

VALUSENKAN AUKEAMISEN TUTKIMINEN JA PARAN-  
TAMINEN JATKUVAVALUKONEELLA

Jaakko Lehojärvi

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikan ja liikenteen ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jaakko Lehojärvi	Vuosi	2019
<b>Ohjaaja</b>	DI Mari-Selina Kantanen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Outokumpu Stainless Oy, Janne Koskenniska		
<b>Työn nimi</b>	Valusenkan aukeamisen tutkiminen ja parantaminen jatkuvalukoneella		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	41 + 21		

---

Opinnäytetyön aiheena oli valusenkan aukeamisen tutkiminen ja parantaminen Outokummun Tornion jaloterässulaton toisen tuotantolinjan jatkuvalukoneella. Opinnäytetyön aikana suoritettiin prosessiseurantajakso, jolla seurattiin valusenkaan asennettavan uudenmallisen suutiilen vaikutusta valusenkan vapaaseen aukeamiseen jatkuvalukoneella. Valusenkkojen käyttöönottoa ja ensimmäistä suutiilen vaihtokertaa dokumentoitiin ja verrattiin tilastoihin, jotka oli koottu ennen prosessiseurantajaksoa sekä sen jälkeen.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli testata valusenkaan asennettavaa uudenlaista suutiiltä ja selvittää prosessiseurantajakson aikana, oliko uudenlaista suutiiltä käyttämällä saavutettavissa tarpeeksi hyötyä sen ottamiseksi jatkuvaan käyttöön.

Lisäarvoa tälle opinnäytetyölle tuovat prosessiseurantajakson aikana löydetyt ratkaisut, jotka löydettiin yhteisellä työpanoksella tämän opinnäytetyön tekemistä vahvasti tukeneiden tuotannon työntekijöiden kanssa.

Valusenkaan asennettava uudenlainen suutiili ei tuo täydellistä ratkaisua valusenkkojen vapaaseen aukeamiseen, koska tähän vaikuttavia tekijöitä on paljon. Uudenlaisen suutiilen käytöllä kahtena ensimmäisen suutiilenä päästiin 96 prosenttiseen valusenkan vapaaseen aukeamiseen, mikä antaa tilastoituna tuloksena jo vahvan suosituksen ottaa uudenlainen suutiili jatkuvaan käyttöön.

Avainsanat

senkka-asema, suutiili, valureikä, valusenkka

Technology, Communications and  
Transport  
Mechanical and Production  
Engineering  
Bachelor of Engineering

---

---

<b>Author</b>	Jaakko Lehojärvi	Year	2019
<b>Supervisor</b>	Mari-Selina Kantanen, M.Sc. (Tech.)		
<b>Commissioned by</b>	Janne Koskenniska, Outokumpu Stainless Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Ladle well opening and improvement		
<b>Number of pages</b>	41 + 21		

---

The subject of this thesis was to study and improve the free opening of the casting ladle with a continuous casting machine of the second production line of Outokumpu Tornio Stainless Steel Melting Shop. During the Bachelor's thesis, a process monitoring period was carried out to examine the free opening of the ladle with a continuous casting machine. During the process monitoring period a new model of an upper nozzle for the slide gates in the casting ladles was studied and documented.

Putting the new casting ladles on service and the first change of the upper nozzles in the slide gates were documented and compared with the statistics compiled before and after the process monitoring period.

The purpose of the thesis was to test the new model of the upper nozzles for the casting ladles, and to find out whether it is possible to gain enough benefits to use the new model continuously in production. During the monitoring period new solutions were found by working together with the production operators brought added value to this thesis.

The new model of the upper nozzle for the casting ladle does not provide a perfect solution to the question of free opening of the casting ladles, as there are many factors influencing the matter. The use of the new model of the upper nozzle as the first two upper nozzles in the casting ladle reached 96% probability of a free opening of the ladle, which statistically gives a strong recommendation for the new model of the upper nozzle to be taken for a continuous use.

Key words

ladle, ladle well, ladle station, upper nozzle

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	OUTOKUMPU OYJ .....	8
2.1	Outokumpu Tornio Works .....	9
2.2	Jaloterässulatto (JTSU) .....	10
3	JALOTERÄSSULATON 2. LINJA (JTSU 2) .....	11
4	VALUSENKAN KIERTO PROSESSISSA .....	13
4.1	Valusenka .....	13
4.2	Senkan kierto senka- asemalla .....	13
5	VALUSENKAN AUKEAMINEN JATKUVAVALUKONEELLA .....	16
5.1	Valureiän aukeaminen jatkuvavalukoneella .....	16
5.2	Aiempi tutkimus valusenkan aukeamiseen vaikuttavista tekijöistä .....	17
6	VALUSENKAN AUKEAVUUDEN TUTKIMINEN JA UUDENLAISEN SUUTIILEN TESTAUS .....	20
6.1	Valusenkan käyttöönotto ja valureiän rakenne .....	20
6.2	Uudenlainen suutiili ja sen tarkoitus .....	25
7	VALUSENKAN AUKEAVUUDEN TUTKIMISEN SEURANTAJAKSO .....	28
7.1	Tutkimuksen eteneminen ja menetelmät .....	28
7.2	Uudenmallisen suutiilen testausjakso .....	29
8	TUTKIMUKSEN AIKANA HAVAITUT ONGELMAT JA RATKAISUT .....	31
8.1	Suutiilen asentaminen valusenkan käyttöönotossa. ....	31
8.2	Käyttöönotettavan valusenkan valureiän tukkeutuminen massasta. ....	32
9	TUTKITUN TIEDON ANALYSOINTI JA PÄÄTELMÄT .....	36
9.1	Prosessiseurantajakson tulokset .....	36
9.2	Vertailu aiempaan tilanteeseen .....	38
9.3	Uudenlaisen suutiilen käyttäminen valusenkoissa jatkossa .....	40
	LÄHTEET .....	41
	LIITTEET .....	42

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy:lle.

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiantajaa Janne Koskenniskaa sekä ohjaajaa Satu Tikkasta mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö mielenkiintoisessa ja haastavassa prosessiteollisuuden ympäristössä.

Haluan kiittää myös kaikkia tämän opinnäytetyön tekemistä edesauttaneita Tornion jaloterässulaton senkka-asema 2:n prosessityöntekijöitä. Erityiskiitokset Marko Alaviipolalle, Janne Mäkiselle, Jukka Järvirovalle ja Väinö Vaaralle, joiden kokemus ja ammattitaito mahdollistivat tämän opinnäytetyön tekemisen.

Keminmaassa 16.5.2019

Jaakko Lehojärvi

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AOD	Argon-Oxygen-Decarburization
JTSU	jaloterässulatto
JTSU2	jaloterässulaton 2. linja
JVK2	jaloterässulaton 2. linjan jatkuvavalukone
SA2	jaloterässulaton 2. linjan senkka- asema

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Oyj:n toimeksiannosta maailman integroiduimmalle ruostumattoman teräksen tuotantolaitokselle. Opinnäytetyön tutkimus tapahtui Outokumpu Stainless Oy:n Tornion terästehtaalla, jossa Jaloterässulatto valmistaa ruostumatonta terästä metalliromusta ja seosaineista kahdella tuotantolinjalla. Jaloterässulaton 2. linjan senkka-aseamalla tehdyssä opinnäytetyössä käsitellään uudenlaisen suutiilen käytön vaikutusta valusenkan vapaaseen aukeamiseen jatkuvavalukoneella.

Tässä opinnäytetyössä testataan valusenkkään asennettavaa uudenlaista suutiiltä ja pyritään parantamaan valusenkan vapaata aukeamista. Tämä tarkoittaa tilannetta, jossa valusenkassa oleva sula teräs alkaa valumaan väliältaaseen, kun valusenkan pohjassa olevaa liukusuljinmekanismia avataan. Toisinaan on tilanne, missä valureikä joudutaan peitsaamaan auki, jos sula teräs ei valu, vaikka liukusuljin on avattuna. Toimenpiteen aikana on vaara yli 1500 asteisen sulan teräksen roiskumisesta ympäristöön ja se aiheuttaa vaaran peitsausta suorittavalle henkilölle. On myös mahdollista, että peitsausta ei satunnaisista syistä johdettua ehditä tekemään ennen jatkuvavalukoneen väliältaan tyhjenemistä, mikä aiheuttaa tuotannon väliaikaisen keskeytymisen.

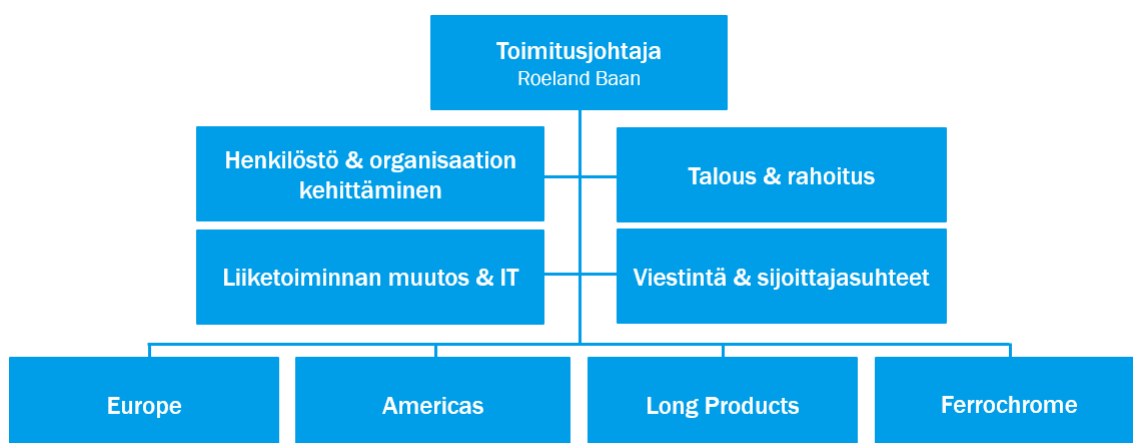
Valusenkan vapaa aukeaminen on parantunut jaloterässulaton 2. linjalla askelittain vuosien varrella, mutta tämä kehitystyö ei ole valmis ennen kuin valusenkkojen vapaa aukeaminen on sataprosenttista. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on omalta osaltaan edistää yhden askelman verran työturvallisuutta ja häiriötöntä tuotantoa jaloterässulattolla.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan prosessiseurantajakson aikana ensisijaisesti valusenkkoihin asennettujen uudenlaisten suutiilten vaikutusta valusenkkojen vapaaseen aukeamiseen jatkuvavalukoneella ja toissijaisesti muita ilmi tulleita tekijöitä.

## 2 OUTOKUMPU OYJ

Outokumpu on 3,1 miljoonan tonnin raakateräksen tuotantokapasiteetilla johtavia ruostumattoman teräksen tuottajia maailmassa. Outokummun päätuotteena on ruostumaton teräs, jonka ansiosta yritys on globaali ykkönen. Ruostumaton teräs on tehokas, kestävä ja kierrätettävä materiaali ja se soveltuu monenlaisiin käyttökohteisiin ruokailuvälineistä kirurgisiin instrumentteihin sekä teollisuuden laitteisiin ja sen tuotevalikoima on hyvin laaja (Outokumpu 2019.)

Outokumpu valmistaa ruostumatonta terästä eri tuotantolaitoksissaan Suomessa, Saksassa, Ruotsissa, Isossa-Britanniassa, Yhdysvalloissa ja Meksikossa. Outokumpu Oyj:n toimitusjohtajana toimii Roeland Baan. Outokummun organisaatiota on kuvattu kuvassa 1.



Kuvio 1. Outokumpu Oyj:n organisaatio. (Outokumpu 2019)

Outokumpu Oyj:n liikevaihto vuonna 2017 oli 6400 miljoonaa euroa ja ruostumattoman teräksen toimitukset 2 400 000 tonnia. Outokummun palveluksessa on noin 10 000 työntekijää yli 30 maassa, joista noin 2 400 Suomessa. (Outokumpu 2019.)

Outokumpu Oy:n suurin osakas on Suomen valtio. Valtion kokonaan omistama sijoitusyhtiö Solidium Oy omistaa tällä hetkellä n. 23 % Outokummun osakkeista. Muut osakkaat ovat selkeästi pienosakkaita (Solidium 2019.)

”Outokummun historia alkaa ruostumattoman teräksen keksimisestä: Outokumpu on kehittänyt maailman ensimmäisen austeniittisen, martensiittisen ja duplex-teräslajin” (Outokumpu 2019).



## 2.1 Outokumpu Tornio Works

Tornion tehdasalue (kuva 2) on maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos. Tehdasalueella sijaitsee ferrokromitehtaan lisäksi kaikki tuotannon osat: terässulatto, kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo. Tehdasalueeseen voidaan lukea myös Röyttän satama, jonka kautta tehtaan tuotteita kuljetetaan maailmalle ja raaka-aineita, kuten kierrätysterästä, tuodaan tehtaille (Outokumpu 2019.)



Kuva 1. Outokummun Tornion tehdasalueen ilmakekuva. (YBT Oy 2015.)

Tornion integroituun tuotantolaitokseen kuuluu myös Kemin kaivos, jonka malminvarojen ansiosta ruostumattoman teräksen tärkeimmän raaka-aineen, kromin, saanti on turvattu pitkälle tulevaisuuteen. Kemin kaivos on EU:n alueella ainoa paikka, josta saa kromimalmia. Malmintuotanto on noin 2,4 miljoonaa tonnia vuodessa. Todennettuja malmivaroja on 50 miljoonaa tonnia ja tutkimattomia mineraalivarantoja 98 miljoonaa tonnia (Outokumpu 2019.)

Tornion tehtaiden pinta-ala on n. 600 hehtaaria. Tiestä alueella on n. 50 km, josta kevyenliikenteen väyliä on n. 10 km. Tehdas työllistää n. 2150 henkeä, minkä lisäksi alueella työskentelee päivittäin palvelutoimittajien työntekijöitä noin 300 henkilöä (Outokumpu 2019.)

## 2.2 Jaloterässulatto (JTSU)

Tornion nykyisen jaloterässulaton, joka käsittää kaksi linjaa, tuotantokapasiteetti on n. 1,6 milj. tonnia vuodessa. Jaloterässulattolla valmistetaan ruostumatonta terästä kahdella tuotantolinjalla, joissa kierrätysteräksestä valmistetaan terästä lisäämällä siihen ferrokromia ja muita seosaineita (Metallinjalostajat ry. 2014.)

