

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Infratekniikka

2022

Eetu Mikkola

SILTATYÖMAIDEN TELINERATKAISUJEN KUSTANNUS- JA KÄYTTÖIKÄVERTAILU

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Rakennus ja yhdyskuntateknikka, insinööri AMK

Ohjaaja DI, Pirjo Oksanen

2022 | 30 sivua

Eetu Mikkola

SILTATYÖMAIDEN TELINERATKAISUJEN KUSTANNUS- JA KÄYTTÖIKÄVERTAILU

Opinnäytetyö on tehty GRK Infra Oy:lle, joka kuuluu Suomen suurimpiin infrarakentajiin. GRK Infra Oy tekee erilaisia isoja infraurakoita ympäri Suomea, Viroa ja Ruotsia. Siltojen rakentaminen kuuluu GRK:n ydinosamiseen ja tästä syystä opinnäytetyön tavoitteena on tehdä ajantasaiset vertailut siltojen telineratkaisuista ja niiden kustannuksista.

Opinnäytetyössä käydään läpi siltatyömaata koskevat työturvallisuuslaki ja valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden turvaamiseksi sekä ennaltaehkäistä tapaturmia ja ammattitauteja ja terveyshaittoja. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta käsittelee rakennustyön ennakkosuunnittelua ja määrittelee ennen rakennustyön aloittamista vaaditut työturvallisuussuunnitelmat. Edellä mainitut lait asettavat perustan nykyaikaisen siltarakennustyömaan työturvallisuudelle ja sen vaatimuksille.

Kustannusvertailun toisena kohteena on Suomessa paljon suosittu puurakenteinen teline. Puutelineiden rakentaminen Suomessa nähdään suosittumpana vaihtoehtona, koska puutavara on Suomessa yleisesti ollut edullista ja ammattitaitoa puisten siltatelineiden tekemiseen löytyy. Kustannusvertailun toisena puolena on järjestelmätelineet, eli alumiini- tai terästelineet. Järjestelmätelineiden huonona puolena sillan rakentamisessa on kustannusten kannalta siltojen pitkät rakentamis- ja kuivumisajat, johtuen päivittäisestä vuokrasta. Kuitenkin työn ajankohta ottaa huomioon vallitsevan maailmanmarkkinatilanteen, jolloin korona ja Venäjän sota Ukrainassa ovat nostaneet raaka-aineiden hintoja merkittävästi.

ASIASANAT:

Telineratkaisu, sillanrakennus, kustannusvertailu, infra, työturvallisuus, puutelineet, järjestelmätelineet

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil engineering

Instructor Pirjo Oksanen, M.Sc.Eng.

2022 | 30 pages

Eetu Mikkola

A COST AND SERVICE LIFE COMPARISON OF SCAFFOLD SOLUTIONS AT BRIDGE CONSTRUCTION SITES

The thesis was commissioned by GRK Infra Oy, which is one of Finland's largest construction companies in infrastructure construction. GRK Infra Oy works on various large infrastructure worksites all over Finland, Estonia and Sweden. Bridge construction belongs to GRK's core competencies and for this reason the target of the thesis was to conduct current comparisons for bridge scaffold solutions and their costs.

Thesis reviews the occupational safety act and the government decree on the safety of construction work. The purpose of the occupational safety act is to enhance work environment and work conditions for employee's safety and also to prevent work injuries and professional hazards. The government decree on the safety of construction work deals with advance planning of construction worksites and defines occupational safety plans required before starting construction. Mentioned laws set the basis for the occupational safety of modern bridge construction and its requirements.

The first point of study in the cost comparison is the more familiar one in Finland, the wooden scaffolds. Building wooden scaffolds is seen as the more popular of the methods, because wood has been usually cheap in Finland and the expertise required to make wooden scaffolds is available. The other point of study in the cost comparison is the system scaffolds, or in common language the aluminum- or the steel scaffolds. The downside of the system scaffolds in the bridge construction from the cost standpoint is the long construction and drying time, due to daily rent. However, the timing of the thesis takes in account the world market situation, as corona and the Russians war in Ukraine have raised the prices of raw material drastically.

KEYWORDS:

Scaffold solution, Bridge construction, Cost comparison, Infrastructure, Work safety, Wooden scaffolds, System scaffolds

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 TYÖTURVALLISUUS SILTATYÖMAILLA	7
2.1 Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738	7
2.2 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta	8
3 TUKITELINERATKAISUT	11
3.1 Tukitelineet yleisesti	11
3.2 Puutelineet	11
3.3 Järjestelmätelineet	15
4 SILTATYÖMAIDEN TELINERATKAISUJEN KUSTANNUSVERTAILU JA KÄYTTÖIKÄLASKELMAT	17
4.1 Vertailukohtien asettaminen	17
4.2 Kustannusvertailu ja käyttöikä	18
5 TYÖTURVALLISUUDEN KEHITYSKOHDAT	26
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	29
LÄHTEET	30

KUVAT

Kuva 1. Sillan puutelineiden osat nimettynä.	12
Kuva 2. Kehä 3 maantiesillan telineet	13
Kuva 3. Teline-esimerkki CAD piirroksena	14
Kuva 4. Taivaskoukuilla tehty vaijerilinja valjaille	14
Kuva 5. Vaijerilinja käytössä Umeå:n siltatyömaalla	15
Kuva 6. Järjestelmätelineiden käyttöä	16
Kuva 7. Mvr-mittaus lomake.	28

TAULUKOT

Taulukko 1. Sandgroven kaava lujuuden laskemiseen	19
Taulukko 2. Puu- ja järjestelmätelineiden hintavertailu.	21

Taulukko 3. Käyttöikävertailu eri ratkaisujen välillä.
Taulukko 4. Telineratkaisujen vertailu koonti.

23
25

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia GRK Infra Oy:lle sillan työtelineiden eri teknisiä ratkaisuja ja teettää niistä kustannus- ja käyttöikävertailua. Telinevertailussa tutkitaan eri telinevaihtoehtojen eroavaisuuksia kustannuksissa, työturvallisuudessa ja työteknisissä ominaisuuksissa. Työssä esitetään voimassa olevat lakisäädökset, jotka ohjaavat sitä millaiset tukitelineiden työturvallisuusvaatimukset ovat.

