

KAATUVAN PORAPAALUKONEEN PUOMI ISKI KONEEN KULJETTAJAA



Paalutuskoneen kuljettaja ja apumies rakensivat siltatyömaalla apu-työtason paalutusta. Ajettuaan porapaalukoneen paalutuspaikalle kuljettaja käänsi koneen telat paalutusasemaan. Samalla työsillan kansi petti koneen alta ja kone alkoi kaatua, jolloin kuljettaja hyppäsi koneesta työsillalle. Koneen kaatuessa puomi osui kuljettajan ylävartaloon ja päähän.

1. TAPAHTUMIEN KULKU



Kuva 1. Rakennettavan sillan viereen tehty työ- ja ajosilta.

1.1. Tausta

Lossiyhteyden korvaamiseksi kiinteällä maantieyhteydellä rakennettiin 473 metriä pitkä liittopalkkisilta. Silta oli vaativa rakenne sekä perustuksiltaan että ylärakenteiltaan. Silta perustettiin kaivinpaalujen varaan ja pääkannattajiksi valittiin teräksiset I-palkit. Nämä toimivat yhdessä betonisen kansilaatan ja alatuuliristikon kanssa kotelorakenteena. Silta rakennettiin seitsenaukkoisena. Perustuksena käytettiin kaivinpaaluja, joista pisimmät olivat lähes 30 metriä. Suurimmat teräksiset I-palkkilohkot painoivat 250 tonnia ja ne asennettiin nostokapasiteetiltaan 600-tonnisen uivan merinosturin voimalla. Sillan korkeus tulee olemaan 23 metriä ja alituskorkeus väylää pitkin kulkeville purjeveneille 18 metriä. Suuren rakennekorkeuden ja -pituuden takia teräsrakenteet valmistettiin tehtaalla ja kasattiin asennusvalmiiksi lohkoiksi tehtaan lähisatamassa. Sieltä korkeimmillaan nelimetriset ja pisimmillään 115 -metriset palkit kuljetettiin proomulla meritse asennuspaikalle. Sillan rakentaminen toteutettiin ns. suunnittele ja toteuta (ST) -urakkana. Varsinaisen siltarakenteen viereen oltiin rakentamassa ns. työsiltaa, jolta varsinaisen sillan rakennustyöt toteutettiin. Työsillan levitystyön yhteydessä sattui kuolemaan johtanut työtapaturma.

1.2. Töiden organisointi

- Siltatyömaan pääurakoitsijana ja samalla päätoteuttajana toimi rakennusliike A.
- Työsillan paalutustyön toteuttaja oli aliurakoitsija B, jolle paalutustyötä suoritti ulkomaalainen alihankkijayritys C.
- Porapaalutuskoneen kuljettaja, komennusmies NN, työskenteli yritys C:n palveluksessa, mutta työskenteli rakennusliike A:n työnjohton ja valvonnan alaisena.
- Insinööritoimisto D:n palveluksessa oleva insinööri KK oli tehnyt työsillan rakenteen suunnitelmat lujuuslaskelmineen.
- Paalutuskone oli leasing-sopimuksen perusteella alihankkijayritys C:n käytössä, ja vaurioitui onnettomuuden yhteydessä.
- Rakennuttaja oli nimennyt työmaalle turvallisuuskoordinaattorin.

1.3. Tapaturma

Porapaalutuskoneen kuljettaja, komennusmies NN oli yhdessä toisen komennusmiehen kanssa rakentamassa työsillan levityksen paalutusta. Työsillaa oli rakennettu jo noin 100 metriä. Levitys on työtaso, jolta rakennetaan sillan lopullisten välitukien perustukset.



Kuva 2 . Teräksiset porapaalut työsillalla.

NN oli siirtämässä paalutuskoneella noin 28 metriä pitkää teräksistä porapaa-
lua taaempaa työsillalta. Paalutuskone oli ollut koko ajan lähes samassa paikassa
telojen asento vain muuttuen. Noin kello 13.30 kuljettaja NN oli vetänyt paalua lä-
hemmäksi paalutuskonetta ja nostanut koneella paalun pystyasentoon. Tämän jäl-
keen kuljettaja nosti porapaa-
lua ylöspäin ja käänsi paalutuskonetta sivusuunnassa
yrittäen saada telat paalutusasemaan eli työsillan suuntaiseksi.

