

SÄRMÄYSPURISTIMEN ALATYÖKALUN MODERNISOINTI

Hartikka Tuomas

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikan koulutus
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Tuomas Hartikka	Vuosi	2017
Ohjaaja	DI Ari Pikkarainen		
Toimeksiantaja	Presteel Oy		
Työn nimi	Särmäyspuristimen alatyökalun modernisointi		
Sivu- ja liitesivumäärä	44 + 0		

Opinnäytetyön tilaajana oli Presteel Oy Raahesta. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa ratkaisuvaihtoehto ja periaatesuunnitelmat Presteel Oy:n tuotannossa toimivan särmäyspuristimen alatyökalun modernisointiin. Työssä selviteltiin myös alatyökalun muuttamisen mahdollisuutta sellaiseksi, että modernisoinnin jälkeen särmäyspuristimella olisi mahdollista taivuttaa entistä enemmän taivutusvoimaa vaativia teräslevyjä.

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tutustuttiin särmäämisen teoriaan. Teoriatietoa taivutuksesta etsittiin metallialan kirjallisuudesta ja internet-tietolähteistä. Työn toteuttamisessa lähdemateriaalina on käytetty myös Presteel Oy:n särmäyspuristimien dokumentteja ja muita arkistoja.

Alatyökalun modernisointiin ratkaisuvaihtoehtoa pohdittaessa tutkittiin eri valmistajien tarjoamia vaihtoehtoja alatyökalulle. Tutkittiin myös toimeksiantajan isomman särmäyspuristimen alatyökalua ja sen toimintaperiaatetta. Tämän jälkeen päätettiin tehdä ratkaisuvaihtoehdolle periaatesuunnitelma, toimeksiantajan tarpeisiin pohjautuen. Periaatesuunnitelmat ja 3D-kuvat toteutettiin yhdessä mekaniikkasuunnittelijan kanssa.

Opinnäytetyön tulokseksi saatiin särmäyspuristimen alatyökalun modernisointiin ratkaisuvaihtoehto ja periaatesuunnitelmat, jotka on suunniteltu toimeksiantajan tarpeita noudattaen. Alatyökalun ratkaisuvaihtoehdossa on myös huomioitu mahdollisesti myöhemmässä vaiheessa toteutettava alatyökalun muutostyö.

Technology, Communication and
Transport
Mechanical and Production Engi-
neering
Bachelor of Engineering

Author	Tuomas Hartikka	Year	2017
Supervisor	Ari Pikkarainen, M.Sc. (tech.)		
Commissioned by	Presteel Oy		
Subject of thesis	Modernization of Press Brake Lower Tool		
Number of pages	44 + 0		

This thesis was commissioned by Presteel Oy from Raahe. The aim of the thesis was to produce an alternative solution and principle plans for the smaller press brake. The study also examines the possibility of altering the lower tool so that after modernization, the bending press would be able to bend such steel plates which require more bending power than before.

At the beginning of the thesis the breaking theory is studied. Theoretical knowledge was found in professional literature and the internet sources. As source material the bending presses and other archives of Presteel Oy are used.

To modernize the tool when considering the solution alternative, the alternatives offered by different manufacturers of the lower tool were examined. The lower tool of the larger bending press and its operation principle were also studied. After this we decided to make the principle of the plans alternative solution, which is based principal needs. The principle of the plans and 3D pictures was carried out together with a mechanic designer.

The result of the thesis is an alternative solution and principles to modernize the lower bending press. The result is based on the needs of Presteel Oy. The lower tool solution also takes into account the possibility of the upper tool modification work.

Key words

bending, press brake, lower tool

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Tavoitteet.....	8
1.2	Rajaukset.....	9
2	PRESTEEL OY	11
3	LEVYN TAIVUTUS JA SÄRMÄYSMENETELMÄT	13
3.1	Vapaataivutus.....	14
3.2	Pohjaaniskutaivutus.....	15
4	SÄRMÄYSPURISTIN	16
4.1	Bombeeraus	16
5	PRESTEEL OY:N KONEKANTA	18
6	SÄRMÄYSPURISTIMELLA SÄRMÄTTÄVÄT TUOTTEET	21
6.1	Putkiahion esitaivutus 2000 tonnisealla särmäyspuristimella.....	21
6.2	Esitaivutustyövarojen poisto ja hitsausviisteen valmistus	22
6.3	Putkiahion lopputaivutus ja silloitushitsaus	22
6.4	Putkiahion pituussauman hitsaus.....	23
6.5	Putken pyöreuden kalibrointi ja lämpökäsittely	24
7	SÄRMÄYSPURISTIN 2000T	25
7.1	Tämän hetkinen alatyökalu.....	25
7.2	Rullaston runko.....	26
7.3	Bombeeraus ja sen säädön kapasiteetti	27
7.4	Rullien uraväli	28
7.4.1	Uravälin vaikutus voiman tarpeeseen	29
8	SÄRMÄYSPURISTIMEN RUNGON KESTÄVYYS	31
8.1	FEM – tarkastelun tulokset	31
9	UUSI ALATYÖKALU.....	32
9.1	Bombeeraus ja sen säätäminen	32
9.1.1	Bombeerauksen säätö Ursviken	34
9.1.2	Uusi bombeeraus.....	35

9.1.3	Kiilojen FEM tarkastelu	36
9.2	Rullien uravälin säätö	37
9.2.1	Rullien uravälin säätö Ursviken.....	38
9.2.2	Rullien uravälin säätö Aliko	40
9.2.3	Uusi uravälin säätö.....	41
9.2.4	Uusi pyöritysrullien runko	42
10	POHDINTA	43
	LÄHTEET	45

ALKUSANAT

Tässä opinnäytetyössä haluan kiittää erityisesti vaimoa ja koko perhettämme, suuresta tuesta ja avusta mitä olen heiltä saanut tämän työn tekemisen mahdollistamiseksi.

Haluan kiittää myös toimeksiantajaani mm. siitä, että olen saanut itse olla vaikuttamassa aiheen valinnassa ja näin saanut opinnäytetyöhöni sellaisen aiheen mikä minussa on herättänyt suurta mielenkiintoa.

Olen saanut neuvoa ja apua aina, kun sitä olen tarvinnut Lapin ammattikorkeakoulun opettajilta. Haluankin kiittää kaikkia opettajia jotka ovat tässä työssä auttaneet. Erityisesti opettajista haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Ari Pikkarista, jolta olen saanut asiantuntevaa ohjausta ja kommenttia työni eri vaiheissa.

Kiitän myös insinööritoimisto PJT-Engineering.in henkilöitä, jotka ovat olleet hyvänä tukena ja apuna tässä opinnäytetyössä.

Tuomas Hartikka

Raahessa 9.12.2017

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

4000T	Taivutusvoima 40000 Kilonewtonia
2000T	Taivutusvoima 20000 Kilonewtonia
CNC	Computerized Numerical Control
MAG	Metal Active Gas aga.fi käytännön ohjeita MIG/MAG hitsaukseen
NDT	Non-Destructive Testing inspecta.fi
FEM	Finite Element Method
MPa	Megapascal

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Presteel Oy Raahesta. Opinnäytetyöni tarkoitus on tuottaa ratkaisuvaihtoehto ja periaatesuunnitelmat Presteel Oy:n tuotannossa toimivan särmäyspuristimen alatyökalun modernisointiin. Työssä selvitetään myös mahdollisuuksia alatyökalun muuttamisesta niin, että modernisoinnin jälkeen särmäyspuristimella olisi mahdollista taivuttaa entistä enemmän taivutusvoimaa vaativia teräslevyjä.

Alatyökalun modernisoinnin tarve on esiintynyt taivutustöitä tehdessä. Myös huoltojen aikana, on pohdittu alatyökalun tarvetta muuttaa huoltoystävällisemmäksi ja kestävämmäksi. Telaputkiaihoiden seinämävahvuuksien kasvaminen on aiheuttanut tarpeita tutkia alatyökalun muuttamisen mahdollisuutta niin, että särmäyspuristimella pystyttäisiin taivuttamaan entistä vahvempia teräslevyjä ja näin voitaisiin myös siirtää osa isomman särmäyspuristimen tuotannosta tälle pienemmälle särmäyspuristimelle.

Suunnittelu toteutetaan Autodesk Inventor Professional 3D-suunnitteluohjelmaa apuna käyttäen. Ohjelmalla tehdään suunnitelmat ja 3D-kuvat, joiden pohjalta modernisoinnin mekaanisten osien tarkempi yksityiskohtainen suunnittelu voidaan toteuttaa.

1.1 Tavoitteet

Työn tavoitteena on löytää toimiva ratkaisu ja kustannuslaskentaa sekä takaisinmaksulaskentaa varten riittävät suunnitelmat alatyökaluun. Alatyökalun muutoksen tavoitteena on, että bombeeruksen säätäminen olisi nykyistä yksinkertaisempi, käytettävyydeltään nopeampi ja myös huoltoystävällisempi kuin nykyinen alatyökalu. Tällä hetkellä alatyökalun kestävyys ei ole ollut riittävä ja kestävyysparantaminen alatyökalussa on myös tämän opinnäytetyön yksi tavoitteista. Päämääränä on myös tutkia mahdollisuutta uravälisäädölle, joka mahdollistaisi vahvempien ja enempi voimaa vaativien teräslevyjen taivutuksen.

1.2 Rajaukset

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on kehittää alatyökälua vastaamaan paremmin toimeksiantajan nykyisiä tarpeita. Alatyökäluun modernisointiin suunnitelmia tehdessä on kuitenkin todettu, että myös ylätyökäluun voi olla tarpeellista tehdä muutostöitä. Tässä opinnäytetyössä on katsottu, että työ on kohtuullisen laaja pelkästään alatyökäluun modernisoinnin osalta ja on päätetty jättää ylätyökäluun muutostyöt tästä työstä pois. Tässä opinnäytetyössä ylätyökäluun mahdollisesti tehtävät muutokset on kuitenkin otettu huomioon alatyökäluun ratkaisuvaihtoehdon suunnittelussa ja ideoinnissa.

Opinnäytetyö sisältää luottamuksellisia tietoja, jotka on poistettu tai korvattu tummennetulla osalla.

2 PRESTEEL OY

Presteel Oy on SSAB konserniin kuuluva itsenäinen osakeyhtiö, josta Ruukki Engineering Oy omistaa 80,1 % ja Valmet Oyj 19,9 %. Yritys on perustettu vuonna 1997. Yhtiön kotipaikka on Raahe. Yritys omistaa n. 6000 m² tuotantotilat (Kuva 1) Raahen Lapaluodossa, SSAB:n terästehtaan välittömässä läheisyydessä. Presteel työllistää noin 50 työntekijää. Presteelin liikevaihto on 12 miljoonan euron luokkaa. Presteel Oy valmistaa paksuista teräslevyistä paperikoneiden telaputkiaihioita ja muita paksuseinäisiä putki-, kartio- ja profiilituotteita. (Presteel Oy 2017.)

