

PUIJO K90 VAUHTIMÄKI

PROJEKTI Puijo K90 kuntotarkastus	PROJEKTIPÄÄLLIKKÖ Anssi Kinnunen	PÄIVÄYS 2024-10-25
TYÖNUMERO 25013159	RAPORTOIJJA Hannu Kuokkanen	

Puijo K90 raportti



Sisällys

Osapuolet	4
Tilaaja	4
Suunnitteluttaminen:	4
Rakennuttaminen:	4
Hyppyrimäkien käyttö:	4
Rakenteellinen kuntotarkastus	4
Tehtävä	4
Yleistiedot	5
Kuntotarkastuksen tekijä	5
Kenttätöön ajankohdat	5
Kuntotutkimukset	5
NDT tarkastus	5
Puijo K90 tutkimukset liitteineen	6
Laskentaraaportti	6
Turvallisuuteen vaikuttavat havainnot K 90	7
Lisätutkimukset	8
Tiivistelmä K 90	8
Vaihtoehto 1. Harukset	9
Vaihtoehto 2. Halkeamien korjaus	12
Vaihtoehto 3. Lisätuenta ja ulokepalkkien lyhentäminen	14
Vaihtoehto 4. K90 mäen purkaminen	16
Vaihtoehto 5. Uusi hyppyrimäki	16
Kustannusarviot	18
1 Kustannusarvio vaihtoehto 1.	18
2 Kustannusarvio vaihtoehto 2.	19
3 Kustannusarvio vaihtoehto 3.	20
4 Kustannusarvio vaihtoehto 4. (Purku)	21
5 Kustannusarvio vaihtoehto 5. Uusi vauhtimäki (R2 vaihtoehto)	22

6	Latutoimitus	23
7	Kustannusarvio alastulorinne	24
	Yhteenveto	25
	Liitteet	26

Osapuolet

Tilaaja

Suunnitteluttaminen:

Kaupunkiympäristön palvelualue,
Kunnallistekninen suunnittelu
Ville-Veikko Pääkkönen 044 7185312

Rakennuttaminen:

Kaupunkiympäristön palvelualue,
Rakennuttamispalvelut
Jari Eskelinen 044 7185560

Hyppyrimäkien käyttö:

Hyvinvoinnin edistämisen palvelualue
Liikuntapaikkapalvelut
Saku Kekäläinen 044 7182515

etunimi.sukunimi@kuopio.fi

Rakenteellinen kuntotarkastus

Sweco Finland Oy
Puutarhakatu 3 A
70300 Kuopio
Mauri Kuvaja 040 5795 681
Hannu Kuokkanen 040 0488 672
Anssi Kinnunen 040 1687 789
etunimi.sukunimi@sweco.fi

Tehtävä

K 90 vauhtimäen rakenteellinen tarkastus sekä korjausvaihtoehdot

Vauhtimäen varusteisiin (jäädytys, kastelu, sähkö, valaistus, vinssi, hoitokone, vauhtilatu) sekä alastulomäen ja kääntymisalueen kuntoon ei tässä selvityksessä oteta kantaa.

Yleistiedot

HS 120 mäki on rakennettu 1997-1998

K 90 mäki on rakennettu 1980 luvun alussa.

Alkuperäiset rakennepiirustukset olivat käytettävissä.

Kuntotarkastuksen tekijä

Hannu Kuokkanen, Anssi Kinnunen, Katja Pirhonen (mikroporaus, kuntoselvitykset), Karri Huikuri (dronekuvaus), Aleksi Maunula (laskenta) ja Joshua Fillion (vaativa laskenta). Sweco Finland Oy.

Projektin johto Mauri Kuvaja Sweco Finland Oy

Kenttätöön ajankohdat

4.4.2024 Hyppyrimäkien maastokatselmus. Katselmuksen osallistui Anssi Kinnunen, Hannu Kuokkanen, Ville-Veikko Pääkkönen ja Mestarin mäkialueiden hoitaja. Katselmuksen yhteydessä käytiin K90 mäen vauhtimäessä.

10.5.2024 NDT tarkastus

10.5.2024 Kasvukairaus ja silmämääräinen tarkastus liitoksen nr:o 1 alueella

12.4.2024 Drone kuvaus

17.5.2024 K 90 vauhtimäen yläosan tarkastus koriautosta, mikroporaus ja samalla tehty irtonaisten puuosien kiinnitys.

20.5.2024 Vauhtimäen tarkastus ja mikroporaus yläpuolelta.

Kuntotutkimukset

Kuntotutkimusraportit ovat tämän raportin liitteenä.

NDT tarkastus

Silmämääräinen tarkastus 10.5.2024 on tehty pieneltä alueelta nivelen nro:1 lähiympäristöstä.

Raportti 30.5.2024

Kiwa

Veli Miettinen

Kannen pääpalkkien tuella nivelien repeämiä on korjattu hitsaamalla, hitsausvirheitä ja liimapuu on alapinnaltaan hiiltynyt.

Hitsauksissa huokoisia hitsejä, sovitusvirheitä, korkeaan hitsin kupua, jyrkkiä liittymiä, valuneita hitsejä, vajaita hitsejä, halkeamia ja ratkeamia. Liitoksia on jouduttu toteuttamaan suunnitelmista poiketen hitsaamalla ja siten, että osa liitoksesta on pultin ja osa hitsauksen varassa, jolloin liitoksen kapasiteetti poikkeaa suunnitellusta.

Puijo K90 tutkimukset liitteineen

Mikroporaus 17.5.2024 ja 20.05.2024

Silmämääräinen tarkastus.

Raportti

Mikroporaus kohdistettiin pääasiassa mäen huipun revenneisiin ja vanerilla korjattujen, korkeiden liimapuupalkkien kohdalle. Vaneri on liimattu ja naulattu liimapuupalkin kylkeen. Halkeama alkaa loven kohdalta ja ulottuu läpi liimapuupalkin paksuuden. Liimapuupalkkiin on loven kohdalle asennettu puisia vaarnoja.

Eteläsivun palkin vahvistusvanerointi on yläreunastaan auennut ja kosteuseläminen on nostanut naulat ylös.

Mikroporauksessa ilmeni, että liimaus on paikoin irti liimapuusta. Tämä näkyy lovena diagrammissa.

Nauloissa näkyy kannassa ruostetta.

Laskentaraaportti

Laskentaraaportti liitteenä 8.5.2024

- Liimapuupilarikehän Nr:o 1 päätylevy käyttöaste vedolle on 99 %, kun epäkeskisyyttä ei ole otettu huomioon. Epäkeskisyyys tuo lisärasituksen päätylevylle.
- Liimapuupilarikehän Nr:o 1 teräskehä / Liimapuupilariliittymän ruuviliitoksen yhteisvaikutus ka 70 %
- Liimapuupilarikehien putkivaarna aiheuttaa halkaisuvoimia liimapuun sisään
- L1 palkin taivutuskestävyys ilman kiepahdustuenta on 450 %
- L1 palkin taivutuskestävyys on kiepahdustuettuna 102 %
- L2 palkin taivutuskestävyys murtotilassa on 129 %
- L2 palkin taipumien käyttöaste $(L/400) = 333 \% = L/120$
- Kannen vaakaristikon vinosauvojen suurin käyttöaste on 77 %
- Nivel Nr:o 1. Käyttöaste vedolle 216 %

Käyttöaste tarkoittaa rakenteen laskennallisen kestävyuden käyttöastetta. Käyttöasteen ollessa 100 % koko rakenteen kapasiteetti on käytössä. Esimerkiksi taivutuskestävyys murtotilassa on 129 % tarkoittaa sitä, että taivutusjännitys ylittyy 29 prosentilla.

Turvallisuuteen vaikuttavat havainnot K 90

- Rakenteissa on vakavia vaurioita. Pääpilarikehän numero 1 liimapuupilareissa on isoja halkeamia ja etelänpuoleisen pilarin juuressa on yksittäinen iso repeämä ja osa pulteista on vääntynyt. Pultit ovat liian lähellä liimapuun reunaa.
- Pilarikehässä Nr:o 2 on teräsosien kohdalla liimapuupilarissa jatkuva halkeama. Pultit ovat liian lähellä liimapuun reunaa. Saman pilarikehän perustusliittymästä puuttuu kiinnityspultteja.
- Liitos Nr:o 1. Vauhtirinteen alimpien pääpalkkien rinteenpuoleisessa päässä olevissa keskiosien liimapuukannattajien teräслиitososissa on repeämiä. Osa repeämistä on korjattu ja niiden hitsausliitokset ovat puutteellisia. Nämä repeämät sijoittuvat tuelle, joten ne ovat vakavia. Keskipalkin kohdalla toinen vetopulteista puuttuu. Liitoksen yhdistävien vetotankojen käyttöaste on tarkastuslaskelmien mukaan 216 %
- Vauhtimäen pääpalkkien liitosten kohdalla on liitoksen Nr:o 2 kohdalla käyristymiseroista johtuva, terävä mutka mäen profiilissa.
- Vauhtimäen keskellä, liitoksen 1 ja 2 välillä on näkyvissä keskikentässä sivuttainen siirtymä kaikissa kolmessa palkissa.
- Vauhtimäen yläosan korkeat liimapuiset kannatuspalkit ovat revenneet lovien kohdalta jo tekovaiheessa. Korjaus on tehty vanerilla liimaten ja naulaten. Mikroporauksen mukaan vanerin liimaliitos on paikoin auennut. Varsinkin etelänpuoleisen palkin vaneri on sään vaurioittama. Palkkien ulokkeen alareunan nurjahdustuenta puuttuu.
- Vauhtimäen yläosassa sijaitsevat vanhat lähtötasot mäen alla ripustettuna pääkannattajiin. Ylätasolla olevat 63*410 liimapuupalkit ovat revenneet keskeltä. Halkeaman syvyys on paikoin 80 % poikkileikkauksen syvyydestä. Myös ko. palkin pään liittymä alatasen liimapuupalkistoon on pahoin revennyt.
- Vauhtimäen teräsristikoiden kiinnityksessä puutteita. Osa pulttiliitoksista on korvattu toispuoleisilla hitsausliitoksilla. Kiinnityslevyt ovat eri kulmissa, jolloin hitsauksia on kasvatettu, pultteja ei ole saanut kiristettyä pohjaan ja hitausliitoksissa on puutteita. Vauhtimäen ristikoiden liitoksissa on käytetty kuumasinkittyjä pultteja, mutta myös mustia tai sähkösinkittyjä pultteja, joista viimeksimainitut ovat ruostuneet. Katso NDT-tarkastus.
- Tarkemmin tutkitulla alueella liitoksen nr:o 1 alueella rakenteissa on jonkin verran liitoksia, joista puuttuu osa pulteista ja aluslevyistä tai pultteja ei ole kiristetty asiallisesti.
- Kaide liitoksissa on kiristämättömiä pultteja ja puurakenteisissa kaiteissa kaidetolppa haljennut pulttiliitoksen kohdalta.
- Vauhtimäen vaneroinnissa on lahovaurioita.

- Porrastornin alaovet on suljettu ruuvaamalla. Porrastorni toimii varauloskäytävänä ja pelastustienä, joten sen ovet on korjattava
- K 90 mäen alastulorinteen teräsverkon jatkokset muodostavat turvallisuusongelman

Lisätutkimukset

Suunniteltujen harusten maa-ankkureiden kohdalla pohjatutkimus poraamalla kallioon. (Mikäli harusvaihtoehto valitaan)

Tiivistelmä K 90

Kestopuun käyttöikä on kirjallisuudessa noin 20 - 30 vuotta. Mäki on yli 40 vuotta vanha.

K 90 vauhtimäen rungossa on vakavia vaurioita. Alla esitetyillä korjausvaihtoehdoilla 1 ja 2 pyritään varmistamaan vauhdinottomäen käyttöturvallisuutta ja haetaan lisää käyttöikää n. 2 vuotta päätöksentekoa varten. Vaihtoehto 3 tuo vauhtimäelle pidemmän käyttöiän. Sitä on syytä verrata vaihtoehtoon 5 (purku ja uusi vauhdinottomäki). Vaihtoehto 4 on vauhtimäen hallittu purkaminen.

Vaihtoehto 1. Harukset

Vaihtoehto tuo lisää aikaa päätösten tekemiseen arviolta noin 2 vuotta, jota voidaan tarkistaa siirtymäantureista saatavan datan perusteella. Epävarmuustekijänä jää vauhtimäen yläpään korjattujen, korkeiden liimapuupalkkien pitkäaikaiskestävyys.

Vauhtimäen nivelen Liitos Nr:o 1 korjaus. Teräsosien repeämät ja hitsausliitokset korjataan. Lisätään puuttuva vetotanko ja reunapalkkeihin lisätään lisäkapasiteettia antavat, uudet vetotangot. Liitokseen Nr:o 2 lisätään uusia vetotankoja.

Asennetaan harukset ja teräsosat pilarikehälle Nr:o 1. Yläosassa teräs palkit ja kiinnikkeet harukselle. Haruksen maa-ankkuri on teräsbetonia varustettuna aktiivipäällä. Perustus ankkuroidaan jännetankoankkureilla syvälle kallioon.

Nupin korkeiden ulokepalkkien nurjahdustuenta tehdään palkin alareunan tasoon.

Nupin vanhojen lähtötasojen, lämpiön ja näiltä osilta laudoituksen purku. Korkeiden liimapuupalkkien kupeeseen tulee uutta laudoitusta.

Haljenneen liimapuupalkin takia K120 ja K 90 välillä oleva sillan päähän joudutaan tekemään lisätuenta.

Uusi teräsrakenteinen kehä keskiaukkoon.

Vauhtimäen putkiristikoiden hitsausliitosten korjaus

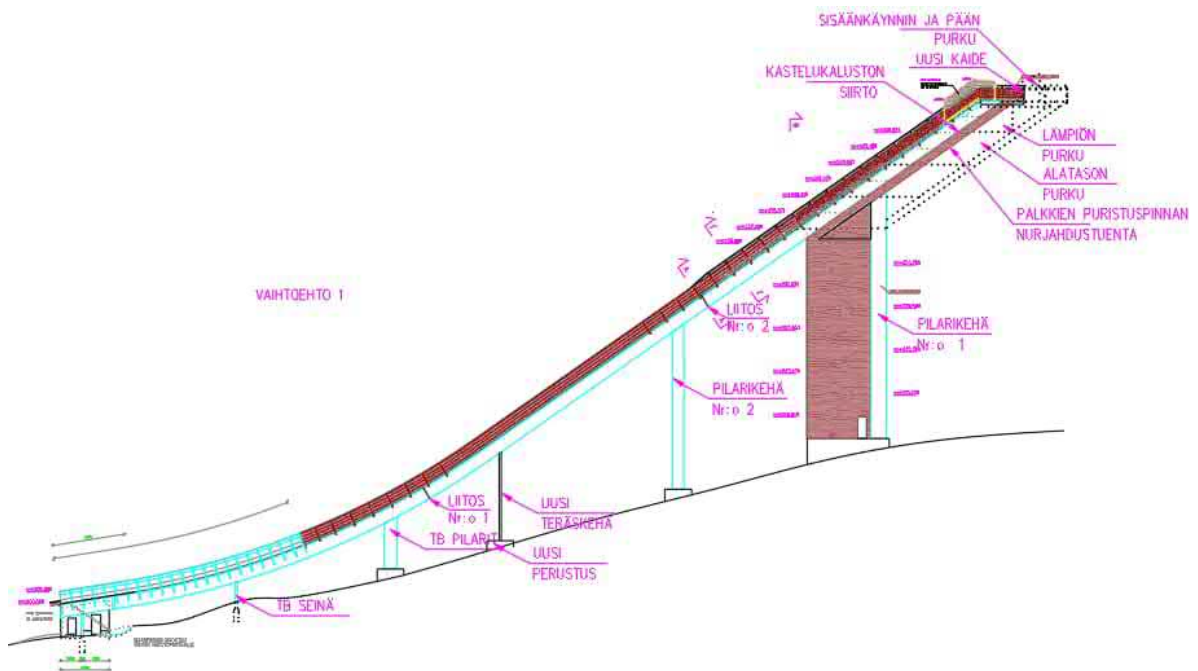
Kasteluvarusteiden siirto

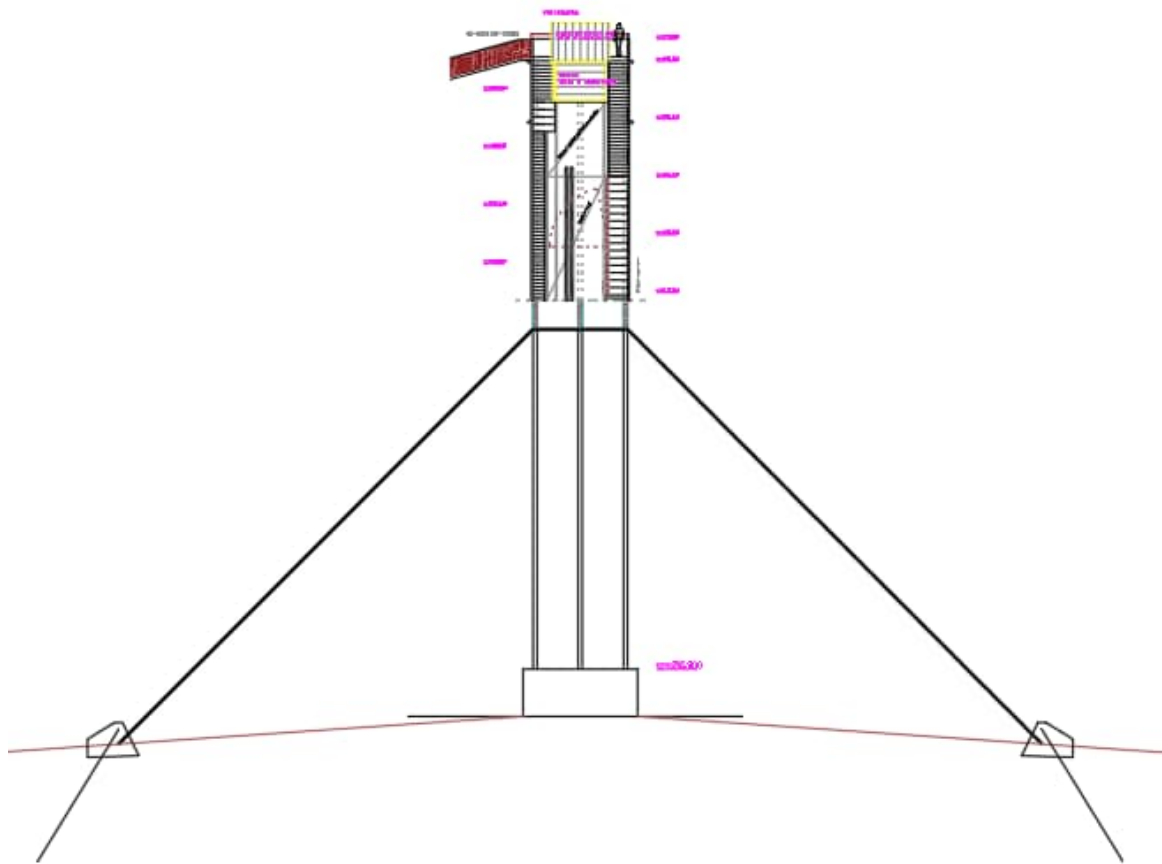
Vauhtimäen yläpäähän asennetaan anturit siirtymien seuraamiseksi.

Kannen vanerivauriot jäävät huoltokorjausten piiriin.

Porrastornin alaovet on suljettu ruuvaamalla. Porrastorni toimii varauloskäytävänä ja pelastustienä, joten sen ovet on korjattava.

Mäen profiili poikkeaa huomattavasti optimaalisesta profiilista





Vaihtoehto 2. Halkeamien korjaus

Vaihtoehto tuo lisääikaa päätösten tekemiseen noin 2 vuotta. Liimapuupystykehien korjaus vaatii koekorjauksen, jossa korjausmenetelmä täsmennetään. Epävarmuustekijänä jää vauhtimäen yläpään korjattujen, korkeiden liimapuupalkkien pitkäaikaiskestävyys.

Liimapuukehien 1 ja 2 liimapuupilareiden halkeamien korjaus. Puhdistus, puristus, injektointinipat, halkeamien liimaus paineella injektoimalla. Liimapuun pituussuuntaan asennetaan halkeamista estävät, pitkät ruuvit. Korjaustavan onnistumisen varmistamiseksi on tehtävä koekorjaus, jossa työtavat täsmenntyvät. Epävarmuustekijänä on halkeamiin joutuneet epäpuhtaudet ja niiden vaikutusten vähentäminen.

Vauhtimäen nivelen Liitos Nr:o 1 korjaus. Teräsosien repeämät ja hitsausliitokset korjataan. Lisätään puuttuva vetotanko ja reunapalkkeihin lisätään lisäkapasiteettia antavat, uudet vetotangot. Liitokseen Nr:o 2 lisätään uusia vetotankoja.

Nupin korkeiden ulokepalkkien nurjahdustuenta tehdään palkin alareunan tasoon.

Nupin vanhojen lähtötasojen, lämpöön ja näiltä osilta laudoituksen purku. Korkeiden liimapuupalkkien kupeeseen tulee uutta laudoitusta.

Haljenneen liimapuupalkin takia K120 ja K 90 välillä oleva sillan päähän joudutaan tekemään lisätuenta.

Uusi teräsrakenteinen kehä keskiaukkoon.

Vauhtimäen putkiristikoiden hitsausliitosten korjaus

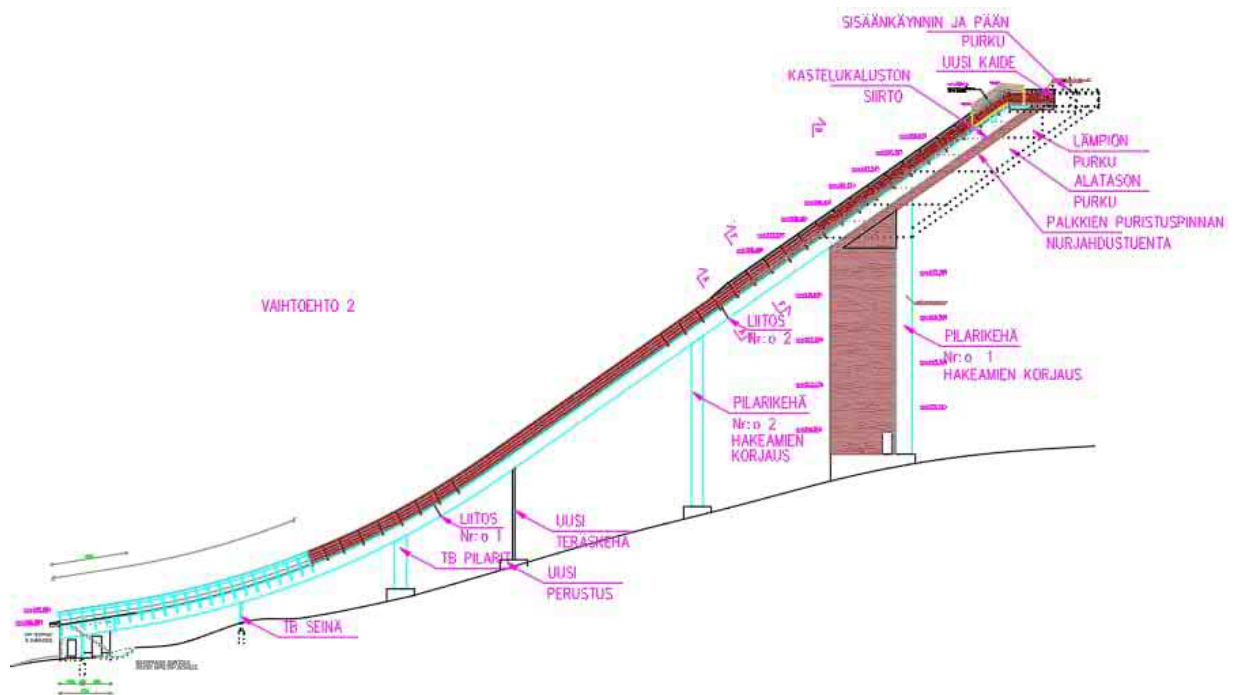
Kasteluvarusteiden siirto

Vauhtimäen yläpäähän asennetaan anturit siirtymien seuraamiseksi.

Kannen vanerivauriot jäävät huoltokorjausten piiriin.

Porrastornin alaovet on suljettu ruuvaamalla. Porrastorni toimii varauloskäytävänä ja pelastustienä, joten sen ovet on korjattava

Mäen profiili poikkeaa huomattavasti optimaalisesta profiilista.



Vaihtoehto 3. Lisätuenta ja ulokepalkkien lyhentäminen

Vauhtimäki lyhenee noin 6 m.

Profiili on nykyisen mäen profiili.

Käyttöikä pitenee noin 15 – 20 vuoteen edellyttäen seuraavia toimenpiteitä

- Tarkastus ja kunnossapito-ohjelma
- Teräsbetonirakenteiden seuranta ja mahdollinen korjaus elinkaarijakson aikana

Kustannukset on laskettu harus vaihtoehdolla.

Rakenneratkaisu vähentää vauhtimäen keskialueen palkkien taipumia ja vähentää korkeiden, haljenneiden ulokepalkkien tuomaa riskiä. Vauhtimäen ladut ja pintarakenteet puretaan sekä asennetaan kantavat profiilipellit ohjaamaan vesiä puupalkkien ulkopuolelle suojaten näitä sään vaikutuksilta.

Käyttöikä 15 – 20 vuotta johtaa siihen, että nykyistä latujärjestelmää ei ole järkevää siirtää uudelle kannelle.

Kustannukset on laskettu vaihtoehdolle, jossa latutoimitus on laaja sisältäen lähes kaiken kantavasta profiilipelistä ylöspäin.

Vauhtimäen uloketta lyhennetään ratkaisevasti. Nykyisen nupin käyttämättömät rakenteet puretaan. Ulokepalkkien puristuspinnalle tehdään nurjahdustuenta. Vauhtimäen pääpalkit suojataan suoralta vedeltä asentamalla niiden suojaksi profiilipelti ja järjestämällä hallittu vedenpoisto. Nykyinen tekniikka joudutaan purkamaan. Purkutaso on liimapuupalkkipinta.

Pilarikehä 1 ja 2 korjataan kuten vaihtoehdossa 1

Vauhtimäen nivelen Liitos Nr:o 1 korjaus. Teräsosien repeämät ja hitsausliitokset korjataan. Lisätään puuttuva vetotanko ja reunapalkkeihin lisätään lisäkapasiteettia antavat, uudet vetotangot. Liitokseen Nr:o 2 lisätään uusia vetotankoja.

Nupin korkeiden ulokepalkkien nurjahdustuenta tehdään palkin alareunan tasoon.

Nupin vanhojen lähtötasojen, lämpiön ja näiltä osilta laudoituksen purku. Korkeiden liimapuupalkkien kupeeseen tulee uutta laudoitusta.

K120 ja K 90 välillä oleva kulkusilta joudutaan uusimaan ja hakemaan sille uusi paikka.

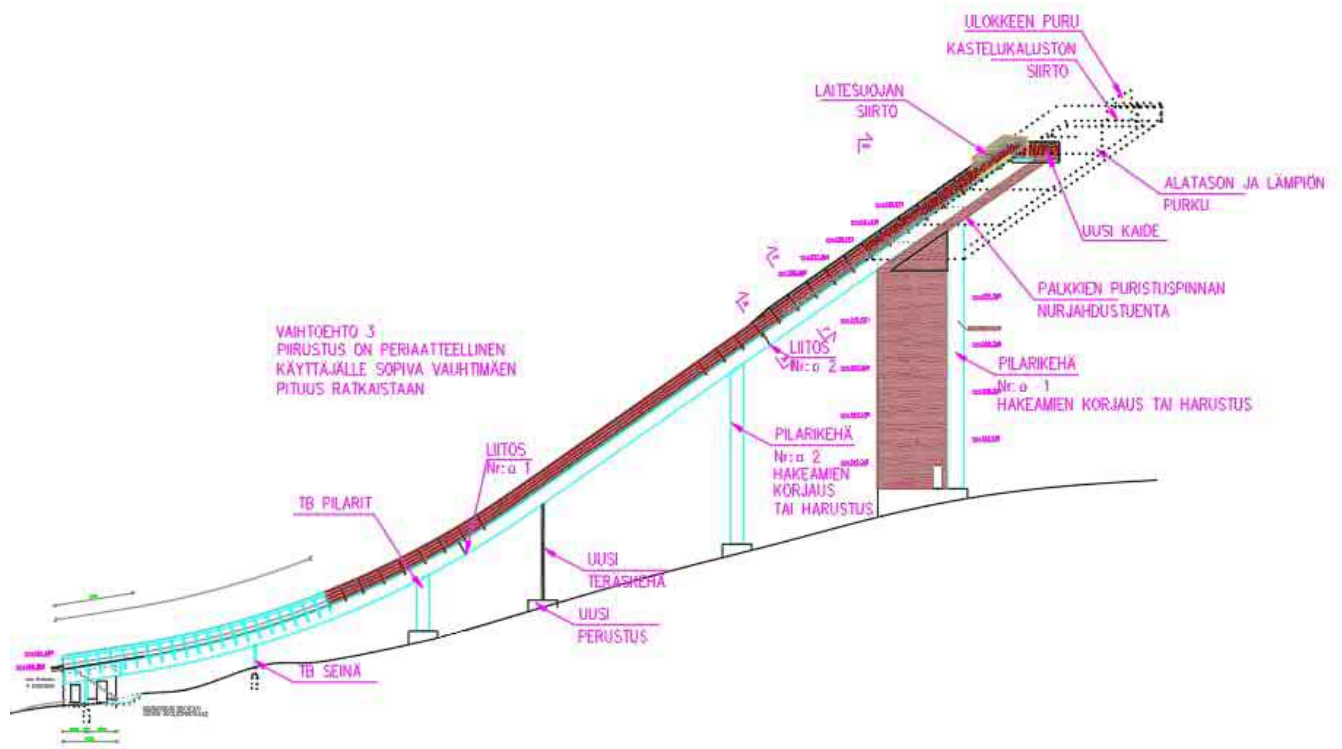
Uusi teräsrakenteinen kehä keskiaukkoon.

Vauhtimäen putkiristikoiden hitsausliitosten korjaus

Betonirakenteet käytetään loppuun. Betonirakenteiden kuntoa tarkkaillaan ja tarvittaessa paikallisesti vesipiikataan ja korjataan.

Vauhtimäen yläpäähän asennetaan anturit siirtymien seuraamiseksi.

Porrastornin alaovet on suljettu ruuvaamalla. Porrastorni toimii varauloskäytävänä ja pelastustienä, joten sen ovet on korjattava.



Vaihtoehto 4. K90 mäen purkaminen

K 90 mäki puretaan hallitusti. Vauhtimäen alaosassa oleva tekniikkatila puretaan ja tekniikka siirretään K120 mäen alle joko konttiin tai erikseen rakennettavaan tekniikkatilaan. Alastulorinne puretaan ja rinteessä oletettavasti olevat betonoinnit poistetaan. Laskennassa oletettu olevan n. 50 % alalla n. 80 mm paksu betonointi.

Vaihtoehto 5. Uusi hyppymäki

Uusi hyppymäki. Piirustus R2.

K 90 mäki puretaan hallitusti. Nykyisen teräsrakenteinen porrastorni puretaan ja siirretään uuden hyppymäen viereen. Porrastornin verkkoseinät ja puurakenteiset seinät uusitaan.

Uusi vauhtimäki.

Renn-Architekten (Hans-Martin Renn) on esittänyt kolme profiilivaihtoehtoa.

- KSJ_EP_002 new profile design HS 100 (red)
- KSJ_EP_003 new profile design HS 102 (blue)
- KSJ_EP_004 optimal profile (green)

Piirustus R1 on tehty KSJ_EP_004 optimal profile (green) pohjalta. Tämä profiili vaihtoehto edellyttää rakenneara-aineista alastulorinteen yläosaa. Lähtötasot on siirretty alaspäin katsottaessa oikealle puolelle ja siltayhteys K120 hissikuilulle on säilytetty.

Piirustus R2 on tehty KSJ_EP_002 new profile design HS 100 (red) pohjalta. Tämä profiilivaihtoehto on vaihtoehtoista ainoa, jossa alastulorinteen yläosa noudattelee pääpiirteittäin nykyistä alastulorinnettä. Tässä vaihtoehdossa hyppymä nokka pysyy samassa paikassa kuin nykyisen hyppymä nokka. Profiilille on Hans-Martinin mukaan mahdollista hakea uutta sertifikaattia. Lähtötasot on siirretty alaspäin katsottaessa oikealle puolelle ja siltayhteys K120 hissikuilulle on säilytetty.

R2 on R1:een verrattuna kustannustehokkaampi ratkaisu. Kustannusarvio on laadittu vaihtoehdolle R2.

R2:sta on tehty karkea laskentamalli, jonka pohjalta on arvioitu runkorakenteiden teräsmäärä.

Jatkosuunnittelussa on sovittava latutoimittajan toimitussisältö mäen runkoon. Runko todennäköisesti muuttuu tässä yhteydessä hieman.

Jatkosuunnittelussa on kiinnitettävä huomiota teräslaatuun ja pintakäsittelyyn.

- Maalattu teräs. Maalit ovat kehittyneet ja niillä päästään helposti 15 v huoltokäsittelyaikoihin.
- Kuumasinkitty teräs. Kuumasinkityksessä on riskinä sulametallihauraus. Kappaleiden mitat ovat rajoitetut

- Säänkestävä teräs. Esim. SSAP WSeathering 355ML tai COR-TEN. Etuna on, että pintakäsittelyä ei tarvita. Väri on silloin tumman ruskea. Maalattaessa huoltokäsittelyajat venyvät kaksinkertaisiksi tavalliseen teräkseen verrattuna.

Tässä vaihtoehdossa latutoimitus on laaja, sisältäen lähes kaiken kantavasta rakenteesta ylöspäin.

Kustannusarviot

1 Kustannusarvio vaihtoehto 1.

-	Työmaan perustaminen	10000
-	Maatyöt	42600
-	Teräsheh perustus betoni	7000
-	Teräsheh	25000
-	Terästyöt, nivelet, korjaukset mäen osalta	79000
-	Harustus Dywidag	8500
-	Harustusten ankkurointi poraus, juotto, työ	10000
-	Purkutyöt	38550
-	Kehä 1 tyven korjaukset	5120
-	Kasteluvarusteiden siirto	3000
-	Sähköttyöt	2000
-	Siirtymäanturit	12000
-	Lisätyöt	4800
-	Yleiskulut. työnjohto	24730
<u>Rakennustyöt yhteensä</u>		<u>272300 € + alv</u>
<u>Alamäen uusi vinssi asennettuna yhteiskustannuksineen</u>		<u>80 000 € + alv</u>
-	Pääsuunnittelu	17000
-	Ulkopuolinen tarkastus	8000
-	Pohjatutkimus lausuntoineen	3360
-	Työmaavaiheen rakennesuunnittelu, konepajakuvat	32700
<u>Pohjatutkimus ja suunnitelmat yhteensä</u>		<u>61 060 € + alv</u>
<u>Lisätyövaraus 15%</u>		<u>50 000 € + alv</u>
<u>Yhteensä</u>		<u>463360 € + alv</u>

Tilaaaja hankkii

- Rakennuslupa
- Sähkö
- Vesi
- Työ/ tulityöluvat

Kustannusarvio ei sisällä sähkö, vesi, viemäröinti ja automaatiotöitä.

