

# SEAMK

Seinäjoen ammattikorkeakoulu  
Seinäjoki University of Applied Sciences

Arttu Paakkinen

---

## VaskiPUNCH-lävistyskoneen käyttöönotto-ohje

Opinnäytetyö

Kevät 2026

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Arttu Paakkinen

Työn nimi alaotsikkoineen: VaskiPUNCH-lävistyskoneen käyttöönotto-ohje

Ohjaaja: Jyri Lehto

Vuosi: 2026 Sivumäärä: 33

---

Tämän työn toimeksiantajana toimi Vaski Group Oy. Se on Seinäjoen Pohjan kaupunginosassa sijaitseva koneautomaatioalan yritys, joka valmistaa latan lävistyskoneita, kelalinjoja ja latan työstökoneita. VaskiPUNCH-lävistyskoneet ovat yksi yrityksen päätuoteryhmistä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia käyttöönotto-ohje VaskiPUNCH-lävistyskoneelle. Työssä kuvataan yleisellä tasolla lävistyskoneiden rakenne ja toimintaperiaate. Lisäksi siinä esitellään käyttöönoton päävaiheet sekä kerrotaan, miten varsinainen käyttöönotto-ohje on laadittu.

Käyttöönotto-ohje laadittiin nopeuttamaan käyttöönotto-prosessia ja vähentämään sen aikana syntyviä virheitä. Manuaaliin koottiin kaikki siihen mennessä havaitut käyttöönottoon liittyvät virheet. Ohjeistus salattiin yrityssalaisuuksien suojaamiseksi, koska se sisälsi yksityiskohtaisia kuvauksia koneiden toiminnasta.

<sup>1</sup> Asiasanat: teollisuusautomaatio, ohjekirjat, työstökoneet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Degree programme: Bachelor of Engineering, Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Arttu Paakkinen

Title of thesis: VaskiPUNCH startup manual

Supervisor: Jyri Lehto

Year: 2026 Number of pages: 33

---

The topic of the thesis was given by Vaski Group Oy. The company manufactures automated punching machines, coil lines and flat bar shaping machines. VaskiPUNCH machine is one of the main products of the company.

The task of the thesis was to create a startup manual for VaskiPUNCH machine. In the thesis the basic functions and components of the machine were studied, and the startup process was described. It was also explained how the startup manual was written.

The startup manual was produced to reduce startup time and to minimize errors during the startup procedure. All known issues related to the startup of VaskiPUNCH machines were documented in the manual. The startup manual was classified due to business confidentiality as it provided a detailed description of the machine startup process and, therefore, it was not included in the public version of the thesis.

<sup>1</sup> Keywords: work machines, industrial automation, instruction manuals

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoite.....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Yritysesittely .....	9
1.5 Tekoälyn käyttö tässä työssä .....	9
2 KONEAUTOMAATION TEORIAA .....	10
2.1 Servotekniikka ja servomoottori.....	10
2.2 Pneumaattiset sylinterit .....	11
2.3 Solenoidiventtiilit.....	12
2.4 Sylinterien asentoanturit.....	12
2.5 Pneumaattiset paineensäätimet .....	13
2.6 Pneumaattinen virtauksensäätöventtiili .....	14
2.7 Painekeytkimet.....	15
3 KIRJOITTAMISEN TEORIAA .....	16
3.1 Ohjeistavat tekstit.....	16
3.2 Kirjoittamisen vaiheet .....	17
4 NYKYTILAN KUVAUS.....	19
5 VASKIPUNCH-LÄVISTYSKONE LATAN LÄVISTYKSEEN.....	20
5.1 Rakenne .....	20
5.2 Modulaarisuus .....	24
5.3 Toimintaperiaate.....	24
5.4 Teknistä tietoa .....	25

6	VASKIPUNCH LÄVISTYSKONEEN KÄYTTÖÖNOTTO .....	26
6.1	Ohjelmien lataaminen ja projektin alustus .....	26
6.2	Mekaaninen testaus ja säätö .....	26
6.3	Pneumatiikkojen testaus .....	27
6.4	Lävistyskoneen hienosäätö .....	27
6.5	Viimeistely .....	28
7	KÄYTTÖÖNOTTO-OHJEEN TEKO .....	29
8	TULOKSET JA YHTEENVETO .....	31
8.1	Tulokset .....	31
8.2	Yhteenveto .....	31
	LÄHTEET .....	32

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1 Paineen säädin (soveltaen Libretext Engineering).....	14
Kuva 2. VaskiPUNCH Legacy.....	20
Kuva 3. Automaattinen syöttöpöytä. ....	21
Kuva 4. Työkalumakasiini. ....	22
Kuva 5. Kierteytystappi ja iskupää. ....	23
Kuva 6. Tarttuja. ....	23
Kuvio 1. Servojärjestelmä (soveltaen Fonselius ym., 1997, s.10).....	11

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Arkistotiedosto</b>	Pakattu Tia Portal -projekti.
<b>Bitwarden</b>	Salasanojen tallennuspalvelu.
<b>Heittokello</b>	Mittausväline, jolla voidaan lukea millimetrin sadasosia.
<b>HMI</b>	Human Machine Interface. Käyttöliittymä lävistyskoneen ja operaattorin välillä.
<b>Kuularuuvi</b>	Ruuvi, joka muuttaa mekaanisen pyörimisliikkeen lineaarisesti liikkeeksi.
<b>Laitteisto</b>	Fyysiset laitteet, joiden avulla lävistyskone toimii.
<b>Latta</b>	Litteä, suorakulmion muotoinen metallitanko.
<b>Moduuli</b>	Moduuli on osa, josta voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia.
<b>Multitool</b>	Lävistystyökalu, joka pystyy tekemään useampaa erilaista lävistysmuotoa.
<b>Offset-parametri</b>	Arvo, jolla voidaan hienosäätää ennalta määriteltäjä arvoja.
<b>Operaattori</b>	Henkilö, joka toimii työkseen koneenkäyttäjänä.
<b>Secomea</b>	Etäohjausjärjestelmä, jolla voidaan ottaa yhteys lävistyskoneeseen.
<b>Sekvenssi</b>	Sarja komentoja, jotka lävistyskone suorittaa peräjälkeen.
<b>Shimmilevy</b>	Metallinen levy, jonka avulla voidaan siirtää osia kauemmaksi toisistaan.
<b>Tunniste</b>	Muuttuja, jonka avulla voidaan ohjata automaatio-ohjelmaa.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Yksi Vaski Group Oy:n päätuotteista on VaskiPUNCH-lävistyskone. Yrityksen tavoitteena on valmistaa niitä vuodessa yli 60. Lävistyskoneiden käyttöönotto on pitkä ja moniosainen prosessi, jossa täytyy muistaa ja tietää monia asioita. Koska lävistyskoneita valmistetaan jatkuvasti, yritys haluaa käyttöönottoprosessista mahdollisimman tehokkaan ja helposti säistettävän uusille työntekijöille. Yritys haluaa myös vähentää virheitä käyttöönotossa ja vähentää asiakkaan luona tehtävää työtä.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tarkoituksena on kehittää käyttöönotto-ohje, jonka avulla VaskiPUNCH-lävistyskoneita voidaan ottaa käyttöön. Tavoitteena on luoda selvä dokumentaatio hyvistä käytännöistä ja tarkistettavista asioista. Näin voidaan vähentää työn määrää asiakkaalla ja nopeuttaa lävistyskoneen käyttöönottoa. Selkeän tarkistuslistan noudattaminen helpottaa tehtyjen työvaiheiden seuranta ja vähentää inhimillisten virheiden riskiä.

## 1.3 Työn rakenne

Tämän työn toisessa luvussa kerrotaan koneautomaatiossa käytettävistä laitteista. Tässä luvussa esitellään servojärjestelmän toimintaperiaate ja esitellään pneumaattisia laitteita, joilla toteutetaan ja ohjataan liikettä. Luvun lopussa esitellään laitteita, joilla tunnistetaan sylinterien asento, sekä muita pneumaattisia laitteita, joita lävistyskone käyttää. Sen jälkeen kolmannessa luvussa kerrotaan ohjeen kirjoittamisen teoriasta. Se käsittelee sitä, miten ohjeistavia tekstejä luodaan ja miten kirjoittamista voi helpottaa kirjoittamalla vaiheittain. Neljännessä luvussa esitellään yrityksen tämänhetkistä tilannetta. Siinä kerrotaan ongelmista, joita yrityksellä on ja miten tilanne voi parantua tämän opinnäytetyön avulla. Siinä myös asetetaan tavoitteita opinnäytetyölle. Viides luku käsittelee lävistyskoneen rakennetta ja toimintaperiaatetta. Siinä selitetään lävistyskoneen modulaarisuutta ja jaetaan teknistä tietoa koneesta. Kuudes luku on päiväkirjamallinen selostus siitä, miten lävistyskone otetaan käyttöön. Se on jaettu viiteen eri osioon, jotka käsittelevät käyttöönoton

vaiheita. Seitsemännessä luvussa avataan sitä, mitä käyttöönotto-ohjeeseen on kirjoitettu. Se käsittelee useimmat osiot käyttöönotto-ohjeesta. Opinnäytetyö loppuu tuloksiin ja yhteenvetoon.