Presteelin tuotantoprosessissa teräslevyt taivutetaan särmäyspuristimilla ja hitataan mag- ja jauhekaarihitsausmenetelmillä. Jännityksenpoistohehkutukset tehdään tietokoneohjatussa uunissa, jonka maksimilämpötila on 630°C. Uutta tekniikkaa hyödyntäen yhtiön tuotannossa päästään erittäin suureen mittatarkkuuteen, mikä mahdollistaa laadukkaan lopputuotteen. (Presteel Oy 2017.)

Laatutason saavuttamisessa ja sen kehittämiseksi apuna Presteelillä ovat mm.

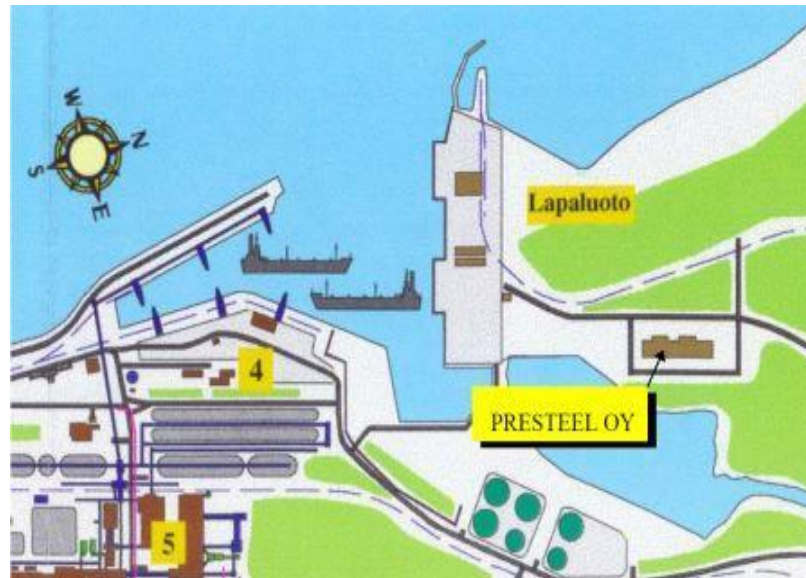
- ISO 9001:2000 laatujärjestelmä
 - SFS-EN ISO 3834 hitsauksen laatujärjestelmä
 - SFS-EN ISO 14001 ympäristöjärjestelmä
 - SFS-EN 1090-1 + A1 teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus.
- (Presteel Oy 2017.)



Kuva 1. Presteelin tuotantotilat (Presteel Oy 2017)

Presteel Oy:n tuotantohallin sijainti on erinomainen (Kuva 2), ajatellen yrityksen raaka-aineiden toimitusta ja myös valmiin tuotteen toimituksen kannalta. Presteel Oy:n raaka-aineet tulevat pääsääntöisesti SSAB Raahen terästehtaalta, ja ne toimitetaan Presteelille kuljetusalustoilla.

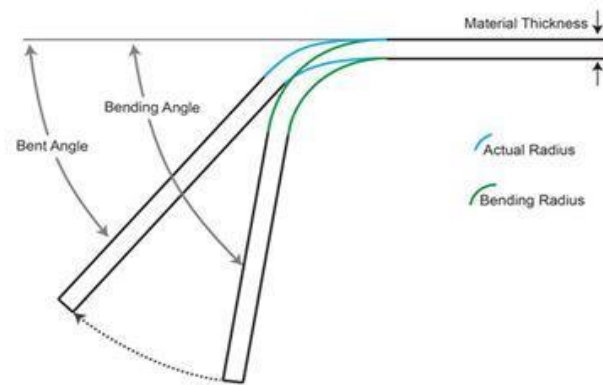
Valmiit putkiaihiot toimitetaan pääasiassa autokuljetuksella, mutta joidenkin tuotteiden toimitus on järkevämpää toimittaa junalla tai laivalla. SSAB:n toimitamat taivutettavat tuotteet taivutetaan yleensä Presteel Oy:n tiloissa ja niiden toimitukset toteutetaan pääasiassa laivakuljetuksena.



Kuva 2. Presteel Oy:n sijainti (Presteel Oy 2017)

3 LEVYN TAIVUTUS JA SÄRMÄYSMENETELMÄT

Taivutustapahtumassa taivutettavaan levyyn syntyy veto- ja puristusjännityksiä, näistä johtuen taipumiskulma eroaa taivutetusta kulmasta. Takaisinjousto on kuvailtu kuvassa 3 ja se tapahtuu, kun materiaali pyrkii palamaan alkuperäiseen muotoonsa taivutuksen jälkeen. Särmäämisessä kulma täytyy taivuttaa lopullisen halutun taivutuskulman yli, jotta saavutetaan haluttu taivutuskulma. Takaisinjouston voimaan vaikuttaa muun muassa materiaalin murtolujuus. (Benson, 2014.)



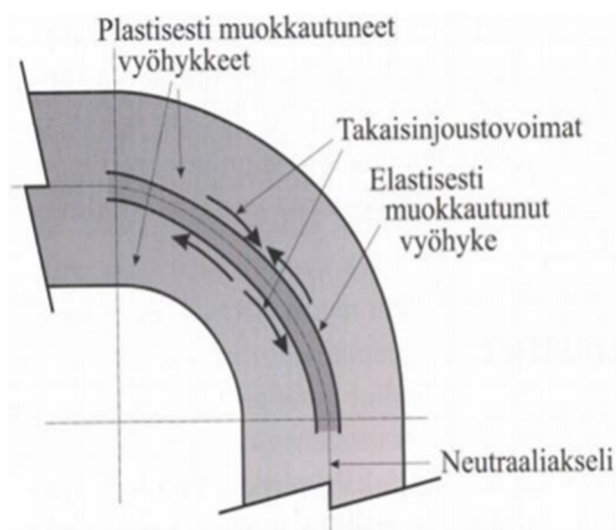
Kuva 3. Takaisinjousto. (Benson. 2014)

Taivutuksessa syntyvien veto- ja puristusjännityksen perusteella taivutustapahtuma voidaan yksinkertaistaen jakaa kolmeen eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on taivutuksen alkuvaihe eli niin sanottu elastinen taivutus. Tässä vaiheessa ei ylitetä materiaalille ominaista myötörajaa, vaan taivutus pysyy elastisella alueella. Taivutusvoiman poistuessa levy palautuu alkuperäiseen muotoonsa. (Matilainen, Parviainen, Havas, Hiitelä, & Hultin, 2011, 239.)

Toinen vaihe on taivutuksen eteneminen eli niin sanottu elastis-plastinen taivutus. Tässä vaiheessa taivutussäde pienenee ja materiaalin myötölujuus ylittyy. Levyn pinnalla ja pintakerroksissa tapahtuu plastista muodonmuutosta. Kuormitusta lisäämällä myös levyn sisäosissa myötölujuus ylittyy ja levy alkaa muovautua plastisesti ulkopinnoilta keskustaa kohti. Jos kuormitus poistetaan, elastisena pysyvät osiot pyrkivät palauttamaan levyn alkuperäiseen muotoonsa.

Osa levystä on jo kuitenkin plastisesti muuttanut muotoaan, joten levyyn jää näin pysyvä venymä. (Matilainen ym. 2011, 239.)

Kolmas vaihe on täysin plastinen vaihe. Tässä vaiheessa levy taivutetaan säteelle, joka on suuruusluokassaan sama levyn vahvuuden kanssa. Tässä vaiheessa levyn keskelle jääneiden elastisten kohtien osuus pienenee edelleen ja muodonmuutosta voidaan pitää lähes täysin plastisena. Kuvassa 4 on esitetty muodonmuutosvyöhykkeet taivutetussa levyssä. (Matilainen ym. 2011, 239.)



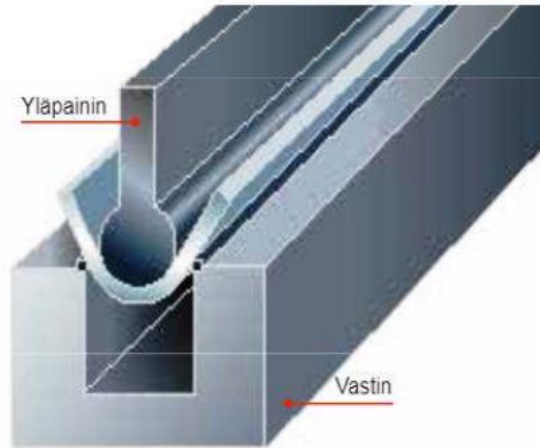
Kuva 4. Levyssä vaikuttavat muodonmuutosvyöhykkeet. (Matilainen ym. 2011, 246)

Särmäysmenetelmistä yleisemmät ovat vapaataivutus ja pohjaaniskutaivutus. Myös litistämistä ja elastista vastinta vasten taivutusta käytetään jonkun verran. Litistyksessä levyn reuna taitetaan kokonaan levyn päälle 180° ja se tehdään siihen tarkoitetulla litistystyökalulla. (Matilainen ym. 2011, 240 – 241.)

3.1 Vapaataivutus

Vapaataivutus on paljon käytetty taivutusmenetelmä. Tässä levyä taivutetaan painimen ja vastineen välissä ns. kolmipistetaivutuksena. Levyaihiota ei paineta vastimen uran pohjalle, vaan aihion alareunan ja vastineen väliin jätetään ilmaraako. Tavoiteltavaa taivutuskulmaa voidaan muuttaa ylätyökalun iskunpituutta

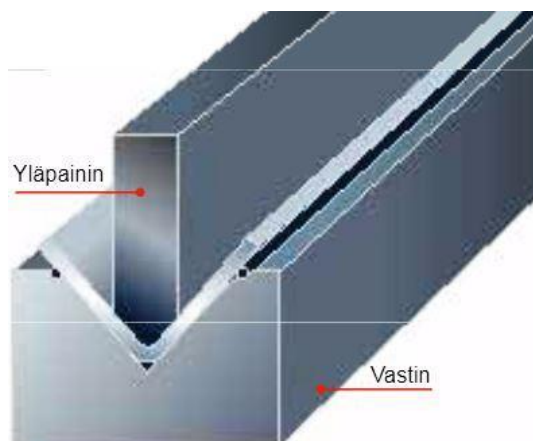
säätämällä. Vapaataivutuksen periaate on esitetty kuvassa 5. (Lepola, Makkonen. 2005, 305, Matilainen ym. 2011, 240.)