Kustannusarvio ei sisällä noin 2 vuoden lisäkäyttöä edellyttämiä mahdollisia vauhtimäen varusteiden ja alastulomäen korjaustarpeita sekä näiden korjauskustannuksia.

2 Kustannusarvio vaihtoehto 2.

-	Työmaan perustaminen	10000
-	Maatyöt	42600
-	Teräskehä perustus betoni	7000
-	Teräskehä	25000
-	Terästyöt, nivelet, korjaukset mäen osalta	79000
-	Purkutyöt	38550
-	Kehä 1 tyven korjaukset	5120
-	Kehien 1 ja 2 korjaustyöt	88000
-	Kasteluvarusteiden siirto	3000
-	Sähkötyöt	2000
-	Siirtymäanturit	12000
-	Lisätyöt	9600
-	Yleiskulut. työnjohto	32230
<u>Rakennustyöt yhteensä</u>		<u>354 100 € +alv</u>
<u>Alamäen uusi vinssi asennettuna yhteiskustannuksineen</u>		<u>80 000 € + alv</u>
-	Pääsuunnittelu	25000
-	Ulkopuolinen tarkastus	12000
-	Työmaavaiheen rakennesuunnittelu, konepajakuvat	62800
-		
<u>Suunnitelmat yhteensä</u>		<u>99 800 € + alv</u>
<u>Lisätyövaraus</u>		<u>68 100 € + alv</u>
<u>Yhteensä</u>		<u>602 000 € + alv</u>

Tilaaja hankkii

- Rakennuslupa
- Sähkö
- Vesi
- Työ/ tulityöluvat

Kustannusarvio ei sisällä mahdollisen koekorjauksen kustannuksia.

Kustannusarvio ei sisällä noin 2 vuoden lisäkäyttöä edellyttämiä mahdollisia vauhtimäen varusteiden ja alastulomäen korjaustarpeita sekä näiden korjauskustannuksia.

Kustannusarvio ei sisällä sähkö, vesi, viemärinti ja automaatiotöitä.

3 Kustannusarvio vaihtoehto 3.

- Työmaan perustaminen	10000
- Alamäen pintapurkutyöt	30000
- Alamäen muovitus ja lumiverkot	536200
- Maatyöt nostoalue ja perustukset	42600
- Teräskehä perustus betoni	7000
- Teräskehä	25000
- Terästyöt, nivelet, korjaukset mäen osalta	79000
- Harustus Dywidag	18500
- Purkutyöt porrastorni ja huippu	38550
- Purkutyöt kansi, jätemaksut	35000
- Purkutyöt kansi	76900
- Kehä 1 tyven korjaukset	5150
- Uusi latu, kaiteet, ladunhoitokoneet, lähtötasot, portaat	1097989
- Latutoimituksen rahti ja asennusryhmän kulut	34719
- K 120 silta	50000
- Varustelu	19200
- Siirtymäanturit	12000
- Yleiskulut. työnjohto	211781
Rakennustyöt yhteensä	2 329589 € + alv
Alamäen uusi vinssi asennettuna yhteiskustannuksineen	80 000 € + alv
Suunnittelu 15 %	349438 € + alv
Lisätyövaraus 15 %	401854 € + alv
Yhteensä	3 160880 € + alv
Kustannusvaraus sähköurakka 11 %	347697 € + alv
Kustannusvaraus putkiurakka 5 %	158044 € + alv
Kustannusvaraus rakennuttaminen 1.4 %	44252 € + alv
Yhteensä	3 710874 € + alv

Porrastornin ruosteisten verkkoja ja laudoitusten uusimista ei ole laskettu kustannusarvioon.

Sähkö, vesi, viemärointi työt on arvioitu kustannusvarauksena käyttäen K120 mäen suhteellisia osuuksia.

Kustannusarvio ei sisällä noin 15 - 20 vuoden lisäkäyttöön edellyttämiä, mahdollisia vauhtimäen ja alastulomäen tarkastuskustannuksia eikä mahdollisesti ilmeneviä korjauskustannuksia. Esimerkiksi betonirakenteet.

4 Kustannusarvio vaihtoehto 4. (Purku)

- Työmaan perustaminen	10000
- Jättemaksut ja jätteen kuljetukset (rakennusaineiset osat)	31500
- Purkutyö (rakennusaineiset osat)	38000
- Alastulorinteen purkaminen jättemaksuineen	62000
- Tekniikkatilan rakentaminen K120 alastulorinteen alle	75000
- Nostinkulut	32000
- Kaivinkone / betonin murskaus / raudoitteiden erottelu	24000
- Yleiskulut. työnjohto	25000
<u>Purkutyöt yhteensä</u>	<u>297 500 € +alv</u>
<u>Purkusuunnittelu</u>	<u>8 000 € +alv</u>
<u>Lisätyövaraus (n.12 %)</u>	<u>35 700 € + alv</u>
<u>Yhteensä</u>	<u>341 200 € + alv</u>

Tilaaja hankkii

- Purukulupa
- Sähkö
- Työ/ tulityöluvat

Alastulorinteen käytöstä poistamisen aiheuttamia mäkialueen ennallistamiskuluja emme ole arvioineet.

K90 mäkialueen ennallistaminen edellyttää alueen maisemointisuunnitelman laatimista, joka tulee hyväksyttäväksi POS-ELY:llä

Vaihtoehdot ennallistamiselle tulee selvittää jatkosuunnittelussa.

Ei sisällä LVIS kustannuksia.

5 Kustannusarvio vaihtoehto 5. Uusi vauhtimäki (R2 vaihtoehto)

- Työmaan perustaminen	15000
- Tekniikkatilan rakentaminen K120 alastulon alle	75000
- Nykyisen vauhtimäen purkutyöt kustannusarvio 4	297500
- Alamäen purkutyöt	30000
- Alamäen muovitus	536200
- Maatyöt nostoalueet	21600
- Maatyöt perustukset	37800
- Perustukset	88800
- Runko	1718000
- Latutoimitus. Sisältää kaiteet, portaat, ladunhoitokoneet ja lähtöalueen asennettuna	1058100
- Latutoimituksen rahti ja asennusryhmän kulut	34719
- Porrastornin purku ja siirto	93260
- K120 silta	50000
- Yleiskulut. työnjohto	405598
Rakennustyöt yhteensä	4 461 577 € + alv
Alamäen uusi vinssi asennettuna yhteiskustannuksineen	80 000 € + alv
Suunnittelu 12%	535389 € + alv
Lisätyövaraus 15%	761545 € + alv
Yhteensä	5 838 511 € + alv
Kustannusvaraus sähköurakka 11%	642236 € + alv
Kustannusvaraus putkiurakka 5%	291926 € + alv
Kustannusvaraus rakennuttaminen 1.4 %	81739 € + alv
Yhteensä	6 854412 € + alv

Latutoimitus sisältää seuraavalla sivulla mainitut järjestelmät asennettuna. Käytännössä lähes kaiken rungon kantavasta profiilipelistä ylöspäin.

6 Latutoimitus

Latutoimitusesimerkki TopSpeed

Tekninen poroj. Järjestelmä	20000
Talvi ja kesälatu	245000
Vaaitusjärjestelmä	72000
Sisäpuolinen suojakaide	60000
12 kW jäähdytysagregaatti	52900
Vinssi	34900
Jääleikkuri	32500
FIS turva-alue	65000
Kannen suojaus	38000
Portaat	120000
Lähtöportit	32500
Lähtörampit	12600
Kilpailun lähtöramppi	10500
Ulkokaide valopidikkeillä	75000
Ulkokaiteeseen integroidut valot	91600
MATERIAALIKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	962500
Asennus	95600
YHTEENSÄ	1058100

Toimitukseen sisältyy asennus ja koulutus.

Asennustyöryhmä on 10 henkilöä 1 vk ja 8 henkilöä 2 vk

Ei sisällä työryhmän majoitusta, ruokailua ja liikkumista hotellin ja kohteen välillä.

Rahti 20000 €

7 Kustannusarvio alastulorinne

-	Työmaan perustaminen	4000
-	Nykypintojen purku	30000
-	Maatyöt, pinnan korjaus	23050
-	Everslide muovitusjärjestelmä asennuksineen	322700
-	Everslide lumiverkot	149825
-	Nurmikko pohjatyöt	14600
-	Nurmikko	7300
-	Aidat	14720
-	Yleiskustannus	56620
<u>Rakennustyöt yhteensä</u>		<u>622 815 € + alv</u>
-	Suunnittelu. (Pää, ark, rak)	
<u>Suunnitelmat yhteensä</u>		<u>28 310 € + alv</u>
<u>Lisätyövaraus 9%</u>		<u>56 620 € + alv</u>
<u>Yhteensä</u>		<u>707 744 € + alv</u>

Alastulorinteelle on laskettu erillinen kustannusarvio. Tästä kustannusarviosta on viety kustannukset vaihtoehtoihin VE3 ja VE5 ilman yleis- ja suunnittelukustannusta sekä lisätyövarausta. Ne on laskettu mukaan erikseen VE3 ja VE5 vaihtoehtoihin.

Kustannusarvio ei sisällä alastulorinteen uudelleen perustamista ja kuivatusta.

Yhteenveto

Vaihtoehto 1 0.47 milj. €

Vaihtoehto 2 0.60 milj. €

Liimapuun halkeamien korjaus edellyttää koekorjausta ja se sisältää epävarmuustekijöitä aikataulun ja kustannusten suhteen.

Vaihtoehto 3 3.71 milj. €

Kustannuksiin vaikuttaa olennaisesti ladun ja mäen huoltotekniikan valinta. 15 - 20 v käyttöikävaatimus johtaa siihen, että nykyisen ladun purku ja asentaminen uudestaan ei ole järkevää.

Tässä vaihtoehdossa latutoimitus on laaja, sisältäen lähes kaiken kantavasta rakenteesta ylöspäin. Mukana on mm. 12 kW jäähdytysagregaatti, vinssi, jääleikkuri, kannen suojaus, ulkokaiteeseen integroidut valot.

Kustannusarviossa on mukana alastulorinteen uusiminen pintojen osalta. Alastulorinteen runkoon ja salaojitukseen ei puututa. Tämä asia on syytä selvittää jatkosuunnittelussa. Pintarakenteiden purku tuo myös lisätietoa.

Vaihtoehto 4 0.34. milj. €

K90 mäkialueen ennallistaminen edellyttää alueen maisemointisuunnitelman laatimista, joka tulee hyväksyttäväksi POS-ELY:llä.

Ennallistamiskustannuksia ei ole laskettu. Hoitokulut on myös syytä huomioida.

Vaihtoehdot ennallistamiselle tulee selvittää jatkosuunnittelussa.

Vaihtoehto 5 6.86 milj. €

Jatkosuunnittelussa on kiinnitettävä huomiota teräslaatuun ja pintakäsittelyyn.

- Maalattu teräs.
- Kuumasinkitty teräs.
- Säänkestävä teräs.

Tässä vaihtoehdossa latutoimitus on laaja, sisältäen lähes kaiken kantavasta rakenteesta ylöspäin.

Jatkosuunnittelussa on sovitettava latutoimitajan toimitussisältö mäen runkoon. Runko todennäköisesti muuttuu tässä yhteydessä hieman.

Mäkeä on mahdollista lyhentää jonkin verran ja se vaikuttaa K120 sillan sijaintiin.
Jatkosuunnitteluasiaa

Mukana on mm. 12 kW jäähdytysagregaatti, vinssi, jääleikkuri, kannen suojaus, ulkokaiteeseen integroidut valot.

Kustannusarviossa on mukana alastulorinteen uusiminen pintojen osalta. Alastulorinteen runkoon ja salaojitukseen ei puututa. Tämä asia on syytä selvittää jatkosuunnittelussa. Pintarakenteiden purku tuo myös lisätietoa.

Suunnittelijan ehdotus

Ehdotan harkittavaksi VA 1:n jalostamista siten, että korjausten jälkeen mäki olisi käytössä 2 vuotta, jonka jälkeen mäki tarkastetaan rakenteellisesti. Tarkastuksen perusteella, mikäli mäkeen ei ole tullut uusia vaurioita, voitaisiin mäen käyttöikää jatkaa taas esimerkiksi 1-2 vuotta. Tämä tarkastus toistettaisiin aina 1-2 vuoden välein. Näin edeten saataisiin aikaa uuden K90 mäen (VA 5) päätöksenteolle, rahoituksen järjestämiselle ja suunnittelulle esimerkiksi 5 – 10 v.

25.10.2024 Kuopiossa



Hannu Kuokkanen

Liitteet

- | | |
|---------|-----------------------------------|
| Liite 1 | K 90 maastokatselmus 4.4.2024 |
| Liite 2 | NDT tarkastus |
| Liite 3 | Puijo K90 tutkimukset liitteineen |
| Liite 4 | Laskentaraaportti |
| Liite 5 | R1 Uusi hyppymäkvaihtoehto |
| Liite 6 | R2 Uusi hyppymäkvaihtoehto |

Liite 1

K 90 maastokatselmus 4.4.2024

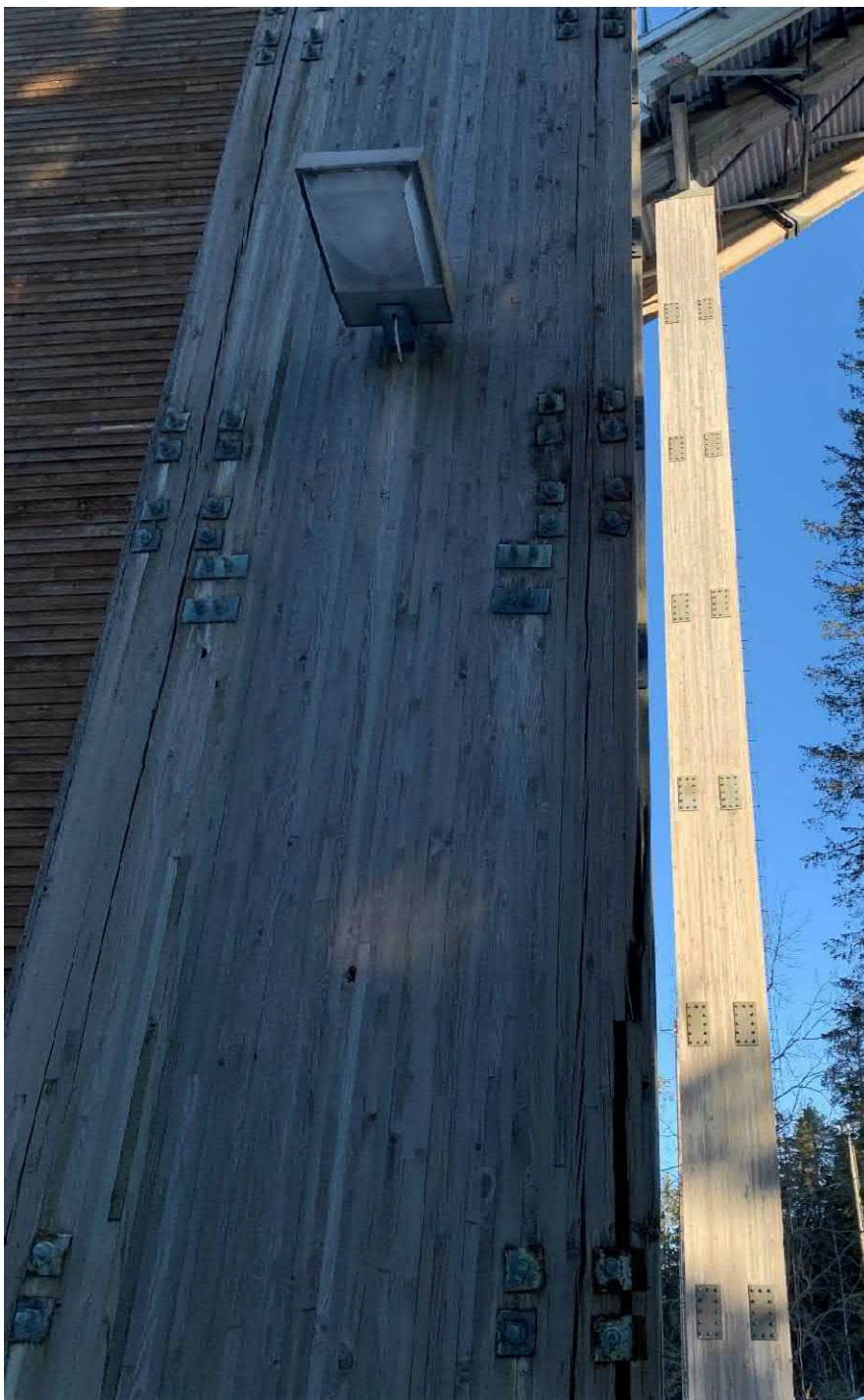
Maastokatselmuksen tarkoitus on muodostaa kokonaiskuva tehtävästä ja ohjata kuntotutkimusohjelman tekemistä.



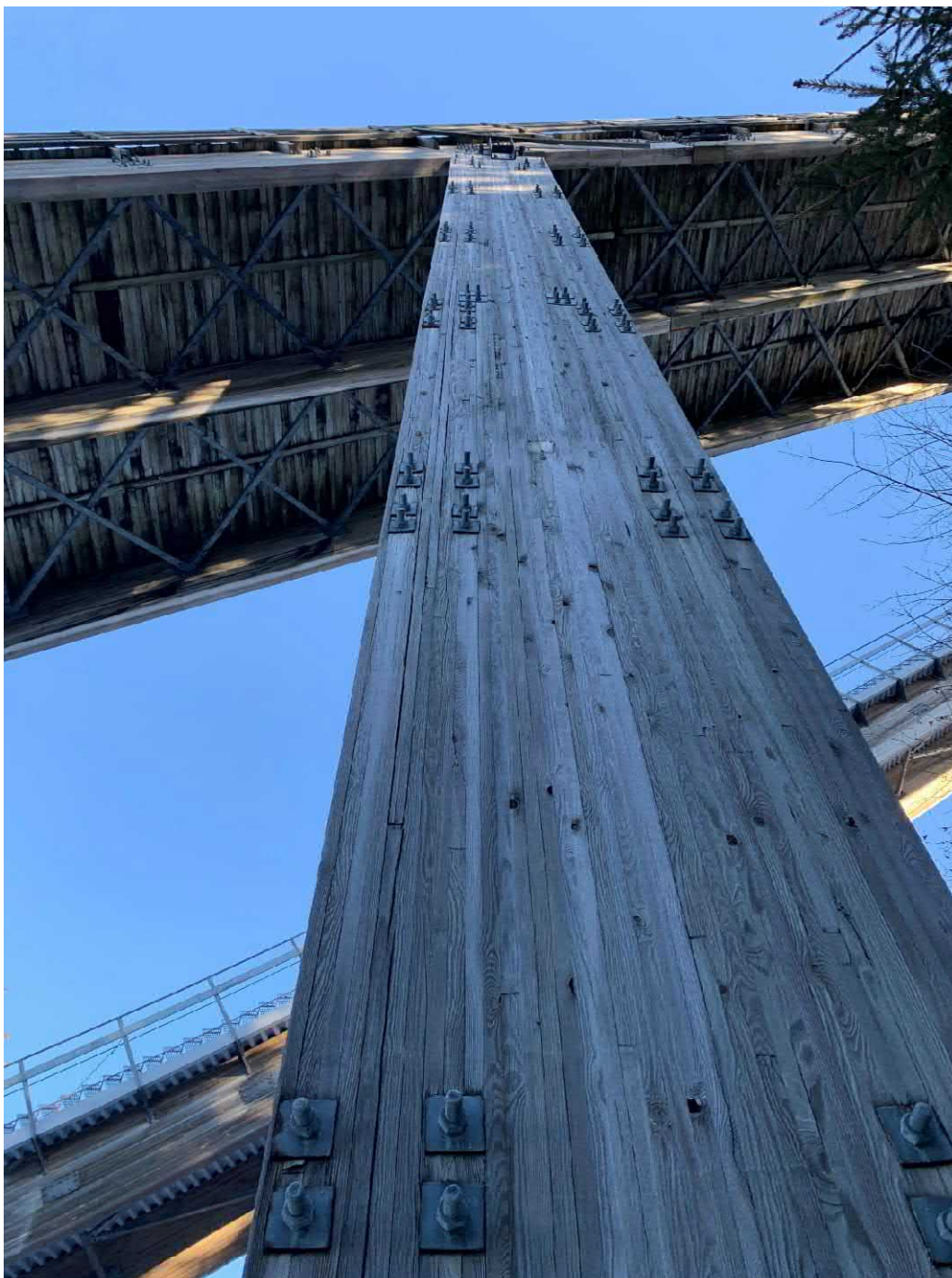
Kuva 1. Yleiskuva K90 vauhtimäestä. Pääkannatinkehä lähimpänä. Välikehä näkyy pääkannatinkehän takana. Teräsbetonipilarit eivät näy kuvassa.



Kuva 2. Pääkannatinkehä (Puijon tornin puoleinen kehä) on erittäin vakavasti vaurioitunut



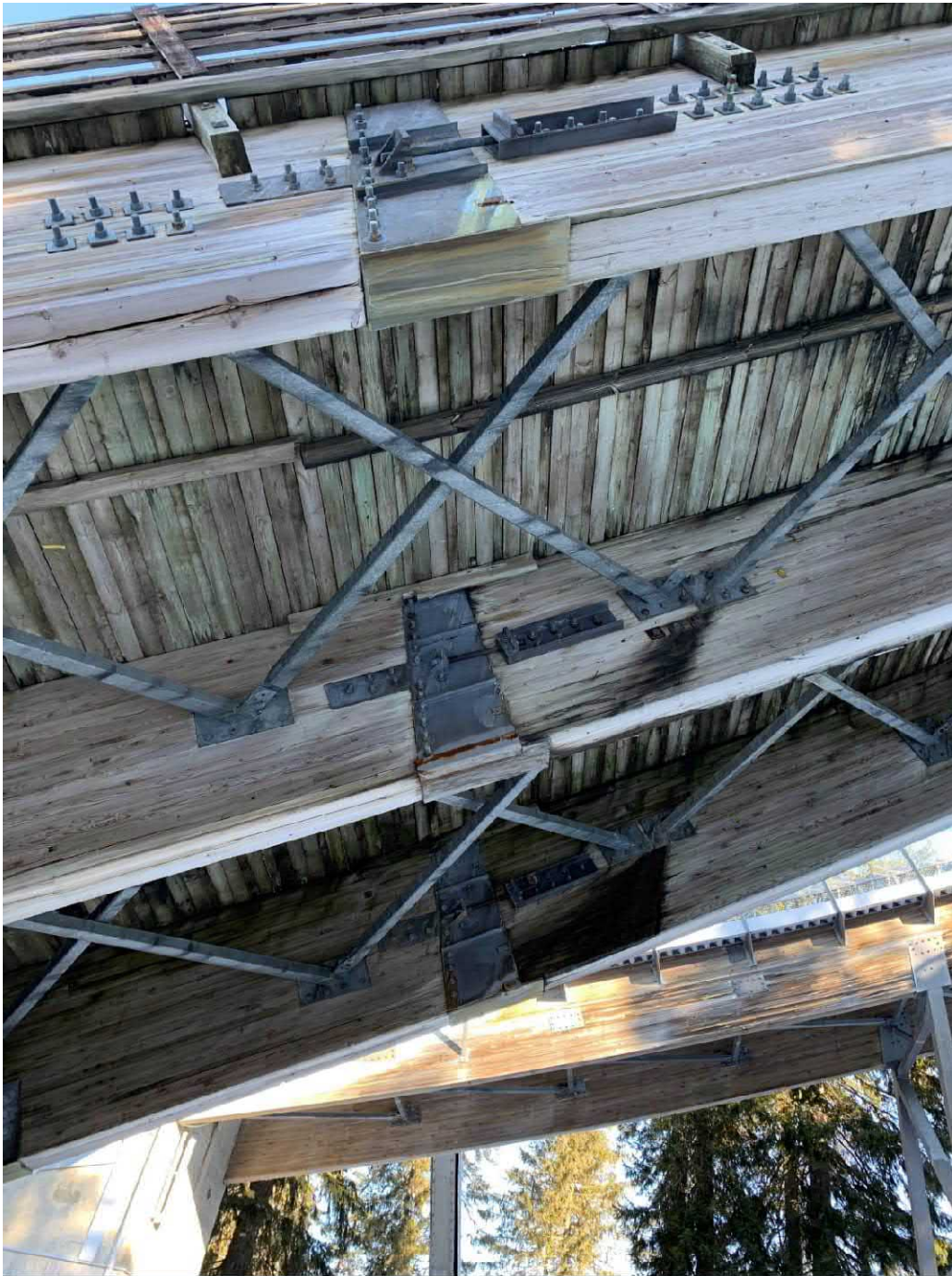
Kuva 3. Pääkannatinkehä. Teräsansaiden kiinnityspisteet ovat repineen liimapuun hajalle. Pultit on asennettu liimapuun reunaan. Halkeamat ulottuvat ylös saakka. Vakava vaurio.



Kuva 4. Välikehä. Halkeamat näkyvissä myös välikehässä ja ulottuvat ylös saakka.



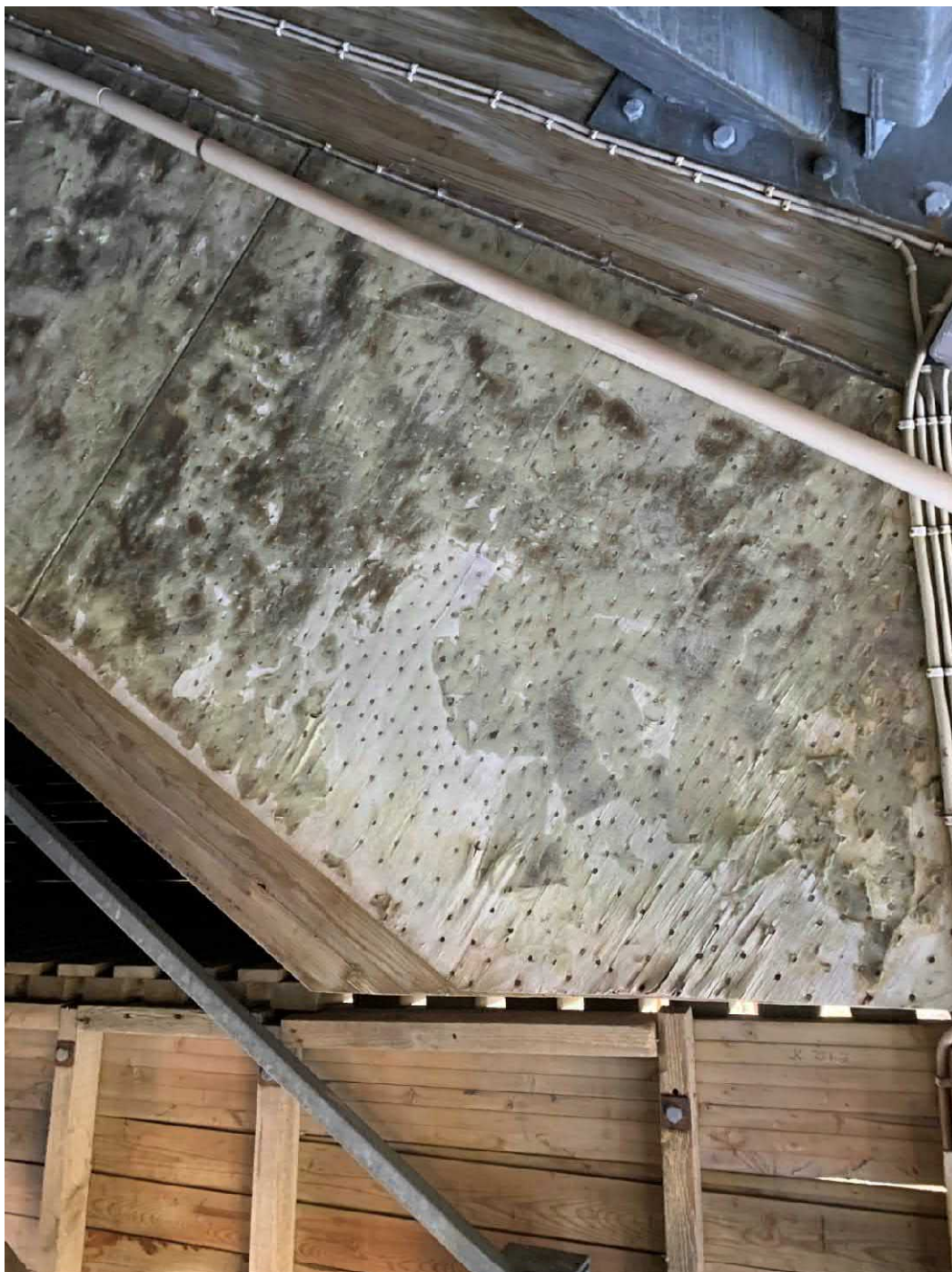
Kuva 5. Välikehän toinen puoli. Halkeamat ulottuvat ylös saakka.



Kuva 6. Kansirakenne. Palkkien kannatusliittymä. Oikeanpuoleiset palkit ovat ripustettu palkkien päähän teräsosan avulla. Teräsosan alalaippa on revennyt ja sitä on korjattu L-teräksellä. Hitsaukset ovat heikkotasoisia. Teräsosissa ruostetta. Veden valumajälkiä. Pääpalkissa on alareunassa halkeama. Osa ristikkorakenteista on liitetty levyihin epämääräisellä hitsausliitoksella.



Kuva 7. Kannen lankutus. Valumajäljet.



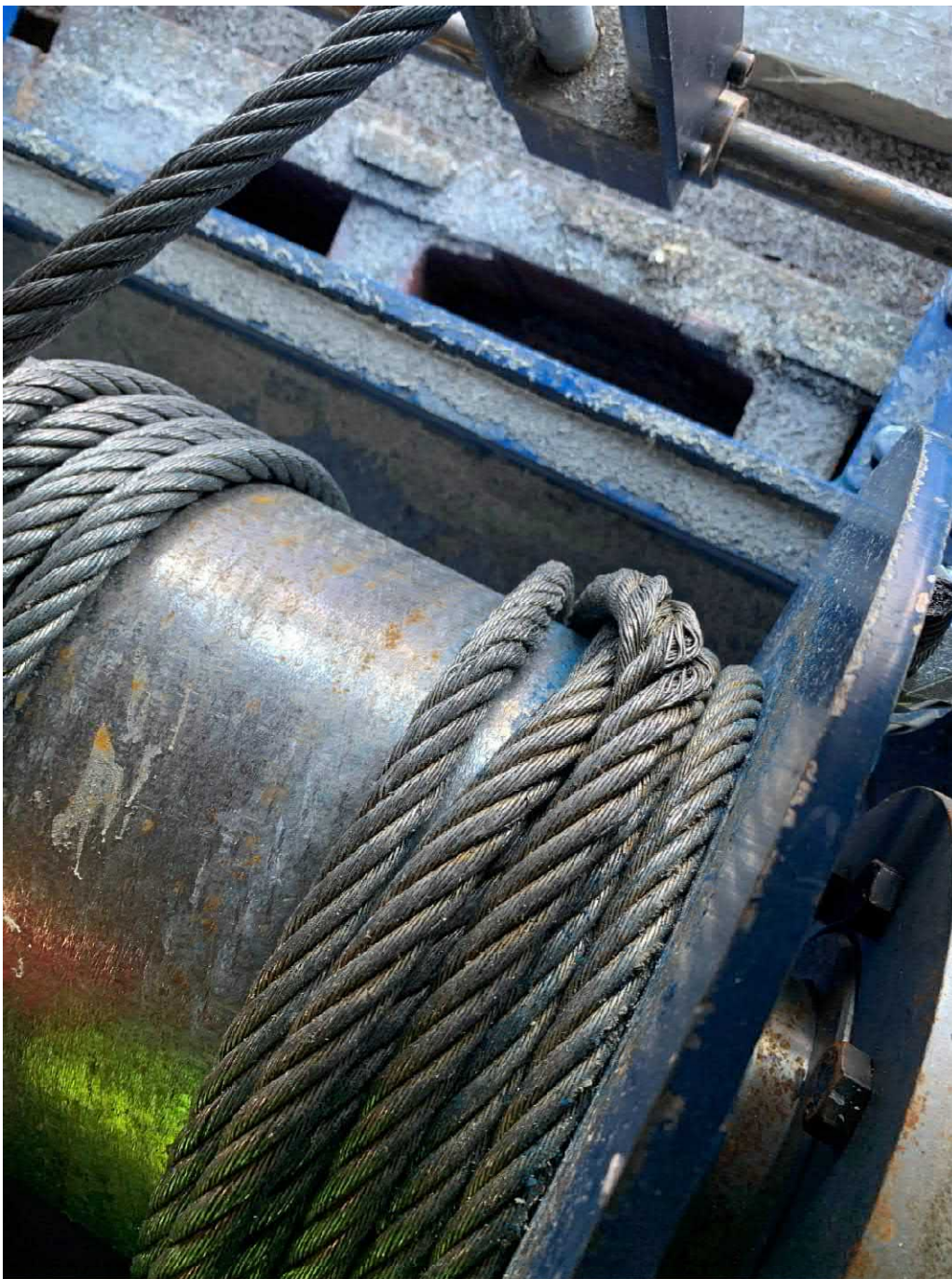
Kuva 8. Pääpalkkeja on korjattu vanerilla. Naulat ovat ruosteet. Korjaustapa ei ole tarkoitettu ulkorakenteisiin. Vanerin ja liimapuupalkin saumakohta on syytä selvittää näyteporauksella



Kuva 9'. Teräsbetonipilarin raudoituksen peitesyvyys on riittämätön. Raudoitus on ruosteessa. Pilarin päässä on lohkeama.



Kuva 10. Suurennos pilarin päästä. Ruostumisen aiheuttamia halkeamia.



Kuva 11. Vauhtimäen hoitokelkan vinssin teräsköyden vaurio. Köysi vaihtoon.

