

Opinnäytetyö Turun AMK

Koneautomaatio

2018

Ville Haapanen

HUVIVENEAUTOMAATIO

Ville Haapanen

HUVIVENEAUTOMAATIO

Opinnäytetyö tehtiin selvitystyönä Etteplan-nimiseen yritykseen. Työn tarkoituksena oli selvittää, mitä sähkökomponentteja huviveneissä käytetään, miten sähköjärjestelmät toimivat ja millainen on automaation nykytilanne. Idea työn aloittamiseen lähti siitä, että huviveneiden nykyisiä automaatiojärjestelmiä olisi tarvetta kehittää sekä yksinkertaistaa mahdollisesti teollisuusautomaation avulla. Työ tehtiin selvitystyönä etsimällä tietoa alaan liittyvistä artikkeleista ja materiaaleista pääasiassa internetistä.

Järjestelmän nykytilannetta tutkiessa suurimpien valmistajien järjestelmissä löydettiin hyviä käytössä olevia ratkaisuja, mutta nämä ratkaisut eivät välttämättä ole toisiinsa yhteensopivia varsinkaan, kun käytetään eri valmistajien elektroniikkakomponentteja. Tässä huomattiin selkeä puute nykyisissä järjestelmissä. Teollisuusautomaation osalta otettiin esimerkiksi Siemensin valikoimasta tuotteita, joiden avulla olisi mahdollisuus yksinkertaistaa nykyisiä järjestelmiä. Teollisuusautomaation komponentteja selatessa todettiin, että fyysisten komponenttien valitseminen ei ole haaste. Haasteen luo nykyisten huviveneissä käytettyjen sähkökomponenttien huono yhteensopivuus muiden, kuin niihin tarkasti määriteltyjen laitteiden osalta.

Lopuksi pohdittiin, mitä kaikkia kehitystä hidastavia tekijöitä huviveneisiin liittyvässä teollisuudenalassa voi olla. Nykyisten toteutuksien osalta järjestelmät ovat pirstaloituneet veneessä useaksi eri järjestelmäksi ja näitä järjestelmiä ei ole tämänhetkisten toteutuksien avulla mahdollista yhdistää yhdeksi toimivaksi järjestelmäksi. Tähän vaikuttaa elektroniikan eri komponenttien huono yhteensopivuus, valmistajien avoimuus tuotteiden toimintatapoja kohtaan sekä itse veneiden valmistuksen pienet tuotantovolyymit, nämä asiat hidastavat kehitystä. Tulevaisuuden kehityssuunta näyttää siihen, että veneiden sähköjärjestelmiä haluttaisiin yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi, joka mahdollistaisi veneen yksinkertaisemman valmistusprosessin, sekä myös veneen helpomman käytön.

ASIASANAT:

huvivene, automaatio, NMEA 2000, teollisuusautomaatio

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Machine and production technology

Completion year of the thesis 2018 | Total number of pages 29

Ville Haapanen

LEISURE BOATING AUTOMATION

This thesis was made as a report for a company called Etteplan. The purpose of this report was to identify the type of electrical components that leisure boats use, the function of those components in the system and the current level of automation. The idea for starting this thesis was to research current automation systems in leisure boats and to consider if those systems could be further developed by using industrial automation. The report was made by searching information from different articles and materials mostly on the internet.

By researching the current level of automation, it was found that the biggest manufacturers of boat electronics already have the required technology in their inventory, but they lack the compatibility between different systems from different manufacturers.

Some components from Siemens' catalog were chosen as examples of industrial automation implementation. By browsing the catalog, it was found out that selecting those components is not challenging but the challenge of using industrial automation is that most boat electronics components are poorly compatible with any other system than those which they were specifically made for.

The factors that are slowing down the development of leisure boating technology were pointed out in the final part of the report. Different systems at their current state are being spread out to multiple smaller systems rather than one fully integrated system. Considering the current compatible problems, it is not possible to make one universal system that works perfectly together. The limiting factors are poor compatibility of different electrical components, lack of open sharing of information about how components and systems function and low volume of manufactured boats. The future of boat electronics showing that boat electronic systems could function as a single system which would allow more simple manufacturing process of boats and easier operation of boats by consumer.

KEYWORDS:

leisure boating, automation, industrial automation

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	5
1 JOHDANTO	6
2 TIEDONSIIRTOVÄYLÄT VENEISSÄ	7
2.1 NMEA 0183	7
2.2 NMEA 2000	8
2.3 CAN-väylä	9
2.4 Ethernet	10
2.5 Muut	12
3 VENEEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ	13
3.1 Pienjännitejärjestelmä	13
3.2 230 V AC-järjestelmä	15
4 AUTOMAATION NYKYTILANNE VENEISSÄ	18
4.1 Automatoitavat kohteet	18
4.2 Eri valmistajien toteutuksia	19
5 AUTOMAATION TOTEUTUS TEOLLISUUSAUTOMAATION KEINAIN	23
6 HUVIVENEAUTOMAATION KEHITYSTÄ RAJOITTAVAT TEKIJÄT	25
7 YHTEENVETO JA POHDINTAA	27
LÄHTEET	28

KUVAT

Kuva 1. NMEA 0183 esimerkkikuva.	8
Kuva 2. NMEA 2000 esimerkkikuva.	9
Kuva 3. CAN-väylän rakenne.	10
Kuva 4. Ethernet esimerkkikuva.	11
Kuva 5. Simrad esimerkkijärjestelmä (Navico-online 2018).	20
Kuva 6. Raymarine esimerkkijärjestelmä (Raymarine SeaTalkNG connections 2018).	21

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys
NMEA	National Marine Electronics Association
CAN	Controller area network
GPS	Global positioning system
Invertteri	Vaihtosuuntaaja
AIS	Automatic identification system

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on kartoittaa veneissä käytettävän automaation tämänhetkistä tilannetta, sen kehittämistä ja mahdollisia tulevaisuuden vaatimuksia ja tarpeita. Tällä hetkellä huviveneissä on käytetty isoa määrää elektronista laitteistoa ja osa niistä on jo automatisoitu. Veneenvalmistajat käyttävät laajalti eri valmistajien tuotteita ja samassa veneessä voi olla käytössä monta eri järjestelmää. Työ rajattiin tarkoituksella kattamaan pelkästään huviveneet, joten työssä ei käsitellä kaupallisessa käytössä olevia työveneitä.

Toimeksiantajana työlle toimii Etteplan Oy, joka on konsultointi- ja suunnittelutoimisto. Etteplan tekee tekniikan alan suunnittelua ja dokumentointia. Työn tekeminen aloitettiin siitä ajatuksesta, että huviveneiden sähkö- ja automaatiojärjestelmä pystyttäisiin yhdistämään yhdeksi kokonaisuudeksi. Tätä varten esiselvitykselle automaation nykyisestä tilasta ja mahdollisista tulevaisuudentarpeista on hyötyä.

Selvitystyö aloitettiin tutkimalla, mitä kaikkia komponentteja veneen sähköjärjestelmään kuuluu kokonaisuudessaan sekä mitä kaikkea on nykyään jo automatisoitu. Tärkeänä osana on myös selvittää, mitä kaikkia tiedonsiirtoväyliä veneissä yleisesti käytetään ja voidaanko niitä yhdistää toisiinsa.

