

Juuso Lippo

## **Työsillan käyttö vesistö sillan saneerauksessa**

## **Työsillan käyttö vesistö sillan saneerauksessa**

Juuso Lippo  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Yhdyskuntatekniikka

---

Tekijä: Juuso Lippo

Opinnäytetyön nimi: Työsillan käyttö vesistösiljan saneerauksessa

Työn ohjaaja: Jarmo Erho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 31

---

Suomen silloista suuri osa on nyt ja lähitulevaisuudessa peruskorjauksen tarpeessa. Korjausta kaipaavista silloista merkittävä osa on vesistösiltoja, joiden korjaukseen voidaan tarvita työsillan rakentamista. Työsilta on väliaikainen rakenne, jota käytetään paitsi vesistösiltaa rakennettaessa myös silloin, kun rakennetaan kuivalle maalle, jos maaperän kantavuus ei ole riittävä. Yleensä työsilta toimii joko huoltotienä tai sillan päällysrakenteen työnaikaisena kantavana rakenteena.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin siihen, miten ja mihin työsilloja käytetään. Esimerkkinä käytettiin Allikon sillan saneeraukseen rakennettua työsiltaa, joka toimii vanhan sillan päällysrakenteen purkualustana ja uuden sillan muotti- ja betonitöiden alustana ja työmaan kulkutienä. Lisäksi työssä kuvattiin työsillan rakentamisen vaiheet.

Työssä käytiin läpi myös vesistösiltojen rakentamisen työturvallisuuteen ja ympäristöön liittyviä asioita. Nämä asiat ovat erittäin tärkeitä jokaisella työmaalla, mutta korostuvat vielä entisestään silloin, kun työskennellään vesistön äärellä.

---

Asiasanat: työsilta, sillanrakennus, silta, vesistösilta, sillan peruskorjaus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

---

Author(s): Juuso Lippo

Title of thesis: The use of temporary bridge in the urban renewal of water bridge

Supervisor(s): Jarmo Erho

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 31

---

In Finland there are lots of water bridges. Many of those bridges are now or in the near future in the need of urban renewal. The purpose of this thesis was to tell about the use of temporary bridges in the urban renewal of water bridges. This work also tells where and how temporary bridges can be built. This thesis uses an example temporary bridge and tells every stage of building the temporary bridge. The example temporary bridge works as the demolition platform of the old bridge as well as the mold and concrete construction platform of the new bridge.

This thesis discusses also about the occupational safety and safety of the environment. These two things are the most important things on a construction site. The occupational safety and safety of the environment are highlighted even more, when working near of water.

---

Keywords: temporary bridge, water bridge, urban renewal of bridge

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SUOMEN SILLAT JA SILTATYÖMAIDEN TYÖTURVALLISUUS .....	7
2.1	Suomen sillat.....	7
2.2	Työsilta.....	9
2.3	Allikon sillan saneeraus.....	9
2.4	Työturvallisuus vesistöisilloissa.....	10
2.5	Ympäristön suojaus.....	10
3	ALLIKON SILLAN TYÖSILTA, TELINE JA MUOTTI.....	12
3.1	Työsillan rakenne .....	12
3.2	Työsillan rakentamisen vaiheet .....	13
3.2.1	Louhepenger.....	14
3.2.2	Konsoleiden ja paalujen varainen tuki.....	14
3.2.3	Maatuet.....	17
3.2.4	Palkkien nostot.....	18
3.2.5	Kansi.....	20
3.3	Työsillan tarvikkeet.....	21
3.4	Työsillan rakentamisen aikataulu .....	23
3.5	Päällysrakenteiden purku .....	23
3.6	Uuden sillan teline ja muotti.....	24
3.7	Työsillan purku .....	26
3.7.1	Työsilta 2 ja louhepenkereet .....	26
3.7.2	Työsilta 1.....	28
4	POHDINTA .....	29
	LÄHTEET.....	30

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään työsillan rakentamista ja käyttöä vesistö sillan saneerauksessa. Opinnäytetyössä perehdytään Suomen siltoihin ja käydään läpi, minkälaisia siltoja Suomessa on ja missä kunnossa ne ovat. Lisäksi kuvataan, miten ja mihin työsiltoja rakennetaan. Lopuksi käydään läpi vesistösiltojen rakennukseen liittyviä työturvallisuus- ja ympäristöasioita.

Opinnäytetyössä kerrotaan myös Allikon sillan saneerauksen vaiheet. Saneeraukseen tarvitaan työsilta, joka toimii vanhan sillan päällysrakenteen purkualustana ja samalla uuden sillan muotti- ja betonointitöiden alustana. Työssä kuvataan työsillan rakentamisen vaiheet sekä työsillan purkaminen. Lisäksi kerrotaan myös vanhan sillan päällysrakenteen purusta sekä uuden sillan muotin ja telineen rakentamisesta.

## 2 SUOMEN SILLAT JA SILTATYÖMAIDEN TYÖTURVALLISUUS

Silta on rakenne, jota kautta ajoneuvo-, juna-, henkilö- tai muu liikenne pääsee esteen yli. Suomessa sillaksi omaksutaan rakenne, jonka vapaa-aukko on vähintään 2 metriä. Esimerkiksi teräsputkirumpu, jonka halkaisija on yli 2 metriä, luokitellaan sillaksi. (1, s.11.)

### 2.1 Suomen sillat

Vuonna 2020 Suomessa Väyläviraston siltoja oli 17 574, joista tiesiltoja oli 15 079 ja rataverkon siltoja 2 495. Tiesilloista varsinaisia siltoja oli 11 784 ja putkisiltoja 3 295. Rataverkon silloista varsinaisia siltoja oli 2 391 ja putkisiltoja 104. Tiesiltoja tarkasteltaessa, vesistösiltojen osuus on noin 60 prosenttia. Eniten vesistösiltoja on Pohjois-Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa. (1, s. 13, 49, 58.)

Vuonna 2019 uusia tiesiltoja rakennettiin 109 kappaletta. Vanhojen siltojen korjauksia tehtiin 454, joista peruskorjauksia oli 123, ja loput 331 olivat ylläpitokorjauksia. Nykyään korjataan vanhoja siltoja enemmän kuin tehdään uusia. (1, s. 31, 54.)

Sillat on jaettu kuntoluokkiin, joiden tarkoitus on jakaa sillat ylläpitotarpeidensa mukaan. Luokat voidaan yksinkertaistettuna kuvata seuraavasti:

- 5: erittäin hyvä, ei ylläpitotarpeita
- 4: hyvä, vähäistä kunnostusta
- 3: tyydyttävä, peruskorjaus tulossa
- 2: huono, peruskorjaus nyt
- 1: erittäin huono, peruskorjaus myöhässä. (1, s. 48.)

Taulukosta 1 voi havaita, että suuri osa Suomen silloista on lähitulevaisuudessa peruskorjauksen tarpeessa. Huonoimpiin luokkiin eli kuntoluokkiin 1 ja 2 kuului 736 siltaa 1.1.2020. Nämä sillat tarvitsevat heti peruskorjausta tai se on jo myöhässä. Kuntoluokkaan 3 kuului 5 713 siltaa. Näihin siltoihin peruskorjaus on tulossa.

