

Kaivoskoneen kauhan huulilevyn kulumistutkimus

Tekninen raportti



Kaivoskoneen kauhan huulilevyn kulumistutkimus

Kimmo Keltamäki • Marko Ylitolva

Kaivoskoneen kauhan huulilevyn kulumistutkimus

Tekninen raportti

Sarja Raportit ja selvitykset 17/2014

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-039-2 (pdf)
ISSN 2342-2491 (verkkajulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja B. Raportit ja selvitykset 17/2014

Rahoittajat: Euroopan Unioni Euroopan
aluekehitysrahasto, Vipuvoimaa EU:lta 2007-2013,
TEKES, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus,
Green Mining

Kirjoittajat: Kimmo Keltamäki & Marko Ylitolva
Taitto: Lapin AMK, viestintäyksikkö

Lapin ammattikorkeakoulu
Jokiväylä 11 C
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000
www.lapinamk.fi/julkaisut

Lapin korkeakoulukonserni



Lapin korkeakoulukonserni LUC
on yliopiston ja ammattikorkeakoulun strateginen yhteensyntyminen.
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto
ja Lapin ammattikorkeakoulu.
www.luc.fi

Sisällys

TIIVISTELMÄ	7
1 JOHDANTO	9
2 YRITYSKUVAUS	11
3 TUTKIMUSKOHDDE JA MATERIAALIT	13
4 MENETELMÄT	15
5 TESTAUSJÄRJESTELYT	17
6 TULOKSET	19
6.1 Ruukki asennettu huulilevy (12.12.2012)	19
6.2 Ruukki käytöstä poistettu huulilevy (27.3.2013)	21
6.3 Kuluneen huulilevyn irrotus ja uuden hitsaus	29
7 PAINOHÄVIKIN ARVIOINTI	33
8 YHTEENVETO	35
9 LÄHTEET	37

Tiivistelmä

Raportissa keskitytään MineSteel-projektissa yritystapaustutkimuksena tehdyn huulilevyn kulumistutkimukseen, sen tuloksiin ja kehityskohteisiin. Tärkeimpänä tarkastelunaiheena on Ruukille tehty maanalaisessa kaivostyössä käytetyn kauhakuormajan huulilevyn kulumisen seurantatutkimus. Seurantatutkimukset tehtiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun Gom:in Atos-pinnanskannauslaitteistoa hyödyntäen. Tutkimukset paneutuivat ennen kaikkea kulumisprofiilin tarkasteluun sekä massahävikin arviointiin. Kehitystyönä Atoksen hyödynnettävyys vastaavanlaisessa tutkimuksessa saatiin vietyä uudelle tasolle.

Lisäksi käytiin Kemin kaivoksella paikan päällä katsomassa miten huulilevyn vaihto käytännössä toteutetaan. Tällä tarkastelulla havaittiin, että ohjeistus on tärkeää ja haastavin tehtävä on saada hitsaaja noudattamaan tarkasti ohjeistusta. Tässä tapauksessa ohjeistus ja sen noudattaminen oli mallikasta, mutta keskustelujen ja kokemusten perusteella tässä on monessa paikassa parantamisen varaa. Monet hitsaajat perustavat hitsauksen kokemukseen. Tällöin saattaa syntyä virhearvio, koska uudet ultralujat ja kovat kulutusta kestävätkä teräkset eivät ole samanlaisia hitsata kuin tavallinen S355 teräs. Positiivisena asiana oli myös materiaalivalmistajan mukana olo, koska se lisää perspektiiviä materiaalitutkimuksen ja käytännön välille, jolloin tulevaisuudessa terästen kehittäminen on entistä laaja-alaisempaa käytännön kohteen paremmin huomioon ottaen.

1 Johdanto

Tämän raportin tarkoituksena on esitellä MineSteel-projektissa yritystapaustutkimuksena tehdyn Ruukin huulilevyn kulumisprofiilin tutkimusta ja siinä saatuja tuloksia. Huulilevy valmistettiin Raahessa, josta se toimitettiin Tapojärvelle Kemin kaivokselle maanalaisessa toiminnassa käytetyn kuormaajan kauhaan asennettavaksi. Huulilevyn kuvaaminen, seuranta ja raportointi tehtiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun Tekniikan TKI puolella materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän resursseilla ja laitteistoilla.

Lisäksi tarkasteltiin käytännön tasolla huulilevyn vaihto ja sen toteutus. Tarkoituksena oli selvittää miten loppukäyttäjällä on ohjeistettu ja toteutettu vaativan hitsauskohteen työn suorittaminen. Näillä tiedoilla Ruukki materiaalivalmistajana ja toimittajana pystyy paremmin tekemään ja toteuttamaan ohjeita Raex kulutusterästen hitsaukseen ja käyttöön asiakkaille.

Tutkimus tehtiin aikavälillä 12/2012- 04/2013.

2 Yrityskuvaus

Rautaruukki perustettiin vuonna 1960 hyödyntämään kotimaisia malmivaroja ja turvaamaan telakka- ja muun metalliteollisuuden raaka-ainehuolto Suomessa. Suomen valtion ohella Rautaruukkia olivat perustamassa mm. Outokumpu, Valmet, Wärtsilä, Rauma-Repola ja Fiskars. Ensimmäisenä länsimaisena terästehtaana Raahe alkoi valmistaa terästä uudella kustannustehokkaalla jatkuvavalumenetelmällä, jolla korvattiin perinteinen valannevalumenetelmä. Vuonna 1960 yritys työllisti kuusi ihmistä, mutta jo vuosikymmenen lopussa henkilöstömäärä oli yli 1700 henkeä. /1/

Vuonna 2004 kaikki Rautaruukki-konserniin kuuluvat yhtiöt ottivat käyttöön markkinointinimen Ruukki. Yritys alkoi panostaa vahvasti ratkaisuliiketoimintoihin eli rakentamisen ja konepajateollisuuden ratkaisuihin. Teräsliiketoiminnassa painopisteeksi valikoituivat erikoisterästuotteet. Ruukki on tällä vuosikymmenellä kehittänyt kansainväliseksi yhtiöksi, joka toimittaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaistoimituksia asiakkailleen. /1/

Tapojärvi Oy on erikoistunut kaivosurakointiin, materiaalinkäsittelyyn sekä tehdas- ja teollisuusprosessien hoitoon. Tapojärvi toimii kiinteänä osana asiakkaidensa tuotantoprosesseja kehittäen sen toimintoja yhteistyössä asiakkaidensa kanssa. Toiminnassa pyritään koko ajan ympäristön huomioimiseen kestävän kehityksen periaatteita noudattaen sekä uusia ratkaisumalleja etsien. Tapojärven tapa toimia, osaa mistaan ja kalustoa hyödyntäen, tarjoaa asiakkaille erittäin luotettavaa palvelua, jonka suunnittelu tehdään yhteistyönä asiakkaan kanssa. Tapojärveläiset haluavat toimia lähellä asiakastaan, sillä kokemus on osoittanut, että näin pystytään tukemaan asiakkaiden liiketoimintaa parhaalla mahdollisella tavalla. Tapojärvi työllistää tällä hetkellä noin 200 alan osaajaa. Toimialueena on koko Suomi ja Pohjoismaat. Pääkonttori sijaitsee Torniossa ja tällä hetkellä suurimmat työmaat ovat Kemissä, Raahessa, Torniossa, Polvijärvellä ja Sodankylässä. /2/

3 Tutkimuskohde ja materiaalit

Tutkimuskohteeksi valikoitui Ruukin valmistama maanalaiseen toimintaan tarkoitettun kauhakuormaajan kauhan huulilevy (kuva 1). Huulilevy asennettiin kauhaan Kemin kaivoksella Tapojärven toimesta, joka toimii alihankkijana Kemin kaivoksella hoitaen konepajatoita ja huoltaen kalustoa. Pyöräkuormaajan kauhaan asennettu uusi Ruukin valmistama huulilevy on Raex 500 kulutusterästä paksuudeltaan 60mm.



