

Tämä on rinnakkaistallenne. Sen viitetiedot saattavat erota alkuperäisestä /

This is a self-archived version of the original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Version: publisher's version

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä: /

To cite this article please use the original version:

Tuunainen, Aku & Juntunen, Henri & Eskelinen, Sasu 2023. Hitsausdatan kerääminen ja analysointi. Hitsaustekniikka 75 (5), 29-31.

Hitsausdatan kerääminen ja analysointi

■ **Aku Tuunainen,
Henri Juntunen ja
Sasu Eskelinen**

Robottisoidun hitsauksen laatuun vaikuttavat useat, ennen hitsaustapahtumaa tehdyt vaiheet. Yhtenä merkittävänä osana ovat toimitavat ja tarkoitukseen sopivat hitsausparametrit.

Nämä vaiheet tai osa-alueet voidaan jakaa kuvan 1. mukaisesti. Robottihitsauksessa tyypillisesti uudelle railomuodolle tehdään hitsauskokeita, joiden tuloksena saadaan parametrit, joilla tuotteessa olevat, vastaavan tyypiset hitsit pystytään toteuttamaan halutulla laadulla. Todentamiseen voidaan käyttää standardin mukaisia menetelmäkokeita tai yrityksen sisäisiä menetelmiä, mikäli ne todetaan laadunhallinnan kannalta riittäviksi. Tämän jälkeen parametrit karkeasti ilmaistuna lukitaan ja tuotanto aloitetaan.

Hypoteettisesti, kun kuvan 1 kaikki lokerot ovat kunnossa, niin laatua pitäisi puukata. Käytännön tuotannossa kuitenkin on aina muuttujia, jotka vaikuttavat myös itse hitsausprosessissa toteutuviin parametreihin. Osien laadussa, kuten esimerkiksi mitoissa on poikkeamia, mikä taas on kiinni valmistustekniikasta. Kiinnitintekniikka vaikuttaa siihen, miten tarkasti käytettävä hitsauskiinnitin paikottaa tuotteen ja/tai sen osat. Kaikki vaikuttavat kaikkeen ja listaa voisi jatkaa loputtomiin. Ja toki operaattori tuo oman inhimillisen vaikutuksen tekemiseen.

MIG/MAG-hitsausprosessin itsesäätävyyden takia, virtalähteen parametritiedostossa pyydetään tiettyjä virta-, jännite- ja langansyöttöarvoja, mutta toteutuneet parametrit poikkeavat tyypillisesti näistä. Muun muassa virtasuuttimen etäisyyden muutos suhteessa railoon vaikuttaa oleellisesti toteutuneeseen hitsausvirtaan. Usein hitsi täyttää sille asetetut laatuvaatimukset, vaikka suutinetäisyys vaihtelee jonkin verran hitsauksen aikana. Kuitenkin jossain kohtaa esimerkiksi suutinetäisyyden muutos aikaa vaikuttamaan paramet-

rien lisäksi hitsiin laatuun, vaikka robotti pystyikin hitsaamaan hitsin keskeytyksettä. Muun muassa monipalkohitsejä toteutettaessa edelliset palot jäävät seuraavien alle, jolloin visuaaliseen tarkastuksen keinoin ei ole mahdollista poikkeamien huomaaminen.

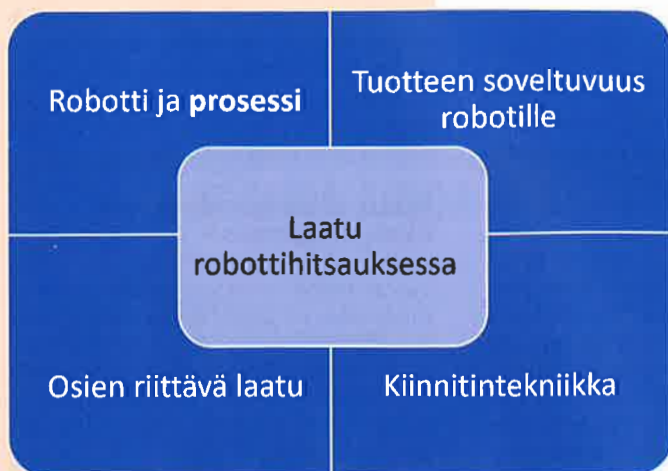
On toki syytä huomioida, että hitsausrobottiratkaisuja on monenlaisia. Kuitenkin yleistettynä voidaan todeta, että prosessin toimiessa, parametrit "seilaavat" tietyllä vaihteluvälillä.