Kuva 5. Vapaataivutuksen periaate (Ruukki 2014)

3.2 Pohjaaniskutaivutus

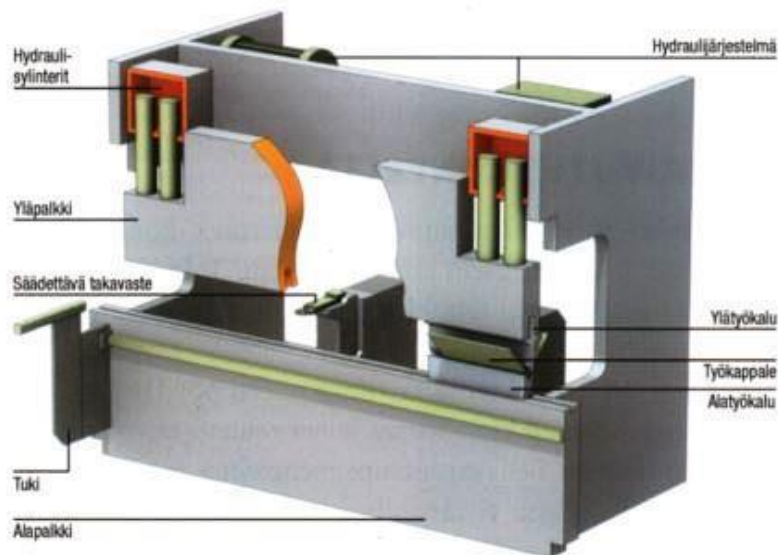
Pohjaaniskutaivutuksessa taivutettava levy painetaan kokonaan alatyökalua vasten ja levy muotoutuu tarkasti ylä- ja alavasteen muotojen mukaan. Pohjaaniskutaivutus vaatii jopa 3-5 kertaa enemmän puristusvoimaa verrattuna vapaataivutukseen, mutta tällä menetelmällä saadaan pysyvä muodonmuutos. Onnistuessaan pohjaaniskutaivutuksessa takaisinjousto saadaan eliminoitua lähes kokonaan. Pohjaaniskutaivutuksen periaate on esitetty kuvassa 6. (Matilainen ym. 2011, 241.)



Kuva 6. Pohjaaniskutaivutuksen periaate (Ruukki 2014)

4 SÄRMÄYSPURISTIN

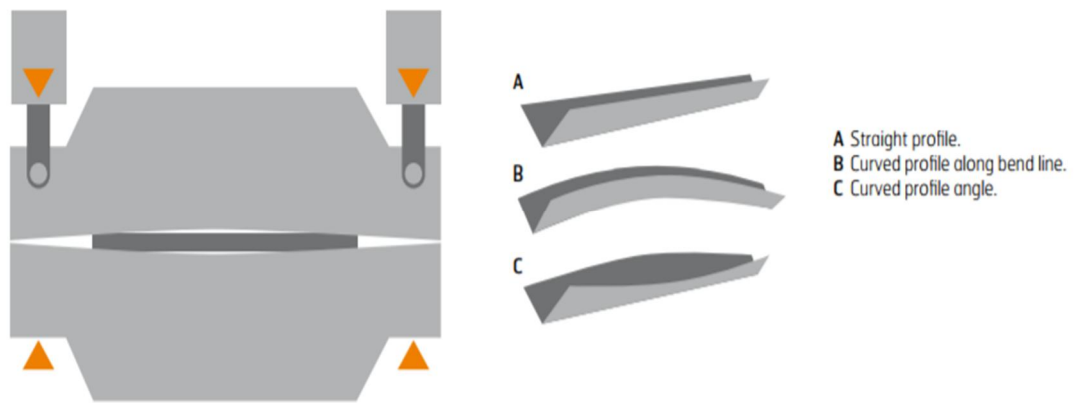
Särmäyspuristin on yleisimpiä ohutlevyteollisuudessa käytettäviä koneita ja niitä on saatavilla erikokoisia ja -tehoisia erilaiseen käyttöön tarkoitettuja. Työlevyydet puristimilla vaihtelevat yleensä 1 ja 10 metrin välillä. Työlevydestä voidaan suoraan päätellä pisimmän mahdollisen taivutuksen pituus. Särmäyspuristimen toiminta voi olla toteutettu mekaanisesti, hydraulisesti tai pneumaattisesti. Suuri-tehoisilla koneilla voimantuotto on toteutettu hydraulisesti. Särmäyspuristimen perusrakenne on esitetty kuvassa 7. (Matilainen ym. 2011, 240.)



Kuva 7. Särmäyspuristimen rakenne (Matilainen ym. 2011, 240)

4.1 Bombeeraus

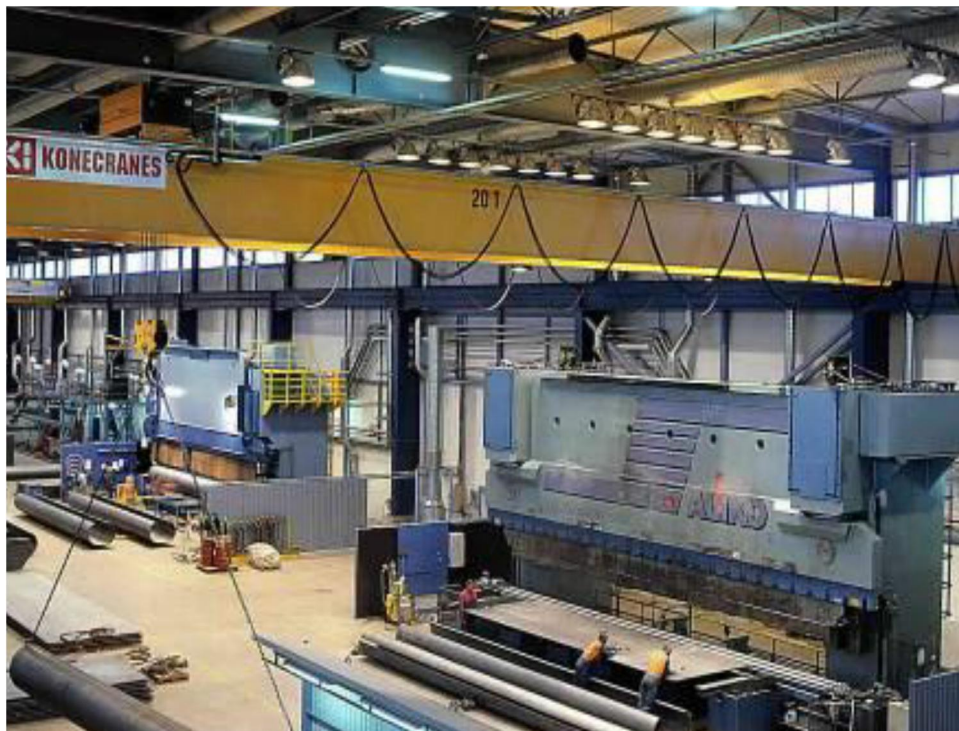
Bombeerauksella kompensoidaan särmäyspuristimen rungossa tapahtuvaa kimmoisaa taipumaa. Eniten kimmoisaa taipumaa tapahtuu koneen alatyökalan keskiosassa. Särmäyspuristimella taivutetuissa tuotteissa näkyy usein kuvan 8 C-tyyppinen muotovirhe. Tätä muotovirhettä voidaan kompensoida bombeeraamalla alatyökaluja, jolloin saavutetaan sama taivutuskulma koko levyaihion pituudelle. Kuvassa 8 B-tyyppinen muotovirhe johtuu levyssä esiintyvistä jännityksistä. Jännityksistä johtuvaa muotovirhettä esiintyy yleensä lujemmilla teräslauduilla. Tämän tyyppistä muotovirhettä ei voida korjata bombeerauksella. (SSAB 2015, 4.)



Kuva 8. Bombeeruksella korjattava ilmiö. (SSAB 2015, 4)

5 PRESTEEL OY:N KONEKANTA

Yrityksen omistuksessa on kaksi kappaletta särmäyspuristimia, pienempi särmäyspuristin on voimaltaan 20000 kilonewtonia ja isompi särmäyspuristin on voimaltaan 40000 kilonewtonia. Kuvassa 9 on pienempi särmäyspuristin taka-alalla ja isompi edessä. Tuotteiden siirtelyyn Presteel Oy:llä on neljä siltanosturia, joista yksi on varustettu magneettipuomilla ja se on tarkoitettu suorien levyaihioiden nostoon. Kolme muuta nosturia ovat kaksihaaraisilla koukuilla varustettuja ja ne on tarkoitettu keskeneräisien tuotteiden nostoon.



Kuva 9. Taka-alalla 2000t ja edessä 4000t särmäyspuristin (Presteel Oy 2017)

Särmäyspuristimen lisäksi teräslevyjen taivutuksia tehdään kolmitelaisella taivutusmankelilla, joka näkyy kuvassa 10. Taivutusmankelilla tavutettavan kappaleen leveys voi olla maksimissaan 3,6 metriä ja ainepaksuus taivutettavalla täysileveällä teräksellä noin 40 mm. Taivutusmankelilla taivutetaan, pääasiassa alihankintatyönä, SSAB:n terästehtaan toimittamia taivutettuja tuotteita. (Presteel Oy 2017.)



Kuva 10. Kolmitelainen taivutusmankeli (Presteel Oy 2017)

Levyaihioiden työvarojen poistoon on polttoleikkauslaitteistot mustille ja kirkkaille teräksille. Hitsaustyöt tehdään käsihitsauksena MAG- hitsauskoneilla ja jauhekaarhitsausautomaateilla. Jauhekaarhitsausautomaatteja Presteelin tuotantotiloissa on neljä, kolme putken ulkopuolisen sauman hitsaukseen tarkoitettua ja yksi putken sisäpuolisen sauman hitsaukseen tarkoitettu. Putken ulkopuolisen sauman hitsaukseen on käytössä yksi kolmilanka- (Kuva 11) ja yksi kaksilankajauhekaarautomaatti. Näiden lisäksi ulkopuolisen sauman hitsaukseen on yksi yksilankajauhekaaritorni. (Presteel Oy 2017.)



Kuva 11. Kolmilankainen jauhekaarautomaatti putken ulkopuolisen hitsausraion hitsaukseen (Presteel Oy 2017)

Jännityksenpoistohehkutukseen Presteel Oy:llä on sähköllä toimiva uuni (Kuva 12). Uunin maksimilämpötila on 630 °C. ja uuni on tietokoneohjattu, joten hehkutuksessa toteutunut lämpötilakäyrä on tulostettavissa asiakkaalle muiden asiapapereiden mukaan. Tulostettavasta dokumentista nähdään mm. teoreettinen ja toteutunut lämpötilakäyrä. (Presteel Oy 2017.)



Kuva 12. Hehkutusuuni (Presteel Oy 2017)

Näiden lisäksi Presteel Oy:llä on myös erilaisia käsityökaluja ja mittalaitteita tuotteiden tekemiseen. Työkaluja on myös mekaaniseen-, sähkö-, hydraulikka- ja pneumatiikka- sekä automaatiokunnossapitoon. Työkaluja ammattiosaamiseen on myös yrityksellä itsellään, mikä on yksi merkittävä kilpailuetu kustannustehokkuuden ja toimitusvarmuuden saavuttamisessa. (Presteel Oy 2017.)

6 SÄRMÄYSPURISTIMELLA SÄRMÄTTÄVÄT TUOTTEET

Särmättävät tuotteet Presteel Oy:ssä on pääasiassa putkimaisia tuotteita. Tela-putkiahion särmäyksen loppuvaihe näkyy kuvassa 13. Putkien maksimipituus kaksituhatta tonniseella särmäyspuristimella on taivutuksia tehtäessä 10 500 millimetriä, kalibrointeja voidaan tehdä 12 800 millimetriä pitkille putkille. Putkien seinämävahvuudet vaihtelevat 4 millimetristä 30 millimetriin. Putkien ulkohalkaisija voi pienimmillään olla 280 millimetriä. Ulkohalkaisija maksimipituudessaan voi olla suurimmillaan 850 millimetriä, kun putki valmistetaan yhdellä pituussaumalla. Jos halutaan tehdä putkiahio suuremmalla halkaisijalla, putkiahio täytyy valmistaa useammasta levystä, tällaisessa tapauksessa pituussaumoja tulee siis enemmän. (Presteel Oy 2017.)