#### **1.4 Yritysesittely**

Vaski Group Oy sijaitsee Seinäjoen Pohjan kaupunginosassa. Vuonna 2024 se työllisti 41 henkilöä ja sen liikevaihto oli 7,9 miljoonaa euroa (Asiakastieto, i.a.). Vaski Group Oy:n suurimmat tuotteet ovat kelalinjat ja VaskiPUNCH-lävistyskoneet (Vaski Group, i.a.). Vaski Group Oy:llä on kaksi tytäryhtiötä, ruotsalainen Ursviken ja hyvinkääläinen Pivatic, ja sillä on monia asiakkaita ympäri maailmaa. Tämän takia osa työtehtävistä suoritetaan ulkomailla kun koneita asennetaan.

#### **1.5 Tekoälyn käyttö tässä työssä**

Tässä opinnäytetyössä on käytetty ChatGPT-kielimallia tekstin ideointiin ja tarkastukseen. Kaikki työssä käytetyt lähteet ovat tämän työn kirjoittajan hakemia lähteitä, eivät tekoälyn tuottamia lähteitä. Jos tekoälysovellus on tuottanut tekstiin uusia ideoita, on ne tarkistettu alkuperäisistä lähteistä. Lisäksi niihin on viitattu asianmukaisesti.

## 2 KONEAUTOMAATION TEORIAA

### 2.1 Servotekniikka ja servomoottori

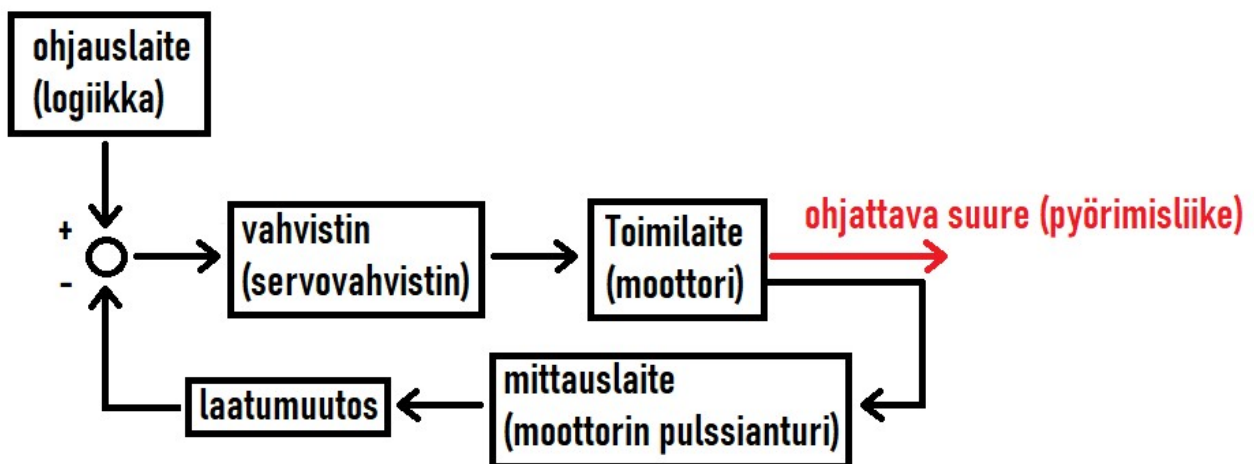
Servotekniikka kehitettiin alun perin toisen maailmansodan aikaan ohjaamaan tarkasti ja nopeasti tykkien ja ohjusjärjestelmien liikkeitä (Fonselius ym., 1997a, s. 7). Servotekniikka on sen jälkeen levinnyt prosessiteollisuuteen, konepajoille, koneautomaatioon ja moneen muuhun teollisuuden alaan. Yleisiä servotekniikan sovelluksia ovat kappaleen siirto- ja kuljetuslaitteet sekä hitsausrobotit ja CNC-koneet. Servojärjestelmä säättää ohjauslaitteen lähtösignaalin suuruutta palautesignaalin perusteella (Advanced Motion Controls, 2025). Näin järjestelmä pystyy toimimaan tarkasti ohjatessa kappaleiden nopeutta ja paikkaa.

Servomoottori on servojärjestelmien toimilaite (Fonselius ym., 1997a, s. 10). Servomoottorin tehtävänä on luoda pyörimisliikettä erilaisille laitteille. Sen hyötyjä on roottorin pieni hitausmomentti, joka mahdollistaa roottorin nopean kiihtyvyyden ja hidastuvuuden. Näin voidaan suorittaa nopeita liikkeitä ilman värähtelyä. Servomoottorissa on sisäänrakennettuna takogeneraattori ja pulssianturi, joita käytetään takaisinkytkennässä.

Collinssin (2021) mukaan takogeneraattori on laite, joka mittaa pyörimisnopeutta jännitteen perusteella. Kun moottori pyörii, moottorin magneettikenttä pyörii takogeneraattorin ympärillä. Takogeneraattoriin muodostuu vaihtosähkövirta, joka muutetaan tasavirraksi. Tämän jälkeen tasavirrasta suodatetaan virtapiikit. Tämä tasavirta on suoraan verrannollinen roottorin pyörimisnopeuteen. Pulssianturi on anturi, joka muuttaa akselin pyörimisliikkeen analogiseksi tai digitaalseksi signaaliksi (Dynapar, i.a.). Tätä signaalia käytetään tunnistamaan akselin tämänhetkinen paikka.

Servomoottorin nopeus- ja asematiedot ovat yleensä takaisinkytkettyjä (Fonselius ym., 1997a, s. 8). Aseman takaisinkytkentä toimii seuraavasti. Ohjelmoitava logiikka antaa ohjaussignaalin servovahvistimelle, joka vastaa haluttua asemaa. Tästä signaalista vähennetään arvo, joka vastaa servomoottorin tämänhetkistä asemaa. Servovahvistin muuttaa signaalin virraksi, joka on kytketty servomoottorille. Servomoottori alkaa pyöriä kohti haluttua asemaa. Kun servomoottori alkaa saavuttaa haluttua asemaa, tämänhetkinen asema kasvaa, pienentäen vahvistimen vastaanottamaa ohjaussignaalin suuruutta. Vahvistus

pienenee, mikä hidastaa pyörimisnopeutta. Kun haluttu asema ja moottorin asema ovat yhtä suuret, servovahvistimen ohjausarvo on nolla ja liike pysähtyy. Jos akseli pyörii halutun aseman yli, mitattu asema on suurempi kuin ohjausarvo. Tämä tekee ohjaussignaalista negatiivisen, kääntäen pyörimissuunnan ja aiheuttaen servojärjestelmään värähtelyä. Värähtelyn määrää voidaan säätää vahvistuksen suuruutta muuttamalla (mts. 10). Suuri vahvistus tarkoittaa nopeampaa liikettä, mutta myös suurempaa aseman ylitystä ja voimakkaampaa värähtelyä.



Kuvio 1. Servojärjestelmä (soveltaen Fonselius ym., 1997, s. 10).

## 2.2 Pneumaattiset sylinterit

Sylinterit tekevät pneumaattikajärjestelmän varsinaisen työn (Fonselius ym., 1997b, s. 52). Ne luovat suoraviivaista liikettä työntämällä männän ulos sylinteristä. Niille tyypillistä on, että sylinterin männän asento on vaikea saada pysähtymään ääriasentojen välille. Tämän takia sylintereitä käytetään yleensä liikuttamaan mäntä ääriasennosta toiseen tai kiinteää ulkopuolista estettä vasten.

Yksitoimiset sylinterit liikkuvat vain toiseen suuntaan paineilman avulla (Fonselius ym., 1997b, s. 52). Paluuliike toteutetaan jousivoimalla tai kuorman omalla painolla. Koska palautusjousi synnyttää painevoimalle vastakkaissuuntaisen voiman, ei yksitoimisia sylintereitä voi käyttää, mikäli tarvitaan suuria puristusvoimia. Sen hyvä puoli on paineilman säästäminen paluuliikkeen aikana. Kaksitoimiset sylinterit ovat yleisempiä kuin yksitoimiset

sylinterit (mts. 53). Niitä voi liikuttaa sisään ja ulospäin paineilman avulla ja niillä on enemmän voimaa. Jossain sylintereissä on myös päätyvaimennus, joka pienentää sylinterin liikenoiteutta liikkeen loppuosassa (mts. 54). Päätyvaimennuksella estetään sylinterin vaurioituminen sellaisessa tilanteessa, jossa mäntä osuu voimakkaasti sylinterin seinämään. Vaimennus luodaan pienentämällä ilman ulosvirtausta sylinteristä, kun mäntä on saavuttamassa liikeradan loppuosaa.