Työssä tullaan käyttämään vertailun perustana yhdenkokoista normaalitelineellistä siltaa, joka tarkoittaa, että sillassa ei ylitetä isoja maanteitä tai vesistöjä palkeilla. Telineiden yksinkertaistaminen auttaa rajaamaan työtä ja keskittämään työn huomion kustannusvertailuun ja käyttöiän laskemiseen, vesistöjen ja palkkitelineiden luomien omien haasteiden sijaan.

Työssä tutkitaan puutelineiden tilannetta tänä päivänä. Tämänhetkiset markkinahinnat kääntävät kilpailuetua järjestelmätelineitä kohti. Kohonnut puun hinta nostaa suoraan siltojen kustannuksia, joista puutelineiden osuus saattaa olla jopa 15–30 % koko sillan kustannuksista. Kohonneet raaka-aineiden hinnat tietysti vaikuttavat myös järjestelmätelineiden valmistuskustannuksiin, mutta vuokrahintojen ei oleteta kasvavan samassa suhteessa teräksen ja alumiinin hinnan kanssa, koska vuokraavilla tahoilla kalusto on jo hankittuna.

Kustannusvertailussa tullaan käyttämään säädösten mukaisia ratkaisuja, ottaen huomioon niiden käyttöikä, eli kuinka kauan tarvittavat kalustot ovat vuokralla. Kustannusvertailussa tullaan myös vertailemaan järjestelmätelineiden hintaa verrattuna Suomessa yleisempänä tunnettuun puurakenteiseen telineeseen. Järjestelmätelineet ovat suuressa käytössä esimerkiksi Ruotsissa ja opinnäytetyössä tullaan selvittämään näiden telineratkaisuiden hintaero, koska telineiden eroavaisuudet vaikuttavat käytettävissä olevien työturvallisuusratkaisuiden käytännöllisyyteen.

Käyttöikää tutkiessa selviää, mistä vuokra-aika koostuu ja käyttöikävertailu osoittaa, kuinka monen käyttökerran jälkeen kukin vaihtoehto tulee halvemmaksi kuin toinen.

2 TYÖTURVALLISUUS SILTATYÖMAILLA

2.1 Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738

Työturvallisuus on tärkeässä osassa nykypäivän siltatyömailla, työtapaturmat ovat kalliita yhtiöille ja luovat viivästyksiä työvoiman vähenemisen takia. Nykypäivänä työturvallisuuslakeja ja säädöksiä halutaan koko ajan tiukentaa ja säätää niin, että kaikilla olisi turvallista olla töissä ja päästä ehjänä kotiin työpäivän päätteeksi. Työnantajan vastuulla on minimoida vaaratekijöitä ja tässä opinnäytetyössä pyritään selvittämään siltatelineiden käyttäjystävällinen ja kustannustehokas ratkaisu.

Aina tietysti tapaturmat eivät johdu työnantajan välinpitämättömyydestä. Työturvallisuuslaki määrittää työturvallisuuskohdat, jotka lain mukaan tulee olla kunnossa.

Työturvallisuuslain 12 § keskittyy työnantajan velvollisuuteen ennalta suunnitella työvaiheita, tarkoituksena ennaltaehkäistä työtapaturmia oikein ja turvallisesti suunniteltuina.

Ensimmäinen pykälä työturvallisuuslaissa kertoo lain tarkoituksen.

”1 §

Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä *terveys*, haittoja.” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

Työympäristön suunnittelu

”12 §

Työympäristön rakenteita, työtiloja, työ- tai tuotantomenetelmiä taikka työssä käytettävien koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden sekä terveydelle vaarallisten aineiden käyttöä suunnitellessaan työnantajan on huolehdittava siitä, että suunnittelussa otetaan huomioon niiden vaikutukset työntekijöiden turvallisuuteen ja terveyteen ja että ne ovat aiottuun tarkoitukseen soveltuvia. Vaarojen ja haittojen selvittämisessä ja arvioinnissa on noudatettava soveltuvien osin 10 §:n 1 momentin säännöksiä. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

Suunnittelun yhteydessä on varmistettava, että suunniteltavana olevat olosuhteet tulevat vastaamaan tässä laissa asetettuja vaatimuksia. Järjestelyissä on tarvittaessa otettava huomioon vammaiset ja muut työntekijät, joiden työn tekeminen sekä terveyden ja turvallisuuden varmistaminen työssä muutoin edellyttää erityisiä toimenpiteitä. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

Jos 1 momentissa tarkoitettu suunnittelu annetaan ulkopuolisen suunnittelijan tehtäväksi, työnantajan tulee antaa suunnittelijalle riittävät suunnittelun kohteena olevaa työpaikkaa koskevat tiedot.” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

2.2 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta

Rakennustöiden turvallisuussuunnittelu

”10 §

Päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle tässä pykälässä tarkoitettujen rakennustöiden työturvallisuutta koskevat suunnitelmat.

Päätoteuttajan on tehtävä ennen rakennustöiden aloittamista kirjallisesti työturvallisuutta koskevat suunnitelmat, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tällöin päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työmaan yleisistä työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat rakennustyön vaara- ja haittatekijät. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle.

(Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)

Päätoteuttajan on otettava huomioon rakennuttajan turvallisuusasiakirjan tiedot sekä esitettävä rakennuttajalle turvallisuusasiakirjaan tarpeelliset muutokset työn edistymisen mukaisesti, jotta tarpeelliset turvallisuustoimenpiteet toteutetaan. Päätoteuttajan on otettava huomioon suunnittelussa myös turvallisuustoimenpiteet, jotka koskevat liitteessä 2 tarkoitettuja erityisiä turvallisuus- ja terveysvaaroja sisältäviä töitä.” (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)

Liite 2, johon asetuksessa viitattiin,

”Työt, joissa työntekijöihin kohdistuu maansortuman alle hautautumisen, maahan vajoomisen tai korkealta putoamisen vaara, joka on erityisen suuri työn luonteen tai käytettyjen työmenetelmien taikka työskentelypaikan tai työmaan olosuhteiden vuoksi. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)”

Korkealta putoamisen vaara koskee siltatyömaita suuresti. Valtioneuvoston asetuksessa onkin säädetty lakia varmistamaan vaarallisen työn oikeaoppisesta ennakkosuunnittelusta. Siltatyömälle ja tämän työn kannalta tärkeitä suunnitelmia työturvallisuuden kannalta ovat;

- Työturvallisuussuunnitelma
- Telinesuunnitelma
- Nostosuunnitelma
- Työvaihesuunnitelma

On tärkeää, että kyseiset suunnitelmat tehdään ennen työn aloitusta ja ne suunnitellaan hyvin. Telinesuunnitelma tulee olemaan tämän työn kannalta se kriittisin, sillä tämä työ tulee ottamaan kantaa eri putoamissuojausratkaisuihin.