Tässä työssä kartoitetaan ja pohditaan, mihin kaikkiin sovelluksiin automaatiota käytetään tällä hetkellä huviveneissä? Minkälaisia tarpeita huviveneissä on tällä hetkellä, minkälaisia tarpeita on tulevaisuudessa ja miten niihin pystyisi vastaamaan? Kartoituksessa on myös hyvä käydä läpi suurimpien komponenttivalmistajien nykyisiä automaatiokokonaisuuksia.

2 TIEDONSIIRTOVÄYLÄT VENEISSÄ

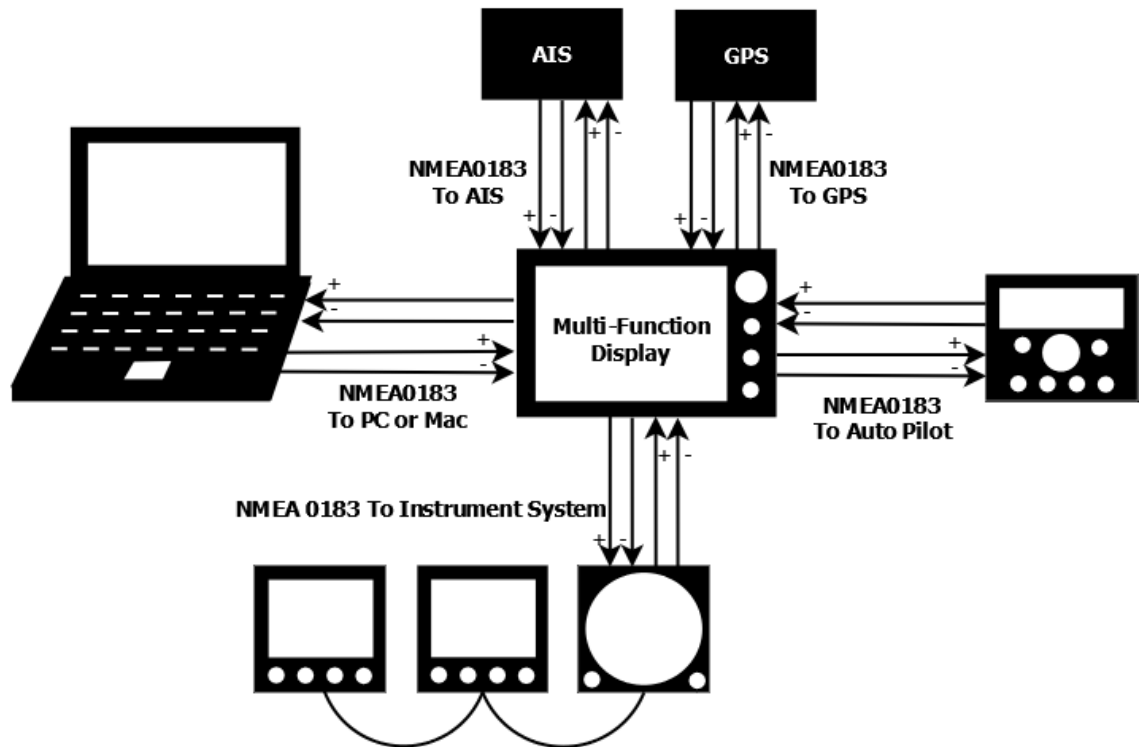
Laitevalmistajilla on usein omia tiedonsiirtoverkkoja, jotka perustuvat NMEA 2000 -liitännästandardiin. Yleiseen tiedonsiirtoon käytetään usein NMEA 0183 -liitännästandardia ja nykyään useammin NMEA 2000 -liitännästandardia. Moottorin ja sähköjärjestelmän hallintaan on usein käytössä CAN-väylä. Kun vaaditaan suurempaa siirtonopeutta, käytetään Ethernet-verkkoja tai niihin pohjautuvia verkkoja. Langattomat verkot alkavat myös yleistymään venekäytössä. (Sähkö ja vene 2017.)

2.1 NMEA 0183

NMEA 0183 -liitännästandardi on ollut käytössä 1980 -luvulta saakka, ja se on ensimmäinen yhtenäinen liitännästandardi digitaalisten tietojen vaihdolle eri merenkulun elektronikkatuotteiden välillä. (NMEA 0183 standard 2018.)

NMEA 0183 -liitännästandardi määrittelee sähköisen signaalin vaatimukset, tiedonsiirtoyhteyshäytännön ja ajan sekä erityiset lauseformaatit sarjadataväylälle. Se toimii 4800 baudin sarjadataväylällä. Väylällä voi olla monta vastaanottajaa, mutta vain yksi lähettäjä. Tiedot lähetetään lauseina, jotka koostuvat ASCII-merkeistä. Nämä lauseet voivat sisältää tietoja esimerkiksi sijainnista, nopeudesta ja syvyydestä. (NMEA 0183 standard 2018.)

Esimerkkikuvasta näkyy tyypillinen NMEA 0183 -kytkentä (Typical NMEA 0183 diagram 2018).



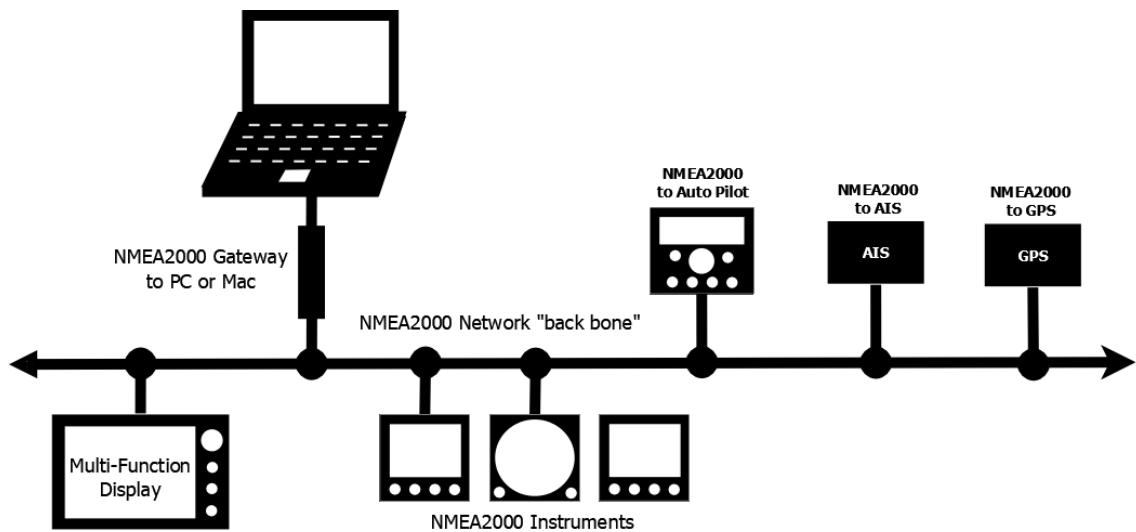
Kuva 1. NMEA 0183 esimerkkikuva.

Esimerkkikuva havainnollistaa NMEA 0183 -liitännästandardin avulla järjestelmään kytkettyjä laitteita. Kuvassa näkyy monitoiminäyttöön kytketty navigointi-, AIS- ja autopilot-tijärjestelmä, johon on liitetty kannettava tietokone.