### **2.3 Solenoidiventtiilit**

Solenoidiventtiili on sähkömekaaninen laite, jonka avulla voi ohjata ilman ja nesteen virtausta (The Lee Company, i.a.). Se koostuu kahdesta osasta, solenoidista ja venttiilistä. Solenoidi on sähkökela, jonka sisällä on vapaasti liikkuva ferromagneettinen osa. Kun solenoidi saa jännitteen, se luo magneettikentän ja vetää osan päätyasentoon päästämällä virtauksen venttiiliin päätyyn ja vaihtaen venttiiliin asentoa.

Solenoidiventtiilejä käytetään, kun nesteen virtausta halutaan ohjata automaattisesti (Dwyeromega, i.a.). Yleisiä käyttökohteita ovat esimerkiksi voimalat ja erilaiset koneet. Niiden käyttötapoja on useita ja erilaisia versioita on monia (The Lee Company, i.a.). Solenoidiventtiiliä voidaan käyttää avaamaan ja sulkemaan virtaus, säätämään virtauksen suuruutta ja vaihtamaan virtauksen suuntaa. Venttiilit jaetaan NC- (normaalisti kiinni) ja NO (normaalisti auki) -venttiileihin. Tämän tyyppisissä merkinnöissä ilmoitetaan venttiiliin jännitteetön normaali tila. Kun venttiili saa jännitteen, se vaihtaa asentoa. Kun se menettää jännitteen, jousi palauttaa venttiiliin sen alkuperäiseen asentoon.

Markkinoilla on myös lukitus-solenoidiventtiilejä (The Lee Company, i.a.). Nämä venttiilit vaihtavat asentoa pulssin perusteella ja jäävät tähän asentoon solenoidin jännitteen katkettua. Tällaisten solenoidiventtiilien etuja on niiden toiminnan pysähtyminen sähkökatkokkien aikana ja niiden helppokäyttöisyys.

### **2.4 Sylinterien asentoanturit**

Pneumaattisissa järjestelmissä sylinterien männän asennon tunnistamiseen käytetään antureita (Festo, 2022a). Anturit kiinnittyvät sylinterin runkoon, sille korkeudelle, josta

männän asento tunnistetaan. Tunnistus tapahtuu mäntään kiinnitetyn magneetin avulla. Kun anturi tunnistaa männän, se lähettää digitaalisen signaalin eteenpäin. Signaali kytke-  
tään logiikan tulokorttiin, jonka jälkeen sen voi lukea automaatio-ohjelmassa.

Sylinterien asentoanturit käyttävät M8- ja M12-liitäntöjä (Autonics, i.a.). Niiden etuja ovat niiden kompakti koko ja niiden toimintavarmuus (AJ Born, i.a.). Nimen M-kirjain viittaa sa-  
naan metric ja numero kertoo liitännän halkaisijan millimetreinä. Liitäntöjä on 3-, 4- ja 5-  
johtimisia versioita.

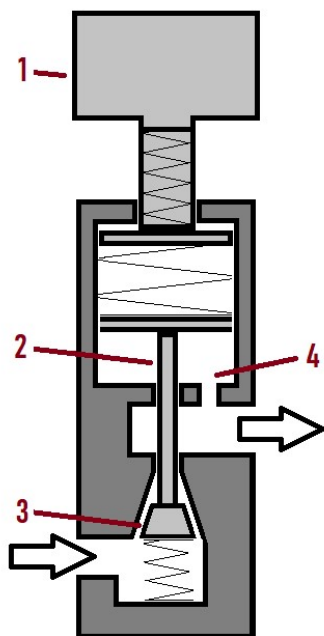
Sylinterien asentoantureita on kahta erilaista mallia (Festo, 2022a), mekaanisia Reed-an-  
tureita ja puolijohdeantureita. Kummatkin anturit toimivat magnetismin avulla. Reed-anturi  
sisältää kaksi metallista nauhaa. Kun sylinterin männän magneettikenttä saavuttaa reed-  
anturin, reed-anturin metallinauhat taittuvat toisiinsa kiinni. Tämä luo suljetun virtapiirin.  
Reed-anturiin johdettu sähkövirta kulkee anturin läpi ja antaa signaalin logiikalle. Reed-an-  
turin ongelmia on sen mekaaninen kuluminen. Takertumista alkaa esiintyä 20–50 miljoon-  
nan työkierron jälkeen. Reed-anturin hyötyjä on sen alhainen hinta ja se, että se ei kuluta  
sähköä.

Puolijohdeanturin toiminta perustuu magneettikentän luomiin resistanssimuutoksiin sen si-  
sällä (Festo, 2022a). Kun resistanssi muuttuu, anturin jännitteen suuruus muuttuu. Jänni-  
tettä voimistetaan ja prosessoidaan anturin sisällä. Prosessoinnin aikana anturin jännite  
muutetaan digitaaliseksi. Tämä digitaalinen jännite syötetään signaalina logiikalle. Puoli-  
johdeanturin etuja on sen kestävyys ja pitkäikäisyys. Tämä johtuu siitä, että anturissa ei  
ole mekaanisesti kulumia osia. Puolijohdeanturit ovat myös suojattuja ylikuormitukselta,  
käänteiseltä napaisuudelta ja oikosuluilta. Ne toimivat myös reed-antureita paremmin, jos  
anturiin kohdistuu tärinää (Tameson, 2024).

## 2.5 Pneumaattiset paineensäätimet

Paineensäätimiä käytetään monissa kodin ja koneteollisuuden laitteissa (Beswick En-  
gineering, i.a.). Kodeista paineensäätimen voi löytää esimerkiksi keskuslämmitysuunista ja  
koneteollisuudessa esimerkiksi pneumaattisista automaatiojärjestelmistä (Pneumadyne,  
i.a.). Paineensäätimien päätehtävä on rajoittaa säätimeltä lähtevää ilman painetta ja pitää

paine samana tulopaineen muutoksista huolimatta (Beswick engineering, i.a.). Painetta muuttamalla voidaan säätää pneumaattisen sylinterin voimaa.



Kuva 1. Paineen säädin (soveltaen Libretext Engineering).

Paineensäädin on laite, joka tasapainottaa voimia (Jordanvalve, i.a.). Kuvassa 1 on esitelty piirros paineensäätimestä. Paineensäätimessä on kaksi jousia, yksi osien 1 ja 2 välissä, ja yksi osan 3 alapuolella. Kun osaa 1 pyörittää, se ruuvautuu alaspäin. Osa 2 työnny alaspäin jousen voimasta. Paine pääsee virtaamaan säätimen sisään osan 3 laskeututtua. Kun paine on laitteen sisällä, se menee aukkoon 4 työntäen osaa 2 ylöspäin. Osa 3 tukkii sisäänvirtausaukon. Säädin on saavuttanut halutun paineen. Kun paine laskee säätimessä, osaan 2 kohdistunut paine pienenee ja osa 3 alkaa laskeutumaan. Tämä päästää ilman virtaamaan takaisin säätimeen, nostaen painetta ja tukkien sisäänvirtausaukon uudelleen.

## 2.6 Pneumaattinen virtauksensäätöventtiili

Pneumaattisia virtauksensäätöventtiilejä käytetään ilmvirtauksen suuruuden säätämisessä (Festo, 2022b). Näin voidaan helposti säätää pneumaattisten sylinterien liikenopeuksia. Kontrolloimalla sylinterien liikenopeuksia sylinterit kestävät hyväkuntoisina

pidempään ja ne toimivat hiljaisemmin. Virtauksensäätöventtiili toimii säätämällä venttiilin sisällä olevan ilma-aukon suuruutta. Säätäminen tapahtuu venttiilin päällä olevasta säätönupista. Mitä pienempi ilma-aukko on, sitä hitaampaa ilmavirtaus on ja sitä hitaampi sylinterin liike on.

## 2.7 Painekeytkimet

Painekeytkin ohjaa sähköpiiriä paineen muutosten perusteella (Tameson, 2025). Kun paineraja saavutetaan, piiri kytkeytyy päälle ja kun paine laskeutuu sen alapuolelle, piiri kytkeytyy pois päältä. Painekeytkimiä käytetään kodin lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmissä. Koneiteollisuudessa painekeytkimiä voidaan käyttää ilmoittamaan järjestelmän liian matalasta paineesta (Klinger, 2025). Näin kone voidaan pysäyttää ja estää koneen käyttäminen, kun sen paine on liian alhainen.

