

Arto Suikka, diplomi-insinööri
Betonikeskus ry



KIINNITYSDETALJIT HIDASTAVAT ASENNUSTA

RTT:n Valmisosarakentamisen asennus- ja työmaatekniikka -projektissa 1990 -luvun lopulla uudistettiin betonielementtitoiden Ratu-menetelmäkuvaukset. Tutkijat seurasivat muutamia työmaita ja kirjaisivat asennustyön ongelmatilanteita. Ongelmien osuus asennustyössä voi olla 10-20 % koko työmenekistä. Osuuteen on laskettu rakenteen ongelmien aiheuttamat katkokset, elementtien poisnotot, rakenteiden korjaukset ja uudelleen asennus. Työmaan toiminnasta johtuvat odotukset ovat helposti 5-10 %. Talviaikana tulevat normaalin asennuksen lisäksi talvilisätyöt.

Ongelmia tai hankaluuksia aiheuttavat mm:

- palkkien kiinnityslappujen paikka
 - nauhaelementtien kiinnitys, tukipintojen asennusvara puuttuu, kannatuskonsolit taipuvat
 - julkisivuissa liian pieniä varauskoloja
 - tartuntalappuja puuttuu tai väärässä paikassa
 - nauhaelementin kaarevuus
 - kuluelementeissä sisäkiekranankurit väärällä puolella
 - parvekelaattojen kiinnitys holviin teettää paljon työtä
 - sähköputkien nostot eivät tule keskeltä seinää ylös, jolloin ne törmäävät laattaelementtiin
 - erilaiset muut suunnittelu- tai valmistusvirheet
- Näyttää siltä, että piirustustekniikka tuo helposti peilikuvavirheinä teräsosia väärälle puolelle.

Hyvä asennusliitos on sellainen, jossa

- elementti on nopeasti laskettavissa ja säädettävissä lopulliselle paikalleen
- asentaminen voi edetä koko ajan ja jälkivalut tulevat perässä
- liitoksessa on riittävät säätövarat
- ei nostokoritöitä

Suuri kerroskorkeus hidastaa asennusta. Seinäelementit joudutaan usein kääntämään. Jos kerroskorkeus on yli 5 metriä, esim. leukapalkkien vääntö joudutaan helposti ottamaan telinetornilla. Suunnittelijan tulisikin miettiä, voidaanko leukapalkki korvata suorakaidepalkilla, jolloin asennusaikaista vääntöä ja tuentatarvetta ei synny.

Ennen elementin paikalleenasentamista on syytä miettiä, voidaanko esivalmisteluja tehdä etukäteen maassa (teräsosan esikiinnittäminen pultein tai hitsaamalla, kaiteen kiinnitys, vemot, turvaköysien kiinnityspisteet jne.).

1
Saumaterästen reiät palkin kyljessä on valmiiksi tulpattu saumavalua varten. Tulpissa tulee olla ilmareikä valun onnistumisen varmistamiseksi. Kerrospilarin alapää on painevalettu.

Taulukko 1. Asennusvaroja / saumoja

10 mm	asennusneopren saumassa
15-20 mm	seinäelementtien vaaka- ja pystysauma
20 mm	betonijulkisivun ja -rungon väli einäelementin asennustappi seinälinjaa vastaan kannatuskonsolin ja seinäelementin väli betoni- ja teräsrakenteen väli
25-30 mm	metallijulkisivun ja rungon väli julkisivuelementti laataston yläpinnasta ontelolaatan ja seinäelementin väli kantavan ja ei-kantavan seinäelementin väli
30 mm	seinäelementin asennustappi seinän suunnassa palkin ja sen alla olevan seinän väli
50 mm	pilarijatkoksen juotos paikavaluperustusten ja elementin väli

Teräsmatalapalkki, jossa on ankkurointikolo ontelolaattojen saumateräkselle, asennusputki kaidetolpalle ja väliaikainen kierrettävä nostoelin. Tällöin nostossa ei tarvita liinoja.

MITTATARKKUUS JA ASENNUSVARAT

Liitosten asennusvaran tulisi olla suunnitelmissa yleensä 20-30 mm. Kriittisiä liitoksia ovat mm. julkisivuelementtien ja rungon väli sekä julkisivuelementtien väliset saumat. Useimmissa tapauksissa sekä betoni- että teräselementeille 10 mm:n asennusvara on täysin riittämätön. Ks. taulukko 1.

