



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Topias Peltola

Jäysteenpoiston kehittäminen

Opinnäytetyö
Syksy 2023
Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Topias Peltola

Työn nimi: Jäysteenpoiston kehittäminen

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 26

Liitteiden lukumäärä: 00

Tämä opinnäytetyö tehtiin Tibnor Oy:lle. Yritys sijaitsee Seinäjoella ja toimii valtaosin teräksen esikäsittelijänä. Tässä työssä keskityttiin miettimään viimeistelytyövaiheen erilaisia pullonkaulakohtia ja arvioimaan tulevan rullaradan toimintaa. Tavoitteena oli saada aikaan erilaisia ideoita, joiden avulla läpimenoaikaa saataisiin nopeutettua. Lisäksi pyrittiin selvittämään materiaalivirran parantamista.

Jäyste voidaan määritellä ohueksi harjanteeksi tai karheudeksi, joka syntyy työstettäessä metallikappaletta erilaisilla menetelmillä. Se on kappaleeseen kiinni jäävää ylimääräistä materiaalia. Jäysteen poistaminen tai minimoiminen on tärkeää, koska se aiheuttaa kappaleisiin teräviä reunoja, hankaloittaa mahdollista kokoonpanoa ja jopa saattaa aiheuttaa ennenaikaista kulumista kappaleelle. Materiaalin lämpötila, pinnan ominaisuudet ja materiaalin koostumus vaikuttavat jäysteen syntyyn. Esimerkiksi korkeahiilinen metalliseos muodostaa enemmän jäystettä leikattaessa termisillä leikkausmenetelmillä. Käsintehtävä jäysteenpoisto on yleisin menetelmä useista syistä, esimerkiksi hyvän joustavuuden, työkalujen alhaisen hinnan ja vähäisen teknologian takia. Tähän sopivia työkaluja ovat esimerkiksi monenlaiset käsihiomakoneet. Koneellinen jäysteenpoisto suoritetaan yrityksessä puhalluksessa. Puhallus hiovilla hiukkasilla tai metallikuulilla on yleisesti käytetty tapa poistaa irtonaista materiaalia reunoista. Lisäksi tätä tapaa käytetään kappaleiden puhdistamiseen, reunojen tylsistyttämiseen ja terävyyden poistamiseen.

Työ aloitettiin ottamalla selvää asioista, jotka voisivat nopeuttaa läpimenoaikaa ja helpottaa työtä. Kun nämä oli saatu selville, suunniteltiin muutama idea, joilla havainnollistettiin, mitä täytyisi tehdä ja kuinka se auttaisi läpimenoajan parantamisessa. Myös verkkoratsingolle tulevan rullaradan toimintaa arvioitiin ja saatiin tuloksiksi arvioita, kuinka paljon se tulevaisuudessa auttaisi työntekoa.

¹ Asiasanat: Jäyste, puhallus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Mechanical engineering

Specialisation: Mechanical and Production engineering

Author/s: Topias Peltola

Title of thesis: Development of deburring

Supervisor(s): Kimmo Kitinoja

Year:2023

Number of pages: 28

Number of appendices: 00

The thesis was made for Tibnor Oy. The company is located in Seinäjoki and mostly works with pre-treatment of steel. In the thesis the focus was on finding different bottleneck spots in the finishing working stage and evaluating a new roller conveyor. The goal was to create with different ideas how to accelerate the delivery cycle and improve material flow.

Burr can be defined as a thin ridge or roughness, which occurs when a piece of metal is machined by various methods. It is the extra material that sticks to the piece. Deburring or minimizing the burr is important because the burr can be the cause of sharp edges on the piece, complicating the assembly and causing premature wear. The temperature of the material, the surface quality and the composition of the material affect the occurring of the burr. For example, very high carbon steel increases burr when cutting by thermal methods. Deburring by hand is the most common way of deburring for multiple reasons, for example, it has a good flexibility, the tools do not cost much, and little technology is required. Mechanical deburring in the company is executed by the surface shot blasting machine. Blasting with grinding particles or metal spheres are the most common way to remove loose materials from the edges, to cleaning the pieces, dulling the edges and removing sharpness.

The thesis started by studying matters, that could help accelerating the delivery cycle and making work easier. When they were discovered, a few ideas were planned, and they were used to illustrate what had to be done to accelerate the delivery cycle. New roller conveyor operations to the blasting machine were also evaluated and results were obtained on how much it would help working with the machine in the future.

¹ Keywords: burr, blasting

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	2
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Työn tavoite.....	7
1.3 Yritysesittely	7
2 JÄYSTEENPOISTO JA LEIKKAUSMENETELMÄT	10
2.1 Jäysteen synty.....	10
2.2 Teräksen yleisimpiä termisiä leikkausmenetelmiä.....	10
2.3 Jäysteenpoisto	11
2.4 Työturvallisuus	12
2.5 Työergonomia ja koneturvallisuus	13
2.6 Läpimenoaika ja lean-ajattelu.....	13
3 PUHALLUSVAIHEEN KEHITTÄMINEN	15
3.1 Verkkoratasingon nykytilan kuvaus	15
3.2 Ainevahvuuden vaikutus puhalluslaatuun	16
3.3 Puhalluksen ja viimeistelyn läpimeno ajan parantaminen	17
3.3.1 Verkkoratasingon kappaleiden puhdistusharjan korkeuden säädön automatisointi.....	18
3.3.2 Peili verkkorata singon purkupäähän.....	18
3.3.3 Automaattimagneetit viimeistelyyn ja puhallukseen	19
3.3.4 Kiirehyllyn poistaminen ja kiireellisten töiden ohjaus.....	19
3.3.5 Viivakoodijärjestelmä helpottamaan kappaleiden kuitaamista	20
3.3.6 Tiedonkeruu järjestelmä.....	20
3.4 Lisättävä rullarata	20
4 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	24

