

Tapani Heiskanen

## **MIKSEREIDEN KOKSIKAASUSÄÄDÖN INSTRUMENTOINNIN JA SÄÄTÖJEN KEHITTÄMINEN**

# **MIKSEREIDEN KOKSIKAASUSÄÄDÖN INSTRUMENTOINNIN JA SÄÄTÖJEN KEHITTÄMINEN**

Tapani Heiskanen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikka, Insinööri

---

Tekijä: Tapani Heiskanen

Opinnäytetyön nimi: Miksereiden koksikaasusäädön instrumentoinnin ja säätöjen kehittäminen

Työn ohjaajat: Jyrki Ahtola, Tero Hietanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: (32 + 1)

---

Opinnäytetyö tehtiin SSAB Oy:n Raahen terästehtaan terässulatolle. Työn tavoitteena oli tutkia ja tarvittaessa kehittää miksereiden koksikaasusäädön instrumentointia ja säätötapaa.

Työssä suoritettiin kokeita vanhalla instrumentoinnilla ja mietittiin mahdollisia uusia toimilaitteita prosessiin. Lisäksi tutkittiin nykyistä säätötapaa suhdesäätöä ja mietittiin muita mahdollisia säätötapoja. Työssä myös kartoitettiin havaitut häiriötilanteet viimeisen vuoden ajalta.

Opinnäytetyön tuloksena kerättiin prosessin mahdolliset kehityskohteet, joita tulevaisuudessa voisi hyödyntää prosessin jatkuvuuden parantamiseksi. Instrumentointia kehittämällä nokkapolttimen tukkiutumista voitaisiin vähentää ja prosessin luotettavuutta parantaa. Säätötapana käytetty suhdesäätö on prosessiin paras mahdollinen eli säätötavan muuttamiselle ei ole tarvetta. Polttoilmapuhaltimeen voitaisiin harkita suodattimen asennusta ilman pölyisyyden vuoksi. Mittauksien luotettavuutta voitaisiin parantaa säännöllisellä mittalaitteiden huoltamisella.

---

Asiasanat: koksikaasu, nokkapoltin, mikseri, instrumentointi, säätötapa, honeywell

## **ALKULAUSE**

Tämä työ on tehty Raahen SSAB Oy:n terässulatolla keväällä 2018. Opinnäytetyön valvojana toimi SSAB:ltä automaatioteknikko Jyrki Ahtola, jota kiitän saamastani avusta ja ohjauksesta. Iso kiitos myös Marko Mourujärvelle, joka oli suurena apuna suorittamissani mittauksissa. Koulun puolelta haluan kiittää ohjaajana toiminutta Tero Hietasta, jolta sain hyviä neuvoja työn vaikeina hetkinä. Lopuksi vielä haluan kiittää kunnossapitopäällikköä Aki Karppista mielenkiintoisesta ja haastavasta opinnäytetyön aiheesta.

Raahessa 15.5.2018

Tapani Heiskanen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ALKULAUSE.....	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 RAAHEN TERÄSTEHDAS .....	7
2.1 SSAB.....	7
2.2 Terästehtaan prosessi.....	8
2.3 Terässulaton prosessi.....	10
2.4 Mikserin prosessi.....	11
3 JÄRJESTELMÄT JA OHJELMAT .....	13
3.1 Honeywell TotalPlant Alcont-automaatiojärjestelmä.....	13
3.2 Kunnossapitojärjestelmät .....	14
3.2.1 Arttu-toiminnanohjausjärjestelmä .....	15
3.2.2 ALMA -tiedonkeruuohjelmisto .....	15
4 TYÖN SUORITUS .....	17
4.1 Prosessi- ja instrumentointikuvaus.....	17
4.2 Säädetapojen kuvaus.....	22
4.3 Mittaukset.....	24
5 TULOSTEN TARKASTELU .....	28
6 POHDINTA.....	31
LÄHTEET.....	32
LIITTEET .....	33
LIITE 1 Koksikaasun poltto PI-kaavio	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Raahen SSAB:n terästehtaalle terässulatolle. Työn tarkoituksena on tutkia ja tarvittaessa kehittää terässulaton mikserien nokkapolttimien instrumentointia ja säätöä. Koksikaasua käytetään mikserin nokalla. Lämmitys tapahtuu koksikaasulla, joka tulee putkistoa pitkin nokkapolttimelle, jossa koksikaasua poltetaan ja mikserin nokka lämpenee.

Työssä tullaan suorittamaan kokeita vanhalla instrumentoinnilla ja selvitetään instrumentoinnin toimivuus. Lisäksi testataan käytettävää säätötapaa ja sen toimivuutta. Työssä kartoitetaan todettuja häiriötiloja ja pohditaan, voisiko niitä saada vähemmäksi toimilaitteita lisäämällä tai säätötapaa muuttamalla. Ennakoon on tiedossa, että yksi häiriö työllistää kunnossapitoa tietyin väliajoin: mikserin nokkapolttimen tukkeutuminen lauhteesta. Työssä tehdään myös useita mittauksia, jotta voidaan tehdä jonkinlaista vertailua.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on, että työn kautta löydettäisiin koksikaasusäätöön kehityskohteita ja keinoja, joilla säätöä saataisiin paremmaksi. Tavoitteena on myös häiriötilojen minimointi ja käyttövarmuuden kehittäminen.

## **2 RAAHEN TERÄSTEHDAS**

### **2.1 SSAB**

SSAB on maailmanlaajuisesti toimiva teräsyhtiö ja johtava erikoislujien terästen ja niihin liittyvien palveluiden toimittaja. SSAB toimii maailmanlaajuisesti 45 maassa. SSAB:n teräksen tuotantokapasiteetti on 8,8 miljoonaa tonnia vuodessa, ja se työllistää noin 17 000 työntekijää 50 maassa. SSAB:n tuotteita ovat pitkälle kehitetyt lujat teräkset, karkaistut ja päästetyt teräkset, nauha-, levy- ja putkituotteet sekä rakentamisen ratkaisut. Yhtiön suurimmat terästuotantotehtaat sijaitsevat Oxelösundissa, Borlångessä, Luulajassa, Raahessa, Hämeenlinnassa, Montpelierissä ja Mobilissa. SSAB:n tavoitteena on olla maailman turvallisin teräsyhtiö. (1.)

SSAB:llä on johtava asema Pohjoismaissa ja Yhdysvalloissa. Suomessa ja Ruotsissa tuotanto on integroitu masuuniprosessiin. Yhdysvalloissa tuotanto pohjautuu romumetallin käyttöön ja valokaariuuneihin. Yhtiöllä on pitkäkestoisia asiakassuhteita ja maailmanlaajuisesti tunnetut tuotemerkit. Tarkemmin tuotannosta ja henkilömääristä Pohjoismaissa on kerrottu kuvassa 1.

# Laajentunut teräksen tuotanto Pohjoismaissa

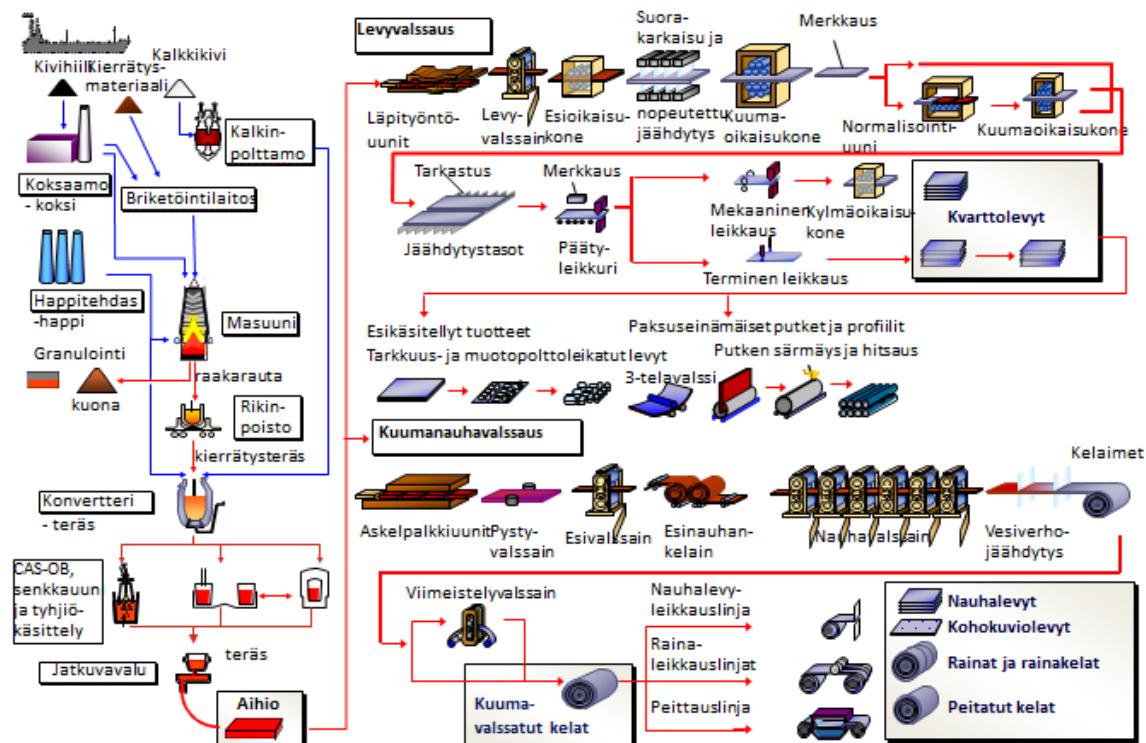


KUVA 1. Teräksen tuotanto Pohjoismaissa (2).

## 2.2 Terästehtaan prosessi

Raahen tehdas on integroitu terästehdas. Prosessin toteutuminen vaatii useita osastoja, joista suurimpia ovat koksaamo, masuunit, terässlatto sekä valssaamo. Tehtaan vahvuuksiin lukeutuvat kustannustehokkuus, joustavuus ja toimitustäsmällisyys. Kuvassa 2 on esitetty Raahen terästehtaan tuotantoprosessi raaka-aineista aina valmiiksi tuotteiksi saakka.