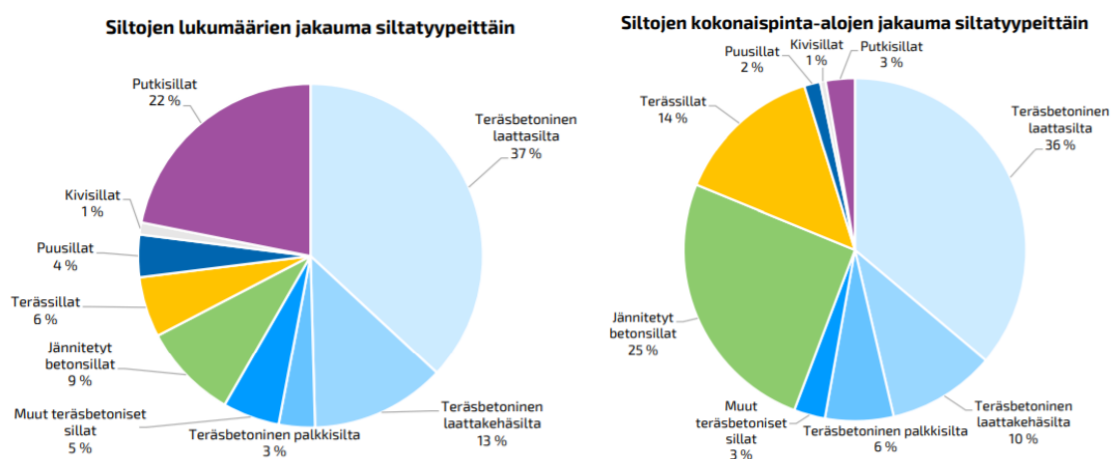
TAULUKKO 1. Tiesiltojen kuntoluokat 1.1.2020 (1, s. 48)

**Siltojen lukumäärä, yhteensä 1.1.2020**

ELY-keskus	Kuntoluokka						Siltoja yhteensä
	1	2	3	4	5	Ei tiedossa	
UUD	10	106	967	1 714	179	28	<b>3 004</b>
VAR	26	113	854	687	104	23	<b>1 807</b>
KAS	5	24	238	461	146	32	<b>906</b>
PIR	19	53	472	537	25	8	<b>1 114</b>
POS	16	94	851	1 085	154	21	<b>2 221</b>
KES	7	59	425	436	45	5	<b>977</b>
EPO	16	73	605	613	90	7	<b>1 404</b>
POP	12	56	748	1 177	79	26	<b>2 098</b>
LAP	1	45	545	690	64	4	<b>1 349</b>
Väylä	1		8	75	83	32	<b>199</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>113</b>	<b>623</b>	<b>5 713</b>	<b>7 475</b>	<b>969</b>	<b>186</b>	<b>15 079</b>

5 = Erittäin hyvä, 4 = Hyvä, 3 = Tyydyttävä, 2 = Huono, 1 = Erittäin huono

Suurin osa Suomen tiesilloista on teräsbetonisilloja, joita on 67 prosenttia. Tarkasteltaessa tiesiltojen kokonaispinta-aloja teräsbetonisillat kattavat näistä 80 prosenttia. Pääasiassa juuri nämä sillat tarvitsevat työtelineitä ja tarvittaessa työsiltoja niiden rakentamiseen ja korjaamiseen. (1, s. 27) (Kuva 1.)



KUVA 1. Tiesillat siltatyypeittäin (1, s. 27)



## 2.2 Työsilta

Työsilta on väliaikainen rakenne, jota käytetään yleensä, kun rakennetaan tai korjataan vesistösiltaa. Työsiltaa voi käyttää myös, kun rakennetaan kuivalle maalle, jos maaperän kantavuus ei ole riittävä. Yleensä työsilta toimii joko huoltotienä tai sillan päällysrakenteen työnaikaisena kantavana rakenteena. Työsilta voi toimia myös molempina samaan aikaan. Työsilta voi toimia myös sillan purkualustana sekä muotti- ja betonitöiden alustana. Työsilloja voidaan tehdä maapenkereille tai louhepenkereille tai työsilta voidaan paaluttaa. Työsilta voidaan myös tehdä osaksi maa- tai louhepenkereille ja osaksi paaluttaa. (2, s. 2.)

Työsillan on oltava niin tukeva, että se kantaa tulevan betonisillan koko painon sekä työtelineiden ja muotin painon. Myös rakennustyön aikana työsillan on kannettava työkoneiden, kuten paalutus-koneiden, ajoneuvonosturien sekä betoniautojen paino. Pitkissä vesistösilloissa työsilta rakennetaankin yleensä leveämmäksi kuin mitä tuleva betoninen kansirakenne ja telineet tarvitsevat. Tämä johtuu siitä, että betonipumppuautojen sekä betoniautojen on päästä kulkemaan työsillalla, kun sillan kantta betonoidaan. Lyhemmissä silloissa betonin pumppaus kannelle voidaan suorittaa maalta sillan toiselta puolelta.

## 2.3 Allikon sillan saneeraus

Allikon silta on Kiiminkijoen ylittävä silta. Silta sijaitsee valtatiellä 4 Haukiputaalla. Silta on valmistunut vuonna 1993. Sillan tyyppi on jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta. Sillan hyötyleveys on 13,12 metriä ja kokonaispituus on 126,60 metriä. Sillan jännemitat ovat 36 metriä + 42 metriä + 36 metriä. Sillan alikulkukorkeus on 3 metriä. (3.)

Saneerauksessa Allikon silta rakennetaan ohituskaistatien leveyteen, jotta sillalle saadaan 2+1 keskikaiteellinen ohituskaistatie. Saneerauksen jälkeen sillan hyötyleveys on 16,25 metriä. Sillan jännemitat ja uoman vapaat aukot säilyvät entisellään. Koska sillan riittävää kantavuutta ei saavuteta pelkällä kannen levityksellä, päällysrakenteet joudutaan purkamaan ja rakentamaan uudelleen. Sillan alkuperäisiä maatuksia ja välitukia ei pureta, vaan ne levennetään uuden sillan leveyttä vastaaviksi. Parannuksessa maatuksista poistetaan kloridisoitunut betoni sekä asennetaan uudet

laakerit maatuille ja välituille. Vanhan sillan alle rakennetaan työsilta, joka toimii vanhan sillan purkualustana ja uuden sillan muotti- ja betonointitöiden alustana. Sillan rakennustöiden ajaksi liikenne ohjataan Kiiminkijoen ylittävän varasilan kautta. Varasilta on mallia Mabey Universal. (4.)

## **2.4 Työturvallisuus vesistöosilloissa**

Työturvallisuus on suuri tekijä, kun työskennellään vesistön äärellä, joten siihen on kiinnitettävä erityisen paljon huomiota. Ennen töiden aloittamista työnjohto ja työntekijät pitävät aloituspalaverin, jossa työntekijät perehdytetään työvaiheeseen. Perehdytys sisältää myös turvallisuusriskien läpikäymisen ja ennaltaehkäisyn. (5, s. 27.)

Työskenneltäessä vesistön päällä tai sen vieressä työntekijöillä pitää olla oikeanlaiset pelastautumisvälineet. Työntekijöillä tulee olla päällä paukkuliivit ja tiedossa paikat, missä pelastusrenkaat sijaitsevat. Työkohteessa tulee olla myös vene, jota voi tarpeen vaatiessa käyttää nopeasti. Työtasot on tehtävä siten, että putoamissuojaukset ovat kunnossa. Kaikilla työmaalla toimivilla henkilöillä tulee olla päällä vaadittavat henkilökohtaiset suojarusteet, joita ovat leukaremmillinen kypärä, viiltosuojahanskat, suojalasit, turvakengät ja suojavaatetus. Työnantajan velvollisuus on hankkia tarvittavat suojarusteet, ja työntekijällä on velvollisuus käyttää työnantajan hankkimia suojarusteita. Valaistuksen tulee olla riittävä kaikkina työskentelyaikoina. (6.)

Viikoittain työmaalla tehdään MVR-mittaus, josta nähdään työmaalla olevat puutteet. MVR-mittaus on maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointimenetelmä. Puutteet tulee korjata mahdollisimman pian, jotta työturvallisuus paranee. Siltatyömaalla MVR-mittauksessa kannattaa kiinnittää erityistä huomiota työmaan siisteyteen sekä järjestykseen. Myös kulkutiet on oltava kunnossa, sillä liukastuminen ja kompastuminen ovat yleisimpiä syitä työtaturmiin rakennustyömaalla. (7.)