Kuva 13. Tela-putkiahio särmäyskäsittelyssä. Särmäyskohdat näkyvät pitkittäispainaumina putken pinnoilla. (Presteel Oy 2017)

6.1 Putkiahion esitaivutus 2000 tonniseella särmäyspuristimella

Levyaihioihin tarvitaan esitaivutusta varten työvaraa ■■■■ millimetriä, kumpaakin taivutettavaa reunaa kohti. Tällä hetkellä 2000 tonnisen särmäyspuristimen taivutustyövara on vakio, koska alatyökalussa rullien uraväli ei ole säädettävissä. Rullaväli tällä hetkellä on ■■■■ millimetriä rullan keskihalkaisijasta toisen rullan keskihalkaisijaan mitattuna. (Presteel Oy 2017.)

Levyaihio nostetaan särmäyspuristimen etupöydälle ja levyyn piirretään katkaisumitta piirtopiikillä ja maalataan särmäyskohdat valkoisin viivoin. Särmäyskohdat merkitään suunnitellun työohjeen mukaisesti tasavälein alkaen ohjeen mukaisesta kohdasta, läheltä reunaa, levyn keskiosaa kohti. Esitaivutuksen yhteydessä särmätään levyn molempiin reunoihin painoja niin monta, että saadaan putkiahion reunat nousemaan riittävästi reunan polttoa varten. Putkiahion taipumista tarkkaillaan putkiahion sisäsäteen mukaisella sabluunalla. (Presteel Oy 2017.)

6.2 Esitaivutustyövarojen poisto ja hitsausviisteiden valmistus

Esitaivutuksessa tarvittavat työvarat poistetaan polttoleikkaamalla. Polttoleikkaukseen käytetään happi- ja nestekaasumenetelmää. Esitaivutustyövaran poistamisen yhteydessä tehdään myös pituushitsausta varten tarvittavat hitsausviisteet. Hitsausviisteiden tyyppi on yleensä V - tai X -viiste. (Presteel Oy 2017.)

6.3 Putkiahion lopputaivutus ja silloitushitsaus

Esitaivutustyövarojen poistamisen ja hitsausviisteiden valmistuksen jälkeen putkiahio siirretään takaisin särmäyspuristimelle, jossa suoritetaan putkiahion lopputaivutus ja silloitushitsaus. Lopputaivutuksessa särmätään putkiahion loput painot. Putkiahio särmätään sellaiseen säteeseen, että pituussauman rako on hieman isompi kuin särmäyspuristimen ylätökalun vahvuus. Tämän jälkeen särmäyspuristimen ylätökalu ajetaan ylös ja putkiahion pituussauma käännetään noin 90 astetta sivulle vaakatasoon nähden. Pituussauman ilmaraosta tehdään vaaditunlainen puristelemalla särmäyspuristimella putkiahion kyljistä, samalla seurataan putkiahion pyöreyyttä. (Presteel Oy 2017.)

Kun pituussauman ilmaraako on saatu halutun laiseksi ja reunat niin, että ne ovat kohdallaan, hitsataan pituussaumaan noin 100 millimetriä pitkä silloitushitsi. Silloitushitsit hitsataan MAG-hitsausmenetelmällä (Kuva 14). Noin 100 millimetriä pitkät silloitushitsit hitsataan noin 500 millimetrin välein. Silloitushitsauksen jälkeen putkiahio on valmis pituussauman loppuhitsaukseen. (Presteel Oy 2017.)

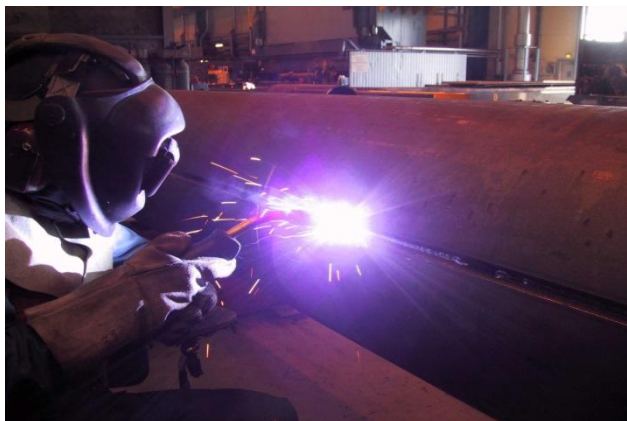


Kuva 14. Telaputkiaihio silloitushitsauksessa (Presteel Oy 2017)

6.4 Putkiaihion pituussauman hitsaus

Ennen juuripalon hitsausta asennetaan apupalat pituussauman alku ja loppupäähän. Apupalojen tarkoituksena on aloitus ja lopetuspäässä jatkaa hitsaus-
saumaa niin, että hitsauksen aloitus ja lopetuskohta saadaan lopullisen hitsaus-
sauman ulkopuolelle. Apupalojen hitsauksen jälkeen sauma valmistellaan juuri-
palon hitsausta varten. (Presteel Oy 2017.)

Putkiaihion juuripalko hitsataan MAG-hitsausmenetelmällä (Kuva 15). Juuripal-
ko hitsataan putkiaihion ulkopuolelta niin, että juuri sulaa läpi putkiaihion sisä-
puolelle. Juuripalon hitsauksessa ainoastaan hitsauspolttimen kuljetus on me-
kanisoitu, kuljetuksen mekanisointi on toteutettu operaattorin istuimeen asenne-
tulla siirtomoottorilla, jonka kulkunopeutta operaattori voi säätää. (Presteel Oy
2017.)



Kuva 15. Putkiaihion pituussauman juuripalon hitsaus (Presteel Oy 2017)

Kun juuripalko on hitsattu, putkiaiho on valmis hitsattavaksi jauhekaarihitsausautomaatilla. Pituussauma hitsataan jauhekaarautomaatilla hitsausviisteen tyyppistä riippuen sisä- ja ulkopuolelta tai pelkästään putkiaihoon ulkopuolelta. Pituussauman sisäpuolinen jauhekaarihitsaus suoritetaan 1-lankahitsauksena. Ulkopuolisen hitsausrillon hitsauksessa käytetään yhdestä kolmeen lankaan. Kuvassa 16 näkyy pituussauman ulkopuolinen hitsaus kahdella langalla. (Presteel Oy 2017.)



Kuva 16. Pituussauman ulkopuolinen hitsaus, kahdella langalla (Presteel Oy 2017)

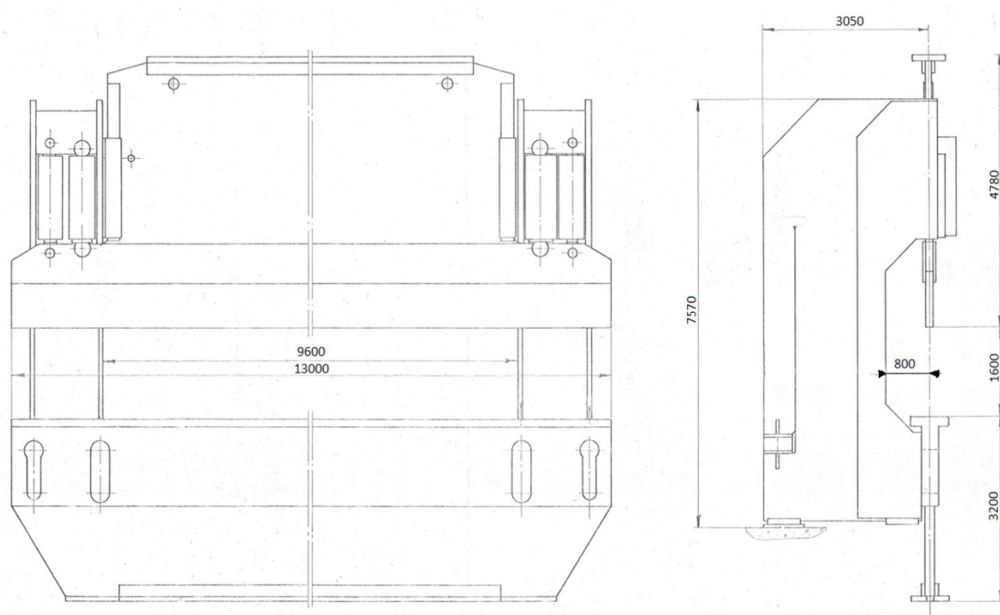
Putkien hitsausaumatt Presteelillä tarkastetaan ulkopuolisen tarkastuslaitoksen toimesta, NDT menetelmillä. Yleisimmin käytetty tarkastusmenetelmä Presteelillä on (UT) ultraääni- ja (MT) magneettijauhetaarkastus. Ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin putkiin tehdään yleensä (RT) radiografinentarkastus ja (PT) tunkeumanestetarkastus. (Presteel Oy 2017.)

6.5 Putken pyöreiden kalibrointi ja lämpökäsittely

Loppuhitsauksen jälkeen putki käytetään vielä särmäyspuristimella, jossa putki kalibroidaan. Putken kalibroinnissa putken pyöreys puristellaan vaaditunlaiseksi. Samalla tarkastetaan myös putken vääryys. Kaikista mittauksista tehdään mittauspöytäkirjat. Jos putkelle vaaditaan jännityksenpoistohehkus, tehdään se Presteel Oy:n lämpökäsittelyuunissa. Lämpökäsittelyn jälkeen vielä tarkastetaan putken pyöreys ja suoruus. (Presteel Oy 2017.)

7 SÄRMÄYSPURISTIN 2000T

2000 tonninen särmäyspuristin on merkiltään Strong Line ja se on valmistettu vuonna 1980. Särmäyspuristinta on modernisoitu viimeksi vuonna 2012. Tässä modernisoinnissa suurin muutos oli ohjauksen muuttaminen CNC - ohjauksesta logiikkaohjaukseen. Särmäyspuristimen päämittoja on esitetty kuvassa 17. (Presteel Oy 2017.)



