

Jirsi Lalla

ÄÄNTÄ ERISTÄVÄT LATTIAT LAIVANRAKENNUKSESSA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2012

ÄÄNTÄ ERISTÄVÄT LATTIAT LAIVANRAKENNUKSESSA

Lalla, Jirsi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2012
Ohjaaja: Tapiola, Mikko
Sivumäärä: 32
Liitteitä: 7

Asiasanat: laivanrakennus, ääneneristys, lattiat

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia erilaisia ääntä eristäviä lattiarakenteita, joita käytetään laivanrakennuksessa. Työn tarkoituksena oli valita yleisimmät, toisistaan poikkeavat lattiarakenteet ja kerätä niistä olennaisimmat tiedot STX Finland Oy:n Rauman telakan käytettäväksi. Lisäksi tavoitteena oli uusia telakan käytössä ollut uivan lattian asennusohje.

Äänen eristys laivojen lattioissa on merkittävä osa laivanrakennusprosessia. Sen huolellinen ja valvottu toteuttaminen on yksi iso askel kohti onnistunutta lopputulosta. Jatkuvasti kehittyvät materiaalit ja työmenetelmät vaativat tarkastelua tasaisin väliajoin. Tämän työn tarkoituksena olikin päivittää telakan aineisto vastaamaan nykypäivän tietoja ja menettelytapoja.

Työssä kartoitettiin lähes kaikki erilaiset ääntä eristävät lattiarakenteet ja selvitettiin eri toimittajien ja materiaalivalmistajien avulla niiden ominaisuuksia. Lisäksi kerättiin lattiarakenteiden äänen eristävyyttä kuvaavat taulukot ja kuvaajat yhteen paikkaan. Uivan lattian asennuksen työohjeen luomisen pohjana käytettiin vanhaa työohjetta. Lisäksi kyseltiin tuotanto-osaston näkemyksiä tämän päivän asennustekniikoista.

Työn tulokseksi saatiin neljän yleisesti käytettävän ja toisistaan poikkeavan lattiarakenteen kaksisivuiset tulosteet, joihin kerättiin tiedot työ- ja materiaalikustannuksista, lattian painosta, korkeudesta ja loppuun liitettiin kalusteiden kiinnitysesimerkki. Lisäksi onnistuttiin luomaan uusi työohje uivan lattian asennuksesta. Tämä ohje tehtiin niin suomeksi kuin englanniksikin.

NOISE INSULATING FLOORS IN SHIPBUILDING

Lalla, Jirsi
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme In Construction Engineer
May 2012
Supervisor: Tapiola, Mikko
Number of pages: 32
Appendices: 7

Keywords: shipbuilding, noise reduction, floors

The purpose of this thesis was to investigate different kinds of noise reducing floor structures which are used in shipbuilding. The aim was to choose the most common floor structures which are different relative to each other and then collect all the most important information of these to STX Finland Oy's use to shipyard in Rauma. Also the aim was to renew the shipyard's old work instructions of install the floating floor.

Noise reduction in ships floor structures is important piece in the shipbuilding process. To make it carefully and with control you make one big step towards successful result. Materials and working methods which develop all the time needs to be investigated at regular intervals. So the mention of thesis was to update the shipyard's material to responding today's information and methods.

In thesis almost all noise reduction floors was surveyed. The properties were clarified with the help of the suppliers and material producers. Also many charts of noise reduction in floor structures were collected to one place. Floating floor's new work instruction was based to the docks old one and to the inquiry of production line people.

The result of the thesis was four two-sided printouts of commonly used floor types which have differences between each other. Printouts include costs of labor and materials, weight and height information of the floor and also a furniture fastening example. Also were succeeded to create new work instruction about installation of floating floor. This instruction was made also in english.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	7
2.1	Tavoitteet.....	7
2.2	Toteutus.....	7
3	STX FINLAND.....	8
3.1	Yritys ja liiketoiminta-ajatus	8
3.2	Resurssit ja tuotteet	9
3.3	Laatu.....	10
3.4	Työturvallisuus ja ympäristöpolitiikka	11
4	ÄÄNITYYPIT.....	12
4.1	Ilmaääni	13
4.2	Runkoääni.....	14
4.3	Askelääni.....	16
5	ÄÄNTÄ ERISTÄVÄT LATTIAT	17
5.1	Uiva lattia	16
5.1.1	Rakenne	17
5.1.1	Pohjakerros	18
5.1.2	Eristekerros	18
5.1.3	Pintakerros	18
5.1.2	Käyttökohteet.....	19
5.1.3	Ympäröivät rakenteet	19
5.1.4	Asennuksessa huomioitavat asiat.....	20
5.1.5	Vaimennusesimerkki.....	21
5.2	Viskoelastinen lattia.....	22
5.2.1	Rakenne	22
5.2.2	Käyttökohteet.....	23
5.2.3	Asennuksessa huomioitavat asiat.....	23
5.2.4	Vaimennusesimerkki.....	24
5.3	Yhdistelmät.....	24
5.3.1	Rakenne	25
5.3.2	Käyttökohteet.....	25
5.3.3	Vaimennusesimerkki.....	26
6	LAIVANRAKENNUKSEN ASETTAMAT VAATIMUKSET.....	27
6.1	Äänitasoluokat	27
6.2	Kuormitukset	29
6.3	Sertifikaatit	29

6.4 Palomääräykset	30
7 YHTEENVETO.....	31
LÄHTEET	32

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tarkastella ääntä eristäviä lattiarakenteita, joita yleisimmin käytetään laivanrakennusteollisuudessa. Työssä kerrotaan eri äänityy-
peistä ja niiden aiheuttajista, esitetään laivanrakennuksen asettamat vaatimukset lat-
tiarakenteen valinnalle ja esitellään rakenteet yksityiskohtaisesti.

Työ tehtiin STX Finland Oy:n Rauman telakalle. STX Finland on yksi maailmanlaa-
juisesti vaikuttavan STX Europen tytäryhtiöistä. Se on tunnettu maailman suurimpi-
en loistoristeilijöiden valmistajana. Rauman telakka on yksi kolmesta STX Finlandin
Suomessa toimivasta telakasta. Se on keskittynyt pienten risteilylauttojen, jäänmurta-
jien ja erilaisten erikoisalusten rakentamiseen.

Työn tavoitteena oli selkeyttää telakan tietojärjestelmää, koskien ääntä eristäviä latti-
oita. Yritykselle on tärkeää pysyä ajan tasalla muuttuvista materiaalien hinnoista, uu-
sista tuotteista ja kehittyvistä työmenetelmistä. Lattioiden ääneneristävyuden onnis-
tumisesta huolehtiminen on yksi merkittävä osa koko laivanrakennusprosessia. Li-
säksi työn tavoitteena oli kehittää ja päivittää telakan käytössä ollutta vanhaa uivan
lattian asennusohjetta.

Työssä tarkasteltiin eri lattiatoimittajien kokonaisratkaisuja, kyseltiin aikaisempia
kokemuksia eri lattiarakenteista ja käytiin läpi ääneneristävyyttä kuvaavia mittaustu-
loksia ja tutkimuksia. Näiden perusteella keskityttiin tarkastelemaan neljää erilaista
lattiarakennetta. Näistä rakenteista tehtiin omat kaksisivuiset ja kaksikieliset tulos-
teet. Niihin sisällytettiin rakennekuva, materiaalitaulukko kustannuksineen, työhinnat
sekä kalusteiden kiinnitysesimerkki huomioineen. Lopuksi päivitettiin ja hyvin pit-
källe luotiin telakalle kokonaan uusi työohje uivan lattian asentamisesta. Kyseinen
työohje kirjoitettiin myös englanniksi.

2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tehdä STX Finland Oy:n Rauman telakan suunnitteluosastolle selkeät ohjekortit laivoissa yleisesti käytettävistä ääntä eristävästä lattiarakenteista. Ohjekortteihin on tarkoitus sisällyttää rakenneratkaisun leikkauskuva, keskimääräiset materiaali- ja työkustannusten neliöhinnat sekä kiinteän kalusteen oikea kiinnitystapaesimerkki huomioineen. Lisäksi tavoitteeksi asetettiin telakan lähes neljä vuotta vanhan uivan lattian asennuksen sisältämän työohjeen päivittäminen ja parantaminen. Uuteen työohjeeseen aiotaan sisällyttää myös kattava tekstiosuus/selostus työn etenemisestä, sillä sitä ei vanhasta ohjeesta löydy. Työohje on lisäksi tarkoitus kirjoittaa niin suomeksi kuin englanniksi.

2.2 Työn toteutus

Laivanrakennus ja uivat lattiat ovat työn tekijälle entuudestaan täysin vieraita, joten ensimmäiseksi aletaan käydä läpi telakalta löytyvää teoria-aineistoa ja tutustutaan aiheeseen yleisellä tasolla. Pääasiallisena tiedonlähteenä on tarkoituksena käyttää eri materiaalivalmistajien ja lattian toimittajien www-sivuja sekä telakan omaa aiheeseen liittyvää aineistoa. Lisäksi tietoa saadaan hankittua telakan henkilökunnan haastatteluilla.

Työhön on tarkoitus sisällyttää kattava tekstiosuus STX Finland Oy:stä, jossa lukijalle kerrotaan tärkeimmät asiat kyseisestä laivanrakennusalalla toimivasta yrityksestä. Luodaan kappale, jossa tuodaan selkeästi esille mitä eroavaisuuksia laivanrakennus asettaa lattiarakenteille, verrattaessa maapuolen rakentamiseen.

Työohjeen uusiminen toteutetaan teoriapuolen kirjoittamisen jälkeen ja se lisätään työn liitteeksi. Työohjeen uusimistyössä käytetään AutoCAD 2010-ohjelmaa. Sen avulla piirretään selkeät ja havainnollistavat detaljikuvat uivan lattian liittymisestä ympäröiviin rakenteisiin. Työohjeen tekstiosuuden luomiseen tarvitaan telakan tuotantopuolella toimivien ihmisten tietoja ja kokemuksia uivan lattian asennukseen liit-

tyvistä huomioon otettavista asioista ja toimintatavoista. Valitettavasti uivan lattian asennusta ei päästä näkemään käytännössä, sillä telakalla ei ole sellaista kesken olevaa laivaprojektia, josta ääntä eristävät lattiat puuttuvat.

3 STX FINLAND OY

3.1 Yritys ja liiketoiminta-ajatus

STX Finland Oy on STX Europen sataprosenttisesti omistama yritys. Yhtiön missio on luoda arvoa asiakkailleen ja osakkeenomistajilleen. Tämän missioon toteuttamiseksi yritys tarjoaa korkealuokkaisten uudisrakennuslaivojen suunnittelua ja toimituksia. Yrityksen visiona on olla globaalisti johtava risteilylaivojen toimittaja sekä johtava toimittaja muille monimutkaisille ja edistyksellisille aluksille, kuten matkustaja- ja autolautoille sekä jäänmurtaja-aluksille. Yhtiö haluaa olla hyvin tuottava, innovatiivinen sekä saavuttaa kannattavan kasvun olemalla halutuin toimittaja ensisijaiselle asiakaskunnalleen. (STX Europe 2009, 6.) Kuvassa 1 on esitetty yrityksen itsensä määrittelemä tarkkaan vaalittujen arvojen kokoelma.



Kuva 1. STX Finland Oy:n arvot (STX Europen www-sivut 2012.)

Kuvan eri arvojen merkitykset on osittain muutettujen termien avulla lyhyesti kerrottu STX Europen toimintakäsikirjassa:

Työsuojelu	Henkilökohtainen vastuu työsuojelusta, koska me välitämme
Tuloksellisuus	Yhdenmukaiset toimitukset ja pyrkimys tavoitteidemme ylittämiseen
Avoimuus ja suoruus	Kannustamme välittömään ja rehelliseen asioiden käsittelyyn
Asiakaskeskeisyys	Asiakkaiden luottamuksen lisääminen on liiketoimintamme ydin
”Hands-on” johtaminen	Tunnetta alamme ja saamme asiat tehtyä
Ihmiset ja yhteistyö	Kaikki suurimmat saavutuksemme syntyvät tiimityönä

(STX Europe 2009, 7)

3.2 Resurssit ja tuotteet

STX Finland Oy työllistää noin 2700 työntekijää, sekä kymmeniä alihankintayrityksiä eri puolelta Suomea. Yrityksellä on Suomessa kolme telakkaa: Turussa, Helsingissä ja Raumalla. Turku on näistä kolmesta suurin ja siellä on erikoistuttu suuriin risteilyaluksiin. Turussa on maa-aluetta kaikkiaan 144 hehtaaria ja rakennusaltaan mitat ovat 365 m x 80 m. Raumalla puolestaan 260 m x 85 m kokoisessa altaassa tuotetaan autolauttoja, pienempiä risteilyaluksia ja erilaisia erikoisaluksia. Helsingissä on keskitytty rakentamaan arktisia erikoisaluksia kuten jäänmurtajia. Siellä rakennusallas on kokonaan katettu, ollen kooltaan 280,5 m x 34 m.

STX Finland on maailman johtava tuottaja seuraavissa tuotteissa:

- Isot matkustajalaivat
- Risteilylautat
- Jäänmurtajat

Lisäksi yhtiö pyrkii seuraavissa tuotteissa olemaan johtavien telakoiden joukossa:

- Muut matkustajalaivat
- Isot offshorelaivat (FPSO/FSU)
- Alukset korkealla jääluokituksella
- LNG-laivat vaativiin olosuhteisiin
- Laivaston ja rajavartion alukset
- Muut erikoislaivat

(STX Europe 2009, 7.)

STX Finland Oy:n Turun telakalta ovat valmistuneet toistaiseksi maailman suurimmat ja kehittyneimmät risteilyalukset: Oasis of the Seas (lokakuussa 2009) ja Allure of the Seas (lokakuussa 2010).

3.3 Laatu

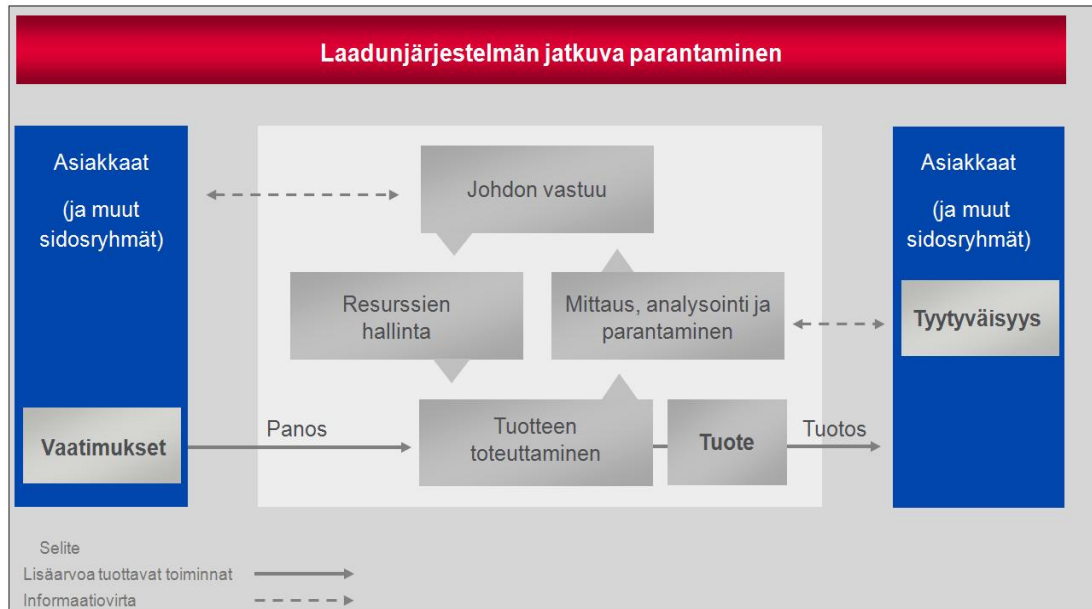
”STX Finland Oy:n tavoitteena on olla laivatuotealueellaan asiakkaan paras vaihtoehto toimittaa laiva, joka mahdollisimman hyvin edistää asiakkaan liiketoimintaa koko elinkaarensa aikana.” (STX Europe 2009, 7.)