Kuva 1. Maanalaisen toiminnan kauhakuormaaja.

Kone oli CAT R 2900 G kaivoslastauskone. Koneella on lastattu louhekiä louhoksista ja peristä. Lastatut kivilaadut ovat kromimalmi, graniitti ja muodostelmakivi (raaku). Huulilevy oli käytössä yhteensä 928h. Normaalisissa käytössä huulilevyn molempiin reunoihin olisi hitsattu ”lisäpalat”, jolloin käyttöikä olisi saatu lisää n. 200h. Tulokset osiossa lisää tarkempia tietoja irrotuksesta ja hitsauksesta.

4 Menetelmät

Huulilevyjen kuvaaminen tehtiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle hankitulla Atos-pintaskannauslaitteistolla (kuva 2). Laitteisto on saksalaisen GOM:n valmistama ja se on yleisesti käytetty laitteisto autoteollisuudessa ympäri maailman. Laitteistolla saadaan nopeasti selville tutkittavan näytteen todellinen pinta kuvaamalla sitä kahdella kameralla ja heijastamalla pintaan samanaikaisesti säleverkkokuviointi. Saatu pinta vastaa todellisuutta ja tätä pintaa verrataan suunniteltuun nominaaliin cad-pintamalliin. Näin saadaan nopeasti selville kuinka paljon valmistetussa kappaleessa on eroavaisuuksia verrattuna suunniteltuun pintaan.

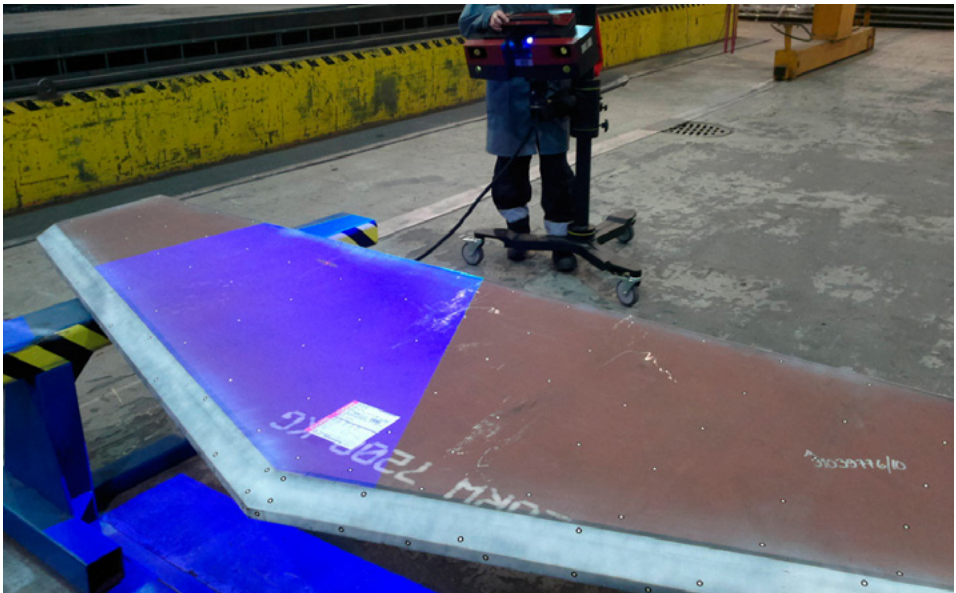


Kuva 2. Atos-laitteisto valmiina kuvaukseen.

5 Testausjärjestelyt

Huulilevy kuvattiin ennen asennusta Raahessa Kiiluntiellä Ruukin tiloissa. Kuvaus-aikataulut päätettiin yhdessä Ruukin henkilökunnan kanssa. Tilajärjestelyt hoituivat hyvin, kuvauskohde oli valmisteltuna lämpimään varastoon pukkien päälle ja sen ympärille oli jätetty sopivasti kameralaitteistolle liikkumatilaa (kuva 3).

Huulilevyn kuvaaminen tapahtui siten, että ensin levy kuvattiin toiselta puoleltaan ja sitten se käännettiin pyöräkuormaajalla ja nostettiin takaisin pukkien päälle. Tämän jälkeen levy voitiin kuvata myös toiselta puolelta ja näin saatiin muodostettua kahdesta kuvaussarjasta yksi täydellinen 3D-pintamalli kappaleesta.



Kuva 3. Huulilevyn kuvaus Ruukilla Kiiluntiellä.

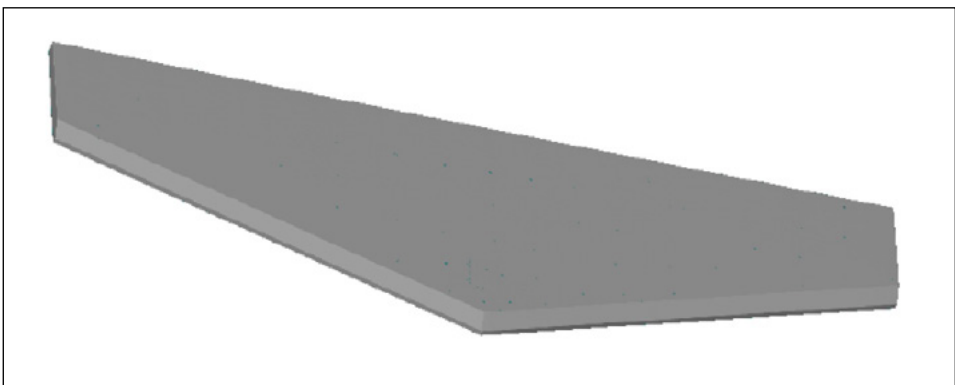
Lisäksi tutkimukseen kuului vanhan huulilevyn irrotuksen ja uuden huulilevyn hitsauksen seuranta, kuvaus ja raportointi.

6 Tulokset

Huulilevyjen pinnan kulumisprofiilin selvittämiseksi tehtiin kuvatuille pintamalleille sovitukset Cad-mallien kanssa. Näiden sovitusmallien avulla nähdään välittömästi missä kohdassa huulilevyä kulumisen on ollut suurinta ja missä vähäisintä. Sovituskuvien yhteneväisyyksissä on myös jonkin verran eroavaisuuksia (deviation arvoja). Nämä deviation arvot kertovat kuinka paljon pintamalli ja kuvattu malli poikkeavat enimmillään toisistaan. Paikalleen asennetun huulilevyn kuvatun pintamallin ja nominaalin cad-mallin välille saatiin deviation arvoksi 0,6049 mm.