Miten ja mitä dataa kerätään

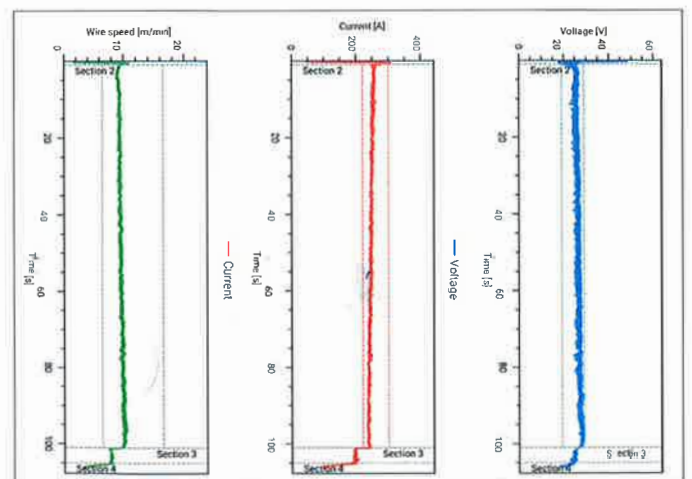
Suomalaisessa teollisuudessa kerätään dataa hitsausprosessista, mutta tietojemme mukaan toistaiseksi harvoissa yrityksissä. Tällä julkaisulla halutaan avata, mitä käytännössä hitsausdatan kerääminen robottisolussa tarkoittaa ja mitä mahdollisia hyötyjä sillä voidaan saavuttaa.

Savonia-ammattikorkeakoululla on pitkä kokemus hitsaukseen liittyvässä tutkimustyöstä. Tutkimuksessa on usein tärkeää pystyä keräämään tietoa toteutuneesta hitsaustapahtumasta, jotta tapahtunutta voidaan analysoida jälkikäteen. Datan keräys- ja hallintaohjelmistot mahdollistavat hitsausprosessissa toteutuneiden parametrien tallentamisen tietokantaan, josta tietoa voidaan tarkastella visualisoidussa muodossa sekä analysoida.

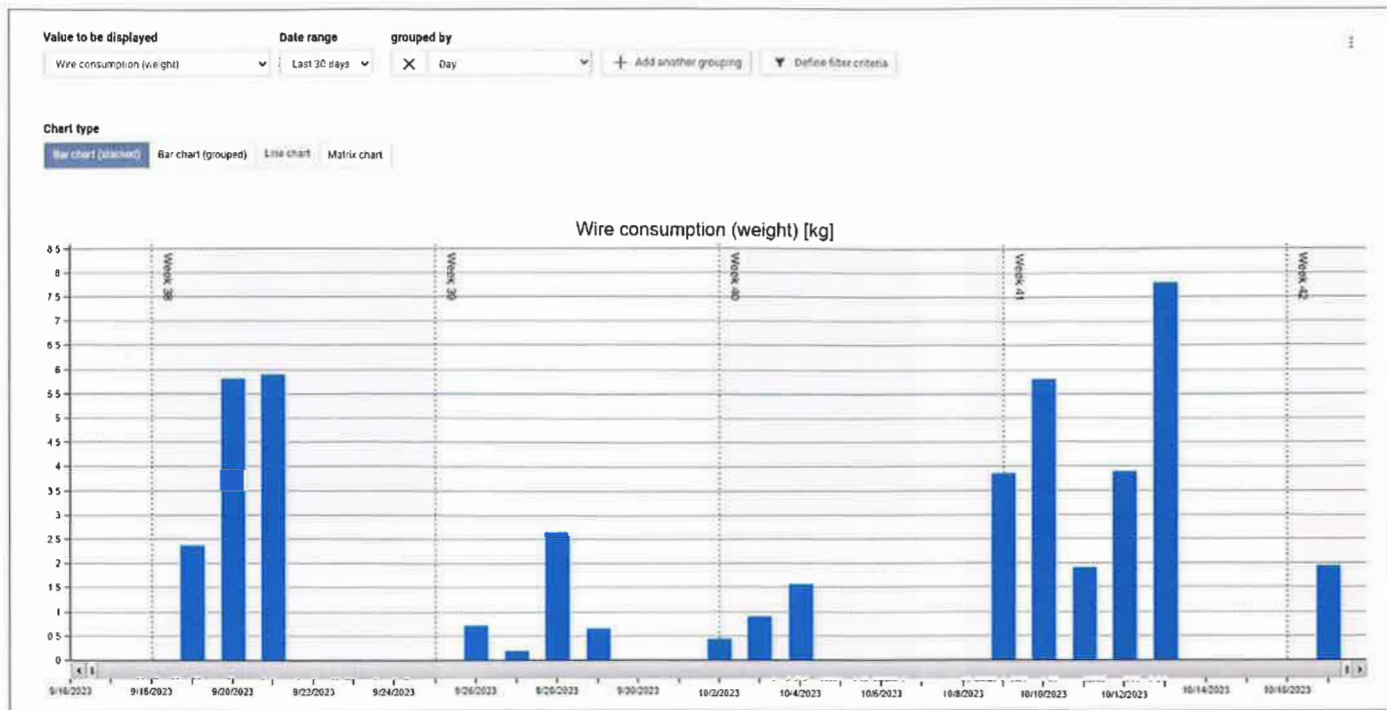
Tyypillisintä hitsaustapahtumasta kerättäviä tietoja ovat hitsausvirta ja kaarijännite sekä langansyöttönopeus, kuva 2. Näiden lisäksi muita mahdollisia kerättäviä ja tarkasteltavia tietoja ovat langansyöttömoottorin tai moottoreiden kuormitus. Robottijärjestelmästä yksittäisen hitsin