TARKASTUSPÖYTÄKIRJA / INSPECTION REPORT
Silmämääräinen tarkastus / Visual inspection

Konttori - Office: 553 Kuopio Varkaus

Työ nro / Work no	Ptk Nro / Document no.	Rev. No.	Järjestys No./ Sequence No.	Sivu / Sheet
WO-01051160	78204225219	1	-	1 of 6
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl. / Attachments pcs.	Asiakkaan ptk nro / Customer's document no.		
-	-	-		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no.				
-				

Tilaaja / Purchaser		Laitos tai tarkastuspaikka / Plant or place of inspection	
Kuopion Kaupunki		Puijo Kuopio	
Tarkastuskohde / Inspection object		Hitsit (Tulos/Huomiot/Hitsaaja) / Welds (Result/Notes/Welder Stamp)	
K90 hyppymäen teräsrakenteet		ks. kuvat	
rev.1. selvennetty hitsausvirheitä.			
Piirustus nro / Drawing no.	Rev. nro	Perusaine / Base material	Nimellimitat / Nominal dimensions
633-164 / 633-157 / 633-157	-	CS	PL 6mm, -
		Pinnan laatu / Surface Condition	Lämpötila / Temperature
		Käytetty	+3°C
		Lämpökäsitelty / Heat treated	Ei
Tarkastusohje / Inspection procedure	Rev. nro	Laatuvaatimus / Quality requirement	Tarkastuslaajuus / Scope of examination
ISO 17637:2016/NDT-VT-01	2016	Havainnot raportoidaan	luoksepäästävin osin*
Käytetyt laitteet / Used equipment			
Kohdevalaisin (-34), varsipeili, työntömitta			
Lisätietoja / Supplementary data			
*Tarkastuslaajuus Swecon edustajan määrittämän mukaan. Tarkastuspäivä 10.5.2024.			
Havainnot ja poikkeamat tarkastusohjeesta / Observations and deviations from inspection manual			
Pinnan epäpuhtaudet, pinnoitteiden paksuudet ja luoksepäästävyys rajoittivat havaintojen tekemistä. Hitsauksissa laadullista poikkeavuuksia, rakenteessa epäsymmetriaa ja metalliosissa vaurioita.			
			

Tarkastustulokset / Result of inspection			
☐ Täyttää vaatimukset / Fulfills requirements	☐ Korjattu, täyttää vaatimukset / Repaired, fulfills requirements	☐ Ei täytä vaatimuksia / Does not fulfill requirements	☒ Havainnot raportoidaan / Observations are reported
Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date
Veli Miettinen		Kuopio	30.05.2024
Valvoja / Supervisor	Pätevyys / Competence		
-	SFS-EN ISO 9712 7820 L2		

Työ nro / Work no	Ptk Nro / Document no.	Rev. No.	Järjestys No./ Sequence No.	Sivu / Sheet
WO-01051160	78204225219	1	-	2 of 6
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl. / Attachments pcs.	Asiakkaan ptk nro / Customer's document no.		
-	-	-		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no.				
-				

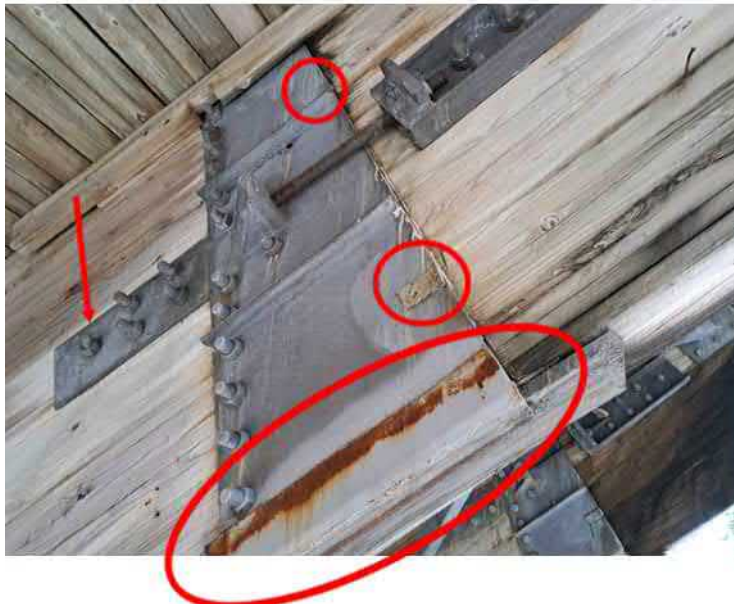
Konttori - Office: 553

Kuopio Varkaus

Vasemman puoleinen nivel-liitos. Merkattuja osia ei ole piirustuksissa.
Nuolella merkattu poikkeava mutteri.

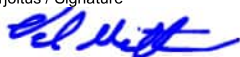


Keskimmäinen nivel vasemmalta. Nuolella merkitty vääntynyt ruuvipää. Nivellevyn hitsi rakennut ja korjattu ohuemalla levyllä. Korjaushitsauksessa hitsausvirheitä.



Keskimmäinen nivel oikealta. Muissa nivelissä esiintyvä kierretanko puuttuu. Korvakot eivät ole linjassa keskenään. Oranssilla merkitty vajaa hitsaus sisäpuolella.



Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date	Pätevyys / Competence
Veli Miettinen		Kuopio	30.05.2024	SFS-EN ISO 9712 7820 L2
Valvoja / Supervisor				
-				

Työ nro / Work no	Ptk Nro / Document no.	Rev. No.	Järjestys No./ Sequence No.	Sivu / Sheet
WO-01051160	78204225219	1	-	3 of 6
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl. / Attachments pcs.	Asiakkaan ptk nro / Customer's document no.		
-	-	-		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no.				
-				

Konttori - Office: 553

Kuopio Varkaus

Oikeanpuoleinen nivel oikealta. Nivellevyn alareunassa hitsauksessa halkeama. Merkitty punaisella rasvaliidulla paikalle. Nuolilla merkitty osat joita piirustuksissa ei näy.

Oikeanpuoleinen nivel keskeltä. Merkittyjä osia ei näy piirustuksissa. Nuolella merkitty puuttuva hitsi samasta osasta.



Ristikoissa kannattajien välillä vaihtelevan laatuista hitsejä. Alemmat ruuvireiät tyhjiä. Ympyröity valuneita, huokoisia hitsejä. Viivalla merkitty taivutus palkissa. #1

Ristikon kiinnityksissä ruuveja korvattu hitsauksilla. Sovitusvirhettä, korkeaa hitsin kupua, jyrkkää liittymää.



Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date	Pätevyys / Competence
Veli Miettinen		Kuopio	30.05.2024	SFS-EN ISO 9712 7820 L2
Valvoja / Supervisor				
-				

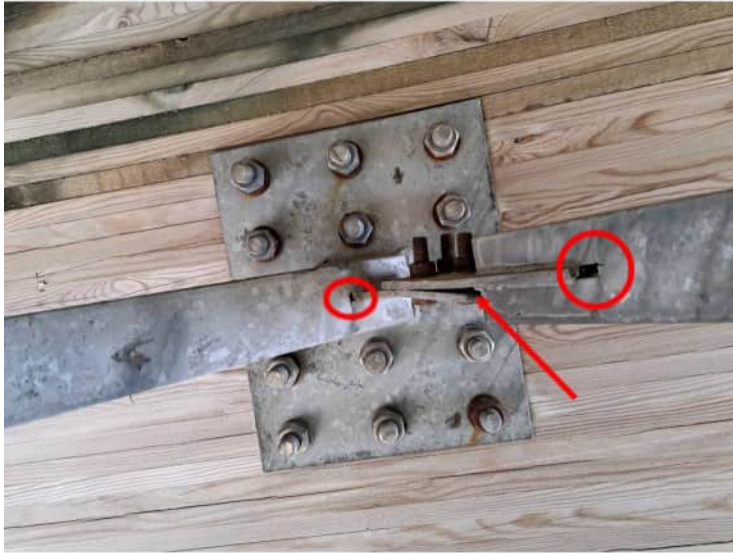
Työ nro / Work no	Ptk Nro / Document no.	Rev. No.	Järjestys No./ Sequence No.	Sivu / Sheet
WO-01051160	78204225219	1	-	4 of 6
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl. / Attachments pcs.	Asiakkaan ptk nro / Customer's document no.		
-	-	-		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no.				
-				

Konttori - Office: 553

Kuopio Varkaus

Osa liitosruuveista ruostuessa turvonneita/hilseilee.
Pulttausliitoksesta reuna irti. Ympyröity
sovitusvirhe/hitsaamaton liitos.

Pulttaus/hitsaus ristikon päässä vinossa.



Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date	Pätevyys / Competence
Veli Miettinen		Kuopio	30.05.2024	SFS-EN ISO 9712 7820 L2
Valvoja / Supervisor	-			

Työ nro / Work no	Ptk Nro / Document no.	Rev. No.	Järjestys No./ Sequence No.	Sivu / Sheet
WO-01051160	78204225219	1	-	5 of 6
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl. / Attachments pcs.	Asiakkaan ptk nro / Customer's document no.		
-	-	-		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no.				
-				

Konttori - Office: 553

Kuopio Varkaus

Liitoksessa yksinkertainen korilevy puurungolle ilman sitovaa metallilevyä.



Alapuolella palkissa kolhu.

Hitsauksen laatu vaihtelevaa. Hitsistä puuttuu pätkä.



Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date	Pätevyys / Competence
Veli Miettinen		Kuopio	30.05.2024	SFS-EN ISO 9712 7820 L2
Valvoja / Supervisor				
-				



Työ nro / Work no	Ptk Nro / Document no.	Rev. No.	Järjestys No./ Sequence No.	Sivu / Sheet
WO-01051160	78204225219	1	-	6 of 6
Liitteet / Attachments	Liitteet kpl. / Attachments pcs.	Asiakkaan ptk nro / Customer's document no.		
-	-	-		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no.				
-				

Konttori - Office: 553 Kuopio Varkaus

Hitsikuvauksista:

Huokoisuus:

Huokoisuus aiheuttaa kuplatäytteisen, heikon hitsin, joka ei yleensä täytä määriteltyjä vaatimuksia. Tämä voi heikentää rakenteita. Huokoisuus lisää ennakoidun käyttäytymistä jännityksen muuttuessa.

Halkeama, ratkeama:

Hitsauksen ja/tai perusaineen läpi menevä tilavuudellinen vika, jossa ainakin yksi jännityshuipun mahdollisuus. Tyypillisesti halkeama jatkuu kuormituksen muuttuessa. Hitsauksessa aina hylättävä vika joka korjattava.

Korkea kupu, jyrkkä liittymä:

Hitsi liittyy perusaineeseen jyrkästi, luoden hitsiin paikallisen jännityshuipun. Heikentää hitsin lujuutta.

Vajaa hitsi:

Hitsi ei täytä kappaleiden liittymispintaa. Viasta riippuen vajoitus esiintyy ulkopinnassa, juuressa tai hitsipalkojen välissä.

Valuma:

Hitsilisäaine on valunut hitsattaessa. Valunut hitsi ei liity jouhevasti perusaineeseen, tai ei ole liittynyt ollenkaan. ks. korkea kupu.

1#

Ristikön päätylaipan hitsi tankoon hyvä. Päätylaipan kiinnitys kannattajassa olevaan levyyn enemmän ruuvien kuin hitsin varassa. Ruuveista puuttuu lukumääräisesti puolet ja korvaavaa hitsi eri paikassa kuin vastaava ruuviliitos.

Tarkastajan nimi / Name of inspector	Allekirjoitus / Signature	Paikka / Place	Päiväys / date	Pätevyys / Competence
Veli Miettinen		Kuopio	30.05.2024	SFS-EN ISO 9712 7820 L2
Valvoja / Supervisor	-			



SISÄLLYSLUETTELO

1.	Yleistiedot	3
1.1	Tutkimuskohde	3
1.2	Tilaaaja	3
1.3	Tutkimuksen tekijät	3
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	3
1.5	Tutkimusmenetelmät	3
	Kasvukairaus	3
	Mikroporaus	3
1.6	Kenttätutkimukset	4
2.	Kenttätutkimukset	4
2.1	10.5.2024 Tarkastus	4
2.2	17.5.2024 Tarkastus	4
2.3	20.5.2024 Hyppytornin vauhtirinteen tarkastus	5
2.4	Mikroporaus	5
3.	Valokuvat ja mikroporauspohjapiirustus	6

1. Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

K90 vauhtimäki, Puijo
Kuopio

1.2 Tilaaja

Kuopion kaupunki

Suunnitteluttaminen:
Kaupunkiympäristön palvelualue,
Kunnallistekninen suunnittelu
Ville-Veikko Pääkkönen 044 7185312

etunimi.sukunimi@kuopio.fi

1.3 Tutkimuksen tekijät

Sweco Finland Oy
Puutarhakatu 3 A
70300 Kuopio
Lausunto Katja Pirhonen 044 555 7833
Tarkastaja Hannu Kuokkanen 040 0488 672
etunimi.sukunimi@sweco.fi

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

K90 vauhtimäessä on teräsbetoniperustukset ja pääosin liimapuurunko, joka on tuettu liimapuu-teräsrakenteilla.

Mäkeen on tehty kuntotarkastus 11.4.2024 (Hannu Kuokkanen ja Anssi Kinnunen, Sweco Finland Oy), jonka perusteella rakenteissa on huomattu puutteita, jotka johtivat rakennuksen ja sen läheisten alueiden käyttökieltoon. Rakennus on kuvattu Dronella 12.4.2024 (Karri Huikuri, Sweco Finland Oy).

Rakennukseen tehdään tarkentavia tarkastuksia ja tutkimuksia kunnon selvittämiseksi.

1.5 Tutkimusmenetelmät

Kasvukairaus

Kasvukairauksen avulla voidaan tutkia puurakenteen kuntoa pintaa syvemmmältä. Kairauksella puusta saadaan tutkittua mahdollisia lahovaurioita ja puun kuntoa. Puun kuntoa tutkitaan kairaamalla puurakenteesta kasvukairalla noin viiden millimetrin halkaisijaltaan olevia näytepaloja. Näytepaloista voidaan nähdä ja arvioida puurakenteen kuntoa.

Mittauskohdiksi valittiin vauhtimäen alapinnassa olevat puurakenteet, joissa näkyi kosteudesta aiheutunutta värjäytymää.

Mikroporaus

Mikroporauksen avulla voidaan tutkia puurakenteen ominaisuuksia kohteessa pintaa syvemmmältä. Rakenteen poraamisen yhteydessä mitataan porausvastusta ja poran

etenemisnopeutta, jonka perusteella voidaan arvioida, onko syvemmällä puurakenteessa lahovaurioita tai halkeamia.

Mikroporauslaitteistosta saadaan kuvaajat jokaisesta porauksesta. Porauskuvaajassa on esitetty porausvastus poraussyvyyden funktiona. Tuloksissa korkeat porausvastusarvot [%] kuvaavat puun suurta tiheyttä ja matalat arvot taas merkitsevät pientä porausvastusta ja siten puun pientä tiheyttä. Porausvastuksen pudottua nolleen tai sen lähelle, on todennäköistä, että puu on lahovaurioitunutta kyseisellä syvyydellä.

1.6 Kenttätutkimukset

10.5.2024 Ulkopuoliset tarkastukset ja kasvukairaus

17.5.2024 Mikroporaus ja hyppymäen sisäpuolinen tarkastus

20.5.2024 Mikroporaus ja hyppytornin vauhtirinteen tarkastus

2. Kenttätutkimukset

2.1 10.5.2024 Tarkastus

Tarkastuksessa tarkasteltiin rakenteita silmämääräisesti. Mäen alaosan kestopuita tarkasteltiin silmämääräisesti, sekä tehtiin kairauksia kasvukairalla puun kunnon selvittämiseksi.

Havainnot:

- Vauhtimäen keskiaukon keskikentässä on silminnähden näkyvissä palkiston sivusiirtymä. Se saattaa olla mäen rakennusaikainen siirtymä. Liimapuissa on paljon halkeamia, jotka sijaitsevat liimasaumoissa.
- Mäen pohjan kestopuissa on kosteudesta aiheutuneita valumajälkiä. Kairausnäytteiden perusteella puussa ei ole merkkejä lahoamisesta.
- Useissa pulteissa, sekä aluslevyissä on ruostetta.
- Osasta pulttiliitoksista puuttuu aluslevyt.
- Teräsosien liitoksissa on jouduttu käyttämään asennushitsausta koska suunnitelluissa liitoksissa ei ole otettu huomioon asennustoleranssia. Osa liitoshitsauksista aiheuttaa epäkeskisyyden vuoksi lisärasituksia rakenteisiin.
- Mäen keskiosassa on vedenpoistokouru, jonka kautta vedet ohjautuvat teräsrakenteiden kautta puurakenteisiin ja teräsrakenteiden väliin.
- Vauhtimäen keskipääkannattajan liitoksesta puuttuu etelän puolelta vetotanko (kts. kuva 8)
- Liimapuupilarin perustuksista lähtevän siteen alapäästä vain 2/4 reiässä on pultti.
- Kaiteiden läpikiinnitysten mutterit ovat paikoitellen löysällä. Kaiteiden korjaustoimenpiteet suoritettiin välittömästi.

2.2 17.5.2024 Tarkastus

Tarkastuksessa tarkasteltiin rakenteita silmämääräisesti. Mäen sivussa oleviin vanereihin, liimapuupilareihin ja palkkeihin tehtiin mikroporauksia puurakenteen kunnon selvittämiseksi.

Havainnot:

- Vauhtimäen huipun korkeat liimapuupalkit ovat haljenneet työaikana loven kohdalta läpi rakenteen. Liimapuupalkit on korjattu lisäämällä palkin molemmin puolin vaneri liimaten ja naulaten. Eteläpuoleiset vanerit irvistävät yläreunastaan ja kosteuseläminen on työntänyt ylintä naulariviä ylös kts. kuva 16. Eteläpuoleinen liimapuupalkki on haristunut lämmön ja kosteuden vaihtelujen vuoksi. kosteuseläminen tulee voimistumaan. Myös jäätyminen syventää halkeamia.

- Rakennuksen puuverhoilun naulakiinnityksissä on puutteita. Kosteuseläminen on nostattanut nauloja ulos alustastaan. Varsinkin lyhyiden paneelien kiinnitykset ovat irti. Rakennetta korjattiin välittömästi.
- Liimapuun ja paneelin liitoksessa on pellitys, jonka naulakiinnikkeet ovat löysällä. Rakennetta korjattiin välittömästi.
- Säälle alttiit vanerit ovat hapristuneet ja huonokuntoiset. Vanerin ja liimapuun välissä on rako, jolloin vaneri ei tue liimapuupalkkia koko vanerin alueelta.
- Yläosan ulokerakenteen laudoituksen alapuolella olevissa liimapuisissa tuissa on halkeamia. Liimapuut ovat haljenneet pulttiliitosten kohdalta pahasti. Kapea liimapuupalkki on kosteusrasitetuissa rakenteissa erityisen arka halkeamaan läpi koko rakenteen. Tällöin liimapuu menettää kantoky.
- Yläosan ulokerakenteen alalaidoituksen välituen kiinnityksessä on puutteita. Rakenteiden väliin jää rako. Naulaliitosten nauloissa on ruostetta.
- Pulttiliitoksista puuttuu aluslevyt. Osa aluslevyistä on hitsattu rakenteeseen.
- Ulokkeen yläosan kiinnikkeissä ja teräsosissa on ruostetta. Osa kiinnityksistä on löysällä.
- Metallikaideritilä on ruosteessa. Sitä kannattelevat puut ovat hapristuneet ja lautojen kiinnitteissä on ruostetta.
- Puuosien kiinnikkeissä on ruostuneita nauloja ja puurakenteet ovat kutistuneet niin, että naulakiinnitykset irtoilevat. Osa puuosista on vaarana tippua.
- Sisäpuolella rakennuksessa rakenneterästen pintaan on hitsattu tangot, jotka menevät rakenteen läpi. Tangot ovat ruosteessa. Muttereissa ei ole aluslevyjä.
- Sisäpuolella rakennusta olevat vanerit on käsitelty aineella, joka on kuoriutunut osittain pois.

2.3 20.5.2024 Hyppytornin vauhtirinteen tarkastus

Ulkopuolisessa tarkastuksessa tarkasteltiin vauhtirinteen rakenteita silmämääräisesti, sekä tehtiin mikroporauksia puurakenteen kunnon selvittämiseksi.

Havainnot:

- Mäen molemmilla sivuilla kulkee metalliritiläportaati, joiden askelmien kiinnikkeet ovat löystyneet.
- Vauhtirinteen muoviruohomatot ovat rikkiäiset. Alla olevissa vanereissa on paljon lahovaurioita.
- Vanereiden alla alusrakenteissa ei ole silminnähtäviä lahovaurioita. Osa vanereista on lahonnut niin pahasti, että uudelleenasetus ei onnistu. Puurakenteiden naulakiinnitykset ovat pintaruosteessa. Naulauksissa osa on yksinaulaliitoksia.
- Vauhtimäen vesijärjestelmä on pohjoissivulla kannen vanerirakenteiden alla.
- Yksi mäen plekseistä/laseista on haljennut

2.4 Mikroporaus

Mikroporaus suoritettiin 17. ja 20.5. Mikroporaus suoritettiin IML RESI PD400 laitteella, jolla tehdään pieni poraus puurakenteeseen.

Mittauskohdiksi valittiin seuraavat rakenteet

- vaneri/liimapuupalkki rakenne
- liimapuupilari
- vauhtimäen liukujen alla oleva puurakenne

Vaneri- ja puurakenteita tutkittiin seuraavasti:

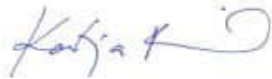
Mittauspisteistä 3-13 mitattiin nostokorista etelän puolelta liimapuupalkin kohdalta vanerin päältä liimapuorakenteeseen asti.

Mittauspisteistä 14-18 mitattiin keskimmäisen liimapuupalkin kohdalta vanerin päältä liimapuupurakenteeseen asti.
 Mittauspisteistä 19-23 mitattiin sisäpuolelta etelänpuoleisinta rakennetta vanerin päältä liimapuupalkkirakenteeseen asti.
 Mittauspiste 24 sijaitsi keskimmäisen liimapuupalkin vanerittomalla osuudella.
 Mittauspisteistä 25-27 mitattiin keskimmäistä pystypilaria leveämmältä sivulta.
 Mittauspisteestä 28 mitattiin pohjoisinta pystypilaria kapealta sivulta.
 Mittauspisteistä 29-31 mitattiin vauhtirinteen pohjasta pohjoiselta laidalta
 Mittauspisteistä 32-33 mitattiin vauhtirinteen pohjasta etelän laidalta.

Mittauksien perusteella jäykistysvaneri ei ole kauttaaltaan tiiviisti liimapuupalkissa kiinni, vaan liimakiinnitys on osittain pettänyt. Liimapuupalkkien sisällä on vähäisiä yksittäisiä heikkolujuuksisia kohtia. Pääosin pääkannattajina toimivissa isoissa liimapuupalkkeissa ei havaittu selvästi heikkoja kohtia. Liimapuupilarissa ei havaittu rakenteen sisällä olevaa lahoamista. Puu- ja vaneripinnoilla on huokoista rakennetta noin 5 mm verran.

7.6.2024

Sweco Finland Oy



Katja Pirhonen

3. Valokuvat ja mikroporauspohjapiirustus

10.5.2024 Tarkastus valokuvat 1-33



Kuva 1 Liimapuupalkeissa on havaittavissa vauhtimäen siirtymä etelään päin (kuvan katsomissuunnassa oikealla).



Kuva 2 Mäen alapuolisissa puurakenteissa on valumajälkiä.



Kuva 3 Osassa pulttiliitoksissa on ruostetta.



Kuva 4 Liitos, jossa on sekä hitsisaumaa, että pulttiliitos. Pulttiliitos on löysä. Johtuu siitä, että suunnitellulla rakenteella ei ole asennustoleranssia. Levyt eivät asennu toisiaan vasten. Voima siirtyy epäkeskisesti levyille aiheuttaen ylimääräisen rasituksen liitokselle.



Kuva 5 Latualustalta tuleva ulosheittäjäputken ympärillä puurakenteissa on vedestä aiheutunutta värjäytymää.



Kuva 6 Latualustalta tuleva poistovesi ohjautuu teräsrakenteiden kautta liimapuupalkeille.



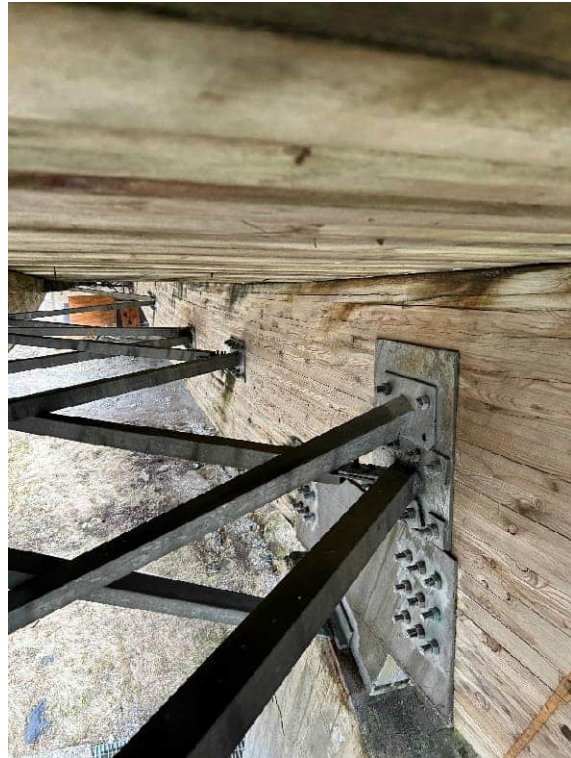
Kuva 7 Latualustalta tulevan poistoveden vuoksi puurakenne on niin märkä, että vesi tihkuu ruostevetenä pulttiliitoksista. Teräsrakenteessa on vetotanko.



Kuva 8 Vastaavasti toisella puolella vetotanko puuttuu kokonaan.



Kuva 9 Liimapuupalkeissa on halkeamia pääosin liimaussaumoissa.



Kuva 10 Pulttiliitoksista puuttuu aluslevyjä. Pulttiliitoksia korvattu hitsiliitoksilla. Putken kiinnityslevyn pulteista on pystytty asentamaan vain puolet (2 kpl) Asennustapa tuo erittäin suuren lisärasituksen pulteille ja levyille.



Kuva 11 Liimapuupilarin perustukselta lähtevän siteen alapäästä vain 2/4 reiässä on pulttikiinnike.



Kuva 12 Kuvassa takimmaisena olevasta pulttiliitokseta puuttuu puolet pulteista.



Kuva 13 Pienet läpikiinnitysten mutterit ovat löysällä.

17.5.2024 TARKASTUS



Kuva 14 Liimapuupalkkia tukeva vaneri on säälle alttiissa tilassa ja kunto on huonontunut. Puiset kaidetolpat ovat osittain haljenneet keskeltä. Paneloinnin ja liimapuun välissä oleva keltainen pellitys on huonosti kiinni alustassaan.



Kuva 15 Vaneri ei ole kiinni liimapuurakenteessa, välissä on rako. Vanerien kunto on huono.



Kuva 16 Eteläpuoleiset vanerit irvistävät yläreunastaan ja kosteuseläminen on työntänyt ylintä naulariviä ylös



Kuva 17 Yläosan ulokerakenteen alapuolella olevissa liimapuutuissa on halkeamia.



Kuva 18 Yläosan ulokerakenteen alapuolella olevissa liimapuissa on pahoja, puun läpi meneviä halkeamia pulttiliitoksen kohdalla. Pulttiliitos menettää kantokykynsä.



Kuva 19 Yläosan ulokerakenteen alalautoituksen välituen kiinnityksessä on puutteita. Rakenteiden väliin jää rako. Naulaliitosten nauloissa on ruostetta.



Kuva 20 Ulokkeen yläosassa olevissa kiinnityspulteissa ei ole aluslevyjä. Osa aluslevyistä on hitsattu rakenteeseen.



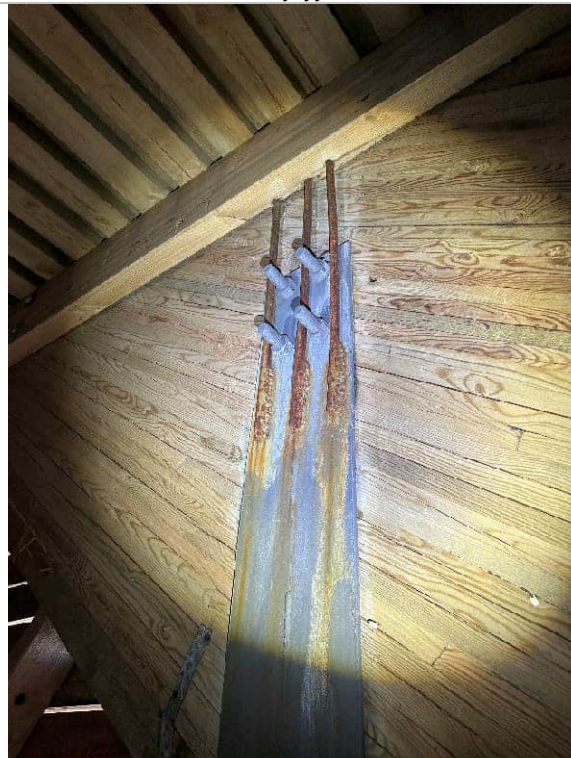
Kuva 21 Ruosteisia kiinnikkeitä ja teräsosia rakenteissa.



Kuva 22 Pulttiliitoksissa on löysyyttä.



Kuva 23 Kaiteen ritilää tukevat puut ovat hapistuneet. Lautojen kiinnikkeissä on ruostetta.



Kuva 24 Sisäpuolella rakennuksessa rakenneterästen pintaan on hitsattu tangot, jotka menevät rakenteen läpi. Tangot ovat ruosteessa. Muttereissa ei ole aluslevyjä.

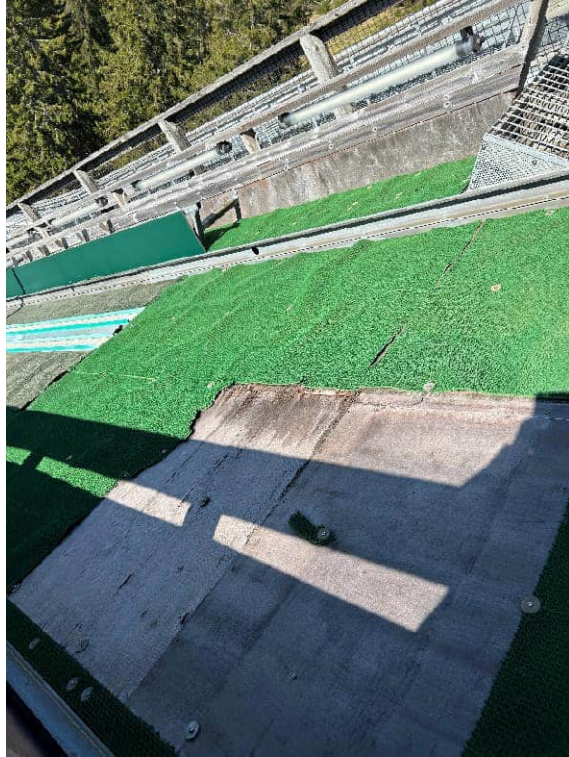


Kuva 25 Löysä läpikiinnityspultti, jossa on ruostetta.

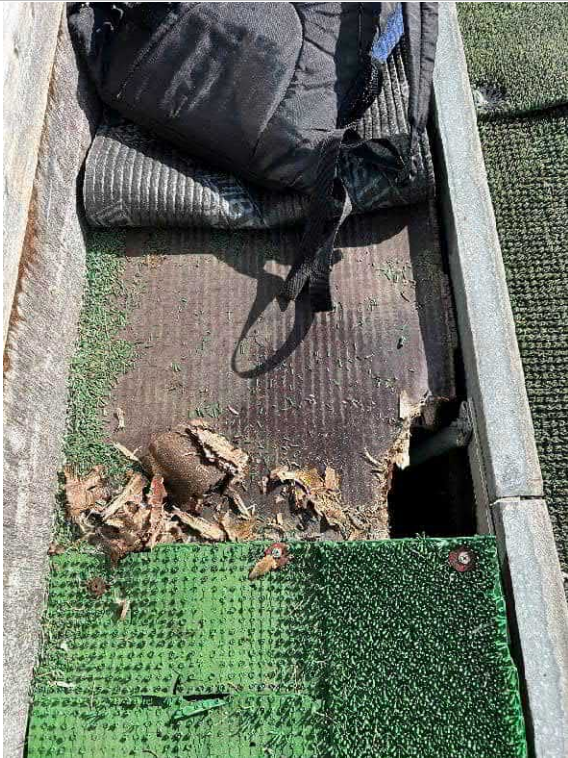
20.5.2024 TARKASTUS



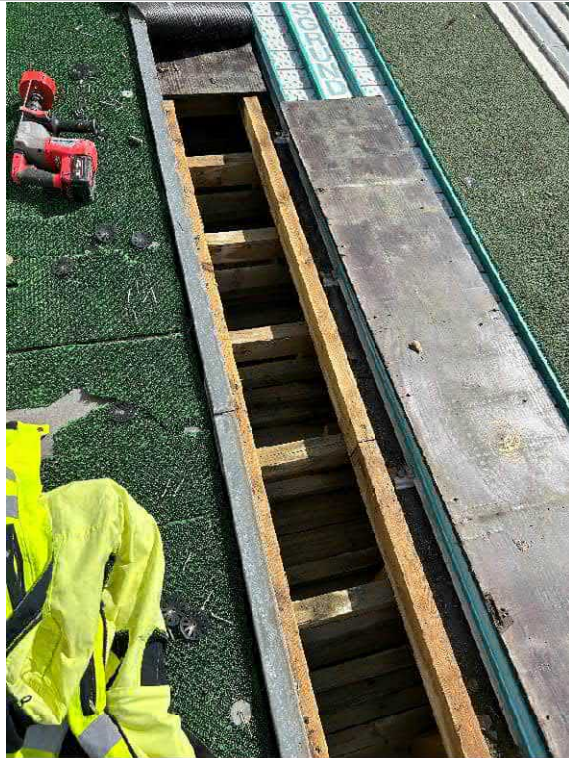
Kuva 26 Vauhtimäen molemmilla puolilla olevien metalliaskelmien kiinnitykset puurakenteisiin ovat löystyneet.



Kuva 27 Vauhtirinteen muoviruohomatot ovat rikki. Alla olevissa vanereissa on paljon lahovaurioita.



Kuva 28 Ruohomatto on kulunut, kiinnikkeet ovat ruosteessa ja alusvanerit ovat huonokuntoiset.



Kuva 29 Avattua rakennetta. Vaneri on ruuvattu pois. Mikroporaus suoritetaan rakenneavauksen päädyistä, sekä keskeltä.