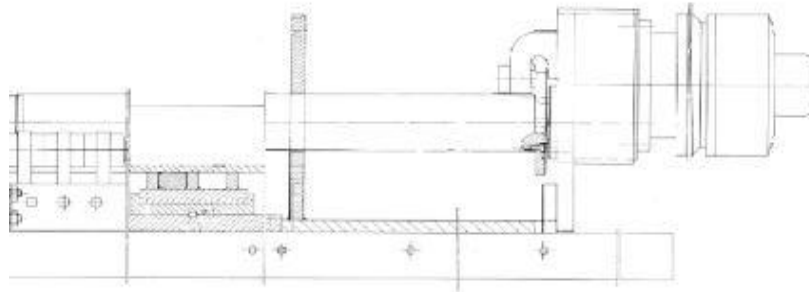
Kuva 17. 2000 tonnin särmäyspuristimen päämitat (Presteel 2017)

7.1 Tämän hetkinen alatyökalu

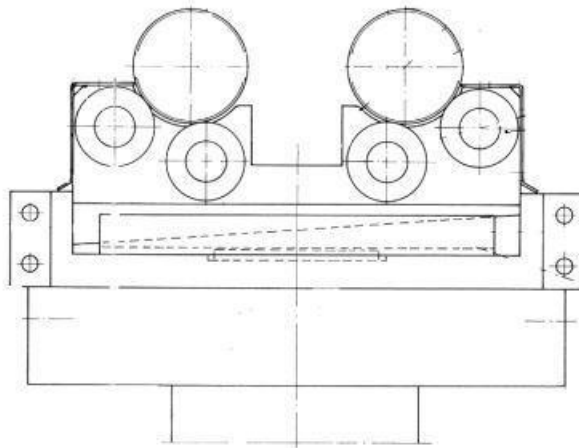
Särmäyspuristimissa on paljon erilaisia alatyökaluja. Presteel Oy:n särmäyspuristimien alatyökalun yksi edellytyksiä on se, että putkimaisia kappaleita voidaan pyörittää alatyökalun ja ylätyökalun välissä. Alatyökalun rullien pyöritystä käytetään myös levyaihion siirtämiseen, levyä taivutettaessa. Presteel Oy:n särmäyspuristimessa alatyökaluna on kaksi [REDACTED] ja pituudeltaan 12 800 millimetriä pitkää rullaa, joita pyöritetään hydraulikka moottoreiden avulla. Kokemukseen perustuen särmäyspuristimen alatyökalu kestää tällä hetkellä noin 1500 Kilonewtonia/metri. Tämän opinnäytetyön yksi tavoitteista on tutkia, millä toimenpiteillä särmäyspuristimen alatyökalu olisi mahdollista tehdä nykyistä kestävämmäksi. Alatyökalun rakenne on esitetty kuvassa 18 ja 19. (Presteel Oy 2017.)

7.2 Rullaston runko

Tämänhetkisessä alatyökalussa rullaston runko kokonaisuudessaan koostuu runkokappaleista, joita on 32 kappaletta. Jokaisen runkokappaleen alla on bombeeruksen säätökiilat. Jokaisessa runkokappaleessa on 24 kappaletta kannatinlaakereita, jotka kannattelevat pyöritysrullaa. Kannatinlaakerit ovat tällä hetkellä alatyökalun heikoin osa-alue ja ne rajoittavat alatyökalun kuormittamista (tonnia/metri). Vuosihuoltojen yhteydessä rikkiäisiä kannatinrullia joudutaan vaihtamaan n. 100 - 200 kappaletta.

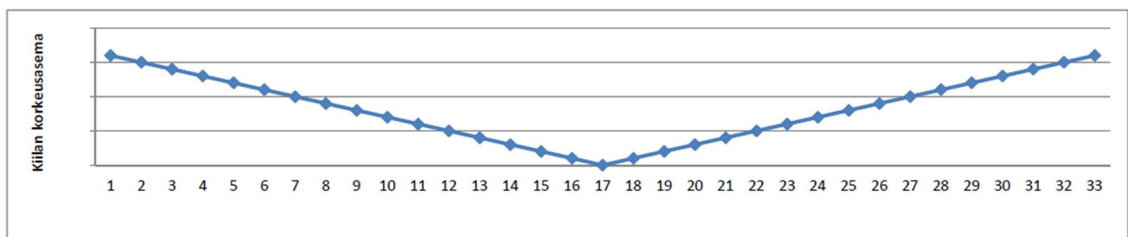


Kuva 18. 2000 tonnisen särmäyspuristimen alatyökalu edestäpäin katsottuna. (Presteel 2017)



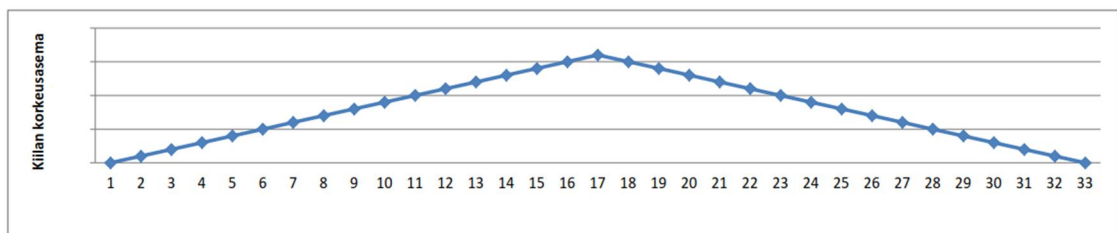
Kuva 19. 2000 tonnisen särmäyspuristimen alatyökalu päädystä päin katsottuna. (Presteel 2017)

Kuviossa 2 on esitetty kiilojen asemat silloin, kun alatyökalun päissä olevat kiilat ovat nostettu maksimikorkeudelle (bombeeraus negatiivinen). Bombeerauksia säädetäessä kiilojen korkeusasemat eivät välttämättä todellisuudessa mene näin lineaarisesti. Kiilojen korkeuden asemaa on mahdollista säätää niin, että kahden vierekkäisen kiilan korkeusaseman ero voi olla maksimissaan ■ millimetriä, tällaisissa tapauksissa pyöritysrullien runko joutuu kohtuullisen kovalle rasitukselle ja on huomattu, että näin tulee helposti kannatinlaakereiden rikkoutumisia.



Kuvio 2. Nykyisen bombeerauksen säätö, bombeeraus negatiivinen maksimi

Kuviossa 3 on vastaavasti esitetty kiilojen asemat silloin, kuin keskimääräinen kiiloista on nostettu maksimikorkeuteen ja päissä olevat kiilat ovat alimmassa mahdollisessa tasossa. Bombeerauksen ollessa tässä asemassa, sanotaan bombeerauksen silloin olevan positiivinen.



Kuvio 3. Nykyisen bombeerauksen säätö, bombeeraus positiivinen maksimi

7.4 Rullien uraväli

Alatyökalun rullavälillä on oma vaikutuksensa puristusvoiman tarpeeseen. Pres-teelillä pienemmän särmäyspuristimen (2000t) rullaväliä ei ole tällä hetkellä mahdollista säätää, vaan se on kiinteä ■ rullien keskeltä keskelle mitatuna. Toisaalta rullaväliä ei ole kannattavaa säätää liian leveäksi, koska tämä tarkoittaisi sitä, että esitaivutuksessa tarvittava työvara levyaihion reunalla

kasvaisi isommaksi. Taivutuksessa käytettäviä työvaroja käytetään jonkun ver-
ran hitsauskoe ja hitsausapupaloina, mutta suurin osa taivutustyövaroista me-
nee kuitenkin suoraan metalliromuun ja sitä kautta kierrätykseen.

7.4.1 Uravälin vaikutus voiman tarpeeseen

V-aukon suuruuden vaikutus materiaalille käytettävän puristusvoiman tarpee-
seen voidaan arvioida murtolujuuden avulla seuraavasta yhtälöstä 2.

$$F = C \times \frac{b \times R_m \times t^2}{W - (2 \times \cos 45^\circ \times R_p)} \quad (2)$$

missä

F	on	taivutusvoima (N)
C	on	vakio, tavallisilla rakenneteräksillä ≈ XXXXXXXXXX
R_m	on	levyn murtolujuus N/mm ² (MPa)
R_p	on	painimen säde (mm)
b	on	taivutuksen tarkastelupituus (mm)
t	on	levyn paksuus (mm)
W	on	v-aukon leveys/rullien uraväli (mm)

(Ruoppa, Sipola, Maronen, 2013, 58 on todennut Trumpf mukaan)

Maksimi levyn vahvuus uravälin ollessa nykyinen XXXXXXXXXX.

$$F = C \times \frac{b \times R_m \times t^2}{W - (2 \times \cos 45^\circ \times R_p)} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{F \times [(W - (2 \times \cos 45^\circ \times R_p))]}{C \times b \times R_m}}$$

$$t = \sqrt{\frac{\text{[REDACTED]}}{\text{[REDACTED]}}} = 24,96 \approx 25 \text{ mm}$$

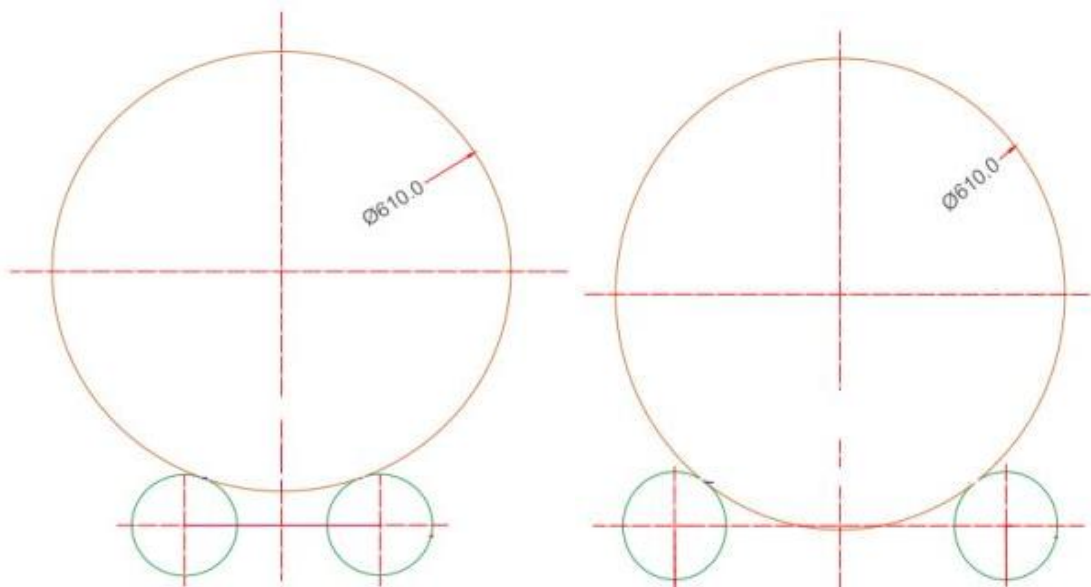
Maksimi levynvahvuus uravälin ollessa uuden alatyökalun maksimi XXXX milli-
metriä.

$$t = \sqrt{\frac{\text{[REDACTED]}}{\text{[REDACTED]}}} = 33,93 \approx 34 \text{ m}$$

Tämän yhtälön perusteella voidaan todeta, että nykyisellä rullien uraleveydellä joka on [REDACTED] ja 20 000 Kilonewtonin voimalla voidaan taivuttaa n. 25 millimetriä vahvaa teräslevyä maksimipituuisena, jonka murtolujuus on $420 \frac{N}{mm^2}$. Vastaavasti tässä opinnäytetyössä ideoidulla alatyökalun ratkaisuvaihtoehdolla, jolla uraväli voidaan levittää maksimissaan [REDACTED], pystytään taivuttamaan 34 millimetriä vahvaa teräslevyä, joka on muuten vastaavanlaista.

Presteelillä käytettävistä materiaaleista yksi käytetyimmistä on S235J2. Standardin EN10025-2 mukainen murtolujuus kyseisellä teräslaadulla on 360–510 $\frac{N}{mm^2}$ (SFS-EN 10025-2. 2014). Laskussa on käytetty vertailuputkea, jonka ulkohalkaisija on 610 millimetriä ja pituus 10 500 millimetriä. Kuviossa 4 näkyy laskennoissa käytetyt geometriat.

