

Meluseinän rakentaminen

Esimerkkikohte: Vt3 Hämeenkyrönväylän meluseinä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2023

Tino Nikolskij

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Tekijä Tino Nikolskij

Työn nimi Meluseinän rakentaminen

Ohjaajat Elis Kivi (HAMK)

Antti Korkeaaja (Destia Oy)

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi meluseinän rakentamiseen liittyviä työvaiheita ja -menetelmiä sekä kehitysvaiheessa esiin tulleita suunnitelmien muutoksia. Opinnäytetyö on tehty Destia Oy:lle ja sen tavoitteena oli tuoda esille tämänkaltaisessa projektissa kohdattuja haasteita niin suunnitelmien muutoksiin kuin rakentamiseen liittyen. Työn tarkoituksena on palvella urakoitsijaa, tilaajaa sekä suunnittelijoita vastaavanlaisen työn toteutuksessa.

Opinnäytetyössä perehdytään yleisellä tasolla yleisimpiin käytettävissä oleviin melusteisiin sekä tuodaan esille kehitysvaiheessa esiin tulleita seikkoja, joiden takia hankkeessa päädyttiin siihen ratkaisuun, että meluvalli vaihtui meluseinän ja -vallin yhdistelmään. Kyseinen ratkaisu toi muutoksia, niin tiesuunnitelmiin kuin rakennussuunnitelmiinkin. Suunnitelmiin tulleita muutoksia tuodaan esille asiantuntijahaastattelun avulla. Haastattelun lisäksi tietolähteinä työssä on käytetty hankkeen urakkakohtaisia dokumentteja, verkkolähteitä, yleisiä rakennusohjeita sekä omia havaintoja työmaalta.

Työn tuloksena on tiivistelmä siitä mitä tämänkaltaisessa projektissa saattaa tulla vastaan niin meluseinän suunnitelmien muutoksiin kuin meluseinän rakentamiseen liittyen. Meluseinän rakentaminen on monivaiheinen projekti. Se vaatii tarkkuutta sekä huolellista perehtymistä suunnitelmiin, jotta rakenne täyttää sille asetetut vaatimukset. Juuri tämän takia työn tarkoituksena onkin tuoda esiin sen työvaiheita sekä -menetelmiä. Jokainen meluseinäprojekti on kuitenkin omanlaisensa, mutta kaikissa niissä toistuu samat piirteet. Painotan myös sitä, että jokaisella työmaalla meluseinän rakentamisessa noudatetaan kohdekohtaisesti tilaajan antamia ohjeita.

Avainsanat Meluseinä, meluntorjunta, infrarakentaminen

Sivut 39 sivua ja liitteitä 1 sivu

This thesis presents the phases of work and methods involved in noise wall construction and changes in plans that emerged during the development process. The study was commissioned by Destia Oy and it aimed to highlight the challenges that may arise in noise wall construction projects related to both changes in plans as well as construction. The aim of this study was to serve the contractor, client and designers in implementing similar projects.

The thesis includes overall familiarisation with the most commonly available noise barrier solutions and highlights factors emerging in the development phase that led to changing the originally planned noise barrier to a combination of a noise wall and barrier. The solution required making changes to both road plans and construction plans. The changes made to the plans are examined based on expert interview. In addition to the interview, project-related documents, online sources, general building guidelines and personal observations made at the construction site were used as research sources.

The thesis resulted in a rather concise summary of the issues one might encounter in similar projects related to both changes in noise wall plans as well as the noise wall construction. Noise wall construction is a project consisting of several phases. It requires high accuracy and careful familiarisation with plans to ensure that the structure will meet the set requirements. As a result, the purpose of this study was to present the various work phases and methods involved in the process. While each noise wall project is different, they all share certain features. Further emphasis is placed on following the instructions provided by the client for a given noise wall construction project at the construction site.

Sisällys

1	JOHDANTO.....	1
2	YLEISTÄ MELUESTEISTÄ	2
2.1	Meluvalli.....	3
2.2	Melukaide	4
2.3	Meluseinä.....	6
3	MELUSEINÄ VT3 HÄMEENKYRÖNVÄYLÄ	8
4	MELUSEINÄRATKAISUN TAUSTAA.....	9
4.1	Rakennus- ja tiesuunnitelmataso.....	9
5	MELUSEINÄN TOTEUTUS.....	16
5.1	Esikuormituspengeri	16
5.2	Perustukset	17
5.2.1	Paalujen katkaisu.....	18
5.2.2	Paalujen kaivannot.....	21
5.3	Paalujen ylälevy.....	22
5.4	Täyttötöyt ja routaeristys	24
5.5	Pilarit	25
5.6	Sokkelielementit	27
5.7	Seinäelementit	28
5.7.1	Kattorakenne.....	31
5.7.2	Verhoilulevyt	31
6	TYÖTURVALLISUUS	33
6.1	Kaivutyö.....	33
6.2	Maarakennuskoneiden vaara-alue	33
6.3	Elementtien varastointi.....	34
6.4	Elementtien nosto ja asennustyö	34
6.5	Elementin tuenta ja kiinnitys	35
7	MELUSEINÄN RAKENTAMISEN AIKATAULU	36
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	37
	LÄHTEET	39

1 Johdanto

Meluseinä rakennetaan silloin kun tarkoituksena on vähentää melusta aiheutuvaa haittaa, eikä työmaalla ole esimerkiksi käytettävissä olevan tilan tai pohjaolosuhteiden vuoksi mahdollista rakentaa meluvallia. Meluvallin rakentaminen on lähes ainaärkevin ratkaisu työmaalla kustannuksien kannalta. Opinnäytetyössä käydään läpi kehitysvaiheessa esiintulleita seikkoja, joiden takia päädyttiin siihen ratkaisuun, että meluseinä jouduttiin rakentamaan.

Opinnäytetyössä esimerkkikohteena käytetään meluseinää Vt3 Hämeenkyrönväylän projektilta. Työssä käsitellään kyseisen meluseinän rakentamista ja rakentamisen aikana työmaalla esiintulleita haasteita. Meluseinän toteutus on kirjoitettu omien kokemusten pohjalta, jonka tukena on työmaalla meluseinän rakentamisen aikana käydyt keskustelut ja pohdinnat työmaan henkilöstön sekä timpureiden kanssa. Kyseinen meluseinä rakennettiin paaluperustuksen varaan. Paaluperustukseen päädyttiin, koska pohjaolosuhteet kyseisessä kohdassa olivat niin huonot, ettei muuta perustamisvaihtoehtoa ollut.

Meluseinien rakentamisesta löytyy hyvin vähän tietoa, joten tavoitteena on tuoda esiin meluseinän rakennusprojektia ja siinä käytettyjä työmenetelmiä sekä tuoda myös esille suunnitelmiin tulleita muutoksia huonojen pohjaolosuhteiden sekä väylän alittavien runkojätevesilinjojen takia. Työssä ei oteta syvällisemmin kantaa paalutukseen eikä maanrakennukseen.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Destia Oy, joka on Suomen suurin infra-alan palveluyhtiö ja osa kansainvälistä Colas-konsernia. Destia suunnittelee, rakentaa ja kunnossapitää yhteiskunnan toiminnan kannalta välttämätöntä infrastruktuuria, kuten sähköverkkoja, siltoja, teitä ja ratoja. Destian liikevaihto vuonna 2022 oli 603,4 miljoonaa euroa ja vertailukelpoinen liiketulos oli 20 miljoonaa euroa. (Destia Oy, 2023)

2 Yleistä melusteista

Melusteiden tarkoitus on vähentää melulle altistumista ja sen aiheuttamia haittoja.

Melusteita ovat esimerkiksi meluvallit, melukaiteet ja meluseinät. Valittaessa sopivaa melusuojausten tyyppiä on otettava huomioon useita tekijöitä, kuten äänenvaimennustarve, vaikutus maisemaan, arkkitehtuuriset seikat, maaperä ja käytettävissä oleva tila. Lisäksi on huomioitava rakentamiskustannukset ja kunnossapidon tarve. (Väylävirasto, 2022)

Melusteiden kokonaispituus ja korkeus määräytyvät äänenvaimennustarpeen perusteella.

Tyypillisesti, kun melua halutaan rajoittaa vain yhteen suuntaan, meluste valmistetaan betonista, puusta tai muusta kovapintaisesta materiaalista. Jos melua halutaan rajoittaa molemmille puolille väylää, melusuojausten pinnalla on oltava materiaalia, joka estää heijastusta ja lisää absorptiota eli äänen imeytymistä. Tämän tyyppinen tilanne voi olla esimerkiksi kaupunkiympäristössä, jossa väylän molemmilla sivuilla on asutusta.

(Väylävirasto, 2022)

Suomessa ulkomelun mittaamisen osalta käytetään pohjoismaisen ministerineuvoston hyväksymiä melulaskentamalleja, jotka perustuvat laajoihin melumittauksiin.

Melulaskennoissa käytetään apuna maastomalleja hyödyntäviä tietokoneohjelmia. Hyvin suunniteltu meluste voi vaimentaa melua jopa 15 dB heti melusteiden takana. Melun keskiäänitasolle on asetettu seuraavat raja-arvot:

- Päiväsaikaan (7-22) Asuinalueilla sekä hoito- ja oppilaitosten läheisyydessä pihamaalla 55 dB ja sisätiloissa 35 dB, toimistotiloissa sisätiloissa 45 dB
- Taajama-alueen ulkopuolella loma- ja virkistysalueilla pihamaalla 45 dB
- Yöaikaan (22-7) vanhoilla asuinalueilla pihamaalla 50 dB, uusilla 40 dB, taajaman ulkopuolisilla loma- ja virkistysalueilla pihamaalla 40 dB sekä asuin- ja hoitotiloissa sisällä 30 dB. (Väylävirasto, 2022)

2.1 Meluvalli

Meluvallilla on useita etuja muihin meluusteisiin verrattuna. Yleisesti ottaen meluvallin rakentaminen on edullisempaa kuin muut vaihtoehdot, erityisesti jos käytettävissä on melueterakentamiseen soveltuvia ylijäämämaita joko samasta hankkeesta tai lähialueilta helposti saatavilla. Meluvallin rakentamisessa voidaan myös hyödyntää uusiomateriaaleja. Lisäksi meluvalli on ääntä absorvoiva ja se voidaan usein sovittaa hyvin maisemaan. Meluvalliin liittyvät ilkvallan ongelmat ovat yleensä vähäisiä. Keskeisenä rajoituksena meluvallien osalta on kuitenkin suuri tilantarve ja pehmeikölle rakennettaessa mahdollisesti suuremmat kustannukset. (Teiden ja ratojen meluusteiden suunnittelu, 2021, s. 18)

Meluvalli on yksi yleisimmistä melusuojaustyypeistä ja hyvin toteutettuna se voi olla ulkonäöltään sopivin ratkaisu. Meluvallia rakennettaessa on kuitenkin otettava huomioon, että sen rakentamiseen tarvitaan usein paljon tilaa, joita tiealue ja maahan upotetut johdot rajoittavat. Meluvalli maisemoidaan ja se voidaan toteuttaa esimerkiksi sopivilla puilla ja pensailla tai vähintään nurmikolla. (Väylävirasto, 2022)

