

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka / Rakennesuunnittelu

Tytti Ojala

SIIRRETTÄVÄ MELUESTE

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

OJALA, TYTTI	Siirrettävä meluste
Opinnäytetyö	34 sivua
Työn ohjaaja	lehtori Juha Karvonen
Toimeksiantaja	HaminaKotka Satama Oy
Huhtikuu 2014	
Avainsanat	meluseinä, melumuuri, meluste

Työn tarkoituksena oli löytää soveltuvia mahdollisia vaihtoehtoja siirrettäväksi melusteeksi HaminaKotka Satama Oy:n Mussalon sataman ja Jänskän laiturin tarpeisiin. Mussalon sataman ja Jänskän laiturin toiminta kehittyi ja alueille on suunnitteilla laajennuksia. Nämä toteutetaan vaiheittain. Hankkeille myönnetyn ympäristöluvan ehtona on, että toiminnasta aiheutuvaa melua on tarvittaessa vaimennettava. Koska laajennukset toteutetaan vähitellen, HaminaKotka Satama Oy:n toiveena oli löytää siirrettävä meluste.

Opinnäytetyössä käsiteltiin melua ja melunvaimennusta yleisellä tasolla ja tutkittiin olemassa olevia melusterakenteita. Olemassa olevista rakenteista valittiin jatkotarkasteluun sataman tarpeisiin parhaiten sopivat. Jatkotarkastelussa keskityttiin pohtimaan, mikä rakenne sopii sellaisenaan siirrettäväksi melusteeksi ja mistä rakenteesta voisi kehittää sellaisen. Tavanomaisten melusteratkaisujen lisäksi opinnäytetyössä käsiteltiin myös alueella varastoitavien konttien hyödyntämistä meluseinä ja ehdotettiin myös kokonaan uuden siirrettävän meluseinäratkaisun kehittämistä. Uudelle siirrettävälle meluseinäkoneptille voi löytyä käyttöä muuallakin vastaavissa kohteissa. Työssä saatujen tulosten perusteella sataman alueelle löytyy useita hyviä vaihtoehtoja. Meluseinä voidaan käyttää tavanomaisia melusteitä, kierrätysmateriaalista valmistettuja ratkaisuja, sataman alueelta löytyviä rakenteita tai täysin uudenlaista kohteeseen suunniteltua ja sitä varten teetettyä melustetta.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

OJALA, TYTTI

Movable noise barrier

Bachelor's Thesis

34 pages

Supervisor

Juha Karvonen, lecturer

Commissioned by

HaminaKotka Satama Oy

April 2014

Keywords

Noise wall, Noise barrier

The aim for the thesis was to find a solution for a movable noise barrier for Hamina-Kotka Satama Oy. The port of Mussalo and Jänskä pier are expanding in the future, and it will happen in phases. The environmental permit issued for these projects determines that noise must be suppressed.

Noise and suppressing noise was addressed generally and already existing noise barriers were studied in the thesis. Among the existing noise barriers, a few were chosen for further examination. In the examination, noise barriers were closely studied and reasons for their suitability for the project considered. Also, some other solutions for a movable noise barrier were suggested in the thesis.

The results indicated that there are multiple possibilities for a movable noise barrier. It would be possible to use some of the already existing solutions or recycle material or some structure that can be found in the port area, or possibly create a completely new structure.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	Johdanto	6
2	Haminakotka satama oy	8
2.1	HaminaKotka Satama	8
2.2	Mussalon satama	9
2.3	Ecologically Friendly Port- hanke.....	9
3	Meluntorjunta.....	10
3.1	Meluntorjunnan tarve	10
3.2	Satamien meluhaitat	11
3.3	Meluste asukkaiden ja alueen käyttäjien kannalta.....	11
3.4	Melusteiden laatuvaatimukset	11
4	Melusteiden rakennevaihtoehdot.....	13
4.1	Meluvalli	13
4.2	Meluseinä	14
4.3	Meluvallin ja -seinän yhdistelmä	15
4.4	Kivikorit meluseinä tai vallina	16
4.5	Kivimuuri	16
4.6	Melukaide.....	17
4.7	Läpinäkyvät melusteet.....	18
5	Mussalon sataman siirrettävät melusteet.....	19
5.1	Meluvalli	19
5.2	Vapaasti seisovat betoniseinät	20
5.3	Kivikorit ja kivenlohkareet.....	20
5.4	Melukaiteen ja läpinäkyvän materiaalin yhdistelmä	21

6	Muita mahdollisuuksia siirrettäväksi melusteeksi.....	22
6.1	Konttirakenne	22
6.2	”Akvaario”	24
6.3	Kierrätysmateriaalien käyttö	26
7	Meluseinärakenteiden Vakavuustarkastelu	27
7.1	Omapaino	28
7.2	Tuulikuorma	28
7.3	Aurauslumikuorma.....	29
7.4	Muut	29
8	Tulokset.....	30
8.1	Meluestemateriaalin valinta	30
8.2	Perustusten valinta.....	30
9	Yhteenveto	34

LÄHTEET

1

JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona HaminaKotka Satama Oy:lle ja Ecologically Friendly Port -hankkeelle. Työn tarkoituksena oli tutkia erilaisten siirrettävien meluseinien käyttömahdollisuuksia Mussalon sataman ja Jänskän laiturin alueella.



Kuva 1. Mussalon satama ja Jänskän alue (HaminaKotka Satama Oy 2012a.)

Mussalon sataman toiminnan ja alueen on tarkoitus laajentua tulevaisuudessa, ja laajennukset lähestyvät asuinalueita. Hankkeelle on myönnetty ympäristölupa, joka määrittelee, että satamasta ja sen toiminnasta aiheutuvaa ympäristömelua on

vaimennettava. Laajentuminen tapahtuu vaiheittain, jonka takia HaminaKotka Satama Oy:n toiveena oli löytää paras mahdollinen vaihtoehto siirrettäväksi meluseinäksi.

Jänskän laiturille suunnitellun toiminnan laajennuksesta aiheutuvan meluhaitan lähteen sijainti voi vaihdella, joten meluseiniä olisi tarve siirtää mahdollisesti useita kertoja vuodessa. Satama-alueen laajennustyöt tapahtuisivat useita vuosia kestävässä rakennusvaiheissa, eli meluseiniä olisi tarve siirtää harvemmin. Molemmissa tapauksissa meluseinät sijoitettaisiin tasaiselle hiekka tai asfalttikentälle. (Kuva 2 ja kuva 3)



Kuva 2. Jänskän laituria (Tytti Ojala 2014.)

Projektin aluksi keskusteltiin sataman tarpeista ja toiveista HaminaKotka Satama Oy:n liikennejohtajan kanssa. Palaverissa käytiin läpi alueet, joille melusteitä on asennettava. Samalla käsiteltiin ympäristöluvan asettamia vaatimuksia, ja yleisesti sataman toimintoja ja ideoita, joita oli jo olemassa meluesteen suunnitteluun. (Koskinen 2013.) Opinnäytetyössä käsitellään melusteitä yleisellä tasolla. Tarkemmin perehdytään parhaiksi valikoituneiden ratkaisujen hyviin ja huonoihin puoliin sekä pyritään tuomaan esille mahdollisesti uusia ratkaisuja.

HaminaKotka Satama Oy:n on tarkoitus hyödyntää Mussalon sataman alueella käytössä olevia koneita ja kalustoa, joilla meluseinä on mahdollista siirtää laajenevan alueen myötä. Meluseinää tarvitaan kokonaisuudessaan noin 300 metriä, ja seinän korkeudeksi tulee noin viisi metriä. (Koskinen 2013.)