TYÖTURVALLISUUS

Työsuojelupiirit ovat tiukentaneet työturvallisuusohjeita. Asennustyössä tulee käyttää turvavaljaita ja köyttä aina, kun on yleensä putoamisvaara. Turvaköyden kiinnityspisteet eri tilanteissa tulisi ottaa huomioon jo suunnittelussa. Tämä vaatii suunnittelijan ja asentajan yhteistyötä.

Yhden henkilön kiinnityspisteen mitoituskuorma on 15 kN. Kiinnityspisteiden ja -vaijereiden tulisi sijaista siten, että henkilön vaarallinen sivuheilahdus estyy ja että putoamismatka on mahdollisimman pieni. Turvaköyden mahdollisia kiinnityspisteitä ja -tapoja ovat mm.

- ontelotarrain (malli: Leenstra tai vast.)
- porataan laatan yläkannakseen reikä, johon sokkakiinnitys
- valu- tai nostoankkuri elementissä + vaijerinostolenkki ankkuriin työmaalla
- elementin nostolenkit
- vaijeri pilarista pilariin
- vaijeri palkin päällä esim. väliaikaisiin tolppiin kiristettynä. Tolpalle valussa teräsholkki tai reikä, joka toimii myöhemmin kaidetolpan kiinnityspisteenä
- pitkän laatan (esim. TT) keskiosalle 2 ylimääräistä valu- tai nostoankkuriin tehtaalla laatan yläpintaan jänneväli kolmannespisteisiin
- liittopalkkien vaarnalenkit
- valu- tai nostoankkuri muutamaa pilariin tehtaalla, esim. tietyn pilaririvin pilareihin
- väliseinän vaijerilenkit.

Kaidarakenteiden tulee kestää 1 kN:n kuorma epäedullisimmin sijoitettuna.

Turvakaiteiden kiinnitystä voidaan nopeuttaa tehdasvalmistuksella. Teräspalkkiin voidaan hitsata yläpintaan holkki (ks. kuva 2), johon kaidetolppa puodotetaan. Holkin koko riippuu kaidejärjestelmästä. Vastaavasti betonipalkkiin voidaan upottaa holkki yläpinnan valuun.



RUNGON ASENNUSAIKAINEN STABIILITEETTI

Valtioneuvoston asetus elementtirakentamisen työturvallisuudesta (578/2003) toteaa, että suunnitelmissa on annettava riittävät tiedot elementtien väliaikaisesta tuennasta ja sen purkamisesta. Asennussuunnitelmasta tai sen liitteistä on myös käytävä ilmi toimenpiteet osittain asennettujen rakenteiden riittävän lujuuden ja paikallaanpysymisen aikaansaamiseksi sekä väliaikaisten siteiden tukien käyttö.

Asennusaikainen tuenta tulee miettiä etukäteen ja suunnittelija vastaa riittävästä asennusvaiheen stabiiliteettisuunnittelusta.

Elementit asennetaan yleensä asennuspalojen päälle. Asennuspalojen tulee olla yhteensä 20 mm korkeat, jotta alapuolinen jälkivalu onnistuu kunnolla. Asennuspakka on monesti varsin korkea, jos sillä joudutaan hoitamaan mittavirheitä tai kasaantuneita toleransseja. Tällöin on tarvittaessa käytettävä lisätukia.

Ontelolaattojen tukipituudet suunnitelmissa ovat 60 mm laatoille O15 - O37 ja 100 mm laatoille O40 - O50.

Suomessa yleinen käytäntö on liittää rungon jäykistävät seinät vaijerilenkki-juotosliitoksilla toisiinsa. Vaijerilenkit seinissä ovat korvanneet aiemmat teräslenkit lähes kokonaan. Vaijerilenkki on asennusystävällisempi. Käytettävät lenkkipituudet tulisi pyrkiä vakioimaan kahteen, 80 ja 120 mm:iin. Asentajan vastuulla on, että sauman pystyteräs asennetaan lenkkien sisään.

Asennusvaiheessa elementit tuetaan vinotuilla, vähintään 2 tukea/elementti.

Muita vaihtoehtoja ovat hitsatut lappuliitokset ja seinäkenkä + pulttiliitos. Muissa maissa käytetään enemmän hitsauslappuja, jolloin elementti saadaan nopeammin kiinni lopullisella liitoksella eikä juotosvalujen kovettumista tarvitse odottaa. Esimerkiksi Norjassa hitsatut liitokset usein tilkitään villalla ja kitataan molemmin puolin, eikä saamaa jälkivaleta lainkaan.

