

VALUSENKAN AUKEAVUUDEN PARANTAMINEN

Keijo Miettinen

Opinnäytetyö Tekniikka ja liikenne
Konetekniikan insinööri(AMK)

KEMI 2015

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy:n Tornion tehtaalle.

Opinnäytetyö tehtiin syksyn 2013 ja talven 2014 aikana. Haluan esittää kiitokseni terässulatto 1:en sekä ahiokuumahiomon henkilökunnalle sekä DI Topi Ikäheimoselle ja työnohjaajalleni Lauri Kantolalle.

Kiitokset esitän myös läheisille, jotka ovat antaneet voimia ja aikaa suorittaa opintoni.

Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä	Keijo Miettinen	Vuosi	2015
Ohjaaja	Lauri Kantola		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy		
Työn nimi	Valusenkan aukeavuuden parantaminen		
Sivu- ja liitemäärä	59 + 2		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia valusenkan aukeavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Työ tehtiin syksyn 2013 ja talven 2014 aikana Outokummun Tornion tehtaan jaloterässulaton (JTSU) linjalla yksi. Tutkimuksessa mukana olleet prosessipaikat olivat AOD-konvertteri 1 (AOD1), senkka-asema 1 (SA1) ja jatkuvavalukone 1 (JVK1).

Jatkuvavalussa valusenkan aukeavuudella on suuri merkitys. Jos valun aloituksessa tai valusenkan vaihdon yhteydessä sula teräs ei virtaa valureiän kautta välialtaaseen, joudutaan valureikä peitsaamaan auki. Peitsaus on työvaiheena vaarallinen ja se on myös haitaksi liukusuljinlaitteistolle. Jos valusenkkaa ei saada auki, joudutaan valu keskeyttämään. Tuotannon hidastukset ja katkokset tulisi minimoida. Hidastuksiin ja katkoksiin vaikuttaa useita tekijöitä, johon jokaiseen on löydettävissä ratkaisu.

Työssä kävi ilmi, että senkan aukeavuutta pystytään parantamaan muuttamalla senkan kunnostuksen työtapaa. Edellisen lisäksi senkan aukeavuutta pystytään parantamaan automatisoimalla senkkahiekan laitto valureikään.

Asiasanat: sulateräs, kunnossapito, huolto, työturvallisuus,

Technology
Mechanical and Production
Engineering

Author	Keijo Miettinen	Year	2015
Supervisor(s)	Lauri Kantola		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy		
Subject of thesis	Opening improvement of the casting		
Number of pages	59 + 2		

The purpose of this thesis was to examine the factors affecting the opening of the ladle casting. It was sought to increase the ladle's free-opening with these factors. Monitoring and studies were carried out in Autumn 2013 in Outokumpu's mill in Tornio for the steel melting plant on line one, the process places were AOD1-converter, treatment station 1 and continuous casting machine 1. The aim of the thesis was to achieve an enhanced opening of the ladle casting and thus improve production.

The free-opening of the ladle casting has a great influence on the continuous steel casting. If the molten steel will not start to flow at the start of the casting or after the replacement of the ladle casting, the casting hole will need to be oxygen lanced. This is not good for the ladle's machinery or the production. The casting will have to be stopped if the ladle cannot be opened at all. Slowdowns of production and interruptions are affected by several elements and should be minimized. Various solution can be found the achieve this.

Keywords: melted steel, maintenance, service, safety at work.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT.....	2
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO.....	7
2 TERÄSSULATON PROSESSIKUVAUS.....	9
3 VALUSENKAN KIERTOPROSESSI.....	10
3.1 AOD valusenkkavaunu	11
3.2 Senkka-asema1	13
3.3 Jatkuvalukone 1.....	17
3.4 Valusenkan huoltopaikka.....	21
4 PEITSAUS.....	30
4.1 Yleistä.....	30
4.2 Suojavarusteet terässulatolla.....	31
4.3 Valusenkan aukipeitsaus ja turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat.....	32
4.4 Automaattinen peitsauskone.....	38
5 VALUSENKAN AUKEAVUUS JATKUVAVALUKONEELLA	39
6 PEITSAUKSEN TURVALLISUUS.....	42
7 PROSESSIHENKILÖSTÖN HAASTATTELUT JA SYNTYNEET IDEAT	46
8 AINEISTO JA MENETELMÄT	49
9 ANALYSOINTI JA TULOKSET	52
10JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET.....	54
11YHTEENVETO	57
12LÄHDELUETTELO	59

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AOD	Argon-Oxygen-Decarburization
CO ₂	Hiilidioksidi
FeSi	Ferropii
HK6	Kuumahiomakone 6
Huuva	Työskentelytaso
JTSU	Jaloterässulatto
Kansittuminen	Terässulan pinta kovettuu
Kokilli	Jatkuvavalukoneenosa (suorakaiteen muotoinen vaippa)
Kuva	Kuumavalssaamo
Laappaus	Kuonan poistaminen sulan päältä
Liukusuljin	Valusenkan pohjassa oleva mekanismi
Ni/Cr	Nikkeli/Kromi
OTW	Outokumpu Tornio Works
Peitsaus	Materiaalin polttaminen happipeitsellä
SiO ₂	piidioksidi

1 JOHDANTO

Outokumpu Tornio Works:in ruostumattoman teräksen valmistukseen keskittynyt tehdas sijaitsee Tornion Junkkalanniemessä. Tehtaan toimintamalli on integroitu malli. Integroinilla tarkoitetaan, että kaikki prosessivaiheet ovat yhdistettyinä toisiinsa. Lisäseosaineet ovat molybdeeni, osa nikkelistä ja muutamat muut aineet. Kromimalmi tulee Kemin Elijärven kaivoksesta ja ferrokromitehdas sijaitsee Junkkalanniemessä terästehtaan läheisyydessä. Kaikki teräksen valmistuksessa tarvittavat toimenpiteet voidaan suorittaa suppealla alueella. Yhdistetyllä ferrokromitehtaalla ja integroidulla teräksen valmistusprosessilla saavutetaan noin 15 prosentin energiasäästö verrattuna ositettuun valmistusprosessiin (Heikkinen 1999a). Tämä opinnäytetyö on tehty jaloterässulatto 1:lle.

Terässulattoon kuuluu kaksi eri tuotantolinjaa. Linja 1 on otettu käyttöön 1976 ja linja 2 2002. Linjojen panoskoot ovat 1-linjalla 95 tonnia ja 2-linjalla 150 tonnia. Vuosituotanto on noin 1,7 miljoonaa tonnia valmiita teräsaihioita (Outokumpu sisäinen intranet 2007a). Terässulatolta valmiit aihiot lähetetään joko kuuma- tai kylmävalssaamolle tai sellaisenaan asiakkaalle.

Tuotannon sujuvuuden varmistamiseksi sulaton eri pullonkaulatyöpisteitä kehitetään jatkuvasti, jotta materiaalin kulku olisi mahdollisimman tasainen. Tuotannon lisäksi työturvallisuus on erittäin tärkeä tekijä prosessissa ja koko tehtaassa. Työturvallisuuden kehittäminen on näin ollen vähintäänkin yhtä tärkeä kuin itse tuotanto.

Prosessi terässulatolla on jaettu alku- ja loppupääksi. Senkka-asema, jatkuvavalukone ja aihiohiomo ovat loppupään prosessia. Romupiha, ferrokromikonvertteri, valokaariuuni ja AOD-konvertteri ovat linjan alkupäätä. Tämä tutkimus painottuu terässulaton 1 loppupään toimintaan.

Ennen kuin sula kaadetaan AOD-konvertterista valusenkkaan, valmistellaan valusenkka sulaa varten. Valmisteluun kuuluu useita toimintoja, jotka voivat vaikuttaa valusenkan aukeavuuteen jatkuvavalukoneella. Mikäli valusenkka ei

aukea jatkuvavalukoneella, valureikä joudutaan polttamaan auki eli peitsataan happipeitsellä.

Peitsaus on toimenpiteenä yksi sulaton vaarallisimpia työvaiheita. Peitsauksen yhteydessä on tapahtunut sekä tapaturmia, että pienempiä palovammoja.

Paras tilanne tuotannon ja työturvallisuuden osalta olisi, että valusenkka aukeaisi valukoneella ilman peitsaamista.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää ja analysoida tekijöitä, jotka vaikuttavat valusenkan aukeavuuteen ja jotka parantavat avautumisprosessia. Tutkimusmenetelminä käytettiin kokeneiden työntekijöiden haastattelututkimusta, työtapojen seuranta ja tilastollisia menetelmiä. Kerätyistä tehtiin analyysi ja toimenpidesuosituksia.

2 TERÄSSULATON PROSESSIKUVAUS

Outokumpu Tornio Worksin täysin integroitu ruostumattoman teräksen tuotantoketju on ainutlaatuinen sekä suurin maailmassa. Tuotantoketju alkaa kromikaivokselta, joka sijaitsee Keminmaassa. Kromimalmi kuljetetaan pala- ja hienorikasteena kuorma-autoilla ferrokromitehtaalle Tornioon. Terässulatolla valmistetaan teräsaihoita, jotka jalostetaan kuumavalssaamalla sekä sen jälkeen edelleen kylmävalssaamoilla. Outokumpu työllistää Keminmaassa sekä Torniossa yhteensä n. 2400 henkilöä. Lisäksi kromi- ja terästuotannon välillinen vaikutus alueelle on lähes 9000 työpaikkaa (Outokumpu sisäinen intranet, 2007a.)

Terässulaton tuotanto alkaa raaka-ainepihalta, josta varastoitu kierrätysromu lastataan romukoreihin. Romukorit kuljetetaan sulattolinjalle valokaariuuniin tai kromikonvertteriin. Jos kierrätysteräksessä ilmenee kosteutta, niin se kuivataan esikuumentimissa. Tämän jälkeen se panostetaan valokaariuuniin, jossa kierrätysteräs sekä siihen lisätty seosaine sulatetaan valokaarella. Sulaan voidaan siilojärjestelmän kautta lisätä myös muita seosaineita ja kuonanmuodostajia. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007a.)

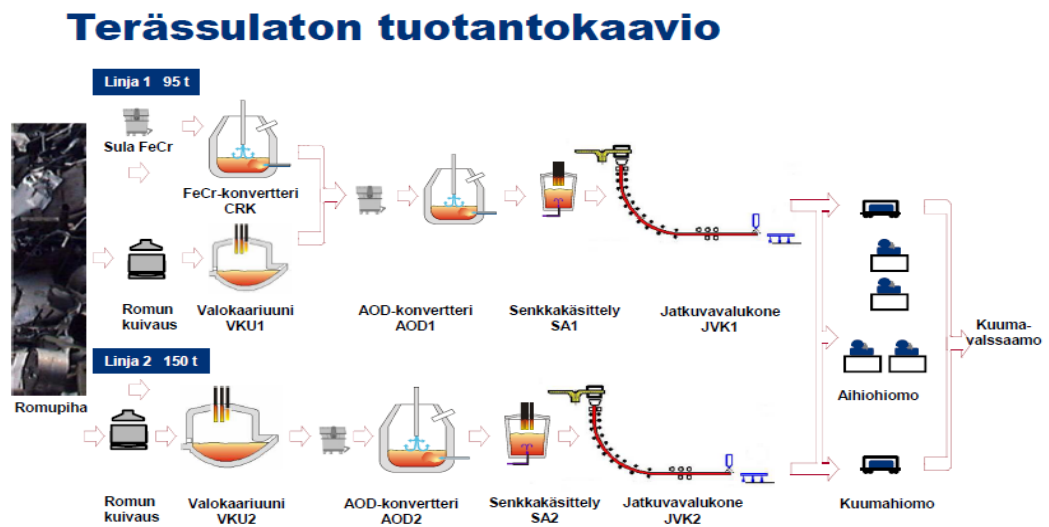
Keskeistä osaa sulatossa esittää AOD-konvertterit. AOD-käsittelyssä sulasta poistetaan happi-argon-puhalluksella hiili sekä kuonankäsittelyllä rikki. Konvertterissa käsitelty sula kaadetaan senkkaan ja kuljetetaan senkka-asemalle. Senkka-asemilla sulaan voidaan lisätä vielä pieniä määriä kierrätysterästä, ferrokromia, nikkeliä ja muita seosaineita, jotta saavutetaan vaatimusten mukainen loppukoostumus. Senkka-asemilla täsmätään myös seoksen valun edellyttämä lämpötila. Senkka-asemilta sula teräs siirretään hallinosturilla jatkuvavalukoneille. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007a.)

Valukoneilla sula lasketaan välialtaiden kautta kokilliin, jossa sulan jähmettyminen alkaa ja aiho alkaa muodostua. Kokillin tehtävä on jähmettää sula pintaosiltaan siten, että syntyvä kuori estää aihion pullistumisen ja puhkeamisen toisiojäähdytysvyöhykkeellä. Jäähdytys jatkuu valukaarella avoimella vesisuihkulla. Jähmettynyt nauha katkaistaan polttoleikkauskoneella teräsaihoiksi. Jatku-

vavalukoneella voidaan valaa useamman senkan sekvenssejä. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007a.)