HaminaKotka Satama Oy:n puolesta toiveina oli selvittää, onko mahdollista hyödyntää alueella jo olemassa olevia rakenteita ja materiaaleja. Myös visuaalisuus, ympäristöystävällisyys ja pitkä elinkaari tulivat vahvasti esille reunaehtoja käsiteltäessä. (Koskinen, 2013.)

2 HAMINAKOTKA SATAMA OY

2.1 HaminaKotka Satama

HaminaKotkan satama sijaitsee Kaakkois-Suomessa. Satamasta on hyvät yhteydet Venäjälle ja EU maihin. Sijaintinsa ja liikenneyhteyksiensä ansiosta HaminaKotkan satama on merkittävä kauttakulkureitti ja kaikkien kuljetusmuotojen keskipiste. HaminaKotka on Suomen suurin yleis-, vienti-, kontti- ja transitosatama, josta on säännölliset yhteydet kaikkiin merkittäviin eurooppalaisiin satamiin ja sitä kautta maailmalle. HaminaKotka Satama Oy käsittää seuraavat satamat Kotkan ja Haminan ympäristössä: Halla, Hamina, Hietanen, Hietanen Etelä, Kantasatama, Mussalo ja Sunila. (HaminaKotka Satama 2014.)

HaminaKotka Satama lukuina:	
Maa-alue	1100 ha
Merialue	1400 ha
Max. Syväys	15,3 m
Laitureita	8,6 km
Laivapaikkoja	75 kpl
Varastotiloja	1,1 milj. m ²
Säiliökapasiteetti	800 000 m ³
Raiteita	80 km

2.2 Mussalon satama

Mussalon konttiterminaali on yksi Itämeren vilkkaimmista terminaaleista: siellä käsitellään suurin osa Suomen vienti- ja transitoliikenteestä. Kuivabulk-terminaalissa käsitellään merkittävä määrä tuonti- ja transitotuotteita, ja nesteterminaalin yli 200 000 kuutiometrin säiliökapasiteetti mahdollistaa monipuoliset kemikaalien varastointi- ja lisäarvopalvelut. Satamanosan varastoissa tuotetaan lisäarvopalveluita erityyppisten kuljetusten tarpeisiin. Satamanosassa on tarjolla myös valmista tonttimaata logistiikan ja valmistavan teollisuuden tarpeisiin vuosiksi eteenpäin. Mussalon portin läpi kulkee vuorokaudessa yli 4 000 ajoneuvoa. (HaminaKotka Satama 2014.)



Kuva 3. Mussalon satama (HaminaKotka Satama Oy 2014)

2.3 Ecologically Friendly Port -hanke

Ecologically Friendly Port -hankkeessa on tavoitteena Suomenlahden satamien, HaminaKotkan ja Ust-Lugan ympäristön tilan parantaminen ja ympäristövaikutusten vähentäminen. Yhteistyön tavoitteena on suojella yhteistä Suomenlahtea ja Itämerä. Projekti alkoi 1.12.2012 ja päättyi 30.11.2014. (HaminaKotka Satama 2014.)

Hankkeen pääpartneri on Russian State Hydrometeorological University Pietarista ja muina partnereina Ust-Lugan satama, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu ja Turun

yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus. Liitännäispartnereina ovat HaminaKotka satama, Suomen Satamaliitto, Kotkan kaupunki ja Leningradin alueen luonnonvara- ja ympäristökomitea. (HaminaKotka Satama 2014.)

Hanke keskittyy neljän tärkeän kohdan ympärille, jotka ovat: ympäristövaikutusten hallinnan nykytila ja korvaavien toimenpiteiden kehittäminen, ympäristölainsäädäntö ja ympäristövaikutusten seuranta, yhteistyön kehittäminen satamasidonnaistenryhmien välillä sekä sataman suhdetta ympäröivään kaupunkiin ja sen asukkaisiin. (HaminaKotka Satama 2014.)

3 MELUNTORJUNTA

3.1 Meluntorjunnan tarve

Kun selvitetään meluntorjunnan tarvetta, ensisijaisesti tarkastellaan kohteena olevalla alueella seuraavia asioita:

- Kuinka paljon on melulle altistuvia asukkaita (eritoten yli 60-65 dB:n melualueella)?
- Keihin melu kohdistuu?
- Kuinka voimakas meluhaitta on?
- Mitä meluntorjunnan keinoja on käytettävissä?
- Kuinka monen asukkaan meluallistusta käytetty keino vähentäisi?
- Mitkä ovat meluntorjunnan haitat?
- Pilaako meluste tai muu keino ympäristöä, kulkuyhteyksiä tms.?
- Onko meluste tai muu keino kohtuuttoman kallis hyötyyn nähden?

Meluntorjunnan päämäärät, tavoitteet ja haitalliseksi katsottava melutaso on kuvattu valtioneuvoston periaatepäätöksessä meluntorjunnasta. Valtioneuvoston päätöksen Vnp 993/92 mukaan asuntoalueilla sekä hoito- ja oppilaitosten kohdalla melun keskiäänitaso ($L_{Aeq7-22}$) tulisi päivällä (7 – 22) olla enintään 55 dB, ja taajamien ulkopuolisilla loma- ja virkistysalueilla 45dB. Yöajalle (klo 22 – 7) sovellettavat keskiäänitasojen ($L_{Aeq22-7}$) ohjearvot ovat alhaisempia: vanhoilla asuntoalueilla 50 dB, uusilla 45 dB ja taajamien ulkopuolisilla loma- ja virkistysalueilla 40 dB sekä asuin- ja hoitotiloissa sisällä 30dB. Ohjearvot on määritelty keskiäänitasoina, jotka

arvioidaan erikseen päiväajalle (klo 7 – 22) ja yöajalle (klo 22 – 7). Keskitasot ovat yleensä selvästi pienempiä kuin yksittäisten melutapahtumien (esimerkiksi auton ohiajon) aiheuttamat hetkelliset melutasot. (Tien melusteiden suunnittelu s.8 – 9.)

3.2 Satamien meluhaitat

Satamien melu syntyy useimmiten laivojen koneista ja tuulettimista sekä lastaukseen liittyvästä toiminnasta. Satamien meluasioista vastaa sataman pitäjä. Satamien alueella saattaa olla myös teollisuutta ja siitä aiheutuvaa meluhaittaa. Teollisuuden melu on monimuotoista, ja se riippuu merkittävästi toiminnasta. Tyypillisintä melua ovat erilaisten puhaltimien ja ilmanvaihtolaitteiden, pumppujen ja moottoreiden aiheuttamat melu, liikenne, sekä erilaiset toiminnasta aiheutuvat kolahdukset. (Ympäristö 2014.)

3.3 Meluste asukkaiden ja alueen käyttäjien kannalta

Melusteen päätarkoitus on vähentää melulle altistumista ja melusta aiheutuvia haittoja, mutta melusteista voi olla monia muitakin vaikutuksia. Muita eduiksi koettuja asioita ovat, että lasten tielle juokseminen estyy, kuraroiskeet vähenevät ja pölymäärä pienentyy. Toisaalta haittoiksi koetaan, että ikävä ulkonäkö ja se että meluste estää näkemisen tielle tai alueelle, estää suoran kulkemisen tielle tai alueelle ja voi varjosta pihaa. (Tien melusteiden suunnittelu s. 14.)

