

TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO



30/91

Muurarin apulainen kuoli jäätyään kannatinpalkin murtumisen seurauksena pudonneen elementin alle

työpaikkaonnettomuuksien tutkinta (TOT)

1. Tapahtumien kulku

Työtapaturma sattui rakennustyömaan runkovaiheen aikana. Rakennuksen elementtiasennus oli annettu aliurakoitsijan tehtäväksi. Tapaturman sattuessa asennustyö oli edennyt kirjallisen suunnitelman mukaisesti kolmannen kerroksen holvin ontelolaattojen asennukseen.

Viimeisenä asennettiin ontelolaatta holvin reunalle asennetun laatanpuolikkaan ja muiden laatojen väliin (piirros 1). Kun viimeinen laatta oli paikallaan, mutta vielä kiinni nostosaksissa, ontelolaattoja kannattava jännebetonipalkki murtui reunimmaisesta laatanpuolikkaan tuennan kohdalta. Ko. laatanpuolikas, joka oli ollut paikallaan noin 15 min, putosi alas toisen kerroksen holville, jonka vastaavan reunimmaisesta ontelolaatanpuolikkaan tuenta murtui samalla tavoin ja toisen kerroksen laatanpuolikas putosi ensimmäisen kerroksen holville. Kolmannesta kerroksesta pudonnut laatanpuolikas putosi alas maahan murskaten alleen ensimmäisen kerroksen holville johtaneet portaat (kuva 1). Elementin pudotessa ilmeisesti portailla ollut muurarin apulainen N.N loukkaantui vaikeasti ja menehtyi myöhemmin saamiinsa vammoihin.

Toiminta työmaalla keskeytettiin ja muiden palkkien vastaavat ulokkeet tarkastettiin. Rakennesuunnittelija kävi palkit läpi ja totesi, että muita pitkiä ulokkeita ei rakennuksessa ole ja lyhyet ulokkeet kestävät niihin kohdistuvan kuorman. Tämän jälkeen toiminta rakennustyömaalla jatkui.

Organisaatio

Rakennusta tehtiin KVR-urakkana. Pääurakoitsijalla oli työmaalla 2+16, elementtiasennusurakoitsijalla 4, LVIS-urakoitsijalla 1—2 ja maanrakennusurakoitsijalla 2—4 henkilöä. Elementtiurakoitsijalla oli asennustyönjohtaja, joka ei ollut jatkuvasti paikalla.

Työmaalla oli pääurakoitsijan työntekijöistä valittu työsuojeluvaltuutettu ja varavaltuutettu. Työsuojelupäällikkönä toimi työmaan vastaava mestari. Työsuojelupäällikkö ja -valtuutettu olivat pitäneet säännöllisesti viikkotarkastukset työmaalla. Työsuojeluasioihin liittyviä yhteispalavereita aliurakoitsijoiden kanssa ei ollut pidetty. Töiden järjestelystä oli sovittu päivittäin tarpeen mukaan.

Rakentamisesta oli laadittu yleisaikataulu. Elementtiasennusta tehtiin kirjallisen asennussuunnitelman mukaisesti.

Työkokemus

N.N oli työskennellyt rakennuksilla 3,5 vuotta, hän oli ammatiltaan IV-asentaja. Tällä työmaalla hän oli aloittanut puolitoista viikkoa ennen onnettomuutta, mutta hän oli myös aiemmin työskennellyt saman pääurakoitsijan työmailla. Hänen aikaisemmasta kokemuksestaan elementtirakennustyömailla ei ole tietoa.

