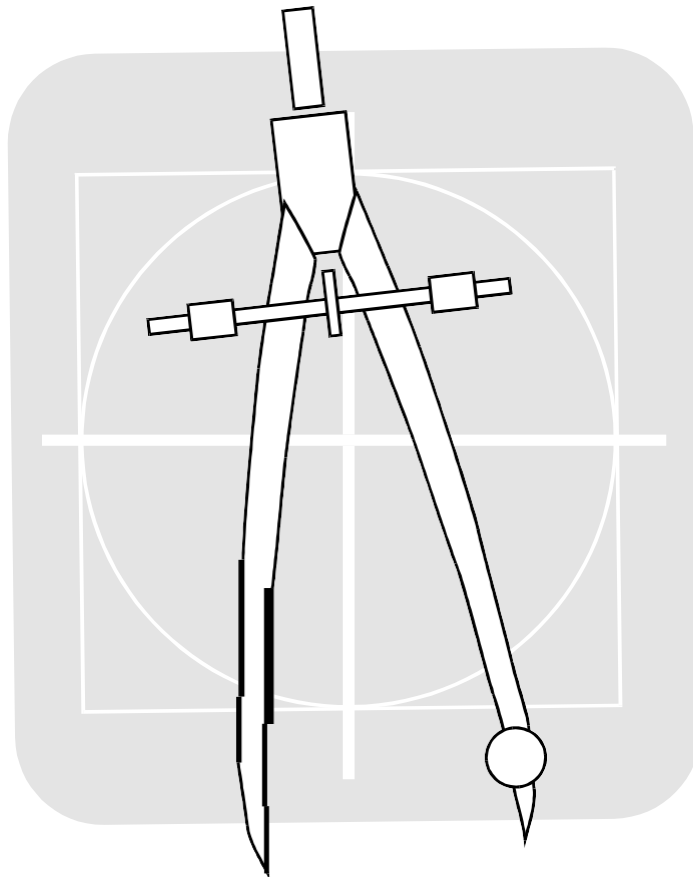


Rakennusohjeita

Kuumasinkityn rakenteen
suunnitteluun ja muotoiluun



Sisällysluettelo

SUUNNITELU	3
RAUTAA JA TERÄSTÄ	4
MATERIAALIN VALINTA	4
PUHTAUDEN MERKITYS	5
TYYPILLISIÄ ONGELMIA	5
TUULETUSREIÄT JA VALUMAKANAVAT	6
HITSATUT RAKENTEET	7
PÄÄLLE HITSATUT VAHVIKKEET	7
PALKKIEN VÄLIRAKENTEET	7
PAINEASTIAT JA SÄILIÖT	8
LÄMPÖLAAJENEMINEN	8
ERILAISET AINEENVAHVUUDET.....	8
HALLITTU LÄMPÖLAAJENEMINEN.....	8
SUURET RAKENTEET JA KUUMASINKITTÄVIKSI MAHDOTTOMAT RAKENTEET	9
KÄÄNTÖKASTO	9
PUTKIRAKENTEET	9
PIENET KAPPALEET	10
HITSAUS	11
LIKKUVAT OSAT	11
TUNNISTUSMERKINNÄT	11

Toimittanut ja kansainvälisestä materiaalista koostanut 1996 Petri Helo.

Yleistä

Suunnitelu

Huolellisella suunnittelulla kuumasinkittävän tuotteen ominaisuudet paranevat uusiin mittoihin. Paitsi parhaan mahdollisen korroosiosuojan ja esteettisen ulkonäön lisäksi helposti kuumasinkittäväksi suunniteltu kappale säästää pintakäsittelykustannuksissa. Kuumasinkityksen hinta riippuu paitsi raaka-ainekustannuksista myös siitä miten vaivattomasti ja nopeasti rakenne kulkee prosessin läpi. Yhteisen edun saavuttamiseksi olemme valmiita auttamaan rakenteenne suunnittelussa.