Paalutuskoneen käännön yhteydessä työsilta osittain romahti paalutuskoneen
alta. Samalla myös työsillan kansirakennelma kallistui, jonka seurauksena paalu-
tuskone kaatui lähes kyljelleen merenpinnan ja työsillan väliin. Kuljettaja NN havait-
si työsillan levityksen kannen pettämisen ja ilmeisesti säikähti koneen äkkinäistä
kallistumista ja pelkäsi joutuvansa veden varaan. Tämän seurauksena hän hyppäsi
koneesta työsillalle ja lähti juoksemaan pois päin kaatuvan paalutuskoneen alta.
Samanaikaisesti koneen kallistuessa ja kaatuessa sen puomi osui juoksevan kul-
jettajan ylävartaloon ja päähän kuolettavin seurauksin. NN jäi puristuksiin ajosillan
kansirakenteen ja paalutuskoneen puomin väliin.



Kuva 3. Paalutuskone kaatui osittain romahtaneen työsillan seurauksena. NN jäi puristuksiin työsillan kansirakenteen ja paalutuskoneen puomin väliin.

Työsilta romahti noin neljän metrin matkalta. Viisi rautaista tukipalkkia putosi mereen ja samalla puiset poikkipalkit eli pelkat (veistetyt hirsipalkit) putosivat myös paikaltaan.

1.4. Työkokemus

NN toimi työmaalla porapaalukoneen kuljettajana. Hän oli kokenut työntekijä paalutustöissä. Tällä työmaalla hän oli ollut noin 1.5 kuukautta suorittaen koko ajan paalutustöitä. NN oli saanut perehdytyksen työmaahan. Hänellä oli voimassa oleva työturvallisuuskortti. NN työskenteli päätoteuttajan työnjohdon ja valvonnan alisena.

1.5. Työmaan yleinen turvallisuus

Työmaan yleinen turvallisuustaso on arvioitava hyväksi. Työmaa oli kaikin puolin hyvin hoidettu ja muodolliset toimenpiteet oli suoritettu. Työmaata varten oli laadittu mm. seuraavat työturvallisuutta edistävät asiakirjat:

- Turvallisuusasiakirja (12.2.2009)
- Turvallisuussuunnitelman riskienarviointi (13.10.2009)
- Työsillakkeen suunnitelmat ja lujuuslaskelmat (24.2.2010) KK:n laatimat
- Työsillan porapaalutuksen Työn turvallisuussuunnitelma (TTS) (2.12.2009)
- Ajosillan rakentamiseen liittyvä Työvaiheen työsuunnitelma (3.12.2009)
- Paalutuskoneen käyttöönottotarkastuspöytäkirja (30.3.2010 ja 23.4.2010)
- Tapaturman uhrin perehdyttämislomake (30.0.2009)
- MVR-mittauksen tulos 94 onnettomuusajankohtana

Edellisten lisäksi rakennusyritys A oli laatinut kuolemantapausselvityksen välittömästi tapaturman jälkeisenä päivänä.

2. Tapaturmaan johtavia tekijöitä

2.1. Työsillan rakenne

Työsillan/ajosillakkeen rakenne koostui teräksisistä porapaaluista, teräksisistä vaakapalkkeista, teräksisistä pitkittäispalkkeista sekä kulmaraudoilla kiinnitettävistä puupelkoista, jotka toimivat kansirakenteena. Paalutus suoritettiin porapaalukoneella. Palkit asennettiin kuorma-autoon asennetulla nosturilla samoin kuin puiset pelkat.

Työn etenemisjärjestyksestä oli sovittu suunnittelijan KK kanssa suullisesti, että ensin käytetään 3-5 metrin mittaisia pitkittäispalkkeja. Täysimittaisia 12 metrin mittaisia pitkittäispalkkeja ei voi aluksi käyttää, sillä mikään työkone ei ulotu asentamaan niitä niin pitkälle. Työsillasta oli noin 50 metriä tehty 12 metrin palkkeista. Lyhyet palkit oli vaihdettu pitkiin palkkeihin yleensä viikonlopun aikana, sillä ajosillaa ei voinut käyttää vaihtotyön aikana. Näiltä osin työsilta oli jo valmis. Työsilta oli suunniteltu siten, että se kestää 105 tonnin koneen painon ja rasituksen. Suunnit-



Kuva 4. Työsillan rakenne.

telija KK:n laatimat laskelmat on tehty valmiin työsillan kestävyydelle eli asennettuna 12 metriä pitkiä HE 220B palkkeja.

Onnettomuushetkellä oltiin tekemässä työsillan levikettä. Työn etenemisjärjestys oli sama kuin varsinaisessa työsillassa. Nyt kuitenkin lyhyitä kolme metrisiä palkkeja ei ollut vaihdettu pitkiin palkkeihin, vaikka etenemisvaihe oli jo päättynyt. Etenemisvaiheen lyhyet palkit olisivat olleet vaihdettavissa rakennesuunnitelman mukaisesti 12 metrisiin palkkeihin. Työsillan etenemisvaiheesta ei ollut laadittu kirjallista suunnitelmaa.

