

LAB-ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Pajari Ville-Petteri

Valssausjärjestyksen muutos

Tiivistelmä

Pajari Ville-Petteri

Valssausjärjestyksen muutos, 36 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2020

Ohjaajat: Lehtori Veli-Pekka Jurvanen, Saimaan ammattikorkeakoulu, Lehtori

Jukka Nisonen, LAB-Ammattikorkeakoulu

DI Sampsa Holopainen, Ovako Imatra

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää millä tavoin valssausjärjestyksen muutos vaikuttaa tuotantotapaan, – menetelmiin ja – nopeuteen. Opinnäytetyössäni selvitettiin, myös valssainkaluston riittoaistua, huollon tarpeita ja - aikatauluja.

Opinnäytetyössäni tarkasteltiin valssausjärjestyksen muutoksen vaikutus jo olemassa oleviin valsseihin, valsseissa olevien urien riittoaistuteen ja tarpeellisuuteen, sekä valssausurien uudelleen järjestelyihin.

Työssäni hyödynnettiin Ovako Imatran terästehtaan tietojärjestelmiä, joista saatiin valssauksen tahtiaika-, ura-, valssi-, nopeus-, sekä sähkömoottorien virtatietoja

Asiasanat: Valssaus, tahtiaika, valssipaketti

Abstract

Pajari Ville-Petteri

Change in rolling order, 36 Pages

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Mechanical and Production Engineering degree program

Bachelor's Thesis 2020

Instructors: Mr Veli-Pekka Jurvanen, Lecturer of Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta, Mr Jukka Nisonen, Lecturer of LAB University of Applied, Lappeenranta

Sampsa Holopainen, Master of engineering of Ovako, Imatra

The purpose of my thesis was to find out how a change in the rolling order affects the production method, methods and speed. In my thesis, the adequacy of the rolling stock, maintenance needs and schedules were also investigated.

In my thesis, the effect of the change in the rolling order on the existing rolls, the adequacy and necessity of the grooves in the rolls, and the rearrangements of the rolling grooves were examined.

In my work, the information systems of the Ovako Imatra steel plant were utilized, from which the current data of rolling time, groove, roll, speed and electric motors were obtained.

Keywords: Rolling, rolling time, roll package

Sisällys

Termit.....	6
1 Johdanto.....	7
1.1 Ovako konserni.....	7
1.1.1 Ovako Imatran terästehtas	7
1.2 Työn lähtökohdat	7
1.3 Työn tavoitteet	8
1.4 Tutkimusmenetelmät.....	8
2 Kuumavalssaus	9
3 Ovako Imatran terästehtaan hienovalssaamo.....	12
4 Valssauksen tietojärjestelmät ja ohjelmat	16
4.1 Wicon uravalssauksen simulointiohjelma.....	16
4.2 Vasu.....	17
4.3 Hiva.....	17
5 Uudistusta edeltävä tilanne.....	17
5.1 Valssauskaavio.....	17
5.2 Kuumennus.....	18
5.3 Esivalssaus.....	18
5.4 Perättäisvalssaus.....	21
6 Valssauskalusto.....	22
6.1 Mitta-alueen ø35-41mm Koevalssaus.....	25
7 Muutoksen jälkeinen aika.....	26
7.1 Kuumennus.....	26
7.2 Esivalssaus.....	26
7.3 Perättäisvalssaus.....	27
7.4 Kuudenparin valssaus.....	29
7.5 Neljänparin valssaus.....	31
7.6 Kahdenparin valssaus.....	31
8 Valssainkaluston huolto	32
9 Huollon haasteet.....	33
10 Teelmä pula	33
11 Johtopäätökset ja pohdinta	33
11.1 Muutoksen vaikutus.....	33
11.2 Pohdinta	34
12 Kuvat	34
13 Kaavat.....	35
14 Taulukot.....	35

Alkusanat

Opinnäytetyöni on tehty ajalla 1.2.2018 – 23.06.2020 Saimaan Ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan osaston alaisuudessa.

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjauksesta lehtori Veli-Pekka Jurvanen, Saimaan Ammattikorkeakoulusta sekä ohjaajaani diplomi-insinööri Sampsa Holopainen Ovako, Imatran terästehtaalta. Kiitän kaikkia opettajiani Saimaan Ammattikorkeakoulusta sekä jokaista Ovako Imatran henkilöä, jotka ovat olleet mukana matkassa kannustamassa opinnäytetyötä tehdessäni. Erityisesti haluan kiittää aviopuolisoani Mari sekä lapsiani Maija ja Antti kannustuksesta ja tukemisestä opiskelujeni aikana.

Joulun alla 2018 opinnäytetyötäni tehdessä, tietooni tuli suru-uutinen Saimaan Ammatti Korkeakoululta, pidetty lehtori ja opinnäytetyöni ohjaajana toiminut Veli-Pekka Jurvanen oli menehtynyt. Haluan osoittaa osanottoni Veli-Pekka Jurvasen omaisille ja työyhteisölle. Veli-Pekan sanoin, pitäydytään faktoissa ja pidetään asiat simppelinä, jatkamme matkaa eteenpäin.

Ruokolahdella 23.06.2020

Ville-Petteri Pajari

Termit

Valssit	Rullat, joissa on uria valssattavan tangon koon mukaan
Puolikkaat	Laakeripesät kaksi kappaletta, joihin kiinnitetään kaksi kappaletta valsseja
Kasetti	Kehikko, johon asennetaan laakeripesät ja valssit. Kasetti asennetaan perättäisvalssaamoon
Paketti	Koostuu kasetista, puolikkaista ja valsseista
PEV	Perättäisvalssaamo. PEV:n perässä oleva numero kertoo valssauspaikan. Esimerkiksi PEV2
EV	Esivalssain, koostuu kolmesta päällekkäin olevasta valssista
Pisto	Valsseissa olevien urien läpi menevä valssaus
Vasu	Valssausaikataulun suunnitteluohjelma
Hiva	Hienovalssaamon valssausjärjestelmä
Wicon	Valssauksen simulointiohjelma
HV	Hienovalssaamo
Teelmä	HV:n valssausaihio 135mm x 135mm, pituus vaihtelee
Rako	Valssin etäisyys toiseen valssiin
Tahtiaika	Teelmän ulostuloaika uunista
Reduktio	Pinta-alan prosentuaalinen pieneneminen
OV	Uranmuoto, ovaali
RD	Uranmuoto, pyörösoikio
VP	Uranmuoto, valmis pyöreä

1 Johdanto

1.1 Ovako konserni

Ovako on yksi johtava eurooppalainen teräsyhtiö, joka valmistaa korkealaatuista koneenrakennusterästä konepaja- ja autoteollisuuteen. Ovako konsernin liikevaihto vuonna 2017 oli 921 M€, henkilöstömäärä 3040 henkilöä ja tuotantomäärä 783 kilotonnia. Pääkonttori sijaitsee Tukholmassa [1].

Kesäkuussa 2018 sekä teknologisesti että tuotantokapasiteetin perusteella yksi maailman terästeollisuuden markkinajohtajista, Nippon Steel Corporation osti Ovakon kesäkuussa 2018. Maaliskuussa 2019 Sanyo Special Steel, maailman markkina- ja teknologiajohtaja korkealaatuissa erikoisteräksissä ja Nippon Steelin tytäryhtiö, osti Ovakon [11].

1.1.1 Ovako Imatran terästehtas

Ovako Imatran terästehtaan päätuotteina ovat pyörötangot halkaisija 25- 200mm ja neliötangot halkaisija 25-150mm. Imatran valikoimasta löytyy noin 250:tä erilaista teräslajia ajo- ja konepajateollisuuden tarpeisiin. Pääraaka-aineena tehdas käyttää kierrätettyä metalliromua. Vuotuinen tuotantokapasiteetti on 300 000 tonnia ja henkilöstöä noin 560 henkeä [2].

1.2 Työn lähtökohdat

Opinnäytetyöni tehdään Ovako Imatran terästehtaan hienovalssaamolle. Hienovalssaamalla on ollut jo pidemmän aikaa käynnissä tahtiaikaprojekti, jonka tarkoituksena on nopeuttaa tuotantoa. Tämän tahtiaikaprojektin tuloksena on suunniteltu muuttaa valssaustapa tulevaisuudessa siten, että pyörötangot mitta-alueella halkaisija 35 - 41 millimetriä valssattaisiin kuudella valssiparilla, aikaisemman neljän valssiparin sijasta. Koevalssaaminen on tehty onnistuneesti 19.11.2017 ja silloin päätettiin tehdä selvitystyö valssaustavan muutoksesta. Koevalssaamisessa valssattiin mitat halkaisija 35mm, halkaisija 39mm ja halkaisija 41mm. Koe-

valssauksen päätavoite oli selvittää valssauskaluston toimivuus ja riittäisyys tällaisella valssiurajärjestyksellä, sekä testattiin valssainten moottoritehojen riittäisyys.