2.2 NMEA 2000

NMEA 2000 -liitännästandardi luotiin, jotta eri valmistajien laitteita voitaisiin liittää toisiinsa. Se otettiin käyttöön 2000-luvun alussa. Se perustuu ajoneuvoissa ja tehtaissa yleisesti käytettyyn CAN-väylän standardiin (Controller Area Network ISO 11898). NMEA 2000 -liitännästandardin tiedonsiirtonopeus on 250 kilobittiä sekunnissa. Standardi määrittää myös kaikki käytössä olevat fyysisen kerroksen komponentit, joihin kuuluu liittimet johdot ja virtalähteet. Järjestelmä koostuu NMEA 2000 -yhteensopivista laitteista, jotka kytketään haarakaapelilla järjestelmän runkoverkkoon. Runkoverkon molemmissa päissä on päätevastukset. Verkkoon kuuluu myös T-haarat ja haaroitusrimat. (NMEA 2000 standard 2018.)

Esimerkkikuvasta näkyy tyypillinen NMEA 2000 -kytkentä (Typical NMEA 2000 diagram 2018),



Kuva 2. NMEA 2000 esimerkkikuva.

Esimerkkikuva havainnollistaa NMEA 2000 -liitäntästandardin avulla järjestelmään kytkettyjä laitteita. Kuvassa näkyy monitoiminäyttöön kytketty navigointi-, AIS- ja autopilot-tijärjestelmä, johon on liitetty kannettava tietokone. Kuva havainnollistaa hyvin NMEA 2000 -liitäntästandardin runkoverkon ("back bone") käytön, johon jokainen järjestelmässä oleva laite liitetään.

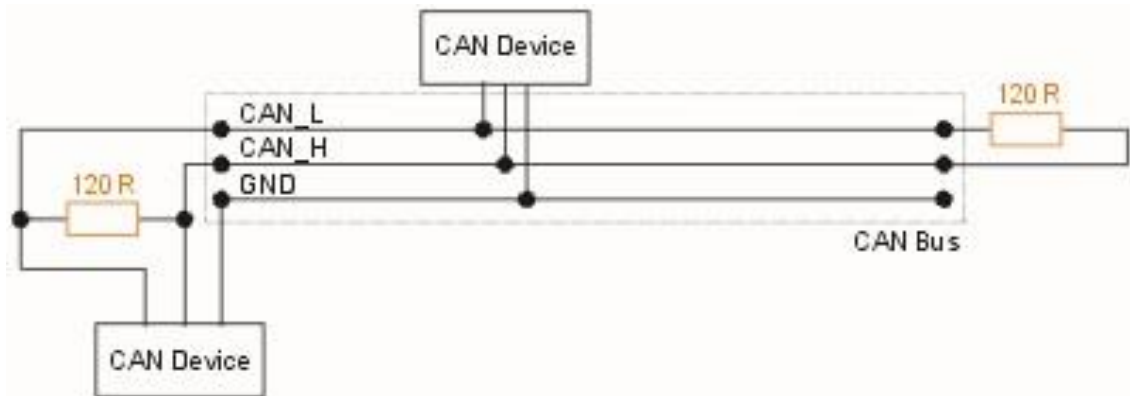
2.3 CAN-väylä

Can-väylä on alun perin otettu käyttöön autoteollisuudessa vuonna 1986 Robert Bosch GmbH:n toimesta. Autoteollisuudesta väylä lähti leviämään teollisuuden- ja rautateiden automaatiojärjestelmiin. Nykyään sitä käytetään laajasti ajoneuvoissa, teollisuudessa, maataloudessa, ilmailualalla, merialalla, avaruusaluksissa ja roboteissa. (CAN knowledge 2018.)

CAN-väylä on moni-isäntäinen väylästandardi solmujen (nodes) yhdistämiseen. Toimiakseen väylä tarvitsee vähintään kaksi solmua. Solmun monimutkaisuus voi vaihdella yksinkertaisen I/O-laitteen ja CAN-liitännällä yhdistetyn hienostuneella ohjelmistolla va-

rustetun sulautetun tietokoneen välillä. CAN-väylän tiedonsiirto tapahtuu 2-napaista parikaapelia pitkin, jonka kierrosten määrä on standardoitu 40 kierrokseen metriä kohden. Parikaapelin tulee olla impedanssiltaan $120\ \Omega$ ja väylään kuuluu $120\ \Omega$ päätevastukset. (CAN knowledge 2018.)

Esimerkkikuvassa näkyy CAN-väylän rakenne (CAN and CAN-FD a brief tutorial 2018).

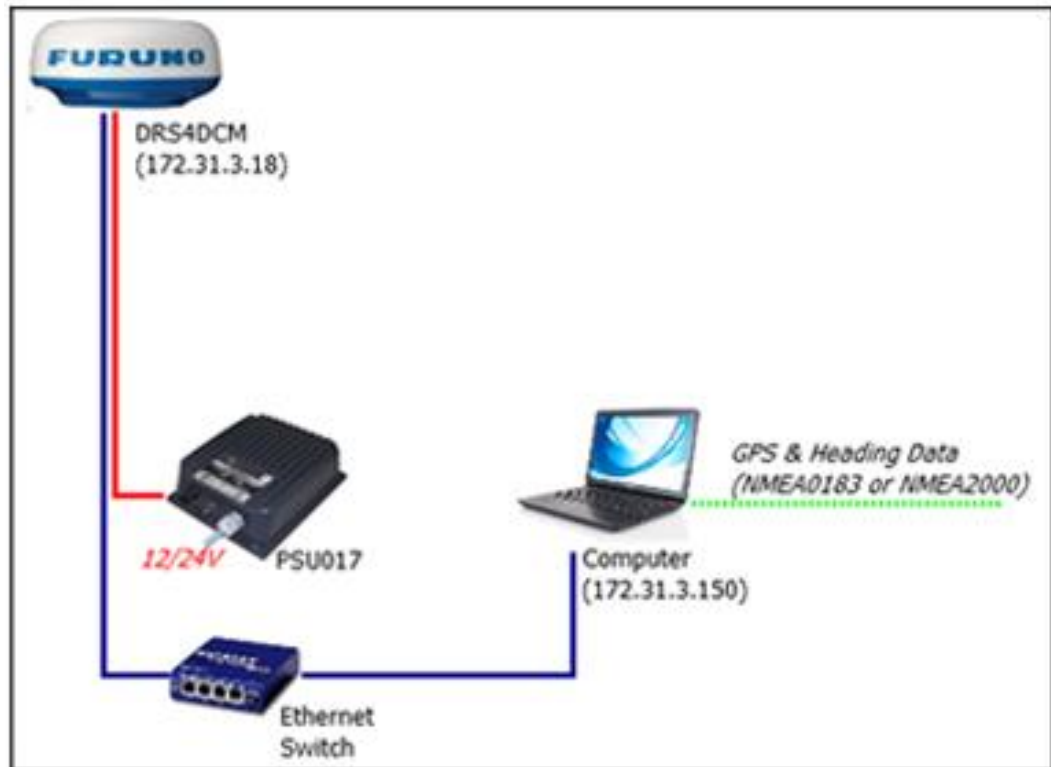


Kuva 3. CAN-väylän rakenne.

Esimerkkikuvasta nähdään CAN-väylän rakenne yksinkertaisuudessaan. Kuvassa näkyy CAN-L-, CAN-H- ja maajohdot, sekä $120\ \Omega$ päätevastukset. Tämänkaltaista rakennetta voidaan käyttää esimerkiksi järjestelmässä, jossa halutaan näyttää moottorin käyntitietoja veneen näytöllä, jossa on CAN-liitäntä.