Kuva 1. Robottihitsauksen laatuun vaikuttavat osatekijät.



Kuva 2. Toteutuneen hitsausvirran, jännitteen ja langansyötön kuvaajat ja parametri-ikkunoiden rajat.



Kuva 3. Lisäaineen kulutustiedot viimeisen 30 päivän ajalta.

toteutunut hitsausnopeus voidaan poimia talteen reaaliaikaisesti lähdon kautta tai ennen hitsausta robotin käskyssä kirjoitettavasta rekisteripaikasta. Kun data sisältää hitsausnopeuden, ohjelmisto tyypillisesti laskee lämmöntuonin kyseiselle hitsille. Käsinhitsauksesta toteutuneen nopeuden määrittäminen on epätarkempaa, mutta siihenkin on nykyisin olemassa ratkaisuja.

Lisäksi ohjelmistot tyypillisesti mahdollistavat hitsauksen liittyvän statistiikan keräämisen kuten lisäaineen ja kaasun kulutuksen, hitsien määrän sekä aikaan liittyvät tekijät kuten kaariaikasuhteen, kuva 3. Mikäli yrityksen kaikki hitsauskoneet ovat datan hallinnan piirissä, voidaan kerätyneestä tiedosta koota ja/tai suodattaa kulutukseen liittyvät tiedot kustannuksiin, kunhan materiaalien hintatiedot on asetettu oikein.

WeldCube Premium

Robottihitsauksen tutkimus- ja kehitystyössä Savoniassa käytetään Froniuksen WeldCube Premium -ohjelmistoa. Tyypillisesti ohjelmistot tukevat vain hitsausvirtalähdemallin omia koneita. Monet valmistajat ovat kuitenkin tuoneet markkinoille "lisäpurkkeja", joiden avulla saadaan kerättyä dataa myös muun merkittävästä virtalähteistä, tosin datan määrä on usein suppeampi.

WeldCube Premium:ia käytettäessä on mahdollista määrittää virtalähteen parametritiedoston parametri-ikkunat, joissa prosessissa toteutuneen hitsausvirran, jännitteen ja langansyötön arvot tyypillisesti pysyvät. Lisäksi parametreihin määritetään taajuus, jolla toteutuneita arvoja tallennetaan tietokantaan. Mikäli arvo(t)

hitsauksen aikana poikkeavat ennalta asetunutta ulkopuolelle, yli sallitun ajan, tulee siitä ilmoitus kyseisen hitsin tietoihin. Tämä poikkeamatieto voidaan sisällyttää hitsistä tai tuotteesta koostettavaan raporttiin. Raportit WeldCube:sta voidaan poimia manuaalisesti tai käyttäjän määrittämän aikataulun mukaan automaattisesti. Poikkeamatiedosta voidaan luoda myös ilmoitus heti hitsin tai tuotteen valmistuttua.