1.3 Työn tavoitteet

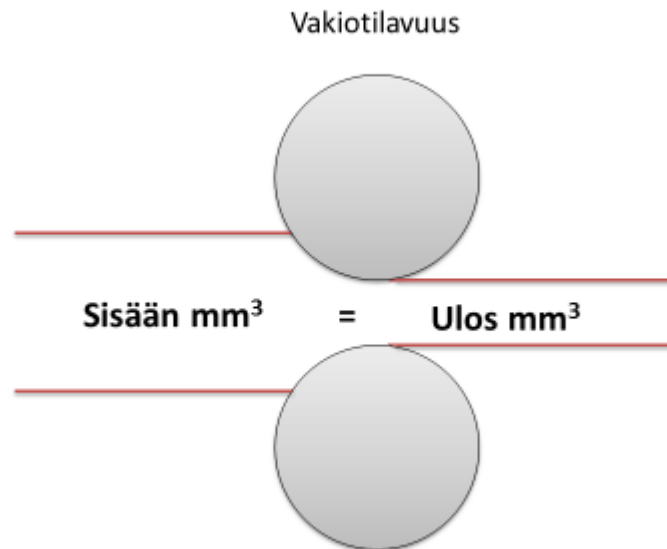
Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää mitta-alueen halkaisija 35 - 41 millimetrisen pyörötangon valssaustavan muutoksen vaikutus tuotantotapaan, – menetelmiin ja – nopeuteen. Opinnäytetyöni aikana kertyneistä tiedoista luodaan valssauskaavio uuden valssaustavan tarpeisiin. Työssäni selvitetään myös valssauskaluston riittäisyys teelmän toimituksen ongelmatilanteissa, sekä mahdollisten valssauskaluston hankintojen vaikutus henkilöstön työkuorman jakautumiseen HEV osastolla.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Valssausteknisiä tietoja kerrotaan tässä Opinnäytetyössä valssauskirjallisuuden lisäksi valssaushenkilöstön haastatteluina, joiden tiedot perustuvat useiden vuosien käytännön kokemukseen. Tuotantonopeuden lisäämisen selvittämiseksi käytettiin tietoja Ovako Imatran terästehtaan promas -, hiva - ja vasu tuotannon-ohjaus järjestelmistä.

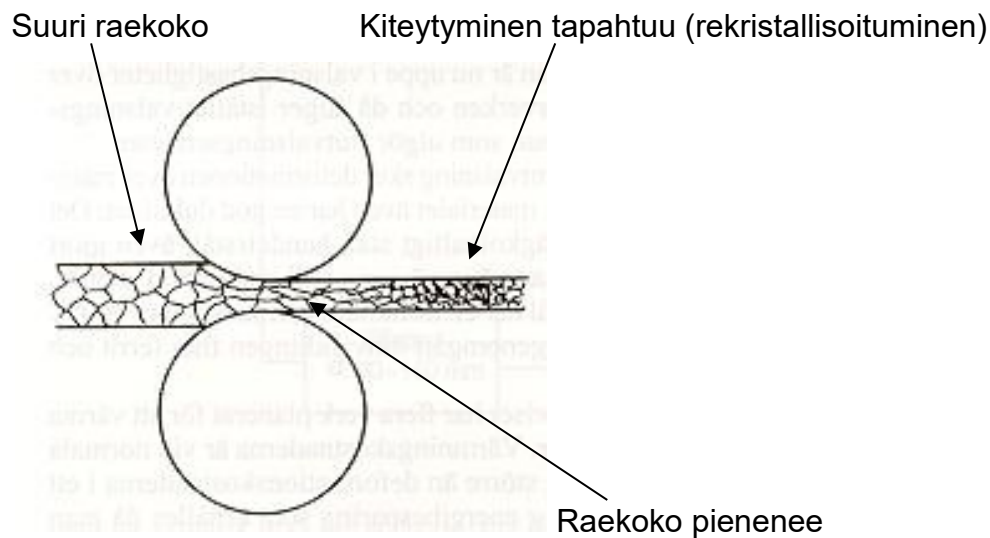
2 Kuumavalssaus

Kuumavalssaus on muokkaustapahtuma, jossa kuumennettu valssattava aihio kulkee kahden tai useamman toisiaan vastaan pyörivien valssien välistä. Aihiota prässätessä uravalssauksessa, aihio laajenee uran reunoja vasten sekä laajenee pituussuunnassa. Valssattavan aihion tilavuus pysyy vakiona, kuvassa 1 esitetään vakiotilavuusehto. Liian suurella prässäyksellä valssaus pursuaa yli urasta ja liian pieni prässäys taas jättää mitan vajaaksi. Levyvalssauksessa aihio leviää sivu ja pituus suunnassa, prässäyksestä riippuen. Levyvalssauksessa aihio pääsee leviämään vapaasti sivulle [3].



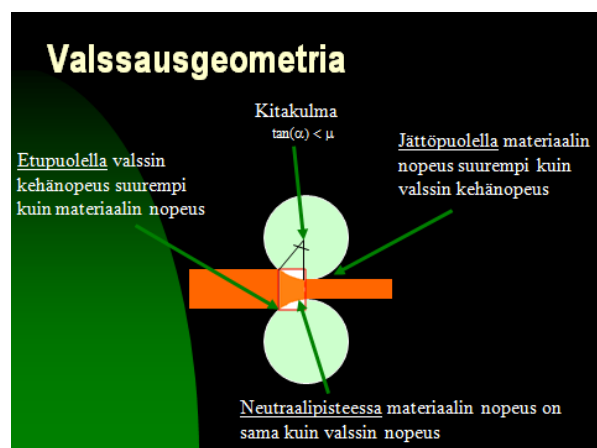
Kuva 1. Vakiotilavuus [3]

Terästä muokatessa sen ominaisuudet paranevat, kuvassa 2 havainnollistetaan teräksessä tapahtuva raekoon muutos muokkauspistossa, sekä uudelleen kiteytyminen muokkauspiston jälkeen. Raekoon pieneneminen kasvattaa teräksen lujuutta ja iskusitkeyttä [5].



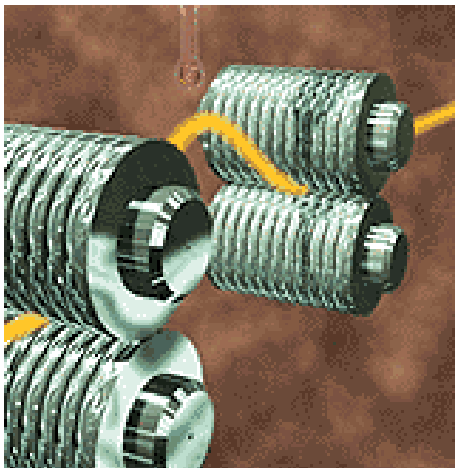
Kuva 2. Raekoon muutos ja kiteytyminen [4].

Valssattavan aihion pituuden kasvaessa poikkipinta-alan pientyessä valssauspiston jälkeen, aihion nopeus kasvaa valssien kehänopeuteen nähden. Kahden tai useamman valssiparin ollessa peräkkäin, aihion nopeuden kasvu tuottaisi ongelmia, jos sitä ei otettaisi huomioon. Perättäisvalssauksessa valssien kehänopeuden täytyy kasvaa loppua kohden pitenemistä vastaten. Kuvassa 3 havainnollistetaan valssausgeometria ja kehänopeudet.

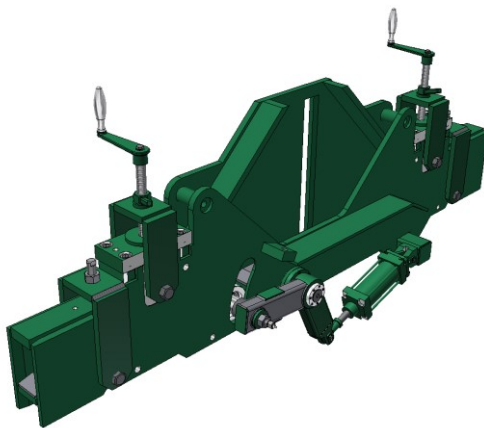


Kuva 3. Valssausgeometria [4].

Nopeutta voidaan säätää vertailemalla valssimoottorin sähkövirtaa muokattavan aihion ollessa vain yhden valssiparin muokattavana tapaukseen, jossa muokattava aihio on kahden valssiparin muokattavana. Nopeutta voidaan säätää myös muodostamalla valssiparien väliin mutka ja pitämällä mutkan korkeus vakiona. Kuvassa 4 esitetään valssien välinen mutka ja kuvassa 5 laite, jolla mutka muodostetaan.



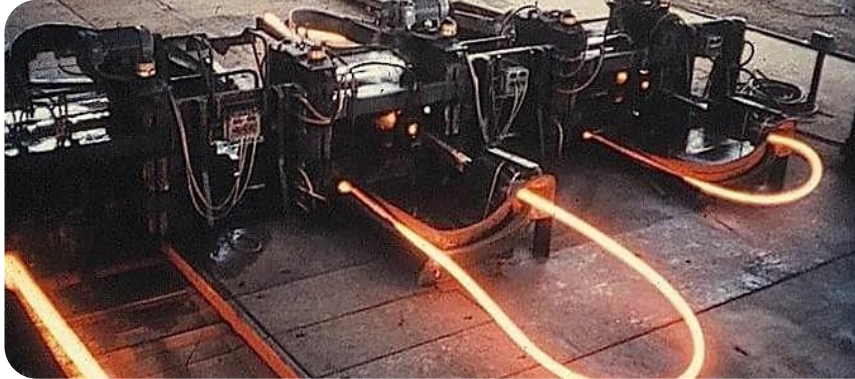
Kuva 4. Muodostettava mutka [4].



Kuva 5. Muodostamiseen käytettävä laite [3].

Näitä kahta menetelmää voidaan käyttää tapauksessa, jossa jokaisella valssiparilla on oma moottori.