Tuotantolinja 1:n osaprosesseja ovat valokaariuuni (VKU1), kromikonvertteri (CRK), AOD-konvertteri (AOD1), senkka-asema (SA1) sekä jatkuvavalukone (JVK1). Tuotantolinja 1:n sulatuksen panoskoko on n. 95 tonnia. Tuotantolinja 2:n osaprosesseja ovat valokaariuuni (VKU2), AOD-konvertteri (AOD2), senkka-asema (SA2) sekä jatkuvavalukone (JVK2). Tuotantolinja 2:n sulatuksen panoskoko on n. 150 tonnia. Lisäksi jaloterässulattolla on aihiohiomo, joka palvelee molempia tuotantolinjoja hiomalla valettujen aihoiden pintoihin rikastuneita epäpuhtauksia tai valamisen yhteydessä syntyneitä pintavirheitä (Tervetuloa terässulattolle 2018.)

### 3 JALOTERÄSSULATON 2. LINJA (JTSU 2)

Kierrätysteräs lastataan romupihalla romukoriin ja kuljetetaan valokaariuunille. Ennen valokaariuunin panostusta romukorissa olevat raaka-aineet kuivataan tarvittaessa. Valokaariuunissa kierrätysteräs ja muut raaka-aineet, kuten nikkeli, molybdeeni, ferrokromi ja koksi sulatetaan sähköän avulla. Panoksen sulettua kuona poistetaan, sula kaadetaan siirtosenkkaan ja kuljetetaan AOD-konvertterille (Argon Oxygen Decarborization) (Outokumpu 2019b.)

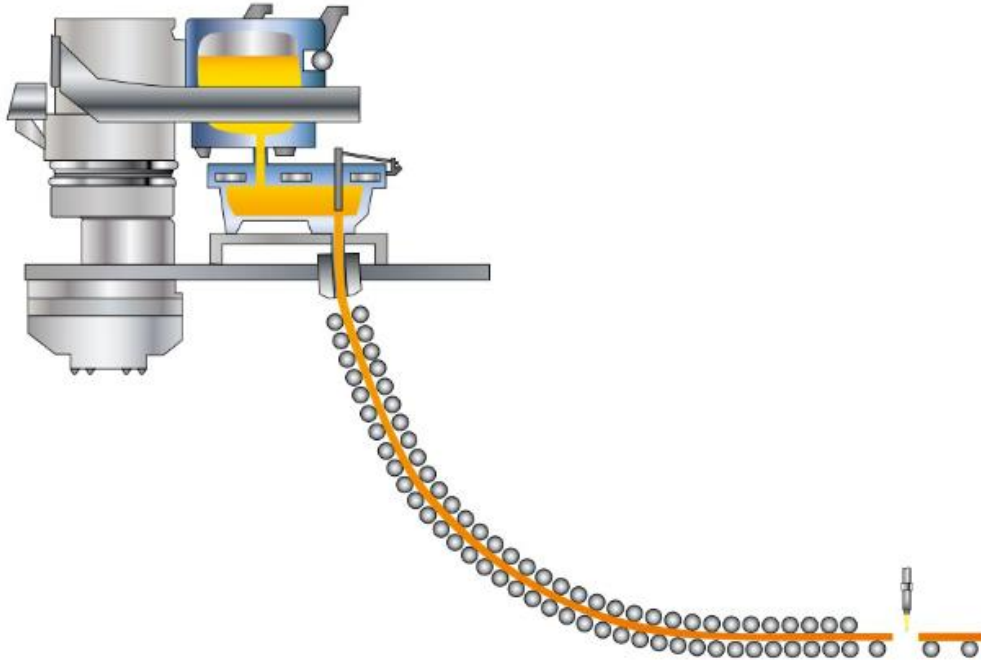
Siirtosenkasta sula kaadetaan AOD-konvertteriin siltanosturin avulla (Kuva 2). Kaasujensyöttö (happi, argon) sulaan tapahtuu lanssilla ja konvertterin pohjassa olevien suuttimien kautta. AOD konvertterissa tehdään myös tarvittavat seosainelisäykset. AOD- prosessin jälkeen sula kaadetaan valusenkkaan, joka siirretään senkkäkäsittelyyn (Outokumpu 2019b.)



Kuva 2. AOD-konvertterin panostus. (Kaleva 11.2.2016).

Senkkäkäsittelyn tehtävänä on viimeistellä teräksen koostumus mikroseostamalla ja tasata sulan lämpötila valua varten sopivaksi. Sulana oleva teräs valetaan aihioiksi jatkuvavalukoneella (Kuva 3).

Suurin osa aihioista on sellaisenaan valmiita valssaukseen ja ne siirretään suoraan kuumavalssaamolle. Aihiot, joihin on valun aikana syntynyt pintavikoja, siirretään aihiohiomoon. Hiomossa aihion pinnassa olevat viat poistetaan hiomalla suurella hiomakoneella. (Outokumpu 2019b.)



Kuva 3. Jatkuvavalukone. (Metallinjalostajat ry. 2014, 48)

## 4 VALUSENKAN KIERTO PROSESSISSA

### 4.1 Valusenkka

Senkka on iso tulenkestävillä tiilillä vuorattu metallivaippainen säiliö, jolla sulaa terästä kuljetetaan. Valusenkka poikkeaa siirtosenkasta siten, että sen pohjassa on sulan teräksen huuhtelumekanismit, liukusuljinmekanismi sekä valureikä, jonka kautta sula teräs valetaan jatkuvavalukoneella. Jaloterässulaton 2. linjalla (JTSU 2), on käytössä valusenkkoja, joissa on pohjassa liukusuljinmekanismi ja kaksi huuhtelumekanismia. JTSU 2:n valusenkka painaa uutena n. 80 tonnia ja purettavaksi vietävä senkka n. 88- 95 tonnia. Sulaa terästä senkkaan mahtuu jopa 160 tonnia. Valusenkkoja liikutellaan senkka-asemalla katon rajassa kulkevalla siltanosturilla (Outokumpu 2019c.)

Valusenkan liukusuljinmekanismia käyttäen valetaan sula teräs valureiän läpi jatkuvavalukoneella. Pohjahuuhtelumekanismien avulla taas valusenkkaan syötetään argon- ja typpikaasua senkkäkäsittelyn aikana, jotta sulan teräksen lämpötila saadaan tasattua valuun sopivaksi ja samalla seosaineet sekoittuvat sulaan teräkseen tasaisesti (Outokumpu 2019c.)

Valusenkka on yleensä kierrossa yleensä noin 50 valukertaa, jos se säilyy hyväkuntoisena. Valusenkan ollessa huonokuntoinen se poistetaan käytöstä, siitä otetaan mekaaniset osat irti, lähetetään muuraushallille purettavaksi ja uudelleen muurattavaksi (Outokumpu 2019c.)

### 4.2 Senkan kierto senkka- asemalla

Senkka-asemalta valusenkka lähetetään AOD-konvertterille (argon- oxygen decarburization) kiskoja myöten kulkevalla senkkavaunulla, jonka tarkoitus on kuljettaa valusenkkoja AOD-konvertterin ja senkka-aseman välillä. Valusenkka nostetaan vaunulle siltanosturin avulla, siihen asetetaan reikähiekkä ja se lähetetään kiskoja myöten AOD:lle, jossa kuuma terässula kaadetaan valusenkkaan AOD-konvertterista ja se lähetetään samalla senkkavaunulla takaisin senkka-asemalle. Senkka-asemalla sula teräs voi viipyä valusenkassa ennen sulan käsitteilyä ja lämmön tasaamista 30 minuutista useisiin tunteihin riippuen tuotannon tilanteesta. Tähän vaikuttavat tuotannon eri vaiheet sekä tuotantohäiriöt, joiden

aikana sula teräs joudutaan pitämään valusenkassa. Senkkäkäsittelyn jälkeen valusenkka nostetaan valukoneen kaksihaarukkaiseen valutorniin, jossa teräs valetaan pohjassa olevan liukusuljinmekanismia käyttäen. Mikäli valureikä ei aukea liukusuljinmekanismiin auetessa, joudutaan reikä polttamaan auki happipeitsen avulla. Tämä on työturvallisuusriski, koska valusenkka on tässä vaiheessa välialtaan päällä, siten happipeitsellä peitsaamalla on mahdollista, että reiän auetessa sulaa terästä roiskuu peitsaajan päälle. Joissain tapauksissa valureikää ei saada auki edes happipeitsellä polttamalla ja tästä aiheutuu katkos tuotantoon (Outokumpu 2019c.)

Valusenkan tyhjennyttyä se nostetaan siltanosturilla huoltopaikalle, joita JTSU2:llä on kaksi kappaletta ja niitä kutsutaan ”remppapaikoiksi”. Remppapaikalla valusenkka käännetään ylösalaisin, jolloin pohjalle jääneet kuonat ja teräksen jäämät valuvat alla olevaan kuonapataan. Tämän jälkeen valureikä puhdistetaan peitsaamalla sinne jääneestä kuonasta ja valusenkalle tehdään tarvittaessa myös muita huoltotoimenpiteitä, kuten suutiilen ja liukusuljinlevyjen vaihto, vaihdetaan käyttöön toinen huuhtelukeyla sekä tarvittaessa piikataan valusenkaan kertyneestä ylimääräisestä teräksestä ja kuonasta (Outokumpu 2019c.)

Huoltotoimenpiteiden jälkeen valureikään heitetään reikähiekkä, mikä tapahtuu yleensä hiekoituslaitteella valusenkan ollessa senkkavaunulla. Reikähiekan tarkoitus on estää sulan teräksen pääsy valureikään, jotta teräs ei jähmety ja tuki valureikää. Reikähiekkä asetetaan valureiän päälle siten, että siihen jää hiekkakupi ja sen pinta pääsee sintraantumaan. (Outokumpu 2019c.)

Kaikki valusenkoille tehdyt toimenpiteet kirjataan valusenkkakohtaiseen seurantaan, senkkakorttiin, josta käy ilmi valusenkalle tehdyt huoltotoimenpiteet, kuka toimenpiteet on tehnyt, kuinka monta kiertoa valusenkka on käynyt läpi, kauanko sula teräs on valusenkassa viipynyt ja mitä teräslaatuja se on ollut. Näistä tiedoista nähdään jokaisen valusenkan historiatietoja ja pystytään toteamaan, milloin ennalta määrätyt huoltotoimenpiteet valusenkalle tulee tehdä (Outokumpu 2019c.)

Jos huollettua senkkaa ei voida nostaa senkkavaunulle, heitetään reikähiekkä senkkaan remppapaikalla ja laitetaan senkka lämmitykseen, jotta se pysyy tarpeeksi lämpimänä AOD:lla kaadettavaa sulaa terästä varten. Senkan lämmitys

voi kestää minuuteista vuorokausiin riippuen tuotannon tilanteesta. Jos valusenikka on lämmityksessä pidempään kuin 4 tuntia, tulee siitä poistaa vanha reikähiekkä remppapaikalla ja asentaa uusi valureiän avautumisen turvaamiseksi (Outokumpu 2019c.)

## 5 VALUSENKAN AUKEAMINEN JATKUVAVALUKONEELLA

Valusenkan häiriötön aukeaminen on tärkeää tuotannon katkeamattomuudelle, mutta se on ennen kaikkea työturvallisuuskysymys, koska tilanteessa, jossa senkan liukusuljinta avattaessa sula teräs ei valu jatkuvavalukoneen välialtaaseen valusenkan valureiästä, joudutaan se peitsaamaan auki. Tällöin on vaarana, että avatusta valureiästä roiskuu ympäristöön sekä peitsaajan päälle noin 1500 asteista sulaa terästä ja aiheuttaa näin mahdollisen vaaran työturvallisuudelle ja tuotannon katkeamattomuudelle. Vaikka tilanteessa käytetään asianmukaisia suojarusteita, on peitsaajalla suuri vaara saada palovamma sulan teräksen roiskeista (Outokumpu 2019c.)

### 5.1 Valureiän aukeaminen jatkuvavalukoneella

Valusenkan valureikä aukaistaan jatkuvavalukoneella käyttäen liukusuljinmekanismia, jotta sula teräs voidaan valaa senkasta. Hydraulisella liukusuljinmekanismilla voidaan aukaista valureikä ja säätää sulan virtausta valusenkasta tarpeen mukaan. Aukaistaessa valusenkkää liukusulkimet ajetaan siten, että valureikä on kokonaan auki ja reikähiekkä pääsee valumaan valureiästä ulos. Tällöin valureikään kohdistuvan hydrostaattisen paineen ansiosta reikähiekan sintraantunut pinta rikkoontuu ja sula pääsee virtaamaan valusenkasta jatkuvavalukoneen välialtaaseen kuvan 4 mukaisesti (Outokumpu 2019c.)



Kuva 4. Valusenkan vapaa aukeaminen liukusuljinmekanismia käyttäen (Purmetall 2019)



## 5.2 Aiempi tutkimus valusenkan aukeamiseen vaikuttavista tekijöistä

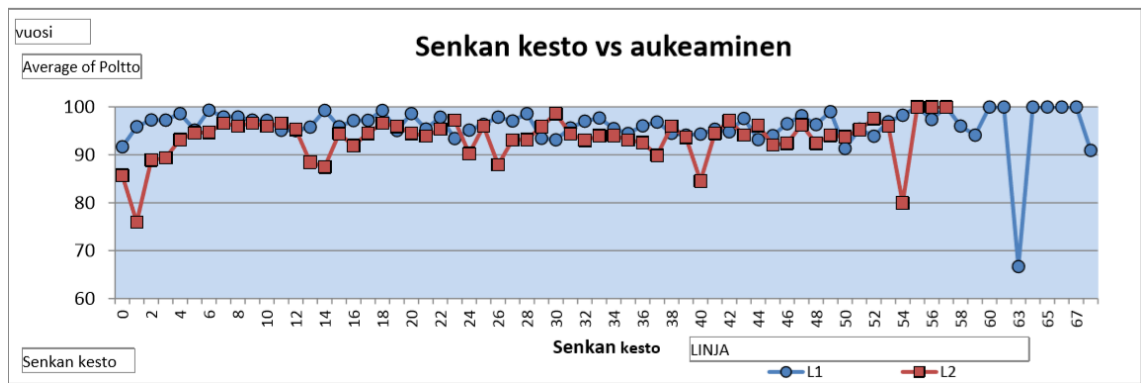
Valusenkkojen aukeamiseen vaikuttavat useat eri tekijät ja aukeamattomuuteen ei välttämättä ole yksittäistä syytä, mikä tekee vaikuttavien tekijöiden tutkimisen haasteelliseksi. Aiemmin tehdyistä tutkimuksista voidaan saada viitteellistä tietoa valusenkan aukeamattomuuteen vaikuttavien tekijöiden tutkimukseen.