Tämän opinnäytetyön ja työturvallisuuden näkökulmasta siltatelineet ovat yleensä haastavia, sillä ruudukkomainen tolppaus tekee valjaiden käytöstä epäkäytännöllistä. Sillan telineet, niin kuin muutkin telineet ja kulkutiet tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että niillä voi kulkea ilman työtaturmariskiä itselle tai muille työntekijöille. Yhteiset turvallisuuden pelisäännöt on säädetty myös valtioneuvoston asetuksessa vastaavasti:

”27 §

Putoamisen estävät suojarakenteet ja -laitteet

Putoamisen estävien suojarakenteiden ja -laitteiden, kuten esimerkiksi suojakaiteiden, on oltava suojausvaikutukseltaan mahdollisimman yhtenäisiä.

Jos työn tekeminen edellyttää, että putoamisen estävä suojarakenne tai -laite väliaikaisesti poistetaan, on käytettävä muita korvaavia suojatoimia. Työtä ei saa tehdä ennen kuin nämä suojatoimet on toteutettu. Putoamisen estävä suojarakenne tai -laite on palautettava paikalleen heti sen jälkeen, kun kyseinen työ on päättynyt tai keskeytynyt. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009) ”

"28 §

Suojaaminen putoamiselta

Sellaisten työtasojen ja kulkuteiden vapailla sivuilla, joilta voidaan pudota kahta metriä korkeammalta, sekä muulloinkin, milloin on olemassa erityinen tapaturman tai hukkumisen vaara, on oltava suojakaiteet tai muut suojarakenteet. Telineiden työtasot on varustettava kaiteilla, jos putoamiskorkeus on yli 2 metriä. Tehtaessa valutöitä yli 2 metrin korkeudella siirrettävän muotin yläreunasta, valua varten on järjestettävä kaitein suojattu työtaso. Portaat ja porrastasot on vapailta sivuiltaan varustettava koko pituudeltaan suojakaiteilla. Portaat, joissa ei tarvita suojakaidetta, on tarvittaessa varustettava erillisellä käsijohteella. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)

Putoamisen estämiseksi tehtävissä työtasojen ja kulkuteiden suojakaiteissa on oltava käsi- ja välijohde sekä jalkalista. Telineiden kaiteissa on oltava jalkalista. Kaiteen korkeuden on oltava vähintään 1 metri. Johteet on sijoitettava siten, ettei minkään johteen alapuolella oleva pystysuora vapaa tila ole 0,5 metriä suurempi. Kaiteet saa korvata vastaavan turvallisuuden antavilla muilla suojarakenteilla, kuten tarkoituksenmukaisilla levyillä ja verkoilla. Suojakaiteen ja muun putoamista estävän suojarakenteen lujuudelle asetettavista vaatimuksista säädetään tämän asetuksen liitteessä 5. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)

Korkealla tehtävässä työssä on käytettävä putoamisen estävällä suojauksella varustettuja työtasoja tai henkilönostolaitteita taikka suojaverkkoja tai muita rakenteisiin kiinnitettäviä putoamisen estäviä suojarakenteita. Jos tällaisten laitteiden tai rakenteiden käyttäminen ei työn luonteen vuoksi ole mahdollista, on käytettävä tarkoitukseen soveltuvaa putoamisen estävää valjastyypistä henkilönsuojainta köysineen. Köydet on kiinnitettävä turvallisesti. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009)

Kaikki kulut ja muut aukot, joihin henkilöt tai tavarat saattavat pudota, on joko suojattava jalkalistallisilla kaiteilla tai suljettava kansilla. Suojakannet on merkittävä selvästi, jotta ne erottuvat ympäristöstään. Suojakansien siirtyminen paikoiltaan on estettävä. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009) ”

3 TUKITELINERATKAISUT

3.1 Tukitelineet yleisesti

Siltojen tukitelineet käsitteenä on väliaikainen rakenne, jonka tarkoituksena on sillan valua varten rakennetun muotin tukeminen ja valun kuorman siirtäminen tukirakenteille.

Tukitelineen purkaminen edellyttää, että betonin puristuslujuus on vähintään 80 % nimellisuudesta ennen kantavien telineiden purkua. Kustannuslaskennassa käytetty vuokrausaika-arvio 60 vuorokautta koostuu arvioista telineiden rakentamiseen, raudoittamiseen, reunapalkkien tuplaamiseen ja valun kovettumiseen kuluneesta ajasta.

3.2 Puutelineet

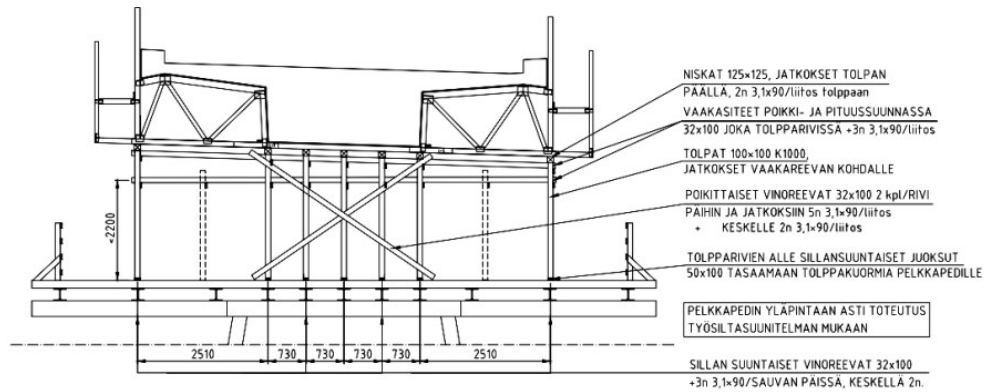
Suomen siltatyömailla kierrellessä voi törmätä erilaisiin työturvallisuusratkaisuihin. Yleisesti Suomessa käytetyt työturvallisuusratkaisut telinevaiheessa ovat kuitenkin puutelineille, johtuen pitkän Suomalaisen kokemuksen puutelineiden parissa.