Meluvallin rakentamisessa ensisijaisena materiaalina käytetään usein hankkeen ylijäämämaita. Meluvalli voidaan toteuttaa kokonaan käyttämällä hyväksi hankkeen ylijäämämassoja, mikäli materiaali on soveltuvaa kyseiseen tarkoitukseen. Ylijäämämassat ovat usein savea tai silttiä. Saven ja siltin ongelmia voivat kuitenkin olla eroosio, rikkakasvit, mahdolliset vieraslajit ja kasvualustan sopimattomuus istutuksille. (Teiden ja ratojen meluusteiden suunnittelu, 2021, s. 20)

Suunnittelun eri vaiheissa on tärkeää huomioida ja selvittää mahdollisuudet uusiomateriaalien käytölle, mikäli sopivaa materiaalia meluvalliin ei ole hankkeesta saatavilla. Uusiomateriaalien käytössä tulee noudattaa ohjetta "Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa". On myös tärkeää ottaa huomioon, että osa uusiomateriaaleista saattaa vaatia ympäristöluvan. Lupaprosessin kesto vaihtelee huomattavasti, ja se voi kestää kauemmin kuin itse rakentamissuunnitelman laatiminen ja meluvallin toteutus yhteensä. Tämä on otettava huomioon suunnitteluprosessissa. (Teiden ja ratojen meluusteiden suunnittelu, 2021, s. 20)

Pehmeikköalueilla meluvalleissa ja niiden alla voidaan käyttää kevyttä täyttömateriaalia, kuten kevytsoraa, tuhkaa, erilaisia rengastuotteita, vaahtolasimurskettä tai EPS-kevennettä. Luiskakaltevuuksien pitäminen riittävän jyrkkinä edellyttää kitkamaan tai lujiterakenteen käyttöä meluvallin reunoissa. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 20)

Kuvassa 1 on meluvallissa käytetty rengastuotteita keventeenä pehmeiden pohjaolosuhteiden vuoksi.

Kuva 1. Meluvallin täyttöä rengastuotteilla. (Nurmi, K., 24.9.2016)



2.2 Melukaide

Melukaiteella on samaan aikaan kaksi käyttötarkoitusta. Se toimii sekä melusuojuksena että ajoradan turvakaiteena. Sitä käytetään pääasiassa tilanteissa, joissa on tarpeen rakentaa melusuojaus tien välittömään läheisyyteen penkereelle. Matala melukaide on tehokas melunvaimennuksessa, erityisesti kun se sijaitsee penkereellä lähellä melunlähdettä. (Väylävirasto, 2022)

Silloilla ja penkereillä 1–2 metrin korkuinen betonikaide on usein riittävä ja meluseinää tai -vallia edullisempi vaihtoehto meluntorjunnassa. Betonikaide voidaan sijoittaa penkereen kohdalla lähemmäs tietä. Normaalin meluseinän sijoittaminen olisi hankalampaa johtuen

suistumisturvallisuuden ja lumitilan tarpeista, mikä aiheuttaisi suuremman korkeuden seinärakenteelle verrattuna kaiteeseen. Kaiteen korkeuden ollessa 1,0–1,2 metriä mahdollistaa se jonkinlaisen näkyvyyden autosta ympäröivään maisemaan. Lisäksi kaiteeseen voidaan tarvittaessa lisätä läpinäkyvä korotusosa (Kuva 2). (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 29, 30)

Kuva 2. Melukaide läpinäkyvällä korotusosalla Lamminrahkassa.



Tien melukaiteena käytetään kiinteitä betonikaiteita, jotka noudattavat Tiekaiteiden suunnitteluohjetta. Silloilla puolestaan käytetään betonikaiteita tai teräksisen siltakaiteen taakse asennettua erillistä seinää, joissa noudatetaan Siltojen kaiteiden suunnitteluohjeen vaatimuksia. Betonikaiteiden saumat tiivistetään saumanauhalla ja elastisella massalla. Kaiteen alle ei saa jäädä rakoja lukuun ottamatta yksittäisiä kuivatusaukkoja. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 30)

2.3 Meluseinä

Meluseinää valittaessa sen etuina ovat tehokas meluntorjunta, vähäisempi tilantarve verrattuna meluvalleihin, mahdollisuus perustaa pehmeälle maalle sekä ulkonäön suunnittelu ympäristöön sopivaksi. Huonoina puolina on, että se voi olla rakentamis- ja ylläpitokustannuksiltaan kallis ratkaisu. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 40)

Meluseinät eroavat meluvalleista siten, että ne ovat suhteellisen ohuita rakenteita, joiden rakenteisiin kuuluu perustus, pilari, sokkeli, seinäelementti sekä mahdollisesti seinän ja pilarien katteet. Meluseinien käyttö on yleistä tilanteissa, joissa tilan ahtauden vuoksi meluvallin rakentaminen ei ole mahdollista, mutta tarvitaan kuitenkin merkittävä melun vaimennus. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 29)

Meluseinä ja -valli voidaan myös rakentaa yhdistelmänä (Kuva 3). Tätä yhdistelmäratkaisua käytetään yleensä tilanteissa, joissa riittävän korkea pelkkä meluvalli ei tilanpuutteen vuoksi mahdu kohteeseen, meluvallilla ei saavuteta riittävää melunvaimennuskorkeutta tai pehmeiköllä, kun seinän alapuolinen valli voidaan perustaa maanvaraisesti tai kevennysratkaisulla ja seinä paaluperusteisena. Tällainen yhdistelmäratkaisu voi myös olla esteettisempi ratkaisu kuin pelkkä meluseinä. Meluseinä voidaan myös osittain piilottaa meluvalliin tehtävillä istutuksilla. Lisäksi toteutettaessa meluvallin ja -seinän yhdistelmää lähelle ajokaistaa ajoneuvot eivät törmää vallin päällä olevaan seinään yhtä helposti kuin tietä alemmas rakennettuun meluseinään. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 28)

Kuva 3. Meluseinän ja -vallin yhdistelmä Vt3 Hämeenkyrönväylällä.



Meluseinän ja -vallin yhdistelmä suunnitellaan aina kokonaisuutena. Suunniteltaessa on varmistuttava siitä, etteivät vallin päälle sijoitetun seinän perustukset pääse liikkumaan. Meluseinän perustukset on ensisijaisesti ulotettava kantavan pohjamaan varaan tai meluseinän maanvaraisten perustusten alapuoliset täytöt tehdään kerroksittain tiivistäen kitkamaasta ja samalla varmistetaan täytön ja pohjamaan painumattomuus. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 28)

Mikäli meluseinä rakennetaan vallin päälle, sallittu painuma määräytyy seinän perustamistavasta. Meluvallin ja perustusten painuminen otetaan myös huomioon melusteiden suunnittelussa esimerkiksi upottamalla sokkeli meluvalliin siten, että sen alareuna ei tule näkyviin maan painuessa. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 20)

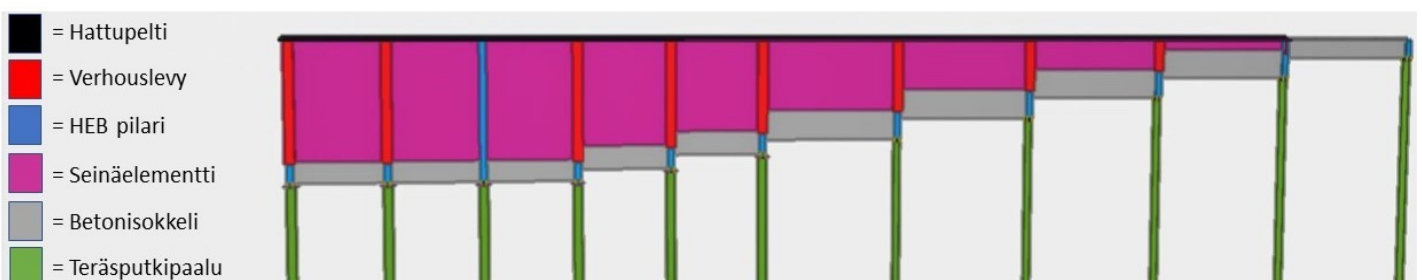
3 Meluseinä Vt3 Hämeenkyrönväylä

Meluseinä sijaitsee uudella Hämeenkyrön ohitustiellä, joka on osa valtatietä 3. Meluseinä on yhdistetty meluvalliin ja sen etäisyys ajoradan reunasta on yli 10 m. Meluvallin korkeuden noustessa sen kaltevuus on noin 1:2. Toisesta päästä meluseinä on 6 m korkea ja toisessa päässä se yhdistyy meluvalliin. Meluseinä on pituudeltaan noin 50 m. Meluseinän seinäelementit ovat puurunkoisia ja puuverhoiltuja. Meluesteen eristävyysvaatimus on 25 dB (DL_R). (WSP Finland Oy, 2021)

Meluseinä perustettiin lyötäville teräsputkipaaluille, joissa on maakärjet. Teräsputkipaaluihin hitsattiin ylälevyt, joihin teräksiset HEB pilarit kiinnitettiin pulttiliitoksien. Pilarien välille asennettiin betoniset sokkelit ja näiden päälle asennettiin seinäelementit. Pilareiden eteen asennettiin verhouslevyt. Seinäelementtien päälle asennettiin maalattu SP-vaneri ja Pural -pinnoitettu hattupelti t=0,7 mm. Meluseinän puurunkoisten seinäelementtien suunnittelukäyttöikä on 40 vuotta ”Tien meluesteiden suunnittelu” VO 21/2015 mukaan. Muut rakenteet on suunniteltu 50 vuoden suunnittelukäyttöikänsä mukaan.

Kuvassa 4 on esitetty rakennetun meluseinän rakenneosat, joita toteutusvaiheessa käydään läpi. Kuvassa on yhden HEB pilarin edestä poistettu verhoilulevy, jotta pilari hahmottuu paremmin. Kuvassa näkyy huonosti paalun ylälevy, jonka avulla pilari kiinnitetään paaluun.

Kuva 4. Vt3 hankkeen meluseinän rakenneosat.



4 Meluseinäratkaisun taustaa

Vt3 Hämeenkyrönväylän -hankkeen urakkamuotona on STk-malli (Suunnittele-toteuta-malli kehitysvaiheella). STk-urakkamuodon selkeänä etuna on se, että kehitysvaiheessa voidaan jakaa riskejä tilaajan ja palveluntuottajan kesken. Malli myös mahdollistaa sen, että urakoitsija ja tilaaja voivat yhteistyössä kehittää innovatiivisia ratkaisuja ja löytää esimerkiksi kustannussäästöjä hankkeelle. (Väylävirasto, 22.4.2022)

Hankkeen kehitysvaiheessa pyritään löytämään teknistaloudellisia suunnitelmaratkaisuja huomioiden laatuun, kustannuksiin, turvallisuuteen sekä liikenteen sujuvuuteen vaikuttavia asioita. Kehitysvaiheessa toiminta on avointa yhdessä tekemistä, jossa tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden asiantuntemus yhdistetään koko hankkeen hyväksi. Kehitysvaiheen tarkoituksena on suunnittelu- ja toteutusratkaisujen kehittäminen sekä vaihtoehtojen vertailu yhdessä tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijan kesken. (Väylävirasto, 22.4.2022)

Hankkeen kehitysvaiheessa selvisi, että alkuperäisten suunnitelmien mukaan, jossa meluste olisi toteutettu meluvallilla ei kyseiseen paikkaan voitu toteuttaa huonojen pohjaolosuhteiden sekä väylän alittavien runkojätevesilinjojen takia. Seuraavassa luvussa on tuotu esiin mitä muutoksia kyseiset ongelmat toivat suunnitelmiin.