Outokummun Tornion tehtaiden jaloterässulatolla on tehty tutkimusta valusenkkojen aukeamattomuudesta ainoastaan 1. linjalla. Opinnäytetöitä (AMK) aiheesta on tehty kaksi kappaletta: Iiro Harjun työ ”Senkkojen aukeamattomuuden syiden selvittäminen ja toimenpide-ehdotukset aukeavuuden parantamiseksi” sekä Keijo Miittisen työ ”Valusenkan aukeavuuden parantaminen”.

Outokummun Tornion terässulatolla ei 2. linjalla ole aiemmin tehty tutkimusta valusenkkojen avautumisesta ja muualla tehtyjen tutkimusten päätelmissä voi olla eroavaisuuksia valettujen teräslaatuojen, valusenkkojen rakenteen, käytetyn reikähiekan, erilaisten olosuhteiden ja toimintatapojen erojen vuoksi.

Valusenkan vapaaseen aukeamiseen vaikuttavia tekijöitä voivat olla tehtyjen tutkimusten ja tuotannon työntekijöiden haastattelujen mukaan seuraavia:

1. Valureiän koko ja kunto. Valureikä on halkaisijaltaan 60mm, jota rajoittaa mm. liukusuljinmekanismi. Valureikä kuuluu suutiilen osalta isommaksi jokaisen valukerran myötä (Harju, I. 2014)
2. Tilastoista on nähtävissä, että aukeavuus parantuu suukiven elinkaaren (noin 12 valukertaa) loppupuolella, koska valureikä on tältä osin isompi. Kuviosta 2 voidaan huomata, että juuri käyttöön otetussa valusenkassa sekä valureikäremontin jälkeen, senkan vapaa aukeaminen heikentyy.

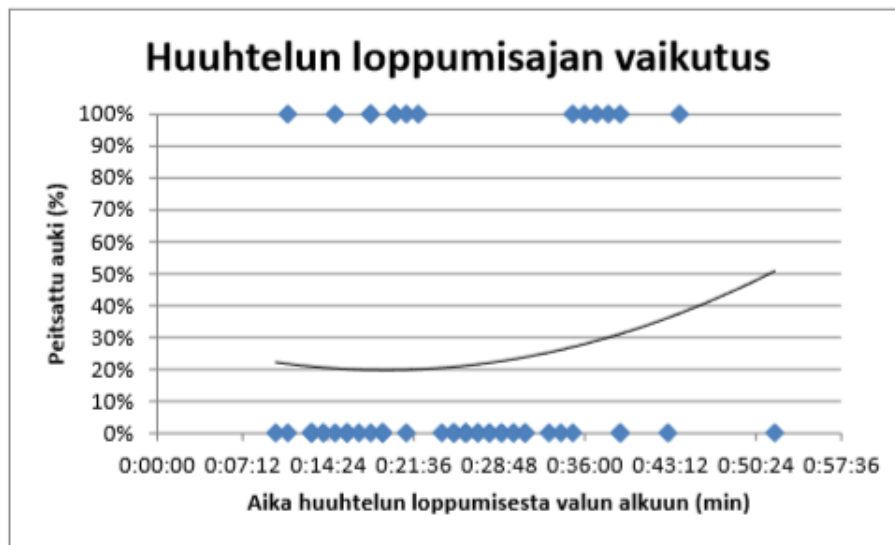


Kuvio 2. Valusenkkojen avautumisprosentti kestoittain (Outokumpu 2019a.)

3. Valureiälle tehtävät toimenpiteet. Valureikä tulee polttaa puhtaaksi kuonasta ja/tai teräksestä huolellisesti, jotta teräs pääsee esteettä valureiän läpi. Siten nähdään myös mahdolliset suutiilen halkeamat tai liiallinen kuluminen ja tarvittaessa suutiili vaihdetaan (Outokumpu 2019c.)
4. Oikea reikähiekan määrä. Tarkoituksena on täyttää valureikä hiekalla ja saada aikaan hiekkakupu valureiän päälle. Reikähiekkä tulee asentaa juuri ennen valusenkan lähettämistä AOD-konvertterille, jotta reikähiekkä ei sintraannu liian syväälle ja valusenkka pääsee aukeamaan vapaasti (Outokumpu 2019c).
5. Valusenkan oikea lämpötila. Valusenkan jäähtyminen voi aiheuttaa tiilien ja kuonan irtoamisen, joka voi tukkia valureikää. Myös valusenkan lämmittäminen voi aiheuttaa saman ja siksi ennen lämmittämistä asetetaan reikähiekkä, jottei valureikään mene mitään sinne kuulumatonta (Miettinen K. 2015)
6. Valusenkan terässulan lämpötilan tasaisuus. Jos valusenkan huuhtelu-keila ei toimi ja terässulaa huuhdellaan tangolla ja lämmitetään tapeilla, niin silloin valusenkan alaosa ja laidat voivat olla viileämpiä. Tästä voi seurata valettavan teräksen mahdollinen jäähmettyminen valureikään, valuputkeen ja valun keskeyttäminen (Miettinen K. 2015).
7. Valettavan teräksen laatu ja lämpötila. Eri teräslaaduilla on omat ominaisuutensa, jotka vaikuttavat valusenkan aukeavuuteen (Miettinen K. 2015)

8. Sula-aika valusenkassa. Sulan teräksen seisottaminen valusenkassa voi aiheuttaa valusenkan jäähtymisen, sulan teräksen kollaantumisen ja reikään asennettu valuhiekka mahdollisesti sintraantuu liian syvälle valureikään reikään (Miettinen K. 2015).
9. Aika pohjahuuhtelun loppumisesta valusenkan aukaisuun jatkuvavalukoneella. (Harju I. 2014)

Kuviosta 3 on nähtävissä pohjahuuhtelun ja teräksen valamisen aloituksen välinen yhteys valusenkan vapaaseen aukeamiseen.



Kuvio 3. Huuhtelun loppumisajan vaikutus valusenkan aukeamiseen (Harju, I. 2014).

## 6 VALUSENKAN AUKEAVUUDEN TUTKIMINEN JA UUDENLAISEN SUUTIILEN TESTAUS

Tässä opinnäytetyössä keskitytään uudenlaisen suutiilen testausjakson vaikutuksiin valusenkan vapaaseen aukeamiseen jatkuvavalukoneella ja kerätään tietoa valusenkan aukeamisesta yleisesti kahden ensimmäisen valusenkaan asennettavan suutiilen osalta. Testausjakso suoritettiin 18.2. -25.3.2019 välisenä aikana ja uudenlaisia suutiiliä testattiin tänä aikana jokaisen käyttöönotettavan valusenkan kahden ensimmäisen suutiilen kierron ajan. Uudenlaisia, kokeellisia suutiiliä oli tilattu tätä tutkimusta varten 20 kpl.

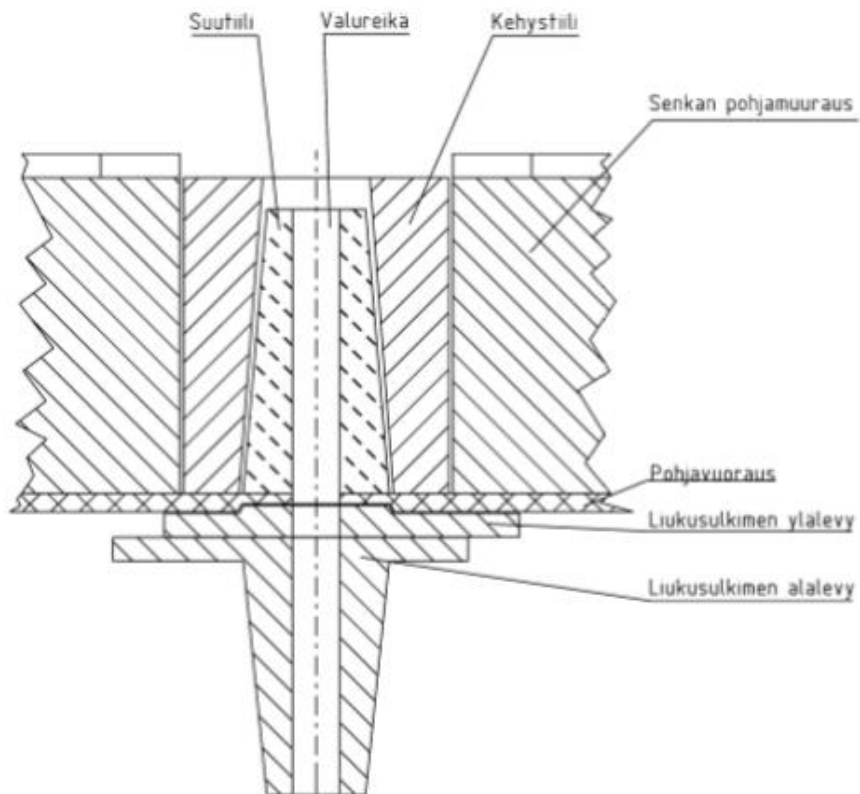
Tilastojen ja käyttäjäkokemuksista saadun tiedon mukaan kahden ensimmäisen käytössä olevan suutiilen osalta on ollut eniten ongelmia valusenkan vapaassa aukeamisessa. Myös suutiilen asennuksessa tehtävät työvaiheet vaikuttivat kahden ensimmäisen suutiilen käytön osalta valintaan, koska jo kolmannen suutiilen vaihdon osalta tehdään ylimääräinen työvaihe massaruiskua käyttäen. Tällöin massataan suutiilen päähän, valusenkan sisäpuolelle, hiekkakuppi käyttäen suutiilen päähän asennettavaa muottia, massajigiä. Tämä työvaihe on tuonut huomattavaa parannusta valusenkkojen aukeavuuteen kolmannen suutiilen vaihdosta lähtien.

### 6.1 Valusenkan käyttöönotto ja valureiän rakenne

Valusenkan käyttöönotto tehdään remppapaikalla ennakolta määrätyn kuivausohjelman läpikäymisen jälkeen. Kuivaus tapahtuu pystypolttimella, jonka tarkoituksena on häivyttää valusenkasta kaikki ylimääräinen kosteus, sintraannuttaa muurauksessa käytetty tamppimassa sekä saavuttaa valusenkalle oikea tavoitelämpötila (Outokumpu 2019d.)

Valusenkaan asennetaan käyttöönottovaiheessa valureiän kehystiileen paikalleen suutiili, liukusuljinlevyt, liukusulkimen alalevyn kiristykseen bajonetti ja tulipelti (Kuva 5). Samalla asennetaan valusenkan pohjahuuhtelun varmuuskivi, pohjahuuhtelumekanismit sekä kupariputki, jolla huuhtelussa käytettävät kaasut siirretään senkkäkäsittelyssä huuhtelumekanismien kautta valusenkassa olevaan sulaa teräkseen. Tässä tutkimuksessa keskitytään pääasiassa uudenlaisen

suutiilen testaukseen ja sen vaikutuksiin valusenkan vapaaseen aukeamiseen valukoneella ja siksi valusenkan huuhtelumekanismeja ei tarkemmin esitellä.



Kuva 5. Bentley:n Microstation V8i:lla havainnollistettu kuva valureiän rakenteesta ja siihen asennettavista osista.

Valusenkan pohjaan asennetaan jo muurauksivaiheessa kehystiili, joka on paikallaan koko valusenkan elinkaaren ajan (Kuva 6). Kehystiili asennetaan hieman pohjan tiilivuorausta alemmaksi.



Kuva 6. Valusenkan kehystiili.

Valusenkan käyttöönottovaiheessa kehystiilen reiästä puhdistetaan kaikki ylimääräinen sinne kuulumaton muurauksen yhteydessä joutunut aines. Ennen suutiilen asentamista kehystiilen pinnalle ruiskutetaan grafiittiliuos, joka edesauttaa suutiilen poistamista sen vaihdon yhteydessä. Asennettava suutiili massataan asennusmassalla ja työnnetään kuvan 7 osoittamalla tavalla varoen paikalleen keskelle kehystiilen reikää.



Kuva 7. Suutiilen asennus paikalleen.

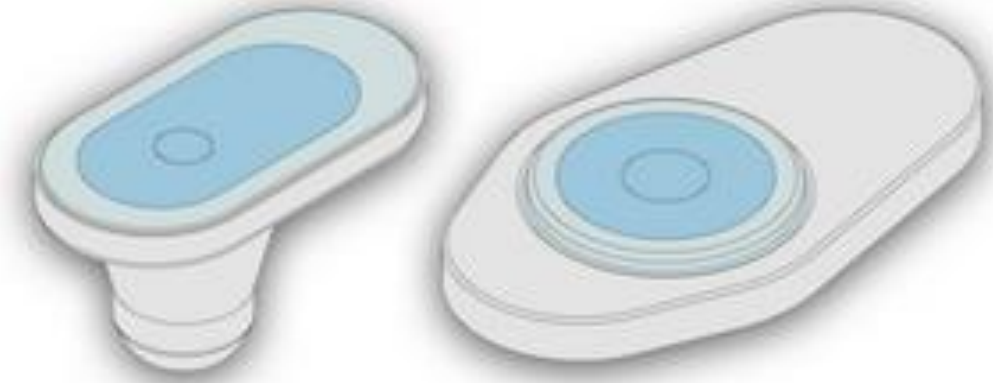
Suutiilen asennuksen jälkeen sen ympäristö puhdistetaan ylimääräisestä massasta, asennetaan liukusuljinkoneistoon alalevyn kiristämiseen tarkoitettu bajonetti paikalleen sekä liukusulkimen alalevy paikalleen. Suutiilen oikea syvyys kehystiessä varmistetaan asettamalla siihen kuvassa 8 näkyvä tarkoitukseen tehty liukusulkimen ylälevyn näköiskappale ja sulkemalla mekanismi. Liukusuljinmekanismi ajetaan asentoon, jossa valureikä on auki ja annetaan olla hetken aikaa puristuksissa. Näin varmistetaan suutiilen kiinnitysmassan kuivuminen ja suutiilen paikallaan pysyminen.



Kuva 8. Liukusuljinmekanismi avattuna. Alalevy ja ylälevyn näköiskappale paikalleen asennettuna.

Tämän jälkeen mekanismi avataan, liukusulkimen näköiskappale poistetaan ja alue puhdistetaan kaikesta sinne kuulumattomasta. Tämä työvaihe tulee tehdä erittäin huolellisesti, sillä jos suutiili pääsee työntymään takaisinpäin, ylälevy ei ole tiiviisti kiinni suutiilessä ja liukusuljinmekanismin yläpäässä, on suuri riski, että sula teräs pääsee purkautumaan valamisen aikana suutiilen ylälevyn välistä.