Valun jälkeen valtaosa teräsaihoista kuljetetaan suoraan kuumina kuumavalssaamolle joko rullarataa pitkin 1-linjalla tai aihiovaunussa 2-linjalla. Kuumavalssaamalla teräsaihiot panostetaan suoraan hehkutusuuniin tai nostetaan kuumanapitokuoppaan. Näillä menettelyillä parannetaan kuumavalssaamon kapasiteettia sekä vähennetään hehkutukseen kuluva energiamäärä. Jos aihio ei ole sidottu asiakastilaukseen, niin se nostetaan aihiohalliin odottamaan tilausta. Sekvenssien ensimmäinen sekä viimeinen aihio hiotaan kuumahiomakoneilla. Myös muita aihioita hiotaan, jos niissä ilmenee pintavikaa tai tarttumaa. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007a.)

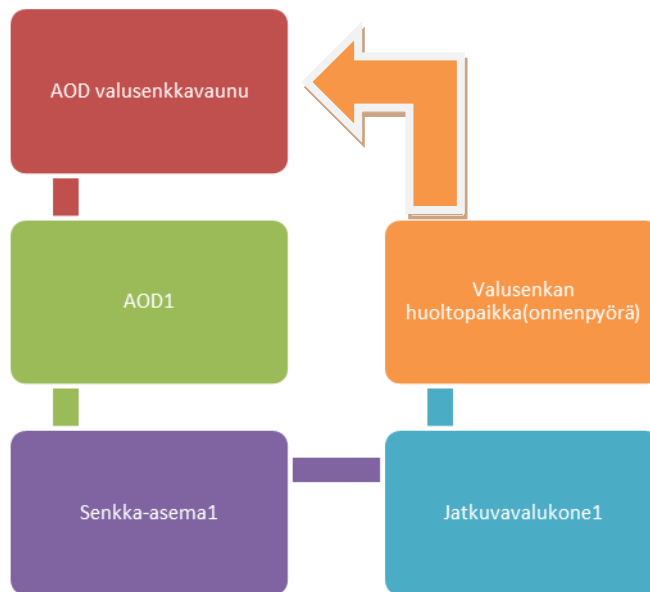
Terässulaton tuotantokaavio on esitetty kaaviossa 1.



Kaavio 1. Terässulaton tuotantokaavio. (Outokumpu www-sivut, 2014.)

3 VALUSENKAN KIERTOPROSESSI

Terässulaton sulakierto hoidetaan kahdella eri tyyppisellä senkalla. CRK-VKU-alueella käytetään siirtosenkkaa ja AOD-SA-JVK-alueella käytetään valusenkkaa. Siirtosenkassa ei ole huuhteluokeilareikää. Siirtosenkalla sula siirretään CRK:lta ja se panostetaan valokaariuuniin. Pohjahuuhtelukoneistolle ei ole tarvetta. Valusenkassa on pohjahuuhtelukoneistolle paikka, koska sulaan tulee tehdä pohjahuuhtelu ennen JVK:lle menoa. Valusenkalla kuljetetaan sulaa terästä AOD:lta senkka-asemalle ja sieltä jatkuvavalukoneelle. Valun jälkeen valusenkka huolletaan senkanhuolto paikalla ennen uutta kiertoa. Kaaviossa kaksi on esitetty valusenkan kulku prosessivaiheiden välillä.



Kaavio 2. Valusenkan kierto

3.1 AOD valusenkkavaunu

Valusenkka on vaunulla (kuva 1) 0 - 300 minuuttia. Aika riippuu tuotantotilanteesta. Vaunulla olevaan valusenkkaan laitetaan valureikähiekkä AOD1:sen tasolta. Vaunun avulla ajetaan valusenkka lämmitykseen lämmityspaikalle, mikäli valusenkkaa ei oteta heti käyttöön AOD:lla.

AOD1:n (kuva 2) päätarkoituksena on hiilen ja piin pitoisuuden alentaminen sulaneessa teräksessä mahdollisimman vähäisillä kromihäviöillä. Kuonaan sitoutuneet arvokkaat aineet eli kromi, rauta ja mangaani pelkistetään takaisin sulaan teräkseen. Prosessi kestää sulalaadusta riippuen 40 - 150 minuuttia.



Kuva 1. Valusenkka



Kuva 2. AOD 1



Kuva 3. Senkka-asema 1

3.2 Senkka-asema 1

Sula teräs tulee viimeiseksi käsittelypaikalle (kuva 3), josta se etenee valettavaksi jatkuvavalukoneelle. Sulan lämpötilan sekä koostumuksen tasaamiseksi se käsitellään esimerkiksi lisäämällä siihen haluttuja seosaineita tai poistamalla niitä kuonan avulla. Käsittelyaika on 30 - 300 minuuttia, riippuen sulan laadusta. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007b.)

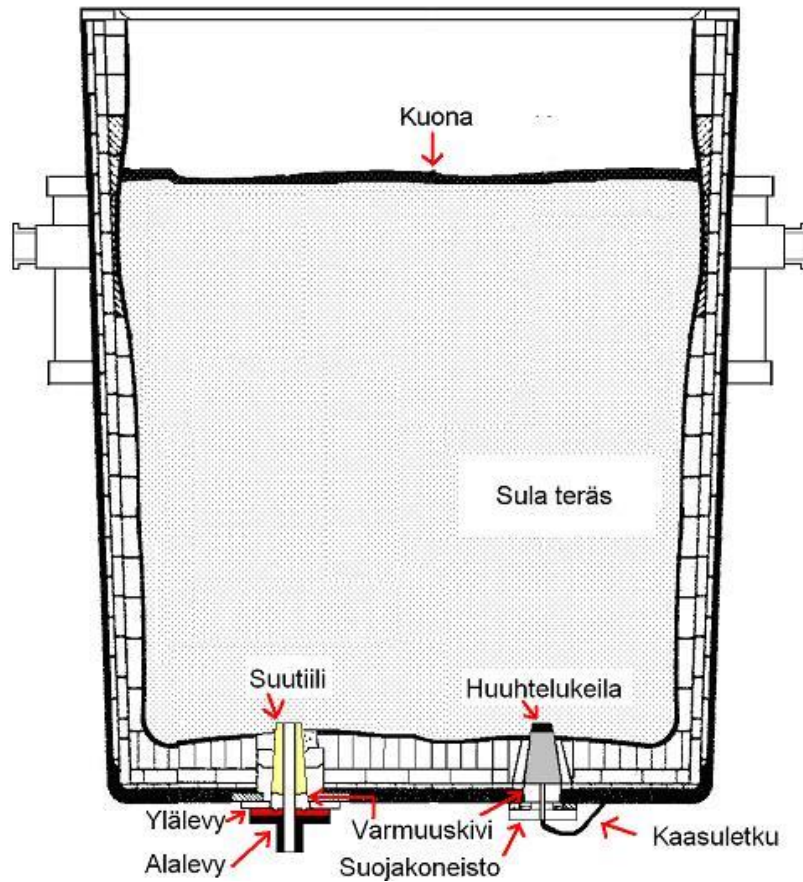
Senkkäkäsittelyn onnistumisen perusteena on se, että aina poistetaan ensimmäisen vaiheen kuona. Vanhassa kuonassa voi olla sitoutuneena esimerkiksi fosforia tai happea, joista halutaan eroon jatkokäsittelyn paremman onnistumisen edellyttämiseksi. Tämän lisäksi sulaa lämmitetään lämmityselektrodilla tai jäähdytetään kierrätysteräksellä. Sen lisäksi sulaa huuhdellaan argonilla, jotta sula olisi lämmöltään ja koostumukseltaan tasalaatuista. Jähmettynyt sulan pinta rikotaan laappaamalla (kuva 4) ja sulan päälle ajetaan kalkkia, jotta sulanpinta pysyisi notkeana ja senkkaan tuleva kalkki estäisi sulan jäähtymistä ja hapettumista valun aikana. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007b.)



Kuva 4. Sulan laappaus

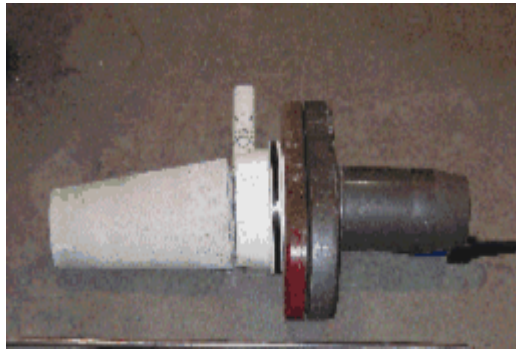
Sulan lähetyslämpötila jatkuvavalukoneelle on, teräslaadusta riippuen, 1505 - 1570 °C. Tarvittava lämpötila riippuu sulassa olevan raudan määrästä. Mitä enempi sulassa on rautaa, sitä korkeampi lähtölämpötilan tulee olla. Näin ollen ferriittisillä sulalaaduilla lähtölämpötila on korkeampi. Sulaan lisättävät seosaineet laskevat teräksen sulamispistettä. Jos sulan lämpötila muuttuu jatkuvavalukoneella 20 – 30 °C yli tai alle optimilämpötilan, valu joudutaan keskeyttämään. Senkkäkäsittelyssä sulan lämpötila alenee noin 25 – 75 °C, mitä kompensoidaan AOD:n korkeammalla kaatolämpötilalla. AOD:n kaatolämpötila on noin 1600 – 1700 °C riippuen laadusta. Yleensä ensimmäinen sula, joka lähetetään jatkuvavalukoneelle on lämpötilaltaan noin 10 – 20 °C korkeampi kuin seuraavat sulat. Tällä varmistetaan se, että valu lähteen jatkuvavalukoneella häiriöttömästi käyntiin, eikä valukoneelle tuleva sula teräs ole liian kylmää. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007b.)

Teräksen kaatoa varten valusenikka (kuva 5) valmistellaan senkka-aseman huoltopaikalla. Edellä mainitut toimenpiteet vaikuttavat sulan teräksen ominaisuuksiin ja valusenikan aukeamiseen jatkuvavalukoneella. Valusenkan rakenne on esitetty kuvassa 5. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007b.)

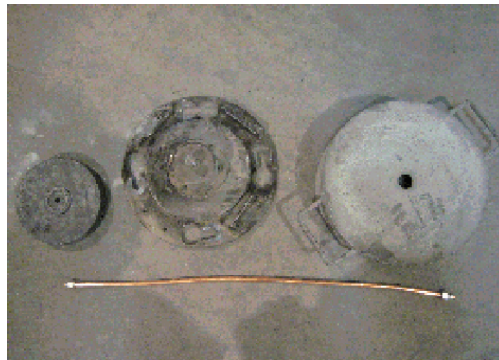


Kuva 5. Valusenka (Muokattu International Centre of Heat and Mass Transfer 2007 kuvasta)

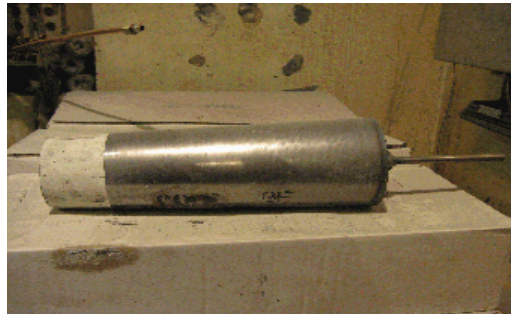
Valusenkan pohjassa on kaksi kehyskiveä, jotka ovat katkaistun ympyräkartion muotoisia asennusreikiä. Näihin asennetaan ja vaihdetaan tarvittaessa valusenkan kuluvat osat. Kuvassa kuusi on laitteiston osat lähtien vasemmalta suutiili, varmuuskivi, ylälevy, alalevy (kuva 6) sekä valureiän suojakoneisto. Sekä lisäksi vaihdettavia osia ovat: huuhtelukeila (kuva 8), varmuuskivi (kuva 9) sekä suojakoneiston osat (kuva 7). Huuhtelureiän kautta terästä huuhdellaan senkka-aseamalla inertillä kaasulla (yleensä argon), jolloin teräksessä saadaan homogeenisempaa laadun ja lämmön suhteen. (Outokumpu sisäinen intranet, 2007b.)