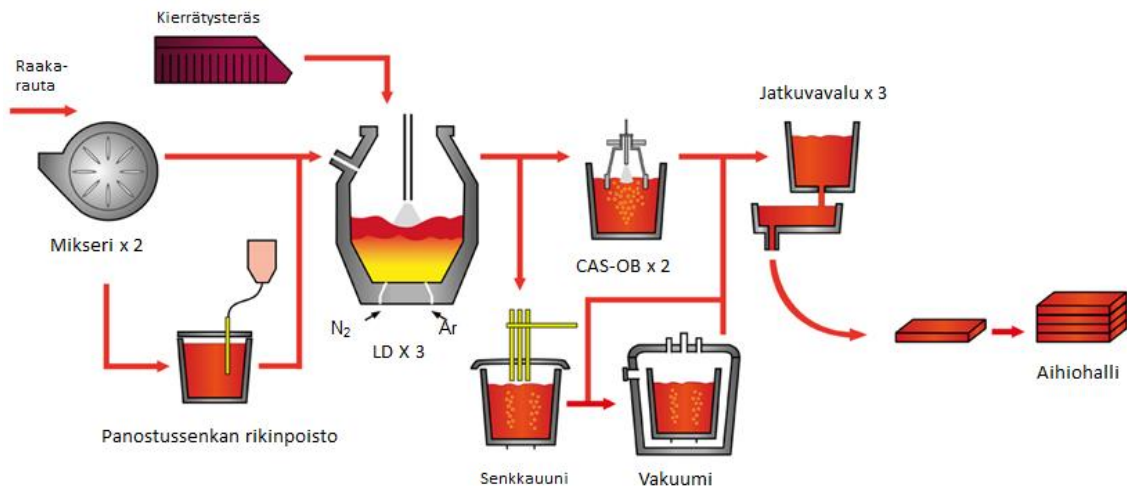


KUVA 2. Raahen terästehtaan prosessikaavio (3).

Prosessi alkaa satamasta, jonne tuodaan eri puolilta maailmaa tehtaalla käytettäviä raaka-aineita ja materiaaleja. Raaka-aineita tuotetaan myös tehtaan sisällä koksaamalla ja briketöintilaitoksella. Teräksen valmistusprosessi alkaa masuuneilta (2 kpl), joissa sinne tuoduista raaka-aineista valmistetaan raakarautaa. Masuuneilta raakarauta kuljetetaan junalla rikinpoiston kautta sulaton mikserille. Terässulatolla raakaraudasta valmistetaan terästä konverttereissa. Terästä jatkokäsittellään senkkauunilla, vakuumilaitoksella ja CASOB-aseilla tilauksen tarpeellisuuden mukaan. Jatkokäsittelyn jälkeen sulasta teräksestä tehdään teräsaihiota jatkuvavalukoneilla. Terässulatolta aihiot siirtyvät valssaamolle, jossa valmistetaan asiakkaan tarpeiden mukaan lopputuotteiksi kuumanauha- tai levyvalssaustekniikalla levy- ja nauhatuotteita sekä esikäsittelyjä levytuotteita. Päätuotteita ovat kuumavalssatut levy- ja kelatuotteet. Tehdas valmistaa sekä ns. standardi-, premium- että erikoisteräksiä. SSAB haluaa kuitenkin kasvaa erityisesti erikoisterästen tuottajana, jota tavoitetta myös Raahen tehdas tukee (3).

## 2.3 Terässulaton prosessi

Terässulatolla valmistetaan raakaraudasta ja romusta asiakkaan tilauksen mukaista terästä. Kuvassa 3 on Raahen terässulaton prosessikaavio.



KUVA 3. Raahen terässulaton prosessi (4).

Masuuneilta tuleva raakarauta tuodaan junalla rikinpoiston kautta sulaton mikserille. Raakaraudasta poistetaan kuonaa ennen raudan kaatamista mikseriin. Terässulatolla on kaksi mikseriä eli välivarastoa, joiden tehtävänä on tasata tuotantotahtia sekä käsitellä raudan koostumusta ja lämpötilaa. Mikseristä rauta kaadetaan panostussenkkaan, jonka jälkeen se viedään tarkempaan rikinpoistoon. Rikinpoiston jälkeen raakarauta panostetaan konvertteriin (3 kpl).

Konvertteriin panostetaan raakaraudan lisäksi teräsromua ja lisätään seosaineita. Konvertterissa tapahtuu ns. mellotusreaktio, jonka avulla raudasta saadaan terästä. Teräksen valmistuttua se kaadetaan terässenkkaan ja kuljetetaan vaunulla jatkokäsittelyyn.

Teräs viedään jatkokäsittelyyn joko senkkauunille ja vakuumlaitokselle tai suoraan CAS-OB-asemalle (2 kpl) riippuen valmistettavasta teräslaadusta. Jatkokäsittelyn tavoitteena on tehdä sulasta teräksestä koostumukseltaan ja lämpötilaltaan tasalaatuista sulaa sekä poistaa siitä epäpuhtauksia. Senkkauunilla teräkselle tehdään lopullinen seosaineiden lisäys, jotta sulan koostumus ja lämpötilat ovat sopivat valua varten. Tankkivakuumilla tehdään teräkselle tyhjiökäsittely, jonka tarkoituksena on poistaa liuenneita kaasuja kuten vetyä. CAS-OB-asemalla tehdään teräkselle lopullinen jälkitäsmäys. Jatkokäsittelyn jälkeen sula teräs siirretään jatkuvavalulaitokselle.

Jatkuvavalulaitos koostuu kolmesta jatkuvavalukoneesta. Jatkuvavalukoneet 4 ja 5 ovat kaarevia valukoneita ja jatkuvavalukone 6 on pystytaivutustyyppinen valukone. Jatkuvavalussa sula teräs lasketaan terässenkasta välisenkan kautta kokilliin, jossa teräs saa halutun muodon ja valun pinta alkaa jäähtyä. Kun valettu aihio on riittävän pitkä, se katkaistaan polttoleikkaamalla, merkataan ja viedään jäähdytyshalliin. Valmiit aihiot viedään valssaamolle jatkokäsittelyyn.

## 2.4 Mikserin prosessi

Mikserit ovat raakarautavarastoja, joita SSAB:n Raahen tehtailla on kaksi kappaletta. Ne ovat tulenkestävällä vuorauksella varustettuja ja molempien kapasiteetti on 1300 t, lämpötila mikse-reissä on n. 1320 astetta. Miksereitä lämmitetään koksikaasun avulla. Raakarautavarastot tasoit-tavat raakaraudan lämpötilaa ja laatua, eli eri aineiden pitoisuudet tasoittuvat. Tehtävänä on myös tasata tuotantotahtia, jos tuotannossa tulee odottamattomia keskeytyksiä. (4.)



KUVA 4. Raakaraudan kaato mikseriin (5).

Sulatolla tuodaan kahdesta viiteen raakautavaunua kerralla masuuneilta. Yhdessä raakautasenkassa on n. 90 t raakautaa. Ennen mikseriin kaatoa senkoista kuokitaan kuona pois. Nostureilla 106 ja 126 nostetaan senkka kuonanpoistoasemalle, joita on kaksi kappaletta ja senkkaa kallistetaan niin, että kuonakuokilla pystytään kaapimaan kuona päältä pois. Tämän jälkeen nosturi kaataa senkassa olevan raakaudan täyttöluukusta mikseriin (KUVA 4.) Mikseristä raakautaa kaadetaan toisella puolella sijaitsevaan raakautavaunuun. Kaato tapahtuu kallistamalla mikseriä. Kaadettu raakautaa kuljetetaan raakautavaunuilla rikinpoistoasemalle, näytteenottoasemalle tai konvertterilaitokselle.

### 3 JÄRJESTELMÄT JA OHJELMAT

Seuraavien ohjelmien ja järjestelmien avulla pyritään tehostamaan tehtaan tuotanto, informaation kulku ja käyttämään mahdollisimman tehokkaasti olemassa olevat resurssit. Honeywell-automaatiojärjestelmää käytetään osittain tehtaan sisällä, esimerkiksi mikserillä, jota tämä opinnäytetyö koskee. Kunnossapitajärjestelmät Arttu ja ALMA ovat tärkeitä toiminnanohjaus- ja dokumenttijärjestelmiä.

Opinnäytetyötä tehdessä käytettiin apuna tehtaalla käytettäviä ohjelmistoja, järjestelmiä ja työkaluja, joilla ylläpidetään tehtaan päivittäistä tuotantoa.

