

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Energia- ja polttomoottoritekniikka

2018

Samuli Suutari

# BITUMIKONTTIEN UUELLEENSUUNNITTELU JA MODULOINTI

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Energia- ja polttomoottoritekniikka

2018 | 33 sivua

Ohjaaja Seppänen Mika

Samuli Suutari

## BITUMIKONTTIEN UDELLEENSUUNNITTELU JA MODULOINTI

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli kehittää 40-jalkaiseen korkeaan rahtikonttiin asennettavaa bitumitankkikonseptia Amomatic Oy:lle. Amomaticilla oli jo olemassa tuote rahtikonttiin asennettavasta bitumitankista. Tuotteessa suurin osa kontteihin liittyvistä apulaitteista oli asennettuna konttien ulkopuolelle, mikä hankaloittaa niiden asennusta asennuspaikalla ja lisää työtä kuljetusvaiheessa. Tuotteessa merikontit eivät myöskään enää olleet ISO-standardien mukaisia. Tästä johtuen ne eivät soveltuneet kuljetettavaksi normaalien ISO-standardien mukaan hyväksytyjen rahtikonttien lailla, minkä seurauksena myös rahtikustannukset ovat normaalia ISO-rahtikonttia korkeammat.

Opinnäytetyössä tavoitteena oli saada kontteihin liittyvät apulaitteet konttien sisälle. Uudessa konseptissa oli myös tavoitteena päästä yhteen konttirunkoon, joka sisältää 40-jalkaisen korkean rahtikontin ja itse bitumitankin. Näin ollen konttirunko olisi aina sama ja se vain varusteltaisiin kulloisenkin asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Varustelu tehtäisiin pelkästään konttien sisälle koskematta rahtikontin runkoon, jotta ISO-standardien mukainen kuljetuskelpoisuus säilyisi. Rahtikonttiin joudutaan kuitenkin tekemään paikkoja mahdollisille varusteille. Koska rahtikontinrunkoon joudutaan tekemään muutoksia, menettää se myös alkuperäisen hyväksynnän, jolloin se pitää hyväksyttämään uudestaan. Tästä johtuen konttirungot on tarkoitus teettää alihankkijalla, jolla on kokemusta ja tarvittavat luvat rahtikonttien ISO-hyväksyttämistä varten.

Työssä pyrittiin myös parantamaan bitumitankin täyttöastetta sekä bitumitankin energiatehokkuutta. Tankin käyttöasteen parantaminen oli ensisijainen prioriteetti ja energiatehokkuus tuli vasta tämän jälkeen. Bitumitankin täyttöastetta pyrittiin parantamaan nostamalla ylivuotoputken alarajaa lähemmäs bitumitankin kattoa ja laskemalla imuputkea lähemmäksi bitumitankin pohjaa. Bitumitankin energiatehokkuutta pyrittiin parantamaan optimoimalla eristepaksuutta ja johtamalla lämpö lämmitysvastuksista paremmin bitumiin. Eristepaksuutta pyrittiin optimoimaan bitumitankin tilavuuden mukaan.

ASIASANAT:

bitumi, bitumitankki, bitumikontti, konttirunko

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Energy and Internal Combustion Engine Technology

2018 | number of pages 33

Instructor Seppänen Mika

Samuli Suutari

## REDESIGN AND MODULATION OF BITUMEN CONTAINERS

The purpose of this thesis was to develop a bitumen tank which can be installed inside of a 40-foot high cube freight container for Amomatic Oy. Amomatic already had a product of bitumen tank installed inside of a freight container. In this product most of the equipment used to handle bitumen were installed outside of the freight container. This makes the installation and logistic process more time consuming. Also, the freight containers used in the existing products did not meet the ISO standards. This was also the reason why these freight containers could not be transported as normal ISO-approved freight containers. Due to this, the expenses of transportation are higher than the transportation expenses of standard ISO-approved freight containers.

The purpose of this thesis was to fit all the equipment used to handle bitumen inside the freight containers. In this new concept the objective was also to use only one type container frame. The container frame includes 40-foot high cube freight container and bitumen tank. Hence the container frame would always be the same and the equipment would be fitted to meet the customer's requirements. All the equipment are fitted only inside of the freight container without touching the freight container itself. With this arrangement the ISO-approval stays valid and the container can be transported as standard ISO-approved freight container. Because of equipment fitted inside of the freight container some changes need to be made to the freight container's frame. Because there is a need to make changes to the freight container's frame also the original ISO-approval will be lost. This means that these container frames must be reapproved to get the ISO-approval. For this reason, these container frames will be ordered from a subcontractor who has the needed knowledge and permissions to give the ISO-approval for these container frames.

In this thesis the objective was also to improve the filling rate of the bitumen tank as well as energy efficiency of the bitumen tank. Improving the filling rate of the bitumen tank was the priority and improving energy efficiency of the bitumen tank was less important. The filling rate of the bitumen tank was tried to be improved by moving the over flow pipe closer to the bitumen tank's roof and moving the suction pipe closer to the bitumen tank's floor. The energy efficiency of the bitumen tank was tried to be improved with the optimization of the insulation layer thickness and placing heating elements in places where the heat energy could be transferred efficiently to bitumen. The aim was to optimize the insulation layer thickness of the bitumen tank according to the volume of the bitumen tank.

### KEYWORDS:

bitumen, bitumen tank, bitumen container, container frame

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 YRITYSESITTELY</b>	<b>9</b>
2.1 Asfalttiaseman rakenne.	9
2.2 Tuotteet ja palvelut	12
<b>3 RAHTIKONTTIEN KÄYTTÖ</b>	<b>13</b>
<b>4 ISO-STANDARDIEN MUKAISET VAATIMUKSET</b>	<b>17</b>
4.1 ISO 668 -standardin mukaiset vaatimukset ja mitat koskien rahtikontteja	17
4.2 ISO 1496 -standardin osan yksi 1-sarjan rahtikontteja koskevat määritelmät ja testit	19
4.3 ISO 6346 -standardin mukainen rahtikonttien merkkäus ja tunnistus	22
<b>5 TYÖN TAVOITTEET JA BITUMINKONTTIEN SUUNNITTELU</b>	<b>23</b>
5.1 Valmistus ja kuljetus	23
5.2 Vertailu vanhan tuotteen ja uuden konseptin välillä	27
5.3 Modulaarisuus ja suunnittelu	27
5.4 Bitumitankin lämmitys	27
5.5 Putkiston ja bitumipumppujen lämmitys	27
5.6 Lämpölaajeneminen	28
<b>6 PROSESSITEKNIikka</b>	<b>29</b>
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>30</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>32</b>

## KAAVAT

Kaava 1. ISO 1496-1:2013 koe nro 2:en kohdassa esitetty kaava, jolla testataan merikontin pohja kuormankantokykyä (ISO 1496-1:2013, 9).	20
---	----

## KUVAT

Kuva 1. Asfalttiaseman moduulit (Amomatic Oy 2018)	10
Kuva 2. Konttilavojen keskimääräiset CO <sub>2</sub> -päästöt Aasia-Eurooppa reitillä välillä 2009–2013 (Drewry supply chains 2015).	14
Kuva 3. Rahtikontin merikuljetukseen kuluva aika-arvio, kun lähtömaana on Kiina. (Cargo From China 2018)	24
Kuva 4. Rahtikontin merikuljetukseen kuluva aika-arvio toimitsijoittain, kun lähtöpaikkana on Qingdaon satama Kiinassa ja pääte sataman Hampurin satama Saksassa. (Cargo From China 2018)	26

## TAULUKOT

Taulukko 1. ISO 668:2013 -standardin määrittelemät ulkoiset mitat, sallitut toleranssit ja luokitukset 1-sarjan rahtikonteille (ISO 668:2013).	18
Taulukko 2. Sarjan 1 rahtikonttien pienimmät sisämitat ja oviaukon mitat (ISO 668:2013).	19

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
IMO	Kansainvälinen merenkulujärjestö, International maritime organization, ( <a href="http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx">http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx</a> )
ISO	Kansainvälinen standarditoimisto, International Organization for Standardization, ( <a href="https://www.iso.org/home.html">https://www.iso.org/home.html</a> )
TEU	Vastaa yhtä 20 jalkaa pitkää, 8 jalkaa leveää ja 8,5 korkeata konttia, Twenty-foot equivalent unit , <a href="https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4313">https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4313</a>
UK	Yhdistyneet kansakunnat, United Nations, ( <a href="http://www.un.org/en/index.html">http://www.un.org/en/index.html</a> )
UNCITRAL	The United Nations Commission on International Trade Law, ( <a href="http://www.uncitral.org/">http://www.uncitral.org/</a> )
WCO	Maailman tullijärjestö, World customs organization, ( <a href="http://www.wcoomd.org/">http://www.wcoomd.org/</a> )
WSC	World shipping council, ( <a href="http://www.un.org/en/index.html">http://www.un.org/en/index.html</a> )
WTO	World trade organization, Maailman kauppajärjestö, ( <a href="https://www.wto.org/">https://www.wto.org/</a> )

# 1 JOHDANTO

Amomatic Oy on paimiolainen vuonna 1993 perustettu asfalttiasemien valmistaja, joka on lähtöisin Vähäsilta Oy -nimisestä yrityksestä. Vähäsilta Oy on aloittanut toimintansa huomattavasti aikaisemmin kuin Amomatic Oy, jo vuonna 1919.