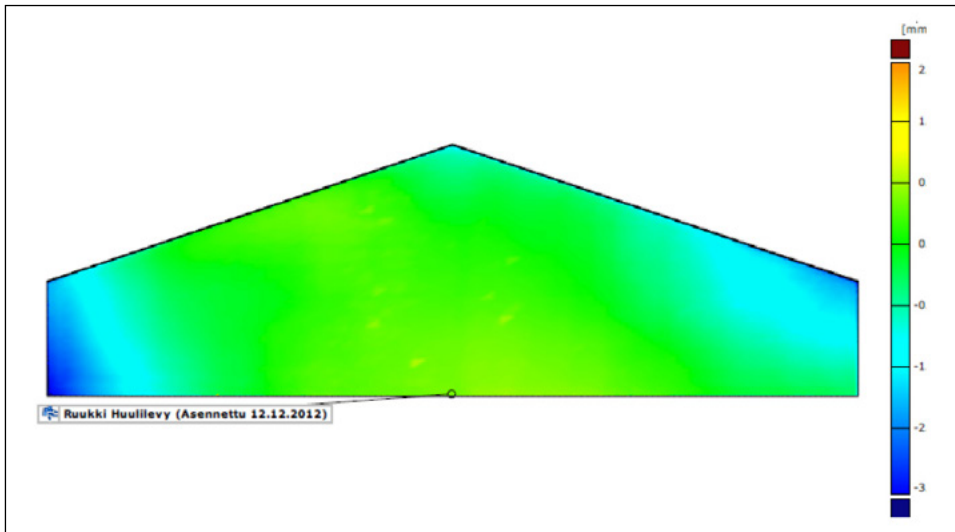
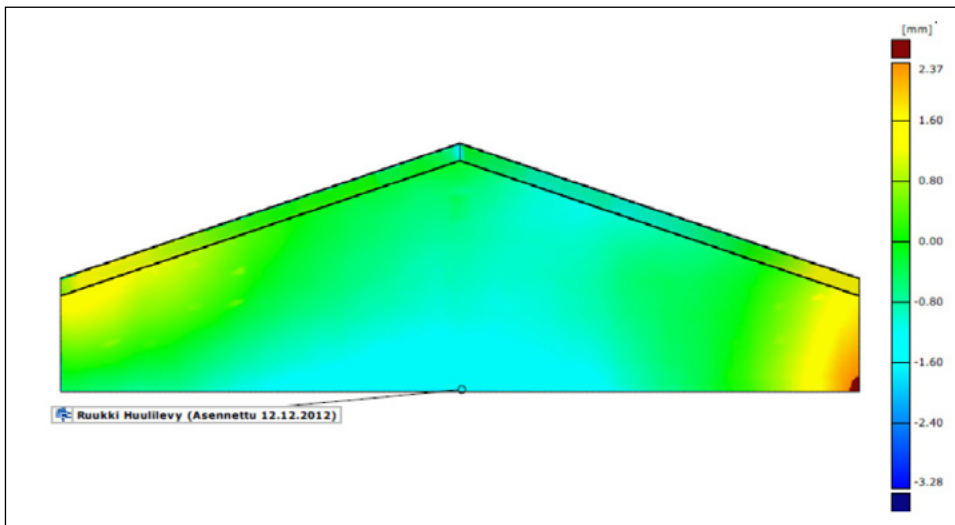
6.1 RUUKKI ASENNETTU HUULILEVY (12.12.2012)

Uusi kuvan mukainen huulilevy asennettiin paikalleen Tapojärven toimesta Kemin kaivoksella. Asennusvaiheessa huulilevystä poistettiin molemmista päistä 95 mm eli yhteensä 190 mm. Näin ollen huulilevyn kokonaispituudeksi tuli 3345 mm, kun todellinen huulilevyn mitattu alkupituus olikin 3544 mm suunnitellun 3550 mm sijaan (kuva 4).



Kuva 4. Alkuperäinen mitattu huulilevy.

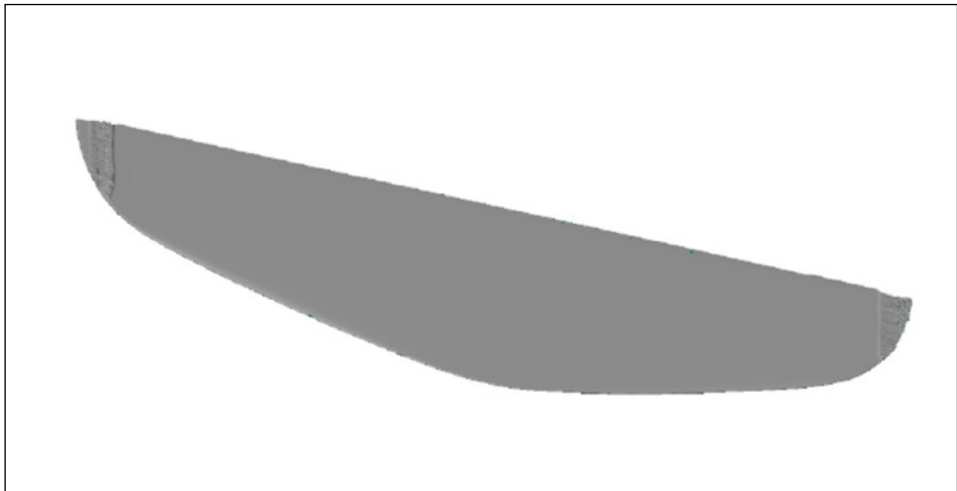
Taulukko 1. Huulilevyn sovituskuvat päältä ja alta.



Taulukossa 1 on nähtävissä uuden kauhaan asennetun huulilevyn pintamallin ja cad-mallin sovituskuvat ylä- ja alapuolelta kuvattuna. Kuten kuvista nähdään, on suunniteltujen pintamallien ja kuvattujen pintamallien yhteensovittaminen onnistunut kohdalaisen hyvin. Kuitenkin cad-mallin ja kuvatun mallin välillä on havaittavissa kahden kolmen millin eroja etenkin kappaleen päissä. Tämä johtui suunnittelun cad-mallin eroista. Cad-malli tehtiin niiden mittojen pohjalta, jotka saatiin huulilevyn valmistajalta. Kuitenkin havaittiin, että valmistettu kappalekaan ei täyttänyt pituuden osalta niitä mittoja, mihin se oli suunniteltu. Näin ollen jouduttiin arvioimaan ja muuttamaan cad-mallia niiden mittojen pohjalta, jotka saatiin selville mitatusta kappaleesta ja tekemään uudet sovitukset cad-mallin ja mitatun kappaleen välillä.