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Tibnor Seinäjoen Tuottajantien yksikkö (Tibnor, i.a-a).....	9
Kuva 2. Tibnor Seinäjoen Jalostajantien yksikkö (Tibnor, i.a-b).....	9
Kuva 3 Rumpusinko.....	12
Kuva 4. Verkkoratasinko	16
Kuva 5. Verkkoratasingon purkupää ja puhdistusharja	18
Kuva 6. Verkkoratasingon syöttöpää	21
Kuvio 1. Puhallusvaiheen työnkulku	16
Kuvio 2. Puhalluskertojen määrä	17

Käytetyt termit ja lyhenteet

Jäyste	Metallikappaleen leikkauksessa syntyviä epätasaisuuksia tai ylimääräistä sulanutta materiaalia, jota kappaleeseen ei haluta ja poistetaan tai yritetään minimoida
Verkkoratasinko	Verkkoratasingolla tarkoitetaan metallikuulapuhalluslaitetta, joka liikuttaa kappaleita verkkoradan avulla
Metallikuulapuhallus	Metallikuulia puhalletaan kappaleisiin ja se irrottaa epäpuhtaudet tai jäysteen kappaleiden pinnoilta

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Verkkoratasingolle oli tulossa rullaratajärjestelmä, jonka avulla pystyttäisiin puskuroimaan koneelle tulevaa tavaraa ja helpottamaan yksin työskentelyä koneella. Tämän takia Tibnor Oy:llä syntyi tarve kehittää läpimenoa ja parantaa materiaalivirtaa. Yrityksessä päätettiin tehdä opinnäytetyö jäysteenpoiston helpottamisesta ja nopeuttamisesta.

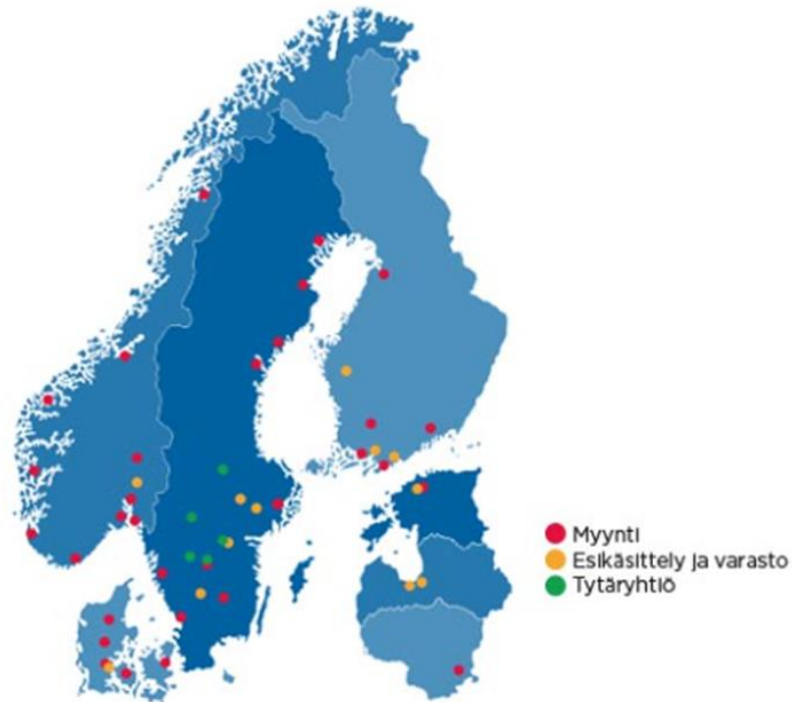
1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tapoja, joilla saataisiin parannettua kuulapuhallussingon läpimenoaikoja ja materiaalivirtaa sekä jäysteenpoiston laatua. Toisena tavoitteena oli tutkia, kuinka työpisteelle tuleva rullarata vaikuttaa materiaalivirtaan. Myös sinkovaiheen pullonkaulakohtia haluttiin saada esille sekä tutkia tapoja, joilla saataisiin jäysteenpoistoa nopeutettua ja helpotettua.

1.3 Yritysesittely

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Tibnor Oy:n Seinäjoen toimipiste, joka on toiminut SSAB:n tytäryhtiönä jo vuodesta 2014 alkaen (Tibnor, i.a-a). Liikevaihto on noin 16,6 miljoonaa Ruotsin kruunua, joka on suunnilleen noin 1,5 miljoonaa euroa. Se on noin 12 % koko SSAB konsernin liikevaihdosta. Tibnor Oy:llä työskentelee noin 1100 työntekijää seitsemässä eri maassa. Pääkonttori sijaitsee Tukholman läheisyydessä olevassa Solnan kunnassa.

Myyntikonttoreita, varastoja sekä esikäsittely-yksiköitä sijaitsee ympäri pohjoismaita, sekä



myös Baltian maissa.

Kuvio 1. Tibnor-toimipaikat. (Tibnor, i.a. -a).

Seinäjoella Tibnorilla työskentelee yli 200 työntekijää kahdessa eri tuotantotiloissa (Tibnor, i.a-b). Seinäjoen Kapernaumissa sijaitsevien Tuottajan- ja Jalostajantien yksiköiden pääasiallinen toimiala on kappaleiden muotoon leikkaaminen käyttäen termisiä leikkausmenetelmiä. Käytettyjä työstömenetelmiä ovat poltto-, plasma ja laserleikkaus. Näissä yksiköissä pystytään myös koneistamaan, mankeloimaan, viistämään ja särmäämään. Tuotantotiloista löytyy myös metallikuulapuhallusta ja viimeistelyä. Tibnorin Seinäjoen yksiköt ovat myös hyvien kulkuyhteyksien varrella. Yksiköihin tuodaan levyjä jopa rautatiekuljetuksin.