## **2.5 Ympäristön suojaus**

Vesistön äärellä työskenneltäessä kaikilla työmaalla työskentelevillä henkilöillä on vastuu siitä, ettei vesistöön pääse mitään sinne kuulumatonta. Jätteenhoitosuunnitelmat tulee tehdä huolellisesti ja pitää huoli siitä, että niitä noudatetaan. Rakennusjätteet kuljetetaan niille kuuluville paikoille ja ol-

laan tarkkoja siitä, ettei esimerkiksi puujätettä tipu vesistöön. Koneita ja kalustoa on pidettävä silmällä ja tulee tehdä aina käyttöönottotarkastus. Näillä tarkastuksilla ennaltaehkäistään ympäristöriskejä, esimerkiksi öljyvuotoja. Öljyvuodon sattuessa on saatavilla oltava öljyntorjuntakalustoa ja tarkka suunnitelma siitä, miten tilanteen sattuessa toimitaan. (8.)

Työsiltaan on jätettävä vesiliikenteelle viranomaisten hyväksymät kulkuaukot. Kulkuaukot on merkittävä asianmukaisella tavalla, jotta vesiliikenteelle on selkeää, mistä silta pitää alittaa. Kulkuaukot voivat pienentää väylän leveyttä ja korkeutta. Näistä tulee ilmoittaa, jotta väylän käyttäjät osaavat ennakoita muutokset. (4.)

### 3 ALLIKON SILLAN TYÖSILTA, TELINE JA MUOTTI

Opinnäytetyön esimerkkikohteena oleva Allikon silta ylittää Kiiminkijoen ja sijaitsee valtatiellä 4 Haukiputaalla. Pääurakoitsijana toimii Destia Oy. Urakka on nimeltään Vt4 Kiiminkijoen ylittävän sillan leventäminen. Siltaurakka on osa Vt4 Oulu - Kemi -kehittämishanketta. Urakka on ST-urakka. Urakkaan kuuluu Allikon sillan lisäksi kaksi muuta siltaa: Kurkelan risteyssilta ja Kärpän risteyssilta. Näitä kaikkia siltoja levennetään, koska kyseiselle kohdalle tulee keskikaiteellinen ohituskaistatie, joka jatkuu pohjoiseen Räänänperälle saakka. Etelään päin tie jatkuu moottoritienä. (9.)

Allikon silta on jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta, jonka jännemitat ovat 36 metriä + 42 metriä + 36 metriä. Parantamisen jälkeen sillan hyötyleveys on 16,25 metriä. Sillan kannelle tulee kolme ajokaistaa sekä keskikaide. (3.)

Urakka käynnistyi maaliskuussa 2020 ja valmistuu kokonaisuudessaan kesällä 2021. Urakan hinta oli noin 5,5 miljoonaa euroa. Urakan tilaajana oli Väylävirasto ja urakan rakennuttajavalvojana toimi Welado. (9.)

#### 3.1 Työsillan rakenne

Työsilta rakennettiin Kiiminkijoen ylitse, Allikon sillan alle, jolloin työsilta toimi Allikon sillan päällysrakenteen purkualustana ja uuden sillan muotti- ja betonointitöiden alustana. Työsillan kuului kaksi osaa, työsilta 1 ja työsilta 2.

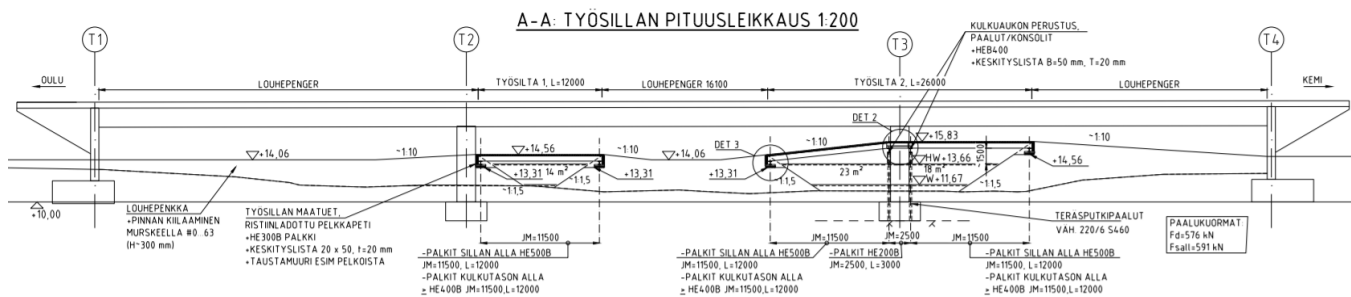
Työsilta 1 oli 12 metriä pitkä ja 28 metriä leveä. Työsilta 1 rakennettiin maatumien varaan, jotka rakennettiin louhepenkereille. Työsilta 2 oli 26 metriä pitkä ja yhtä leveä kuin työsilta 1. Työsilta 2 koostui kahdesta samanlaisesta sillasta, jotka yhdistettiin välituen kohdalta teräspalkein. Työsillassa 2 käytettiin maatumia ulkoreunoissa, missä oli louhepenkereet, mutta välituen kohdalta työsilta oli paalujen ja välitukiin ankkuroitavien konsolien varassa.

Työsilta piti rakentaa, jotta Kiiminkijoen vesi pääsee virtaamaan. Loput purku-, muotti- ja betonointialustasta tehtiin louhepenkereellä. Työsilta rakennettiin itäpuolelta leveäksi, jotta sinne saatiin noin 5 metriä leveä oleva kulkutie työmaakäyttöön.

Tällaiseen työsiltaan päädyttiin kustannustehokkuuden takia. Koska kyseessä ei ole syvä joki ja kesäisin joessa ei virtaa paljoa vettä, päädyttiin rakentamaan louhepenkereitä eikä rakentamaan koko työsiltaa paalujen varaan.

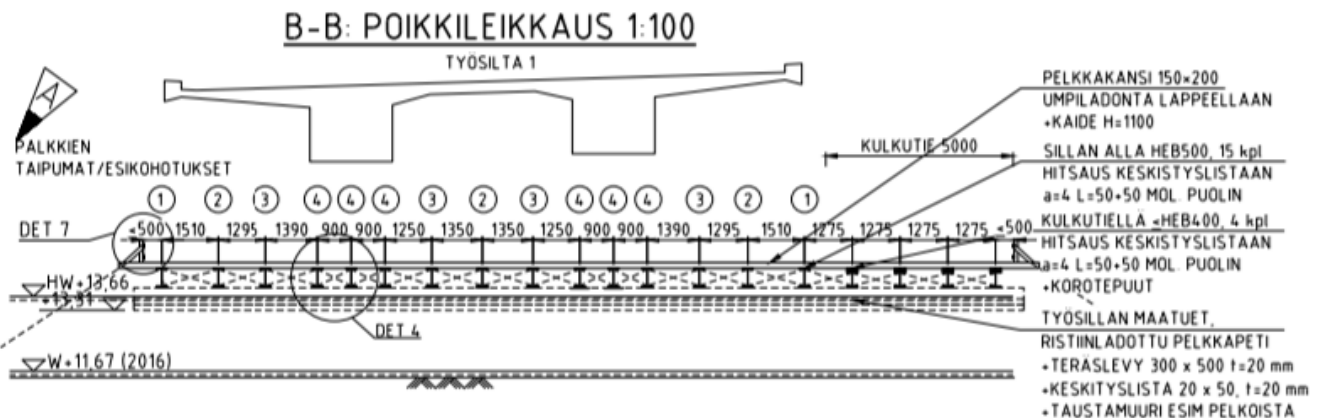
### 3.2 Työsilan rakentamisen vaiheet

Työsilta koostui kolmesta louhepenkereestä ja kahdesta työsilasta. Tukien 1 ja 2 väli tehtiin kokonaan louhepenkereellä. Tukien 2 ja 3 väli, samoin kuin tukien 3 ja 4 väli, tehtiin osittain louhepenkereestä ja osittain työsilloista. (Kuva 2.)