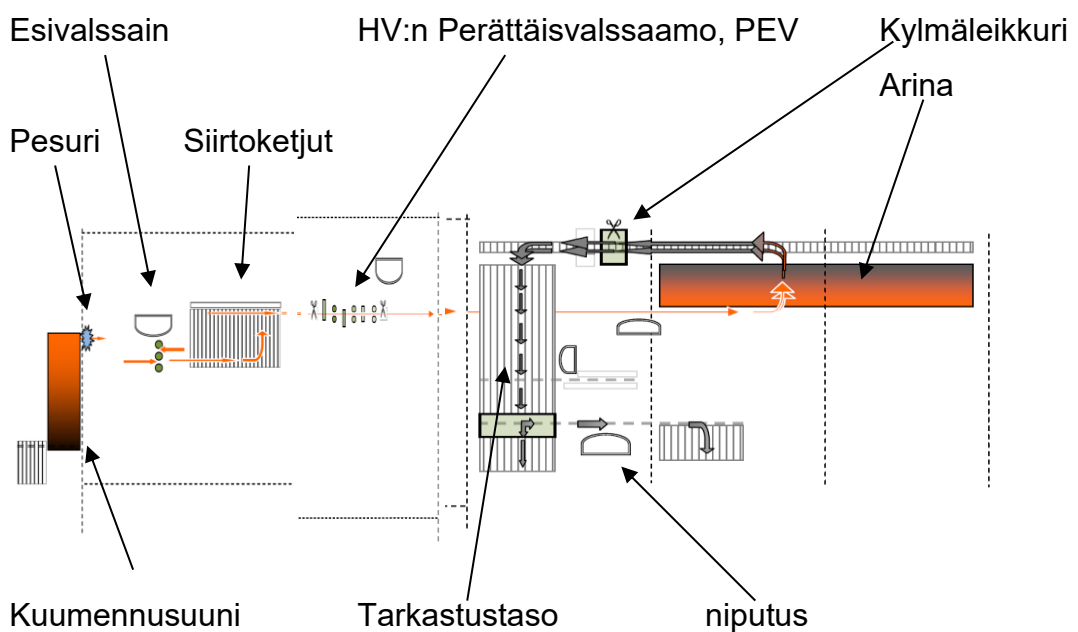
Tapauksessa, jossa yksi moottori pyörittää useaa valssiparia, nopeutta säädetään muodostamalla silmukka, esimerkiksi kuvan 6 mukaisesti.



Kuva 6. Yhden moottorin tapaus [3]

3 Ovako Imatran terästehtaan hienovalssaamo

Ovako Imatran hienovalssaamon tuotteita ovat pyörötangot halkaisija 21,85 - 92 millimetriä ja neliötangot halkaisija 25 – 30 millimetriä. Hienovalssaamon valmistamat tuotteet kulkevat kuvan 7 mukaisen matkan suoraan asiakkaille tai seuraavaan prosessiosioon tehtaan sisällä [4].

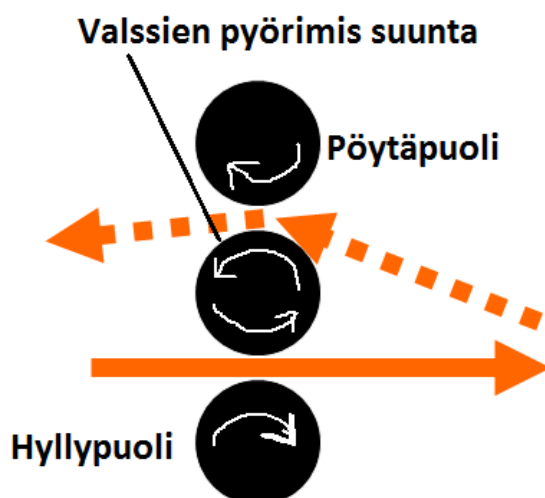


Kuva 7. Perättäisvalssaamo, layout [4].

Hienovalssaamon kuumennusuunissa on kaksi kuumennusvyöhykettä. Uunin alkupäässä ensimmäisellä vyöhykkeellä lämpötila on 800-900°C. Uunin alkupäähän panostetaan valssattavat aihiot, teelmät. Tässä osassa uunia teelmät lämmitetään. Askelarinakoneisto siirtää teelmiä uunin loppupäähän toiselle kuumennusvyöhykkeelle, jossa uuninlämpötila on 1100-1250°C. teelmät kuumennetaan valssauslämpötilaan 1050 - 1100°C. Lämpötilaa säädetään valssattavan lajin mukaan, oikea valssauslämpötila ilmoitetaan valssausohjeessa. Uunin polttoaineena on maakaasu (98% metaani). Panostus- ja ulosottorullaradat ovat uunin sisällä ja ulkopuolella. Uunissa on tilaa 91:lle teelmälle [4].

Uunista tultuaan teelmä menee pesuriin, jossa neljä pyörivää suutinta/sivu, yhteensä 16 suutinta pesee teelmän n.350 barin vesisuihkulla, jokaiselta sivulta. Pesu kestää muutamia sekunteja. Teelmän pinnasta poistetaan hilse. Hilse muodostuu teelmän pintaan uunissa olevan hapen (1,5 – 2 %) reagoidessa raudassa olevien seosaineiden kanssa. Hilse poistetaan, jotta hilsettä ei valssata teräksen sisälle heikentäen teräksen laatua [3].

Pesurin jälkeen teelmä jatkaa matkaa esivalssaimelle. Esivalssaimella tehdään teelmälle muokkaukset 3-7 pistolla, pistojen määrään vaikuttaa valmistettavan pyörö- tai neliötangon valmis halkaisijamitta. Kuvassa 8 havainnollistetaan esivalssaimen rakenne.

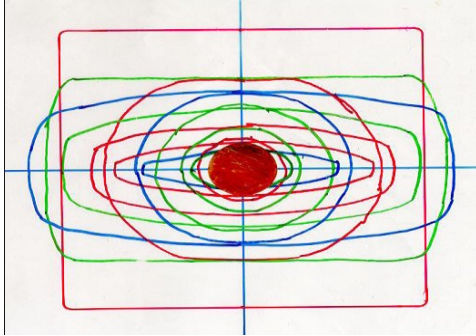


Kuva 8. Havainne kuva esivalssaimesta.

Esivalssaimessa on kolme työvalssainta päällekkäin. Esivalssaimen hyllypuoli ohjaa valssattavan aihion alimman ja keskimmäisen valssin väliin, hyllypuoli myös kääntää valssattavan aihion oikeaan asentoon pistoon nähden. Teelmän mentyä piston läpi pöytäpuolelle, ohjain siirtää teelmän seuraavan piston kohdalle ja pöytä nostaa teelmän keskimmäisen ja ylimmän valssin väliin ja teelmä siirtyy takaisin hyllypuolelle. Alimman ja keskimmäisen valssin väli on suurempi kuin ylemmän ja keskimmäisen valssin väli, tällöin uran poikkileikkauspinta-ala pienenee, näin saadaan valssattavaan aihioon muokkausta. Esivalssaimen urat ovat erisyvyiset. Kun on valssattu tarvittava pistomäärä, valssausaihio siirtyy siirtoketjuille. Siirtoketjujen tehtävänä on siirtää valssattava aihio perättäisvalssauksen linjastolle [3]

Perättäisvalssaamalla valssataan esivalssaimelta tuleva esimuokattu aihio. PEV linjalla on enintään kuusi valssiparia käytössä kerrallaan ja vähintään kaksi valssiparia. Valssaimet 1,3, ja 5 ovat vaakavalssseja ja valssaimet 2,4 ja 6 ovat pystyvalssseja. Valssaimia yksi ja kolme kutsutaan isoiksi paketeiksi, valssien koon mukaan. Valssaimissa yksi ja kolme valssit ovat halkaisija 450-550mm ja 814mm pitkiä. Muita valssaimia kutsutaan pieniksi paketeiksi niiden halkaisijan ollessa 420-500mm ja 600mm pitkiä. Valssattavaa aihiota ei käännetä PEV:lla, vaan valssien ollessa pysty- ja vaaka-asennossa aihio kulkee linjalla oikeassa asennossa. Valssattavat mitat PEV:lla, pyörötangot halkaisija 21,85–92mm ja neuliotangot halkaisija 25-76mm [3].

Kuvassa 9 esitetään hienovalssaamalla valssattavan halkaisija 25mm pyörötangon muokkaus pistojen määrän. Kaikkiaan 13 pistoa, ahiosta valmiiseen halkaisija 25mm mittaan.



Kuva 9. Havainne kuva muokkauksesta [4].

Perättäisvalssaamalla valssatut pyörö- tai neliötangot tulevat jakoleikkurin katkaisemina maksimissaan 58 metrisinä tankoina arinalle jäähtymään. Arina askeltaa valssausnopeuden mukaisesti, siirtäen tankoja kylmäleikkurille [3].

Arinalta tulevat tangot kerätään 2 -15 tangon lautaksi, riippuen tankojen halkaisijoista. Kylmäleikkuri leikkaa tangot asiakasmittoihin [3].

Kylmäleikkurilta tulevat tangot siirretään ylös nostajilla tarkastustasolla oleville siirtoketjuille. Ketjut kuljettavat tankoja kohti niputusta. Tarkastustasolla tarkastaja mittaa tuotantoerän tai loppumitan vaihtuessa tankojen halkaisijan, silmä-määräisesti tarkastaen poistaa asiakasmitasta poikkeavat tangot sekä tarkastaa tangot valssausvirheiltä. Vialliset tuotteet tarkastaja erottelee romutaskuihin [3].

Tarkastustasolta tulevat tangot putoavat nipputaskuun. Nipputaskuun tulevat tangot punnitaan asiakkaan ilmoittaman taakkapainon mukaan ja nippu sidotaan teräsvanteilla. Niputuksesta taakat lähtevät asiakkaille tai sitten ne jatkavat tehtaalla matkaa seuraavaan käsittelyyn, esimerkiksi lämpökäsittelyyn ja oikaisuun [3].

4 Valssauksen tietojärjestelmät ja ohjelmat

4.1 Wicon uravalssauksen simulointiohjelma

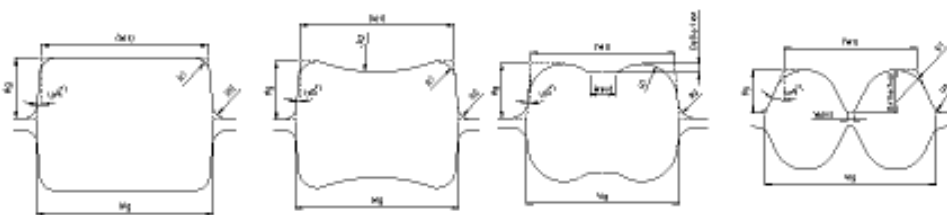
Wicon, valssauksen simulointiohjelmaa käytetään valssaamon suunnittelussa. Nils-Gunnar Malmgren kehitti vuonna 1986 Wicon simulointiohjelman. Nils-Gunnar työskenteli aiemmin Morgådshammarin palveluksessa, mutta alettuaan kehittämään Wiconia, hän perusti yrityksen nimeltä Wicon HB. Morgådshammar valmistaa valssaamo kokonaisuuksia valssauslaitteineen. Vuonna 2006 Morgådshammar osti oikeudet Wicon simulointiohjelmaan.

