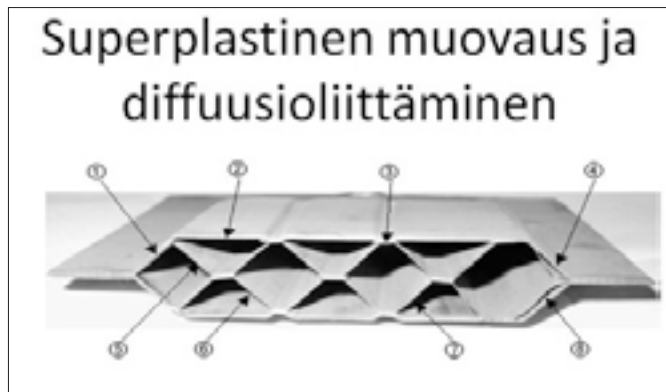


Levytekniikan teemapäivä - Steel Forum 2013

■ SEPPÖ KIVIVUORI, AALTO-YLIOPISTO, KEMIAN TEKNIKAN KORKEAKOULU MATERIAALITEKNIIKAN LAITOS



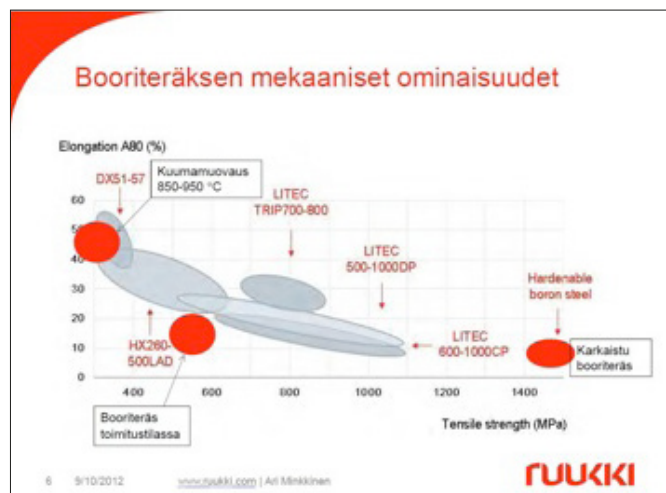
KUVA 1. Esimerkki superplastisella muovauksella ja diffuusioliittämisellä valmistetusta tuotteesta.

Messingin muovattavuus

- Messingin muovattavuus riippuu voimakkaasti raerakenteesta ja raekoosta.

Raekoko	Käyttötarkoitus
0,015 mm	Lievä muovaus ohuilla levyillä.
0,025 mm	Normaali syväveto: hyvä muovattavuus ja pinnanlaatu.
0,070 mm	Voimakas syväveto kun pinnanlaadulla ei ole väliä
0,120 mm	Erittäin voimakas syväveto: paksut alhiot, hylsyt

KUVA 2. Messingin muovattavuus riippuu voimakkaasti hehkutuksella aikaansaadusta raekoosta.



KUVA 3. Booriterästen mekaaniset ominaisuudet eri käsittelytiloissa.

Vuosittainen FinDDRG:n järjestämä Levytekniikan teemapäivä - Steel Forum 2013 pidetään tänä vuonna 10.10.2013 HAMK:ssa Valkeakoskella. Päiviin oleellisena osana liittyvät teollisuusvierailut on tarkoitus järjestää Toijalassa Ruukin ja Fläktin tiloissa. Luentojen aiheet liittyvät tänä vuonna ohutlevyjen muovausten mallinnukseen ja työkalujen tribologiaan.

Viime vuonna teemapäivään osallistui n. 40 henkilöä, jotka edustivat sekä teollisuusyrityksiä että yliopistoja ja tutkimuslaitoksia. Päivän aikana kuultiin kuusi luentoa mielenkiintoisista aiheista. Lisäksi vuoden 2012 stipendin saajat esittivät palkitut työnsä. Päivän kruunasi teollisuusvierailut Petäjäveden Metalli Oy:n sekä Harvia Oy:n tuotannon tiloihin.

Avauspuheenvuorossaan teemapäivän puheenjohtajana toiminut Heikki Savikko Draw Tech Oy:stä toivotti kaikki osallistujat lämpimästi tervetulleeksi tilaisuuteen.

