

KONTTILUKIN PUNNITUSJÄRJESTELMÄ



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Kevät 2017

Harri Artikainen

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Valkeakoski

Tekijä	Harri Artikainen	Vuosi 2017
Työn nimi	Konttilukin punnitusjärjestelmä	
Työn ohjaaja	Katariina Penttilä	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö on tehty punnitusalan yritykseen. Työn päätarkoituksena oli tehdä asennusohje, miten Kalmarin konttilukkiin asennetaan kontin punnitusjärjestelmä. Asennusohjeelle oli selvä tarve, koska antureiden kysyntä kasvaa koko ajan. Yritys voi jatkossa lähettää asennusohjeen antureiden mukana asiakkaalle. Opinnäytetyössäni on kerrottu anturin valmistuksesta ja tehdastestauksesta. Lisäksi työssä tuodaan esiin asennetun punnitusjärjestelmän viritys ja varmennus.

Opinnäytetyön alussa esitellään merenkulkujärjestö IMO, joka päivitti SOLAS-asetusta entistä tiukemmaksi. Uusi asetus määrää merikonttien punnituksen pakolliseksi ennen laivausta. Asetusta tiukennettiin ainakin kahdesta syystä: turvallisuus ja raha.

Teoria-osuudessa käsitellään myös erityyppisiä merikuljetuskontteja, tutustutaan Kalmarin konttilukkimallistoon, punnitusantureissa käytettyihin venymäliuskoihin sekä CAN-väylän toimintaan.

Työn toteutuksessa käytin kuvamateriaalia, joita olin ottanut kesän ja syksyn aikana eri asennustyömailla Suomen satamissa. Kuvien tueksi kirjoitin mahdollisimman tarkasti jokaisen työvaiheen kulun.

Työn tuloksena valmistui hyvin yksityiskohtainen punnitusantureiden asennusohje.

Avainsanat Solas, konttilukki, CAN-väylä.

Sivut 38 sivua, joista liitteitä 0 sivua

Degree Programme in Automation Engineering
Valkeakoski

Author	Harri Artikainen	Year 2017
Subject	Straddle carrier weighing system	
Supervisor	Katariina Penttilä	

ABSTRACT

This bachelor's thesis was commissioned by a company operating in the weighing industry. The main purpose of the work was to make instructions on how to install a container weighing system into Kalmar straddle carriers. There was a clear need for installation instructions, because the demand for sensors is increasing all the time. In the future company, can provide the installation instructions together with the sensor to the customer. In this thesis project, I examined the production and factory testing of sensors. Additionally, my work focuses on tuning and verification of the installed weighing system.

At the beginning of the thesis maritime organization IMO is presented, which updated the SOLAS regulation making it even stricter. The new regulation states as mandatory the weighing of sea containers before loading them to ship. The regulations were tightened at least for two reasons: security and money.

The theory section also deals with different types of sea containers, examining the Kalmar straddle carrier collection, different types of strain gauges which are used in load cells, as well as the CAN-bus activity.

For the implementation of the project I used footage, which I had taken during the summer and fall at various installation sites in Finnish ports. In support of the images I describe each operation as accurately as possible.

As a result of the project very detailed installation instructions on the weighing system were produced.

Keywords Solas, Straddle carrier, CAN-bus.

Pages 38 pages including appendices 0 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	KONTTILUKKI & RAHTIKONTTI.....	2
2.1	CSC – Container Straddle Carrier	2
2.2	ESC – Electrical Straddle Carrier	3
2.3	Hybrid Straddle Carrier	3
2.4	Kontti.....	3
3	MERENKULUN ORGANISAATIOITA JA SOPIMUKSIA.....	5
3.1	Trafi	5
3.2	Solas	5
3.3	IMCO/IMO	7
4	CAN (CONTROLLER AREA NETWORK).....	7
4.1	Ominaisuudet	7
4.2	Fyysinen kerros.....	8
4.3	Kehysrakenne	8
4.3.1	Sanomakehys.....	9
4.3.2	Kyselykehys.....	10
4.3.3	Virhekehys	10
4.3.4	Ylikuormituskehys.....	10
4.4	Bit-Stuff	10
4.5	Protokolla	10
4.6	CAN Low ja High Speed	11
5	VENYMÄLIUSKA	11
5.1	Rakenne ja toiminta	12
5.2	Venymäliuskan tyypit	13
5.3	Wheatstone.....	13
6	PUNNISTUSANTURIN VALMISTUS	15
6.1	Anturin leimat	16
6.2	Anturin hionta ja puhdistus.....	16
6.3	Venymäliuskojen asennus	16
6.4	Kytkenät	17
6.5	Poskilevyt	17
6.6	Laakerointi.....	18
6.7	Vetotesti.....	19
7	ANTURIEN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO.....	20
7.1	Valmistelut	20
7.2	Riipukkeiden irrotus	21
7.3	Anturien kaapelointi tarttujaan	24

7.4	Digital Measurement Unit:n (DMU) asennus.....	25
7.5	Tiedonsiirtokaapelin asennus	26
7.6	Ohjaamon kytkennät.....	28
7.7	Ohjelmien lataus & aktivointi.....	29
7.8	Vaa'an viritys	29
8	VARMENNUS "KRUUNAUS"	30
9	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET.....	31

1 JOHDANTO

Kesällä 2016 merikonttien lastaus laivaan koki suuren muutoksen uuden SOLAS-asetuksen tultua voimaan. Asetuksen johdosta jokainen lastattava kontti on punnittava ennen laivausta. Suuressa osassa Suomen satamia ei kontinkäsittelylaitteissa ollut tyyppihyväksytyjä punnituslaitteita, joten satamaoperaattorit alkoivat hankkia niitä nopealla aikataululla.

Pirkanmaalainen yritys on erikoistunut erilaisten punnitusjärjestelmien tuotekehitykseen, valmistukseen ja asennuksiin. Yhtiö on perustettu vuonna 1972 ja pääkonttori sijaitsee Tampereella. Tytäryhtiöitä on ympäri Eurooppaa ja henkilöstöä 140. Vientitoimintaa yrityksellä on yli 50 maahan ja toimitettuja laitteita on jo yli 25 000 kappaletta. Päätuotteina yrityksellä on pyöräkuormaaja va’at sekä nosturi- ja jäteautojen punnitusjärjestelmät. Uutena tuotteena yritys tarjoaa punnitusjärjestelmiä Kalmarin konttilukkiin ja kurottajaan.

Opinnäytetyöni päätavoite on dokumentoida Kalmarin konttilukkiin suoritettava punnitusjärjestelmän asennus. Olen aiemmin työskennellyt Kalmarilla, joten erilaiset satamanosturit ovat minulle ennestään tuttuja. Opinnäytetyöni aihe syntyi kesällä 2016, kun olin asentamassa punnitusjärjestelmiä Suomen satamissa. Kerron työssäni myös antureiden valmistuksesta ja tehdastestauksesta. Opinnäytetyöni alussa on teoriaa konttilukeista, merenkulun sopimuksista, venymäliuskoista sekä CAN-väylästä, jota konttilukin punnitusjärjestelmässä käytetään tiedonsiirtoon.

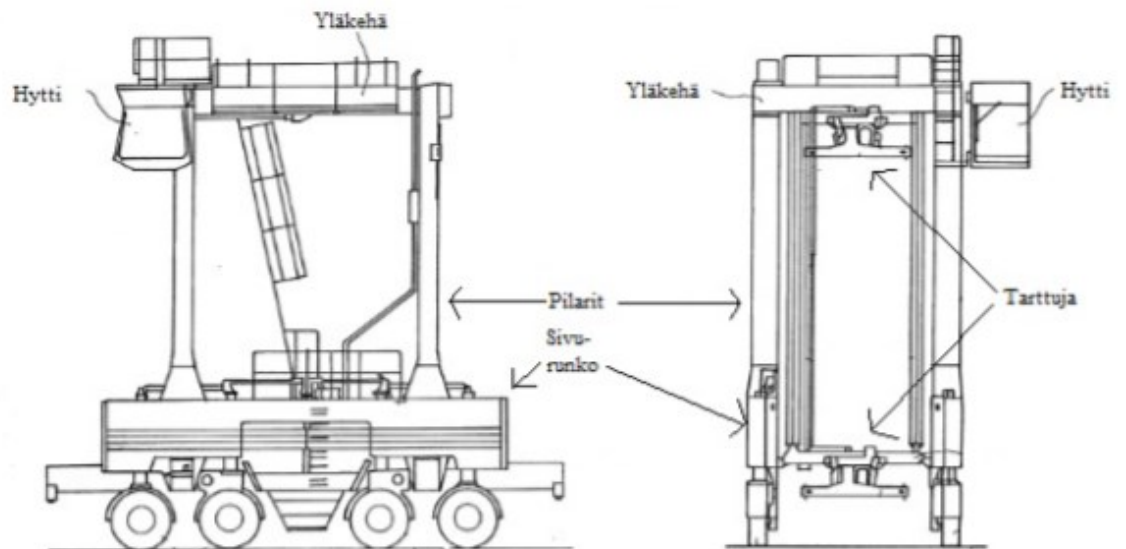
2 KONTTILUKKI & RAHTIKONTTI

Konttilukki on raskas työajoneuvo, jota käytetään satamissa erikokoisten konttien pinoamiseen ja siirtämiseen. Lukit pystyvät pinoamaan jopa neljä konttia päällekkäin ja maksimi kontin paino voi olla jopa 60 tonnia. Konttilukilla autetaan satamanostureita konttien lastaus ja purku vaiheessa ja niillä voidaan myös suorittaa rekkojen ja junien purkamisen ja lastaaminen. (Logistics training council n.d.)