Kuva 6. Valureiän osat



Kuva 7. Suojakoneiston osat



Kuva 8. Huuhteluksela



Kuva 9. Varmuuskivi

3.3 Jatkuvalukone 1

Jähmettyvää aihiota vedetään koko ajan alaspäin vetokoneen avulla. Kun sula teräs ohittaa kokillin, sitä aletaan voimakkaasti jäähdyttää vesisuihkuilla. Sulan teräksen valuaika jatkuvavalukoneella (kuva 10) on noin 0 - 60 minuuttia, riippuen sulan laadusta ja lämpötilasta. Lyhyt valu tulee silloin, jos valusenkka ei aukea. Tällöin senkka joudutaan peitsaamaan auki. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)

Ennen valua, sula teräs nostetaan jatkuvavalukoneelle nosturilla valusenkassa senkka-asemalta. Senkka asennetaan senkkatorniin senkkahaarukkaan, jonka jälkeen se käännetään käsittelytason viereen. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)



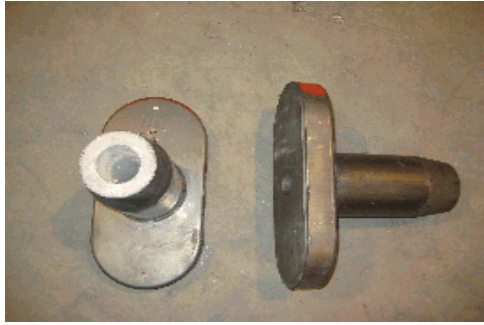
Kuva 10. Jatkuvalukone1

Senkkatornissa olevaan valusenkkaan kuuluu sylinteri, suojaletki ja ilmaletku jäähdytystä varten. Senkan liukusulkimeen kiinnitetään sylinteri, jolla liukusulkimen ja valulevyjen auki-kiinni asentoa muutetaan. Sylinterin lisäksi liukusylinteriin kiinnitetään suojaletki koneistolle ja jäähdytyspaineilmaletku. Tämän jälkeen valusenkka nostetaan ylös ja käännetään välialtaan yläpuolelle. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)

Ennen valun aloitusta väliallas on ollut lämmityksessä lämmityslaitteessa. Myös valuputki on samalla lämmitetty. Väliallas käännetään kokillin päälle ja valuputki lasketaan kokillissa olevaan reikään. Tämän jälkeen stoppari ajetaan kiinni valuputken suulle, minkä jälkeen tarkistetaan, että stopparin ja valuputken väli on tiivis. On myös tarkistettava, ettei stopparissa ja valuputkessa ole havaittavissa vikaa. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)

Liukusuljin avataan ja sula teräs alkaa virrata senkansuojaputkesta välialtaaseen. Mikäli teräs ei ala virrata välialtaaseen, valureiässä oleva hiekka on sintraantunut tai valureiässä on kuonaa tai massaa. Tässä tapauksessa valureikä poltetaan auki happipeitsellä. Senkan vaihdon yhteydessä ehditään polttamaan 4 - 6 happipeistä, määrä riippuu valun leveydestä ja valunopeudesta. Jos valu on alkamassa, eli valun ensimmäinen senkka on senkkahaarukassa, ei voida kuitenkaan polttaa happipeitsiä montaa. Välialtaan pohjassa oleva valuputki ei saa jäähtyä liikaa, muuten sulateräs voi jähmettyä valuputkeen aloituksessa. Valuputki voi silloin haljeta, johtuen jäähtymisestä seuraavista mikrohalkeamisista putkessa. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)

Kun senkka on auennut, liukusulkimen valulevyjen ylälevyn natsaan (kuva 11) asennetaan orren avulla suihkunsuojaputki, jolloin valuva terässula ei roisku ja näin vältetään sulan vahingollista hapettumista. Suihkunsuojaputki pysyy paikoillaan orren päässä olevat painon avulla. Kun terässulaa on välialtaassa yli neljä tonnia, välialtaaseen heitetään peitosta, jolla estetään altaassa olevan teräksen kansittuminen, lämmön karkaaminen ja sulan teräksen hapettuminen. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)



Kuva 11. Levyn natsa

Tornion Outokummun terästehtaalla linjalla 1 jatkuvavalukoneen välialtaaseen mahtuu 12 tonnia terästä. Jos terässulan määrä ylittää tämän, ylimääräinen terässula valuu ylivuotoränniä pitkin hätävalusenkkään. Näin ollen sulan valuminen on hallittua, eikä sitä tule yli välialtaan reunoilta työskentelyalueelle. Yleensä välialtaan (kuva 12) täyttöaste on 80 prosenttia eli valun aikana valualtaassa on terässulaa 8 - 10 tonnia. (Outokumpu sisäinen intranet 2013c.)



Kuva 12. Väliallas

Kun välialtaassa on yli 6 tonnia terässulaa, avataan stoppari hallitusti ja sula virtaa valureiästä kokilliin. Valuputken käytöllä ehkäistään teräksen hapettumista. Kun sula saavuttaa oikean pinnakorkeuden kokillissa, laitetaan jatkuvavalukoneesta päälle veto, jolloin aloitusketju vetää muodostuvaa aihiota kokillista valukaarelle. Valun aloituksessa kokilliin lisätään 5 – 10 kilogrammaa aloituspulveria, joka tuottaa teräksen kanssa eksotermisen eli lämpöä tuottavan reaktion. Tällä varmistetaan, ettei teräs jähmety kokillissa liian aikaisin. Valun aikana kokilliin (teräksen pinnalle) lisätään valupulveria noin 0,5 – 1 kilogrammaa terästonnia kohden. Valupulveri pitää sulan pinnan juoksevana, toimii lämmöneris-

teenä, suojaa sulaa hapettumiselta, absorboi epämääräisiä sulkeumia teräksessä, säätelee lämmönsiirtoa jähmettyvästä metallista kokilliin ja estää sulan tarttumisen kokillin pintamateriaaliin. (Louhekilpi 1992, 21.)

Tornion terässulaton linja 1:n teräksen valunopeus on luokkaa 0,80 - 1,10 metriä minuutissa valettavasta laadusta ja aihion leveydestä riippuen. Kun valusenkka on tyhjä, valu lopetetaan tai tilalle vaihdetaan uusi valusenkka. Kun valusenkka vaihdetaan, tulee vaihdon olla sujuvaa. Jos valusenkan vaihto menee suunnitellusti, valunopeutta ei tarvitse muuttaa vaihdon aikana. Mikäli valunopeutta joudutaan laskemaan alle tietyn valunopeuden (0,65m/min), aihioon voi tulla ns. jarrutusjälkiä, eli syviä uria tai halkeamia. Tämä johtuu teräksen suunniteltua nopeammasta jäähtymisestä ja jarrutuksesta valukoneen kokillin seinämiä vasten.

Tyhjästä valusenkasta poistetaan sylinteri, jäähdytysletku ja suojaletti. Myös valulevyt tulee jättää auki, mikäli senkkaan ei jää jostain syystä terästä. Vanha valusenkka viedään sitten valukoneelta senkka-asemalle huoltoon. Jos valetaan useita senkallisia peräkkäin, puhutaan sekvenssivalusta.

Senkan vaihdon aikana välialtaan paino ei saa laskea alle 3 - 4 tonnin. Jos välialtaan paino alittuu tietyn määrän, sulan virtaus välialtaasta kokilliin häiriintyy. Lisäksi on vaarana, että pintakuonaa imeytyy kokilliin, jolloin pahimmassa tapauksessa aihio voi puhjeta. Puhkeamisella tarkoitetaan sitä, että muodostuvan aihion kuoreen tulee reikä ja sulateräs purskahtaa hallitsemattomasti. Tällöin valu keskeytyy ja seurauksena voi olla usean vuorokauden tuotannonmenetykset. Valukoneen jälkeen valmis aihio lähetetään joko ahiokuumahiomon kautta kuuma- tai kylmävalssaamolle tai sellaisenaan suoraan asiakkaalle. (Outokumpu sisäinen intranet 2013d.)

3.4 Valusenkan huoltopaikka

Kun valusenkka saapuu valukoneelta senkkojen huoltopaikalle, kaadetaan ensin valusta (kuva 13) tulleesta senkasta kuonat kuonapataan. Tämän jälkeen katsotaan huuhtelukeilan kunto, eli onko huuhtelukeilan kohta kuinka kulunut. Jos keila on kulunut kuopalle, poltetaan pitkällä happipeitsellä kuonat pois keilan ympäriltä, jotta piikkauskoneen kuljettaja näkee lyödäänkö vanha keila ja varmuuskivi pois. Sen jälkeen käännetään valusenkka vaakatasoon. Jos huuhtelukeila on kulunut kuopalle ja keilan päällä olleet kuonat ovat poltettu pois, täytyy tämän jälkeen poistaa huuhtelukeilan suojakoneisto. Koneiston poisto tapahtuu seuraavasti: ensin poistetaan koneiston suojakansi ja sen jälkeen irrotetaan kaasuletku sekä huuhtelukoneisto. Seuraavaksi poistetaan tiivistelevy, jonka jälkeen jäljelle jää enää varmuuskivi ja huuhtelukeila. Lopuksi piikkauskoneen kuljettaja voi lyödä kuluneet osat irti. Kun piikkauskoneen kuljettaja on lyönyt varmuuskiven ja huuhtelukeilan irti, puhdistamaton yläreikä puhdistetaan paineilmatyökälulla, kunnes se on tarpeeksi puhdas uusille osille. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)



Kuva 13. Valusenkan kippaus



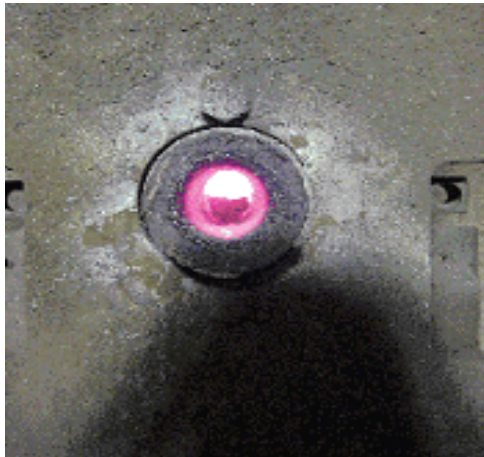
Kuva 14. Valusenkan huoltopaikka

Kun yläreikä on tarpeeksi puhdas, asennetaan uudet osat ja kiinnitetään huuhtelukoneisto paikalleen purkamiseen nähden päinvastaisessa järjestyksessä; huuhtelukeila, varmuuskivi, tiivistelevy, huuhtelukoneisto, kaasuletku ja suojakansi. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)

Aina kun valusenkka tulee huoltopaikalle (kuva 14), niin valureikä (kuva 15) tulee puhdistaa auki happipeitsellä (kuva 16) siellä olevasta teräksestä ja kuonasta. Happipeitsi sytytetään heittämällä kuumaan, polttamattomaan valureikään rautapulveria. Kun happipeitsi laitetaan valureikään ja hapen virtaus päälle, rautapulveri kuumenee, peitsi syttyy ja valureiän auki polttaminen ja puhdistaminen alkaa. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)



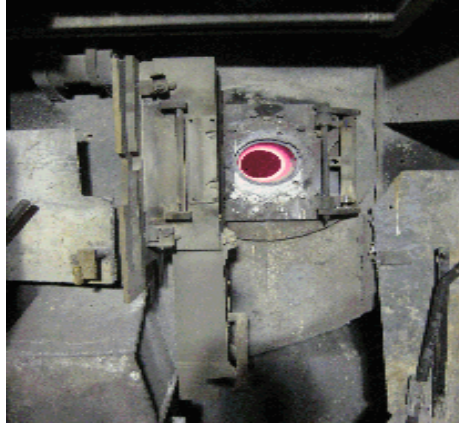
Kuva 16. Valureiän aukipoltto



Kuva 15. Aukipoltettu valureikä

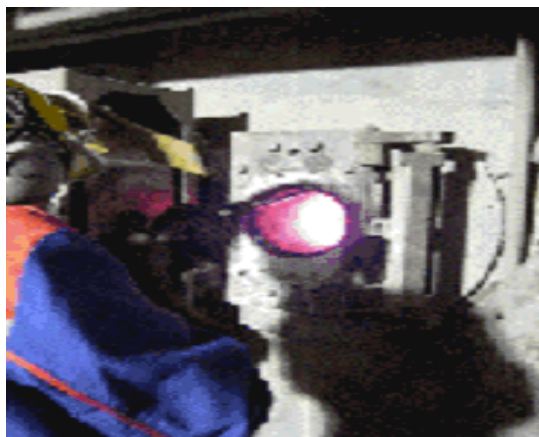
Valureikä puhdistetaan vain, jos joudutaan vaihtamaan kaikki alareian kuluvat osat, eli suoritetaan valureiän remontti. Keskimäärin joka kolmas kerta, joudutaan valureiän puhdistamisen lisäksi vaihtamaan valulevyt (ylä- ja alalevyt). Jos reiän puhdistamisen jälkeen ei tarvitse tehdä mitään muuta valureiälle, valulevyt suljetaan hydraulisynterillä. Levyjen sulkeminen on erittäin tärkeä työvaihe, sillä jos levyt jäävät auki, niin AOD:n kaataessa sulaa terästä valusenkkään valuu se avoimesta valureiästä suoraan AOD:n hätävalumonttuun, joka aiheuttaa työturvallisuusvaaran (tulipalovaara). Valulevyt jätetään auki ainoastaan valusenkoista, jotka ovat liian kuluneita käyttöön ja jotka lähtevät uudelleenmuuraukseen muuraushallille. Jos valulevyjen vaihto on tarpeen, levyjen vaihto tapahtuu seuraavasti: Ensin avataan valureiän suojakoneiston (kuva 17) lukitus. Suojakoneiston kummaltakin puolelta tulee aluksi avata varmistusläpät (ensin oikeanpuoleinen ja sitten vasemmanpuoleinen sarana). Kun saranat on saatu auki, tulee suojakoneisto avata niin avonaiseksi, kuin se saadaan. Tämän jälkeen poistetaan vanha alalevy, sitten ylälevy, minkä jälkeen voidaan poistaa varmuuskiven reiän ympärillä oleva kuona. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)