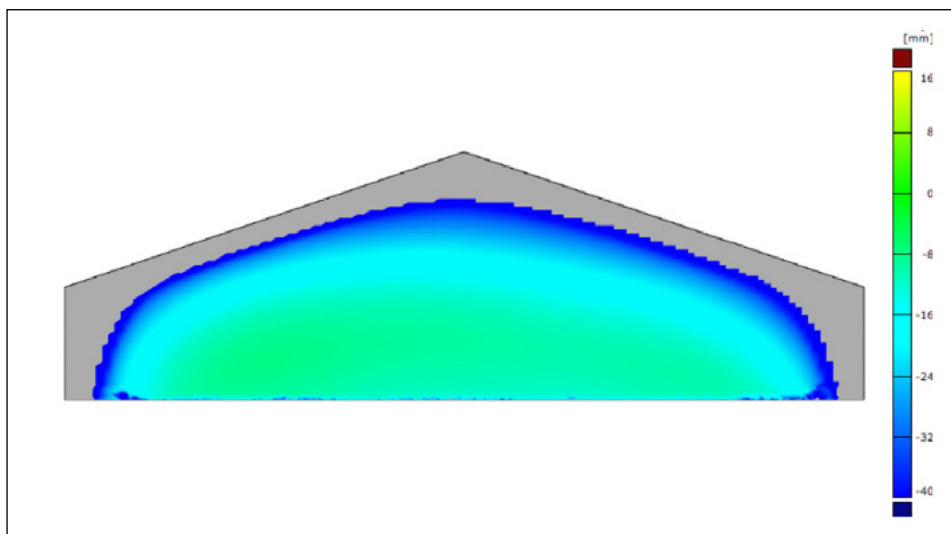
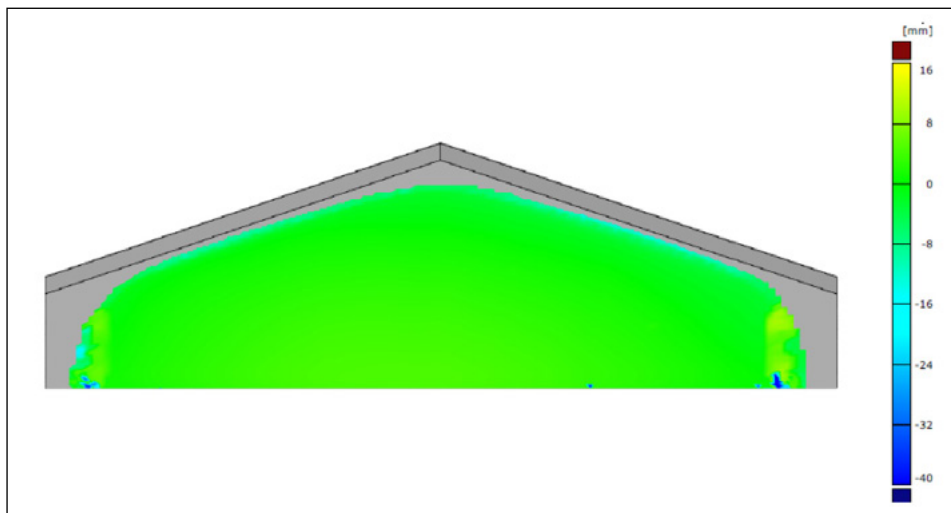
6.2 RUUKKI KÄYTÖSTÄ POISTETTU HUULILEVY (27.3.2013)

Kulunut huulilevy toimitettiin Kemin kaivokselta Jaloterässtudiolle Tornioon, jossa sille tehtiin seurantamittaus kuvaamalla huulilevy uudelleen Gomin Atos pintaskannerilla. Saadun pintamallin avulla voitiin tehdä vertailusovitus kuluneen huulilevyn ja cad-mallin välille (kuva 5).



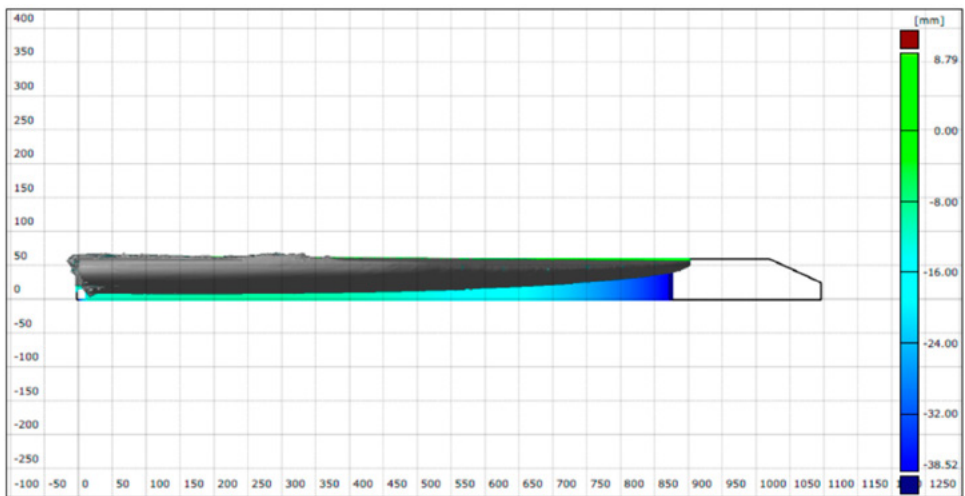
Kuva 5. Kuluneen huulilevyn Atos-skannaus.

Taulukko 2. Kuluneen huulilevyn sovituskuvat ylä- ja alapuolelta.



