen käyttöön – Ei tälle kompressorimallille