Tämän saavuttamiseksi yhtiö pyrkii kiinnittämään huomiota seuraaviin yhtiön itsensä määrittelemiін pääkohtiin:

- Sisäinen auditointi
 - Tarkoituksena löytää kohteet, joiden kehittämällä parhaiten edistetään yrityksen tehokkuutta ja kilpailukykyä
 - Yrityksen johto päättää vuodeksi kerrallaan mihin vuosittaiset sisäiset auditoinnit kohdennetaan
- Asiakastyytyväisyys
 - Kysytään asiakkaan edustajilta neljästi laivaprojektin aikana
 - suunnitteluvaiheessa
 - runkovaiheessa
 - luovutuksen yhteydessä
 - takua aikana
- Laivakohtaiset laatukäsikirjat
 - Jokaiselle laivalle on oma laatukäsikirjansa, jossa ilmaistaan kyseisessä laivassa vaadittava tuotelaatu täsmällisesti.
- Aloite- ja palautejärjestelmä
 - Edistää luovan toiminnan tulosten esiintuomista
 - Lisää oma-aloitteisuutta työn, työympäristön ja työhyvinvoinnin kehittämässä
 - Auttaa puuttumaan välittömästi toiminnassa havaittuihin virheisiin ja häiriöihin

(STX European www-sivut 2012.)

STX Finland Oy pyrkii kehittämään laatu järjestelmänsä vuosi vuodelta entistä toimivammaksi. Siinä onnistutaan käymällä vuosisuunnittelun yhteydessä läpi jokaisen telakan laatimat kehityssuunnitelmat. Seuraava kuva kertoo laatu järjestelmän jatkuvan parantamisen pääperiaatteet.



Kuva 2. Laadun järjestelmän jatkuva parantaminen (STX Europe:n www-sivut 2012.)

Kuvasta nähdään laivaprosessin aikaiset laatuun vaikuttavat pääkohdat, joilla on myös merkitystä laatu järjestelmän jatkuvan parantamisen kanssa. Tärkeimpänä voidaan pitää jatkuvaa informaatiiovirtaa asiakkaiden ja STXn oman väen välillä. Tätä on kuvassa merkitty katkoviivoilla.

3.4 Työturvallisuus ja ympäristöpolitiikka

Yrityksen tavoitteena on pyrkiä nolla vahinkoa -toimintaan. Siihen päästään panostamalla niin omien kuin yhteistyökumppaneidenkin työntekijöiden työturvallisuuteen. Tapaturmia minimoidaan työolosuhteiden kehittämällä sekä riskien kartoituksella. Työpaikkojen työturvallisuutta mitataan viikoittain ja raportoidaan tuloksista. Yhtiö panostaa työturvallisuuskoulutusten järjestämiseen sekä niiden kehittämiseen. Näistä tehtävistä huolehtii yrityksen oma työturvallisuushenkilöstö. Ympäristökysymysten huomioiminen on kiinteä osa telakoiden toimintaa. Pyrkimyksenä on tuntea ja ymmärtää jokaisen rakennetun aluksen ympäristövaikutukset. Tällä tavoin ylimää-

räisten päästöjen pääsemistä ympäristöön pyritään tehokkaasti minimoimaan. Ympäristöystävällisyyttä pyritään lisäksi parantamaan seuraavilla toiminnoilla:

- Telakan oma kemikaalirekisteri
- Jätehuoltoon panostaminen (ongelmajätteiden lajittelu)
- Energiankulutuksen seuraaminen ja minimointi
- Ympäristörekisterin pitäminen

(STX Europen www-sivut 2012)

4 ÄÄNI JA ÄÄNITYYPIT

Ääni on mekaanista painevärähtelyä erilaisissa väliaineissa. Ihminen aistii äänenpaineen vaihtelun kuuloaistinsa avulla. Äänen voimakkuutta kuvataan logaritmisella suureella, jonka nimeksi on annettu desibeli (dB). Se määräytyy staattisen ilmanpaineen ja äänenpaineen erosta. Mitä suurempi niiden välinen ero on, sitä voimakkaampaa on ääni. Yleisesti ajatellaan, että aistittavan äänekkyyden kaksinkertaistuminen tarkoittaa äänen voimakkuudessa 10 dB:n lisäystä. Ihmisen korvan tasoerotuskyky on noin 1 dB. (MuTen www-sivut 2012.) Seuraavaksi esitettävässä taulukossa on eri äänenvoimakkuuksille annettu sitä vastaava äänilähde esimerkki. Lisäksi taulukkoon on merkitty suurille äänenvoimakkuuksille pisin suositeltava oleskeluaika.

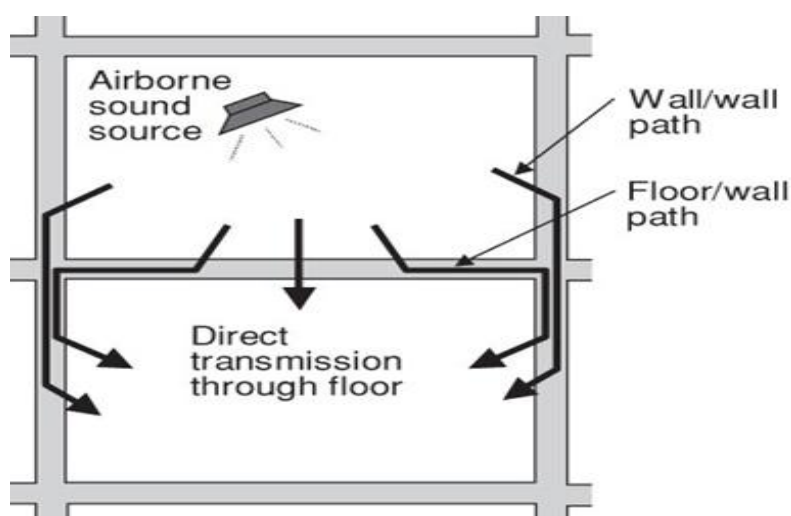
Taulukko 1. Esimerkkejä eri äänen voimakkuuksista (RT 07-10881 2006, 2)

Äänitaso dB	Äänilähde esimerkiksi	Oleskeluaika enintään
0	kuulokynnys	
20...25	makuuhuoneiden taustamelu yöllä	
30...40	ilmastoinnin taustamelu	
60...70	puheääni huoneessa	
70...80	voimakas puheääni, liikenne	8 tuntia
85...90	moottoripyörä	2...4 tuntia
90...110	disco tai rock-konsertti	2 tuntia...1 minuutti
110...130	kipukynnys	oleskelua ei suositella

Ihmisen aistimaa häiritsevää ääntä kutsutaan meluksi. Meluntorjunnan tarve laivanrakennuksen yhteydessä on jatkuvaa ja pysyvää. Mahdollisimman taloudellisen äänentorjuntajärjestelmän saavuttamiseksi on onnistuttava torjumaan vähintään häiritsevän tason ylittävä osa tilaan aiheutuvista erilaisista äänityypeistä. Äänen etenemistavat voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, ilma-, runko- ja askelääniin. Aikaisempien kokemusten, tehtyjen analyysien ja ennusteiden avulla pyritään saavuttamaan optimaalinen ja mahdollisimman taloudellinen äänentorjuntajärjestelmä. Vaikka päätökset käytettävistä äänenvaimennus menetelmistä tehdäänkin laivaprojektin aikaisessa vaiheessa, tulee meluntorjunta pitää osana suunnittelua aina laivan valmistumiseen asti. Niin ilma- kuin runkoääniäkin kaikki oleelliset aiheuttajat tulee olla rakennettavassa laivassa tarkasti huomioituina ja tutkittuina.

4.1 Ilmääni

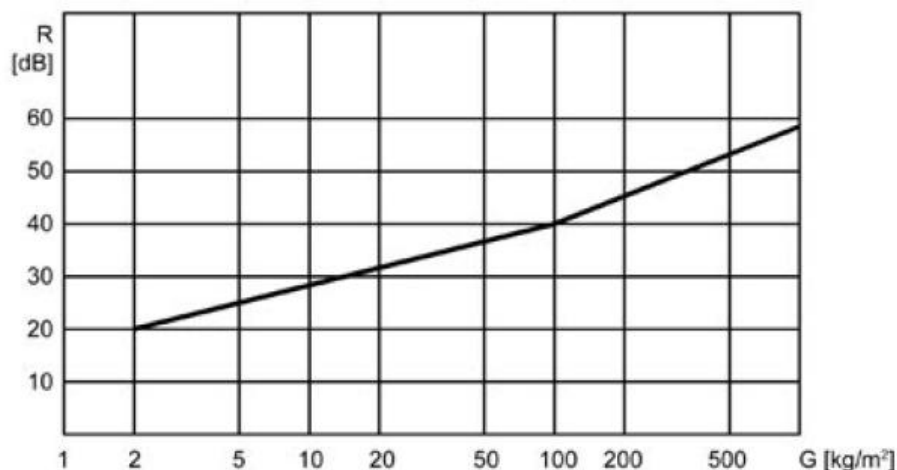
Ilmääni tarkoittaa ääntä, joka etenee ilmassa pitkittäisinä aaltoliikkeinä. Se on ääntä joka ensisijaisesti tuotetaan "ilmassa", kuten ihmisten välinen keskustelu, koiran haukunta sekä kaiuttimien tuottamat äänet. Myös laivojen moottoreista aiheutuvat äänet ovat osittain ilmääniä. Ilmääni kulkeutuu tilasta toiseen helpoiten rakenteessa mahdollisesti olevien rakojen kautta niin sanottuna ilmäänen vuotoina. Se voi myös rakenteisiin osuessaan muuttua runkoääneksi ja kulkeutua siten tilasta toiseen. Näitä tapoja on havainnollistettu alla olevassa kuvassa. Ilmääni heijastuu parhaiten kovista pinnoista. Ilmääni itsessään voi siis kehittää runkoääntä.



Kuva 3. (Quirt & Nightingale 2008, 6.)

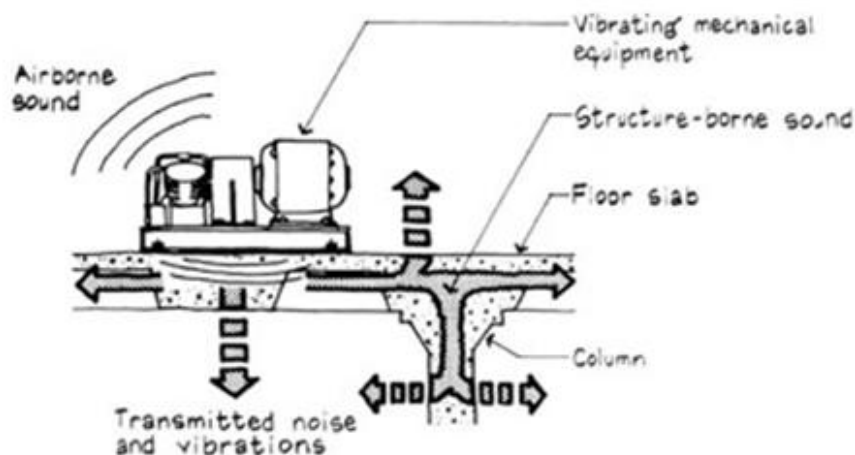
Yksinkertaisen rakenteen ilmaääneneristävyyteen vaikuttaa ensisijaisesti rakenteen ilmatiiveys sekä rakenteen massa. Yksinkertainen rakenne tarkoittaa sitä, että koko rakenne on käytännössä samaa materiaalia ja se värähtelee yhtenä kokonaisuutena. Yksinkertaisen rakenteen ollessa raskas, se eristää kevyttä rakennetta paremmin ilmaääntä. Tämä johtuu siitä, että rakenteeseen kohdistuva äänivärähtely ei saa raskaasta rakennetta värähtelemään niin helposti kuin kevyttä rakennetta. Taulukossa 2 on kuvattu, miten paljon enemmän ääni vaimenee kun yksinkertaisen rakenteen massaa lisätään. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että rakenteen massan kaksinkertaistaminen parantaa rakenteen ilmaääneneristävyyttä 4-6 dB. (Puuinfo 2010, 18.)

Taulukko 2. Massan vaikutus yksinkertaisen rakenteen ilmaääneneristävyyteen (Puuinfo 2010, 19)



4.2 Runkoääni

Runkoääni on rakenteessa etenevää mekaanista värähtelyä. Runkoääni syntyy melulähteestä rakenteeseen kohdistuvasta pääasiallisesti poikittaisaaltoisesta värähtelystä. Runkoääntä voi helposti syntyä kun ilmaääneneristävyyden ääniaallot osuvat runkorakenteisiin. Askeläänet ovat yksi yleisimmistä runkoäänien aiheuttajista. Rungossa etenevä värähtely puolestaan säteilee rakenteesta ilmaan ja muuttuu toisessa tilassa ilmaääniksi. Runkoääni kehittää lähes poikkeuksetta ilmaääntä. Se on laivanrakennuksessa ehdottomasti suurin meluäänien aiheuttaja. Dieselmoottorit, potkurit, alennusvaihteet ja suuret kompressorit ovat laivoissa tärkeimpiä huomioon otettavia runkoäänien tuottajia. (DNV 2003.)



Kuva 4. (David Egan 2007.)

Kuvassa 4 on esitetty, miten runkoääni syntyy erilaisissa tärinää aiheuttavissa moottoreissa tai laitteissa. Kuvasta nähdään miten runkoääni kulkeutuu rakenteita pitkin useampaan tilaan ja muuttuu siellä ilmaääneksi. On hyvä huomata, että erilaiset moottorit aiheuttavat myös ilmaääntä.

Runkoääni siirtyy rakenteissa sitä paremmin mitä jäykempi ja värähtelyille altis rakenne on kyseessä. Eli esimerkiksi teräksessä runkoäänen liike on hyvin voimakasta ja nopeaa. Siksi teräs yksinään on todella huono vaimentamaan runkoääniä. Yleisin suure kuvata aineen tai rakenteen kykyä vaimentaa runkoääntä on sille annettava häviökerroin. Näitä häviökertoimia on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 3. Materiaalien häviökertoimia

(Hentinen, Hynnä, Lahti, Nevala Vähänikkilä & Järviluoma 2002, 186)

materiaali	häviökerroin η
teräs, alumiini, kupari	0,001 – 0,005
valurauta, lyijy	0,02 – 0,05
vaimennusmetalliseokset	0,01 – 0,02
betoni	0,01 – 0,02
pienivaimennuksiset kumit	0,1 – 0,3
suurivaimennuksiset kumit	2 – 5
silikonikumit	0,3 – 0,6

Taulukosta nähdään esimerkiksi se, miten moninkertainen ero on teräksen kyky vaimentaa runkoääntä, verrattuna silikonikumiin. Rakenteen kokonaishäviökerroin ei ole suhteessa aineiden omiin kertoimiin, vaan useampikerroksisen lattiarakenteen runkoääneneristävyyden selvittämiseksi ainut luotettava tapa on tehdä mittaukset koko rakenteelle. Myös laivan suurimpien koneiden ja laitteiden kiinnityksissä käytetään mahdollisesti elastisia ja vähän runkoääniä siirtäviä materiaaleja.

4.3 Askelääni

Nimensä mukaisesti askelääni aiheutuu suoraan runkoon kohdistuvista iskuista ja askeleista. Eli sitä syntyy ihmisten kävelystä tai tavaran putoamisesta lattialle. Askelääni muuttuu rakenteisiin osuessaan lähes kokonaan runkoääneksi. Osa siitä pyrkii säteilemään suoraan rakenteen läpi. Runkoääneksi muuttunut osa värähtelee rakenteissa ja voi niitä pitkin siirtyä useampiinkin tiloihin, mutta kuten yleistä runkoääni muuttuu lopulta korvalla kuultavaksi ilmaääneksi. Askeläänieristystä suunniteltaessa on askeläänirasitukselle alttiiksi joutuvan rakenteen dynaaminen jäykkyys ratkaisevassa roolissa. Mitä matalampi on materiaalin tai rakenteen dynaaminen jäykkyys, sitä parempi se on eristämään ääntä. Asuinrakennuksissa on askeläänivaimennus suurin tekijä hyvää ääneneristystä suunniteltaessa, mutta myös laivanrakennuksessa tulee usein esiin tapauksia jolloin käytettävään lattiarakennneratkaisuun on vaikuttavana tekijänä ollut ainoastaan askelääni. (Rockwool-marine:n www-sivut 2012.)