Puun käyttämisellä tukitelinerakenteissa Suomessa on pitkät perinteet ja se on erittäin yleistä, puun saatavuuden ja työstettävyyden lisäksi ammattitaitoinen työvoima on kilpailuetu puutelineiden puolesta. Puun saatavuus läheltä vähentää kuljetuskustannuksia ja mahdollisuus käyttää suuri osa puutavarasta uudelleen käyttäminen 2–3 kertaa lisää puutelineiden houkuttelevuutta.

Työturvallisuuden kustannuksien kannalta työtä lähdetään rajaamaan työturvallisuuden apuvälineisiin, jolle tehdään kustannuslaskelmia puutelineille ja järjestelmätelineille.

Puutelineet näyttävät sivusta katsottuna kuvan 2 kaltaisilta ja koostuvat (kuva 1) osista:

- pelkkapedistä
- pystytolpista
- vaakasiteistä
- vinositeistä
- koolauksesta
- laudoituksesta.



Kuva 1. Sillan puutelineiden osat nimettyinä.

” Seuraavassa luettelossa on esitetty puutelineissä yleisesti käytettyjä puutavaran mittoja. Mitat millimetreinä (mm):

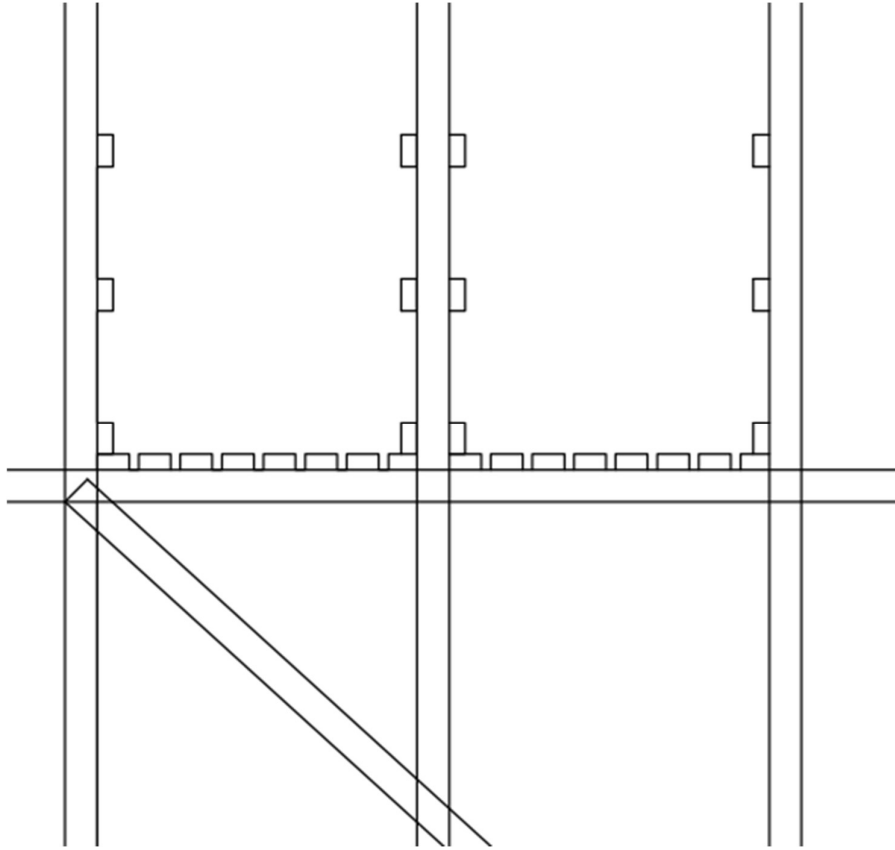
- **muotti**
- mitallistettu muottilauta 20x95–98, 23x95–98, 28–30x95–98
- raakapontti 20x95, 23x95
- koivu/sekavaneri t = 15, 18, 21, 24
- **koolaus** 50x100, 50x125, 50x150
- **niskat** 100x100, 125x125, 150x150, 2(75x150), 2(75x175), 2(75x200)
- **tolpat** 100x100, 125x125, 150x150
- **vaaka- ja vinositeet** 22x100, 32x100, 38x100, 44x100, 50x100

Tukitelineissä käytettävän puun, vanerin sekä näiden yhdistelmien tarpeellisine liittimien on täytettävä voimassa olevien Puurakenteiden suunnitteluohjeiden RIL 120 /7/ asettamat vaatimukset. (Väylä, 2022) ”

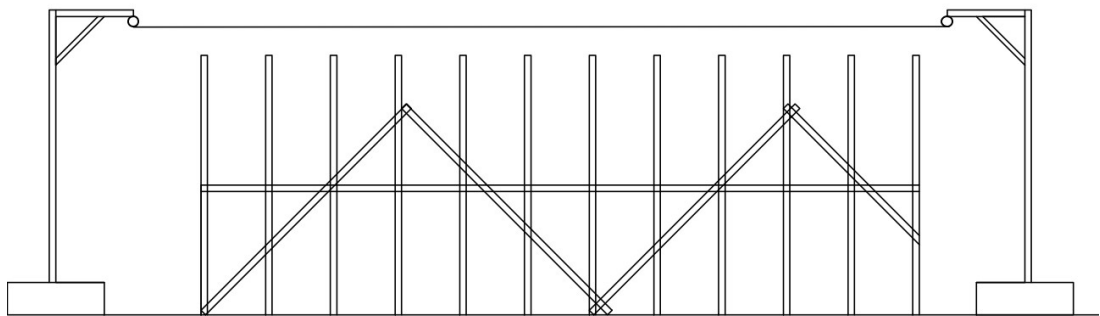


Kuva 2. Kehä 3 maantiesillan telineet

Turvallisuusratkaisut puutelineillä rajoittuvat oikeastaan telinevaiheessa telinetason (kuva 3) ja (kuva 4) vaijerilinjan käyttöön valjaille. Telineetasojen rakentaminen on työläämpää ja se myös maksaa enemmän, mutta se luo käyttäjäystävällisemmän turvallisuusratkaisun, koska se ei rajoita liikkuvuutta samalla tavalla kuin valjaat. Vaijerilinjan rakentaminen on tehtävä korkealle, jotta siihen ei sotkeuduta ja samalla varmistetaan, että kiinnityspiste on tarpeeksi korkealla.