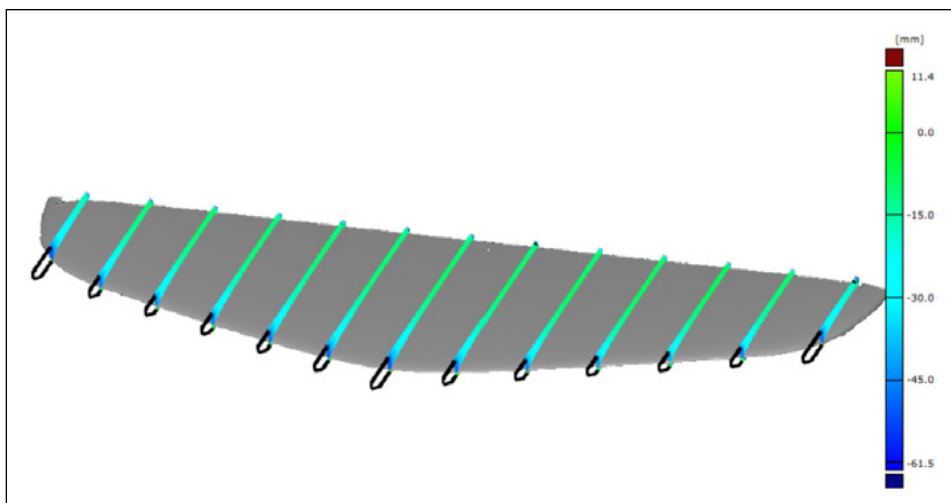
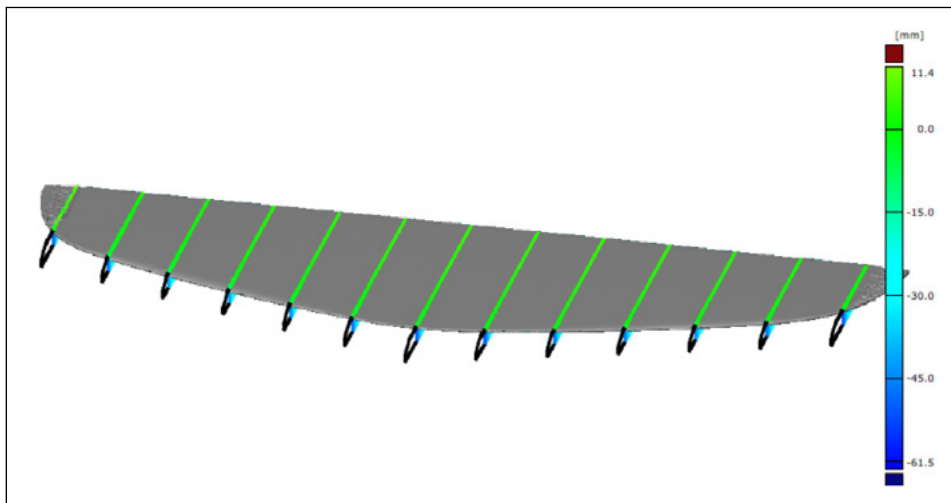
Taulukossa 2 on havainnollistettu käytössä olleen huulilevyn sovituskuvat cad-mallin kanssa. Käytännön ongelmaksi muodostui kappaleen sovitusten tekeminen. Huulilevy oli kulunut huomattavan paljon ylä- ja alapuoleltaan ja pyöristynyt monesta kohtaa niin paljon, että sovituksen tekeminen osoittautui haasteelliseksi. Sovitus tehtiin kolmen pisteen sovituksena normaalin pre-alignmentin sijaan. Tästä syystä ei myöskään saatu sovituksen deviation arvoa selville. Deviation arvo ilmoittaa hajonnan suuruuden tässä tapauksessa maksimieroavaisuuden sovitetun cad-mallin ja Atos-skannauksen kanssa.

Sovitukselle tehtiin myös mittaussection poikkileikkauksien tarkasteluja (kuva 6). Kyseisillä tarkasteluilla päästiin käsiksi huulilevyn kulumiseen konkreettisemmalla tasolla. Mittaussectioiden avulla voitiin tarkastella huulilevyjen kulumista millien tarkkuudella kärjessä, keskikohdassa, päällä jne. Huomioitavana oli kuitenkin tulosten suuntaa-antavuus, koska täysin yksi yhteen sovitusta ei voitu tehdä.

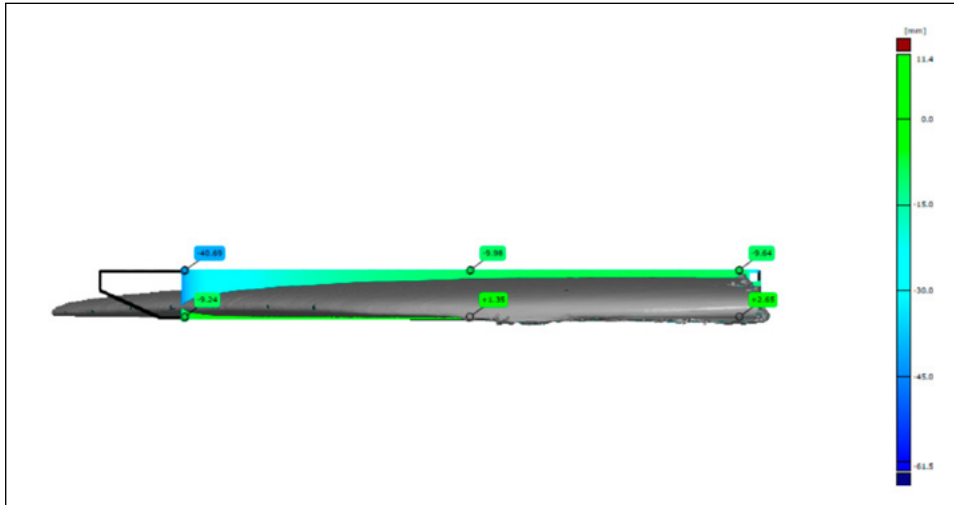


Kuva 6. Poikkileikkaus sectionin mittatulos huulilevyn keskeltä.

Taulukko 3. Poikkileikkaus sectionit kuvattuna päältä ja alapäin.



Taulukossa 3 on nähtävillä poikittain otetut mittaussectionit päältä ja alapäin kuvattuna. Sectioneja otettiin yhteensä 13 kpl poikittain. Sectionit sijoitettiin toisiinsa nähden 250 mm tasavälein kappaleen keskilinjalta. Jokainen sectioni otettiin tarkastelun alle ja niistä mitattiin kuusi mittapistettä kustakin kolme alhaalta ja kolme ylhäältä (kuva 7).



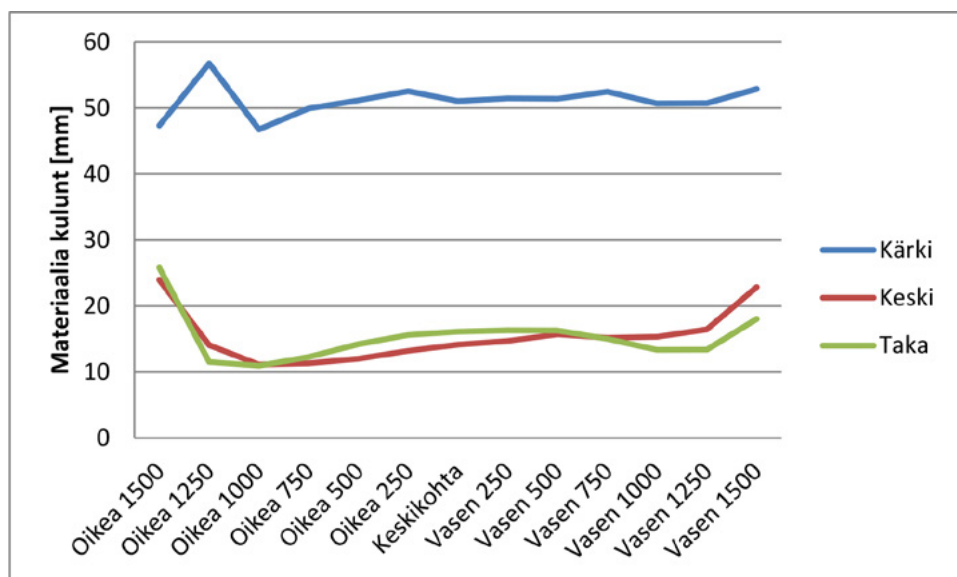
Kuva 7. Poikittaissectioneiden mittapistheet.

Jokaisen sectionin mittapistheet kerättiin yhteen ja taulukoitiin (taulukko 4). Taulukossa on esitetty saatujen mittapisteeden arvojen avulla mitatun kappaleen todellisia jäljellä olevia ainesvahvuuksia, sekä kuluneiden kohtien määrää.