Kuva 30 Puurakenteissa ei havaittu selviä lahovaurioita.



Kuva 31 Avattua rakennetta oikealta puolelta latua edestä katsottuna. Mikroporaus suoritetaan rakenneavauksen päädyistä.



Kuva 32 Yleiskuva rinteestä.

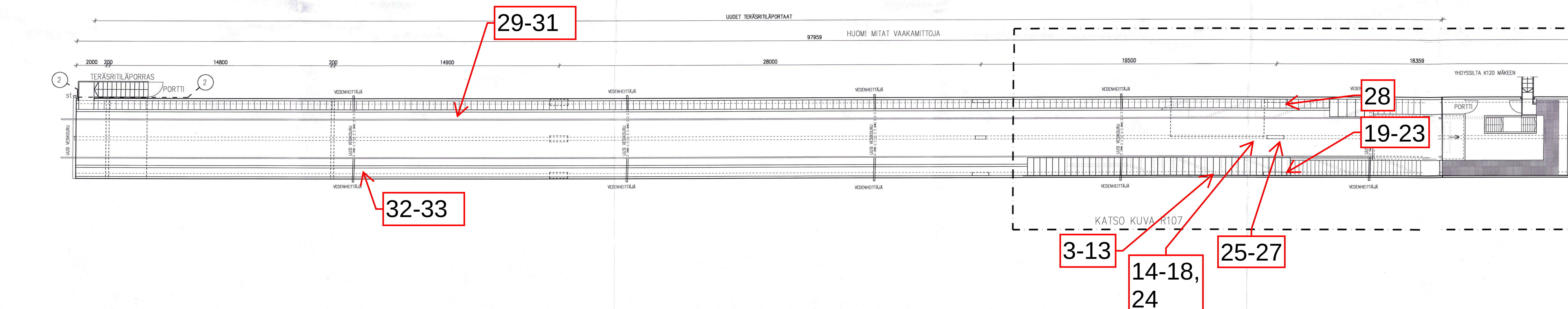
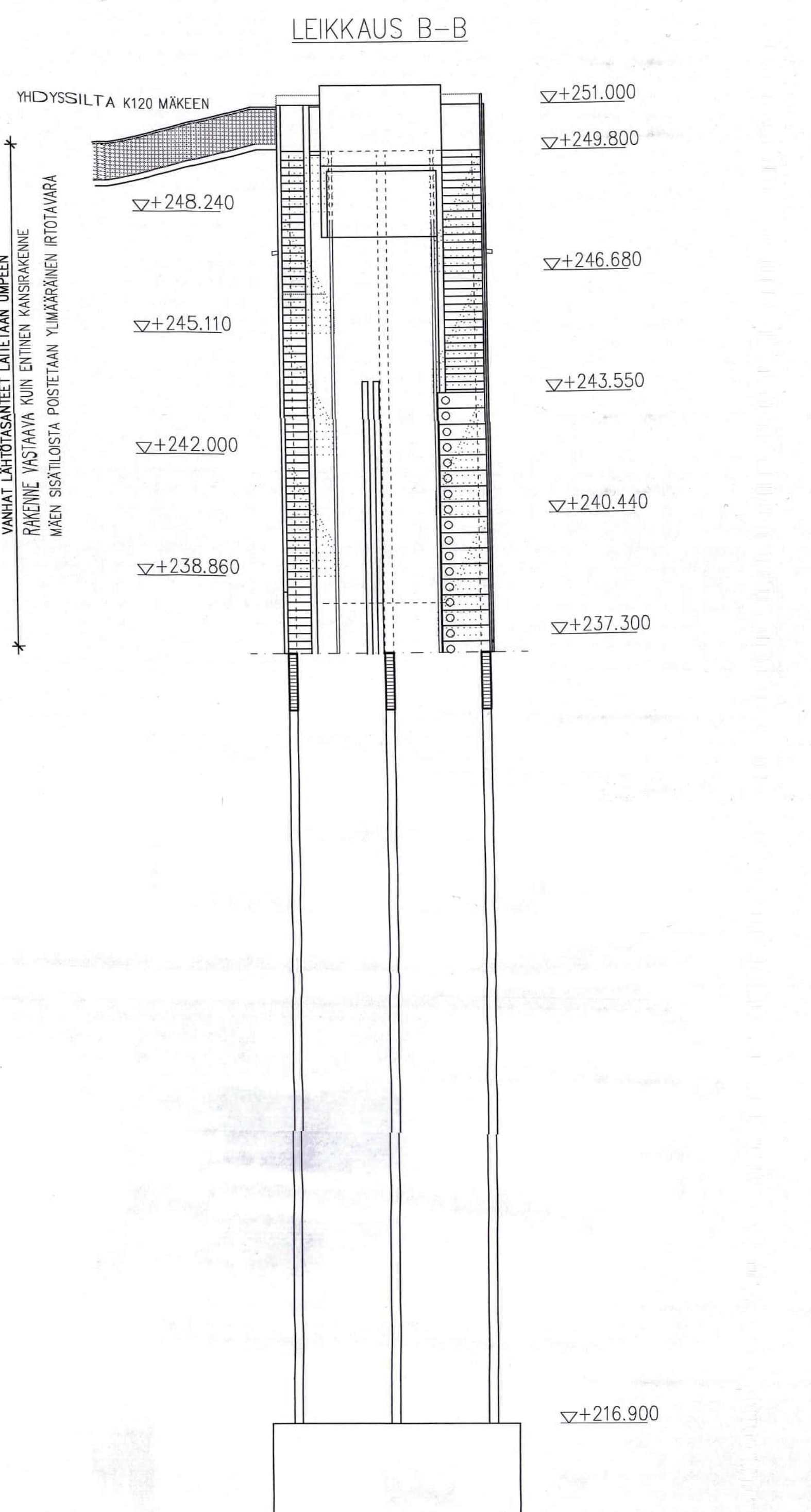
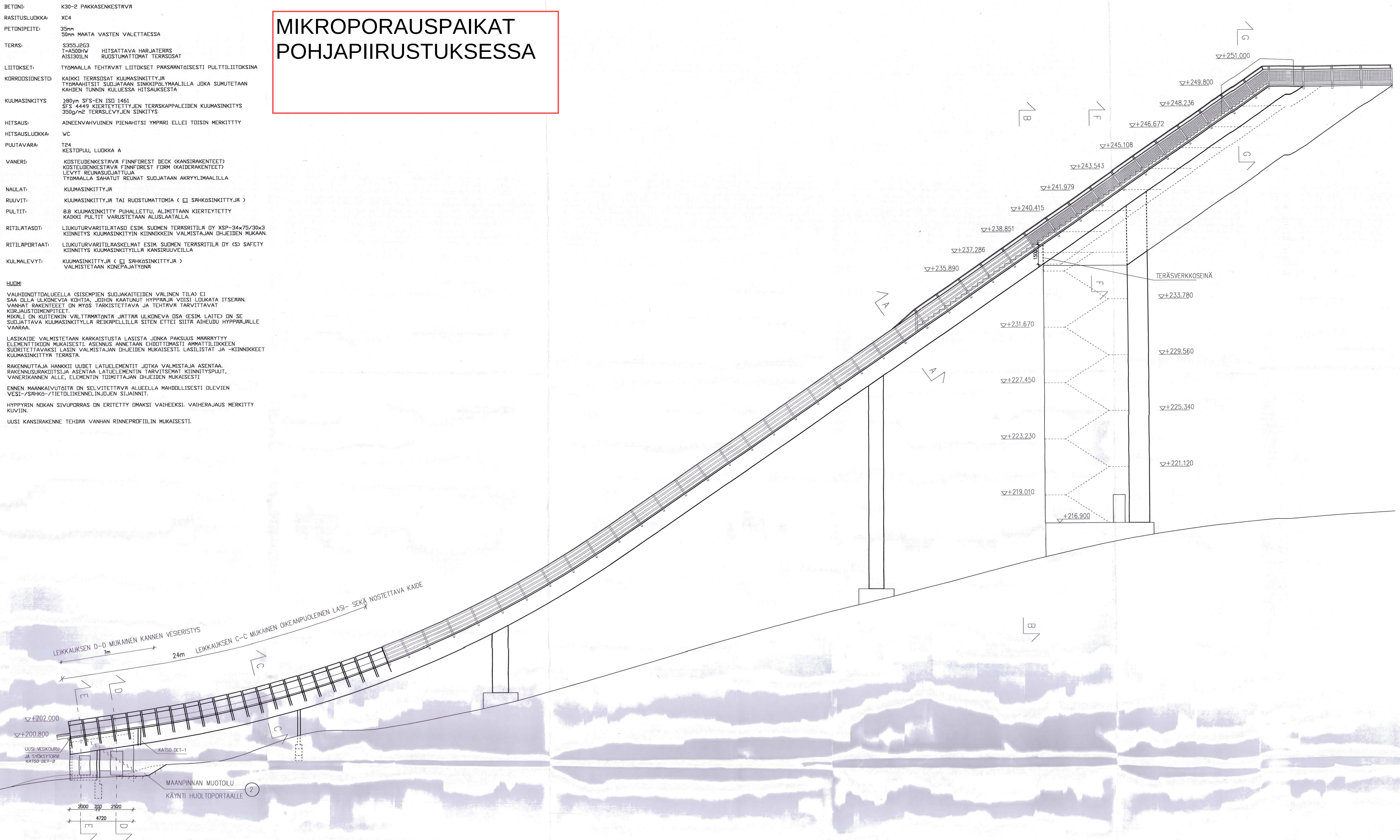


Kuva 33 Yksi mäen plekseistä/laseista on hajennut.

BETONI: K30-2 PAKKASENKESTÄVÄ
RASITUSLUOKKA: XC4
PETONPEITE: 35mm MAATA VASTEN VALETTESSA
TERRS: S355J2G3 T=4500W HITSATTAVA HARJATERRS AISI304LN RUOSTUMATTOMAT TERRSDSAT
LIITOKSET: TYÖMAALLA TEHTÄVÄT LIITOKSET PRASANTOISESTI PULTTILIITOKSINA
KORROOSIONESTO: KAIKKI TERRSDSAT KUUMASINKITYJÄ TYÖMAAHITIT SUJUTATAAN SINKKI-POLYMAALILLA JOKA SUJUTETAAN KAHDEN TUNNIN KULUESSA HITSAUKSESTA
KUUMASINKITYS: 280mm SF5-EN ISO 1461 SF5 4449 KIERTEITYTYJEN TEROSKAPPALEIDEN KUUMASINKITYS 350g/m2 TERRSLEVYJEN SINKITYS
HITSAUS: AINEENVAHVIKSEN PIENAHITIT YMPÄRI ELLEI TOISIN MERKITYTY
HITSAUSLUOKKA: WC
PUUTAVARA: T24 KESTOPUU, LUOKKA A
VANERI: KOSTEUDENKESTÄVÄ FINNFUREST DECK (KANSIRAKENTEET) KOSTEUDENKESTÄVÄ FINNFUREST FORM (KAIDERAKENTEET) LEVYT REINASUJUTATTUJA TYÖMAALLA SAHAUTETUT REUNAT SUJUTATAAN AKRYYLIIMAALILLA
NAULAT: KUUMASINKITYJÄ
RUUVIT: KUUMASINKITYJÄ TAI RUOSTUMATTOMIA (EI SÄHKÖSINKITYJÄ)
PULTIT: 8.8 KUUMASINKITYTY PUHALLETTU, ALIMITAAN KIERTEITYTY KAIKKI PULTIT VARUSTETAAN ALUSLAATALLA
RITILATASOT: LIIKUTURVARITILATASO ESIM. SUOMEN TERRSRIITILÄ OY XSP-34x75/30x3 KIINNITYS KUUMASINKITYIN KIINNIKKEIN VALMISTAJAN OHJEIDEN MUKAAN
RITILAPORTAAT: LIIKUTURVARITILAKSKELMAT ESIM. SUOMEN TERRSRIITILÄ OY (S) SAFETY KIINNITYS KUUMASINKITYJÄ KANSIOLIVUELLA
KULMALEVYTY: KUUMASINKITYJÄ (EI SÄHKÖSINKITYJÄ) VALMISTETAAN KONEPÄÄTYNÄ

HUOM!
VAUHDINOTTA-ALUEELLA (SISEMPIEN SUOJAKAITEIDEN VÄLINEN TILA) EI SAA OLLA ULKONEVIA KOHTIA, JÖHIN KAATUNUT HYPPÄÄJÄ VOISI LÖLKATA ITSEÄN. VANHA RAKENNE EI OLLA KÄYTTÖKUNTOINEN JA TEHTÄVÄ TÄRKEÄTÄVÄT KORJAUSTOIMENPITEET.
KOKO OIKUTUKSEN VÄLITÄMÄNÄ JÄTÄ ULKONEVIA OSA ESIM. LAITE ON SE SUJUTATTAVA KUUMASINKITYJÄ REIKKELLILLÄ SITEN ETTEI SIITÄ AIHEUDU HYPPÄÄJÄLLE VAARAA.
LASIKAIDE VALMISTETAAN KARKAISTUSTA LASISTA JOKA PAKSUUS MÄÄRITYTY ELEMENITIKÖN MUKAISESTI. ASENNUS ANNETAAN EHDOTTOMASTI AMMATILIIKKEEN SUOJITTAVASTI LASIN VALMISTAJAN OHJEIDEN MUKAISESTI. LASISTAT JA -KIINNIKKEET KUUMASINKITYTY TERRSSTÄ.
RAKENNUTTAJA HANKKII UUDET LATUELEMENTIT JOTKA VALMISTAJA ASENTAA. RAKENNUSURAKKOTUSLA ASENTAA LATUELEMENTIN TARVITSEMAT KIINNITYSPUIT, VANERIKANNEN ALLE ELEMENTIN TOIMITTAJAN OHJEIDEN MUKAISESTI.
ENNEN MAANKÄYVÄTÄ ON SELVITETTÄVÄ ALUEELLA MAHDOLLISET OLEVAIN VESI-/SÄHKÖ-/TIIETOLIKENNELIJÖJEN SIJAINNIT.
HYPPÄYRIN NOKAN SIVUPORRAS ON ERITETTY OMAKSI VAIHEEKSI VAIHERAJAUS MERKITYTY KUVIIN.
UUSI KANSIRAKENNE TEHDÄ VANHAN RINNEPROFIILIN MUKAISESTI.

MIKROPORAUSPAIKAT POHJAPIIRUSTUKSESSA



K.O.S.A.	KORTTEI/ILMA	TOIMITUS	RAKENNUSLUVAN TILINUS
RAKENNUSLUVAN MUUTOS / KORJAUS, WAHE 2	RAKENNUSLUVAN RAKENNUSLUVAN RAKENNUSLUVAN	RAKENNUSLUVAN RAKENNUSLUVAN RAKENNUSLUVAN	RAKENNUSLUVAN RAKENNUSLUVAN RAKENNUSLUVAN
RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE	RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE	RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE	RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE
RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE	RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE	RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE	RAKENNUSLUVAN K-90 MÄKI VAUHDINOTTORINNE

LASKENTARAPORTTI

PUIJON K90 MÄKI

LASKENTARAPORTTI

Tilaaaja: Kuopion kaupunki

SUUNNITTELU:

Sweco Rakennetekniikka Oy

LAATINUT

8.5.2024

Aleksi Maunula, DI

SISÄINEN TARKASTUS

31.5.2024

Hannu Kuokkanen, RI

Sisältö

A	LASKELMIEN YHTEENVETO	4
A.1	Kohteen tiedot	4
A.2	Kuvaus tarkasteltavasta rakenteesta	4
A.3	Havaitut vauriot	7
A.4	Mitoitusperusteet	11
A 4.1	Määräykset ja ohjeet	11
A 4.2	Kuormat	11
A 4.2.1	Omat painot	11
A 4.2.2	Hyötykuorma (oleskelukuorma)	12
A 4.2.3	Lumi- ja jääkuorma	12
A 4.2.4	Tuulikuorma	13
A 4.2.5	Lisävaakavoimat	14
A 4.3	Kuormien yhdistely	14
A 4.4	Kuormien yhdistely SFS-EN-1990	14
A.5	Rakenneanalyysit	16
A 5.1	Kokonaismalli	16
A 5.1.1	Rakennemallin yleiskuvaus	16
A 5.1.2	Ohjelmistot ja rakennemallit	19
A 5.1.3	Poikkileikkausarvot	19
A 5.2	Kuormien sijoittelu	19
A 5.2.1	Pysyvät kuormat	19
A 5.2.1.1	Lumikuorma	20
A 5.2.1.2	Tuulikuorma	20
A 5.3	Pilariryhmä 1 voimasuureet	21
A 5.3.1	Perustukset	21
A 5.3.2	Pilarit	22
A 5.3.3	Jäykisteristikot	23
A 5.4	Liimapuupalkkien voimasuureet	25
A 5.5	Vaakaristikon voimasuureet	26
A.6	Rakenneosien mitoitus	27
A 6.6	Pilariryhmä	27
A 6.6.1	Liimapuupilari	27
A 6.6.2	Vinojäykiste	28
A 6.6.3	Vinojäykisteen liitos pilariin	29
A 6.6.3.1	Hitsiliitos	32
A 6.6.3.2	Päätylevyn kestävyys	32
A 6.6.3.3	Ruuvien kestävyys	33
A 6.6.3.4	Puukkoliitoksen aiheuttama leimapaine	34
A 6.7	Liimapuupalkkien mitoitus	36
A 6.8	Vaakaristikon mitoitus	40

A 6.9	Liimapuupalkkien nivelliitin	41
-------	------------------------------------	----

Liitteet

A LASKELMIEN YHTEENVETO

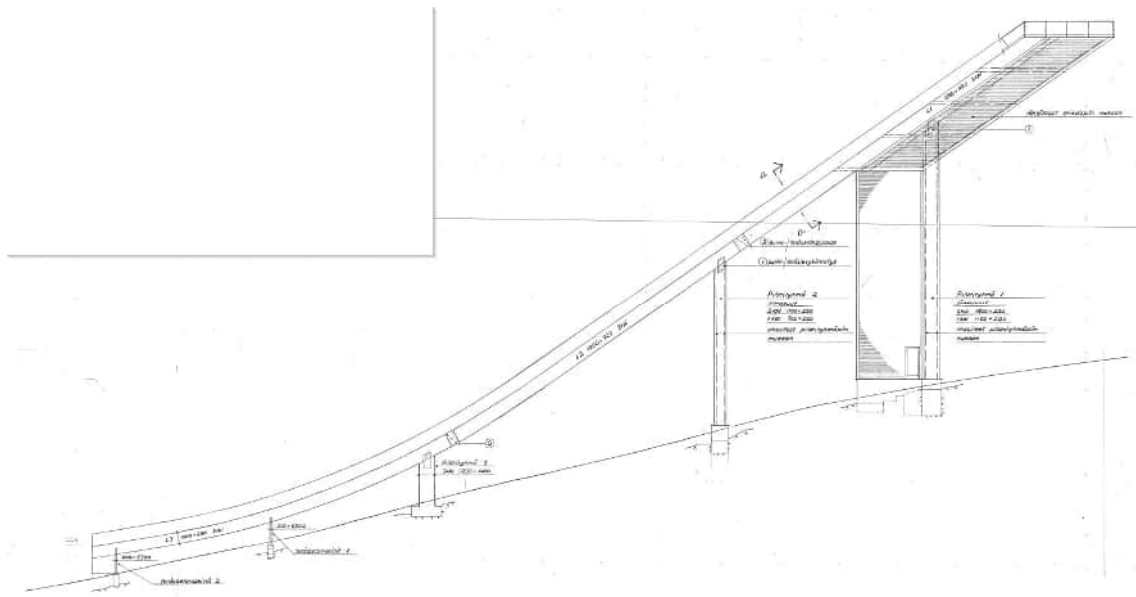
A.1 Kohteen tiedot

Tilaaaja:	Kuopion kaupunki
Kohde:	Puijon K90 mäki
Osoite:	
Pääasiallinen käyttötarkoitus:	Mäkihyppymäki

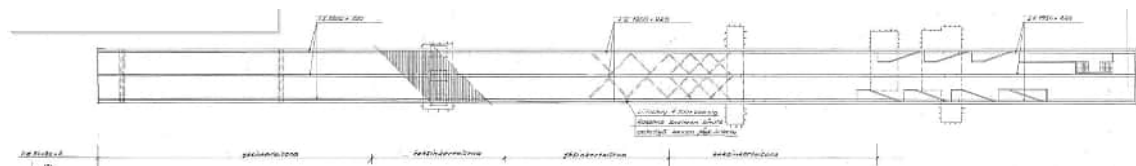
A.2 Kuvaus tarkasteltavasta rakenteesta

Puijon K90-hyppymäki on 80-luvulla rakennettu mäkihyppymäki. Kuntokartoituksen yhteydessä hyppymäen rakenteissa huomattiin mittavia vaurioita, jonka jälkeen Kuopion kaupunki on asettanut mäen käyttökieltoon. Tässä raportissa käydään läpi hyppymäen alkuperäistä mitoitusta sekä tarkastellaan rakenteiden toimivuutta vaurioituneessa tilassa.

K90-hyppymäen pystyrunko koostuu kolmesta betonirakenteisesta osasta hyppymäen alapäässä sekä kahdesta liimapuupilariryhmästä mäen yläosassa. Kuvassa 1 ja 2 on esitetty hyppymäen rungon periaate sekä kuvissa 3 ja 4 on esitetty liimapuupilariryhmän rakenteiden toimintaperiaate.



Kuva 1. Vauhtirinne pystyleikkaus

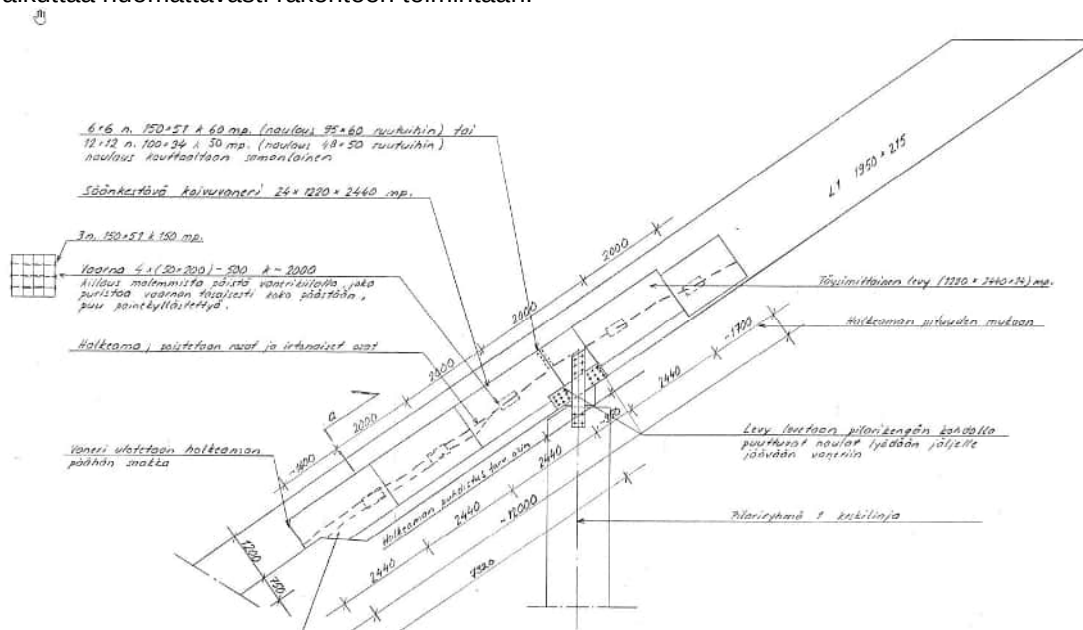


Kuva 2. Vauhtirinne vaakaleikkaus

6 (44)



Lisäksi rakentamisvaiheessa lähtötason liimapuupalkit ovat haljenneet palkin korkeuden muutoksen kohdalta läheltä tukea. Kuvassa 6 on näytetty alkuperäinen korjaussuunnitelma palkin korjaukseen. Kuvassa 7 on esitetty tämänhetkinen kunto vanerikorjauksella. Vanerin kunto vaikuttaa heikentyneen merkittävästi sekä kiinnikkeiden mahdollinen ruostuminen vaikuttaa huomattavasti rakenteen toimintaan.



Kuva 6. Liimapuupalkkien alkuperäinen korjaussuunnitelma



Kuva 7. Liimapuupalkin vanerikorjauksen kunto

Vaakaristikoiden liitoksissa on myös havaittavissa isoja puutteita. Kuvassa 8 on esitetty vaakaristikon liitos, jonka kolmesta ruuvista on vain yksi käytössä. Vastaavia kohtia löytyy kohteesta muualtakin.



Kuva 8. Vaakaristikon liitokset ovat puutteelliset. Kuvassa toiminnassa vain yksi ruuvi.

Merkittävä puute on myös havaittavissa liimapuupalkkien nivelliittimissä. Nivelliittimen alalevy on aikanaan hajonnut hitsauksien kohdalta pois ja se on korvattu L-teräksellä, joka on hitsattu jälkeinpäin liitokseen. Liitokseen kohdistuu merkittäviä leikkausvoimia ja korjaustoimenpide on myöskin ollut kyseenalainen.



Kuva 9. Nivelliittimen kunto L2- ja L3-palkin välillä. Liitosta korjattu jälkikäteen.

Liimapuupalkkien taipuessa on syntynyt kontakti liimapuupilarin reunan ja palkin välille. Tämä kontakti aiheuttaa liitoksiin hallitsemattomia voimia. Kuvassa 10 on esitetty tilanteesta havainnollistava kuva.



Kuva 10. Pilariryhmän 2 kohdalla liimapuupalkin ja pilarin väliin syntyy kontakti epäedulliseen paikkaan

A.4 Mitoitusperusteet

A 4.1 Määräykset ja ohjeet

Rakenneosien mitoituksessa on käytetty tämänhetkisiä rakentamismääräyksiä ja Eurokoodia.

A 4.2 Kuormat

Tässä kappaleessa näytetään laskennassa käytettävät kuormat.

A 4.2.1 Omat painot

Omat painot on arvioitu vanhojen piirustusten perusteella. Kuormia on hankala arvioida kovin tarkasti vanhan rakennuksen kohdalla, kun muutostöitä on tehty useaan kertaan vanhaan rakenteeseen. Vanhojen piirustusten avulla arvioidut puurakenteiden omat painot ovat puurakenteilla luokkaa 0,8 kN/m² hyppyrimäen lähtötasolla ja alaosalla 0,5 kN/m².

Omien painojen alustava haarukointi						
Rakenteiden painot	b (mm)	h (mm)	jako (mm)	paino (kg/m ³)	kuorma (kN/m ²)	kuorma (kN/m)
Pääkannattimet						
Palkki L1 220*1950	220	1950	1000	500		2,104
Lähtötaso						
Lähtötason kansilankutus 100*50 k100	100	50	100	500	0,245	
Kansilankutuksen koolaus 50*100 k400	100	50	400	500	0,061	
Kannen vaneri	12			500	0,059	
Alatasa						
Alatason laudoitus 100*34	100	34	100	500	0,167	
Alaosan runko 100*50	100	50	1225	500	0,020	
Alatason kannatinpalkki 220*300	220	300	2450	500	0,132	
Alatason sekundaaripalkki 100*100	100	100	2400	500	0,020	
Alatason ulkoseinälaudoitus 19*120	19	4500	1000	500		0,419
Kuormitusleveys	3062,5	mm	neliökuormat	0,705 kN/m ²		
			viivakuormat	2,524 kN/m		

Puurakenteiden lisäksi lähtötasolla sijaitsee teräsportaita sekä ladunhoitokone. Teräsportaiden neliökuormaksi on arvioitu 0,2 kN/m² ja teräksinen jäykistysristikko jäykistää hyppytaoaa ja sen omaksi painoksi on arvioitu 0,2kN/m².

Omat painot		
Viivakuormat		
Pääkannattimet	2,1 kN/m	
Pintakuormat		
Puurakenteet lähtötaso	0,8 kN/m ²	
Puurakenteet yleensä	0,5 kN/m ²	
Teräsjäykisteet (huomioitu kokonaislaskentamallissa)	0,2 kN/m ²	
Portaat (reunapalkeilla)	0,2 kN/m ²	
adunhuoltokone (jakautuu reunapalkeille sekä keskipalkille)	10 kN	
Yhteensä	1,2 kN/m ²	

A 4.2.2 Hyötykuorma (oleskelukuorma)

Oleskelukuormia ei tässä vaiheessa huomioida, sillä rakenne tarkastellaan ensin vain siten, että se ei ole käytössä. Mahdollisien korjaustoimenpiteiden jälkeen tehdään erillinen tarkastelu tarpeen mukaan.

Hyötykuorma (ei huomioida tässä vaiheessa)		
Oleskelukuorma	0 kN/m ²	

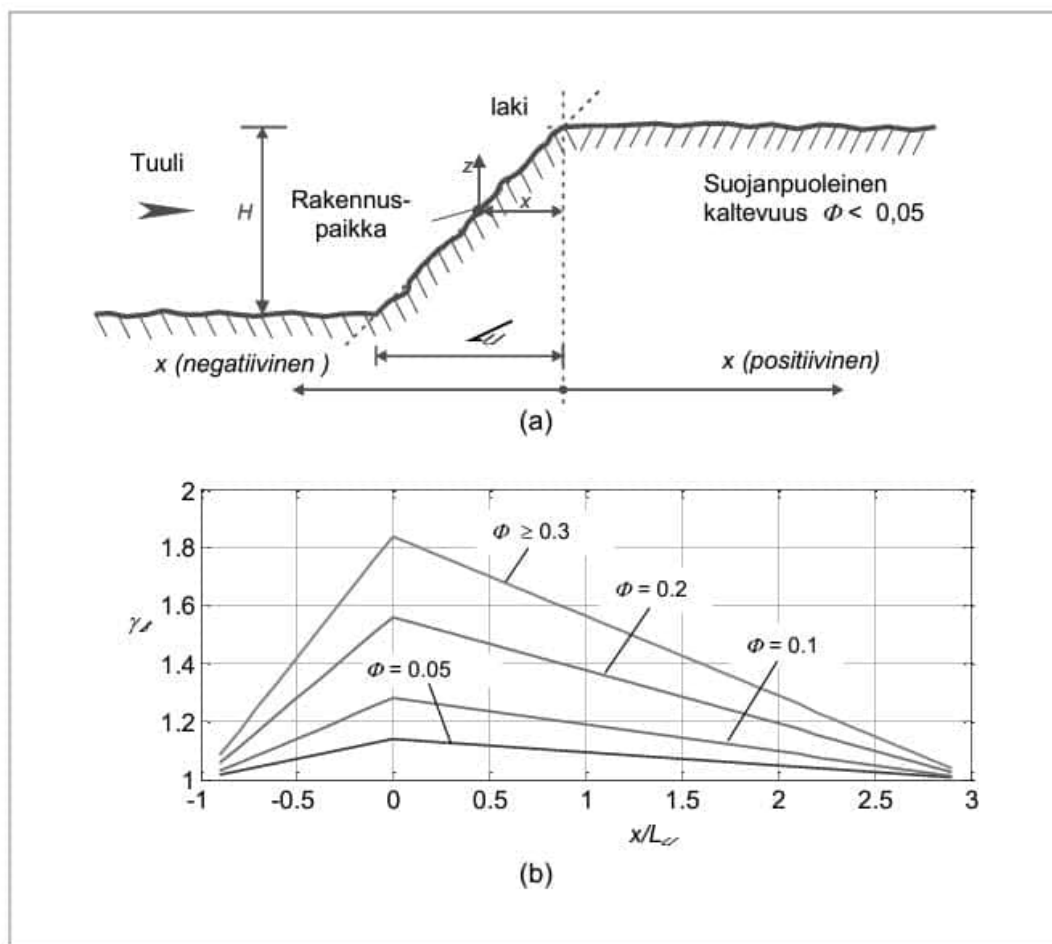
A 4.2.3 Lumi- ja jääkuorma

Lumen ja jään yhteispainoksi hyppyrimäessä arvioitiin 1.0 kN/m², joka muodostuu 160 mm korkeasta jäätyneestä lumesta, jonka tilavuuspaino on 600 kg/m³.

Lumikuorma		
Lumikuorma + jääkuorma	1 kN/m ²	
	3,0625 kN/m	

A 4.2.4 Tuulikuorma

Puijon mäkihyppymäet sijaitsevat jyrkässä rinteessä, jotten maaston pinnanmuodon vaikutus on otettava huomioon.



Kuva 4.3S. Nopeuspaineen suurennuskertoimen γ_D toispuoleisille maastonkohoumille. (a) Parametrien määrittely, (b) Suurennuskertoimen. Jos $\Phi > 0,3$, korvataan kuvassa (b) vaakakselin muuttuja x/L_u parametrilla $x/(H/0,3)$, kun $x > 0$.

Kuva 11. Nopeuspaineen suurennuskertoimen määrittely RIL 201-1-2011

Rakennuksen korkeus määritetään hyppymäen montusta, kun tarkasteltava rakenne sijaitsee rinteessä. Tuulikuorman suunta poikkeaa tarkasteltavasta tilanteesta, mutta vaihtoehtoisten tarkastelutapojen puuttuessa tuulikuorma tarkastellaan tällä tapaa. Tuulikuorma on huomioitu voimakertoimen menetelmää käyttäen ja voimakertoimen suuruutena on käytetty arvoa 1,8-kerrointa, joka vastaa kylteille annettavaa voimakertoiminta. Tuulikuormaksi pystyrakenteille saadaan näin ollen 1,97 kN/m³.

Tuulikuorma pystyrakenteille EN 1991-1-4		
Rakennuksen korkeus h	33	m
Tuulikuorma q.k	0,87	kN/m ²
Nopeuspaineen suurennoskerroin γ (RIL 201-2011)	1,26	
Voimakerroin c.f	1,8	
Tuulikuorma	1,97	kN/m ²

Palkkeja mitoittaessa tuulenpaine kohdistuu niihin kohtisuorasta palkin pituusakseliin nähden. Tuulikuorma alaspäin on 1,32 kN/m² ja ylöspäin 1,97 kN/m².

Tuulikuorma vaakarakenteille EN 1991-1-4		
Tuulikuorma q.k	0,87	kN/m ²
Nopeuspaineen suurennoskerroin γ (RIL 201-2011)	1,26	
Voimakerroin c.f tuulen suunta alaspäin	1,2	
Tuulikuorma alaspäin	1,32	kN/m ²
Voimakerroin c.f tuulen suunta ylöspäin	1,8	
Tuulikuorma ylöspäin	1,97	kN/m ²

A 4.2.5 Lisävaakavoimat

Lisävaakavoimat on arvioitu suhteella N/150 (RIL 201-1-2011).