MATALAPALKIT

Matalapalkin suunnittelussa tulee ottaa huomioon asennusvaiheen kuormitukset ja esimerkiksi toispuoleisen kuormituksen aiheuttama vääntö.



3



5



6



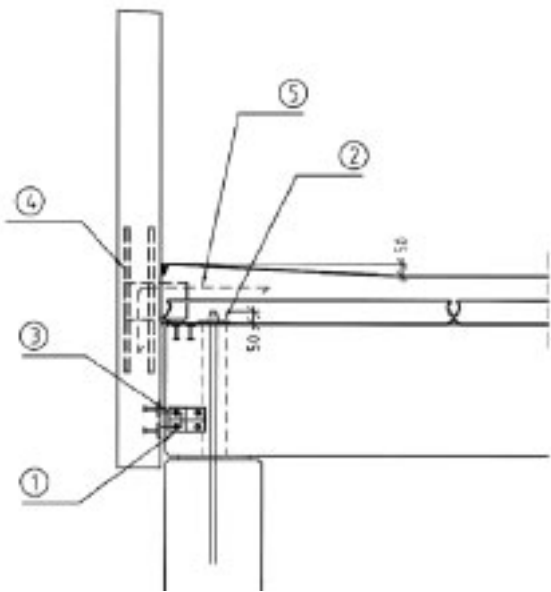
4

3
Vaijerilenkit seinäelementissä.

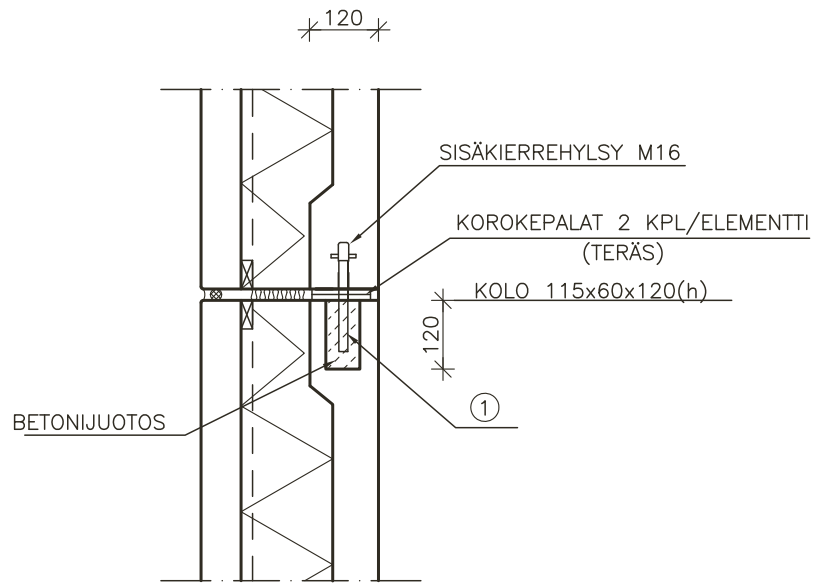
4
Leukapalkkien asennusaikainen vääntörasitus otetaan vastaan noin 0,5 m tuelta olevilla asennustuilla.

5
Kavennettuihin ontelolaattoihin on tarpeen asentaa nostolenkit.

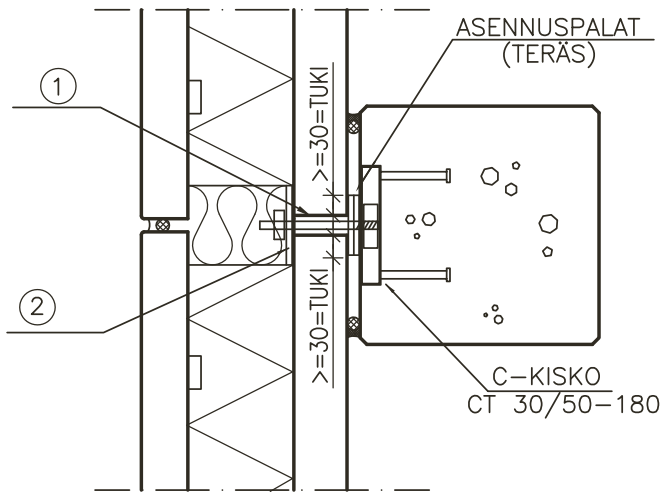
6
Neljään suuntaan tulevat konsoliratkaisut tulee suunnitella huolella ja mieluiten valmistajan kanssa keskustellen.