Opinnäytetyön aiheena on bitumitankin ja siihen liittyvän putkiston suunnittelu niin, että ne voidaan sijoittaa korkean 40-jalkaisen rahtikontin sisälle. Keskeisenä vaatimuksena oli saada kokonaisuudesta sellainen, joka täyttää normaalille korkealle 40-jalkaiselle rahtikontille asetetut vaatimukset ja jota voidaan kuljettaa normaalin korkean 40-jalkaisen rahtikontin lailla.

Amomatic Oy:llä oli jo tuote, jossa bitumitankki on sijoitettu 40-jalkaisen rahtikontin sisälle. Tämä malli ei kuitenkaan täyttänyt normaalille 40-jalkaiselle rahtikontille asetettuja vaatimuksia. Tämän seurauksena sen kuljettaminen on haastavampaa ja kustannuksiltaan kalliimpaa kuin normaalin 40-jalkaisen rahtikontin. Muutoksen tarve oli Amomatic Oy:llä tiedossa ja siihen haluttiin myös paneutua, jotta kuljetusprosessista saataisiin entistä joustavampi ja kustannustehokkaampi. Koska konttirunko ja bitumitankki ovat aina samanlaisia, myös niiden valmistuksessa ja varustelussa on mahdollista päästä huomattavasti nopeampaan ja tehokkaampaan tuotantoprosessiin.

Bitumitankin täyttöastetta haluttiin myös parantaa verrattuna nykyiseen tuotteeseen. Nykyisessä tuotteessa ongelmana on, että bitumitankkia ei saada imettyä läheskään tyhjäksi johtuen lämmityselementtien sijoittelusta ja toimintaperiaatteesta. Lämmityselementit täytyy aina olla bitumin pinnantason alapuolella, jotta niitä voidaan käyttää. Nykyisessä tuotteessa lämmityselementit paljastuivat, kun bitumin pinnankorkeus oli alle 300 mm mitattuna bitumitankin pohjasta. Erityisen ongelmallista tämä oli bitumitankkia täytettäessä suuresta säiliöautosta, jolloin vaarana oli, että kaikki säiliöautossa oleva bitumi ei mahdukaan bitumitankkiin.

Säiliöauto voi joutua siis odottamaan, että asfalttiasema käyttää bitumia niin paljon, että se saa tyhjennettyä säiliöautossa jäljellä olevan bitumin bitumitankkiin. Pahimmillaan asfalttiasema käyttää samanaikaisesti erityyppistä bitumia, kuin säiliöautosta bitumitankkiin täytetään. Jos näin käy, voi säiliöauto joutua siis lähtemään pois, vaikka ei ole saanut tyhjennettyä kaikkea bitumiaan bitumitankkiin. Molemmissa tapauksissa kuljetusyhtiö laskuttaa odotusajasta tai lähes tyhjän säiliöauton tyhjentämisestä aiheutuneet

kustannukset. Ylimääräisten kustannusten riskiä haluttiin pienentää varmistamalla, että bitumitankki saadaan riittävän tyhjäksi, jotta säiliöauto saa varmasti tyhjennettyä kaiken sen kyydissä olevan bitumin bitumitankkiin.

Nykyisessä tuotteessa bitumin siirtoon käytetyt bitumipumput ja putkisto on sijoitettu bitumikonttien ulkopuolelle ja bitumitankkien katoille. Nämä ratkaisut estävät bitumikonttien käyttämisen päällekkäin aseteltuna. Ennen kaikkea bitumikonttien ulkopuolelle sijoitetut komponentit hidastavat ja hankaloittavat bitumikonteista muodostuvan kokonaisuuden kasaamista ja käyttöönottoa. Näihin ongelmiin haluttiin etsiä ratkaisua, joka poistaisi bitumikonttien päällekkäin asettelun rajoitteet sekä tekisi bitumikonteista muodostuvan kokonaisuuden käyttöönotosta sujuvampaa.

Opinnäytetyöstä teki erittäin ajankohtaisen ja tärkeän Amomatic Oy:n saama tilaus, jossa asiakas halusi käyttää tässä työssä esiteltyä bitumikontteihin perustuvaa ratkaisua bitumin välivarastoinemiseksi asfalttiasemalla. Asiakkaalle toimitettiinkin neljän bitumikontin kokonaisuus perustuen tähän opinnäytetyöhön.



## 2 YRITYSESITTELY

Amomatic Oy on Paimiossa sijaitseva yritys, joka valmistaa annossyötteisiä ja jatkuvasyötteisiä asfalttiasemia. Asfalttiasemat valmistetaan modulaarisella rakenteella, modulaarisuuden laajuus on tuote- ja asiakaskohtaista. Yritys on aloittanut toimintansa vuonna 1919 Vähäsilta-nimisenä konepajana. Vuonna 1993 yrityksen nimi muutettiin Amomatic Oy:ksi.

Tällä hetkellä yrityksessä työskentelee 62 henkilöä, joista 28 työskentelee toimiston puolella. Tämän lisäksi yrityksen tiloissa työskentelee 8 alihankkijoiden työntekijää, joista 2 työskentelee toimiston puolella.

### 2.1 Asfalttiaseman rakenne.

Asfalttiasemien modulaarisuus Amomatic Oy:llä tarkoittaa sitä, että asfalttiasemat rakentuvat toisiinsa liitettävistä moduuleista. Moduulit kulkevat rahtikonttirungon sisällä, integroitujen pyörien päällä tai lavettien päälle nostettavissa moduuleissa. Suurin osa Amomatic Oy:n valmistamista asfalttiasemista viedään Pohjoismaihin ja Venäjälle. Sen vuoksi myös haastavat käyttöolosuhteet on huomioitu asfalttiasemien suunnittelussa ja valmistuksessa. Asfalttiasemien mallit on nimetty tuotantotehon ja asfalttiaseman liikuteltavuutta ja modulaarisuutta kuvaavan pääteliitteen mukaan. Tuotantotehon määreenä käytetään tuhatta kiloa valmista asfalttimassaa tunnissa (t/h). Asfalttiasemien liikuteltavuutta ja modulaarisuutta kuvataan seuraavilla pääteliitteillä:

1. SM, Semi-Mobile
2. CM, Container Model
3. H, High
4. S, Special
5. M, Mobile

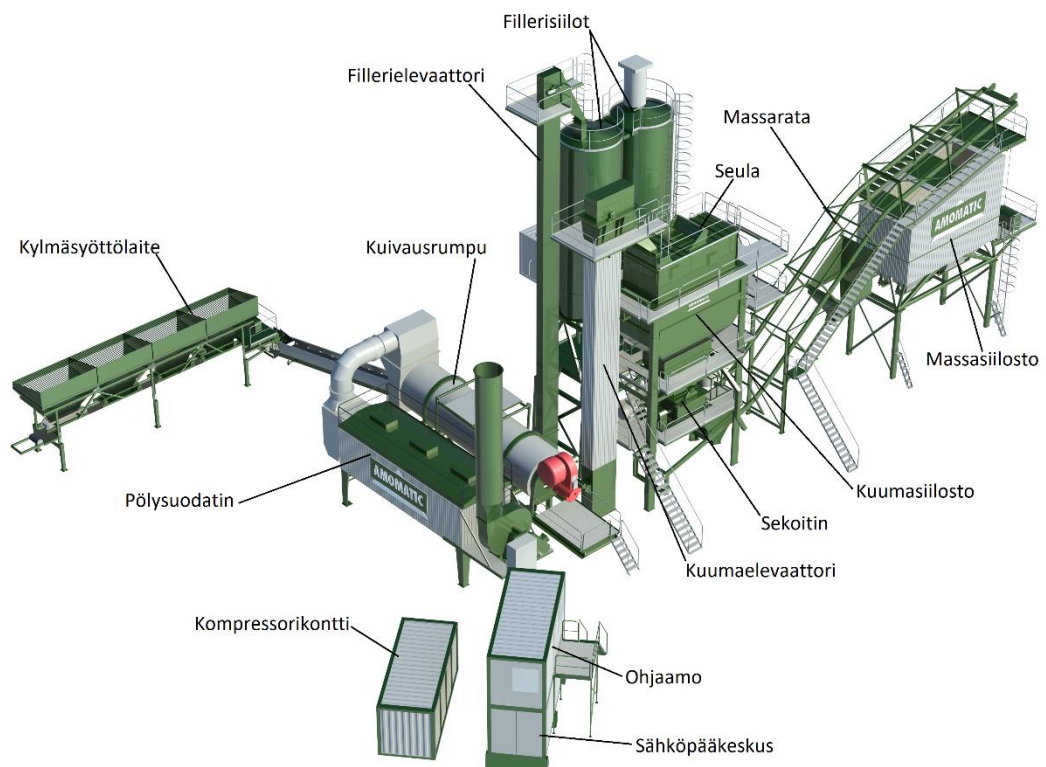
Valmistettavia tuotantoteholuokkia ovat seuraavat:

1. 160 t/h
2. 200 t/h
3. 240 t/h
4. 300 t/h

Malleilla voidaan valmistaa lähes kaikentyyppisiä asfalttimassoja, sekä sekoittaa kierrätysasfalttia uuden asfalttimassan joukkoon.