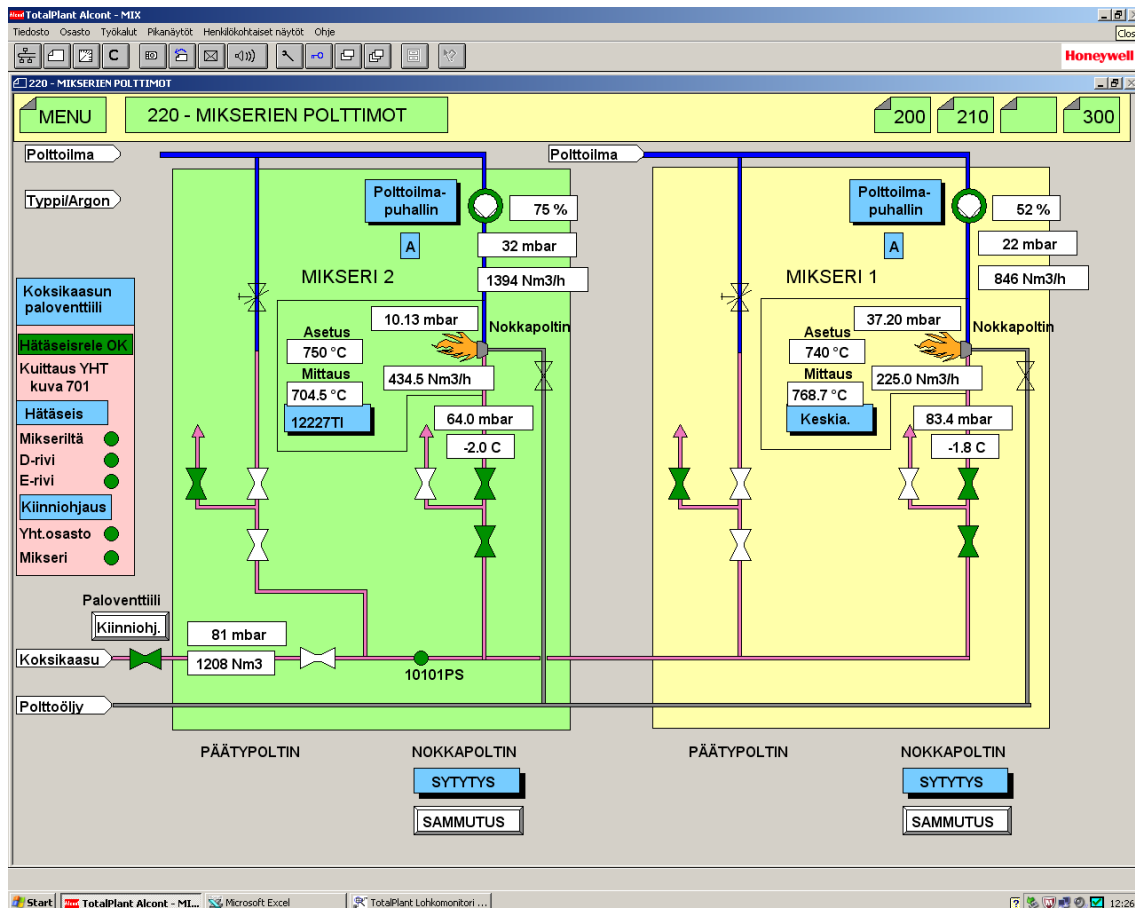
#### 3.1 Honeywell TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmä

Honeywell on vuonna 1906 perustettu teknologiaan paneutuva maailmanlaajuinen monialayritys, joka valmistaa automaatoratkaisuja liiketoimialojen tarpeisiin. Työntekijöitä yrityksellä on noin 132 000. Honeywellin liiketoiminta Suomessa kattaa sekä teollisuusautomaation että rakennusautomaation. Paikallisten toimintojen lisäksi Suomessa on Honeywellin sellu-, paperi- ja graafisen teollisuuden automaation kehityskeskus. (5.)

Honeywell TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmä on avoin ja hajautettu prosessinohjausjärjestelmä, joka perustuu modulaariseen laitteisto- ja ohjelmistoperheeseen. Kaikki tarvittavat tiedot prosessin ohjaukseen on mahdollista selata yhdeltä päätteeltä avaamalla useita ikkunoita samanaikaisesti tarkastelemaan ja suorittamaan eri prosessialueita. TotalPlant Alcont jakaa myös tietoja helposti muiden laitosjärjestelmien kanssa ja tukee kolmannen osapuolen sovelluksia. (6.)

Raahan tehtaan terässulaton mikserien koksikaasusäädössä käytetään Honeywell TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmää, jonka avulla ohjataan, mitataan, operoidaan ja seurataan kaikkia automatisoituja toimilaitteita. Työssä käytettiin Totalplant Alcont-järjestelmää mittauksien luotettavuuden ja tarkkuuden tarkistamiseen ja muun tiedon hankkimiseen. Lisäksi järjestelmästä saatiin hyviä kuvia havainnollistamaan eri vaiheita, joita työssä suoritettiin.

TotalPlant Alcont-järjestelmään voidaan toteuttaa näytöt halutuille prosessin osille. Mikserien prosessin osat on määritetty eri näytöille, joista voidaan seurata prosessin kulkua. Mikserien polttimoiden yleiskuva on määritetty järjestelmässä näytölle 220. Tällä näytöllä operoidaan ja valvotaan mikserien polttimoita. Näytöltä käynnistetään polttimoiden käynnistys- ja sammutussekvenssit ja valvotaan niitä kuvassa 5. (7.) Kyseistä näyttöä käytettiin tässä työssä mittaustuloksien saamiseen itse prosessista.



KUVA 5. Mikserien polttimoiden yleiskuva

### 3.2 Kunnossapitojärjestelmät

Raahen terästehtaan kunnossapidossa on käytössä useita toiminnanohjaus- ja dokumenttijärjestelmiä. Arttu-toiminnanohjausjärjestelmä on kunnossapidolle jokapäiväinen apuväline. Sitä käytetään esim. varaosien tilaamiseen, töiden ja vikojen hakuun. ALMA-järjestelmä on myös tehtaalla yleisesti käytössä. Järjestelmään on dokumentoitu eri prosessien kaikki piirustukset. Kyseisiä järjestelmiä käytettiin opinnäytetyön tiedon ja materiaalin hakuun.

### 3.2.1 Arttu-toiminnanohjausjärjestelmä

Arttu-toiminnanohjausjärjestelmän avulla seurataan ja käsitellään töitä sekä ennakkohuoltoja Raahen tehtaan sisällä. Kunnossapidossa tehdyt työt kirjataan Arttu-järjestelmään, josta haluttuja töitä voidaan myöhemmin tarvittaessa etsiä ja tarkastella. Artusta löytyy kaikki ennakkohuoltotyöt eri osastoille. Ennakkohuollot tulee suorittaa tietyin aikavälein. Huollon suorittaja pystyy järjestelmästä katsomaan tulevat huollot ja kuittaamaan tehdyt huollot. Artusta on myös mahdollista tilata tarvittavia varaosia ja materiaalia keskusvarastolta tai tehtaan ulkopuolelta. Järjestelmästä löytyy myös PI-kaaviot eri prosesseille. Opinnäytetyössä Arttu-järjestelmää käytettiin prosessin huoltohistorian ja kaavioiden hakuun (KUVA 6).

The screenshot displays the ARTTU software interface, titled 'ARTTU\_PRD'. The main window is 'Työn tiedot Työ:' (Work Information Work:). It contains several tabs: 'Yleistiedot' (General Information), 'Kuormitus/Ajoitus' (Loading/Timing), 'Materiaalit' (Materials), 'Alatyöt/Vaiheet' (Sub-tasks/Steps), 'Raportointi' (Reporting), and 'Suunn.tilanne' (Planning Status). The 'Yleistiedot' tab is active, showing a form for entering work order details. Fields include 'Päätyö, nimi:' (Main work, name:), 'Työnro, nimi:' (Work order number, name:), 'Tilaaaja:' (Client:), 'HEISKANEN T. HET3582', 'Kohde:' (Location:), 'Kuvaus/Dire:' (Description/Direction:), 'Vastaanottaja:' (Receiver:), 'Kireellisyys:' (Urgency:), 'Toiv.valm.pvm:' (Desired completion date:), 'Suunn.valm.pvm:' (Planned completion date:), 'Lask.tunnisteet:' (Invoice numbers:), 'Työtyyppi:' (Work type:), 'Työlaji:' (Work category:), 'Työn luokitus:' (Work classification:), 'Tarvit.työlupa:' (Need work permit:), 'Ulk.suor.' (External execution:), 'Tark.' (Check:), 'Valvottava' (Supervised:), 'Avainsana:' (Keyword:), 'Vetäjä:' (Initiator:), 'Kuorm.ryh:' (Loading group:), 'Työn suunn:' (Work planning:), 'Seisokki:' (Stoppage:), 'Projekt:' (Project:), 'Vaaran tunn. raportin autom. tulostus' (Danger identification report automatic printing:), 'Vaaran tunn. raportin autom. tulostus' (Danger identification report automatic printing:), 'Kohteen työt...' (Work at the site...), 'Kohteen tasot...' (Site levels...), 'Tilattu' (Ordered), 'Vastaanotto' (Receipt), 'Suunnittelussa' (In planning), 'Toteutettavissa' (To be implemented), 'Aloitettu' (Started), 'Keskeytetty' (Interrupted), 'Tehty' (Done), 'Tarkastus' (Check), 'Valmis' (Ready), 'Peruttu' (Cancelled), 'Hyväksyntä' (Approval), 'Päätöksi' (Decision), 'Peruuta päätyö' (Cancel main work), 'Ilmoitus ulk.työ' (Notification external work), 'Vaaranarviointi' (Risk assessment), 'Kohteen työt...' (Work at the site...), 'Kohteen tasot...' (Site levels...), 'Työmääräin' (Work quantity), 'Kortin raportit' (Card reports), 'Ohjeet...' (Instructions...), 'Asiakirjat...' (Documents...), 'Tapahtumat...' (Events...), 'Työn kuvat...' (Work photos...), 'Vaiheistus...' (Phasing...), 'Ostus...' (Purchase...), 'Muut kohteet...' (Other sites...), 'Kustannukset' (Costs), 'Dokumentit...' (Documents...), 'Kopioi...' (Copy...), 'Ex-tila...' (Ex-status...).

KUVA 6. Arttu-järjestelmän näkymä

### 3.2.2 ALMA -tiedonkeruuohjelmisto

ALMA on täysin integroitu suunnittelu- ja tiedonhallintajärjestelmä tuotanto- ja palveluprosessien teknisen tiedon ja tapahtumien sekä kunnossapidon elinkaarenaikaiseen hallintaan (8). Järjestelmää käytetään automaation ja sähköistykseen suunnitteluun, projektointiin sekä kaikkien teknisten piirustusten hallintaan. Raahen tehtaan kaikki sähköistystä koskevat dokumentit on sijoitettu

WebAlma-ohjelmistoon. ALMA on käytössä tehtaan kaikilla osastoilla. ALMA-järjestelmän hierarkiasta on mahdollista hakea tietoja osastoittain, joten haluttu dokumentti löytyy helposti. Opinnäytetyössä ALMA-järjestelmää käytettiin piirustuksien ja yleistietojen hakuun hierarkiasta (KUVA 7).