Itse en hankkeen kehitysvaiheessa ollut mukana, joten seuraavaa lukua varten haastattelin Destialta hankkeen suunnittelun ohjauksesta ja taitorakenteiden laadunvarmistuksesta vastaavaa työmaainsinööri Jaana Jokihaaraa.

4.1 Rakennus- ja tiesuunnitelmataso

Meluvallien suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon tilantarve ja pohjaolosuhteet. Tilantarvetta arvioitaessa on käytettävissä olevan tilan lisäksi otettava huomioon erilaiset kunnallistekniset putkistot, kuten viemäri-, kaasu-, kaukolämpö- ja vesijohdot. Pehmeällä maaperällä meluvallia ei tule sijoittaa kunnallisteknisten putkistojen päälle tai viereen putkiston suuntaisesti. Pehmeällä maaperällä maanvaraisen tai kevennetyn meluvallin rakentaminen voi aiheuttaa haitallista painumaa ja rasituksia myös vallin ulkopuolisille

putkistoille ja muille rakenteille, kuten tien- tai ratapenkereen pohjarakenteille. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 18, 19)

Olemassa olevan maanpinnan taso vaihtelee meluseinän rakennuspaikalla noin välillä +64.50...+69.75 (N2000). Meluseinän kohdalla valtatie 3:n suunniteltu tasausviivan korkeus on noin tasolla +67.1...+67.3. (WSP Finland Oy, 2021)

Meluseinälinjalla tehtiin suunnittelun aikana kaksi puristinheijarikairausta. Toisesta puristinheijarikairauspisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä ja tehtiin siipikairaus. Noin paaluvälillä 3600...3625 meluseinän rakennuspaikalla ylimpänä maakerroksena on noin 2,5...3,5 metrin paksuinen kuivakuorikerros (Si). Kuivakuoren alla on noin 8 m löyhää silttiä. Siltin vesipitoisuus on noin 25...30 p-%. Siltin alapuolella on löyhää moreenia. Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet kiveen, lohkareeseen tai kallioon tasolla +51.6...+54.3. (WSP Finland Oy, 2021)

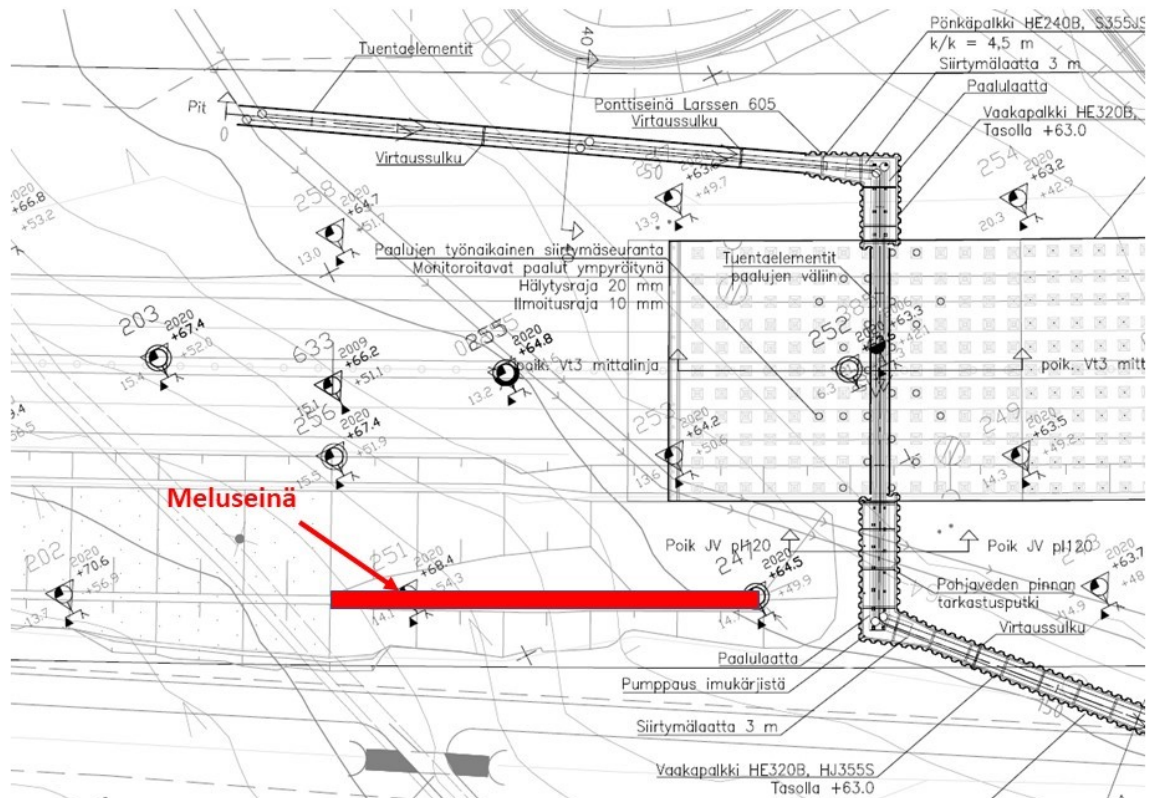
Noin paaluvälillä 3625...3650 meluseinän rakennuspaikalla ylimpänä maakerroksena on noin 1 metrin paksuinen kuivakuorikerros (Si). Kuivakuoren alla on noin 3,5 m pehmeää savista silttiä. Savisen siltin vesipitoisuus on noin 37,5...45 p-%. Savisen siltin alapuolella on löyhää silttiä tai silttistä hiekkaa noin 7 m. Siltin vesipitoisuus on noin 29...47,5 p-%. Siltin alapuolella on löyhää moreenia. Puristinheijarikairaukset ovat päättyneet kiveen, lohkareeseen tai kallioon tasolla +49.9...+50.6. (WSP Finland Oy, 2021) Liitteestä 1 selviää kairausten tulokset kairausdiagrammeina.

Työmaalla meluvallin rakentaminen on lähes ainaärkevin ratkaisu kustannuksien kannalta. Aina sitä ei kuitenkaan pohjaolosuhteiden tai tilanpuutteen vuoksi ole mahdollista toteuttaa. Vt3 hankkeella ei tilanpuutetta ollut, mutta meluvallia ei kyseiseen paikkaan voitu juuri noiden pohjaolosuhteiden takia toteuttaa. Melusuojausten korkeusvaatimus kyseisessä kohdassa oli tsv +5 m (tsv=tien keskilinjan tasausviiva). Kohdan tiepengerkin on korkea ollen n. 3 metriä ympäröivää maanpintaa korkeammalla, joten meluvallin korkein kohta olisi ollut +8 metriä maanpintaa korkeammalla. Meluvallin täyttööä olisi tuohon kohtaan tullut sen verran, että raskaiden pohjanvahvistusten jälkeen kustannukset olisivat nousseet niin korkeiksi, ettei sitä olisiärkevää toteuttaa. Ratkaisuna päädyttiin siihen, että meluseinä

yhdistetään matalaan meluvalliin. (Henkilökohtainen tiedonanto, Jaana Jokihaara, 28.4.2023)

Kehitysvaiheessa melusuojausrakenteet kyseisessä kohdassa muutettiin siten, että alkuperäisessä suunnitelmassa meluvallia olisi viety paljon pidemmälle noin paalulle 3730. Tämä selviää alempana olevasta kuvasta 7. Melusuojauksellisesti tämä olisi ollut hyvä ratkaisu, mutta rakenteellisten syiden vuoksi sitä ei ollut mahdollista toteuttaa. Pohjaolosuhteiden lisäksi meluvallia ei voitu noin pitkälle viedä väylän alittavien runkojätevesilinjojen takia. Runkojätevesilinjausta tarkasteltiin useaan otteeseen, jotta sijainti saatiin parhaaseen mahdolliseen paikkaan, lopputuloksena viemärien alitus kannakoitiin paalulaattaan ja kiertämään mahdolliset meluseinän paalut. Myös maisemointitäyttö jäi kyseisestä kohdasta pois, koska maita ei voida runkojätevesilinjan päälle läjittää. Melusuojauksellisesti päädyttiin siis ratkaisuun, jossa meluvallia jouduttiin lyhentämään ja sitä jatkettiin meluseinällä ja lisäksi melukaidetta tuodaan vastaavasti pidemmälle. Lopputilanteessa melukaide ja -seinä limittyvät noin 10 m. Näiden ratkaisujen avulla rakenteelliset muutokset huomioon ottaen päästään riittävälle tasolle meluntorjunnassa. (Henkilökohtainen tiedonanto, Jaana Jokihaara, 28.4.2023). Kuvassa 5 jätevesilinjojen tuentasuunnitelman asemapiirustuksesta selviää siirretyn runkojätevesilinjan sijainti, jonka takia meluestettä ei voitu viedä pidemmälle. Kuvaan on punaisella merkattu meluseinän sijainti.

Kuva 5. Jätevesilinjojen tuentasuunnitelman asemapiirustus. (E. Ruhanen & J. Myllymäki, 2021)

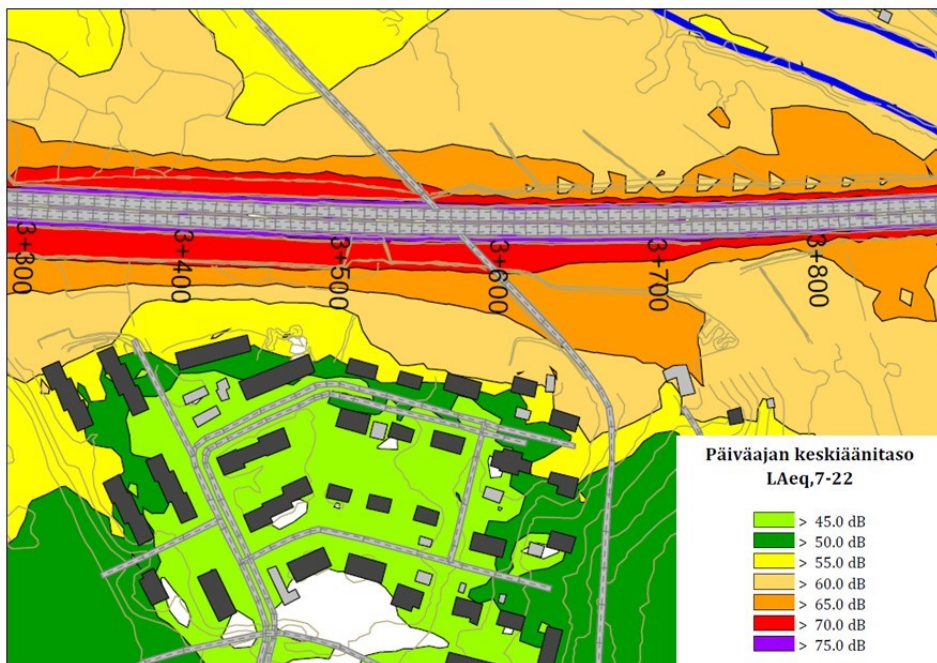


Liikenteestä aiheutuvaa melua arvioidaan yleensä laskentamallien avulla. Suunnittelussa käytetään yleensä ennustetilanteita, sillä melutilanteen arvioiminen mittaamalla ei aina ole mahdollista. Yksittäisiä melumittaustuloksia ei yleensä voida käyttää melutilanteen arvioinnin lähtökohtana tai melutilanteen seurannassa, koska maastossa tehtävissä melumittauksissa paikasta, säästä ja liikennemäärästä aiheutuvat vaihtelut ovat suuria. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, s. 38)