A 4.3 Kuormien yhdistely

Kuormien yhdistelyt esitetty seuraavissa kappaleissa.

A 4.4 Kuormien yhdistely SFS-EN-1990

Kuormien yhdistelyssä on noudatettu standardia SFS-EN-1990. Kuormakerroin K_{FI} on 1,0 RC2-luokassa.

Käyttörajan ominaisyhdistelmä:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Tavallinen yhdistelmä:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Pitkä-aikainen yhdistelmä:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Murtorajatila:

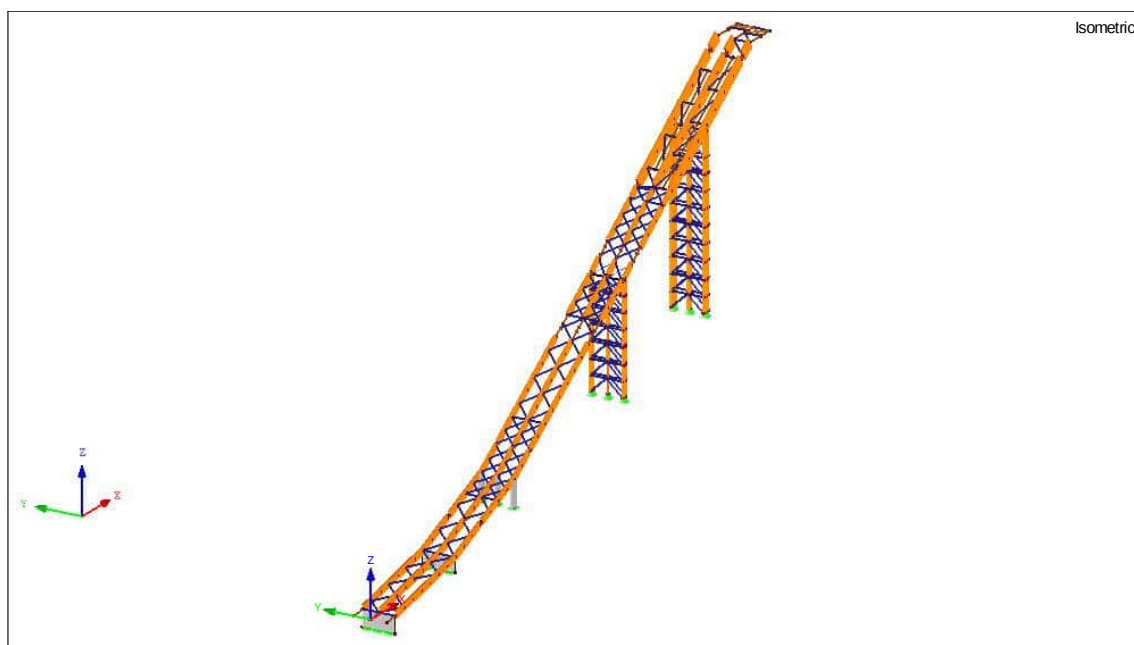
$$\left. \begin{matrix} 1,15 K_{FI} \\ 0,9 \end{matrix} \right\} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_P P + 1,5 K_{FI} Q_{k,1} + 1,5 K_{FI} \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

A.5 Rakenneanalyysit

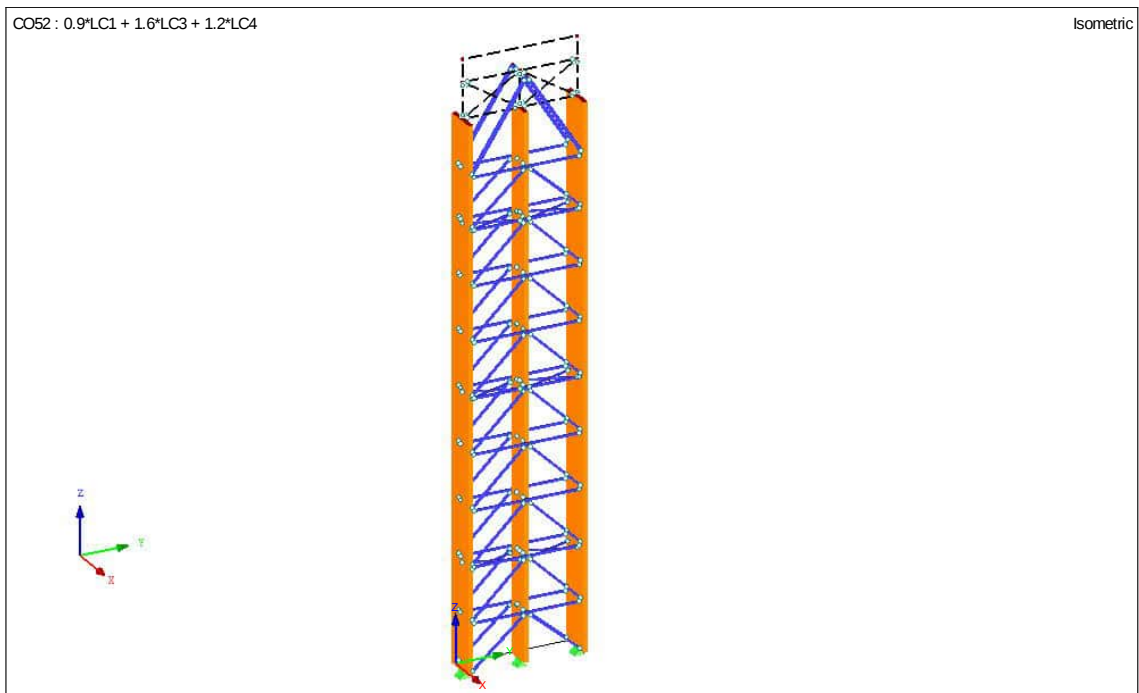
A 5.1 Kokonaismalli

A 5.1.1 Rakennemallin yleiskuvaus

Rakennemalli koostuu palkkielementeistä. Pilariryhmän 1 liimapuupilarit on mallinnettu 1500*215 ja 1100*215 liimapuupilareina ja teräsjäykisteet palkkielementteinä 100*100*5 profiililla. Pilariryhmän 2 liimapuupilarit on mallinnettu 1100*215 ja 700*215 liimapuupilareina ja teräsjäykisteet palkkielementteinä 80*80*4 profiililla. Liimapuut ja teräspalkit muodostavat ristikkorakenteen hyppyrimäen poikkisuuntaan. Hyppyrimäen pituussuuntaan liimapuupilarit on tuettu liimapuupalkkeihin, jotka taas välittävät kuormia mäen alaosaan betonirakenteille. Pilariryhmä 3 koostuu 400*1200 betonipilareista, joka toimii mastorakenteena mäen molemmissa suunnissa. Hyppyrimäen alaosassa sijaitsee lisäksi kaksi betoniseinälinjaa, jotka jäykistävät mäen poikittaiseen suuntaan.

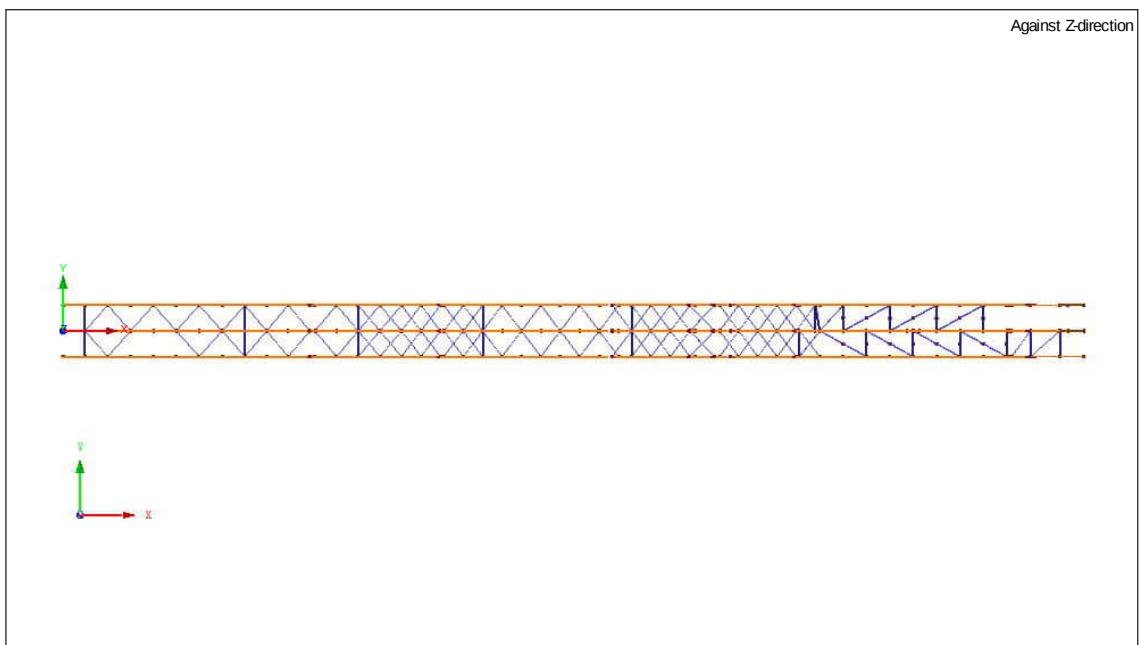


Kuva 12. Kokonaisrakennemalli



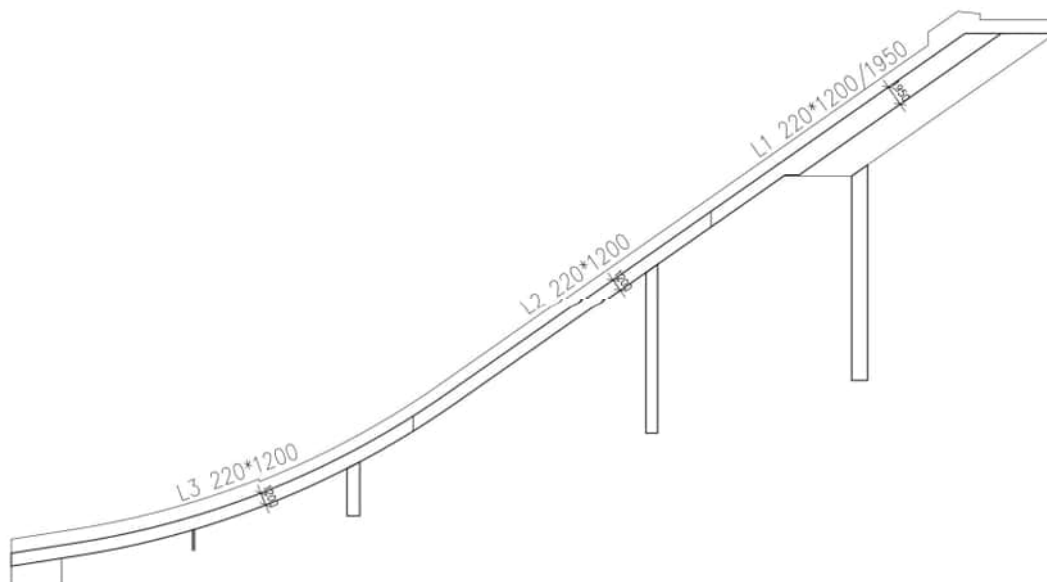
Kuva 13: Rakennemalli pilariryhmä 1

Terässauvojen eli vinositeiden liitokset mallinnettiin 420827 kN/m jousilla, joka vastaa yhden M24 ruuviliitoksen jousivakiota. Tällä jousivakiolla pyrittiin mallintamaan todellisempaa jäykistystornin siirtymää, sillä tällaiset liitokset sisältävät aina välyksiä.



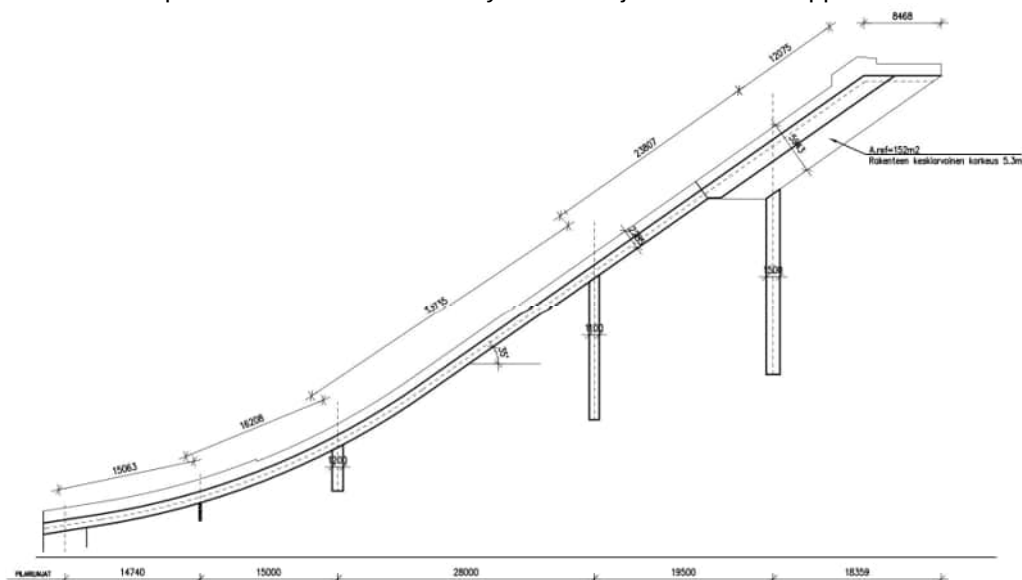
Kuva 14. Rakennemalli vaakaristikko

Liimapuupalkit mallinnettiin 215*1200 kokoisina muun mäen osalta paitsi lähtötasanteen. Lähtötasanteen palkkikoko on 215*1950.



Kuva 15. Liimapuupalkkien koot ja numeroinnit

Rakenteiden pinta-alat tarkasteltiin vanhojen korjaussuunnitelma DWG-piirustusten avulla. Tuulikuorman pinta-alaan on huomioitu myös kaiteet ja lähtötason koppirakenteet.



Kuva 16. Rakenteiden tuulipinta-alat, pystyleikkaus

A 5.1.2 Ohjelmistot ja rakennemallit

Laskentamalli tehtiin RFEM 5.29- laskentaohjelmalla

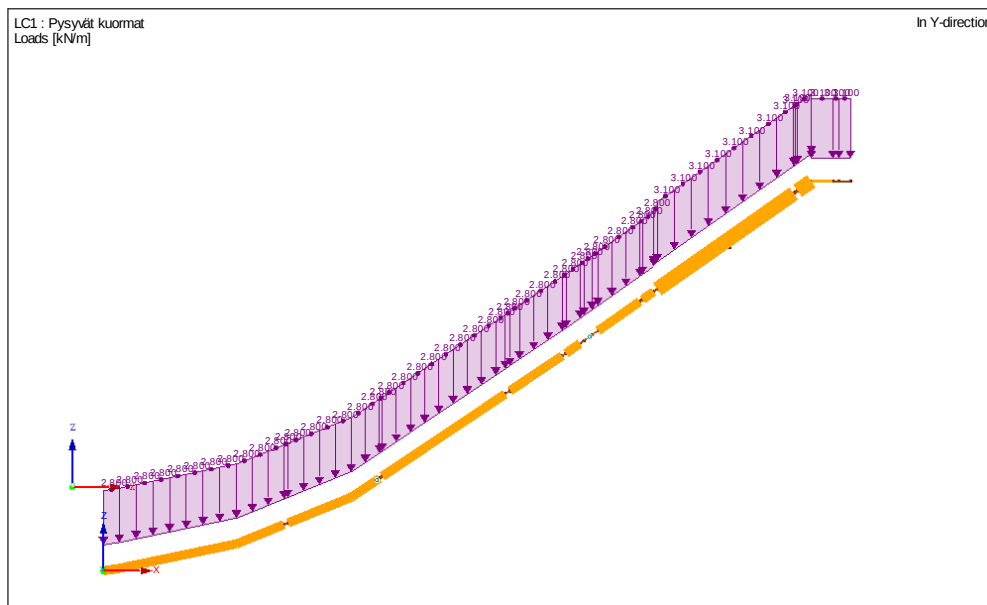
A 5.1.3 Poikkileikkausarvot

Rakenteiden poikkileikkausarvot taulukoituna:

Rakennusosa	Materiaali	Profiili
Pilariryhmä 1, pilarit reunoilla	GL30C	215*1500
Pilariryhmä 1, pilari keskellä	GL30C	215*1100
Pilariryhmä 2, pilarit reunoilla	GL30C	215*1100
Pilariryhmä 2, pilari keskellä	GL30C	215*700
Pilariryhmä 1, teräsjäykisteet pääosin	S235	100*100*5
Pilariryhmä 2, teräsjäykisteet pääosin	S235	80*80*4
Jäykisteristikko, teräsrakenteet pääosin	S235	80*80*3
Liimapuupalkki 1	GL30C	215*1950
Liimapuupalkki 2	GL30C	215*1200

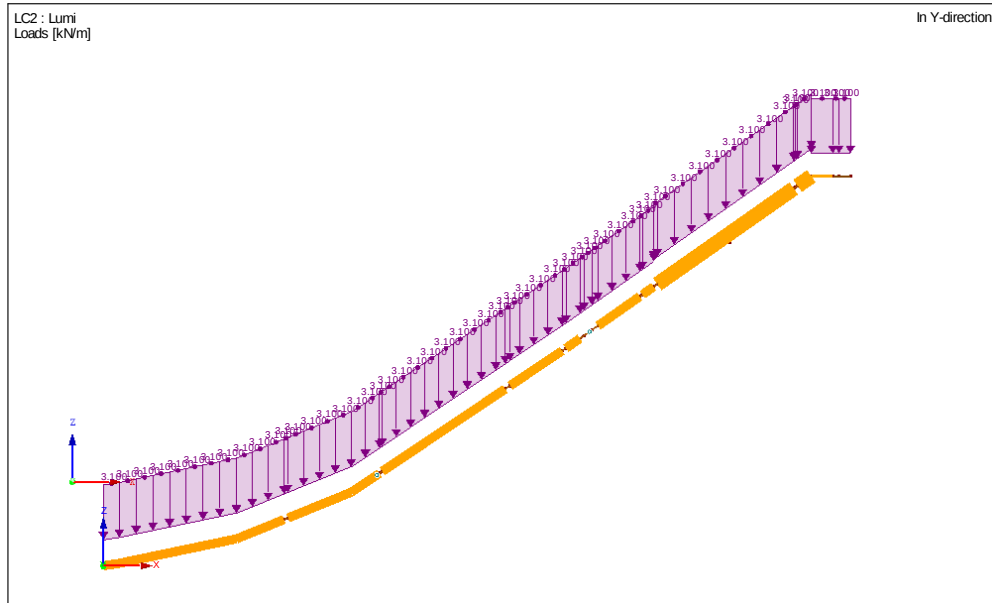
A 5.2 Kuormien sijoittelu

A 5.2.1 Pysyvät kuormat



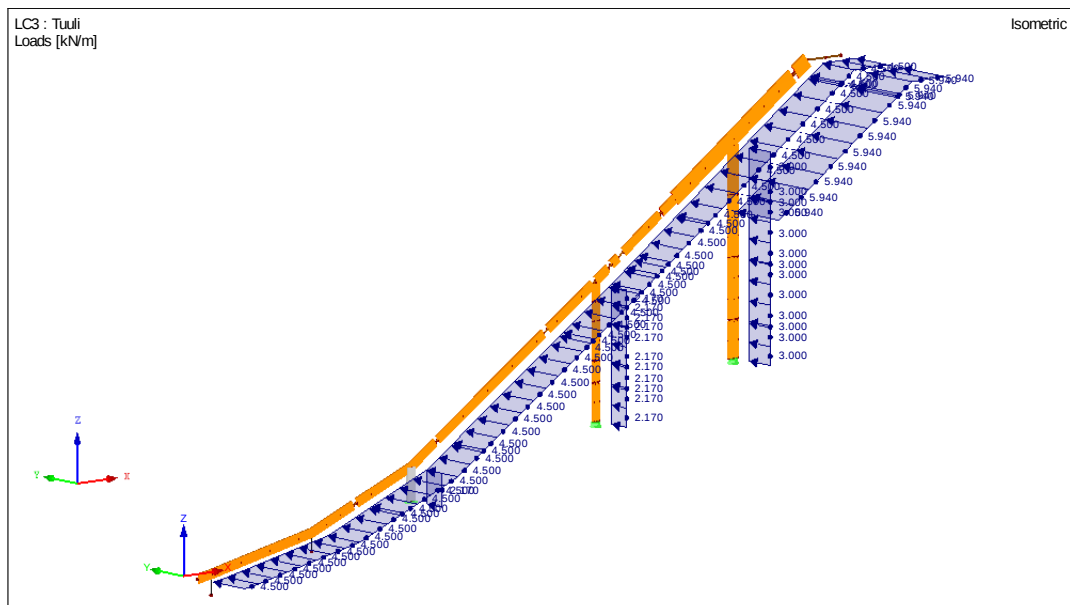
Kuva 17. Pysyvät kuormat keskipalkille

A 5.2.1.1 Lumikuorma



Kuva 18. Lumikuorma keskipalkille

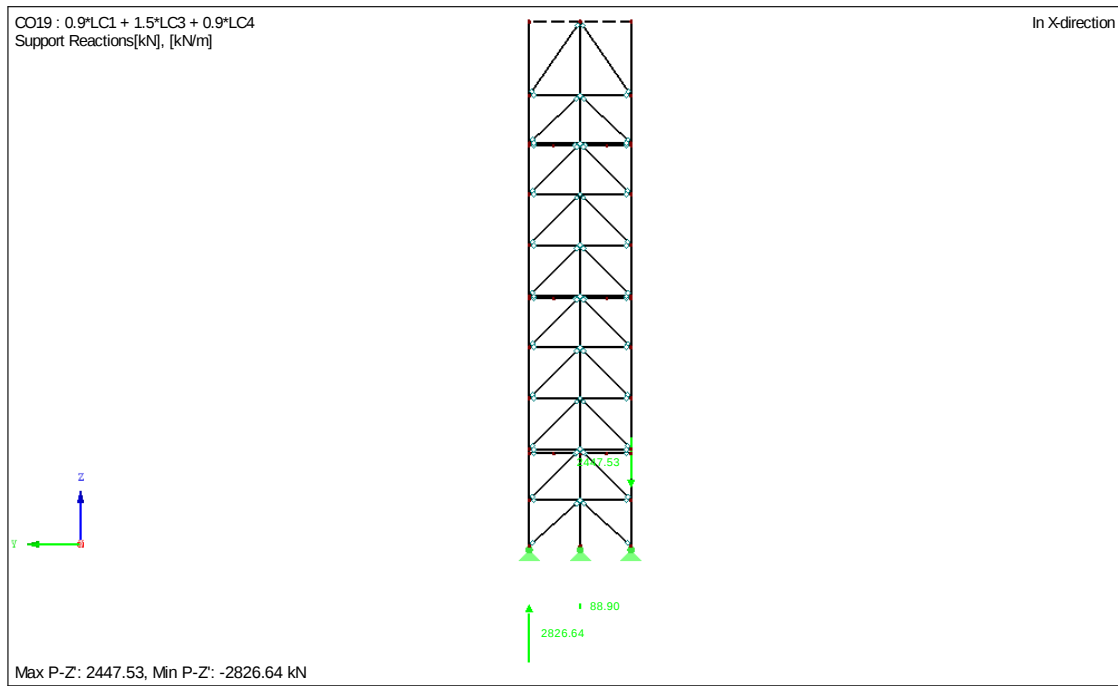
A 5.2.1.2 Tuulikuorma



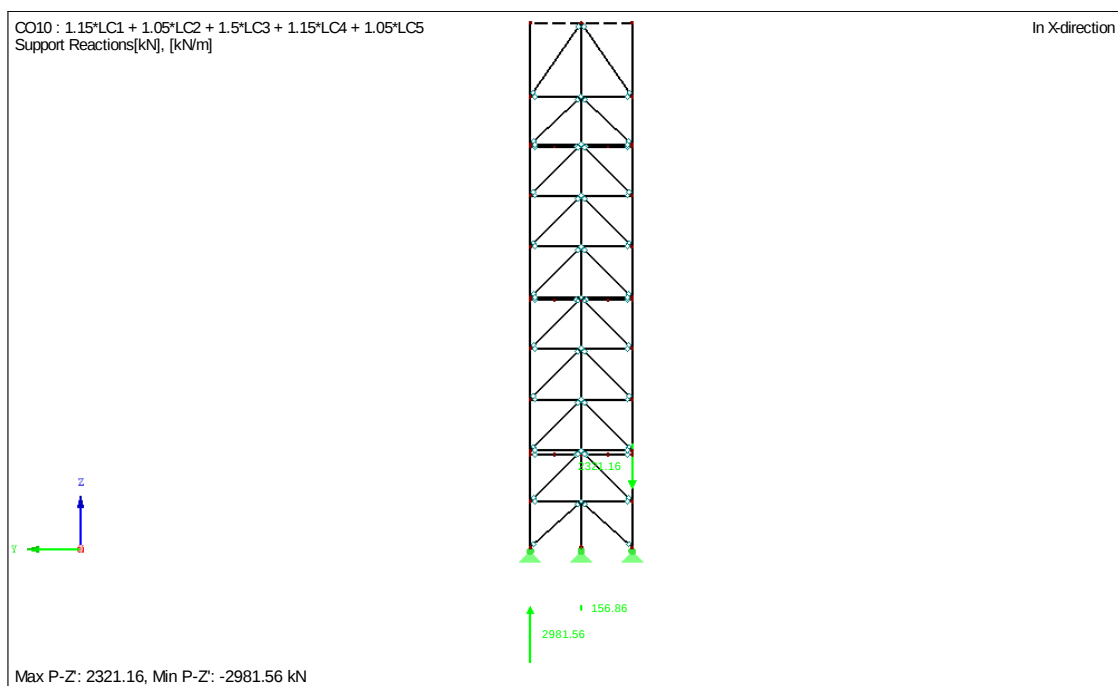
Kuva 19. Tuulikuorma reunimmaisille rakenteille