Painekeytkimiä on kahta erilaista mallia, mekaanisia ja elektronisia. Mekaaniset painekeytkimet käyttävät joustaa painerajan säädössä. Ne ovat halpoja ja helppotoimisia. Elektroniset painekeytkimet ovat tarkempia kuin mekaaniset painekeytkimet. Niissä on usein ohjelmoitavia toimintoja ja ne voivat olla varustettuja näytöllä.

Mekaaninen painekeytkin toimii samoilla periaatteilla kuin paineensäädin. Järjestelmän paine työntää painekeytkimen mäntää ylöspäin (Precisionmass, 2021). Kun mäntä on ylhäällä, se työntää kaksi kosketinta kiinni toisiinsa. Näiden koskettimien kautta muodostuu suljettu virtapiiri. Sähkövirtaa, joka kulkee koskettimien kautta, käytetään signaalina logikalle. Kun painerajaa halutaan säätää suuremmaksi, painekeytkimen ruuvia pyöritetään alaspäin. Tämä luo suuremman jousivoiman, joka vastustaa männän liikettä ylöspäin. Koska männän liikettä vastustetaan enemmän, vaaditaan suurempi paine, jotta piiri aktivoituu ja paineraja saavutetaan.

### 3 OHJEEN KIRJOITTAMISEN TEORIAA

Työelämässä tehdään dokumentteja, jotta saavutettaisiin jokin käytännön tavoite (Kauppinen ym., 2012, s. 34). Tämän takia pitää kirjoittaa vain sellaista tietoa, josta on hyötyä lukijalle. Tärkeintä kirjoittamisessa on hyvä yleiskielen hallinta (mts. 36). Tämä tarkoittaa, että käytetään sopivia termejä ja että lauseet rakennetaan oikein.

Vaikka insinöörien kirjoitelmat käsittelevät usein monimutkaisia asioita, lukijan ymmärtämistä ei pidä sekoittaa lisää monimutkaisella esitystavalla (Kauppinen ym., 2012, s. 34). Jos tekstistä tulee liian monimutkaista, sen ymmärtämistä voi helpottaa esimerkeillä. Terminologia ei myöskään saa olla liian vaikeaselkoista. Mikäli kirjoitelma tuotetaan huolimattomasti, lukija saattaa ymmärtää tekstin väärin (mts. 37). Tämän voi estää luomalla kirjoitelman niin, että olettaa, että lukija ei tiedä paljon aiheesta entuudestaan.

Hankalasti luettavien ja ymmärrettävien kirjoitelmien taustalla on usein yleinen ajatteluharha (Kauppinen ym., 2012, s. 37). Kirjoittaja kuvittelee, että tekstin pitää olla pitkä ja monisanainen, että kirjoitelmasta tulee hyvä. Tämä ei pidä kuitenkaan yleensä paikkaansa. Hyvässä kirjoitelmassa käytetään vain vähän sanoja, joiden avulla voidaan selittää selvästi haluttu asia. Tällainen kirjoittaminen on laadukasta.

Laadukkaassa tekstissä korostuu suunnitelmallisuus (Kauppinen ym., 2012, s. 37). Kun kirjoitettavan asian sisällön suunnittelee tarkasti, syntyy lyhyt kirjoitus, joka pysyy aiheessa. Tämän takia suunnitteluun kuuluu käyttää enemmän aikaa kuin kirjoittamiseen. Mitä laiskemmin suunnittelee kirjoitelman, sitä enemmän lukijalla on työtä ymmärtää kirjoitettu teksti.

#### 3.1 Ohjeistavat tekstit

Ohjeita tarvitaan, kun kehitellään uusia toimintatapoja tai kun uusia työntekijöitä perehdytetään työhön (Kauppinen ym., 2012, s. 134). Kun kirjoitetaan ohjeistavia tekstejä, on hyvä pitää mielessä muutama lähtökohta. Jotkut ohjeen lukijoista ovat kärsimättömiä. Tämän takia ohje ei saa olla liian pitkä. Sen pitää keskittyä olennaisiin asioihin ja asiat pitää

selittää yksinkertaisesti. On myös tärkeää, että ohjeissa on kaikki vaadittavat tiedot, jotta voidaan siirtyä seuraaviin ohjeen vaiheisiin.

Lukijalle pitää selittää ohjeen alussa, miksi ohjeen lukeminen on tärkeää, koska monilla ihmisillä on tapana jättää ohjeet lukematta ja ryhtyä suoraan työhön (Kauppinen ym., 2012, s. 134). Yksi ohjeen tärkeimmistä tehtävistä on saada lukija ylipäättään lukemaan ohje. Heti ohjeen alussa on hyvä kertoa, mitä ohje koskee ja kenelle se on tarkoitettu (mts. 136). Ohjeen laatimisessa on hyvä kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin. Lukijaa pitää motivoida, kuvia pitää olla runsaasti, ohje pitää olla rakennettu lukijalähtöisesti ja ohje pitää testata (mts. 135). Lukijan motivoinnilla tarkoitetaan sitä, että pyritään vastaamaan niihin asioihin, mitä lukija haluaa tietää. Jos ohjeessa on liikaa turhaa tietoa, sen lukeminen ei ole motivoivaa. Runsas kuvitus auttaa ymmärtämään kokonaisuuksia paremmin. Ohje on myös kevyempi lukea, jos siinä on paljon kuvia. Testaamisella tarkoitetaan sitä, että ohje annetaan jonkun käytettäväksi. Näin voidaan paljastaa heikkouksia ohjeesta. Ohjeisiin jää yleensä aukkoja sellaisista asioista, joita kirjoittaja pitää itsestäänselvyyksinä. Terminologiaan kannattaa myös kiinnittää huomiota. Jos kutsut jotain asiaa tietyllä termillä, pitää tätä asiaa kutsua samalla termillä ohjeen loppuun saakka (mts. 136). Painettava nappi voi olla näppäin tai painike mutta ei molempia.

Yleisimmät heikkoudet kirjoitetuissa ohjeissa ovat epäjohdonmukainen jäsenitys, toimivaiheet eivät kytkeydy toisiinsa, lukijalta odotetaan liikaa ennakkotietoa, liian vaikeat erikoistermit ja epäselvät kuvat (Kauppinen ym., 2012, s. 135). Usein ohjeiden ongelmat johtuvat kirjoittajan tai organisaation asenteista. Ohjeisiin ei haluta panostaa tarpeeksi ja ne jäävät sen takia puutteellisiksi.

### **3.2 Kirjoittamisen vaiheet**

Kirjoittaminen voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen (Kauppinen ym., 2012, s. 50). Nämä vaiheet ovat suunnitteluvaihe, tuottava vaihe, kehittäminen ja uudelleenkirjoitusvaihe ja viimeistelyvaihe.

Suunnitteluvaiheessa rajataan alue kirjoitelmalle (Kauppinen ym., 2012, s. 50). Tämän voi tehdä esimerkiksi luomalla otsikot aiheille, joista haluaa kirjoittaa. Siinä myös kehitellään

ideoita ja hankitaan tietoa, mitä kirjoitelman kirjoittaminen vaatii. Tämän jälkeen suunnitellaan kirjoitelman rakenne tarkemmin. Yleinen apuväline suunnitteluvaiheessa on miellekartta.

Tuottavassa vaiheessa kirjoitetaan mahdollisimman paljon sisältöä (Kauppinen ym., 2012, s. 51). Tässä vaiheessa ideana on kirjoittaa kaikki, mikä asiasta tulee mieleen. Lista on hyvä apuväline kirjoittamiseen. Listan luominen on helppoa, ja se helpottaa paljon kirjoittamista. Tuottavassa vaiheessa kannattaa lähteä liikkeelle siitä kohtaa, mistä on helpointa kirjoittaa. Kirjoitelmaa ei tarvitse tehdä alusta loppuun, vaan juuri siltä kohtaa, mikä tuntuu luontevimmalta. Jos tekstiä tulee liikaa, sitä voidaan karsia myöhemmässä vaiheessa. Karsiminen on huomattavasti helpompaa kuin uusien asioiden oivaltaminen, joten ei pidä pelätä sitä, että kirjoitelmasta tulee liian pitkä tässä kohtaa.

Kehittely- ja uudelleenkirjoitusvaiheessa tarkastellaan ja muokataan jo kirjoitettua tekstiä (Kauppinen ym., 2012, s. 51). Lauserakenteita kevennetään, pitkiä lauseita voidaan jakaa useiksi eri lauseiksi, tarkastetaan että terminologia ei ole liian vaikeaselkoista, tarkistetaan että kappalejako on kunnossa ja poistetaan epäolennainen teksti. Tässä osassa hiotaan kirjoitetusta tekstistä laadukasta.