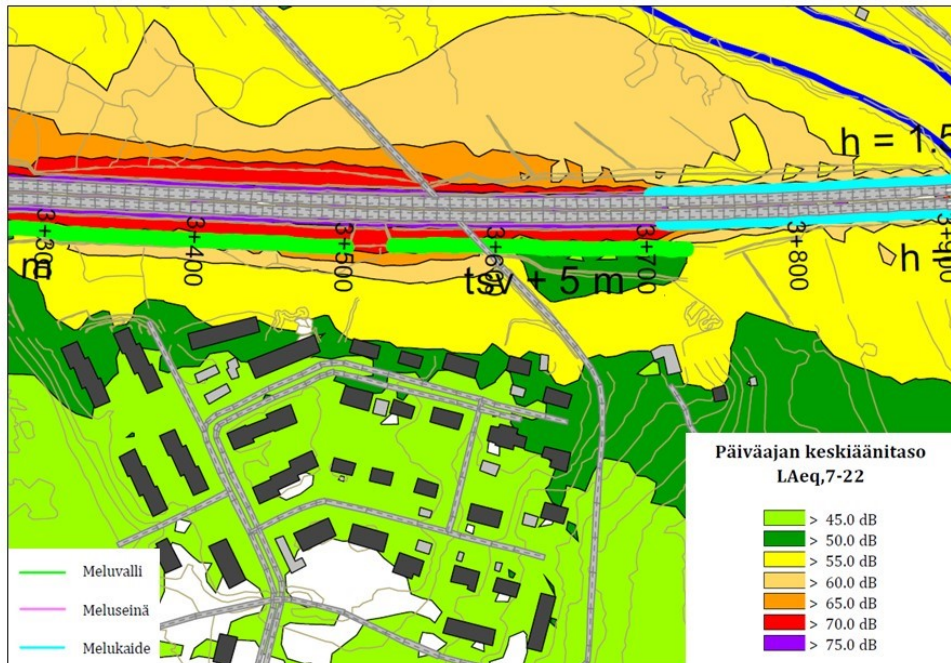
Kehitysvaiheessa tiesuunnitelmien ja melulaskelmien perusteella on käyty eri vaihtoehtoja läpi, joilla melua pystyttäisiin vähentämään asutulla alueella. Tiesuunnitelmissa ratkaisuna on pohdittu meluvallia, melukaidetta, meluseinää sekä näiden yhdistelmiä, jotta melutaso pysyisi valtioneuvoston asetusten sallimissa rajoissa. (Henkilökohtainen tiedonanto, Jaana Jokiaara, 28.4.2023).

Meluusteiden suunnittelussa käytetään melulaskentoja, jotka perustuvat yleensä ennustettuun liikennemäärään 20 vuoden päähän, ellei väylän suunnitteluprosessissa ole määritelty jotakin muuta tarkastelu-aikaa. Asuinalueilla päiväsaikaan (klo 7-22) pihamaiden melutaso ei saa ylittää 55 dB:n raja-arvoa Valtioneuvoston päätöksen Vnp 993/92 mukaisesti. (Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu, 2021, ss. 12, 38) Tiesuunnitelman aikaisessa melulaskennassa meluhaittaa asuinalueella on mallinnettu ilman melusteitä (Kuva 6), sekä melusteillä (Kuva 7).

Kuva 6. Tiesuunnitelman mukainen ennustetilanne melusta v. 2040, ilman meluntorjuntaa. (WSP Finland Oy, 2020)

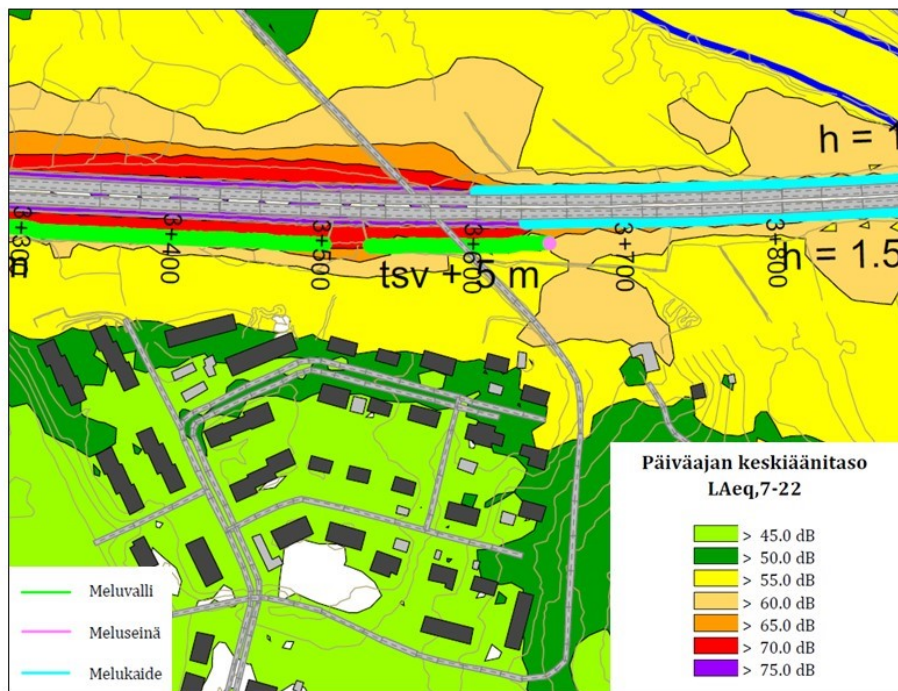


Kuva 7. Tiesuunnitelman mukainen ennustetilanne melusta v. 2040, melusteillä. (WSP Finland Oy, 2020)

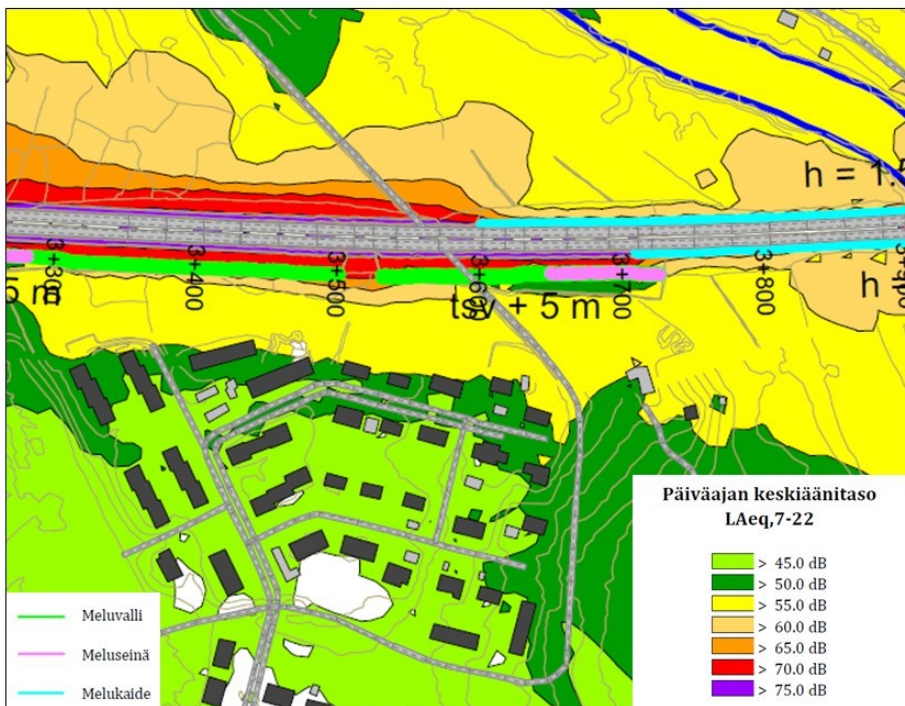


Kuvasta 6 siis huomataan, että melutaso väylää lähimpänä olevissa asuinkiinteistöissä menee yli ohjearvojen ilman meluntorjuntaa. Kuvassa 7 tiesuunnitelmassa esitetty vaihtoehto, jossa meluvalli olisi tullut paalutussuunnassa paljon pidemmälle ei kuitenkaan voitu toteuttaa huonojen pohjaolosuhteiden sekä runkojätevesiviemäriin takia. Seuraavissa kuvissa esitetään kehitysvaiheen melulaskentoja eri ratkaisulla. Näissä ratkaisussa on otettu huomioon pohjaolosuhteet sekä runkojätevesiviemäri. Kuvassa 8 vaihtoehtona on käytetty melukaidetta ja -vallia. Melukaide on tuotu pidemmälle eli paalutussuunnassa lyhyempään suuntaan. Tässä ratkaisussa melu pääsee kuitenkin leviämään asuinalueelle. Kuvassa 9 esitetään valittu ratkaisu, jossa meluvalliin on yhdistetty meluseinä ja melukaidetta on limitetty meluseinän kanssa. Tällä ratkaisulla päästään riittävälle tasolle meluntorjunnassa.

Kuva 8. Hankesuunnitelman mukainen ennustetilanne melusta v. 2040, meluntorjuntavaihtoehto 1. (WSP Finland Oy, 2020)



Kuva 9. Hankesuunnitelman mukainen ennustetilanne melusta v. 2040, meluntorjuntavaihtoehto 2. (WSP Finland Oy, 2020)



5 Meluseinän toteutus

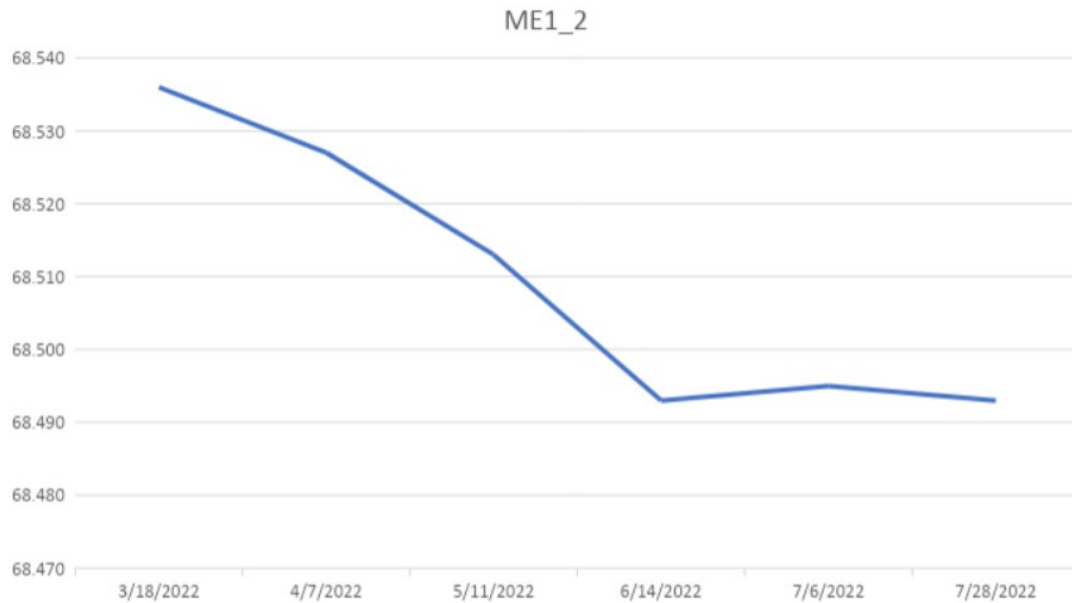
Jokaisessa hankkeessa laaditaan eri työvaiheista kohdekohtaisesti omat työvaihekohtaiset työ- ja laatusuunnitelmat, jossa käydään läpi työn suoritukseen, turvallisuuteen, ympäristöön ja laadunvarmistukseen liittyviä asioita sekä käytettäviä resursseja, kalustoa, materiaaleja ja työvaiheen valmistavia vaiheita. Nämä suunnitelmat käydään aina läpi työvaiheeseen osallistuvien työntekijöiden kanssa ennen työhön ryhtymistä. Työn toteutuksessa noudatetaan myös sille asetettuja suunnitelmia sekä asiakirjoja.