Ulkonäköä koskevia ristiriitoja voi yrittää välttää ottamalla asukkaat mukaan melusteen ja niiden istutusten suunnitteluun ainakin pihoilla. Läpinäkyvät melusteet eivät peitä näkymiä. Kun melusteita rakennetaan, pyritään välttämään muun muassa se, että meluste peittää esimerkiksi ilta-auringon paistamisen pihaan. Jos tilaa on, meluste tulisi välillä sijoittaa etäämmäksi asukkaista lähelle suojattavaa kohdetta. Ahtaammissakin paikoissa melusteeseen voidaan tehdä mutkia, jos kohdalle tulee esimerkiksi puu tai muuta kasvillisuutta. (Tien melusteiden suunnittelu s. 14.)

3.4 Melusteiden laatuvaatimukset

Luvuissa 3.4.1 – 3.4.4 käsitellään yleisesti melusteiden laatuvaatimuksia, mutta otetaan myös huomioon projektin vaatimukset ja erityisrajoitukset.

3.4.1 Melusteiden yleiset laatuvaatimukset

Melusteiden pääasiallinen tarkoitus on vaimentaa melua halutussa kohteessa. Melusteiden tulee olla myös ympäristöön sopivia. Yleisesti melusteiltä vaaditaan, että ne ovat turvallisia törmäyksissä, osien irtoamisen kannalta, valon heijastavuuden kannalta ja palonarkuuden puolesta. Melusteiden tulee olla myös ääntä eristäviä ja absorpoivia, eli ne eivät saa heijastaa ääntä takaisin lähteeseen. Melusteiden tulee olla kestäviä ja säilyttää ominaisuutensa säästä, liasta, pölystä ja muista rasituksista huolimatta koko käyttöikänsä. Tarvittaessa rakenteen tulee toimia kaiteena ja ulkonäön muunneltavissa. Melusteille asetetaan hankekohtaisesti laatuvaatimuksia, jotka on eritelty standardin EN 1793:1997 osissa yksi ja kaksi, sekä standardin EN 1974-2E ja F kohdissa. (InfraRYL2006 s.83.)

3.4.2 Perustusten laatuvaatimukset

Perustuksia kuormittavat oma paino, tuuli ja mahdollisesti myös liikenne- ja aerauskuormat. Tässä tapauksessa oma paino ja tuulikuorma ovat mitoittavia. Meluseinien perustukset on suunniteltava niin että pysyvät painumaerot eivät pääse rikkomaan rakennetta tai heikennä ulkonäköä, äänen eristävyttä tai lujuutta merkittävästi. (InfraRYL2006 s.83.)

Koska kyse on siirrettävästä melusteesta, se määrittelee automaattisesti perustukset maanpäällisiksi perustuksiksi, joten perustusten suunnittelu on tehtävä tarkasti rakenteen paikallaan pysymisen varmistamiseksi. Pysyviä painumaeroja ei rakenteen siirrettävyyden takia pääse syntymään.

3.4.3 Palonarkuus

Melusteissa käytettävien materiaalien valinnassa tulee olla tarkka, sillä helposti syttyviä materiaaleja ei sallita. Helposti syttyviksi materiaaleiksi lasketaan esimerkiksi: osittainkin näkyvissä oleva muoviverkko tai –kalvo tai puu- tai muovisäleikkö, jossa säleen paksuus on alle 30 mm ja samansuuntaisten säleiden väli on alle 50 mm. Palamattomiksi materiaaleiksi taas luokitellaan betoninen tai teräksinen meluseinä, jossa voi käyttää puusta valmistettuja pystyrimoja, maksimissaan 20 kappaletta, kahdeksan metrin matkalla. Palamattomaksi materiaaliksi luokitellaan myös metalli

jossa on enintään 0,7 mm:n paksuinen, hitaasti palava muovipinta. (Tien melusteiden suunnittelu s. 70.)

3.4.4 Iskunkestävyys ja osien putoaminen

Laatuvaatimuksissa iskunkestävyyden kannalta vaaditaan, että pistemäinen isku, joka on voimaltaan 30 joulea, ei saa aiheuttaa pientä lommoa tai halkeamaa suurempaa vahinkoa. Samalla voimalla voi lentää aurauksessa irronnut jääpala tai pikkulapsen heittäjä kivi. Sallittuja ovat myös enintään 1,5 kg:n painoisen tylpän esineen pudottamisesta kahden metrin korkeudelta aiheutuvaa iskua, joka osuu yksittäisen meluste-elementin keskelle ja noin 125 mm etäisyydelle nurkista, vastaavat vahingot. Tämä ei kuitenkaan koske lasituotteita. Suomessa voi olettaa, että tietyt materiaalit kestävät vaatimukset. Materiaaleja ovat: normaali betoni, vähintään 20 mm:n lauta, vähintään 12 mm:n vaneri, vähintään 1 mm:n teräs- tai alumiinilevy. (Tien melusteiden suunnittelu s. 72.)

4 MELUSTEIDEN RAKENNEVAIHTOEHDOT

4.1 Meluvalli

Meluvalli on yleisesti tien varsilla käytetty luiskaseinäinen meluste, joka valmistetaan kasaamalla erilaisia täyttömateriaaleja päällekkäin. Meluvallilla pystytään tarvittaessa saavuttamaan suuriakin rakennekorkeuksia ja maalaji valitaan halutun korkeuden ja luiskien kaltevuuden perusteella. Luiskat ja vallin yläosa muotoillaan yhtenäiseksi ulkonäkösyistä ja rakenteen toimivuuden kannalta. Melusteen pinnassa on hyvä käyttää erilaisia istuksia, jotta vallin pintamaa ei pääse pölyämään tai liikkumaan. Luiskien kaltevuuteen voidaan vaikuttaa käyttämällä erilaisia maamateriaaleja, jos haluttu luiskakaltevuus on jyrkempi, valitaan märkä savinen maa. Jos rakennetaan loivaseinäinen valli, läjitysmaana voidaan käyttää esimerkiksi kuivaa savea, moreenia tai soraa. Melkein pystysuoriin seiniin päästään käyttämällä lujiteverkkoa tai ankkuroimalla harkkoja. (Tien melusteiden suunnittelu s. 18.)



Kuva 4. Meluvalli (Suomenmuseot 2014.)

4.2

Meluseinä

Meluseinistä puhuttaessa tarkoitetaan suhteellisen ohutta seinämäistä rakennetta, jotka tavallisesti ovat vähintään kahden metrin korkuisia. Meluseiniä on käytössä paikoissa, johon esimerkiksi meluvallia ei tilanpuutteen takia voi rakentaa. Ohut meluseinä eristää yleensä riittävästi, eikä meluseinän paksuntamisesta ole merkittävää hyötyä, mutta se nostaa perustusten ja itse seinärakenteen hintaa. (Tien melusteiden suunnittelu s. 22 – 23.)

Meluseiniä on saatavilla eri materiaaleista valmistettuina, yleisimmin betonista tai puusta. Puusta valmistettu meluseinä pystytetään useimmiten maanalaisten perustusten ja pilarien varaan rakenteen keveyden takia. Betonista valmistettu meluseinä on mahdollista pystyttää maanpäällisten perustusten avulla.



Kuva 5. Meluseinä (Rudus 2014.)

4.3 Meluvallin ja -seinän yhdistelmä

Meluvallin päälle on mahdollista sijoittaa meluseinä, jos tarvitaan korkeampi ratkaisu, kuin pelkällä meluvallilla tai seinällä saavutettaisiin. Yhdistelmä on hyvä ratkaisu, jos tila ei riitä tarpeeksi korkean meluvallin rakentamiseen. Tämä yhdistelmä saattaa myös tietyissä tapauksissa olla rakennuskustannuksiltaan meluseinää tai meluvallia edullisempi, joten yhdistelmän käyttö on järkevää. (Tien melusteiden suunnittelu s. 21 – 22.)