A 5.3 Pilariryhmä 1 voimasuureet

A 5.3.1 Perustukset

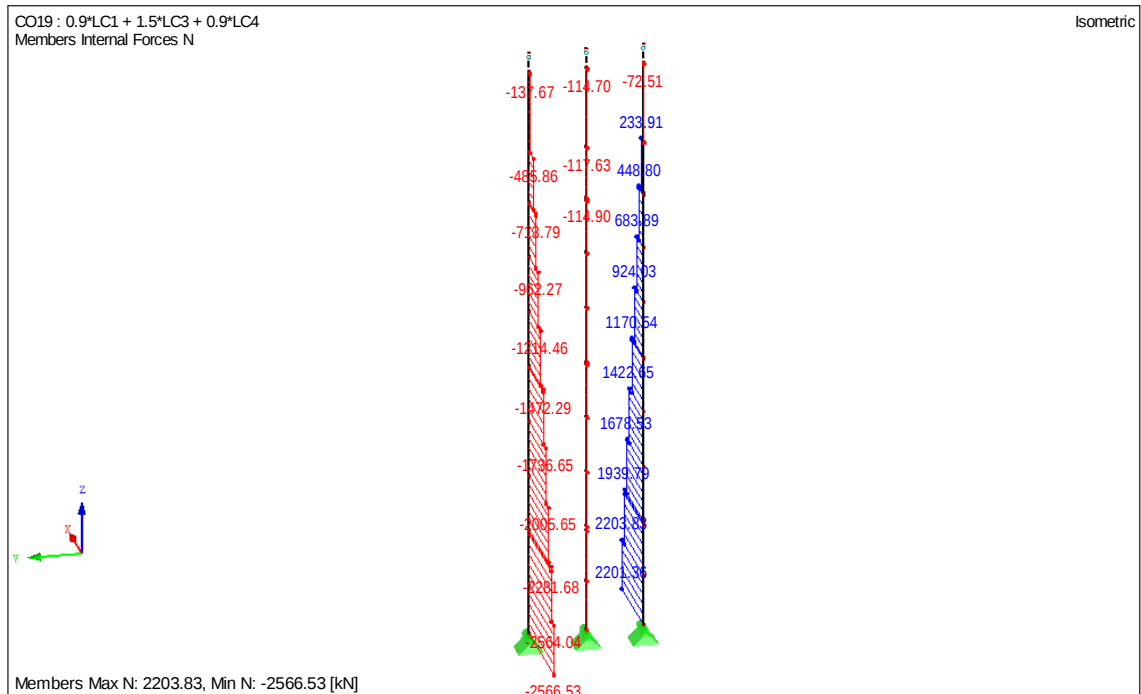


Kuva 20. MRT, Suurin vetovoima

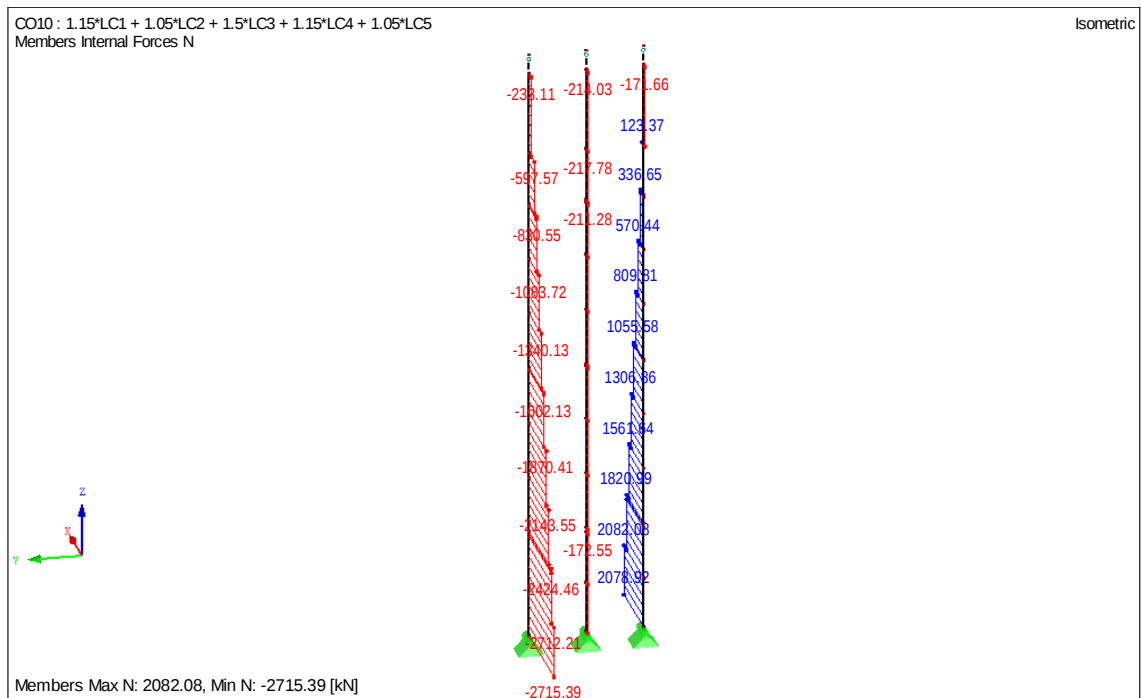


Kuva 21. MRT, Suurin puristuskuorma

A 5.3.2 Pilarit

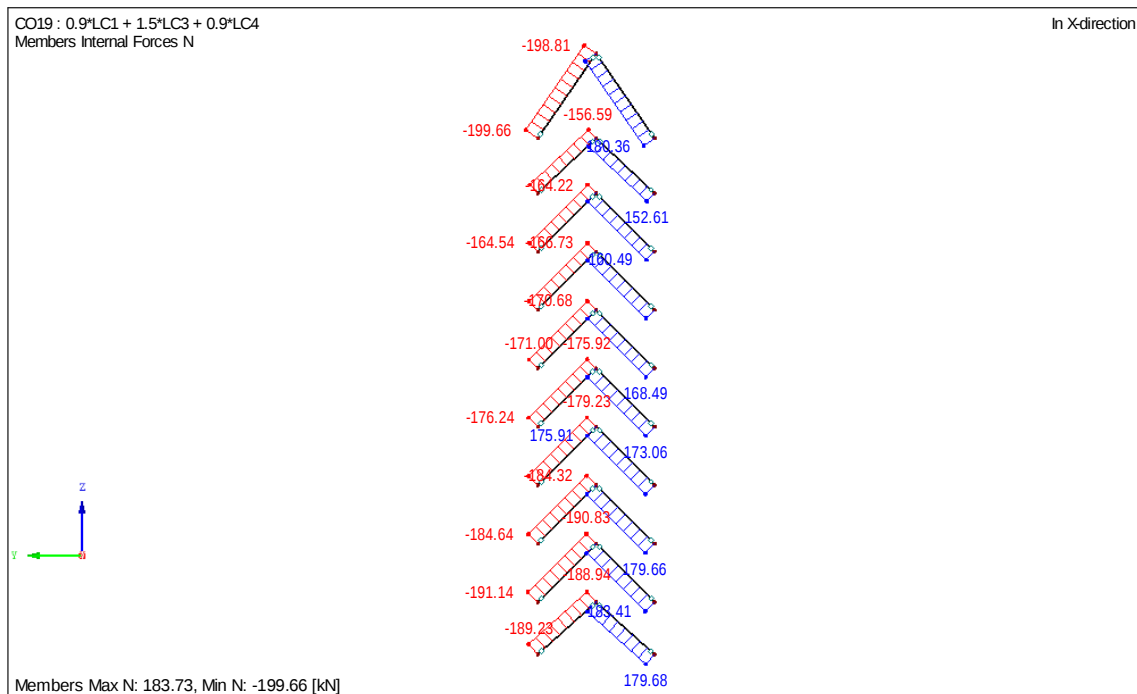


Kuva 22. MRT, Suurin vetovoima

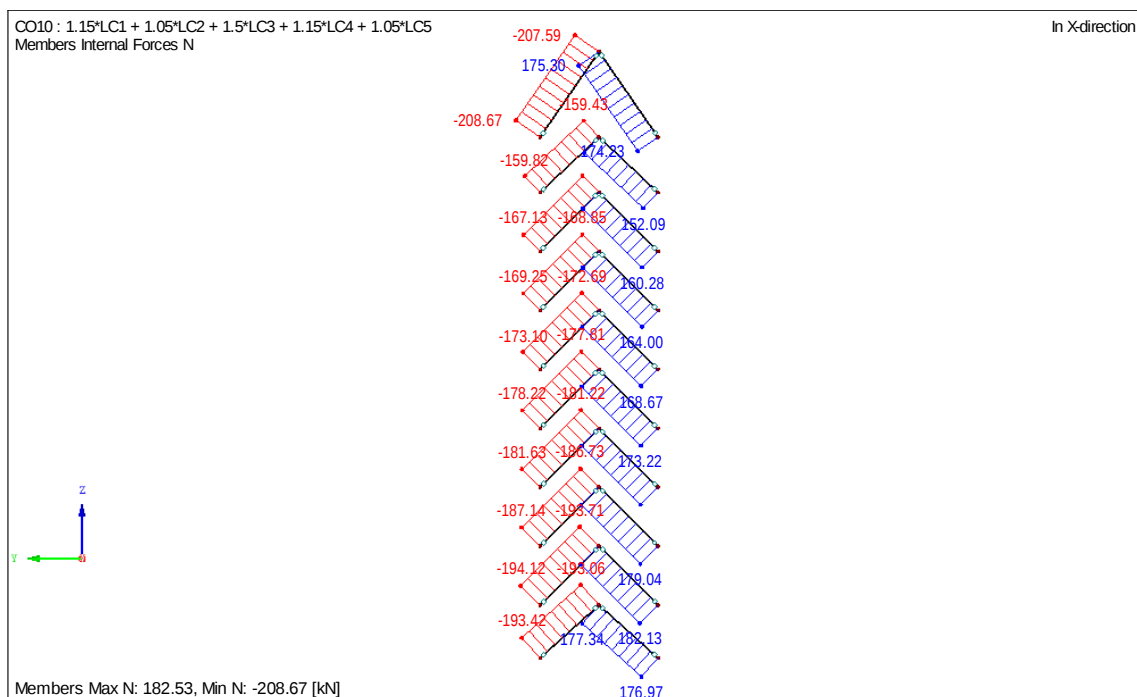


Kuva 23. MRT, Suurin puristuskuorma

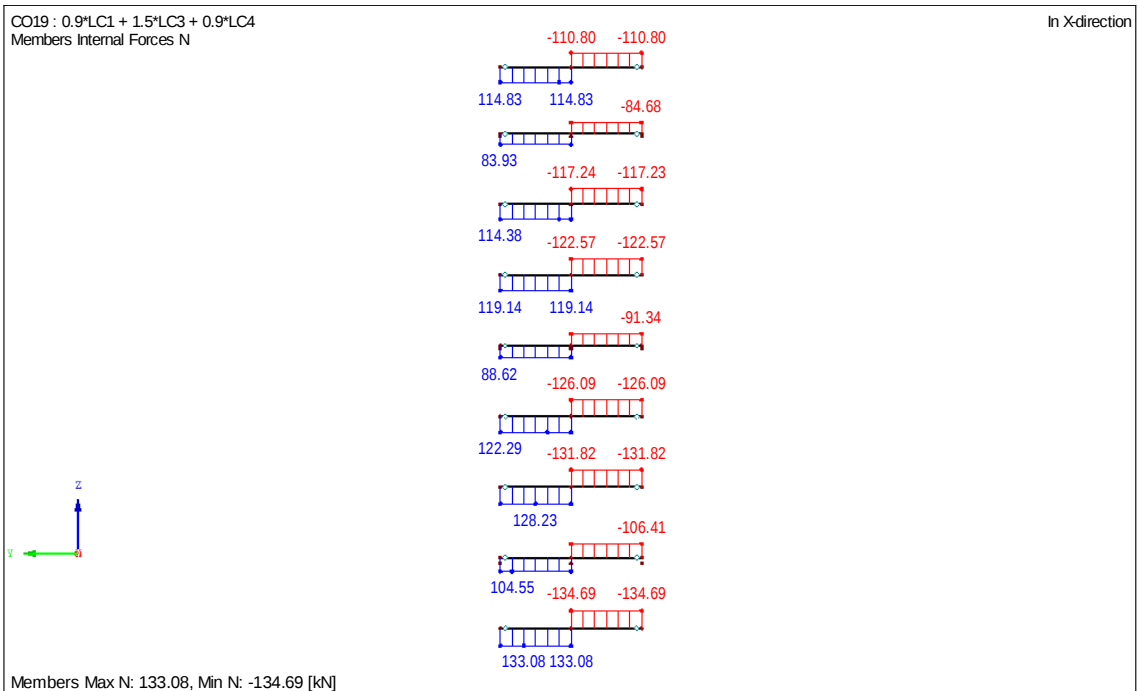
A 5.3.3 Jäykisteristikot



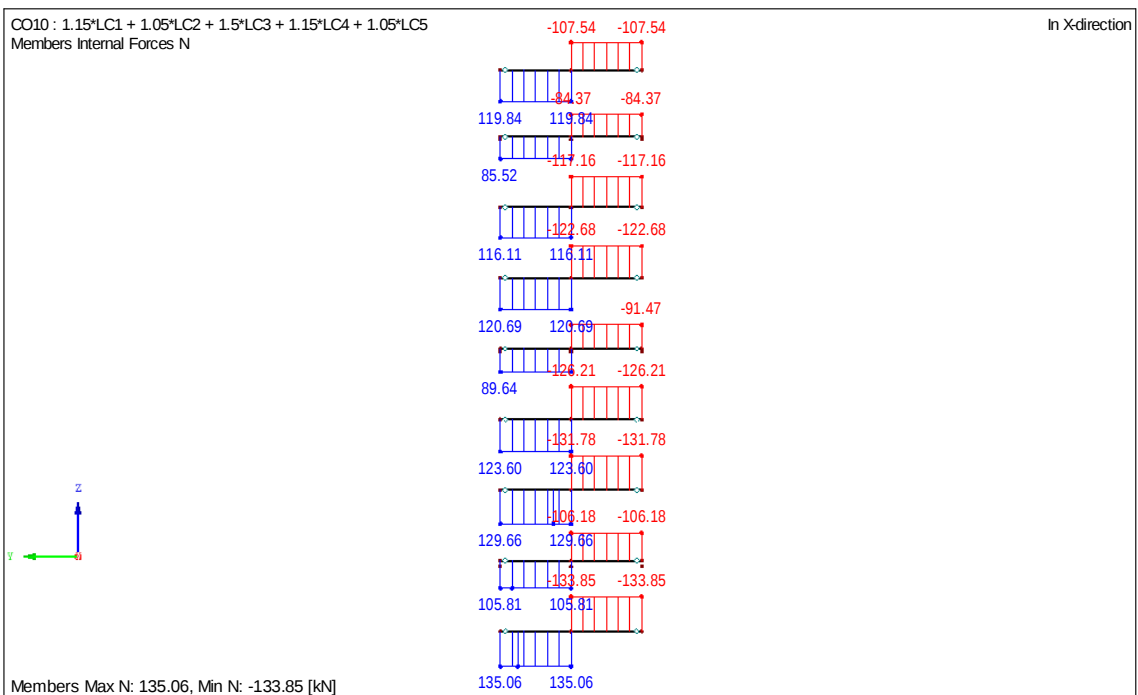
Kuva 24. MRT, Vinosauvat suurin vetovoima



Kuva 25. MRT, Vinosauvat suurin puristuskuorma

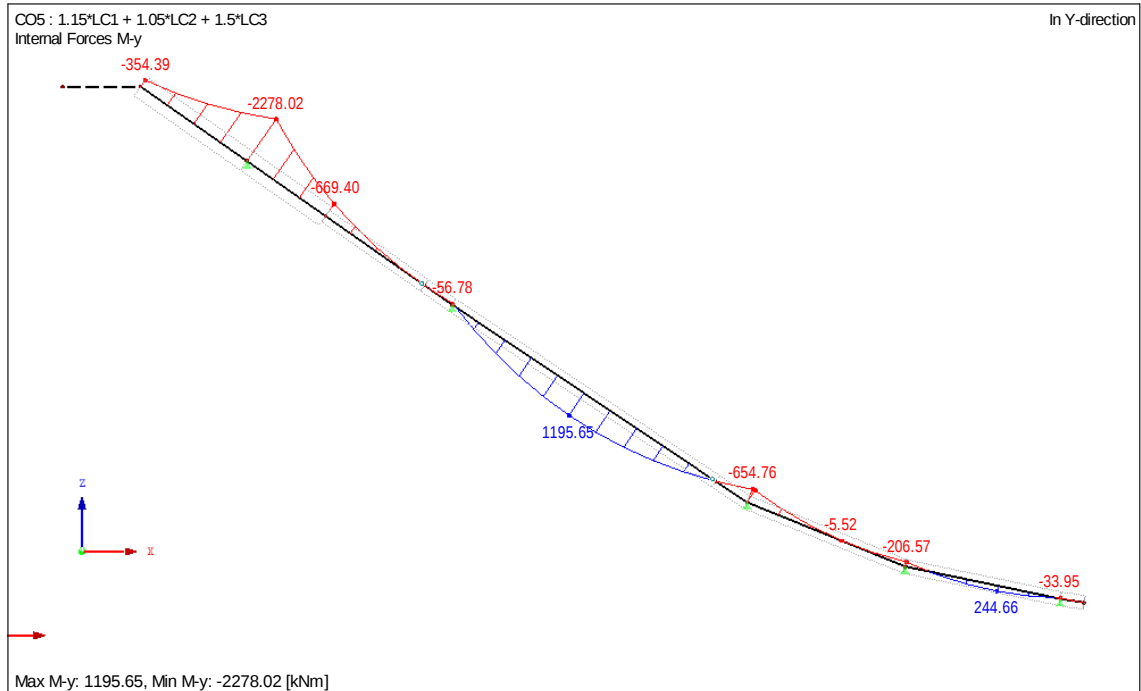


Kuva 26. MRT, Vaakaristikko suurin vetovoima

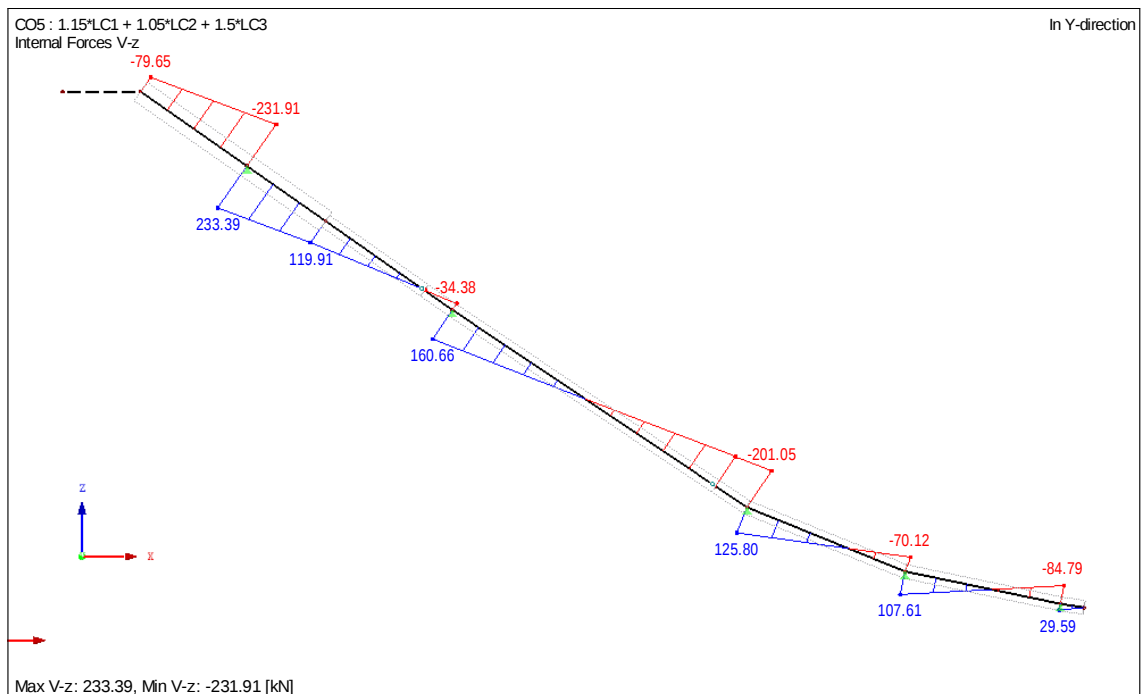


Kuva 27. MRT, Vaakaristikko suurin puristuskuorma

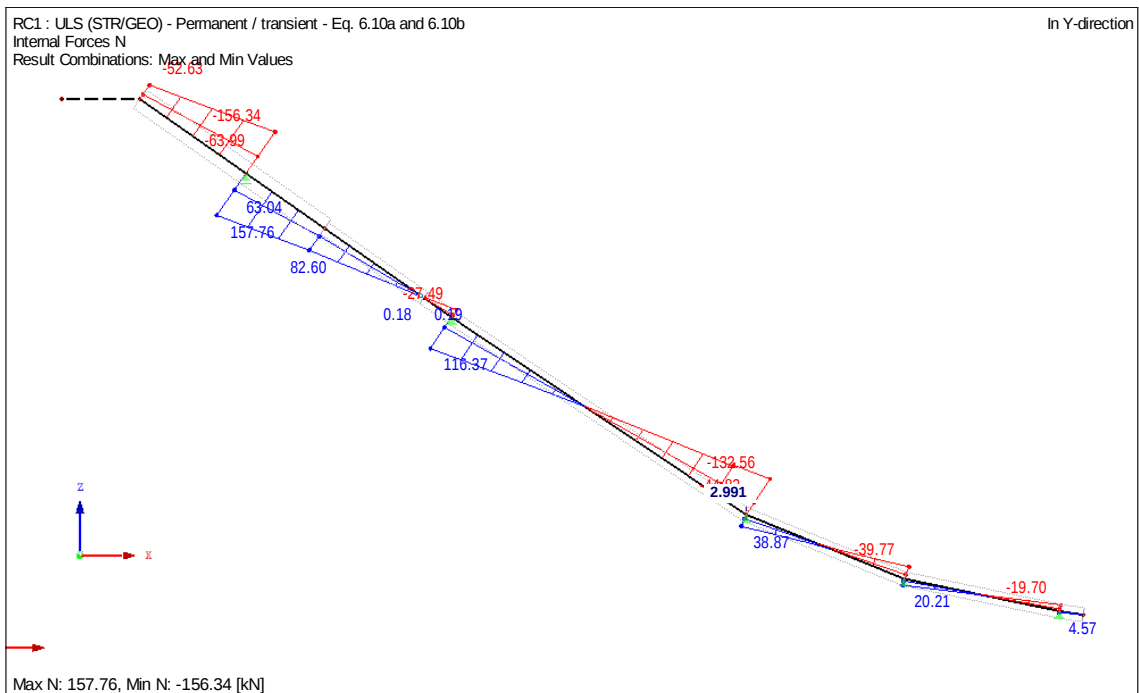
A 5.4 Liimapuupalkkien voimasuureet



Kuva 28. Palkissa vaikuttava momentti (tuuli määräävä)

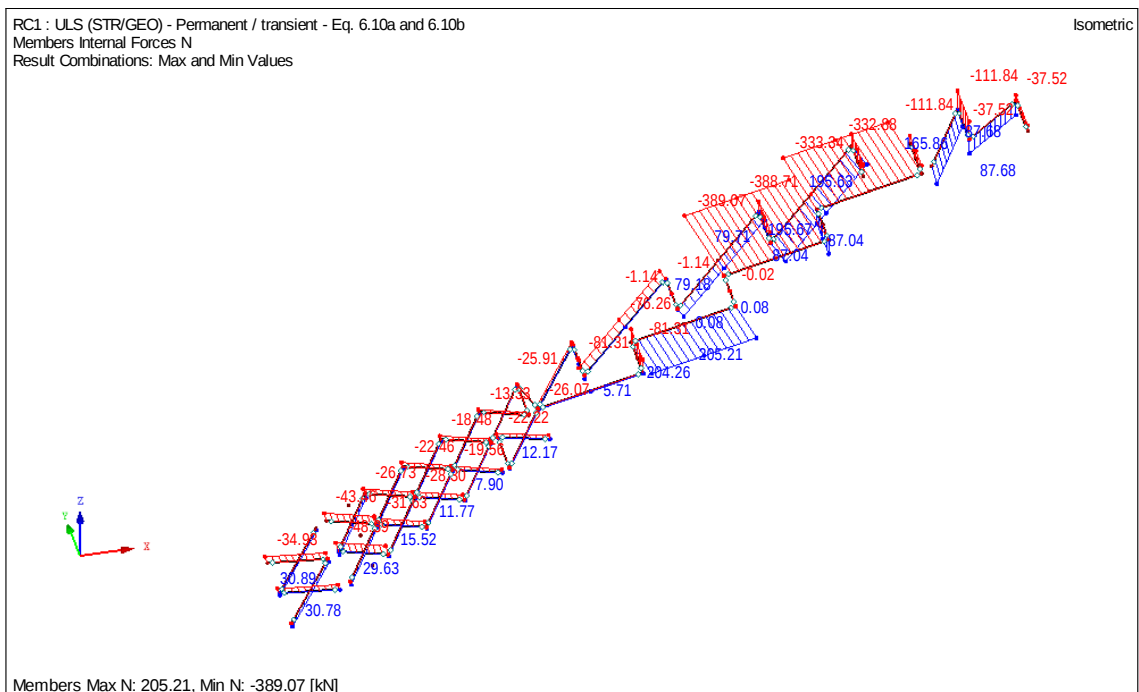


Kuva 29. Palkissa vaikuttava leikkausvoima

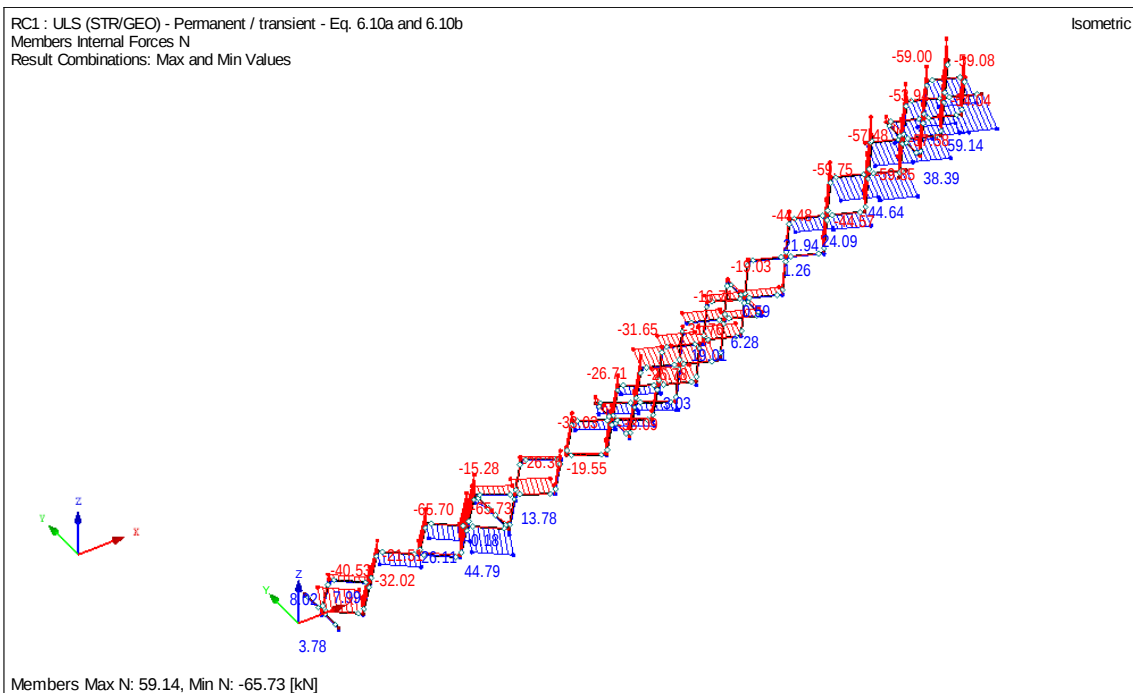


Kuva 30. Palkkien normaaliveit

A 5.5 Vaakaristikon voimasuureet



Kuva 31. Vaakaristikon normaaliveit yläosa (Pilariryhmää 2 saakka)



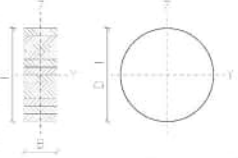
Kuva 32. Vaakaristikon normaalivoimat alaosa

A.6 Rakenneosien mitoitus

A 6.6 Pilariryhmä

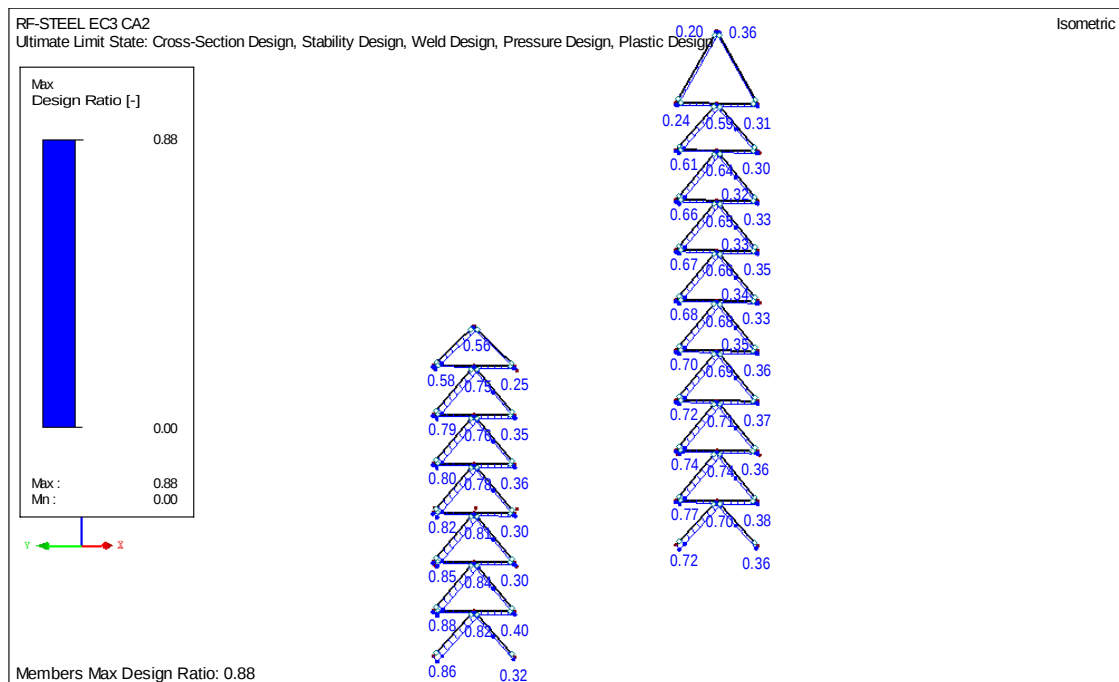
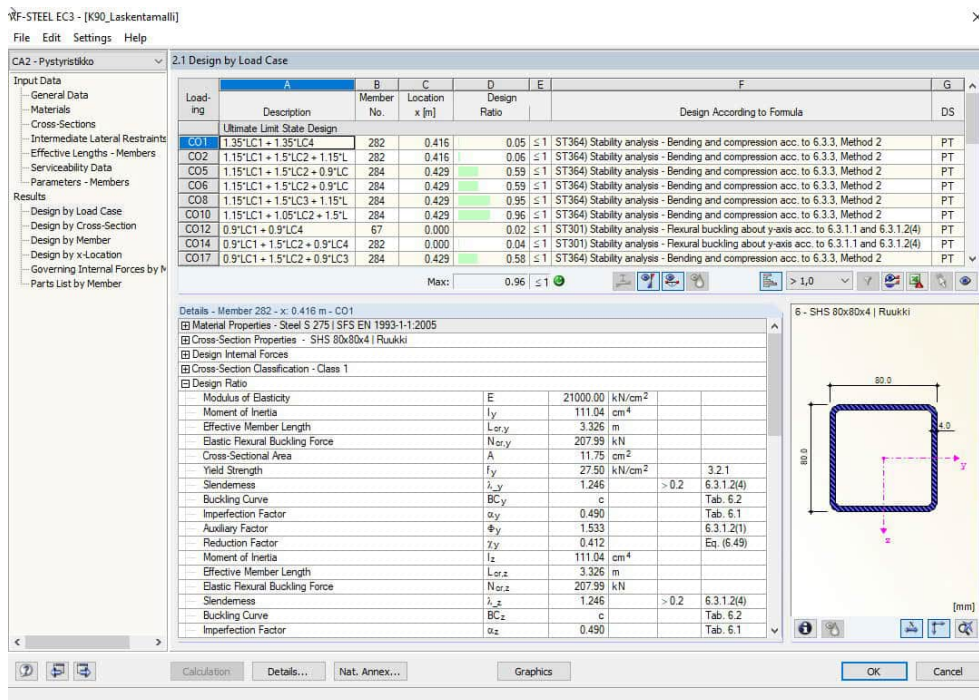
A 6.6.1 Liimapuupilari

Liimapuupilarin puristuskestävyys tarkistettiin FEM-analyysin mukaisille kuormille. Pilarin käyttöaste 84%. Leikkausvoimaksi arviottiin $N_{Ed}/150$ suuruinen osa ja kuorman epäkeskisyydeksi 20 mm, joka aiheuttaa pilarin päähän taivutusmomentin. Lisäksi pilaria taivuttaa vinosauvan puristuskuorma, jonka epäkeskisyys on puolet pilarin leveydestä. Pilarin pituutena käytettiin pilarin mittaa vinojäykisteiden välillä ja sen nurjhduskertoimena arvoa 2 heikommassa suunnassa.

SWECO 		Palaute Ohje		Rakennelaskelma: Puristettu poutaava (RIL 205-1-2007)	
Rakennuskohde		Työ nro:		Tekijä: FIAMLA	Sivu: 1(1)
Proj. K90 maki				Päiväys:	Sijainti:
				Sivallus:	Päivitys 1
NURJAHUSPITUUS, $L_{e,z}$		25000 mm			
NURJAHUSPITUUS, $L_{e,y}$		4400 mm			
POIKKILEIKK. KORKEUS, H		1500 mm			
POIKKILEIKK. LEVEYS, B		215 mm			
AIKALUOKKA		hetkellinen			
KÄYTTÖLUOKKA		3			
TEHOLLINEN JÄNNEVÄLI (kiepahdustakana), l_{ef}		2200 mm			
2. VOIMASUURET (kaikki arvot positiivisia)					
NORMAALIVOIMA, N_d		2715,0 kN		MOMENTTI, $M_{d,y}$	
LEIKKAUSVOIMA, V_d		18,1 kN		MOMENTTI, $M_{d,z}$	
				41,5 kNm	
3. MATERIAALI					
MATERIAALI: GL30c		k _{res} : 0,90		k _{tr} : 1,00	
k _{tr} : 1,00		β _m : 1,2		k _{tr} : 0,7	
				β _c : 0,1	
taivutuslujuus, f_{td}		30,0 N/mm ²		taivutuslujuus, f_{td}	
puristuslujuus, f_{cd}		25,0 N/mm ²		puristuslujuus, f_{cd}	
kimmomoduuli, $E_{t,mean}$		13000 N/mm ²		kimmomoduuli, $E_{t,95}$	
leikkaukslujuus, $f_{t,d}$		3,50 N/mm ²		leikkaukslujuus, $f_{t,d}$	
				2,63 N/mm ²	
4. NURJAHUSKESTÄVYYS (AVARUSNURJAHUS)					
$\lambda_y = 57,74$		$\lambda_z = 70,89$			
$\alpha_{crit,y} = 31,98$		$\alpha_{crit,z} = 21,21$			
$\lambda_{rel,y} = 0,884$		$\lambda_{rel,z} = 1,086$			
$k_y = 0,920$		$k_z = 1,129$			
$k_{zy} = 0,851$		$k_{zz} = 0,696$			
$\sigma_{ty,d} = 8,4 \text{ N/mm}^2$		$f_{cd,y,d} = 18,8 \text{ N/mm}^2$		$\sigma_{tz,d} = 8,4 \text{ N/mm}^2$	
$\sigma_{ty,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2$		$f_{cd,y,d} = 22,5 \text{ N/mm}^2$		$\sigma_{tz,d} = 3,6 \text{ N/mm}^2$	
				$f_{cd,z,d} = 18,8 \text{ N/mm}^2$	
				$f_{cd,z,d} = 22,5 \text{ N/mm}^2$	
(vähemmän suunta, RIL 205-1-2007, kuva 6.21)		0,64		< 1,00	
(lisääntynyt suunta, RIL 205-1-2007, kuva 6.24)		0,80		< 1,00	
5. LEIKKAUSKESTÄVYYS					
$\tau_d = 0,08 \text{ N/mm}^2$		<=		$f_{td} = 2,63 \text{ N/mm}^2$	
				3 %	
6. KIEPAHDUSKESTÄVYYS					
$\alpha = 0,71$		$\lambda_{rel,m} = 0,528$			
$\sigma_{crit} = 107,410$		$k_{tr} = 1,000$			
$\sigma_{ty,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2$		<=		$k_{tr} \times f_{td} = 22,5 \text{ N/mm}^2$	
				0 %	
(RIL 205-1-2007, kuva 6.35)		0,65		< 1,00	
				65 %	

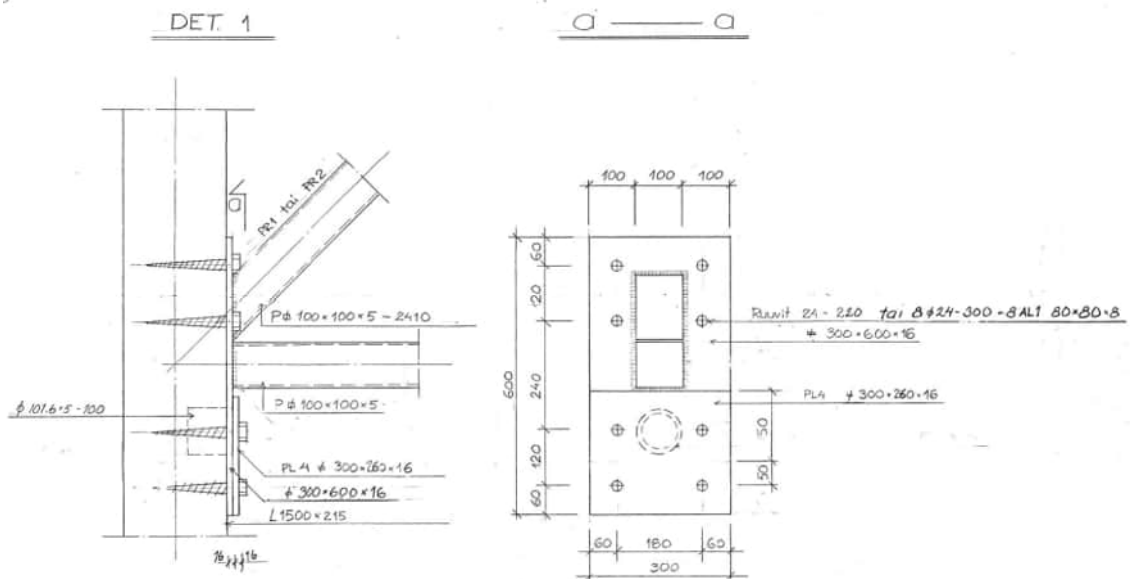
A 6.6.2 Vinojäykiste

Vinojäykisteen kestävyys tarkastettiin RFEM:in RF-Steel moduulilla. Suurimmaksi käyttöasteeksi vinosauvoilla tuli 96 %.

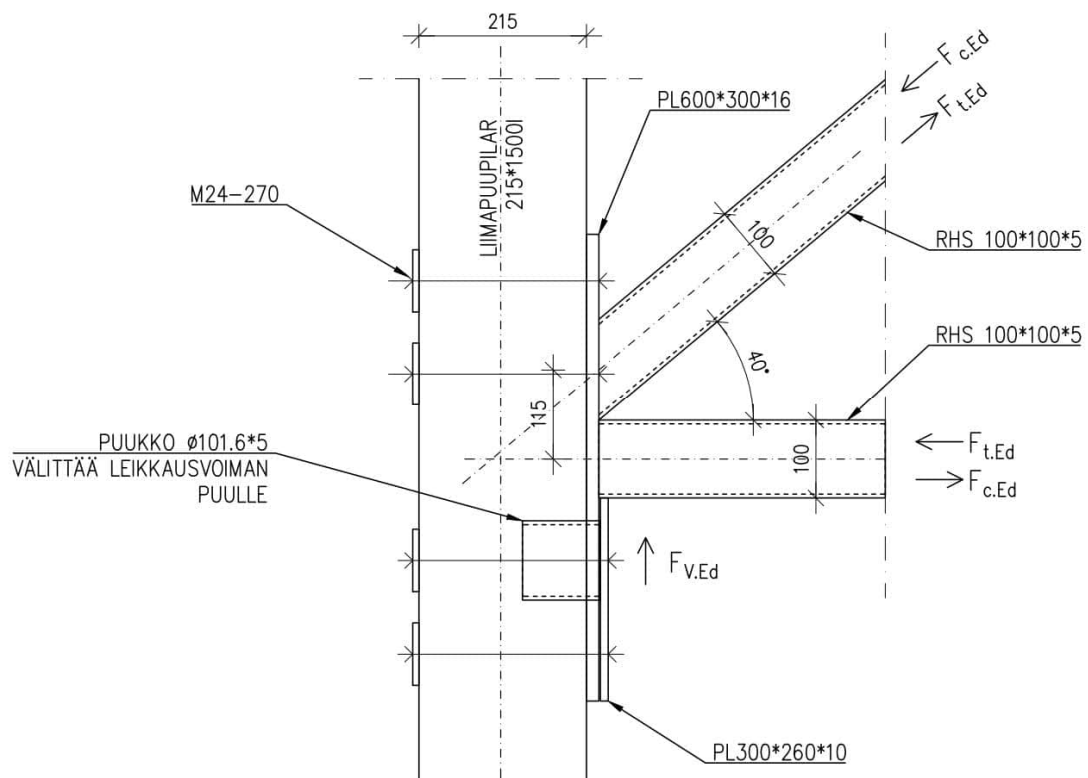


A 6.6.3 Vinojäykisteen liitos pilariin

Vinojäykiste liittyy pilariin 8 kpl M24 kierretankoja sekä lisäksi teräspuukkoliitoksella D101,65-100 liimapuupilariin. Toimintaperiaate alkuperäisessä rakenteessa on ollut sellainen, että



Kuva 34. Teräsristikon liitos pilariin



m.

A 6.6.3.1 Hitsiliitos

Hitsiliitos tarkistettiin siten, että putken ylälaippa toimii vedolle ja putken uumat välittävät leikkausrasituksen liitoksen yli. Liitoksen voimien epäkeskisyydeksi arvioitiin 50 mm. Hitsien käyttöaste vedolle on 99 % ja leikkaukselle 85 %. Hitsiliitokseen kohdistuu myös toisen suunnan taivutus, joka syntyy, kun osa päätylevyn kiinnikkeistä ei enää toimi. Näin ollen liitokseen syntyy vipuvoimia ja hitsausliitosta ei saada enää toimimaan kahden suunnan taivutukselle.