Muita nykyaikaisen tuotteen suunnitteluun liittyviä näkykohtia ovat laatusikat ja turvallisuusvaatimukset. Pinnoitteen laadun työkaluna käytämme perinteisten kuumasinkitysstandardien lisäksi omaa HKS lab työkalua.

Hyvä rakenne takaa nopean toimitusajan. Älä epäröi kääntyä puoleemme - yhdessä löydämme parhaan mahdollisen ratkaisun.

Henri Helo

Materiaalivalinta

Rautaa ja terästä

Materiaalin valinta

Useimmat rautapohjaiset materiaalit ovat soveltuvia kuumasinkitykselle. Valurauta, takorauta, valettu teräs, kuumakalanteroidut teräkset ja kylmäkalanteroidut teräkset ovat kaikki kuumasinkittävissä. Syntyvän sinkkipinnan luonteen määrää kuitenkin materiaalin kemiallinen koostumus.

Kuumasinkityspinnoitteen perusta on teräksen ja sulan sinkin välisessä reaktiokerroksessa, joka on sinkkikerroksen alla. Useimmille kuumakalanteroiduille teräksille pinnoitteen sinkki-rauta -seososa käsittää 50 - 70 prosenttia pinnoitteen koko paksuudesta.

Teräksen koostumus vaihtelee riippuen vahvuudesta ja käyttötarkoituksesta. Pääaineosaset, kuten hiili ja pii, vaikuttavat galvanointitekniikkaan kuten materiaalin rakenne ja pinta. On olemassa esimerkiksi aineita joiden vaikutuksesta pinnoitteesta muodostuu sinkityksessä lähes pelkästään sinkki-rauta seos.

Yhteistä kuitenkin kaikentyyppisille sinkkipinnoitteille ovat seuraavat seikat:

- **Ulkonäkö** - Sinkkirautaseoksella voi olla mattaharmaa olemus uloimman puhtaan sinkkikerroksen puuttuessa. Uloin puhtaan sinkin kerros tekee sinkkipinnoitteille tyypillisen kirkkaan pinnan.
- **Kiinnittyvyys** - Pinnoitteella, joka koostuu lähes pelkästään sinkki-rauta -seoksesta saattaa olla huono kiinnittyvyys verrattuna tavalliseen pinnoitteeseen. Tämantyyppiset pinnoitteet on usein paksumpia kuin normaalit kuumasinkkipinnoitteet. Paksuuden kasvaessa kiinnittyvyys heikkenee.
- **Korroosionkestävyys** - Yleisesti kuumasinkityspinnoitteita arvioidaan enemmän korroosionkestävyyden kannalta kuin ulkonäön. Valmistajien ja loppukäyttäjien tulisi tietää että kun sinkkipinnoitteen väri mattaantuu tai harmaantuu, ei tällä ole vaikutusta edes pitkällä aikavälillä teräksen korroosioon. Jokainen milli on yhtä pitävä ruosteelta.

On vaikeaa määrittellä mitään ohjearvoja optimaaliselle kuumasinkittävälle teräsmateriaalille, mutta kokemus on osoittanut, että seuraavilla seikoilla on olennainen merkitys onnistuneen pinnoitteen syntymisen olosuhteille.

- Hiileen perustuvat teräkset mahdollistavat useimmissa olosuhteissa normaalin sinkkipinnoitteen syntymisen. Tiedetään kuitenkin, että erityisesti alle 0,25 % hiilipitoisuudet, alle 0,05% fosforipitoisuudet ja alle 1,35% mangaanipitoisuudet ovat erityisen hyödyllisiä.

- Pii-pitoisuudet alle 0,04% tai 0,15% - 0,25% ovat hyväksyttäviä.

Pii saattaa esiintyä monissa kuumasinkityissä teräksissä, vaikka pii ei kuulukaan teräksen komponentteihin. Tämä johtuu pitkälti siitä, että piitä käytetään teräksen deoksidatioprosessissa, joka pätee erityisesti teräsnauhoihin. Korkeamman pii-pitoisuuden omaavat teräksiset saattavat aiheuttaa tummemman pinnoitteen.