Varmuuskiven puhdistus (kuva 18) tehdään, jotta vanhan ylälevyn ja varmuuskiven väliin jäänyt vanha kuona saadaan poistettua. Jos vanhaa kuonaa ei saada kokonaan poistettua, niin se saattaa jäädä kantamaan uutta ylälevyä asennuksen jälkeen. Tuolloin suojakoneiston (kuva 17) sulkeminen voi epäonnistua. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)

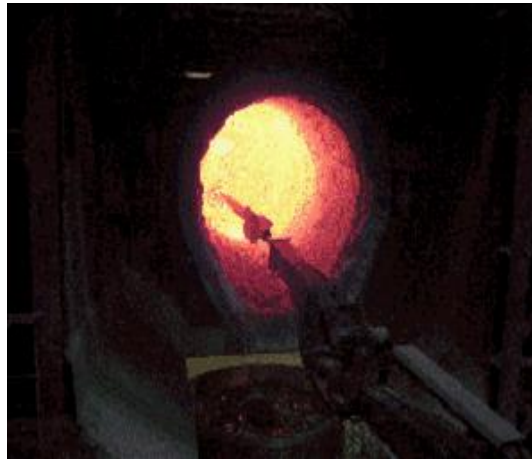


Kuva 17. Suojakoneisto

Ylälevyn ja varmuuskiven väliin laitetaan saumaustahnaa (KSR Mastic 1700). Sitten asennetaan uudet levyt paikoilleen, ensin alalevy sitten ylälevy. Suojakoneisto lukitaan heti, kun ylälevy on paikoillaan. Lukitus tulee tehdä nopeasti, ettei ylälevy putoa, ennen kuin koneisto on suljettu. Suojakoneiston sulkeminen tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä kuin avaaminen. Kun suojakoneisto on saatu kiinni, puhdistetaan valureiästä liiat saumaustahnat. Tämän jälkeen valulevyt suljetaan. Mikäli joudutaan tekemään valureikäremontti, niin valureikä ei polteta auki, vaan koneisto avataan kuten valulevyjen vaihdossa. Sen jälkeen piikkauskoneen kuljettaja lyö alareian kulumat osat irti. Myös jäljelle jäänyt alalevy poistetaan. Kun piikkauskoneen (kuva 19) kuljettaja on lyönyt varmuuskiven ja suutiilen pois, valureikä puhdistetaan tarkasti käsipiikkauskoneella kaikista teräs- ja kuonaroiskeista. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)



Kuva 18. Puhdistus



Kuva 19. Valusenkan piikkaus

Puhdistus (kuva 18) tulee tehdä tarkasti, jotta uusien osien asennus onnistuu. Kun puhdistettu valureikä on kunnossa, suutiileen sisään laitetaan villatukko ja kiven päähän noin 300mm metalliputki. Suutiili ja putki täytetään hiekalla ja putki tukitaan villalla ja muurausmassalla. Lisäksi suutiili (kuva 20) päällystetään massalla. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)



Kuva 20. Suutiili



Kuva 21. Asennettu suutiili



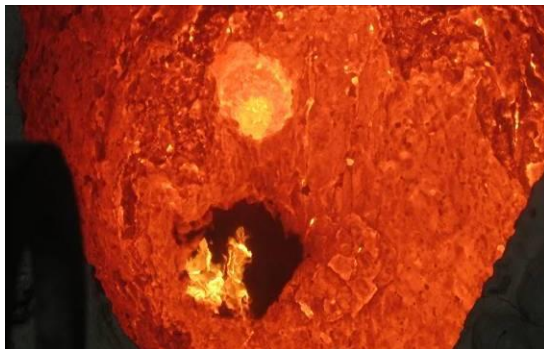
Kuva 22. Varmuuskivi

Suutiili (kuva 21) asennetaan painamalla kivi puhdistettuun valureikään ja poistamalla ylimääräiset muurausmassat. Varmuuskivi (kuva 22) asennetaan myös, minkä jälkeen poistetaan ylimääräiset muurausmassat. Suojakoneisto puhdistetaan ja alalevyn alla olevat jouset vaihdetaan tarvittaessa. Valureikäremontin lopuksi myös valulevyt vaihdetaan. Suojakoneisto suljetaan ja tämän jälkeen suljetaan valulevyt. Kun valureikäremontti ja muut valusenkan huoltotoimenpiteet on saatu päätökseen, piikkautetaan (kuva 19) senkan laidat (jos on) tarpeen ja kipataan piikkauksessa irronneet kuonat kuonapataan. Tämän jälkeen käännetään valusenkka pystyyn ja ajetaan työskentelytason eteen. Lopuksi käydään pudottamassa työskentelytason päältä olevasta reiästä valureikähiekkää kiinni olevaan valusenkkaan (kuva 23) 4 - 5 kappaletta 10 kilogramman

hiekkapusseja. Jos valusenkalle on välittömästi tarvetta, niin AOD:n henkilökunta hoitaa valureikähiekan (kuva 24) laitton AOD:n vaunulla. Nykyisin hiekkautomaatti asentaa valureikähiekan. (Outokummun sisäinen intranet 2013e)

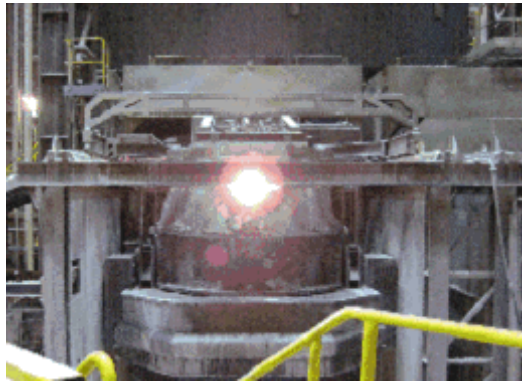


Kuva 23. Valureikä ilman reikähiekkää



Kuva 24. Valureiässä reikähiekkää

Jos valusenkkaan on tehty remontti, valureiälle tai huuhtelukeilalle, pitää suorittaa myös massaus. Massauksessa valureiän kohdalle heitetään kahdesta kolmeen 10 kg:n kuivamassasäkkejä niin, että valukiven päässä oleva putki jää näkyville. Keilan vaihdon yhteydessä vastaavasti huuhtelukeilan kuoppaan kaadetaan märkämassaa, jota kuluu noin 100 kg. Keilan pään tulee jäädä näkyviin. Mikäli valusenkalle ei ole välitöntä tarvetta, laitetaan senkka lämmitykseen joko senkka-asemalle tai AOD-vaunulle. Jos valusenkkaan on tehty joko ylä- tai alareikä remontti, lämmitysajan (kuva 25) ennen senkan käyttöönottoa tulee olla vähintään 30 minuuttia. Tällä varmistetaan, että märkämassaa käytettäessä massa on varmasti kuivunut ja kuivamassalla massa on kovettunut ennen sulanteräksen kaatoa valusenkkaan. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)

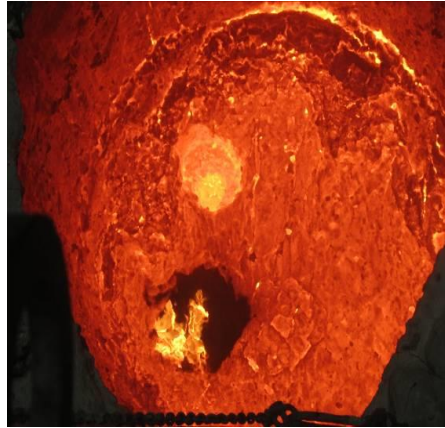


Kuva 25. Valusenkan esilämmitys

Jos kyseessä on suoraan muuraushallilta saapunut uusi senkka, tehdään siihen valureikäremontti, jossa puhdistetaan kehyskiven ympäristö ja vaihdetaan valureiän kuluvat osat (valukivi, varmuuskivi, valulevyt). Huuhtelukeilan varmuuskivi ja huuhtelukoneisto asennetaan (keila on jo paikallaan muuraushallilta tullessaan). Lisäksi suljetaan valulevyt (kuva 26), heitetään huuuvan päältä valureikään (kuva 27) neljästä viiteen kpl. 10kg:n pussia hiekkaa ja lähetetään valusenkka joko AOD:lle tai laitetaan valusenkka lämmitykseen (onnenpyörään). Senkan lämmitys suoritetaan nestekaasulla ja lämmityslämpötila on noin 1100°C. Mikäli tilanne on se, että valusta tullut valusenkka on vanha ja purkuun menossa, valureikä poltetaan, valulevyt jätetään auki, keilan huuhtelukoneisto poistetaan ja senkka lähetetään muuraushallille purkuun. (Outokummun sisäinen intranet 2013e.)



Kuva 26. Valulevyt kiinni



Kuva 27. Valureikään laitettu valureikähiekkä

Kylmään valusenkkaan ei koskaan saa kaataa sulaa, sillä jos senkkaan on jäänyt kosteutta, se höyrystyy nopeasti joutuessaan kosketuksiin sulan teräkseen kanssa. Sekunnin murto-osassa tapahtuva veden tilavuuden muutos muistuttaa räjähdystä ja se voi lennättää sulaa terästä (HUOM! työturvallisuusvaara) (Outo-kummun sisäinen intranet 2013e.)

4 PEITSAUS

4.1 Yleistä

Valusenkan valureiän aukipoltaminen jatkuvavalukoneella happipeitsellä on riskialtis työvaihe. Peitsauksessa poltetaan kuumalla happipuhalluksella valureiän tukkiva kuona tai sintraantunut hiekka pois, jotta sula teräs pääsisi virtaamaan valureiästä välialtaaseen. Happipeitsen kokonaispituus on 300 cm ja halkaisija 16 mm. Peitsen sisällä on 25 kappaletta noin kaksi metriä pitkiä teräslankoja, jotka helpottavat peitsen sytytystä, pitävät yllä paloliekkiä hapen kanssa ja varmistavat, ettei varmuuskivi vioitu poltossa. Hapen ja teräslankojen (Halk.2 mm) yhdistetty palolämpötila on n. 3000 °C. Yksittäinen happipeitsi painaa n. 3,35 kg (Herumet Oy). Peitsi yhdistetään happikahvaan (kuva 28), jolloin ne yhdistettäessä muodostavat toimivan happipeitsen (kuva 29). (Outokummun sisäinen intranet 2013f.)



Kuva 28. Peitsenkahva



Kuva 29. Peitsi asennettuna



Kuva 30. Valaja suojarusteissa

4.2 Suojarusteet terässulatolla

Terässulatolla valusenkan peitsaus on erittäin vaativa toimenpide, ja sen suorittamiseen vaaditaan myös hyvät suojarusteet (kuva 30). Taulukossa 1 on esitetty vakanssikohtaiset suojarusteet (Taulukko 1). (Outokummun sisäinen intranet 2013g.)

VAKANSSI	romun vastaanottaja	ajoneuvo/lukki/trukki	romuosturinkuljettaja	kuona-ajoneuvonkuljettaja	VKU-sulattaja	AOD-sulattaja	vuottaja	CRK-sulattaja	konvertteries	valukonemies	senkkamies	iso nosturi	järjestelijä	hioja	tulkestaivien muurari	trukinkuljettaja	koneasentaja	varastotyöntekijä	sähköasentaja	suodatimlat. hoitaja	työnjohtaja
SUOJAVÄLINE																					
Kypärä	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kuulosuojaimet	2X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suojalasit	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Työasu	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Toppatakki (Talvella)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Peltipaita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sormikkaat	X	X	X	X	X	X	X	X	T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hengityssuoja	T	T	T	T	T	X	X	X	T	T	X	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Silmikko				X	X	X	X	X	X	X	X	X									
Toppahousut	X						T	X	X		X						X		X	X	X
Kintaat/MYSK						X		X	X		X										
Pitkävärtiset kintaat					X	X	X	X	X	X	X						T			X	
Turvakengät(matala)		X	X	X									X	X		X		X	X	X	X
Turva(puoli)kengät			X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		X	X	X	X	X
Turvasaappaat	X						X	X	X	X	X	X					X				X
Talvikengät	X																X		X	X	X
Säärystimet						T		T		T	T										
Suojavisiiri (kullattu)					T	T		T		T	T										
Valajan essu										T											
Lämpöliivi																	X				
Sadeasu	X									T							T				
Kumisaappaat										T							T				
Niskasuoja										T											

MERKINNÄT: X = KÄYTETTÄVÄ 2X = TUPLASUOJAUS = TARVITTAESSA

Taulukko 1. Vaadittavat suojavarusteet eri työpisteissä. (Outokumpu vakanssi-kohtaiset suojavarusteet JTSU-verkkodokumentti, sisäinen intranet 2013.)

