



Virhekortin tarkoituksena on jakaa informaatiota toteutuneesta ja virheeksi tulkitusta ongelmatilanteesta, sen taustoista ja ennaltaehkäisemisestä. Virhekortista ei tule tehdä yleistyksiä kaikkia vastaavia tapauksia koskien, koska ongelmatilanteeseen ovat vaikuttaneet useat eri osasyt. Edellytyksenä virhekortin soveltamiselle on riittävä ammattitaito ja perehtyneisyys kyseessä olevaan erityisalaan, sen taustateorioihin, määräyksiin ja ohjeisiin. Virhekortit ohjaavat oikeisiin ratkaisuihin perustuen kortin laatimisajankohdan määräyksiin, ohjeisiin ja alan käsikirjoihin. Virheeksi tulkittua ongelmatilannetta ei tule pitää rakennusvirheenä oikeudellisessa mielessä.

HAURAS HITSILIITOS, JONKA KESTÄVYYS PERUSTUU SAUMAAN NÄHDEN KOHTISUORAAN VETO- JA MOMENTTIKESTÄVYYTEEN

Pätevyslautakunta: Teräsrakenteet

13.5.2020

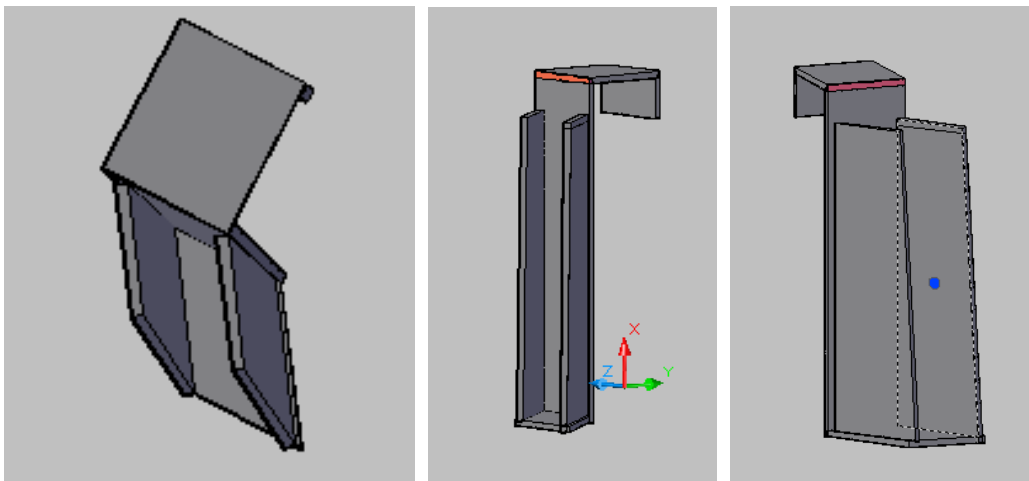
1 Virhe

Hitsisauman pettäminen on ollut merkittävässä osassa useissa rakennussortumissa. Tämä virhekortti kuvaa hitsiliitoksien valmistuksessa ja suunnittelussa esiintyneitä ongelmia, jotka on raportoitu onnettomuustutkimuskeskuksen tutkimusraporteissa B1/2003Y, B3/2003Y, Y2013-01 ja Y2018-01. Virhe on kaikissa em. tapauksissa ollut huonolaatuinen hitsisauma ja erittäin suuri vetojännitys poikittain hitsisaumaan nähden sekä erityisesti hitsin juuren puolelle.

Eurokoodissa ohjeistetaan, että hitsiliitoksia, joissa syntyy suuria, pääasiassa hitsisauman pituusakselin ympäri tapahtuvasta momentista ja saumaan nähden poikittaisesta vedosta/epäkeskisyydestä aiheutuvia rasituksia pitäisi välttää ja ainakin ottaa ne hitsin mitoituksessa huomioon. (SFS-EN 1993-1-8 kohta 4.12).

Tutkimusraportin Y2018-01 tapaus

Kyseessä oli kahden liimapuun välinen haasteellinen liitos, jossa n.45 asteen kulmassa pääpalkkiin nähden olevat sekundääripalkit "ripustettiin" teräskengällä pääpalkkiin (kuva 1). Puupalkkien yläpinnat olivat samassa tasossa.