**ALMA** [TUOTANTO]
 WebALMA
Uutiset

Selaus
 Q-Haku
 QDokumenttihaku

Hierarkia

=TE.11.XV323 NOKKAPOLTTIMEN ULOSPUHALIUS  
 =TE.11.XV327 NOKKAPOLTTIMEN ÖLJYNSULKUV.  
 =TE.11.XS328 KOKSIKAASUN PIKASULKU  
 =TE.11.-A-329 NOKKAPOLTTIN (TE U0409)  
 =TE.11.FIC330 NOKKAPOLTTIN KOKSIKAASU Määrä  
 =TE.11.PIA331 NOKKAPOLTTIN KOKSIKAASU PAINE  
 =TE.11.TIA332 NOKKAPOLTTIN KOKSIKAASU LÄMPÖTI  
**TE001 PT-100 ANTURI**  
 TT010 OHJELMOITAVA 2-JOHDINLÄHETIN  
 =TE.11.XS336 NOKKAPOLTTIN SYTYTYS/LIEK.VALV.  
 =TE.11.-F-340 MIKSERI 1, POLTTOILMAPUHALIN  
 =TE.11.-F-341 NOKKAPOLTTIN POLTTOILMAPUHALIN  
 =TE.11.-H-401 KALLISTUS, KÄYTTÖKONEISTO 1  
 =TE.11.-H-402 KALLISTUS, KÄYTTÖKONEISTO 2  
 =TE.11.-X-403 MIKSERI 1 JARRU1  
 =TE.11.-X-404 MIKSERI 1 JARRU2  
 =TE.11.-P-406 MIKSERIN KESKUSVOITTELU

TE001 PT-100 ANTURI
 Tulosta

Ylempi

Tiedot

Tunnus	TE001
Yksilöivä tunnus	=TE.11.TIA332-TE001
Nimitys 1	PT-100 ANTURI
Sijaintitunnus	
Valmistajan tarkka tyyppi	WT-ME-MI-6/205-4J-KLA
ARTTU siirtotila	[Ei valittu]
Suunnittelutila	Julkaistu ( Julkaistu)
Asennuspaikka	
Valmistaja	
Tavararyhmä	
Tyylin numero	
Kriittisyys	1 ( TUOTANNOLLE VÄLTÄMÄTÖN)
Alkuperäinen perustajan nimi	KIVINIITTY A
Alkuperäinen muutos pvm.	20031028
Yleistiedot	NOKKAPOLT. KOKSIKAAS. Lämpötila
TP Piirustusnumero	4468522-1

KUVA 7. ALMA-järjestelmän hierarkia



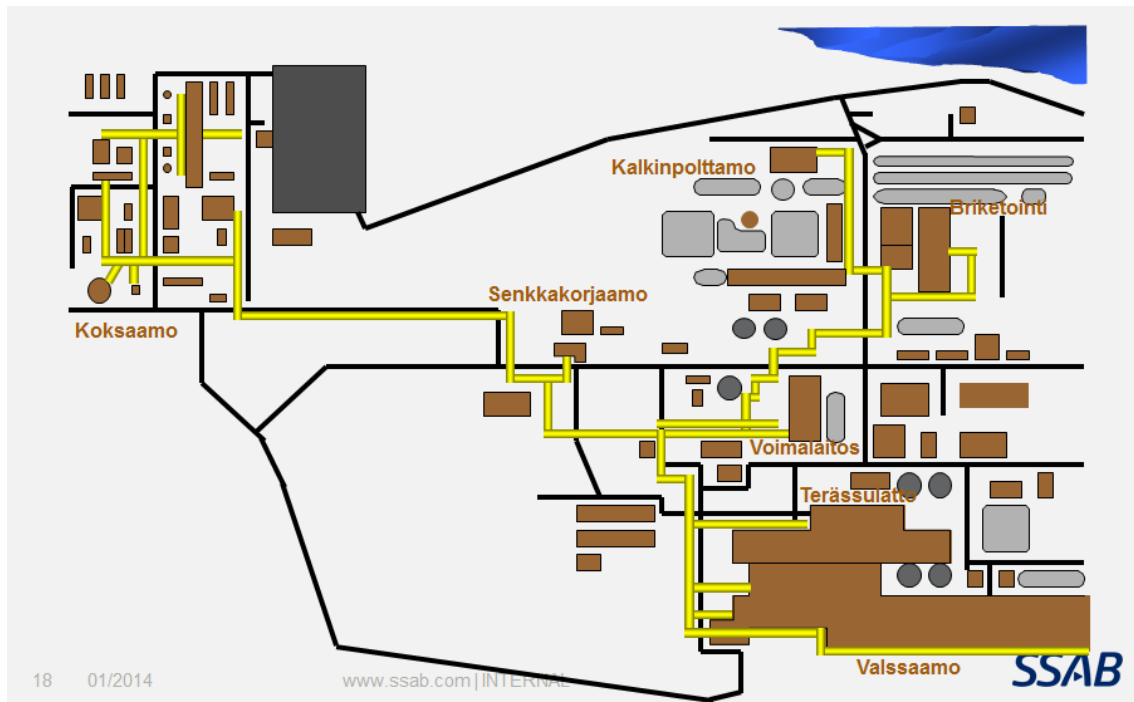
## 4 TYÖN SUORITUS

Opinnäytetyön aloituspalaveri pidettiin 19.12.2017, jossa käytiin aihe läpi ja asetettiin tavoitteet työlle. Tutustuminen aiheeseen alkoi vuoden alusta, jolloin päästiin paikan päälle tutustumaan laitteistoon ja itse prosessiin. Materiaalia etsittiin pääsääntöisesti tehtaan sisäisistä lähteistä. Materiaalin hakuun käytettiin myös internetiä ja asentajien apua. Koksikaasusäätöä on paranneltu vuosien aikana toimilaitemuutoksilla, jolloin nokkapolttimen tukkeutumiset ovat vähentyneet. Täten käyttövarmuutta on saatu hieman paremmaksi. Työ aloitettiin prosessiin ja säätötapoihin tutustumalla.

### 4.1 Prosessi- ja instrumentointikuvaus

Prosessin keskeisenä osana on koksiamolta tuleva koksikaasu, jolla siis ylläpidetään mikseroiden nokkien korkeaa lämpötilaa. Koksikaasun lisäksi prosessissa tarvitaan polttoilmaa.

Koksikaasu on helposti syttyvä ja hyvin myrkyllinen kaasu, jota syntyy koksiamolta sivutuotteena. Koksikaasu sisältää keskimäärin 6 % hiilimonoksidia eli häkää. Kaasu tulee koksiamon kaasukellon kautta eri puolille tehdasta tuotannon tarpeisiin (KUVA 8). Terässulatolla koksikaasua käytetään mikserillä ja senkkojen sekä välisenkkojen lämmityspaikoilla. Terässulaton käyttämä kokonaiskaasumäärä mitataan määränmittauslaipalla, joka sijaitsee noin 100 metriä etelään sulaton aihiohallin nurkasta. Aihiohallin lounaisnurkalla sijaitsee sulatolle tulevan putkihaaran vesilukko ja lauhteiden keräilykaivo. Terässulaton katolla putkisto haarautuu eri käyttökohteille, kaikki haaroitukset on varustettu sulkuventtiilillä. Käyttökohteille tulevassa runkoputkessa on paineen-säätöventtiili sekä painekytin, joiden jälkeen runkoputki haarautuu poltinkohtaisille turva- ja sää-töventtiiliryhmillä. (9.)



KUVA 8. Koksikaasun jakelu tehtaan sisällä (10).

Koksikaasun huono puoli on sivuaineena syntyvä lauhde. Lauhde koostuu vedestä ja tervasta. Ajan kuluessa lauhde tarttuu prosessin putkistoihin ja tukkii nokkapolttimen. Polttimen tukkeutuksessa putkisto vaatii höyrystämistä polttimen avaamiseksi tukoksesta. Höyrystäminen tapahtuu sähköasentajien ja mekaanikoiden yhteistyönä. Mekaanikot laittavat käsisulkuventtiilit vaadittavaan asentoon ja ulospuhallusventtiilin auki. Putkistossa on kynsiliitin, josta mekaanikot puskevat linjastoon höyryä. Sähköasentajat säätävät säätöventtiilin auki, jolloin höyry puhdistaa koksikaasulinjaston ja nokkapolttimen lauhteesta. Koksikaasun runkolinjasta tulee tuolloin sulanutta koksitervaa. Tietyin aikavälein säätöventtiiliä käytetään kiinni, jolloin höyryn paine kerääntyy linjastoon. Höyryn paineen kerääntyessä tarpeeksi isoksi käytetään säätöventtiiliä jälleen auki. Kyseistä toimenpidettä tehdään niin kauan, että putkisto ja nokkapoltin on puhdistettu lauhteesta.