Kalmar on valmistanut konttilukkeja jo 70 vuotta ja tähän mennessä on yli 5000 lukkia toimitettu asiakkaille. Kalmarilla on useita eri konttilukki malleja tarjolla. Kaikki mallit ovat modulaarisia, joka tarjoaa asiakkaalle mahdollisuuden muokata koneita omien tarpeidensa mukaan. Lukin voi tarvittaessa varustaa esimerkiksi twinlift-tarttuja, jolla voidaan nostaa kahta 20-jalan konttia yhtä aikaa. (Kalmar n.d.)

2.1 CSC – Container Straddle Carrier

CSC-lukki on Kalmarin myydyin klassikkomalli. Voiman lähteenä lukissa on kaksi dieselmoottoria, jotka sijaitsevat molemmissa sivurungoissa (kuva 1). Nostokoneisto toimii hydraulikkapaineella, jonka dieselmoottorit tuottavat. CSC-koneen huoltoväli on 1000 tuntia ja huoltokohteet ovat helposti tavoitettavissa. (Kalmar n.d.)



Kuva 1. Konttilukin rakenne (US patent and trademark office 2002, 1).

2.2 ESC – Electrical Straddle Carrier

ESC-lukki on sähköinen konttilukki. Käyttövoimansa se saa generaattorista, jota pyöritetään dieselmoottorilla. Lukin ajotoiminta perustuu sähköön, mutta konttien nostoon voidaan käyttää myös hydraulikkaa. Sähköisen konttilukin hyviä puolia on ympäristöystävällisyys, pieni polttoaineenkulutus ja alhaiset melutasot. (Kalmar n.d.)

2.3 Hybrid Straddle Carrier

Hybridi-lukin etuina esimerkiksi ESC-lukkiin on hukkaenergian talteenotto. Regeneratiivinen energiajärjestelmä muuntaa jarrutuksissa ja tarttujan alas laskemisessa syntyvän energian sähköksi ja varastoi sen lukin omaan akkujärjestelmään. Tällä hybridimoottoriteknologialla pystytään vähentämään polttoaineenkulutusta 40 % sekä pienentämään hiilidioksidipäästöjä. (Kalmar n.d.)

2.4 Kontti

Kontilla tarkoitetaan jatkuviin kuljetuksiin suunniteltua, koneellisesti käsiteltävää, kaikille pintakuljetusmuodoille soveltuvaa, vakikokoista sekä suljettavaa kuljetusyksikköä, joka mahdollistaa toimituksen kokonaisuena lähettäjältä vastaanottajalle ilman kuorman välikäsittelyä. Tärkein konttien käyttöalue on valtamerikuljetukset. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 121.)

Standardimitoitettut rahtikontit ovat toisiinsa liitettävissä ja niitä voidaan pinota useita päällekkäin. Kontit ovat suhteellisen edullisia ja kestäviä. Kontti on sopiva pakkaus erilaisille kuljetuksille tai varastointia varten. Se sopii niin rekan lavalle, junan vaunuun kuin laivan kannelle tai ruumaan. Jäähdytyksellä tai lämmityksellä varustetut kontit antavat mahdollisuuden elintarvikkeiden pitkille kuljetuksille. Satamissa on olemassa monenlaisia nosturi- ja trukkikalustoa kontin käsittelyä varten. (Logistiikan maailma n.d.)

Kontin yleinen valmistus materiaali on teräs. Valmistuksessa käytetään myös kovapuuvaneria lattiassa, kumitiivisteitä ja alumiinisia popniittejä. Suljettu kontti on yleisin malli ja se on tarkoitettu kappaletavaralle. Suljetun kontin lastaus tapahtuu kontin päässä olevista ovista. Kuormauksen helpottamiseksi kontissa voi olla sivussa ovia tai luukkuja tai kontin päällä avattavia kansia. Kuvaan 2 on merkitty kontin tärkeimmät osat. (Mäkelä ym. 2005, 121.)



Kuva 2. Rahtikontin tärkeimmät osat (Konttivinkki 2016).

Konttien rakenne perustuu vahvoihin kulmapalkkeihin ja niitä yhdistäviin pääty- ja sivupalkkeihin. Kontin jokaiseen kulmaan on kiinnitetty kulmapala (kuva 3), jotka mahdollistavat nostamisen, käsittelemisen, pinoamisen ja toisiinsa kiinnittämisen.



Kuva 3. Container corner fitting (Hi Sea Marine n.d.).

20 jalan kontista käytetään lyhennettä TEU (twenty foot equivalent unit). Kontin koko on 20 x 8 x 8,5 jalkaa eli sisätilavuus on 32 kuutiometriä ja kokonaistilavuus on 38 kuutiometriä. Tuplasti suurempi kontti on FEU (forty foot equivalent unit) eli 40 jalan kontti. Kontteja on myös erikoismittaisina, kuten 10, 30 ja 45 jalkaisia, mutta ne eivät eroa muista kontteista kuin pituudeltaan. (Logistiikan maailma n.d.)

3 MERENKULUN ORGANISAATIOITA JA SOPIMUKSIA

Kuljetusala on varsin tarkoin säädeltyä ympäri maailman sekä poliittisen mielenkiinnon kohteena. Monissa maissa viranomaiset seuraavat määräysten ja sääntöjen noudattamista. Erilaisilla kuljetusmuodoilla ja viranomaisilla on yleensä oma etujärjestö, joka pyrkii turvaamaan edustamansa tahon edut, kun laaditaan kansainvälisiä sääntöjä ja määräyksiä.

3.1 Trafi

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on merenkulun turvallisuusviranomaisen Suomessa. Trafi syntyi, kun Ajoneuvohallintokeskus AKE, Ilmailuhallinto, Rautatievirasto ja Merenkulkulaitoksen meriturvallisuustoiminnot yhdistettiin. Trafin päätehtävänä on kaikissa liikennemuodoissa kehittää liikennejärjestelmän turvallisuutta, edistää ympäristöystävällisyyttä sekä vastata viranomaispalveluista. Viranomaispalvelut liittyvät liikennejärjestelmän turvallisuuteen, kestävyyteen, toimintavarmuuteen ja markkinoihin. Merellä Trafi valvoo turvallisuutta ja pyrkii edesauttamaan hyvää turvallisuuskulttuuria. Trafi varmistaa merenkulkijoiden ammattipätevyydet sekä huolehtii alusturvallisuudesta katsastusten ja tarkastusten avulla. (Trafi 2016, 3,6.)

Lisäksi Trafi myöntää lupia, antaa hyväksyntöjä ja muita päätöksiä sekä asettaa koko toimialaa koskevia oikeussääntöjä. Trafi osallistuu aktiivisesti kansainväliseen yhteistyöhön, jossa se valvoo Suomen etua. Toimintansa Trafi aloitti vuoden 2010 alkupuolella ja vuonna 2015 Trafissa työskenteli 528 henkilöä. (Trafi 2016, 10.)

3.2 Solas

Solas-sopimus (Safety of Life at Sea) on yleissopimus, jonka sai alkunsa Titanicin onnettomuudesta vuonna 1912. IMO:n (International Maritime Organization) luoman ja ylläpitämän Solaksen tarkoitus on turvata ihmishengen turvallisuus merellä. Sopimuksen on allekirjoittanut 162 valtiota ja Suomi allekirjoitti sopimuksen 21.2.1981. (IMO 2016, 16)

Solas on 12 luvusta muodostuva meriturvallisuussopimus. Sopimus sisältää aluksien meriturvallisuuteen ja purjehduskelpoisuuteen vaikuttavien

rakenteiden, laitteiden ja välineiden suunnittelun, hyväksynnän sekä vaatimusten mukaisen tarkastuksen. Lisäksi se kattaa yhteisesti sovitut aluksen operatiiviseen toimintaan kuuluvat viestinnän, navigoinnin ja lastinkäsittelyyn turvallisuusmääräykset. (Karhunen & Hokkanen 2007, 45.)

Solas-määräyksiä uudistettiin merikuljetuskonttien massan varmistamisen osalta. Tarkennetut määräykset astuivat voimaan 1.7.2016. Uudistuksen tarkoituksena oli tarkentaa voimassa olevia määräyksiä siten, että kontin ahtaaminen alukseen voidaan suorittaa meriturvallisuutta vaarantamatta. Solas-yleissopimus määrittelee konttien bruttomassan ilmoittamisen keskeiseksi lastitiedoksi. On kuitenkin käynyt ilmi, että maailman merikonttiliikenteessä kontin massan ilmoittamisessa on ilmennyt pahoja laiminlyöntejä. Mikäli kontin massaa ei ole asianmukaisesti ilmoitettu, niin aluksen päällikkö tai hänen edustajansa ei saa ottaa konttia ahdattavaksi alukseen. (Trafi 2015.)

Uudessa määräyksessä täsmennetään, että kontin laivaajan on ilmoitettava kirjallisesti kontin massa aluksen päällikölle tai hänen edustajalleen ja sataman terminaalin edustajalle ennen kuin kontti voidaan ahdata. Laivaaja voi ilmoittaa kontin bruttomassan kahdella eri tavalla: konkreettisesti punnitsemalla tai kirjalliseen dokumentaatioon tukeutuen. (Trafi 2015.)