Modulaarisen rakenteen ansiosta asfalttiasemakokonaisuudesta saadaan aina räätälöityä asiakkaan tarpeet täyttävä kokonaisuus. Modulaarisen rakenteen ansiosta asfalttiasemat on helppo siirtää lähelle raaka-aineena käytettävää kiviainesta sekä asfaltin levityskohdetta. Näin voidaan minimoida logistiikasta aiheutuva taloudellinen ja ympäristöllinen rasite.

Siirtäminen tapahtuu irrottamalla moduulit toisistaan ja kuljettamalla ne seuraavaan paikkaan, jossa ne kootaan uudelleen. Asfalttiaseman purkuun sekä kasaukseen kuluu noin kaksi päivää, yhteensä noin neljä päivää. Tämän lisäksi on otettava huomioon kuljetukseen kuluva aika, joka riippuu kuljetuksen pituudesta sekä kuljetustavasta. Asfalttiasemat tehdään aina siirrettäviksi Amomatic Oy:llä. Siirrettävissä asfalttiasemissa aseman moduulit lasketaan teräs- tai betonilevyjen päälle. Levyn materiaali ja koko riippuvat asennuspaikan maapohjan kantavuudesta. Kaikki Amomatic Oy:n valmistamat asfalttiasemat ja tuotteet täyttävät konedirektiivin mukaiset vaatimukset.



Kuva 1. Asfalttiaseman moduulit (Aromatic Oy 2018)

Kuvassa 1 näkyy asfalttiaseman kokoonpano ilman polttoaine- ja bitumisäiliötä. Moduulien koko vaihtelee aseman koon ja asiakkaiden vaatimusten mukaan.

Asfalttiasemaan tyypillisesti kuuluu seuraavat moduulit:

- Kylmäsyöttölaite- tai laitteet
- Kuivausrumpu kiviainekselle
- Kuivausrumpu kierrätysasfaltille
- Pölysuodatin
- Sekoitin
- Massasiilosto
- Ohjaamo
- Sähköpääkeskus
- Kompressorikontti
- Fillerisiilo -tai siilot
- Elevaattori tai elevaattorit
- Kuumasiilosto
- Seula
- Polttoainesäiliö- tai säiliöt
- Bitumitankki- tai tankit

Asfaltin tuotanto alkaa kiviaineksen syöttämisellä kylmäsyöttölaitteeseen. Erikokoiset ja -laatuiset kiviainekset kuormataan kylmäsyöttölaitteen lokeroihin. Kiviaineksen syöttöä ohjataan ohjaamokontista käsin. Kylmäsyöttölaite toimii myös pienenä välivarastona asfalttiaseman ja kiviainesvaraston välillä estäen tuotantokatkokset, jos asfalttiaseman ja kiviainesvaraston välillä on pieniä toimituskatkoksia.

Kylmäsyöttölaitteelta kiviaines kulkeutuu kuljettimien avulla kuivausrumpuun, jossa kiviaines lämmitetään noin 180–280-asteiseksi riippuen valmistettavasta asfalttilaadusta. Kuumennettaessa kiviainesta pyörivässä rummussa irtoaa siitä kiviä, jota käytetään asfaltin sideaineena. Kuivausrummusta tulevat savukaasut ja kiviä imetään savukaasuimurilla suodattimeen, jossa pöly erotellaan savukaasuista. Tämän jälkeen pöly kuljetetaan fillerisiiloon- tai siiloihin, josta se voidaan annostella asfalttiasemalle.

Kuumakiviaines kuljetetaan kuumaelevaattorilla kuivausrummulta seulalle. Seula on täryseula-tyyppinen seula. Seulassa kiviaines lajitellaan täryttämällä eri kokoisia verkkoja, näin kiviaines saadaan lajiteltua haluttuihin kokoluokkiin. Seulasta lajiteltu kiviaines

putoaa kuumalajikesiiloston lokeroihin, joista kiviainesta voidaan annostella noin 10 kg:n tarkkuudella. Sekoitusvaiheessa lisätään myös bitumi, sideaineet ja kierrätysasfaltti, mikäli sitä käytetään. Annostellut aineet lisätään jatkuvasti pyörivään sekoittimeen ennalta määrättyssä järjestyksessä.

Annostyyppisiä sekoittimia on kahta eri kokoa: 3000 kg:n annoskoon sekoitin ja 4000 kg:n annoskoon sekoitin. Jatkuvatoimiset sekoittimet tehdään yleensä asiakaslähtöisesti, joten niille ei ole olemassa standardikokoa. Annostyyppisessä sekoittimessa asfalttiannosta sekoitetaan keskimäärin noin 35–60 sekuntia, jonka jälkeen asfalttiannos tyhjennetään sekoittimen pohjassa olevan tyhjennysluukun kautta massaradalla olevaan massavaunuun tai vaihtoehtoisesti suoraan kuorma-autoon. Käytettäessä massavaunua, kuljetetaan asfalttimassa massavaunulla haluttuun massasiiloon välivarastoitavaksi.

Aseman kaikkia toimintoja ohjataan ohjaamosta käsin. Aseman ohjauksessa käytetään Amomaticin omaa AmoControl prosessinohjausjärjestelmää, joka perustuu Siemensin ohjelmistoon.

## 2.2 Tuotteet ja palvelut

Amomatic Oy:n ydinliiketoiminta-alueita ovat uusien asfalttiasemien valmistus, uusien komponenttien valmistus olemassa oleviin asfaltti asemiin ja varaosa- ja kunnossapitopalvelu.

Amomatic Oy:n tarjoaa myös seuraavia palveluita ja tuotteita

- Bitumin varastointi- ja annostelukokonaisuudet
- Polttimia sekä polttimien huolto- ja kunnossapitopalveluita
- Operaattoreita käyttämään Amomaticin asfalttiasemia

### 3 RAHTIKONTTIEN KÄYTTÖ

Ihminen on kuljettanut hyödykkeitä meriä ja maita pitkin jo tuhansia vuosia. Prosessi ei tosin ole ollut koskaan helppo. Hyödykkeet kuljetettiin irtorahtina omissa laatikoissa, tynnyreissä tai säkeissä. Erilaisten pakkausten jatkuva purkaminen ja lastaaminen maa- ja merikuljetuksen välillä vaati paljon työtä ja oli hidasta. Hyödykkeiden kuljetukseen käytetty laiva saattoi helposti viettää enemmän aikaa satamassa kuin merillä odottaen kuorman purkua ja lastausta. Irtorahdin ongelmista huolimatta se oli ainut tunnettu tapa kuljettaa hyödykkeitä paikasta toiseen aina 1900-luvun puoliväliin asti. Rahdinkäsittelyn kehittämisen huolimatta rahdinkäsittely oli toisen maailman sodan jälkeen lähes yhtä työintensiivistä kuin se oli 1800-luvulla (World Shipping Council 2018).

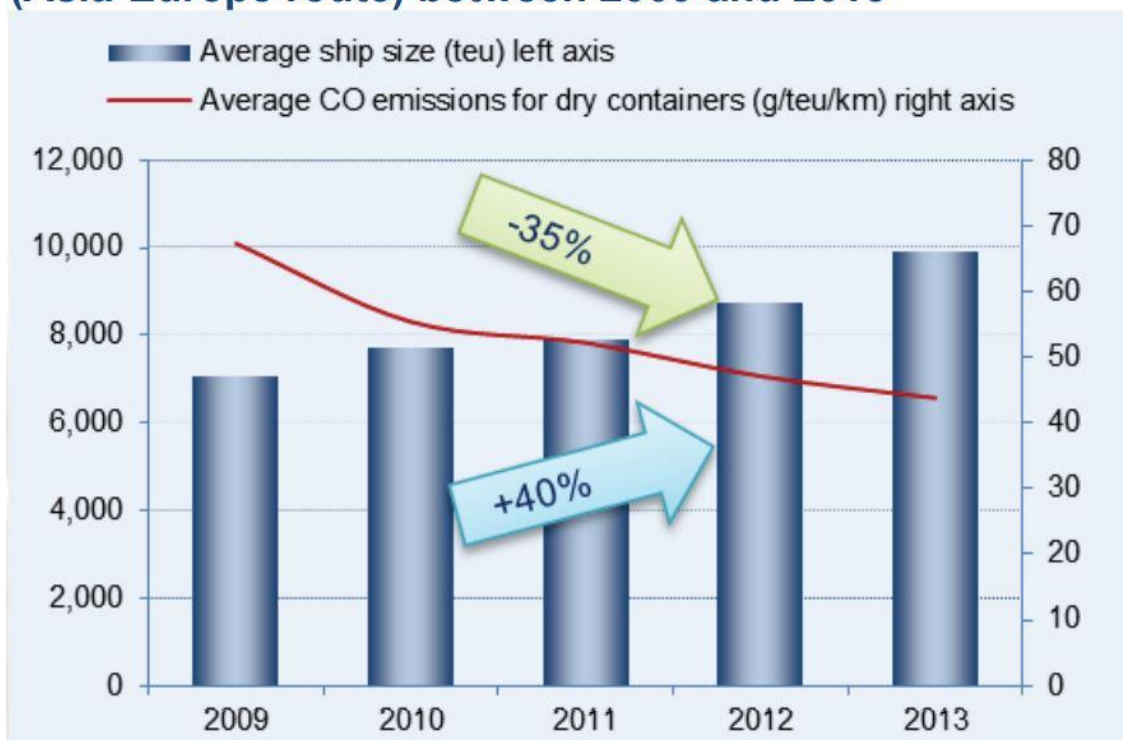
1955 amerikkalaisen kuljetusyrittäjä Malcom P. McLean osti höyrylaivayhtiön ideana kuljettaa kokonaisia rekanperävaunuja laivalla. Näin hänen ei tarvitsisi purkaa rahtia pois perävaunuista, vaan perävaunut voitaisiin nostaa suoraan laivaan ja laivasta pois. Nopeasti hän kuitenkin ymmärsi, että olisi paljon helpompaa ja nopeampaa kun olisi yksi kontti, joka voitaisiin nostaa suoraan ajoneuvonkyydistä laivaan ja päin vastoin. Nykyään 60 % kaikista vesitse kuljetettavista hyödykkeistä kuljetetaan tähän ideaan perustuvissa rahtikonteissa.