Liukusulkimen ylälevylle (Kuva 9) asetetaan kiinnitysmassaa jigin avulla. Jigin avulla kiinnitysmassaa tulee ylälevyyn juuri oikea määrä ja se tiivistää ylälevyn suutiilen päähän.



Kuva 9. Liukusulkimen alalevy vasemmalla ja ylälevy oikealla. (Pahage 2019).

Liukusuljinmekanismi suljetaan, liukusuljin ajetaan "valureikä auki"-asentoon, asennetaan kipinöiltä sekä roiskeilta suojaava tulipelti ja suljetaan mekanismin luukku. Lopuksi valureikä puhdistetaan (Kuva 10) sinne ylälevyn ja suutiilen välistä pursonneesta kiinnitysmassasta sekä tarkastetaan valureiän kunto silmä-  
määräisesti.



Kuva 10. Ylälevyn kiinnitysmassan poisto valureiän sisäpuolelta.

Valureiän puhdistuksen jälkeen valusenikka voidaan kääntää pystyasentoon ja nostaa AOD-vaunulle hiekoitusta varten.



AOD-vaunu ajetaan hiekoituspaikalle, missä reikähiekkautomaatti asettaa valureikään reikähiekan. Reikähiekkautomaatilla saadaan valureiän päälle asetettua hiekka kuvan 11 osoittamalla tavalla siten, että jokaiseen valusenkkään jää samanlainen hiekkakupu valureiän päälle. Tämän kuvun on tarkoitus osittain sintraantua, jotta valusenkan vapaa aukeaminen jatkuvavalukoneella onnistuisi. Reikähiekkautomaatti tulee asentaa AOD:lle menevällä vaunulla, jottei se sintraannu liian syvälle ja näin aiheuta vapaana aukeamisen estymisen.



Kuva 11. Reikähiekkautomaatti asetettuna valureiän päälle.

Jos reikähiekkautomaatti on asetettu remppapaikan katolta, heittäen hiekkapusseja valureiän päälle ja valusenkka on ollut pitkään kuumentimella, tulee asetettua reikähiekkautomaatti poistaa ja asentaa uusi reikähiekkautomaatti reikähiekkautomaatilla ennen AOD:lle lähetystä.

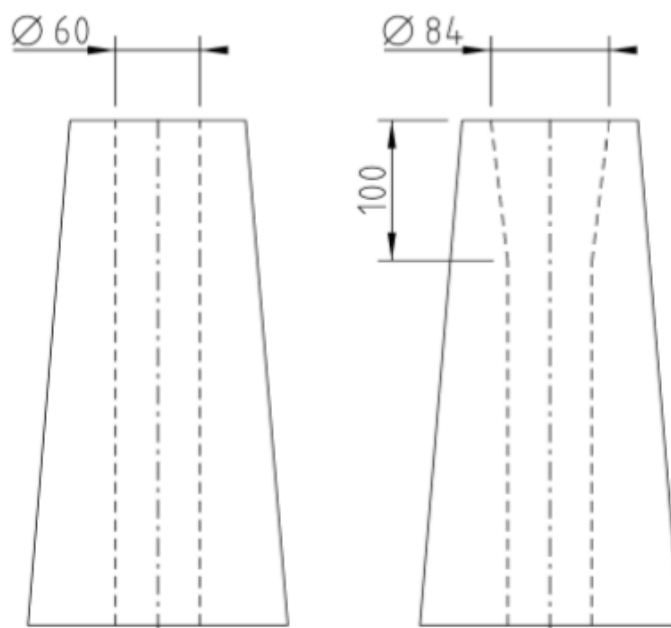
## 6.2 Uudenlainen suutiili ja sen tarkoitus

Valusenkkojen vapaan aukeamisen parantamiseksi käytettävä uudenlainen suutiili poikkeaa vanhasta käytössä olevasta suutiilestä ainoastaan valureiän osalta. Näiden ero on selvästi nähtävissä kuvasta 12.



Kuva 12. Kuvassa vasemmalla uudenlainen testattava sekä oikealla käytössä oleva suutiili.

Uudessa suutiilessä on sen valureiän yläosa kartioitu kuvan 13 osoittamalla tavalla siten, että valureiän yläosan halkaisijaa on kasvatettu 24 mm ja kartiointi ulottuu 100 mm matkalle suutiilen yläpäähän.



Kuva 13. Bentley:n Microstation V8i:llä piirretyn havainnekuva vanhan ja uuden suutiilen poikkileikkauksesta.

Näin on saatu ratkaisu, jossa hydrostaattinen paineesta johtuva, valureiän kohdalla vaikuttava voima kasvaa ja valureiän kohdalla oleva sintraantunut hiekkerros rikkoontuu näin helpommin aiheuttaen valusenkan vapaan aukeamisen todennäköisyyden kasvamisen. Tämä voidaan todeta myös matemaattisesti liitteessä 1 esitetyllä tavalla.

Vertaamalla valureikiin vaikuttavien voimien suhteesta johdettua kaavaa 15. valureikien pinta-alojen suhteen kaavaan 2. voidaan todeta, että valureiän pinta-alan kasvattaminen aiheuttaa siihen kohdistuvan voiman kasvamisen samassa suhteessa.

Tarkastelemalla valureikiin kohdistuvien voimien suhdelukua voidaan liitteessä 1 esitetyn matemaattisesta kaavasta todeta, että kasvattamalla valureiän halkaisijaa 24 mm:llä uuteen suutiileen saadaan uuden suutiilen käyttöönotolla kasvatettua valureikään kohdistuvaa voimaa 96 prosenttia.

## 7 VALUSENKAN AUKEAVUUDEN TUTKIMISEN SEURANTAJAKSO

### 7.1 Tutkimuksen eteneminen ja menetelmät

Tässä opinnäytetyössä valusenkan vapaata aukeamista tutkittiin Outokummun tietokantaan tilastoidun aineiston perusteella. Tutkimuksen aikana tehtiin myös epämuodollista haastattelututkimusta jokaisen viiden vuoron tuotantotyöntekijöiden osalta. Prosessiseurantajaksolla dokumentoitiin digitaalisten valokuvien avulla valusenkkujen käyttöönottoa ja uudenlaisten suutiilien asennusta. Senkakortteihin (liite 3) tehtiin normaalien valusenkoille tehtävien toimenpidemerkintöjen lisäksi merkintä käytetystä suutiilestä ja mahdollisista muista poikkeamista valusenkkujen huollon yhteydessä.

Prosessiseurantajakson aikana kerättyä tietoa valusenkkujen vapaasta aukeamisesta jatkuvavalukoneella käyttäen uudenlaisia suutiiliä verrattiin ennen prosessiseurantajaksoa ja sen jälkeen kerättyyn tietoon valusenkkujen vapaasta aukeamisesta normaalissa käytössä olevilla suutiilillä.

Uudenlaisia suutiiliä käytettiin valusenkan kahtena ensimmäisenä suutiilenä. Outokummun tietojärjestelmistä kerätyn pitkäaikaisen tilastoinnin mukaan eniten ongelmia valusenkan vapaassa aukeamisessa on ollut juuri uuden valusenkan käyttöönoton jälkeen sekä ensimmäisen suutiilen vaihdon jälkeen. Kolmatta suutiiltä asennettaessa työmenetelmiin tulee muutos, koska tällöin suutiilen pää massataan ruiskumassalla, käyttäen Alual gun 935 massaruiskua, joka on saksalaisen PURMETALL Gesellschaft für Stahlveredelung GmbH & Co:n valmistama. Suutiilen pään massauksessa käytetään massausjigiä, jollaista ei uudenmalliseen suutiileen ollut testausjaksolla saatavilla.

Tilastoinneista nähtiin suoraan, onko uudella suutiilellä ollut vaikutusta valusenkan vapaaseen aukeamiseen jatkuvavalukoneella. Vertailutilastoissa on otettu huomioon valusenkkujen elinkaarten kaikki aukeamiset, koska aukeamisia ei ollut mahdollista tutkia yksittäisen suutiilten osalta tilastoinnin ja kirjausten puutteellisuuksien vuoksi. Valusenkkujen vapaan aukeamisen ongelmien painotuksessa kahden ensimmäisen suutiilen käytön osalle, tilastot antavat suuremman vertailuprosentin valusenkkujen vapaasta aukeamisesta vertailuryhmän osalta, koska siinä on otettu huomioon myös myöhempien suutiilten osalta valusenkkujen vapaat aukeamiset, joissa ongelmia on selkeästi vähemmän.

## 7.2 Uudenmallisen suutiilen testausjakso

Prosessiseurantajakson eli uudenlaisen suutiilen testausjakson aikana pyrittiin olosuhteet pitämään samanlaisina kuin tuotantoprosessissa normaalistikin, jotta saatiin vertailukelpoiset tulokset uudenlaisen suutiilen vaikutuksesta valusenkan vapaaseen aukeamiseen. Työtapoihin, valusenkkojen kiertoön tai tilastointiin ei testausjakson aikana tehty erityisiä muutoksia. Huomiota tuli uudenlaisen suutiilen vuoksi kiinnittää valusenkan käyttöönottoon sekä valureiän peitsaamiseen.

Valusenkkojen käyttöönotto tehtiin erityistä huolellisuutta noudattaen, koska testattava uudenlainen suutiili ei ole ennen ollut käytössä ja sen käyttämisestä tuotannossa ei saanut olla minkäänlaisia turvallisuusriskejä. Tästä syystä myös ensimmäinen asennettu suutiili oli käytössä vain 7 kertaa normaalin 12 valukerran sijaan, jotta nähtiin, oliko suutiilen kunto heikentynyt normaalista poikkeavasti valureiän kartioinnista johtuen. Ensimmäisen uudenmallisen suutiilen vaihdon yhteydessä ei huomattu normaalista poikkeavia seikkoja suutiilessä ja tutkimus sai luvan jatkaa. Alla olevassa kuvassa 14 on ensimmäinen uudenmallinen suutiili, joka oli ajettu 7 kertaa. Suutiilessä näkyvä halkeama on todennäköisesti syntynyt suutiilen irrottamisen yhteydessä, joka tapahtuu piikkauskoneella valusenkan sisäpuolelta päin.



Kuva 14. Ensimmäinen uudenmallinen suutiili 7 valukerran jälkeen.

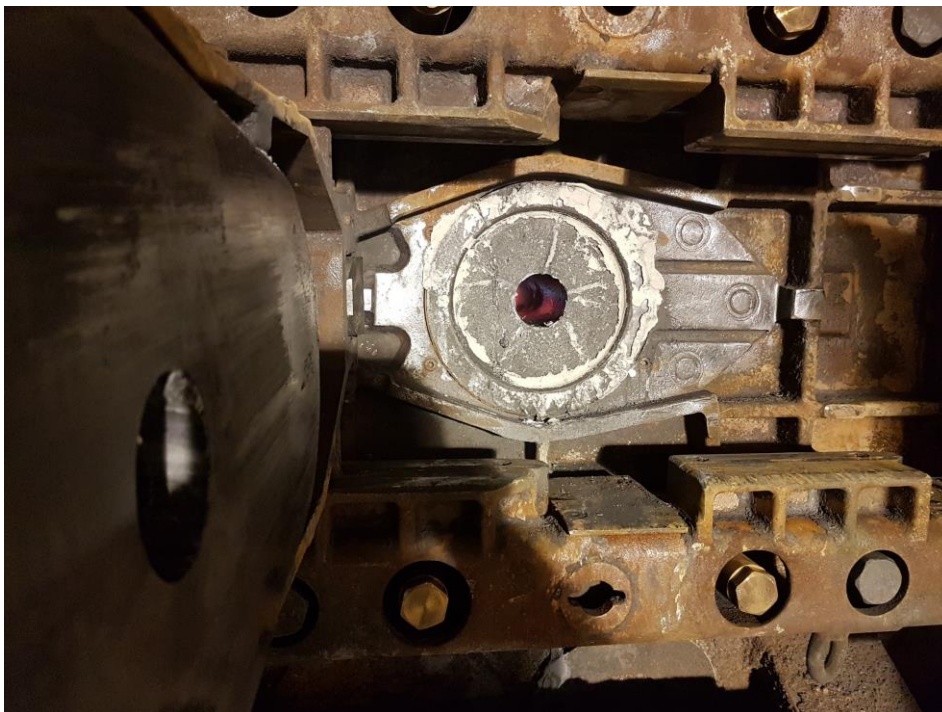
Valureiän peitsaamiseen tavanomaisena huoltotoimenpiteenä valusenkoissa tuli uudenmallisen suutiilen osalta kiinnittää tavanomaista enemmän huomiota. Siinä tuli ottaa huomioon uuden suutiilen pään kartiomaisuus, jonka tuli säilyä, jotta uudenlaisesta suutiilestä olisi hyötyä valusenkan vapaan aukeamisen toteutumisessa.

## 8 TUTKIMUKSEN AIKANA HAVAITUT ONGELMAT JA RATKAISUT

Tutkimuksen aikana valusenkan käyttöönotto tehtiin erityistä huolellisuutta noudattaen ja näin havaittiin uuden valusenkan käyttöönotossa kaksi ongelmaa. Toinen näistä ongelmista liittyi suoraan valusenkan vapaaseen aukeamiseen ja toinen turvallisuuteen. Ongelmiin pyrittiin välittömästi hakemaan ratkaisut ja näin myös onnistuttiin tekemään.

### 8.1 Suutiilen asentaminen valusenkan käyttöönotossa.

Tutkimuksen aikana havaittiin, että suutiiltä asennettaessa uuteen valusenkaan muodostui ongelmaksi suutiilen työntyminen takaisin oikeasta asennussyvyydestään., mikä aiheuttaa ylälevyn asentamiseen paikalleen ongelmia. Tällöin ylälevy ei asetu oikealle paikalleen vaan jää hieman koholleen asennuspai-kastaan. Näin ylälevyyn asetettava kiinnitys massa pursuaa ylälevyn ja liukusul-jinmekanismissa olevan ylälevyn asennuspaikan väliin, kuten alla olevasta ku-vasta 15 on todettavissa. Tällöin on vaarana, että sula teräs pääsee purkautu-maan hallitsemattomasti ylälevyn ja suutiilen välistä.



Kuva 15. Suutiilen ja ylälevyn välistä pursunutta valkoista kiinnitysmassaa

Tätä ongelmaa ei esiinny suutiilten vaihtojen yhteydessä, koska suutiilen asennusmassa kuivuu nopeammin jo käytössä olleen valusenkan kehystiilen korkeamman lämpötilan vuoksi. Siten on pääteltävissä, että suutiilen työntyminen takaisin käyttöönotettavassa valusenkassa johtuu todennäköisesti siitä, ettei suutiilen asennusmassa ole kerennyt kuivua tarpeeksi.