- Punnitus – Konttivaakojen on oltava kalibroituja sekä sertifioituja. Vaa’an on oltava eurooppalaisen laitoksen tyyppi hyväksymä.
- Summaus – Kontin kokonaisuudessa voidaan laskea yhteen kirjallisesti toimivaltaisen viranomaisen hyväksymällä menetelmällä. Laivaajan on hallittava, toteutettava ja noudatettava korkeatasoisia terveys- ja turvallisuuskäytäntöjä. Laivaajan on varmistettava, ettei vaaranna työntekijöiden tai asiakkaiden terveyttä tai turvallisuutta eikä vahingoita ympäristöä. Yksittäisten pakkausten, kollien tai muiden konttiin sijoitettavien yksiköiden punnitusten on perustuttava tarkoituksenmukaisen tyyppi hyväksytyyn vaa’an käyttöön. Jos konttiin tarkoitettun materiaali on luonteeltaan sellaista, että sen yksikkö-massa ja edelleen konttiin lastattavan materiaalin kokonaisuudessa voidaan luotettavasti määrittää sen tiheyden, ominais- tai keskipainon perusteella, kontin vahvistettu bruttomassa voidaan vaihtoehtoisesti määrittää summaamalla nettomassaan tällä tavoin täytetyn kontin sisältö. (Trafi 2015.)

Täsmennettyä Solas-määräyksen täytäntöönpanoa ja käyttöön soveltamista valmistelee jokainen jäsenvaltio tahollaan. (Trafi 2015.)

3.3 IMCO/IMO

Merenkulku on pitkään jatkunutta kansainvälistä toimintaa ja yhteistyö turvallisuuden ja yhdenmukaisuuden lisäämiseksi on kestänyt kauan. Yhdistyneet Kansakunnat päätti perustaa neuvoa antavan merenkulkualan järjestön IMCO:n (Inter-Governmental Maritime Consultative Organisation), jonka jälkeen laajamittainen kansainvälinen yhteistyö pääsi kunnolla vauhtiin. IMCO:n ensimmäinen kokous järjestettiin vuonna 1959. Vuonna 1982 järjestön valtuuksia laajennettiin ja samalla järjestön nimi muutettiin Kansainvälinen Merenkulkujärjestö IMO:ksi. Tällä hetkellä jäsen valtioita on 164 ja sen pääkonttori sijaitsee Lontoossa. (Turvallisuustutkinta n.d.)

IMO:n tärkeimpiin tehtäviin merenkulkualalla kuuluu turvallisuuden kehittäminen, ehkäistä merten saastuminen, merenkulun oikeudelliset kysymykset ja antaa teknistä tukea kehitysmaille merenkulkusektorilla. (Meriliitto 2016.)

4 CAN (CONTROLLER AREA NETWORK)

1980-luvun puolivälissä Robert Bosch kehitti CAN-väylätekniikan vastamaan ajoneuvoihin kehittyneen elektroniikan vaatimuksiin. CAN-väylä suunniteltiin alun alkaen hajautettujen ohjausjärjestelmien reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon ajoneuvoissa, mutta nykyään sitä käytetään myös toimilaitteiden ohjaukseen sekä anturitietojen välittämiseen, niin ajoneuvoissa kuin teollisuudessa. (Juhala, Lehtinen, Suominen & Tammi 2005, 129.)

CAN-väylätekniikka on laajasti käytössä mm. hisseissä, maatalouskoneissa, busseissa, lääketieteellisissä laitteissa, kappaletavara-automaatioissa, roboteissa, tekstiilikoneissa, mittausjärjestelmissä, ohjelmoitavissa logiikoissa ja työstökoneissa. CAN-väylä sopii melkein päihin koneeseen tahansa esimerkiksi kodinkoneeseen, jos tiedonsiirtoetäisyys pysyy lyhyenä ja vaatimuksena on prosessorien välinen kommunikointi, joiden viestit ovat lyhyitä. Suurien tiedostojen siirtoon kuten videokuvan lähetykseen, CAN-väylä ei ole paras ratkaisu. (Alanen 2000, 1.)

4.1 Ominaisuudet

Rakenteeltaan CAN-väylä on useamman isännän väylä. Väylällä kaikilla solmuilla on yhtä suuret oikeudet lähettää sanomansa. Yhdellekään solmulle ei erikseen osoiteta viestejä, vaan jokainen väylässä oleva solmu päättää itse viestissä olevan tunnusteen perusteella minkälaista tietoa se tarvitsee. Solmuihin ei siis ole sidottu osoitteita, joka mahdollistaa uusien solmujen ja vanhojen poistamisen erittäin joustavasti ja helposti. Kuiten-

kin on huolehdittava siitä, että solmut puhuvat samaa kieltä eli, että lähettäjä sekä vastaanottaja ymmärtävät viestin samalla tavalla. Ajoneuvo-sovelluksissa tämä tapahtuu käyttämällä sovellustason standardeja, joissa määritellään viestien sisällön muotoseikat tarkasti. Työkonesovelluksissa menetellään yleensä niin, että laitteiston käynnistyksen yhteydessä toteutetaan sisällöstä sopiminen. (Juhala ym. 2005, 129.)

4.2 Fyysinen kerros

CAN-väylä kaapeli kulkee kaikkien solmujen kautta ja se päätetään päätevastuksilla, jotka vähentävät heijastuksia. Liitettävien solmujen maksimi määrä riippuu lähetin-vastaanotin kytkennästä. Solmujen määrälle ei ole loogista ylärajaa. Uusimilla piireillä toteutettu lähetin-vastaanotin kytkentään voidaan liittää yli sata solmua. Solmujen määrää voidaan kasvattaa lisäämällä toistimia. Toistimien haitta puolena on se, että ne lyhentävät väylän maksimi pituutta, koska siirtotien viive kasvaa. (Alanen 2000, 5.) Taulukossa 1 on väylän maksimi pituudet ja nopeudet.

Taulukko 1. CAN-väylän nopeudet ja pituudet. (Bosch 2008, 33.)

Väylän pituus	Tiedonsiirto nopeus
40 m	1 Mbit/s
100 m	500 kbit/s
250 m	250 kbit/s
500 m	125 kbit/s
1000 m	40 kbit/s

4.3 Kehysrakenne

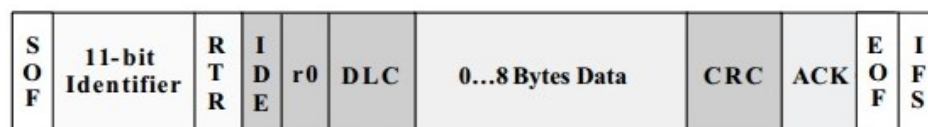
CAN-protokollassa on neljä erilaista viestikehystä:

- Sanomakehys
- Kyselykehys
- Virhekehys
- Ylikuormituskehys (Alanen 2000, 6.)

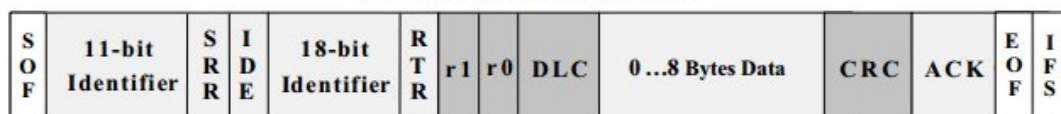
4.3.1 Sanomakehys

Sanomakehyksessä kulkee varsinainen tieto, kuten esimerkiksi moottorin pyörintänopeus. Sanomakehyksessä on seuraavat osat:

- SOF (Start of Frame): Aloittaa viestikehyksen ja muodostuu yhdestä dominaattibitistä.
- Arbitration field eli sovittelukenttä: Koostuu viestin tunnisteesta Identifier (ID) ja lisähallintabitistä Remote Transmission Request (RTR). RTR-bitti osoittaa onko lähetetty pyyntökehys (resessiivinen) vai tietokehys (dominaatti). Tunnistekenttä lähetetään merkitsevin bitti ensin ja se yksilöi jokaisen viestin. Standardi CAN-formaatissa tunnistekenttä on 11 bittiä pitkä ja laajennetussa CAN-formaatissa 29 pitkä (kuva 4)
- Ohjauskenttä (Control Field). Kuusi bittiä pitkä. Sisältää IDE (Identifier Extension-bitin), joka määrittelee onko viesti standardi 11-bittinen, vai jatkettu 29-bittinen.
- Tietokenttä (Data Field). Maksimissaan 8-tavun mittainen ja sisältää varsinaisen viestin tiedon.
- CRC (Cyclic Recovery Checking). 16-bittinen. Kenttä havaitsee viestissä ilmenevät mahdolliset viestinvälitysvirheet.
- ACK (Acknowledge). Kahden bitin mittainen. Solmut, jotka vastaanottavat viestin kirjoittavat tähän ensimmäisen bitin kohdalle dominaatti bitin. Toinen bitti on aina resessiivinen.
- EOF (End of Frame). Lopetuskenttä, jonka kaikki 7-bittiä ovat resessiivisiä.
- IFS (Interframe Space). Kolmen resessiivisen bitin mittainen, jotka erottavat viestikehykset toisistaan. (Alanen 2000, 6.)



Standard CAN: 11-Bit Identifier



Extended CAN: 29-Bit Identifier

Kuva 4. Standardi ja laajennettu sanomakehys (Texas Instruments 2008, 3&4.)

4.3.2 Kyselykehys

Kyselykehys on rakenteeltaan saman tyyppinen kuin sanomakehyskin, mutta siitä puuttuu tietokenttä ja RTR-bitti on 1. Väylän jokin solmu voi halutessaan pyytää kyselykehysten. (Alanen 2000, 6.)

4.3.3 Virhekehys

Aseman havaitessa virheen tai vian, se lähettää tiedon muille asemille käyttämällä virhekehystä. Kehyksen koostuu kuudesta dominantti bitistä ja kahdeksasta resessiivisestä bitistä, joka rikkoo CAN-protokollan bit-stuff säännön. Tästä seuraa, että kaikki solmut toteavat viestin virheelliseksi ja hylkäävät sen. On kuitenkin mahdollista, että solmu menee eräänlaiseen passiiviseen tilaan, jossa virhekehys saa uuden muodon. Kuusi dominaattista bittiä korvataan kuudella resessiivisellä bitillä. Tämän jälkeen ko. solmu ei enää häiritse muiden solmujen liikennettä. (Alanen 2000, 7.)