5. ÄÄNTÄ ERISTÄVÄT LATTIAT

Ilma väliaineena ei ole tehokas vaimentamaan ääntä, mutta äänen läpäisykykyyn ja kulkemiseen lattiarakenteessa voidaan vaikuttaa. Äänen vaimentaminen onnistuu muuttamalla mahdollisimman suuri osa lattiaan kohdistuvasta äänivärähtelystä aiheutuva liike-energia lämmöksi. Mitä suurempi on ääniaaltojen ja läpäistävän materiaalin hiukkasten välinen kitkahäviö, sitä enemmän ääni vaimenee. Äänen kulkeutumista vastustavat lattiarakenteet voidaan laivanrakennuksessa jakaa kahteen pääryhmään: Uivaan lattiaan ja viskoelastiseen lattiaan. Toimintaperiaatteiltaan nämä poik-

keavat selvästi, sillä uiva lattia on ääntä eristävä kun taas viskoelastinen on ääntä vaimentava lattiaratkaisu.

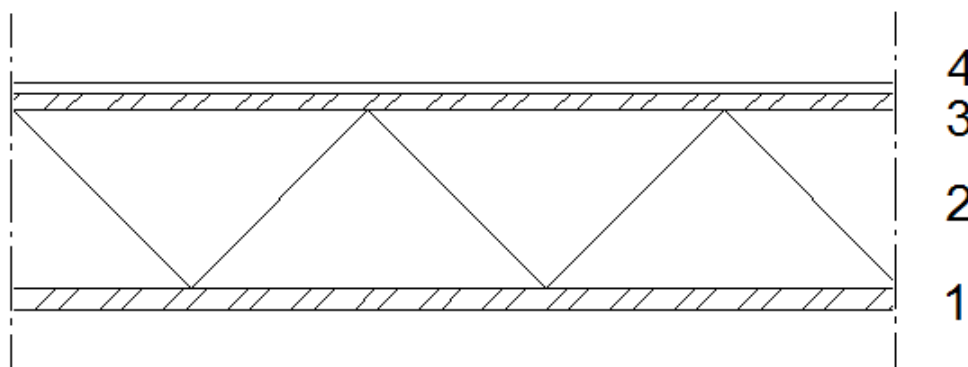
5.1 Uiva lattia (=kelluva lattia)

Uiva lattia on myös maapuolella ääneneristyksessä yleisesti käytetty lattiaratkaisu. Siitä käytetään myös nimitystä kelluva lattia. Uivan lattian nimi ja toiminta perustuvat siihen, että sen pintakerros ei ole kosketuksissa ympäröiviin rakenteisiin. Tässä kappaleessa kerrotaan laivanrakennuksessa yleisimmin käytetyt ratkaisut uivaksi lattiarakenteeksi.

5.1.1 Rakenne

Uivan lattian rakennekerrokset on esitetty alapuolisessa kuvassa:

1. Pohjakerros
2. Eristekerros
3. Pintakerros
4. Pintamateriaali



Kuva 5. Uivan lattian rakennekerrokset

5.1.1.1 Pohjakerros

Laivanrakennuksessa uivan lattian pohjakerroksena on tyypillisesti laivan teräskansi. Sisustusalueilla teräskannen paksuus vaihtelee 6 – 8 mm:n välillä. Mikäli teräskansi

on riittävän tasainen, (korkeusero alle 5 mm yhden metrin matkalla) asennetaan eriste kerros suoraan sen päälle. Usein näin ei kuitenkaan ole ja silloin pohjakerros täytyy oikaista tasoitteella.

5.1.1.2 Eristekerros

Eriste asennetaan suoraan pohjakerroksen päälle. Laivanrakennuksessa eristeenä käytetään yleisesti mineraalivillaa, jonka paksuus vaihtelee 30 – 100 mm:n välillä. On tärkeä huomioida, että lattiassa käytetään vaakakuituista eristettä, sillä se on huomattavasti tehokkaampi kuin pystykuituinen eriste. Vaakakuituisen mineraalivillan paino ja jäykkyys saattavat vaihdella huomattavasti materiaalintoimitajasta riippuen. Pääsääntöisesti pyritään käyttämään mahdollisimman paksua eristettä, tai vähintään eristävyysvaatimusten täyttämiseksi vaadittavaa paksuutta. Tutkimuksista on huomattu, että yli 80 mm paksuuden jälkeen mineraalivillan runkoääntä vaimentavat ominaisuudet eivät enää merkittävästi parane. Villan jäykkyydellä on myös tärkeä rooli äänen vaimentamisessa. Mitä vähemmän jäykkä on mineraalivillan rakenne, sitä paremmin se eristää ääntä. Villan tiheydellä on puolestaan päinvastainen merkitys, sillä tiheyden tulisi olla mahdollisimman suuri, jotta se toimii tehokkaana ääneneristeenä. (DNV 2012.)

5.1.1.3 Pintakerros

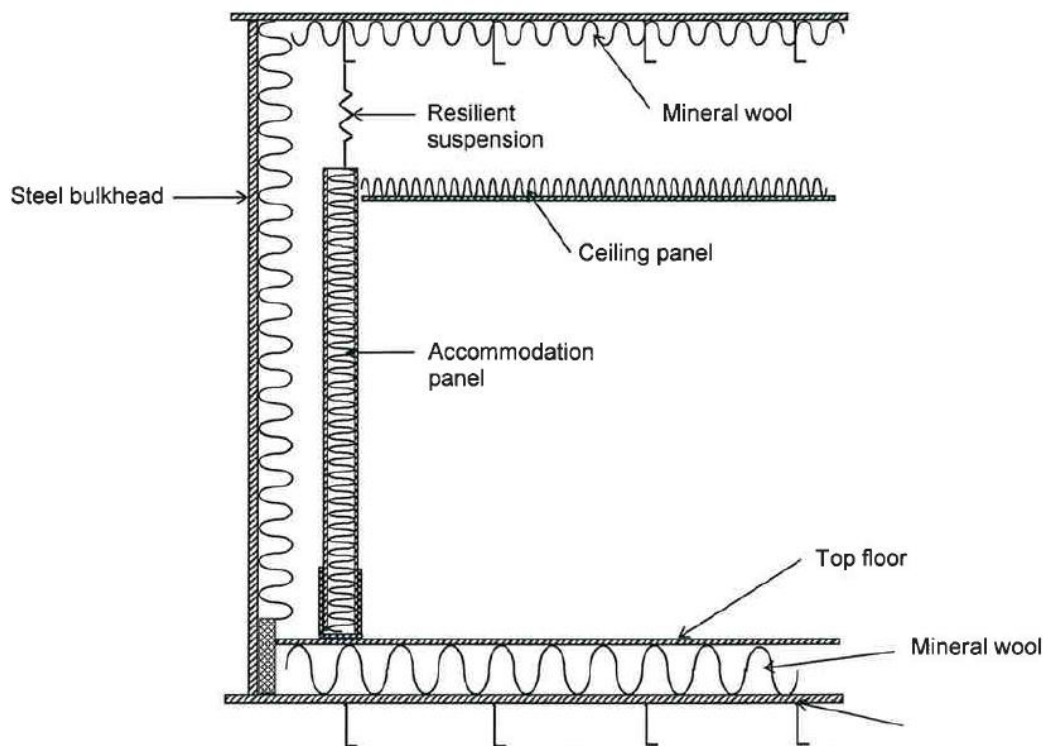
Uivan lattian pintakerroksen tulee olla suhteellisen raskas sekä sen pitää olla taivutusjäykkyydeltään mahdollisimman alhainen. Se tarkoittaa sitä, että teräslevyt paksuudeltaan 2 – 5 mm ovat yleensä tehokkain ja toimivin valinta pintalattiaksi. Toinen paljon käytetty vaihtoehto on valaa eriste kerroksen päälle erikoissementtitasoite taiseksi kerrokseksi. Yleensä tasoitekerroksen paksuus jätetään noin 25 mm:iin, sillä tätä paksumman kerroksen on todettu heikentävän lattian ääneneristävyttä. Paksumpaa kerrosta saatetaan silti joskus käyttää, sillä se mahdollistaa lattialämmityksen asentamisen lattiaan. Lattian lopullinen pintamateriaali asennetaan pintakerroksen päälle. Riippuen pintamateriaalista on mahdollista, että pintakerroksen asennuksen jälkeen lattia joudutaan tasoittamaan, ennen pintamateriaalin asennusta.

5.1.2 Käyttökohteet

Lattiatyyppi on optimaalinen vaihtoehto ilma- ja askeläänten vaimentamisessa. Uiva lattia parantaa äänitasoa sitä paremmin mitä korkeammasta äänestä on kyse. Uivan lattian vaikutus alkaa näkyä vasta kun äänentaajuus ylittää rakenteen ominaistajuuden. Ominaistaajuus riippuu rakenteen paksuudesta. Yleensä uiva lattia alkaa toimia yli 150 Hz:n äänentaajuuksilla. Se on myös lämmöneristysominaisuuksiltaan erinomainen rakenne. (Nilsson 1977, 1533.) Uivaa lattiaratkaisua käytetään myös alueilla, joihin kohdistuu rakennusaikana suuria kuormituksia, koska se kestää ne paremmin kuin viskoelastinen lattia. Tämä johtuu sen paksummasta pintakerroksesta

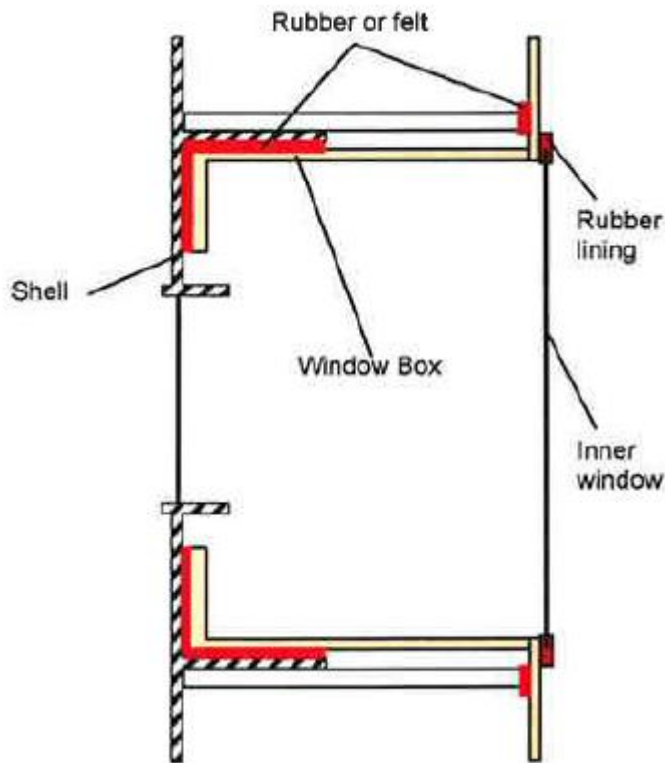
5.1.3 Ympäröivät rakenteet

Uiva lattiarakenne asettaa omat vaatimuksensa myös ympäröiville rakenteille, koskien erityisesti seinä- ja kattoratkaisuja. Väliseinän alakisko kiinnitetään kiinteästi uivan lattian pintakerrokseen. Tämä estää väliseinän kiinteän kiinnityksen mihinkään ympäröivään runkorakenteeseen, vaan kiinnitysten on oltava joustavia. Myös sisäkattopaneelit tulee asentaa joustavilla kiinnityksillä, pois lukien kiinnitys väliseinään. Tätä järjestelmää on kuvattu alla olevassa kuvassa. (DNV 2011.)



Kuva 6. Sisätila, jossa uiva lattiarakenne (DNV 2011.)

Myös laivan ikkunoiden kiinnitys on tehtävä joustavasti jos tilassa käytetään uivaa lattiaa. Asennettavat ikkunaelementit eivät saa mistään kohdastaan olla kosketuksissa laivan teräsrungon kanssa, koska muuten teräsrungon runkoäänet pääsevät siirtymään tilaan jossa pyritään hyvään ääneneristävyyteen. (DNV 2011.) Seuraavassa kuvassa on esitetty ikkunaelementin kiinnitykseen liittyvät pääperiaatteet. Kuvasta nähdään miten ikkunaelementin ja rungon väliin on joka puolelle asennettu kumi- tai huopatiiviste.



Kuva 7. Ikkunaelementin liittyminen laivan runkoon. (DNV 2011.)

5.1.4 Asennuksessa huomioitavat asiat

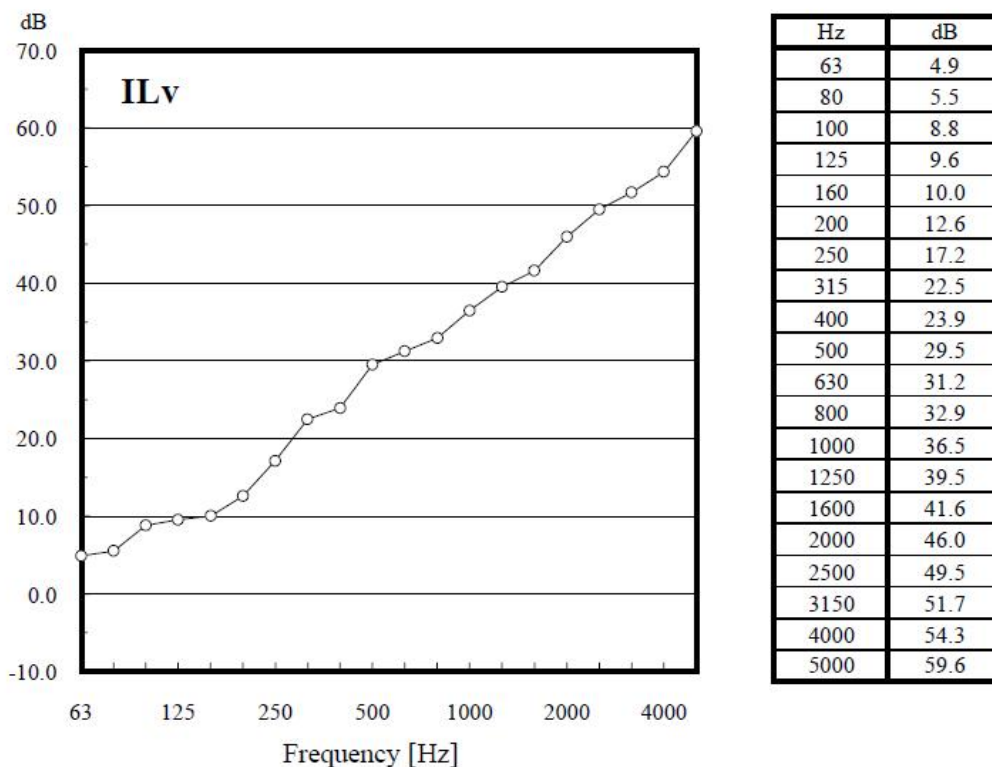
Uivan lattian tekemisessä on monta mahdollisuutta tehdä virheitä, jotka oleellisesti heikentävän lattian ääneneristysominaisuuksia. Tärkeimpiä huomioon otettavia asioita asennettaessa uivaa lattiaa ovat:

- Pintalattian ei saa asentaa kiinni ympäröiviin rakenteisiin, kuten läpivienteihin, väliseiniin tai laivan runkoon
- Eristekerroksen on oltava tarpeeksi tiivis, ettei sementtitasoite pääse eristekerroksen mahdollisista raoista kiinni pohjakerrokseen
- Lattialle tulevien hyttien kiinnitystä ei saa ulottaa pohjakerrokseen asti

5.1.5 Vaimennusesimerkki

Seuraavan taulukon mittaustulokset on saatu erään lattiatoimittajan yleisesti käytetystä uivasta lattiarakenteesta. Siinä pohjakerroksena on 8 mm paksu laivan teräskansi, eristekerroksena 50 mm paksu vaakakuituinen mineraalivilla ja pintakerroksena erikoissementtitasoite paksuudeltaan 25 mm. Taulukosta nähdään eri äänentaajuuksilla mitatut desibeliarvot, jotka kertovat kannesta mitattujen värähtelynopeuksien erotuksen ennen ja jälkeen uivan lattian asennusta. Toisin sanoen kyseinen mittaus kertoo miten paljon tällainen lattiarakenne vaimentaa rakenteeseen kohdistuvia ääniä kullakin äänentaajuudella.