Kuva 6. Meluvallin ja meluseinän yhdistelmä. (Weldon 2014.)

4.4 Kivikorit meluseinänä tai vallina

Kivikorit ovat rakenteita, jotka on valmistettu useimmiten teräslangasta hitsaamalla tai punomalla. Käyttöikävaatimukset määrittävät kivikorien materiaalivalinnat.

Materiaaleina voidaan käyttää sinkittyä teräslankaa tai kaksoispunottua muovipinnoitettua teräslankaa. Muovipinnoitettujen korien käyttöikä on huomattavasti suurempi kuin sinkittyjen. Kivikorit toimitetaan tyhjinä työmaalle ja täytetään siellä kohteeseen sopivilla kivillä tai louheella. (Viapipe 2014.)

Kivikoreista ja ankkuroiduista tukimuuriharkoista voidaan tehdä pystysuoria, kallistettuja tai porrastettuja pintoja. Rakenteissa, joita ei ole tuettu, kivikorin paksuuden tulee olla vähintäänkin yksi metri. Korkeissa rakenteissa kivikorirakenteen vakavuus on huomioitava esimerkiksi leventämällä rakenteen alaosaa. (Tien melusteiden suunnittelu s. 20.)



Kuva 7. Kivikoriaita (Viapipe 2014.)

4.5 Kivimuuri

Meluste on mahdollista rakentaa myös käyttämällä erilaisia luonnonkiviä, jotka pinotaan päällekkäin muuriksi. Muureja voidaan kasata joko erillisen rungon ympärille muuraamalla tai käyttämällä teräskiinnikkeitä tai pelkästään latomalla kivet

päällekkäin ilman sideaineita. Kivimuureissa käytetään erimuotoisia ja kokoisia kiviä, mutta periaate on aina sama ja muurit viimeistellään ja suojataan kansikivillä.

(Finstone 2014.)



Kuva 8. Kivimuuuri (Finstone 2014.)

4.6

Melukaide

Melukaiteeksi kutsutaan melueterakennetta jonka yleinen korkeus on noin 1,0 – 1,2 metriä. Melukaide on mahdollista toteuttaa korkeintaan 1,6 metrin korkuisena.

Melukaide on rakenne, joka toimii yhtä aikaa meluesteenä ja kaiteena.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää 1,0 – 1,2 metrin korkuista melukaidetta, jonka päälle tulee meluseinä, joka voi olla myös läpinäkyvä. (Tien melusteiden suunnittelu s. 24 – 25.)



Kuva 9. Melukaide (Rudus 2014.)

4.7 Läpinäkyvät meluesteet

Läpinäkyviä meluesteitä on käytössä jo useiden teiden varsilla ja niiden käyttötarkoituksena on antaa autoilijoille näkymä tieltä ympäristöön, vastaavasti ympäristöstä tielle, vähentää mahdollista alueen varjostusta tai vain keventää meluesteen massiivisuutta. (Tien meluesteiden suunnittelu s. 26 – 27.)



Kuva 10. Läpinäkyvä meluste (Länsiväylä 2014.)

5 MUSSALON SATAMAN SIIRRETTÄVÄT MELUESTEET

Opinnäytetyössä tutkitaan soveltuvia vaihtoehtoja Mussalon sataman melusteiksi. Tässä kappaleessa tarkastellaan muutamien parhaiten siirtämiseen sopivien vaihtoehtojen, sekä HaminaKotka Satama Oy:ltä tulleiden toiveiden ja ideoiden, hyviä ja huonoja puolia. Tarkasteluun valittiin meluvalli, vapaasti seisova meluseinä, kivikorit, melukaiteen ja läpinäkyvän materiaalin yhdistelmä, konttirakenne, ”akvaario” ja kierrätysmateriaali.

5.1 Meluvalli

Meluvalli valikoitui jatkotarkastelun kohteeksi, koska HaminaKotka Satama Oy:n puolelta tuli ilmi että maavalli voisi olla myös yksi vaihtoehto vaikka sitä ei ensimmäisenä helposti siirrettäväksi mieltäisikään. Toisaalta täyttömaarakenteisen meluvallin voi purkaa ja rakentaa toiseen paikkaan helposti tavanomaisilla maanrakennuskoneilla.

5.1.1 Hyvät puolet

Meluvalli sopisi kohteeseen hyvin, sillä Mussalon sataman alueella tehdään säännöllisesti erilaisia rakennus- ja kunnostustöitä. Sataman alue laajenee, jonka seurauksena kaivutöistä jää ylimääräistä maa-ainesta, jota meluvallin rakentamiseen voisi käyttää. Sataman alueella on käytössä koneita joilla vallin rakentaminen ja myöhemmässä vaiheessa siirtäminen onnistuu. Meluvalli on usein kustannuksiltaan muutenkin halvin. Maa-ainesta rakennettu valli on ääntä hyvin absorboiva rakenne.

5.1.2 Huonot puolet

Meluvalli on erittäin paljon tilaa vievä rakenne. Ilman säännöllisiä huoltotoimenpiteitä vallin ulkonäkö heikkenee. Sääolosuhteet vaikuttavat ulkonäköön ja merenrannalla olevan sijainnin takia kasvillisuus ei välttämättä pärjää. Pehmeiköllä voi aiheutua sortumia, joten maaperätutkimus voi olla tarpeen. Jos siirtämisen tarve tulee, ei sitä tehdä kovinkaan nopeasti, vaikka kalusto olisi heti saatavilla. Maansiirto on hidasta ja vallin luiskan muotoilu hankalaa. Luiskan kaltevuus ja käytettävä maalaji on myös tiedettävä tarkasti, jotta rakenne pysyy kasassa eikä sortumia tapahdu.

5.2 Vapaasti seisovat betoniseinät

5.2.1 Hyvät puolet

Soveltuvat erittäin hyvin siirrettäviksi melusteiksi, koska rakenteissa perustukset ovat jo valmiiksi maanpäällisiä, eikä niissä tarvita erillisiä pilareita ja sokkeleita. Rakenne on elementtivalmisteinen ja helposti saatavilla moneltakin eri valmistajalta, joten hinta on varmasti kilpailukykyinen. Tuote on pitkäikäinen ja helppokäyttöinen.

Betoni toimii erittäin hyvin meluseinä rakenteissa, koska se kestää kosteutta ja vaativiakin sääolosuhteita, mekaanista kulutusta ja korkeita lämpötilan vaihteluita. Betoni vaimentaa myös erittäin hyvin ääntä. (Betoni 2014.)

Visuaalisesti seinäelementit ovat yhtenäisiä ja ne voi sovittaa ympäristöön monin eri keinoin. Kaikkiin meluseinäkokonaisuuksiin voidaan lisätä muita materiaaleja kuten terästä ja puuta. Seinien pintoja voidaan elävöittää myös tiililaatoilla, graafisella betonilla ym. betonielementteihin sopivilla pintamateriaaleilla. Meluseiniä on saatavana myös ääntä absorboivilla pinnoilla. (Rudus 2014.)

5.2.2 Huonot puolet

Tarvittava viiden metrin korkeus elementeissä voi olla haastava saavuttaa ohuilla rakenteilla, koska stabiliteetti ongelmat kasvavat myös elementin korkeuden kasvaessa ja suhteellisen ohut rakenne täytyy tukea kaatavia voimia vastaan kunnolla, jolloin perustusten koko saattaa kasvaa suureksi. Tosin jos meluseinät tilataan elementtirakenteisina, jää vakuvuustarkastelu elementtitehtaan laskettavaksi.