2.4 Ethernet

Ethernet-järjestelmää veneissä käytetään silloin, kun vaaditaan suurempia tiedonsiirtonopeuksia. Tällaisia sovelluksia voivat olla esimerkiksi kuvien ja videon siirtäminen. Veneissä voi olla useita plottereita, ja näihin kaikkiin halutaan saada näkyviin tutka ja kaiku. Ethernet-järjestelmän ansiosta tutkadata voidaan prosessoida suoraan antennissa, ja se voidaan siirtää digitaalisessa muodossa suoraan näyttölaitteelle Ethernet-kaapelia pitkin. Ethernet-järjestelmän käyttäminen mahdollistaa veneissä pidempien tiedonsiirto-
matkojen käytön ja sen, että järjestelmään voidaan liittää huomattavasti suurempi määrä laitteita. (Sähkö ja vene 2017.) Esimerkkikuvassa yksinkertainen Ethernetin käyttökohde Furunon tutkalle (PC radar connection diagram 2018).



Kuva 4. Ethernet esimerkkikuva.

Esimerkkikuvassa on kytkettynä Furuno DRS4DCM -tutka Ethernetin välityksellä tietokoneeseen. Tutka on kytketty erillisen kytkimen kautta tietokoneeseen ja itse tutkalla on erillinen virtalähde. Tietokoneen ja kytkimen tilalla voisi olla esimerkiksi monitoiminäyttö, jolla voidaan lukea tutkan lähettämää dataa.

Normaalisti Ethernet-järjestelmään vaaditaan HUB, reititin tai vastaava. Nykyään kuitenkin useissa näytöissä on jo valmiiksi useita Ethernet-portteja, jotka korvaavat erillisen kytkimen. Käsiteltävän tietomäärän jatkuvan lisääntymisen johdosta veneisiin on kehitetty Ethernet-pohjaisia tiedonsiirtoalustoja, jotka pystyvät hyödyntämään NMEA 2000- ja NMEA 0183 -liitäntästandardien dataa. (Sähkö ja vene 2017.)

NMEA OneNet

NMEA-organisaatio aloitti OneNetin kehittämisen suuremman tiedonsiirtonopeuden tarpeen johdosta. Se kehitettiin Ethernetin IEEE 802.3 -standardiin pohjautuen. OneNetin

tarkoituksena ei ole korvata NMEA 2000 -liitäntästandardia, vaan tukea sitä. Sitä ei kuitenkaan suositella kriittisen ja reaaliaikaisuutta vaativan datan siirtämiseen. OneNet sopii paremmin esimerkiksi videokuvan tai kuvien siirtoon sen suuren siirtonopeuden johdosta. (Introducing OneNet 2012.)

Signal K

Signal K on avoimeen lähdekoodiin perustuva alusta merenkulun käyttöön. Se on tarkoitettu toimimaan veneen nykyisten tiedonsiirtojärjestelmien rinnalla ja ennen kaikkea NMEA 2000:n ja NMEA 0183:n kanssa. Sen avulla olemassa olevasta verkosta pystyy helposti poimimaan dataa helposti siirrettävään ja ”web-ystävälliseen” muotoon esimerkiksi mobiilisovelluksiin tai internetiin.

Signal K ei määrittele verkon fyysistä laitteistoa mitenkään. Tiedonsiirto tapahtuu käyttäen UTF-8 JSON -formaattia. Jotta Signal K toimii, se vaatii yhdyskäytävän NMEA-verkosta. Tämän voi toteuttaa esimerkiksi kytkemällä tietokone Ethernet-kaapelilla käytössä olevaan järjestelmään. Yleisin yhdyskäytävänä toimiva laite tällä hetkellä on Digital Yacht iKommunicate Gateway. Se voidaan liittää suoraan NMEA 2000- ja NMEA 0183 -järjestelmiin. Signal K -verkkoa voidaan laajentaa lisäämällä yhdyskäytävän perään serveri. Serverin voi toteuttaa esimerkiksi kannettavalla tietokoneella tai Raspberry Pi:llä. Serverin kautta on mahdollista siirtää dataa eteenpäin eri sovelluksiin esimerkiksi matkapuhelimeen, tietokoneeseen tai 3G/4G yhteyden avulla suoraan internetiin. (What is Signal K? 2018.)

2.5 Muut

Eri laitevalmistajilla on käytössä omia tiedonsiirtoväyliä. Nämä väylät perustuvat NMEA 2000 -liitäntästandardiin, mutta ne käyttävät omia johtoja ja liittimiä. Näitä verkkoja on esimerkiksi Raymarine Seataalk, Simrad Simnet, Lowrance LowranceNET, Stowe Dateline, Furuno CAN ja Mastervolt MasterBus. Näiden valmistajien laitteissa on yleensä valmiina liityntämahdollisuus NMEA 2000 -verkkoon tai sitten ne on mahdollista kytkeä siihen erillisellä adapterilla.

3 VENEEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

3.1 Pienjännitejärjestelmä

Sähköjärjestelmä

Veneiden akustoihin voi kuulua yksi tai useampi akku. Useamman akun järjestelmissä voidaan käyttää moottorin käynnistämiseen omaa akkua, joka on suunniteltu purkamaan suurta virtaa lyhyessä ajassa starttimoottorille. Sen lisäksi on käytössä käyttöakku, joka on tarkoitettu tuottamaan pientä virtaa pitkän aikaa tasaisesti. Yksiakkuisissa järjestelmissä nämä molemmat voidaan olla toteutettu yhdellä monikäyttöakulla. Veneiden sähköjärjestelmät voivat olla joko 12 V tai 24 V. Venekäyttöön myytävät akut ovat kuitenkin pääsääntöisesti 12 v. 24 V -järjestelmissä onkin akkujen jännite nostettu 24 V sarjakytkenällä. Akkuja voidaan monitoroida käyttämällä siltakytettyä mittaus shunttia. Mittaus voidaan suorittaa erillisellä akunvalvontamittarilla, joita myy useat eri valmistajat. On myös mahdollista kytkeä mittaus shuntista tuleva tieto veneen tietoliikennejärjestelmään. (Sähkö ja vene 2017.)

Pienjännitejärjestelmässä akkuja voidaan ladata useilla eri menetelmillä esimerkiksi moottorin generaattorilla, aurinkokennolla, tuuligeneraattorilla, polttokennolla sekä laahus- tai potkurigeneraattorilla. Yleisin näistä on moottorin generaattori. Generaattoria pyöritetään veneen moottorin voimalla hihnapyörän ja hihnan välityksellä. Nykyaikaiset generaattorit tuottavat vaihtovirtaa, joten tuotettava virta pitää tasasuunnata ennen akuille siirtämistä. Tämä tapahtuu joko erillisellä tai generaattorissa kiinteänä olevalla tasasuuntaajalla. Akkujen latausta varten akun latausjännitteen pitää pysyä lähellä tiettyä lukemaa (lukema riippuu akkutyypistä). Jänniteensäädin säätää latausjännitteen oikeaksi ja pitää sen sopivana. Säädin on nykyaikaisissa latureissa kiinteänä. (Sähkö ja vene 2017.)

Aurinkopaneelit yleistyvät venekäytössä koko ajan. Markkinoilla on venekäyttöön erityisesti suunniteltuja paneeleita. Pienen virrantulon takia ne eivät sovellu hyvin yksinään veneen akkujen lataamiseen. Mutta ne soveltuvat hyvin akkujen ylläpitoon. Aurinkopaneelien yhteyteen asennetaan säädin, joka estää akkujen yllilataamisen sekä diodi, joka estää akkujen latauksen purkautumisen, kun aurinko ei paista. (Sähkö ja vene 2017.)