Kuva 3. Teline-esimerkki CAD piirroksena



Kuva 4. Taivaskoukuilla tehty vaijerilinja valjaille



Kuva 5. Vaijerilinja käytössä Umeå:n siltatyömaalla

3.3 Järjestelmätelineet

Suomessa kotimaisen puun hinta on ollut niin kilpailukykyinen, että alumiinitelineiden käyttö ei ole ollut kannattavaa. Ulkomailla sillan telineet tehdään vuorostaan suurimmalta osin järjestelmä ja alumiinitelineillä. Järjestelmätelineet ovat kuitenkin kertahankinta, vaikkakin osa telinekalustosta saattaa vaurioitua purkuprosessissa. Järjestelmätelineiden vähäinen käyttöaste johtuu korkeista hankintahinnoista tai oman kaluston puutteen luomista kalliista vuokrahinnoista ja pitkistä vuokra-ajoista. Työmaiden pitkät välimatkat Suomessa aiheuttavat suuria kuljetus tai siirtokustannuksia. Purkamisen yhteydessä vaurioitunut kalusto joudutaan korvaamaan uudella tai hankittu kalusto saattaa joutua seisomaan varikolla käyttämättömänä. Suomen sääolosuhteetkaan eivät aina ole myönteiset teräksisen kaluston käyttämiseen talvella. (Grk Infra Oy, henkilökohtainen tiedonanto 13.4.2022)

Järjestelmätelineiden putkirakenteisiin on helppo kiinnittyä valjaiden turvaköydellä (Kuva 6).



Kuva 6. Järjestelmätelineiden käyttöä

Järjestelmätelineiden käyttäminen vaatii vähemmän erikoisosaamista, kuin telineiden tekeminen puusta.

Järjestelmätelineissä työturvallisuuden järjestäminen on puolestaan paljon vaivattomampaa. Sen sijaan, että tarvitsisi rakentaa valtavia telinetasoja puusta, on mahdollista rakentaa muutama liikuteltava työlava ja valjaiden kiinnittäminen onnistuu helposti telineisiin.

4 SILTATYÖMAIDEN TELINERATKAISUJEN KUSTANNUSVERTAILU JA KÄYTTÖIKÄLASKELMAT

4.1 Vertailukohtien asettaminen

Tämän työn pääaiheena haluttiin tarkastella siltatyömaan työ/tukitelineiden työturvallisuutta ja samalla tutkia mahdollisia työturvallisuusratkaisuja. Työ haluttiin toteuttaa, koska työturvallisuusratkaisuista halvin ja helpoin ottaa käyttöön on valjaat. Halvimpana työturvallisuusratkaisuna valjaat eivät kuitenkaan ole kauhean käytännölliset niiden tuoman liikkumisrajoituksen vuoksi.

Työturvallisuuden kustannuksien kannalta työtä lähdetään rajaamaan työturvallisuuden apuvälineisiin, jolle tehdään kustannuslaskelmia puutelineille ja järjestelmätelineille.

Työssä tullaan myös tutkimaan järjestelmätelineiden kustannukset verrattuna puutelineisiin. Kustannusvertailun kannalta järjestelmätelineiden yleinen konsensus Suomessa on, että järjestelmätelineiden vuokrahinta on paljon kalliimpi kuin puutelineiden ostohinta, johtuen telineiden pitkästä seisomisajasta sillan raudoittamisen ja kuivumisen takia. Järjestelmätelineiden kallis alkuperäinen hankintahinta vähentää yhtiöitä, jotka ovat halukkaita käyttämään järjestelmätelineitä. Järjestelmätelineiden kuljetuskustannuksetkin ovat iso osa miksi järjestelmätelineet loistavat poissaolollaan.

Telinevaihtoehdon lisäksi kustannusvertailussa on valjaiden käyttäminen versus tolppaväleihin telineiden rakentaminen (kuva 3 ja 4).

Sillan kokonaiskustannuksista muotti- ja telinekustannukset saattavat olla jopa 15–30 %. Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä voi olla esimerkiksi.

- heikko maapohjan kantavuus, jolloin telineet on perustettava paaluille
- vesistösiltojen paalutetut telineet
- tuettavan rakenteen kaarevuus, kaltevuus sekä viisteet.

Sitä vastoin kustannuksia alentavia tekijöitä voi olla.

- mahdollisuus tukea telineet valmiisiin rakenteisiin
- penkereen varaan ilman pystytukia rakennettavat telineet

- siltojen poikkileikkausten vakiointi kokonaishankkeissa, jolloin voidaan käyttää telineen osia useamman kerran.

4.2 Kustannusvertailu ja käyttöikä

Kustannusvertailun tekeminen oli lähtökohtana työn aiheen saamiseen. Maailmanmarkkinoiden kasvavat puuhinnat heikentävät suomalaisen sillan rakentamisen asemaa, vaikka suomalaisilla on pitkään kestäneitä perinteitä puutelineiden erikoisosaajina sillan rakentamisessa. Hintavertailun lähtökohtana on perinteiset puutelineet verrattuna ulkomailla paljon käytettyyn järjestelmätelineeseen. Kustannuslaskennassa on käytetty teoreettista vuokrausajaa 60 vuorokautta järjestelmätelineille. Sillan rakentamiseen sisältyy monia vaiheita ja vuokrausajan laskeminen on aloitettu pelkkapedin valmistumisesta.

(Grk Infra Oy, henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2022)

Vuokra-ajan laskennassa huomioon otettavat asiat:

- telineiden kasaaminen
- niskapalkkien asentaminen
- sillan kannen koolaus ja laudoitus
- raudoitus
- betonointi ja kuivumisaika
- purku.