Kuva 1. Tibnor Seinäjoen Tuottajantien yksikkö (Tibnor, i.a-a).



Kuva 2. Tibnor Seinäjoen Jalostajantien yksikkö (Tibnor, i.a-b).

2 JÄYSTEENPOISTO JA LEIKKAUSMENETELMÄT

Jäysteeksi kutsutaan ylimääräistä sulanutta materiaalia tai kuonaa, joka syntyy, kun kappaleita leikataan termisillä leikkausmenetelmillä. Jäyste saadaan kappaleista poistettua viimeistelytyövaiheessa, joko esimerkiksi hiomalla kulmahiomakoneella terävät reunat ja jäyste pois tai käyttäen apuna rumpusinkoa. Osiossa käsitellään myös työturvallisuutta, -ergonomiaa sekä koneturvallisuuteen liittyviä asioita. Nämä asiat ovat tärkeä osa jokapäiväistä työntekoa ja ovat pohja turvalliselle ja hyvinvoivalle työyhteisölle. Turvallisuuteen ja ergonomiaan liittyvillä ohjeistuksilla ja säädöksillä pyritään estämään tapaturmia ja pyritään luomaan turvallinen ja hyvinvoiva työyhteisö.

2.1 Jäysteen synty

Kun metallia leikataan käyttäen plasmaa tai kaasua leikkaamiseen, voi jäyستettä syntyä ja materiaalin lämpötila, pinnan ominaisuudet ja materiaalin koostumus vaikuttavat jäysteen syntyyn. Esimerkiksi korkeahiilinen metalliseos muodostaa enemmän jäyстettä leikattaessa (Q-findeburring, i.a.). Jäyste voidaan määritellä ohueksi harjanteeksi tai karheudeksi, joka syntyy työstettäessä metallikappaletta erilaisilla menetelmillä (Gillespie, 1999, s. 1). Se on kappaleessa olevaa ylimääräistä materiaalia. Jäysteen määrän minimoiminen ja poistaminen on tärkeää, koska se aiheuttaa kappaleisiin teräviä reunoja, hankaloittaa mahdollista kokoonpanoa ja jopa saattaa aiheuttaa ennenaikaista kulumista kappaleelle. Kappaleiden reunat ovat tärkeä osa laatua, ulkonäköä sekä turvallisuutta.

2.2 Teräksen yleisimpiä termisiä leikkausmenetelmiä

Plasmaleikkaus on terminen leikkausprosessi, jota voidaan käyttää kaikkien sähköä johtavien metallien leikkaamiseen. Leikkausprosessi tapahtuu katodina toimivan elektrodin ja anodina toimivan kappaleen välillä syntyvän valokaaren lämmön avulla. Elektrodi on leikkauspolttimessa sijoitettu plasmasuuttimen sisään siten, että sen ympärillä nopeasti kulkeva plasmakaasu ionisoituu sen ja kappaleen välissä palavassa valokaarella täten muodostaen plasmakaaren. Suuttimen kärjessä on kapeneva aukko, joka pienentää plasmakaaren alaa ja luo suuremman energiatiheyden. Näin kaaren lämpötila onnistutaan saamaan huomattavasti suuremmaksi, kuin ilman suutinta palavassa valokaarella. Plasmaleikkauksen etuihin kuuluu esimerkiksi matalat laatuvaatimukset materiaalille, suuremmat leikkausnopeudet, kuin

polttoleikkauksessa ohuita tai keskipaksuista materiaalia, ei ole esilämmitystarvetta ja pystytään leikkaamaan nopeammin reiät (Ionix, i.a.). Laserleikkaukseen verrattuna plasmaleikkaus on edullisempi ja pystytään leikkaamaan paksumpia materiaaleja.

Polttoleikkaus perustuu palamisprosessiin, joka edellyttää intensiivistä kuumentamista ja puhdasta happea. Mitä puhtaampaa happea on käytössä, sen parempi on leikkaustulos (SSAB i.a.). Polttoleikkauksessa metalli kuumennetaan ensin syttymispisteeseen, mutta ei niin, että materiaali sulaa. Sitten kuumennettuun kohtaan suihkutetaan puhdasta happea, jolloin tapahtuu.

Laserleikkausmenetelmä antaa hyvän tarkkuuden ja pienen lämpövaikutusalueen. (SSAB i.a.). Laser leikkaus perustuu fokusoituun säteeseen, jonka suuri tiheys sulattaa materiaalin. Samalla leikkausvyöhykkeelle syötetään apukaasua, jonka avulla puhalletaan sulaa materiaalia pois. Laserleikkaus sopii kaikenlaisille teräksille, mutta materiaalin paksuus on maksimissaan 30 millimetriä. Tehokkain paksuus materiaalille laserilla leikkauksessa on kuitenkin 0,5-10 millimetriä.

2.3 Jäysteenpoisto

Käsin tehtävä jäysteenpoisto on yleisin menetelmä useista syistä, esimerkiksi hyvä joustavuus, luonnollinen lisätty laaduntarkistus, työkalujen alhainen hinta, tarvitaan vähän teknologiaa ja mahdollisuus työstää yhtä tai tuhatta kappaletta (Gillespie 1999, s. 11). Tibnorilla käsin tehty jäysteenpoisto suoritetaan yleensä kulmahiomakoneella, nauhahiomakoneella, paineilmataltalla, petkeleellä tai vingulla. Koneellista jäysteenpoistoa Tibnorilta löytyy useamman puhallusingon, rumpusingon ja jäysteenpoistokoneen muodossa. Puhallus hiovilla hiukkasilla tai metallikuulilla on yleisesti käytetty tapa poistaa irtonaista materiaalia reunoista, kappaleiden puhdistamiseen, reunojen tylsistyttämiseen ja terävyyden poistamiseen (Gillespie 1999, s. 10).