4.3.4 Ylikuormituskehys

Ylikuormituskehystä käytetään aikaan saamaan viivettä kahden perättäisen tieto- tai pyyntökehysten välille. Näin vastaanottavan solmun protokollapiiri saa lisäaikaa vastaanottamansa tai lähettämänsä sanoman käsittelyyn. (Bosch 2008, 36.)

4.4 Bit-Stuff

NRZ-bit-stuffing koodauksella bitit koodataan kantataajuisesti. Jos lähetettävässä tiedossa on enemmän kuin viisi samaa bittiä, lähetävä solmu lisää bittijonoon yhden vastakkaisen bitin. Vastaanottava solmu karsii tämän lisätyn bitin pois (bit-stuff sääntö). (Alanen 2000, 7.)

4.5 Protokolla

Yleinen käytäntö tietoliikenteessä on järjestellä eritasoiset toiminnot kerroksiin. Elektroniikka ja ohjelmisto on jaettu eri kerroksille. Protokolla kerrokset ovat:

- Sovelluskerros
- Toteutuskerros
- Lähetyskerros
- Fyysinen kerros

Sovelluskerros esittää datan oikeassa tietorakenteen muodossa sekä toimittaa lähetettävät tietöerät toteutuskerrokseen tiedonsiirtoa varten.

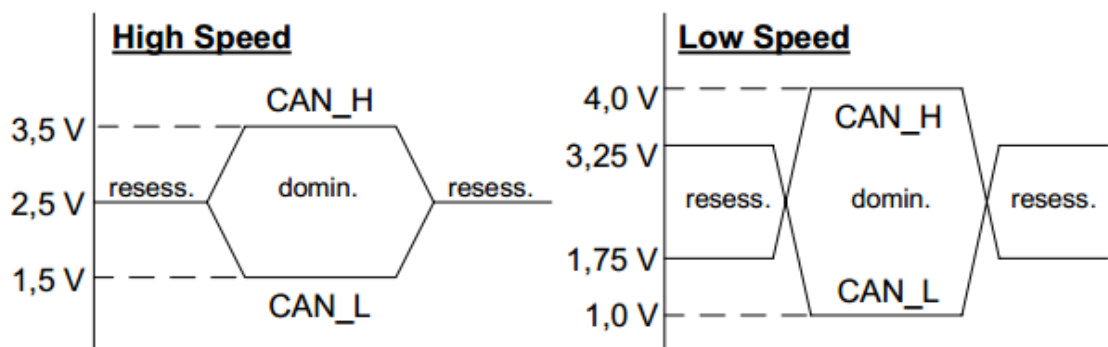
Toteutuskerros hallinnoi viestejä. Kerroksessa päätellään mitä viestejä lähetetään ja milloin. Saapuvista viesteistä kerros seuloo tarvittavat.

Lähetyskerros tehtävänä on täydentää toteutuskerrosta vastaanottamalla sieltä viestejä ja muokata ne uudelleen, niin että fyysinen kerros pystyy välittämään ne väylälle. Tämä kerros myös vastaa väylän käyttöönotosta, vikojen havaitsemisesta ja niiden varoittamisesta.

Fyysinen kerros on lähetysspinon alin taso, johon kuuluvat verkon fyysiset elementit. Kuten johtimet ja tiedon siirtoon käytettävät jännitteet. (Bosch 2008, 34.)

4.6 CAN Low ja High Speed

ISO (International Organization for Standardization) on standardoinut CAN-väylän kahdella perustandardilla. Niistä toinen on matalien siirtonopeuksien standardi ISO 11519-2 (ISO Low Speed) ja toinen ISO 11898 on suurten siirtonopeuksien standardi (ISO High Speed). Ainoat erot niissä on fyysisissä parametreissa, protokollaltaan ne ovat samanlaisia. Low Speed-standardin tehtävänä on ollut mahdollisuus toteuttaa taloudellisesti edullisempia kaapelointiratkaisuja etenkin henkilöautoissa. High Speed-standardi on käytössä laajemminkin, myös alhaisilla siirtonopeuksilla. Kuvassa 5 on Low- ja High Speedin standardin mukaiset signaalitasot.



Kuva 5. Standardoidut signaalitasot. (Alanen 2000, 10)

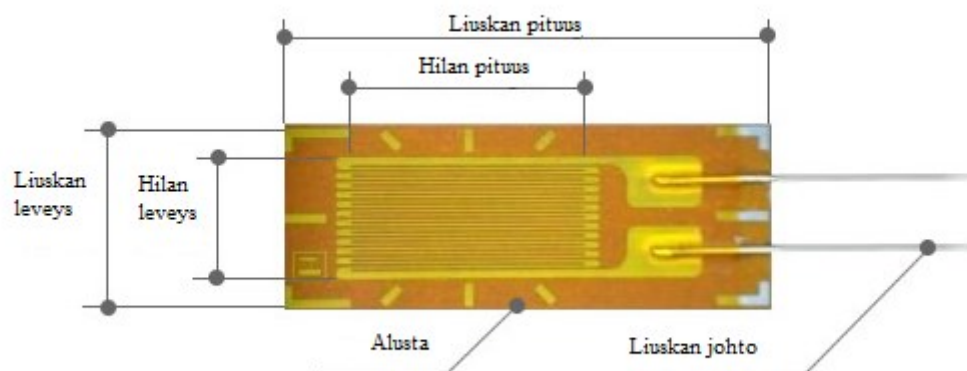
5 VENYMÄLIUSKA

Arthur Ruge oli amerikkalainen professori, joka kehitti venymäliuskan vuonna 1938. Idea laitteesta syntyi, kun hän auttoi jatko-opiskeliijaansa John Meieriä, joka tutki maanjäristyksien aiheuttamaa rasisusta vesisäiliöihin. Ensimmäinen venymäliuskasovellus oli hyvin yksinkertainen. Vesisäiliön kylkeen liimattu pala savukepaperia, jossa oli liimattuna hehkulan-

kaa. Hehkulangan päihin oli kytketty mittari, jolla oli helppo havaita pienikin muutos vastusarvossa. Arthur Rugen hakiessa patenttia kävi ilmi, sähköinsinööri Edward Simmons oli keksinyt samankaltaisen laitteen jo vuotta ennemmin. Kumpikin laitteen keksijä sai silti patenttioikeuden keksinnölleen sekä tunnustuksen laitteen keksijöinä. (Massachusetts Institute of Technology 2011.)

5.1 Rakenne ja toiminta

Venymäliuska-anturi on erilaisten materiaalien venymisen mittaamisen tarkoitettu anturi. Kuvassa 6 on venymäliuskan rakenne. Toiminta perustuu siihen, että venytyksen vuoksi anturissa olevan metallijohteen muoto muuttuu ja näin ollen myös johteen resistanssi muuttuu. Yleensä anturi on ohuen kalvon sisässä ja metallijohde laskostettu anturin mittaussuunnassa moneen kerrokseen hilaksi. Tyypillisesti anturi 3-5 mm pitkä ja n. 2 mm leveä. (One moment engineering n.d.)



Kuva 6. Venymäliuskan rakenne (Showa 2007).

Mitattavan rakenteen pintaan liimataan anturi, joka venyy rakenteen venymisen mukana. Venymäliuskalla on nimellinen resistanssi kuten 120 tai 350 Ω . Kun anturi venyy, niin sen vastus muuttuu hyvin vähän suhteessa nimelliseen resistanssiin. Kuitenkin tämä vähäinen vastuksen muutos pystytään mittaamaan jännitteen muutoksena, kun neljä venymäliuskaa ja/tai vastusta kytketään Wheatstonen sillaksi. (One moment engineering n.d.)

Jännitteen muutos Wheatstonen sillassa on liian pieni käsiteltäväksi, koska se on milli- tai mikrovoltin luokkaa. Saatua tulos on ensin vahvistettava volttiluokkaan, jotta se pystytään muuntaa A/D-muuntimessa järkeväksi yksiköksi. (One moment engineering n.d.)

5.2 Venymäliuskan tyypit

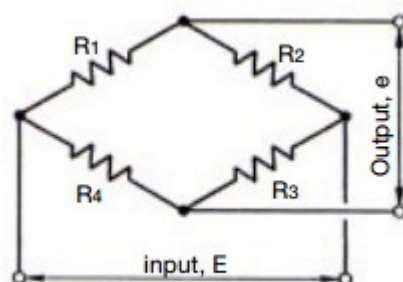
Normaaleissa punnitussovelluksissa käytetään rakenne materiaalina metallia, mutta suuren herkkyyden omaavia puolijohdeliuskoja on tarjolla erikoistarkoituksiin. Anturin vastuksena käytetään: pietsoresistiivistä, puolijohdetta, hiiltä, lankaa tai foliota. Resistanssin nimellisarvoja voi olla: 60, 120, 300, 350 tai 600 Ω . On myös mahdollista käyttää ohutta höyrytettyä kalvoa, jolla on jopa 6 k Ω resistanssi. (Suomen säätöteknillinen seura ry 1982, 85.)