Työsillan levike ei ollut kestänyt lyhyillä palkkeilla tehtynä levikkeellä tehdyn työn aiheuttanutta vääntörasitusta, joka syntyi paalutuskoneen teloja käännettäessä työasentoon. Paalutuskone on ollut kääntämisen yhteydessä kuormitettuna 28 metriä pitkällä teräspaalulla. Työsillan levityksen paalutustyö oli jatkunut jo pidempään, joten työtasoon on syntynyt vääntörasitusta jo useamman kerran. Mikäli 12 metriset palkit olisi ollut vaihdettu, palkit eivät olisi päässeet irtoamaan ja putoamaan nyt tapahtuneella tavalla paalutuskoneen alta. Paalutuskone painoi noin 25 tonnia. Suunnittelija KK ei ollut tehnyt erillisiä laskelmia tälle pienemmälle koneelle, vaan lähtökohtana oli, että työsillan levike kestää myös 105 tonnia painavan koneen rasitukset.



Kuva 5. Työsillan levike.

2.2 Hitsaukset ja jäykistykset

Työsillan suunnittelija KK oli laatinut työsillan rakennesuunnitelmat hitsaussuunnitelmineen. Suunnitelmat oli laadittu valmiin työsillan kantavuuden mukaan eikä siinä ole otettu huomioon paalutuskoneen kääntymistä telojen varassa kuormitettuna 28 metriä pitkällä teräspaalulla. Telojen kääntymisestä syntynyt vääntörasitus on aiheuttanut lisäkuormitusta työsillan eri osien kiinnityksille. Hitsaukset ovat poikenneet suunnittelijan laatimista hitsaussuunnitelmista. Rakenteeseen suunniteltuja jäykistyksiä ei myöskään ollut tehty rakennepiirustusten mukaisesti. Työmaalla oli aiemmin todettu ja havaittu, että palkkeja oli lähtenyt liikkumaan. Kiinnitykset oli sen jälkeen korjattu. Hitsauksen laatuun oli puututtu viikoittaisten kunnossapitotarkastusten yhteydessä. Työmaalta puuttuivat suunnitelmat ja ohjeet apupalkkien minimihitsaustarpeesta.

2.3. Kuljettajan hyppääminen ohjaamosta

Paalutuskoneen kuljettaja NN työskenteli työsillalla, jonka alapuolella oli vettä useita metrejä. Hän oli hypännyt pois kallistuvan ja kaatuvan koneen ohjaamosta. Kaikille työntekijöille oli annettu paukkuliivit mahdollista veteen putoamista varten.