4.3 Valusenkan aukipeitsaus ja turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat

Peitsi asetetaan taittopaikalla olevaan putkeen. Peitsen se pää asetetaan taittoputken (kuva 31) sisälle, jossa on teräslangat näkyvillä. Peitsen kunto ja kuivuus on tarkistettava. Peitsi tulee taittaa 90° kulmaan ennen käyttöä (kuva 32). Peitsiä voidaan taittaa useita peräkkäin valmiiksi. Taitetut peitsit viedään peitsauspaikalle. Peitsauspaikalla pitää aina olla valmiina vähintään viisi kappaletta taiteltua peistä. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)



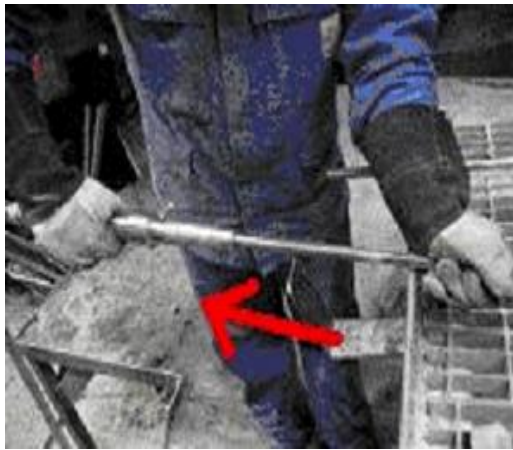
Kuva 31. Happeitsen valmistelu



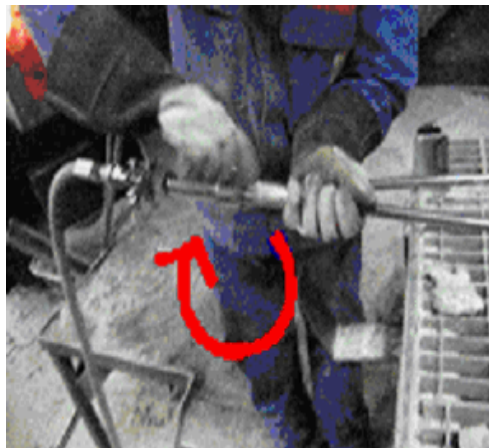
Kuva 32. Happeitsen taittaminen

Peitsen kahvan ja happiletkun kunto tulee tarkistaa. Lisäksi on tärkeää, ettei työhanskoissa tai vaatteissa ole rasvaa ja että ne ovat ehjät. Peitsen kahvasta tulee tarkistaa, että kahva ja kierteet ovat puhtaat, kiristysruuvi on kunnossa ja ettei kahvan suun sisällä ole likaa. Peitsen taivutus on tarkistettava, että se on taitettu oikein. Mikäli kahvaan on jo asennettu peitsi, testataan silti kahvan tiiveys. Happea vuotaessa runsaasti työhanskoihin tai työvaatteisiin, tuuletetaan niitä 30min ajan tai vaihdetaan ne uusiin ja/tai työvaatteet. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)

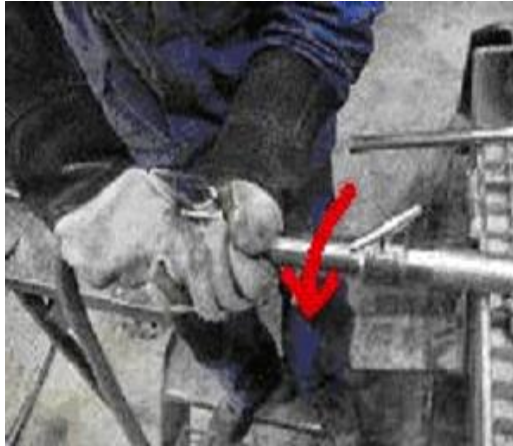
Peitsauspaikalla asetetaan taitettu peitsi kahvaan seuraavasti: 1) Työnnetään taitetun peitsen pitempi pää kahvan sisälle pohjaan asti (kuva 33). 2) Väännetään kahvan kiristysruuvi tiukalle (kuva 34). 3) Kiristetään peitsen kahva tiukalle pitämällä kahvaa paikallaan ja vääntämällä happihanan kohdalta myötäpäivään (kuva 35). Tämän jälkeen testataan kahvan tiiveys avaamalla happihanaa hiukan auki. Jos happea virtaa muualta kuin peitsen kärjestä, suljetaan hana ja suoritetaan kohdat 1 - 3 uudelleen. Jos kahva ei toimi, se tulee vaihtaa uuteen. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)



Kuva 33. Peitsen asennus



Kuva 34. Ruuvin kierto



Kuva 35. Kahvan kiristys

Ennen peitsauksen suoritusta on valmisteltava poistumisreitti. Mikäli valusenkka joudutaan peitsaamaan auki, sytytetään happipeitsi. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)

- a) Valun aloituksen yhteydessä lämmitetään (kuva 36) peitsen kärkeä polttopillin avulla. Tämän jälkeen avataan happihanaa hieman, jolloin peitsi syttyy. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)



Kuva 36. Happipeitsen sytytys pillillä

- b) Valun ollessa jo käynnissä avataan happihanaa hieman ja kastetaan peitsen kärkeä välialtaan sulassa (kuva 37). Kun peitsi on saatu syttymään, siirrytään peitsauspaikalle ja käännetään peitsen kärki

ylöspäin. Työnnetään peitsi valureikään. Työnnetään peistä ylöspäin, kunnes kärki vastaa valureikää tukkivaan materiaaliin. Aukaistaan happikahva täysin auki. Kun poltetaan valureikää (kuva 38), nostetaan samaan aikaan peistä koko ajan ylemmäksi, jotta peitsen kärki olisi kuluessaan koko ajan kosketuksessa poltettavaan materiaaliin. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)



Kuva 37. Peitsauksen aloitus



Kuva 38. Senkan aukipeitsaus

Kun valusenkka aukeaa, vedetään peitsi pois valureiästä ja peräännyetään sulan vierestä roiskevaaran vuoksi. Happihana suljetaan. Sitten asennetaan uusi peitsi kahvaan. Mikäli valusenkka ei aukea, poltetaan uusi peitsi. Jos valusenkka ei aukea vielääkään, jatketaan polttoyritystä siihen asti, kunnes valusenkka aukeaa tai päävalaja ilmoittaa valun keskeytyksestä. Valun loputtua kelataan happiletku rullalle tai siirretään se siten, ettei letku ole tiellä. Tämän jälkeen tarkistetaan happiletkun ja peitsen kahvan kunto. Mikäli peitsen kahva

vuotaa happea, suljetaan happihana välittömästi. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)

Peitsauksessa on käytettävä suojavaarusteita. Sulan teräksen vieressä työskennellessä on varottava roiskuvaa kuumaa sulaa ja kuonaa sekä ylhäältä valusenkasta mahdollisesti tippuvia kameja sekä jäähyromunpalasia. Ennen peitsauksen aloittamista on tarkistettava, että valulevyt ovat auki valusenkassa. Valureikää ei saa polttaa vinoon, jotta voidaan taata valureiän tulenkestävien materiaalien käyttöiän pidentäminen. Kuvassa (kuva 39) ovat valureiän tulenkestävät materiaalit. Peitsen taitettu osa on polton alussa noin 15 - 20cm pidempi kuin valureiän pituus. Kuvassa oikealta katsottuna: alalevy, ylälevy, varmuuskivi ja suutiili. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)



Kuva 39. Alalevy, ylälevy, varmuuskivi ja suutiili

Valusenkka voi aueta hyvin voimakkaasti, jolloin paine saattaa vääntää happipeitsen kahvan auki. Tällöin suljetaan happihana normaalisti ja tuuletetaan/vaihdetaan työhanskat tai työvaatteet tarvittaessa. Valusenkan läheisyydestä poistuessa liikutaan rauhallisesti kompastumisen välttämiseksi. Mikäli peitsen happikahva on likainen, puhdistetaan kahva, tai jos happiletku pitää vaihtaa, suljetaan happilinjasta hana ja ilmoitetaan asiasta alueen työnjohtajalle. (Outokummun sisäinen intranet 2013h.)

4.4 Automaattinen peitsauskone

Maailmalla on kehitetty automaattisia peitsauskoneita (kuva 40). Näillä automaattisilla laitteilla ehkäistään tapaturmien syntyminen valusenkan aukipeitsauksessa. Kun valusenkka ei aukea valukoneella, peitsaajan ei tarvitse mennä valusenkan alle ja olla liian lähellä sulaa terästä. Suomessa ei ole käytössä automaattisia peitsauskoneita ruostumattoman teräksen valmistuksessa. Yleisin peitsauskonemalli on lankakonemalli, jossa kone syöttää pitkää peistä joko kelalta tai sellaisenaan valureikään. Tornion terästehtaalla ei ole käytössä peitsausrobotteja.



Kuva 40. Automaattinen peitsauskone



Kuva 41. Peitsauskoneen ohjauskapula

5 VALUSENKAN AUKEAVUUS JATKUNAVALUKONEELLA

Valusenkan aukeaminen jatkunavalukoneella on useiden muuttujien summa. Valusenka ja koko valuprosessi on hyvin elävä ja muuttuva yhtälö, jossa jokainen tekijä tulee ottaa huomioon. Kriittisimmät muuttujat yhtälössä ovat mm. valusenkan kunto, asennettu valureikähiekkä, valureiän puhtaaksi poltto ja kuluneiden osien vaihto. Myös prosessin tasainen kulku edesauttaa valusenkan aukeamista jatkunavalukoneella, jolloin sulan teräksen lämpötila ja koostumus pysyvät mahdollisimman tasaisina.

Työntekijöiden haastatteluissa tuli esille useita tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa valusenkan aukeavuuteen. Prosessiin liittyy rajoitteita, jotka on kommentoitu sulkeissa.

- 1) Valureiän koko. (Valureiän koko on 55 mm. Liukusuljinmekanismi ja muut osat rajoittavat valureiän kokoa, eikä valureikä ei voi olla tällä hetkellä suurempi.)
- 2) Valureiän auki- ja puhtaaksipolttto, eli se, kuinka hyvin valureikä on puhdistettu.
- 3) Valusenkan lämmitys. Jos valusenka pääsee jäähtymään ennen AOD:n kaatoa, tapahtuu lämpökutistuminen. Sen seurauksena tiiliä ja kuonaa voi irrota ja pudota valusenkan pohjalle. Kuona tai tiili voi tukkia valureiän osittain tai jopa kokonaan.
- 4) 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 seuraa valettavan teräksen mahdollinen jähmettyminen valureikään, valuputkeen ja valun keskeyttäminen.)

- 5) Valettavan teräksen laatu ja lämpötila. (Esimerkkinä molybdeeniseostetulla austeniittisella teräksellä lähetyslämpötila jatkuvavalukoneelle on 1505 – 1515 °C, kun taas ferriittisellä teräksellä lähetyslämpötila on 1560 – 1615 °C. Titaania ja alumiinia käytettäessä myös kurominen tulee ottaa huomioon. Titaania ja alumiinia saostuu eri pintoihin ja näin sulia ei voi valaa kuin 2 - 4 senkan pituisia valuja, muuten valuputken tai senkan valureikä/valusenkansuojaputki kuroo kiinni. Titaanin tapauksessa myös välialtaan pintaan tulee kova kansi. Teräksen lämpötila vaikuttaa suoraan myös valusenkan kulumiseen.)
- 6) Valusenkan tilavuus ja täyttöaste. (Teräspatja muodostaa paineen valusenkan pohjalla valureikään. Panoskoko linjalla 1 on 95 tonnia.)
- 7) Kuonan määrä valusenkassa. (Kuonan määrä riippuu myös valusenkan iästä. Uusi valusenkka painaa noin 49 tonnia ja vanha valusenkka voi painaa jopa 60 tonnia. Valusenkassa voi olla jopa yli 10 tonnia kuonaa valusenkan muuraukseen kiinnittyneenä. Kuona voi valua senkan pohjalle lämmityksen aikana tukkien valureiän, jos reikähiekkää ei ole laitettu huolella.)
- 8) Valusenkan valureiän kunto ja suutiilen pituus. Mitä suurempi, kuluneempi ja lyhyempi valureikä on, sitä helpommin terässula valuu valureiästä välialtaaseen. Liian suureksi tai liian lyhyeksi kulunut valureikä lisää valusenkan puhkeamisen riskiä. Kun valusenkkaan joudutaan tekemään valureikäremontti, senkan aukeavuus heikkenee jatkuvavalukoneella.
- 9) Sulan teräksen seisomisaika valusenkassa. (Jos sulaa terästä joudutaan seisottamaan valusenkassa useita tunteja ennen valuun lähettämistä, senkka jäähtyy ja sen seurauksena voi esiintyä sulan teräksen kollaantumista. Lisäksi valuhiekka sintraantuu sitä pahemmin, mitä kauemmin valuhiekka on kosketuksissa sulan teräksen kanssa.)