Murtuneen kannattavan jännebetonipalkin kuvaus

Ontelolaattoja kannattava jännebetonipalkki oli ns. leukapalkki (piirros 2). Ontelolaatasto tukeutui leukapalkkiin neopreeninauhan välityksellä. Toisesta päästään laatasto tukeutui kantavan seinän päälle. Jännebetonipalkin suunnittelulujuus oli K50-1 ja harjaterästen laatu A500H. Palkki oli valmistettu noin kaksi kuukautta ennen tapaturmaa. Toisen kerroksen holvi- ja kannatinrakenteet olivat samanlaiset. Palkin mittakuvan laati rakennussuunnittelutoimisto ja raudoituskuvat palkin valmistanut ja asennuksesta vastannut elementtitehdas.

Leukapalkki on paljon käytetty rakenne ontelolaattojen tuennassa. Kyseisessä rakennuskohteessa niitä oli useita kymmeniä. Tavallisesti uloke oli lyhyt (200—300 mm) ja ainoastaan kahdessa palkissa (molemmat murtuivat) oli pitkä (500 mm) uloke. Pitkä uloke todettiin erittäin harvoin käytetyksi ratkaisuksi.

Leukapalkin uloke murtui siten, että se jäi alaspäin taituttuaan roikkumaan raudoitustensa varaan (kuva 2). Toisen kerroksen holvin leukapalkin uloke murtui samalla tavalla. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) selvityksen mukaan kolmannen kerroksen leukapalkin äkillisen murtuman aiheutti leukapalkin pään ulokkeen puutteellinen raudoitus (piirros 3). Raudoitusten lenkit olivat liian lyhyet, joten niiden tartuntapitoisuus ei ulottunut riittävän pitkälle betonin vetorasitetulle alueelle.

2. Tapaturmatekijät

Murtumisen syyt: mitoitus- ja valmistusvirhe
VTT:n selvityksen mukaan leukapalkin äkillisen murtuman aiheutti leukapalkin pään ulokkeen puutteellinen raudoitus (piirros 3). Palkin leuan uloke oli raudoituksen osalta sekä väärin mitoitettu että virheellisesti valmistettu.

Tehdyn selvityksen mukaan uloketta ei oltu mitoitettu Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisesti, vaan suunnittelukuormille uloke olisi tullut mitoittaa olenaisesti vahvemmaksi.

Pitkän ulokkeen raudoitukseen käytettiin samaa ratkaisua kuin lyhyempien ulokkeiden raudoituksessa. Ainoastaan lenkkien pituutta lisättiin ulokkeen pituuden mukaisesti.

Ulokkeiden raudoituksessa käytettiin liian lyhyitä lenkkejä. Piirustusten mukaan lenkkien pituuden olisi pitänyt olla 800 mm, mutta pituus oli vain 616 mm.

Ulokkeeseen kohdistuvaa rasiitusta lisäsi se, että sen päälle asennettiin vajaa laatta, joka oli ainoastaan 140 mm leveämpi kuin uloke. Siten sen paino oli suurimmaksi osaksi ulokkeen varassa (piirros 1).

Palkin käsittely

Palkki on valmistumisensa jälkeen ollut elementtitehtaalla välivarastossa, josta se oli kuljetettu työmaalle. Työmaalla palkki

oli ollut varastoituna jonkin aikaa ennen asennusta. Palkki asennettiin paikalleen joiakin päiviä ennen laattojen asennusta.

Palkin kuljetuksen tai varastoinnin aikana elementtitehtaalla tai työmaalla ulokkeeseen on voinut kohdistua isku tai muu rasitus, joka on voinut vaurioittaa sitä. Palkkiin mahdollisesti tulleita vaurioita ei havaittu missään käsittelyvaiheessa.

Laattojen asennus

Asennettaessa vajaan ontelolaattaa sen paino on voinut hetkellisesti kohdistua ulokkeen päähän vaurioittaen sitä tai ulomainen vajaa laatta on siirtynyt ulospäin viimeistä laattaa asennettaessa, jolloin ulokkeeseen kohdistunut rasitus on kasvanut. Asentajien kertoman mukaan asennus oli kuitenkin sujunut normaalisti ilman ongelmia.