Teknolgiateollisuuden suhdannekatsaus

Ensimmäisenä luennoitsijana pääekonomisti Matti Paavonen Teknolgiateollisuus ry:stä piti talouskatsauksen. Esityksessä ilmeni, että vuoden 2009 talouskriisi vaikutti niin Suomen kuin koko maailman vientiin ja tuotantoon voimakkaasti. Positiivista on kuitenkin se, että talouden elpymisestä on taas pieniä merkkejä ja tuotannon määrät kasvavat taas vakaasti, mutta hitaammin kuin muissa Suomen kilpailijamaissa.

Kuluttajien luottamus talouteen ja BKT ovat kasvaneet vuodesta 2009 voimakkaasti, mutta sukelsivat sitten uudestaan vuoden 2011 keväällä. Teollisuudenkin luottamus talouteen on nyt taas nousussa vuoden 2011 lievän notkahduksen jälkeen.

Lopuksi Paavonen vertasi Suomen kilpailukykyä muihin maihin ja hänen mukaansa Suomen tulisi panostaa tuottavuuteen. Suomi ei tällä hetkellä houkuttele uusinveointeja eikä ulkomaisia yrityksiä ja osajia toisin kuin muut Pohjoismaat.

Kupari- ja titaaneosten muovaus

Professori Seppo Kivivuori Aalto-yliopistosta piti laajan esityksen kupari- ja titaaneosten muovauksesta. Hän painotti esityksessään materiaalien muovattavuutta ja siihen vaikuttavia materiaaliominaisuuksia. Näiden ominaisuuksien perusteella on sitten vertailtu eri materiaalien muovausominaisuuksia eri muovausprosesseissa sekä syvävedon että venytysmuovauksen osalta.

Esityksessä todettiin, että syvävedon muovattavuutta voidaan kuvata materiaalin r-arvon avulla. Se vaikuttaa voimakkaasti saavutettavaan rajaveto-suhteeseen ja siten kupin vedossa saavutettavaan syvyyteen. Sen sijaan venytysmuovattavuutta kuvaa materiaalin muokkauslujittumiskyky. Mitä suurempi n-arvo materiaalilla on, sitä enemmän materiaalia voi muovata ja sitä suurempi on myös Erichsen-luku.

Titaaniseosten muovauksesta todettiin titaaniin herkkyys lohkomurtumaan muovauksen yhteydessä. Murtumisen ehkäisemiseksi tarvitaan titaaniin syvävedossa työkalut, joilla varmistetaan oikean jännitystilan aikaan saaminen. Tämä voidaan saavuttaa esimerkiksi vetoharjanteita käyttäen. Titaania voidaan muovata myös lämpimänä ja eräs sovellus onkin titaaniin käyttö superplastiseen muovaukseen ja difuusioliittämiseen (kuva 1).

Kuparimetallien muovattavuudesta todettiin, että puhdas kupari on hyvin muovattavaa. Myös messingit ovat pääsääntöisesti hyvin muovattavissa.

Sopivia lämpökäsittelyjä ja jatkovetoja tai venytysvetoja käyttäen voidaan valmistaa erittäin syviä tuotteita, esimerkiksi hylsyjä. Messinkien venytysmuovattavuuteen vaikuttaakin hyvin voimakkaasti hehkutuksen seurauksena aikaansaatu raekoko (kuva 2).

Osittain tähän esitykseen liittyen on tässä lehdessä toisaalla laajempi artikkeli ei-rautametallien muovattavuudesta.

Booriteräsohutlevyt - laadut ja käytettävyys

Ari Minkkinen Rautaruukki Oy:stä piti kattavan esityksen kylmävalssatuista booriteräksistä. Hän keskittyi esityksessään näiden terästen ominaisuuksiin, rakenteeseen ja tyypillisiin käyttökohteisiin.

Booriterästen mekaanisia ominaisuuksia voidaan varioida laajasti. Kuvassa 3 on esitetty suurilujuisten terästen ominaisuudet sitkeyden ja lujuuden suhteen. Booriteräkset toimitetaan hehkutettuina, karbidit palloutettuina. Tällöin rakenne on hyvin kylmämuovattavaa huoneenlämpötilassa. Levyä voidaan myös lämminmuovata lämpötila-alueella 850 - 950 °C ja sammuttaa muotissa tai erillisessä öljytai vesisammutuksessa. Tällöin rakenteeksi syntyy karkaisu, martensiittinen rakenne.