Yleisimpiä venymäliuskoja ovat metallikalvoliuskat. Ne valmistetaan etsaamalla ja niitä on saatavilla laajoja valikoimia. Hyvin ohut – muutaman mikrometrin paksuinen metallikalvo valssataan, joka päällystetään valoherkällä aineella. Sitten valotetaan maskin läpi ja suoritetaan kehitys. Valottuneet kohdat voidaan syövyttää pois, jonka jälkeen jää johdinkuvio jäljelle. (Koivuviita 1997, 58)

Puolijohde venymäliuskojen ominaisvastus on huomattavasti suurempi verrattuna metalliin. Tämän johdosta voidaan puolijohdeliuskan rakenne tehdä yksinkertaisemmaksi. Puolijohdeliuskan toinen etu on herkkyys. Suhteellisesti samalla venymällä saavutetaan monikymmenkertainen herkkyys vastaavaan metalliliuskaan verrattuna. Huonona puolena puolijohdeliuskoilla huono lineaarisuus ja herkkyys lämpötilanvaihteluille. (Koivuviita 1997, 58)

5.3 Wheatstone

Vuonna 1843 Charles Wheatstone kehitti vastusten mittausmenetelmää. Wheatstonen silta on sähköinen piiri, joka pystyy havaitsemaan pieninkin resistanssi muutoksen. Tästä syystä kytkentää käytetään erilaisissa venymäliuska mittauksissa. Oletetaan kuvassa 7 olevien vastusten R1-R4 arvot yhtä suuriksi ja syötetään input jännitteeksi mikä tahansa, niin ulostulo jännite on nolla voltia. Piiri on nyt tasapainossa. Kun piiri ei ole tasapainossa sen output jännite vastaa resistanssin muutosta. (Kyowa 2011, 9).

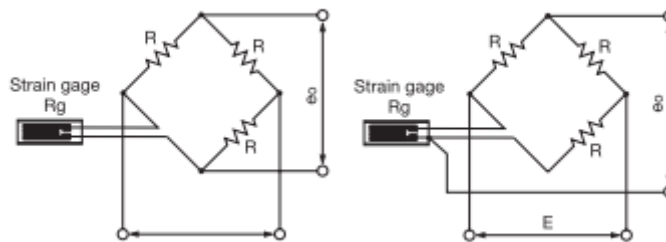


Kuva 7. Wheatstone bridge (Kyowa 2005, 9).

Riippuen kytkennästä vastukset voidaan korvata venymäliuskoilla. Siltoja voi olla:

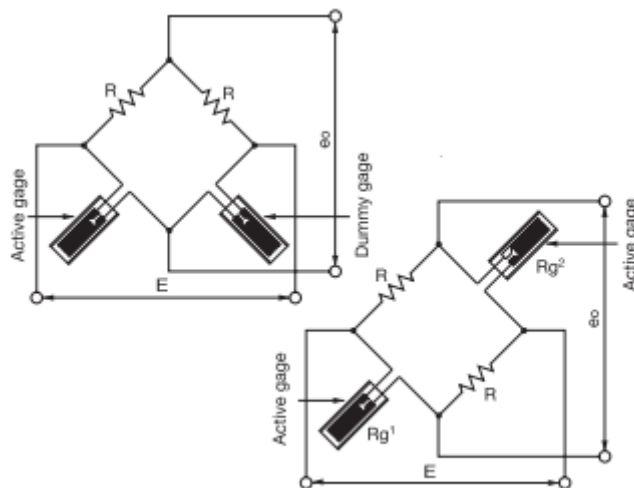
- Neljännessilta
- Puolisilta
- Kokosilta

Neljännessillassa yksi vastus korvataan venymäliuskalla kuvan 8 mukaan.



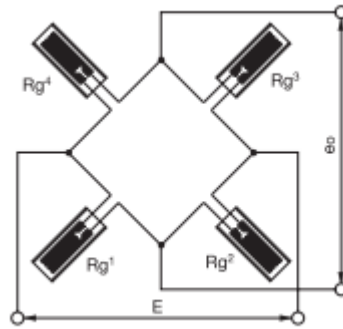
Kuva 8. Neljännessilta (Kyowa 2011, 7).

Puolisillassa kaksi vastusta korvataan venymäliuskoilla (kuva 9). Vasemmassa olevassa kytkennässä aktiivinen liuska mittaa venymää ja ei haluttua venymää, esimerkiksi lämpötilan aiheuttamaa, kompensointiin käytetään ”dummy” venymäliuskaa. Oikealla olevassa kytkennässä molemmat venymäliuskat ovat aktiivisia ja nyt voidaan mitata venymää suuremmalla herkkyydellä.



Kuva 9. Puolisilta (Kyowa 2011, 7).

Kuvan 10 kokosiltakytkennässä herkkyys on nelinkertainen verrattuna neljännessilltaan. Jos venymäliuska-anturit mittaavat samaa suuretta, niin sillan vierekkäisissä vastuksissa on resistanssin muutoksen tapahduttava erisuuntiin.



Kuva 10. Kokosillassa kaikki vastukset on vaihdettu venymäliuskoihin. (Kyowa 2011, 7).

6 PUNNISTUSANTURIN VALMISTUS

Anturien valmistus on tarkkaa ja aikaa vievää työtä. Valmistuksessa on monta työvaihetta ja eri liimojen kuivuminenkin vie runsaasti aikaa. Kosteuden, lian ja rasvan poistamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, ettei anturin sisälle pääse ajan saatossa muodostumaan esimerkiksi kondenssivettä.

6.1 Anturin leimat

Kuvassa 11 on stanssattuna tunnistetiedot, jotka löytyvät jokaisesta valmistetusta anturista. Tunnistetietojen avulla pystytään esimerkiksi selvittämään millä piirustus kuvilla kyseinen anturi on valmistettu. Tunnistetoissa on ilmoitettu:

- malli BCS
- Maksimi nostokyky 450 KN
- Kuvanumero 14207-2
- Sarjanumero 11644253



Kuva 11. Anturin tunnistetiedot.

6.2 Anturin hionta ja puhdistus

Punnitusanturissa on koneistetut urat, johon venymäliuskat liimataan. Koneistetut urat hiotaan kiiltäviksi ja varmistetaan, ettei uriin jää rososuutta tai mitään muuta venymäliuskalle vahingollista materiaalia tai lastua. Hiotut urat puhdistetaan huolellisesti asetonilla. Puhdistuksessa on noudatettava erityistä huolellisuutta, ettei niihin jää likaa tai rasvaa. Puhdistuksen jälkeen urat ovat sinkittömät.

6.3 Venymäliuskojen asennus

Valmiiksi sekoitettu kaksikomponentti liima sivellään puhdistettuihin uriin. Valmis liimaseos säilyy käyttökelpoisena 1 kuukauden. Urat ovat n.72 mm pitkät ja liuskat pyritään liimaamaan uran keskivaiheille n.36 mm: iin. Yhteen anturiin tulee neljä kappaletta venymäliuskoja. Liuskojen liimauksen jälkeen anturit laitetaan uuniin kuivamaan, joka nopeuttaa liiman kuivumista huomattavasti.

6.4 Kytkenät

Ennen kuin päästään juottamaan johtimia anturiin, niin siihen liimataan kaksikomponenttiliimalla juotos- ja kytkentälevyn palat. Epoksiliima kuivuu n. 5 minuutissa, jonka jälkeen voidaan juottaa vastukset ja venymäliuskat.

Anturin sisäisistä johdoista voidaan tinata kaikki muut paitsi ne, jotka tulevat tähtipisteisiin. Tämä siksi, että nyt voidaan testata venymäliuskojen toiminta. Ensiksi mitataan liimattujen liuskojen vastusarvot ja näiden arvojen ollessa toleransseissa voidaan suorittaa anturin testaus. Jännitejohtimiin kytketään 9 voltin tasajännite. Yleismittarilla mitataan signaalin suuruutta millivolteina. Anturia puristettaessa liimapuristimella tulisi signaalin pienentyä. Signaalin pienentyessä on kytkentä oikein ja loputkin johdot voi juottaa kiinni.

6.5 Poskilevyt

Anturin molemmin puolin asennetaan poskilevyt. Ennen levyjen kiinnitystä pursotetaan silikonia kiinnitysalueen reunoille. Levyjen kiinnityksen jälkeen pyyhitään ylimääräiset silikonit pois. Silikonin avulla pyritään estämään kosteuden pääsy anturin kytkentäkoteloon. Toisessa poskilevyssä on kierre valmiina läpivientiholkille (kuva 12). Holkkiin asennetaan myöhemmin kaapelinsuojaputki.



Kuva 12. Poskilevyyn kiinnitetty läpivientiholkki.

6.6 Laakerointi

Jokaiseen anturiin tulee kaksi laakeria (kuva 13). Laakeripesät rasvataan ensin ja sitten tasaisesti vasaralla naputellen laakerit lyödään paikoilleen. Lopuksi laitetaan molempien laakerien päälle reikävarmistin pitämään laakerit paikoillaan.



Kuva 13. Anturi laakeroituna.

6.7 Vetotesti

Jokainen valmistettava anturi testataan vetopenkissä ja testistä laaditaan pöytäkirja ennen kuin anturi lähetetään asiakkaalle. Anturi kiinnitetään molemmista päistä vetopenkkiin ja kaapeli kytketään jännitemittariin. Penkissä mitataan anturin rasitusta kilogrammoina ja jänniteviestinä. Kuvassa 14 on manuaalisesti toimiva testipenkki. Anturin ollessa kiinnitetynä penkkiin voidaan hydraulikkaprässillä lisätä painetta ja näin saada testattavalle anturille enemmän rasitusta.



Kuva 14. Manuaalinen anturien testipenkki.

Ensin testattavaa anturia rasitetaan sen verran, että siitä saadaan poistettua mekaaniset jännitykset. Tämän jälkeen penkistä päästetään paineet pois ja nollataan mittareiden näytöt. Anturia kuormitetaan uudelleen ja siitä kirjataan jännitearvo testipöytäkirjaan. Jokaisesta anturista täytetään testipöytäkirja, johon kirjataan mm. sarjanumero, kapasiteetti, testitulokset. Jos saadut jännitearvot menevät raja-arvojen yli, niin anturi puretaan ja venymäliuskat uusitaan.