Nopeasti McLeanin kuljetusyritys sai kilpailijoita, kun kontteihin perustuva rahdinkuljetusidea osoittautui halvemmaksi ja helpommaksi tavaksi kuin perinteinen irtotavarakuljetus. McLeanin kuljetusyrityksen käyttäessä 33-jalkaisia kontteja hänen kilpailijansa Matson käytti 24-jalkaisia kontteja (Tom 2015). Ongelmaksi muodostui konttien yhteensopivuus, kilpailijan kontteja ei voitu kuljettaa, koska konttien lukitukset eivät olleet yhteensopivia. Ongelma saatiin ratkaistua 1960-luvulla, kun McLean suostui luopumaan hänen patentistaan, joka koski konttien kiinnittämistä kulmista. Tämän seurauksena useita standardeja saatiin sovittua ja tuloksena oli standardikokoiset 20- ja 40-jalkaiset kontit.

Konttien standardisoinnin seurauksena niiden kuljetuksesta tuli entistä tehokkaampaa. 1965 satamatyöntekijä pystyi liikuttamaan keskimäärin 1,7 tonnia tavaraa tunnissa laivaan tai laivasta pois. 1970 mennessä satamatyöntekijä pystyi liikuttamaan peräti 30 tonnia tavaraa tunnissa laivaan tai laivasta pois, kiitos konttien. Tämän seurauksena ovelta-ovelle kuljetusaika putosi puoleen kulujen samalla pienentyessä (Economist 2013). 1956 McLeanin verratessa omaa lastaustapaansa perinteiseen miesvoimaiseen

lastaukseen, joka maksoi 5,83 \$ per tavaratonni, pystyi hän tarjoamaan saman lopputuloksen vain 0,16 \$ per tavaratonni. Laivakuljetus ei ollut uudella konttimallilla sen halvempaa kuin vanhalla mallilla. Tavarantoimittajasta aiheutui kuitenkin niin suuret säästöt, että vanha irtotavaramalli ei pystynyt kilpailemaan sen kanssa. Tämän lisäksi laivayritykset pystyivät käyttämään entistä suurempia laivoja viettäen silti vähemmän aikaa satamassa kuin pienemmät vanhaan irtotavara menetelmään perustuvat rahtilaivat. Sama kehitys näkyy yhä edelleen (kuva 2).

### Average ship size vs average CO2 emissions (Asia-Europe route) between 2009 and 2013



Kuva 2. Konttilavojen keskimääräiset CO<sub>2</sub>-päästöt Aasia-Eurooppa reitillä välillä 2009–2013 (Drewry supply chains 2015).

Ympäristöllinen näkökulma on kasvattanut merkitystään koko ajan. Yllä olevasta kuvasta (kuva 2) voidaan huomata Aasia-Eurooppa reitillä seilaavien konttilaivojen koon lyhyellä aikavälillä kasvaneen merkittävästi. Sama trendi on huomattavissa myös muilla reiteillä. CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemiseen per kuljetettu TEU on kolme pääsyötä:

1. Slow-steaming käytäntö. Tällä tarkoitetaan toimintatapaa, jossa laiva seilaa huomattavasti pienemmällä nopeudella kuin maksimi nopeus. Toimintatavan tarkoituksena on säästää rahaa polttoainekustannuksissa.

2. Trendi kohti yhä isompia ja polttoainetaloudellisempia laivoja.
3. Valtioiden asettamat rajoitukset niiden aluevesillä tapahtuvaan laivaliikenteeseen.

Maailman laajuisen konttiliikenteen kasvaessa vuosittain 4–5 % on konttiliikenteen toimijat pystyneet samaan aikaan vähentämään CO<sub>2</sub>-päästöjä 6–8 % vuosittain. Esimerkiksi Maersk Line liikutti 7 % enemmän kontteja vuonna 2014 kuin vuonna 2007. Samaan aikaan se kuitenkin pystyi vähentämään polttoainekustannuksia 8 % per kuljetettu kontti. Polttoainekustannusten vähentämisellä on takanaan merkittävät taloudelliset vaikutukset. Esimerkiksi, ellei Maersk Line olisi lisännyt tehokkuuttaan vuodesta 2007 vuoteen 2012, konttiliikenteen koko ajan kasvaessa, olisi sen polttoainekustannukset olleet 1,6 miljardia \$ korkeammat.

Lloyd's Registerin suorittama tutkimus osoitti konttilaivan (kapasiteetti 4500 TEU) päästöjen vähentyneen 35 % vuosien 1985 ja 2008 välillä. Vertailu vuonna 2007 rakennetun 12000 TEU:n konttilaivan ja vuonna 1976 rakennetun 1500 TEU:n konttilaivan välillä osoitti päästöjen vähentyneen peräti 75 % per kuljetettu rahtitonni/kuljettu kilometri. Suurin osa uusista laivoista, jotka on rakennettu WSC:n jäsenyrityksissä, ovat 30–40 % hiilidioksiditehokkaampia kuin laivat, jotka ne korvaavat. Näistä luvuista voidaan päätellä laivanrakentajien panostuksen yhä ympäristöystävällisempiin laivoihin olleen merkittävä. Merkittävää on myös IMO:n tekemä tutkimus, joka osoittaa laivauksesta johtuvien kasvihuonekaasujen vähentyneen 10 % vuosina 2007–2012.

Konttien merkitystä kansainvälisenkaupan kasvattajana voi olla vaikea uskoa. Lundin yliopistossa ja Nottinghamin yliopistossa tehdyssä työssä selvitettiin konttien merkitystä kansainväliseen kauppaan. Työssä tutkittiin 157 maata aikavälillä 1962–1990. Maat, joilla ei ollut omaa satamaa, tutkittiin raiteilla liikutettujen konttien määrää ja sen merkitystä vastaavalla tavalla kuin laivattujen konttien merkitystä.

22 teollistuneessa maassa konttien lisääntynyt käyttö selittää 320 %:n nousun kahdenvälisissä kaupoissa ensimmäisten viiden vuoden aikana. 20 vuoden aikana vastaava luku on peräti 790 %. Kun verrataan vapaakauppasopimuksen vaikutusta 20 vuoden aikana vastaava luku on vain 45 % ja GATT-jäsenyyden vaikutus 20 vuoden aikana oli 285 %. Konttien vaikutuksen voidaan siis sanoa olleen hyvinkin merkityksellinen. Vuonna 1995 GATT muuttui nykyisin tunnetuksi WTO:ksi.

Nykyään kontteihin ja niiden liikutteluun liittyviä määräyksiä ja suosituksia antavat useat tahot. Näistä tärkeimpinä järjestöinä voidaan pitää IMO:a, ISO:a, WCO:ta ja

UNCITRAL:a. IMO on osa UK:n järjestöä ja siinä mukana on 171 maata. IMO keskittyy erityisesti kuljetusten turvallisuuteen, ympäristön näkökulmiin ja tekniseen yhteistyöhön. UNCITRAL on UK:n toimesta vuonna 1966 perustettu järjestö. Sen tavoitteena on luoda ja kehittää uusia työkaluja hyödykkeiden kuljetukseen vesiteitse. ISO-järjestön tarkoituksena on puolestaan luoda yhtenäiset käytännöt ympäri maailmaa koskien myös konttien kuljetusta ja käsittelyä. WCO:n tavoitteena on helpottaa ja auttaa jäsenmaitaan tullaukseen koskevilla ongelmilla ja tehdä tullausprosessista entistä sujuvampi (World Shipping Council 2018).

Rahtikonttien käytön potentiaali nähdään myös Amomatic Oy:ssä ja sitä halutaan hyödyntää. Pääsyytä käyttää rahtikontteja tai konttirunkoja Amomatic Oy:ssä on kaksi:

1. Rahtikonttien tai konttirunkojen kuljetus on huomattavasti perinteisiä menetelmiä halvempaa ja se antaa kuljetukseen enemmän joustavuutta ja vaihtoehtoja. Myös lastaus- ja purkuajat ovat lyhyempiä kuin perinteisillä menetelmillä.
2. Konttirunkoihin perustuvan asfalttiaseman tai sen osan kasaaminen ja purkaminen käy nopeammin ja helpommin kuin perinteisiin räätälöityihin osiin perustuvan asfalttiaseman tai sen osan kasaaminen ja purkaminen. Kun kasa- ja purkuvaiheessa tarvitaan vähemmän työtunteja, saadaan siitä rahallista säästöä sekä ajallista säästöä.