KUVA 2. Työsilan pituusleikkaus

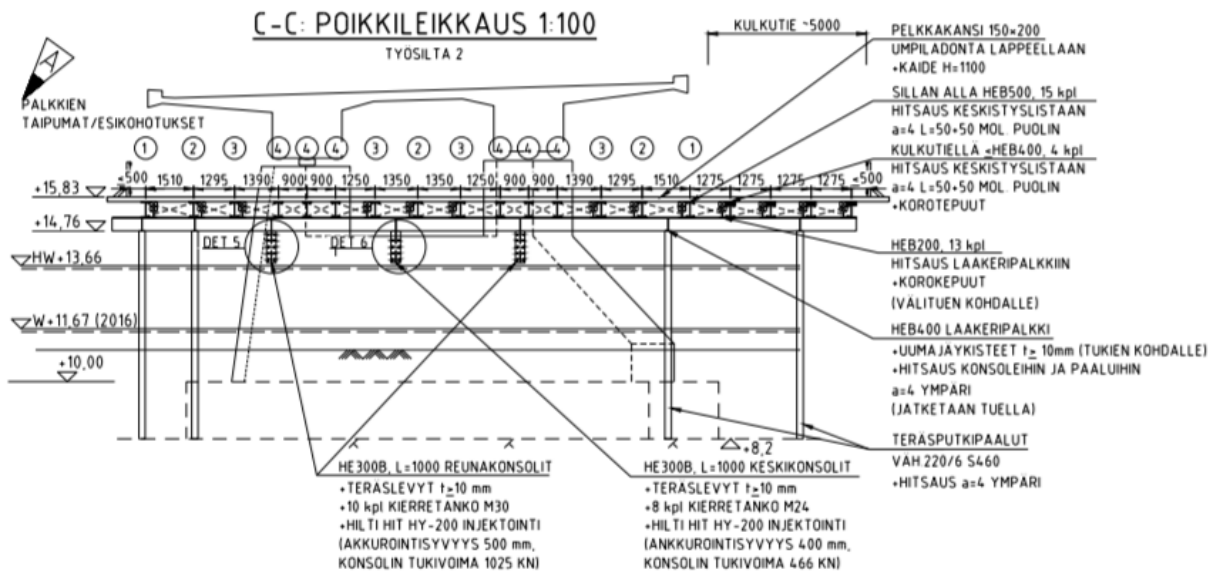
Työsilta 1 perustettiin kokonaan maatuojien varaan. Maatuojet tehtiin louhepenkereelle. Työsilta tehtiin itäpuolelta leveäksi, jotta sinne saatiin 5 metriä leveä kulkutie. (Kuva 3.)



KUVA 3. Työsilan 1 poikkileikkaus

Työsilta 2 koostui kahdesta samanlaisesta sillasta, jotka yhdistettiin välituen 3 kohdalta HE200B-teräspalkkein. Työsilta 2 perustettiin ulkoreunoista maatuojien varaan. Välitukien kohdalta työsilta oli

paalujen ja välitukiin ankkuroitujen konsolien varassa. Myös työsilta 2 rakennettiin itäpuolelta leveäksi kulkutien takia. (Kuva 4.)



KUVA 4. Työsillan 2 poikkileikkaus

### 3.2.1 Louhepenger

Työsillan rakentaminen aloitettiin kevättulvien jälkeen, toukokuussa 2020. Työt käynnistyivät louhepenkereen rakentamisella. Aluksi jokeen ajettiin isokokoisia kiviä, jotteivat ne lähtisi joen virran mukana liikkeelle. Kun kiviä oli ajettu tarpeeksi, siirryttiin louheen ajamiseen. Louheen koko oli #0-700. Louhepenger kiilattiin #0-55:n murskeella. Maatukien kohdalla käytettiin vielä #0-16:n mursketta ja kivituhkaa, jotta pohjasta saataisiin mahdollisimman tiivis ja tasainen. Louhepengertä tiivistettiin tasaisesti jyrällä. Murskekerrosta tiivistettiin jyrän lisäksi tärylätkällä.

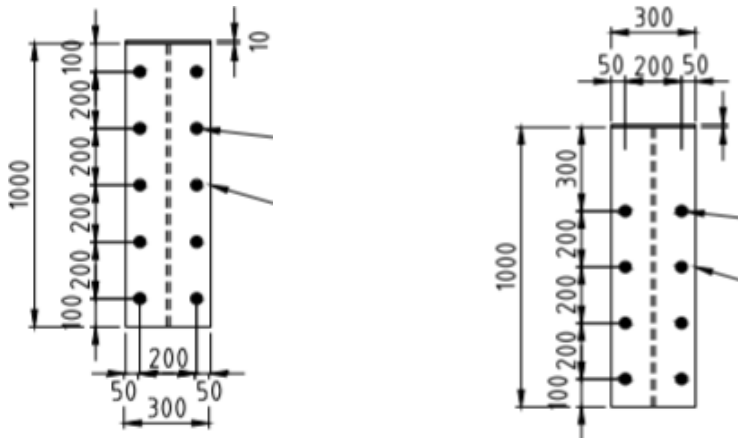
### 3.2.2 Konsolien ja paalujen varainen tuki

Kun louhepenger oli rakennettu tarpeeksi pitkälle, pystyttiin pohjoispäässä välituen 3 kohdalla aloittamaan paalutustyöt. Työsillassa käytettiin teräsputkipaaluja 220/6, joita oli 8 kappaletta. Paalutukset tehtiin kaivinkoneella käyttäen sivuoteiskijää. Sivuteiskijä on kaivinkoneasenteinen korkeataajuustärytin ponttien ja paalujen käsittelyyn sekä iskentään. (Kuva 5.)



*KUVA 5. Teräspalkkeiden asentaminen kaivinkoneella käyttäen sivuteiskijää*

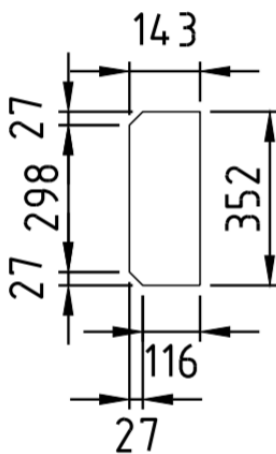
Konsoleita varten välitukiin porattiin reiät. Reunakonsoleille porattiin 10 reikää 500 mm:n syvyyteen ja keskikonsoleille 8 reikää 400 mm:n syvyyteen. Konsolit tehtiin metrin pituisista HE300B-teräspalkeista. Konsoleita tuli kolme kappaletta välituen kummallekin puolelle, eli yhteensä kuusi kappaletta. Reunakonsolit ankkuroitiin välitukeen 500 mm:n syvyydelle kymmenellä M30-kierretangolla käyttäen Hiltin HIT HY-200 -injektointimassaa. Reunakonsolin tukivoima oli 1 038 kN. Keskikonsoli ankkuroitiin välitukeen 400 mm:n syvyydelle kahdeksalla M24-kierretangolla käyttäen samaa injektointimassaa kuin reunakonsoleihin. Keskikonsolin tukivoima oli 514 kN. Konsolien päälle hitsattiin vielä 300x300x10 teräslevyt, jotta päälle tuleva paino jakaantui tasaisesti konsoliin. (Kuva 6.)



KUVA 6. Detaljikuva reuna- ja keskikonsolista

Kun konsolit oli asennettu, katkaistiin teräsputkipaalut oikeaan korkoon konsoleiden kanssa. Paalujen välille asennettiin tasojäykisteet kulmaraudasta 70x70x7. Tasojäykisteet hitsattiin paalujen päälle tulleiden teräspalkkien alalaippojen ylä- ja alapuolelle. Tasojäykisteet estivät paaluja liikkumasta.