Tuuligeneraattoria käytetään usein valtamerikäyttöön tarkoitetuissa purjehdusveneissä. Ne vaativat melko voimakkaan tuulen ollakseen tehokkaita. Tuuligeneraattorit vaativat myös jännitteensäätimen, että ne eivät yli lataa täynnä olevia akkuja. (Sähkö ja vene 2017.)

Pitkiin purjehduksiin tarkoitetut veneet voidaan myös varustaa veneen perässä vedettävällä laahusgeneraattorilla. Generaattorissa on potkuri, joka tuottaa energiaa pyöriesään veden virtauksen ansiosta. (Sähkö ja vene 2017.)

Uusimpana näistä sähkönlähteistä on otettu käyttöön polttokenno. Se tuottaa virtaa hapettamalla metanolia kemialliseksi energiaksi ilman palamista. Venekäyttöön on myynnissä sopivia polttokennoja, jotka tuottavat suoraan tarvittavan latausjännitteen. Ne on useimmiten tarkoitettu täydentämään veneen sähköntarvetta ja sen käyttöä kontrolloidaan automatiikalla. (Sähkö ja vene 2017.)

Veneissä, joissa on käytössä useita akustoja, käytetään latauksen jakolaitetta. Näin pystytään pitämään huolta siitä, että tärkeimmissä akustoissa pysyy riittävä jännite yllä. Esimerkiksi käynnistykseen käytettävän akun varaus ei saa päästä laskemaan niin alas, että moottoria ei saa enää käynnistettyä. Jakaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi jakodiodeilla, erotus- tai päävirtakytkimellä sekä jänniteohjatulla latausreleellä. (Sähkö ja vene 2017.)

Pääkytkimet ja varokkeet

Veneessä olevat akkupiirit tulee varustaa pääkytkimellä niin, että vene saadaan virrattomaksi yhdellä kytkimellä nopeasti. Erillisillä kytkimillä myös voidaan mahdollistaa erillisten piirien virrattomaksi kytkeminen, jos halutaan jättää tiettyihin laitteisiin virta päälle. Saatavilla on myös sähköisesti ohjattavia kytkimiä, joita voidaan käyttää eri piirien virran ohjaukseen. (Sähkö ja vene 2017.)

Jokainen pääkytkimiltä lähtevä johto tulisi varustaa päävarokkeella, joka suojaa piiriä oikosululta. Myös kaikille laitteille lähteviin johtoihin tulee sijoittaa varoke. Päävarokkeita sekä laitteiden varokkeita on saatavilla sekä vaihdettavia, että automaattisia. (Sähkö ja vene 2017.)

Kulutuslaitteet

Veneen pienjännitejärjestelmän kulutuslaitteisiin kuuluu laaja määrä erilaisia laitteita. Laitteiden määrä voi vaihdella eri veneiden välillä huomattavasti. Yleisiä veneissä olevia kulutuslaitteita ovat esimerkiksi valaisimet, pumpput, kylmäkone, lämmityslaite, erilaiset anturit sekä navigointiin liittyvät laitteet.

Laitteet voi olla kytkettynä suoraan 12 V -syöttölinjaan ja niiden käyttöä ohjataan omilla katkaisimilla. Laitteiden ohjaus voi myös olla kytkettynä veneessä käytössä olevaan tietoliikennejärjestelmään esimerkiksi NMEA 2000 -liitäntästandardiin. (Sähkö ja vene 2017.)

Antennit

Veneissä on käytössä useita erilaisia antennejä langatonta tiedonsiirtoa varten. Antenneilla käytettäviä yhteyksiä ovat esimerkiksi VHF-, SSB- ja GSM-puhelimet/dataliikenne, AIS-lähetin/vastaanotin, GPS, FM-radio ja TV. Antenneilla voi olla omat käyttölaitteensa, joilla lähetetään ja vastaanotetaan tietoa. Ne voidaan myös kytkeä veneen omaan tietoliikennejärjestelmään. (Sähkö ja vene 2017.)

3.2 230 V AC-järjestelmä

Veneen 230 V AC- järjestelmä, eli ns. maasähköjärjestelmä sisältää kaikki veneessä olevat 230 V jännitteellä toimivat laitteet. Jännitelähteinä voivat toimia laiturilta tuleva maasähkö, veneen oma generaattori ja invertteri. Käyttölaitteiden käyttämisen lisäksi maasähkön avulla voidaan ladata veneen 12 V/24 V akkuja käyttämällä erillistä akkulaattia. (Sähkö ja vene 2017.)

Liityntäpiste laiturilla ja veneessä sekä liityntäjohto

Maasähkö siirretään veneeseen laiturilla olevan liityntäpisteen kautta. Veneessä on oma liityntärasia tätä varten. Liityntäpisteiden pistorasiat ovat standardien SFS-EN 60309-1 ja SFS-EN 60309-2 mukaisia teollisuuskäyttöön tarkoitettuja teollisuuspistorasioita. Niiden napaluvun tulee olla 2 + suojajohdin. Pistorasiat tulee olla mitoitettu 200-250 V jännitteelle sekä 16 A virralle. Tämän lisäksi voidaan käyttää yksivaiheisia pistorasioita, jotka ovat mitoitettu 32 A virralle, sekä kolmivaiheisia pistorasioita 32 A tai 64 A virralle mitoitettuna. Johtona käytetään tähän sopivaa veden- ja öljynkestävää kaapelia. (Sähkö ja vene 2017.)

Maasähkökeskus

Veneen maasähkökeskus on se piste, jonka kautta laiturin liityntäpisteestä tulee sähkö veneeseen. Se sisältää tarvittavat pistokkeet veneen kytkemiseen laituriin. Maasähkökeskuksen sisällä on vikavirtasuojaus sekä varokkeet. Akkulaturi voi myös olla joko maasähkökeskuksen sisällä tai sen ulkopuolella kiinteästi asennettuna.

Veneissä, joissa on enemmän kuin yksi tapa syöttää virtaa 230 V järjestelmässä vaaditaan verkonhallintayksikkö. Tämä varmistaa, että vain yksi syöttötapa voi olla käytössä samaan aikaan. Verkonhallinnan voi toteuttaa kahdella eri tapaa: valintakytkimellä tai automaattisella yksiköllä. Automaattinen yksikkö on näistä eniten käytössä sen turvallisuuden ja helppokäyttöisyyden takia. Automaattinen verkonhallintayksikkö on usein osana maasähkökeskusta. Yksikkö tunnistaa, mistä virta syötetään ja valitsee mikä syöttötapa on kulloinkin käytössä. (Sähkö ja vene 2017.)

Suojaerotusmuuntajan tehtävä veneessä on estää korroosiota erottamalla galvaanisesti maasähkökeskus veneestä. Muuntajan primäärikäämiin kytketään laiturilta tuleva jännite, joka indusoidaan sekundäärikäämiin. Näin saadaan ilman jännitehäviötä tuotua veneen 230 V jännite ilman galvaanista eli metallista yhteyttä laiturilta tulevaan sähkönsyöttöön. (Sähkö ja vene 2017.)

Vaihtosuuntaaja

Vaihtosähkösuuntaaja, eli ns. invertteri muuttaa 12/24 V tasavirtaa 230 V vaihtovirraksi. Se mahdollistaa 230 V laitteiden käyttämisen myös silloinkin, kun venettä ei ole kytketty laituriliitäntään tai generaattori ei tuota sähköä.