Kuumasinkitsijän tulisi aina olla tietoinen sinkittävän teräksen pii-pitoisuudesta, mahdollisimman optimaattisten valmistusmenetelmien valitsemiseksi.

Puhtauden merkitys

Kauniin ja kestäväen kuumasinkityspinnoitteen edellytyksenä on, että teräspinnat ovat puhtaat. Sen vuoksi tulee huolehtia siitä, ettei teräspinnoissa ole maalia, lakkaa, rasvaa, öljyä, erittäin paksua ruostetta tai tervaa. *Epäpuhtaudet, jotka eivät lähde peittaamalla, on poistettava* muilla menetelmillä, esimerkiksi hiomalla tai *hiekkapuhaltamalla*. Niistä aiheutuu lisäkustannuksia.

Toisinaan epäpuhtaudet ovat niin vaikeasti havaittavissa, että tulevat esiin vasta kun sinkitys on suoritettu. Tällöin voi olla välttämätöntä käsitellä pinta uudelleen, mikä luonnollisesti hidastaa prosessia.

Tyypillisiä ongelmia

Materiaaleihin liittyvät ongelmat kuumasinkityksessä johtuvat pääsääntöisesti siitä, että kappaleet on valmistettu maalatusta tai lakatusta materiaalista; rakenne tai sarja on tehty hyvin erilaatuisista materiaaleista tai rakennusmateriaali on täysin kelvotonta. Ongelmana saattaa olla esimerkiksi se, että kappale on valmistettu hitsaamalla yhteen vanhaa ruostunutta rautaa ja aivan uutta kirkasta terästä. Vastaavasti tarkasti koneistettu osa liitettynä karkeaan valukappaleeseen ajaa saman asian. Hyvin erilaiset materiaalit reagoivat eri tavoin sinkitysprosessiin.

Sama ilmiö voi esiintyä myös pitkälle automatisoitujen FMS-solujen tarkan materiaalinkäytön ja hukkaminnon takia; jos saman sarjan valmistamiseen automaattivarasto päättää käyttää vaikkapa fyysikaalisilta ominaisuuksiltaan erilaisia teräslevyjä kahdesta eri pinosta. Toisinaan edullisesti hankittu rauta tai teräs voi olla erittäin huonolaatuista. Tämä saattaa olla kyseessä romuraudasta tehdyissä rakenteissa ja erityisesti epätasalaatuisessa venäläisessä teräksessä.