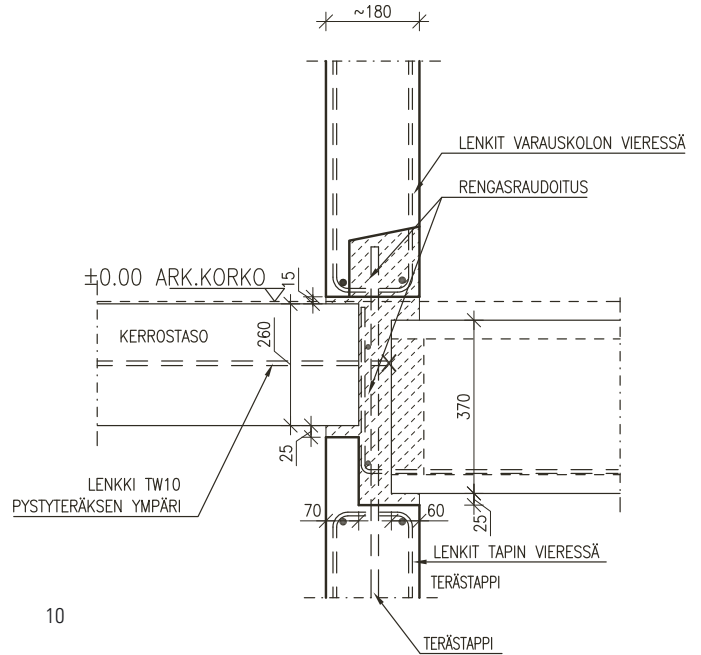
7



8



9



10

7

Nauha- ja kaide-elementit tulee asennettaessa saada nopeasti oikeaan korkoon ja lukittua esim. hitsaamalla. Paikallavaluun tuleva tartuntaraidoitus toimii vasta lopputilanteessa.

8

Sandwich- tai kuorielementin kiinnitys toiseen kuorielementtiin tapilla. Tappiliitos soveltuu myös vähintään 120 mm paksuihin sisäkuorielementteihin ns. S-pistekiinnitystä paremmin.

9

Seinän kiinnitys pilariin voidaan tehdä hitsauksen sijaan C-kiskolla ja kiinnityspultilla.

10

BES-liitoksen perusasioita; Ontelolaatan tukipinta vähintään 60 mm, ontelolaatan päässä jälkivalutilaa mieluiten 70 mm, porrashuoneen seinä mieluiten 200 mm ja pystysuunnassa riittävä elementtien asennus- ja saumausväli, 20 mm tai enemmän.

Keskialkeilla vääntöä voidaan eliminoida asentamalla laatat vuorotellen eri puolille palkkia, reuna-palkkeilla vääntö tulee hoitaa joko liittoksella pilariin tai asennusaikaisella tuennalla.

Tarvittaessa voidaan palkin taipumaa asennustilanteessa joutua rajoittamaan.

Palkit eivät saa kiertyä asennusvaiheessa ennen saumavalujen kovettumista ja saumateräkset tulee ankkuroida piirustusten mukaan. Mikäli työmaalla ei ole piirustuksia tms. riittävää tietoa toteutusta varten, asentajan tulee vaatia ne suunnittelijalta. Vastaavasti, mikäli asennuksessa joudutaan poikkeamaan suunnitelmista, tulee asentajan olla yhteydessä suunnittelijaan.

Yleensä reunapalkit tai muuten toispuoleisesti kuormitetut palkit tuetaan 200- 500 mm tuelta (pilari) siten, että tuki asennetaan leukapalkin alle leuan juuren kohdalle. Palkkia ei saa tukea keskeltä, ellei asennussuunnitelmassa nimenomaan näin mainita. Myös pilari-palkki-liitos voi vaatia kiilauksen kiertymän estämiseksi. Asennusaikainen tuenta ja sen poistoajankohta tulee aina esittää asennussuunnitelmassa.