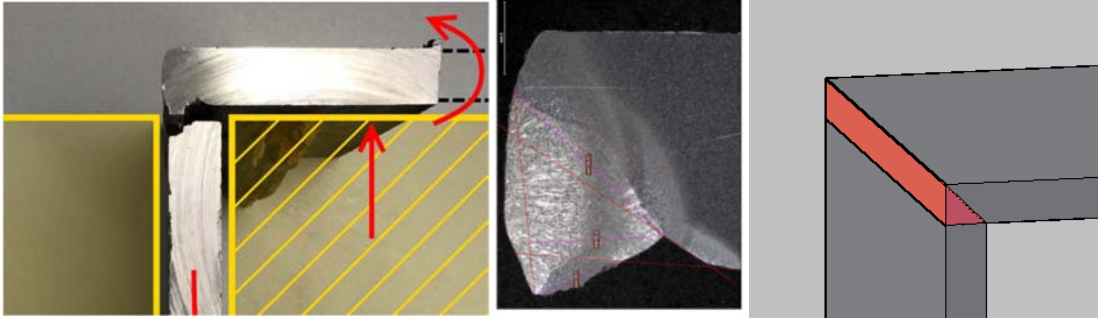


Kuva 1. Liitoskenkä "päältä", "sekundääripalkin suunnasta" ja pääpalkin ja sekundääriin väliltä.

Ripustuskenkän kaikki osalevyt oli hitsattu toisiinsa yksipuolisilla piena/V-hitsillä. Primääripalkin päälle asettuva kansilevy sekä osan paikoillaan pysymisen varmistava "kynsi" oli

RAKENNUSVIRHEPANKKI RVP-S/T-TE-94

myös hitsattu vain toiselta puolelta ja kansilevyyn oli tehty viiste, joka yritettiin täyttää kengän ulkopuolelta. Tutkimusraportin mukaan suunnitelmaa ei löytynyt mistään arkistosta ja siksi ei tiedetä, oliko suunnitelmassa molemmin puolinen (ympärihitsaus) ja puoli-V roilo. Tämä olisi ehkä mahdollistanut täyden 16 mm ainevahvuutta vastaavan hitsauksen. Rikkoutuneen kengän hitsin pienin a-mitta oli 5.60 mm. Murtotapa oli hauras (äkillinen) ja muodonmuutokset erittäin pieniä liittyvissä osissa.



Kuva 2. Kansiosan hitsi ja kanteen kiinnijääneen hitsin murtopinta. (Vasen ja keskimäinen kuva: Y2018-1, OTKES)

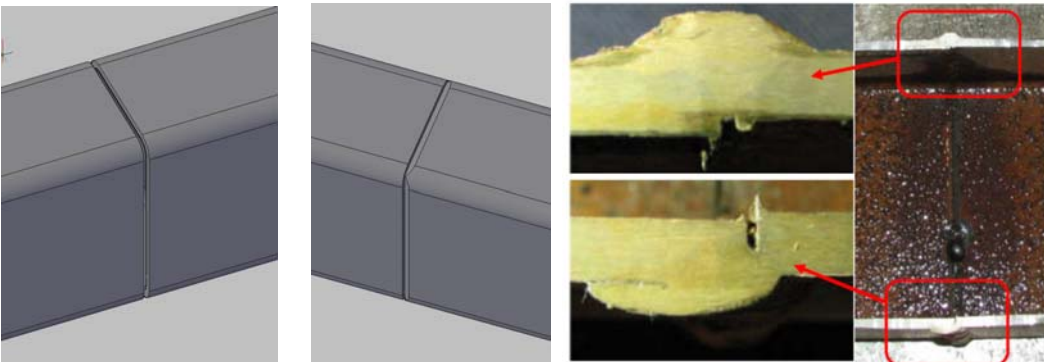
Tutkimusraportin Y2013-01 tapaus

Tutkimusraportti kuvaa useita puutteita hitsaustyössä sekä liitosten muotoilussa. Osa hitsisaumoista on ollut mahdoton toteuttaa lainkaan ja joissakin hitsin vahvuudet ovat jääneet oleellisesti pienemmiksi kuin liittyvien osien paksuudet. Kuva 3a. Kehärakenteessa oli useita vedettyjä ja taivutettuja liitoksia, joista yhdenkin peittäminen olisi voinut aiheuttaa tapahtuneen kaltaisen jatkuvan sortuman. Hitsisaumat eivät olleet pararejatkoksissa ja päätylevylitoksissa tiiviitä, koska oletetun sortuman alkupisteen liitoksen sisältä löytyi jäätä (ks. kuva 3b). Murtotapa oli hauras (äkillinen) ja muodonmuutokset pieniä liittyvissä osissa.