Ratkaisu ongelmaan saatiin työtapaan tehtävällä pienellä muutoksella. Suutiilen oikea syvyys kehystiilessä varmistetaan pitämällä suutiilen asennusta varten tehtyä liikusulkimen ylälevyn näköiskappaletta paikallaan valureikä auki- asennossa useampi minuutti, jotta suutiilen asennusmassa kuivuu ja suutiili pysyy paikallaan oikeassa asennussyvyudessa.

## 8.2 Käyttöönotettavan valusenkan valureiän tukkeutuminen massasta.

Ensimmäisen uuden suutiilen asentamisen yhteydessä valusenkan normaalien käyttöönottoimenpiteiden jälkeen valusenkan valureikä päätettiin vielä tarkistaa ennen reikähiekan asettamista ja valusenkan lähettämistä AOD-konverterille. Tarkastuksen yhteydessä havaittiin, että valureikä oli tukkeutunut kuvan 16 tavoin jonkinlaisesta massasta.



Kuva 16. Tukos valureiässä.



Valureikä puhdistettiin massasta peitsaamalla ja valusenkka voitiin asettaa reikähiekkä normaalisti hiekoituslaitteella ja lähettää se AOD-konvertterille sulan kaatoa varten. Havainto jonkinlaisella massalla tukkeutuneesta valureiästä aiheutti myös muiden käyttöönotettavien valusenkkojen valureiän tarkastamisen. Ainoastaan valusenkan 33 kohdalla valureiän tarkastaminen jäi suorittamatta tuotantotilanteen vuoksi. Viidessä valusenkan 29 jälkeen tarkastetussa valusenkassa oli samanlainen tukos ja valureikä puhdistettiin peitsaamalla.

Valureiässä olevasta tukkeutumisen aiheuttavasta massasta otettiin näyte ja pyrittiin selvittämään mitä se voisi olla. Alla olevassa kuvassa 17 on valureiän tukkivasta massasta otettu näyte.



Kuva 17. Näyte valureikää tukkivasta massasta.

Näytettä arvioidessa siitä löytyi pieniä valusenkan tiilivuorauksesta murtuneita kappaleita, valusenkan ylävanteen ja kaatonokan ruiskumassauksesta valusenkan kuivausohjelman aikana murtunutta massaa sekä valusenkan muurauksessa taustamassana ja tiilivuorauksen tiivistämiseen käytettävää tamppimassaa. Tästä valureiästä otetusta näytteestä sintraantumaton tamppimassaa oli suurin

osa. Valusenkan pohjalla olevasta tamppimassasta ei isompirakeinen osa massasta näytä sintraantuvan jääden näin irtonaiseksi valusenkan pohjalle ja kehystiilen päälle, joka on hieman pohjan tiilivuorausta matalammalla. Alla olevan kuvan 18 puhtaasta tamppimassan näytteestä voidaan todeta sen rakenne, jossa on erikokoisia rakeita.



Kuva 18. Näyte valusenkkoihin asennettavasta tamppimassasta.

Valusenkkää käännettäessä ”remppapaikalla” tämä kehystiilen päällä oleva tamppimassaa, irronnutta ruiskumassaa ja tiilenpalasia sisältävä massasekoitus valuu valureikään tukkien sen.

Ongelmaa alettiin ratkaista puhdistamalla paineilmalla valureikää valusenkan käyttöönoton toimenpiteiden viimeisenä vaiheena. Toimenpiteeseen kehitettiin myös oma työkalu liitettäväksi paineilmaletkun päähän paineilmaliittimellä. Työkalun ideoinnista ja toteutuksesta vastasivat senkka-asema 2:n prosessityöntekijöinä toimivat Marko Alaviippola, Jukka Järvirova ja Janne Mäkinen. Kuvassa 19 näkyvä tehtävään kehitetty paineilmatyökalu koostuu päästään 90 asteen kulmaan taivutetusta putkesta sekä paineilmaliittimestä.



Kuva 19. Tutkimuksen aikana kehitetty työkalu kehystiilen puhdistamiseen paineilmalla valusenkan sisäpuolelta.

Kehitettyä työkalua käyttämällä saatiin paineilmalla puhaltaen puhdistettua valusenkan sisäpuolelta kehystiilen päältä irtonainen aines ja valureikä ei enää tukkeutunut irtonaisesta massasta ja ongelma saatiin ratkaistua.

Kuvasta 20 voidaan verrata tämän työvaiheen tuomaa ratkaisua entiseen tilanteeseen. Kuvassa huomio tulee kiinnittää oikealla olevan valureiän ympäristöön, joka on puhdistettu irtonaisesta massasta käyttäen tarkoitukseen kehitettyä paineilmatyökalua. Vasemmalla olevaa valureikää ei ole puhdistettu paineilmalla. Valkoinen kehystiili on selkeästi nähtävissä pohjalla olevan irtomassan alta uuden työvaiheen jälkeen.



Kuva 20. Kuvat kahden eri valusenkan valureiästä.

## 9 TUTKITUN TIEDON ANALYSOINTI JA PÄÄTELMÄT

### 9.1 Prosessiseurantajakson tulokset

Prosessiseurantajaksolla, joka suoritettiin 18.2.- 25.3.2019 välisenä aikana, asennettiin yhteentoista eri valusenkaan yhteensä 20 kpl uudenmallisia suutiiliä, joiden läpi sulaa terästä valettiin yhteensä 228 kertaa. Näistä 226 valukerrasta ei 11:ssä valusenkan vapaa aukeaminen toteutunut. Prosentuaalisesti tämä tarkoittaa vapaan aukeamisen olevan 95,1%. Valusenkkojen vapaata aukeamista on tilastoitu prosessiseurantajakson ajalta taulukoihin (Liite 4). Tilastoidusta tiedosta käy myös ilmi että, neljän valusenkan osalta vapaa aukeaminen toteutui täydellisesti ja vapaa aukeaminen oli estynyt seitsemässä eri valusenkassa.

Valusenkkojen vapaan aukeamisen estymiseen uudennlaisilla suutiilillä voidaan hakea yksittäisten valusenkkojen osalta mahdollisia tai todennäköisiä syitä. Alla olevaan taulukkoon 1 on tilastoitu prosessiseurantajakson aikana jatkuvavalukoneella auki poltettuja valusenkkoja, joissa on käytetty uudennlaisia suutiiliä.

Taulukko 1. Uudennlaisilla suutiilillä varustetut valusenkat, joiden vapaa aukeaminen on estynyt.

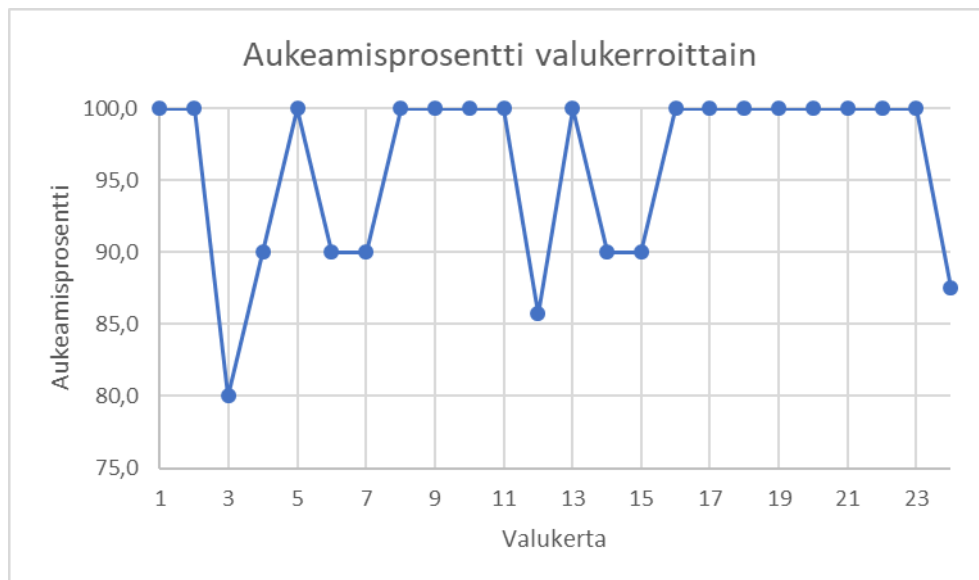
SULA nro	PAIKKA VENSSISSÄ	SEK- SENKKA	LAATU	POL- TETTU	SULA AIKA (h)	SENKASSA SA VUORAUSTEN KESTO (kertaa)	SUUTIILI (kertaa)
				AUKI			
93142	7	28	720-1	Y	2,1	7	7
93028	3	31	750-7	Y	2,6	3	3
93104	6	31	720-1	Y	2,2	12	2
93760	2	31	761-1	Y	2,5	2	1
93902	2	31	750-2	Y	3,5	15	2
93546	2	33	720-1	Y	3,4	1	1
93570	5	33	720-1	Y	3	3	3
93662	4	33	720-1	Y	2,8	14	2

93660	3	38	720-1	Y	2,6	4	3
93026	2	39	750-2	Y	2,8	6	6
93980	5	39	725-6	Y	1,9	24	12

Tässä tutkimuksessa voidaan kahden käyttöönotetun valusenkan osalta todeta todennäköiset syyt valusenkan vapaan aukeamisen estymiselle, koska kummasakin tapauksessa oli kysymys juuri käyttöönotetun valusenkan ensimmäisestä valukerrasta ja toisin toimimalla olisi vapaa aukeaminen toteutunut myös näissä valusenkoissa.

1. Valusenkka 31, sulanumero 93760: Juuri käyttöönotettuun valusenkkaan ei normaalissa prosessitilanteessa kaadeta ensimmäiseksi titaaniseostettua terässulaa, koska uuden juuri käyttöönotetun valusenkan lämpötila ei ole niin korkea kuin jo kierrossa olleen valusenkan.
2. Valusenkka 33, sulanumero 93546: Valusenkkaa käyttöönotettaessa valureiän puhdistusta ei tehty paineilmatyökäluä käyttäen, eikä valureikää keretty tarkastamaan tuotantoprosessin tilanteesta johtuen. On todennäköistä, että valureikään on valunut valusenkan pohjalla olevaa massaa.

Poistettaessa nämä selkeästi poikkeavat inhimillisten tekijöiden vuoksi kaksi valukoneella aukeamattomaa valusenkkaa tilastoista saadaan valusenkkojen vapaan aukeamiseksi 96% ja kuvioista 4 on nähtävissä vapaan aukeamisen toteutuminen valukerroittain.



Kuvio 4. Vapaa aukeaminen uusilla suutiilillä valukerroittain.

Muiden taulukkoon 1 listattujen valusenkkojen osalta voidaan etsiä ainoastaan mahdollisia syitä valusenkan vapaan aukeamisen estymiselle, joita on todettu luvussa 5.2.

## 9.2 Vertailu aiempaan tilanteeseen

Ennen uudenmallisen suutiilen testausjaksoa valusenkan vapaa aukeaminen oli vuoden alusta prosessiseurantajakson alkuun mennessä 93,4% ja prosessiseurantajakson jälkeen ajalla 26.3.-16.4.2019 vapaan aukeamisen toteutuminen oli 92,8% (Outokumpu 2019a.)

Tätä tutkimusta edeltäneiden kuuden kuukauden aikana oli valusenkkojen vapaa aukeaminen keskimäärin 92,6% ja kuvioista 5 on nähtävissä jaloterässulaton molempien tuotantolinjojen valusenkkojen vapaa aukeaminen vuoden 2019 neljän ensimmäisen kuukauden osalta (Outokumpu 2019a.)



Kuvio 5. Keskimääräinen valusenkköjen vapaa aukeaminen vuoden 2019 alusta.

Esitettyihin tietoihin viitaten voidaan todeta prosessiseurantajakson aikana käytettyjen uudenlaisten suutiilien positiivinen vaikutus keskimääräiseen valusenkan vapaaseen aukeamiseen helmikuun ja maaliskuun aikana.

Prosessiseurantajakson toteumasta valusenkköjen 96% vapaasta aukeamisesta jatkuvavalukoneella uudenlaisia suutiiliä käyttäen voidaan todeta, että vapaa aukeaminen oli hieman todennäköisempää uudenlaisia suutiiliä käytettäessä. Huomioon ottaen, että uusia suutiiliä käytettiin vain kahtena ensimmäisenä suutiilenä käyttöönotettavissa valusenkoissa, on todettava niiden vaikutuksen olevan omalta osaltaan merkityksellistä, etenkin kun tarkastellaan myös kaaviossa 1 esitettyä valusenkköjen vapaata aukeamista niiden keston mukaan. Vapaan aukeamisen ongelmat kasaantuvat kahden ensimmäisen suutiilen käyttöön valusenkoissa.

Testausjakson tulosten mukaan uudenlaisen suutiilen käyttöönotto tuo parannusta vapaaseen aukeamiseen valusenkan käyttöönoton jälkeen, koska testausjakson aikana uudenlaiset suutiilet olivat käytössä ensimmäisenä ja toisena suutiilenä valusenkoissa.

### 9.3 Uudenlaisen suutiilen käyttäminen valusenkoissa jatkossa

Tutkimuksen perusteella voitaneen sanoa, että uudenlaisten yläpäästään kartioitujen suutiilten käyttöä tulisi harkita jatkossakin myös muiden kuin kahden ensimmäisen suutiilen osalta. Tämä vaatisi myös uusien massausjigien ottamista käyttöön kolmannen suutiilen vaihtamisesta eteenpäin.

Mikäli kustannukset uusien suutiilten osalta eivät ole suuremmat kuin vanhojen jo käytössä olleiden suutiilten olisi tämän tutkimuksen perusteella selkeää hyötyä tästä parannuksesta sekä tuotannon katkeamattomuuden että työturvallisuuden näkökulmasta.

Tutkimuksen aikana kävi myös ilmi, että valusenkan käyttöönottoaiheessa sekä tavanomaisten huoltotoimenpiteiden yhteydessä tulee kiinnittää erityistä huomiota työn huolelliseen suorittamiseen ja varmistaa ennen valusenkan lähettämistä AOD konverterille, että valureiässä ei ole sinne kuulumatonta ainesta ja että uudenlaisen suutiilen kartiomaisuus säilytetään valureiässä. Prosessiseurantajaksolla valusenkkojen käyttöönoton yhteydessä paljastui, että valureikä tukkeutui valusenkan pohjalla olevasta massasta, joka voi estää valusenkan vapaan aukeamisen jatkuvavalukoneella. Massan puhdistamiseksi valureiän ympäristöstä kehitettiin tämän tutkimuksen aikana myös yksinkertainen paineilmatyökalu, jota käyttämällä saatiin valureiän tukkeutumisen ongelma ratkaistua työn yhteydessä. Kysymykseen miksi tätä irtonaista massaa löytyy valusenkkojen pohjalta kuivausohjelman läpikäymisen jälkeenkin, ei saatu vastausta tämän tutkimuksen yhteydessä.