Meluseinän rakentamisessa tulee vastaan elementtien nostoja. Nostotöistä laaditaan nostosuunnitelma, jossa käydään läpi nostettava taakka ja sen paino, painopiste sekä nostokohdat, nostopaikat ja -suunnat, käytettävät nostomenetelmät, -laitteet ja -apuvälineet, noston olosuhteet, tarvittavat maapohjan tai eri rakenteiden vahvistukset, nostotyön vaiheet, henkilöstön opastus, tarvittavat turvallisuustoimenpiteet esim. suojavyöhykkeet, varottavat sähköjohdot ym. ja vastuuhenkilöt. Suunnitelmaan voidaan myös liittää piirrustuksia esimerkiksi elementtien nostojärjestyksestä/-paikasta. Nostosuunnitelma käydään läpi nostotöihin osallistuvien työntekijöiden kanssa ennen työhön ryhtymistä.

5.1 Esikuormituspenger

Meluvalli perustettiin maanvaraisesti ja rakennettiin Vt3 Hämeenkyrönväylä -hankkeen leikkausmassoista. Meluvalli rakennettiin noin 6 kuukautta ennen meluesteen rakentamista rakennuspaikan esikuormittamiseksi. Esikuormituksen aikaisia painumia seurattiin kolmesta seurantapistestä. Kuvassa 10 on yksi esikuormituspenkereen painumatangoista, jolla painumaa on seurattu. Kuvasta nähdään ajankohta, kun painuminen on alkanut tasaantumaan.

Kuva 10. Esikuormituspenkereen painumaseuranta. (Destia Oy, 2022)



Esikuormituspenkereen saa purkaa tai rakentaa lopulliseen muotoon, kun penkereen painuma ja painumisnopeus ovat saavuttaneet suunnitelma-asiakirjoissa tai työn aikana osoitetut arvot. (InfraRYL, 2022, 18116.3)

Ennen paalujen asennusta esikuormituspenker leikattiin oikeaan tasoon, jotta paalutuskone pääsi lyömään paalut maahan. Useimmiten tehdään näin, mutta joskus esimerkiksi aikataulullisista syistä paalutus saatetaan joutua tekemään myös esikuormituspenkereen läpi.

5.2 Perustukset

Meluseinä perustettiin lyötäville tukipaaluille (Kuva 11). Paaluina käytettiin teräsputkipaaluja. Paalujen koot vaihtelivat melusteiden korkeuden mukaan. Yhteensä paaluja asennettiin 11 kpl ja viisi näistä paaluista oli $\varnothing 324 \times 10$, loput olivat $\varnothing 406 \times 12,5$. Paalujen teräslaji on S440J2H ja niiden asennuksessa sijaintitoleranssi on +/- 50 mm. Paaluja asennettaessa sijaintitoleranssien suhteen tulee olla hyvin tarkkana, koska jos ne ylittyvät on niillä huomattava vaikutus tulevissa työvaiheissa. Tämä ilmenee 5.2.1 ja 5.3 luvussa.

Paalujen asentamisen päätteeksi paalujen kantokestävyys varmistetaan loppulyöntiehdoin. Lyönninaikaiset jännitykset eivät saa ylittää paalun rakenteellista kestävyyttä. Loppulyöntiehdot riippuvat käytettävästä kalustosta ja pudotuskorkeudesta. Nämä määritetään teknisessä työsuunnitelmassa. Tekninen työsuunnitelma hyväksytetään tilaajalla ennen töiden aloittamista. (WSP Finland Oy, 2021)

Kuva 11. Asennetut teräspalkkipaalut.



5.2.1 Paalujen katkaisu

Paalujen asennuksen jälkeen paaluihin merkitään katkaisukorot, joista paalut katkaistaan. Paalujen oikea katkaisutaso selviää paalutuspiirustuksesta. Paalujen katkaisutoleranssi on +10/-5 mm. Mittamiehen olisi hyvä merkata useampi merkintä paaluun oikeasta

katkaisukorosta. Näin sen ympäri pystytään helpommin piirtämään tarkka viiva leikattavasta kohdasta. Tällöin katkaisu saadaan helpommin vaakasuoraksi. Paalujen leikkaus suoritetaan polttoleikkaamalla. Mikäli maahan lyödyt paalut jäävät pitkiksi maanpinnan yläpuolelle, tulee näiden katkaisussa olla erittäin tarkkana. Apuvälineenä tässä käytetään kaivinkonetta kouralla (Kuva 12). Kaivinkone tarttuu kouralla paaluun ennen kuin paalua aletaan polttoleikkaamaan. Tämän jälkeen se voidaan katkaista. Polttoleikkaajan tulee siirtyä kauemmaksi ennen paalun siirtoa. Leikkauksessa kannattaa jättää muutama milli varaa, koska leikkauksen jälkeen paalun pää hiotaan tasaiseksi kulmahiomakonetta ja vatupassia apuna käyttäen. Näin paalun ylälevy saadaan asennettua mahdollisimman vaakasuoraan.

Kuva 12. Pitkien paalujen katkaisua.

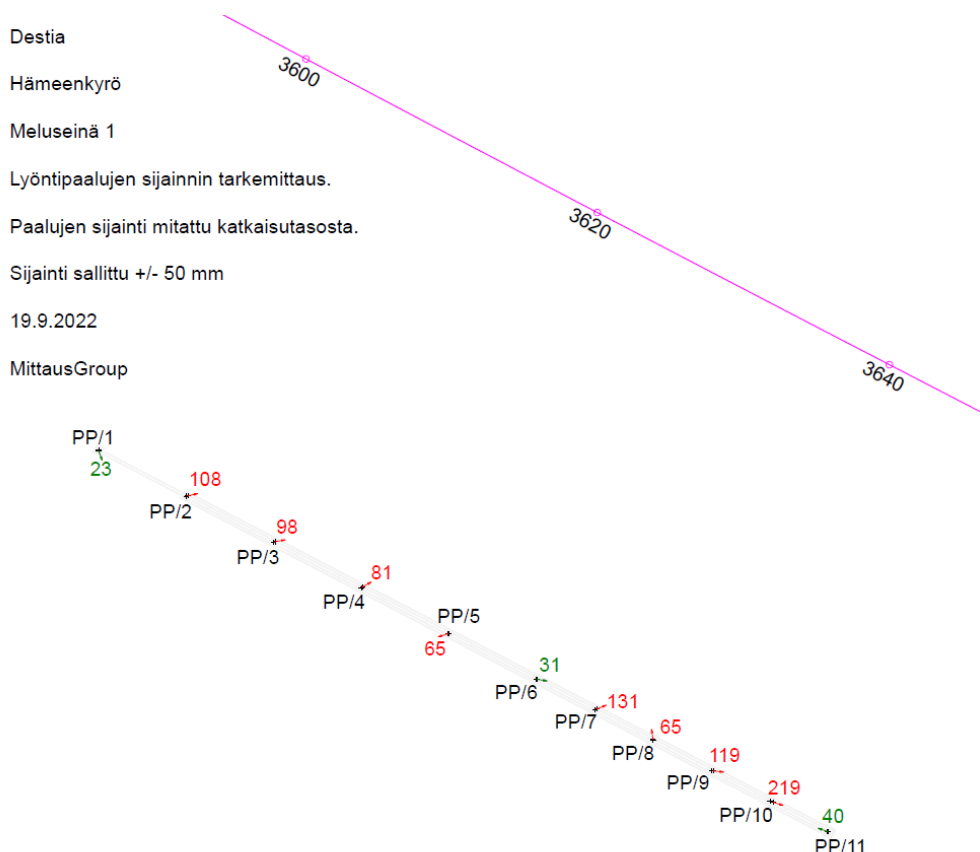


Paalujen katkaisun jälkeen mittamies ottaa tarkkeet paaluista, jotta niistä saadaan oikeat korkotiedot ja mahdolliset sijainti muutokset. Paalutarkkeet lähetetään suunnittelijalle.

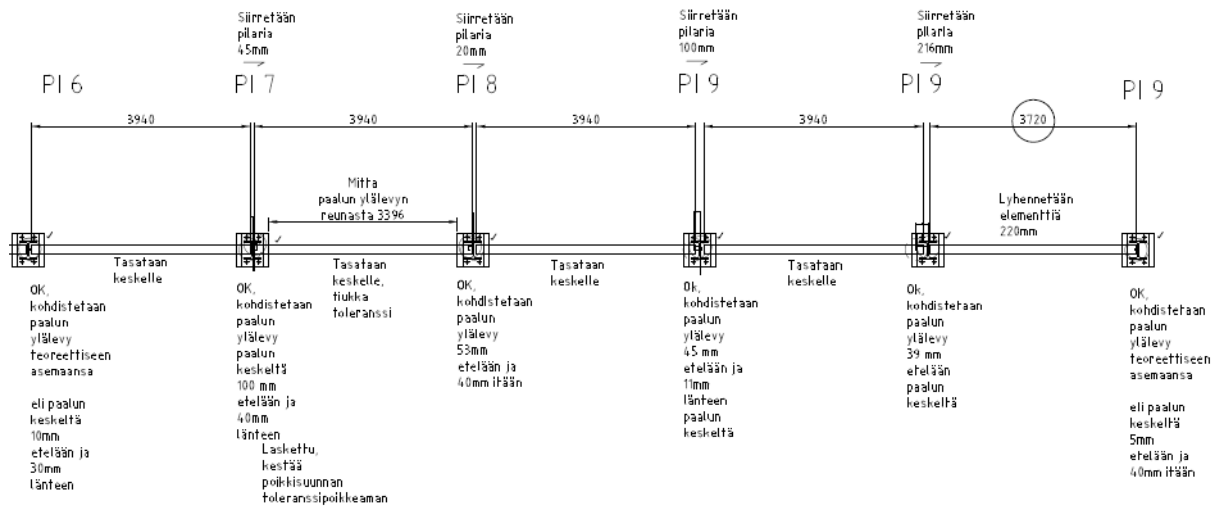
Suunnittelijalta saadaan tiedot pilareiden ilmväleistä. Ilmvälin avulla pilareiden väliset korot saadaan tasattua ja elementit asennettua vaakasuoraan niiden väliin.