Kuva 3a ja 3b. Kriittisen liitoksen hitsin tunkeumaa päätylevyyn ja liittyvän putken sisällä ollut jää (kuvat: Y2013-1, OTKES).

Pararejatkoksen pitää olla yhtä vahva ja sitkeä, kuin ehyt parareputki. Sortuneessa kohteessa oli useita pararejatkoksia, joita ei ollut suunnitelmissa.



Kuva 4. Pararejatkosten roiloismalleja ja toteutuneita hitsejä. HUOM! Putken sisusta on ruosteesta ja märkä (eli hitsit eivät ole olleet tiiviitä). (Oikea kuva: Y2013-1, OTKES)

Tutkimusraportin B3/2003Y tapaus

Tutkimusraportti kuvaa sortuman, jossa teräsputkikonsolit pettivät ontelolaattojen saumauksen ja pintavalun teon jälkeen. Konsolien pienahitsin tunkeuma oli pilareihin vähäinen ja kuusi konsolia repeytyi irti aiheuttaen laajahkon välipohjasortuman. Murtotapa oli hauras (äkillinen) ja muodonmuutokset pieniä liittyvissä osissa.



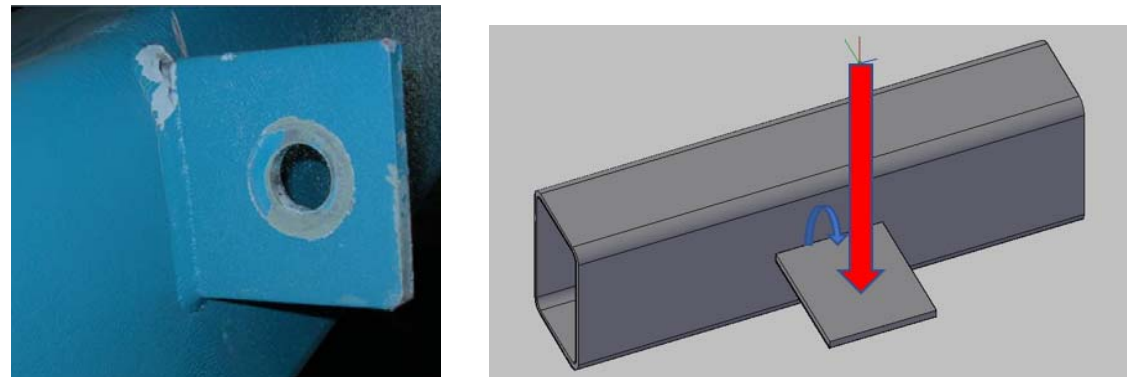
Kuva 5. Hitsisauman tunkeuma pilariin, ehjä konsoli ja konsolin kiinnityshitsaus (kuvat: B3/2003Y, OTKES).

Tutkimusraportin B1/2003Y tapaus

Raportissa käsitellään monitoimihallin sekundääriristikoiden kiinnityskorvakkeiden irti repeytyminen, joka johti em. ristikoiden ja niiden kannattaman katon osan sortumiseen. Korvakkeet olivat moniaksaalisen taivutuksen altistamina ja ko. liitoksissa pulttiliitoksen epäkeskisyys oli myös suurempi, kuin muissa katon liitoksissa. Irti repeytynyt liitos osa oli osin samanlaisen sauman pituusakselin yli tapahtuvan taivutusmomentin rasittama, kuin tapauksessa Y2018-01. Murtotapa oli hauras (äkillinen) ja muodonmuutokset pieniä liittyvissä osissa.



Kuva 6. Taipunut kiinnityskorvake ja irti repeytynyt ristikko sekä korvake (kuvat: B1/2003Y, OTKES).



Kuva 7. Taipunut sekundääriristikon alapaarteen kiinnityskorvake tyypik kuva liitoksesta, jossa olisi pääosin vain hitsisauman yli olevaa taivutusta. Tällaista liitosta pitää välttää. (Vasen kuva: B1/2003Y, OTKES)

2 Virheestä aiheutuvat ongelmat

Kriittisen hitsisauman pettäessä murtuu koko liitos ja liitoksen kiinnittämien osien irrotessa toisistaan voi aiheutua sortuma. Ääritilanteessa sortuma voi eskaloitua jopa jatkuvaksi sortumaksi aiheuttaen koko rakennuksen tuhon (kuten Y2013-01 tapaus). Huokoinen hitsisauma voi myös aiheuttaa kondenssiveden tai muun vapaan veden pääsyn esimerkiksi rakenneputkien sisälle tai hitsisaumaan. Vesi voi aiheuttaa korroosiota tai jäätyessään rasituksia, jotka ylittävät liitoksen kestävyysrajojen.