10) Reikähiekan määrä valureiässä. (Valureikähiekan määrää mitataan yleensä 10 kg:n pusseina. Pusseja menee valusenkkään yleensä 3 – 6 kpl, riippuen senkan käyttöiästä. Reikähiekan raekoolla ja koostumuksella on myös merkityksensä. Tarkoituksena on saada valureiän päälle kasa valureikähiekkää, joka valuu valureikään ja näin valureikään menee valureikähiekkää. Myös valureiän päälle jää kasa hiekkää. Hiekan on tarkoitus tulla valureiästä ulos, kun valulevyt aukaistaan jatkuvavalukoneella ja hiekan perässä tulee sula teräs välialtaaseen.)

6 PEITSAUKSEN TURVALLISUUS

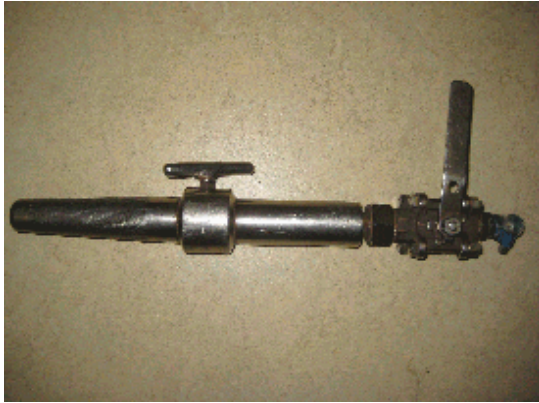
Turvalliset työtavat ovat olennainen osa ammattitaitoa ja perusedellytys työntekijälle. Turvallisuus on työhyvinvoinnin ja menestyvän liiketoiminnan perusta. Työsuojelun tärkeimpiä tehtäviä ovat työ- ja työmatkatapaturmien, ammattitautien ja muiden terveyttä sekä työkykyä alentavia haittavaikutusten torjuminen. (Outo-kummun sisäinen intranet 2013i.)

Terässulatolla työskentelyyn liittyy useita tapaturmariskejä. Prosesseissa ilmenee korkeita lämpötiloja, suuria massoja, terässulan roiskeita, pölyä ja melua.

Vaativan työympäristön vuoksi Tornion jaloterässulatolla on voimassa tiukat työturvallisuussäädökset, joilla pyritään vähentämään henkilökohtaisen virheen tai asenteen vaikutusta mahdolliseen tapaturmaan. Lisäksi terässulatolla on omat työturvallisuuden kehitystä seuraavat tilastot ja indeksit. Riskien arvioinnilla tunnistetaan riskipaikat ja voidaan kehittää erityisen vaarallisten työpisteiden ja paikkojen olosuhteita. Myös työskentelytapoihin kiinnitetään erityistä huomiota ja varsinkin suojavälineiden oikeaoppista käyttöä vaaditaan. Jokaiselle eri työpisteelle on määritetty omat vaatimukset suojavälineiden käytölle.

Työntekijä, joka suorittaa peitsausta voi loukkaantua monella eri tavalla:

- 1)** Happipeitsi voi vuotaa kahvan ja peitsen liitoskohdasta, jos kiristystä ei ole suoritettu oikein. Hapen vuotaminen suojavarusteisiin voi aiheuttaa suuren vaaran, jos happi saa kipinän. Tällöin työntekijälle voi syntyä palovammoja. Myös happiletku voi vuotaa ja pahimmassa tapauksessa jopa räjähtää. Kuvissa esitetty peitsen kahvan letku (kuva 43) räjähti Tornion tehtaalla, henkilövahinkoja ei tuolloin sattunut. Happhanan kahva oli liian heikkorakenteinen ja saattoi jopa irrota. Kuvissa esitetty peitsenkahvamalli (kuva 42) ei ole enää tehtaalla käytössä.



Kuva 42. Vanhanmallinen peitsen kahva



Kuva 43. Revennyt happiletku

- 2) Valusenkasta voi pudota kuonaa tai teräsriekaleita. Nämä palaset voivat painaa kymmeniä kiloja ja ne voivat vahingoittaa työntekijää vakavasti pudotessa päälle. Pienetkin kuonapalaset ovat erittäin kuumia ja voivat aiheuttaa palovammoja pudotessa työntekijän päälle.
- 3) Peitsaaja voi loukata itseään senkan jalkaan tai senkan pohjaan. Hän voi horjautua tai kompastua happiletkuun. Vaarana on myös peitsaustasolta putoaminen tai peitsaustasolta poistumisen aikana portaissa kaatuminen.
- 4) Peitsaajan ammattitaidottomuudesta johtuvat virheet (työtehtävää aloittaessa/työkokemuksen puuttuessa) senkan valureiän vinoon peitsaaminen, yms. Tästä voi seurata valureiän liian suuri koko, jolloin valun loputtua valulevyt eivät sulkeudu kunnolla, vaan jäävät vuotamaan (kuva 44).



Kuva 44. Vuotavat valulevyt

- 5) Jos valusenkka ei aukea heti ja joudutaan polttamaan useita peitsejä, niin kiirehtimisestä johtuvia virheitä voi syntyä. Lisäksi peitsaajan olkapäät väsyvät ja näin ollen fyysisestä väsymyksestä voi aiheutua virheitä.
- 6) Valun aikana ilmenevä melu, häikäisy ja hengiteltävät höyryt ovat työturvallisuuden vaaratekijöitä. Erityisesti mangaanilaatuja valettaessa höyryjen muodostuminen on voimakasta.
- 7) Poistumisteiden estyminen, esim. valusenkan puhjetessa tai jos senkka aukeaa yllättävästi. Roiskuva teräs sula voi estää turvallisen poistumisen senkan vierestä. Jos sula teräs löytää pienen raon senkasta tulenkestävien materiaalien välistä, se voi syövyttää reiän (kuva 45 - 46) valusenkan ulkokuoreen nopeasti.



Kuva 45. Valureikä



Kuva 46. Reikä kyljessä

Muita epätodennäköisiä, mutta mahdollisia vaaratilanteita voivat olla esim. senkkatornin kaatuminen ja sen hydrauliiikan pettäminen.

7 PROSESSIHENKILÖSTÖN HAASTATTELUT JA SYNTYNEET IDEAT

Opinnäytetyöhöni olen haastatellut työvuoroissa vuorotaulukon mukaan aamu- sekä iltavuoroissa olleita työntekijöitä. He kaikki työskentelevät AOD1:n ja senkka-asema 1:n valvomoissa. Haastatellut työntekijät ovat olleet Outokummussa vuosia töissä, joten he voivat kertoa parannusehdotuksia työmenetelmiin. Haastattelukysymyksenä oli avoin kysymys, johon he vastasivat anonyymisti kokemukseen perustuen. Kysymys esitettiin kaikille samanlaisena: Mihin asioihin pitäisi saada parannusta, jotta saisimme valusenkan aukeamaan ilman peitsaamista?

Prosessihenkilöstön haastatteluissa senkka-aseman ja AOD:n valvomossa tuli esille seuraavia asioita:

1) Valusenkkojen lämmityksien seuranta (järjestelmä: kirjaus ja valvonta lämmitysasteelle ja lämmitysaikaa)

Prosessissa olevien henkilöiden mielestä valusenkkojen tasaisen lämmön takaamiseksi ennen sulan kaatoa valusenkkaan, tulisi varmistaa automaattisen seurantaohjelman avulla. Mikäli valusenkan lämmitin ei jostain syystä pidä vaadittua lämpöä, ottaa valusenkka sulasta lämpöä senkan rakenteisiin. Seurantaohjelma antaisi valvomoon hälytyksen, mikäli vaadittua lämmityslämpöä ei jostain syystä saada pidettyä tasaisena. Ohjelma kirjaisi automaattisesti lämmityslämmöt ja lämmitysajat tiettyyn järjestelmään (Q-mato).

2) Valureikähiekan asennus-automaatti (oikea aika, oikea määrä)

Valureikähiekkautomaatti laittaisi valureikähiekan oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan ja oikean määrän. Nykyisin valureikähiekan asennus toimii prosessihenkilöstön toimesta. Tällöin hiekan laitto ei välttämättä ole tasaista, mikä näkyy valusenkkojen aukeavuudessa.

3) Valureikähiekan testaaminen eri valmistajan materiaalilla

Valureikähiekkvoja voitaisiin testata eri valmistajilta. Valureikähiekoissa on eroja raekoossa ja käyttölämpötiloissa. Mitä korkeamman käyttölämpötilan valmistaja ilmoittaa, sitä enemmän on aikaa sulan odottaa valusen-kassa. Suuremmalla käyttölämpötilalla valureikähiekkka ei sintraannu va-lureikään liian nopeasti.

4) Erilaisten toimenpiteiden testaaminen valureikäremonttiin

Valureikäremontteihin voitaisiin testata erilaisia toimenpiteitä, joita voitai-siin kirjata ylös prosessihenkilökunnalta. Näitä tulisi testata kuukauden ajan, jotta nähtäisiin vaikuttavat tulokset. Useamman testin tuloksista voi-taisiin koota yksi toimiva ohje.

5) Terässulan oloaika senkassa

Valusenkassa liian kauan ollut terässula sintraannuttaa valureikähiekkkaa. Historiatiedoista voidaan tutkia aukeavuus sekä se, vaikuttaako sulan nopeampi kierto valusenkkojen aukeavuuteen. Liian pitkään valusenkas-sa ollut terässula tulisi kaataa takaisin AOD-konvertteriin ja valusenkan valuikä tulisi peitsata auki uudestaan ja asentaa uudet valureikähiekat.

6) Valusenkan liian pitkä lämmitys

Valusenkkojen pitkään lämmityksessä pitäminen voi sulattaa kuonaa va-lusenkan seinältä valureiän päälle. Myös muita epäpuhtauksia voi valua valureiän päälle. Valusenkkojen lämmityksessä oloaikaa voitaisiin tarkas-tella, ja tietyn lämmityksessä oloajan jälkeen valureikä tulisi uudelleen peitsata auki ja asentaa uusi valureikähiekkka.

7) Lyhyemmät sekvenssivalut

Valujen pituus voisi olla maksimissaan kuuden senkan pituuksia. Jokais-ta leveyttä kohtaan tulisi katsoa maksimivalun pituus. Mikäli loppupäässä linjaa tulee ongelmia, ei jäisi valusenkkoihin liian kauaksi aikaa sula ole-

maan. Tulee sula olemaan pohjasta kylmää ja valureikähiekkä voi tästä johtuen sintraantua.

8 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä opinnäytetyössä on tehty kaksi haastattelututkimusta, prosessiseuranta-jakso työohjemuutoksen jälkeen ja tilastollinen analyysi senkan aukeavuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Haastattelututkimukset tehtiin epämuodollisesti työn lomassa valvomossa jutustellen. Tulokset on esitetty kootusti ja anonyymisti.

Haastattelujen pohjalta päädyttiin muuttamaan senkan kunnostuksen työohjetta. Ohjemuutoksen vaikuttavuutta varten tehtiin prosessiseurantalomake, jota työntekijät täyttivät työvuoron aikana. Lomakkeen käyttö ohjeistettiin ja vastaukset kerättiin tarkastelujakson loputtua. Lomakkeeseen työntekijöiden oli täytettävä seuraavat kohdat: päivämäärä, senkan numero, sulanumero, vuoro, valureiän remontti, keilan vaihto sekä peitsattiinko valusenkka auki vai ei. Alla selitykset seurantamuuttujista:

Pvm	Sulan käsittelypäivä
Senkan nro	Valusenkan numero
Sulanumero	Sulan käsittelynumero
Vuoro	Vuoro, joka teki sulan vaatimat toimenpiteet
Remppa	Onko alareikään tehty remontti, johon vaihdetaan suutiili, varmuuskivi ja levyt. Merkitään x:llä.
Keilavaihto	Onko yläreiän huuhtelukeila vaihdettu, merkitään x:llä
Peitsattiin	Peitsattiinko valusenkka JVK1:llä auki, merkitään x:llä
Ei peitsattu	Merkitään x:llä, jos ei JVK1:llä peitsattu

Ohjemuutoksen tuloksia verrattiin vanhoihin sulatustietoihin 1.4. - 31.6.2013 väliseltä ajalta. Kolme kuukautta arvioitiin riittävän pitkäksi ajanjaksoksi, jotta nähtiin tehtyjen muutosten vaikutus. Valitulla ajanjaksolla voitiin tarkastella sekä vakituisten- että kesätyöntekijöiden työn laatua. Tarkastelujaksolla ei ollut pidempiä huoltoseisokkeja.