Testin jälkeen anturin kaapelin päälle pujotetaan suoja-putki. Putki suojaa kaapelia mekaanisilta rasituksilta, kolhuilta ja UV-säteilyltä. Kuvassa 15 valmis anturi pakattavaksi ja lähetettäväksi asiakkaalle.



Kuva 15. Lukin punnitusanturi.

7 ANTURIEN ASENNUS JA KÄYTTÖNOTTO

7.1 Valmistelut

Antureiden asennus aloitetaan pysäköimällä konttilukki tasaiselle alustalle ja laskemalla tarttuja n. 1,5 metrin korkeudelle maasta. Tarttuja kannattaa mahdollisuuksien mukaan levittää 30 tai 40 jalan pituuteen, niin on enemmän tilaa työskennellä. Antureiden vaihtojärjestyksellä ei ole väliä, mutta anturit kannattaa vaihtaa yksi kerrallaan. Antureiden vaihdossa on hyvä olla kaksi asentajaa, joista toinen asentaja ajaa trukkia tai käyttää paineilma tunkkia samalla, kun toinen asentajista asentaa anturin akselia paikoilleen.

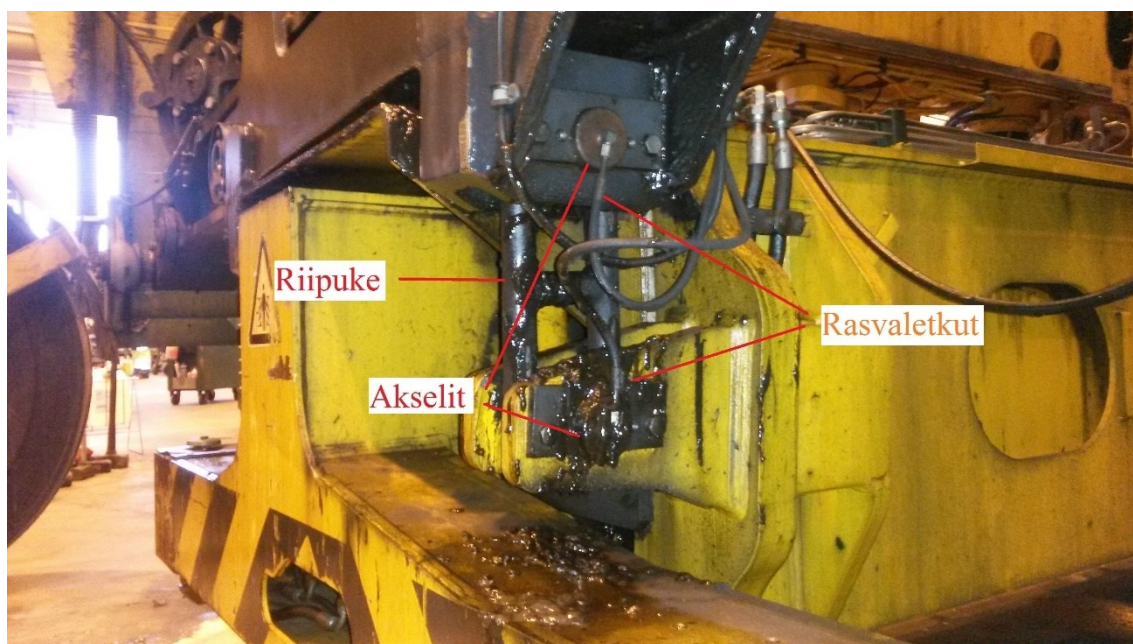
7.2 Riipukkeiden irrotus

Jokaisessa tarttujassa on neljä riipuketta, jotka kaikki korvataan punnitusantureilla. Kuvassa 16 on oikealla puolella riipuke ja vasemmalla punnitusanturi. Punnitusanturi painaa n. 15 kg ja riipuke n. 10 kg.



Kuva 16. Punnitusanturi ja tarttujan riipuke.

Seuraavaksi tarttujaa on nostettava trukilla tai vaikka paineilma tunkilla niin paljon, että irrotettava riipuke liikkuu helposti käsin. Paineilma tunkki on osoittautunut hyväksi työvälineeksi, koska sillä pystyy nostamaan tai laskemaan tarttujaa hyvin vähän kerrallaan. Nyt voi akseli tappien rasvaletkut irrottaa (kuva 17). Telkilevyt on kiinnitetty M12 millimetrin pultteilla, jotka voi seuraavaksi avata. Ensimmäisenä otetaan alempi akselitappi irti. Jos henkselien akselitappit eivät irtoa käsin vetämällä, niin telkilevyissä on M12 millimetrin kierre, johon voi ruuvata pitkät pultit ja näitä ruuveja kiristämällä voi telkilevyä käyttää ulosvetimenä. Riipukkeesta on pidettävä kiinni, kun ylempää akselia irrottaa, ettei riipuke putoa esimerkiksi kenenkään jaloille.



Kuva 17. Riipukkeen irrotus

Kun akselit ja henkseli on saatu irti, niin kannattaa tappien reiät puhdistaa huolellisesti rasvasta ja liasta puhdistusprayllä. Akselit on myös puhdistettava hyvin ja tehdä niille silmämääräinen tarkastus, ettei niissä ole kulumaa, uria, hankaumia, yms. joka voi hankaloittaa takaisin laittoa.

Anturien molemmat laakeripesät ja akselit kannattaa voidella esimerkiksi yleisvaseliinilla hyvin. Tällä pienellä toimenpiteellä helpotetaan merkittävästi akselien laittamista laakeripesiin. Akselit menevät paikoilleen yleensä käsin painamalla, mutta joskus voi joutua naputtelemaan vasaralla niitä hieman.

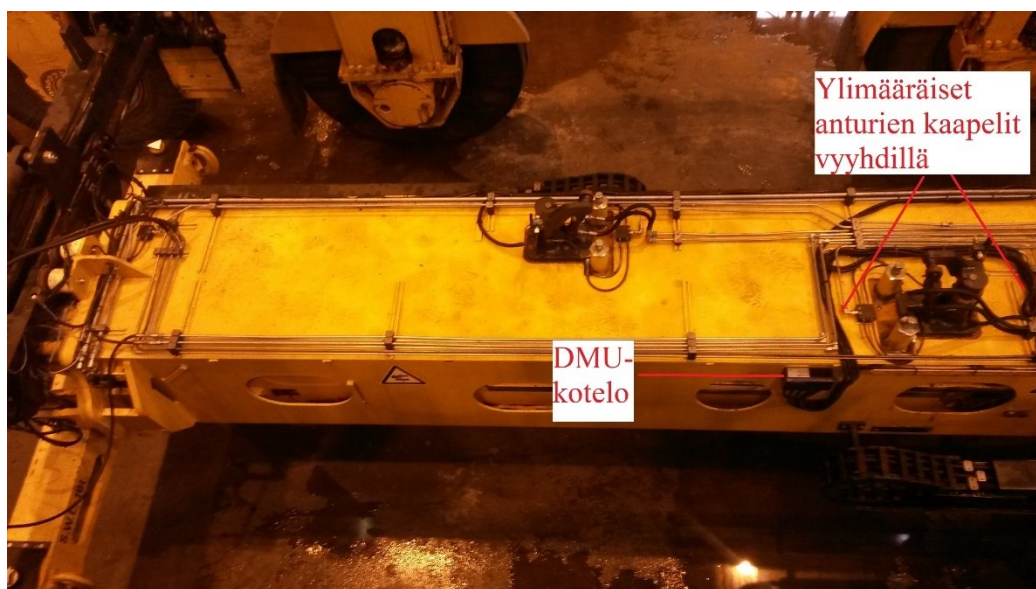
Kuvasta 18 nähdään anturin oikea suunta eli kaapelin läpivienti on pois-päin tarttujasta. Anturin kaapeliin tehdään tiukka mutka, ettei kaapeli ylitä tarttujan reunaa. Kaapeli sidotaan tukevasti kiinni ja lisäksi on varmistuttava, ettei kaapeli voi jäädä minnekään väliin tai puristuksiin.



Kuva 18. Punnitusanturi asennettuna.

7.3 Anturien kaapelointi tarttujaan

Antureiden asennusten jälkeen voidaan aloittaa kaapelointi. Koska signaalien arvot ovat pieniä, niin kaapeleita EI SAA katkoa yhtään vaan ylimääräinen kaapeli on "hukattava" tarttujan päälle (kuva 19). Näin tehtäessä kaapelien vastusarvot säilyvät saman suuruisina.



Kuva 19. Tarttuja päältä kuvattuna.