Haastattelujen pohjalta laskettiin kuinka kauan telineiden työvaiheissa kestää. Esimerkkikohteessamme 1600 m³ telinerungon kasaamiseen kului noin 7 työvuoroa, joka on 9:ää vuokrapäivää, koska vuokraus on myös viikonloputta, kului telinerungon kasaamiseen. Niskapalkkien asentaminen on nopea työvaihe, kesto 1 työvuoro. Sillan kannen koolaukseen ja laudoituksen tekemiseen paikan päällä kuluu esimerkkikohteessamme 14 vuokrapäivää. Raudoitusta pääsee tekemään vasta aikaisempien vaiheiden valmistuttua, joka kohteessa kesti 14 vuokrapäivän verran. Sillan valu tapahtuu vuorokaudessa, jonka jälkeen sillan jälkihoito alkaa. Sillan kuivumisajaksi on turvallista laskea 21 vuokrapäivää. Betonin puristuslujuuden saavutettua 80 % nimellislajuudesta telineitä voidaan alkaa purkaa. Järjestelmätelineiden purkuun hyvä varata 2 päivää. Puutelineiden rakennusaika on suurin piirtein sama, kuin järjestelmätelineillä, mutta kustannuslaskennan kannalta sillä ei ole niin suurta merkitystä, koska puutavaralla ei ole juoksevaa vuokrahintaa. (Grk Infra Oy, henkilökohtainen tiedonanto 20.4.2022)

Järjestelmätelineiden hyviä puolia ovat työn teettäminen ulkopuolisilla suoraan vuokraamolta, purkaminen sujuu yksinkertaisesti ja nopeasti. Järjestelmätelineet mahdollistavat myös ennakkokasaamista, joka voi nopeuttaa itse sillan rakennusprosessia, vaikka ei vuokrahintoihin vaikuttaisikaan. Tulevina vuosina järjestelmätelineiden käyttö tulee varmaan lisääntymään paljonkin Suomessa, sillä johtuen Venäjän aloittamasta sodasta Ukrainassa kaikki Venäjän ja Valko-Venäjän puutavara on konfliktipuuta, eli ei sertifioitua puutavaraa. Puutavaran saantivaikeudet voivat siis jo valmiiksi ratkaista telineratkaisun järjestelmätelineen puolesta. (Grk Infra Oy, henkilökohtainen tiedonanto 4.5.2022)

Työturvallisuuden kannalta järjestelmätelineillä on helppo käyttää valmiiksi kasattuja telinetasoelementtejä ja valjaiden kiinnitys järjestelmätelineisiin on helppoa ilman taivas-koukkuja, jotka on esitetty kuvassa 4.

Taulukko 2. Puu- ja järjestelmätelineiden hintavertailu.

Hintavertailu esimerkkikohde 400m ² H=4 m				
Hinnat 8.4.2022				
Puutelineet				
	Ala	Korkeus	m ³	
	400m ²	4	1600	
	jm	€/metri	Kokonais- hinta	
100x100	3000	2,9	8700	
47x100	3060	1,26	3855,6	
32x100	1180	0,92	1085,6	
150x200	520	9,12	4742,4	
Työtunnit	€/h	Kokonais- hinta		
160	50	8000		
			26383,6	
Työtelineet, joiden kanssa tulee käyttää val- jaita arvio				
		Vuokrapäi- vät		
Turvavaljaat 3 henkilölle		42	600 €	
Taivaskoukku x 2		42	2 000 €	
Vaijeri taivaskoukkujen välille			100 €	
Kasaushinta			250 €	
Yhteensä			2 950 €	
Tolppavälien telineet				
	jm	€/metri	Kokonais- hinta	
47x100	4160	1,26 €	5241,6	
Kasaustyö			100 €	
Yhteensä			5341,6	
Järjestelmätelineet				
	Ala	Korkeus	m ³	
	400m ²	4	1600	
				Kasaushinta
Kasaushinta/m ³	10 €			16 000 €
		Vuokraus- päivät		Vuokra
Vuokrahinta/m ³ /pvä	0,06 €	60		5 760,00 €
Yhteensä				21 760 €

Puutavaran ja teräksen hinnan kuvaajat (kuvio 1 ja 2) kuvaavat viime vuoden hinnan nousua ja vaikka vanha raaka-aineen hinnan nousu ei ole tae, että raaka-aineiden hinta tulee nousemaan jatkossa Venäjälle asetettujen pakotteiden tiedetään nostavan hintoja saatavuuspulan johdosta.



Kuvio 1. Teräksen hintakehitys vuoden sisällä.



Kuvio 2. Puun hinnan kehitys neljän vuoden aikana.

Käyttöikävertailua tehdään työssä vielä järjestelmätelineiden omaksi oston hinnan ja vuokrahinnan välillä. Holvikaluston hinnat ovat Peri:n ST 100 kalustolle ja käyttöikävertailun tarkoituksena on selvittää, kuinka monta kertaa ostettua kalustoa tulee käyttää ennen kuin ostettu järjestelmäkalusto tulee vuokrattua kalustoa halvemmaksi. Hintaver-
tailu tehdään parhaimman mahdollisen arvion mukaan, kuinka paljon yleensä puutava-
raa pystytään uusiksi käyttämään. Käyttöikävertailuun ei oteta vertailuun rahtihintoja,
koska näiden oletetaan olevan kaikissa vertailun kohteissa samankaltaiset. Puutelinei-
den kannalta vertailussa oletetaan, että kustannuksia tulisi noin 15 % puutavaran hin-
nasta joka vuosi, uuden puutavaran hankinnan takia. (Grk Infra Oy, henkilökohtainen
tiedonanto 4.5.2022)

Taulukko 3. Käyttöikävertailu eri ratkaisujen välillä.