Tässä opinnäytetyössä käytetty laskentamenetelmä antaa vertailukelpoisen tuloksen nykyistä uravälin leveyttä vertailtaessa uuteen uraväliin, mutta ei anna tarkalleen oikeaa tulosta putkiaihioiden särmäyksessä. Presteelillä on käytössään omanlaisensa laskentamenetelmä voiman tarpeen laskemiseen, mutta tätä ei haluttu tuoda esille tässä opinnäytetyössä.



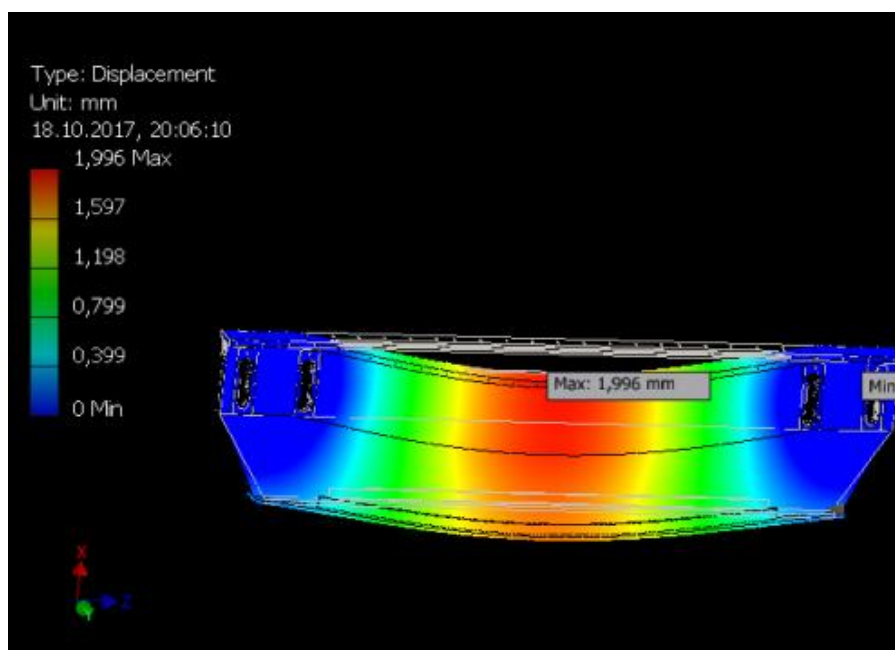
Kuvio 4. Laskuissa käytetyt geometria

8 SÄRMÄYSPURISTIMEN RUNGON KESTÄVYYS

2000 tonnisesta särmäyspuristimesta ei ole kokonaisuudessaan ollut aikaisemmin 3D kuvia. Särmäyspuristin oli mallinnettava, puuttuvien 3D kuvien osalta valmistus aikaisten mittapiirustuksien ja fyysisesti mitattujen mittojen perusteella. Näiden mallien avulla tehtiin FEM-tarkasteluja muun muassa alapalkin osalta. Pystyrunkojen FEM-tarkastelut vaativat tarkemmat mallinnukset koneen rungosta. Tässä opinnäytetyössä ei katsottu tarpeelliseksi lähteä parantamaan rungon mallinnuksia, vaan tähän työhön tarvittavat FEM-tarkastelut oli mahdollista suorittaa saavutetulla mallinnus tarkkuudella.

8.1 FEM – tarkastelun tulokset

Särmäyspuristimen alatyökalun modernisoinnissa yksi tärkeistä tavoitteista oli tehdä alatyökalusta nykyistä kestävämpi. Alkuvaiheessa on päätetty tarkastella särmäyspuristimen runkoon kohdistuvia rasituksia. Näistä tarkasteluista on saatu selville muun muassa särmäyspuristimen alapalkin siirtymä maksimi voimaa (20 000 KN) käytettäessä. Kuten kuvasta 20 voimme nähdä, alapalkin suurin siirtymä on pituussunnassaan keskellä palkkia ja siirtymää tulee n.2 millimetriä.



Kuva 20. Alapalkin siirtymä

9 UUSI ALATYÖKALU

Opinnäytetyön alkuvaiheessa on tutkittu alatyökalan muutoksen toteuttamiseen eri vaihtoehtoja. Internetsivuilta on kerätty tietoa särmäyspuristimien eri valmistajien alatyökaluista, jotka vastaavat eniten Presteeelin tarpeita. Opinnäytetyön alkuvaiheessa on todettu, että toimeksiantajan tarpeille sopivaa alatyökaluja ei voida hankkia suoraan särmäyspuristimien valmistajien malleista. Tässä opinnäytetyössä suunniteltu ratkaisuvaihtoehto alatyökälulle näkyy kuvassa 21.

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 21. 3D-malli alatyökalan ratkaisuvaihtoehdosta.

9.1 Bombeeraus ja sen säätäminen

Nykyisestä bombeerauksesta on vuosien käyttökokemus. Tähän perustuen uudelle bombeeraukselle on asetettu erilaisia vaatimuksia. Tärkeimpinä asioina on pidetty bombeerauksen käyttämisen helppoutta, bombeerauksen käyttövarmuutta ja luotettavuutta.

Tämän opinnäytetyön alkuvaiheessa on tutkittu Presteeelin isomman särmäyspuristimen (4000t) bombeerauskiilastoja, sen käytön helppoutta ja toimintavarmuutta. Isomman särmäyspuristimen apu- ja keskibombeerauksen säätö toimii hydraulikkasyylinterien avulla, [REDACTED]. Hydraulikkasyylinterit ovat sijoitettuna bombeerauskiilojen väliin, joita säätämällä kiilojen asemaa voidaan muuttaa. Jokaisen hydraulikkasyylinterin kohdalla on mittauspotentiometri, jotka mittaavat kiilojen asemaa. Bombeerauksen säädön periaate näkyy kuvassa 22.

Isommassa (4000t) särmäyspuristimessa käytetyssä bombeeruksessa on paljon hyviä asioita, joita on kannattavaa käyttää ja hyödyntää mahdollisuuksien mukaan pienemmän särmäyspuristimen (2000t) alatyökalussa. Bombeeruksen säätäminen ja käyttö ovat tässä systeemissä yksinkertaista ja helppoa särmäyspuristimen käyttäjälle.

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 22. 4000t bombeeruskiilat ja niiden säätö (Presteel 2017)

Isompi särmäyspuristin on ollut Presteelillä käytössä n. 18 vuoden ajan ja siitä asti sen alatyökalu on pysynyt bombeeruksen säädön ja mekaniikan osalta lähes alkuperäisessä muodossaan. Bombeeruksen säädön heikoiksi kohdiksi ovat ilmenneet vuosien saatossa bombeeruksen säädössä käytettävät hydraulikkasyylinterit. Bombeeruskiilojen asemaa vaihdellaan melko useasti ja tästä johtuen hydraulikkasyylinterit ovat kovalla rasituksella.

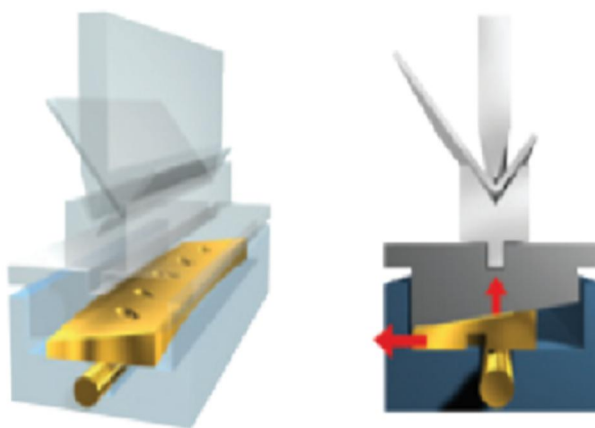
Hydraulikkasyylinterien huoltaminen isommalla särmäyspuristimella vaatii koko välipöydän (Kuva 23) irrottamista, joka on hyvin työlästä ja siinä joudutaan tekemään työturvallisuuden kannaltakin ”riskinostoja”. Näihin syihin perustuen lähtökohtana pienemmän särmäyspuristimen alatyökalun osalta oli se, että hydraulikkaa ei sijoiteta ollenkaan välipöydän alle.

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 23. Isomman särmäyspuristimen alatyökalu (Presteel 2017)

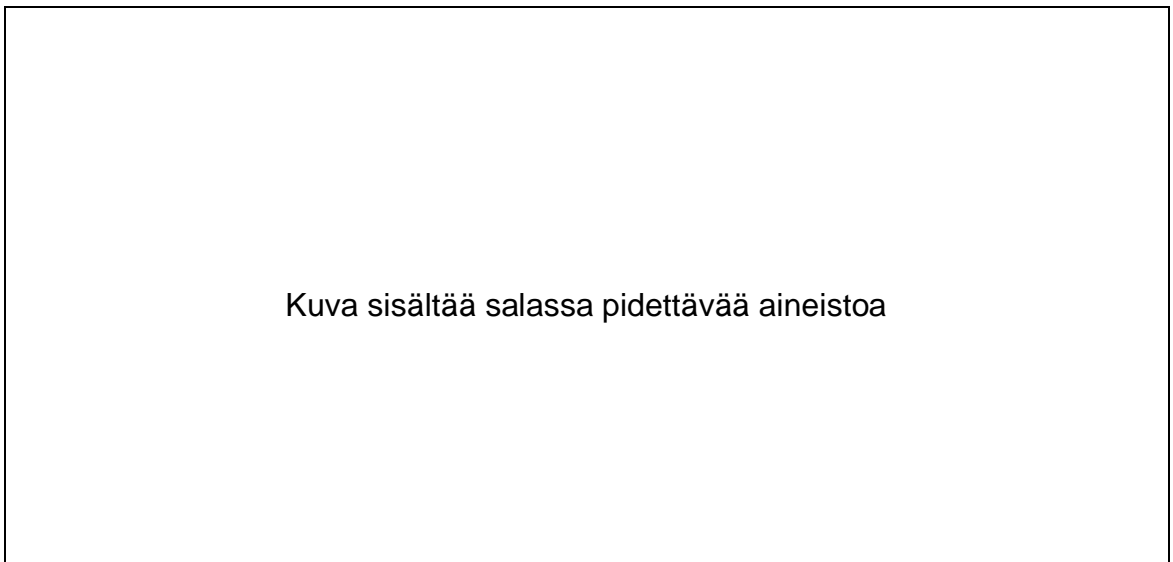
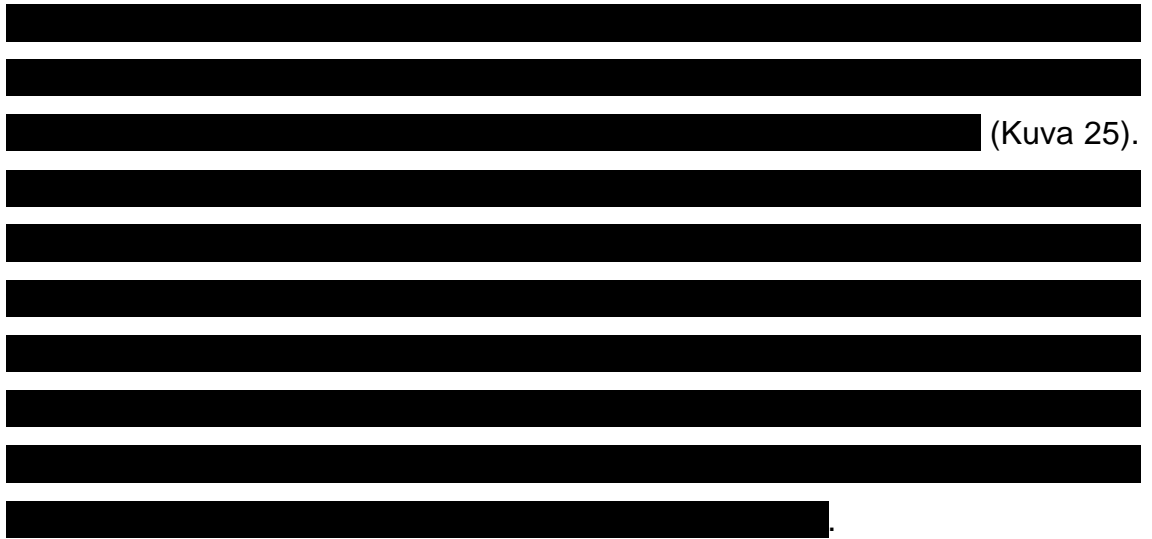
9.1.1 Bombeeruksen säätö Ursviken