Viimeistelyvaiheessa tutkitaan tekstin yksityiskohtia ja tekstin johdonmukaisuutta (Kauppinen ym., 2012, s. 52). Tässä vaiheessa on myös järkevää antaa teksti luettavaksi jollekin muulle ja pyytää arviota siitä. On syytä tutkia kirjoitettua tekstiä ja miettiä, toteutuuko kirjoitelman asetetut tavoitteet. On tarkistettava, että teksti on johdonmukainen ja on hyvä varmistaa, että tekstissä ei ole kielivirheitä. On järkevää odottaa hetki ennen viimeistelyvaiheen tekemistä (Nykänen, 2002, s. 31). Kun kirjoittamisen aikana tapahtunut ajatuksen kulku on osittain unohtunut, on helpompaa nähdä virheitä tekstissä.

## 4 NYKYTILAN KUVAUS

Vaski Group Oy:llä työskentelee tällä hetkellä muutama työntekijä, joiden päätehtävänä on tehdä käyttöönottoja. Yritys on voimakkaassa kasvussa, ja tuotannon määrää yritetään suurentaa jatkuvasti. Tämä tarkoittaa uusien käyttöönottajien palkkaamista lähitulevaisuutena. Lävistyskoneiden käyttöönottoa tehdään tällä hetkellä kertomalla suulliset ohjeet uusille käyttöönottajille. Suulliset ohjeet ovat usein puutteelliset, ja vaaditaan useita käyttöönottoja, jotta prosessi opitaan hyvin. Uusien työntekijöiden kokemattomuus kuormittaa automaatio suunnittelijoita ja vanhempia käyttöönottajia. Käyttöönottoon kouluttaminen vaatii paljon aikaa, ja se on työläs prosessi. Koska koulutus on suullista, jotkin asiat voivat unohtua käyttöönottojen välissä. Lävistyskoneiden yleisiä ongelmia ei myöskään ole dokumentoitu. Tämän takia kokemattomat käyttöönottajat saattavat tehdä turhia virheitä, joita muut käyttöönottajat eivät tekisi. Nämä ongelmat joudutaan ratkomaan asiakkaalla.

Uusilla käyttöönottajilla on eniten ongelmia ymmärtää, mitä kaikkea lävistyskoneista kuuluu tarkistaa. Lävistyskoneissa on monia liikkuvia osia, joiden oikeanlainen toiminta pitää varmistaa. Nämä tarkistukset voi oppia vain kokemuksella, mutta niiden tekemättä jättäminen saattaa asettaa lävistyskoneen sellaiseen asemaan, jossa se vaurioituu. Esimerkkinä tästä on liikkuvissa osissa kiinni olevien sähkökaapeleiden pituuden tarkistus. Jos kaapelit jäävät liian lyhyiksi, ne repeävät irti lävistyskonetta käyttäessä. Toinen yleinen ongelma liittyy lävistyskoneen etäyhteyden asettamiseen. Etäyhteyden asettaminen on monivaiheinen työ, jossa pitää muistaa monia erilaisia asetuksia, jotka täytyy tehdä juuri oikealla tavalla. Siinä käytetään useita eri tietokoneohjelmia ja käydään usealla eri nettisivuilla. Yrityksellä ei ole ohjetta, jossa prosessi selitettäisiin, vaan se on selitetty suullisesti. Lasermerkkaajan käyttöönotto on kolmas erityisen haastava asia uusille käyttöönottajille. Sen käyttöönotossa pitää muistaa monia erilaisia työvaiheita, joista ei ole minkäänlaista dokumentaatiota.

Opinnäytetyön tavoitteena on nopeuttaa ja kehittää lävistyskoneiden käyttöönottoprosessia ohjeella. Hyvillä ohjeilla voidaan vähentää avuntarvetta, joka poistaa työkuormaa automaatio suunnittelijoilta ja kokeneemmilta käyttöönottajilta. Se vähentää myös virheitä ja asiakkaan luona tehtävää työtä.

## 5 VASKIPUNCH-LÄVISTYSKONE LATAN LÄVISTYKSEEN

### 5.1 Rakenne

Kaikki versiot lävistyskoneista näyttävät suhteellisen samanlaisilta. Kun lävistyskoneen edessä seisotaan, sen vasemmalla puolella on syöttöpöytä, keskellä on iskupää ja oikealla puolella poistopöytä. Lävistyskoneen liikkuvat osat on koteloitu niin, että niihin ei pääse käsiksi koneen ollessa käynnissä.



Kuva 2. VaskiPUNCH Legacy.

Syöttöpöydän tarkoitus on ohjata latta lävistyskoneen sisään. Se on yleensä kolme metriä pitkä, mutta asiakas voi tilata halutessaan eripituisen version. Manuaalisen syöttöpöydän leveys on noin 30 senttimetriä.



Kuva 3. Automaattinen syöttöpöytä.

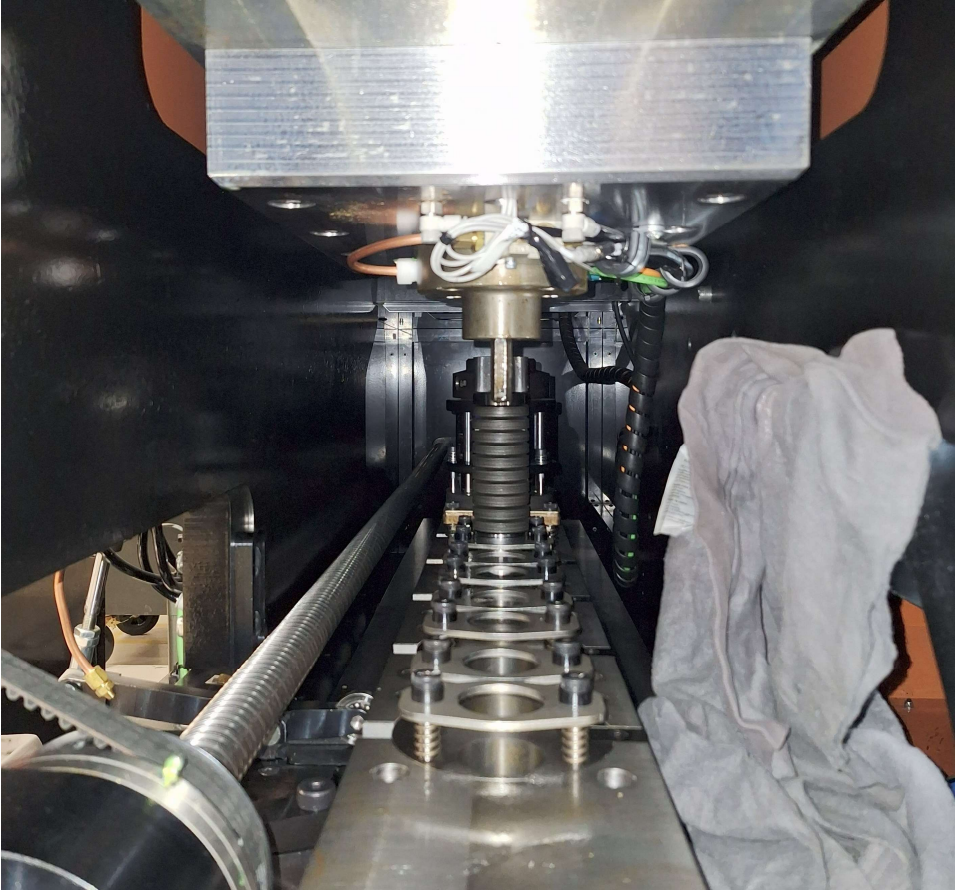
Syöttöpöydän ja iskupään välissä on monia erilaisia lävistuskoneen toimintaan vaikuttavia laitteita. Lattan puristajat sijaitsevat tässä osassa. Kun latta on syötetty lävistuskoneeseen, puristajat alkavat puristaa sitä ylä- ja sivusuunnassa. Sivusuunnan puristaja painaa lattan säätöleukaa vasten. Puristajat varmistavat, että latta pysyy kiinteästi paikoillaan, kun lattaan lyödään reikiä.

Keskiosassa sijaitsevat työkalumakasiini ja iskupää. Työkalumakasiini on liikkuva koneen osa, johon on asetettu työkaluja pystyyn. Kun lävistuskone saa käskyn iskeä reiän lattaan, iskupää painaa työkalua ylhäältä alaspäin. Työkalu painautuu lattaa vasten työntäen materiaaliin halutun reiän muodon.



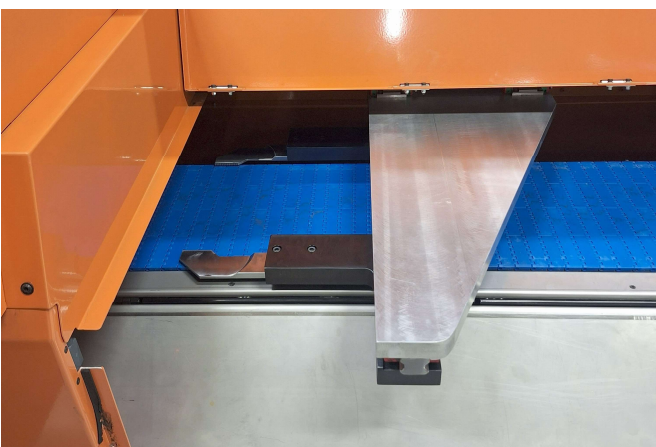
Kuva 4. Työkalumakasiini.