Tietokantahaku sisälsi 861 sulatusta, josta tarkempaan analyysiin valittiin 100 kappaletta. Tietokantahaku sisälsi seuraavat tietokentät:

- millä linjalla valu on tapahtunut
- sula numero
- mikä teräslaji on ollut kyseessä
- AOD1:sen panostusvuoro
- AOD1:n panostuspäivämäärä sekä aika
- valusenkaan kaatopäivämäärä sekä aika
- valusenkaan kaatolämpötila
- valusenkan numero
- valusenkaan kaatovuoro
- senkka-asemalle sulan tulovuoro
- milloin valusenkka on tullut senkkavaunulle (päivämäärä ja aika)
- lansiruuhtelu (määrä kuutioina)
- pohjahuhtelu (määrä kuutioina)
- lansiruuhtelun kesto minuutteina
- pohjahuhtelun kesto minuutteina
- valusenkan tulo senkka-aseman vaunulle (päivämäärä ja aika)
- valusenkan ensimmäinen lämpötila (kun on tullut senkkavaunulle)
- viimeinen lämpötilan otto hetki (päivämäärä ja aika)
- kohdistuslämpötila ennen valuun lähettämistä (celsiusta)
- sulan lopetus (päivämäärä ja aika) senkka-asemalle
- senkan tulopaino senkka-asemalle
- senkan loppupaino senkka-asemalta
- sulan käsittelyn lopetusvuoro
- valusenkan vastaanottovuoro JVK1:llä
- valusenkka haarukassa (päivämäärä ja aika)
- valusenkka auki JVK1:llä (päivämäärä ja aika)
- peitsattiinko vai ei peitsattu
- sulan ensimmäinen lämpötila JVK1:llä
- ensimmäinen lämpötilan otto JVK1:llä (päivämäärä ja aika)
- viimeinen sulan lämpötila

- viimeinen lämpötilan ottoaika (päivämäärä ja aika)

Opinnäytetyön tarkasteluajalta 1.4. - 31.6.2013 valusenkan aukeavuus valettujen teräslaatuojen mukaan oli seuraava:

Valettavan teräksen laatu vaikuttaa valusenkan aukeavuuteen. Taulukosta 2 nähdään tutkittujen teräslaatuojen vaikutus valusenkan aukeavuuteen, toisilla laaduilla oli viskositeetti ja kuona juoksevampaa. Taulukossa 2 on listattu ajalta 1.4. – 31.6.2013 yhteensä 861 valetun valusenkan yleisimmät ja erikoisteräslaadut, joita valettiin linjalla1.

Teräslaatu	Auki, kpl	Ei auennut, kpl	Yht., kpl	Lähetys lämpö (C)	Aukeamis-%	Selite
611-x	2	0	2	1540-1546	100,00%	Austenittinen-ferriittinen
704-x	7	3	10	1517-1585	70%	Mangaani
710-x	45	18	63	1521-1546	71,40%	Vähäseosteinen mangaani
711-x	11	4	15	1517-1545	73,33%	Alumiini-kalsium seosteinen
720-x	183	55	238	1502-1550	76,89%	Normaali ruostumaton
725-x	143	70	210	1508-1560	68,10%	Matalahiilinen rosteri
731-x	14	4	18	1505-1538	77,77%	Titaaniseosteinen
735-x	11	4	15	1503-1536	73,33%	Alumiini-kalsium seosteinen
745-x	2	0	2	1465-1470	100,00%	Ruostumaton korkea kromi/nikkeli
746-x	2	1	1	1488-1498	50,00%	Ruostumaton korkea kromi/nikkeli
750-x	9	1	10	1505-1520	90,00%	Happoteräs
755-x	2	0	2	1502-1504	100,00%	Happoteräs
761-x	1	0	1	1515	100,00%	Happotitaani

774-x	1	1	2	1465-1475	50,00%	Happorosteri korkea kromi/nikkeli
810-x	50	13	63	1552-1605	79,35%	Ferriittinen
811-x	4	0	4	1555-1546	100,00%	Ferriittinen
812-x	85	42	127	1555-1615	66,93%	Ferriittinen
816-x	23	15	38	1565-1615	60,53%	Ferriittinen
822-x	0	1	1	1577	0%	Ferriittinen
850-x	28	4	32	1552-1605	87,50%	Ferriittinen
853-x	1	1	2	1580-1612	50,00%	Ferriittinen

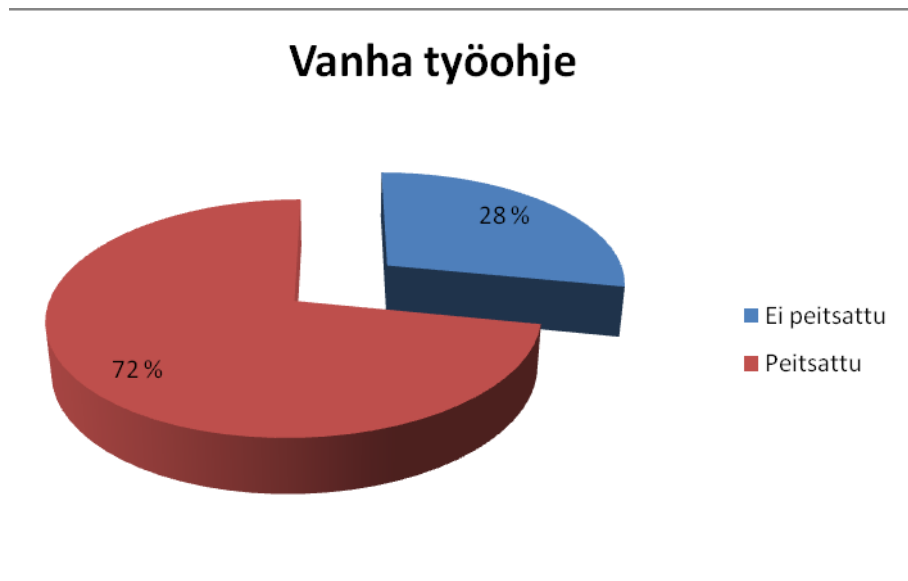
Taulukko 2. Valusenkan aukeavuus teräslaadun mukaan ajalta 1.4. - 31.6.2013.

Taulukon 2 tarkastelussa voidaan havaita yleisimmin, että valettujen teräslaatu-
jen aukeamisprosentti on 65 – 75 prosenttia. Erikoislaatu-
jen kohdalla au-
keamisprosentti on pienempi. Näitä myös valetaan vähemmän. Yleisempiin laa-
tuihin kuuluu laadut: 704-x, 710-x, 720-x, 725-x. Kuten taulukosta huomataan,
jää 725-x laadun aukeavuusprosentti muita laatuja pienemmäksi.

Valusenkan aukeavuuteen vaikuttavat valettavaan teräkseen lisättävät lisäai-
neet. Yleisimmin käytettävät lisäaineet teräksen valmistuksessa ovat kromi, nik-
keli, molybdeeni ja ferropii. Ferriittisissä laaduissa käytetään alumiinia, man-
gaania, kalsiumia sekä nikkeliä. Aukeavuuteen vaikuttavat teräkseen lisättävän
lisäaineen määrät. Tässä tutkimuksessa ei ole tutkittu teräksestä otettuja laatu-
analyysiä. Katso taulukosta 2 seitsemän alinta aukeavuusprosenttia. Au-
keavuusprosentti oli ferriittisellä laadulla 0 % - +100 prosenttia. Esimerkkilaa-
dussa lisäaineiden määrä vaihtelee tilattujen asiakasvaatimusrajojen mukaan.
Jotta ferriittisen aukeavuuden eroja voitaisiin tarkastella, vaadittaisiin jokaisen
valettavan senkan laatuanalyysin tarkempaa tarkastelua.

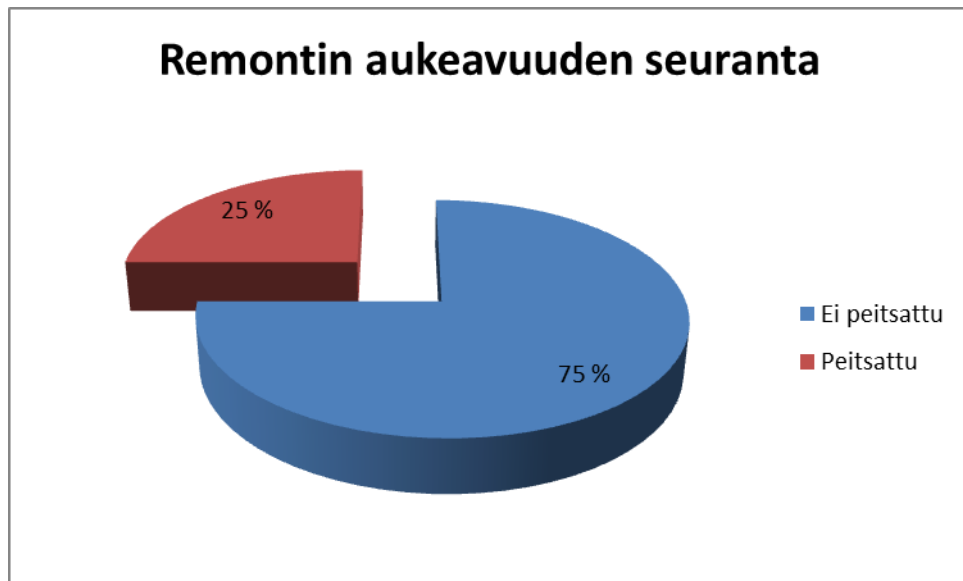
9 ANALYSOINTI JA TULOKSET

Tietokantahaun perusteella saatiin tietää senkkojen aukeavuuden lähtötaso. Tulosten perusteella valusenkkojen aukeavuus ajalla 1.4 - 31.6.2013 oli 72 prosenttia. Valettujen valusenkkojen määrä oli 861 kappaletta. Valusenkkoja, joita ei peitsattu auki, oli 619 kappaletta ja peitsattuja valusenkkoja oli 242 kappaletta.



Diagrammi 1. Vanha työohje

Vanhalla työohjeella valusenkan aukeavuus oli heikko. Edellä esitettyyn aukeamisprosenttiin sisältyvät kaikki peitsaukset mukaan lukien valureikäremontit sekä alareikäremontit. Remontoitujen senkkojen aukeamisprosentti vertailujaksolla on ollut 28 (diagrammi 1). Mikäli valureikäremontista ja keilanvaihdosta johtuvat peitsaukset loppuisivat, olisi valusenkkojen aukeavuus 80 prosenttia.



Diagrammi 2. Remontin aukeavuuden seuranta

Seurantajaksolla otettiin tarkempaan seurantaan valureikäremonttien ja keilantenvaihtojen työtapa. Remontoitujen senkkojen määrä oli seuranta-ajanjaksolla 25.1 - 2.2.2014 12 kappaletta. Näistä saatiin tulos, joka vaikuttaa lupaavalta. Liitteestä yksi on esitetty tehdyt muutokset vanhaan työohjeeseen. Muutokset on esitetty punaisella. Seurantajakson tulokseksi saatiin, että peitsaamattomia valusenkkoja oli yhdeksän kappaletta ja peitsattuja oli kolme kappaletta. Diagrammissa kaksi on huomioitu ainoastaan remontoitujen senkat. Työohjemuutoksella pystytään siis parantamaan senkan aukeavuutta senkkaremontin jälkeen 28 %:sta 75 %:iin.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Historiatietojen perusteella valusenkkojen aukeavuus on ollut 72 prosenttia. Aukeamisprosenttia tulisi saada nostettua. Työn aikana kokeiltiin vaihtoehtoista senkan remontoititapaa. Senkan aukeavuus parani merkittävästi. Muutos johtui siitä, että vanhan työhjeen käyttöönotossa sen vaikutuksia ei ole tutkittu loppuun saakka. Kehitysideoiden ja keskustelujen aikana nousi esille joitakin parannusehdotuksia, jotka on esitetty kappaleissa 5, 7, 11.