Konsoleiden ja paalujen päälle asennettiin laakeripalkki. Maatukien, konsoleiden ja paalujen päälle tulevia palkkeja kutsuttiin laakeripalkeiksi. Laakeripalkkien pituus oli 27,92 metriä. Maatuilla laakeripalkit olivat HE300B-teräspalkkeja. Konsoleiden ja paalujen päälle tulleet laakeripalkit olivat HE400B-teräspalkkeja. Konsoleiden ja paalujen päälle asennettu laakeripalkki sai jatkoa vain tuen kohdalla, joten palkkeja piti polttoleikata juuri oikean pituisiksi, jotta jatkokset osuvat aina tuen kohdalle. Tukien kohdalla laakeripalkit hitsattiin toisiinsa kiinni ammattihitsarin toimesta. HE400B-palkeissa oli myös teräksiset uumajäykisteet tukien kohdalla (kuva 7).



KUVA 7. Detaljikuva uumajäykisteestä



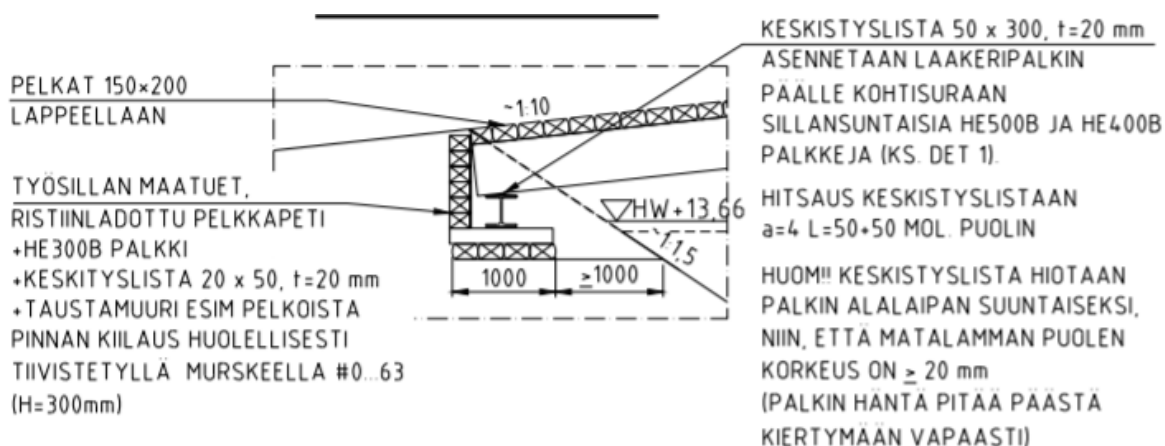
Laakeripalkki hitsattiin kiinni konsoleihin ja paaluihin (kuva 8). Maatuilla laakeripalkkia sai jatkaa mistä kohti vain, koska palkin alla oli aina sama tuki joka kohdassa. Laakeripalkin päälle hitsattiin keskityslistat. Keskityslistat jakavat laakeripalkin päälle tulevien HE500B- ja HE450B-teräspalkkien painon tasaisesti.



*KUVA 8. Laakeripalkki asennettu paalujen ja konsoleiden päälle*

### **3.2.3 Maatuet**

Työsillan maatuet tehtiin louhepenkereelle. Louhepenkereen ylin kerros oli mursketta, joka tiivistettiin jyrällä ja tärylätkällä. Maatuen teko alkoi murskeen päälle levitetystä ristiinladotusta pelkkapedistä. Pelkkapedin leveys oli yhden metrin. Alemmat pelkat aseteltiin pitkittäin saman suuntaisesti kuin pelkkojen päälle tuleva laakeripalkki. Pitkittäisten pelkkojen päälle tuli poikittaiset pelkat, joiden pituus oli metri. Pelkat aseteltiin tiiviisti toisiinsa ja pelkkapedin päälle asetettiin laakeripalkki, HE300B-teräspalkki. Laakeripalkin pituus 27,92 metriä. Laakeripalkin päälle hitsattiin keskityslistat. Pelkkapedin laidasta oli vähintään metri vielä louhepengertä, ennen kuin alkoi 1:1,5 luiska. Tämä varmisti sitä, ettei maa-aines pääse sortumaan maatuen alta. Maatuille tehtiin taustamuurit pelkoista. (Kuva 9.)



KUVA 9. Detaljokuva maatuesta

### 3.2.4 Palkkien nostot

Tukien väliin, laakeripalkeissa olevien keskityslistojen päälle nostettiin HEB-palkit, joiden pituus oli 12 metriä ja jännemitta 11,5 metriä. Uuden sillan telinepohjan alle tullessa teräspalkkeina käytettiin HE500B-teräspalkkeja, joita tuli 15 kappaletta aina yhteen siltaan. Kulkutien kohdalla käytettiin HE450B-teräspalkkeja, koska niihin kohdistui pienempi voima. Kulkutien teräspalkkeja oli 4 kappaletta. Kulkutien teräspalkkien päälle asennettiin korokepuut, koska teräspalkit olivat pienempiä kuin telineen alle tulleet teräspalkit. Korokepuuna käytettiin lankkua. Teräspalkkien väliset pituudet eivät olleet samat kaikissa, vaan ne vaihtelivat riippuen siitä, kuinka suuri voima niihin kohdistuu, kun uutta siltaa rakennetaan ja valetaan. Tiheimmin teräspalkit tulivat uuden sillan palkkien alle.

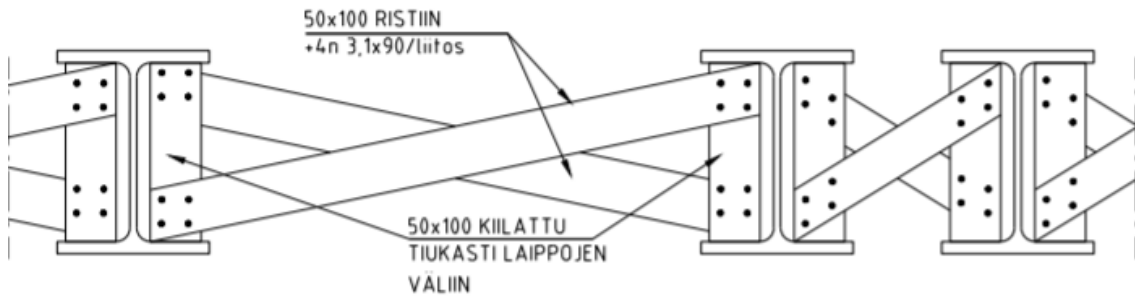
Teräspalkkien asennukseen nostokalustona käytettiin HIAB-nosturiautoa ja kaivinkonetta. Työhön piti valita juuri oikeankokoinen kalusto, koska tilaa sillan alla ei ollut paljoa. Kun teräspalkit olivat paikoillaan, hitsattiin ne keskityslistoihin kiinni. (Kuva 10.)



*KUVA 10. HE500B-teräspalkkien nosto laakeripalkkien päälle HIAB-nosturilla*

Työsilta 2 koostui kahdesta samanlaisesta sillasta, jotka yhdistettiin välituen kohdalta HE200B-teräspalkein, joiden pituus oli 3 metriä ja jännemitta 2,5 metriä. Näitä teräspalkkeja tarvittiin 13 kappaletta. HE200B-teräspalkit nostettiin HIAB-nosturiautolla oikeille paikoille ja hitsattiin suoraan laakeripalkkiin kiinni. Näiden teräspalkkien päälle asennettiin myös korokepuut. Korokepuuna käytettiin pelkkoja, joita laitettiin 2 päällekkäin, jolloin HE200B-teräspalkkien korkeus oli sama kuin HE500B-teräspalkeilla.