Kuva 3 Rumpusinko

2.4 Työturvallisuus

Työturvallisuudella on iso rooli Tibnorilla. Tuotannossa käsitellään kaiken kokoisia kappaleita, joiden paino vaihtelee muutamasta kilosta useampaan tuhanteen kiloon. Suojavarusteet ovat myös tärkeässä roolissa. Pölyltä, melulta ja kipinöiltä suojautuminen kuuluu hyvään työturvallisuuteen (Työturvallisuuskeskus, i.a.). Turvallinen ja terveellinen työ luo edellytykset hyvinvoinnille. Työturvallisuuden tarkoitus on varmistaa, että työpaikan fyysiset, sosiaaliset ja psyykkiset olosuhteet kunnossa. Ennakoimalla ja estämällä vaaratilanteiden tai terveydelle haitallisten tilanteiden tapahtuminen pystytään estämään useat vaaratilanteet ja luomaan henkisesti vakaa ja turvallinen työympäristö. Työnantajalla on päävastuu siitä, että työpaikka on turvallinen ja terveellinen (Työturvallisuuskeskus, i.a.). Työturvallisuuslaki velvoittaa

työnantajan tekemään työpaikasta turvallisen (Työturvallisuuslaki 738/2002, 2 luku 8 §). Työnantajan on myös otettava huomioon työntekijän yksilölliset edellytykset, jotka saattavat vaikuttaa työturvallisuuteen.

2.5 Työergonomia ja koneturvallisuus

Tibnorilla jäysteenpoistosta iso osa suoritetaan usein käsin ja kappaleita myös pitää siirrellä paljon käsin. Tällöin hyvän työergonomian merkitys kasvaa ja on tärkeää, että asiat tehdään oikeaoppisesti. Työergonomialla pyritään tekemään työtilat ja työmenetelmät kaikille sopivaksi (Fysios Työergonomia, i.a-a). Myös työasennot ja etenkin taakkojen nostaminen on tärkeää osa työergonomiaa. Hyvällä työergonomialla pyritään ehkäisemään erilaisia tuki- ja liikuntaelimestön ongelmia ja lisäämään työhyvinvointia.

Koneella tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien ja/tai komponenttien yhdistelmää, joka varustetaan jollain muulla kuin ihmis- tai eläinvoimaa hyödyntävää voimansiirtojärjestelmällä (Tukes i.a.). Vähintään yksi osa koneesta tulee olla liikkuva ja sen täytyy olla suunniteltu ja valmistettu erityistä toimintoa varten. Poikkeuksena edelliseen ovat kuitenkin käsikäyttöiset nostimet kuten tunkit ja käsivinssit, mutta lain mukaan turvakomponentit, nostoapuvälineet, nostoketjut, -köydet ja -vyöt kuuluvat koneisiin. Koneita eivät kuitenkaan lain mukaan ole aseet, tieliikenneajoneuvot ja tietynlaiset sähkö- ja elektroniikkalaitteet, esimerkiksi erilaiset kodinkoneet ja tietotekniikka.

Konedirektiivillä tarkoitetaan EU:n erilaisten säännösten yhteen liittämistä varten luotua direktiiviä, joka käsittelee koneturvallisuutta. Suomessa direktiivi on astunut voimaan vuonna 1994, kun Suomi liittyi EU:hun. Parhaiten direktiivi näkyy arkielämässä CE-merkinä. Konedirektiivin peruseriaatteena on omavalvonta, joka tarkoittaa sitä, että laitteen valmistaja vastaa koneen turvallisuudesta. Koneen tulee siis vastata yhtenäistetyn koneturvallisuuslainsäädännön vaatimuksia.

2.6 Läpimenoaika ja lean-ajattelu

Tuotannon läpimenoaikaa lyhentämällä parannetaan yrityksen tuottavuutta (Tervala, 2020). Läpimenoajan parantaminen luo yritykselle myös lisää kilpailukykyä ja asiakasnäkyvyyttä.

Läpimenoaikaa pystytään tehostamaan tunnistamalla erilaisia pullonkaulakohtia ja ratkaisemaan niitä, luomalla parempi layout, jotta materiaalivirta olisi tasaisempaa, tehostetaan tuotannosuunnittelua ja poistetaan tuotannossa tapahtuvia häiriöitä. On myös tärkeää kerätä dataa, joka tukee tuotannonohjauksen kehitystä.

Leanin tavoitteena on turhan tekemisen poistaminen ja arvoa tuottavan työn lisääminen (Talentree i.a.). Lean-ajattelun avulla jokainen työntekijä pystyy toteuttamaan läpimenoajan tehokkuuden lisäämistä. Leanissa on tarkoitus löytää ja arvioida tuotannon erilaiset hukat ja tuottamaton aika ja karsia niitä. Siihen kuuluu esimerkiksi tuotantotilojen tehokas suunnittelu, kappaleiden tuotanto, järjestyksen tehostaminen ja täten läpimenoajan optimointi. Lean onkin oiva työkalu laadun parantamiseen ja työympäristön kehittämiseen.