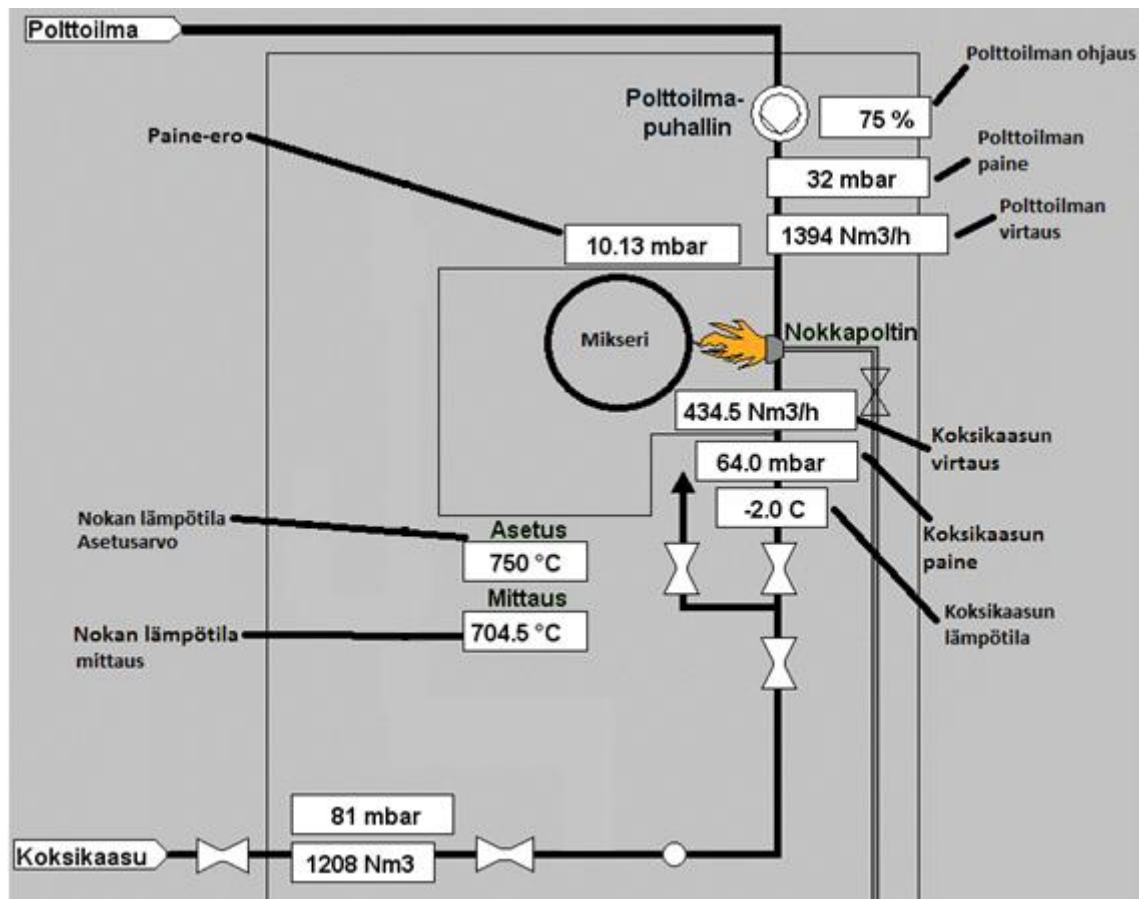
Koksikaasu tulee jakotukille, josta kaasu jakaantuu molemmille miksereille putkistoa pitkin. Molempien miksereiden koksikaasuputkistossa on lämpötila-, paine- ja virtausmittaus, joilla seurataan kaasun lämpötilaa, painetta ja virtausta. Prosessiin on myös sijoitettu paine-eromittaus, jolla mitataan koksikaasun paine-eroa säätöventtiilin molemmiin puolin. Koksikaasu päätty putkistoa pitkin mikserien nokille, jonne on sijoitettu nokkapoltin. Nokkapolttimessa koksikaasua poltetaan ja täten mikseri lämpenee. Miksereiden nokalle on sijoitettu kaksi lämpötilamittausta. Näistä mittauksista voidaan valita järjestelmästä mittaukseen jompikumpi tai molempien mittauksien keskiarvo. Näitä mittauksia käytetään nokkapolttimen säätämiseen.

Prosessissa käytetään koksikaasun lisäksi siis myös polttoilmaa. Polttoilmalinjastoon on sijoitettu paine- ja virtausmittaus, joilla seurataan polttoilman painetta ja virtausta. Automaatiojärjestelmälle viedään mikserien nokilta mitattu lämpötila, tällöin säädin säättää polttoilman ja koksikaasun virtausta arvojen erotuksen mukaisesti säätämällä nokkapoltin polttoilmapuhallinta.

Yhdessä mikserissä on yksi nokkapoltin sekä polttimelle oma polttoilmapuhallin. Kukin poltin on varustettu liekinvalvonta-automaatikalla. Polttimien sytytys tapahtuu kentällä olevasta ohjauskotelosta. Automaatiojärjestelmä laskee linjojen (koksikaasu ja ilma) määrän suhteet määrämittauksien avulla. Linjoilla olevilla venttiileillä ei ole siis erillisiä rajatietoja, vaan rajatiedot saadaan linjojen määrämittauksista ja paineenmittauksista. (7.)

Nokkapoltin on poltin, jossa poltetaan koksikaasua. Nokkapolttimien säädin on polttoilman ja koksikaasun määrän suhdesäädin. Automaatiojärjestelmään viedään mikserin nokalta holvin lämpötila, tällöin säädin säättää polttoilman ja koksikaasun virtausta eroarvon mukaisesti säätämällä nokkapoltin polttoilmapuhallinta. Yhden mikserin nokalla on kaksi lämpötilamittausta, joilla säädetään nokkapoltinta. Käyttäjä voi valita järjestelmästä säätöön jommankumman nokalla olevista lämpötilamittauksista tai niiden keskiarvon. Tämä valinta voidaan toteuttaa näytöstä 220. (7.)

Itse prosessi näkyy kuvassa 9. Kuvaan on myös nimetty prosessissa käytettävät mittaukset.



KUVA 9. Prosessikuvaus

Miksereiden koksikaasusäädön prosessissa käytetään virtaus-, lämpötila-, painemittauksia, joiden avulla prosessia seurataan. Prosessissa on myös säätöventtiili, jolla säädetään koksikaasun määrää.

Koksikaasun virtausta mitataan Rosemountin 3051-sarjan virtausmittarilla. Mittauksessa käytetään analogista 4-20 mA virtaviestiä ja se tukee HART-protokollaa. Mittauksesta voidaan valita kaksijohtiminen 4-20 mA:n lähtö lineaariseksi tai neliöjuuretuksi. Mittaus on kompakti paine-eroon perustuva tilavuusvirtausmittari. Mittarissa on neliäukkolaippa, joka tarvitsee tulo- ja lähtöpuolelle vain kahden halkaisijan mittaisen suoran putkiosuuden.

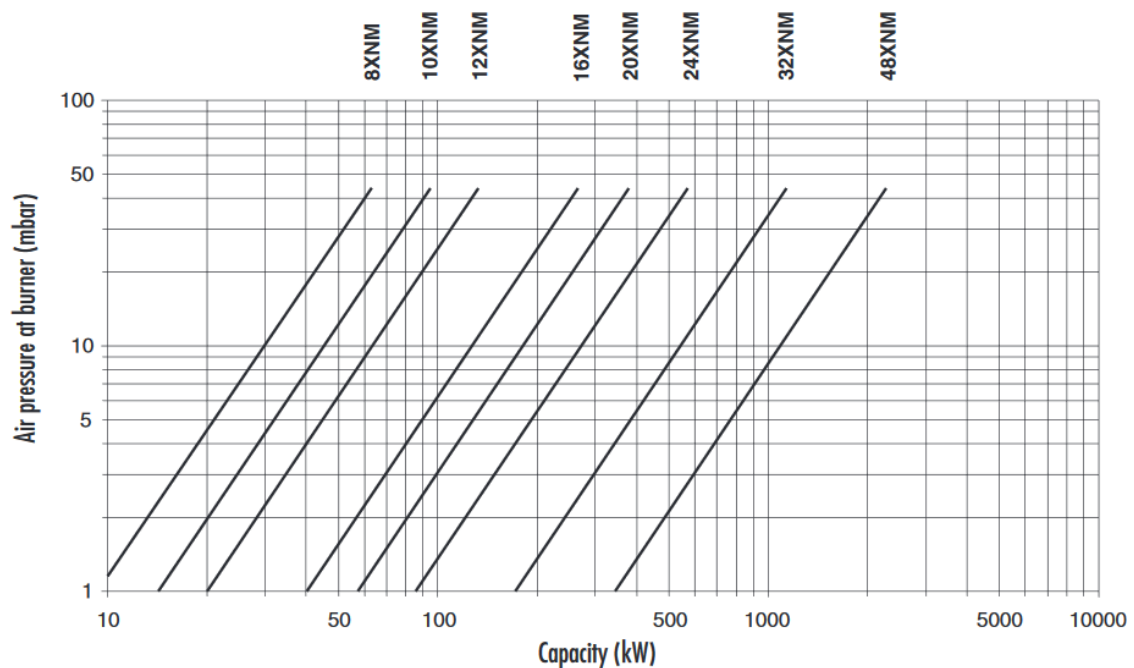
Polttoilman virtausta mitataan Rosemountin 8800-sarjan vortex-virtausmittarilla. Mittauksessa käytetään analogista 4-20 mA virtaviestiä ja se tukee HART-protokollaa. Rosemountin 8800 pyörerevanavirtausmittari on passiivinen kaksijohdin-mittalaite, joka esittää virtausmäärän useana eri skaalauksena. Mittauksessa mitattavaan aineeseen luodaan pyörteitä mittarin sisäisellä vir-

tausesteellä. Pyörteiden johdosta linjaan syntyy painevaihteluja, joita vortex-anturin sisällä oleva sensori mittaa.

Lämpötilaa mitataan koksikaasuputkesta ja mittauksessa käytetään Pt100 vastusanturia ja lähetimenä ohjelmoitavaa 2-johdimista älykästä nappilähetintä. Lämpötila vaihtelee vuodenajasta riippuen. Talvipakkasilla koksikaasun lämpötila on terässulaton saapuessa negatiivinen. Kesällä vastaava lämpötila on kymmeniä asteita. Myös mikserin nokalla käytetään kahta Pt100 vastusanturia.

Koksikaasun virtausta mitataan Rosemountin 3051-sarjan painemittauksella. Mittauksessa käytetään analogista 4-20 mA virtaviestiä ja se tukee HART-protokollaa. Mittausalue lähettimellä on -620/+620 mbar. Paine-eromittauksessa käytetään samanlaista 3051-sarjan painemittauksella.

Mikserien nokilla käytetään Pyronics 48 XNM-mallin poltinta, jonka maksimiteho on 1700 kW. Poltin vaatii alhaisen ilman- ja kaasun paineen.



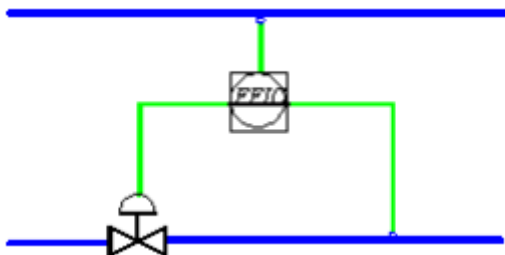
KUVA 10. Polttimeen teho (kW) ilman paineeseen nähden (mbar) (11, s. 4).