## 4 ISO-STANDARDIEN MUKAISET VAATIMUKSET

Työn keskeisenä tavoitteena on saada bitumitankkimalli, joka sopii 40-jalkaiseen korkeaan rahtikonttiin sisälle ja täyttää rahtikontteja ja niiden kuljetusta koskevat ISO-standardien vaatimukset. Tämän lisäksi tavoitteena on saada mahdollisimman suuri osa bituminkäsittelyssä käytettävästä prosessitekniikasta rahtikontteihin sisälle sekä tehdä tankeista mahdollisimman modulaariset.

Ham ja Rijsenbrij (2012, 46) mukaan seuraavat ISO-standardit rahtikonteille ovat tärkeimpiä:

- ISO 668 Series 1 Freight Containers - Classification, Dimensions and Ratings
- ISO 830 Freight Containers-Terminology
- ISO 1161 Series 1 Freight Containers - Corner fittings, Specifications
- ISO 1496 Series 1 Freight Containers - Specification and Testing
- ISO 3874 Series 1 Freight Containers - Handling and Securing
- ISO 6346 Freight Containers - Coding Identification and Marking
- ISO 9711 Freight Containers - Information related to containers on board vessels
- ISO 9897 Freight Containers - Container Equipment Data Interchange
- ISO 10374 Freight Containers - Automatic Identification

### 4.1 ISO 668 -standardin mukaiset vaatimukset ja mitat koskien rahtikontteja

Konttirunkona käytettiin ISO 668 -standardin mukaista 1AAA-rahtikonttia. Oheista taulukkoa tarkastellessa huomataan, että käytetyn 1AAA-rahtikontin maksimipituus on 12192 mm, maksimileveys 2438 mm ja maksimikorkeus 2896 mm (taulukko 1). 1AAA-rahtikontista käytetään myös paremmin ymmärrettävää nimitystä 40-jalkainen korkea rahtikontti.

Taulukko 1. ISO 668:2013 -standardin määrittelemät ulkoiset mitat, sallitut toleranssit ja luokitukset 1-sarjan rahtikonteille (ISO 668:2013).

Freight container designation	Length, <i>L</i>				Width, <i>W</i>				Height, <i>H</i>				Rating, <i>R</i> <sup>a</sup> (gross mass)	
		tol.		tol.		tol.		tol.		tol.		tol.	kg	lb
	mm		ft and in	in	mm	ft	in	mm	ft and in	in				
1EEE	1 3716	0 -10	45'	0 -3/8	2 438	0 -5	8	0 -3/16	2 896 <sup>b</sup>	0 -5	96'	0 -3/16	30 480 <sup>a</sup>	67 200 <sup>a</sup>
1EE									2 591 <sup>b</sup>	0 -5	86'	0 -3/16	30 480	
1AAA	12 192	0 -10	40'	0 -3/8	2 438	0 -5	8	0 -3/16	2 896 <sup>b</sup>	0 -5	9' 6'' <sup>b</sup>	0 -3/16	30 480 <sup>a</sup>	67 200 <sup>a</sup>
1AA									2 591 <sup>b</sup>	0 -5	8' 6'' <sup>b</sup>	0 -3/16		
1A									2 438	0 -5	8'	0 -3/16		
1AX									<2 438		<8'			
1BBB	9 125	0 -10	29' 11 3/4''		2 438	0 -5	8	0 -3/16	2 896 <sup>b</sup>	0 -5	9' 6'' <sup>b</sup>	0 -3/16	30 480 <sup>a</sup>	67 200 <sup>a</sup>
1BB									2 591 <sup>b</sup>	0 -5	8' 6'' <sup>b</sup>	0 -3/16		
1B									2 438	0 -5	8'	0 -3/16		
1BX									<2 438		<8'			
1CC	6 058	0 -6	19' 10 3/4''	0 -1/4	2 438	0 -5	8	0 -3/16	2 591 <sup>b</sup>	0 -5	8' 6'' <sup>b</sup>	0 -3/16	30 480 <sup>a</sup>	67 200 <sup>a</sup>
1C									2 438	0 -5	8'	0 -3/16		
1CX									<2 438		<8'			
1D	2 991	0 -6	9' 9 3/4''	0 -3/16	2 438	0 -5	8	0 -3/16	2 438	0 -5	8'	0 -3/16	10 160	22 400
1DX									<2 438		<8'			

<sup>a</sup> See 5.2.2.

<sup>b</sup> In certain countries there are legal limitations to the overall height of vehicle and load (for example for rail/road service).

Koska käytetty 1AAA-rahtikontti on 305 mm korkeampi kuin normaalikokoinen 1AA-rahtikontti, täytyy rahtikonttia teitse kuljetettaessa varmistaa, että kuljetuskorkeus ei ylitä suurinta sallittua korkeutta. Euroopassa yleisesti käytetty (International Transport Forum 2018) 4 m:n kuljetuskorkeus voi muodostua ongelmaksi, jos rahtikontin kuljetusalusta on yli 1 m:n korkea. Pääsääntöisesti kuljetuskorkeus ei kuitenkaan ole ongelma, jos sallittu maksimikorkeus on 4 m tai enemmän.

Käytetyn konttirungon sisämittoina ja oviaukon mittoina käytettiin ISO 668 -standardin mukaisia 1AAA-rahtikontin vastaavia mittoja (taulukko 2).

Taulukko 2. Sarjan 1 rahtikonttien pienimmät sisämitat ja oviaukon mitat (ISO 668:2013).

Dimensions in millimetres

Freight container designation	Minimum internal dimensions			Minimum door opening dimensions	
	Height	Width	Length	Height	Width
1EEE	Nominal container external height minus 241 mm	2 330	13 542	2 566	2 286
1EE			2 261		
1AAA			11 998	2 566	
1AA			11 998	2 261	
1A			11 998	2 134	
1BBB			8 931	2 566	
1BB			8 931	2 261	
1B			8 931	2 134	
1CC			5 867	2 261	
1C			5 867	2 134	
1D			2 802	2 134	

Käytetyssä konttirungossa olleet kulmakappaleet ja niiden sijoittelu noudattivat ISO 668 -standardissa ja ISO 1161 -standardissa ilmoitettuja mittoja.

#### 4.2 ISO 1496 -standardin osan yksi 1-sarjan rahtikontteja koskevat määritelmät ja testit

Prototyypinä valmistettu neljän bitumikontin kokonaisuus ei virallisesti täytä ISO 1496 -standardia, koska konttirunkoja ei ole testattu ISO 1496 -standardin edellyttämällä tavalla. Konttirunko kuitenkin teoriassa täyttää nämä vaatimukset. Toteutettujen bitumikonttien runkona käytetyt 40-jalkaiset korkeat rahtikontit olivat tämän standardin mukaisia. 40-jalkainen korkea rahtikontti ei kuitenkaan sellaisenaan sopinut bitumikontin rungoksi vaan rahtikonttiin jouduttiin tekemään luokkuja ja säleikköjä. Näistä muokkauksista johtuen käytetty 40-jalkainen korkea rahtikontti ei enää vastaa alkuperäistä hyväksytettyä rahtikonttia. Tulevaisuudessa bitumitankin runkona käytettävä 40-jalkainen korkea rahtikontti tilataan niin, että se on tässä työssä mainittujen standardien mukainen myös tehtyjen muutostöiden jälkeen.

ISO 1496 -standardin mainitsema lattian lujuustesti, koe nro 8, tulee suorittaa, vaikka bitumikontin sisällä ei tulla työskentelemään lastin käsittelylaitteiden kanssa. Koe nro 8:n tehtävä bitumikonttikonseptissa on varmistaa lattian riittävä lujuus, jotta lattia pystyy kantattelemaan täyden bitumitankin tukien lattialle aiheuttaman rasituksen. Koe nro 8:n mukaan lattian tulee kestää 2\*3630 kg:n kuormitus, kun kuormitusten nimellisväli on 760 mm:ä. 7260 kg:n tulee kohdistaa enintään 142 cm<sup>2</sup>:n alueelle. Tästä saadaan cm<sup>2</sup> kohdaiseksi kuormitukseksi 25,56 kg. Bitumitankissa käytetyt kolme tukea ovat I-palkkeja,

joiden pituus on 10190 mm ja leveys 160 mm. I-palkkien välinen etäisyys sisäreunoista mitattuna on 750 mm, joka on hyvin lähellä ilmoitettua 760 mm:n nimellisväliä. Bitumitankin paino on noin 10000 kg ja sen sisälle mahtuvan bitumin painoksi saadaan noin 48500 kg, kun bitumin painona käytetään 1050 kg/m<sup>3</sup> (Tekniikan taulukkokirja. Valtanen 2013, 436). Bitumin ja bitumitankin yhteispainoksi saadaan näin ollen 58500 kg. I-palkkien yhteenlaskettu pinta-ala on 48912 cm<sup>2</sup>. Kun lasketaan tästä cm<sup>2</sup>-kohtainen kuorma, saadaan tulokseksi 1,2 kg/cm<sup>2</sup>. Voidaan siis todeta lattian kestävän siihen kohdistetut kuormat ongelmitta.