3 Virheen korjaaminen

Eurokoodin ohjeistuksen mukaisesti pyritään välttämään hitsisaumoja, joihin liittyvät osat aiheuttavat suurta vetoa erityisesti hitsin juuren puolelle. Yksinkertainen keino on myös pyrkiä hitsaamaan liittyvät kappaleet molemminpuolisella hitsillä tai käyttämällä asianmukaista roilomuotoa, joka varmistaa hitsin juuren puolen tunkeuman ja laadun. Hitsatut liitokset, kuten kaikki muutkin liitokset, pitää suunnitella sitkeiksi. Rakenne pitää suunnitella ”varoittavaksi” siten, että ennen lopullista kestävyysrajojen menettämistä esiintyy esimerkiksi suuria muodonmuutoksia tai sekundäärisiä vaurioita. Rakennejärjestelmässä on suotavaa olla vaihtoehtoisia kuormansiirtoreittejä. Ns. avainosat tai avainliitokset, jotka voivat johtaa laajenevaan sortumaan pitää suunnitella erityisen sitkeiksi.

Erityisesti pitää välttää liitoksia, joiden kestävyys perustuu pelkästään momenttikestävyysrajojen hitsin pituusakselin ympäri. Lisäksi korjauskohteissa varsinkin kuormitustilan tai palonkestävyysvaatimusten muuttuessa pitää hitsiliitosten kunto ja mitoitus tarkastaa. Työmaalla tehtävään hitsaukseen pitää erityisesti suhtautua asian vaatimalla vakavuudella ja hitsaustyön laadunvalvontaa pitää kiinnittää erityistä huomiota. Tässä virhekortissa referoidut tapaukset ovat kaikki konepajatyötä.

4 Hyvän rakentamistavan mukainen ratkaisu

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014):

2 § Rakenteiden lujuus ja vakaus

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että niillä säilyy riittävä lujuus ja vakaus koko suunnitellun käyttöajan ajan. Käytön aikana rakenteella on oltava riittävä luotettavuus sen käyttötarkoitukseen ja sijaintiin nähden haitallisten muodonmuutosten, halkeamien, värähtelyjen, painumien ja muiden haitallisten vaikutusten syntymistä vastaan.

3 § Kantavien ja jäykistävien rakenteiden suunnittelu ja toteutus

Rakennuksen kantavia ja jäykistäviä rakenteita koskevat olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät, kun rakenteet suunnitellaan ja toteutetaan eurokoodien sekä niitä koskevien ympäristöministeriön asetuksina annettujen kansallisten valintojen mukaan. Suunnittelijan on lisäksi otettava huomioon rakennuspaikasta johtuvat olosuhteet.

Hyvän rakentamistavan mukainen hitsiliitos omaa riittävän kestävyysrajojen, muodonmuutoskyvyn (sitkeyden) ja useita täyteen ainevahvuuteen hitsattuja saumoja, jotka ovat toisiinsa nähden eri suunnissa. Liittyvien rakennusosien pitää saada mieluiten huomattavia muodonmuutoksia, ennen kuin hitsit murtuvat. Hitsisaumojen laadunvalvonnasta pitää huolehtia.

Hyvään rakennuksen ylläpitoon kuuluu huolehtia teräsrungon korroosiosuojauksen kunnossapidosta esimerkiksi huoltomaalauksella. Jos korroosion esto perustuu esimerkiksi hermeettisen tiiviisiin putkipalkkeihin, on hitsisaumojen tiiviys ja putkien sisäpuolinen kuivuus

varmistettava määrävälein.

5 Muuta

Korjauksessa käytettävien rakennustuotteiden hankekohtaisen kelpoisuuden varmistamisessa tulee noudattaa voimassa olevaa lainsäädäntöä, asetuksia ja viranomaisohjeita.

Lähteet

OTKES tutkimusraportit (B1/2003 Y, B 3/2003 Y, Y2013-01 ja Y2018-01)

Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista (477/2014).

SFS-EN 1993-1-8 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-8: Liitosten suunnittelu.

Avainsanat

Hauras, hitsaus, kestävyys, liitos, sitkeys, sortuminen, teräsrakenne.