Rakenteen koko ja muoto

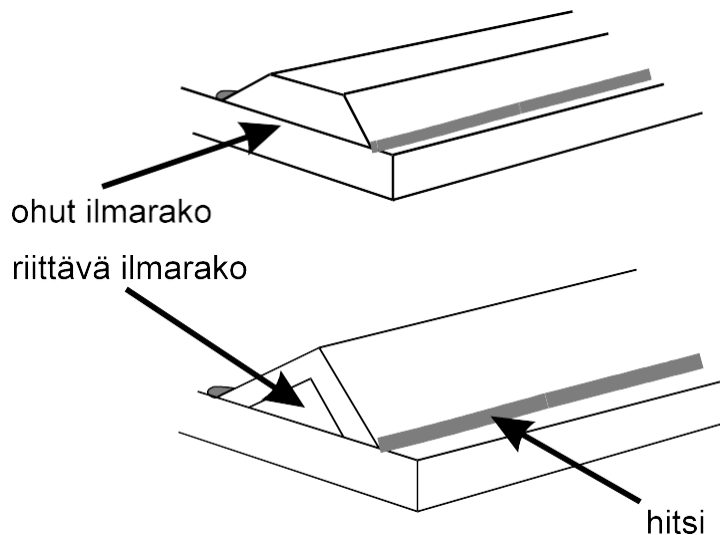
Tuuletusreiät ja valumakanavat

Kuumasinkitysprosessissa kappaleet upotetaan happoon ja sulaan sinkkiin. Siksi kuumasinkittävien kappaleiden umpinaisiin tiloihin tulee tehdä ns. hengitysreikä, koska suljetut tilat aiheuttavat rajahdysvaaran valmistusprosessin aikana. Reikä voidaan tehdä esim. poraamalla tai polttamalla ja sen lävistäjän tulisi mielellään olla noin 10-20 mm rakenteen koosta riippuen. Reiät tulisi sijoittaa siten, että sulaa sinkki pääsee liikkumaan vapaasti umpinaisessa tilassa ja tarvittaessa nopeasti sieltä pois. Hyvin sijoitetut tyhjennysaukot parantavat kuumasinkityn kappaleen ulkonäköä, koska silloin mahdolliset valumat ovat huomaamattomia tai kokonaan näkymättömissä.

Nordisk varmförzinkningsförening esittää putkirakenteiden tuuletusaukoille seuraavanlaisia mittoja:

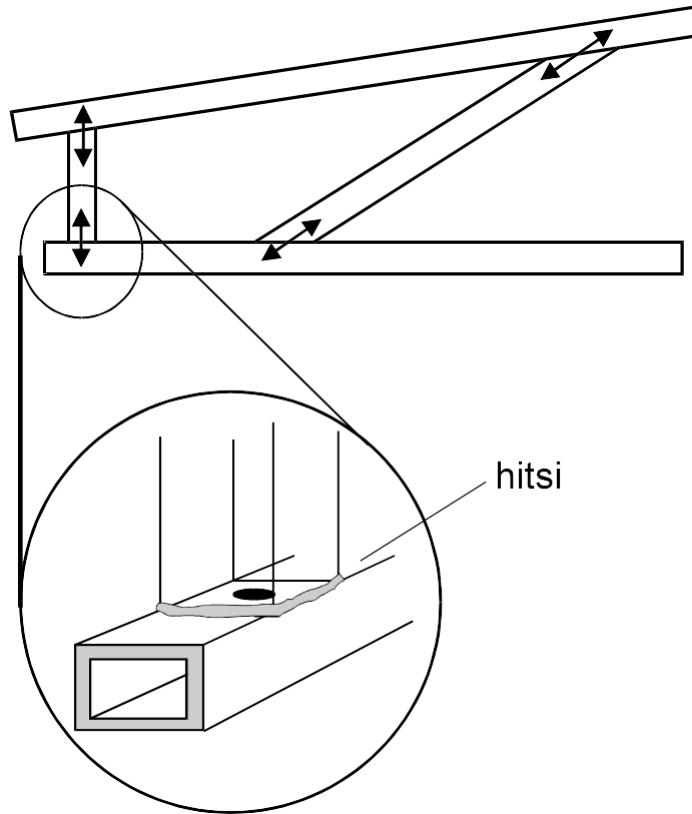
Putken koko, mm	Tuuletusaukko, mm
Alle 13	5 - 6
13 - 25	6- 8
25 - 40	8 - 10
40 - 50	10 - 15
50 ja suuremmat	yli 15

Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että liian suuri reikä on parempi kuin liian pieni. Säännöt ovat ohjeellisia ja monesti tilannekohtaisia.



Hitsatut rakenteet

Hitsatuissa rakenteissa laitetaan aukot kaikkiin liitoskohtiin, että sinkki pääsee valumaan sisään ja ulos. Kuvan ratkaisussa sisäänporatut reiät ja mahdolliset sinkkivalumat eivät näy rakenteen ulkopinnoilla.