Työmaalla mittamiehen ottamista paalutarkkeista huomattiin, että useampi paaluista ylitti toleranssit (Kuva 13). Koska paalut menivät yli toleranssien, jouduttiin paalutarkkeet lähettämään suunnittelijalle tarkastukseen. Suunnittelija käy läpi niiden vaikutukset asennettaviin paalun ylälevyihin sekä mahdollisesti suunniteltuihin mittoihin. Paalujen toleranssien ylitykset aiheuttivat muutoksia ja suunnittelijalta saatiin kaksi vaihtoehtoista menetelmää, kuinka ne tulee toteuttaa. Kuvassa 14 on toinen vaihtoehtoista, jossa pilareita 7, 8, 9 ja 9 siirrettäisiin viimeistä paalua kohti. Kyseisessä vaihtoehdossa jouduttaisiin viimeisen pilarivälin elementtejä lyhentämään. Koska sokkeli- ja seinäelementit olivat jo saapuneet työmaalle, se ei ollut vaihtoehto. Toinen menetelmä tulee esille luvussa 5.3.

Kuva 13. Paalujen sijainnin tarkemittaus katkaisutasosta. (MittausGroup Oy, 2022)



Kuva 14. Paalutarkkeiden vaikutus suunnitelman mittoihin. (L. Törmänen, WSP Finland Oy, 2022)



Paalujen katkaisut kannattaa tehdä heti paalujen asennusten jälkeen varsinkin silloin, jos työmaalla on kiire saada meluseinä valmiiksi. Suunnittelijalla saattaa olla monta muutakin projektia työpöydällä ja näin ollen paalutarkkeiden tietojen saanti voi kestää viikkoja.

5.2.2 Paalujen kaivannot

Paalujen ympärille tehtiin kaivannot. Kaivannot kaivettiin routimattoman täytön alapintaan asti. Silloin kaivannossa on myös riittävästi tilaa hitsata paalun ylälevy kiinni paaluun ja ylälevyn hitsauksen jälkeen kaivanto pystyttiin suoraan täyttämään (Kuva 15). Kaivannon pohjalle olisi myös hyvä levittää vähän murskettä, niin siellä on parempi työskennellä. Kaivannot tehtiin riittävän loiviksi suunnitelmien mukaan.

Jos paalujen oikea leikkauskorko on maanpinnan alapuolella, mittamies voi merkata paalun näkyvään osaan viivan ja kirjoittaa siihen luvun, joka on etäisyys oikeaan leikkauskorkoon. Kun kaivanto on saatu kaivettua, mitataan mitalla etäisyys mittamiehen merkistä alaspäin ja merkataan oikea leikkauskorko.

Kuva 15. Paalujen kaivannot ja ylälevyjen asennusta.



5.3 Paalujen ylälevy

Paalujen ylälevyjen asennus on todella tärkeä vaihe meluseinän rakentamisessa. Jos ylälevy asennetaan vinoon tai väärään kohtaan, se aiheuttaa työmaalla huomattavan paljon ylimääräistä työtä. Asennusvirhettä ei välttämättä huomaa heti silmämääräisesti, vaan vasta kun pilareita tai sokkelielementtejä asennetaan. Tämän vuoksi ylälevyt täytyy kerrasta saada asennettua oikeaan kohtaan. Asennukseen kannattaa siis perehtyä yhdessä mittamiehen kanssa.

Paalujen sijaintitoleranssi sivusuunnassa on ± 50 mm. Tämä tulee huomioida tilatessa ylälevyjä konepajalta. Ylälevyt asennettiin paalun yläpäähän koordinaattien mukaiseen suunniteltuun sijaintiin. Ylälevyt olivat sen verran painavia, että ne nostettiin paikoilleen

Hiab-auton ja siihen soveltuvien nostoapuvälineiden avulla. Ennen hitsausta ylälevyjen tarkka sijainti katsottiin yhdessä mittamiehen kanssa. Ylälevyjen asennus toteutettiin suunnitelmien mukaisesti hitsaamalla ne paalujen päihin kiinni. Ennen hitsausta hitsattavat pinnat hiottiin puhtaaksi kulmahiomakonetta apuna käyttäen.

Työmaalla useampi paalu ylitti toleranssin ± 50 mm, mutta ne pystyttiin paalujen ylälevyissä huomioitujen toleranssien avulla asentamaan. Yhdessä paalussa sijaintitoleranssi oli mennyt sen verran yli, että siihen jouduttiin teettämään uusi pidempi paalun ylälevy. Kuvasta 16 huomataan, kuinka paljon paalun ylälevy jäi vajaaksi toiselta puolelta ja paljonko se tulee toiselta puolelta ylitse. Toisena vaihtoehtona olisi ollut elementtien lyhentäminen 220 mm, mutta elementit oli jo tilattu ja saapuneet työmaalle. Lisäksi niiden lyhentämisessä olisi ollut sen verran työtä, ettei se ollut vaihtoehtona. Kyseiselle paalulle tilattiin uusi teräslevy samojen suunnitelmien mukaan kuin aikaisempi, mutta 250 mm pidempänä ja jossa kierrepultit jäivät levyyn nähden epäkeskosti.

Kuva 16. Ylälevyn (vanerinen sabluuna) sijainti verrattuna paalun yläpään koordinaattien mukaiseen suunniteltuun sijaintiin.



Uusi ylälevy asennettiin paalun päälle täysin samalla tavalla kuin aikaisemmat, mutta sen alle hitsattiin kaksi kulmatukea, jotka tukeutuivat paalun kylkeen (Kuva 17). Kuvassa kulmatukia ei ole vielä hitsattu kokonaan kiinni.

Kuva 17. Paalun uusi ylälevy ja kulmatuennat.



5.4 Täyttötöyt ja routaeristys

Maarakennustöissä noudatettiin geoteknistä suunnitteluraporttia ja geoteknisiä suunnitelmia, InfraRylliä sekä routasuojausten osalta Tielaitoksen (1994) ohjetta Meluesteperustukset. Paalujen kohdalle rakennettiin routimaton täyttö, jonka pohjan leveys oli 1000 mm ja pohjan taso oli 1000 mm syvyydellä paalun yläpäästä. Täytöt tiivistettiin 400 mm kerroksissa. Täytöistä tiiveys varmistettiin kantavuusmittauksella puolesta välin täyttöä sekä valmiista pinnasta. Puolet täytöistä mitattiin. Eli kuuden paalun kohdalta otettiin kantavuusmittaukset Loadman- pudotuspainolaitetta apuna käyttäen. Tiiveysvaatimus täytöille oli $\geq 95\%$.

Meluseinän betonisokkelin alle asennettiin koko seinän pituudelta 50 mm paksu routaeriste. Kuvassa 18 routalevyt ovat osittain asennettuna. Pilareiden asennuksen jälkeen pilareiden juuriin päästiin tekemään loput täyttötöyt ja asentamaan routalevyt.

Kuva 18. Finnfoam 50 mm eristelevyt asennettuna.



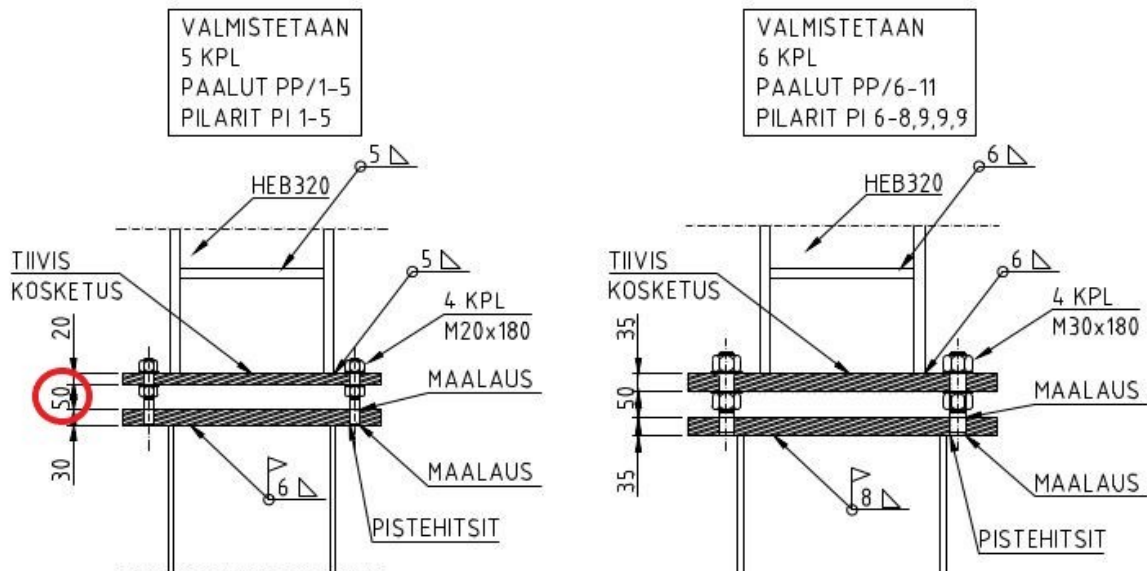
Asennettavan routalevyn leveys oli 1,2 m paalujen 1–6 välillä. Ohuemman maapeitteen vuoksi paalujen 6–11 välinen routasuojauksen leveys oli 2,4 m. Eriste asennettiin noin 100 mm sokkelin alapuolelle. Routaeristyksen laajuus on esitetty geoteknisessä pituusleikkauksessa (Liite 1). Liitteessä 1 vasemmalla on paalu 1 ja oikealla on paalu 11 meluseinän korkeimmassa kohdassa.

5.5 Pilarit

Pilareiden asennuksessa ensimmäisenä katsotaan paalun ylälevyn ja pilarin alalevyn välinen etäisyys eli ilmaväli, jonka avulla pilareiden väliset korot saadaan tasattua. Kuvassa 20 on punaisella ympyrällä merkattu ilmaväli. Suunnittelijalta saadusta paalutarkkeiden katkosta selviää jokaiselle paalulle oma ilmaväli. Tämän jälkeen työmaalla jokaisen paalun ylälevyn

kierretankoihin asennettiin mutterit ja aluslevyt. Etäisyys mitattiin paalun ylälevyn pinnasta aluslevyn yläpintaan. Mutterien ja aluslevyjen vaakasuoruus käytiin vielä läpi vatupassilla mikäli paalun ylälevy ei ollut saatu asennettua täysin vaakasuoraan.

Kuva 20. Detaljikuva pilareiden ja paalujen liitoksesta. (L. Törmänen, WSP Finland Oy, 2021)



Pilareiden sijaintitoleranssi on ± 10 mm. Asennus tehtiin Hiab-auton avulla. Pilarit nostettiin paikalleen pilareiden yläpäissä olevista rei'istä (Kuva 21). Nostoapuvälineenä käytettiin sakkelia. Nostoapuväline irrotettiin pilarin päästä kuukulkijaa apuna käyttäen. Asennuksen jälkeen tarkastettiin pilarien suoruus vatupassilla ja varmistettiin, että ne on asennettu oikein päin. Heti pilareiden asennuksen jälkeen ennen lopullisia täyttötöitä pilareiden välinen etäisyys käytiin läpi sokkelien/seinäelementtien mittaisella lankulla, jotta elementit varmasti mahtuvat niiden väliin. Lankun ja vatupassin avulla tarkastettiin myös välin vaakasuoruus.