3. Vastaavien työtapaturmien torjunta

3.1. Työsillan asennuksen suunnitelmat

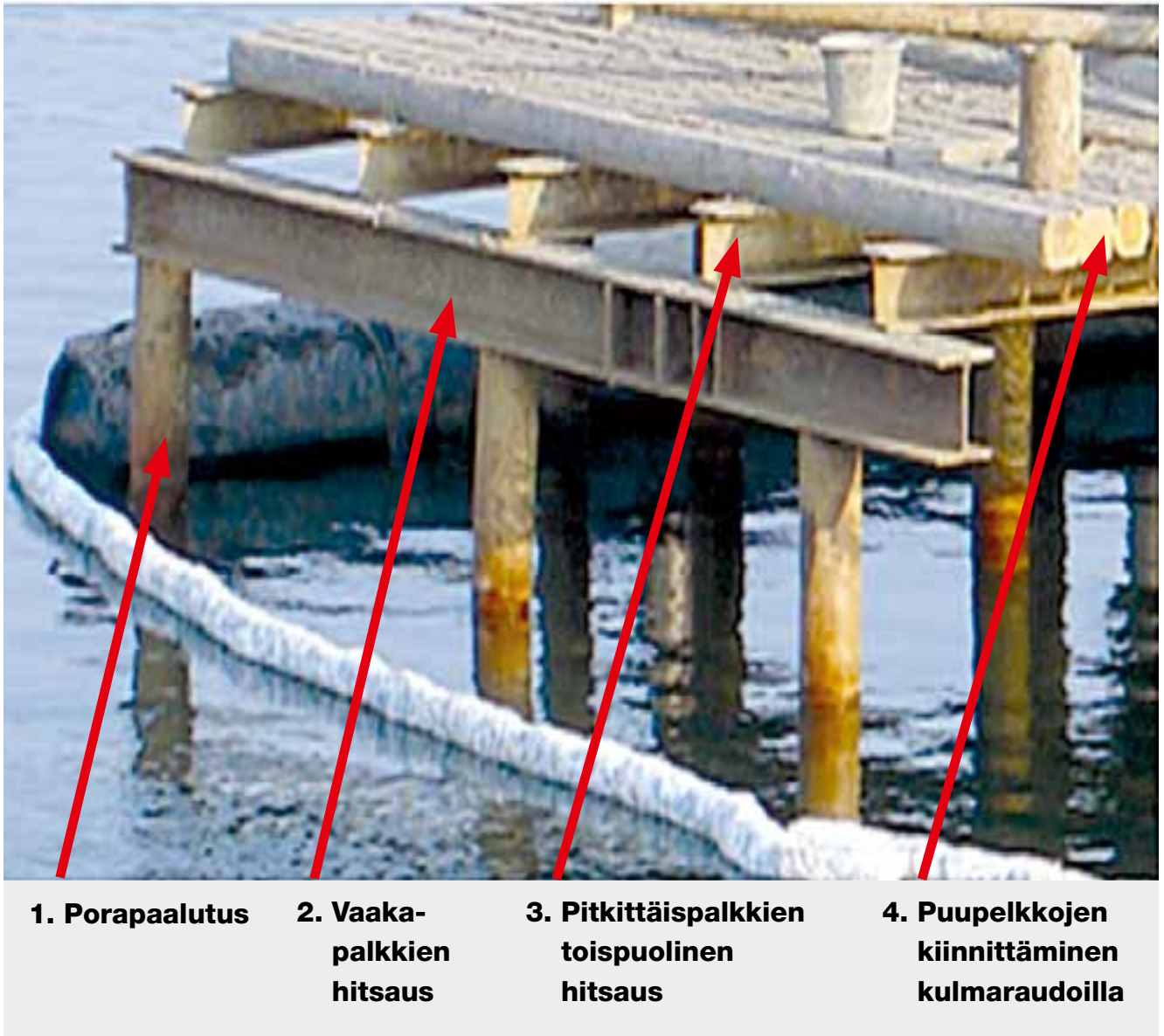
Työsillan lopullinen rakenne ei vastaa työsillan asennuksen rakentamisvaihetta. Työsillan ja sen levikkeen rakentamisesta on laadittava erilliset suunnitelmat, jossa selvitetään työsillan asentaminen asennusjärjestyksineen. Suunnitelmassa tulee olla selkeät ohjeet siitä, milloin työnaikaiset lyhyet palkit on vaihdettava pitkiin lopullisiin työsillan palkkeihin. Suunnitelmassa on otettava huomioon normaalien kuormitusten lisäksi työsillan rakentamisesta tulevat poikkeavat vääntörasitukset, joilla on vaikutus myös rakenteiden vakavuuteen. Lisäksi on varmistettava, että paalutuskoneen telat eivät pääse vääntämään työtasoksi asennettuja pelkkoja irti toisistaan telojen käännön yhteydessä. Varmistetaan, että laadittuja asennussuunnitelmia noudatetaan.

3.2. Hitsaussuunnitelmat

Hitsaussuunnitelmissa on otettava huomioon työsillan asennusaikaiset lisäkuormitukset. Erityisen tärkeää on, että hitsauksien määrässä ja sijoittelussa otetaan huomioon paalutuskoneen aiheuttamat vääntörasitukset. Hitsaussuunnitelma on käytävä läpi yhdessä hitsausta suorittavien työntekijöiden kanssa korostaen erityisesti hitsausten tärkeyttä ja suunnitelmien mukaista toteuttamista.



Kuva 6. Työsillan levike ennen pelkkojen asennusta.



Kuva 7. Työsillan hitsaussuunnitelma..

3.3. Nostotöiden suunnittelu

Työmaan alueen käytön suunnittelua (aluesuunnittelua) tulee kehittää siten, että paalut on sijoitettu mahdollisimman lähelle paalutuskonetta pitkien haalausten välttämiseksi.

3.4. Työn vaarojen selvittäminen

Työn vaarojen selvittämisen ja arvioinnin tavoitteena on työn turvallisuuden varmistaminen. Vaarojen selvittämisen ja arvioinnin tulee olla jatkuvaa toimintaa. Arvioinnin tekemisessä tulee välttää työvaiheiden tarkastelua liian isoina kokonaisuuksina. Yleisen arvioinnin, kuten esim. työn turvallisuussuunnitelman (TTS), lisäksi on yhdessä työntekijöiden kanssa käytävä läpi kaikki kriittiset paikat ja korostettava oikeita työtapoja ja niiden merkitystä työn onnistumisen kannalta. Samalla korostetaan, että havaituista poikkeamista on aina välittömästi ilmoitettava työnjohdolle. Mikäli työmaalla ei ole mahdollisuus toimia laadittujen suunnitelmien pohjalta on suunnittelija kutsut-

tava paikalle ja suunnitelmia on muutettava sellaiseksi, että niiden mukaan voidaan työskennellä turvallisesti.