Ontelolaattojen onteloiden täyttövalu tehdään joko laatat tulpattuna normaalipitkillä tai ns. pitkil-

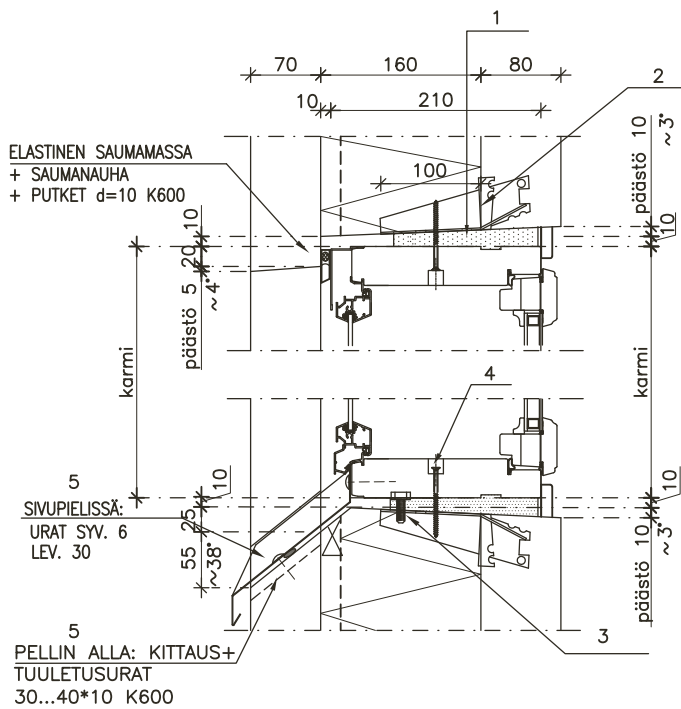
lä tulpilla. Pitkissä ontelotyötyöissä on valu tehtävä erityisellä huolella. Tarvittaessa ontelolaattojen päältä porataan ilma-/ tarkistusreikä onteloon, josta ontelon täytyminen ja tulppauksen paikallaan-pysyminen voidaan todeta.

LIITOSRATKAISUISTA

Elementtien nostoissa tulee välttää liinoilla nostoja. Kavennettuihin ontelolaattoihin ja asennettaessa laatat asennetaan kaltevampaan kuin 1:5, suositellaan valettavaksi nostolenkit tehtaalla. Elementtien mahdollinen kääntö kuljetuksen jälkeen työmaalla tulee ottaa huomioon nostoelimiä suunnittelussa.

Pilareiden nostossa käytetään asennusreikää, jonka halkaisijan tulee olla vähintään 60 mm. Asennusreikässä käytetään asentajan vakionostotappia, johon propit kiinnitetään. Esim. rautakankea ei saa käyttää nostotappina. Asennusreiän kokoa valittaessa on otettava huomioon pilarin koko.

Neopren- laakereiden käytössä on ollut ongelmia. Tuotteille ei ole käyttöselostetta ja niiden ominaisuudet, esim. Shore-kovuus vaihtelee varsin paljon. Tuotteet tulisikin saada paremman laadunvalvonnan piiriin.



11

Oulun Yliopistossa tri *Matti Leskelä* on tehnyt tutkimuksia, joiden pohjalta on juuri valmistunut *Neopren-laakereiden mitoitusohje* (ks. www.betoni.com). Kovuutta Shore 70 ei tule käyttää mitoituksen perusteena, koska kumin yleinen toimituskovuus on Shore 60 ja siinä esiintyy + 5 yksikön vaihtelu. Tämän vuoksi suositellaan, että piirustuksiin merkitään Shore 60 ja mitoitus tehdään Shore 55 mukaan. Raudoittamattomien neopren-levyjten suositeltavat käyttöpaksuudet ovat 6 mm - 15 mm.

Betonielementtien välisissä liitoksissa tulee pyrkiä käyttämään ensisijassa vakioteräsosia. Niiden teräs- ja muiden metalliosien, nostoankkureiden ja nostolenkkien, joiden betonipeite ei täytä vaatimuksia ja jotka ovat alttiina korroosiolle, suojaaminen tehdään betoninormien rasisitusluokan perusteella seuraavasti:

- rasisitusluokissa XS3 ja XD3 teräsosat tehdään korroosionkestävästä materiaalista
- rasisitusluokissa XC3, XC4, XS2 ja XD2 teräsosat tehdään korroosionkestävästä materiaalista tai vaihtoehtoisesti tavallisesta teräksestä, jos niiden suojaus voidaan pitää kunnossa.

Liitosten suunnittelu lähtee rakenneanalyysistä ja liitoksen toiminnallisista vaatimuksista. Kuormat ja säilyvyysrasitusluokat määräytyvät suunniteltavan rakenteen mukaan. Liitoksen on oltava valmistettava, asennettava ja toimiva niin staattisesti kuin paloteknisesti. Liitosten paloteknisen suojauksen suunnittelu unohtuu helposti.