Kuva 21. Pilarit asennettuna.



5.6 Sokkelielementit

Meluseinässä käytettävät sokkelit olivat teräsbetonisia elementtejä. Niiden korkeus oli 900–1260 mm. Elementtien paksuus oli 170 mm ja niiden betonilaatuna C30/37–2, P30. Betonin rasisluokkaryhmä oli Ro52 (NCCI2). Betoniteräksenä käytettiin B500B. Sokkelielementin tienpuoleisen näkyvän pinnan tuli täyttää julkaisun by40 Betonirakenteiden pinnat luokan MUO-B vaatimukset ja yläpinnan tulee täyttää luokan PHI-A vaatimukset.

Sokkelielementtejä siirrettäessä varastopaikalta nostopaikalle tulee ne lastata tukevasti Hiab-auton lavalle. Ennen asennusta laaditaan nostosuunnitelma. Elementit käydään läpi ennen asennusta, että ne ovat suunnitelmien mukaiset. Tämä kannattaa tehdä jo siinä vaiheessa, kun elementit toimitetaan työmaalle. Samalla tarkistetaan niiden kunto.

Sokkelielementit asennettiin pilareiden hahlojen väliin pilarin aluslevyjen päälle. Porrastuksen kohdalla sokkelin pää asennetaan pilariin hitsatun teräslevyn päälle.

Sokkelielementtien asennuksessa käytettiin Hiab-autoa sekä nostopuomia, jotta nostopisteille ei tulisi poikittaista rasitusta. Nostoihin käytettiin avuksi irrotettavia nosto-osia. Kohtaan, jossa elementin pohja on pilarin aluslevyä vasten asennettiin neopreenilevyt 170x100x1 mm. Asennuksen jälkeen niiden vaakasuoruus tarkastettiin vatupassilla. Elementit tuettiin pilarin laippoihin käyttäen molemmissa reunoissa elementin ja laipan välissä kuumasinkittyjä kiiloja. Ennen seinäelementtien asennusta sokkeleihin tehtiin taustatäytöt ja niiden päälle asennettiin 170 mm leveä bitumikaista (Kuva 22).

Kuva 22. Sokkelielementit asennettuna ja taustatäytöt tehty.



5.7 Seinäelementit

Seinäelementit ovat puurunkoisia elementtejä, joissa puurunko on A-luokan kuparikyllästettyä lujuusluokan C24 sahatavaraa. Rungon molemmilla puolilla on koolaus sekä ulkoverhouspaneelit.

Ennen seinäelementtien asennusta laaditaan nostosuunnitelma. Elementit käydään läpi ennen asennusta, että ne ovat suunnitelmien mukaiset ja samalla tarkistetaan myös niiden kunto. Tarkastukset kannattaa tehdä jo heti siinä vaiheessa, kun ne toimitetaan työmaalle.

Kuten sokkelielementeissä, myös seinäelementtejä siirrettäessä varastopaikalta nostopaikalle tulee ne lastata tukevasti Hiab-auton lavalle. Isompia seinäelementtejä ei pysty lastaamaan lavalle muuten kuin kyljelleen/pystyasentoon. Seinäelementtien tuennassa Hiabin lavalle tulee siis kiinnittää erityistä huomiota siihen, että ne eivät pääse kaatumaan. Isompien seinäelementtien kuljetuksessa käytetään elementtinelinettä. Seinäelementit asennetaan nostosuunnitelman mukaisesti ja varmistetaan, että sokkeli- ja seinäelementin välissä on bitumikaista. Seinäelementtien asennuksessa käytettiin Hiab-autoa sekä siihen soveltuvia nostoapuvälineitä. Nostoraksit soveltuivat tähän hyvin, sillä seinäelementtien kulmiin oli tehtaalla asennettu nostoliinat. Seinäelementit asennettiin teräspilareiden väliin sokkelielementin päälle. Nostoraksit irrotettiin nostoliinoista kuukulkijaa apuna käyttäen.

Kyseisessä meluseinässä viisi seinäelementtiä oli kahdessa osassa niiden kokonsa vuoksi. Kaksi näistä oli pystyverhouksen vuoksi vierekkäin asennettavia ja kolme oli päällekkäin asennettavia vaakaverhouksen vuoksi. Pystyverhouksella olevat seinäelementit varastoidaan sekä kuljetetaan asennuspaikalle kylkiasennossa. Asennuspaikalla niitä joudutaan kääntämään maassa, jotta ne saadaan nostettua oikeista nostopisteistä. Tähän vaiheeseen kannattaa varata ylimääräisiä lankkuja mukaan, jottei seinäelementtien verhoukset vahingoitu. Kuvassa 23 näkyvät nämä kaksiosaiset seinäelementit. Oranssi ja tummanpunainen pystyverhouksella vierekkäin asennettuna sekä valkoiset seinäelementit päällekkäin asennettuna.

Kuva 23. Asennetut seinäelementit.



Pystyverhouksellisten vierekkäin asennettavien seinäelementtien asennuksessa tulee varmistaa, että ne varmasti pysyvät pystyssä siihen asti, kunnes viereinen seinäelementti on asennettu paikoilleen. Tuulisella säällä seinäelementti on hyvä tukea väliaikaisesti. Liian kovalla tuulella elementtejä ei kuitenkaan tule asentaa. Kun elementit on asennettu paikoilleen, ruuvataan ne kiinni toisiinsa suunnitelmien mukaisesti. Tämän jälkeen seinäelementit kiinnitettiin pilareihin kiilaamalla A-luokan kyllästetyllä puukiilalla. Seinäelementit kiilattiin pilariin koko seinäelementin matkalta, ettei seinäelementin vanerille tule ylimääräistä räsitusta. Kiilauksen jälkeen verhoillaan elementtien liitoskohdat, jotta ne näyttävät yhtenäisiltä. Päällekkäin asennetuissa seinäelementeissä huomattiin, että vaakaverhouspaneeli ei mahdu liitosten väliin kokonaisena. Tämän vuoksi vaakaverhouspaneeleista jouduttiin sahaamaan riittävä määrä pois, jotta ne saatiin mahtumaan väleihin. Tämä tulisi elementtitehtaan ottaa huomioon elementtejä valmistaessa ja katsoa verhousten jako siten, että liitoskohtaan mahtuu kokonainen vaakaverhouspaneeli.

5.7.1 Kattorakenne

Seinäelementtien kattorakenteena käytettiin 21 mm Sp-vaneria. Vanerit tilattiin puuliikkeeltä maalattuna sekä mittoihin sahattuna. Vanerit asennettiin jatkuvana koko seinän matkalta, joten asennuksessa tarvittiin avuksi tasolaseria sekä elementin asennuspaloja. Näin vanerit saatiin asennettua samaan tasoon. Vanerit täytyy saada asennettua ilman pykälää. Seuraavaksi vanerin päälle asennettiin Pural -pinnoitettu hattupelti $t=0,7$ mm. Hattupellin asennus ei onnistu tiiviisti, jos vanereissa on pykälää. Kuvassa 24 hattupelti asennettuna ja Sp-vaneri sen alla.

Kuva 24. Meluseinän kattorakenne valmiina.



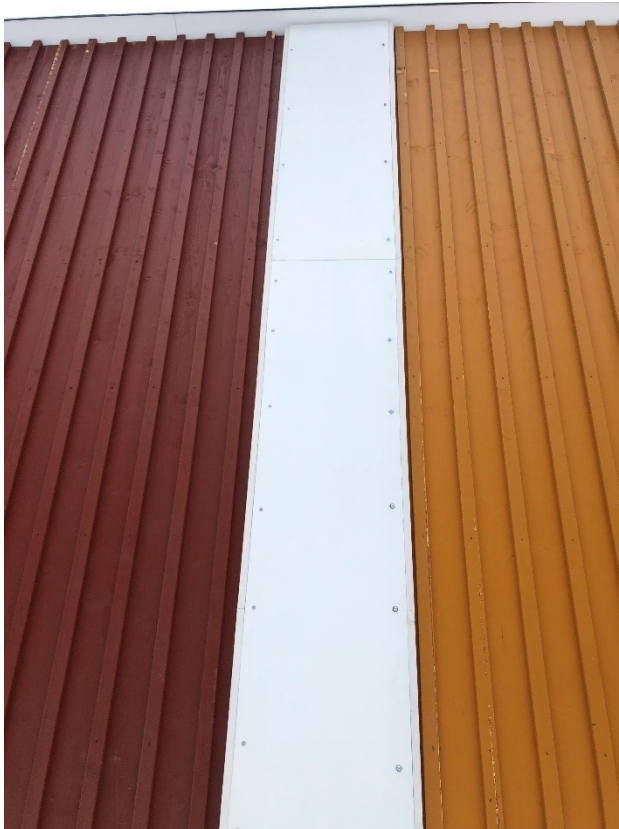
5.7.2 Verhoilulevyt

Verhoilulevyillä peitettiin elementtien välissä oleva pilari sekä meluseinän korkeimmissä päädyssä oleva päätyosa. Verhoilulevyt tehtiin samalla vanerilla kuin kattorakenne eli 21 mm Sp-vanerilla. Osa verhoilulevyistä tilattiin suunnitelmissa merkattujen mittojen mukaan. Vanerilevyä tilattiin myös leveämpänä, jotta sellaiset kohdat missä seinäelementit olivat vähän kauempana toisistaan, saatiin peitettyä. Jos vanereita joudutaan työmaalla sahaamaan, tulee sahatut pinnat maalata huolella kahteen kertaan siihen soveltuvalla

maalilla. Maaleihin liittyvissä asioissa tulee noudattaa suunnitelmissa olevia asioita siihen liittyen sekä perehtyä myös Väyläviraston teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu 1.7.2021 -ohjeen kohtiin 6.5.6 Vaneri ja 6.5.10 Maalaus.

Verhouslevyt asennettiin siten, että toinen reuna verhouslevystä ruuvattiin uppokanta ruuvilla kiinni kiinteästi verhouslevyn takana olevaan pystypuuhun. Toiseen reunaan vaneria tehtiin reikä ja kupukantaruuvien alle asennettiin aluslevy mihin ruuvi kiristettiin kevyesti. Näin verhouslevyt kestävät seinäelementtien mahdolliset supistumiset ja laajentumiset. Lopuksi verhouslevyjen kumpaankin reunaan asennettiin peitelistat peittämään pystypuu sekä vanerin reuna (Kuva 25).

Kuva 25. Verhouslevy asennettuna seinäelementtien väliin.