Kun tiedetään minkä muotoista ja kokoista terästä halutaan valssata, luodaan simulointiohjelmaan lähtökohdat. Järjestelmään laitetaan tiedot moottorien määristä ja tehoista. Järjestelmään määritellään myös valssiparien määrä. Wiconissa on valmiiksi suunniteltuja valssausuramuotoja, joilla muokataan valssattavaa aihion koko. Ohjelmassa on myös tiedot eri teräslajeista, jotka vaikuttavat valssaukseen.

Wiconilla suunniteltaessa valssausta, aloitetaan ilmoittamalla aihion koko, jota lähdetään muokkaamaan haluttuun loppu mittaan. Kuvassa 10 on esimerkkejä uramuodoista Box "BX".



Box
"BX"



Finishing box
"FBX"

Kuva 10. Box uramuotoja.

Ensimmäiset muokkauspistot ovat reduktioltaan suuria ja loppu mittaan kohti mentäessä reduktio pienenee. Uran muodon, moottorin tehon, valssien välisen raon ja teräslajin, sekä moneen salaiseen, ohjelmaan rakennettuun kaavaan tukeutuen wicon laskee reduktion, prosentuaalisen pinta-alan pienenemisen. Ohjelma määrittää onko kyseinen valssaus mahdollista. Mikäli valssaus ei ole mahdollista, jotain aluksi määriteltyä arvoa täytyy muuttaa, esimerkiksi muuttamalla valssissa olevan uran muotoa [3].

4.2 Vasu

Vasu on valssauksen ykköstason suunnitteluohjelma, johon määritetään tiedot jokaisesta valssattavasta mitasta. Jokaiselle valssattavalle mitalle määritetään valssauksessa käytettävät valssit, valssien halkaisija, valssauspaikka ja valsseissa olevat uramuodot, ovaali = OV, round = RD tai valmispisto = VP. Vasuun luodaan valssattavalle mitalle niin kutsuttu oma polku. Valssin halkaisija määrittää valssin pyörimisnopeuden, tämä on tärkeää, koska perättäisvalssauksessa valssien kehänopeuden täytyy kasvaa loppua kohden pitenemistä vastaten.

4.3 Hiva

Hiva on hienovalssaamon tuotannonohjausjärjestelmä. Järjestelmään luodaan valssaus - syklissä valssattavat mitat, - tonnimäärät ja valssausaikataulu.

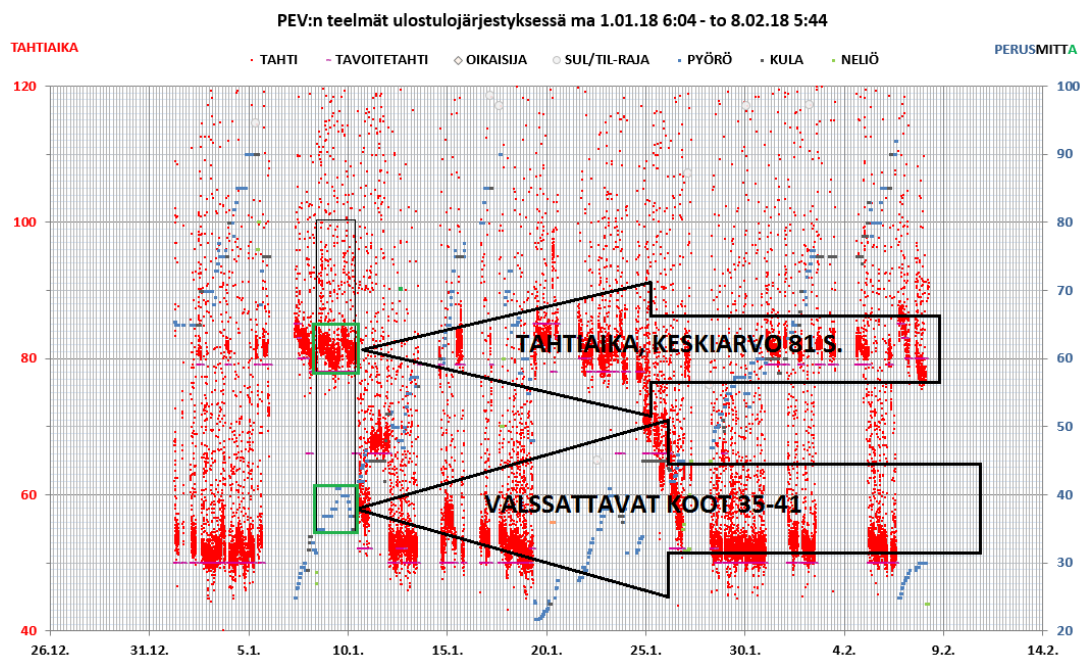
5 Uudistusta edeltävä tilanne

5.1 Valssauskaavio

Valssauskaaviota suunniteltaessa käytetään apuna Wicon uravalssaus simulointiohjelmaa. Wicon mallintaa sopivat uramuodot ja pistomäärät. Kuvassa 11 esitetään valssauskaavio, jossa mitta-alue halkaisija 35-41mm valssataan esivalssaimella seitsemällä pistolla ja perättäisvalssaamalla neljällä valssiparilla, neljällä pistolla. Kokonaisuudessaan aihiota muokataan 11:a piston verran.

aika. Tahtiaika määräytyy esivalssaimella käytetystä valssausajasta. Keskiarvolla 81 sekuntia saadaan uunista ulos 44 kappaletta teelmiä tunnissa. Teelmän paino on 0,74 tonnia. Tunnissa tuotantoa on 32,56 tonnia.

Uunista olisi mahdollista ottaa ulos teelmiä nopeammalla tahtiajalla, vähentämällä pistojen määrää esivalssaimella. Vähennettävät pistot valssattaisiin PEV linjalla. Perättäisvalssilinja valssaa nopeammin, kuin esivalssain.



Kuva 12. Tahtiaika kartasto [6].

Taulukossa 1 esitetään valmistettavan tuotteen loppu halkaisija, esivalssaimen pistomäärät, valssien välinen rako. Raudan leveys ja raudan paksuus mitta ovat viimeisen piston jälkeiset mitat. Taulukossa esiintyvä valssiraon mitta on keskimäisen ja alimmaisen valssin välinen rako. Ylimmäisen ja keskimäisen valssin välinen rako on noin kuusi millimetriä pienempi, kuin keskimäisen ja alimmaisen valssin välinen rako.

Ylärakoa ja alarakoa säätämällä estetään raudan kiertymistä valssauksen aikana sekä säädetään raudan koko perättäislinjan tarpeisiin. Valssaukselle on olemassa lähtöarvot, mutta hienosäätö tehdään joka kerta kun valssattava mitta vaihtuu. Säättöä tehdään myös valssauksen aikana, valssausurien kulumisen takia [2].

	Mitta \varnothing 35,00 mm			
Pari	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	13,00	72,00	61,00
	Mitta \varnothing 35,40 mm			
Pari	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	14,00	70,00	61,00
	Mitta \varnothing 35,70 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	14,00	70,00	61,00
	Mitta \varnothing 36,00 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	15,00	70,00	37,00
	Mitta \varnothing 37,00 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	16,00	70,00	67,00
	Mitta \varnothing 38,00 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	17,00	73,00	67,00
	Mitta \varnothing 39,00 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	20,00	72,00	67,00
	Mitta \varnothing 40,00 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	19,00	77,00	67,00
	Mitta \varnothing 41,00 mm			
Valssain	Pistojen määrä	Valssi rako (mm)	Leveys	Paksuus
EV	7	23,00	76,00	67,00

Taulukko 1. Esivalssaimen uratiedot.

5.4 Perättäisvalssaus

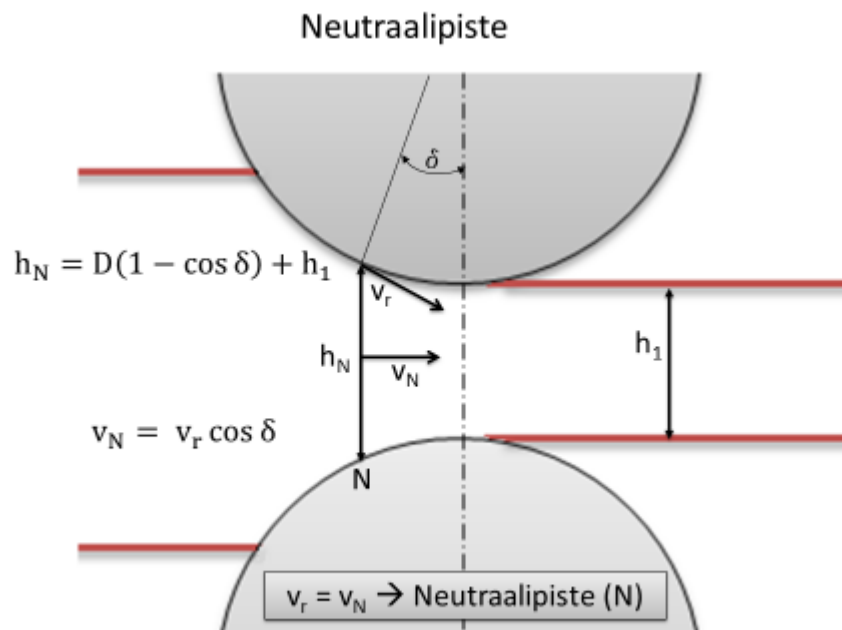
Perättäisvalssaamalla mitta-alue halkaisija 35 - 41 millimetriä valssataan neljällä valssiparilla, valssausnopeudella $1,924 \text{ m/s} - 1,975 \text{ m/s}$. Taulukossa 2 on mitta-alueella halkaisija 35 - 41 millimetriä käytettävien valssien uratiedot, delta, valssausnopeus ja valssien välinen rako.