Muovausominaisuuksiltaan booriteräkset ovat hieman syvävetoteräksiä huonompia (kuva 4). Näiden terästen muovattavuutta kuvaavat suuret ovat: Erichsen-luku IE n. 11 ja rajavetosuhde LDR n. 1,9. Sen sijaan syvävetoteräksillä vastaava rajavetosuhteen arvo on 2,2 - 2,4.

Boorilla seostetuilla teräksillä saavutetaan erittäin hyvät mekaaniset ominaisuudet, kuten kuvasta 5 havaitaan. Toimitustilassa myötölujuuden arvo on 300 MPa mutta saadaan kasvatettua karkaistuna aina arvoon 1200 MPa asti.

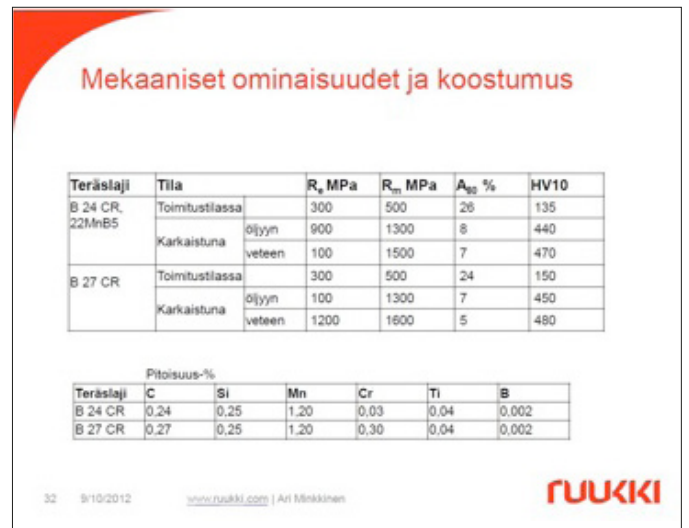
Booriteräksiä käytetään yleensä kohteissa, joissa vaaditaan lujuuden lisäksi hyvää kulumiskestävyyttä. Näitä käyttökohteita ovat mm. ajoneuvoteollisuudessa sivutörmäysuojat, puskurit turvakorien pilarit sekä työkoneneiden kulumiskestävyyttä vaativat osat.

Ferriittiset ruostumattomat ohutlevyt - ominaisuudet ja muovattavuus.

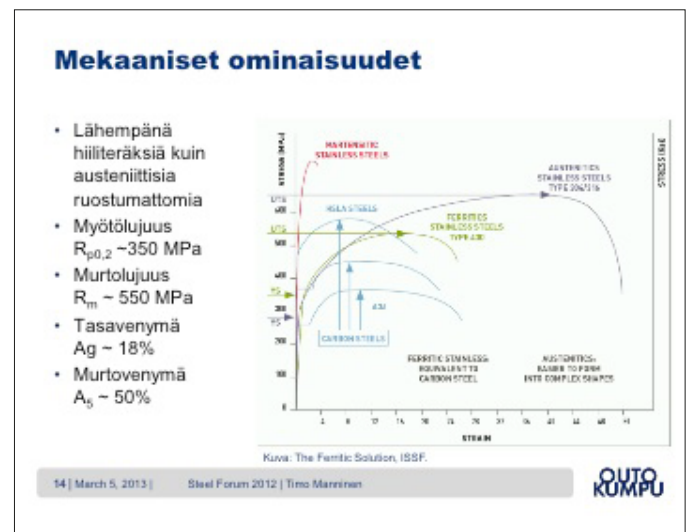
DI Timo Manninen Outokumpu Oy:stä piti esityksen ferriit-