Taulukko 4. Poikittain otettujen sectioiden kulumisarvoja.

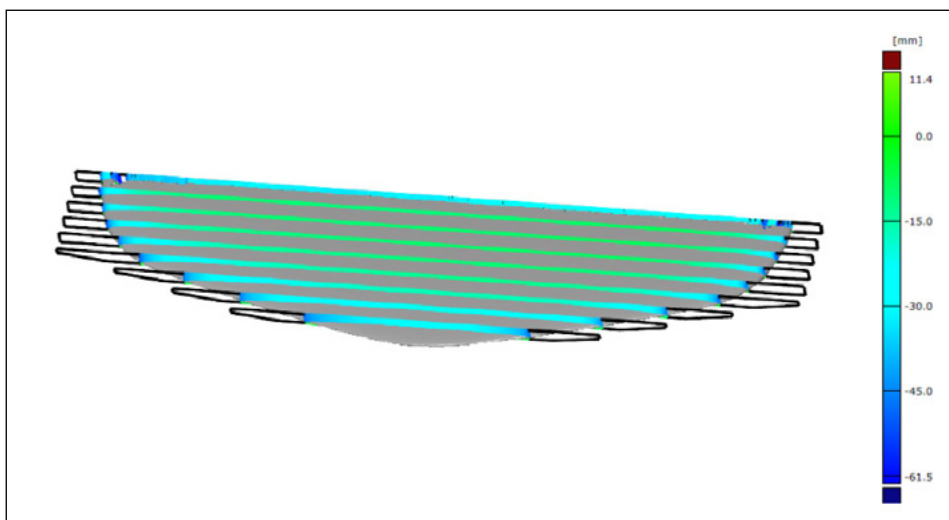
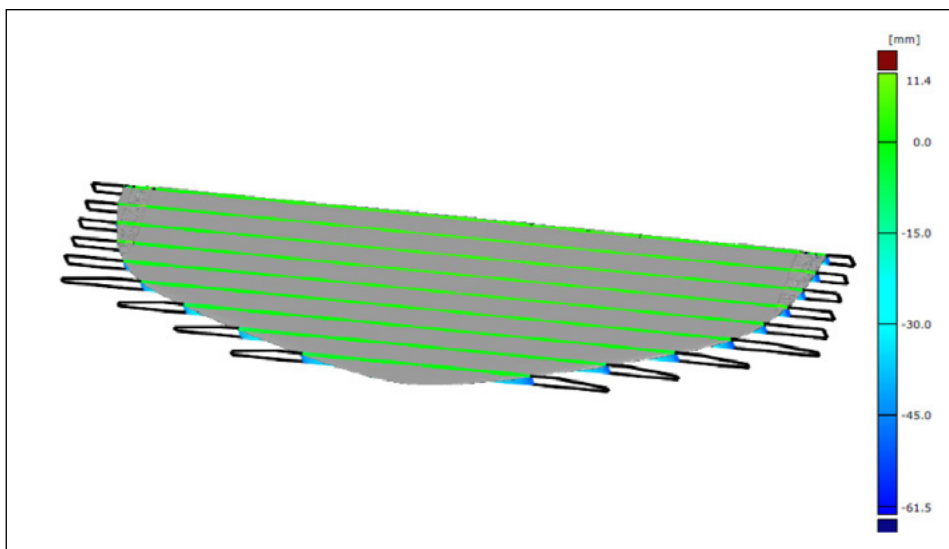
Tunniste	Alkup.paksuus [mm]	Jäljellä [mm]			Kulunut [mm]		
		Kärki	Keski	Taka	Kärki	Keski	Taka
Oikea 1500	60	12,66	36,03	34,19	47,34	23,97	25,81
Oikea 1250	60	3,25	45,91	48,47	56,75	14,09	11,53
Oikea 1000	60	13,23	48,88	49,04	46,77	11,12	10,96
Oikea 750	60	10,07	48,67	47,71	49,93	11,33	12,29
Oikea 500	60	8,83	47,98	45,77	51,17	12,02	14,23
Oikea 250	60	7,45	46,79	44,38	52,55	13,21	15,62
Keskikohta	60	8,96	45,85	43,88	51,04	14,15	16,12
Vasen 250	60	8,56	45,3	43,69	51,44	14,7	16,31
Vasen 500	60	8,61	44,29	43,7	51,39	15,71	16,3
Vasen 750	60	7,53	44,81	44,98	52,47	15,19	15,02
Vasen 1000	60	9,31	44,66	46,63	50,69	15,34	13,37
Vasen 1250	60	9,27	43,54	46,6	50,73	16,46	13,4
Vasen 1500	60	7,12	37,11	41,95	52,88	22,89	18,05

Kuvassa 8 on kerättyä poikittaisista mittaussectioneista saadut kulumisarvot yhteen. Kärki-, keski-, ja takajanat ilmaisevat kuinka paljon mittapisteiden kohdalta on kulunut pois materiaalia verrattaessa huulilevyn nimellispaksuuteen. Tarkastelu on tehty oikealta vasemmalle päin mentäessä 250 mm tasavälein.

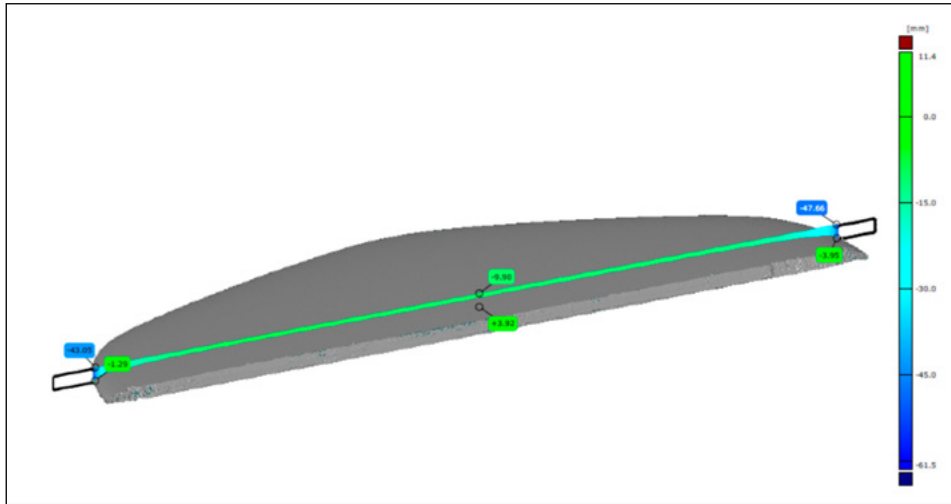


Kuva 8. Materiaalin kuluminen poikittaissectioneista mitattuna.

Taulukko 5. Pitkittäissectionit kuvattuna ylä- ja alapuolelta.



Taulukossa 5 on kuvattuna puolestaan pitkittäin otetut huulilevyt päältä ja alta-päin. Sectioneja otettiin yhteensä 9 kpl pitkittäin. Sectionit sijoitettiin toisiinsa nähden 100 mm tasavälein siten, että o taso asetettiin lähelle huulilevyn polttoleikkattua takapäätä. Jokainen sectioni otettiin tarkastelun alle ja niistä mitattiin kuusi mittapistettä kustakin kolme alhaalta ja kolme ylhäältä (kuva 9).