	Ostettu kalusto	Vuokrakalusto	Ostettu puutavara
Käyttökerta 1	223 000	21760	26383
Käyttökerta 2	8000	21760	10757
Käyttökerta 3	8000	21760	10757
Käyttökerta 4	8000	21760	26383
Käyttökerta 5	8000	21760	10757
Käyttökerta 6	8000	21760	10757
Käyttökerta 7	8000	21760	26383
Käyttökerta 8	8000	21760	10757
Käyttökerta 9	8000	21760	10757
Käyttökerta 10	8000	21760	26383
Käyttökerta 11	8000	21760	10757
Käyttökerta 12	8000	21760	10757
Käyttökerta 13	8000	21760	26383
Käyttökerta 14	8000	21760	10757
Käyttökerta 15	8000	21760	10757
Käyttökerta 16	8000	21760	26383
Yhteensä €	343 000 €	348 160 €	265 868 €

Käyttöikävertailu (taulukko 3) mukaisesti osoittaa, että ostettua kalustoa pitää käyttää
esimerkkikohteen kuutiomäärällä 16 kertaa, ennen kuin se tulee halvemmaksi, kuin
vuokrakalusto. Ostetun kaluston vuosittainen kuluerä 8000 € on käyttökerran

kasauskulut teetettynä omilla työmiehillä. Puutavaran käyttöään hintalaskennassa on käytetty 15 % puutavaran lisähankintatarvetta ja kasauksen työtunteja (taulukko 2) mukaisesti. Ostettu järjestelmäteline tulee halvemmaksi vasta noin 25 puutavaralla tehtyjen telineiden jälkeen.

Käyttöikävertailun lopputulos on kuitenkin erittäin riippuvainen tarpeista. Opinnäytetyön esimerkkikohde on erittäin yksinkertainen, joka ei luo vahvoja kilpailuetuja suuntaan eikä toiseen. Puutelineiden edut niiden mahdollisuuksista pienentää tolppaväliä, esimerkiksi pilarin takia eivät tule esille yksittäisen kohteen kustannusvertailussa. Järjestelmätelineillä poikkeaminen suunnitellusta tolppajaosta aiheuttaa suhteessa enemmän kustannuksia. Teline ratkaisujen vertailu kiteytettynä alla (taulukko 4)

Taulukko 4. Teline ratkaisujen vertailu koonti.

Teline ratkaisujen vertailu koonti		
Vertailukohta	Puutelineet	Järjestelmätelineet
Hinta	Puutelineiden hinta on ensimmäisellä kerralla kalliimpi, mutta puutavaran toisella käyttökerralla tulee järjestelmätelinettä halvemmaksi.	Järjestelmätelineet tulevat nykyhinnoilla halvemmaksi ensimmäisellä käyttökerralla ja kaivauksen hinnan tietää etukäteen vuokraajalta.
Työturvallisuus	Puutelineissä telineet pitää rakentaa yleensä kiinteästi, jolloin ne ovat lisää työtä purkuvaiheessa.	Valjaskiinnitys onnistuu putkirakennelmiin helposti ja järjestelmätelineiden putkien päälle helppo tehdä liikuteltavat työtelineet.
Käytännöllisyys	Käytännöllisyys on selkeästi puutelineiden isoimpana etuna, muokattavuus hankalissa olosuhteissa ilman suurta lisätyötä.	Järjestelmätelineiden käyttö pitää monissa kohteissa etukäteen suunnitella, jotta kalusto sopii kohteeseen. Järjestelmätelineen isoin kilpailuetu käytännöllisyyden kannalta tulee yli 8 m telineissä.

5 TYÖTURVALLISUUDEN KEHITYSKOHDAT

Työturvallisuuden valvominen on kehittynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana valtavasti. Vuosien aikana kehittyneet ja tiukentuneet työturvallisuusasetukset ovat asettaneet tilaajan hyvään asemaan velvoittaa urakoitsijalta entistä parempaa työturvallisuutta. Nykyisellään tilaajan ja lakien noudattamatta jättäminen aiheuttaa välillä urakoitsijalle isojaakin sanktioita sakkojen muodossa, vaikka työturvallisuusvahinkoja ei olisi edes sattunut. Sanktioiden tarkoituksena on varmistaa, että urakoitsijat noudattavat säädöksiä ja töissä käyminen työntekijöille tehtäisiin turvalliseksi.

Työmaan perehdytyksessä tulisi käydä työturvallisuuden riskit läpi ja kuinka ne työmaalla on ajateltu ratkaistaviksi. Työmaan perehdyttämiseen työmailla tulisivin kiinnittää enemmän huomioita työnjohtajien toimesta. Työnantajan pitää myös tehdä jatkuvaa riskien analysointia, jotta perehdytys pysyy ajan tasalla ja perehdytyksessä kaikki ajankohtaiset riskit ovat esillä vähentääkseen näiden riskien toteutumista.

Lainaus lehtiartikkelista kuvaa hyvin mitä ”näkyttömiä” työturvallisuuden ongelmia työmailla piilee.

”Asennevamma tulee kalliiksi

Työturvallisuuden pahin riskitekijä ei ole olosuhde vaan ihminen. Työntekijöiden ja vierailijoiden perehdyttämisen tärkeydestä on puhuttu vuosikymmeniä. Ajan trendin mukaan myös perehdyttäminen on siirtymässä nettiin. On tarjolla e-perehdyttämistä sekä pilvipohjaisia mobiiliratkaisuja työturvallisuuteen. Oikea asenne on ratkaisevaa työturvallisuuden kannalta. ”Vaikka työntekijä on käynyt kaiken maailman pakollisissa koulutuksissa, mikään ei takaa sitä, että hän noudattaa kaikkia ohjeita. Sama koskee aliurakoitsijoita”, toteaa Graniittirakennus Kallion työpäällikkö Antti Rämä.

ALIURAKOITSIJAT OVAT RISKIRYHMÄ

Tampereen Kansi-työmaan erityispiirteet on käyty läpi jokaisen työntekijän kanssa. Työntekijöiltä vaaditaan sekä rataturva- että työturvakortti, katualueella työskenteleviltä lisäksi tieturvakortti. Myös GRK:n työntekijöillä on taskussa kaikki mahdolliset kortit ja perehdyttämiset kuitattu, mutta Rämän mielestä se ei vielä riitä:

"Nyt tullaan siihen asennekysymykseen. Vaikka työntekijä on käynyt kaiken maailman pakollisissa koulutuksissa, mikään ei takaa sitä, että hän noudattaa kaikkia ohjeita. Sama koskee aliurakoitsijoita."

Kautonen pitää alurakoitsijoita merkittävimpänä riskiryhmänä. Kun uusi urakoitsija tulee työmaalle, hänen osaamisestaan ei ole mitään tietoa. Se koskee erityisesti ulkomaisia toimijoita: "Ulkomaalaiset ovat työturvallisuusmielessä selkeä koko alaa koskeva haaste."