Taulukko 4. Uivan lattian vaimennusesimerkki (G. Theodor Freese GmbH & Co. KG. 2012)



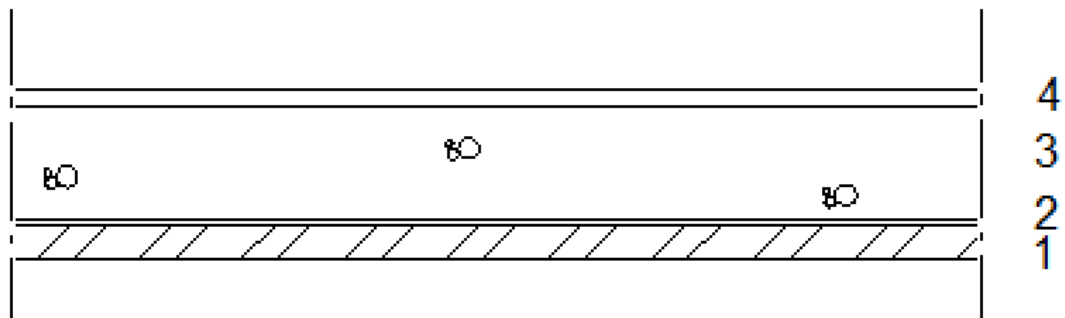
5.2 Viskoelastinen lattia

Viskoelastinen lattiarakenne on toinen vaihtoehto ääntä vaimentavaksi lattiarakenteeksi. Viskoelastinen lattia on maapuolella varsin tuntematon rakenne, mutta laivanrakennuksessa yhtä käytetty kuin uivakin lattia. On tärkeä huomioida, että siinä missä uiva lattia on ääntä eristävä rakenne, niin viskoelastinen lattia on ääntä vaimentava rakenne. Viskoelastisen lattian toiminta perustuu rakenteessa olevien materiaalien värähtelyä vaimentaviin ominaisuuksiin. Niiden avulla se pyrkii vaimentamaan siihen kohdistuvien ääniaaltojen värähtelyä. Tässä kappaleessa kuvataan viskoelastisen lattian yleisimmät rakenteet ja kerrotaan tärkeimmät asiat lattian ominaisuuksista.

5.2.1 Rakenne

Viskoelastisen lattian rakennekerroksista voidaan seuraavan kuvan mukaan tehdä seuraavanlainen jaottelu:

1. Pohjakerros
2. Viskoelastinen kerros
3. Pakotuskerros
4. Pintamateriaali



Kuva 8. Viskoelastisen lattian rakennekerrokset

Viskoelastisessa lattiatyypissä laivan teräskannen ja pintalattian väliin asennetaan viskoelastinen vaimennus-kerros. Viskoelastinen polymeerimateriaali perustuu tyyppillisesti polyuretaaniin ja erilaisten akryylivalmisteiden yhdistelmiin. Kerroksen paksuus on yleisesti vain 1 – 2 mm. Viskoelastinen kerros vaati toimiakseen päälleen tiiviisti tulevan pakottavan kerroksen, jonka tehtävä on estää viskoelastisen kerroksen vapaata liikkumista. Pakotuskerroksena käytetään usein ohuita teräslevyjä. Pakosuudeltaan levyt ovat yleisesti 1,5 – 3 mm. Ne ladotaan ja painetaan tiiviisti kiinni viskoelastiseen massaan. Toinen vaihtoehto pakotuskerrokseksi on sementtitasoite 10 – 20 mm:n kerrospaksuudella. Pakotuskerroksen tulee peittää vähintään 75 % lattian / viskoelastisen massan pinta-alasta. On erityisen tärkeää, että pakottava kerros on täysin tiiviisti kiinni viskoelastisessa kerroksessa. (DNV 2012.)

5.2.2 Käyttökohteet

Viskoelastinen lattia on oikea ratkaisu kun on tarkoitus saada aikaan parempi vaimennus matalilla taajuuksilla, sillä uiva lattia ei ole siinä hyvä ratkaisu. Viskoelastinen lattiarakenne asennetaan suoraan teräskannen päälle sinne, missä värähtelyä oletettavasti tai tutkitusti esiintyy liian paljon. Viskoelastisen lattian suurimmat edut ovat sen matala rakennekorkeus sekä yleensä viskoelastinen rakenne on myös kevyempi suhteessa uivaan lattiaan. Viskoelastinen rakenne ei sovi käytettäväksi jos siihen joudutaan kohdistamaan suuria kuormia, sillä ne saattavat aiheuttaa viskoelastisen kerroksen rikkoontumisen. (DNV 2003.)

5.2.3 Asennuksessa huomioitavat asiat

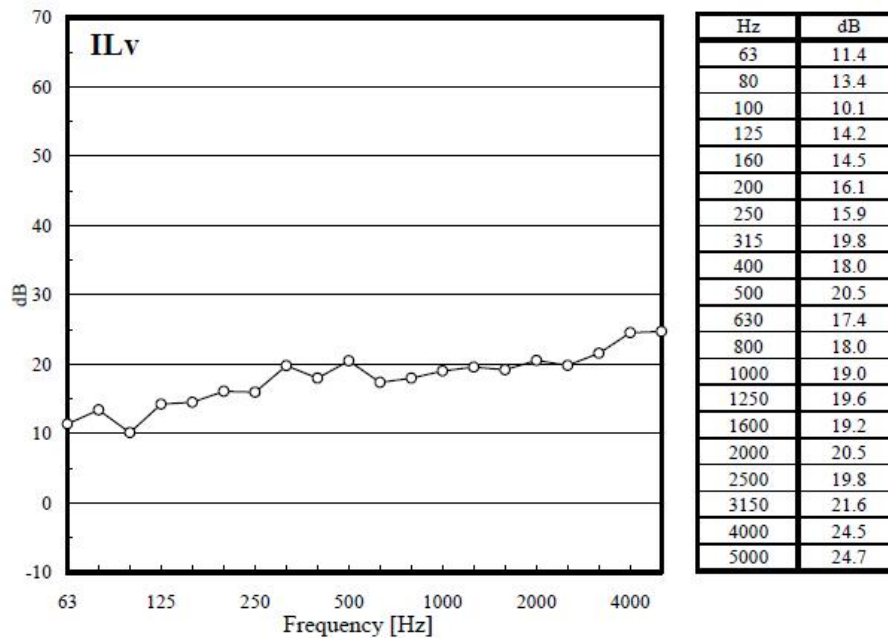
Viskoelastisen lattian tekemiseen käytetään lähes poikkeuksetta kokeneita ammattilaisia, jotka omaavat kokemusta viskoelastisista rakenteista ja ovat aikaisemminkin työskennelleet käytettävän materiaalinvalmistajan tuotteiden kanssa. Tärkein yksittäinen asia on huolehtia visko- ja pakotuskerroksen välisestä tiiviyydestä. Muut virheiden välttämiseksi huomioon otettavat seikat ovat:

- Huolehdittava, että laivan teräskansi on kuiva sekä puhdistettu rasvasta, pölystä ja maalista
- Muistettava mahdollinen tartuntapohjusteen käyttö
- Materiaalien asennuslämpötilojen huomioon ottaminen

5.2.4 Vaimennusesimerkki

Viskoelastisen lattian vaimennustehokkuutta on kuvattu seuraavassa taulukossa. Taulukon mittaustulokset on saatu lattiarakenteesta, jossa pohjakerroksena on 8 mm paksu laivan teräskansi ja pintakerroksena 20 mm paksu erikoissementtitasoite. Niiden väliin on asennettu 1,5 mm paksu viskoelastinen massakerros. Taulukossa on syytä kiinnittää huomiota, miten hyvä on kyseisen lattiarakenteen vaimennustehokkuus alle 150 Hz:n äänentaajuuksilla verrattuna uivaan lattiaan.

Taulukko 5. Viskoelastisen lattiarakenteen vaimennusesimerkki



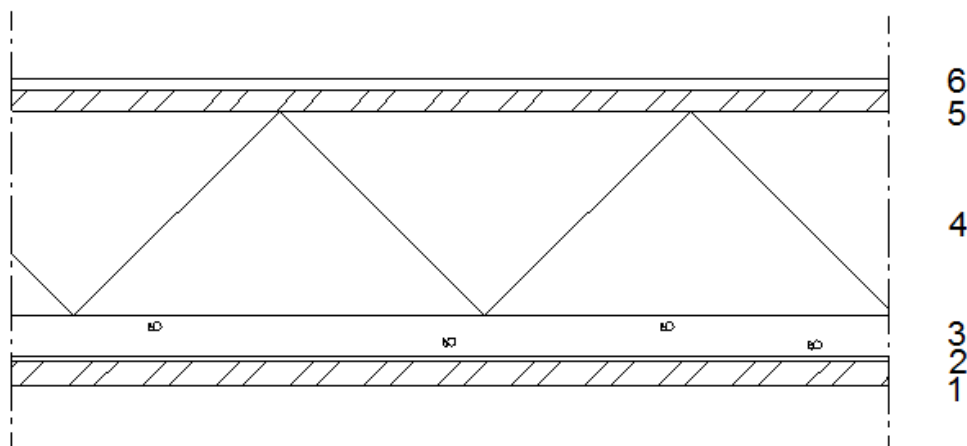
5.3 Yhdistelmät

Uivasta ja viskoelastisesta lattiasta on jo yksistään olemassa useita erilaisia rakennevaihtoehtoja. Näitä yhdistelemällä on luotu ja kehitetty toisistaan ominaisuuksiltaan poikkeavia yhdistelmä rakenteita. Markkinoilta löytyykin useita kymmeniä erilaisia vaihtoehtoja uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmistä. Pääsääntöisesti yhteistä näille yhdistelmillä on se, että uiva lattia esiintyy niissä vain kertaalleen. Viskoelastinen kerros pakotuskerroksensa kanssa saattaa puolestaan esiintyä samassa lattiarakenteessa kahteen kertaan. Tosin uivan lattian eristekerroksen paksuus voi yhdistelmissäkin vaihdella huomattavasti.

5.3.1 Rakenne

Uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmät sisältävät yleisesti paljon rakennekerroksia. Seuraavaksi esitettävässä kuvassa on esimerkkinä yksi yksinkertaisimmista yhdistelmä vaihtoehtoista. Siinä laivan teräskannen päälle on ensin asennettu viskoelastinen lattia ja sen päälle puolestaan uiva lattia. Kuvassa 9 oleva rakenne on kokonaisuudessaan seuraava:

1. Pohjakerros (laivan teräskansi)
2. Viskoelastinen kerros
3. Pakotuskerros (sementtitasoite)
4. Eristekerros (mineraalivilla)
5. Pintakerros (teräslevy)
6. Pintamateriaali



Kuva 9. Uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmä

5.3.2 Käyttökohteet

Uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmiä esiintyy yleisesti moderneimmissa ja entistä parempaa ääneneristystä vaativissa laivoissa. Uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmiä käytetään, kun on saavutettava hyvä vaimennustaso niin matalilla kuin korkeillakin taajuuksilla. Eli alla olevan konehuoneen tai yläpuolisen myymälän välisenä lattiarakenteena uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmä on optimaalisin vaihtoehto. Yhdistelmärakenne ei sovellu käytettäväksi korkeudeltaan rajoitteellisissa tiloissa. On hyvin tapauskohtaista miten päin uiva ja viskoelastinen rakenne yhdistel-

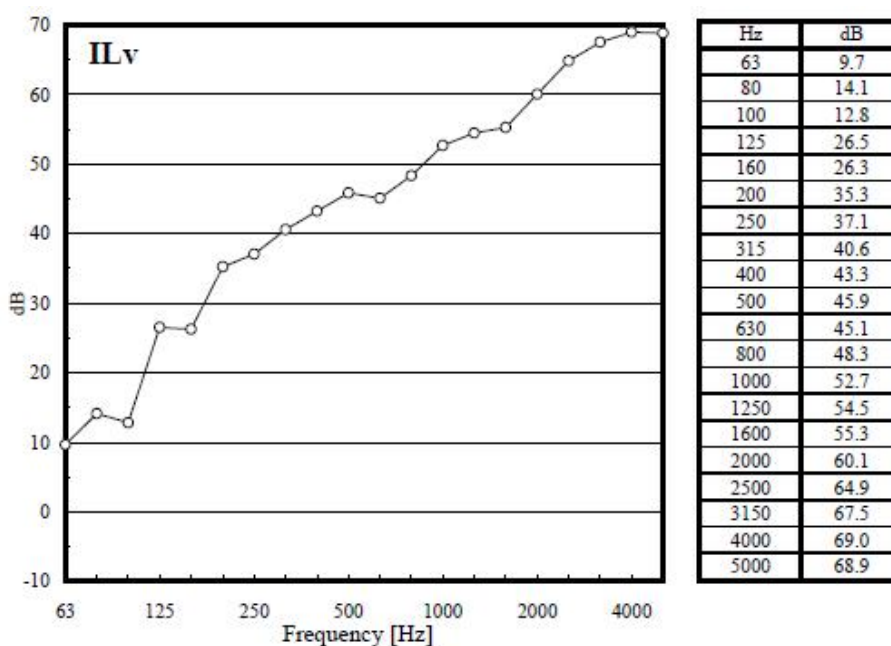
mään kannattaa asentaa. Yhtä viskoelastista kerrosta käytettäessä pyritään se asentamaan aina ensimmäisenä, eli uivan lattian alle. Näin tehdään, koska lattiarakenteen alapuoli joutuu enemmän värinärasitukselle alttiiksi. Toisaalta viskoelastinen kerros voidaan asentaa yhdistelmässä uivan lattian molemmille puolille, mikä entisestään lisää rakenteen vaimennustehokkuutta. (Sika Oy:n www-sivut 2012.)

Yhdistelmärakenteen huonona puolena ovat sen huomattavasti korkeammat kustannukset. Nämä kustannukset aiheutuvat suuremmista materiaali- ja työtuntimääristä verrattaessa pelkkään uivaan tai viskoelastiseen lattiaan. Lisäksi yhdistelmärakenteen paino on selvästi suurempi kuin uivan tai viskoelastisen lattian.

5.3.3. Vaimennusesimerkki

Kuten aikaisemmin todettiin, on uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmä rakenne erittäin hyvä vaimentamaan niin matala- kuin korkeataajuisiakin ääniä. Tämä nähdään taulukosta 6. Taulukon tulokset on saatu rakenteelle, jossa laivan teräskannen päälle on asennettu 1,5 mm:n viskoelastinen kerros ja sen päälle 20 mm paksu pakotuskerros erikoissementtitasoitteesta. Tasoitteen päälle on edelleen asetettu 50 mm paksu villakerros ja sen pintakerroksena on kaksi ristiin asennettua teräslevyä pakusuksiltaan 2+3 mm

Taulukko 6. Uivan ja viskoelastisen lattian yhdistelmän vaimennusesimerkki



6 LAIVANRAKENNUKSEN ASETTAMAT VAATIMUKSET

Laivanrakennus poikkeaa huomattavin osin maapuolen rakentamisesta. Tässä luvussa käydään läpi suurimmat eroavaisuudet ja esitetään merkittäviä huomioon otettavia asioita, joilla on merkitystä lattiarakenteen valinnassa.