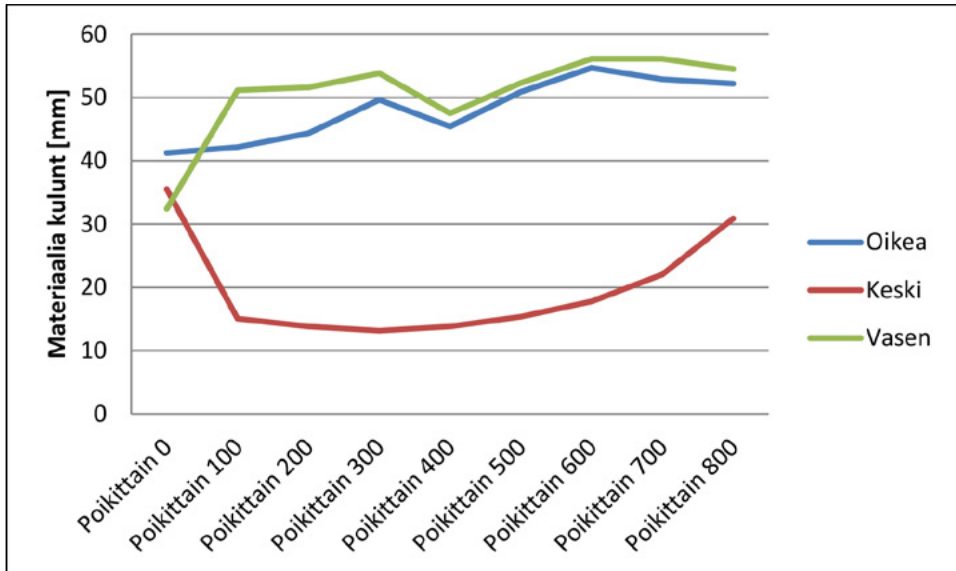
Kuva 9. Poikkaissectioneiden mittapisteet.

Jokaisen sectionin mittapisteet kerättiin yhteen myös poikkaissectioneilta ja taulukoitiin (taulukko 6). Taulukossa on esitetty saatujen mittapisteiden arvojen avulla mitatun kappaleen todellisia jäljellä olevia ainesvahvuuksia sekä kuluneiden kohtien määrää

Taulukko 6. Pitkittäin otettujen sectionien kulumisarvoja.

Tunniste	Alkup.paksuus [mm]	Jäljellä [mm]			Kulunut [mm]		
		Oikea	Keski	Vasen	Oikea	Keski	Vasen
Poikkaitain 0	60	18,76	24,48	27,6	41,24	35,52	32,4
Poikkaitain 100	60	17,83	44,96	8,85	42,17	15,04	51,15
Poikkaitain 200	60	15,66	46,18	8,39	44,34	13,82	51,61
Poikkaitain 300	60	10,36	46,86	6,18	49,64	13,14	53,82
Poikkaitain 400	60	14,57	46,19	12,5	45,43	13,81	47,5
Poikkaitain 500	60	9,11	44,64	7,7	50,89	15,36	52,3
Poikkaitain 600	60	5,32	42,21	3,88	54,68	17,79	56,12
Poikkaitain 700	60	7,13	37,96	3,89	52,87	22,04	56,11
Poikkaitain 800	60	7,8	29,13	5,48	52,2	30,87	54,52

Kuvassa 10 on kerättyä pitkittäisistä mittaussessioneista saadut kulumisarvot yhteen. Oikea-, keski-, ja vasenjat ilmaisevat kuinka paljon mittapisteiden kohdalta on kulunut pois materiaalia verrattaessa huulilevyn nimellispaksuuteen. Tarkastelu on tehty huulilevyn polttoleikattuun takareunaan asetetusta nollassasta kohti huulilevyn kärkeä 100 mm tasavälein.



Kuva 10. Materiaalin kuluminen pitkittäissectioneista mitattuna.

6.3 KULUNEEN HUULILEVYN IRROTUS JA UUDEN HITSAUS

Tämä tutkimuksen osio käytiin Marko Lehtisen ja Kimmo Keltamäen toimesta seuraamassa paikanpäällä Kemin kaivoksella Tapojärven huoltotasolla 360m syvyydessä. Olosuhteet olivat hitsauksen kannalta hyvät. Lähes huoneenlämpötila ja kosteuttaakaan ei ollut liikaa.

Aikaisemmin on jo mainittu, että uusi huulilevy tuli Ruukilta valmiiksi mittoihin polttoleikattuna. Viikon jälkeen polttoleikkauksesta suoritettiin vikatarkastus viivästyneiden murtumien varalta. Niitä ei tarkastuksessa havaittu.

Vaihtotyö aloitettiin vanhan huulilevyn irrotuksella. Vanha kulunut huulilevy (Miilux 500) poltetaan kadetilla hitsin kohdalta pois (kuvat 11). Sivuleikkulevyn liitos poltetaan ensin auki. Tarkoitus on pyrkiä jättämään vanhaa hitsiä hieman kauhan puolelle, ettei kauhaa turhaan polteta pois. Kuljetusnopeus kadetissa oli 230 mm/min.



Kuva 11. Kadetilla leikkaus ja lämpökamerakuva.

Viiste tehdään kauhan puolelle n. 30-35° K-railo (kuva 12). Kehitysideana havaittiin, että huulilevy kannattaa tilata valmiiksi viisteytettynä. Tällöin hitsaajalla vie vähemmän aikaa ja kaasua, kun vanhan huulilevyn voi polttaa pystysuoraan pois. Havaittiin myös, että ennen polttoleikkausta ei tehdä esilämmitystä, vaikka rungossa on Raex terästä. Tämän esilämmityksen puutteen ei kuitenkaan ole havaittu aiheuttavan ongelmia. Hitsaaja mainitsi myös kadetissa olevan hyvän ominaisuuden, eli se ei jatka leikkausta jos kappaleessa on halkeama. Näin ollen pystytään havaitsemaan huonokuntoiset kauhan rungot. Tässä tapauksessa leikkaus keskeytyi alussa, mutta siinä ei kuitenkaan havaittu halkeamaa.