Ursvikenin bombeeruksen säädössä käytetään pitkää kiilaa, johon on koneistettu pitkänmallisia reikiä (Kuva 24). Reiät kiilassa ovat kaikki hieman erisuuntaisia toisiinsa nähden. Kiilan alla on pyörötanko, josta pystytipit on sijoitettu kiilassa oleviin pitkän mallisiin reikiin. Pyörötankoa liikuttamalla pitkittäissuuntaan kiilan kaarevuus ja alatyökalun korkeusasema muuttuu. Kiilan alla olevaa pyörötankoa pitkittäissuunnassa voidaan liikuttaa esim. hydraulikkasylinlerin avulla. (Ursviken Technology AB 2017b.)

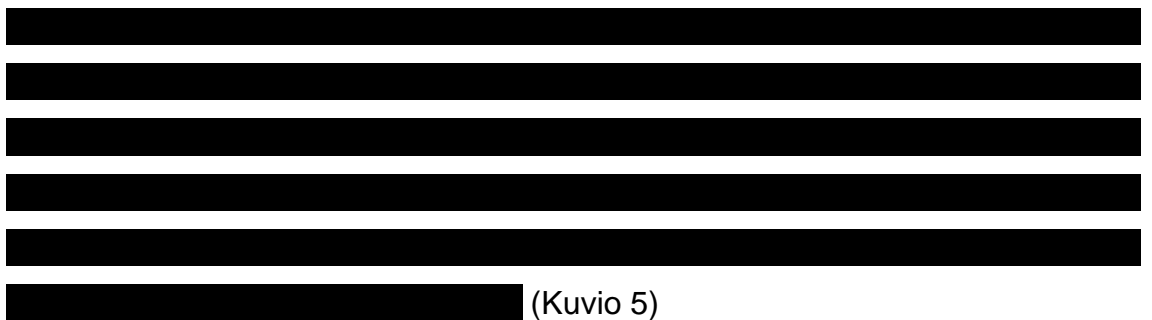


Kuva 24. Ursvikenin bombeeruksen toimintaperiaate (Ursviken Technology AB 2017b)

9.1.2 Uusi bombeeraus



Kuva 25. Uusi bombeerauskilasto



Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuvio 5. Uuden bombeeruksen säätöalue

9.1.3 Kiilojen FEM tarkastelu

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu uuden bombeeruskiilan rasituksia Autocad Inventor ohjelman avulla tehdyllä FEM tarkastelulla. FEM tarkastelussa kiiloihin kohdistettiin voima joka aiheuttaa [REDACTED] siirtymän kiilan vaakasuuntaisesti (Kuva 26).

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 26. FEM tarkastelussa käytetty siirtymä

Kuvasta 27 näkyy kiilaan kohdistunut maksimijännitys [REDACTED]. FEM-analysista on todettu maksimijännityksen kohdistuvan erittäin pienelle alalle. FEM-analysissa näkyy myös kiilaan pääsääntöisesti alle [REDACTED] kohdistunut jännitys.

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 27. Bombeerauskiilan jännitys kiilojen siirtymän ollessa [REDACTED]

9.2 Rullien uravälin säätö

Opinnäytetyön alkuvaiheessa on pohdittu isomman särmäyspuristimen uravälin säätöä (Kuva 28). Opinnäytetyössä on käyty läpi hyviä ja huonoja asioita isomman särmäyskoneen uravälin säädössä. Selvästi hyvänä asiana on noussut esille uravälin säädön helppous. Uraväliä säädetään ohjelmaan [REDACTED]

[REDACTED] Isomman särmäyspuristimen uravälin säätöruuvit ovat alttiina iskuille ja kolhuille, ne ovat myös herkkiä kaikelle lialle ja niiden suojaaminen epäpuhtauksilta on haasteellista. Ruuvit ovat myös työläitä vaihtaa ja kalliita valmistaa.

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 28. 4000 tonnisen särmäyspuristimen uravälisäädön periaatekuva (Pres-teel 2017)

9.2.1 Rullien uravälin säätö Ursviken

Uravälin säädölle on tutkittu eri valmistajien ratkaisuja. Ursvikenin alatyökaluja valmistetaan standardimitoilla kuvan 29 mukaisesti. Toimeksiantajan tarpeisiin malli VDT 50/370 olisi näistä lähimpänä sopivaa.

VDT II is available in four standard sizes.

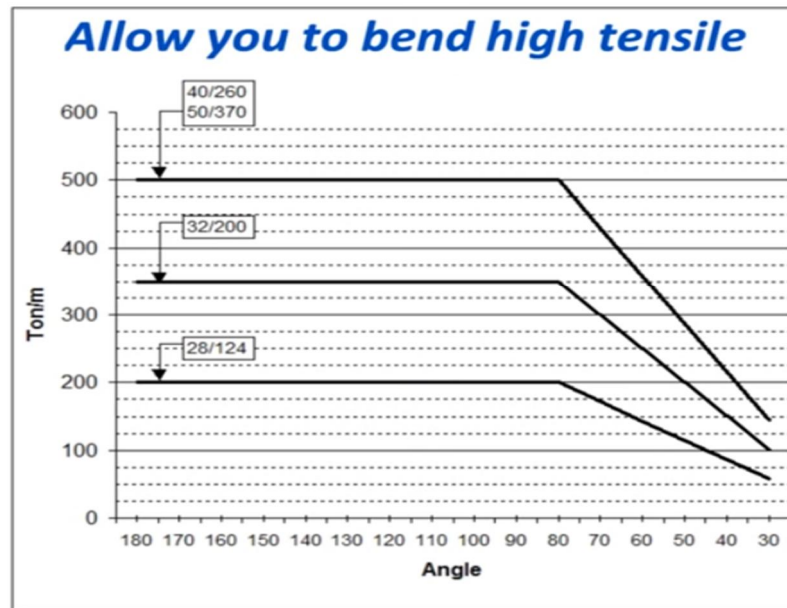
Technical data	VDT 28/124	VDT 32/200	VDT 40/260	VDT 50/370
Max die opening (W max) Inch	5"	8"	10"	14"
Min die opening (W min) Inch	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Tool radius mm / Inch	8mm / 5/16"	10mm / 3/8"	10mm / 3/8"	16mm / 5/8"
Die opening steps mm / Inch	12mm / 1/2"	12mm / 1/2"	20mm / 3/4"	20mm / 3/4"

VDT II

Kuva 29. Ursvikenin säädettävällä uravälillä olevat alatyökalut. (Ursviken Technology AB 2017b)

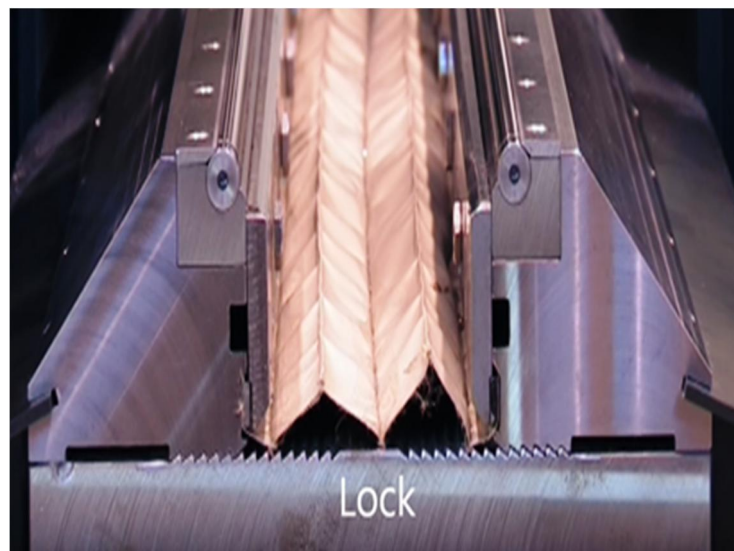
Taulukosta 1 voidaan todeta valmistajan lupaamat kestävyudet kyseiselle työkalulle. VDT 50/370 mallin maksimi kuormitukseksi valmistaja lupaa 5000 Kilonewtonia/metri aina 80 asteen taivutuskulmalle asti. Taivutuskulman pienentyessä 30 asteeseen maksimikuormitus on 1500 KN/m. (Ursviken Technology AB 2017b.)

Maximum allowed load for bends in VDT II



Taulukko 1. Sallitut kuormat Ursvikenin alatyökaluille. (Ursviken Technology AB 2017b)

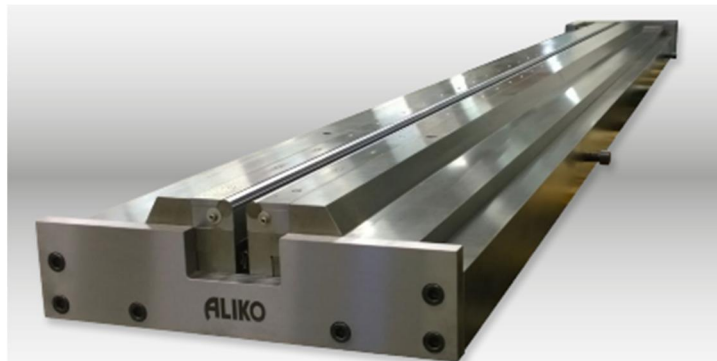
Ursvikenin mallissa uravälin säätö toimii hydrauliiikan avulla. Uraväli lukittuu rullarunkojen alapinnalla ja alapöydän yläpinnalla oleviin hammastuksiin. Hammastuksien yläpuolella oleva suojaralle suojaa hampaita ulkopuolelta tulevilta epäpuhtauksilta (Kuva 30). (Ursviken Technology AB 2017b.)