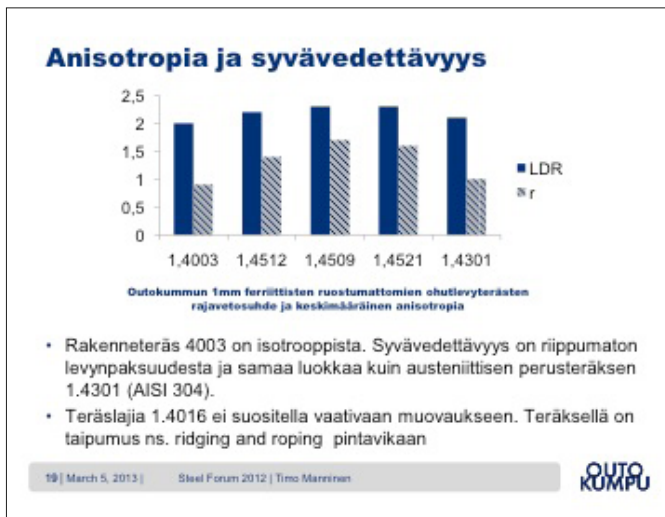
KUVA 4. Booriterästen muovattavuus.



KUVA 5. Booriterästen mekaaniset koostumukset ja ominaisuudet.



KUVA 6. Ruostumattomien terästen ominaisuudet verrattuna hiiliteräksiin.



KUVA 7. Teräslaatuja anisotropia ja syvävedettävyys.



KUVA 8. Teräslaatuja venytysmuovattavuus.



KUVA 9. Leikkaintyökalun suunnittelussa huomioitavia asioita.

tisistä ruostumattomista ohutlevyteräksistä. Tässä erinomaisessa ja mukaansa tempaavassa esityksessään hän kohditti päähuomion näiden terästen ominaisuuksiin ja muovatavuuteen.

Timo Manninen totesi, etteivät ferriittiset ruostumattomat teräkset sisällä nikkeliä, joten ne ovat edullisempia kuin austeniittiset ruostumattomat teräslaadut. Lisäksi niiden hinta on vakaampi kuin austeniittisten laatuja, koska nikkelin hinnan heilahtelut eivät niihin vaikuta. Ferriittisillä laaduilla on myös hyvät korroosio-ominaisuudet ja siten pitkä käyttöikä. Näistä syistä johtuen voidaan usein saavuttaa välittömiä kustannussäästöjä jo valmistusvaiheessa ja alhaisemmat elinkaarikustannukset käytön ajalta.

Mekaanisista ominaisuuksista (kuva 6) Manninen totesi ruostumattomien teräsohutlevyjen kilpailevan hyvin muovattavuutensa puolesta normaaliin hiiliteräksisten vetolaatuja kanssa. Austeniittisillä laaduilla on hyvä muokkauslujittumiskyky johtuen työstökarkenevuudesta ja siten hyvä venytysmuovattavuus. Ferriittiset ruostumattomat laadut taas ovat lähellä hiiliteräksiä ja siten omaavat hyvän syvävedettävyuden. Ferriittisillä laaduilla saattaa kuitenkin esiintyä kylmäaurautta transiitolämpötilan alapuolella. Sen sijaan austeniittisillä laaduilla ei tällaista haurastumista esiinny alhaisissa lämpötiloissa.

Ferriittisten ruostumattomien terästen eri laatuja syvävedettävyttä on esitetty kuvassa 7 ja venytysmuovattavuutta kuvassa 8. Ferriittiset laadut ovat Mannisen mukaan muovausominaisuuksiltaan hyvin lähellä hiiliteräslaatuja.

Puheenvuoro työkaluista

Teppo Rumpunen Saides Raisio Oy:stä piti esityksen levynmuovauksen työkalujen suunnittelusta ja valmistamisesta. Hän totesi Saides Raision keskittyvän työkalujen suunnitteluun ja kokonaistoimitukseen, Saides Narva Oy:n valmistukseen ja Saides Engineering Oy:n suunnitteluun.

Rumpunen totesi esityksessään, että työkalujen suunnittelussa on huomioitava tilaajakohtaiset lähtötiedot. Näitä ovat esimerkiksi tuotantomäärät, muotoilu, materiaali ja toleranssit. Asiakkaan konekanta, kuten puristimen koko ja automaation taso myös vaikuttaa suunnittelutyön sisältöön. Suunnittelun yhteydessä tehdään myös investointilaskelma, joka sisältää työkalukustannusten sekä takaisinmaksuajan arvioinnin.