Parametri-ikkunoiden määrittäminen voidaan tehdä hitsauksen parametritestien yhteydessä, pelkästään vain testaamalla tai WeldCube:n analytiikka työkaluilla, tilastollisuus ja virheherkkyys huomioiden laskemalla. Nämä analytiikkatyökalut vaativat alkuun jonkin verran dataa tuotannosta, jotta laskentaan on ylipäättään mahdollista tehdä. Lisäksi useampi iterointikierrös usein tarvitaan, jotta parametri-ikkunat saadaan toimiviksi.

Parametrit vs. visuaalinen laatu

Artikkelissa käsitellään hitsauksen laatua ja on tärkeää painottaa, että automatisoitu parametrien keräys ja analysointi eivät ole suoraan kytköksissä hitsin visuaaliseen tai metallurgiseen laatuun! Tuotannossa on tuki tärkeää havainnoida, millaisia vaikutuksia visuaalisessa laadussa näkyy kohdissa, joissa datan mukaan poikkeama on tapahtunut. Kuitenkin hitsausdatan keräyksen ja analysoinnin avulla on mahdollista päästä kiinni tarkasti hitsien kohtiin, joissa prosessi ei ole toiminut sille määritetyissä puitteissa. Datat kerääminen ja analytiikan hyödyntäminen ei pidä olla itse tarkoitus, vaan tarve on syytä pohtia tuotteen vaatimusten mukaan.

Testiympäristö

Savonia amk:n hitsauslaboratorion käytössä oleva WeldCube Premium -ohjelma on asennettuna Savonian serverille. Serveriltä rakennettiin turvallinen yhteys Ratesteel Oy:n Vieremän tehtaalle. Lisäksi soluun järjestettiin hankkeen testejä varten tietokone, jolla operaattori syöttää tuotteen yksilöivät tiedot virtalähteelle ennen robotiohjelman alkua.

Käytettävällä Fronius TPSi -hitsausvirtalähteellä on oltava käytössä muutamia maksullisia optioita, jotta datan keräys voidaan halutussa laajuudessa tehdä. Froniuksen laitteissa on mahdollista aktivoida 50 kaariaikatuntia kestävä kokeilujakso, jotta hankkeen testien alussa hyödynnettiin.

Testeissä käytettävä yrityksen robotiosolu on Yaskawa Finland Oy:n toimittama. Robotin ohjaukseen määritettiin vakioitunut rekisteripaikat hitsausnopeudelle sekä hitsin järjestysnumerolle. Nämä tiedot lähetetään robotin ohjelmasta virtalähteelle aina ennen yksittäisen hitsin alkua. Lisäksi robotille toteutettiin makro eli vakioitu aliohjelma, jolla oleelliset tiedot voidaan syöttää helposti yhdellä käskyllä.

Testit DiVa-hankkeessa tähän mennessä

Digitalisaatio valmistavan teollisuuden yrityksissä eli DiVa-hankkeessa testattiin WeldCube:n omaa, tuotekohtaista raportointityökalua sekä rakennettiin ohjelmointirajapintaa hyödyntäen erillinen sovellus, joka on kirjoitus hetkellä testikäytössä.

Hitsausdatan jäljitettävyyttä voidaan, ja hankkeen testeissä haluttiin toteuttaa yksittäisen sarjanumeroidun tuotteen yksi-

löidyn hitsin tasolle. Jotta tämä voidaan toteuttaa, luodaan WeldCube:een tiedot ja nimike serverille sekä tuotteen määritetään hitsausjärjestys. Järjestys tehdään yhteiseksi robottiohjelman kanssa.

Ennen yksittäisen tuotteen hitsausta operaattori syöttää hitsattavan tuotteen nimen ja yksilöivän sarjanumeron solun tietokoneelle, joka välittää tiedot virtalähteelle. Robottiohjelmassa ennen jokaista hitsiä on sen yksilöivä järjestysnumero ja kyseisen hitsissä käytettävän nopeuden tieto. Nämä tiedot yhdistyvät toteutuneen hitsin dataan ja siirtyvät serverille ko. nimen alle.