Hitsiliitoksen mitoitus - veto				
Hitsin kestävyysmitoitussarvo		f _{vw} .d	360	MPa
Pienahitsin tehollinen pituus		l _{eff}	160	mm
Pienahitsin tehollinen a-mitta		a	5	mm
Pienahitsiä vastaan kohtisuora rasitus		F _{per_Ed}	202500	N
Pienahitsin pituusakselin suuntainen rasitus		F _{par_Ed}	0	N
		sigma _{per}	179,0	MPa
		tau _{per}	179,0	MPa
		tau _{par}	0,0	MPa
		sigma _{vrt}	358,0	MPa
		Hitsin ka.	99	%

Hitsiliitoksen mitoitus - leikkaus				
Hitsin kestävyysmitoitussarvo		f _{vw} .d	360	MPa
Pienahitsin tehollinen pituus		l _{eff}	140	mm
Pienahitsin tehollinen a-mitta		a	5	mm
Pienahitsiä vastaan kohtisuora rasitus		F _{per_Ed}	0	N
Pienahitsin pituusakselin suuntainen rasitus		F _{par_Ed}	124058	N
		sigma _{per}	0,0	MPa
		tau _{per}	0,0	MPa
		tau _{par}	177,2	MPa
		sigma _{vrt}	307,0	MPa
		Hitsin ka.	85	%

A 6.6.3.2 Päätylevyn kestävyys

Päätylevyn kestävyyttä ei olla tarkasteltu tässä vaiheessa, mutta levyn kestävyys on heikko. Päätylevyn ainevahvuus on 16 mm ja levyn tulisi välittää vinosauvan 193 kN puristuskuorma ja 182 kN vetovoima liitoksen yli. Liitosvoimien epäkeskisyyden on 115 mm. Liitoksen monimutkaisuuden vuoksi sitä ei ole tässä vaiheessa analysoitu tarkemmin. Lisäksi liitoksen

päätylevyyn syntyy toisen suunnan taivutusta pettäneiden kiinnikkeiden ja niistä muodostuvan viputaivutuksen takia. Laskenta vaatii yksityiskohtaisen FEM-mallin luomista, jotta levyn kestävyyttä voidaan tarkastella tarkemmin.

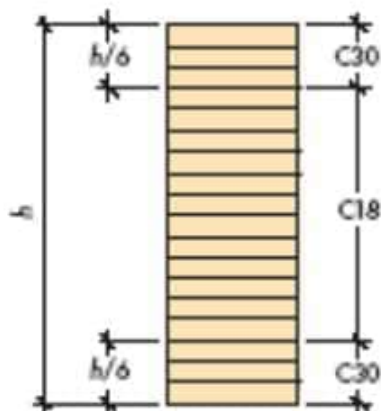
A 6.6.3.3 Ruuvien kestävyys

Ruuviliitos tarkastetaan siten että se välittää veto- ja leikkausrasitukset pilariin. Tämä kuvastaa tilannetta, että ristikossa sijaitseva puukko ei toimi. Liitoksen käyttöaste on näin ollen 70 %. Ruuviliitos tarkastettiin siten, että 8 kappaleesta alkuperäistä kiinnikettä, puolet on vain toiminnassa. Liitokseen syntyy kuitenkin mahdollisesti vipuvoimia, mikäli päätylevy pääsee kiertymään toimimattomien kiinnikkeiden takia. Liitoksella ei ole vipuvoimakestävyyttä.

Ruuviliitoksen kestävyys	
Kuormitus:	$N_{Ed} := 194 \cdot \text{kN}$
	$V_{Ed} := N_{Ed} \cdot \sin(40 \text{ deg}) = 125 \text{ kN}$
Ruuvien lukumäärä:	$n_{ruuvi} := 4$
Vetovoima ruuvia kohden:	$F_{t,Ed} := \frac{N_{Ed}}{n_{ruuvi}} = 48.5 \text{ kN}$
Leikkausvoima ruuvia kohden:	$F_{v,Ed} := \frac{V_{Ed}}{n_{ruuvi}} = 31.175 \text{ kN}$
Ruuvien murtolujuus:	$f_{ub} := 500 \cdot \text{MPa}$
Liitoksen osavarmuuskerroin:	$\gamma_{M2} := 1.25$
Jännitys poikkipinta-ala:	$A_s := 353 \cdot \text{mm}^2 \quad M24$
Ruuvien vetokestävyys:	$F_{t,Rd} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 127.08 \text{ kN}$
Käyttöaste vedolle:	$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = 38\%$
Oletetaan että liitoksessa sijaitseva teräspuukko ei toimi, ja rasitukset tulee viedä ruuviliitoksen kautta muulle rakenteelle.	
Ruuvien leikkauskestävyys:	$F_{v,Rd} := \frac{0.5 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 70.6 \text{ kN}$
Käyttöaste leikkaukselle:	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = 44\%$
Liitoksen yhteisvaikutus	$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{1.4 F_{v,Rd}} = 0.7 < 1$

A 6.6.3.4 Puukkoliitoksen aiheuttama leimapaine

Liimapuupilari on mahdollisesti tehty kahdesta eri puun laadusta. Reunalamellit ovat yleensä lujempaa laatua C30 ja keskimmäiset lamellit ovat matalampaa laatua C18. Tarkastetaan leimapainekestävyys heikommalla puun lujuudella.



Kuva 35. Liimapuun lamellien lujuusluokat

Teräspuukkoliitos aiheuttaa pilariin 46 MPa leimapaineen. Teräspuukon toimivaksi puristusalaksi arvioidaan 1/3 poikkileikkauksen leveydestä. Leimapainekestävyydeksi saadaan GL18c liimapuun lujuudella 161%.

Liimapuupilarin leimapainekestävyys

Pystykuorma: $N_{Ed} := 193 \text{ kN} \cdot \sin(40 \text{ deg}) = 124.058 \text{ kN}$

Puukon pinta-ala: $A_{ef} := 80 \text{ mm} \cdot \frac{100 \text{ mm}}{3} = 0.003 \text{ m}^2$

Puristusjännitys: $\sigma_{c.0.d} := \frac{N_{Ed}}{A_{ef}} = 46.522 \text{ MPa}$

Osavarmuusluku: $k_{mod} := 2$

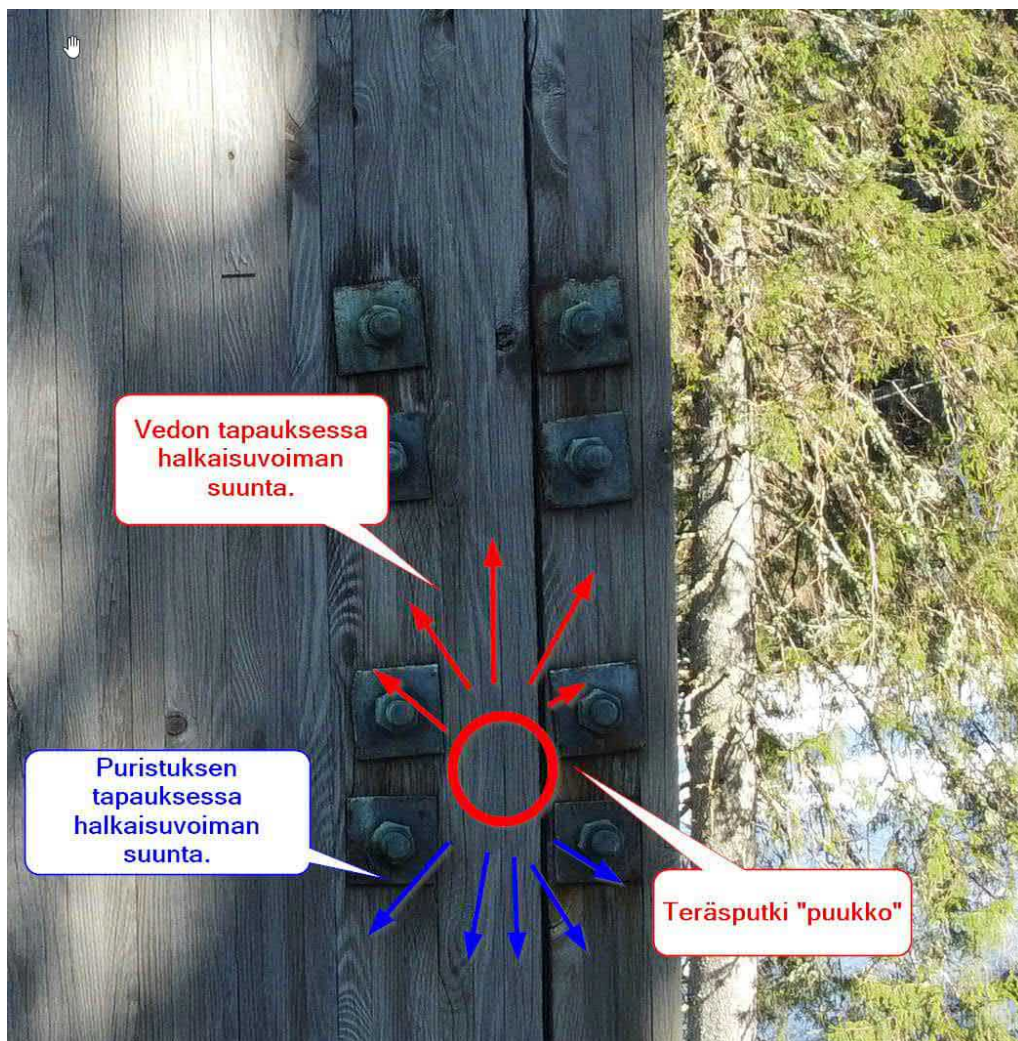
$$\gamma_M := 1.25$$

Puristuslujuus: $f_{c.0.k} := 18 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Puristuskestävyys: $f_{c.0.d} := \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot f_{c.0.k} = 28.8 \text{ MPa}$

$$\frac{\sigma_{c.0.d}}{f_{c.0.d}} = 161.5\%$$

Teräspuukkoliitos on toteutettu putkiprofiililla P101.6*5 ja profiili menee liimapuupilarin sisään noin 80 mm. Putkiprofiili on ongelmallinen siinä suhteessa, että se aiheuttaa suuret halkaisuvoimat liitokseen muotonsa takia. Tilannetta voi pahimmillaan verrata tylppään kirveeseen, joka uppoaa puuhun.



Kuva 36. Putkiliitoksen aiheuttama halkaisuvoima

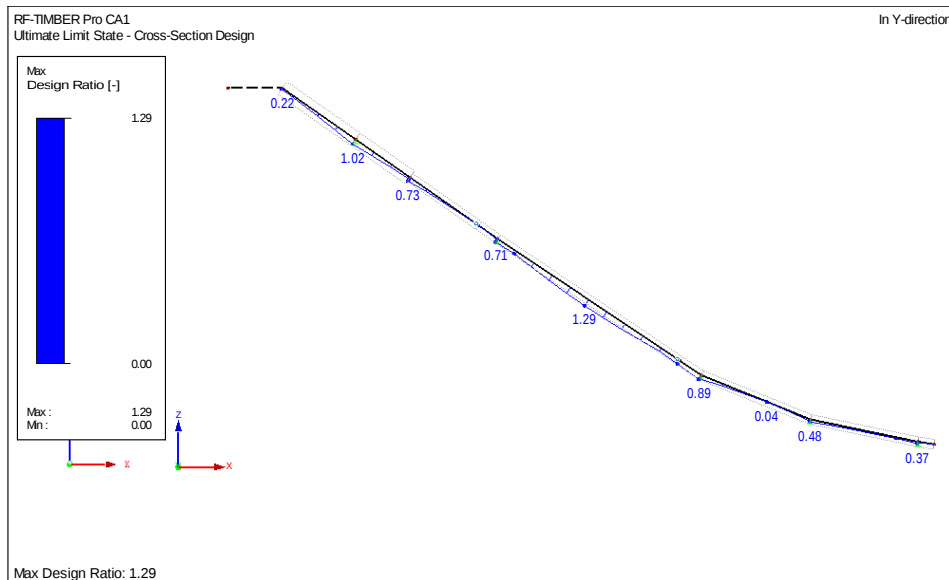
Lisäksi liitosta heikentää huomattavasti teräsristikon liitosten hyvin pieni reunaetäisyys sekä mahdollinen liimapuun lujuuden eroavaisuus reuna- ja keskilamellien kohdalla. Lisäksi on huomioitava liimapuupilarin huono kuormanjakamiskyky lamellien suunnassa. Lähtökohtaisesti tällaisia pistemäisiä kuormia aiheuttavia osia tulisi välttää.

A 6.7 Liimapuupalkkien mitoitus

Liimapuupalkit mitoitettiin käyttäen RFEM 5.29- ohjelmistokokoonpanon RF-Timber PRO lisäosaa.

L1-liimapuupalkin käyttöaste on 102% ja L2-palkilla käyttöaste on 129%, joten molempien palkkien käyttöasteet ylittyvät. L1-palkissa on lisäksi pitkittäinen halkeama palkin loven kohdalla, jota on korjattu jo rakentamisvaiheessa. Halkeaman vaikutusta ei ole huomioitu laskennassa,

kun halkeaman syvyyttä ei pysty arvioimaan. Halkeaman vaikutus palkin mitoitukseen otettaisiin siten huomioon, että palkin tehollista leveyttä pienennettäisiin halkeaman verran.



Kuva 37. MRT käyttöasteet koottuna kaikille palkeille

L1-palkin mitoituksessa on oletettu, että palkki on kiepahdustuettu ylä- ja alareunastaan. Alapuolella olevassa kuvassa on esitetty kiepahdustuetun palkin käyttöasteet. Taivutuskestävyyyden käyttöaste on 102% murtorajatilassa.

RF-TIMBER Pro - [K90_Liimapuupalkki]

File Edit Settings Help

CA1

2.4 Design by Member

Member No.	Location x [m]	Load Case	Design	E
1				Design According to Formula
				Cross-section No. 1 - T-Rectangle 215/1950
	12.306	CO5	0.03 ≤ 1	102) Cross-section resistance - Compression along the grain acc. to 6.1.4
	12.306	CO5	0.63 ≤ 1	111) Cross-section resistance - Shear due to shear force Vz acc. to 6.1.7
	12.306	CO5	0.99 ≤ 1	171) Cross-section resistance - Uniaxial bending about y-axis and compression acc. to 6.2.4
	12.306	CO5	1.02 > 1	321) Member with bending and compression acc. to 6.3.2 - Buckling about y-axis
	12.306	CO6	0.00 ≤ 1	400) Serviceability - Negligible deformations
	0.000	CO10	3.54 > 1	411) Serviceability - Design situation Characteristic acc. to 7.2 - Cantilever, z-direction
	0.000	CO16	1.14 > 1	412) Serviceability - Design situation Quasi-permanent acc. to 7.2 - Cantilever, z-direction
2				Cross-section No. 1 - T-Rectangle 215/1950
				Max: 3.54 > 1

Kuva 38. L1 palkin käyttöasteet kiepahdustuettuna ylä- ja alareunastaan

Mikäli L1-palkin alareunan kiepahdustuenta ei toimi hyppää käyttöaste 450%, kuten alapuolisesta kuvasta voi nähdä. Lisäksi palkin halkeama lisää käyttöastetta entisestään, joten korjaussuunnittelussa tulee ottaa kantaa myös palkin kiepahdustuentaan.

RF-TIMBER Pro - [K90_Liimapuupalkki]

File Edit Settings Help

CA1

2.4 Design by Member

Input Data

- General Data
- Materials
- Cross-Sections
- Load Duration and Service Class
- Effective Lengths - Members
- Serviceability Data
- Parameters

Results

- Design by Load Case
- Design by Cross-Section
- Design by Member
- Governing Internal Forces by Member
- Parts List by Member

Member No.	Location x [m]	Load Case	Design	E
1				Cross-section No. 1 - T-Rectangle 215/1950
12.306	CO5	0.03	≤ 1	102) Cross-section resistance - Compression along the grain acc. to 6.1.4
12.306	CO5	0.63	≤ 1	111) Cross-section resistance - Shear due to shear force V_z acc. to 6.1.7
12.306	CO5	0.99	≤ 1	171) Cross-section resistance - Uniaxial bending about y-axis and compression acc. to 6.2.4
12.306	CO5	1.02	> 1	321) Member with bending and compression acc. to 6.3.2 - Buckling about y-axis
12.306	CO5	4.50	> 1	341) Flexural member with compression force acc. to 6.3.3 - Bending about y-axis
12.306	CO6	0.00	≤ 1	400) Serviceability - Negligible deformations
0.000	CO10	3.54	> 1	411) Serviceability - Design situation Characteristic acc. to 7.2 - Cantilever, z-direction
0.000	CO16	1.14	> 1	412) Serviceability - Design situation Quasi-permanent acc. to 7.2 - Cantilever, z-direction

Max: 4.50 > 1

Kuva 39. L1 palkin käyttöasteet ilman kiepahdustuentaa

L2-palkin taiputuskestävyyden käyttöasteet ovat n. 130% murtorajatilassa.

RF-TIMBER Pro - [K90_Liimapuupalkki]

File Edit Settings Help

CA1

2.4 Design by Member

Input Data

- General Data
- Materials
- Cross-Sections
- Load Duration and Service Class
- Effective Lengths - Members
- Serviceability Data
- Parameters

Results

- Design by Load Case
- Design by Cross-Section
- Design by Member
- Design by x-Location
- Governing Internal Forces by Member
- Parts List by Member

Member No.	Location x [m]	Load Case	Design	E
3				Cross-section No. 2 - T-Rectangle 215/1200
0.000	CO5	0.04	≤ 1	101) Cross-section resistance - Tension along the grain acc. to 6.1.2
30.104	CO5	0.03	≤ 1	102) Cross-section resistance - Compression along the grain acc. to 6.1.4
30.104	CO5	0.73	≤ 1	111) Cross-section resistance - Shear due to shear force V_z acc. to 6.1.7
15.052	CO5	1.29	> 1	151) Cross-section resistance - Uniaxial bending acc. to 6.1.6
12.042	CO5	1.23	> 1	161) Cross-section resistance - Uniaxial bending about y-axis and tension acc. to 6.2.3
18.062	CO5	1.25	> 1	171) Cross-section resistance - Uniaxial bending about y-axis and compression acc. to 6.2.4
30.104	CO5	0.05	≤ 1	301) Compression member with axial compression acc. to 6.3.2 - Buckling about y-axis
18.062	CO5	1.26	> 1	321) Member with bending and compression acc. to 6.3.2 - Buckling about y-axis
0.000	CO6	0.00	≤ 1	400) Serviceability - Negligible deformations

Max: 3.54 > 1

Details - Member 3 - x: 15.052 m - CO5

Material Data - Glulam Timber GL32c

Cross-section Data - T-Rectangle 215/1200

Design Internal Forces

Design Ratio

	$M_{y,d}$	1193.51	kNm	
Section Modulus	S_y	51600.00	cm ³	
Bending Stress	$\sigma_{m,y,d}$	2.31	kN/cm ²	
Bending Strength	$f_{m,y,k}$	3.20	kN/cm ²	Tab. 2, E1
Modification Factor	k_{mod}	0.700		Tab. 3.1
Partial Factor	γ_M	1.250		Tab. 2.3
Bending Strength	$f_{m,y,d}$	1.79	kN/cm ²	Eq. (2.14)
Design Ratio	η	1.29		Eq. (6.11)

2 - T-Rectangle 215/1200

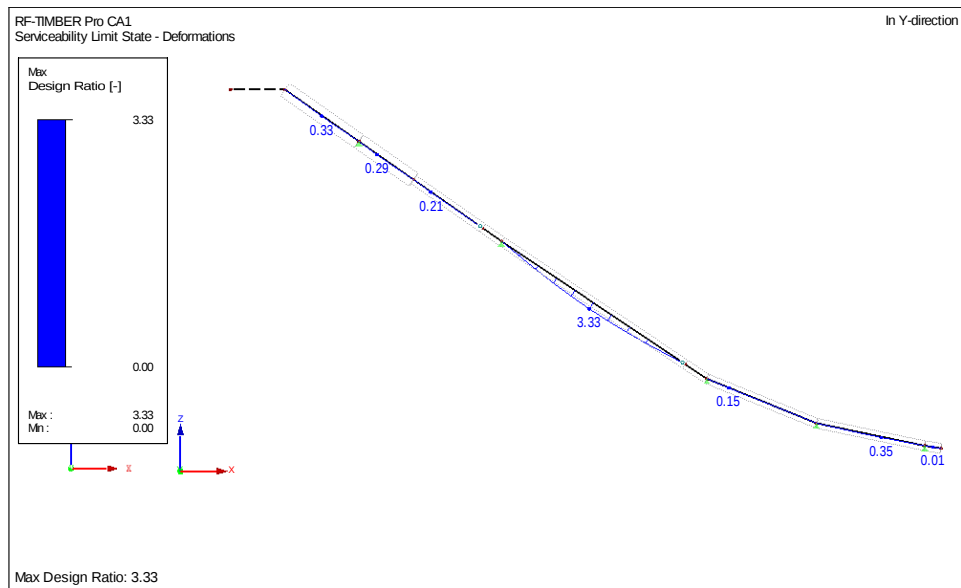
Design Internal Forces ...

Calculation Details... Nat. Annex... Graphics

OK Cancel

Kuva 40. L2-palkin käyttöasteet

Palkin taipumien osalta L2-palkin kohdalla palkin käyttöasteet ylittyvät. Taipumat eivät sinänsä ole niin kriittisiä, kun ne eivät vaikuta rakenteen turvallisuuteen, vaan haitat ovat lähinnä toiminnallisia sekä esteettisiä.



Kuva 41. Taipumien käyttöasteet koottuna kaikille palkeille (L/400)

A 6.8 Vaakaristikon mitoitus

Vaakaristikon kestävyys tarkastettiin RFEM:in RF-Steel moduulilla. Suurimmaksi käyttöasteeksi vinosauvoilla tuli 77%.

RF-STEEL EC3 - [K90_Laskentamalli]

File Edit Settings Help

CA1 - Vaakaristikko

2.1 Design by Load Case

Input Data

- General Data
- Materials
- Cross-Sections
- Intermediate Lateral Restraints
- Effective Lengths - Members
- Serviceability Data
- Parameters - Members

Results

- Design by Load Case
- Design by Cross-Section
- Design by Member
- Design by x-Location
- Governing Internal Forces by Member
- Parts List by Member

Load-Case	Description	Member No.	Location x [m]	Design Ratio	Design According to Formula	DS
CO1	1.35*LC1 + 1.35*LC4	760	0.408	0.05	ST364) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.3, Method 2	PT
CO2	1.15*LC1 + 1.5*LC2 + 1.15*LC	760	0.000	0.08	ST302) Stability analysis - Flexural buckling about y-axis acc. to 6.3.1.1 and 6.3.1.2	PT
CO5	1.15*LC1 + 1.5*LC2 + 0.9*LC	758	2.450	0.45	ST364) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.3, Method 2	PT
CO6	1.15*LC1 + 1.5*LC2 + 0.9*LC	758	2.450	0.46	ST364) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.3, Method 2	PT
CO8	1.15*LC1 + 1.5*LC3 + 1.15*LC	758	2.450	0.77	ST364) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.3, Method 2	PT
CO10	1.15*LC1 + 1.05*LC2 + 1.5*LC	758	2.450	0.77	ST364) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.3, Method 2	PT
CO12	0.9*LC1 + 0.9*LC4	760	0.000	0.03	ST301) Stability analysis - Flexural buckling about y-axis acc. to 6.3.1.1 and 6.3.1.2(4)	PT
CO14	0.9*LC1 + 1.5*LC2 + 0.9*LC4	760	0.000	0.08	ST301) Stability analysis - Flexural buckling about y-axis acc. to 6.3.1.1 and 6.3.1.2(4)	PT
CO17	0.9*LC1 + 1.5*LC2 + 0.9*LC3	751	0.000	0.45	ST364) Stability analysis - Bending and compression acc. to 6.3.3, Method 2	PT

Max: 0.77 ≤ 1

Details - Member 758 - x: 2.450 m - CO10

Material Properties - Steel S 275 | SFS EN 1993-1-1:2005

Cross-Section Properties - SHS 80x80x3 | Ruukki

Design Internal Forces

Cross-Section Classification - Class 1

Design Ratio

Modulus of Elasticity	E	21000.00	kN/cm ²
Moment of Inertia	I _y	87.84	cm ⁴
Effective Member Length	L _{cr,y}	2.450	m
Elastic Flexural Buckling Force	N _{cr,y}	303.30	kN
Cross-Sectional Area	A	9.01	cm ²
Yield Strength	f _y	27.50	kN/cm ²
Slenderness	λ _y	0.904	> 0.2
Buckling Curve	BC _y	c	6.3.1.2(4)
Imperfection Factor	α _y	0.490	Tab. 6.1
Auxiliary Factor	ψ _y	1.081	6.3.1.2(1)
Reduction Factor	χ _y	0.597	Eq. (6.49)
Moment of Inertia	I _z	87.84	cm ⁴
Effective Member Length	L _{cr,z}	2.450	m
Elastic Flexural Buckling Force	N _{cr,z}	303.30	kN
Slenderness	λ _z	0.904	> 0.2
Buckling Curve	BC _z	c	6.3.1.2(4)
Imperfection Factor	α _z	0.490	Tab. 6.1

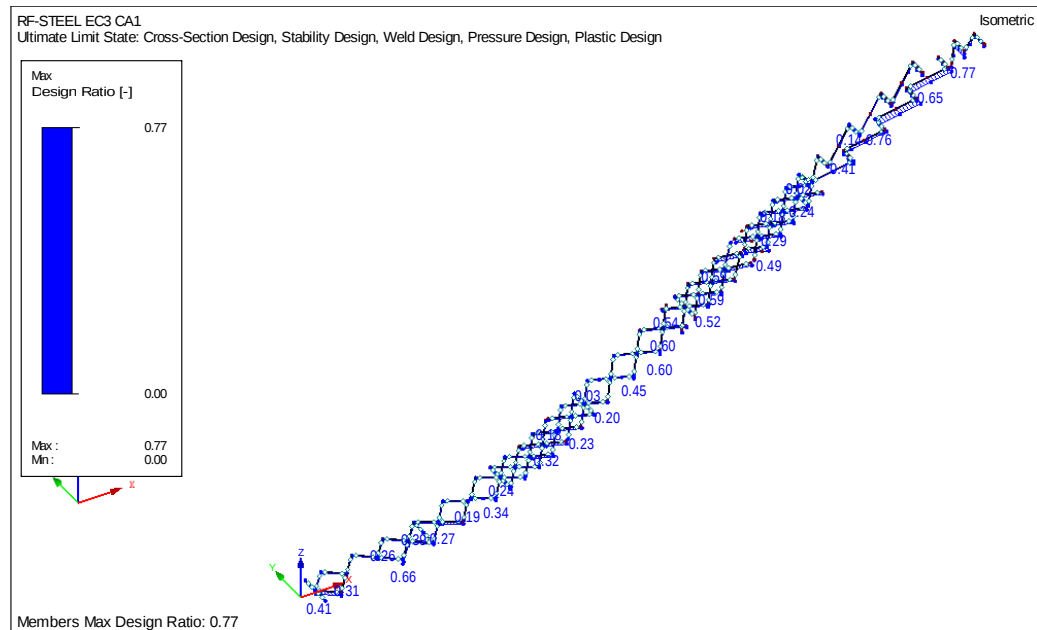
9 - SHS 80x80x3 | Ruukki

80.9

80.9

3.0

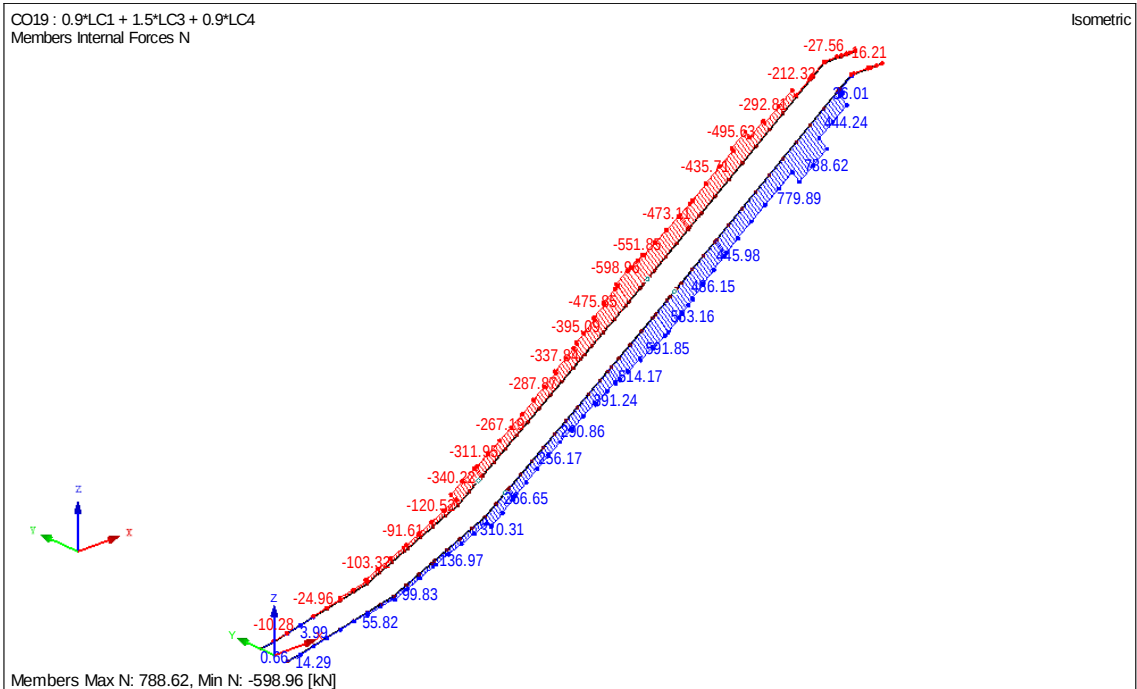
OK Cancel





Kuva 43. Nivelliittimen tämänhetkinen kunto. Pohjalevyn hitsi on pettänyt.

Liimapuupalkeissa suurin vetovoima nivelliittimen kohdalla on 550 kN. Nivelliittimen vetotangon käyttöasteeksi saadaan näin ollen 216 %. Leikkausvoimakapasiteettia löytyy reilusti liitoksesta, sillä M24 ruuvit toimivat 2-leikkeisinä. Hitsiliitos on hitsattu 10 mm puoli-v-hitsillä, joten tässäkin hitsiliitoksessa tulisi olla reilusti kapasiteettia. Kuitenkin hitsiliitos on ratkennut liitoksen reunasta, joka voi selittyä sillä, että kuorma on aiemmin jakautunut hyvin pisteittäisesti palkin taivuttua.