Pienemmissä veneissä ja pienemmillä tehontarpeilla olevassa veneessä usein riittää erillinen ja irrallinen invertteri. Isommissa veneissä, joissa tehontarve kasvaa on kiinteästi asennettu invertteri, joka on kytketty veneen sisäiseen verkonhallintaan. (Sähkö ja vene 2017.)

Generaattori

Veneissä on käytössä sekä siirrettäviä irrallisia generaattoreita, että kiinteästi asennettuja. Siirrettävät generaattorit sopivat hyvin pienempiin veneisiin, mutta isommissa veneissä on käytössä kiinteästi asennettu generaattori. Siirrettävät generaattorit kytketään kiinni samaan pistokkeeseen kuin laituriliitännän johto tulee, jotta veneen omat turvajärjestelmät ovat käytössä. Kiinteästi asennettava generaattori vaatii kytkennän veneen sisäisen verkon hallintayksikköön. (Sähkö ja vene 2017.)

Kulutuslaitteet

230 V -jännitteen kulutuslaitteisiin kuuluu kaikki yleiset elektroniset laitteet, jotka kytketään normaaliin pistorasiaan esim. kodin pienelektroniikka, tv, imuri jne. Lisäksi veneeseen kiinteästi asennettuina voi olla laitteita kuten esimerkiksi lämminvesivaraaja ja akkulaturi. (Sähkö ja vene 2017.)

4 AUTOMAATION NYKYTILANNE VENEISSÄ

Teknologian ja elektroniikan jatkuvasti kehittyessä myös elektronisten laitteiden määrä veneissä lisääntyy jatkuvasti. Samoin myös automaation vaatimukset kasvavat sitä mukaa. Usealla valmistajalla alkaa olemaan jo omia yhtenäisiä järjestelmiä mihin tiettyjä laitteita saa kytkettyä samaan järjestelmään. NMEA 2000 -liitäntästandardin pitäisi teoriassa mahdollistaa se, että eri järjestelmien laitteet sopivat yhteen, mutta näin ei kuitenkaan aina ole.

Isommissa veneissä pyritään kaikki saatavilla oleva informaatio saamaan ohjaamoon samalle/samoille älynäytöille. Samalta näytöltä voidaan näin seurata esimerkiksi navigointiin käytettävää sovellusta, moottorin käyntitietoja sekä kontrolloida veneen sähkölaitteita. Tämä luo omat haasteensa laitteiden yhteensopivuudelle.

4.1 Automatisoitavat kohteet

Yksi yleisimmistä automatisoitavista kohteista veneissä on navigointiin liittyvät laitteet. GPS-vastaanottimen ja näytössä olevan karttasovelluksen avulla pystytään suorittamaan yksinkertaista navigointia veneellä. Tätä pystytään laajentamaan lisäämällä esimerkiksi kaikuluotain, tutka tai autopilotti.

Navigoinnin lisäksi veneissä on yleistynyt AIS-järjestelmä (Automatic Identification System). AIS-järjestelmän tarkoituksena on ilmaista lähellä olevien veneiden ja laivojen tunnistetiedot ja paikkatiedot. Se käyttää tietojen lähettämiseen VHF-radiokanavia. Järjestelmästä on kahta eri luokkaa. A-luokka on tarkoitettu ammattikäyttöön ja isompia laivoja varten. B-luokan järjestelmä on tarkoitettu pienempi aluksia ja huviveneitä varten. A- ja B-luokan suurimmat erot ovat siinä, että A-luokan järjestelmä päivittää tietoja useammin ja ne priorisoidaan B-luokan yli. Huviveneisiin on myös saatavilla pelkästään B-luokan AIS-vastaanottimia, joilla ei ole mahdollista lähettää omia tietoja järjestelmään, mutta sillä pystyy seuraamaan muiden merellä liikkuvien alusten tietoja ja sijaintia. (AIS-tiedot 2017.)

Nykyisin käytössä olevista veneiden moottoreista saadaan moottorin käyntitietoja ulos NMEA 2000 -liitäntästandardia pitkin siihen soveltuvilla sovittimilla. Jos moottorissa on

käyntitietoja varten CAN-väylä, ne saadaan usein muunnettua siihen kuuluvalla laitteella NMEA 2000 -liitäntästandardiin sopivaksi. Moottoritiedot voidaan näyttää siihen yhteensopivassa näytössä ohjaamossa.

Veneiden elektronisia järjestelmiä, kuten valaistusta, lasinpyyhkimiä, äänitorvea, ilmastointia, viihdejärjestelmiä sekä turvajärjestelmiä on nykyään myös mahdollista hallita yhdeltä näytöltä. Tämä vaatii sen, että kaikki kyseessä olevat sähkölaitteet kytketään samaan tietoliikennejärjestelmään.

Varsinkin isommissa veneissä kerätään informaatiota todella monessa paikassa eri antureilla. Näille antureille voi jokaiselle olla oma näyttönsä tai mittarinsa, mutta niiltä kaikilta on myös mahdollista kerätä tiedot samalle näytölle. Tämänlaisia antureita on esimerkiksi polttoaineen määrä, vesisäiliöiden veden määrä, jäteveden määrä sekä akustojen tiedot.

4.2 Eri valmistajien toteutuksia

Veneiden elektroniikkaa valmistavat yritykset laajentavat jatkuvasti mahdollisuuksia toteuttaa veneiden automaatiota. Suurimmat valmistajat myyvät tuotteita joko yksittäisten komponenttien liittämiseen veneen tiedonsiirtojärjestelmään, tai kokonaisia järjestelmiä.

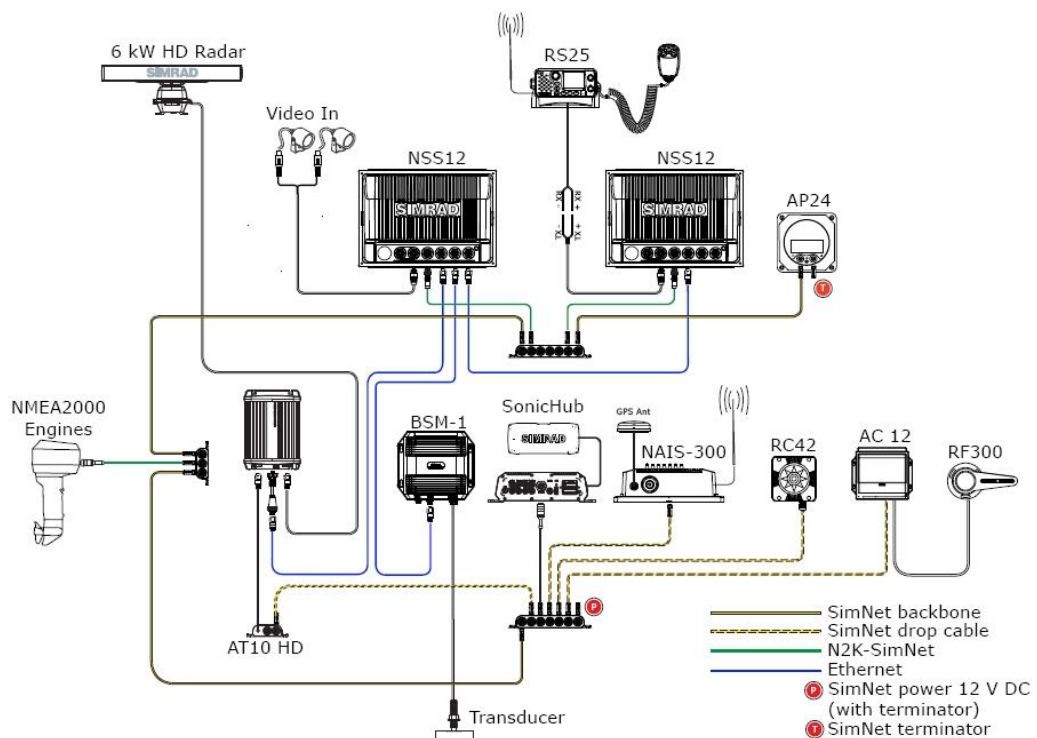
Yleisimpiä automatisoituja kohteita veneissä on nykyään navigointijärjestelmät ja niihin liittyvät komponentit. Näitä komponentteja ovat esimerkiksi GPS-antennit, tutkat, kaiku- luotaimet, autopilotit, AIS-tutkat sekä erilaiset lämpö- tai pimeänäkökamerat. Navigointijärjestelmien ohjaukseen käytetään yleensä ns. monitoiminäyttöjä. Nämä näytöt on tarkoitettu siihen, että niihin kytketään useita laitteita ja niitä voidaan ohjata ja tarkkailla samalta näytöltä. Monitoiminäyttöihin on mahdollista kytkeä valmistajan omalla tiedonsiirtoväylällä kytkettäviä laitteita, mutta myös sen lisäksi niihin voi usein kytkeä laitteita Ethernet, video, NMEA 2000, NMEA 0183 sekä mahdollisesti bluetooth- ja Wi-Fi-yhteyksillä. Liitännät vaihtelevat eri valmistajien ja tuotteiden välillä.