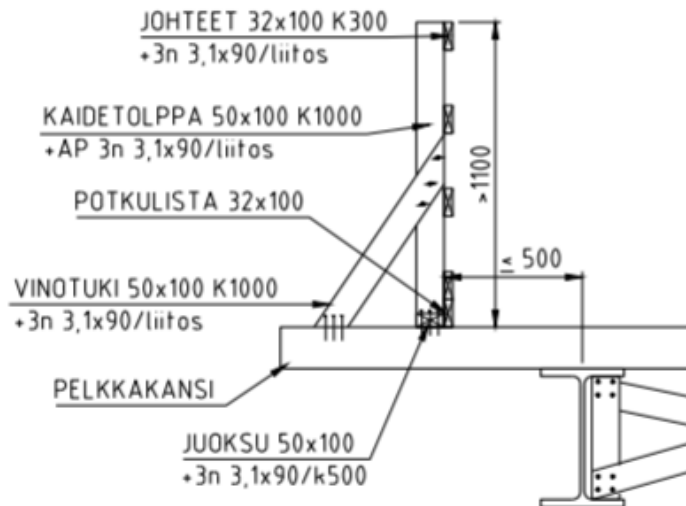
Kun nämä pitkittäiset palkit olivat paikoillaan, tehtiin palkkien välille kiepahdustuet. Kiepahdustuet estivät palkkeja kiepahtamasta. Tuet tehtiin lankusta 50x100 ja ne asennettiin palkkeihin tuille ja jänteen puoleenväliin kaikkien palkkien välille. Pystylankku kiilattiin tiukasti laippojen väliin ja palkkien välille naulattiin ristiin lankut. (Kuva 11.)



KUVA 11. Detaljikuva kiepahdustuista

### 3.2.5 Kansi

Kiepahdustukien tekemisen jälkeen aloitettiin viimeinen vaihe, eli työsiltojen pelkkakannen tekeminen. Pitkittäisten palkkien päälle aseteltiin pelkkoja poikittain siten, että pelkat jatkuivat aina teräspalkin kohdalla, jotta pelkat eivät päässeet pettämään. Näin ollen rakoja, joista voisi pudota, ei voisi syntyä. Työmaalle tulleiden pelkkojen pituus vaihteli. Myöskään teräspalkkien välit eivät olleet tasaniset, joten pelkkoja joutui lyhentelemään paljon. Tästä seurasi paljon hukkapuuta. HIAB-nosturi nosti pelkkoja lähelle paikkaa, missä niitä tarvittiin. Pelkkojen tarkan asettelun ja lyhentämisen joutui tekemään käsivoimin. Työsiltoihin tehtiin kaiteet laudasta ja lankusta (kuva 12).



KUVA 12. Detaljikuva työsiltojen kaiteesta

Mitä pitemmälle pelkkakannen teko eteni, niin kaiteita jatkettiin sitä myötä. Kun pelkkakansi ja kaiteet olivat valmiit, niin työsiltojen olivat valmiita käyttöön. Ensimmäinen valmistui työsiltojen 1 pelkkakansi ja sitten työsiltojen 2 pelkkakansi (kuva 13).



*KUVA 13. Työsillan 2 valmis pelkkäkansi*

### **3.3 Työsillan tarvikkeet**

Työsilta koostui pääosin erikokoisista HEB-teräspalkeista sekä pelkoista. Mutta työsiltään tarvittiin myös muita tarvikkeita. Taulukossa 2 on listattu tarvikkeet, joita meni työsillan tekemiseen.

## TAULUKKO 2. Työsillan tarvikkeet

HE500B-teräspalkki 12m	45 kpl
HE450B-teräspalkki 12m	12 kpl
HE400B-teräspalkki 28m	2 kpl
HE300B-teräspalkki 28m	4 kpl
HE300B-teräspalkki 1m	6 kpl
HE200B-teräspalkki 3m	13 kpl
Teräspalkkipaalu 220/6 S460	8 kpl
Kulmarauta 70x70x7	4 kpl
Keskityslista 300x20x50	76 kpl
Hiottu keskityslista 300x20x50	38 kpl
Teräslevy 300x300x10	6 kpl
M30 kierretanko	40 kpl
M24 kierretanko	16 kpl
Mutteri M30 kierretangolle	80 kpl
Mutteri M24 kierretangolle	32 kpl
Aluslevy M30 kierretangolle	40 kpl
Aluslevy M24 kierretangolle	16 kpl
Hiltin HIT HY-200 -injektointimassa	
Uumajäykiste	20 kpl
Lauta 32x100	~ 400 m
Lankku 50x100	~ 900 m
Pelkka	~ 7000 m

HE500B-teräspalkit tulivat sillan telineen alle ja HE450B-teräspalkit kulkuaukon kohdalle. HE400B-teräspalkkeja käytettiin paalujen ja konsolien päälle tulevana laakeripalkkeina. HE300B-teräspalkkeja käytettiin maatuken laakeripalkkeina, joita oli 4 kappaletta. HE300B-teräspalkkeista tehtiin myös 6 kappaletta konsoleita, 4 reunakonsolia ja 2 keskikonsolia. Konsolien kiinnitykseen tarvittiin M30- ja M24-kierretankoja, muttereita ja aluslevyjä. Konsolien ankkurointiin käytettiin Hiltin HIT HY 200 -injektointimassaa. Konsolien päälle hitsattiin teräslevyt.

Työsillassa 2 käytettiin paaluja 8 kappaletta. Paalut olivat teräspalkkipaaluja 220/6 S460. Paaluihin asennettiin tasojäykisteet. Tasojäykisteinä käytettiin kulmarautoja. HE200B-teräspalkkeja käytettiin työsillan 2 siltojen yhdistämiseen välitukien kohdalta.

Lankkua käytettiin työsillan kaiteiden ja kiepahdustukien tekemiseen sekä kulkutien kohdalla olevien palkkien korokepuina. Lautaa käytettiin työsillan kaiteiden johteisiin ja potkulistoihin. Pelkkoja käytettiin työsillan kanteen, HE200B-teräspalkkien päälle tulleina korokepuina, maatukiin sekä maatuken taustamuuriin. Pelkkojen määrä ei ole tarkka, koska niitä jouduttiin uusimaan paljon. Erityisesti kulkutiellä olevia pelkkoja meni käytössä poikki tai muuten vain vaurioitui siten, että olisi

voinut olla turvallisuusriski olla vaihtamatta uusiin. Työsiltojen toimiessa vanhan sillan purkualustana osa pelkkäkannesta vaurioitui ja silloinkin pelkkoja jouduttiin korvaamaan uusilla.

### **3.4 Työsillan rakentamisen aikataulu**

Alkuperäisissä suunnitelmissa työsillan ja louhepenkereen rakentaminen piti alkaa huhtikuun puolessa välissä ja kestää 24 työpäivää, eli olisi valmis toukokuun puolessa välissä. Korkealla ollut vesi viivästytti aloitusta ja vaikeutti työsillan rakentamista. Louhepenkereen teko aloitettiin toukokuussa, mutta varsinainen työsillan rakentaminen alkoi vasta toukokuun lopussa paalujen asennuksella ja konsolien reikien porauksella välitukiin. Työsilta saatiin valmiiksi 25.6.2020, eli yli kuukausi alkuperäistä suunnitelmaa jäljessä. Paalujen asennuksesta siihen päivään, kun työsilta oli valmis, kului 22 työpäivää.

### **3.5 Päällysrakenteiden purku**

Allikon sillan purkaminen alkoi kesäkuun lopulla 2020. Purkajina käytettiin aliurakoitsijaa, jolle oli luvattu 20 päivää purkuaikaa. Purkuaikaan sisältyi rautojen erottelu betonista ja näiden rakennusjätteiden poisajaminen työmaalta. Purku toteutettiin kahdella tela-alustaisella kaivinkoneella, joilla oli käytössä iskuvasarat sekä pulveroijat.