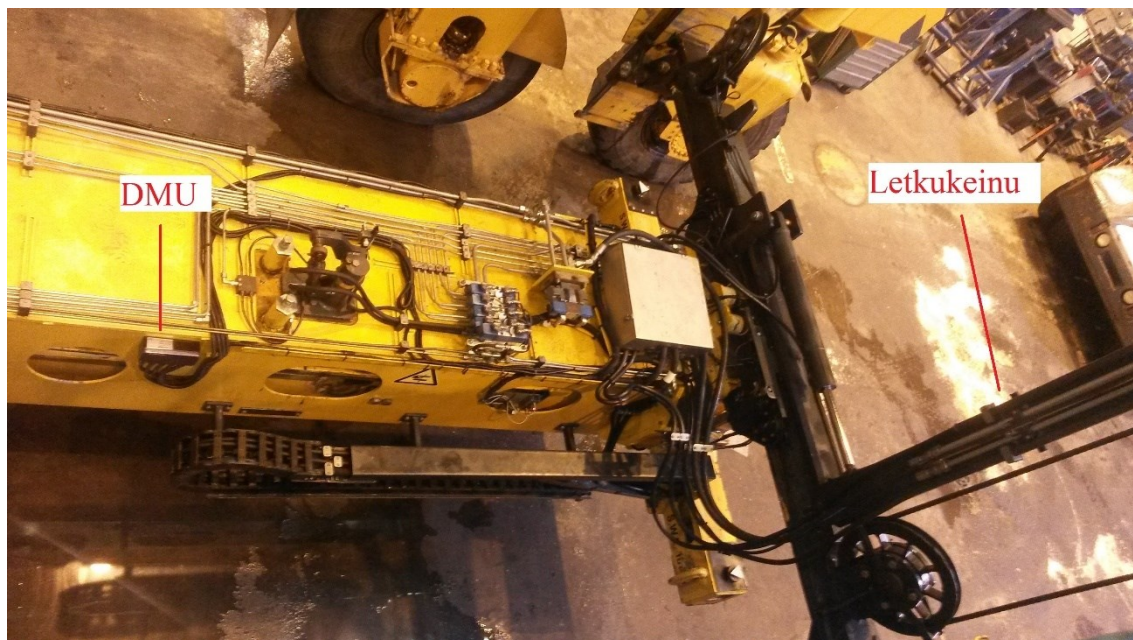
Antureiden kaapeleita vedettäessä tarttujan päällä on hyvä samalla tarkistaa vaimenninkumien kunto (kuva 20). Tarttujassa on neljä kappaletta vaimenninkumeja – kaksi kummassakin päässä. Jos vaimenninkumit ovat silmämääräisesti kuluneet ne on ehdottomasti vaihdettava uusiin.



Kuva 20. Tarttujan päällä olevat vaimenninkumit.

7.4 Digital Measurement Unit:n (DMU) asennus

DMU kotelon kiinnitys tulee seuraavaksi. Tarttujan kylkeen on tehtävä M4 millin kierteet koteloa varten. Kotelon hyvä kiinnitys paikka on lähellä letkukeinua, josta kaapelit ja letkut lähtevät yläkehälle. Kuvassa 21 DMU on kotelo kiinnitetty ja kytketty.



Kuva 21. DMU kotelo ja letkukeinu.

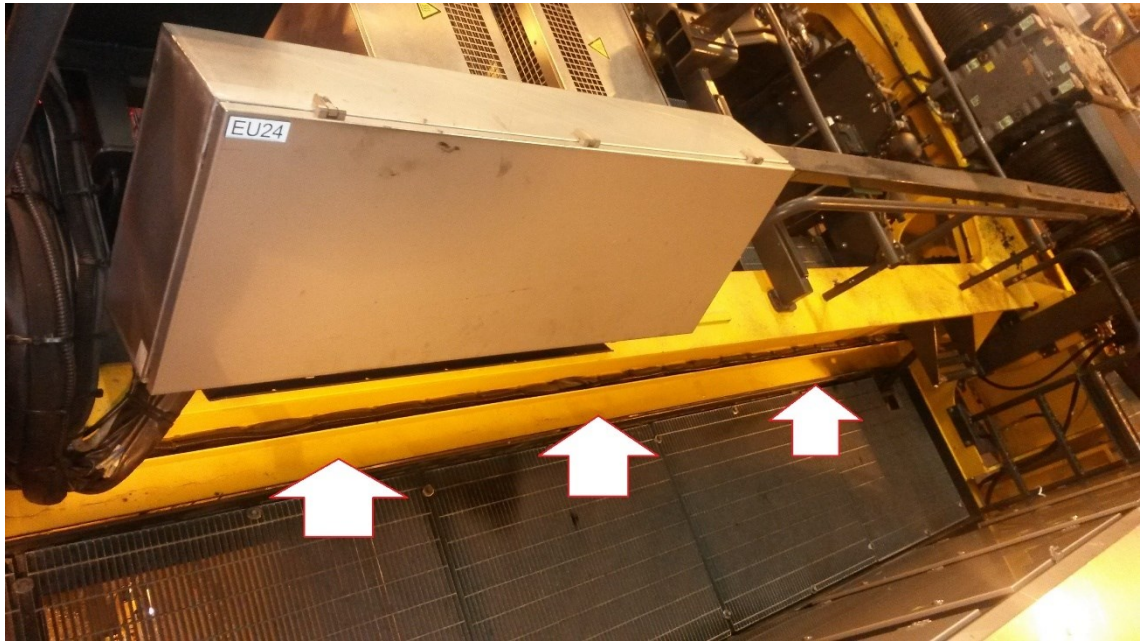
7.5 Tiedonsiirtokaapelin asennus

Ohjaamon ja DMU kotelon välille tulee Sabixin häiriösuojattu kaapeli. Kaapeli on valmiiksi pujotettu Schlemmer – Polyflexin suojaletkuun. Kaapelin toisessa päässä on 8-napainen uros liitin, joka tulee ohjaamoon. Kaapelin asennus kannattaakin aloittaa vetämällä kaapelia tarpeeksi yläkerran ohjaamoon. Kuvassa 22 on ohjaamon kaapelien läpiviennit. Jos kaikki läpiviennit ovat jo käytössä, niin silloin joudutaan tekemään uusi reikä lävistäjällä ohjaamon seinään, että saadaan kaapeli tuotua sisään.



Kuva 22. Ohjaamon läpiviennit.

Kuvassa 23 on yläkehällä oleva kaapelikouru. Kourussa kulkee konttilukin johtosarjoja sekä muita kaapeleita, mutta sinne on helppo lisätä vaa'an tiedonsiirtokaapeli. Koska konttilukkeja on useita eri malleja, niin tiedonsiirtokaapelin reittiä suunniteltaessa kannattaa etäisyys moottorikaapeleihin ym. suurjännitekaapeleihin pitää mahdollisuuksien mukaan suurena. Näin voidaan välttyä mahdollisilta häiriösignaaleilta. Tiedonsiirtokaapeli on sidottava huolellisesti kouruun nippusiteillä.



Kuva 23. Yläkehän kaapelikouru.

Kuvaan 24 on merkitty kaapelin kulkureittiä. Henkilönostin on välttämätön työväline, kun kaapelia sidotaan hydraulikkaputkiin ja letkukeinuun. Letkukeinu kiinnitetty toisesta päästä tarttujaan ja toisesta päästä lukin yhteen pilariin. Letkukeinu siis kulkee ylös/alas tarttujan mukana. Tiedonsiirto kaapeli on hyvä ja helppo sitoa letkukeinuun. On kuitenkin tärkeää huomioida kaapelin taivutussäteet ja varmistaa ettei kaapeli voi jäädä minnekään puristuksiin.



Kuva 24. Kaapelin reitti (Port Strategy 2016).

Kun kaapeli on saatu sidottua letkukeinuun koko matkalta, niin kaapeli tuodaan tarttujan päällä DMU kotelolle. Tiedonsiirtokaapelia on n. 40 metriä ja tarpeen mukaan tätä kaapelia voi lyhentää.

7.6 Ohjaamon kytkennät

Ohjaamoon tulevien kaapelien läpiviennit ovat pienessä kaapissa ja täällä tiedonsiirtokaapeliin kytketään 8-napainen haaroitusjohto. Haaroitusjohtoja on kahdenlaisia: vaa'an omalle näytölle DY-0091 mallinen tai 13297_2 mallinen, jos vaakaohjelma asennetaan ohjaamon tietokoneelle.

Jos ohjaamoon tulee oma Power-näyttö, niin siihen kytketään haaroitusjohto DY-0091. Haaroitusjohdossa on 4 haaraa, joista yksi on jännitteen syöttö. Tästä haarasta löytyvät punainen (+), musta (-) ja keltainen johdin (ei kytketä). Hytin sähkökaapista saadaan helposti otettua järjestelmän tarvitsema 24 VDC. Yhden haaran päässä on 8-napainen naarasliitin, joka

yhdistetään ohjaamoon tuotuun tiedonsiirtokaapeliin. Kahdessa viimeisessä haarassa on kirjoittimelle tarkoitetut johdot. Jos kirjoitinta ei oteta käyttöön, niin johtojen päät on teipattava huolellisesti.

Asennettaessa vaaka-ohjelma hytin omaan tietokoneeseen, niin silloin käytetään 13297_2 haaroitusjohtoa. Jännitteensyötössä on punainen (+) ja keltainen (-) johdin. 8-napainen liitin kytketään ohjaamoon tuotuun tiedonsiirtokaapeliin. Yhdessä haarassa on 9-napainen naarasliitin. Tähän liittimeen kytketään Kvaserin CAN-väylämuunnin. Väylämuuntimen toisessa päässä on USB-liitin, joka kytketään tietokoneeseen.

7.7 Ohjelmien lataus & aktivointi

Power PC näyttöihin ladataan ohjelmat tehtaalla ennen kuin ne lähetetään asiakkaalle, mutta jos joudutaan päivittämään ohjelma, niin helpoiten se onnistuu muistitikulta. USB-liittimet sijaitsevat näytön pohjassa.

Vaaka-ohjelma voidaan asentaa myös ohjaamon tietokoneelle. Tämä on usein hyvä ratkaisu, koska hytit ovat monesti jo valmiiksi ahtaita ja yksi lisänäyttö voi haitata kuljettajan näkökenttää. Ennen kuin ajetaan ajurit tietokoneelle, niin on varmistuttava, ettei itse CAN-väylä muuntimen USB-liitintä ole jo kytketty koneeseen. Jos USB-liitin on kiinni tietokoneessa, niin ajureiden lataus ei aina onnistu. Sitten liitetään tikku koneeseen ja ladataan Kvaser-ohjelmisto tietokoneelle. Asennus sujuu helpoiten käyttämällä oletusasetuksia. Jos nettiyhteyttä ei ole saatavilla ajurit voi ajaa myös muistitikulta.