Liitossuunnittelun lähtötiedot:

Kuormitukset
Lämpöliikkeet
Ympäristön rasisitusluokka
Käyttöikä
Palonkestävyys
Asennusvaiheen kuormitustilanne
Katastrofivarmistus (sitkeys, lisäkuormat)

Elpo- hormielementtejä käytettäessä alimman elementin tuenta näyttää tuottavan ongelmia. Esim. ontelolaatatossa oleva reikä on liian iso, eikä Elpon tuenta laataston päälle onnistu. Elementtien

välissä näkee erilaisia viritäyksiä. Alapuoliset putki-liittännät odottavat eikä laataston reikää päästä heti valamaan umpeen.

ElementtiRatu-tutkimuksessa verrattiin mm. väliseinien asentamista hitsaus- ja vajjerilenkkiliitoksiin. Työmenekit olivat samaa luokkaa. Hitsauksessa on kuitenkin omat etunsa, koska elementti saadaan nopeasti kiinni lopulliselle paikalleen.

Talvi tuo omat lisätyönsä asennustyömaalle. Elementtitehtaalla voidaan asentaa sähkövastuslangat pilareiden alapäähän ja palkin pluttireikien ympärille, kunhan tästä sovitaan ajoissa.

LOPUKSI

Suuri osa asennuksen ongelmista aiheutuu asennussuunnitelman puutteesta, vääristä liitosvalinnoista, detajisuunnittelun puutteista tai riittämättömästä mittatarkkuudesta. Asennuksen ongelmia voidaan välttää asiantuntevalla liitos- ja rakennesuunnittelulla. Kokeneet asentajat tietävät, milloin elementtiasennus sujuu ja mikä on työtekniisesti helppo liitos. Suunnittelijan tulee vain käydä riittävän usein työmaalla ja uskaltaa kysyä.

Rakennuttajien tulisi myös kiinnittää asentaja riittävän varhain projektiin, jotta asennuksen vaatimukset saadaan mukaan suunnitelmiin.

Asennustyön tuottavuutta voidaan parantaa paremmilla asennusdetaljeilla, valmistosien ja asennustyön paremmalla mittatarkkuudella sekä paremmalla työmaan logistiikan ja asennustyön ohjauksella.

VIITTEET:

- Elementti-Ratu. Loppuraportti 28.9.1999. Mittaviiva Oy. Työraportti.
- Leskelä M., Kumilevy-laakereiden mitoittaminen. Oulun yliopisto. Raportti RTL 0105, 2008 Oulu.
- Betonielementtien turvallinen asennus. Betonikeskus ry. 2007.
- Betonielementtien välisten liitosten suunnittelu ja valmistus. Tassu- projektin osaraportti. Rakennusteollisuus RT.
- Betonielementtirakentaminen. CD-ROM. Suomen Betonitieto Oy.
- www.betoni.com/elementtirakentaminen.

11

Ikkuna-aukkojen apukarmit tulisi korvata teräskiinnikkeillä, kuvassa karmikenkäliitos.

ERECTION AND JOINTING OF PRECAST CONCRETE ELEMENTS

Studies carried out on construction sites show that in the erection of concrete elements, the resolving of various problems can take up 10-20% of the working time. This includes the time spent on resolving structural problems as well as on the disassembly, repair, and replacement of the elements. The share of idle time due to other activities on the site often amounts to 5-10%. During the winter season, various additional work stages are needed in addition to normal erection.

Most of the erection problems are caused by the lack of an erection plan, wrong joint choices, deficiencies in detail planning or inadequate dimensional accuracy. Problems can be avoided by knowledgeable design of the joints and the structures. Experienced erection crews know when element work proceeds smoothly and which joints are easy to implement on the site. The designer should visit the site more often and ask the opinions of the workers.

Employers should also recruit the erection workers at an adequately early stage of the project to ensure that the requirements for erection are considered in the plans.

The productivity of element erection work can be improved through better erection details, higher dimensional accuracy of prefabricated components and erection work, and improved control of site logistics and erection work.

A good construction joint is one that permits the element to be quickly lowered and adjusted in place, enables uninterrupted progress of work with grouting following erection and requires no work to be carried out from an elevating work platform. The joint shall also be designed with adequate adjustment tolerances.