Kuva 44. Reunimmaisissa liimapuupalkeissa vaikuttavat veto- ja puristuskuormat

Ruuviliitoksen vetokestävyys reunapalkin kohdalla (liitos vedolla)	
	$N_{Ed} := 550 \text{ kN}$
Ruuvien lukumäärä:	$n_{ruuvi.M30} := 2$
Vetovoima ruuvia kohden:	$F_{t.Ed.M30} := \frac{N_{Ed}}{n_{ruuvi.M30}} = 275 \text{ kN}$
Jännitys poikkipinta-ala:	$A_{s.M30} := 561 \cdot \text{mm}^2 \quad M30$
Ruuvin vetokestävyys:	$F_{t.Rd.M30} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 127.08 \text{ kN}$
Käyttöaste vedolle:	$\frac{F_{t.Ed.M30}}{F_{t.Rd.M30}} = 216\%$

Ruuvilleitoksen leikkauskestävyys reunapalkin kohdalla (liitos vedolla)

$$V_{Ed} := 550 \cdot \text{kN} = 550 \text{ kN}$$

Ruuvien lukumäärä:

$$n_{ruuvi} := 2 \cdot 12$$

Leikkausvoima ruuvia kohden:

$$F_{v,Ed} := \frac{V_{Ed}}{n_{ruuvi}} = 22.917 \text{ kN}$$

Ruuvien murtolujuus:

$$f_{ub} := 500 \cdot \text{MPa}$$

Liitoksen osavarmuuskerroin:

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

Jännitys poikkipinta-ala:

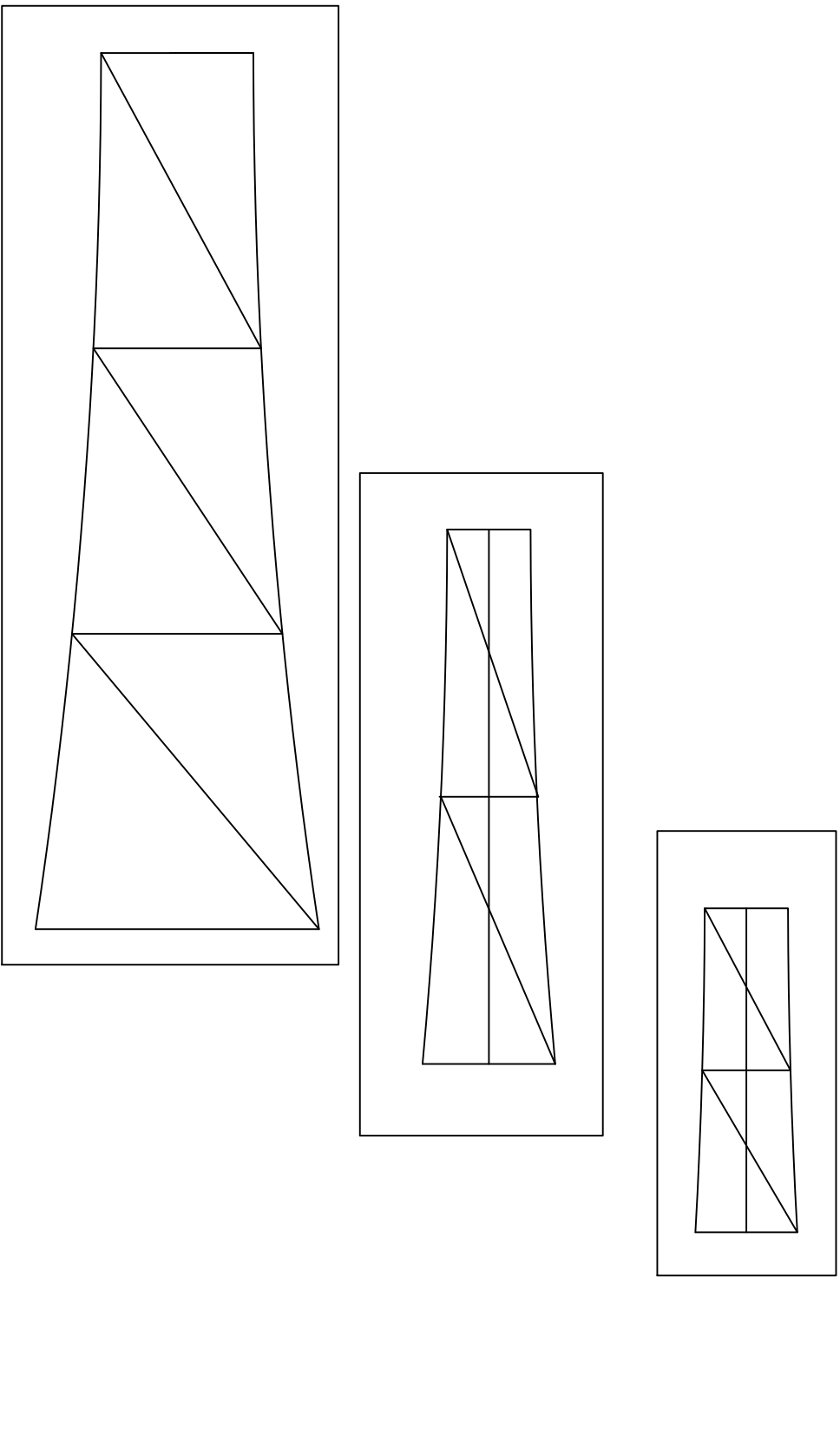
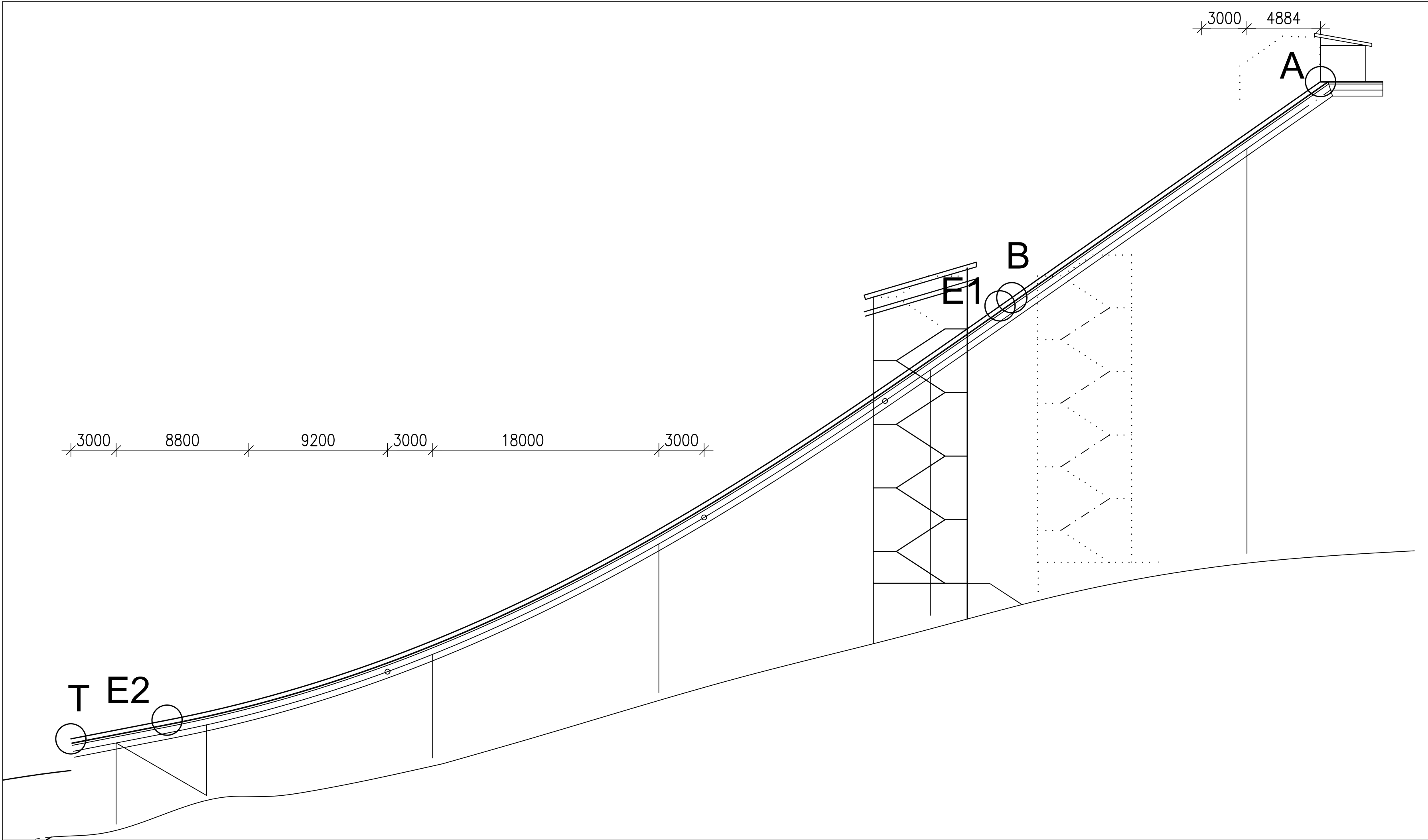
$$A_s := 353 \cdot \text{mm}^2 \quad M24$$

Ruuvien leikkauskestävyys:

$$F_{v,Rd} := \frac{0.5 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 70.6 \text{ kN}$$

Käyttöaste leikkaukselle:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = 32\%$$

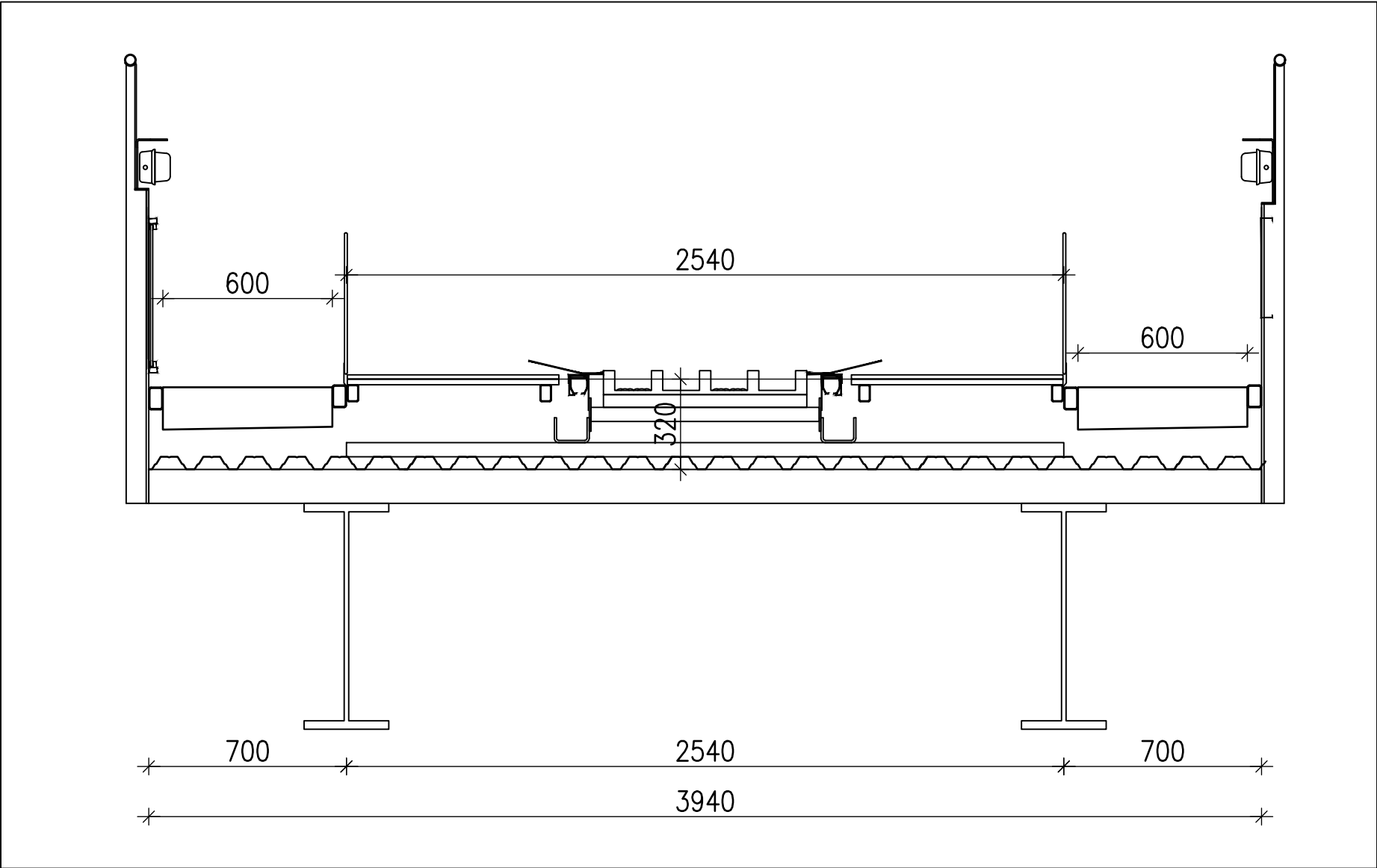
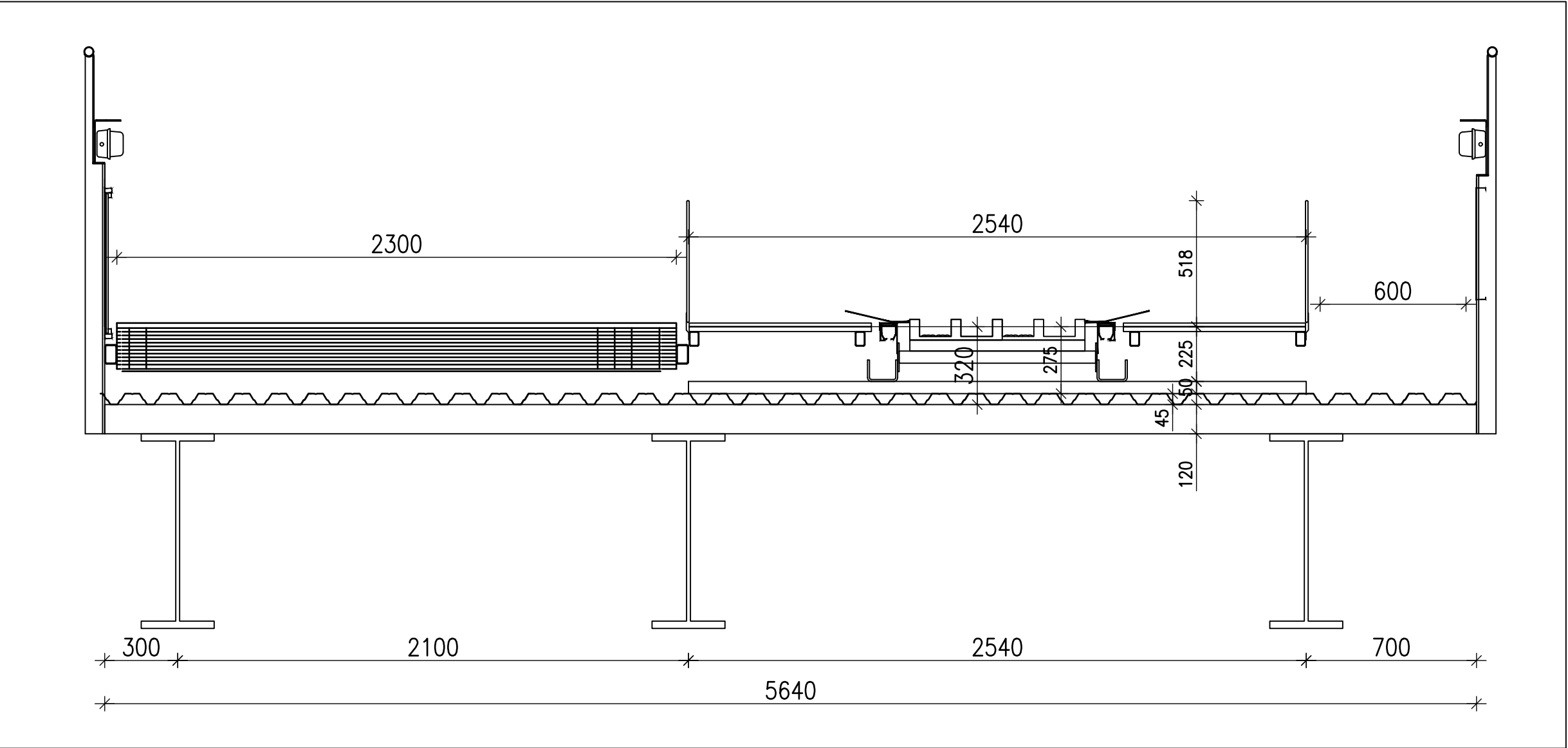
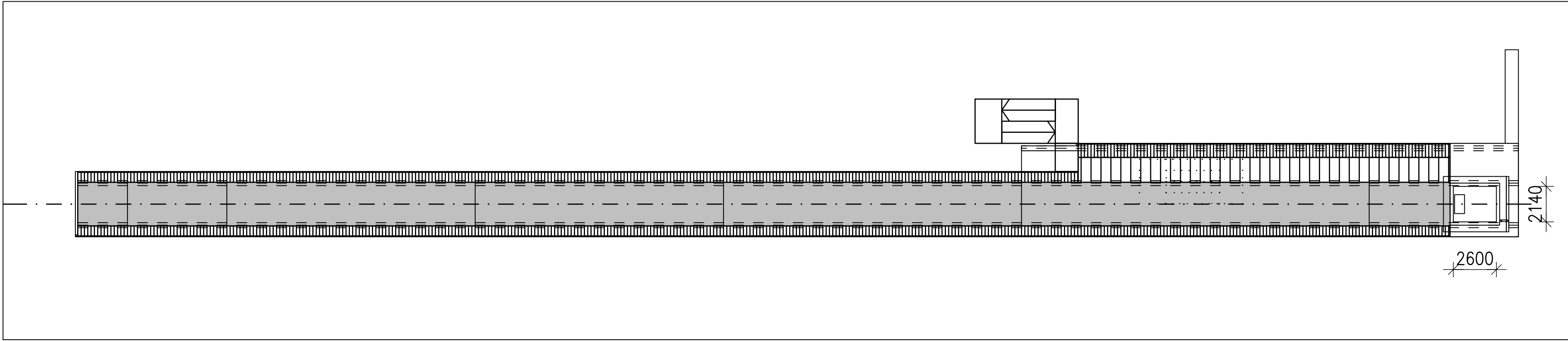


PERUSTUU PROFILIIN
KSJ_EP_004 optimal profile (green)
Hyppyrin nokka siirtyy nykyistä taemmaksi 6446 mm
ja nykyistä ylemmäksi 3931 mm
ALAMÄEN YLÄOSA ON TERÄS / BETONIRAKENTEINEN

OMAPAINO RAKENTEET 1.0 kN/m2
TEKNIikka 0,5 kN/m2
OMAPAINO PÄÄPALKIT 2,36 kN/m
(tarkastetaan laskennan jälkeen)

LUMIKUORMA 2.0 kN/m2
TUULIKUORMA 1.97 kN/m2
LIIKKUVA PISTEKUORMA 6.0 kN

VINSSIKOPPI arvioitu op 20 kN

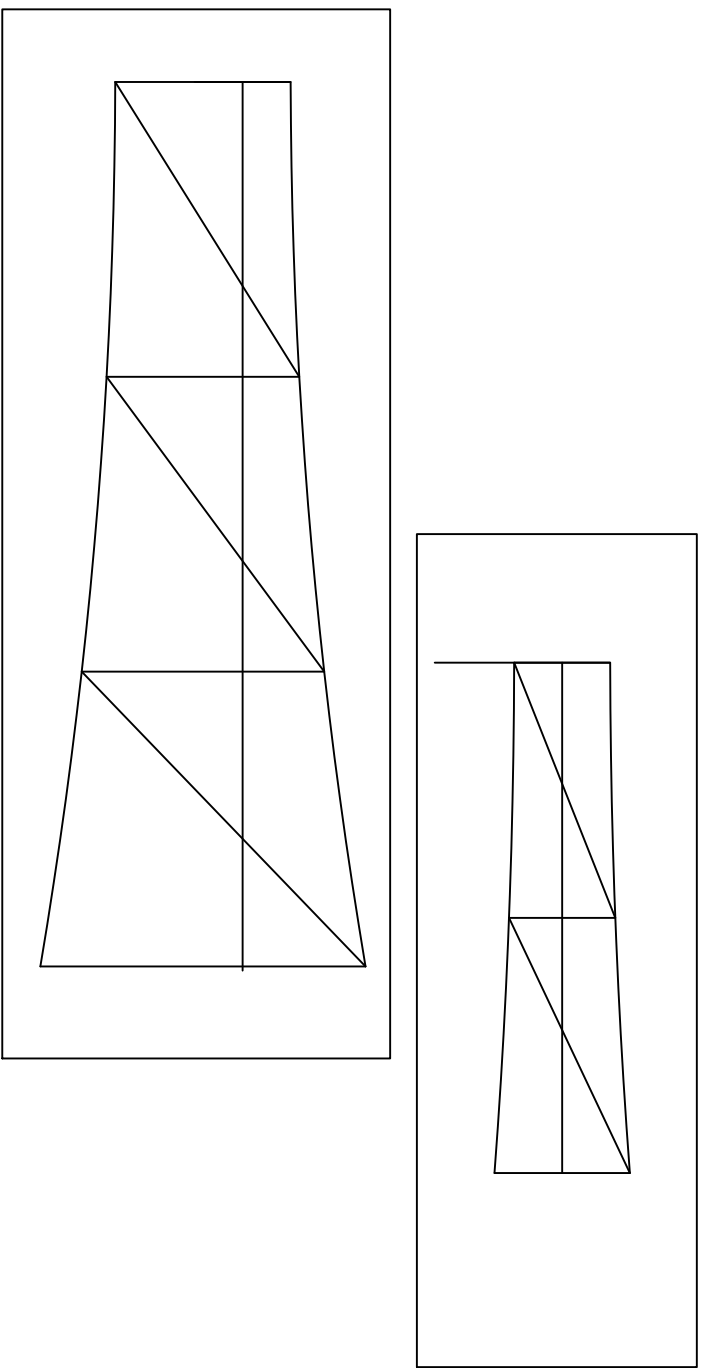
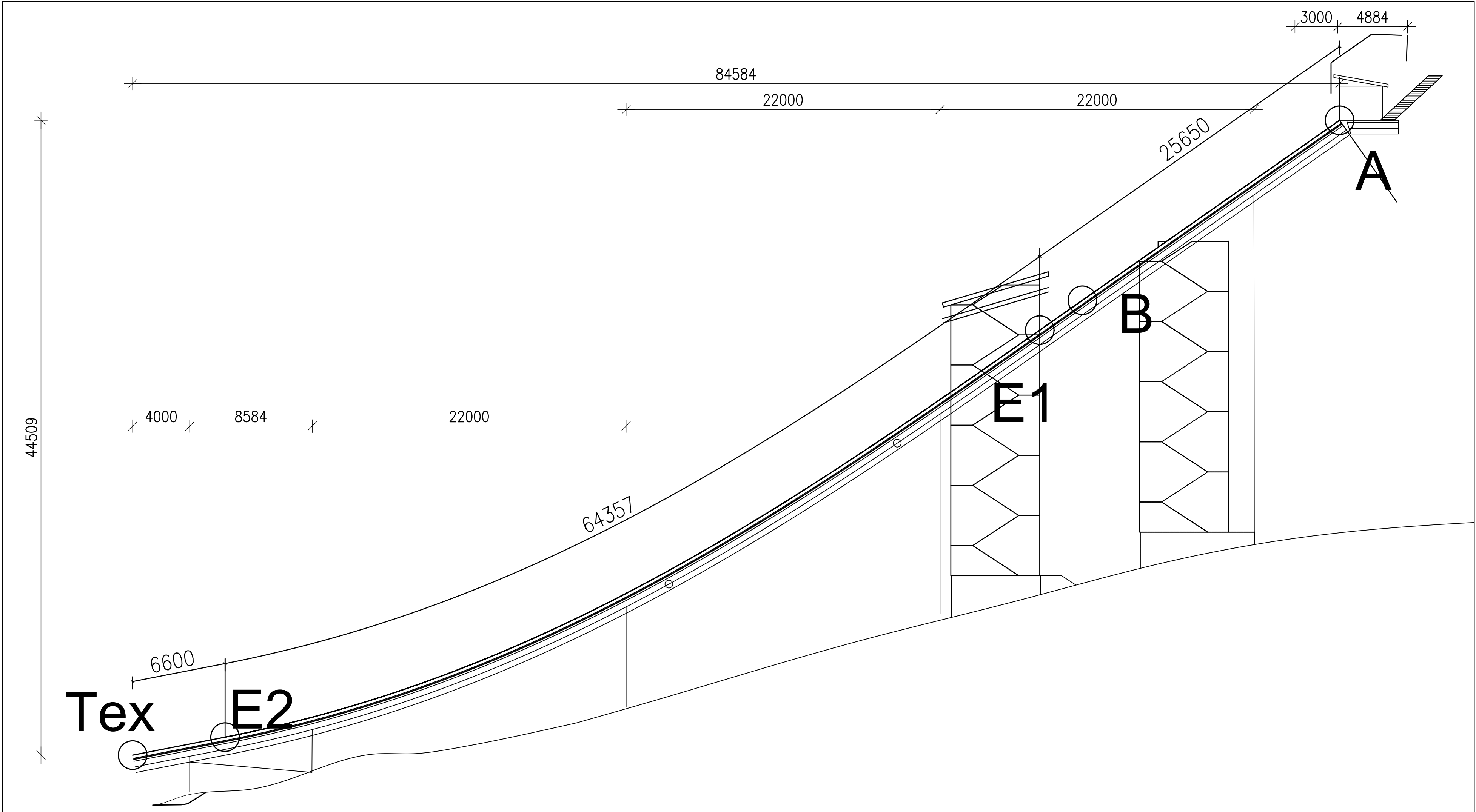


LUONNOS	PVM.	TARK./HYVÄKS.
	MUUT.	TARK./HYVÄKS.

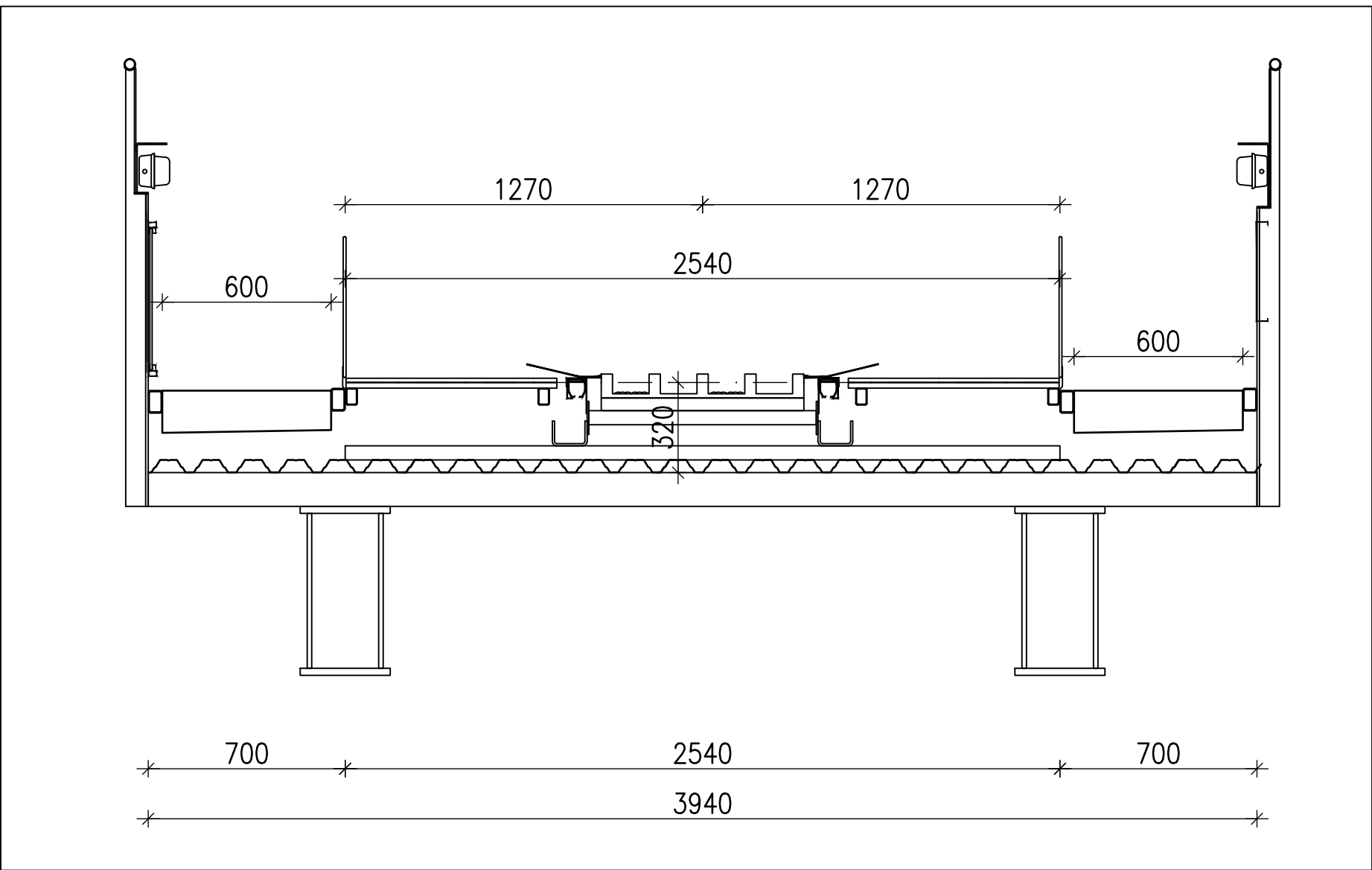
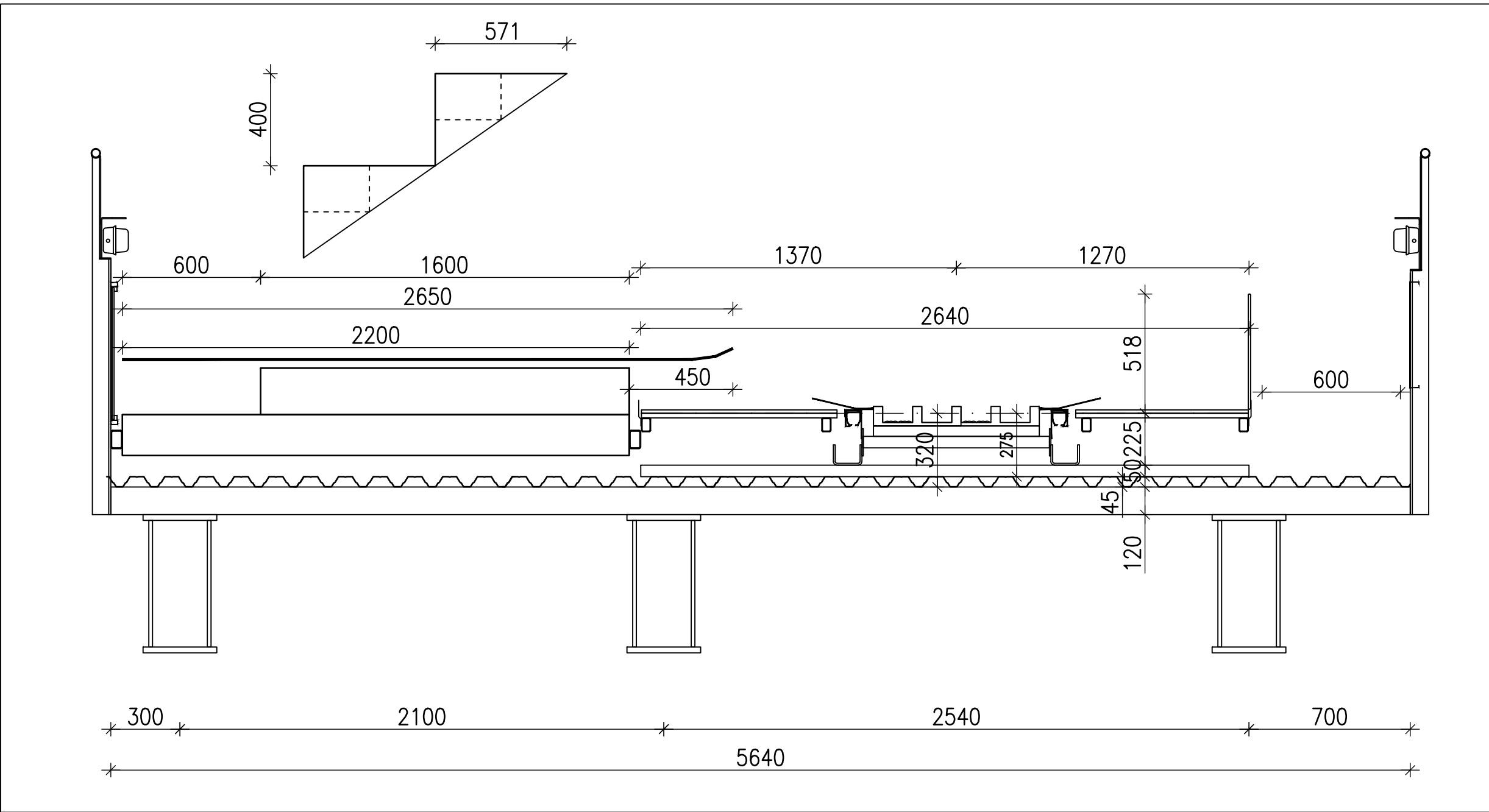
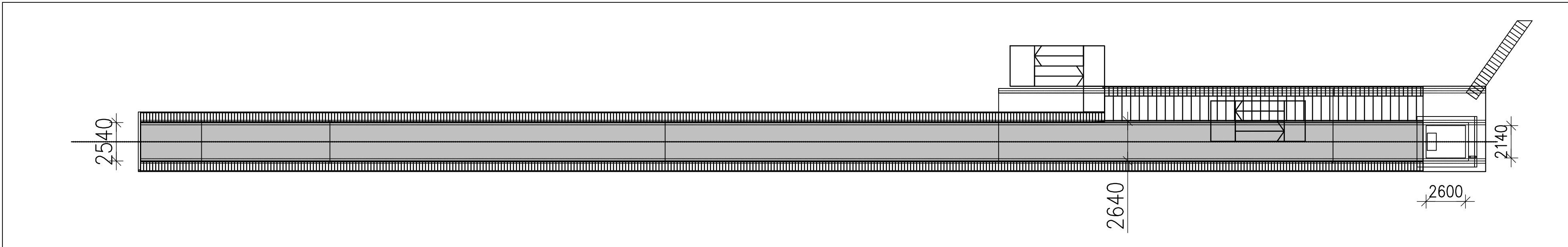
ALUSTAVA 8.10.2024

A LISÄTTY TUKILEIKKAUKSET JA TEKSTI FIHAKU 14.10.24

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	SUUNN.	PVM.	TARK.
K.O.SA/KYLA		KORTTELI/TILA	TONTTI/RN6	RAKENNUSLUKAN TUNNUS	
RAKENNUSTYÖN TAI RAKENNUSTEN NUMEROT TAI TUNNUKSET					
RAKENNUSTYÖN NIMI UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS		JUOKSEVA NRO
KOHTE PUUJO K90 VA5 PUIJONTIE 135			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJAPIIRUSTUS PITKITTÄISLEIKKAUS POIKKILEIKKAUKSET		MITTAKAAVAT ENNEN PIEN 1:300 1:300 1:20
SWECO FINLAND Oy PUUTARHAKATU 3 A 70300 KUOPIO Puh. 020 739 3000 www.sweco.fi			TARKASTAJA HYVÄKSYJÄ		SUUNNITTELUALA RAKENNUS SUUNN. TILAN NRO 25013250
PVM.	PIIRITÄJÄ	SUUNNITTELUJA	S.LAJI	LOHKO	KRS
8.10.2024	FIHAKU	FIHAKU	R		
				LAJI	NRO
					1
					MUUTOS
					A



PERUSTUU PROFIILIIN	
KSJ_EP_002 new profile design HS 100 (red)	
HYPPYRIN NOKKA SÄILYY SAMASSA NYKYISEN KANSSA	
ALAMÄEN YLÄOSA ON MAARAKENTEINEN	
OMAPAINO RAKENTEET	1.0 kN/m2
TEKNIikka	0,5 kN/m2
OMAPAINO PÄÄPALKIT	2,36 kN/m
(tarkastetaan laskennan jälkeen)	
LUMIKUORMA	2.0 kN/m2
TUULIKUORMA	1.97 kN/m2
LIIKKUVA PISTEKUORMA	6.0 kN
VINSSIKOPPI arvioitu op	20 kN



PERUSTUU PROFIILIIN	
KSJ_EP_002 new profile design HS 100 (red)	
HYPPYRIN NOKKA SÄILYY SAMASSA NYKYISEN KANSSA	
ALAMÄEN YLÄOSA ON MAARAKENTEINEN	
OMAPAINO RAKENTEET	1.0 kN/m2
TEKNIikka	0,5 kN/m2
OMAPAINO PÄÄPALKIT	2,36 kN/m
(tarkastetaan laskennan jälkeen)	
LUMIKUORMA	2.0 kN/m2
TUULIKUORMA	1.97 kN/m2
LIIKKUVA PISTEKUORMA	6.0 kN
VINSSIKOPPI arvioitu op	20 kN

LUONNOS	PVM.	TARK./HYVÄKS.
	MUUT.	TARK./HYVÄKS.

ALUSTAVA 14.10.2024

TUNN.		LUKUM.	MUUTOS	SUUNN.		PVM.	TARK.		
K.O.SA/KYLA			KORTTELI/TILA	TONTTI/RN6	RAKENNUSLUVAN TUNNUS				
RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSTEN NUMEROT TAI TUNNUKSET									
RAKENNUSLOMAKKEIDEN LUKESRAKENNUS				PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS		JOUKSEVA NRO			
KOHTE PUIJO K90 VA5 PUIJONTIE 135				PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ POHJAPIRUSTUS PITKITTÄISLEIKKAUS POIKKILEIKKAUKSET		MITTAKAAVAT ENNEN PIEN 1:300 1:300 1:20			
 SWECO FINLAND Oy ILMALANPORTTI 2 00240 HELSINKI PUH. 020 739 3000 www.sweco.fi				TARKASTAJA HYVÄKSYJÄ		SUUNNITTELUALA RAK SUUNN. TYÖN NRO 25013250			
PVM.	PIIRITAJA	SUUNNITTELUJA		S.LAJI	LOHKO	KRS	LAJI	NRO	MUUTOS
25.10.2024	FIHAKU	FIHAKU		R				2	
P:\FIKU001\820\25013150_Puijo_K90_maki\000\02_RAK\VE5\VE5-R2.dwg									