Vaaka on aktivoitava koodilla ennen kuin päästään itse viritystä suorittamaan. Koodiin tarvitaan "Display serial number" eli näytön sarjanumero. Samalla sarjanumerolla salasanageneraattorista saadaan huoltotason salasana. Huoltotason salasanalla päästään muuttamaan parametreja ja suorittamaan viritys.

7.8 Vaa'an viritys

Staattisen vaa'an viritys-ohjeessa on yksityiskohtaiset ohjeet virituksen suorittamiseen. Ohjeessa on neuvottu muun muassa väylänopeuden asettelu ja DMU-kotelon asennon parametointi. Lisäksi ohjeistetaan karnavien nollaus ja tyhjän tarttujan taaraus.

Lopuksi tehdään vahvistus, johon tarvitaan vähintään yksi kontti, jonka paino on varmennettu. Usein satamilla on omasta takaa painokontti, jota käytetään tällaisiin tarkoituksiin. Painokontin kylkeen on usein merkitty kontin massa, mutta se pitää silti punnita varmennetulla vaa'alla, kuten esim. autovaa'alla. Painokonteissa on monesti trukilla siirrettäviä betoni lohkareita, joten punnitsemalla painokontti autovaa'alla varmistutaan kontin painosta.

8 VARMENNUS ”KRUUNAUUS”

Kaikkia asennettuja vaakoja ei varmenneta, vaan varmennus tehdään vain silloin, jos vaakaa aiotaan käyttää kaupallisiin tarkoituksiin. Esimerkiksi satamaoperaattori voi tarjota asiakkailleen punnituspalvelua, niin silloin vaak’at varmennetaan. Varmennus sinänsä ei paranna vaak’an tarkkuutta vaan varmennuksella yksinkertaisesti varmistutaan siitä, että vaakaa antaa oikean punnitustuloksen. Varmennettu vaakaa uusinta varmennetaan kolmen vuoden välein. (Pekka Arola, 2016)

9 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe syntyi kesällä 2016, kun olin asentamassa punnitusantureita Vuosaaren satamassa Helsingissä. Olen aiemmin työskennellyt muutaman vuoden Kalmarilla satamalaitteiden parissa ja tunsin eri kontinkäsittelylaitteiden toimintaa.

IMO kiristi SOLAS-asetusta tiukemmaksi ja 1.7.2016 lähtien kaikki rahtikontit on punnittava ennen laivaan lastaamista. Tiukennus on hyvin ymmärrettävä, koska tähän asti kontin painon ilmoittaminen aluksen päällikölle tai hänen edustajalleen on perustunut hyvin pitkälle asiakkaan saanaan. Kontin painon ilmoittaminen alakanttiin on ollut houkuttelevaa, koska kontin massa on yksi rahdin veloituksen perusta. Onnettomuudet ja läheltä piti -tilanteet ovat kuitenkin pakottaneet IMO:n puuttumaan asiaan.

Pirkanmaalainen yritys on jo pitkään valmistanut erilaisia punnitusjärjestelmiä ja nyt toiminta on laajentunut myös kontin punnituslaitteisiin. SOLAS-asetuksen koskiessa koko maailmaa on punnitusjärjestelmillä kasva kysyntä. Asennusohje on tarpeellinen volyyymien kasvaessa suuriksi ja markkina-alue on globalisoituessa. Asennusohje on hyvä apu lopputuloksen mittaamiseen mekaanikoille antureiden asennuksessa.

Lopputuloksena syntyi asennusohje, joka vastaa hyvin sille asetettuihin haasteisiin. Oma tietotaitoni kehittyi, kun perehdyin CAN-väylän toimintaan ja antureissa käytettyihin venymäliuskojen teoriaan. Työ oli omiaan kehittämään osaamistani anturien valmistuksessa ja tehdastestauksessa sekä niiden asennuksessa.

LÄHTEET

Alanen J. (2000). CAN – ajoneuvojen ja koneiden sisäinen paikallisyväly. VTT Automaatio. Haettu 4.10.2016 osoitteesta http://www.oamk.fi/~eero/roko/Opetus/Ohjausjarjestelmat/CAN/CAN-perusteet_AlasenMateriaalia.pdf

Bosch, R. (2008). *Ajoneuvojen verkottuminen*. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy.

Hi Sea Marine (n.d.). Container corner fitting. Haettu 5.10.2016 osoitteesta <http://www.hiseamarine.com/container-corner-fitting-4744.html>

IMO (2016). Status of multilateral conventions. IMO. Haettu 11.10.2016 osoitteesta <http://www.imo.org/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Documents/Status%20-%202016.pdf>

Juhala, M., Lehtinen, A., Suominen, M. & Tammi, K. (2005). *Moottorialan sähköoppi*. Jyväskylä: Autoalan Koulutuskeskus.

Kalmar (n.d). Kalmar straddle carrier. Haettu 16.11.2016 osoitteesta <https://www.kalmarglobal.com/globalassets/equipment/straddle-carriers/kalmar-straddle-carrier-brochure.pdf>

Karhunen, J. & Hokkanen, S. (2007). *Kansainväliset tavarakuljetukset*. Jyväskylä: SHO Business Development Oy.

Koivuviita (1997). Ohjaustekniikka. Haettu 23.11.2016 osoitteesta http://personal.inet.fi/yritys/kkov.eduserver/yhteinen/anturitekniikka2_27_53.pdf

Konttivinkki (2016). Rahtikontin tärkeimmät osat. Haettu 5.10.2016 osoitteesta <http://www.konttivinkki.fi/2016/08/lisatietoa-merikonttien-rakenteesta.html>

Kyowa (2005). What's a strain gage? Haettu 5.11.2016 osoitteesta <http://www.straintech.fi/pdf/whats.pdf>

Kyowa (2011). Strain gages. Haettu 22.11.2016 osoitteesta http://www.rmc.com.tr/wp-content/uploads/2012/08/straingage_cat_e.pdf

Logistiikan maailma (n.d.). Kontti, logistiikan mullistaja. Kontin merkitys logistiikalle ja globalisaatiolle. Haettu 6.10.2016 osoitteesta http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Kontti_logistiikan_mullistaja

Logistics training council (n.d.). Straddle carrier operator. Haettu 15.11.2016 osoitteesta <http://www.logisticstc.asn.au/careers-in-transport-and-logistics/information-on-industry/stevedoring/stevedoring-careers/stevedoring-straddle-carrier-operator/>

Massachusetts Institute of Technology (2011). Invention of the strain gauge, Arthur Ruge, 1938. Lainaus instituutin arkistoista 2011. Haettu 2.11.2016 osoitteesta <http://museum.mit.edu/150/82>

Meriliitto (2016). IMO - International Maritime Organization. Haettu 18.10.2016 osoitteesta http://www.meriliitto.fi/?page_id=45

Mäkelä, T., Mäntynen, J. & Vanhatalo, J. (2005). *Logistiikka ja kuljetusjärjestelmät*. Tampere: Juvenes-Print

One moment engineering (n.d.). Venymäliuskamittaukset. Haettu 2.11.2016 osoitteesta <http://omeinweb.com/fi/palvelut/mittaukset/venymaliuskamittaukset>

Pekka Arola (2016). Varmennus. Haastattelu 7.11.2016

Port Strategy (2016). Kaapelin reitti. Haettu 22.11.2016 osoitteesta <http://www.portstrategy.com/news/products-and-services/kalmar-helps-boost-durban-productivity>

Showa (2007). Venymäliuskan rakenne. Haettu 3.11.2016 osoitteesta http://www.showa-sokki.co.jp/english/products_e/Strain_Gage_e/strain_gage_config_e.html

Suomen säätöteknillinen seura (1981). *Punnitukset ja voiman mittaukset*. Helsinki: Insinööritieto Oy.

Texas Instruments (2008). Standardi ja laajennettu sanomakehys. Haettu 18.11.2016 osoitteesta <http://www.ti.com/lit/an/sloa101a/sloa101a.pdf>

Trafi (2015). Konttipunnitusten SOLAS-määräykset uudistuvat. Tiedote 15.10.2015. Haettu 27.10.2016 osoitteesta <http://www.trafi.fi/tieto-ja-ajankohtaista/3603/konttipunnitusten-solas-maaraykset-uudistuvat>

Trafi (2016). Mahdollistamme hyvinvointia ja kilpailukykyä liikenteessä. Esite 2/2016. Haettu 10.11.2016 osoitteesta http://www.trafi.fi/filebank/a/1458043233/de43015ed812ec99ea65780552cf8613/20008-Trafi_ajankohtaisiesite_210x210_2016.pdf

Turvallisuustutkinta (n.d.). Onnettomuuteen läheisesti liittyviä seikkoja. Haettu 18.10.2016 osoitteesta <https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&c>

ad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiszoaPreT-PAhVJiywKHWXVBNsQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fturvallisuustutkinta.fi%2Fmaterial%2Fattachments%2Fotkes%2Ftutkintaselostukset%2Fsv%2Fvesiliikenneonnettomuuskientutkinta%2F1994%2Fmv_tutkintaselostus_8%2Fmv_tutkintaselostus_8.pdf&usg=AFQjCNG4ARxbATQ-g_VNAo_aQtbzOi1EpQ

US patent and trademark office (2002). Konttilukin rakenne. Haettu 16.11.2016 osoitteesta <http://pdfaiw.uspto.gov/.aiw?docid=20020001515&SectionNum=2&ID-Key=2F3AAAC29DC6&HomeUrl=http://appft.uspto.gov/netacgi/nph-Par-ser?Sect1=PTO1%2526Sect2=HITOFF%2526d=PG01%2526p=1%2526u=/netahtml/PTO/srchnum.html%2526r=1%2526f=G%2526l=50%2526s1=20020001515.PGNR.%2526OS=%2526RS=>