Ongelmia saattaa aiheuttaa konttirunkona käytetyn rahtikontin sisälle asetettava käytön-aikainen maksimikuorma. Konttirunkona olevan merikontin paino lisättyine luokkuineen ja ritilöineen on arviolta noin 4000 kg (Hapag-Lloyd 2018). Painavimman Master-varustelutason bitumikontti painoi tyhjänä noin 17000 kg (Amomatic Oy 2018). Kun tästä vähennetään konttirungon paino, saadaan bitumitankin ja varustelun painoksi arviolta 13000 kg. Kun tähän vielä lisätään tankkiin mahtuvan bitumin paino, saadaan kokonaispainoksi 61500 kg. Kun pohjana käytetään ISO 1496 -standardin mukaista rahtikonttia, on kontinpohja testattu koe nro 2:ssa esitetyllä kaavalla:

$$2R - T$$

$$R = \text{ohjearvo}$$

$$T = \text{taara}$$

Kaava 1. ISO 1496-1:2013 koe nro 2:en kohdassa esitetty kaava, jolla testataan merikontin pohja kuormankantokykyä (ISO 1496-1:2013, 9).

Käytettäessä 40-jalkaista korkeaa rahtikonttia R on 30480 kg ja T on noin 4000 kg. T voi vaihdella hieman rahtikonttivalmistajasta riippuen. Testauspainoksi näillä luvulla saadaan 56960 kg, joka on 4540 kg vähemmän kuin lattian arvioitu maksimikuormitus käytön aikana.

Tarkasteltaessa konttirungon pohjan kestävyyttä täytyy miettiä pitäisikö tarkastelu tehdä todellisuutta vastaavalla 61500 kg:lla, jotta voitaisiin varmistua sen kestävyydestä. Toisaalta koe nro 8:ssa esitetyt arvot eivät ylity ja mikään tässä työssä mainituista standardeista ei edellytä testaamista suuremmalla painolla. Kun asiaa pohdittiin kokeneempien suunnittelun asiantuntijoiden kanssa, päädyttiin lopputulokseen, että ainakaan tässä

vaiheessa ei ole tarvetta testata rahtikontin pohjaa tavallista raskaammalla kuormalla. Lopputulemaan vaikuttivat seuraavat seikat:

1. Amomatic Oy:n tehnyt vastaavanlaisia ratkaisuja 40-jalkaisen rahtikontin sisään, jossa maksimikuormitus on ollut samankaltainen kuin tässäkin tapauksessa. Jo tehdyissä tapauksissa ei ole ilmennyt minkäänlaisia ongelmia rahtikonttirungon tai rahtikontin pohjan kestävyyyden kanssa. Tähän kokemukseen pohjautuen tehtiin oletus, että myöskään näissä ei tule esiintymään ongelmia rahtikonttirungon kanssa.
2. Nyt tehdyt ja suunnitellut bitumikontit ovat ensimmäinen toteutus nyt kehitetystä konseptista ja siitä saatuja kokemuksia hyödynnetään konseptin jatkokehityksessä. Jos nämä kokemukset antavat syyn tarkastella uudestaan rahtikonttien pohjaa tai muita rakenteita, niin näin tehdään.
3. Paine laskea bitumikonttirungon hintaa vaikutti myös päätökseen. Jos bitumikontin pohjana ei enää voitaisi käyttää tavallista jo hyväksyttyä 40-jalkaista korkeaa rahtikonttia, tulisi hyväksymisprosessi uusia tämän osalta, mikä lisäisi bitumikonttirungon hintaa entisestään.

Valmistettuun bitumikonttiin, joka varusteltiin Master-tason laitteistolla, kokonaispainoksi laskettiin noin 17000 kg. Näin ollen hyötykuormaksi saadaan noin 13500 kg. Bitumitankissa olevaa bitumia ei voida kuitenkaan laskea hyötykuormaksi, koska bitumitankit on tarkoitus hyväksyttää yleismalliseksi rahtikontiksi. Pienehkön hyötykuorman ja jatkuvaan bitumin kuljetukseen soveltumattomana bitumikonttia ei kannata käyttää bitumin kuljetukseen. Näin ollen hyötykuormaksi voidaan lähinnä katsoa tankin etuosaan sijoitettavat välineet ja tarvikkeet, jotka eivät ole osa bitumikontin varustelua. Käytettyä rahtikonttirunkoa ei haluttu hyväksyttää pienemmälle kuormalle seuraavista syistä:

1. Normaalista poikkeava hyväksyntä tuo turhia kuluja.
2. Täydelle painolle hyväksytetty rahtikonttirunko antaa mahdollisuuden tehdä kontin sisäisiä muutoksia, jotka lisäävät merkittävästi painoa.

### 4.3 ISO 6346 -standardin mukainen rahtikonttien merkkaus ja tunnistus

Bitumikonttien merkinnät tehdään ISO 6346 -standardin mukaan. Suurimpana sallittuna kokonaismassana käytetään 40-jalkaisen korkean ISO-rahtikontin maksimipainoa, joka on ISO 668 -standardin mukaan 30480 kg. Näin tehdään, koska bituminkontin runkona käytetään 40-jalkaista korkeaa standardi rahtikonttia, joka on jo suunniteltu kestävästi kyseinen 30480 kg:n maksimipaino. ISO 6346 -standardin vaatimaksi hyötykuormaksi ilmoitetaan 30480 kg, josta vähennetään bitumikonttirungon paino sekä 2000 kg. Bitumikonttirungolla käsitetään tässä vaiheessa konttirunko ja siihen liitetyt luukut ja säleiköt sekä konttirungon sisällä oleva bitumitankki eristeineen ja tankin sisällä olevine varusteineen. Hyötykuorman määrästä vähennetään 2000 kg, jotta kontin etuosaan sijoitettava varustelu, joka voi vaihdella kontteittain, saadaan sisällytettyä bitumikonttirungon painoon. Näin varmistetaan, että ilmoitettu hyötykuorma ei ole liian suuri missään varusteluvaihtoehdossa. 2000kg:n vähennysmäärään päästiin, kun arvioitiin Master-varustepaketin laitteiden ja putkien paino. Master-kontin varustelutasoa käytettiin, koska se on laajin ja samalla painavin konttiin sijoitettava varustelupaketti. Master-varustelupaketti sisältää seuraavia osia ja komponentteja:

1. 2x Bitumipumppu, 337 kg/kpl
2. 11x Valbia 100DA toimilaite, 5,05 kg/kpl
3. 15x DN80 venttiili 20,5 kg/kpl
4. 1x Sähkökeskus ja sähkökeskuksen teline noin 250 kg
5. Noin 20m pitkä putkisto sisältäen laipat ja kiinnikkeet noin 300 kg
6. Pumppujen telineet noin 200 kg
7. Muut osat ja eristeet noin 200 kg

## 5 TYÖN TAVOITTEET JA BITUMINKONTTIEN SUUNNITTELU

### 5.1 Valmistus ja kuljetus

Suunnittelun lähtökohta oli, että rahtikontti ja bitumisäiliö sen sisällä olisi mahdollista aina tilata samanlaisena pakettina sopivalta alihankkijalta ja ne varusteltaisiin Amomatic Oy:llä kulloisenkin tilauksen mukaiseksi kokonaisuudeksi.

Kun perusrunko pysyy aina samanlaisena, voidaan näitä tilata suurempi määrä kerralla ja jättää osa konteista varastoon odottamaan seuraavaa tilausta. Näin päästään käyttämään kustannustehokkaasti esimerkiksi aasialaisia yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet konttien rakentamiseen ja kuljettaa valmiit konttirungot merirahtina Suomeen varusteltaviksi.

Nykyiset Amomatic Oy:n tarjoamat konttimalliset säiliöt täyttivät vain ISO-standardien mukaisten rahtikonttien ulkomittavaatimukset, kun niiden ulkopuolinen varustelu on pu- rettu. Näiden rahtikontin lujuutta ei kuitenkaan ole testattu ISO-standardien mukaisesti. Minkä takia merikuljetuksessa ne olisi pitänyt kuljettaa aina päällimmäisinä kontteina mikä lisää kustannuksia sekä vähentää joustavuutta, koska päällimmäisiä konttipaikkoja on huomattavasti vähemmän tarjolla.

Toinen ongelma on ollut toimitusaika. Nyt myydyille kokonaisuuksille, jotka sisältävät bitumikontin tai -kontteja on luvattu toimitusajaksi 12–14 vk. Konttien varusteluun meillä on laskettu 2–4 vk per kontti riippuen varustelun tasosta. Konttirunkojen toimitusaika tilauksesta on noin 6–8 vk nykyisiltä alihankkijoiltamme, jotka sijaitsevat Baltian maissa. Nyt voidaan jo havaita, että konttien valmistukseen kuluva aika voi kokonaisuudessaan olla 8–12 vk.

Oheisesta taulukosta voidaan huomata, että kuljetusaika Pohjois-Eurooppaan on noin 30 päivää. Aika voi vaihdella suurestikin riippuen sataman sijainnista Kiinassa sekä valitsevista sääoloista kuljetuksen aikana sekä käsiteltävän rahdinmäärästä satamissa joiden kautta rahtikontti kulkee (kuva 3).