5.3 Kivikorit ja kivenlohkareet

5.3.1 Hyvät puolet

Kivikorimuuri on joustava rakenne, joka kestää alustan mahdolliset epätasaiset painumat. Kaksoiskudotulla verkolla on optimaalinen vetolujuus ja venymä vastaanottamaan tärinää, maanpainetta ja pohjamaan liikkeitä. Kivikorimuuri on rakenteeltaan itsestään salaojittava. Tämä parantaa seinän vakavuutta. Kivikorirakenne on hinnallisesti erittäin kilpailukykyinen. Korkeisiin tukimuureihin verrattuna kivikorimuuri voi olla edullisempi. Kivikorimuuri ei tarvitse juurikaan ylläpitoa tai

huoltoa. Täyttö löytyy helposti samalta työmaalta, mikä myös vähentää kustannuksia. Kivikorirakenne on pitkäikäinen. Riippuen käyttökohteesta voidaan teräslangan paksuus ja korroosiosuojaus optimoida käyttöiän mukaiseksi. (Viapipe 2014)

5.3.2 Huonot puolet

Puhuttaessa siirrettävistä melusteista kivikorimuuri ei ole paras mahdollinen ratkaisu, sillä koreja on kyllä mahdollista siirtää, mutta kovinkaan nopeaa toiminta ei ole. Kivikorit täytetään asentamisen aikana, jolloin siirrettäessä meluestettä, tulisi korit tyhjentää ennen siirtoa, tämä hidastaa ja hankaloittaa siirrettävyyttä. Korit valmistetaan joustavasta materiaalista joten takuita korien kunnosta, useamman siirtokerran jälkeen, ei myöskään ole. Jos siirtoja tapahtuu useita vuodessa, ei kivikorimuuria kannata harkita, mutta jos siirtoja tapahtuu muutaman vuoden välein tai sitä harvemmin saattaa kivikorimuuri olla vaihtoehto.

5.4 Melukaiteen ja läpinäkyvän materiaalin yhdistelmä

5.4.1 Hyvät puolet

Läpinäkyvillä materiaaleilla voidaan tarjota näkymä ympäristöön ja keventää rakenteen massiivisuutta. Samankaltainen ratkaisu kuin meluseinässä, mutta kevyempi, jolloin liikkuttaminen on jopa helpompaa. Voidaan pystyttää maanpäällisten perustusten avulla. Mussalon satamaa ympäröivässä maastossa kulkee ulkoilureittejä ja valitsemalla läpinäkyvä materiaali, olisi ulkoilijoille mahdollista tarjota näkymä satamaan. Helsingin Vuosaaren on rakennettu melumuuri, joka suojaa Vuosaaren sataman viereistä Natura-aluetta satamamelulta. Melumuurin päälle on rakennettu näköalapaikka, josta on mahdollista tarkkailla luontoa, mutta myös nähdä sataman alue. Käyttämällä läpinäkyviä melusteita voitaisiin Mussalon satamassa tarjota alueen asukkaille samanlainen mahdollisuus nähdä sataman toimintaa muualtakin kuin mereltä.

5.4.2 Huonot puolet

Läpinäkyvien materiaalien käytössä on ongelmia, koska ne ovat alttiita ilkeivallalle ja ajan saatossa materiaalin läpinäkyvyys saattaa heiketä, jolloin meluste koetaan rapistuneeksi. Ilkeivallasta aiheutuneiden töhryjen poistaminen, valo ja ilmasto

aiheuttavat materiaalin himmenemistä. Ilkivaltaongelmien vuoksi läpinäkyviä osia on jouduttu paikoin korvaamaan jälkeinpäin muilla ratkaisuilla. Jos rikottuja tai töhrittyjä meluesteitä ei kyetä korjaamaan tai puhdistamaan riittävän nopeasti, läpinäkyvä melueste antaa ikävemmän vaikutelman kuin muut meluesteet. Lisäksi rikkiäiset läpinäkyvät materiaalit saattavat aiheuttaa vaaratilanteita. (Tien melusteiden suunnittelu s. 26 – 27.)

Tutkittava riittääkö rakenteen massa sataman olosuhteisiin, jotta rakenne kestää pystyssä rakenteeseen kohdistuvat kuormat. Tarvittava viiden metrin korkeus voi olla haaste kyseiselle rakenteelle ja sen vakavuudelle, joten rakentamisen kustannukset kasvavat.



Kuva 11. Melukaide ja läpinäkyvä korotusosa (Rudus 2014.)

6 MUITA MAHDOLLISUUKSIA SIIRRETTÄVÄKSI MELUESTEEKSI

6.1 Konttirakenne

Mussalon satamassa on ollut käytössä konteista kasattu melueste, joka muuten on toiminut hyvin, mutta kontit eivät ole sataman omistuksessa vaan niin sanotussa kierrossa, joka tarkoittaa että kontit säilötään väliaikaisesti satamassa ja ne jatkavat

matkaa tarpeen tullen. Kierto on hankaloittanut meluesteen yhtenäisyyttä, sillä ajoittain siinä on ollut aukkoja, konttien puutteen vuoksi. (Koskinen 2013.)



Kuva 12. Mussalon satama ja Jänskän alue (HaminaKotka Satama Oy 2014)

6.1.1 Hyvät puolet

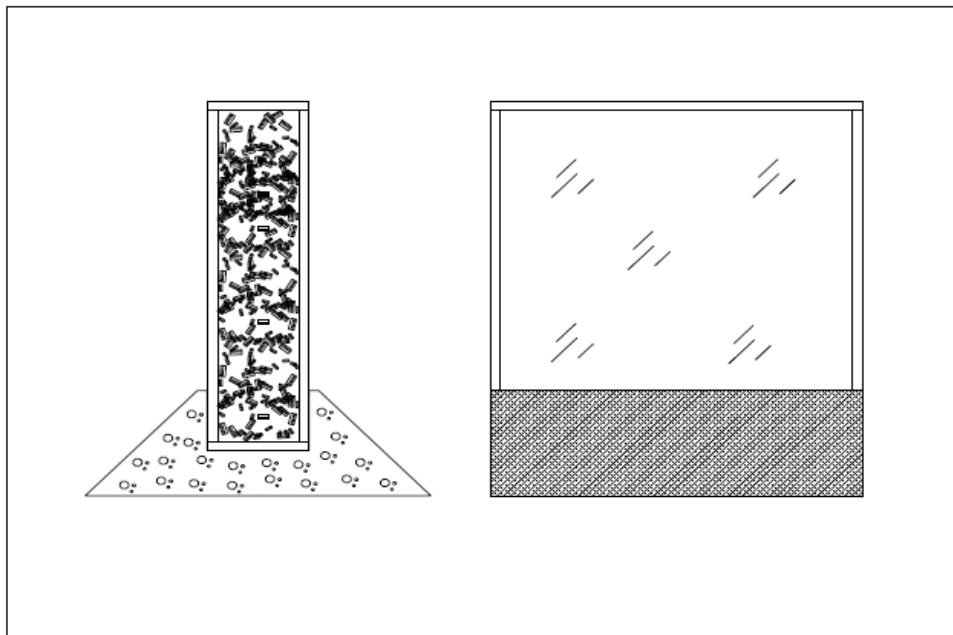
Pystytään mahdollisesti hyödyntämään satamassa jo olevia kontteja. Ulkonäöllisesti ei poikkea sataman muusta maisemasta. Konttien siirtely on erittäin helppoa ja kalusto on kokoajan paikalla. Kontteja voi asettaa päällekkäin korkeiksikin pinoiksi, jolloin vaadittu korkeus melusteelle saavutetaan helposti.