3 PUHALLUSVAIHEEN KEHITTÄMINEN

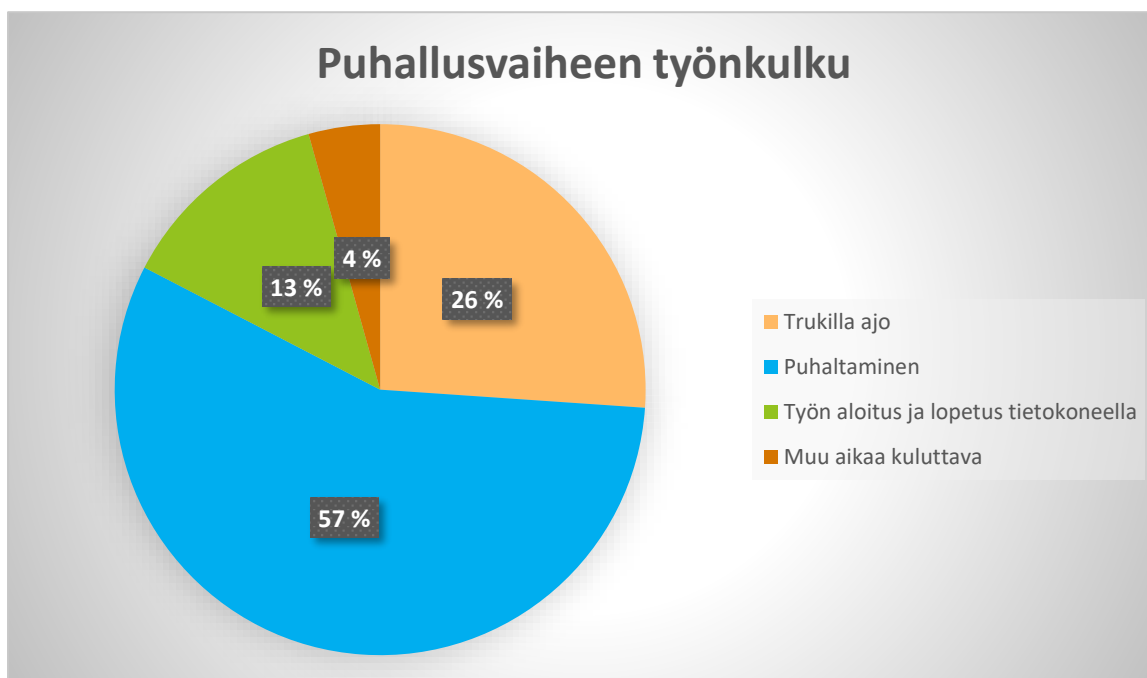
Tibnorilla on käytössä jäysteenpoistossa myös kolme puhallussinkoa, joista kaksi on rullaradalla toimivia ja tässä osiossa enemmän käsiteltävä verkkoradalla toimiva. Näillä kehitysehdotuksilla on tarkoitus parantaa työturvallisuutta, laatua, järjestelmällisyyttä sekä myös tehokkuutta. Ehdotuksilla olisi myös tarkoitus edistää työn tehokkuutta, ergonomiaa ja mielekkyyttä työntekijälle.

3.1 Verkkoratasingon nykytilan kuvaus

Verkkoratasingon avulla pystytään metallikuulapuhaltamaan helposti suuriakin eriä erikokoisia kappaleita. Opinnäytetyön tekohetkellä verkkoratasingolla työskenneltiin yksin tai työparin kanssa. Yksin koneella työskennellessä konetta käyttävä henkilö joutui usein siirtymään purkupäähän, koska esimerkiksi näkyvyys purkupäähän peilin kautta oli heikko ja kappaleet saattoivat päästä peilin ohi niin, että koneen käyttäjä ei kappaleita nähnyt. Tällöin on riski, että kappaleet putoavat maahan. Kappaleiden päälle jää myös usein puhallusraetta, jonka takia purkupäältä löytyykin kappaleharja, joka harjaa puhallusrakeen takaisin koneen sisälle. Yksin puhaltaessa ainevahvuuden muuttuessa tätä harjaa täytyi manuaalisesti käydä nostamassa tai laskemassa. Siitä aiheutuu lisää turhia askelia koneen päiden välillä, joka vähentää koneen puhallusaikaa.