## LÄHTEET

Harju, I. 2014. Senkkojen aukeamattomuuden syiden selvittäminen ja toimenpide-ehdotukset aukeavuuden parantamiseksi. Lapin ammattikorkeakoulu. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Metallinjalostajat ry. 2014. Teräskirja. 9. Viitattu 24.1.2019. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/julkaisut/teraskirja>

Miettinen, K. 2015. Valusenkan aukeavuuden parantaminen. Lapin ammattikorkeakoulu. Konetekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Outokumpu 2019a. Hot Circle. Viitattu 27.3.2019

Outokumpu 2019b. O´Net. Viitattu 21.1.2019.

Outokumpu 2019c. Suulliset haastattelut. Viitattu 22.1.2019

Outokumpu 2019d. Työohje. Viitattu 3.4.2019

Outokumpu Stainless Oy 2019. Yhtiön viralliset www-sivut. Viitattu 10.1.2019. <http://www.outokumpu.com/fi/Sivut/default.aspx>

Pahage 2019. Yhtiön viralliset www-sivut. Viitattu 10.2.2019. <http://www.pahage.de/en/produkte/fertigbauteile-pfanne/>

Purmetall GmbH & Co 2019. Yhtiön viralliset www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <http://www.purmetall.de/en/Products/Schiebersand#>

Solidium Oy 2019. Yhtiön viralliset www-sivut. Viitattu 18.1.2019. <https://www.solidium.fi/fi/omistukset/yritysesittelyt/outokumpu/>

Tervetuloa terässulatolle. 2018. Esite. Outokumpu Stainless Oy, Tornio Works.

YBT Oy. Yhtiön viralliset www-sivut. Viitattu 23.1.2019. <http://ybt.fi/referenssi/teollisuusrakentaminen/outokumpu/>

## LIITTEET

- Liite 1. Laskelma. Valureikään kohdistuvan hydrostaattisen paineen kasvu valureiän halkaisijaa kasvattamalla.
- Liite 2. Testattavien suutiilien pakkausselosteet
- Liite 3. Senkkakortit.
- Liite 4. Taulukko. Valusenkkojen, joissa on asennettuna uudenlainen suutiili, vapaa aukeaminen prosessiseurantajakson aikana

Liite 1 1(4)

Valureiän pinta-ala lasketaan ympyrän pinta-alan kaavasta

$$A = \pi * r^2 \quad (1.)$$

missä

*A = suutiilen valureiän pinta – ala*

*r = suutiilen valureiän halkaisija*

Vanhan suutiilen valureiän pinta-ala, missä valureiän halkaisija on 60 mm:

$$A_1 = \pi * \left(\frac{60mm}{2}\right)^2 \approx 2827mm^2 \quad (1.)$$

Uuden suutiilen valureiän pinta- ala, missä valureiän halkaisija on 84 mm:

$$A_2 = \pi * \left(\frac{84mm}{2}\right)^2 \approx 5542mm^2 \quad (1.)$$

Valureikien pinta-alojen suhdeluku x saadaan kaavasta

$$A_2 = x * A_1 \quad (2.)$$

$$\Rightarrow x = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi * \left(\frac{84mm}{2}\right)^2}{\pi * \left(\frac{60mm}{2}\right)^2} = \mathbf{1,96} \quad (3.)$$

Valureikään kohdistuva voima F saadaan voiman kaavasta

$$F = m * a , \quad (4.)$$

missä

## Liite 1 2(4)

$F = \text{valureikään kohdistuva voima}$

$m = \text{sulan teräksen massa valureiän kohdalla}$

$a = \text{putoamiskiikkyvyys}$

Valureikään kohdistuva sulan teräksen massa saadaan tiheyden kaavasta

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (5.)$$

$$\Leftrightarrow m = \rho * V \quad (6.)$$

missä

$\rho = \text{sulan teräksen tiheys}$

$V = \text{valureiän päällä olevan sulan teräksen tilavuus}$

Valureiän päällä olevan sulan teräksen tilavuus saadaan kaavasta

$$V = A * h, \quad (7.)$$

missä

$h = \text{valureiän päällä (valusenkassa) olevan terässulan korkeus}$

Kun sijoitetaan valureikään kohdistuvan voiman  $F$  kaavaan valureiän päällä olevan sulan teräksen massa, saadaan voiman kaavaksi

$$F = m * a, \quad (3.)$$

$$\Leftrightarrow F = V * \rho * a, \quad (8.)$$

Sijoitetaan saatuun kaavaan sulan tilavuuden kaava (7.)

Liite 1 3(4)

$$F = A * h * \rho * a \quad (9.)$$

Vanhan suutiilen valureikään kohdistuva voima voidaan laskea kaavasta (9.)

$$F_1 = A_1 * h * \rho * a \quad (10.)$$

Uuden suutiilen valureikään kohdistuva voima voidaan laskea kaavasta (9.)

$$F_2 = A_2 * h * \rho * a \quad (11.)$$

Sijoittamalla kaavaan (11.) kaava (2.) voidaan kaavat (10.) ja (11.) yhdistää ja näin laskea uuden suutiilen ja vanhan suutiilen valureikiin kohdistuvien voimien suhde.

Sijoitetaan  $A_2 = x * A_1 \quad (2.)$

kaavaan

$$F_2 = A_2 * h * \rho * a, \quad (11.)$$

josta saadaan

$$F_2 = x * A_1 * h * \rho * a \quad (12.)$$

Ratkaistaan uuden suutiilen valureikään vaikuttavan voiman kaavasta (12.) pinta-ala

$$A_1 = \frac{F_2}{1,96 * h * \rho * a} \quad (12.)$$

Ratkaistaan uuden suutiilen valureikään vaikuttavan voiman kaavasta (12.) pinta-ala

$$A_1 = \frac{F_1}{h * \rho * a} \quad (13.)$$

## Liite 1 4(4)

Yhdistetään kaavat (12.) ja (13.) yhdeksi yhtälöksi ja ratkaistaan valureikiin vaikuttavien voimien suhde

$$\frac{F_1}{h \cdot \rho \cdot a} = \frac{F_2}{1,96 \cdot h \cdot \rho \cdot a}, \quad (14.)$$

josta saadaan

$$F_2 = 1,96 \cdot F_1 \quad (15.)$$

Kasvattamalla valureikää 24mm kasvaa valureiän pinta- ala 96% ja kuten valureiän voiman kaavasta saadusta tuloksesta käy selville, kasvaa myös valureikään kohdistuva hydrostaattisen paineen aiheuttama voima 96%.

Liite 2 1(2)

902-618  
**PA-HA-GE Feuerfeste Erzeugnisse**  
Holtweg 17/19, D-41749 Viersen  
Tel.:+49(0)2162-8961-0, Fax:+49(0)2162-8961-49



# KOE LINJA 2

## JANNE KOSKENNISKA

IHA-01075  
20 pcs.

Weight: 417,- kg

Information for consignee:  
Stock must be dry, cool, no freeze – Duration of  
storage max. 12 months

Liite 2 2(2)

PA-HA-GE  
Feuerfeste Erzeugnisse  
GmbH & Co.KG

**PAHAGE**

PA-HA-GE Holtweg 17/19 D-41749 Viersen  
Outokumpu Stainless Oy 2  
Kromitie 781

95490 Tornio  
Finnland

Holtweg 17/19  
D - 41749 Viersen (Süchteln)  
Telefon (02162)8961-0  
Telefax(02162)8961-49  
E-Mail:  
info@pahage.com

### Packing list

No.	<b>L190057</b>	Date:	18.01.2019
Customer ID:	69411	Contact:	Karin Spickenbaum
Customer vat no.:	FI08233159	Phone no.:	+49 2162 8961-23
		Fax:	+49 2162 8961-49
		Email:	spickenbaum@pahage.com
			Page: 1/1

#### Customer:

Outokumpu Stainless Oy  
P.O. Box 42  
95490 Tornio  
Finnland

Pos	Description	Weight net / gross kg		Quantity	Unit
	<b>IH-01075 – KOE LINJA- JANNE KOSKENNISKA</b>			<b>20,00</b>	<b>pc.</b>
	Code 620052 - LS 70 Upper Nozzle IH 357-185-126/84-60 Upper Nozzle for LS 70 for Slide Gate Quality: 246/039 Design code: E 01 1507 Our order AU180450 Your order: 4500321345				
1	Packaging unit No.: 903-618	398,000	417,630	20,00	pc.
		<b>398,000</b>	<b>417,630</b>		

Delivery terms: DAP Tornio  
Subject to our GTC of Sale.

PA-HA-GE Feuerfeste Erzeugnisse GmbH & Co.KG

Banken: Commerzbank AG Viersen (BLZ 310 400 15), Kto. Nr. 5 753 769, IBAN: DE08 3104 00150575 3769 00, BIC: COBADEFF  
Hypo Vereinsbank AG, Düsseldorf IBAN: DE68 3022 0190 0025 9487 50, BIC: HYVEDEMM414  
Kommanditgesellschaft, Sitz Viersen Amtsgericht Mönchengladbach HRA-Nr. 5355 Pers.haft.Ges.: PA-HA-GE Feuerfeste Erzeugnisse GmbH,  
Sitz Viersen Amtsgericht Mönchengladbach HRB-Nr. 10085 Ust.-Ident.-Nr.: DE-811987949 Geschäftsführer: Stephanie Hoffmann



Senkka Nr. 28

Lämpö: Klo:  
Lämpö: Klo:  
Lämmitysaika:

Klo: 3:00  
Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi

Senkka Nr. 28

Kuivaus alkoi: 27.2. päättyi:

HUUHT.TILI  
Etelä Pohj. Toimi

SULAN LÄMMITYS

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA				LIUKUSULJIN				HUUHT.TILI			SULA NR.	SKM	Pol.	Piikattu HUOM	HUOM	
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa	keilansv	Etelä	Pohj.						Toimi
1.3	14,55	18,05	1	1	1	1	1						93094	MALM/ku			KoeTILI
1.3	19,52	22,53	2	2	2	2	3						93102	TSK			
1.5	23,52	28,39	3	3	3	3	3						93170	SM			
2.3	04,02	7,57	4	4	4	4	1						93178	M/M/L			
2.3	9,04	13,18	5	5	5	5	2						93176	MA			
2.3	13,32	17,32	6	6	6	6	3						93134	MT			
2.3	16,01	20,52	7	7	7	7	1						93142	TSK			
2.0	21,46	15,2	8	8	8	8	2						9320	JM			X itok
3.3	44,2	82,5	9	9	9	9	3						93162	AJ			
3.3	22,31	32	10	10	10	10	1						93194	SS	30		Koe-
4.3	3,00	06,01	11	11	11	11	2						93202	AJ			
4.3	02,49	11,16	12	12	12	12	3						93210	JMR	29		X 21-06 KoeTILI
4.3	13,09	16,03	13	13	13	13	1						93210	SJ/PS/ku			
4.3	17,51	20,42	14	14	14	14	2						93226	IP			X KIRÄNTYS
4.3	14,32	16,52	15	15	15	15	3						93284	IP			
6.3	17,35	20,76	16	16	16	16	4						93290	JMR/PS			
6.3	22,13	00,47	17	17	17	17	5						93298	JMR	29		X H-OK
7.3	01,27	04,52	18	18	18	18	6						53304	IP/MR			
7.3	08,02	03,47	19	19	19	19	7						93312	IP/MR			X
-11-	10,24	14,15	20	20	20	20	8						93320	VP			
7.3	15,08	18,46	21	21	21	21	9						93328	SJ	29		H-OK
7.3	22,51	01,19	22	22	22	22	10						93336	SJ/25			
8.3	02,23	05,53	23	23	23	23	11						93342	SJ			
8.3	6,22	10,47	24	24	24	24	12						93350	M/M			
8.3	19,05	15,72	25	25	25	25	1						93360	PS/ku/ku			X AS Eulon -> kassa Korotettu 17.2
8.3	16,14	20,19	26	26	26	26	2						93368	AJ			

Senkka Nr. 27

Uusi  
suuttili

Lämpö: Klo:  
Lämpö: Klo:  
Lämmitysaika:

Senkka Nr. 29

Senkka, Liikusuljin ja Huuhtelukivi

Kuivaus 16.2 alkoi: 0808

Huuhtelukivi: HUOM: Pol 2.7

SULAN LÄMMITYS

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN			HUUHT.TIILI		SULA NR.	SKM	Poi.	Pikattu	HUOM
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levy					
18.2	1507	1911	1	1	1	1	1	92732	MAKULU			TKK / uusi suuttili
18.2	1949	2305	2	2	2	2	2	92740	AI			Puhdas
18.2	0111	0257	3	3	3	3	3	92748	AI			
19.2	0434	0736	4	4	4	4	4	92754	AI			
19.2	2252	0220	5	5	5	5	5	92766	↓ 4.40		X	
20.2	0635	0845	6	6	6	6	6	92780	AI	29		H-OK
20.2	10.55	14.09	7	7	7	7	7	92786	IP			H-OK
20.2	15.32	18.14	8	8	8	8	8	92794	MJS	KUU		KS TYK / uusi suuttili
20.2	135	5.55	9	9	9	9	9	92800	JJ			H-OK / Keikälä-Hu / AI
21.2	0625	9.40	10	10	10	10	10	92808	MAKULU			TYK
21.2	10.38	13.70	11	11	11	11	11	92816	MA			
21.2	15.02	20.55	12	12	12	12	12	92834	MA/M			se kovan!
21.2	21.34	00.00	13	13	13	13	13	92832	JJ			
22.2	5.54	08.40	14	14	14	14	14	92846	TSR	30		H-OK
22.2	10.09	12.23	15	15	15	15	15	92854	MRS			Se kappari
22.2	13.23	17.40	16	16	16	16	16	92860	PS			
22.2	18.45	22.17	17	17	17	17	17	92868	IP		X	
22.2	00.01	1.53	18	18	18	18	18	92876	JMA			
23.2	5.18	06.58	19	19	19	19	19	92882	J		X	
23.2	08.08	10.34	20	20	20	20	20	92890	IP/PS			
23.2	12.11	14.44	21	21	21	21	21	92898	IP		X	
23.2	18.25	20.30	22	22	22	22	22	92906	M			
23.2	22.15	1.03	23	23	23	23	23	92912	M			
24.2	05.11	06.00	24	24	24	24	24	92920	SM		X	
24.2	07.18	11.55	25	25	25	25	25	92928	JMK		X	
24.2	13.08	15.31	26	26	26	26	26	92936	33/JMK			