6 Työturvallisuus

6.1 Kaivutyö

Kaivutyössä on tärkeää ottaa huomioon maan geotekniset ominaisuudet, kaivannon syvyys, luiskan kaltevuus sekä vedestä ja liikenteen tärinästä aiheutuvat riskitekijät, jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti. Mikäli kaivannon sortuminen voi aiheuttaa tapaturman, on kaivannon seinämä tuettava. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 34§)

Sortumisen aiheuttaman tapaturman vaaran välttämiseksi erityisiin toimenpiteisiin on tarvittaessa ryhdyttävä sateen, kuivumisen tai roudan sulamisen takia. Samoihin toimiin on ryhdyttävä, jos kaivetaan eloperäisiä tai hienorakeisia maalajeja tai kahta metriä syvempää, kapeaa kaivantoa tai kun kaivannon yhteydessä tai läheisyydessä suoritetaan tärinää aiheuttavaa työtä tai jos kaivantoon vaikuttaa raskas ajoliikenne. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 34§)

6.2 Maarakennuskoneiden vaara-alue

Maarakennuskoneiden työalueella on huolehdittava siitä, että henkilöitä ei ole vaaranalaisissa paikoissa. Peruutettavien ajoneuvojen aiheuttama vaara on torjuttava asianmukaisesti esimerkiksi käyttämällä peruutushälyttäimiä. Tarvittaessa on otettava käyttöön sopivia kieltotauluja, aitauksia ja muita turvalaitteita tai keskeytettävä koneen käyttö vaara-alueella. Kuljettajan on poistuessaan koneen ohjaamosta varmistettava, etteivät kone tai sen laitteet aiheuta tapaturman vaaraa. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 35§)

Maarakennuskoneet, ajoneuvot sekä nosto- ja muut laitteet on sijoitettava turvalliseen etäisyyteen kaivannon reunasta, ottaen huomioon maaperän laatu ja kaivannon syvyys. Liikenne on ohjattava riittävän kauaksi kaivannon reunasta käyttäen sopivia ohjauspuomeja ja esteitä. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 35§)

6.3 Elementtien varastointi

Elementtien valmistajan antamia tuotekohtaisia ohjeita on noudatettava elementtien siirrossa, nostossa ja varastoinnissa. Ennen elementtien nostamista ja siirtämistä on tärkeää varmistaa, että elementtien kunto on asianmukainen eikä niissä ole vaurioita, jotka olisivat syntyneet kuljetuksen tai siirron aikana. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 38§)

Jokaisessa elementissä on oltava asianmukaiset tunnistetiedot kuten valmistajan tiedot, elementin paino, merkinnät turvallisesta nostamisesta sekä elementin valmistuspäivämäärä. Lisäksi elementti tai sen pakkaus on varustettava selkeällä, näkyvällä ja pysyvällä merkinnällä, josta käy ilmi elementin kokonaispaino. Mikäli elementin tarkkaa painoa ei voida ilmoittaa, on merkittävä likimääräinen paino. Merkitsemätöntä elementtiä ei saa nostaa, siirtää tai asentaa ilman valmistajan antamaa luotettavaa selvitystä. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 38§)

Työmaalla nostoja varten on tarvittaessa oltava tieto elementin painopisteen sijainnista. Elementin valmistajan on annettava tarpeelliset ohjeet elementtien purkamiseen, varastointiin, nostoihin ja asentamiseen liittyen. Elementtien varastoinnissa on käytettävä asianmukaista menetelmää, joka sopii kyseisille elementeille. Elementtien varastointitelineen on oltava turvallinen, soveltuva elementeille ja riittävän vakaa ottaen huomioon rakennustyömaan olosuhteet. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 38§)

6.4 Elementtien nosto ja asennustyö

Elementtien asennusnosturina on käytettävä torninosturia, ajoneuvonosturia tai muuta suoritusarvoiltaan riittävää ja muilta ominaisuuksiltaan siihen tarkoitukseen suunniteltua ja soveltuvaa nosturia. Nosturin tukijalkojen alla on käytettävä riittävän suuria tukilevyjä tai muita vastaavia tukirakenteita. Elementtien nosto- ja siirtoapuvälineiden tulee olla käyttötarkoitukseensa soveltuvia ja tarvittavilla tarkastusmerkinnöillä varustettuja.

Nostolaitetta tai -apuvälinettä, josta puuttuu suurinta sallittua kuormaa osoittava merkintä, ei saa käyttää. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 39§, 20§)

Elementtien asennustyössä yli kahden metrin korkeudessa on työntekijän putoamisvaara torjuttava ensisijaisesti rakenteellisilla toimenpiteillä. Tilanteissa, joissa rakenteellisten toimenpiteiden toteuttaminen ei ole mahdollista, työntekijän putoamisvaara on torjuttava putoamisen estävällä valjastyypisellä henkilönsuojaimella. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 39§)

Ennen asennustyön alkamista on varmistauduttava siitä, että asennuskohteen alapuolella ei ole henkilöitä asennuksen aikana. Asennuskohteesta on poistettava työturvallisuutta vaarantavat rakennusjätteet ja rakennustarvikkeet. Asennustyössä on huolehdittava siitä, etteivät tuuliolosuhteet, työvälineiden jäätyminen, vesi- tai lumisade tai muut sääolot vaaranna työntekijöiden turvallisuutta ja terveyttä. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 39§)

6.5 Elementin tuenta ja kiinnitys

Ennen asennustyön aloittamista on tarkastettava elementtiä kantavien rakenteiden sekä asennusalustan ja elementin kiinnityskohtien kunto. Tarkastuksen yhteydessä on varmistettava, ettei rakenteissa esiinny haitallisia murtumia tai lohkeamia. Lisäksi on tärkeää varmistaa, että elementin kiinnitysosat ovat kunnossa ja paikoillaan. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 40§)

Ennen elementin asennusta on suoritettava silmämääräinen tarkastus valmistajan ohjeiden mukaisesti. Valmistajan ohjeiden mukaan elementin kiinnitysosien on oltava kunnossa ja paikoillaan. Mikäli tarkastuksessa havaitaan elementin kiinnitysosissa turvallisuutta vaarantavia puutteita, elementtiä ei saa asentaa. (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 40§)

Elementin asennuksessa on huolehdittava osittain asennettujen rakenteiden vakaudesta, lujuudesta ja paikallaan pysymisestä, tarpeellisten väliaikaisten siteiden ja tukien käytöstä

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Tässä työssä käsiteltiin meluseinän rakentamiseen liittyviä työvaiheita ja -menetelmiä sekä kehitysvaiheessa esiin tulleita suunnitelmien muutoksia. Työn tavoitteena oli tuoda esiin meluseinän rakentamiseen liittyviä asioita, niin suunnittelu- kuin toteutusvaiheesta. Työn tavoitteet saavutettiin ja työssä tuotiin laajasti esille näitä asioita haastatteluun, tietoperustaan sekä omakohtaisiin kokemuksiin perustuen. Työstä on mahdollisesti hyötyä tulevaisuudessa samankaltaisissa projekteissa.

Työn tarkoituksena oli, että työn perusteella niin työnjohtajat kuin suunnittelijatkin, jotka eivät välttämättä aikaisemmin ole meluseinien parissa työskennelleet saisivat paremman käsityksen siitä mitä meluseiniin liittyvissä projekteissa tulee ottaa huomioon tai mitä niissä saattaa tulla vastaan. Näin joiltakin virheiltä voidaan mahdollisesti välttyä ja toteutus onnistuu hyvin niin laadullisesti, turvallisesti kuin aikataulullisesti.

Alkuperäisissä suunnitelmissa meluste olisi toteutettu meluvallilla. Kehitysvaiheessa kuitenkin huomattiin, että kyseissä kohdassa pohjaolosuhteet olivat sen verran huonot ettei sen toteuttaminen olisi kannattavaa. Raskaiden pohjanvahvistusten jälkeen kustannukset olisivat nousseet niin korkeiksi, että järkevämpi ratkaisu oli rakentaa meluvallin ja -seinän yhdistelmä. Työmaalla tämä ratkaisu aiheutti kuitenkin huomattavasti enemmän työtä. Meluseinän rakentamiseen liittyviä suunnitelmia oli paljon ja se vaati myös tarkkaa perehtymistä niihin, jotta laatuvaatimukset täyttyivät. Lisäksi meluseinän rakentamiseen vaaditaan paljon resursseja. Tämä toi omat haasteensa aikatauluttamisessa ja työn suunnittelussa kiireisellä työmaalla, jossa resursseja oli rajallinen määrä käytössä.

Meluseinän toteutus vaatii myös huomattavan määrän perehtymistä suunnitelmiin sekä työvaiheisiin. Varsinkin tilanteessa, jossa meluseinän rakentaminen ei ole ennestään tuttua. Mikäli kyseisellä hankkeella olisi ollut yksi työnjohtaja vähemmän taitorakenteiden puolella, olisi tällä meluseinäprojektilla ollut työmäärällisesti huomattava vaikutus. Siltatyöt hankkeella vaativat huomattavan määrän aikaa, jotta ne saatiin rakennettua aikataulussa ja väylä saatiin avattua sille sovittuna ajankohtana. Meluseinäprojektin toteutus olisi näkynyt toisilla työnjohtajilla joko ylityötunteina, negatiivisena vaikutuksena muihin työkohteisiin tai

meluseinän venyneenä valmistumisajankohtana. Meluseinän rakentaminen on siis monivaiheinen projekti, jossa on paljon asioita, jotka täytyy ottaa huomioon niin toteutus- kuin kehitysvaiheessa, jotta päästään hyvään lopputulokseen.

Meluseinän rakentamisessa yhdistyy niin maanrakennusta kuin taitorakentamista. Ainakin tämän kokoisessa projektissa rakentamisen kannalta on järkevämpää, että yksi työnjohtaja ottaa vastuulleen molemmat osa-alueet. Meluseinän rakentaminen kuuluu taitorakenteisiin ja lisäksi maanrakennustöitä siinä on vähän, joten työnjohtaja taitorakenteiden puolelta voi ottaa vastuulleen sen rakentamisen kokonaisuudessaan. Maanrakennustyöt meluseinäprojektissa ovat hyvin yksinkertaiset. Taitavan konekuskin ja mallinnusten avulla ne sujuvat lähes itsestään. Maapuolen työnjohtaja voi maa-aineksiin liittyvissä asioissa olla yhteydessä konekuskin kanssa, mutta näin yhdellä työnjohtajalla on käsitys koko projektista eikä siinä tule ristiriitoja työn toteutuksessa.

Lähteet

Destia Oy. (2023). Vuosikertomus 2022.

https://www.destia.fi/app/uploads/2023/03/Destia_vuosikertomus_2022_fi.pdf

InfraRYL. (22.12.2022). 18116 Esikuormituspenkereet. Rakennustieto Oy.

https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/InfraRYL/2022_2/

Kaarela T. (30.6.2021). Meluesteen geotekninen suunnitteluraportti. WSP Finland Oy.

Nurmi, K. (24.9.2016). Tuhansia autonrenkaita meluvalliin – Kehä I:n uudelle erikoiselle rakenteelle on vissi syy. [Kuva]

<https://www.lansivayla.fi/paikalliset/1743001>

Törmänen L., Kaarela T. (9.7.2021). Meluesteen rakennesuunnitelmaselostus. WSP Finland Oy.

Väylävirasto. (27.4.2022). Melusuojauskset.

<https://vayla.fi/ymparisto/melu-tarina/meluesteet>

Väylävirasto. (1.7.2021). Teiden ja ratojen melusteiden suunnittelu.

https://vayla.fi/documents/25230764/91304910/vo_202134k_Teiden_ratojen_melusteiden_1.7.2021.docx/

Väylävirasto. (22.4.2022). Suunnittele ja toteuta -hankkeen kehitysvaihe.

<https://vayla.fi/vt3-hameenkyronvayla/hankkeen-kehitysvaihe>

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205.

<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>

Liite 1. Meluesteen geotekninen pituusleikkaus. (T. Kaarela, WSP Finland Oy, 2021)