Työkalun valmistuksen suunnittelussa keskitytään itse tuotteen, työkalun, aputyökalujen sekä automaation asetamiin rajoituksiin. Kuvassa 9 on esitetty leikkaintyökalun suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä.

Robottien soveltaminen hionta- ja viimeistelytyöissä

Timo Salmi VTT:lta piti mielenkiintoisen esityksen robottisolun hyödyntämisestä kappaleiden viimeistelytyöissä. Robottien liikeratojen tarkkuus on parantunut viime vuosina ja mahdollistaa hyvinkin tarkkojen työvaiheiden toteuttamisen. Robotteja voidaan käyttää esimerkiksi purseiden poistoon valujen ja termisesti leikattujen kappaleiden osalta sekä jäysteiden poistoon koneistuksen jäljiltä. Myös hitsisaumojen hionta mm. ohutlevyproduktiossa on mahdollista toteuttaa.

Robottien soveltaminen suhteellisten pienien kappalei-

den ja piensarjojen käsittelyyn todettiin haasteelliseksi. Voidaan olettaa käsin hionnan olevan robottisovellusta edullisempaa. Sen sijaan isommat kotelomaiset kappaleet ovat soveltuvampia robotin käsittelyyn. Työn onnistumiseksi tarvitaan kuitenkin älykkäitä robottisovelluksia (kuva 10), joilla haetaan joustavuutta, mittatarkkuutta sekä hyvää laatua.

Salmi kertoi, että kappaleiden viimeistelyyn on suunniteltu robotisoitu työasema (kuva 11) viimeistelytöiden suorittamiseen. Ratkaisu liittyy VTT:n suunnittelemaan tulevaan kehityshankkeeseen. Sen tavoitteena on kehittää ja demonstroida toimivia ratkaisuja piensarjatuotannon viimeistelytyön automatisoimiseksi.

Kirja- ja apurahaesittelyt

FinDDRG oli myös viime vuonna julistanut apurahat levynmuovaustekniikkaa tukevia hankkeita varten. Hakemuksia tuli kolme, joista kaikki hyväksyttiin palkittaviksi. Näistä kaksi oli kannustuspalkkioita ja yksi kirjan painatuksen tukihakemus.

Kimi Jukka Nissinen sai kannustuspalkinnon opinnäytetyöstään ”Syvävetopuristimen varustaminen voimanmittauksella”. Työ on tehty Hämeen ammattikorkeakouluun ja sen tavoitteena on ollut suunnitella, toteuttaa ja testata ohutlevyn syvävetoon käytettävään puristimeen voimanmittausjärjestelmä. Tehtävänantajana on ollut Hämeen ammattikorkeakoulun Ohutlevykeskus Hämeenlinnassa.

Raimo Vierelä sai kannustuspalkinnon opinnäytetyöstään ”Rajamuovattavuustutkimus kuumavalssatulle teräkselle Optim 650 MC”. Työ on tehty Kemi- Tornion ammattikorkeakoulussa ja sen tavoitteena on ollut suorittaa rajamuovattavuustutkimus 3 mm paksulle Rautaruukin kuumavalssatulle teräkselle Optim 650 MC. Tutkimuksen aikana suoritettiin mm. Nakajima-testi, Erichsenin kupinvenytyskoe sekä reiän laajennustesti. Työ suoritettiin Kemi- Tornion ammattikorkeakoulun rikkovan aineenkoetuksen laboratoriossa.

Tuen oppikirjan painatukseen saivat professori Antti S. Korhonen Aalto-yliopistosta sekä TkT Jari Larkiola VTT:ltä. Tuki koski oppikirjaa ”Ohutlevyjen muovauksen perusteet” ja sillä korvattiin osa kirjan painatuskustannuksista. Kirja on hyvä apuväline ohutlevytuotteiden suunnittelussa. Kirja käsittelee seuraavia ohutlevyn käytön kannalta keskeisiä alueita: ohutlevyjen markkinat ja käyttö, ohutlevyjen valmistus ja ominaisuudet, ohutlevyjen muovauksen perusteita, ohutlevyjen muovausmenetelmiä ja tulevaisuuden näkymiä.