Purku aloitettiin sillan eteläpäästä, josta purettiin ensin siirtymälaatta. Siirtymälaatan jälkeen aloitettiin reunapalkkien ja kannen purku. Reunapalkkeihin ja kannen ulkoreunoihin käytettiin pulveroijaa, mutta muuten silta purettiin käyttäen iskuvasaraa. Reunapalkkien ja kannen purkuun meni alle kaksi työpäivää. Kun kansi oli purettu, aloitettiin palkkien purkaminen. Palkkien purkamiseen käytettiin iskuvasaraa. Palkit purettiin alhaaltapäin, joten purku aloitettiin itäisestä palkista. Suuri osa tätä purku-urakkaa oli rautojen erottelu betonista, joten samaan aikaan, kun toinen kaivinkone purki palkkeja iskuvasaralla, toinen kaivinkone erotteli rautoja betonista pulveroijalla. Rautoja taiteltiin aina kasoiksi, joista ne oli helppo nostaa lavalle ja viedä pois työmaalta. Kun palkit olivat purettu loppuun, purettiin vielä siivet sekä maatuet purkutasoon. Purkuajaksi oli sovittu 20 päivää, mutta työt saatiin tehtyä 5 päivää nopeammin, joten kokonaiskesto oli 15 päivää. (Kuva 14.)



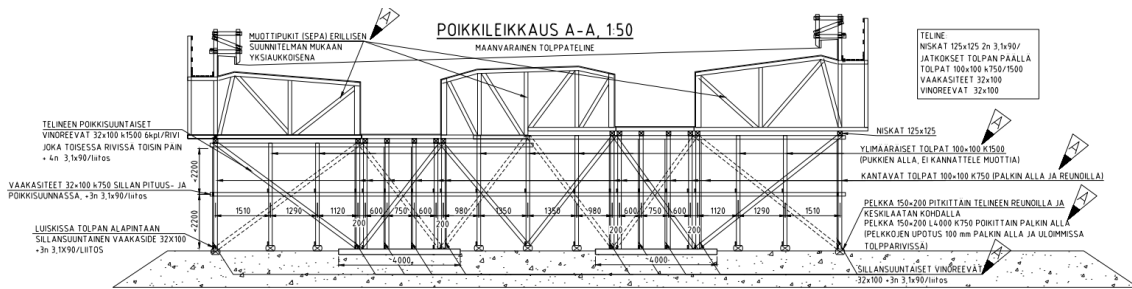
*KUVA 14. Vanhan sillan päällysrakenteiden purku*

### **3.6 Uuden sillan teline ja muotti**

Telineet mitoitetaan ja suunnitellaan siten, että ne pystyvät siirtämään niihin kohdistuvat kuormat alustalle, jonka varaan teline on pystytetty. Muotin tärkein tehtävä on tukea ja kannattaa betonimassaa sen lujittumisen ajan sekä antaa rakenteelle suunniteltu muoto ja asema. Työteline on henkilöiden kulkutieksi ja työskentelyalustaksi rakennettu väliaikainen rakenne, joka tulee olla osana tukitelineiden suunnitelmia. Työtelineiksi lasketaan myös portaat sekä suojakaiteet. (10 s.9, 10.)

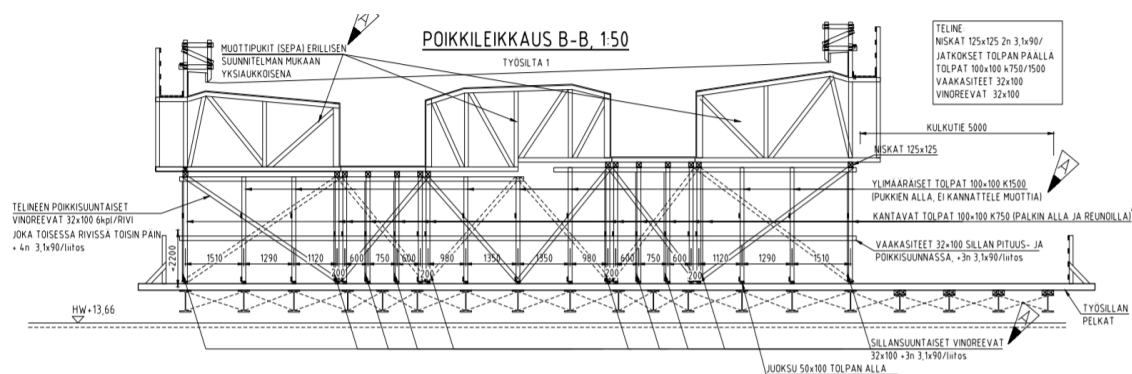
Uuden sillan teline- ja muottityöt alkoivat telinepohjien tekemisellä. Maanvaraiselle telineelle asennettiin pelkat, joiden päälle kantavat tolpat tulivat. Pelkat asennettiin sillan suuntaisesti, mutta sillan palkkien kohdalle tulleiden tolppien alle olevat pelkat asennettiin poikittain sillan suuntaan nähden. Palkkien ja reunapalkkien alle tulleet pelkat upotettiin 100 mm murskeeseen. Murskeen koko #0-16. Kantavina tolppina käytettiin 100x100 puutavaraa. Telineen pituus- ja poikkisuuntaiset vaakasiteet ja vinoreevat tehtiin laudasta 32x100. Telineen niskat olivat 125x125. Muotti tehtiin muottipukeista, jotka toimitettiin työmaalle valmiina osina. Reunapalkkien muotin ulkopuolelle tehtiin työtelineet. (Kuva 15.)





KUVA 15. Poikkileikkaus: Maanvarainen teline

Työsiltöjen varaisilla telineillä kantavien tolppien alla juoksuina käytettiin lankkuja 50x100. Työsilloissa tolppien alle tulleet juoksut asennettiin sillan suuntaisesti. Teline ja muotti oli muuten samanlainen kuin maanvarainen teline ja muotti. (Kuva 16.)



KUVA 16. Poikkileikkaus: työsillan 1 varainen teline

Kantavat tolpat olivat 100x100. Työsilloissa tolppien alle tulleet juoksut asennettiin sillan suuntaisesti. Telineen pituus- ja poikkisuuntaiset vaakasiteet ja vinoreevat tehtiin laudasta 32x100. Telineen niskat olivat 125x125. Muotti tehtiin muottipukeista, jotka toimitettiin työmaalle valmiina osina. Reunapalkkien muotin ulkopuolille tehtiin työtelineet.

Uusi silta valettiin loppusyksystä 2020. Siltaan meni 1 600 kuutiometriä betonia. Valu kesti noin 45 tuntia, joten paikalla tuli olla hyvä valaistus, koska illalla ja yöllä oli pimeää. Valamiseen käytettiin kahta pumppuautoa samaan aikaan, jotka vaihtelivat paikkaa valun edetessä. Yksi pumppauspaikka sijaitsi rakennetulla työsillalla, jonne myös betoniatut peruuttivat vuorollansa. (Kuva 17.)



KUVA 17. Uuden sillan päällysrakenteiden valu

### 3.7 Työsillan purku

Työsillan purku on myös lähes yhtä haastava ja aikaa vievä työvaihe kuin sen rakentaminen. Tähän täytyy varautua urakkaa laskiessa. Kun uusi siltakansi on saatu rakennettua, voidaan työsilta purkaa. Työsillan purkaminen tapahtui päinvastaisessa järjestyksessä kuin sen rakentaminen. Ensin purettiin muotti ja telineet, sitten pelkkakannet ja pitkittäiset palkit. Sen jälkeen purettiin tuet ja lopuksi louhepengeri. Työsillan purkaminen tehtiin talvella, joten se hidasti työn toteuttamista.