Rämä tietää keinon, jolla infra-alalla päästään nollatoleranssiin:

"Työnjohtoa, joka valvoo, että työntekijät noudattavat ohjeita, on oltava enemmän."

(Rakennustaito, 2022) "

Työturvallisuuden ylläpitämiseen käytetään myös työkaluna mvr-mittausta (kuva 7), eli maa- ja vesirakentamisen mittauskierros, jossa kierretään työmaalla silmämääräisesti arvioiden ja kirjaten kunnossa olevat ja korjattavat osa-alueet. Mvr-mittauksen päämääränä ei ole saada 100 %, eli ei korjattavia asioita, vaan löytää korjattavia asioita työmaalta ja täten parantaa työmaan työturvallisuutta. (Rakennusteollisuus, 2022)

16 LOMAKKEET

mvr
MITTARI
2017

PÄIVÄMÄÄRÄ _____
YRITYS _____
TYÖMAA / TYÖNUMERO _____
MITTAAJA _____

EDELLISEN MITTAUKSEN PVM ____ / ____ PUUTTEET KORJATTU

MITTAUSKOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
1. TYÖSKENTELY JA KONEEN KÄYTTÖ • SUOJAINTEN KÄYTTÖ JA RISKINOTTO				
2. KALUSTO • TYÖKONEET JA NOSTOKALUSTO • PIENKALUSTO • TELINEET, TYÖPUKIT, TIKKAAT, KULKUSILLAT, PORTAAT • SÄHKÖISTYS • VALAISTUS • EMULSIOPANOSTUSLAITE • PELASTAUTUMISKONTTI				
3. SUOJAIKSET JA VAROALUEET • PUTDAMISSUOJAUS • SORTUMAVAARA • KONEIDEN VAROALUEET				
4. AJO- JA KULKUVÄYLÄT • ULKOPUOLINEN LIIKENNE JA KEVYT LIIKENNE • TYÖMAATIET • KULKUTIET • PELASTAUTUMISEN JÄRJESTÄMINEN				
5. JÄRJESTYS JA VARASTOINTI • YLEISJÄRJESTYS • JÄTEASTIAT • VAARALLISTEN AINEIDEN SÄILYTYS JA VARASTOINTI • ILMANLAATU JA PÖLYNHALLINTA				
	OIKEIN YHT:		VÄÄRIN YHT:	

MVR-TASO $\frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100$ _____ $\times 100 =$ %

KORJATTAVAA	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

TYÖNANTAJAN EDUSTAJA

TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA

Kuva 7. Mvr-mittaus lomake.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarkoituksena opinnäytetyöllä oli selvittää kustannusvertailun kautta eroavaisuuksia telineratkaisuissa ja sitä kautta käytettävissä olevia työturvallisuusvaihtoehtoja puu- ja järjestelmätelineissä. Työn aloituskohdasta nykypäivään puutavaran hinta on melkein tuplaantunut ja tämä vaikutti työn ensisilmäykseltä antamaan vaikutukseen, joka on, että järjestelmätelineet ovat halvempi telineratkaisu. Puutelineet tulevat kuitenkin kannattavamiksi, kun hyötykäytettävä puutavara kuljetetaan toiseen kohteeseen lähistöllä. Kustannusvertailu on kuitenkin tehty erittäin normaalia siltaa ajatellen ja sillan pituus ja korkeus voi vaikuttaa paljonkin kustannuksiin.

Tulevina vuosina kalliin puutavaran johdosta järjestelmätelineet tulevat varmaankin nostamaan suosiotaan, sillä suurien puutavaramäärien saatavuus on heikentynyt maailmalla.

Keskittymällä työn etukäteen tehtyyn suunnitteluun työturvallisuus on helppo järjestää kummallakin telinejärjestelmällä ja työturvallisuusratkaisujen läpikäynti tulee ottaa perehdytyksessä esille. Perehdytyksessä tulee jatkossa ottaa entistä enemmän huomioon siltarakentamisen työturvallisuus, koska telinerakennusvaiheen työtapaturmariski on korkea. (Rakennustaito, 2022)

Työturvallisuuden puutteet työmaalla ei yleensä johdu työturvallisuuteen tarkoitettujen ratkaisujen saatavuudesta. Työturvallisuuden ylläpitäminen on kaikkien vastuulla, työntekijöiden tulee olla aktiivisemmin ilmoittamassa huomaamia puutteita ja työnjohtajien tulee valvoa ja mahdollistaa työn turvallinen tekeminen. Työturvallisuutta kohtaan alalla on kehittynyt eräänlainen asenneongelma, varsinkin vanhemmilla ikäluokilla. Pakolliset koulutukset työturvallisuuteen eivät ole riittävän kattavia infra-alalla esiintyviin työturvallisuusriskeihin. Ulkomaalaisen työvoiman käyttäminen luo myös riskiä, sillä ei voida olla varmoja ymmärsikö palkattu työvoima Suomessa voimassa olevat työturvallisuusvaatimukset.

LÄHTEET

Cramo, 2022 www.cramo.fi

Kivelä Anne-Mari 2016, (15.4.2022) <https://docplayer.fi/6425262-Harjoitus-11-betonin-lujuuden-kehityksen-arviointi.html>

Metsälehti (27.3.2022) <https://www.metsalehti.fi/puunhinta/puunhinta/>

Peri, 2022 www.peri.fi

Puumerkki, 2022 www.Puumerkki.fi

Rakennustaito (24.4.2022) <https://rakennustaito.fi/infra-ala-haluaa-nollata-tapaturmat/>

Rakennusteollisuus, 2022 https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tyoturvallisuus/mvrmittari2017/mvr-mittari_fi_a5_24092017-1_web.pdf

RIL 147-2019 Tukitelineet ja muotit, 2022

Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, 2022 <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/syl/syl32001.pdf>

Siltojen tukitelineet – 2007, 2022 <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/tukitelineet-2007.pdf>

Trading economics (27.3.2022) <https://fi.tradingeconomics.com/commodity/steel>

Työturvallisuuslaki. (11.1.2022) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. (11.1.2022) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130525>