Yksi työkalumakasiinin käyttämistä työkaluista on multitool. Siinä on mallin mukaan kolme, viisi tai kahdeksan erilaista työkalua. Näillä työkaluilla voidaan tehdä erilaisen muotoisia reikiä. Kun lävistyskone käyttää multitoolia, se valitsee oikean työkalun pyörittämällä multitoolin yläosaa kierteytystapilla. Kierteytystappi laskeutuu iskupäästä multitoolin keskellä olevaan reikään, jossa se pyörii haluttuun kulmaan. Joka kerta kun kierteytystappi pyörähtää 45 astetta, se valitsee eri työkalun.



Kuva 5. Kierteytystappi ja iskupää.

Lävistyskoneen poistopöydän puolella sijaitsee tarttuja ja lasermerkkaaja. Tarttujaan tehtävä on liikuttaa lattia lävistyskoneen sisällä ja paikoittaa reikien paikat. Kun kappale on valmis, tarttuja vie kappaleen tiputuspaikalle.



Kuva 6. Tarttuja.

## 5.2 Modulaarisuus

VaskiPUNCH-lävistyskoneet rakentuvat asiakkaan valitsemista moduuleista. Lävistyskoneita on kolmea eri versiota: Inspiration, Legacy ja Prodigy. Versio vaikuttaa lävistyskoneen iskuvoimaan, kokoon ja työkalumakasiinin työkalujen määrään.

Asiakkaan toivoma latan syöttötapa määrää sen, onko lävistyskoneessa manuaalinen vai automaattinen syöttöpöytä. Jos siinä on manuaalinen syöttöpöytä, operaattori syöttää latan lävistyskoneen sisään käsin. Jos siinä on automaattinen syöttöpöytä, latat lastataan telineeseen, josta syöttöpöytä syöttää latat automaattisesti lävistyskoneeseen. Näin voidaan ajaa useita lattoja peräjälkeen ilman, että kappaleiden tekeminen pysähtyy.

Poistopöytävaihtoehdot määrittävät sen, miten ajatut kappaleet poistuvat lävistyskoneesta. Mikäli asiakas haluaa lajitella eri kappaleet eri laatikoihin, voi poistopöydän tilata hihnakuuljettimella. Hihnakuuljettimessa on neljä eri tiputuspaikkaa, joiden sijaintia voi muuttaa HMI:ltä. Kappaleen voi tiputtaa poistopöydän eteen tai työntää sen poistopöydän perästä reunan yli.

Lasermerkkaaja on yksi moduuleista, jonka asiakas voi halutessaan tilata lävistyskoneeseen. Sen avulla kappaleisiin voidaan merkitä osanumero tai kuva. Asiakas voi myös tilata latan pinnan voiteluyksikön. Kun kappaleita työstetään, voiteluyksikkö suihkuttaa leikkausnestettä latan päälle, mikä helpottaa latan työstämistä.

## 5.3 Toimintaperiaate

Kappaleiden luontiin käytetään VaskiCAM-ohjelmaa, joka sijaitsee lävistyskoneen edessä olevalla HMI:llä. Sen avulla voidaan suunnitella kappaleisiin halutut reiät, kappaleen pituus ja merkinnät. Kun halutut kappaleet on suunniteltu, ne sijoitetaan suunnitteluohjelmassa lattasuunnitelman sisälle. Kun kappaleiden työistö aloitetaan, valitaan haluttu lattasuunnitelma. Tämän jälkeen operaattori käynnistää kappaleiden ajamisen HMI:ltä. Työkalumakasiini ja tarttuja siirtyvät aloituspaikoille. Operaattori syöttää latan lävistyskoneen sisään, ja lävistyskone tunnistaa sen anturin avulla. Syöttöpöydän puristimet painautuvat kiinni. Kun operaattori painaa aloitusnappia, tarttuja ottaa kiinni latasta, ja vetää latan oikeaan kohtaan iskua varten. Työkalumakasiini liikkuu taaksepäin halutun työkalun kohdalle ja

iskupää suorittaa iskun painaen työkalua ja poistaen palan latasta. Poistettu pala tippuu roskakuljettimelle. Yksi työkalumakasiinin työkaluista on katkaisutyökalu. Katkaisutyökallulla erotetaan kappaleet toisistaan. Jos kappaleeseen halutaan lasermerkintä, tarttuja toimittaa kappaleen laserointipisteeseen reikien iskemisen jälkeen. Lävistyskone tiputtaa suojan kappaleen ympärille, tekee lasermerkkauksen, nostaa suojan ja toimittaa kappaleen tiputuspaikalle. Jos lävistyskoneessa on hihnakuljettimella varustettu poistopöytä, hihnakuljetin toimittaa kappaleen haluttuun paikkaan. Muuten kappale tippuu poistopöydän eteen.

Kun ohjelma on päättynyt ja kaikki kappaleet on ajettu, ohjelma jää joko odottamaan, että jäljelle jäänyt latta poistetaan lävistyskoneen sisältä, tai tarttuja vetää sen poistopöydälle. Operaattori voi valita automaattiajon asetuksista, kumpi on parempi vaihtoehto.

Mikäli koneessa on automaattinen syöttöpöytä, sekvenssi toimii hieman eri tavalla. Lävistyskoneen syöttöpöytä pidetään alussa tyhjänä. Kun ohjelma käynnistetään, syöttöpöydän hissi laskeutuu ja operaattori työntää lattatelineen syöttöpöytään. Lattojen lastaus kuitaan tehdyksi ja syöttöpöydän hissi nostaa latat ylös. Syöttöpöydän päällä olevat latan vetäjät vetävät latat syöttöpöydän reunaa vasten. Tämän jälkeen syöttöpöydän yläpuolella oleva rulla laskeutuu ensimmäisen latan päälle ja työntää latan automaattisesti lävistyskoneen sisään. Kappaleiden teko käynnistyy ja rulla syöttää lattoja, kunnes pyydetyt latta-suunnitelmat on ajettu.

#### **5.4 Teknistä tietoa**

VaskiPUNCH-lävistyskoneiden iskuvoima on 320 kN – 650 kN riippuen sen mallista. Isku tapahtuu servo-ohjauksella. Syötettävän latan leveys pitää olla välillä 15–200 mm ja paksaus 3–20 mm. Prodigy-malliin mahtuu neljä työkalua, Inspirationiin kahdeksan ja Legacyyn kymmenen työkalua.

## 6 VASKIPUNCH-LÄVISTYSKONEEN KÄYTTÖÖNOTTO

Tässä luvussa kuvataan yhden VaskiPUNCH-lävistyskoneen käyttöönoton toteutus.

### 6.1 Ohjelmien lataaminen ja projektin alustus

Lävistyskoneen käyttöönotto aloitettiin lataamalla edellisen VaskiPUNCH-lävistyskoneen Tia Portal -projekti pilvestä. Tia Portal -tiedoston nimi muutettiin vastaamaan projektia, ja projektille valittiin oikeat moduulit. Lävistyskoneessa oli manuaalinen syöttöpöytä ja poistopöytä, jossa ei ollut hihnakuljetinta. Siinä ei myöskään ollut lasermerkkaajaa.

Tämän jälkeen tarkistettiin, että Tia Portal -projektin laitteisto vastaa sähkökaapissa olevia sähkökomponentteja. Kun oli todettu, että komponentit oli valittu oikein, Tia Portal -ohjelman osat ladattiin laitteeseen sisään. Servojen hyväksyntätestit suoritettiin, ja tarvittavat lisenssit siirrettiin laitteeseen.

Tämän jälkeen servomoottorien akselit paikoitettiin ja moottorit alustettiin. Alustus tehtiin myös etäyhteydelle asettamalla Secomean ja reitittimen salasanat Bitwardeniin ja muokkaamalla niiden asetukset oikeiksi.

Iskupäässä oleva induktiivinen anturi, jonka tehtävä on tunnistaa työkalun jumittuminen, ei toiminut. Kun anturia testattiin anturitesterillä, huomattiin, että iskupäähän oli asennettu NPN-anturi PNP-anturin sijaan. Uusi anturi asennettiin vanhan tilalle ja se tiivistettiin massalla. Käyttöönottoa jatkettiin, kun uuden anturin massa oli kuivunut.