Region	How long
USA & Canada (West)	20 days
USA & Canada (East)	30 days
Western Europe	25 days
Northern Europe	30 days
Southern Europe	27 days
Australia	15 days
India	15 days
Southeast Asia	9 days
Eastern Africa	30 days
Western Africa	40 days
Japan	3 days
South Korea	4 days
South America (East)	30 days
South America (West)	45 days

Kuva 3. Rahtikontin merikuljetukseen kuluva aika-arvio, kun lähtömaana on Kiina. (Cargo From China 2018)

Alemmasta kuvasta voidaan todeta eri toimijoiden aika-arvio Kiinan Qingdaon satamasta Saksan Hampurin satamaan olevan 28–42 päivää (kuva 4).

Tästä voidaan arvioida, että rahtikontin kuljetus laivalla Suomeen kestää 5–14 päivää kauemmin vertailukohtana olevaan Hampurin satamaan. Rahtikontin merikuljetukseen kuluva aika Kiinasta Suomeen on siis noin 5–8 vk. Jos konttirunko valmistettaisiin Kiinassa ja laivattaisiin Suomeen varusteltavaksi kulusi tähän aikaan 13–20 vk olettaen, että kiinalainen alihankkija tekee konttirungon samassa ajassa kuin nykyisetkin alihankkijat. Parhaimmillaan päästään siis 13 vk:n toimitusaikaan, kun kontin varustelutaso olisi yksinkertainen ja mitään viivästyksiä ei tulisi missään vaiheessa prosessia. Monimutkaisemmassa varustelutasossa kokonaisaika olisi vähintään 15 vk. Teoriassa aika voisi siis



riittää hyvin yksinkertaisen bitumikontin valmistukseen. Käytännössä kuitenkin asema-toimituksiin lähes poikkeuksetta sisältyy vähintään yksi monimutkaisemmin varusteltu bitumikontti, joka pidentää valmistusaikaa 1–2 vk. Näin päästäisiin 14–15 vk:n valmistusaikaan, jos merikuljetus sujuisi 5 vk:ssa, mikä on epätodennäköistä. Teoriassa siis voitaisiin päästä 14 vk:n toimitusaikaan bitumikonttien osalta, joka riittäisi juuri ja juuri pidempään 14 vk:n kokonaistoimitusaikaan asemalle. Myöhästyminen kuitenkin olisi lähes varmaa, koska optimi 14 vk:n toimitusaikaan bitumikonttien osalta tuskin todellisuudessa päästäisiin.

Nykyinen alihankkija, joka jo toimittaa meille konttirunkoja muihin tarkoituksiin, pystyy toimittamaan myös bitumikontin tarvitseman konttirungon ja sen sisältämän bitumisäiliön. Kyseinen alihankkija tarjoaa rahtikontteihin 7 vk:n toimitus ajan Kiinasta Amomatic Oy:lle. Jos bitumikonttirungot tilattaisiin heiltä, saataisiin kokonaistoimitus ajaksi 15–17 vk bitumikonttien varustelutasosta riippuen, toimitusaika olisi siis joka tapauksessa yli 14 vk.

Opinnäytetyössä haluttiin pienentää toimitusaikaa tilaamalla bitumikonttirungot Kiinasta etukäteen, jolloin ne voitaisiin välivarastoida Amomatic Oy:n tiloihin Suomessa. Jotta tämä onnistuisi, pitää bitumikonttirungon olla toteutettu modulaarisella rakenteella, jotta yhteen bitumikonttirunkoon voidaan toteuttaa kaikki varustelutasot. Näin ollen valmiita bitumikonttirunkoja voitaisiin tilata Kiinasta etukäteen välivarastoon odottamaan asiakkaan tilausta kyseisestä tuotteesta. Kun bitumikonttirunkoja olisi varastossa, bitumikontin toimitusaika olisi enää varustelutasosta kiinni, eli toimitusaika tällöin olisi 2–4 vk.

Näin menettelemällä saavutetaan helposti 12–14 vk:n toimitusaika bitumikonttien osalta ja pystyttäisiin antamaan myös tuotantoon joustavuutta. Bitumikontteja voitaisiin, esimerkiksi varustella silloin, kun muissa alihankkijoilta tilatuissa komponenteissa olisi toimitusviivettä, jolloin voitaisiin välttää mahdollisia odottelutyötunteja tuotannon puolella (Cargo From China 2018).

Different carrier	How long
By EMC	33 days
By KLINE	31 days
By YML	31 days
By OOCL	32 days
By ANL	30 days
By MSC	38 days
By COSCO	34 days
By NYK	32 days
By WanHai	34 days
By CSCL	31 days
By CMA	30 days
By PIL	33 days
By CSAV	37 days
By UASC	28 days
By IRISL	42 days
By HPL	32 days

Kuva 4. Rahtikontin merikuljetukseen kuluva aika-arvio toimitsijoittain, kun lähtö paikana on Qingdaon satama Kiinassa ja pääte sataman Hampurin satama Saksassa. (Cargo From China 2018)

Kuljetusmääräyksiä käsiteltäessä bitumilla tarkoitetaan tässä yhteydessä tiestön päällystesovelluksissa käytettäviä bitumilaatuja. Bitumiliuoksia ja fluksattuja bitumeja koskevat kuljetusmääräykset voivat poiketa näistä. Myöskään lentorahtia koskevia kuljetusmääräyksiä ei ole tässä tutkittu, koska kuljetettavaa tuoteta ei hyvin suurella todennäköisyydellä tulla kuljettamaan lentorahtina hyvin korkeiden kuljetuskustannusten takia.

Bitumi luokitellaan kansainvälisten kuljetus säädösten mukaan vaaralliseksi aineeksi maanteitse, rautateitse tai vesitse kuljetettaessa, kun bitumin lämpötila on yli 100 °C. (Nynas 2018.) Jos bitumin lämpötila on alle 100 °C sitä ei luokitella edellä mainituissa kuljetusmuodoissa vaaralliseksi aineeksi. Nyt suunniteltuja bitumikontteja ei ole

tarkoitettu säilyttämään bitumia kuumana kuljetuksen aikana vaan tankissa jäljellä olevan bitumin tulee olla korkeintaan 100 °C:n lämpötilassa, kun bitumikonttia aiotaan siirtää. Tästä syystä bitumitankkien kuljetuksessa ei tarvita erityislupia vaan ne voidaan kuljettaa tavallisen rahtikontin kuljetusmääräysten mukaisesti. Näin voidaan kuljetuskustannuksissa säästää merkittävästi, kun ei tarvita kuljetusvälineeltä tai kuljettajalta erikoislupia. Myös kuljetukseen käytettävien kuljetusvälineiden valikoima on laaja ja runsas, minkä johdosta kuljetus voidaan tilata hyvin lyhyellä varoitusajalla. Kustannukset kuitenkin luonnollisesti voivat nousta hieman, jos kuljetus tilataan hyvin lyhyellä varoitusajalla. Hyvin suunniteltuna bitumisäiliöiden kuljetus on edullisempaa kuin lavettikuljetuksena tai kansirahtina kuljetettavat bitumin säilytykseen tarkoitettujen säiliöiden kuljetus. Jos bitumikontti tai bitumikontit kuljetetaan laivarahtina ja niissä on bitumia sisällä, täytyy laivayhtiölle tehdä ilmoitus asiasta.

## 5.2 Vertailu vanhan tuotteen ja uuden konseptin välillä

Tarkka vertailu esitetty vain Amomatic Oy:lle toimitetussa kappaleessa.

## 5.3 Modulaarisuus ja suunnittelu

Esitetty vain Amomatic Oy:lle toimitetussa kappaleessa.

## 5.4 Bitumitankin lämmitys

Bitumitankin lämmityksen toiminta esitetty vain Amomatic Oy:lle toimitetussa kappaleessa.

## 5.5 Putkiston ja bitumipumppujen lämmitys

Putkiston ja bitumipumppujen lämmityksien toiminta esitetty vain Amomatic Oy:lle toimitetussa kappaleessa.

## 5.6 Lämpölaajeneminen

Tarkat arvot esitetty vain Amomatic Oy:lle toimitetussa kappaleessa.

## **6 PROSESSITEKNIikka**

Esitetty vain Amomatic Oy:lle toimitetussa kappaleessa.

## 7 YHTEENVETO

Työn keskeisenä tavoitteena oli sovittaa bitumitankki ja bitumin siirtämiseen käytetty putkisto ja laitteet 40-jalkaisen korkean rahtikontin sisälle. Tässä tavoitteessa onnistuttiin hyvin ja kaikki tarvittavat välineet saatiin sijoitettua 40-jalkaisen korkean rahtikontin sisään. Pois lukien ylempien bitumikonttien bituminsekoittimet, ylempien bitumikonttien hoitotasot ja bitumikonttien väliset väliputket. Työtä aloittaessa oli jo tiedossa, että edellä mainitut osat joudutaan sijoittamaan bitumikonttien ulkopuolelle, jotta konsepti olisi toteutettavissa ja toimiva. Näistä osista kuitenkin tehtiin helposti irrotettavia ja asennettavia, jotta nämä osat olisi helppo ottaa kuljetuksen ajaksi pois ja asentaa uudelleen kuljetuksen jälkeen.

Työn toisena tavoitteena oli kasvattaa bitumitankin hyötytilavuutta. Vanhassa bitumikonttimallissa bitumitankin tilavuuden käyttöastetta rajoitti suuresti lämmitysvastusten sijoittelu ja niiden toiminta.