Kuva 30. Alatyökalu Ursvikenin malli (Ursviken Technology AB 2017b)

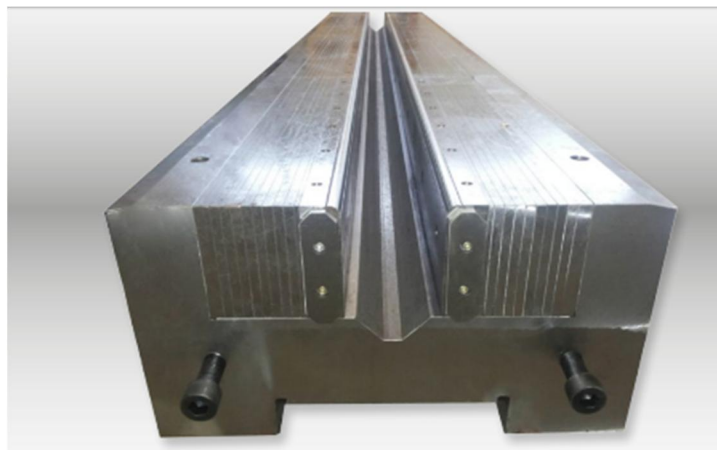
9.2.2 Rullien uravälin säätö Aliko

Alikolla on ainakin kolme erityyppistä standardimallia alatyökaluista, jotka ovat säädettävällä uravälillä. Kuvassa 31 Alikon CNC-ohjauksella oleva malli, jossa suurimman standardi mallin uraväli minimissään voi olla 30 millimetriä ja maksimissaan 170 millimetriä. Kyseiselle alatyökalulle valmistaja lupaa 3000 Kilonewtonin maksimi kuorman metriä kohden. (Aliko Oy Ab 2017.)



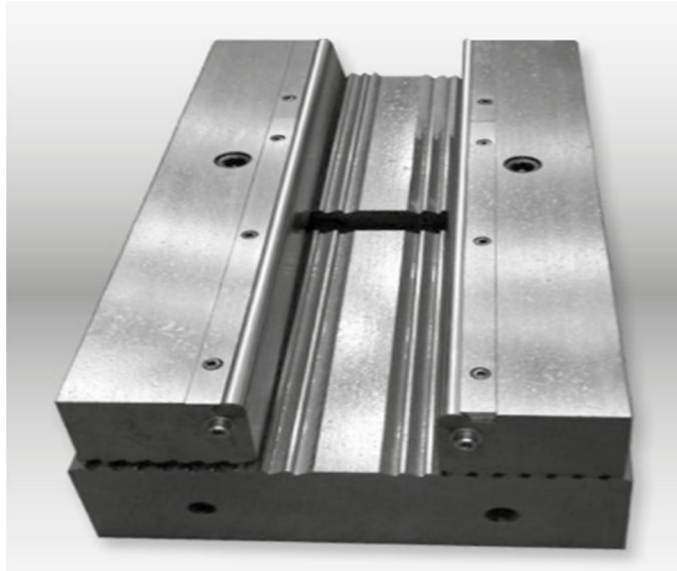
Kuva 31. Alikon CNC-ohjauksella säädettävissä oleva malli (Aliko Oy Ab 2017)

Yhdessä Alikon standardi malleista uravälin säätö tapahtuu manuaalisesti. Rullien uraväliä säädetään pulttien avulla ja uraväli lukitaan teräslevyillä, jotka nosellaan käsin rullan rungon ja työkalun rungon väliin. Suurimmassa standardimallissa uravälin säätö minimissään on 60 millimetriä ja maksimissaan 300 millimetriä. Valmistaja lupaa alatyökalulle 3000 Kilonewtonin kuorman metriä kohden. Kuvassa 32 Alikon malli, jossa manuaalisesti säädettävä uraväli. (Aliko Oy Ab 2017.)



Kuva 32. Alikon malli manuaalisesti säädettävällä uravälillä (Aliko Oy Ab 2017)

Kuvassa 33 Alikon valmistama standardimalli, jossa uraväli säädetään kierre-ruuveilla ja lukitaan rullan rungon alareunassa ja alapöydän rungon yläreunassa olevilla hampailla. Tässä mallissa suurimman standardimitoilla valmistettavan alatyökalun rullien uravälin minimi on 40 millimetriä ja maksimi 240 millimetriä. Valmistaja lupaa kuormaa kyseiselle alatyökalulle 2500 Kilonewtonia metrille. (Aliko Oy Ab 2017.)



Kuva 33. Alatyökalu, jossa uravälin lukituksessa hammastus (Aliko Oy Ab 2017)

9.2.3 Uusi uravälin säätö

Uraväli suunniteltiin säädettäväksi niin, että rullien uravälin säätöalue uudessa alatyökalussa [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED].

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 34. Uuden uravälisäädön periaate. Kuvassa uraväli maksimileveydessä

9.2.4 Uusi pyöritysruullien runko

Tässä ratkaisuvaihtoehdossa pyöritysruullien runko (Kuva 35) ei todennäköisesti ole rajoittava tekijä alatyökalun kestävyydelle. Uudessa rungossa kannatinlaakereiksi on suunniteltu liukulaakerit, joiden säteittäiskuorman kestävyys on reilusti parempi kuin tämän hetkisissä kannatinlaakereissa, jotka ovat rullalaakereita. [REDACTED]

Kuva sisältää salassa pidettävää aineistoa

Kuva 35. Pyöritysruullien runko

10 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön lähtökohtainen tavoite oli löytää toimiva ratkaisu ja kustannuslaskentaa sekä takaisinmaksulaskentaa varten riittävät suunnitelmat 2000 tonnin särmäyspuristimen alatyökalulle. Työn tarkoituksena oli myös pohdita mahdollisuutta muuttaa alatyökalun rullien uraväli säädettäväksi.

Työn alkuvaiheessa on todettu, että alatyökalulle ei löydy särmäyskoneiden valmistajilta Presteeelin tarpeisiin vastaavaa alatyökalua. Esimerkiksi Ursvikenin mallia ei voida suoraan käyttää 2000 tonnin särmäyspuristimessa. [REDACTED]

Tämän työn tuloksena on 2000 tonnisen särmäyspuristimen alatyökalulle ratkaisuvaihtoehto, joka on suunniteltu toimeksiantajan tarpeita vastaaviksi. Tässä vaihtoehdossa myös uraväli on säädettävissä. Suunnitelmassa säätö haluttiin toteuttaa mahdollisimman yksinkertaisena, koska näin alatyökalun kestävyys voidaan maksimoida. Uudessa mallissa myös alatyökalun huoltaminen on helpompaa ja yksinkertaisempaa.

Tämän modernisoinnin toteutuessa toimeksiantajalla on mahdollisuus siirtää osa 4000 tonnin työkuormasta, modernisoitavalle 2000 tonnin särmäyspuristimelle. Tässä työssä on otettu huomioon myös alatyökalun mahdollinen muuttaminen sellaiseksi, että modernisoitavalla särmäyspuristimella olisi jatkossa mahdollista taivuttaa yli kaksitoista metriä pitkiä levyaihioita.

Bombeerauksen säätöä tutkittaessa, aluksi on pohdittu mahdollisuutta säilyttää nykyinen bombeerauksen säätö uuden bombeerauksen säädön esisäätönä. [REDACTED]

Bombeerauksen säätökiilojen kohdalla on selvitelty myös nykyisen bombeerauskiilaston säilyttämistä, pelkästään mekaanisten osien osalta. Kiiloja joudutaisiin valmistuttamaan lisää [REDACTED], jotta bombeerauksen säätöalue saataisiin tarpeeksi pitkäksi, jotta ylätyökalun mahdolliset muutokset tulisivat huomioituksi.

Tässä tapauksessa myös ohjaus ja ohjelma olisi muutettava yksinkertaisemmaksi, jotta kaikki tarpeet uudessa alatyökalussa olisivat täyttyneet. Ohjauksen muuttamiseen yksi mahdollisuus olisi tehdä logiikkaan sellainen muutos, että koneen käyttäjän ei tarvitsisi tehdä arvojen muutoksia jokaisen kiilan kohdalla erikseen [REDACTED]
[REDACTED]

Jos ohjausta muutettaisiin, täytyisi siihen tehdä paljon muutostöitä myös kiiloja liikuttelevien moottoreiden sähkö-osiin. Kiilojen määrää täytyisi lisätä ja uusille kiiloille täytyisi lisätä tietenkin myös taajuusmuuttajat. Tällä hetkellä käytössä olevien taajuusmuuttajien valmistuminen on loppunut ja taajuusmuuttajien uusimisen johdosta, myös väyläkaapelit täytyisi uusia.

Tämän työn tekeminen oli minulle erittäin opettavainen särmäyksen teoriasta ja erityisesti Presteelillä tehtävästä särmäyksestä. Olen itse työskennellyt kyseisellä särmäyspuristimella reilun kymmenen vuoden ajan ja tämän takia tämä työ oli minulle erittäin mielenkiintoinen. Työskennellessä tällä särmäyspuristimella minulla oli jo silloin mielessä ajatuksia koneen kehityskohteista.

LÄHTEET

Aliko Oy Ab 2017. Viitattu 2.11.2017

http://www.aliko.fi/media/tiedostot/pdf/aliko_press-brake_tools_2017_fin-eng_web.pdf

Benson, S. 2014. Bending Basics: The hows and whys of springback and springforward. Viitattu 28.11.2017

<http://www.thefabricator.com/article/bending/bending-basics-the-hows-and-whys-of-springback-and-springforward>

Lepola, P. & Makkonen, M. 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Helsinki: WSOY.

Matilainen, J., Parviainen, M., Havas, T., Hiitelä, E. & Hultin, S. 2011. Ohutlevytuotteiden suunnittelijan käsikirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Ruoppa, R., Sipola, J., & Maronen, J. Ultralujien terästen särmättävyyden ja takaisinjouston määrittäminen konenäön avulla sekä taivutusvoimat

http://www3.tokem.fi/kirjasto/tiedostot/Ruoppa_Sipola_Maronen_B_23_2013.pdf

Ruukki 2014. Särmäys, Raex kulutusteräkset ultralujat optim qc teräkset. Viitattu 28.11.2017 <http://docplayer.fi/4423982-Sarmays-raex-kulutus-terakset-ultralujat-optim-qc-terakset.html>

SSAB 2015. Srenx, Hardox and Docol - Bending of high strength steel. Viitattu 15.11.2017 [http://www.vulcansteel.co.za/files/data-sheets/strenx/912-en-Bending-of-high-strength-steel%20\(1\).pdf](http://www.vulcansteel.co.za/files/data-sheets/strenx/912-en-Bending-of-high-strength-steel%20(1).pdf)

SFS-EN 10025-2. 2014. Kuumavalssatut rakenneteräkset. Osa 2: Seostamattomat rakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot. Helsinki SFS.

Ursviken Technology AB 2017a. The giant press brake that empowers productivity for the most demanding metal bending operations. Viitattu 3.11.2017

http://ursviken.com/wp-content/uploads/pdf/Optima_ENG_Screen1.pdf

Ursviken Technology AB 2017b. Viitattu 2.11.2017 <http://ursviken.com/videos/>