Senkka Nr. 31

Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi

PAL 28

ca

Lämpö: klo:  
Lämpö: klo:  
Lämmitysaika:

Kuivaus 28 alkoi: 23.2 / 06.30 päättyi:

HUOM:

Huuhtelukivi:

SULAN  
LÄMMITYS

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN			HUUHT.TILI			SULA NR.	SKM	Pol.	Pitkattu	HUOM
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa					
27.2	0919	1156	1	1	1	1	1	1	93012	AA/AJ/AA			RS Koc S-tiili
27.2	1536	1808	2	2	2	2	2	2	93022	AA	30		H-OK
27.2	1912	2235	3	3	3	3	3	3	93028	NA			
27.2	2329	2708	4	4	4	4	4	4	93036	SO/JO			
28.2	0318	653	5	5	5	5	5	5	93042	JJ			
28.2	749	1110	6	6	6	6	6	6	93050	MA			
28.2	1632	2010	7	7	7	7	7	7	93062	MA			H-OK
28.2	2117	2357	8	8	8	8	8	8	93070	AJ		X	
1.3	0027	243	9	9	9	9	9	9	93076	AJ			
1.3	346	835	10	10	10	10	10	10	93082	AJ			
1.3	1607	2054	10	11	11	11	11	11	93096	MA/AA/AA			Reikä Pöytä 15.15 - LOBT
1.3	2044	2399	12	12	12	12	12	12	93104	MM			
2.3	0053	444	13	13	13	13	13	13	93112	NL			
2.3	0520	850	14	14	14	14	14	14	93120	MM			
2.3	1013	1391	15	15	15	15	15	15	93128	MA			
2.3	1440	1829	16	16	16	16	16	16	93136	SR/AA			Katsoj kelly
2.3	1859	2143	17	17	17	17	17	17	93144	SR			
3.3	2237	245	18	18	18	18	18	18	93152	AA		X	
3.3	322	2740	19	19	19	19	19	19	93160	A)			
3.3	0544	1237	20	20	20	20	20	20	93170	SS			
3.3	1510	1746	21	21	21	21	21	21	93178	SS			
3.3	1850	2121	22	22	22	22	22	22	93186	SR			
3.3	0339	910	23	23	23	23	23	23	93198	AA/AA/AA			45 min syyt
4.3	0331	0742	24	24	24	24	24	24	93206	JJ			
4.3	1023	1415	25	25	25	25	25	25	93214	AA	20	X	H-OK
4.3	1554	1876	26	26	26	26	26	26	93222	IP			



Senkka Nr. 32

Senkka, Liikusuljin ja Huuhtelukivi

Lämpö: Klo:  
Lämpö: Klo:  
Lämmitysaika:

Kuivaus 1.3 alkoi: 15:02

päätyi:

Huuhtelukivi:

HUOM: Pol 22

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN				HUUHT.TILI		SULA NR.	SKM	Poi.	Pikattu	HUOM	SULAN LÄMMITYS
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa						
3.3	10.3	4.57	1	1	1	1	1	1	93156	MTSR	30		AS	H-OK KOK-7111
3.3	05.38	09.40	2	2	2	2	2	2	93166	MM				
3.3	11.00	15.01	3	3	3	3	3	3	93173	SS				
3.3	16.01	18.39	4	4	4	4	4	4	93180	MA/PSR				
3.3	19.48	22.25	5	5	5	5	5	5	93188	MA				
3.3	23.13	3.14	6	6	6	6	6	6	93196	AJ		X		
4.3	4.28	06.50	7	7	7	7	7	7	93204	MAI	29			
4.3	09.25	12.12	8	8	8	8	8	8	93212	JMR	29			H-OK
4.3	14.23	16.53	9	9	9	9	9	9	93220	SJ	29			M-OK
4.3	18.54	21.35	10	10	10	10	10	10	93228	IP				
5.3	2.43	05.41	11	11	11	11	11	11	93240	MA				
5.3	06.46	09.11	12	12	12	12	12	12	93248	SO/PS				AS/ - OK
5.3	15.19	19.44	13	13	13	13	13	13	93252	PS	29			H-OK
5.3	20.22	23.15	14	14	14	14	14	14	93260	AJ				
5.3	01.59	4.25	15	15	15	15	15	15	93268	WJT				
6.3	05.09	08.30	16	16	16	16	16	16	93276	JJ				
6.3	73.04	15.54	17	17	17	17	17	17	93282	NL				
6.3	18.56	21.31	18	18	18	18	18	18	93292	JMR	29			H-OK
6.3	23.25	01.42	19	19	19	19	19	19	93300	JMR		X		
7.3	02.23	05.58	20	20	20	20	20	20	93306	MR				
7.3	02.05	11.05	21	21	21	21	21	21	93314	JAJ/NI				Pohja toimii
7.3	11.58	16.16	22	22	22	22	22	22	93322	WR				
7.3	17.17	19.43	23	23	23	23	23	23	93330	SJ/PS				AS/PS
7.3	23.55	02.05	24	24	24	24	24	24	93338	PS	29			H-OK
8.3	03.30	6.34	25	25	25	25	25	25	93341	MR/PS				KOK-7111
8.3	07.19	11.44	26	26	26	26	26	26	93352	MM				
8.3	17.41	21.58	27	27	27	27	27	27	93370	75A		X		H-OK

Lämpö: Klo:  
Lämpö: Klo:  
Lämmitysaika:

Pd/28

Senkka Nr. 33

Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi

Kuivaus 11,2 alkoi: 1200

Huuhtelukivi: HUOM:

SULAN LÄMMITYS

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN			HUUHT.TILI			SULA NR.	SKM	Poi.	Pilkattu	HUOM	SULAN LÄMMITYS
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levy	remppa						
14.3	08.50	13.08	1	1	1	1								
14.3	15.46	18.35	2	2	2	2								Koekeli
14.3	23.16	2.10	3	3	3	3						X		H-05
17.0	3.40	5.28	4	4	4	4								H-02
15.2	05.57	10.17	5	5	5	5								
15.3	11.35	14.6	6	6	6	6								
15.3	17.13	20.26	7	7	7	7								
15.5	20.46	0.09	8	8	8	8								
16.3	6.44	6.77	9	9	9	9								
16.3	3.30	7.13	10	10	10	10								
16.3	7.04	13.51	11	11	11	11								
16.3	14.32	18.35	12	12	12	12								
16.3	21.50	06.22	13	13	13	13								
17.3	04.08	07.55	14	14	14	14								
17.3	08.29	12.02	15	15	15	15								
17.3	12.51	17.27	16	16	16	16								
17.3	17.52	20.55	17	17	17	17								
17.3	20.09	23.20	18	18	18	18								
18.5	05.52	06.16	19	19	19	19								
16.3	9.00	12.14	20	20	20	20								
16.3	20.57	23.03	21	21	21	21								
17.3	04.78	7.25	22	22	22	22								
17.3	78.37	01.01	23	23	23	23								
20.2	21.46	6.35	24	24	24	24								
20.3	8.56	77.77	25	25	25	25								
20.3	10.41	16.02	26	26	26	26								

33

Lämpö: klo: 28  
 Lämpö: klo: 28  
 Lämmitysaika: 28

Senkka Nr. 34

Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi

Kuivausalkoi: 17.20.23.50  
 päättyi:

Huuhtelukivi:

HUOM:

pvm	SULA SENKASSA			VALUKERTA			LIUKUSULJIN			HUUHT.TILI			SULA NR.	SKM	Poi.	Pliikattu	HUOM
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa	keilanv	Etelä	Pohj.	Toimi					
15.3	23x	2,23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9362	W/MR/MS J7			H-OK
16.3	3.30	09.77	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9362	J7			
16.3	09.46	12.58	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	93628	NL			
16.3	15.36	16.27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	93636	JAVPAL			H-OK
16.3	17.46	21.20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	93644	J7 30			levyt vaihtettu
16.3	09.46	13.09	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	93672	JNRJA			
17.3	15.39	18.15	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	43680	AJ			H-OK
17.3	04.57	7.10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	93704	SJ 30			
17.3	03.77	6.33	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	23732	WRA/MS			JAAKIO-KIVI ASI...
19.3	15.77	00.00	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	23740	AJ			pyyhkiä
20.3	00.48	04.43	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	93740	AJ			
20.3	6.16	9.50	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	93750	P5		X	
20.3	9.56	11.57	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	93756	JJ			
20.3	13.38	16.27	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	93764	JJ			
20.3	18.50	22.01	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	93772	TSR			
20.3	22.44	01.59	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	93780	AJ JAV			
21.3	03.07	7.10	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	93788	AJ		X	Käsiteltty
21.3	8.35	10.32	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	93798	JM		X	
21.3	13.59	17.56	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	93808	JM		X	
21.3	14.05	00.02	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	93818	JM			
22.3	01.08	04.16	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	93828	AJ			
22.3	05.46	09.07	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	93836	AJ			AS/H-OK
22.3	10.33	14.25	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	93844	JR			
22.3	21.47	10.1	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	93866	JM 30		X	H-OK
23.3	2.06	4.46	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	93874	AJ/A			
23.3	06.55	10.14	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	93884	AJ 29		X	H-OK

Lämpö: K10:  
Lämpö: K10:  
Lämmitysaika:

Senkka Nr. 35

17.20 Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi  
17.20  
päätyi:

SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN			HUUHT.TILI		SULA NR. SKM		HUOM		SULAN LÄMMITYS	
pvm	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levy	remppa	keilany	Etelä	Pohj.	Toimi
8.3	8.21	12.87	1	1	1	1	1					
8.3	13.18	16.06	2	2	2	2	3					
8.3	22.02	00.34	3	3	3	3	3					
9.3	02.21	05.38	4	4	4	4	1					
9.3	6.53	0.22	5	5	5	5	2					
9.3	10.10	12.20	6	6	6	6	3					
9.3	14.04	28.25	7	7	7	7	1					
10.3	19.13	23.24	8	8	8	8	2					
10.3	01.21	04.44	9	9	9	9	3					
10.3	6.49	9.85	10	10	10	10	1					
10.3	9.5	13.01	11	11	11	11	2					
10.3	13.52	16.32	12	12	12	12	3					
10.3	18.18	21.13	13	13	13	13	1					
10.3	00.44	02.57	14	14	14	14	2					
11.3	19.00	22.10	15	15	15	15	3					
12.3	23.18	2.18	16	16	16	16	4					
12.3	05.50	10.11	17	17	17	17	5					
13.3	11.11	13.56	18	18	18	18	6					
13.3	16.57	19.52	19	19	19	19	7					
13.3	20.47	23.20	20	20	20	20	8					
13.3	00.44	04.25	21	21	21	21	9					
14.3	4.57	08.10	22	22	22	22	10					
14.3	11.40	15.58	23	23	23	23	11					
14.3	17.53	22.22	24	24	24	24	1					
14.3	2.12	3.15	25	25	25	25	2					
15.3	2.51	06.40	26	26	26	26	3					

HUOM: Pol 28

Huuhtelukivi:

polkattu

AS/HOK Morkunsiini Vai Ind...

H - OK



Lämpö: klo:  
Lämpö: klo:  
Lämmitysaika:

Pol 28

Senkka Nr. 28

Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi

Kuivaus 193 alkoi: 01.00

Huuhtelukivi:

HUOM:

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN			HUUHT.TILI			SULA NR.	SKM	Pol.	Piiikattu	HUOM	SULAN LÄMMITYS
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa						
16.3	18.49	22.14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AS/H-OK
16.3	23.03	02.10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
17.3	03.14	06.52	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
17.3	07.30	11.00	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
17.3	11.52	16.35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
17.3	16.56	20.02	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
17.3	20.59	01.40	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
18.3	00.55	05.15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
18.3	05.05	11.19	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
18.3	12.39	14.57	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
18.3	22.08	00.02	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
19.3	16.25	03.50	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
20.3	04.41	7.30	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
20.3	10.44	14.09	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
20.3	14.59	19.24	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
20.3	20.28	23.52	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
21.3	01.01	05.08	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
21.3	6.21	01.18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
21.3	11.41	16.07	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
21.3	16.50	20.48	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
21.3	23.02	02.34	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
22.3	04.45	08.08	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
22.3	09.10	13.28	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	
22.3	14.50	17.30	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
22.3	19.42	23.38	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

25-25

3300 JM

H-OK

KÄPÄNTYS

Lämpö: Klo:  
Lämpö: Klo:  
Lämmitysaika:

Senkka Nr. 39

Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi

Kuivaus 21.2 alkoi: 0344

päätyi:

Huuhtelukivi:

HUOM:

SULAN  
LÄMMITYS

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN				HUUHT.TIILI			SULA NR.	SKM	Pol.	Piikattu	HUOM	SULAN LÄMMITYS
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa	keilantv						
25.2	11:37	14:32	1	1	1	1	1	1	1	1	1			Vuokentien suut	
25.2	02:18	05:00	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30		H-OK	
26.2	05:26	9:16	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
27.2	10:25	12:50	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
27.2	14:30	17:08	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
27.2	18:07	21:44	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
27.2	22:26	01:12	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
28.2	6:50	10:02	8	8	8	8	8	8	8	8	8	30		H-OK	
28.2	12:19	15:48	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
28.2	18:58	22:04	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
28.2	23:26	1:50	11	11	11	11	11	11	11	11	11				
1.3	1:44	7:08	12	12	12	12	12	12	12	12	12			H-OK	
1.3	7:38	11:29	13	13	13	13	13	13	13	13	13			JAAKKO KUVA	
1.3	13:39	16:49	14	14	14	14	14	14	14	14	14				
1.3	17:12	21:02	15	15	15	15	15	15	15	15	15			H-OK	
1.3	21:39	00:49	16	16	16	16	16	16	16	16	16			H-OK	
2.3	01:55	5:50	17	17	17	17	17	17	17	17	17				
2.3	6:57	10:06	18	18	18	18	18	18	18	18	18				
2.3	14:20	17:42	19	19	19	19	19	19	19	19	19				
3.0	16:04	19:11	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
3.0	19:51	22:38	21	21	21	21	21	21	21	21	21				
3.3	23:34	05:53	22	22	22	22	22	22	22	22	22			A-OK	
3.3	06:45	10:40	23	23	23	23	23	23	23	23	23				
3.3	12:09	15:57	24	24	24	24	24	24	24	24	24			Kaakonlehto	
3.3	17:10	19:57	25	25	25	25	25	25	25	25	25			A+Biskum + Järvelä ja R. S.	
3.3	20:33	01:45	26	26	26	26	26	26	26	26	26				