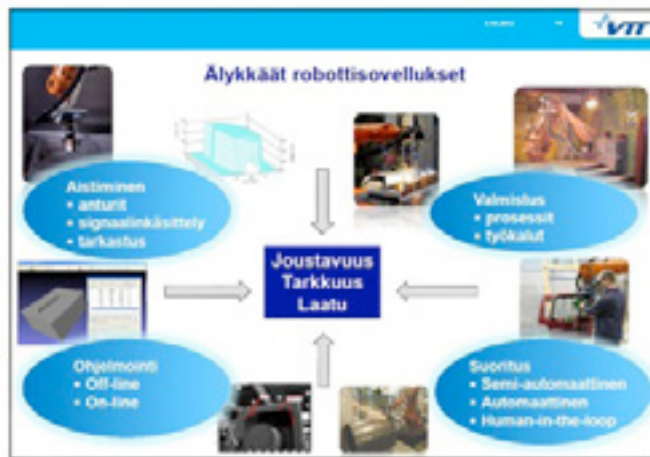
Kirjaa on saatavissa opetustarkoituksiin yhdistyksen sihteeriltä. Sen bibliografiset tiedot ovat:

ISBN 978-951-42-9786-1 ja ISSN 1457-3539.

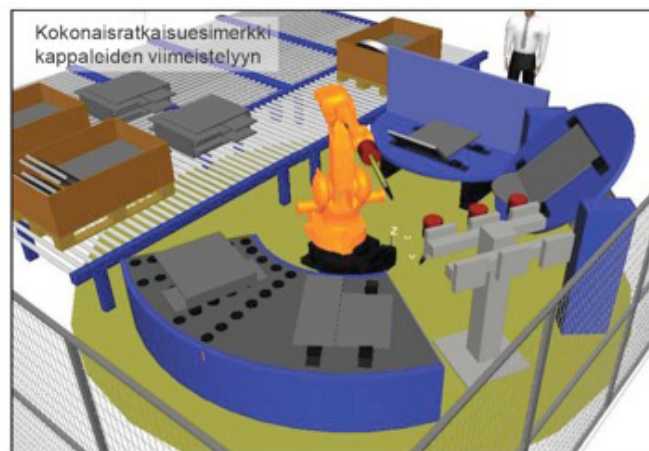
Yritysvierailut

Levytekniikan teemapäivien ohjelmaan on aina kuulunut myös teollisuusvierailut. Tällä kertaa vuorossa oli vierailut Petäjaveden Metalli Oy:n ja Harvia Oy:n tuotantolaitoksille.

Petäjaveden Metalli Oy:n päätuotteita ovat paineastioiden päädyt. Vierailijat saivat perinpohjaisesti tutustua niiden valmistukseen. Käytössä oli käsikäyttöisiä puristimia mutta myös hyvin nykyaikainen robotisoitu painosorvaslinja. Yrityksen tuotanto osoittautuikin vierailijoiden mielissä in-



KUVA 10. Älykkäät robottisovellukset.



KUVA 11. Kappaleiden viimeistelyyn soveltuvan robottisolun kaaviokuva.

novatiiviseksi ja nykyajan kehityssuuntia seuraavaksi.

Harvia Oy:n tuotanto sisältää pääasiassa saunan kiukaiden suunnittelua ja valmistusta. Vierailun yhteydessä ei ikävä kyllä päästy tutustumaan yhtiön tuotantoon, mutta useita kiuasmalleja oli nähtävillä yhtiön näyttelytiloissa. Lisäksi saimme perinpohjaisen esityksen Harvia Oy:n kiuasvalikoimasta ja niiden suunnitteluun sekä tuotantoon liittyvistä asioista.

Yhteenveto

Yhteenvetona vuoden 2012 teemapäivästä voi sanoa, että se oli onnistunut tapahtuma. FinDDRG oli jälleen kerran onnistunut keräämään hyviä luennoitsijoita ja ajankohtaisia aiheita päivän ohjelmaan. Osallistujia toki voisi olla enemmänkin, mutta paikka sekä nykyinen talouden tilanne olivat varmaan osasyynä laimeaan osallistumiseen tähän vuositaiseen ohutlevytekniikan tapahtumaan.

Toivottavasti tänä vuonnakin saamme yhtä laadukkaita esitelmien pitäjät sekä enemmän kuuntelijoita mukaan tapahtumaan.