### 6.2 Mekaaninen testaus ja säätö

Työtä jatkettiin rasvaamalla kaikki kuularuuvit ja testaamalla kaikkien akseleiden turvarajat. Latan liikkumiskorkeus lävistyskoneen sisällä tarkistettiin. Tämän jälkeen testattiin, että makasiinin alla oleva roskakuljetin pyörii oikeaan suuntaan, ja että latan puristimet ylettävät puristamaan latan kiinni. Lävistyskoneen sisällä liikkuva työkalulautta kohdistettiin lävistyskoneen katossa olevaan iskupäähän. Näin varmistettiin, että lävistyskoneen tekemät iskut osuvat keskelle työkaluja.

### 6.3 Pneumatiikan testaus

Pneumaattisten liikkeiden tarkistus aloitettiin liikuttamalla kaikki pneumaattisesti ohjatut osat niiden ääriasentoihin. Iskupään kierteytystappi ei tullut iskupäästä ulos, mutta tämä saatiin korjattua nostamalla koneen syöttöpaine oikealle tasolle. Kaikki lävistyskoneen sähköiset pneumatiikkaohjaukset eivät olleet suoraan toimivia, koska sen pneumatiikka oli kytketty venttiileihin eri järjestyksessä verrattuna edelliseen projektiin. Tia Portalin tunnistetaulukon ohjaustunnisteiden numeroita muutettiin. Tämän jälkeen ohjaus alkoi toimia.

Seuraavaksi tarkistettiin, että anturit tunnistavat, milloin sylinterit on ajettu päätyasentoihin. Osa antureista ei toiminut, joten niiden asentoa muutettiin oikealle kohdalle. Osa antureiden tunnistesta piti myös vaihtaa ristiin. HMI:ltä tarkistettiin, että kaikki pneumaattiset anturit tunnistavat sylinterien asennot oikein.

Tarttujan isompi leuka ei aluksi vaihtanut asentoa ollenkaan. Tutkimisen jälkeen todettiin, että tarttujan solenoidiventtiili oli väärää mallia. Venttiili irrotettiin ja korvattiin oikealla venttiilillä. Myös tarttujan paineensäädin oli liian pieni, ja se vaihdettiin suurempaan.

### 6.4 Lävistyskoneen hienosäätö

Kun ohjelmat oli ladattu, servot oli alustettu ja pneumatiikka toimi, lävistyskonetta voitiin alkaa käyttämään. Ensin testattiin, että työkalun voitelu toimi. HMI:ltä painettiin nappia ja kierteytystappi suihkutti öljyä. Öljyn määrä säädettiin oikeaksi. Tämän jälkeen latasta otettiin kiinni tarttujalla ja tarttujan offset-arvo muutettiin oikeaksi. Tämä arvo kertoo ohjelmalle tarttujan kynsien etäisyyden toisistaan.

Seuraavaksi latan puristajan kulmaa muutettiin tarvittava määrä shimmilevyllä. Heittokello kiinnitettiin tarttujaan ja tarkistettiin, missä kulmassa syöttöpöydän puolen leuat ovat suhteessa tarttujaan. Leuan kulmaa muutettiin 0,05 mm lisäämällä shimmilevy leuan toiseen laitaan. Tällöin huomattiin, että heittokellon arvo liikkui epälineaarisesti, joten tarttujan johdetit irrotettiin ja linjattiin uudelleen.

Kun lävistyskone oli muuten linjassa, alettiin hienosäätämään puristinleuan asentoa. Seuraavaksi ajettiin kappale, jossa oli jonossa neliön muotoisia reikiä. Kappaleen pituus oli

metri. Leuan paikkaa muokattiin sen perusteella, kuinka paljon viimeinen reikä poikkesi ensimmäiseen verrattuna. Reikien välille saatiin tarkkuus 0,02 mm. Tämän jälkeen iskujen offset-parametriä muutettiin. Tämä toi reiät keskelle lattaa leveysuunnassa.

Seuraavaksi suoritettiin useita erilaisia testejä ja kappaleajoja, joiden tarkoitus oli säätää lävistyskone toimimaan oikealla tavalla. Ensimmäisen testin idea oli säätää kappaleiden pituus oikeaksi. Toinen testikappale varmisti, että kappaleiden pituus pysyy oikeana, kun latasta päästetään irti ja otetaan uudelleen kiinni. Kolmas testikappale varmisti, että lävistyskoneessa oleva multitool toimii. Viimeisenä testattiin myös, että kaikki työkalupesät ovat oikeilla kohdilla ja että lävistyskoneella voi luoda luvattua kappaleen minimipituutta.

## **6.5 Viimeistely**

Kun lävistyskone oli saatu hienosäädettyä, kaikki asiakkaan työkalut asetettiin työkalumakasiinin sisään ja kaikki ylimääräiset tiedostot poistettiin HMI:ltä. Lopputarkistuksessa katsottiin, että lävistyskoneesta ei roikkunut sähköjohtoja ja että lävistyskone oli puhdas. Tia Portal -projektin arkistotiedosto tallennettiin pilveen ja kaikki tarvittavat projektin asiakirjat täytettiin. 24V:n sähköjärjestelmän jännitetaso tarkistettiin ja säädettiin oikealle tasolle. HMI:n asetuksista otettiin kuvakaappaukset ja ne tallennettiin pilveen.

## 7 KÄYTTÖÖNOTTO-OHJEEN TEKO

Ennen käyttöönotto-ohjeen kirjoittamisen aloittamista ohjeen laatija oli ollut Vaski Group Oy:llä töissä noin puoli vuotta. Tänä aikana käyttöönottoja oli tehty osittain noin kymmenele lävistuskoneelle. Käyttöönottoaminen aloitettiin lävistuskoneen linjauksesta ja mekaanisesta tarkistamisesta, siitä siirryttiin opettelemaan pneumaattisen järjestelmän säätämistä ja lopuksi ohjelmien lataamista Tia Portalin kautta. Viimeiset käyttöönotot tehtiin alusta loppuun lähes yksin. Käyttöönotoissa on kuitenkin vielä joitain asioita, joista ohjeen laatijalla ei ole kokemusta. Tällaisia esimerkkejä on hälytysten ratkominen joissain tilanteissa.

Koska ohjeen laatija koki, että mekaaniset asiat olivat helpoimpia käyttöönotossa, päätettiin käyttöönotto-ohjeen teko aloittaa selittämällä lävistuskoneen mekaaniset tarkistukset. Näistä esimerkkeinä on johtojen riittävä pituus, osien irrotettavuus, osien oikea korkeus ja oikeat jännitykset.

Tämän jälkeen kirjoitettiin ohjeet työkalujen kokoamisesta. Tässä osassa kerrottiin tarkat tiedot, miten työkalu kuuluu koota ja otettiin kuvia, jotka selventivät tekstiä. Ohjeet jäivät kesken, koska asiakkaat eivät olleet tilanneet kaikkia työkaluja juuri ohjeen kirjoittamishetkellä. B-työkalun kokoamisesta, ja työkalun luonnista VaskiCAMiin saatiin kuitenkin kirjoitettua ohjeet tässä kohtaa. Ohjeet kirjoitettiin loppuun, kun asiakas tilasi D-työkalulla varustetun lävistuskoneen.

Seuraavaksi tehtiin ohje akselien paikoituksesta. Akselit paikoitettiin ajamalla ne tiettyyn paikkaan ja antamalla niille joko nolla-arvo tai mittaamalla niiden nykyinen paikka. Nämä ohjeet oli jo tehty aikaisemmin kirjalliseen muotoon, mutta ne haluttiin lisätä tähän ohjeeseen, jotta kaikki tieto löytyisi yhdestä paikasta.

Tämän jälkeen kirjoitettiin ohjeet servojen parametrisoinnista. Se on toiminto, joka tehdään moottorille Tia Portalin kautta. Parametrisoinnilla etsitään parhaimmat parametrit moottorin toiminnalle. Parametrisoinnin vaiheista otettiin kuvakaappaukset ja niiden alapuolella selitettiin selvästi, kuinka parametrisointi tehdään.

Seuraavaksi kirjoitettiin pneumatiikasta. Tässä osassa selitettiin, miten sylintereiden anturit toimivat ja miten anturitieto näkyy HMI:llä. Lisäksi lueteltiin, mitä asentoa positiivinen anturin arvo tarkoittaa kullakin pneumaattisella laitteella. Tähän osioon lisättiin myös järjestelmän käyttämä paine.

Seuraavassa osassa esiteltiin sähkökomponenttien toimintaa. Syvempään tarkasteluun otettiin rele, joka tunnistaa, kun latta syötetään lävistuskoneen sisään. Releestä tehtiin piirikaavio, joka selittää sen toiminnan selkeästi. Tässä osassa myös selitettiin, miten analogiset anturit kytketään analogiatulokorttiin.

Seuraavassa osassa kerrottiin kaikki tarkastukset mitkä pitää tehdä, kun lävistuskone on käyttökunnossa. Tähän kuului perustarkistukset, I/O-signaalien tarkistukset, voitelun säätö, lävistuskoneen liikkuvien osien paikoitukset, moottorin liikerajojen testaukset, lävistuskoneen linjaus, lasermerkkajaan säätö, lävistuskoneella ajettavat testit ja hälytysten testaus.