6.1.2 Huonot puolet

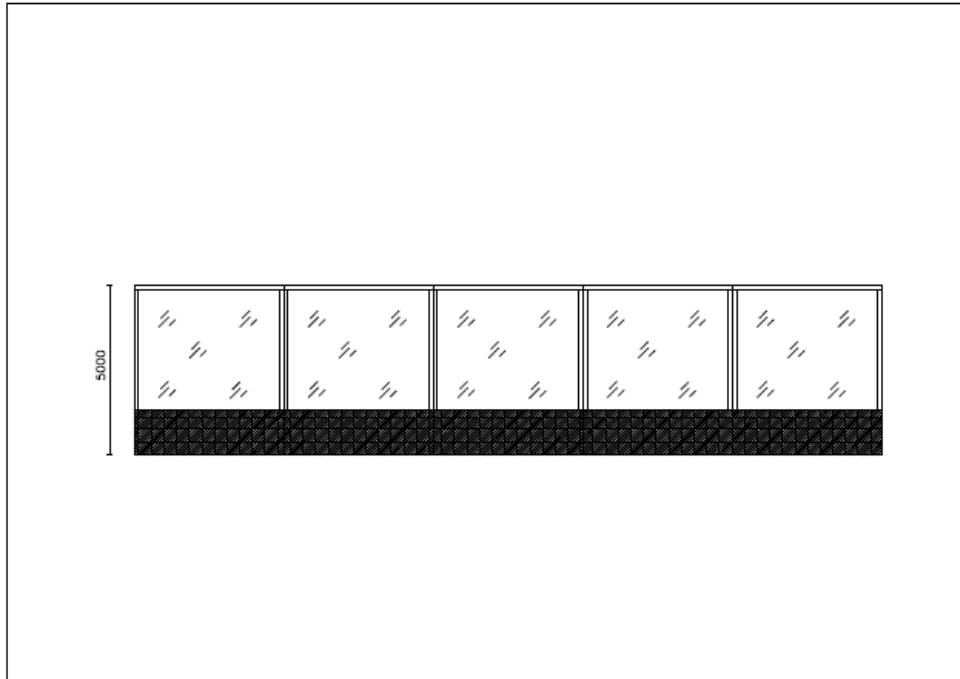
Kontteja ei ole ylimääräisiä vaan ne ovat ns. kierrossa kokoajan, jolloin melusteessä käytettäviä kontteja jouduttaisiin kokoajan vaihtamaan ja tämä vaatisi lisäselvityksen riittäkö vaimennustaso. Kontit ovat myös kevyitä rakenteita jos ne ovat tyhjillään ja korkeammissa rakennelmissa ne eivät kestä tuulesta aiheutuvaa kuormaa, tästä on Mussalon satamassa jo kokemusta (Koskinen 2013). Jos meluseinä käytettäisiin tyhjiä kontteja, ne olisi ankkuroitava jotenkin alempiin kontteihin ja tämä aiheuttaisi lisää hidasteita konttikiertoon. Kontteja ei välttämättä ole mahdollista ostaa meluseinän tarpeisiin ja jos onkin niin kustannukset saattavat nousta korkeammaksi kuin esimerkiksi perinteiset betoniset melueteratkaisut.

6.2 ”Akvaario”

Meluste koostuisi kahdesta eri rakenteesta, maanpäällisistä perustuksista, jotka toteutettaisiin mahdollisesti betonirakenteisina elementteinä ja perustusten päälle tulevasta ”akvaariosta”, joka toteutettaisiin melusteissakin käytetyistä läpinäkyvistä akryylipaneeleista. ”Akvaarioon” valmistettaisiin nostolenkit, jotka nopeuttaisivat ja helpottaisivat melusteiden siirtämistä. Maanpäällisinä perustuksina toimivan betonirakenteen tulisi olla tarpeeksi leveä, jotta meluste pysyisi pystyssä jopa epätasaisella pinnalla. Osat kiinnitettäisiin toisiinsa, jotta rakennelma olisi mahdollisimmat tukeva. Melusteen läpinäkyvä osa voitaisiin täyttää erilaisilla materiaaleilla, kuten hiekalla, soralla, lohkareilla, vedellä tai mahdollisesti kasvillisuudella. Tällöin melusteen ulkonäköä voitaisiin vaihdella tarpeen mukaan. Akryyliä on mahdollista saada monen värisenä, jolloin melusteen ulkonäköä voisi kohteen mukaan muuttaa.



Kuva 13. ”Akvaarion” viitteellinen rakennekuva (Ojala 2014)



Kuva 14. ”Akvaario”-elementeistä rakennettua melumuuria (Ojala 2014)

6.2.1 Hyvät puolet

Olemassa olevia melusteita ei ole tarkoitettu siirreltäviksi kovinkaan usein, joten ne eivät välttämättä kestä sitä kovin hyvin. ”Akvaario” kehitettäisiin huomioiden kaikki siirtämisessä eteen tulevat seikat, jolloin rakenne toimisi parhaiten. Leveä maanpäällinen perustus vähentäisi pohjatöiden tarvetta ja kustannuksia, varsinkin silloin, kun melusteita liikuteltaisiin suhteellisen usein. Visuaalisesti näyttävä rakenne, joka kuitenkin olisi mahdollista sitoa ympäristöön valitsemalla eri materiaaleja läpinäkyvän yläosan täyttämiseksi. Olisi suhteellisen helppo toteuttaa korkeanakin ratkaisuna, jolloin toivottu viiden metrin korkeus, olisi saavutettavissa.

6.2.2 Huonot puolet

”Akvaario” on tällä hetkellä vasta idea-asteella, sitä ei oikeasti ole valmistettu, joten ensin tulisi löytää yritys, joka melusteen valmistaisi. Tämä saattaisi viedä aikaa, mahdollisesti jopa vuosia, ennen kuin meluste saataisiin tuotantoon. Kustannukset saattaisivat nousta korkeammiksi, kuin jo tuotannossa olevien melusteiden. Koska kyseessä olisi uusi tuote, ei sen elinkaaresta tai toimivuudesta olisi vielä käytännön kokemusta. Kohdassa 4.4.2 läpinäkyvien melusteiden todettiin ajan myötä naarmuuntuvan, jota mahdollisesti karkeat täyteaineet nopeuttaisivat.

6.3 Kierrätysmateriaalien käyttö

Mussalon sataman alueella on paljon vanhoja betonirakenteita ja mahdollisesti purettavia rakennuksia, joita sataman toiveena olisi hyödyntää. Eräänä vaihtoehtona meluesteeksi on vanhojen purkujätteen käyttö. Erilaisia kierrätettäviä betoniosia voi löytyä myös elementtitehtailta, jossa valuvirheelliset elementit ovat ongelmajätettä, jonka hävittäminen on kallista.



Kuva 15. Purkujätettä (Rouskis 2014.)