Kuva 4. Verkkorasinko

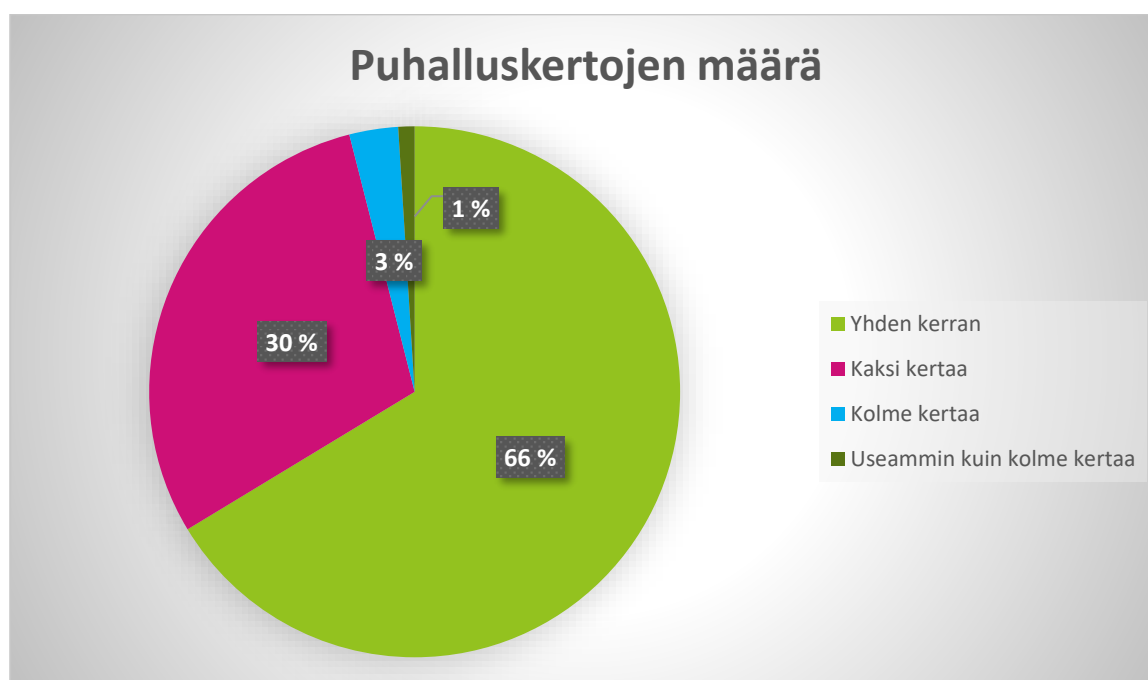


Kuvio 1. Puhallusvaiheen työnkulku

3.2 Ainevahvuuden vaikutus puhalluslaatuun

Iso osa Tibnorilla tehdyistä kappaleista kulkee jossain vaiheessa valmistusprosessia puhallusvaiheen läpi. Tämän takia on tärkeää, että puhalluslaatu on hyvä ja tasalaatuinen. Tähän

vaikuttavat monenlaiset asiat, kuten esimerkiksi puhallettavan kappaleen koko, materiaali ja kuinka paljon kappaleessa on erialisia muotoja. Verkkoratasingolla joudutaan usein puhaltamaan kappaleet useampaan kertaan, että puhalluslaadusta tulee tarpeeksi hyvä. Isompia kappaleita verkkoratasingolla puhallettaessa on mahdollista, että kappaleisiin jää verkkokuvio alapuolelle, koska kappale painautuu verkkoa vasten ja puhallusrae ei osu kappaleen näihin kohtiin. Tällöin kappale joudutaan kääntämään ja asettamaan uudelleen verkkoradalle uudelleen puhallusta varten.



Kuvio 2. Puhalluskertojen määrä

3.3 Puhalluksen ja viimeistelyn läpimenoajan parantaminen

Tätä työtä varten laadittiin muutama ehdotus siitä, millä läpimenoaikaa pystyttäisiin parantamaan ja työtapoja muuttamaan tehokkaimmiksi. Nämä ehdotukset on tarkoitettu tulevan rullaratajärjestelmään verkkosingolle, joka mahdollistavat helpomman ja jouhevamman työskentelyn työvaiheelle.

3.3.1 Verkkoratasingon kappaleiden puhdistusharjan korkeuden säädön automatisointi

Puhdistusharjan tarkoitus on poistaa kappaleiden päälle jäänyt puhallusrae, niin ettei se pääse kulkeutumaan eteenpäin. Tämän parannuksen tarkoitus olisi, että pystyttäisiin vähentämään kulkua verkkoratasingon toiseen päähän ja pystyttäisiin vielä tehokkaammin käyttämään harjaa. Ajatuksena olisi, että koneen järjestelmään asetettaisiin palan paksuus, joka automaattisesti säätäisi harjan oikealle korkeudelle tai vaihtoehtoisesti verkkoratasinkoon asennettaisiin tunnistimet niin, että se tunnistaisi itse kappaleen paksuuden ja säätäisi puhdistusharjan automaattisesti oikealle korkeudelle.



Kuva 5. Verkkoratasingon purkupää ja puhdistusharja

3.3.2 Peili verkkoratasingon purkupäähän

Peilillä mahdollistettaisiin ongelmatilanteiden ennakointia materiaalivirran seurannalla

verkkoratasingolla. Sillä vähennettäisiin tarpeetonta kulkua verkkoratasingon toiseen päähän, joten työ ei pysähtyisi tarkistusten ajaksi. Mahdollisten hankalien kappaleiden puhaltamisessa tämä auttaisi erityisesti, koska mahdollisuus, että kappale jää jumiin syöttöpään verkkoradan ja rullaradan mutkakohtiin tai liitoskohtiin, on suuri. Hankalia kappaleita ovat esimerkiksi pitkät tai leveät kappaleet tai erityisen painavat kappaleet. Tällä myös ennakoitaisiin mahdollisia vauriotilanteita, jos palat jäävät jostain syystä jumiin.

3.3.3 Automaattimagneetit viimeistelyyn ja puhallukseen

Automaattimagneeteilla pystyttäisiin siirtelemään nopeammin kappaleita verkkoradalle. Tällä kynnys käyttää magneetteja pienenesi, sekä kappaleiden epäturvalliset nostot vähentyisivät. Jos magneetteja pystyttäisiin käyttämään pelkästään yhdellä kädellä, toinen käsi vapautuisi ohjaamaan kappaleen siirtoa siten, että kappale ei pyörähtelisi hallitsemattomasti tai aiheuta äkkinäisiä liikkeitä, joka saattaa aiheuttaa kappaleen irtoamisen magneetista. Tämä muutos auttaisi myös viimeistelyvaiheeseen, jossa usein kappaleita siirrellään lavoilta pöydälle viimeisteltäväksi tai toisin päin.