Hyvänä käytäntönä voidaan pitää, että työmaalla suoritetaan tiettyjen palkkien asennuksen jälkeen ns. käyttöönottotarkastus, jossa varmistetaan mm. suunnitelmien mukaiset rakenteet ja hitsaukset.

3.5. Koneen ohjaamossa pysyminen

Koneen kuljettajan pitäisi pysyä ohjaamossa koneen kaatumisesta huolimatta. Ohjaamon rakenteiden pitäisi kestää kaatuminen. Ihmisellä on luontainen taipumus pyrkiä pois vaaranlähteestä. Koulutuksella ja perehdyttämisellä voidaan korostaa ohjaamoon jäämisen tärkeyttä ja koneesta poistumisen vaarallisuutta.

3.6. Läheltä piti tilanteiden hallinta

Läheltä piti tilanteiden hallintaa voidaan tällaisissa erityiskohteissa kehittää esimerkiksi ottamalla käyttöön työvaiheen aloituspalaverit ja eri työvaiheisiin suunnitellut pelastautumisharjoitukset.



Kuva 7. Työsillan levike pelkkojen asennuksen jälkeen.



Kuva 8. Työkoneet sillalla.

Raportti on hyväksytty TVL:n TOT-johtokunnan kokouksessa 17.6.2014.

Tässä tutkintaraportissa esitetään tutkintaryhmän käsitys tapaturmaan johtaneiden tapahtumien kulusta ja tapaturmatekijöistä sekä suositukset vastaavien tapaturmien torjuntatoimenpiteistä.

TOT-tutkinnan ja -raportin tarkoituksena on työtapaturmien torjunnan tehostaminen. Raportin tarkoituksena ei ole ottaa kantaa eri osapuolten syyllisyyteen eikä vastuisiin.

YTOT 4/10

Paalutuskoneen kuljettaja ja apumies rakensivat siltatyömaalla aputyötason paalutusta. Ajettuaan porapaalukoneen paalutuspaikalle kuljettaja käänsi koneen telat paalutusasemaan. Samalla työsilian kansi petti koneen alta ja kone alkoi kaatua, jolloin kuljettaja hyppäsi koneesta työsilialle. Koneen kaatuessa puomi osui kuljettajan ylävartaloon ja päähän.

Työsilian levike ei ollut kestänyt lyhyillä palkkeilla tehtyä levikkeellä tehdyn työn aiheuttanutta vääntörasitusta, joka syntyi paalutuskoneen teloja käännettäessä työasentoon.

Työsilta osittain romahti paalutuskoneen alta. Työsilian kansirakennelma kallistui, paalutuskone kaatui lähes kyljelleen merenpinnan ja työsilian väliin

Paalutuskoneen kuljettaja NN oli hypännyt pois kallistuvan ja kaatuvan koneen ohjaamosta.

- Etenemisvaiheen lyhyet palkit olisivat olleet vaihdettavissa rakennesuunnitelman mukaisin 12 metrisiin palkkeihin.
- Lyhyitä kolme metrisiä palkkeja ei ollut vaihdettu pitkiin palkkeihin, vaikka etenemisvaihe oli jo päättynyt.

- Hitsaukset ovat poikenneet suunnittelijan laatimista hitsaussuunnitelmista. Rakenteeseen suunniteltuja jäykistyksiä ei ollut tehty rakennepiirustusten mukaisesti.

Puutteet toiminnan riskien arvioinnissa

Puutteet työsilian riskien arvioinnissa

- Koneen kallistuessa ja kaatuessa sen puomi osui juoksevan kuljettajan ylävartaloon ja päähän

- NN jäi puristuksiin ajosilian kansirakenteen ja paalutuskoneen puomin väliin.

NN kuoli välittömästi tapahtuma- paikalla.

Vapaasti kopioitavissa. Lähde: TVL 2010



TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO
Bulevardi 28, 00120 Helsinki

Yhteyshenkilöt ja lisätietoja tapauksesta:

Johtaja Mika Tynkkynen, p. 0404 504 236, mika.tynkkynen@tv.fi
Työturvallisuuspäällikkö Janne Sysi-Aho, p. 0404 504 232, janne.sysi-aho@tv.fi