Mitta	Ovaali PEV1	Pyörösoikio PEV2	Ovaali PEV3	valmis pyöreä PEV4	Nopeus
ø35.00	OV 12 delta 16,00 rako 4,00mm	RD 17 delta 32,00 rako 0,30mm	OV 21 delta 17,00 rako 1,30mm	VP ø35.00 delta 16,40 rako 1,20mm	1,924m/s
ø35.40	OV 12 delta 16,00 rako 4,40mm	RD 17 delta 32,00 rako 0,70mm	OV 21 delta 17,00 rako 1,70mm	VP ø35.40 delta 16.60 rako 1,20mm	1,874m/s
ø35.70	OV 12 delta 16,00 rako 4,70mm	RD 17 delta 32,00 rako 1,00mm	OV 21 delta 17,00 rako 2,00mm	VP ø35.70 delta 16.70 rako 1,20mm	1,874m/s
ø36.00	OV 12 delta 16,00 rako 3,20mm	RD 17 delta 32,00 rako 3,80mm	OV 21 delta 17,00 rako 1,80mm	VP ø36.00 delta 16.80 rako 1,40mm	1,968m/s
ø37.00	OV 12 delta 16,00 rako 6,00mm	RD 17 delta 32,00 rako 2,30mm	OV 21 delta 17,00 rako 3,30mm	VP ø37.00 delta 17.40 rako 1,20mm	1,972m/s
ø38.00	OV 12 delta 16,00 rako 7,00mm	RD 17 delta 32,00 rako 2,70mm	OV 21 delta 17,00 rako 5,20mm	VP ø38.00 delta 17.80 rako 1,30mm	1,975m/s
ø39.00	OV 12 delta 16,00 rako 6,50mm	RD 17 delta 32,00 rako 3,60mm	OV 21 delta 17,00 rako 4,70mm	VP ø39.00 delta 17.70 rako 1,30mm	1,916m/s
ø40.00	OV 12 delta 16,00 rako 7,50mm	RD 17 delta 32,00 rako 5,50mm	OV 21 delta 17,00 rako 6,50mm	VP ø40.00 delta 18.90 rako 1,60mm	1,917m/s

Taulukko 2. Uratiedot neljällä valssiparilla

Delta-arvoa käytetään efektiivisen halkaisijan määrittämisessä. Efektiivinen halkaisija on neutraalipiste kuva 13, jossa valssin pyörimisnopeus on sama valssattavan materiaalin kanssa.

Efektiiivinen halkaisija määräytyy, kun valssin ulkohalkaisijasta vähennetään delta-arvo. Efektiiivisellä halkaisijalla määritetään valssien pyörimisnopeus.



Kuva 13. Neutraalipiste [3].

6 Valssauskalusto

Perättäisvalssaamolla on käytössä isoja valssipaketteja viisi kappaletta, kuva 14.



Kuva 14. Iso valssipaketti [9].

Valssaimissa 1 ja 3 on isoja valssipaketteja ja ne ovat vaaka-asennossa, vaaka-valssit. Valssainten 1 ja 3 valsseissa uramuoto on ovaali, OV. Vaaka-asennossa olevat paketit ovat niin kutsuttuja välipareja, niiden jälkeen teräs ei ole vielä valmiissa mitassa, vaan tarvitsee vielä valmisvalssin, VP.

Perättäisvalssaamalla on käytössä pieniä valssipaketteja kahdeksan kappaletta, kuva 15. Valssaimissa 2, 4 ja 6 valssipaketit ovat pystyasennossa.



Kuva 15. Pieni valssipaketti [9].

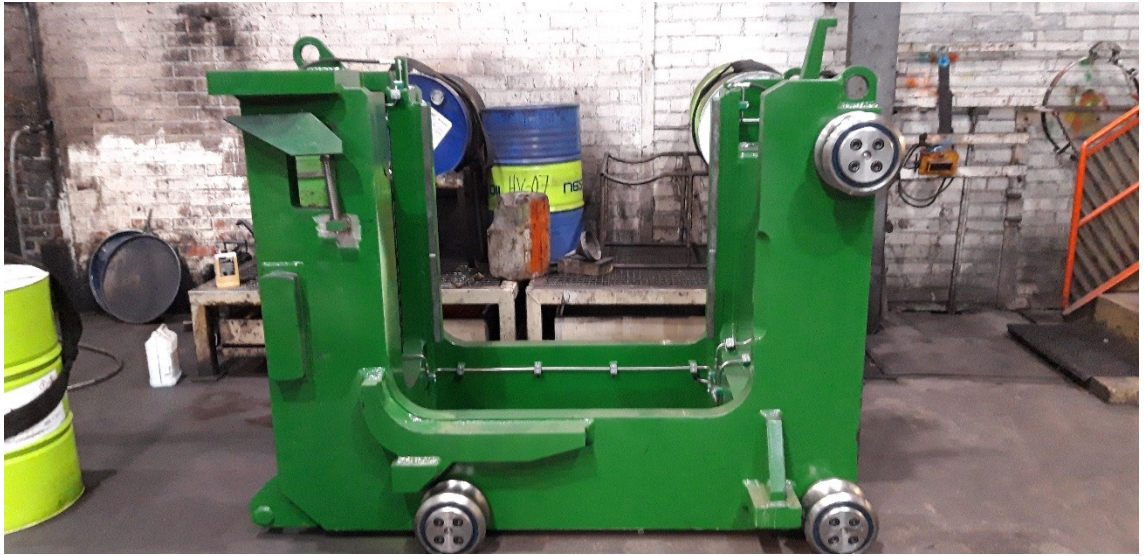
Valssaimessa 5 on myös pieni valssipaketti, mutta valssain 5 on vaaka-asennossa ja uramuoto on OV.

Valssatessa kuudella valssiparilla, valssaimissa 2 ja 4 valssien uramuoto on pyörösoikio, RD. Pyörösoikiot ovat myös välipareja, joiden jälkeen tarvitaan vielä ovaali, OV ja sen jälkeen vielä valmisvalssi, VP. Kuudenparin valssauksessa, kuudespari on valmisvalssi, VP. Valmisparin jälkeen teräs on valmiissa mitassa.

Neljänparin valssauksessa valssaimessa 3 on uramuotona ovaali, OV ja neljäspari on valmisvalssi, VP. Valmisparin jälkeen teräs on valmiissa mitassa.

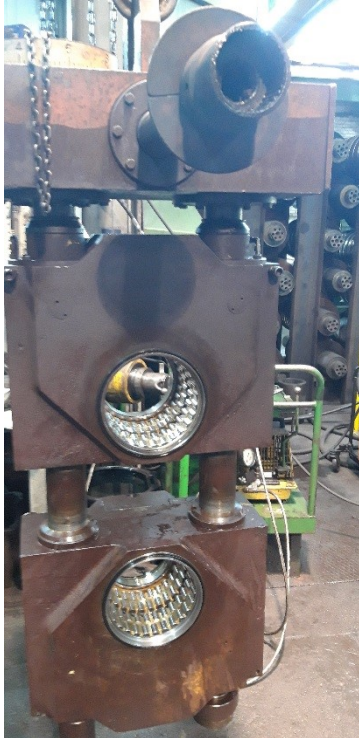
Kahdenparin valssauksessa valssaimessa 1 on uramuotona ovaali, OV ja kaksospari on valmisvalssi, VP. Valmisparin jälkeen teräs on valmiissa mitassa.

Yhteen valssipakettiin sisältyy yksi kasetti, kuva 16 ja kaksi laakeripesäpuolikasta ja kaksi valssia.



Kuva 16. Pieni kasetti [9].

Kuvassa 17 on laakeripesät, puolikas.



Kuva 17. Puolikas [9].

Kuudesta valssaimesta, viidessä on teholtaan 575 kilowatin sähkömoottori ja yhdessä on teholtaan 245 kilowatin sähkömoottori, joka on valssainpaikassa viisi (PEV5). Valssauskalustoon kuuluu paljon erilaisia sisään- ja ulosohjaimia, sekä rullaratoja [5]. Tulevat muutokset vaikuttavat valsseihin ja valssaimien moottoreihin.

6.1 Mitta-alueen ø35-41mm Koevalssaus

Koevalssaus tehtiin 19.11.2017 ja silloin testattiin PEV5:ä olevan 245 kilowatin valssimoottorin, sekä valssausurien toimivuus. Wicon simulointiohjelmalla mallinnetut koevalssauksessa tarvittavat uramuodot ovat olemassa meidän valsseissa jo valmiiksi, lukuun ottamatta valssainta viisi. Valssipariin viisi tarkoitettu ura on valssiparissa kolme, joka ei mahdu valssaimen viisi, kokonsa takia. Vanhaan käytöstä poistettuun valssiin sorvattiin OV 21 ura, jota käytettiin testivalssauksessa.

Koevalssauksessa käytettyjen valssien ja urien tiedot on esitetty taulukossa 3. Taulukossa on myös esitetty mitta-alueen halkaisija 35 - 41 millimetriä ennen muutosta käytössä oleva ura- ja valssikaavio.

Valssien mitat	550x814	500x600	450x814	450x600	420x600 450x600	420x600 450x600
Valssipaikka	PEV 1	PEV 2	PEV 3	PEV 4	PEV 5	PEV 6
Ura- ja valssikaavio ennen muutosta						
Valssiparin nimi	I 21,85-62	II 21,85-62	III 35-42	VP 35-41		
Käytettävä uramuoto	OV 42	RD20	OV 21	VP 35-41		
Ura- ja valssikaavio koevalssauksessa						
Valssiparin nimi	I 21,85-62	II 21,85-62	I 21,85-62	II 21,85-62	Testivalssi	VP 35-41
Käytettävä uramuoto	OV 42	RD20	OV 12	RD 17	OV 21	VP 35-41

Taulukko 3. Ura- ja valssikaavio, koevalssauksessa.