Automatisoituja kohteita voi myös olla esimerkiksi veneen piensähköjärjestelmän komponentit, maasähkön komponentit sekä erilaiset veneissä olevat pumput. Nämä on toteutettu käytännössä kokonaan omina järjestelminään irrallisena esimerkiksi navigointijärjestelmästä.

Suurimmat valmistajat käyttävät usein laitteissaan omia tiedonsiirtoväyliä, jotka kuitenkin perustuvat NMEA 2000 -liitäntästandardiin. Ne on kuitenkin varustettu omilla fyysisillä johdoilla ja liittimillä. Nykyään yhtä useampi valmistaja tekee tuotteistaan NMEA 2000 -yhteensopivia ja tämä saattaa mahdollistaa eri valmistajien laitteiden kytkemisen keskenään.

Navico

Navico on tällä hetkellä maailman johtava veneilyelektroniikkayritys. Sen tuotteisiin kuuluu laajalta alueelta veneilyn elektroniikkaa niin navigointiin kuin veneen yleiseen hallintaan. Navicon alaisia tuotemerkejä ovat Simrad Yachting, Lowrance ja B&G. Nämä kaikki ovat veneilyalan johtavia tuotemerkkejä. Navicon tuotemerkkien etuna on se, että ne ovat pääosin yhteensopivia keskenään. (About Navico 2018.) Esimerkkinä tässä Simrad tuotemerkin valmistama järjestelmämahdollisuus (kuva 1).

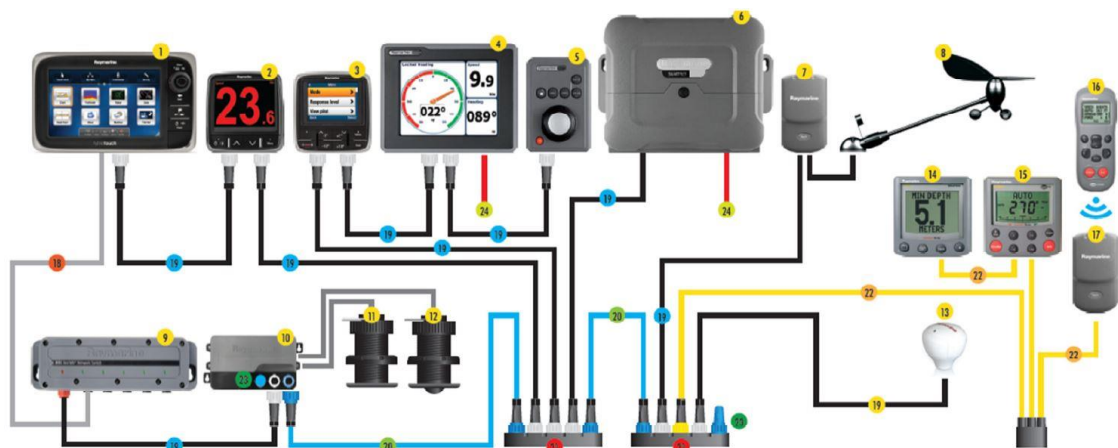


Kuva 5. Simrad esimerkkijärjestelmä (Navico-online 2018).

Järjestelmä sisältää navigoinnin komponenteista tutkan, AIS-tutkan, kaikuluotaimen, suunta-anturin, autopilotin sekä VHF-radion. Navigointijärjestelmää ohjataan kahdella NSS12-monitoiminäytöllä. Järjestelmä käyttää Simradin omaa Simnet-tiedonsiirtoväylää, NMEA 2000 -liitäntästandardia sekä Ethernet-verkkoa.

Raymarine

Raymarine kuuluu veneilyelektronikan suurimpien valmistajien joukkoon. Se valmistaa tuotteita pääasiassa harrastusveneilyyn, mutta myös kevyeen ammattikäyttöön. Raymarinen tuotevalikoimassa on todella laajasti veneilyssä käytettävää elektroniikkaa, sekä myös monitoiminäyttöjä, joilla tätä elektroniikkaa pystytään ohjaamaan. Raymarinen oma tiedonsiirtoväylä on SeaTalkNG, ja se perustuu NMEA 2000 -liitäntästandardiin. Raymarine valmistaa myös NMEA 2000 -yhteensopivia tuotteita. (Tietoja Raymarinesta 2018.)



Kuva 6. Raymarine esimerkijärjestelmä (Raymarine SeaTalkNG connections 2018).

Raymarinen järjestelmä voi sisältää useita eri näyttöjä, joihin sisällytetään tarvittavat tiedot. Esimerkijärjestelmä käyttää tiedonsiirtoon SeaTalkNG:tä, SeaTalk:ia ja RayNet tiedonsiirtoväyliä. Kuvaan sisältyy laitteistoa autopilotin käyttämiseen. Järjestelmän päänäyttönä toimii Raymarine eSeries HybridTouch- monitoiminäyttö (kuvassa 2 kohta 1).

Monitoiminäyttö mahdollistaa sen, että järjestelmään voidaan halutessaan lisätä useita eri komponentteja. Esimerkiksi moottorilta tulevat tiedot voidaan näyttää näytöllä joko NMEA 2000 -liitäntästandardin kautta tai jos kyseessä on Volvo Penta -moottori, tiedot

saadaan välitettyä käyttämällä Raymarine ECI-100 universaalia moottoridatan kytkentämoduulia. Raymarinen järjestelmää pystyy myös laajentamaan käyttämällä Raymarine Digital Switching -laitteistoa siten, että sillä voidaan ohjata veneen muita elektronisia järjestelmiä kuten valaistusta, ilmastointia, pyyhkimiä, äänitorvia, viihdejärjestelmää sekä turvajärjestelmiä.