6.1 Äänitasoluokat

Laivan tilaaja tekee aina sopimuksen yhden luokituslaitoksen kanssa, jonka ohjeita noudattamalla tilaaja pystyy myöhemmässä vaiheessa vakuuttamaan laivansa. Jokainen luokituslaitos on luonut oman vapaaehtoisesti käytettävän järjestelmänsä/ohjekorttinsa laivojen äänentason hallintaan. Ohjeet perustuvat useisiin eri standardeihin ja testaustuloksiin. Eri tiloille on eri tyypisissä laivoissa määritelty omat äänentason raja-arvot, joiden mukaan laivat saavat oman mukavuusluokkansa. (DNV:n www-sivut 2012.)

Taulukko 7. Norjalaisen DNV (Det Norske Veritas) luokituslaitoksen matkustaja- ja rahtilaivojen äänentaso-vaatimukset eri mukavuusluokille eri tiloissa. (DNV:n www-sivut 2012.)

<i>Locations</i>	<i>Comfort rating number (crn)</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Passenger top grade cabins	44	47	50
Passenger cabins, standard	49	52	55
Public spaces	55	58	62
Open deck recreation ^{1) 2)}	65	65	70
1) 5 dB(A) relaxation in sports areas and passage ways			
2) 5 dB(A) relaxation near ventilation inlets and outlets			

<i>Locations</i>	<i>Comfort rating number (crn)</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Wheelhouse	60	60	65
Radio room	55	55	60
Crew cabins	50	55	60
Crew public spaces	55	60	65
Hospital	55	55	60
Offices	60	60	65
Engine control room	70	70	75
Open deck recreation	70	70	75
1) For working areas and engine room it is referred to IMO Res. A. 468 (XII).			

Edellä olevassa taulukossa on esitetty yhden luokituslaitoksen antamat vaadittavat äänenvoimakkuuden raja-arvot eri mukavuusluokille (1, 2 & 3). Taulukon yläosassa on matkustaja- ja alaosassa rahtilaivojen eri tilojen raja-arvot. Tilaaja määrittelee minkä luokan mukaan laiva rakennetaan. Tilaajan määrittelemät mahdolliset poikkeamat tai erityisvaatimukset joillekin tiloille tulee olla laivanrakentajan tiedossa hyvissä ajoin laivanrakennusprojektia. Eli ne on tuolloin mainittava laivaerittelyssä.

Myös valtio, jonka lipun alla laiva toimii, asettaa omat määräyksensä tilojen melutasolle. Alapuolisessa taulukossa on esitetty Suomen valtion asettamat melutason raja-arvot eri tiloille, joissa työskennellään laivassa. Taulukossa laivat on jaettu neljään eri painoluokkaan, jotka vaikuttavat melutason raja-arvoon. Näitä arvoja käytetään myös silloin, kun jokin alus siirtyy ulkomaalaiselta omistajalta Suomalaisen omistukseen. (Valtioneuvoston päätös 417/1981, 3 §)

Taulukko 8. Suomen valtioneuvoston päätös melun enimmäisarvoista alusten työympäristöissä. (Valtioneuvoston päätös 417/1981, 19 §)

	Aluksen tonnimäärä			
	65-alle 400	400- alle 2 000	2 000-10 000	yli 10 000
Konevalvontahuoneet	70 dB	70 dB	70 dB	70 dB
Työpaja	85 dB	85 dB	80 dB	75 dB
Keittiö	80 dB	75 dB	70 dB	65 dB
Lastisuojissa ja kannella olevat jatkuvaan työskentelyyn tarkoitetut paikat satamassa, kuten vintturien käyttöpaikat	80 dB	80 dB	80 dB	80 dB
Radioasema (radiot suljettuna)	70 dB	65 dB	60 dB	60 dB
Toimistot	75 dB	70 dB	65 dB	60 dB
Komentosillan siipi	75 dB	75 dB	70 dB	70 dB
Ohjaamo ja merenkulkuhytti	70 dB	65 dB	65 dB	65 dB

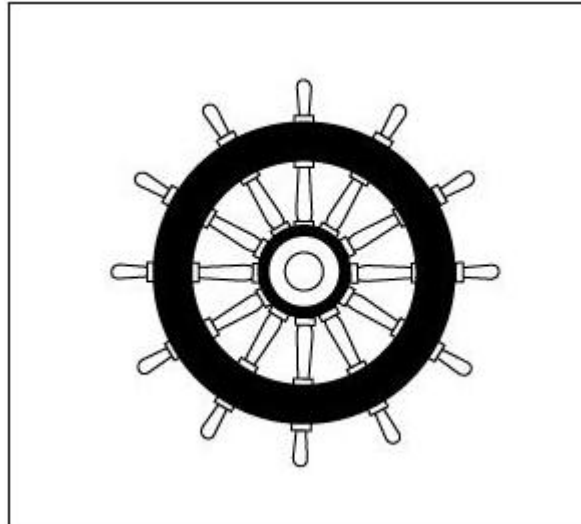
Laivan suunnitteluvaiheessa on siis otettava huomioon sekä valtion, että luokituslaitoksen asettamat raja-arvot. Näiden arvojen välillä tehdään vertailu ja arvosta sovelletaan kovempaa vaatimustasoa, jonka mukaan valitaan eri tilojen rakenteet. Yleisesti tilaajan valitseman luokituslaitoksen mukavuusluokan vaatimus on kovempi kuin valtioilla. Poikkeukset ovat kuitenkin mahdollisia ja siksi molemmat raja-arvot pitää tarkistaa.

6.2 Kuormitukset

Laivanrakennuksessa osa lattiaista joutuu ottamaan laivan rakennusaikana vastaan suuria kuormituksia. Paras esimerkki tästä on moduuleista valmistettujen matkustajahyttien paikoilleen haalaamisesta lattioille aiheutuvat kuormitukset. Hytit kuljetaan neljän pyörän varassa, mikä aiheuttaa suuria paikallisia pistekuormituksia lattiaa vasten. Tämä seikka on otettava huomioon lattiarakennetta valittaessa. Viskoelastinen lattia on selkeästi parempi ottamaan vastaan suuria kuormituksia kuin uiva lattia. Rakennusaikaiset kuormitukset tulee suunnitella aikaisessa vaiheessa laivanrakennusprosessissa, jotta mahdollinen lattiarakenteen muutos tai vahvistus voidaan helpoiten suorittaa.

6.3 Sertifikaatit

Laivanrakennuksessa käytettävien materiaalien sertifikaatteihin on kiinnitettävä merkittävästi huomiota. Tarvittava sertifikaatti määräytyy laivan tilaajan kautta ja valtiosta, minkä lipun alla valmiin laivan on tarkoitus toimia. Lattiarakenteita suunniteltaessa ja käytettäviä tuotteita valittaessa on hyvin tärkeä varmistua siitä, että valitut tuotteet omaavat rakenteilla olevan laivan vaatimat sertifikaatit. Hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää lattiarakenteen tilausta alihankkijalta, jolloin laivan rakentajan on varmistuttava tämän käyttämien materiaalien sertifikaateista. Euroopassa käytäntö on tehty helpoksi, koska Euroopan Unionin kehittämän ammattimaisen merenkulun MED (marine equipment directive) -sertifikaatti on käytössä kaikissa Euroopan maissa, mukaan lukien Norja ja Islanti. MED-sertifikaatista käytetään yleisemmin nimitystä ruorimerkki. Alapuolisessa kuvassa on MED-sertifikaatin tunnus (Nemko Group:n [www-sivut](http://www.nemko.com) 2012.)



Kuva 10. MED-sertifioidun tuotteen tunnus eli niin sanottu ruorimerkki (Nemko Group:n www-sivut 2012)

6.4 Palomääräykset

Aivan kuten talonrakennuksessa myös laivojen rakenteille asetetaan omat palomääräykset. Jo varhaisessa suunnittelun vaiheessa on varmistuttava, että lattiarakenne täyttää sille asetetun paloluokan. Ääntä eristävissä lattioissa voidaan pääsääntönä pitää sitä, että viskoelastinen lattia ei ole ja uiva lattia puolestaan on palonkestävä. Lisäksi näiden yhdistelmä-lattia yleensä täyttää palomääräykset. Villan paksuuden ollessa riittämätön vaadittavaan paloluokkaan ratkaistaan ongelma yleensä eristämällä teräskantta alapuolelta, eikä lisäämällä teräskannen yläpuolisen villan paksuutta. Suurin ongelma paloluokan täyttämiseen lattiarakenteen avulla on tarvittavien nostojen tekeminen, mihin ei yleensä yläpuolella ole tilaa. Tämä on yleensä helppo toteuttaa laivan teräskannen alapinnassa. (Rockwool-marine:n www-sivut 2012.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni aiheen ja koko laivanrakennuksen yleensä oltua entuudestaan täysin tuntematonta aluetta, tiedettiin työn asettavan reilusti haasteita ja vaatimuksia. Haasteisiin haluttiin kuitenkin vastata ja työ päätettiin tehdä juuri laivanrakennukseen liittyen. Työ osoittautui lopulta kokonaisuudessaan varsin mielluisaksi. Työn aikana havaittiin ja opittiin erityisesti se, millä tavoin laivanrakennuksessa käytettävät ratkaisut ja menetelmät poikkeavat maapuolen vastaavista tavoista.

Työssä onnistuttiin kartoittamaan ja käymään läpi useita erilaista ääntä eristäviä lattiarakenteita. Tutustuttiin niiden yksityiskohtiin ja valittiin yleisimmät ja toisistaan ominaisuuksiltaan riittävän erilaiset rakenteet. Näistä neljästä eri lattiarakennusratkaisusta koottiin oleelliset tiedot ja tehtiin jokaisesta oman tulosteen STX Finland Oy:n Rauman telakan käyttöön. Telakan vanhan työohjeen päivittäminen oli myös erittäin hyödyllistä, sillä vanha ohje oli jo muutaman vuoden takaa, eikä se sisältänyt riittäviä tietoja ja toimintatapojen kuvauksia.

Selkeästi haastavimmaksi asiaksi osoittautui tietojen kerääminen eri lattiatoimittajilta. Kyseltäessä tietoja eri lattioiden ominaisuuksista ja kustannuksista, saatiin vastauksia vain osalta lattiatoimittajista, suurimman osan halutessa antaa hinnat vain konkreettisiin laivaprojekteihin. Lisäksi työohjeen kirjoittaminen oli osaltaan haastavaa, koska työn aikana ei päästy näkemään, miten asennus todellisuudessa laivassa tapahtuu. Niinpä jouduttiin tukeutumaan pelkästään luettuun ja telakan väeltä kuultuun tietoon.

Haasteista kuitenkin selvittiin ja lopputulos vastaa asetettuja tavoitteita ja on sen näköinen mitä työn tilaaja toivoi. Erityisesti työohjeen päivityksessä onnistuttiin mielestäni hyvin. On kuitenkin hyvin tärkeää huomioida, ettei uusi työohje ole vielä kertaakaan ollut käytössä. Siksi se mitä todennäköisimmin tulee vaatimaan vielä pientä hienosäätöä, kunhan telakalla saadaan käytännön kokemuksia ohjeen käytöstä.

LÄHTEET

- David Egan, M. 2007. Vibrations from mechanical equipment. New York:GlobalSpec. Viitattu 4.4.2012. <http://www.globalspec.com/reference/41096/203279/chapter-5-mechanical-system-noise-and-vibrations>
- DNV 2003. Noise Prediction of an 1800 Passengers Cruise Vessel to Birka Line, Aker Finnyards NB 442. Det Norske Veritas. Julkaisematon tekninen raportti. Materiaali tutkijan hallussa.
- DNV 2011. DET NORSKE VERITAS REPORT NO. 2011-0750. Julkaisematon tekninen raportti. Materiaali tutkijan hallussa.
- DNV 2012. About Floating Floors and Damping Layers. Det Norske Veritas. Julkaisematon, voimassa oleva ohjemoniste. Materiaali tutkijan hallussa.
- Det Norske Veritas:in www-sivut. Viitattu 02.03.2012. <http://www.dnv.com/>
- G. Theodor Freese GmbH & Co. KG. 2012. Shipbuilding. Sound Insulation of Floors. Sähköposti 21.03.2012. PDF-dokumentti tutkijan hallussa.
- Hentinen, Hynnä, Lahti, Nevala Vähänikkilä & Järviluoma. 2002. Värähtelyn ja melun vaimennuskeinot kulkuvälineissä ja liikkuvissa työkoneissa. Espoo: VTT. Viitattu 25.3.2012. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2160.pdf>
- MuTen www-sivut 2012. Ääni. Musiikin teoriaa webissä. 1998. Musiikintutkimuksen laitos. Tampereen yliopisto. Viitattu 18.04.2012. <http://www.uta.fi/arkisto/mustut/mute/aai01.htm>
- Nemko Group:n www-sivut. Viitattu 19.2.2012. <http://www.nemko.com/>
- Nilsson, A. T. 1977. Some acoustical properties of floating-floor constructions. Høvik: DNV.
- Quirt, J. D. & Nightingale, T. R. T. 2008. Airborne Sound Insulation in Multi-family Buildings. Ottawa: National Research Council Canada. Viitattu 02.04.2012. http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/jrc/doc/ctu-n66_eng.pdf
- Rockwool-marine:n www-sivut. Viitattu 17.04.2012. <http://www.rockwool-marine.com/>
- RT 07-10881. Huoneakustiikka. 2006. Helsinki: Rakennustieto.
- Sika Oy:n www-sivut. Viitattu 18.4.2012. www.sika.com
- STX Europe. 2009. Toimintakäsikirja Edition 4 / 07.04.2009.
- STX Europe:n www-sivut. Viitattu 12.03.2012. <https://www.stxeurope.com>
- Valtioneuvoston päätös työympäristöstä aluksessa. 1981. 11.6.1981/417
- Ääneneristys puutalossa. 2010. Helsinki: Puuinfo

LIITTEET

LIITE 1: UIVA LATTIARAKENNE (TERÄSLEVY)

LIITE 2: UIVA LATTIARAKENNE (TASOITE)

LIITE 3: VISKOELASTINEN LATTIARAKENNE

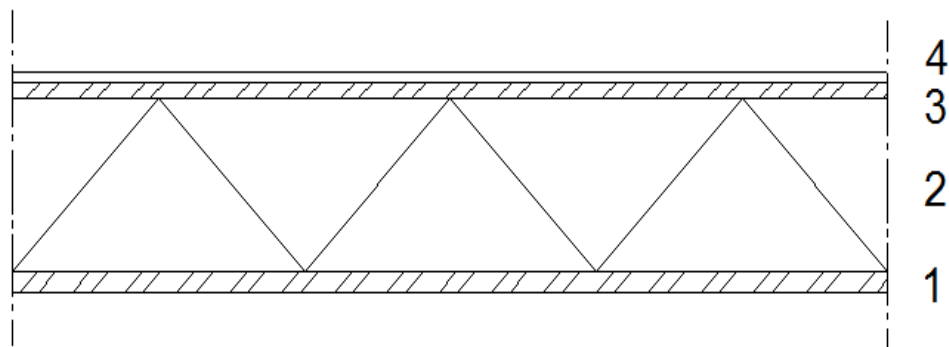
LIITE 4: YHDISTELMÄ LATTIARAKENNE

LIITE 5: UIVAN LATTIAN ASENNUSOHJE SUOMEKSI

LIITE 6: UIVAN LATTIAN ASENNUSOHJE ENGLANNIKSI

LIITE 7: YKSIJALKAISTEN KALUSTEIDEN KIINNITYSOHJE

Uiva lattia / Floating floor



1	Teräskansi / Steel deck	6 – 8 mm
2	Mineraalivilla / Mineral wool	30 – 70 mm
3	Teräslevy / Steel plate	3 – 5 mm
4	Pintamateriaali / Top layer	3 – 15 mm

Materiaalit / Materials

	Villa / Wool	Teräslevy / Steel plate	Yhteensä / Total
Korkeus/ Height [mm]	50	3	53
Paino/ Weight [kg/m²]	7	23,6	30,6
Hinta/ Price [€/m²]	6,5	21,8	28,3

28,3 €/m²

Työkustannukset / Labour costs: ~20 €/m²

(Riippuu paljon neliömäärästä / Depends much of area size)

Kustannukset yhteensä / Total costs:

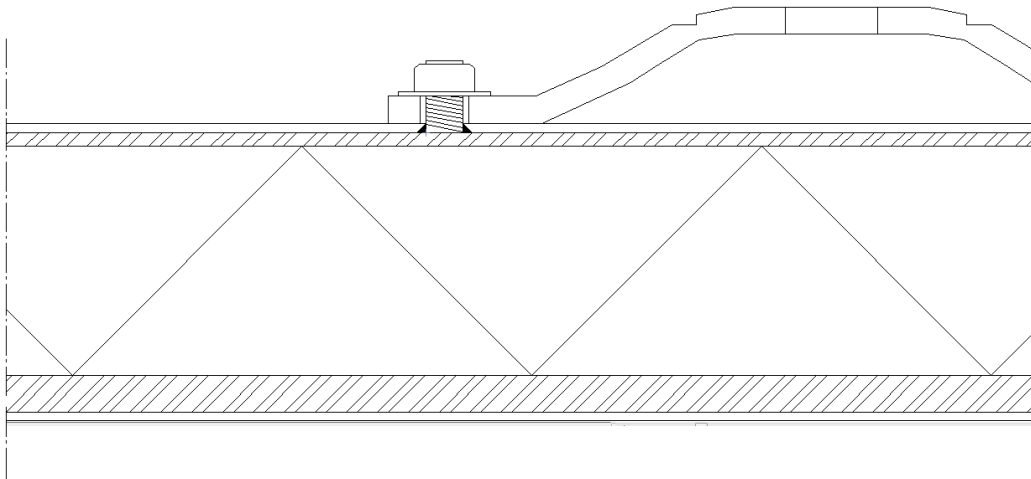
48,3 €/m²

Hinnat ovat olleet voimassa kun laivojen rakennuskustannusindeksi on ollut:

Costs were got when ships construction cost index were: 2/2012:

Materiaalit / Materials: 113,5 Työ / Labour: 137,6

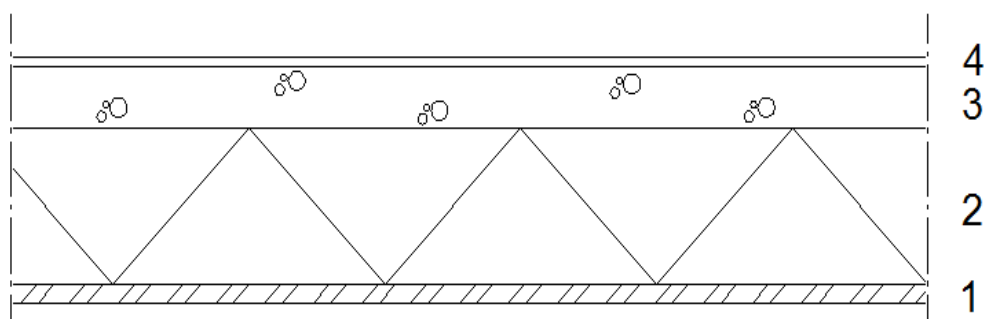
Kiinnityksperiaate / Fastening principle:



Huomioita / Notes:

- Kiinnityksiä ei saa ulottaa teräskanteen asti
- Ruuvikiinnitykset suositeltavia
- Fastenings must not extend to steel deck
- Screw fastenings are recommended

Uiva lattia 2 / Floating floor 2



1	Teräskansi / Steel deck	6 – 8 mm
2	Mineraalivilla / Mineral wool	30 – 70 mm
3	Sementtitasoite / Cement layer	10 – 25 mm
4	Pintamateriaali / Top layer	3 – 15 mm

Materiaalit / Materials

	Villa / Wool	Tasoite / Cement	Yhteensä / Total
Korkeus Height [mm]	50	25	75
Paino Weight [kg/m ²]	7	32,5	39,5
Hinta Price [€/m ²]	6,5	24,0	30,5

30,5 €/m²

Työkustannukset / Labour costs: ~20 €/m²

(Riippuu paljon neliömäärästä / Depends much of area size)

Kustannukset yhteensä / Total costs:

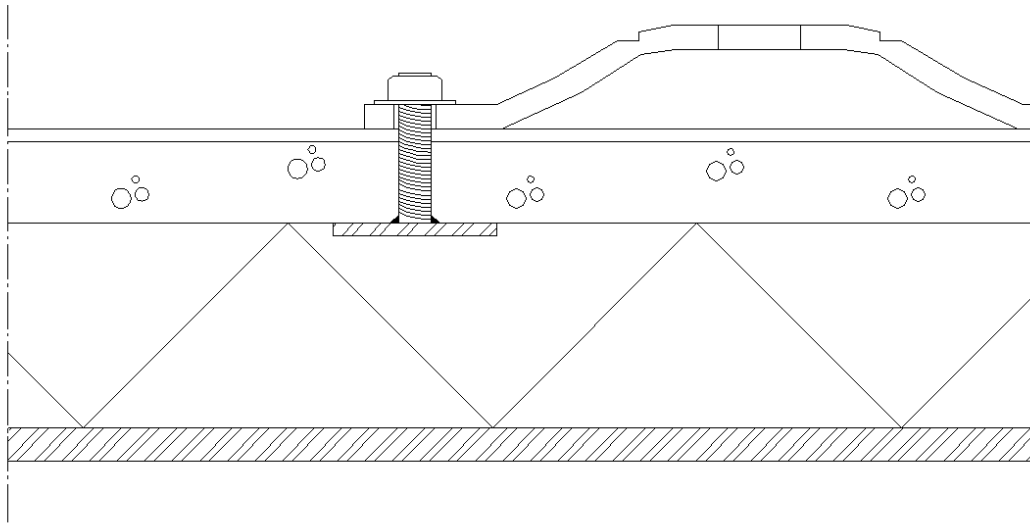
50,5 €/m²

Hinnat ovat olleet voimassa kun laivojen rakennuskustannusindeksi on ollut:

Costs were got when ships construction cost index were: 2/2012:

Materiaalit / Materials: 113,5 Työ / Labour: 137,6

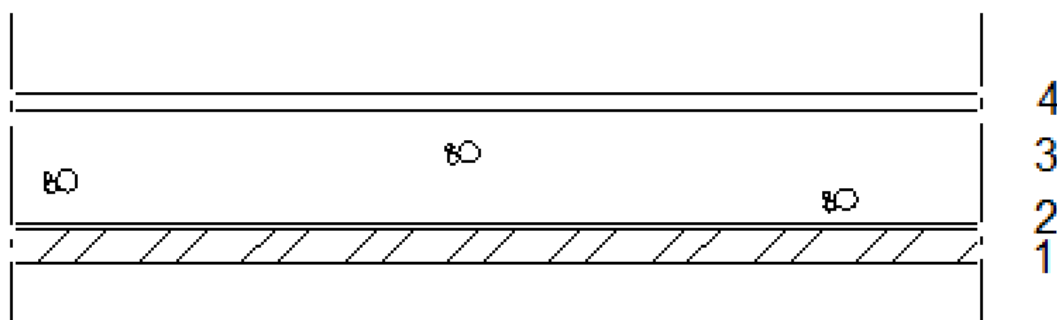
Kiinnityisperiaate / Fastening principle:



Huomioita / Notes:

- Kiinnityksiä ei saa ulottaa teräskanteen asti
- Teräslapun käyttö vahvistaa kiinnitystä
- Fastenings must not extend till steel deck
- Use of steel patch will make the fastening more stable

Visko+Tasoite / Visco+Cement



1	Teräskansi / Steel deck	6 – 8 mm
2	Viskokerros / Visco layer	1 – 1,5 mm
3	Sementtitasoite / Cement layer	10 – 25 mm
4	Pintamateriaali / Top layer	3 – 15 mm

Materiaalit / Materials

	Visko / Visco	Tasoite / Cement	Yhteensä / Total
Korkeus Height [mm]	1	10	11
Paino Weight [kg/m ²]	1,4	18	19,4
Hinta Price [€/m ²]	13,2	20,8	34,0

34,0 €/m²

Työkustannukset / Labour costs: ~9 €/m²

(Riippuu paljon neliömäärästä / Depends much of area size)

Kustannus yhteensä / Total costs:

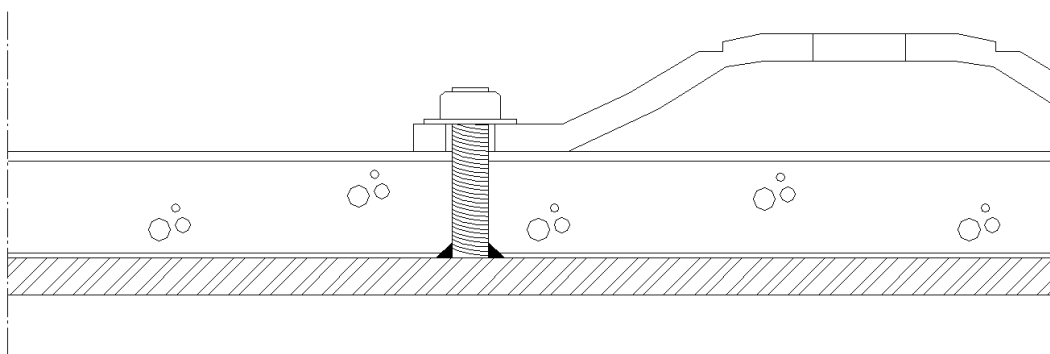
43,0 €/m²

Hinnat ovat olleet voimassa kun laivojen rakennuskustannusindeksi on ollut:

Costs were got when ships construction cost index were: 2/2012:

Materiaalit / Materials: 113,5 Työ / Labour: 137,6

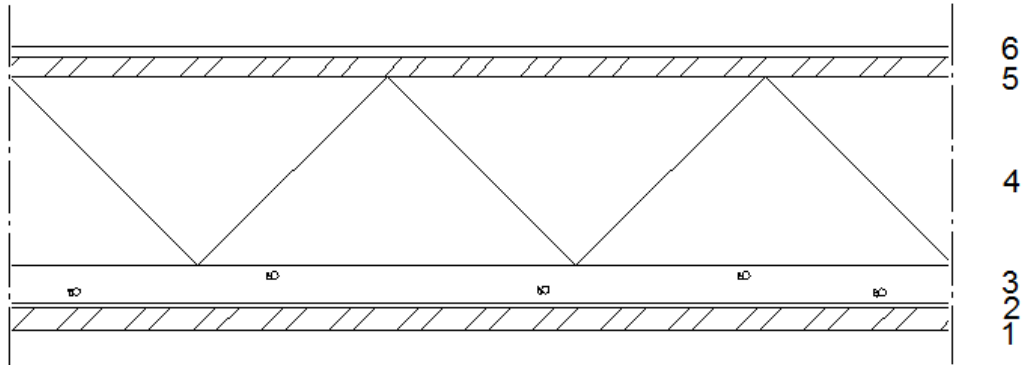
Kiinnitysperiaate / Fastening principle:



Huomioita / Notes:

- Kiinnitys teräskanteen on mahdollista
- Kiinnitys mahdollista tehdä valmiin lattian päältä
- Fastening to the steel deck is possible
- Fastening can be make after the floor is finished

Visko+Uiva / Visco+Floating



1	Teräskansi / Steel deck	6 – 8 mm
2	Viskokerros / Visco layer	1 – 1,5 mm
3	Sementtitasoite / Cement layer	10 – 25 mm
4	Mineraalivilla / Mineral wool	30 – 70 mm
5	Teräslevy / Steel plate	3 – 5 mm
6	Pintamateriaali / Top layer	3 – 15 mm

Materiaalit

	Visko	Tasoite	Villa	Teräslevy	Yhteensä
Korkeus [mm]	1	10	50	3	64
Paino [kg/m ²]	1,4	18	7	23,6	50
Hinta [€/m ²]	13,2	25	6,5	25,8	70,5

70,5 €/m²

Materials

	Visco	Cement	Wool	Steel Plate	Total
Height [mm]	1	10	50	3	64
Weight [kg/m ²]	1,4	18	7	23,6	50
Price [€/m ²]	13,2	25	6,5	25,8	70,5

Työkustannukset / Labour costs: ~50 €/m²

(Riippuu paljon neliömäärästä / Depends much of area size)

Kustannukset yhteensä / Total costs:

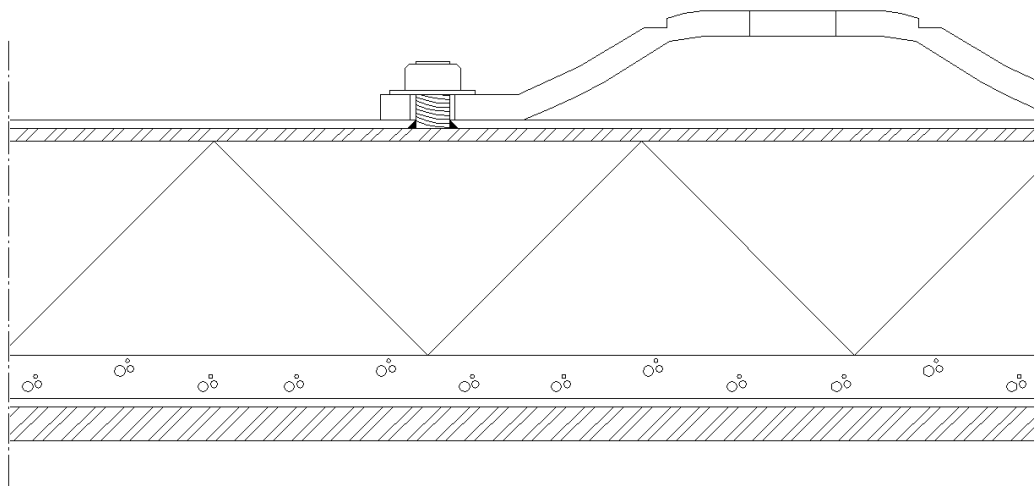
120,5 €/m²

Hinnat ovat olleet voimassa kun laivojen rakennuskustannusindeksi on ollut:

Costs were got when ships construction cost index were: 2/2012:

Materiaalit / Materials: 113,5 Työ / Labour: 137,6

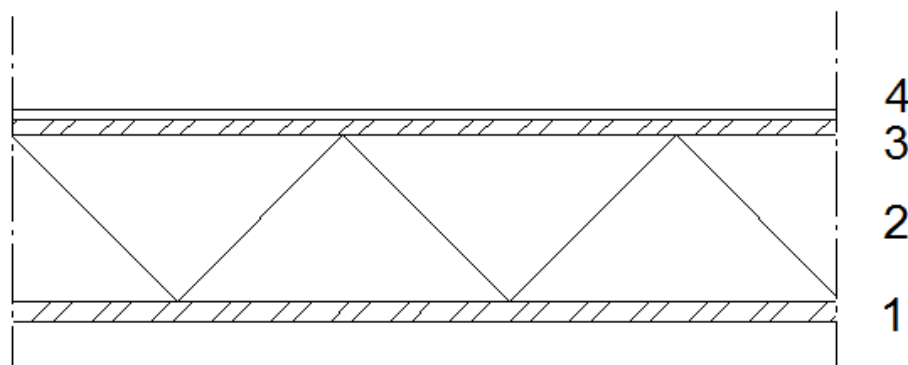
Kiinnityisperiaate / Fastening principle:



Uivan lattian asennusohjeet

Uivan lattian tarkoitus on eristää äänen siirtymistä lattiarakenteen läpi. Sen toiminta perustuu nimensä mukaisesti siihen, että sen pintakerros on irti kaikista ympäröivistä rakenteista. Näin ollen laivan muissa rakenteissa kulkevat runkoäänet, eivät siirry uivaan lattiaan. Uiva lattia torjuu myös tehokkaasti askelääniä. Tämän asennusohjeen tarkoitus on opastaa uivan lattian oikeaan asennustapaan, jolla saavutetaan ääniominaisuuksiltaan paras lopputulos.