#### 3.7.1 Työsilta 2 ja louhepenkereet

Etelänpuolen työsillan purkua varten rakennettiin työmaatie louheesta. Työmatien päästä purettiin pelkkakantta kaivinkoneen kouralla. Kaivinkoneella ei ylletty kaikkialle, joten osa pelkoista piti purkaa käsin, käyttäen tukkisaksia. Kun pelkkakansi oli purettu, polttoleikattiin pitkittäiset palkit irti laakeripalkista. Jotta yllettiin polttoleikkaamaan, käytettiin apuna kurottajaa (kuva 18).



*KUVA 18. Palkkien polttoleikkaus kurottajasta*

Kun pitkittäiset palkit olivat polttoleikattu irti laakeripalkista, vedettiin pitkittäiset palkit kaivinkoneella pois. Pohjoispuolen työsilan pelkkakantta pystyttiin purkamaan kaivinkoneella vain sillan vierestä ja reunapalkkien alta. Sillan alle ei mahtunut kaivinkoneella, joten sieltä pelkat piti purkaa kokonaan käsivoimin. Tähän apuna käytettiin tukkisaksia. Pitkittäisistä palkeista ylettiin polttoleikkaamaan vain pohjoispuoli irti laakeripalkista. Sitten otettiin kaivinkoneella kiinni pitkittäisestä palkista ja vedettiin sivulle, jolloin palkin toinenkin pää irtosi laakeripalkista. Purettiin myös maatuki.

Jäljellä oli vielä välituen 3 molemmilla puolilla olevat konsoleiden ja paalujen varaiset laakeripalkit. Tukien 3 ja 4 välinen louhepengeri tyhjennettiin vesirajaan asti, jotta oli tarpeeksi tilaa purkaa loput työsilasta. Louhepengereen purkamiseen tarvittiin kaksi kaivinkonetta, koska louhepengeri oli jäässä. Toinen kaivinkone rammeroi louhepengertä ja toinen kaivinkone siirsi louhetta kuorma-autoihin, joista louhe vietiin jatkokäsittelyyn. Kun tukien 3 ja 4 väli oli tarpeeksi tilava, mahduttiin purkamaan loput pohjoispuolen työsilasta. Konsoleista polttoleikattiin pultit poikki muttereiden takaa ja laakeripalkki polttoleikattiin suurimmaksi osin irti paaluista. Laakeripalkki jätettiin vähän kiinni paaluihin, jotta palkki ei ollut ihan irrallaan eikä pääsisi notkahtamaan ja putoamaan. Tähänkin käytettiin kurottajaa, jotta ylettiin polttoleikkaamaan. Polttoleikkausten jälkeen otettiin kaivinkoneella kiinni laakeripalkista ja vedettiin hallitusti. Mukana lähti siis konsolit ja laakeripalkki.

Tämän jälkeen suurennettiin virta-aukkoa kaivamalla louheita pois. Loput tukien 3 ja 4 välisestä louhepenkereestä puretaan kesällä 2021. Välituen 3 eteläpuoleisille laakeripalkeille ja konsoleille tehtiin samanlainen purku kuin pohjoispuolelle.

Enää työsillasta olivat jäljellä paalut, jotka lähtivät kaivinkoneella vetämällä. Paalujen purun jälkeen tukien 2 ja 3 välinen louhepenger purettiin kaivinkoneella. Tukien 1 ja 2 välinen louhepenger puretaan kesällä 2021. Teräspalkit puhdistettiin ja vietiin uusiokäyttöön.

### **3.7.2 Työsilta 1**

Pelkkakansi purettiin kaivinkoneen kouralla. Kun pelkkakansi oli purettu, polttoleikattiin pitkittäiset palkit irti maatumien laakeripalkeista. Pitkittäisten palkkien poisvetämiseen käytettiin pitkäpuomista kaivinkonetta, koska tavallisella kaivinkoneella ei yletetty. Pitkittäisten palkkien jälkeen nosteltiin maatumien laakeripalkit pois ja purettiin maatuot. Teräspalkit puhdistettiin ja vietiin uusiokäyttöön.

## 4 POHDINTA

Työssä käsiteltiin työsillan rakentamista ja sen käyttöä vesistö sillan saneerauksessa. Työssä pyrittiin tuomaan esiin, miten työsilloja voidaan rakentaa, ja lähemmin tutustuttiin Allikon sillan saneerauksessa käytettyyn työsilltaan ja sen rakentamisen eri vaiheisiin. Työssä kerrottiin myös Allikon sillan vanhan päällysrakenteen purusta ja uuden sillan teline- ja muottitoista sekä käytiin läpi työsillan purkuprosessi.

Suomen silloista suuri osa on nyt ja lähitulevaisuudessa peruskorjauksen tarpeessa. Näistä merkittävä osa on vesistö siltoja, joiden korjaukseen voidaan tarvita työsillan rakentamista. Työsillan rakentamiseen liittyy paljon suunnitelmia ja eri työvaiheita. Kaikkia vaiheita suunnittelijat eivät voi tehdä täydellisesti, ennen kuin urakoitsijat ovat päässeet työvaiheissa siihen pisteeseen.

Työturvallisuus ja ympäristöstä huolehtiminen ovat tärkeimpiä asioita rakennustyömaalla. Nämä asiat korostuvat vielä entisestään, kun työskennellään vesistön äärellä ja päällä. Työntekijät ovat perehdytettävä jokaiseen työvaiheeseen ja kaikkien työmaalla toimivien henkilöiden on pidettävä huolta siitä, että töiden tekeminen olisi maksimaalisen turvallista. Kaluston kunnosta on pidettävä huolta, ettei vesistöön pääse mitään sinne kuulumatonta ainetta.

## LÄHTEET

1. Väylävirasto. Väylävirasto sillat 1.1.2020. Sillaston rakenne, palvelutaso ja kunto. Väyläviraston julkaisuja 46/2020. Hakupäivä 13.1.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-46\\_vayla-viraston\\_sillat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-46_vayla-viraston_sillat_web.pdf).
2. Onninen, Niina 2005. Rajasaaren työsillan rakentaminen. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikka. Tutkintotyö. Hakupäivä 13.1.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9712/TMP\\_objres.744.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9712/TMP_objres.744.pdf?sequence=5&isAllowed=y).
3. Trimcon Oy. Allikon sillan erikoistarkastus. Tarkastusraportti 16.2.2017.
4. Pohjois-Pohjanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2019. Väylävirasto. Lausuntopyyntö Allikon sillan kunnostusta varten tehtävän kiertotien, varasillan sekä työnaikaisten telinerakenteiden vesitalousluvan tarpeesta, Oulu. 11.10.2019.
5. Ympäristöministeriö. Työsuojelu maa- ja vesirakennustöissä. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2006. Hakupäivä 14.1.2021. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41542/OH5-2006\\_Tyosuojelu\\_maa- ja\\_vesirakennustoissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41542/OH5-2006_Tyosuojelu_maa- ja_vesirakennustoissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
6. Työsuojelu. Työolot. Suojaimet työssä. Hakupäivä 30.3.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/suojaimet-tyossa>.
7. Työsuojelu. Työsuojelu työpaikalla. MVR-mittari. Hakupäivä 30.3.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyoolosuohdemittarit/mvr-mittari>.
8. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Pienikin öljyvuoto voi aiheuttaa paljon haittoja. Tiedotteet 2017. Hakupäivä 14.1.2021. <https://www.ely-keskus.fi/-/pienikin-oljyvuoto-voi-aiheuttaa-paljon-haittoja-pohjalaismaakunnat->
9. Väylävirasto. Vt4 Oulu-Kemi: Siltatyöt käynnistyvät Vt4 Kiiminkijoen ylittävän sillan alueella. Tiedotteet 2020. Hakupäivä 14.1.2021. <https://vayla.fi/-/vt4-oulu-kemi-siltatyot-kaynnistyvat-vt4-kiiminkijoen-ylittavan-sillan-alueella>.

**10.** RIL147-2019 2019. Tukitelineet ja muotit. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.