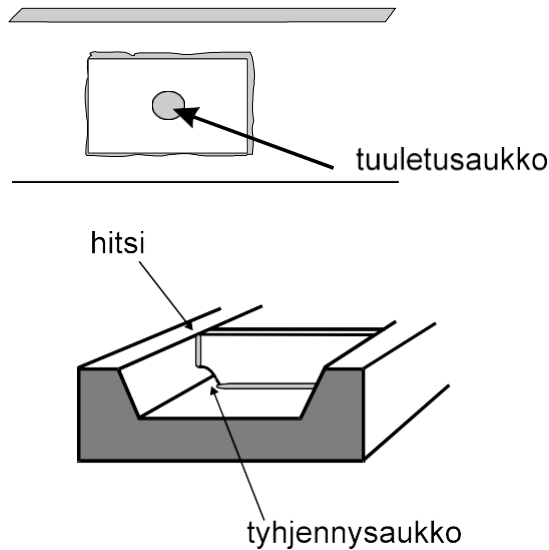
Päälle hitsatut vahvikkeet

Levyjen väliin jäävä ohut rako aiheuttaa happovalumia. Näin happo ei pysty poistamaan ruostetta levyjen välistä. Ruosteiseen pintaan sinkki ei tartu. Parempi muoto saadaan aikaa tekemällä rakenteeseen riittävä ilmakanava.

Pienetkin päälle hitsatut vahvikkeet eivät tee poikkeusta muista umpinaisista tiloista. Niihinkin pitää tehdä hengitysreikä.

Palkkien välirakenteet

U- ja I-palkkien välirakenteiden reunoihin tulee tehdä tyhjennysaukot (molempiin reunoihin) sinkin ja hapon tyhjentämistä varten.



Paineastiat ja säiliöt

Painesäiliörakenteissa pitää ulostuloaukot sijoittaa siten, että säiliön sisältä kaikki ilma poistuisi säiliötä peittaushappoon tai sulaan sinkkiin ja neste pääsisi pois säiliöstä sitä nostettaessa. Kappaleen kuljettamista varten myös jonkinlaiset nostokiinnittimet olisi hyvä olla.

Lämpölaajeneminen

Erilaiset aineenvahvuudet

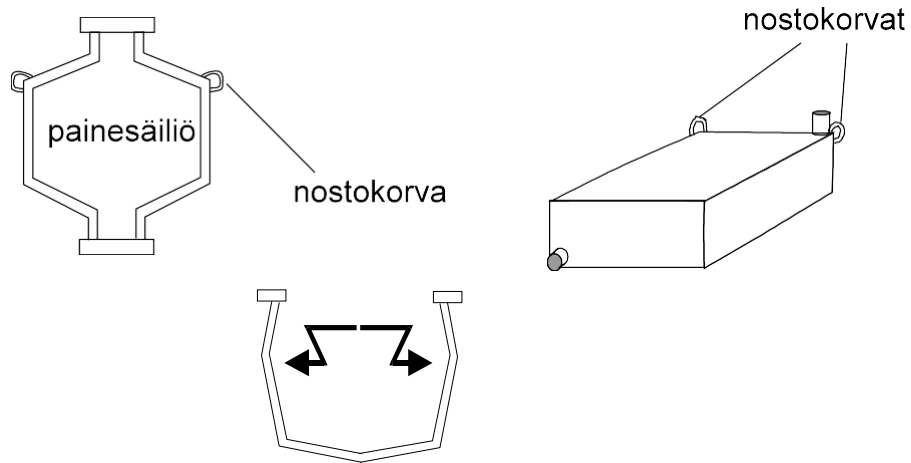
Samaan kappaleeseen ei kannata yhdistellä osia, joiden aineenvahvuuden välillä on suuria eroja. Koska kuumeneminen sinkkilyvyssä tapahtuu epätasaisesti ja rakenne saattaa vetää. Hyvin pitkiä ja ohuita rakenteita kannattaa välttää. Ainepaksuudeltaan 3 - 4 mm ohutlevyjen suuria tasopintoja on myös syytä karttaa, sillä näissä rakenteissa on hyvin suuri riski vetoon.

Mikäli mahdollista, rakenne tulee muotoilla siten, että hitsaus on mahdollista tehdä symmetrisesti painopistekseliin nähden. Hitsausjärjestys suunnitellaan siten, että jännitykset tulevat mahdollisimman vähäisiksi.