Rakenne:



- | | |
|----------------------|------------|
| 1. Laivan teräskansi | 6 – 8 mm |
| 2. Mineraalivilla | 30 – 70 mm |
| 3. Teräslevy | 3 – 5 mm |
| 4. Pintamateriaali | |

Tarvittavat materiaalit:

- Vaakakuituinen mineraalivilla
- Teräslevy 3 – 5 mm, koko(yleensä): 1000 x 2000 mm
- Peltilevykaista
- Tiivistysmassa (Huom! Mahdollinen paloluokka)
- Uretaanimassa

Ennen lattian asennusta on varmistuttava, että käytettävät materiaalit täyttävät vaadittavat sertifiikaattivaatimukset!!

Tarvittavat työkalut:

- Villaveitsi
- Käsisirkkeli
- Kulmahiomakone
- Hitsaustarvikkeet
- Imukupit (ei pakolliset)
- Teräslasta

Työkalujen on oltava asianmukaisessa kunnossa ja niitä käytettäessä on huolehdittava tarvittavasta henkilösuojainten käytöstä ja yleisistä turvamääräyksistä!!

Asennustyö:

1. Kannen puhdistus

Puhdistetaan laivan kansi kaikista ylimääräisistä jätteistä, ruosteesta, öljystä ja talviaikaan mahdollisesta jäästä. Kannen ja villan väliin ei myöskään saa jäädä kosteutta, koska se aiheuttaa korroosiota teräskanteen. Siksi pidetään huoli, että kansi kuivataan ennen kuin aloitetaan villalevyjen asennus. Mikäli kannessa on suuria epätasaisuuksia (yli 5 mm metrin matkalla), pitää kansi tasoittaa ennen villan asennusta.

2. Villan asennus

Ennen villalevyjen asennusta varmistetaan, että käytössä on uivaan lattiaan tarkoitettu vaakakuituinen villa (poikkeus: kun lattian päälle tulee hyvin painavia laitteita). Villalevyt asetetaan suoraan teräksisen kannen päälle (mahdollinen tasoitekerros) limitetyin puskusaumoin. Reunimaiset palat leikataan villaveitsellä tarkasti oikean mittaisiksi. Villapalat asetetaan tiiviisti villakerrosta ja laivan runkoa tai läpivientejä vasten. Mikäli villakerroksia tulee kaksi, asennetaan ylempi kerros kohtisuorasti alempaan kerrokseen nähden, jotta saumat osuvat eri paikkaan.

Ylimääräistä kulkemista asennettujen villalevyjen päällä tulee pyrkiä välttämään. Työstä tulevat pakkaus- ja villajätteet siivotaan paikalta ennen teräslevyjen asentamista aloittamista.

3. Teräslevyjen asennus

Teräslevyt asennetaan yhdeksi kerrokseksi suoraan villakerroksen päälle. Imukuppien käyttö helpottaa teräslevyjen käsittelyä. Ennen levyjen nostamista paikoilleen mitoitetaan levyjen saumojen paikat ja laitetaan niiden kohdalle 100 – 150 mm leveä peltilevykaista, johon teräslevyt lopulta hitsataan kiinni (Kuva2.). Levyjen väli tulee olla n.10 mm, jotta hitsaaminen onnistuu helposti. Myös teräslevyjen saumat limitetään toisiinsa nähden.

Levyt jätetään kaikista ympäröivistä runkorakenteista ja läpivienneistä irti n.10 mm. Nämä saumat tehdään joustaviksi ja tiiviiksi tiivistysmassan avulla (Kuva3.) On tärkeää huomioida, että tiivistysmassa täyttää mahdollisen paloluokkavaatimuksen.

Toinen vaihtoehto on käyttää runkoa vasten asennettavaa villakaistaa, mikä estää teräslevyjä pääsemästä kosketuksiin laivan runkorakenteiden kanssa. Villakaistan paksuus tulee olla vähintään 15 mm(Kuva4). Tätä ratkaisua ei voida käyttää silloin kun rungon vieressä kulkee hikivesiura.

Teräslevyjen leikkaaminen tapahtuu käsisirkkelin ja/tai kulmahiomakoneen avulla.

Levyt hitsataan vuoropistehitsauksella alla oleviin peltilevykaistoihin. Saumojen väli tulee olla k/k 150 mm ja sauman pituus n.15 mm (levyjen kulmissa 30 mm).

Hitsausta ei saa suorittaa järjestelmällisesti, sillä muuten levyjen taipuminen on mahdollista. Tämä on yleistä varsinkin ohuita levyjä hitsattaes-

sa. Siksi levy kiinnitetään ensin ympäriinsä muutamasta kohdasta ja vasta sen jälkeen kokonaan.

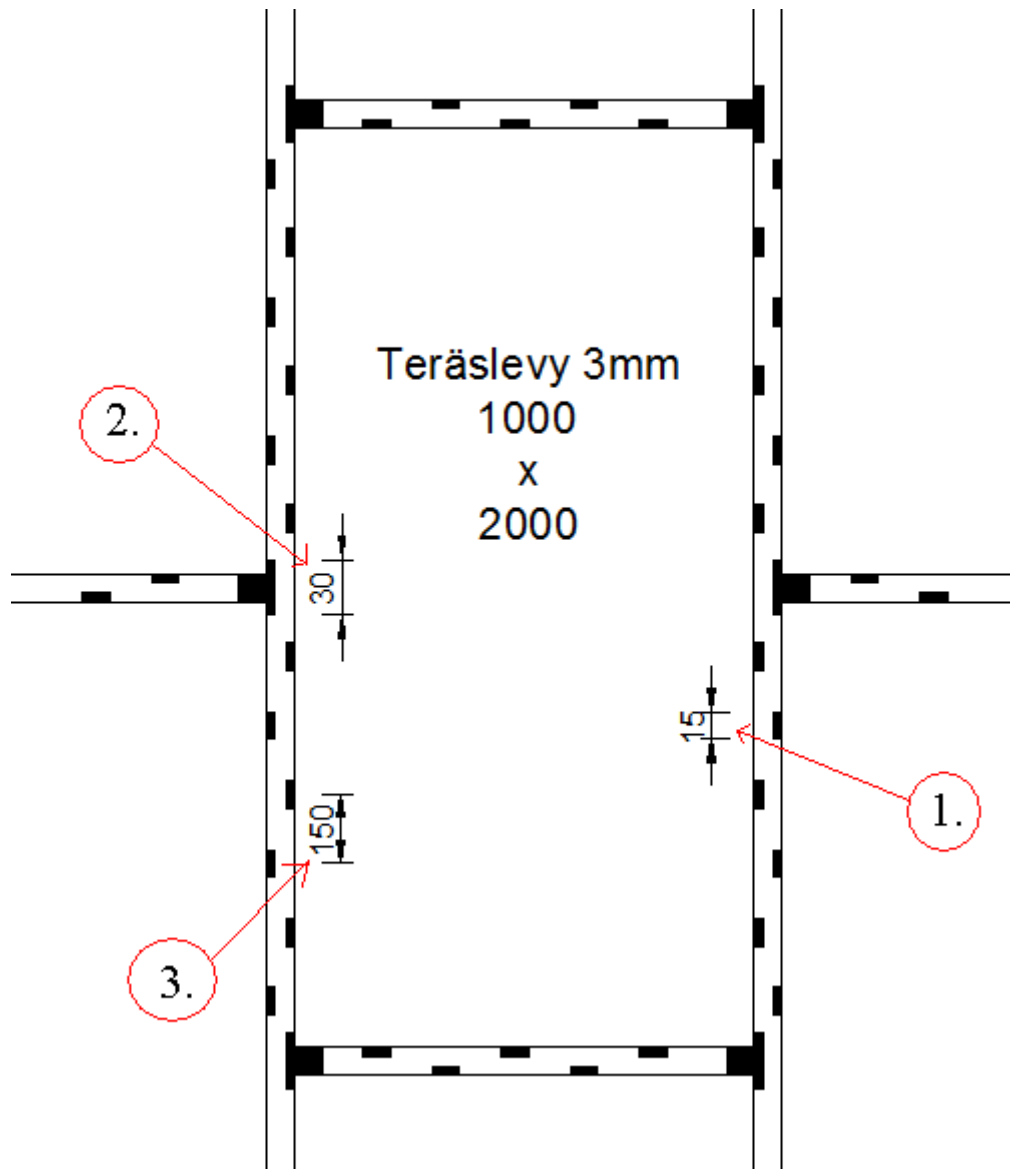
Hitsaustyön jälkeen kaikki työstä aiheutuneet roskat siivotaan pois!

4. Levysaumojen tasoitus

Riippuen lattiaan myöhemmin asennettavasta pintamateriaalista, tulee levyjen väliset saumat mahdollisesti tasoittaa samaan pintaan muun levykerroksen kanssa. Pääsääntönä voidaan pitää, että vinyylilattian alle tasoitus täytyy aina tehdä, mutta karvalankamatto pintamateriaalina ei tasoitusta yleensä vaadi.

Tasoitukseen käytetään erikoistyyppistä uretaanimassaa, joka lastataan levysaumoihin huolellisesti, niin että saumat tulevat täyteen eli samaan pintaan teräslevyjen kanssa.

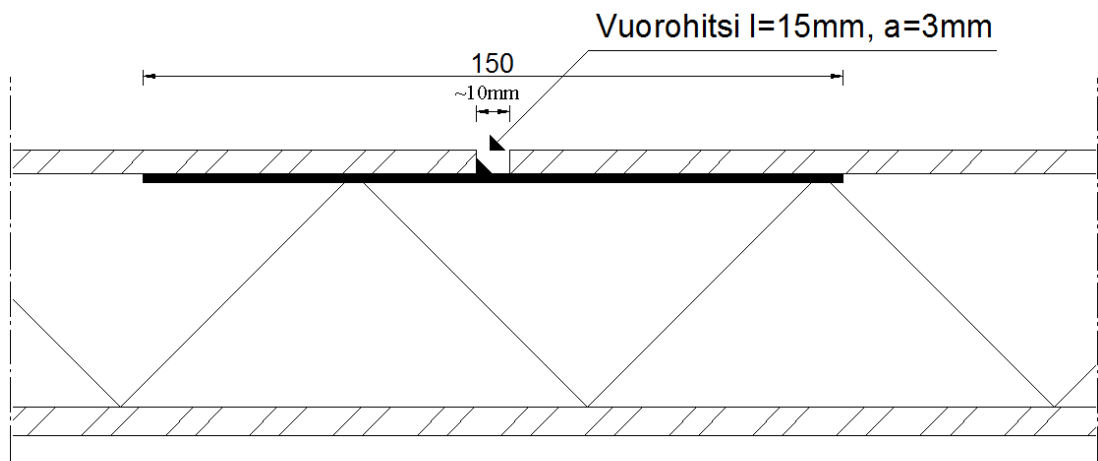
Uretaanimassan kuivuttua poistetaan mahdolliset ylimääräiset massaroiskeet teräslevyjen pinnoilta. Tämän jälkeen lattia on valmis pintamateriaalin asennusta varten.



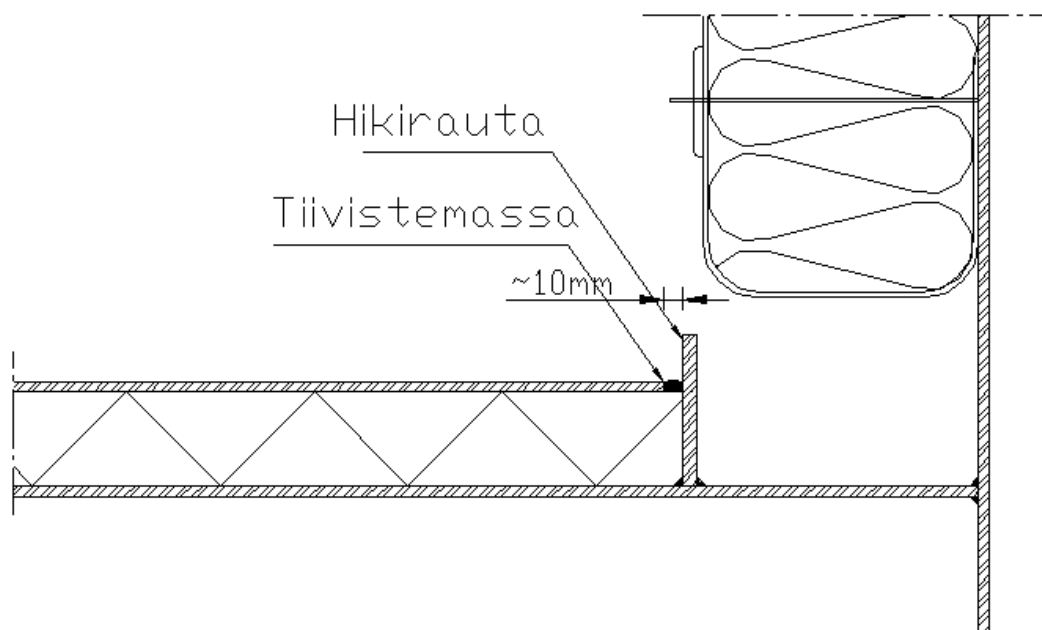
Kuva 1. Hitsaukset

Selitykset:

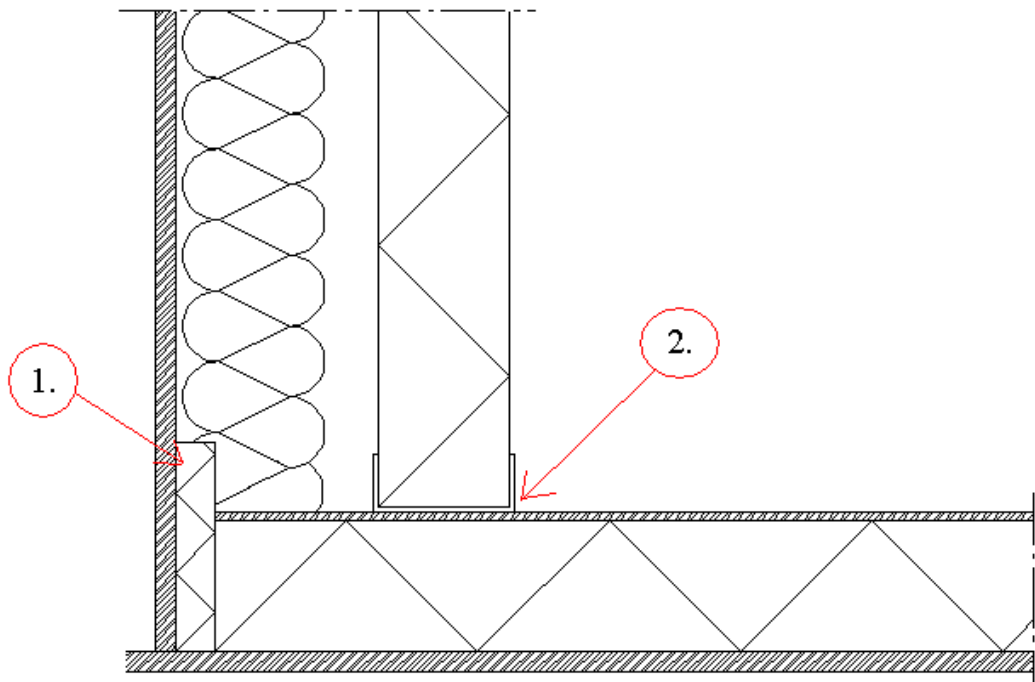
1. Hitsaussauman pituus minimissään 15 mm
2. Levyjen kulmissa hitsaussauman pituus minimissään 30 mm
3. Vuorohitsit korkeintaan 150 mm jaolla



Kuva 2. Teräslevyjen sauma (150 mm saumapelti)



Kuva 3. Uivan lattian ja hikiraudan liitos



Kuva 4. Uivan lattian ja sisäseinän liitos

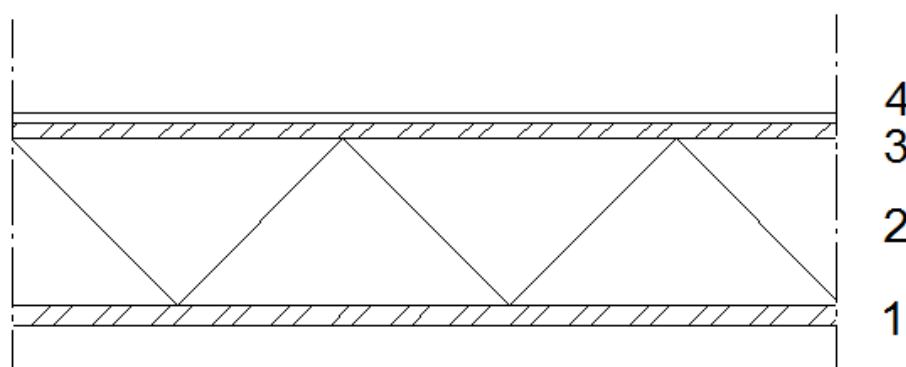
Selitykset:

1. Runkoa vasten oleva villakaista 15 x 80 mm
 - Korkeutta voidaan muuttaa lattiavillan korkeuden mukaan
 - Tehtävä estää teräslevyä koskemasta runkorakenteisiin
2. Sisäseinän lattiakisko U-profiili 20 x 50 mm
 - Kiinnitys niiteillä, ruuveilla tai hitsaamalla
 - Kiinnitys ainoastaan lattian teräslevyihin

Floating floor work instructions

Floating floor mission is to insulate noises to move through the floor structure. Like the name says its working-method is based on that the top layer is off from all surrounding structures. Thus the structure-borne sounds in other structures can't move on to the floating floor. Floating floor is also good to reduce impact noises. This instruction method is to guide to a right installation of floating floor which leads to the best result.