Koevalssauksessa käytettiin I parin OV 21,85 – 62 valsseja valssainpaikassa 1 ja 3, vaakaparit ja 2 parin RD 21,85 – 62 valsseja valssainpaikassa 2 ja 4, pystyvalssit. Valssaimien 1 ja 3 valsseja, välipareja meillä on kaksiparia. Myös valssaimien 2, 4 ja 5 valsseja, välipareja meillä on kaksiparia.

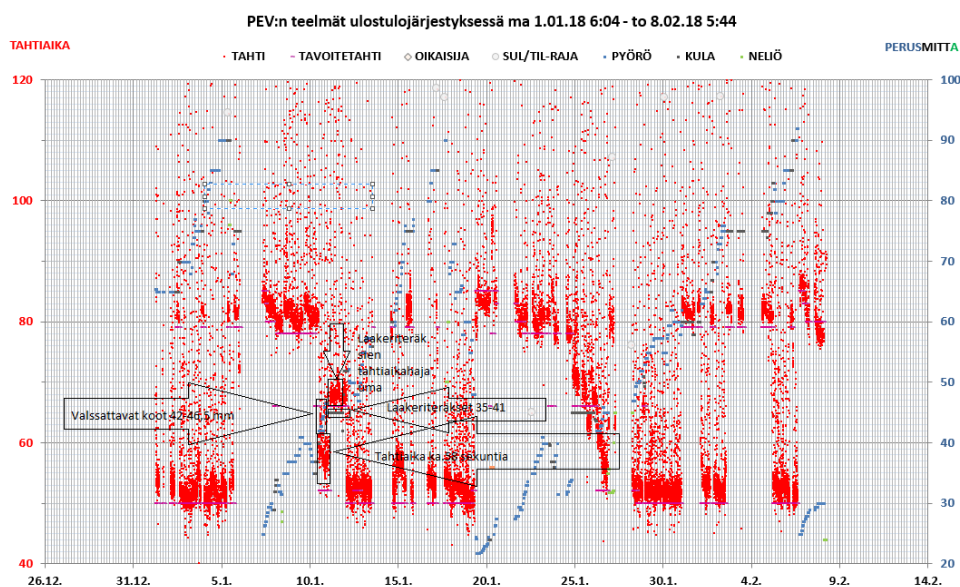
7 Muutoksen jälkeinen aika

7.1 Kuumennus

Tällä uudella valssaustavalla kuumennettava aihio, mitoille halkaisija 35 – 41mm viettää 91 paikkaisessa kuumennusuunissa 2093 sekuntia, n. 35 minuuttia vähemmän aikaa, tahtiajan ollessa 58 sekuntia. Tällä tahtiajalla päästään samaan tuotanto nopeuteen nykyisin valssattavien mittojen halkaisija 42 - 46,5 millimetriä kanssa.

7.2 Esivalssaus

Tahtiaika kartastossa, kuvassa 18 esitetään tahtiaika ja valssattavat mitat. Uudella valssausjärjestyksellä päästään mitoilla halkaisija 35 – 41mm samaan tuotantonopeuteen mitta-alueen halkaisija 42 - 46,5 millimetriä kanssa, jotka valssataan esivalssaimella viidellä pistolla.



Kuva18. Tahtiaikakartasto [6]

Tällöin esivalssaimella valssataan viisi pistoa ja keskiarvo tahtiaika on 58 sekuntia, tahtiaika mitoilla halkaisija 35 – 41mm nopeutuu 23 sekuntia. Tahtiajan ollessa keskiarvollisesti 58 sekuntia saadaan uunista noin 750 kg painoisia teelmiä ulos 62 kappaletta tunnissa, joka on n.46 tonnia, kasvua vajaat 43 % edelliseen tahtiaikaan verrattuna. Kuvassa 18 on esitetty, myös mitta-alueen halkaisija 42 - 46,5 millimetriä tahtiaika punaisilla täplillä ja valssattavat mitat sinisillä täplillä.

Tässä kuvassa 18, kohdassa missä on mitat halkaisija 42 - 46,5mm tulee olemaan mitta-alue halkaisija 35 - 41mm tahtiaika muutoksen jälkeen. Kuvassa on havainnollistettu myös laakeriteräksen tahtiaika, joka on hitaampaa lämmityssajasta johtuen. Esivalssaimella ei tarvitse tehdä valsseihin uramuutoksia.

7.3 Perättäisvalssaus

Perättäisvalssauslinjalla valssataan mitta-alue halkaisija 35 - 41mm kuudella valssiparilla, nopeudella $1,924 \text{ m/s} - 1,975 \text{ m/s}$. Mitta-alueen halkaisija 35 - 41mm esivalssauksesta pois otetut kaksi valssauspistoa valssataan perättäisvalssauksessa, aiemmin kyseessä oleva mitta-alue valssattiin perättäisvalssauksella neljällä valssiparilla. Valssainten 1 ja 2 valsseihin ei tarvitse tehdä uramuutoksia.

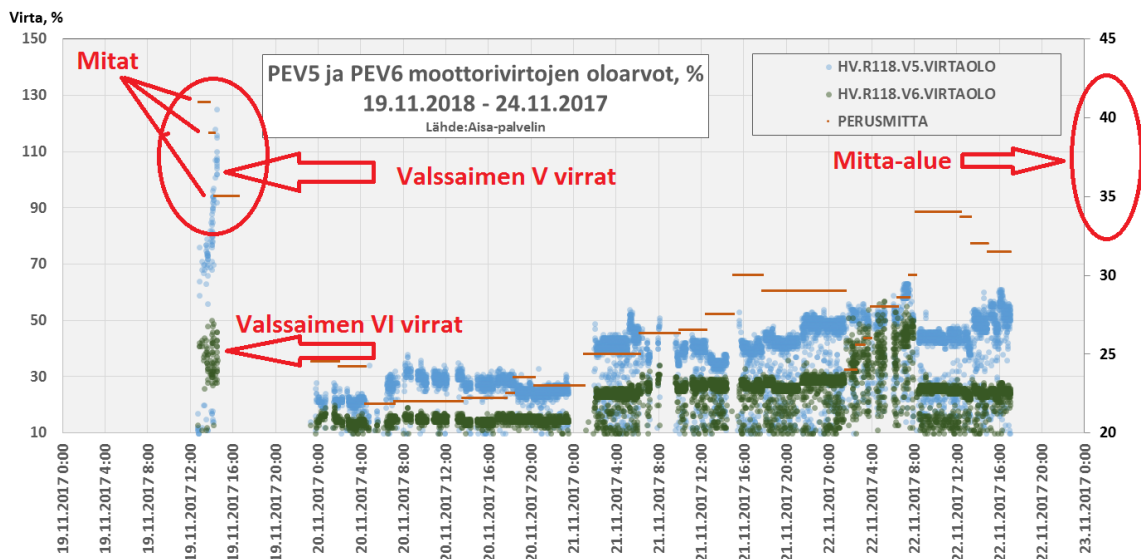
Valssaimen 3 valsseihin joudutaan tekemään uramuutoksia. Valssista, joka kattaa mitta-alueen 35 – 62mm poistetaan kaksi kappaletta uria muodoltaan OV21 ja tehdään niiden tilalle kaksi kappaletta OV12 muotoisia uria.

Valssaimen 4 valssista, joka kattaa mitta-alueen 21,85 – 34mm poistetaan seuraavat urat, yksi kappale RD10 muotoinen ura, kaksi kappaletta RD13 muotoista uraa ja yksi kappale RD18 muotoinen ura. Nämä urat poistetaan, että valssipariin mahtuu lisäämään kolme kappaletta RD17 muotoista uraa. RD17 ja RD18 muotoisia uria tehdään kumpaakin kolme kappaletta, koska näillä urilla valssataan suuria määriä terästä yhdessä sykliässä. Näin ollen urien kapasiteetti ei aina ylitä

yhdessä valssaus syklissä, tällöin voidaan pitää valssipaketti kasattuna seuraavaan sykliin asti ja purkaa se vasta sen jälkeen huoltoon. Näiden uramuutosten jälkeen valssaimen 4 valssit, jotka kattavat mitta-alueet 21,85 – 34mm laajenee mitta-alueelle 21,85 – 41mm.

Valssaimen 5 valssista, joka kattaa mitta-alueen 21,85 – 34mm poistetaan seuraavat urat, yksi kappale OV30 ura, yksi kappale OV31 ura ja lisätään kaksi kappaletta OV21 uria, jotka poistettiin valssaimen 3 valsseista. Näin ollen urien kapasiteetti ei aina ylitä yhdessä valssaus syklissä, voidaan pitää valssipaketti kasattuna seuraavaan sykliin ja purkaa se vasta sen jälkeen huoltoon. Näiden uramuutosten jälkeen valssaimen 5 valssi, joka kattaa mitta-alueen 21,85 – 34mm laajenee mitta-alueelle 35 – 41mm.

Valssainpaikassa 5 oleva sähkömoottori, teholtaan 245 Kilowattia, siirretään valssainpaikkaan 6. Koevalssauksessa todettiin moottorin virtojen ylittävän kapasiteetin hetkellisesti. Valssausjärjestyksen muutoksesta johtuen valssaimen 5 reduktio kasvaa suuremmaksi, vaaten moottorilta enemmän tehoa. Kuvassa 19 esitetään valssaimen viisi, PEV5 virta prosentuaalisesti sinisillä täplillä, mittaus-tulos on koevalssauspäivältä 19.11.2017.



Kuva 19. Virtatiedot [6].