## 4.2 Säättötapojen kuvaus

Säätöpiiri koostuu säädettävästä prosessista toimilaitteineen, mittausanturista ja -lähettimestä sekä säätimestä. Säädettävä prosessi voi olla käytännössä mitä vain ja mitattava suure voi olla esimerkiksi virtaus tai lämpötila. Toimilaite saa ohjauksen säätimeltä analogisena tai digitaalisena virtaviestinä. Toimilaite vaikuttaa prosessin suureisiin esimerkiksi lämpötilaan, pinnankorkeuteen tai paineeseen. Usein toimilaite vaikuttaa samanaikaisesti moneen eri prosessisuureeseen. (12, s. 13.)

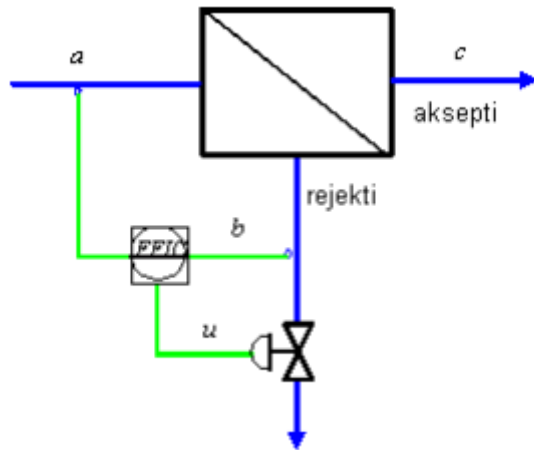
Tutkitaan koksikaasusäädössä käytettävää säätötapaa suhdesäätöä. Lisäksi mietitään muita säätötapoja, joita prosessissa voitaisiin myös käyttää.

Suhdesäätö on tyypillinen monissa annostelu- ja sekoitusprosesseissa. Säättötavassa on tarkoitus ylläpitää kahden tai useamman prosessimuuttujan välillä tietty suhde. (KUVA 11) (12, s. 39.)



KUVA 11. Suhdesäätö kahden virtauksen välillä (12, s. 39).

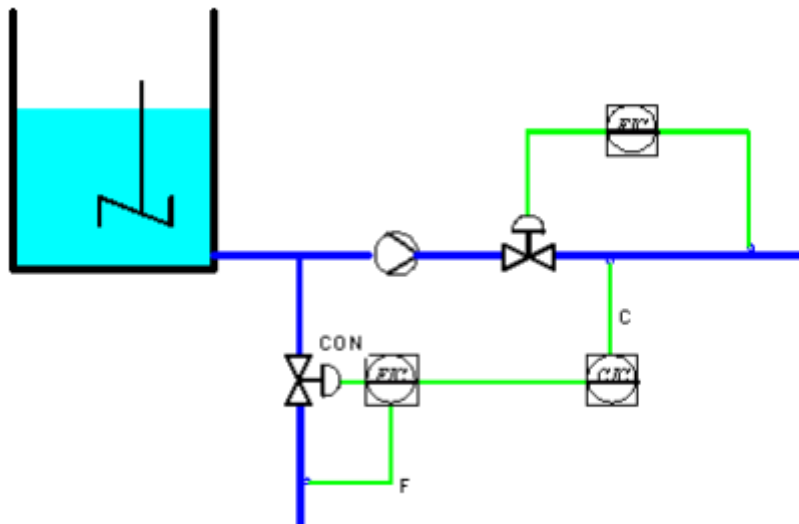
Seuraavassa kuvassa on painelajitin, jossa päävirtauksesta (a) erotetaan rejekti (b) ja aksepti (c) (KUVA 12). Rejektivirtaus seuraa päävirtausta tietyllä suhteella, jota voidaan pitää suhdesäätimen asetusarvona. (12, s. 39.)



KUVA 12. Esimerkki suhdessäädöstä, painelajittimen PI-kaavio (12, s. 39).

Suhdesäätöä käytetään siis mikserien koksikaasusäädössä. Prosessissa ylläpidetään koksikaasun ja polttoilman välistä suhdetta. Automaatiojärjestelmään viedään mikserin nokalta mitattu lämpötila. Säädin säätelee eroarvon mukaisesti polttoilman ja koksikaasun suhteen.

Kaskadikytkennässä on useita ohjaussuureita ja yksi säädettävä suure, eli varsinaisen suureen ohjaus, säädetään toisen suureen kautta. Kaskadisäädössä puhutaan sisemmästä ja ulommasta säätöpiiristä (KUVA 13). Sisemmällä piirillä säädetään toimilaitetta, kun taas ulommalla piirillä säädetään itse prosessia. Säätöä pystytään nopeuttamaan, kun varsinaisen säätimen lisäksi käytetään apusäätäjää, joka reagoi nopeammin ohjausmuutoksiin. Ulommaista säädintä kutsutaan yläsäätimeksi (isäntäsäädin, pääsäädin), eli sakeudensäätimeksi. Apusäädin on alasäädin (renkisäädin), joka ohjaa alhaalta tulevan laimennusveden venttiiliä. (12, s. 33.)



KUVA 13. Esimerkki kaskadisäädöstä PI-kaavio esityksenä (12, s. 33).

Kaskadisäätöä käytetään yleensä prosesseissa, joissa prosessin ohjaukseen summautuu virheitä. Sisemmällä säätimellä pyritään poistamaan häiriöt ennen kuin ne vaikuttavat säädettävään prosessiin. Toisin sanoen sisempi säädin on viritetty ulompaa säädintä nopeammaksi. Säätötapa voisi myös käyttää mikserien koksikaasusäädössä, jos prosessissa ilmenisi enemmän häiriöitä.

#### 4.3 Mittaukset

Arttu-järjestelmästä kartoitettiin tehdyistä töistä prosessissa todetut häiriötilat viimeisen vuoden ajalta. Tehdyistä töistä yksi häiriö toistui tietyin väliajoin, aikaisemmin mainittu mikserin nokkapolttimen tukkeutuminen lauhteesta. Häiriö tuntuu toistuvan molemmilla miksereillä tietyin väliajoin. Mikserien nokkapolttimoiden vikakeikkojen määrässä oli myös huomattava ero. Mikseri 1:llä on tehty viimeisen vuoden aikana 11 vikakeikkaa, kun taas mikseri 2:lla vastaava määrä on kuusi.

Mahdollisia kehitysideoita tiedusteltiin sähköasentajilta ja asiantuntijoilta, joille prosessi on tullut tutuksi vuosien kuluessa. Asentajilta tuli ideoita instrumentoinnin kehittämiseen ja säätötavan mahdolliseen muuttamiseen. Tuotantopuolen henkilöstöä haastateltiin mikserin nokan optimaalisesta lämpötilasta. Ongelmana on se, että jos mikserin nokan lämpötila on liian alhainen, nokkapoltin alkaa keräämään lauhdetta ja poltin tukkeutuu. Lämpötilan ollessa liian korkea mikserin vuoraus kärsii odotettua nopeammin ja se syöpyy.