3.3.4 Kiirehyllyn poistaminen ja kiireellisten töiden ohjaus

Jäysteenpoistossa on käytössä kiirehyllly työvaiheelle tuleville lavoille. Se on usein täynnä vuoroaan odottavia töitä. Kiirehyllyn voisi poistaa ja mahdolliset kiireelliset tai sinä päivänä eteenpäin saatavat työt merkittäisiin toisella tavalla esimerkiksi magneettisilla tarroilla. Tällä hetkellä viimeistelyn kiirehyllyn täyttää vuoron kymppi, kun se tyhjenee. Kympillä tarkoitetaan viimeistelijää, joka työskentelee tiiviissä yhteistyössä työnjohdon ja muun tuotannon kanssa. Hänen tehtäviinsä kuuluu esimerkiksi kappaleiden siirto leikkuukoneilta seuraaviin työvaiheisiin ja kiireellisten töiden etsiminen ja niiden vieminen työpisteille. Viimeistelypaikan ja kiirehyllyn välinen matka on lyhyt ja tästä syntyy turhaa kappaleiden liikuttelua lyhyitä matkoja. Myöskään kymppi ei aina ehdi kiirehyllyltä täyttämään tai se on jo niin täynnä, että kappaleita ei enää enempää mahdu. Usein osa töistä jää varastointihyllyyn tai viimeistelijät joutuvat tarkistamaan tietokoneelta, mitkä työt olisi hyvä tehdä seuraavaksi ja etsimään ne hyllyistä. Jos työt merkittäisiin huomiota herättävin värein, näkisivät viimeistelijät lyhyellä silmäyksellä tärkeimmät työt ja pystyisivät nopeasti priorisoimaan etsimiseen tai siirtelyyn kuluvan hukkaajan viimeistelyyn

3.3.5 Viivakoodijärjestelmä helpottamaan kappaleiden kuittaamista

Viivakoodijärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa varastointihyllyillä on oma viivakoodi tai QR-koodi ja kappaleiden tarroissa on omansa. Järjestelmällä pystyttäisiin kuittaamaan nopeasti kappaleet tiettyihin hyllyihin skannaamalla ensin hyllyn koodi ja sitten kappaleen koodi. Tämän selvityksen aikaan kuittaaminen suoritettiin käsin näppäilemällä numerosarja koneelle, etsimällä työ ja merkkäämällä työhön kulunut aika ja kuittaamalla kappale oikeaan varastopaikkaan. Tilauksia lavalla saattaa olla usein useampi kuin viisi, jolloin kuittaamiseen menee pitkä aika, kun kaikki tehdään manuaalisesti käsin. Tämä järjestelmä mahdollistaisi nopean ja vaivattoman kuittaamisen ja virheellisten kuittauksien mahdollisuus vähenisi.

3.3.6 Tiedonkeruujärjestelmä

Tiedonkeruujärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, johon pystyttäisiin keräämään tietoa kappaleista. Järjestelmään olisi pääsy niin laatuinsinööriä, työnjohdolla ja viimeistelijöillä. Viimeistelijät pääsisivät järjestelmään omilta viimeistelypaikoilta löytyvillä tietokoneilla. Järjestelmä pitäisi sisällään usein kysyttäviä ongelmakohtia esimerkiksi koskien korjaushitsaamista, mahdollisia naarmuja, polttokolokyselyjä, reklamaatiokuvia sekä muita laatuun liittyviä asioita. Tämä auttaisi tunnistamaan, mitkä kappaleet vastaavat asiakkaitten vaatimaa laatua, ja pystyttäisiin entistä paremmin vastaamaan laatuvaatimukseen. Tämä vähentäisi erilaisia aikaa vieviä kyselyitä kappaleista, sekä turhaa työpisteeltä poistumista.

3.4 Lisättävä rullarata

Verkkoratasingolle on tulossa rullarata. Sen tarkoituksena on tehostaa yksintyöstelyä verkkoratasingolla ja tehdä siitä ergonomisempaa. Syöttöpäähän tulevalla radalla saattaa vähentyä jopa 60% trukilla ajamista, koska radalle on mahdollista kerätä päivän puhallettavat jo vuoron alussa, eikä niitä enää tarvitse lähteä erikseen hakemaan hyllystä tai nostamaan työtasolle trukilla. Myös ergonomia huomioitiin syöttöpäähän sijoitettavalla kääntyvällä työtasolla, jolla pystytään helposti kääntämään kappalelava siten, että ylimääräinen palojen kurottelu lavoilta jää pois ja huonossa asennossa tehdyt nostot vähenevät.

Purkupäähän tulevalla radalla arvoitiin saatavaksi noin 90% vähemmän kävelyä syöttöpäästä purkupäähän. Tätä pystyttäisiin helposti vielä kasvattamaan purkupäähän asennettavalla suuremmalla peilillä, joka vähentäisi turhaa varmistamista kappaleiden mutkattomasta

kulusta ja tehostaisi näin puhallusta. Arvioitiin myös, että puhdistusharjan automatisoinnilla kyettäisiin tehostamaan työntekoa jopa 10% lisää, koska harjan säätämiseen kuluva aika pystyttäisiin käyttämään koneen syöttämiseen tai purkamiseen.

Tällä rullaratakokonaisuudella pystytään helpottamaan yhden työntekijän työskentelyä huomattavasti verkkoratasingolla.



Kuva 6. Verkkoratasingon syöttöpää

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia ja parantaa jäysteenpoistotyövaiheen erilaisia pullonkaulakohtia ja edistää läpimenoaikaa Tibnor Oy:lle, joka sijaitsee Seinäjoella. Tarkoitus oli myös tutkia verkkoratasingolle hankittavan rullaradan toimintaa ja kuinka se helpottasi tulevaisuudessa työskentelyä.