Uuteen bitumitankkiin valittiin 50 % paksumpi eristys, kuin mitä vanhassa bitumitankissa oltiin käytetty. Kun verrataan uutta bitumitankkia ohkaisemmalla ja paksummalla eristyksellä, voidaan huomata, että 50 %:n ero eristepaksuudessa vähentää bitumitankin kokonaistilavuutta jonkin verran. Uudessa bitumikonttikonseptissa tosin käytettiin 40-jalkaista korkeaa rahtikonttia toisin kuin vanhassa bitumikontissa, jossa käytettiin normaalia 40-jalkaista rahtikonttia. Korkeusero näiden kahden välillä on 305 mm (ISO 668:2013). Korkean mallisen rahtikontin käyttö helpotti huomattavasti tilavuustavoitteen täyttymistä. Uudessa bitumikonttimallissa toinen suuri ero bitumitankin tilavuuden kannalta eristepaksuuden lisäksi, on sen pituus. Uudenmallinen bitumitankki on huomattavasti lyhyempi kuin vanhanmallinen bitumitankki. Uudessa bitumikonttimallissa bitumitankkia jouduttiin lyhentämään, jotta kaikki vaadittu prosessitekniikka ja putkisto saatiin mahtumaan bitumikontin sisälle.

Uudessa bitumikonttimallissa päästiin kuitenkin samaan käyttötilavuuteen kuin vanhanmallisessa bitumikontissa uusien suunnitteluratkaisujen avulla. Samalla hyödynnettävän tilavuuden osuutta koko bitumitankin tilavuuteen pystyttiin kasvattamaan merkittävästi, lähes 11 % verrattuna aikaisempaan.

Konttirungon sisälle sijoitetussa bitumitankissa ja siihen liittyvässä putkistossa ilmeni parannuskohteita. Näitä kohteita tosin pystytään muokkaamaan ilman, että konttirunkoon

tehdään muutoksia. On tärkeää, että konttirunkoon ei tehdä enää muutoksia ISO-hyväksynnän jälkeen, jotta ISO-hyväksyntää ei menetetä tehtyjen muutosten johdosta.

Konttirunkojen modulaarisuusperiaate onnistui hyvin ja konttirunkoihin ei juurikaan jouduttu tekemään ulkoisia muutoksia. Ainoastaan päällimmäisten bitumikonttien sekoittajien syvennyksiin jouduttiin lisäämään sadeveden poisto, jotta vesi ei pääsisi kastelemaan eristystä. Tämä puute on kuitenkin nyt tiedostettu ja seuraavalla kerralla tarvittavat työt teetetään alihankkijalla, joka tekee konttirungon ja sen sisälle asennettavan bitumitankin.

Koska uudessa bitumikontti mallissa bitumitankki on mahdollista imeä aivan tyhjäksi, tulisi bitumin pinnankorkeus tai vähintäänkin pinnankorkeuden alaraja pystyä mittaamaan aivan bitumitankin pohjasta. Myös lämpötila-anturin tulisi olla aivan bitumitankin pohjassa, jotta lämpötilamittaus olisi luotettava riippumatta bitumitankin täyttöasteesta. Pinnankorkeuden mittaus ei sinänsä ole kriittisin mittaus vaan alaraja, kun ajatellaan säiliön imemistä tyhjäksi. Tämä johtuu siitä, että alarajalla ohjataan bitumitankin lämmitysvastuksia. Alarajan aktivoituessa, lämmitysvastukset sammutetaan automaattisesti, vaikka bitumitankissa on vielä jäljellä bitumia. Jäljellä oleva bitumi voidaan imeä bitumitankista pois, jos se tehdään ennen kuin bitumi ehtii jäähtyä ja kohmettua pumppauskelvottomaksi.

## LÄHTEET

Amomatic Oy 2018. Yritysesittely. Viitattu 7.3.2018

<https://www.amomatic.com/>

Cargo From China 2017. Merikuljetukseen kuluva aika. Viitattu 22.2.2018

<https://cargofromchina.com/sea-freight/>

CheGuide 2018. Eristetyn putken lämpöhukat. Viitattu 6.3.2018

<https://cheguide.com/>

Drewery supply chains 2015. Laivojen CO<sub>2</sub>-päästöt. Viitattu 17.4.2018

[http://www.worldshipping.org/industry-issues/environment/air-emissions/1\\_Drewry\\_Says\\_Shipping\\_is\\_cutting\\_CO2\\_emissions.pdf](http://www.worldshipping.org/industry-issues/environment/air-emissions/1_Drewry_Says_Shipping_is_cutting_CO2_emissions.pdf)

Economist 2013. kuljetusaika ovelta-ovelle ja konttien kuljetusaika. Viitattu 17.4.2018

(<https://www.economist.com/news/finance-and-economics/21578041-containers-have-been-more-important-globalisation-freer-trade-humble?fsrc=nlw|hig|5-16-2013|5722602|36523255>).

Emerson 2015. Pintarajakytkimen tiedot. Viitattu 12.3.2018

<http://www.emerson.com/documents/automation/data-sheet-magnetic-float-switches-for-liquid-level-alarm-pump-control-en-67084.pdf>

Engineering Toolbox 2018. Putken painehäviö. Viitattu 27.3.2018

[https://www.engineeringtoolbox.com/darcy-weisbach-equation-d\\_646.html](https://www.engineeringtoolbox.com/darcy-weisbach-equation-d_646.html)

Engineering Toolbox 2018. Laminaarisen virtauksen kitkakerroin. Viitattu 27.3.2018

[https://www.engineeringtoolbox.com/laminar-friction-coefficient-d\\_1032.html](https://www.engineeringtoolbox.com/laminar-friction-coefficient-d_1032.html)



Ham, H., Rijsenbrij, J. 2012. Development of containerization: success through vision, drive and technology. Amsterdam: IOS Press.

Hapag-Lloyd 2018. 40-jalkaisen korkean rahtikontin paino. Viitattu 19.3.2018

<https://www.hapag-lloyd.com/en/products/fleet/container/40-standard-high-cube.html>

Heatchem 2016. Lämmityskaapelin lämmitys teho. Viitattu 7.3.2018

[http://www.heatchem.com/tiedostot\\_tuoteluettelo/1245521\\_ILS\\_data%20sheet.pdf](http://www.heatchem.com/tiedostot_tuoteluettelo/1245521_ILS_data%20sheet.pdf)

Ilmatieteenlaitos 2017. Tuulivaroitukset. Viitattu 6.3.2018

<http://ilmatieteenlaitos.fi/tuulivaroitukset>

International Transport Forum 2016. Kuljetus korkeus. Viitattu 19.3.2018

[https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dimensions\\_0.pdf](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dimensions_0.pdf)

ISO 2018. ISO-lyhenteen merkitys. Viitattu 28.3.2018

<https://www.iso.org/home.html>

Nynas 2017. Nynas 70/100 bitumin käyttöturvallisuusohjeet. Viitattu 23.3.2018

[https://ny-port.nynas.com/Apps/1112.nsf/wds/GB\\_EN\\_Nynas\\_70\\_100/\\$File/Nynas\\_70\\_100\\_GB\\_EN\\_SD\\_S.pdf](https://ny-port.nynas.com/Apps/1112.nsf/wds/GB_EN_Nynas_70_100/$File/Nynas_70_100_GB_EN_SD_S.pdf)

Nynas 2018. Nynas 70/100 bitumin ominaisuudet. Viitattu 26.3.2018

[https://ny-port.nynas.com/Apps/1112.nsf/wpds/GB\\_EN\\_Nynas\\_70\\_100/\\$File/Nynas\\_70\\_100\\_GB\\_EN\\_PD\\_S.pdf](https://ny-port.nynas.com/Apps/1112.nsf/wpds/GB_EN_Nynas_70_100/$File/Nynas_70_100_GB_EN_PD_S.pdf)

Paroc 2018. Putkieristeen materiaali ja lämmönjohtavuus. Viitattu 20.3.2018

<http://www.paroc.fi/tuotteet/talotekniikka-ja-prosessiteollisuus-laitevalmistus/kivivillakourut/paroc-hvac-aircoat>

Paroc 2018. Seinäeristeen materiaali ja lämmönjohtavuus. Viitattu 20.3.2018

<http://www.paroc.fi/tuotteet/rakennuseristeet/yleiseristeet-eristelevyt-ja-eristematot/paroc-extra>

SFS. 2013. SFS-ISO 6346: Freight containers. Coding, identification and marking.

SFS. 2013. SFS-ISO 668 Series 1 freight containers – Classification, dimensions and ratings.

<https://www.sis.se/api/document/preview/916460/>

SPXFlow 2018. Johnson bitumipumppu. Viitattu 26.3.2018

<http://www.spxflow.com/en/assets/pdf/JP-TG120-100EN-web.pdf>

Tom 2015, Rahtikonttien historia. Viitattu 16.4.2018

<https://www.containerhomeplans.org/2015/03/a-complete-history-of-the-shipping-container/>

Valtanen, E. 2013 Tekniikan taulukkokirja. Mikkeli: Genesis-Kirjat Oy

World Shipping Council 2018, Kontteihin liittyvät säädökset ja nykytilanne. Viitattu 17.4.2018

<http://www.worldshipping.org>