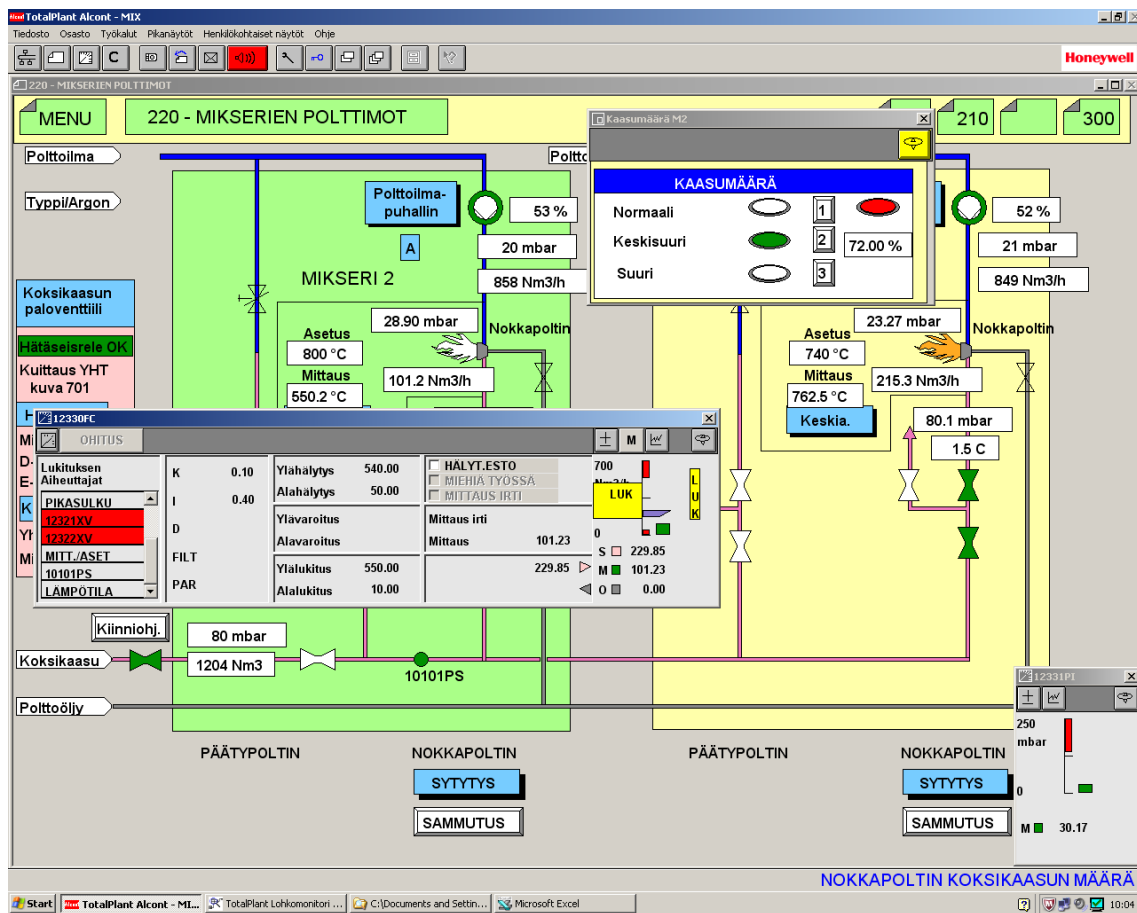
Vanhalla instrumentoinnilla tehtiin kokeita mikseri 2:lla, jossa kerättiin tietoa polttimeen ja säädön toimivuudesta. Mikseri 2:sen nokkapoltin ja putkistot oli höyrystetty edellisiltana, jotta tulokset olisivat mahdollisimman tarkat. Dataa saatiin Honeywell TotalPlant-Alcont -automaatiojärjestelmän kautta ja se siirrettiin Excel-ohjelmaan keräämään dataa sekunnin sykeillä. Tietoa saatiin koksikaasun paineesta, lämpötilasta ja virtauksesta sekä polttoilman paineesta ja virtauksesta. Lisäksi saatiin dataa paine-erosta sekä mikserin nokan lämpötilasta (KUVA 14).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		12330F2	12324TC	12309PI	12310FI	12331PI	12332TI	12330FC.MES	12330FC.CON	12330FC.SET			
2		Paine-ero	Nokan lämpötila	Polttoilman paine	Polttoilman virtaus	Koksikaasun paine	Koksikaasun lämpötila	Koksikaasun virtaus	Ohjeus arvo	Asetusarvo			
3	12:10:27	7.7535	699.0616	38.8739	1174.2455	62.3236	-2.1096	438.2544	85.837	419.3932			
4	12:10:28	7.7535	699.0616	38.8739	1174.2455	62.3236	-2.1096	438.2544	85.837	419.3932			
5	12:10:29	7.6581	699.5193	38.7823	1173.6284	62.2282	-2.0714	438.5214	85.8213	419.3595			
6	12:10:30	7.7535	699.5193	38.7823	1173.6284	62.2282	-2.0714	437.9873	85.8163	419.1131			
7	12:10:31	7.6581	699.0616	38.7366	1175.5031	62.3236	-2.0714	438.2544	85.8073	419.6781			
8	12:10:32	7.6581	699.5193	38.7366	1176.9554	62.3236	-2.0714	438.7884	85.7911	419.8615			
9	12:10:33	7.8489	699.0616	38.8281	1177.2933	62.5048	-2.0333	439.5895	85.7767	420.4413			
10	12:10:34	7.7535	699.0616	38.8281	1177.2933	62.5048	-2.0333	439.0555	85.7773	420.5762			
11	12:10:35	7.7535	699.5193	38.9197	1181.2407	62.4094	-2.0333	439.3225	85.7731	421.4516			
12	12:10:36	7.7535	699.0616	38.9197	1182.3695	62.4094	-2.0333	438.7884	85.7806	422.152			
13	12:10:37	7.6581	699.0616	38.9197	1182.3695	62.4094	-2.0333	437.7203	85.7948	422.6026			
14	12:10:38	7.6581	699.0616	39.0066	1180.5756	62.1328	-2.0714	437.1862	85.7891	422.4149			
15	12:10:39	7.6581	699.9771	38.9609	1182.3867	61.9421	-2.1096	436.6522	85.7803	421.8864			
16	12:10:40	7.8489	699.9771	38.9609	1183.2864	62.0375	-2.0714	437.9873	85.7626	422.6095			
17	12:10:41	7.7535	699.9771	38.8739	1183.5941	61.9421	-2.1096	436.6522	85.7783	422.9686			
18	12:10:41	7.7535	699.9771	38.8739	1183.5941	61.9421	-2.1096	436.6522	85.7783	422.9686			
19	12:10:42	7.6581	699.0616	38.8739	1183.703	61.9421	-2.1096	436.9192	85.7681	423.0915			
20	12:10:43	7.6581	699.5193	38.8281	1184.4767	61.9421	-2.1096	436.6522	85.7644	423.1349			
21	12:10:44	7.6581	699.9771	38.7366	1184.6837	61.9421	-2.0714	436.9192	85.757	423.4438			
22	12:10:45	7.6581	699.9771	38.6908	1184.2999	62.0375	-2.0714	437.1862	85.7463	423.5264			
23	12:10:45	7.8489	699.0616	38.7366	1183.8556	62.3236	-2.0714	437.9873	85.7242	423.3732			
24	12:10:46	7.8489	699.0616	38.7366	1183.8556	62.3236	-2.0714	437.9873	85.7242	423.3732			
25	12:10:47	7.7535	699.9771	38.7823	1183.3628	62.1328	-2.1096	436.9192	85.7285	423.1958			
26	12:10:48	7.7535	699.9771	38.9197	1183.1058	62.3236	-2.1096	437.1862	85.7135	422.9991			
27	12:10:49	7.7535	699.9771	38.8739	1182.7629	62.4094	-2.0714	438.5214	85.684	422.8965			
28	12:10:50	7.8489	699.0616	38.9609	1183.9993	62.5048	-2.0714	439.3225	85.661	422.7596			
29	12:10:51	7.9442	699.9771	38.8739	1182.6675	62.6955	-2.0333	440.1236	85.6467	423.2532			
30	12:10:52	7.8489	699.9771	38.9197	1183.3737	62.6955	-2.0714	440.3906	85.6248	422.7216			
31	12:10:53	7.7535	699.0616	38.9197	1184.3506	62.6955	-2.0714	440.3906	85.6185	423.0034			
32	12:10:54	7.8489	699.5193	38.8739	1184.5828	62.8862	-2.0714	440.3906	85.6139	423.3934			
33	12:10:55	7.7535	699.9771	38.9197	1183.2579	62.8862	-2.0333	440.6577	85.6013	423.4861			
34	12:10:56	7.8489	699.5193	38.9609	1182.7473	62.9816	-2.0333	440.3906	85.5872	422.9572			
35	12:10:57	7.9442	699.0616	38.9609	1183.8495	62.9816	-2.0714	440.898	85.5663	422.7534			

KUVA 14. Prosessista kerättyä dataa Excel-taulukossa

Mikseri 2:lla tehtiin sama datan keruu kolme viikkoa edellisten mittauksien jälkeen vanhalla instrumentoinnilla. Tällä kertaa edellisestä höyrystämisestä oli aikaa kolme viikkoa. Tarkoituksena oli verrata saatuja tuloksia edelliseen mittaukseen, jossa oli tehty höyrystäminen edellisiltana. Tällä kertaa datan keruuseen oli lisätty molemmat lämpötilan mittaukset mikserin nokalta.

Heti kun dataa lähdettiin keräämään, melkein välittömästi mikserin nokkapoltin sammui ja osa mittauksista meni lukitustilaan (KUVA 15). Syyksi selvisi lopulta paine-eromittari, joka meni yli asetusarvon. Ennen nokkapoltin sammumista silmään pistävää oli myös mikserin nokalla olevien lämpötilamittausten suuri lämpötilaero. Toisen mittauksen lämpötila pysyi lähes stabiilina, mutta toisen mittauksen lämpötila heittelehti 350 ja 800 asteen välillä.



KUVA 15. Mikseri 2:sen mittauksien lukitustila

Nokkapoltin käytiin sytyttämässä uudelleen kentällä olevasta ohjauskotelosta. Tarkistimme samalla molemmat lämpötilamittaukset mikserin nokalta suurten lämpötilaerojen vuoksi. Toinen mittari, jossa havaittiin suurta lämpötilaheittoa, oli pahasti vaurioitunut (KUVA 16). Tällä voisi selittyä suuri lämpötila heitto kyseisessä mittauksessa. Lämpötilamittaus uusittiin heti, kun vaurioitunut mittaus havaittiin.



*KUVA 16. Vaurioitunut lämpötilamittari mikseri 2:sen nokalla*

Nokkapolttimen syttyessä saatiin jälleen kerättyä luotettavaa dataa mittauksista. Mittauksien aikana muutimme mikserin nokan lämpötilan asetusarvoa ja koksikaasun virtauksen määrää, jotta nähdään, miten mittaukset reagoivat tehtyihin muutoksiin. Tuloksien pohjalta ja itse prosessia tutkimalla lähdettiin miettimään mahdollisia kehityskohteita.

## 5 TULOSTEN TARKASTELU

Työssä tutkittiin nykyistä säätötapaa ja mahdollisesti muita sopivia säätötapoja. Suhdesäädössä on tarkoitus ylläpitää vähintään kahden prosessimuuttujan välistä suhdetta, eli tässä tapauksessa koksikaasun ja polttoilman suhdetta. Työssä tutkittiin myös toista prosessiin sopivaa säätötapaa, mutta todettiin että kaskadisäätö ei ole tähän prosessiin sopiva. Kaskadisäätö sopisi paremmin sellaiseen prosessiin, jonka ohjauksessa ilmenisi enemmän häiriöitä. Sisempi säädin tulisi myös virittää ulompaa säädintä nopeammaksi häiriöiden eliminoimiseksi ennen säädettävään prosessiin vaikuttamista. Säätöteknisessä mielessä prosessista ei löydy kehitettävää. Nykyisin olemassa oleva suhdessäätö on koksikaasusäätöön paras mahdollinen, joten säätötavan muuttamiselle ei ole tarvetta.

Yksi prosessin suurimmista ongelmista on ollut koksikaasun sivuaineena tuottama lauhde, joka tukkii nokkapolttimen. Instrumentointia miettiessä otin yhteyttä henkilöön, joka vastaa koksaamolla tehtaalte tulevasta koksikaasusta. Hän kertoi, että nokkapolttimoiden tukkeutuminen voisi vähentää ”tervaloukulla” ts. u-putkella. Kyseistä loukkua käytetään Raahen tehtaan valssaamon normalisointiuunilla vastaavaan lauhteen poistoon. Tulokset ovat olleet hyviä ja tukkeutumiset ovat vähentyneet. Koksaamolla, josta koksikaasu tulee, on jo oma lauhteenpoisto ennen kaasun jakamista muualle päin tehdasta. He käyttävät edellä mainittua tervaloukkua. Koksaamolta myös kerrottiin, että koksaamon päästä ei pystytä enempää lauhdetta poistamaan. Mikäli kyseisen tervaloukun haluaisi sijoittaa prosessiin, tulisi se sijoittaa sulaton puolelle ennen nokkapoltinta. Tervaloukun sijoittaminen terässulaton koksikaasulinjastoon vähentäisi tukkeutumisia.