Joskus viimeiseksi vaihtoehdoksi jää tilapäisten vahvikkeiden käyttö kanavien, sylinterien ja suorakulmien muotojen säilyttämiseksi. Tällöin tulee kuitenkin aina ottaa yhteyttä kuumasinkitsijään optimaalisen ratkaisun löytämiseksi.

Hallittu lämpölaajeneminen

Lämpölaajenemisen vuoksi pitäisi sinämät, ainakin ohuissa rakenteissa, *esitaivuttaa* haluttuun suuntaan paisunnan ohjaamiseksi. Ellei esitaivutusta suoriteta, lämpötilan vaihtelu aiheuttaa voimakkaan aaltoilemisen pellissä ja rakenne saattaa jopa murtua. Kuumasinkityspadan lämpötila on noin 460 C astetta kappaletta sinkittäessä. Kun kappaleen lämpötila muuttuu hyvin lyhyessä ajassa noin viisisataa astetta, asettaa se vaatimuksia rakenteen muotoilulle.



Suuret rakenteet ja kuumasinkittäviksi mahdollomat rakenteet

Kääntökasto

Kuumasinkityspadan koko rajoittaa käsiteltävän rakenteen kokoa. Kaikkia suuria osia ei voida sinkitä kokonaisina. Tämä tulee erityisesti huomioida putkistoja, kattotuoleja ja peräkärryjä suunniteltaessa. Monet suuretkin kappaleet voidaan toteuttaa modulaarisina ratkaisuin.

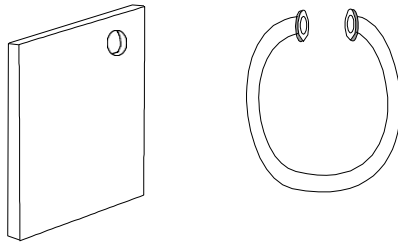
Eräissä tapauksissa on kuitenkin mahdollista kuumasinkitä suurempia kappaleita kuin mitä peittausaltaisiin tai sinkkipataan mahtuu kerralla. Tällöin käytetään niin sanottua kääntökastomenetelmää, jossa kappale kastetaan sinkkiin kahdessa tai useammassa eri asennossa niin että lopputuloksena koko kappale on saatu kastettua sinkkiin.

Kääntökaston haittapuolina voidaan mainita hidas prosessi - kappaletta joudutaan kääntelemään monta kertaa prosessin aikana -, kalliimpi hinta ja sinkkisaumat, jotka syntyvät monta kertaa upotettuihin kohtiin. Näitä paksumpia kohtia joudutaan hiomaan ja tasoittamaan monesti.

Kääntökastoa voidaan joutua soveltamaan mikäli kappaleesi on yli 5 metriä pitkä ja yli metrin syvä tai leveä. Mikäli epäilet että teräsrakenteesi joudutaan kääntökastamaan kuumasinkityksen aikana, kannattaa neuvoa kysyä asiantuntijoilta. Jos epäilet, että suunnittelemaasi suurta teräsrakennetta ei voida valmistaa monesta pienemmästä osasta modulaarisesti, ja kääntökasto saattaa olla vaihtoehto, ota yhteyttä kuumasinkitsijään.

Putkirakenteet

Erityisesti putkirakenteiden suunnittelussa on huomioitava, että sulaa sinkkiä pääsee kaikkialle putkeen ja sieltä pois kaston yhteydessä. Kuvan putki on mahdotonta sinkittää ilman tyhjennysreikien tekemistä.



Pienet kappaleet

Myös pienissä kappaleissa tulee olla ripustusreikä, josta esine voidaan nostaa roikkumaan kuumasinkitystelineisiin. Reiän tulisi olla noin 5 - 15 mm esineen koosta riippuen. Hyvin pienet esineet voidaan sinkitä myös ilman ripustusreikää, käyttämällä apuna nopeasti pyörivää koria kuumakastossa eli linkoa. Monesti paras lopputulos saadaan kuitenkin aikaan tavallisella ripustusmenetelmällä, jota suosimme sen paremman laadun takia. Ripustaminen on kuitenkin hieman työläämpää kuin kappaleiden lapiointi koreihin.