Mitalla halkaisija 35 millimetriä virrat pysyvät vielä sallitulla alueella, mutta mitta-alueen loppuun halkaisija 41 millimetriä mentäessä, virrat ylittävät sallitun rajan

prosentuaalisesti. Koevalssauksessa ylitys oli hetkellistä, mutta pitempijaksossa valssauksessa moottori ei kerkeä jäähtyä tarpeeksi. Ylikuumeneminen aiheuttaa moottori vaurion ja turhia kustannuksia.

Valssainpaikasta 6 siirretään sähkömoottori, teholtaan 575 kilowattia valssainpaikkaan 5. Valssainten 5 ja 6 välinen reduktio ei ole enää niin suuri, kuin valssainten 4 ja 5 välinen reduktio.

7.4 Kuudenparin valssaus

Kuudenparin valssauksessa ensimmäinen valssipaketin vaihto tulee, kun on valssattu valmismitta VP21,85 - 24,5. Silloin otetaan valssaimen 6 valssipaketti VP21,85 - 24,5 pois ja tilalle laitetaan valssipaketti VP25-30+N25. Valssipaketti VP21,85 - 24,5 siirretään valssainkaluston huoltoon, huollossa tämä valssipaketti puretaan ja tilalle kasataan valssipaketti VP47-52 odottamaan neljänparin valssauksen aloitusta. Kuvassa 20 esitetään valssaus sykli, koko mitta-alue läpi 21,85 millimetristä 92 millimetriin asti ja lisäksi neliötangot 47 - 76 millimetriin asti. Tämä on lähtötilanne, jolloin kaikki valssit ovat tulleet huollosta.

Valssaus sykli, mitat 21,85-92mm							
Kuudenparin valssaus 21,85mm - 41mm							
	Valssain I	Valssain II	Valssain III	Valssain IV	Valssain V	Valssain VI	Valssautilanne
Esivalssain	ISO	PIENI	ISO	PIENI	PIENI	PIENI	
7 pistoa	OV 21,85-62	RD21,85-62	OV21,85-34	RD21,85-41	OV21,85-41	VP21,85-24,5	Valssauksessa
7 pistoa	OV 21,85-62	RD21,85-62	OV21,85-34	RD21,85-41	OV21,85-41	VP25-30+N25	Kasattu, Odottaa valssausta
7 pistoa	OV 21,85-62	RD21,85-62	OV21,85-34	RD21,85-41	OV21,85-41	VP31-34+N28-30	Kasattu, Odottaa valssausta
5 pistoa	OV 21,85-62	RD21,85-62	OV35-62	RD21,85-41	OV21,85-41	VP35-41	Kasattu, Odottaa valssausta
Neljänparin valssaus 42mm - 62mm							
	Valssain I	Valssain II	Valssain III	Valssain IV	Valssain V	Valssain VI	Valssautilanne
Esivalssain	ISO	PIENI	ISO	PIENI	PIENI	PIENI	
5 pistoa	OV 21,85-62	RD 21,85-62	OV 35-62	VP 42-46,5	Korvausrullat		Kasattu, Odottaa valssausta
5 pistoa	OV 21,85-62	RD 21,85-62	OV 35-62	VP 47-52			Odottaa kasausta ja valssausta
5 pistoa	OV 21,85-62	RD 21,85-62	OV 35-62	VP 53-57,3			Odottaa kasausta ja valssausta
5 pistoa	OV 21,85-62	RD 21,85-62	OV 35-62	VP 58-62			Odottaa kasausta ja valssausta
5 pistoa	OV 21,85-62	RD 21,85-62	OV 35-62	N27,8-46,8			Odottaa kasausta ja valssausta
Kahdenparin valssaus 63mm - 92mm							
	Valssain I	Valssain II	Valssain III	Valssain IV	Valssain V	Valssain VI	Valssautilanne
Esivalssain	ISO	PIENI	ISO	PIENI	PIENI	PIENI	
3 pistoa	OV 63-92	VP 63-67	Korvausrullat				Odottaa kasausta ja valssausta
3 pistoa	OV 63-92	VP 68-73					Odottaa kasausta ja valssausta
3 pistoa	OV 63-92	VP 74-77					Odottaa kasausta ja valssausta
3 pistoa	OV 63-92	VP 78-83					Odottaa kasausta ja valssausta
3 pistoa	OV 63-92	VP 84-87					Odottaa kasausta ja valssausta
3 pistoa	OV 63-92	VP88-92+N71-76					Odottaa kasausta ja valssausta
3 pistoa	N50-76	N47,5-70					Odottaa kasausta ja valssausta

Kuva 20. Valssaus sykli.

Seuraava valssipaketin vaihto tulee, kun on valssattu valmismitta VP25-30+N25. Tämä valssipaketti puretaan ja tilalle kasataan VP53-57,3, odottamaan neljänparin valssausta.

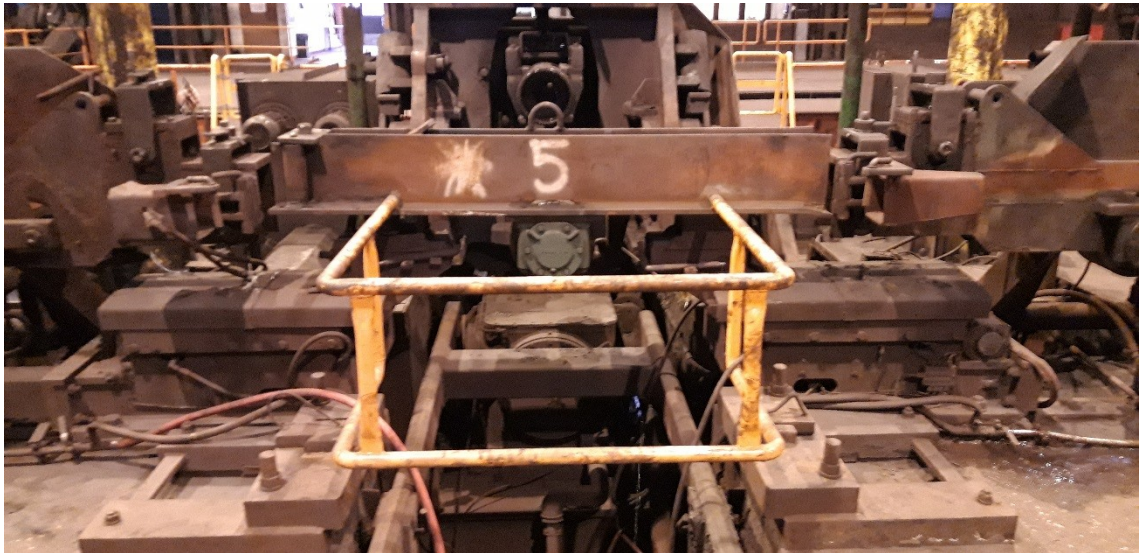
Seuraava valssipaketin vaihto tulee, kun on valssattu valmismitta VP31-34+N28-30. Tämä valssipaketti puretaan ja tilalle kasataan VP58-62, odottamaan neljänparin valssausta. Samaan aikaan poistetaan valssaimesta 3 valssipaketti OV21,85 - 34 ja tilalle, valssaimen 3 laitetaan valssipaketti OV35-62. Tämä valssipaketti on valssauksessa siihen asti, kunnes on valssattu kaikki neljänparin mitat VP 42 – 62 ja N27,8 - 46,8 millimetriä.

Valssaimen 3 valsseissa OV21,85 – 34 on kaksi kappaletta samaa kokoa olevia valssausruria. Tämä mahdollistaa valssipaketin jäävän odottamaan seuraavaa valssaussykliä, ilman sen purkamista huoltoon. Valssauspaketti puretaan huoltoon vain, jos tulee jokin vaurio kalustoon tai valsseissa olevien urien maksimi valssaus kapasiteetti ylittyy. Tämän tulevan syklin jälkeen valssaimen 3 valssit puretaan huoltoon ja tilalle asennetaan huolletut OV21,85 - 34 valssit. Näitä OV21,85 – 34 valsseja on kaksiparia ja ne vaihdetaan aina keskenään.

Kuudenparin valssauksessa myös valssainten 2, 4 ja 5 valsseissa on kaksi kappaletta samaa kokoa olevia uria, mahdollistaen jättää valssipaketti odottamaan seuraavaa sykliä. Valsseja on kaksiparia ja valssainten valssit vaihdetaan keskenään samanlaisiksi, seuraavan valssaus syklin jälkeen.

7.5 Neljänparin valssaus

Kuudenparin valssauksen jälkeen, valssaimien 5 ja 6 tilalle laitetaan, kuvan 21 mukainen korvausrullaränni, jota pitkin teräs jatkaa matkaa rullaradalle ja sieltä maailmalle.



Kuva 21. Korvausrullaränni [9].

Valssimesta 4 tulee nyt valmisvalssi, VP. Kuudenparin valssauksessa käytetyt valssaimen 4 valssit RD 21,85 - 41 siirretään valssainkaluston säilytyspaikalle odottamaan seuraavaa valssaus sykliä. Myös valssaimen 5 valssipaketti OV 21,85 - 41 siirretään valssainkaluston säilytyspaikalle odottamaan seuraavaa valssaus sykliä. Tämän tulevan syklin jälkeen valssaimen 5 valssit OV 21,85 – 41 ja valssaimen 4 valssit RD 21,85 - 41 puretaan huoltoon ja tilalle asennetaan huollossa huolletut OV ja RD 21,85 - 41 valssit

Neljänparin valssaus etenee kuvan 20 mukaisessa järjestyksessä, kun mitta-alue on valssattu, puretaan valssattu valssipaketti ja sen tilalle kasataan seuraavana kasausvuorossa oleva valssipari.

7.6 Kahdenparin valssaus

Neljänparin valssauksessa käytetyt valssaimen 3 valssit OV35-62 siirretään valssainkaluston säilytyspaikalle odottamaan seuraavaa valssaus sykliä. Valssaimen 3 valsseissa OV35 – 62 on kaksi kappaletta samaa kokoa olevia valssausuria.