Nokkapolttimen tukkeutumisen vähentämistä lähdettiin miettimään myös mikserin nokan lämpötilan kautta. Liian alhaisella lämpötilalla nokkapoltin kerää enemmän lauhdetta, kun taas liian korkealla lämpötilalla mikserin vuoraus kärsii odotettua nopeammin. Optimaalinen lämpötila mikserin nokalla olisi 750 lämpöasteen tienoilla.

Mikserien alue on tunnetusti hyvin pölyinen. Prosessin mittaukset altistuvat jatkuvasti kaikelle pölylle ja lialle mikserien alueella. Tästä syystä prosessin mittauksien arvot eivät välttämättä ole täysin luotettavia. Työssä huomattiin myös se, että mikserin nokalla olevissa kahdessa lämpötilamittauksessa voi olla jopa 100 asteen heitto. Osasyynä voi olla se, että toisen lämpötilamittauksen mittapää voi kerätä enemmän lauhdetta. Täten mitattu arvo ei ole täysin luotettava toiseen

arvoon nähden. Nokan toinen lämpötilamittaus voi todellisuudessa olla ihan muuta ja mitattu lämpötila säättää järjestelmää virheellisesti. Mittauksia voitaisiin tietyin väliajoin puhdistaa liasta mittauksien todellisten arvojen parantamiseksi.

Polttoilman vortex-virtausmittauksen luotettavuus ei välttämättä ole täysin tarkka. Mikserin hallista otettava ilma on hyvin pölyistä, joten mittaukset voivat kärsiä tästä. Polttoilmapuhalttimeen voisi laittaa suodattimen, joka suodattaisi likaista ilmaa. Tämä vaatisi suodattimen säännöllisen vaihdon tietyin aikavälein. Vortex-virtausmittareista ei ole myöskään hyviä kokemuksia terässulaton alueella.

Mikseri 2:lla suoritettiin kaksi mittausta, joiden välillä oli kolme viikkoa aikaa. Tarkoituksena oli kerätä dataa mittauksista, jotta nähtäisiin, onko eri mittauskerroilla suuria heittoa mittauksien välillä. Ensimmäisellä mittauskerralla nokkapoltin oli höyrystetty edellisiltana ja toisella kerralla höyrystyksestä oli aikaa kolme viikkoa. Alla olevaan taulukkoon on kerätty keskimääräinen mittausarvo seuraaville mittauksille (TAULUKKO 1).

*TAULUKKO 1. Saadut mittausarvot prosessista*

	Nokan lämpötila asetus (C)	Nokan lämpötila mittaus (C)	Koksikaasun virtaus (Nm <sup>3</sup> /h)	Polttoilman virtaus (Nm <sup>3</sup> /h)
1 mittaus	750	700	440	1180
2 mittaus	800	750	380	1160

Mikserin nokan lämpötilan asetusarvossa oli 50 asteen heitto, kuten myös mittauksissa. Koksikaasun ja polttoilman virtauksissa oli myös heittoa. Virtauksista nähdään, että polttoilmaa menee noin 3 kertaa enemmän kuin koksikaasua. Mittauskertojen välillä huomataan, että virtaukset eivät ole optimissa toisiinsa nähden. Toisella mittauskerralla polttoilmaa menee huomattavasti enemmän koksikaasuun nähden. Virtauksien erot eivät vaikuta suuresti tervaantumiseen, toisin kuin lämpötila. Muissa mittauksissa ei havaittu suuria eroja. Huomattavaa on myös se, että ensimmäisessä mittauksessa koksikaasun ja polttoilman virtaukset ovat paljon suurempia, jolloin höyrystys oli tehty edellisenä iltana. Näyttäisi, että ajan mittaan höyrystyksestä virtaukset pienevät.

Toisen mittauskerran aikana säädettiin myös koksikaasun virtauksen ohjausta ja mikserin nokan lämpötilaa ja katsottiin, miten muutokset reagoivat mittausarvoihin (TAULUKKO 2). Nokkapoltin sytytettiin uudelleen ennen mittauksien alkua.

TAULUKKO 2. Mittausarvot prosessista

	Kellonaika (hh:mm:ss)	Nokan lämpötila asetus (C)	Nokan läm- pötila mit- taus (C)	Koksikaa- sun virtaus (Nm <sup>3</sup> /h)	Polttoilman virtaus (Nm <sup>3</sup> /h)
Nokan lämpötila asetus 800C	10:10:00	800	720	310	1170
Nostettu koksikaasun virta- uksen ohjaus keskisuurelta suureksi	10:16:00	800	740	350	1175
Laskettu mikserin nokan asetus 760C	10:26:00	760	750	385	1175
Laskettu mikserin nokan asetus 740C	10:32:00	740	750	390	1135
	10:38:00	740	749	375	1100

Mittauksista voidaan huomata se, että nokkapolttimen sytyttämisen jälkeen mikserin nokan lämpötila lähtee nopeasti kasvamaan kohti asetuservoa. Lämpötilan saavuttaessa asetuservon koksikaasun ja polttoilman virtaus pienenee sekä lämpötilan muutokset tasoittuvat.

## 6 POHDINTA

Työn tavoitteena oli miettiä ja tarvittaessa kehittää mikserien koksikaasunsäädön säätötapaa ja instrumentointia. Lopputuloksena kerättiin mahdolliset kehityskohteet, joita tulevaisuudessa voisi hyödyntää koksikaasusäädössä.

Aluksi työssä tutustuttiin tutkittavaan prosessiin ja kartoitettiin prosessissa todetut häiriötilat viimeisen vuoden ajalta. Työssä tutkittiin käytettävää säätöä ja muita prosessiin sopivia säätötapoja. Instrumentoinnin parantamista tutkittiin häiriöiden ja henkilöstön kehitysideoiden kautta. Muita kehityskohteita tiedusteltiin tehtaan henkilöstöltä. Prosessiin tehtiin kaksi mittausta, joiden välillä suoritettiin vertailua.

Säätötapana suhdesäätö on prosessiin paras mahdollinen, joten toista säätötapaa ei lähdetty edes kokeilemaan työssä. Prosessin suurin häiriöiden aiheuttaja on nokkapolttimen tukkeutuminen lauhteesta. Instrumentointia kehittämällä lauhdetta voitaisiin vähentää huomattava määrä. Terveloukun eli u-putken lisäys ennen nokkapoltinta vähentäisi tukkeutumisia ja säästäisi kunnossapitoresursseja. Polttoilmapuhaltimeen voitaisiin harkita suodattimen asennusta ilman pölysyiden vuoksi. Mikserin nokalla olevissa kahdessa lämpötilamittauksessa voi olla jopa 100 asteen heitto. Osasyynä voi olla se, että toisen lämpötilamittauksen mittapää kerää enemmän lauhdetta ja täten mitattu arvo vääristää mittausta. Kentällä olevien toimilaitteiden säännöllinen huolto voisi auttaa saamaan mittauksien luotettavuutta paremmaksi. Mittauksista huomattiin, että ajan mittaan höyrystyksestä virtaukset pienenevät ja nokkapoltin alkaa keräämään lauhdetta.

Tulosten perusteella prosessiin pitäisi lisätä erillinen lauhteen poisto häiriöiden vähentämiseksi. Mikserien nokan lämpötilamittausten mittapäiden säännöllinen huolto parantaisi luotettavuutta ja vähentäisi mittausten suuria heittoja. Polttoilmapuhaltimeen tulisi laittaa suodatin, joka puhdistaisi mikserin likaista ja pölyistä ilmaa.

Työ oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava. Prosessiin ei tehty parannuksia työn aikana, mutta keskusteltua jo toimeksiantajan kanssa, prosessiin tullaan tekemään parannuksia tämän työn pohjalta. Toiveena on, että toimeksiantaja voisi tulevaisuudessa hyödyntää saatuja tuloksia ja kehittää prosessia eteenpäin.

## LÄHTEET

1. SSAB Oy lyhyesti. 2018. Saatavissa: <https://www.ssab.fi>. Hakupäivä 30.1.2018
2. SSAB Oy. Raahen tehtaan esittelyaineisto 2018. Powerpoint-esitys.
3. SSAB Oy. Raahen prosessikaaviot 2018. Powerpoint-esitys.
4. Ollila, Seppo. Esittelyaineisto. Terässulaton yleisesittely 2018. Powerpoint-esitys.
5. Honeywell. 2018. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Honeywell>. Hakupäivä: 1.2.2018.
6. Honeywell TPA. 2018. Saatavissa: <https://www.honeywellprocess.com/en-US/training/programs/control-monitoring-and-safety-systems/Pages/TPA.aspx>. Hakupäivä: 5.2.2018.
7. Honeywell Alcont. Mikserit. SSAB Oy. Raahe. Sisäinen lähde. Hakupäivä 26.1.2018
8. ALMA. Saatavissa: [www.alma.fi](http://www.alma.fi). Hakupäivä 5.2.2018.
9. Koksikaasun poltto. Koksikaasukurssi. SSAB Oy. Raahe. Sisäinen lähde. Hakupäivä 26.1.2018
10. SSAB Oy. Esittelyaineisto. Koksaamon prosessit 2018. Powerpoint-esitys.
11. Excess Air Burners XNM series. 2018. Saatavissa: <http://www.esapyronics.com/wp-content/uploads/2014/12/E3502E.pdf>. Hakupäivä 11.5.2018
12. Harju, Timo – Marttinen, Arto 2000. Sääntötekniikan koulutusmateriaali.  
Saatavissa: [https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/pid\\_kirja\\_1-1.pdf](https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/pid_kirja_1-1.pdf).  
Hakupäivä: 7.2.2018