Liikkuminen alueella

Asennettavan kohteen alapuolella maasta ensimmäisen kerroksen holville johtavat portaat olivat olleet paikallaan jo jonkin aikaa. Tapahtumahetkellä ei ensimmäisen kerroksen holvilla ollut toimintaa, mutta portaita ei oltu poistettu, koska kulkutietä tarvittiin myöhemmin rakennuksen edistyessä.

Liikkumista asennuskohteen alapuolella ei oltu estetty. Työntekijöille oli jouduttu silloin tällöin huomauttamaan nosturin vaara-alueella liikkumisesta.

N.N:n liikkuminen

N.N:n varsinainen työpiste oli rakennuksen toisella puolella toisessa kerroksessa ollut laastiasema. Varsinainen muuraustyö, jota hän avusti, tapahtui kolmannessa kerroksessa myös toisella puolella rakennusta. Työhönsä liittyen ei N.N:llä pitänyt olla mitään asiaa onnettomuuden tapahtumapaikalle. Myöskään muuta syytä hänen liikkumiseensa kyseisessä kohteessa ei tiedetä.

Lyhyin reitti laastiasemalta työntekijöiden sosiaaliloihin kulki murskaantuneiden portaiden kautta.

3. Torjuntatoimenpiteet

3.1 Palkin mitoitus, valmistus ja asennus

Kun valmistettavassa palkkisarjassa on rakenteeltaan muista eroava palkki, tulee rakennesuunnittelijan kiinnittää erityistä huomiota siihen, että rakenteen erilaisuus havaitaan varmasti myöhemmissä suunnittelu-, valmistus- ja asennusvaiheissa. Pii-

rustuksiin tulee merkitä selkeä huomautus poikkeavasta rakenteesta. Tämä tulee erityisen tärkeäksi, jos eri palkeissa käytetään samaa piirustusta, johon vaihdetaan vain uudet mittatiedot korjaamatta piirroksen mittasuhteita.

Laatasto olisi suunniteltava siten, että ulokkeelle tulevasta laatasta yli puolet tulisi leukaosan kohdalle.

Ennen valua tapahtuvaa raudoitteen tarkastusta on tehostettava. Erityisesti on otettava huomioon poikkeavat rakenteet.

Uloke on tuettava asennuksen ja valamisen ajaksi esimerkiksi pilariin kiinnitettävällä tilapäisellä tuealla tai alempaan holviin tuetulla tukirakenteella. Ohje tukemisesta pitää sisällyttää sekä rakennesuunnitelmaan että elementtien asennussuunnitelmaan.

3.2 Liikkuminen elementtiasennustyömaan alapuolella – asennustyömaan eristäminen

Liikkuminen turvaetäisyyden rajaamalla vaara-alueella asennuskohteen alapuolella tulee asennustyön aikana estää. Asennuskohde voidaan rajata aidoin tai lippusii-moin. Tarvittaessa on käytettävä vartiointia. Alueen eristämisessä tulee ottaa huomioon asennustyön edistyminen ja esimerkiksi nosturin siirtyminen asennustyön aikana.

Liikkumisen rajoituksista on sovittava urakoitsijoiden yhteisissä päivä- ja viikkopä-lavereissa ja tiedotettava alueella työskenteleville.

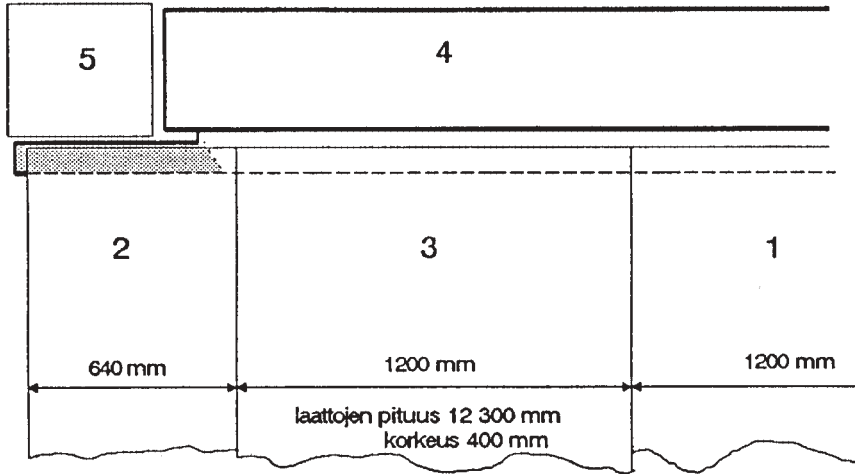
3.3 Varmistus ja tarkastustoimet yllättävien rakennevaurioiden jälkeen