WeldCube:n oletusraporttiin koostettavien tietojen laajuuden voi määrittää itse. Oletusraportti piirtää graafit mm. virta-, jännite- ja langansyöttöarvoista kuten aikaisemmassa kuvassa 2, sekä korostaa kohdat, mikäli sallituista parametri-ikkunoista on poikettu. Oletusraportin graafin x-akselilla esitetään sen ajan hetki, jossa poikkeama on tapahtunut, mikä hitsien tarkastuksen kannalta on haasteellista. Hankkeessa rakennettu sovellus toteutettiin osin siksi, että poikkeamakohtien paikka haluttiin esittää mittatietona, jotta poikkeamakohta on selkeästi paikannettavissa.

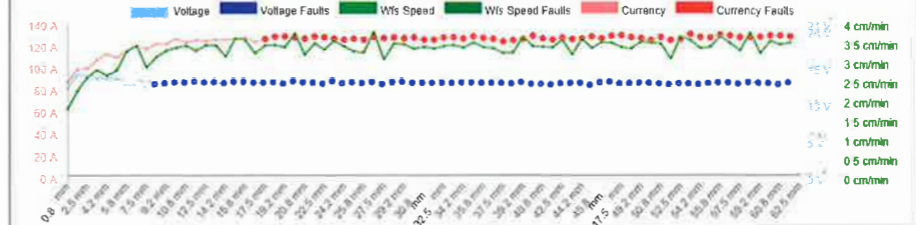
Kuvassa 4 yhden testituotteen osalta on niin kutsuttu operaattoriraportti. Mikäli tuotteen kaikki hitsit ovat sallittujen raja-arvojen sisällä, raportissa kaikki hitsit ovat vihreässä tilassa ja tuote voi jatkaa matkaa seuraavaan työvaiheeseen vähäisemmällä tarkasteluilla. Mikäli hitsausparametrien poikkeama on tuotteen jossain hitsissä, hitsin tila on punainen ja graafista nähdään paikka, joka operaattorin on tarkastettava sekä mahdollinen poikkeaman syy selvittävää.

WeldCube-Raportti 2023.10.17-03.34.07

Part Name: testituote | Serial Number: 27 | Status: NotOk
 StartTime: 27.9.2023 12:10:04
 Process Time: 00:00:29
 Arc Time: 00:00:24

Part Serial Number: 27 | Part Item Number: Diva-TT

Processing Step: 1 - Ok
 Processing Step: 2 - NotOk



Kuva 4. Operaattoriraportti, jossa on tieto, onko tuotteen hitsit kunnossa parametrien osalta tai mikäli eivät ole, tieto, missä kohtaa poikkeama hitsissä sijaitsee.

Datan keräystestit ja demosovellus toteutettiin Savonia-ammattikorkeakoulun DiVa-hankkeessa, Ratesteel Oy:n yhdessä robottihitsaussolussa. Ratesteel on kiinnostunut tarkastelemaan, millaista lisäarvoa tuotannon eri vaiheisiin sekä itse tuotteelle hitsauksessa kertyvän datan keräämisellä ja tarkkailulla voidaan saavuttaa. Datat keräystesteissä tarkastellut tuotteet ovat kriittisiä koneenosia, ja prosessiparametrien tarkastelu tarjoaa yhden lisäratkaisun laatuutimien käyttöön.

Aku Tuunainen
Tutkimusinsinööri, IWE
aku.tuunainen@savonia.fi
Henri Juntunen
Projektiasiantuntija
henri.juntunen@savonia.fi
Sasu Eskelinen
Testausinsinööri
sasu.eskelinen@savonia.fi
Savonia-ammattikorkeakoulu Oy
Linkki: https://diva.savonia.fi

ALANSA AINOA AMMATTILEHTI

NRO	TEEMA	Ilmoitusvaraukset	ilmestyy
1/2024	Laser ja lisäävä valmistus	19.1.2024	16.2.2024
2/2024	Konepaja/Nordic Welding Expo/3D&New Materials -messut	15.3.2024	12.4.2024
3/2024	Laatu, NDT, DT sekä tuotannon laatu	17.5.2024	14.6.2024
4/2024	Materiaalitietous	16.8.2024	13.9.2024
5/2024	Suunnittelu	11.10.2024	8.11.2024
6/2024	Hitsaava Suomi (SHY 75 vuotta)	15.11.2024	13.12.2024

Muutokset mahdollisia.

Teemat ja aikataulut 2023-2024:

Ilmoitusmyynti:
 Hanna Torenus / T:mi Petteri Pankkonen
 puh. 040 152 4241
hanna.torenus@pp-marketing.fi