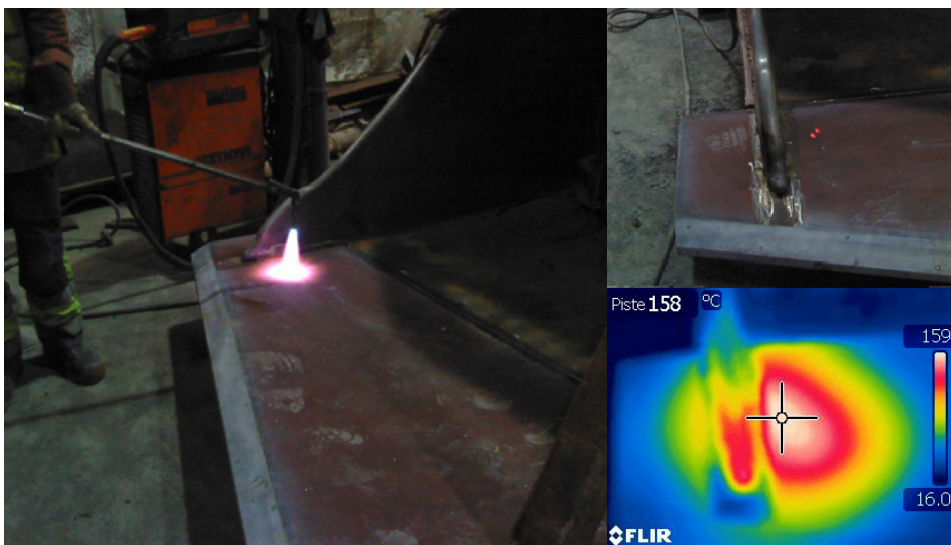
Kuva 12. Vanhan huulilevyn irrotus ja hitsausviiste.

Tämän jälkeen uusi huulilevy silloitetaan paikalleen ilman esilämmitystä (kuva 13). Silloitus tehdään pienillä paloilla ja varsinainen hitsaus suoritetaan huomattavasti suuremmilla lämmöntuonneilla, joten esilämmitystä ei ole todettu tarpeelliseksi tässä vaiheessa.



Kuva 13. Uuden huulilevyn silloitus ennen varsinaista hitsausta.

Tämän jälkeen aloitetaan varsinaisen hitsauksen esilämmitys (kuva 14). Esilämmitys n. 200 °C aloitetaan sivuleikkuulevyjen kohdalta, jotka hitsataan ensin ja syntynyt lämpö hyväksikäytetään varsinaisen huulilevyn hitsauksessa. Hitsauslankana käytettiin 1,2mm Supercored 71MAG, Hyundai Welding, täytelankaa. Tästä käytiin myös keskustelua olisiko parempaa vaihtoehtoa tarjolla täytelangassa piilevän kosteusriskin välttämiseksi.



Kuva 14. Esilämmitys.

Sivuleikkulevyjen hitsauksen jälkeen käytetään hitsauksessa syntynyt lämpö hyväksi ja esilämmitetään huulilevyn ja kauhan hitsauspinnat. Varsinaisen huulilevyn hitsaus suoritetaan keskeltä reunoille. Sen jälkeen kääntö ja juuren avaus, jolloin mahdolliset virheet lähtevät pois ja hitsaus toiselta puolelta täyteen.

Hitsauksen jälkeen oli huomattu, että huulilevy oli liian leveä kulkemaan maanalaisessa kaivoksessa, joten siitä oli leikattu 95mm pois molemmista reunoista. Tämä onneksi saatiin tiedoksi antona, joten se voitiin huomioida kuvauksissa. Muuten toiminta oli erityisen rutiininomaista ja ammattimaista.

7 Painohävikin arviointi

Painohävikin arviointi tehtiin laskemalla piirretyn huulilevyn tilavuus (josta on vähennetty päiden poisto 95mm) ja tämän perusteella arvioitiin lähtötilanne. Huulilevyn tilavuudeksi saatiin $0,157\text{m}^3$ ja teräksen paino on 7870 kg/m^3 , joten painoksi saadaan 1235kg . Irrotetun huulilevyn paino punnittiin Lapin vesileikkauksen vaa'alla, joka näytti 900kg . Näin ollen huulilevystä on käytössä kulunut n. 335kg .

8 Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta että ATOS- pintaskannausjärjestelmä soveltuu erinomaaisesti kriittisten kulumiskohteiden määrittämiseen. Huulilevyn kulumiskohteen tutkimisessa saatiin todella helposti ja luotettavasti selville kulumisprofiilit sekä nähtiin ennen kaikkea kriittiset kulumiskohdat huulilevylle. Tämän perusteella voitiin tehdä arviota siitä, millä tapaa Kemin kaivoksessa maanalaista kuormaajaa ajetaan, ja ovatko ajolinjat oikeanlaiset huulilevyn kulumisen kannalta tarkasteltuna. Tutkimuksen aikana tehtiin myös sovelluskehitystä Atoksen suhteen, jonka antama lisäarvo ja hyöty vastaavanalaisissa tutkimuksissa, on varmasti merkittävää tulevaisuudessa.

Kovien kulutusterästen hitsausohjeistukseen kannattaa panostaa ja pyrkiä saamaan ohjeistus kentälle toteutukseen. Monet hitsaajat perustavat hitsauksen kokemukseen, mutta tässä saattaa syntyä virhearvio. Uudet ultralujat ja kovat kulutusta kestävätkä teräkset eivät ole samanlaisia hitsata kuin tavallinen S355 teräs, vaan hitsauskikkuna onnistumisen kannalta on huomattavasti pienempi. Kokonaisuutena tällaisten käytännön kulumistutkimuskohteiden seuranta ja raportointi on erittäin hyödyllistä ja lisäarvo teräskehityksen kannalta on merkittävä.

9 Lähteet

/1/ www-sivut, <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Historia>, 21.12.2012

/2/ www-sivut, <http://www.tapojarvi.com/tapojarvi-oy/tapojarvi-oy>, 29.4.2013

Raportissa keskitytään MineSteel-projektissa yritystapaustutkimuksena tehdyn huulilevyn kulumistutkimukseen, sen tuloksiin ja kehityskohteisiin. Tapausesimerkkinä käytetään Ruukille tehtyä tutkimusta, jossa seurattiin maanalaisessa kaivostyössä käytetyn kauhakuormaajan huulilevyn kulumista. Seurantatutkimukset tehtiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun Gom:in Atos-pinnanskannauslaitteistolla. Tutkimukset paneutuivat ennen kaikkea kulumisprofiiliin tarkasteluun sekä massahävikin arviointiin. Atoksen hyödynnettävyys vastaavanlaisessa tutkimuksessa saatiin vietyä uudelle tasolle.

Lisäksi käytiin Kemin kaivoksella katsomassa miten huulilevyn vaihto käytännössä toteutetaan. Tällä tarkastelulla havaittiin, että ohjeistus on tärkeää ja haastavin tehtävä on saada hitsaaja noudattamaan tarkasti ohjeistusta. Tässä tapauksessa ohjeistus ja sen noudattaminen oli mallikasta, mutta keskustelujen ja kokemusten perusteella parantamisen varaakin on. Monet hitsaajat perustavat arvionsa hitsauksen kokemukseen. Tällöin saattaa syntyä virhearvio, koska uudet ultralujat ja kovat kulutusta kestävätkä teräkset eivät ole samanlaisia hitsata kuin tavallinen S355 teräs. Materiaalivalmistajan mukana olo on myös hyödyllistä, koska se lisää perspektiiviä materiaalitutkimuksen ja käytännön välille. Tulevaisuudessa terästen kehittäminen on ennistä laaja-alaisempaa ja siinä otetaan paremmin käytännön kohde huomioon.



LAPIN AMK⁷

Lapland University of Applied Sciences

www.lapinamk.fi

ISBN 978-952-316-039-2