Structure:



- | | |
|----------------------|------------|
| 1. Ship's steel deck | 6 – 8 mm |
| 2. Mineral wool | 30 – 70 mm |
| 3. Steel sheet | 3 – 5 mm |
| 4. Floor covering | |

Materials required:

- Mineral wool with horizontal fibres
- Steel sheets 3 – 5 mm, size(usually): 1000 x 2000 mm
- Tin plate strips
- Sealing mass (Note! Possible fire-class)
- Urethane mass

Before starting new installation of floor make sure that materials which are used will meet the requirements of certificates that are needed!!

Tools required:

- Insulation knife
- Hand-held circular saw
- Grinding machine
- Welding tools
- Steel trowel
- Suction lifters (not necessary)

Tools must be in good shape and during the use make sure to use required safety equipment and follow common safety orders!!

1. Deck cleaning

The ship's deck will be cleaned for all irregularities like rust, oil and possible ice in winter. There must not be any moisture between deck and wool because it will cause corrosion to the steel deck. That's why make sure to dry the deck before begin to install wool slabs. Irregularities that exceeding 5 mm in a one meter distance shall be filled out with mastic before wool installation.

2. Wool installation

Before starting to install mineral wool slabs, make sure that the wool which are used are horizontal fibred. (Exception: control room). Wool slabs will be placed straight on the steel deck. (Possible levelling layer) Slabs will be laid chequered. The outermost pieces should be cutted to size precisely. Wool pieces will put tightly to fit together, towards ship's hullside and steel bulkheads. If two wool layers are used, the second layer must be laid perpendicularly compared to first layer. That's because the seams must stay in different places.

Useless walking on wool layer must be avoided. Packaging and wool wastes will be cleaned out before installation of steel plates.

3. Steel sheets installation

Steel plates will be installed to one layer straight on the mineral wool. Use of the suction lifter makes it easier to handle the steel sheets. Before getting the sheets on position you must measure places of the seams and put there 100 – 150 mm wide tin plate strips, where the sheets will be welded. (Picture2.) The seam of the sheets should be approximately 10 mm, that's because the welding is easier in this way. Also the steel sheets will be laid chequered.

Sheets will be left off from all surrounding hull structures and fairleads approximately 10 mm. These seams must be made flexible and tightly with sealing mass. (Picture3.) It's important to notice that the sealing mass should meet the possibly required fire-class.

Another option is to use wool strips which are laid against the hull structures. Wool strips prevent the steel sheets to get contact with ship's hull structures. Wool strips thickness must be at least 15 mm (Picture4). This solution can't be used if there is a condensation gutter straight next to the hull.

Steel sheets will be cut to size with circular saw and/or grinding machine. Sheets will be spot welded to the tin plate strips below. The length of the one weld should be at least 15 mm (in corners of sheet 30 mm) and the gap of the welds should be c/c 150 mm. Welding can't be made systematically, because deflections of sheets are that way possible, especially on thin sheets. The sheets should first be welded randomly and just after that welded all over.

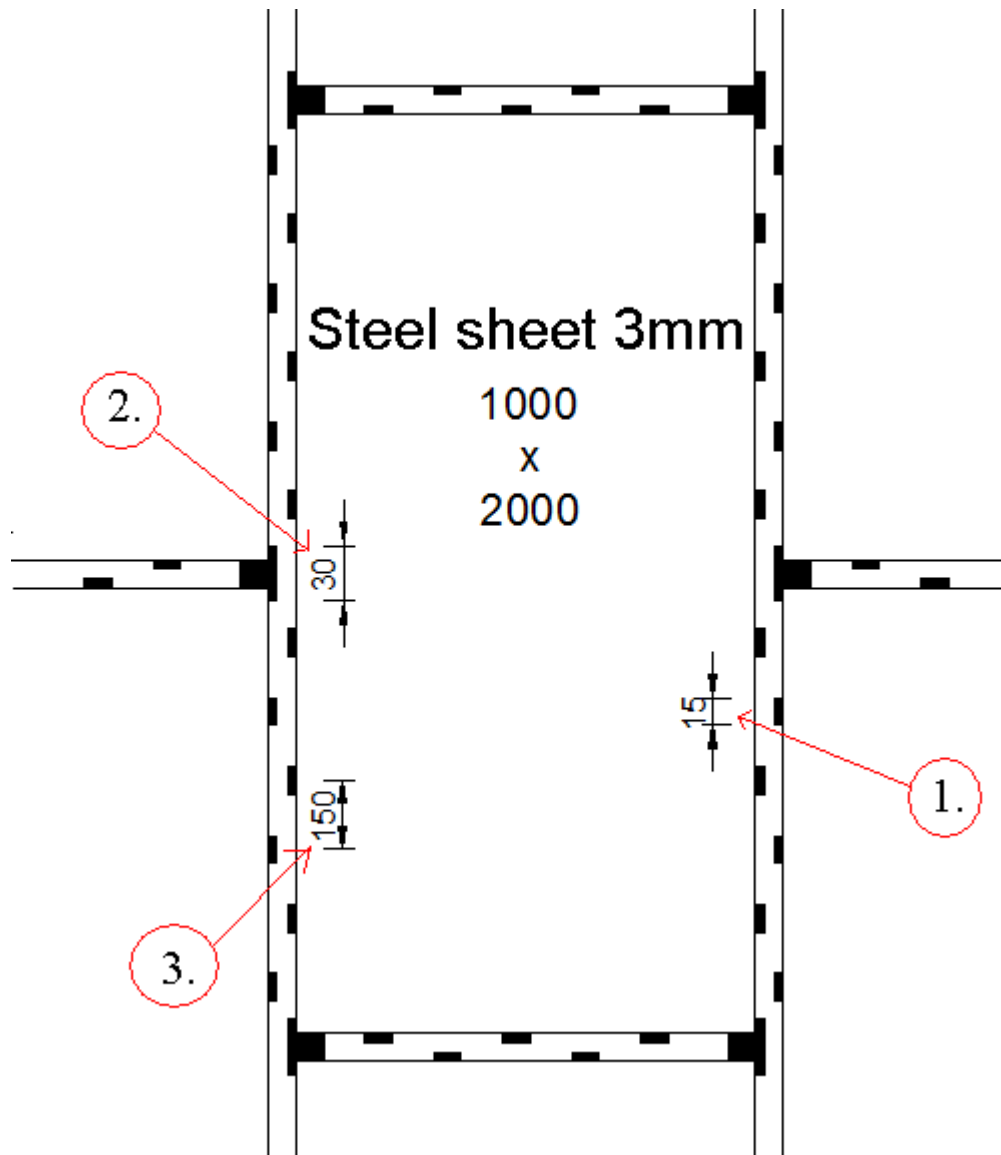
After all welds have been done, all burned waste should be cleaned up.

4. Sealing of the seams

Depending on the floor's finishing material, should the sheet seams be leveled to same height with surrounding steel sheet -layer. The head rule can be said, that under vinyl covering the leveling coat must always be done but wall-to-wall carpet will not need the leveling.

To level the seams, it's used special type of urethane mass, which are carefully troweled in the seams. The seams must be filled to the same level with the surrounding steel layer.

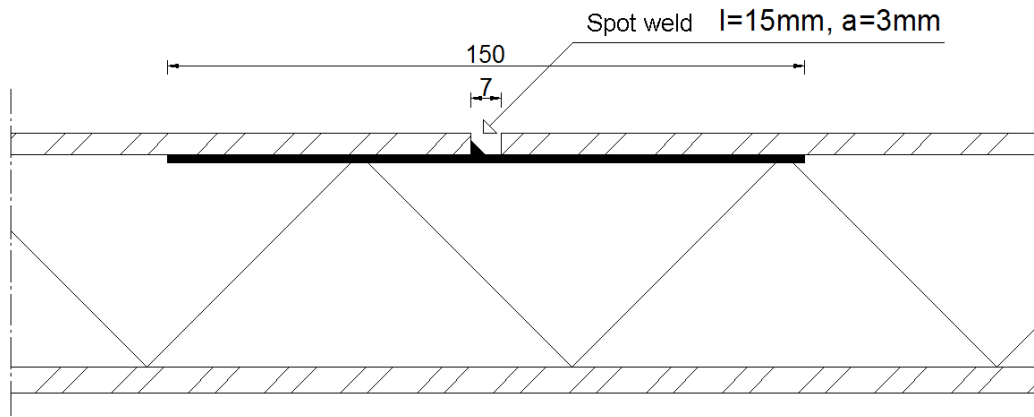
After curing time all spatters of urethane mass must be removed off from the steel sheet surfaces. After that the floor is ready to get covered with finishing material.



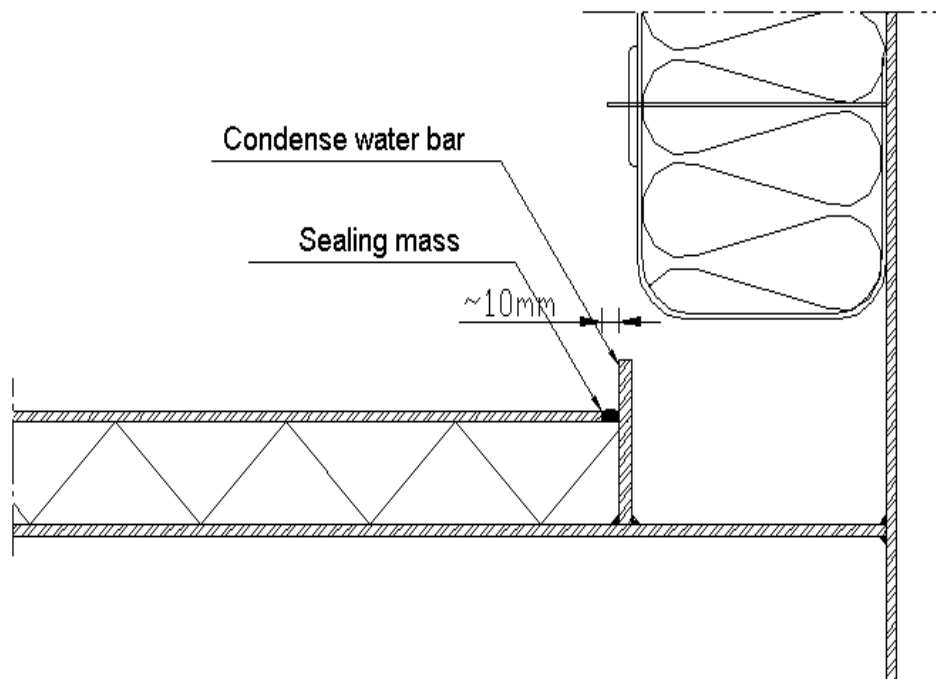
Picture 1. Weldings

Explanations:

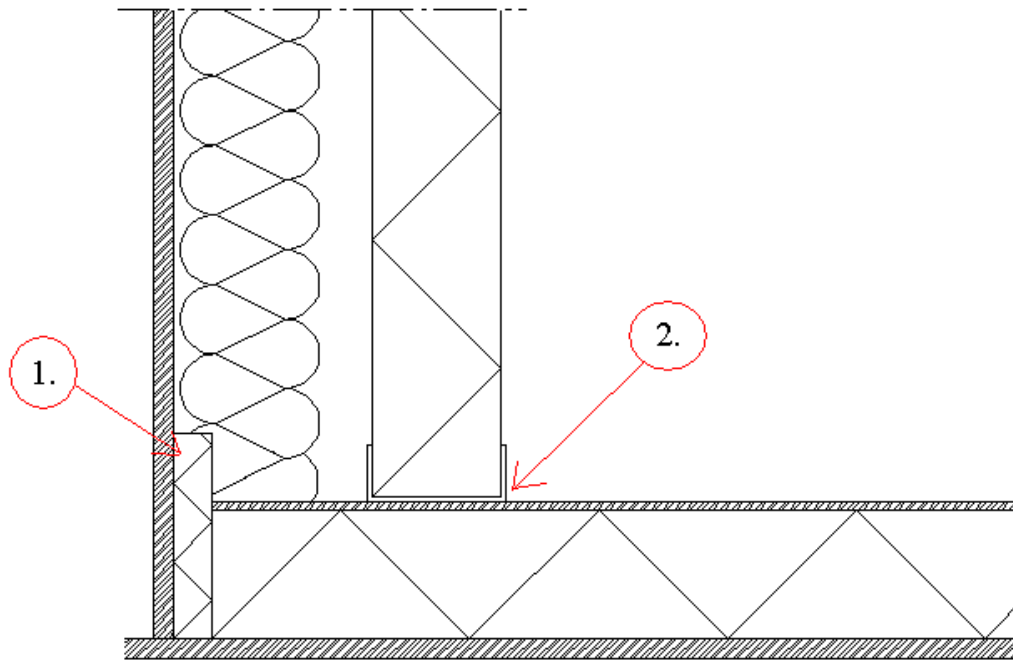
1. Length of one weld at least 15 mm
2. In corners of the sheet the weld is at least 30 mm
3. Spot welds c/c 150 mm



Picture 2. Steel sheets seam (150 mm tin plate strips)



Picture 3. Floating floor and condense water bar



Picture 4. Floating floor and inside wall joint

Explanations:

1. Wool strip 15 x 80 mm laid against hull
 - Strip height can be changed by comparing it to wool layer height
 - Mission is to prevent steel sheets to get contact with hull structures

2. Inside wall U-profile 20 x 50 mm
 - May be fixed by means of pop-rivets, screws or spot welding

Yksijalkaisten kalusteiden kiinnitysohje

Yksijalkaisen kiintokalusteen kuten baarituolin tai trumpettipöydän kiinnittäminen uivaan lattiaan vaatii (tarkasteltava tapauskohtaisesti) lisävahvistuksen uivan lattian pintakerroksen alapuolelle. Se estää lattian pintakerroksena olevan teräslevyn vääntymisen kalusteita kiinnittäessä.

Lisävahvistusta käytetään aina kun uivan lattian pintakerroksena oleva teräslevy on ≤ 5 mm.

Vahvistavan teräslevyn asennus tapahtuu uivan lattian pintakerrokseen tulevien teräslevyjen asennuksen yhteydessä.

Kalusteiden paikat mitoitetaan tarkasti ja niiden kohdalle leikataan ja asennetaan pintakerroksen alle, vahvistava 5 mm paksu teräslevy. Levyn tulee olla ympäriinsä vähintään 100 mm kalusteen lattiaa vasten tulevaa osaa leveämpi.

Vahvistavat levyt hitsataan pinta-teräslevyn alapuolelle pistehitsauksin (k/k 150 mm). Mikäli vahvistavan teräslevyn paikka on pintalevyjen sauman/saumojen kohdalla, on vahvistava levy mahdollista asentaa hitsaamalla se saumojen kohdalta kiinni pintakerroksen levyihin.