Muuta huomioitavaa

Hitsaus

Hitseissä ei tulisi olla reikiä, jotka aiheuttavat happopesäkkeiden syntyä. Molemmilta puolilta suoritettava pienahitsaus on päätettävä yli toisen sauman, niin että happo ei pääse tunkeutumaan mahdolliseen rakoon.

Yleisesti suosittelimme MIG-hitsausta ja muita hitsausmenetelmiä, joissa ei synny kuonaa. Jos käytetään päällystettyjä hitsauspuikkoja, kuona on poistettava hitseistä hyvin. Hitsauskuona ei nimittäin lähde pois peittauksessa (hapotuksessa) ja tämä aiheuttaa mustia sinkittömiä täpliä kuumakastossa.

Kuumasinkittävän teräksen hitsauksesta löytyy paljon erilaisia artikkeleja ja julkaisuja, joista on syytä mainita ainakin oma ilmainen julkaisumme "Hisaus - kuumasinkityn teräksen liittäminen hitsaamalla".

Liikkuvat osat

Kun kuumasinkittävä rakenne sisältää liikkuvia osia, esimerkiksi saranoita tai akseleita tulee huolehtia välyksien riittävydestä myös sinkityksen jälkeen. Pääperiaatteena on pidettävä, että toisiinsa nähden liikkuvat osat asennetaan vasta sinkityksen jälkeen, mutta jos tämä ei ole mahdollista, voidaan liikkuvuus säilyttää varaamalla kullekin sivulle noin 1 mm:n välys. Esimerkiksi reiän tulisi olla vähintään 2 mm akselia suurempi.

Myös saranoissa tulisi käyttää irroitettavan tapin mallia, jolloin osat voitaisiin käsitellä kahdessa eri erässä. Jos liikkuvaa osaa, kuten saranaa, ei saada hajoitettua kahteen osaan, pitää liikkuvaa komponenttia lämmittää uudelleen liikumavaran avaamiseksi. Tällainen lämmitys voi aiheuttaa pinnoitteen värjäytymistä erilaiseksi muuhun sinkkipintaan nähden.

Tunnistusmerkinnät

Kuumasinkittävien terästen väliaikainen merkintä voidaan tehdä ainoastaan vesiliukoisilla maaleilla. Mikäli mahdollista merkinnät tulee tehdä pysyvästi menetelmällä joka kestää sinkityksen.

Kuumasinkityksen kestävät merkinnät voidaan tehdä joko hitsaamalla tai stanssaamalla tunnustietoi (esimerkiksi kirjain ja numeroyhdistelmä) kappaleeseen. Toinen vaihtoehto on tehdä vastaavat pysyvät merkinnät peltilaataan, joka kiinnitetään rautalangalla teräsrakenteeseen.

Tunnistusmerkinnöissä erityisesti tulee välttää ei-vesiliukoisia maali- tai tussimerkintöjä ja viivakoodi- ym. tarroja, jotka eivät irtoa peittaushappokäsittelyssä. Mikäli edellä mainittuja merkitsemistapoja on kuitenkin käytetty, täytyy ne poistaa hiekkapuhaltamalla tai hiomalla ennen pintakäsittelyä. Tämä on monesti ikävä yllätys.

Lähteitä ja kirjallisuutta

Thomas, Rune (1989). Kuumasinkitys. Julkaisija Suomen Kuumasinkitsijät r.y. / Nordisk Förszinkningsförening. Auranen Oy, Forssa 1991.

Att konstruera för varmförszinkning. Yrforum 3-1993. (Lähde: Nordisk varmförszinkningsförening)

The design of products to be hot dip galvanized after fabrication. American Galvanizers Association. 1995.