Viimeiselle sivulle kirjoitettiin lista asioista, jotka pitää tarkastaa ennen lävistuskoneen lähetystä. Ohjeen pituus on tällä hetkellä 66 sivua, mutta sitä varmasti laajennetaan tulevaisuudessa. Ohje tulee toimimaan pohjana, jota kasvatetaan koneen saadessa lisää ominaisuuksia.

Yksi ohjeen suurimmista hyödyistä ovat listat, jotka helpottavat työtehtävien muistamista. Niissä kerrotaan kirjallisesti ja visuaalisesti työvaiheista. Kuvat, jotka auttavat hahmottamaan työvaiheita, laitettiin sivun vasemmalle puolelle ja ohjetekstit laitettiin kuvien viereen sivun oikealle puolelle.

Tekstin kirjoittaminen oli ohjeen laatijalle helppoa käytännön kokemuksen takia. Vaikeinta oli kirjoittaa Tia Portalissa tehtävistä säädöistä opastuksen ja aikaisemman kokemuksen puutteen vuoksi. Kolme Vaski Group Oy:n työntekijää tarkasti ohjeen sen laatijan pyynnöstä ja ohjetta muutettiin korjauskehotusten perusteella.

## 8 TULOKSET JA YHTEENVETO

### 8.1 Tulokset

Käyttöönotto-ohje täytti sille asetetut tavoitteet, vaikka kaikkien moduuleiden käyttöönottoprosessia ei dokumentoitu. Tästä esimerkkinä on automaattinen syöttöpöytä. Tästä huolimatta ohjeen tarkastajat olivat sitä mieltä, että ohje tulee helpottamaan uusien käyttöönottajien työtä huomattavasti ja vähentämään avun tarvetta. Ohje toimii myös muistilistana kokeneille käyttöönottajille. Ohje tulee parantamaan VaskiPUNCH-lävistyskoneiden laatua pitkällä aikavälillä, ja koneiden asentaminen tulee helpottumaan ohjeen ansiosta.

Käyttöönotto-ohjetta voidaan vielä jatkokehittää lisäämällä ohjeet automaattisen syöttöpöydän käyttöönotosta ja parantamalla jo kirjoitettuja ohjeita käyttöönottajien kommenttien perusteella. Ohjeeseen on myös suunnitteilla hälytyslista, jonka avulla voi ratkoa yleisiä Tia Portalista tulevia hälytyksiä.

Suurimmat haasteet liittyivät Tia Portalissa tehtäviin asetuksiin käyttöönottojen aikana. Harvoin esiintyviä ongelmia oli haastava dokumentoida.

### 8.2 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli luoda ohje, joka helpottaa käyttöönottoprosessia, poistaa virheitä käyttöönotossa ja nopeuttaa käyttöönottoja. Ohjeen ideana oli myös koota osaamista monelta tekijältä ja koota kaikki tieto yhteen dokumenttiin.

Työ eteni suunnitellussa aikataulussa. Sen etenemistä auttoi lävistyskoneiden suuri tilausmäärä, ja työsuhteen aikana valmiiksi luodut muistiinpanot. Käyttöönoton aikana tehtävää mekaanista työtä onnistuttiin kuvaamaan hyvin, mutta kaikkia tietokoneella tehtäviä työvaiheita ei pystytty ohjeistamaan täysin.

Lopputuloksena on hyödyllinen ohje, joka tulee nopeuttamaan käyttöönottoja, vähentämään uusien työntekijöiden avuntarvetta ja toimimaan tarkistuslistana kokeneille työntekijöille.

## LÄHTEET

- Advanced Motion Controls. (30.5.2025). *What is servomechanism: servo system definition, History, components & applications*. Haettu 25.1.2026, <https://www.a-m-c.com/servomechanism/>
- AJ Born. (i.a.). *ConnectorSupplier: What are m8 connectors?* Haettu 28.1.2026, <https://connectorsupplier.com/what-are-m8-connectors/>
- Asiakastieto. (i.a.). *Vaski group oy*. Haettu 1.1.2026, <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/vaski-group-oy/27016264/yleiskuva>
- Autonics. (i.a.). *M8/M12 Connector cables*. Haettu 3.2.2026, [M8/M12 Connector Cables - M8/M12 Connector Cables | Autonics \(MY\)](https://www.autonics.com/M8/M12-Connector-Cables-M8-M12-Connector-Cables-Autonics-MY)
- Beswick Engineering. (i.a.). *The basics of pressure regulators*. Haettu 31.1.2026, <https://www.beswick.com/resources/the-basics-of-pressure-regulators/>
- Collins, D. (15.3.2021). *Motioncontroltips: what is a tachogenerator and when is it used?* Haettu 20.1.2026, <https://www.motioncontroltips.com/what-is-a-tachogenerator-and-when-is-it-used/>
- Dwyeromega. (i.a.). *Technical principles of valves*. Haettu 28.1.2026, <https://www.dwyeromega.com/en-us/resources/valves-technical-principles?srsId=AfmBOopLw4H8WefFzKtdcaTuQsPaukYjizleKv5WWeC3j01OicZymbpg>
- Dynapar. (i.a.). *What is an incremental encoder?* Haettu 30.1.2026, <https://www.dynapar.com/knowledge/encoder-basics/encoder-types/incremental-encoders/>
- Festo. (11.5.2022a). *Cylinder sensors: reed or solid state?* Haettu 30.1.2026, [https://www.festo.com/gb/en/e/about-festo/blog/perspectives/cylinder-sensors-reed-or-solid-state-id\\_1402189/](https://www.festo.com/gb/en/e/about-festo/blog/perspectives/cylinder-sensors-reed-or-solid-state-id_1402189/)
- Festo (1.7.2022b). *What is a flow control valve?* Haettu 31.1.2026, [https://www.festo.com/gb/en/e/about-festo/blog/in-practice/what-is-a-flow-control-valve-id\\_1516985/](https://www.festo.com/gb/en/e/about-festo/blog/in-practice/what-is-a-flow-control-valve-id_1516985/)
- Fonselius, J., Hautanen, J., Mutikainen, T., Pekkola, K., Salmijärvi, O., & Simpura, A. (1997b). *Koneautomaatio: Pneumatiikka*. Edita.
- Fonselius, J., Rinkinen, J., & Vilenius, M. (1997a). *Koneautomaatio: Servotekniikka*. Edita.

- JordanValve (i.a.). *How do industrial regulators work?* Haettu 31.1.2026, <https://www.jordanvalve.com/resource/how-do-industrial-regulators-work/>
- Kauppinen, A., Nieminen, J., & Savola., T. (2012). *Tekniikan viestintä: kirjoittamisen ja puhumisen käsikirja*. Edita.
- Klinger (24.1.2025). *How to choose the right pressure switch for automation?* Haettu 1.2.2026, <https://klinger.fi/en/content-and-news/how-to-choose-the-right-pressure-switch-for-automation/>
- Libretexts engineering. (i.a.) *The pressure regulator and what it is used for*. Haettu 20.1.2026, [https://eng.libretexts.org/Courses/Northeast Wisconsin Technical College/Fluids 1%3A A Fluid Power and Pneumatics %28NWTC%29/02%3A Power from Pneumatics/2.01%3A Pressure Regulator](https://eng.libretexts.org/Courses/Northeast_Wisconsin_Technical_College/Fluids_1%3A_A_Fluid_Power_and_Pneumatics_%28NWTC%29/02%3A_Power_from_Pneumatics/2.01%3A_Pressure_Regulator)
- Nykänen, O. (2002). *Toimivaa tekstiä: Opas tekniikasta kirjoittaville*. Tekniikan Akateemisten Liitto TEK.
- Pneumadyne (i.a.). *Pressure regulators for pneumatic systems*. Haettu 31.1.2026, <https://www.pneumadyne.com/valves-accessories/pressure-regulators.html>
- Precisionmass (22.5.2021). *What is pressure switch, how do they work?* Haettu 1.2.2026, <https://precisionmass.com/what-is-pressure-switch-how-do-they-work/>
- Tameson. (18.9.2024). *Pneumatic cylinder sensors - how they work*. Haettu 25.1.2026, <https://tameson.com/pages/pneumatic-cylinder-sensors>
- Tameson (15.1.2025). *Pressure switch explained*. Haettu 1.2.2026, <https://tameson.com/pages/pressure-switch>
- The Lee Company. (i.a.). *Solenoid valve basics: what they are, what they do, and how they work*. Haettu 28.1.2026, <https://www.theleeco.com/insights/solenoid-valve-basics-what-they-are-what-they-do-and-how-they-work/>
- Vaski Group. (i.a.). *Nosta automaatio uudelle tasolle*. Haettu 1.2.2026, <https://vaski.com/fi/>