Yleensä uusien tulenkestävien materiaalien ensimmäisen kerran käyttö ei helppota valusenkan aukeavuutta. Kun osat kuluvat eli valureikä kasvaa, aukeamisprosentti paranee. Mitä vähemmän aikaa sula on ollut valusenkassa, sitä paremmin senkka aukeaa. Loppuhuuhtelun osalta tulisi mielestäni paneutua siihen, milloin loppuhuuhtelu tulisi tehdä, esim. kymmenen minuuttia ennen valuun lähettämistä. Tällä saataisiin senkan pohjalla oleva teräs tasalämpöiseksi. Myös kuonan määrä vanhojen senkkojen pohjalla voi kylmettää sulaa. Jotta valusenkan aukeavuutta voitaisiin vielä entisestäänkin parantaa, tulisi tehdä seuraavia toimenpiteitä prosessipaikoilla.

Valusenkan oikea lämpö tulisi varmistaa automaattisen seurantaohjelman avulla ennen sulan kaatoa valusenkkaan niiden tasaisen lämmön takaamiseksi. Nyt automaattista seurantaohjelmaa ei ole, joten lämpö on epätasaista. Mikäli valusenkka ei ole ollut lämmityksessä jostakin viasta johtuen, AOD ei voi kaataa terässulaa valusenkkaan, mistä voi tulla valun keskeytys (sekvenssin katkeaminen). Kun sulaterästä kaadetaan kylmään valusenkkaan, valusenkka ottaa itseensä sulasta lämpöä, jolloin teräs voi olla pohjasta liian kylmää.

Valureikähiekan asennusautomaatti tulisi asentaa, jotta oikea määrä hiekkaa saataisiin oikeaan aikaan oikeaan paikkaan. Työn suosituksien johdosta työn aikana hankittiin hiekoitusautomaatti ja siitä saadut tulokset ovat olleet lupaavia.

Valureikähiekan testaaminen tulisi tehdä eri valmistajien hiekalla. Valureikähiekoissa on eroja raekoossa sekä käyttölämpötilassa. Korkeampi käyttölämpötila antaa kaataa valusenkaan kuumempaa terästä, mikä on parempi asia aukeavuuden suhteen. Hiekka sintraantuu korkeammassa lämpötilassa, mikä pitää hiekan juoksevana.

Valureikäremonttiin tulisi koota prosessihenkilökunnalta yhtenäinen ja toimiva ohje. Tämä on nykyisellään helppo toteuttaa, koska työntekijöillä on tarvittava ammattitaito ja työkokemus.

Terässulan oloaika valusenkassa ei saisi olla liian pitkä, koska se sitraannuttaa valureikähiekkaa ja näin ollen terässula jäähtyy. Tutkimusten mukaan sulateräs ei saisi olla senkassa yli kolmea tuntia, koska senkan äärilaidat alkavat jäähtyä ja senkka alkaa kerätä jähmettynyttä kuonaa ja terästä.

Valusenkan lämmitys/liian pitkä lämmitys voi sulattaa kuonaa valusenkan seinältä valureiän päälle. Valusenkan lämmitykseen on työn suositusten pohjalta työohjetta muutettu. Valusenkaan tulisi tehdä valureiän poltto ja uusien hiekkojen asennus, mikäli lämmitys on ollut yli kolme tuntia.

Valujen pituus tulisi olla jatkuvaa suunnittelua, jotta sula teräs ei jäisi makamaan liian pitkäksi aikaa valusenkaan. Linjan vuoro esimiehen tulisi muuttaa valun pituutta tilanteen mukaan.

11 YHTEENVETO

Valusenkan aukeaminen jatkuvavalukoneella on riippuvainen useista eri osatekijöistä. Yksi osatekijä on sulan teräksen valusenkassa oloaika ja sekä tyhjiä valusenkkojen tasainen lämpötila. Pitkien valusuunnitelmien teko kostautuu jatkuvavalukoneella sulan seistessä valusenkoissa pitkään ennen valuun lähettämistä. Tuotannon tasaisuuden kannalta puskurisulien teko ei ole kannattavaa.

Tutkimukseni mukaan tärkein osatekijä on yleisesti suoritettavat huoltotoimenpiteet, koska valusenkkojen liukusuljinkoneiston ja kuluvien osien kunto vaikuttaa suoraan senkan aukeamiseen. Senkkojen säännöllinen puhdistaminen piikkaamalla, valureikien huolellinen polttaminen ja tarvittavien remonttien suorittaminen ovat oleellisia pyrkiessä valusenkkojen tasaiseen toimintaan senkka-aseamalla ja jatkuvavalukoneella.

Toiseksi tärkeäksi seikaksi nostaisin valureikähiekan riittävän määrän ja laittamisen, mikä onkin yksi helpommista tavoista parantaa valusenkkojen aukeavuutta. Nyt tilauksessa oleva hiekka-automaatti on helppo tapa parantaa teräksen valmistusprosessia. Tämä investointi voi muuttaa senkkojen aukeamista valukoneella hyvinkin suuresti. Nyt käytössä oleva hiekka asennetaan pudottamalla, mikä ei ole luotettava toimintatapa. Hiekka ei välttämättä mene valureikään, jolloin hiekkakeko voi jäädä valureiän kohdalle liian pieneksi.

Senkan aukeavuusluvut vaihtelevat eri laaduilla. Koska teräksen valmistus on tilaukskannan toiminnan mukainen, varastoon meneviä peruslaatuja lukuun ottamatta tiettyjä teräslaatuja ei voida suosia valmistuksessa.

Tuotannon lisäksi työturvallisuuden kehittäminen on vähintään yhtä tärkeää. Terässulatolla ilmenevät suuret fysikaaliset, mekaaniset ja kemialliset energiat luovat haasteita turvallisen työskentelyn saavuttamiseksi. Kuten aikaisemmin on mainittu, peitsausta saadaan tuskin koskaan kitkettyä täysin pois. Sen seurauksena itse peitsauksien turvallisuutta on kehitettävä jatkuvasti tai suunniteltava siihen vaihtoehtoisia tapoja. Peitsauksessa käytettävät suojavaatteet ovat vii-

meinen suoja sulan teräksen ja ihon välillä. Tämän vuoksi niiltä tulee myös vaatia paljon. Kehitteillä on koko ajan uusia suojavarusteita, joiden pitäisi suojata työntekijää paremmin.

Työntekijöiden, niin uusien kuin vanhojenkin, perehdyttäminen tulisi olla jatkuvaa. Oikean tiedon antaminen muokkaa myös terveitä asenteita työturvallisuutta kohtaan. Itsesuojeluvaisto ei välttämättä varoita tarpeeksi. Huono asenne voi pahimmassa tapauksessa vaarantaa oman tai työkavereiden terveyden tai jopa hengen. Koulutuksissa pitää työntekijälle painottaa, että vaikka hänelle itselle ei mitään vaarantavaa tapahtuisikaan, jokaisen työntekijän teot voivat aiheuttaa jollekin muulle vaaratilanteen tehtaalla. Myös selkeillä työhjeilla, perehdytyksellä ja valvonnalla voidaan vaikuttaa asenteisiin.

Oman työpisteen siistinä ja järjestyksessä pitäminen auttaa tuotannon häiriötömyydessä sekä minimoi kompastumis- ja kaatumisvaaran. Lisäksi poikkeustilanteen sattuessa tiedetään, mitä hakea mistäkin. Poistumisteiden varsilla ei myöskään saa olla minkäänlaisia esteitä. Näillä helpoilla ja varmasti kaikille mahdollisilla työtoiminnoilla autetaan parantamaan työskentelyolosuhteita sekä työturvallisuutta vaativassa työympäristössä.

Tärkeimmäksi jatkotutkimusaiheeksi nostaisin hiekan sintrautumisen kovassa lämpötilassa; missä maksimilämpötilassa ja ajassa hiekan pinta sintraantuu. Jatkotutkimuksen tulisi paneutua myös siihen, että miten voidaan estää hiekan sintrautuminen kokonaan. Mielestäni olisi myös tärkeää tutkia ylä- ja alareikäremontin vaikuttavuutta senkan aukeavuuteen. Myös valureiän polttamisen vaikutus tulisi tutkia valusenkan aukeavuuteen.

12 LÄHDELUETTELO

- Heikkinen, E-P & Heino, J. 1999. Metallurgin hyvä tietää: Raudan, teräksen ja ferroseosten valmistus. Oulu: Oulun yliopisto.
- Herumet Oy.2014. Happipeitsi. Viitattu pvm.
<http://viewer.webproof.com/pageflip/277/60091/peitsi-happipeitsi-peitsen-67.html>. Hakupäivä: 20.3.2014.
- Louhekilpi, Seppo 1992. Metallurgin hyvä tietää: Jähmettyminen ja jatkuvavalu.Oulu: Oulun yliopisto.
- Outokumpu Stainless Oy 2007a. Yrityksen sisäinen tietoverkko.
- Outokumpu Stainless Oy 2007b. Yrityksen sisäinen tietoverkko.
- Outokumpu Stainless Oy 2013a. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 3.12.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013b. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 3.12.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013c. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 3.12.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013d. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 3.12.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013e. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 15.11.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013f. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 15.11.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013g. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 15.11.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013h. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 15.11.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2013i. Yrityksen sisäinen intranet Viitattu 15.11.2013.
- Outokumpu Stainless Oy 2014. Yhtiön viralliset www-sivut. Hakupäivä 10.11.2013. <http://www.outokumpu.com/fi/ruostumaton-teras/Sivut/default.aspx>
- Outokummun työohjeet 2013. Sisäinen tietoverkko.
- Outokumpu Stainless Oy 2007. Työturvallisuus. Verkkodokumentti. Yrityksen sisäinen tietoverkko.
- Prosessihenkilöstön haastattelut, Outokumpu Stainless OYJ. 11.11.2013; AOD1 (10 henkilöä haastateltu), Senkka-asema1 (10 henkilöä haastateltu), JVK 1 (15 henkilöä haastateltu)

LIITELUETTELO

Liite 1. Työohjeet valureikäremonttiin

Liite 2. Aukeavuuden seuranta uuden työohjeen mukaan

Liite 1

Valureikäremontti ohjeet ajalle 23.1 - 23.2 - 2014

- Kaada kuona pois valusenkasta.
- Avaa liukusuljinmekanismi kääntämällä varmistusläpät ylös.
- Aukaise saranat.
- Käännä koneisto auki.
- Vanhaa alalevyä ei poisteta, ettei liukusulkimen jouset tipu piikkauksen yhteydessä.
- Piikauta vanha suutiili ja varmuuskivi pois.
- Puhdista kehystiilen reikä kuonasta ja teräsoiskeista.
- Varmistetaan reiän oikea koko suutiilisapluunalla.
- Asenna suutiilen kapeaan päähän teräsputki ja tuki teräsputkenpää villatupolla ja massalla.
- Levitä harmaata muurausmassaa kiven pintaan. Massan tulee olla notkeaa, mutta se ei saa valua(käytetään valmista sekoitettua massaa sellaisenaan).
- Asenna massattu suutiili paikalleen. Varmista että suutiili oikealla syvyydellä. Puhdista ylimääräiset massat pois.
- Varmuuskiven sille puolelle, joka tulee suutileä vasten, levitetään vaaleaa muurausmassaa(johon on hieman sekoitettu vettä). varmuuskiven laidoille levitä harmaata muurausmassaa.
- Asenna kivi paikalleen ja varmista että varmuuskiven reunat ovat samalla tasolla asennusrenkaan kanssa ja ettei varmuuskivi jää kantamaan. Poista ylimääräiset muurausmassat ja vanha alalevy. Vaihda liukusulkimen jouset (11kpl).
- Asenna uudet liukusuljinlevyt (kts. erillinen ohje) Ja suljetaan koneisto ja aja liukusuljinlevyt kiinni.
- Käy tiputtamassa huuvan päältä kaksi tai kolme säkkiä kuivamassaa valureiän kohdalle.
- Käynnistä huoltopaikan lämmitin ja anna senkan olla lämmityksessä vähintään 30min.
- Käännä senkka vaakatasoon ja aukaise liukusuljinlevyt.
- Peitsaa valusenkan valureiästä metalliputki pois.
- Aja liukusuljinlevyt kiinni asentoon.
- Käy tiputtamassa huuvan päältä (tai aod:n tasolta) valureiän kohdalle 3 - 5 pussia valureikähiekkää.

Kirjatkaa kansiossa olevaan taulukkoon valureikäremonteista tiedot.

Liite 2

Valusenkan aukeavuuden seurantalomake valureikä ja keilanvaihdot

Pvm	Senkan nro	sulanum.	Vuoro	Remppa	Keilanv.	Peitsattiin	Ei peitsattu
25.tammi	12	28343	D	x			x
25.tammi	16	28375	A/E	x			x
26.tammi	15	28385	B	x			x
26.tammi	11	28393	B	x			x
26.tammi	12	28393	A		x		x
27.tammi	16	28421	E/C	x		1	
27.tammi	15	28433	C		x		x
27.tammi	16	28431	B		x		X
28.tammi	15	28449	C				X
29.tammi	11	28497	D	x	X	1	
31.tammi	7	28535	B	x			X
2.helmi	7	28633	E	X	X	1	