Rakennesortuman jälkeen on toiminta rakennustyömaalla keskeytettävä, alue eristettävä riittävän etäältä ja estetävä lisäonnettomuuksien syntyminen. Onnettomuuden syyn selvitys tulee käynnistää välittömästi. Eri asiantuntijoilta, kuten rakennesuunnittelijoilta, elementtien valmistajilta, massan valmistajilta ja tarvittaessa ulkopuolisilta tutkimuslaitoksilta pyydetään tarvittavat selvitykset vahingon syistä. Selvitysten edistyessä toimintaa voidaan jatkaa asteittain uudelleen sitä mukaa, kun työskentelyn turvallisuus voidaan taata. Jatkotoimenpiteet on suunniteltava tapauskohtaisesti.

LIITTEET
Tapaturmankulkukaavio
Piirroksset
Valokuvia

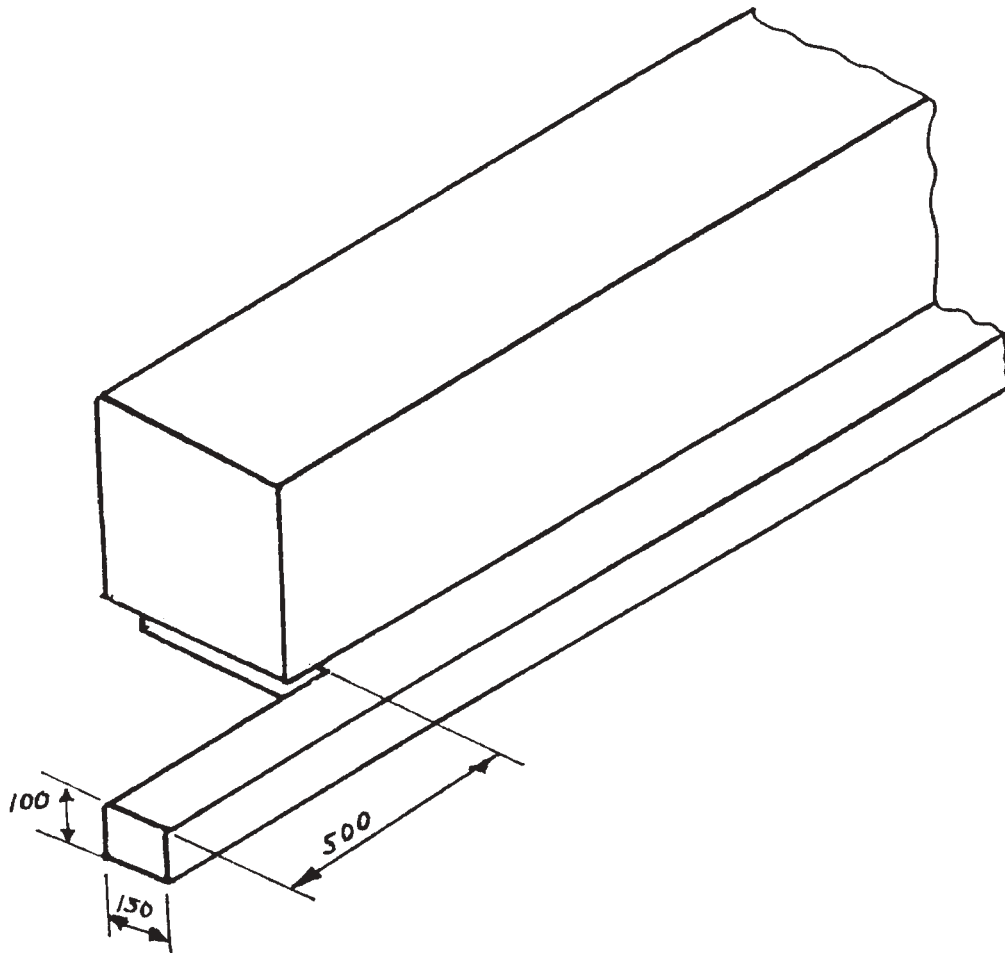