**Senkka Nr. 39**

**Senkka, Liukusuljin ja Huuhtelukivi**

Lämpö: k10:  
Lämpö: k10:  
Lämmitysaika: Pol 27

Kuivaus k10 alkoi: 23.15

päätyi:

Huuhtelukivi:

HUOM:

SULAN  
LÄMMITYS

pvm	SULA SENKASSA VALUKERTA		LIUKUSULJIN			HUUHT.TIILI			SULA NR.	SKM	Pol.	Pilkattu	HUOM
	kaato	päätyi	seinä	pohja	khti	suut	levyt	remppa					
20.2	19.39	22.57	1	1	1	1	1	1	93774	MALUJIK			Josko k10
20.3	23.53	04.05	2	2	2	2	2	2	93782	A1			
21.3	04.26	8.05	3	3	3	3	3	3	93790	A1			
21.5	9.82	14.20	4	4	4	4	4	4	93800	MA			
21.5	14.58	15.50	5	5	5	5	5	5	93810	MA		X	
21.5	20.06	00.50	6	6	6	6	6	6	93820	TSC			
22.3	02.16	05.09	7	7	7	7	7	7	93830	A1			
22.3	07.02	10.01	8	8	8	8	8	8	93838	A1			
22.3	11.11	15.15	9	9	9	9	9	9	93846	IP			H-OK
22.3	15.15	18.22	10	10	10	10	10	10	93854	JMA			
22.5	19.41	23.21	11	11	11	11	11	11	93862	JJ			
22.3	10.6	35.7	12	12	12	12	12	12	93872	AJ		X	
23.3	53.6	09.20	13	13	13	13	13	13	93880	AJ/MA			
23.3	10.36	13.50	14	14	14	14	14	14	93890	JR		X	
23.3	13.33	18.47	15	15	15	15	15	15	93878	JJ			
23.3	19.16	23.19	16	16	16	16	16	16	93206	MA			
23.3	00.05	04.57	17	17	17	17	17	17	93914	TSC			
24.3	02.44	11.07	18	18	18	18	18	18	93926	MR/R			
24.3	12.45	17.15	19	19	19	19	19	19	93544	MR			
24.3	18.10	23.30	20	20	20	20	20	20	83994	JMA		X	K-03
25.3	01.04	5.18	21	21	21	21	21	21	93984	MA/JM			
25.4	06.27	09.31	22	22	22	22	22	22	93972	PSI			
25.3	12.05	15.26	23	23	23	23	23	23	93962	MA			
25.3	16.51	19.35	24	24	24	24	24	24	93988	JMR/MR			Kärsä tehty
25.3	20.57	23.08	25	25	25	25	25	25	93996	JMA			AS
25.5	1.34	4.44	26	26	26	26	26	26					

## Liite 4 1(5)

SULA nro	PAIKKA SEK- VENSISSÄ	SENKKA	LAATU	POL- TETTU AUKI	SULA SENKASSA AIKA (h)	SA VUORAUSTEN KESTO (kerta)	SUUTIILI (kerta)
93094	1	28	725-1	N	3,2	1	1
93102	5	28	720-1	N	2,1	2	2
93110	9	28	720-1	N	1,9	3	3
93118	4	28	725-6	N	2,9	4	4
93126	8	28	720-1	N	2,1	5	5
93134	3	28	720-1	N	3	6	6
93142	7	28	720-1	Y	2,1	7	7
93150	2	28	731-1	N	3,3	8	8
93162	5	28	720-1	N	3,1	9	9
93194	3	28	725-6	N	3,1	10	10
93202	7	28	720-1	N	2,1	11	11
93210	2	28	731-1	N	2,6	12	12
93218	3	28	725-1	N	2	13	1
93226	3	28	720-1	N	2	14	2
93284	4	28	720-1	N	1,4	15	3
93290	3	28	720-1	N	2,2	16	4
93298	7	28	720-1	N	1,7	17	5
93304	1	28	725-2	N	2,4	18	6
93312	5	28	720-1	N	2,8	19	7
93320	9	28	720-1	N	2,6	20	8
93328	4	28	750-2	N	2,4	21	9
93336	1	28	750-2	N	1,5	22	10
93342	2	28	761-1	N	2,4	23	11
93350	3	28	720-1	N	3,6	24	12
92732	1	29	720-1	N	3,2	1	1
92740	5	29	720-1	N	2,3	2	2
92748	9	29	720-1	N	0,9	3	3
92754	3	29	720-1	N	1,9	4	4
92766	2	29	720-1	N	2,6	5	5
92780	9	29	720-1	N	1,3	6	6
92786	3	29	725-1	N	2,2	7	7
92794	7	29	720-1	N	1,7	8	1
92800	1	29	750-2	N	3,4	9	2
92808	5	29	750-2	N	2,3	10	3
92816	9	29	750-2	N	1,9	11	4
92824	2	29	725-6	N	5	12	5
92832	6	29	720-1	N	2	13	6
92846	4	29	720-1	N	2,5	14	7
92854	8	29	720-1	N	1,4	15	8
92860	2	29	761-1	N	3,5	16	9
92868	3	29	750-2	N	2,7	17	10
92876	7	29	750-2	N	1,4	18	11
92882	1	29	720-1	N	2,8	19	12

## Liite 4 2(5)

93012	5	31	725-6	N	1,6	1	1
93022	3	31	761-1	N	1,5	2	2
93028	3	31	750-7	Y	2,6	3	3
93036	7	31	750-2	N	1,8	4	4
93042	1	31	720-1	N	2,8	5	5
93050	5	31	720-1	N	2,2	6	6
93062	2	31	720-1	N	2,8	7	7
93070	6	31	720-1	N	1,7	8	8
93076	9	31	720-1	N	1,4	9	9
93082	2	31	750-2	N	3,3	10	10
93096	2	31	725-1	N	3	11	1
93104	6	31	720-1	Y	2,2	12	2
93112	1	31	725-6	N	2,8	13	3
93120	5	31	725-6	N	2,5	14	4
93128	9	31	720-1	N	2,1	15	5
93136	4	31	720-1	N	2,9	16	6
93144	8	31	720-1	N	2	17	7
93152	3	31	731-1	N	3,3	18	8
93160	4	31	720-1	N	3,4	19	9
93170	9	31	720-1	N	2	20	10
93178	4	31	750-7	N	1,7	21	11
93186	8	31	750-2	N	1,6	22	12
93760	2	31	761-1	Y	2,5	2	1
93768	3	31	725-1	N	3,9	3	2
93778	8	31	725-1	N	2,5	4	3
93786	3	31	750-2	N	3,1	5	4
93796	1	31	750-2	N	4,1	6	5
93806	6	31	750-7	N	3,2	7	6
93816	1	31	720-1	N	4,2	8	7
93826	6	31	720-1	N	2,4	9	8
93848	5	31	720-1	N	2,4	10	9
93856	9	31	720-1	N	1,6	11	10
93864	4	31	720-1	N	2,5	12	11
93884	5	31	750-2	N	2,6	13	12
93894	1	31	761-1	N	2,8	14	1
93902	2	31	750-2	Y	3,5	15	2
93912	1	31	750-2	N	4	16	3
93922	3	31	725-1	N	3,7	17	4
93932	8	31	720-1	N	2,1	18	5
93940	4	31	720-1	N	3,5	19	6
93950	4	31	720-1	N	4,2	20	7
93960	4	31	725-2	N	3,6	21	8
93998	5	31	720-1	N	1,7	22	9
94008	3	31	720-1	N	2,5	23	10
94016	4	31	720-1	N	2,1	24	11
94024	2	31	761-1	N	2,5	25	12

## Liite 4 3(5)

93156	1	32	720-6	N	2,9	1	1
93164	6	32	720-1	N	3,1	2	2
93172	1	32	757-4	N	3,1	3	3
93180	5	32	750-7	N	1,7	4	4
93188	9	32	750-2	N	1,7	5	5
93196	4	32	725-6	N	3,1	6	6
93204	8	32	720-1	N	1,5	7	7
93212	3	32	731-1	N	1,9	8	8
93220	4	32	725-1	N	1,7	9	9
93228	4	32	720-1	N	1,8	10	10
93240	4	32	720-1	N	2	11	11
93248	8	32	720-1	N	-4	12	1
93252	2	32	720-1	N	3,6	13	2
93260	6	32	720-1	N	2	14	3
93268	1	32	720-1	N	2,2	15	4
93276	5	32	720-1	N	2,2	16	5
93282	3	32	720-1	N	1,7	17	6
93292	4	32	720-1	N	1,7	18	7
93300	8	32	720-1	N	1,2	19	8
93546	2	33	720-1	Y	3,4	1	1
93558	8	33	720-1	N	2	2	2
93570	5	33	720-1	Y	3	3	3
93576	8	33	720-1	N	1,7	4	4
93582	2	33	757-2	N	3,5	5	5
93590	6	33	750-2	N	1,6	6	6
93598	1	33	720-1	N	3,8	7	7
93606	5	33	720-1	N	2,5	8	8
93614	9	33	720-1	N	2,2	9	9
93622	2	33	720-6	N	4,2	10	10
93630	6	33	720-1	N	2,3	11	11
93638	1	33	720-1	N	3,1	12	12
93652	8	33	720-1	N	2,4	13	1
93662	4	33	720-1	Y	2,8	14	2
93670	8	33	720-1	N	2,5	15	3
93678	3	33	750-2	N	3,8	18	4
93686	7	33	750-2	N	2,2	19	5
93694	2	33	720-1	N	3,6	20	6
93702	6	33	720-1	N	1,4	21	7
93712	2	33	720-6	N	2,3	22	8
93724	3	33	720-1	N	1	23	9
93734	4	33	720-1	N	2,3	24	10
93746	4	33	720-1	N	6,7	25	11
93746	4	33	720-1	N	3,9	26	11
93754	8	33	720-1	N	1,2	27	12

## Liite 4 4(5)

93732	3	34	720-1	N	2,3	10	1
93740	2	34	720-1	N	3,1	10	2
93740	2	34	720-1	N	12,5	10	2
93750	6	34	720-1	N	1,2	12	3
93756	9	34	720-1	N	1,2	13	4
93764	1	34	725-1	N	3,9	14	5
93772	5	34	725-1	N	2,3	15	6
93780	9	34	725-1	N	2	16	7
93788	4	34	750-2	N	3	17	8
93798	2	34	750-7	N	4	18	9
93808	7	34	750-7	N	3,2	21	10
93818	2	34	720-1	N	4,1	22	11
93828	7	34	720-1	N	2,3	23	12
93354	5	35	720-1	N	2,6	1	1
93362	9	35	720-1	N	1,9	2	2
93376	7	35	720-1	N	1,3	3	3
93384	2	35	725-6	N	2,5	4	4
93392	6	35	720-1	N	1,6	5	5
93398	9	35	720-1	N	1,2	6	6
93406	4	35	750-2	N	3,2	7	7
93414	3	35	755-1	N	3,3	8	8
93424	4	35	720-1	N	2,6	9	9
93434	9	35	720-1	N	1,5	10	10
93440	3	35	720-1	N	2,3	11	11
93448	7	35	720-1	N	1,8	12	12
93646	5	38	720-1	N	2,5	2	1
93654	9	38	720-1	N	2	3	2
93660	3	38	720-1	Y	2,6	4	3
93668	7	38	720-1	N	2,5	5	4
93676	2	38	750-2	N	3,8	6	5
93684	6	38	750-2	N	2,2	7	6
93692	1	38	720-1	N	3,8	8	7
93700	5	38	720-1	N	1,4	9	8
93710	1	38	720-6	N	2,3	10	9
93718	5	38	720-1	N	1,4	11	10
93726	4	38	720-1	N	0,9	13	11
93742	1	38	720-1	N	10,4	14	1
93748	5	38	720-1	N	1,9	15	2
93758	1	38	761-1	N	2,2	16	3
93766	2	38	725-1	N	3,8	17	4
93776	7	38	725-1	N	2,5	18	5
93784	2	38	750-2	N	3	19	6
93794	7	38	757-2	N	2,8	21	7
93804	5	38	750-7	N	3,6	24	8
93814	10	38	750-7	N	3	25	9
93824	5	38	720-1	N	2,7	28	10
93834	1	38	761-1	N	2,4	29	11

## Liite 4 5(5)

92966	4	39	720-6	N	2,1	1	1
93000	4	39	750-2	N	1,7	2	2
93006	2	39	725-6	N	2,8	3	3
93014	6	39	725-6	N	1,5	4	4
93020	2	39	761-1	N	1,6	5	5
93026	2	39	750-2	Y	2,8	6	6
93034	6	39	750-2	N	2	7	7
93048	4	39	720-1	N	2	8	8
93056	1	39	720-1	N	2,6	11	9
93066	4	39	720-1	N	2,2	12	10
93074	8	39	720-1	N	1,4	13	11
93080	1	39	750-3	N	3,1	14	12
93088	5	39	750-2	N	1,7	15	1
93092	2	39	761-1	N	2	16	2
93098	3	39	725-1	N	2,9	17	3
93106	7	39	720-1	N	2,2	18	4
93114	2	39	725-6	N	2,9	19	5
93122	6	39	720-1	N	2	0	6
93130	1	39	720-1	N	3,5	21	7
93138	5	39	720-1	N	2,3	22	8
93146	9	39	720-1	N	1,9	23	9
93154	2	39	720-1	N	5,4	24	10
93166	7	39	720-1	N	3	25	11
93174	2	39	757-4	N	2,9	26	12
93774	6	39	725-1	N	2,4	1	1
93782	1	39	750-2	N	3	2	2
93790	5	39	750-2	N	2,8	3	3
93800	3	39	750-7	N	4,1	4	4
93810	8	39	750-7	N	2,1	5	5
93820	3	39	720-1	N	4	6	6
93830	8	39	720-1	N	2	7	7
93838	3	39	761-1	N	2,1	8	8
93846	4	39	720-1	N	2,7	9	9
93854	8	39	720-1	N	1,7	10	10
93862	3	39	720-6	N	2,9	11	11
93872	8	39	720-1	N	1,9	12	12
93880	3	39	750-7	N	2,8	13	1
93890	8	39	750-2	N	2,4	14	2
93898	3	39	761-1	N	2,3	15	3
93906	4	39	750-2	N	3,2	16	4
93914	2	39	750-2	N	3,7	17	5
93926	5	39	720-1	N	2,6	18	6
93936	1	39	720-1	N	3,4	19	7
93944	1	39	720-1	N	4,5	20	8
93954	1	39	725-2	N	4,2	21	9
93964	6	39	725-8	N	2,2	22	10
93972	1	39	725-6	N	2,6	23	11
93980	5	39	725-6	Y	1,9	24	12