6.3.1 Hyvät puolet

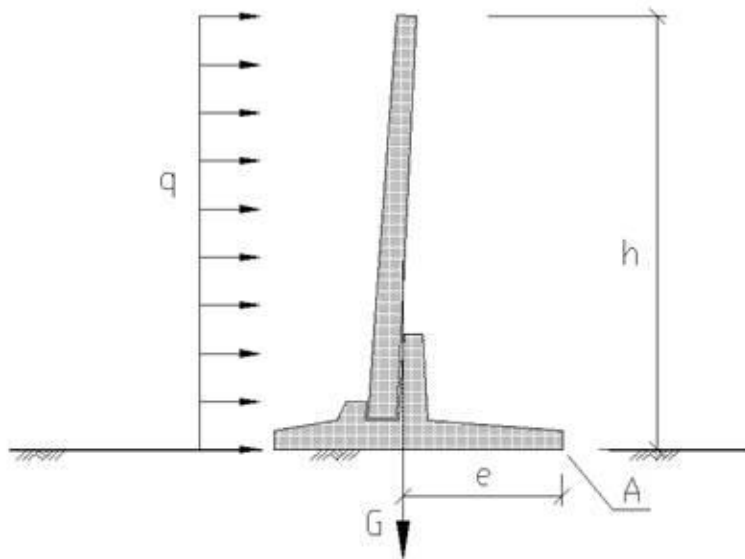
Materiaalia on reilusti saatavilla sataman alueella, joten kustannuksiltaan kierrätystavara tai purkujäte on erittäin edullista, varsinkin mukaan laskettaessa sekä uusien materiaalien hankinta ja kuljetuskustannukset, että vanhan rakennusjätteen hävittämisestä aiheutuvat kustannukset. Kierrätysmateriaalin käyttö on ekologisesti erittäin suositeltavaa. Valuvirheellisissä elementeissä on usein nostolenkit, joten niiden siirtäminen on helppoa ja koska virheelliset elementit ovat elementtitehtaille ongelmajätettä, niitä voisi olla mahdollista hankkia edullisesti.

6.3.2 Huonot puolet

Meluesteen tulisi olla noin viisi metriä korkea ja useamman sata metriä pitkä suhteellisen yhtenäinen muuri. Purkujätteestä voi olla vaikea saada sopivan kokoisia ja muotoisia osia. Ongelmaksi voi muodostua myös rakenteen vakavuus, koska osissa ei ole tarkoitukseen valmistettuja perustuksia. Jos kierrätysmateriaalista tai purkujätteestä valmistettuja melusteita käytettäisiin, tulisi tarkasti varmistaa, että jokainen osa kestää pystyssä kovassakin myrskyssä, jotta rakenne olisi turvallinen. Myös muut melusteisiin kohdistuvat vaatimukset on täytyttävä, joten tutkimus purkujätteen toimivuudesta tulisi järjestää. Rakenteen visuaalinen puoli saattaa muodostua ongelmaksi, sillä kovin yhtenäistä muuria kierrätysmateriaaleista tuskin saa. Kustannukset saattavat nousta korkeiksi, koska on tutkittava soveltuvatko osat melusteiksi ja osia on mahdollisesti muokattava liittämällä niitä toisiin. Liitetyt meluseinät eivät välttämättä kestä siirtämistä kovinkaan hyvin.

7 MELUSEINÄRAKENTEIDEN VAKAVUUSTARKASTELU

Meluseinä on suunniteltava ottaen huomioon rakenteeseen kohdistuvat kuormat. Rakenteellisessa mitoituksessa meluseinän kaikki rakenneosat suunnitellaan riittävän lujiksi oli materiaali puuta, betonia tai jotain muuta. Meluseinä on suunniteltava kokonaisuudessaan vakaaksi, joka tarkoittaa sitä ettei se kaadu tai siirry kuormitettaessa. Ohessa lyhyt katsaus edellä mainittuihin stabiliteettitarkasteluun.



Kuva 16. Havainnekuva meluseinän vakavuuslaskelmista. (Ojala 2014.)

7.1 Omapaino

Meluesteen on kestävä sen omapaino, siihen kertyvän veden ja lumen paino murtumatta tai taipumatta liikaa. Taipumien raja-arvot on esitetty standardin EN-1794-1:2003 liitteessä B. (Tien melusteiden suunnittelu s. 65.)

Meluseinän omapainon ominaisarvo lasketaan yksinkertaistettuna kaavasta 1:

$$G_{vk} = V \cdot \gamma$$

, jossa

V = tilavuus

γ = tilavuuspaino (1)

7.2 Tuulikuorma

Tuuli ei saa murtaa tai taivuttaa liikaa meluseinää. Tuulikuorma lasketaan

SFS-EN 1991-1-4 mukaisesti. Maastoluokaksi valitaan standardin mukaan 0 eli avoimen meren rannikko, jonka seurauksena tuulenpaineeksi tulee likimain 1 kN/m². (Tien melusteiden suunnittelu s. 64.)

Tuulikuorman aiheuttaman vaakakuorman resultantin ominaisarvo Q_{hk}

yhdelle seinäelementille lasketaan kaavasta 2:

, jossa

$$Q_{hk} = q_p \cdot l \cdot h$$

q_p = tuulen nopeuspaine

l = seinäelementin pituus

h = seinäelementin korkeus (2)

Elementin kaatumista ja liukumista voi alustavasti tarkastella varmuuslukujen avulla.

Kaatumisvarmuus lasketaan kaavalla 3:

$$F_K = \frac{G_{vk} \cdot e}{Q_{hk} \cdot \frac{1}{2}h} \quad (3)$$

Liukuvarmuutta lasketaan kaavalla 4:

$$F_L = \frac{G_{vk} \cdot \mu}{Q_{hk}} \quad (4)$$

Jotta rakenne olisi vakaa tulee varmuuslukujen olla suuruusluokaa 1.5.

7.3 Auraslumikuorma

Lumikuorma mitoitetaan melusteissa auraslumikuorman mukaan, joka saattaa olla jopa suurempi kuin tuulikuorma, jos melusesteen ja aurattavan tien etäisyys toisistaan on alle seitsemän metriä. Yleisimmin kyseessä on tien vieressä olevat melusteet, jolloin auraskalustokin liikkuu jopa 60 km/h, tällöin aorauskuorma saattaa aiheuttaa jopa 15 kN:n kuormituksen rakenteelle jos etäisyys on alle neljä metriä. Koska kyseessä on satama-alue, tulee auraskalusto liikkumaan alle 40 km/h nopeudella, jolloin aorauskuorma jää pienemmäksi kuin tuulikuorma, eikä sitä oteta laskuissa huomioon. (Tien melusteiden suunnittelu s. 66 – 67.)

7.4 Muut

Tarvittaessa törmäyksistä aiheutuva kuormitus on myös otettava huomioon. Rakenteen pitää kestää mahdollisia ajoneuvoista tai sataman alueella olevan kalustosta aiheutuvia iskuja, niin että ajoneuvon kuljettaja ei vahingoitu. (Tien melusteiden suunnittelu s. 67.)

8 TULOKSET

8.1 Meluestemateriaalin valinta

Opinnäytetyössä on käsitelty eri materiaaleista valmistettuja melusteitä, joista osa on jo käytössä olevia toimivia melusteitä, joiden äänenvaimentavuus ominaisuudet ovat siten tutkittuja ja tiedossa. Tilattaessa valmiiksi suunnitellun jo tuotannossa olevan meluestemateriaalin, kuten esimerkiksi betonirakenteisen meluseinän, on valmistaja tutkinut tuotteensa tuulikuorman kestävyys, aurasuorman kestävyys, elementin painon, äänen eristävyys ja äänen absorptio-ominaisuudet ja rakenteen muut tarpeelliset ominaisuudet kohteeseen sopiviksi. Ominaisuudet osoitetaan CE-merkinnän avulla ja näin ollen saavutetaan varmuus, että tuote saavuttaa vaaditut ominaisuudet ja eliniän. (Tien melusteiden suunnittelu s. 84.)