LIITE 2

PIIRROKSET

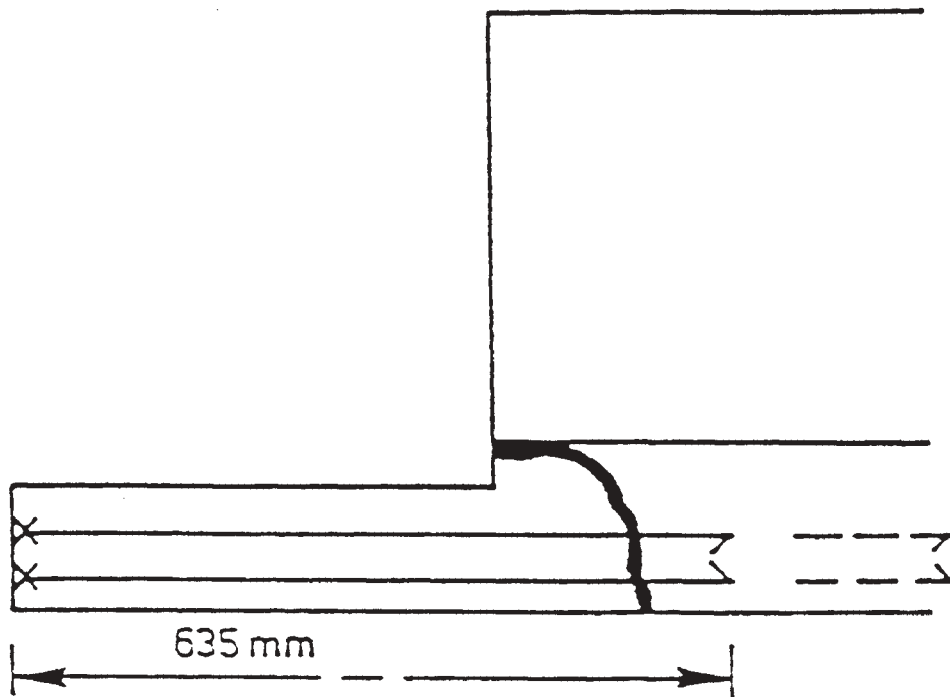


- 1 aikaisemmin asennettu laatta
- 2 toiseksi viimeisenä asennettu, pudonnut laatta
- 3 viimeisenä asennettu laatta
- 4 kannatinpalkki (murtunut osa rasteroitu)
- 5 pilari

Piirros 1 Laataston asennusjärjestys.



Piirros 2 Leukapalkin pää (mitat millimetreinä).



Piirros 3 Leuan ulokkeen teräslenkin sijainti (yhtenäinen viiva) ja raudituspiirustuksen mukainen sijainti (katkoviiva). Todelliset ja suunnitellut (sulkeissa) mitat olivat: haarojen pituus 616 mm (800 mm) ja lenkin haarojen väli 40 mm (70 mm).

VALOKUVIA

LIITE 3



**Tapaturmavakuutus-
laitosten Liitto**

Bulevardi 28
00120 Helsinki
puh. (90) 680 401