Tämä mahdollistaa valssipaketin jäävän odottamaan seuraavaa valssaussykliä, ilman sen purkamista huoltoon. Valssaimen 3 paikalle laitetaan korvausrulla. Valssimesta 2 tulee nyt valmisvalssi, VP. Neljänparin valssauksessa käytetty valssaimen 2 valssipaketti RD21,85 - 62 siirretään valssainkaluston säilytyspaikalle odottamaan seuraavaa valssaus sykliä. Valssaimen 2 valsseissa RD21,85 – 62 on kaksi kappaletta samaa kokoa olevia valssausrullia. Tämä mahdollistaa valssipaketin jäävän odottamaan seuraavaa valssaussykliä, ilman sen purkamista huoltoon. Kahdenparin valssaus etenee kuvan 20 mukaisessa järjestyksessä, kun mitta-alue on valssattu, puretaan valssattu valssipaketti ja sen tilalle kasataan seuraavana kasausvuorossa oleva valssipari.

Kahdenparin valssauksen jälkeen valssausrulla valmistellaan taas kuudenparin valssaukseen, ottamalla korvausrullat pois ja laittamalla niiden tilalle valssipaketit. Seuraava valssaus sykli lähtee etenemään taas kuvan 20 mukaisesti uudelleen.

8 Valssainkaluston huolto

Hienovalssaamon valssainkaluston huollossa työskentelee kahdeksan asentajaa, neljässä vuorossa, 18:a viikkovuorossa. Asentajat työskentelevät samalla työaikamallilla valssaamon kanssa. Asentajien tehtävänä on huolehtia valssipakettien kasaaminen oikea-aikaisesti, työnjohtajan heille ilmoittaman valssaus - syklin järjestyksen mukaan. Pääsääntöisesti valssaus - sykli etenee kuvan 20 mukaisesti, joissain tilanteissa syklin välistä voi jäädä joitain kokoja valssaamatta. Lisäksi heidän tehtävänä on huoltaa esivalssain, esivalssaimen vaihtoväli on viisi - kuusi viikkoa riippuen valssattavasta tonnimäärästä.

Huollossa suoritetaan valssipaketin pesu, valssien vaihto, laakereiden voitelurasvojen vaihto ja silmämääräinen kunnon tarkastus. Yhden pienen tai ison valssipaketin kasaus kestää kahdesta tunnista, kahteen ja puoleen tuntiin. Yksi vuoro saa purettua ja kasattua kolme pakettia vuorossa. Kaksi muuta vuoroa huoltaa esivalssainta, jonka purkamiseen ja kasaamiseen kuluu aikaa neljä viikkoa. Tällainen huolto rytmi onnistuu valssaus - syklin ollessa normaali ja valssattavien tonnien määrän ollessa sellainen, että kaksi muuta vuoroa voi huoltaa esivalssainta.

9 Huollon haasteet

Haasteita valssainpaketin huollolle aiheuttaa valssaus - syklin äkilliset tai huomioitavat muutokset, teelmäpula ja valssainpaketissa käytettävien puolikkaiden täydellinen huolto. Täydellisessä huollossa valssipaketti puretaan palapalalta, huolletaan ja kasataan uudelleen käyttöön.

Suunnitellusta valssaus - syklistä poikkeamalla aiheutuu ylimääräistä pakettien purkua ja kasausta. Esimerkki tilanteesta, jossa kaikki paketit on jo kasattu neljänparin valssauksen aloitukseen ja valssataan 42 – 46,5 mitta-alueella. Myyntiorganisaatio on luvannut toimittaa nopeammalla aikataululla kahdenparin valssauksen mitta-alueelta 78 – 83 millimetriä, mittaa 80 millimetriä. Mitta 80mm pitäisi ottaa valssauksen heti mitta-alueen 42 – 46,5mm jälkeen, tässä tapauksessa joudutaan purkamaan joku valmiiksi kasattu valssipaketti ja kasaamaan sen tilalle mitta-alueen 78 – 83 mm valssit.

10 Teelmä pula

Teelmäpulasta johtuva valssaus - syklin nopeutuminen aiheuttaa kiireitä valssainkaluston huollossa. Teelmäpula aiheutuu teräs - sulatolla johtuvista tuotanto ongelmista, jolloin sulatolta ei tule bloomeja karkeavalssaamolle, jonka kautta teelmät tulevat hienovalssaamolle. Teelmiä on hieman varastossa, mutta kaikkia teräslajeja ei ole välttämättä varastossa. Varastossa on pieniä eriä eri mittakoon teelmiä. Tällaisessa tilanteessa valssainpaketin kasaus - sykli nopeutuu ja tarvitsee jokaisen vuoron panosta valssainpakettien kasaukseen. Tämä aika on pois esivalssaimen huollosta, jolloin huollon aikataulut alkavat prakailta. Tällaisessa tilanteessa auttaisi, jos olisi yksi valssipaketti enemmän käytössä.

11 Johtopäätökset ja pohdinta

11.1 Muutoksen vaikutus

Tällä valssausjärjestys muutoksella päästään mitta-alueen 35mm-41mm tuotantonopeudessa parempaan tuotantoon, tahtiajan ollessa keskiarvillisesti 58 se-

kuntia. Tuotannon kasvaessa 45 tonniin/h, kasvua 14 tonnia/h, 43 % /h. Käytävissä olevien valssien määrää ei tarvitse lisätä, tekemällä uramuutokset käytössä oleviin valsseihin tämä järjestysmuutos voidaan toteuttaa. Tällä muutoksella on vaikutuksia, myös energian kulutukseen. Kaasun kulutuksen alentumisesta kannattaisi tehdä omat laskelmat sen selvittämiseksi, tätä aihetta ei käsitelty tässä opinnäytetyössäni.

Valssainkaluston hankintaa kannattaa miettiä. Yhden pienen valssipaketin hankinta auttaa valssaus - syklissä tapahtuvien muutosten aikana. Tällöin ei tarvitse odottaa seuraavaa pakettia tulevaksi purkuun ja taas nopeasti kasattavaksi. Normaali valssaus - sykli tilanteessa pystyy vastaavasti kasaamaan yhden paketin jo valmiiksi ja työvoimaa voi siirtää esimerkiksi huoltamaan esivalssainta tai huoltamaan valssauksessa käytettäviä ohjaimia. Tämä hankinta auttaisi myös siinä tilanteessa, kun otetaan yksi valssain paketti täydelliseen huoltoon.

11.2 Pohdinta

Tällä yhdellä mitta-alueen muutoksella saatujen hyötyjen ja säästöjen perusteella kannattaa tarkastella muidenkin mitta-alueiden mahdollisuuksia muutokseen. Muutoksen tuoma hyöty ei pelkästään tule ajansäästöissä, vaan kannattaa tarkastella myös energian säästöä ja ympäristövaikutuksia. Kuumennusuunin polttoaineen päästöjen kannalta, kannattaa harkita kuumennusuunin polttoaineen korvaamista hiilineutraalimmaksi.

12 Kuvat

- Kuva 1. Vakioilavuus [3] s.9
- Kuva 2. Raekoon muutos [4] s.10
- Kuva 3. Valssausgeometria [4] s.10
- Kuva 4. Muodostettava mutka [4] s.11
- Kuva 5. Muodostamiseen käytettävä laite [3] s.11
- Kuva 6. Yhden moottorin tapaus [3] s.12
- Kuva 7. Perättäisvalssaamo, layout [4] s.12
- Kuva 8. Esivalssaimen havainne kuva s.13
- Kuva 9. Havainne kuva muokkauksesta [4] s.15

- Kuva 10. Box uramuodot [3] s.16
- Kuva 11. Valssauskaavio [5] s.18
- Kuva 12. Tahtiaika kartasto [6] s.19
- Kuva 13. Neutraalipiste [3] s.22
- Kuva 14. Iso paketti [9] s.22
- Kuva 15. Pieni paketti [9] s.23
- Kuva 16. Pieni kasetti [9] s. 24
- Kuva 17. Puolikas [9] s.24
- Kuva 18. Tahtiaikakartasto [6] s.26
- Kuva 19. Virtatiedot [6] s.28
- Kuva 20. Valssaus-sykli s.29
- Kuva 21. Korvausränni [9] s.31

13 Kaavat

$$\text{Reduktio} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} * 100\% \quad (1)$$

14 Taulukot

- Taulukko 1. Esivalssaimen uratiedot s.20
- Taulukko 2. Valssauksen uratiedot neljällä parilla s.21
- Taulukko 3. Ura- ja valssikaavio, koevalssauksessa. s.25

Lähdeluettelo

- [1] Ovakon internetsivut. <http://www.ovako.com/fi/Taloudelliset-tiedot/>. Luettu 19.2.2018
- [2] Ovakon internetsivut. <http://www.ovako.com/fi/Tyopaikat/Toimipaikkamme/Imatra/>. Luettu 19.2.2018
- [3] DI Martin Händemark, valssausasiantuntija Ovako
- [4] DI Osmo Hänninen, metallurgi Ovako, Ovakon sisäinen tiedosto, S:\osastot\THV\Esitykset. (Luettu 26.2.2018)
- [5] Koivisto K, Laitinen E, Niinimäki M, Tiainen T, Tiilikka P, Tuomikoski J. 2006. Konetekniikan materiaalioppi. Helsinki: Edita. 336 s.

- [6] Ovako Imatra, HIVA tietojärjestelmä. <http://hiva/farm/>.
- [7] Ovako Imatra, HIVA. Valssausohje, <http://hiva/farm/>. Luettu 13.2.2018
- [8] Ovako Imatran tietojärjestelmät.
- [9] Janne Kalso, Ovako
- [10] Wicon, suunnitteluohjelma
- [11] <https://www.ovako.com/fi/tietoa-ovakosta/historia/>(Luettu 14.6.2020)