Jos meluste valmistetaan muusta materiaalista kuin edellä mainituista ja se suunnitellaan kohdekohtaisesti, esimerkiksi kierrätysmateriaalia käyttäen, on varmistettava että meluste täyttää samat vaatimukset kuten valmiit melustetuotteet. Melusteen eristävyys on selvitettävä ja kuormien kestävyys on laskettava yleisten mitoitusohjeiden mukaisesti, jotta rakenne on toimiva ja turvallinen. (Tien melusteiden suunnittelu s. 85.) Tosin satama on oma toimintaympäristönsä ja siten vaatimuksissa on mahdollista poiketa jossain määrin.

8.2 Perustusten valinta

Melusteen perustuksille on määritetty 50 vuoden suunnittelukestoikä ja perustusten on kestävä niille aiheutuvat kuormat, koko suunnittelukestoian. (Tien melusteiden suunnittelu s. 69.)

Siirreltävien melusteiden perustukset on automaattisesti toteutettava maanpäällisinä rakenteina. Paras ja edullisin ratkaisu on toteuttaa perustukset elementtirakenteisina betonista. Tällöin on mahdollista saavuttaa tarvittava vakavuus suhteellisen pienellä rakenteella, eikä erillistä ankkurointia tarvita. Perustusten ollessa maanpäällisiä rakenteita, täytyy suunnittelussa täytyy ottaa huomioon sääolosuhteet ja niiden aiheuttama kuormitus materiaalille, esimerkiksi raudoituksen syvyyden on täytettävä rasitusvaatimukset. Perustukset on suunniteltava niin, että meluste saadaan kiinnitettyä niihin tukevasti.

YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutkittiin melua ja melun vaimennusta melusteilla. Erilaisia vaihtoehtoja melusteeksi on monia, ja opinnäytetyössä käsiteltiin ensin yleisesti erilaisia käytössä olevia ratkaisuja ja niistä valikoitui muutama, parhaiten siirrettäväksi melusteeksi soveltuva, jatkotarkasteluun. Jatkotarkastelussa keskityttiin tarkemmin pohtimaan, mikä melusteissa oli hyvää ja mikä huonoa kyseiseen kohteeseen. Opinnäytetyössä otettiin huomioon HaminaKotka Satama Oy:n esittämät toiveet ja vaatimukset ja pyrittiin syventämään tutkimuksia lisää.

Jo käytössä olevien melusteiden jatkotarkastelujen jälkeen pohdittiin muita mahdollisia ratkaisuja sataman tarpeisiin, esimerkiksi ns. konttiratkaisu luvussa 6.1, joka konttitilanteittain, on erittäin hyvä vaihtoehto. Myös aivan uuden, kohteeseen räätälöidyn, siirrettävän meluseinän suunnittelu ja valmistaminen otettiin yhdeksi vaihtoehdoksi luvussa 6.2. Tällöin olisi mahdollista saada rakenne, joka nimenomaan on kehitetty siirrettävyys huomioiden. Lähtökohta on se, että purkaminen ja uudelleenpystytys on turvallista ja helppoa. Kohteeseen suunniteltava meluste on dimesioltaan suuri. Tämä koskee sekä seinän pituutta että korkeutta. Tavanomaisesta poiketen rakenteen tulee olla purettavissa ja uudelleen rakennettavissa. Kun soveltuva ja tilaajan hyväksymä rakenne löytyy, siitä voitaisiin tehdä prototyyppi, jolloin kustannukset ja toimivuus selviää. Kyseiselle rakenteelle voisi löytyä kohteita muualtakin, sekä Suomesta että maailmalta.

Sataman toiveiden ja Ecologically Friendly Port -hankkeen tavoitteet huomioiden tutkittiin myös kierrätysjätteen käyttömahdollisuuksia melusteina luvussa 6.3. Tutkimuksessa todettiin, että kierrätysmateriaali itsessään sopii hyvin melusteisiin, mutta ongelmia saattaa aiheuttaa kyseisessä kohteessa rakenteen vakavuus ja yhtenäisyys sekä siirreltäessä rakenteen koossa pysyminen. Kierrätysmateriaali saattaa sopia paremmin pysyvien melusteiden rakenteiksi.

Olemassa olevista rakenteista parhaiten kohteeseen voisivat sopia luvussa 5.2 käsitelty vapaasti seisova betoniseinä ja luvussa 5.4 käsitelty melukaiteen ja läpinäkyvän melusteiden yhdistelmä. Molempia ratkaisuja on jo saatavilla elementtirakenteisina, joten hintakin on varmasti kilpailukykyinen ja toimitus nopeaa. Elementtien

valmistajalta voi myös tiedustella onko meluesteisiin mahdollista asentaa nostolenkit, jotta niiden siirtäminen olisi vaivattomampaa ja turvallisempaa. Valmistaja myös tekee kaikki vakavuustarkastelut, eli sataman henkilökunnalle jää ainoastaan elementtien sijoittelu ja siirtäminen. On kuitenkin otettava huomioon, että tarvittavan meluesteen tulee olla noin viisi metriä korkea, eli elementtien valmistajalta on selvitettävä, onko kyseisiä rakenteita mahdollista saada niin korkeina.

Meluesteen voi valmistaa periaatteessa miten ja mistä vain, kuten Tekniikka ja talous -lehdessä (2012) esitelty Rautaruukin arkkitehtikilpailuun osallistuneiden virolaisten opiskelijoiden työ (kuva 17) osoittaa. On kuitenkin otettava huomioon meluesteen yleiset laatuvaatimukset ja hankekohtainen suunnittelu, joka varmistaa meluesteen turvallisuuden.



Kuva 17. Tulevaisuuden visio meluesteksi (Törmänen 2012)

LÄHTEET

Betoni 2014. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/elementtirakentaminen/infrarakentaminen> [viitattu 16.4.2014].

Finstone 2014. Saatavissa:

http://finstone.fi/references/tuusulanvayla_kivinen_melumuuri [viitattu: 2.2.2014].

HaminaKotka Satama Oy 2014. Saatavissa: <http://www.haminakotka.fi> [viitattu: 21.2.2014].

Koskinen Markku 2013. Liikennejohtaja HaminaKotka Satama Oy. Keskustelu 31.10.2013.

Länsiväylä 2014. Saatavissa: <http://www.lansivayla.fi/artikkeli/258338-keha-iin-meluaidasta-tuli-lintujen-surmanloukku-%E2%80%93katso-kuvat> [viitattu 16.4.2014].

InfraRYL 2006, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet.

Ojala Tytti 2014. Kuvat 2,13,14 ja 16.

Rouskis 2014. Saatavissa: <http://www.rouskis.fi/lajittelu/lajitteluohjeet> [viitattu 16.4.2014].

Rudus 2014. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/tuotteet/infraelementit/tie-ja-siltarakentaminen/meluseinat> [viitattu 16.4.2014].

Suomenmuseot. Saatavissa:

http://suomenmuseotonline.fi/fi/kohde/Mobilia/12_152?museum=Mobilia&itemIndex=7935 [viitattu 16.4.2014].

Tien meluesteiden suunnittelu. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-16_meluste_suunnittelu_web.pdf [viitattu 12.01.2014].

Törmänen, E. 2012. Tulevaisuuden visio: meluesteen putkessa kulkee pyörätie.

Tekniikka ja talous 1.9.2012. Saatavissa:

<http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/tulevaisuuden+visio+meluesteen+putkessa+kulkee+pyoratie/a833952>.

Viapipe 2014. Saatavissa: <http://www.viapipe.fi/tuotteet/kivikorit> [viitattu 16.4.2014].

Weldon 2014. Saatavissa: <http://www.weldon.polfirms.eu/fi.html> [viitattu 30.3.2014].

Ympäristö 2014. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/fi->

[FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Elinymparisto/Melu/Vastuut_melulahteittan](http://www.ymparisto.fi/fi-) [viitattu 25.4.2014].