Yrityksen tarkoituksena oli hankkia verkkoratasingon syöttöpäähän puskurirata, jolle saataisiin kasattua puhallettavien kappaleiden lavoja useampia, ja purkupäähän rata, joka kuljettaisi kappaleet takaisin syöttöpään viereen, jossa ne pakattaisiin jatkoa varten. Tämä helpottaisi yksin työskentelyä verkkoratasingolla ja tekisi työstä ergonomisempaa. Tällä hetkellä työ toteutetaan joko yksin tai kahden työntekijän avulla. Yksin työskennellessä työtehokkuus kärsii, koska joudutaan pitämään jatkuvasti purkupäätä silmällä, ja kappaleiden pakkaamiseen kuluva ajassa koneeseen ei uusia kappaleita mene.

Työssä myös tutustuttiin tarkemmin jäysteen syntymiseen, metallin erilaisiin termisiin leikkausmenetelmiin ja jäysteen poistamiseen käsin ja koneellisesti. Jäyste on ei toivottua materiaalia, ja sitä syntyy, kun metallia työstedään erilaisilla menetelmillä. Se usein mielletään karheudeksi tai teräväksi harjanteeksi kappaleen reunoissa. Jäyste on poistettava, koska siitä aiheutuu haittaa mahdollisissa tulevissa työvaiheissa ja se saattaa aiheuttaa ennenaikaista kulumista, joka ei kuulu kappaleiden hyvään laatuun.

Työssä käsiteltiin myös työergonomiaa ja koneturvallisuutta. Työergonomia jäystettä käsin poistaessa on tärkeää, koska työ on fyysistä ja raskasta. Kappaleita on erikokoisia ja jopa satoja samalla lavalla, joten toistoja ja nostoja tulee paljon. Myös koneturvallisuus on tärkeää, koska työssä käytetään erilaisia koneita ja on tärkeää tunnistaa koneiden vaaratekijät ja erilaiset suojaukset.

Työ aloitettiin kartoittamalla erilaisia pullonkaulakohtia, joihin kului paljon aikaa ja tutkimalla kuinka tuleva rullarata nopeuttaisi ja helpottaisi verkkoratasingolla työskentelyä. Näiden havaitsemiseksi keskusteltiin jäysteenpoistotyövaiheen työntekijöiden kanssa ja myös oma työkokemus auttoi ongelmakohtien havaitsemista. Suurimmiksi pullonkaulakohdiksi havaittiin töiden käsittely tietokoneella, esimerkiksi töiden valmiiksi kuittaaminen, kun ne olivat valmiit jäysteenpoistosta ja viety seuraavaan työvaiheeseen. Tähän ehdotettiin korjaukseksi viivakoodijärjestelmää, jolla työt pystyttäisiin nopeasti aloittamaan ja kuittaamaan tuotannonohjausjärjestelmässä. Tähän kuluisi vähemmän aikaa kuin nykyiseen järjestelmään, ja tätä aikaa pystyttäisiin hyödyntämään muualla. Myöskin ehdotettiin tiedonkeruujärjestelmää, johon jäysteenpoistotyövaiheen työntekijät pystyisivät kirjaamaan tietoja kappaleista esimerkiksi

kappaleiden ongelmakohtia ja helpottavia työtekniikoita. Verkkoratasingolle tulevan rullaratajärjestelmän arvioitiin vähentävän trukilla ajamista noin 60%, koska puhallettavia lavoja voidaan varastoida puskuriradalle syöttöpäähän useampia. Edestakaisen kävelemisen arvioitiin vähenevän jopa 90%. Tätä vähentävät vielä enemmän parannukset näkyvyyteen peilillä ja puhdistusharjan korkeuden säädön automatisointi.

LÄHTEET

Fysios Mehiläinen. (i.a) *Työergonomia* <https://www.fysios.fi/palvelut/tyoergonomia>

Gillespie, L. (1999). *Deburring and edge finishing handbook*. Society of Manufacturing Engineers.

Ionix. (i.a). *Plasmaleikkaus* <https://www.ionix.fi/teknologiat/plasmatyosto/plasmaleikkaus/>

Qfin-deburring. (i.a.). *What is metal slag removal?* <https://qfin-deburring.com/news/what-is-metal-slag-removal/>

SSAB. (i.a.-b). *Laserleikkaus* <https://www.ssab.com/fi-fi/palvelut/kasittelypalvelut/laserleikkaus>

SSAB. (i.a-a). *Polttoleikkaus* <https://www.ssab.com/fi-fi/palvelut/kasittelypalvelut/polttoleikkaus>

Suomen ergonomiayhdistys. (2019). *Mitä on ergonomia?* <https://www.ergonomiayhdistys.fi/ergonomia/mita-ergonomia-on/>

Talentree (i.a.). *Mitä on lean?* <https://talentree.fi/konsultointi/mita-on-lean/>

Tervala, M. (25.11.2020). *Tavoitteena lyhyempi tuotannon läpimenoaika. Pinja blogi.* <https://blog.pinja.com/tavoitteena-lyhyempi-tuotannon-lapimenoaika>

Tibnor. (i.a-a). *Tietoa Tibnorista* <https://www.tibnor.fi/tietoa-tibnorista>

Tibnor. (i.a-b). *Teräspalvelukeskuksemme* <https://www.tibnor.fi/tietoa-tibnorista/teraspalvelukeskus>

Tibnor. (i.a-c). *Teräspalvelukeskuksemme: Seinäjoki* <https://www.tibnor.fi/tietoa-tibnorista/teraspalvelukeskus/seinajoki>

Tukes (i.a.). *Koneet* <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet>

Työturvallisuuskeskus (TTK). (i.a.). *Turvallinen ja terveellinen työ*. <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/>

Työturvallisuuslaki 738/2002. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>