Nextfour

Nextfour Group Oy on suomalainen elektroniikan sopimusvalmistaja ja projektitalo. Tuotekehitystä tehdään tavallisesti asiakkaan tuotteille, joita asiakas myy omalla merkillään ja mallillaan. Nextfour on kehittänyt suomalaiselle alumiinivenevalmistajalle Busterille omaa järjestelmää veneen elektroniikan hallintaa varten. Järjestelmän nimi on Q. Lähtötilanne oli se, että he lähtivät kehittämään järjestelmää, jolla koko veneen sähköjärjestelmää voidaan ohjata yhdeltä näytöltä. Järjestelmän nimi on Busterin veneissä tällä hetkellä Buster Q. Se käyttää kokonaan omaa käyttöliittymää, ja tiedonsiirtoväylinä se käyttää CAN-väylää sekä NMEA 2000 -liitäntästandardia. Tämän ansiosta siihen voidaan liittää muidenkin valmistajien NMEA 2000 -yhteensopivia laitteita (Venelehti 2/2017, Vene-elektroniikka Turusta.)

5 AUTOMAATION TOTEUTUS

TEOLLISUUSAUTOMAATION KEINOIN

Ajatus tämän opinnäytetyön tekemisestä lähti liikkeelle siitä, että nykyajan veneissä olisi kysyntää täysin yhtenäisestä ja integroidusta automaatiojärjestelmästä. Nykyisellään varsinkin isojen veneiden sähköjärjestelmät ovat todella monimutkaisia, ja sen sijaan, että ne olisi integroitu yhdeksi järjestelmäksi, ne sisältävät monia erillisiä ja toisistaan erillään toimivia järjestelmiä.

Tarve täysin integroidulle automaatiojärjestelmälle tulee siitä, että se yksinkertaistaa veneen valmistamista huomattavasti, mutta myös yksinkertaistaa veneen operoimista. Yhtenäistetyllä järjestelmällä voitaisiin käyttää ja seurata koko veneen kaikkia toimintoja helposti sen sijasta, että niihin käytetään useita eri näyttöjä ja paneeleita.

Jos valitaan komponentteja teollisuusautomaation puolelta, pitää ottaa huomioon tiettyjä vaatimuksia niihin liittyen. Ensimmäiseksi pitää varmistaa, että komponentit on varustettu riittävällä IP-suojausluokalla vedenkestävyyden suhteen. Toiseksi pitää valita sellaiset komponentit, jotka on mahdollista yhdistää huviveneissä käytettyihin väyliin. Tärkeimmät näistä ovat, NMEA 2000, CAN-väylä sekä Ethernet.

Komponenteiksi voidaan valita vaikka Siemensin tuotevalikoimasta ET 200SP CPU -logiikkaohjain. Se on mahdollista yhdistää laajennusmoduulilla CAN-väylään sekä Ethernetiin. NMEA 2000 -liitäntästandardi on käytännössä mahdollista muuntaa CAN-väyläksi ja sitä kautta lukea sen siirtämää dataa. Näyttölaitteeksi voidaan valita esimerkiksi Siemens SIMATIC HMI Comfort panel. Niitä on saatavissa useaa eri kokoa, ja ne sisältävät vaadittavan luokituksen vesitiiveydestä. Nämä ovat vain mahdollisia esimerkkejä ja vastaavia käyttökelpoisia komponentteja on muillakin teollisuusautomaation valmistajilla. (Siemens, teollisuuden tuotteet 2018.)

Varsinaiset haasteet tulevat vastaan enemmänkin siinä, että nykyiset huviveneisiin tarkoitetut elektroniikkakomponentit voi olla todella vaikeaa, ellei mahdotonta saada toimimaan kunnolla muiden kuin tuotteiden omien järjestelmien kanssa. Komponentit on tarkoitettu toimimaan tietyssä suljetussa järjestelmässä tiettyjen komponenttien kanssa. Valmistajat eivät julkaise missään, mitä viestejä tiedonsiirtoväylien sisällä kulkee ja miten

niitä saadaan yhdistettyä muihin järjestelmiin. Tätä varten jokaisen komponentin kohdalla pitäisi tehdä laaja selvitystyö pelkästään sitä varten, miten se toimii ja miten sen saisi yhdistettyä teollisuusautomaation järjestelmään.

Tämänhetkisillä tiedoilla siis teollisuusautomaation hyödyntäminen on teoriassa mahdollista, mutta se vaatisi laajempaa selvitystyötä ja tarkasti tiettyjen komponenttien tutkimista.

6 HUVIVENEAUTOMAATION KEHITYSTÄ RAJOITTAVAT TEKIJÄT

Tällä hetkellä yksittäisiä komponentteja on valmistajien valikoimissa veneen jokaisen osa-alueen seuraamiseen ja ohjaamiseen. Isompien veneiden elektroniikkajärjestelmistä puuttuu käytännön toteutus siitä, että kaikki nämä komponentit saataisiin integroitua yhdeksi järjestelmäksi. Jokaisen ison laitevalmistajan valikoimassa on esimerkiksi järjestelmä, jolla saadaan koko veneen navigointijärjestelmä, joka sisältää autopilotin, toimimaan yhdellä näytöllä. Hankaluus tulee siinä, jos halutaan samalle näytölle lisätä muuta veneen automaatiota. Tähän voi sisältyä veneen piensähköjärjestelmän, maasähköjärjestelmän ja muiden yksittäisten järjestelmien ohjaaminen ja seuraaminen joille kaikille tarvitaan omat mittarit/näytöt tai ohjauskytkimet. Tämän johdosta myös itse veneen valmistusmenetelmä on monimutkainen.

Tämä johtuu siitä, että eri komponenttien ja järjestelmien välillä on huono yhteensopivuus. Tätä vaikeuttaa lisäksi eri komponenttivalmistajien huono yhteensopivuus, joten toimivan ratkaisun valmistaminen vaatii usein tarkasti tietyn valmistajan tuotteissa pysymisen. Komponentit on tarkoitettu toimimaan tarkasti tietyllä tavalla ja tiettyjen komponenttien kanssa yhteistyössä. Jotkut yksittäiset NMEA 2000 -yhteensopivat tuotteet saattavat toimia muiden valmistajien tuotteiden kanssa, mutta tästä ei ole mitään takuuta ja näiden kaikkien tuotteiden kohdalla asia on varmistettava erikseen. Jos asiakas haluaa esimerkiksi tietyn tyyppisen ja tietynlaisen näytön navigointia varten, se rajaa todella paljon pois eri valmistajien tuotteita. Ja se saattaa myös rajata pois saman valmistajan tuotteita, koska edes merkkien sisällä kaikki laitteet eivät keskustele keskenään. (Boats.com, Lenny Rudow, 17.3.2013.)

Laitevalmistaja suhtautuvat avoimuuteen melko huonosti. Tähän vaikuttaa se, että saadaan sitoutettua asiakkaat tiettyjen tuotemerkkien pariin. Myös tähän vaikuttaa se, että valmistajat pystyvät varmistamaan laitteiden oikeanlaisen toiminnan paremmin, kun he tietävät, että niitä käytetään vain täysin yhteensopivien tuotteiden kanssa. Avoimuuden heikkouden huomaa myös, kun tarkastellaan veneissä käytettäviä moottoreita. Yleisimpiin veneissä käytettyihin moottoreihin kuuluvat Volvo Penta moottorit. Kuitenkin valmistajan toimesta tieto moottorin ohjausjärjestelmän tarkasta toiminnasta pysyy kuluttajille ja jopa veneitä valmistaville yrityksille suljettuna. Erilaisilla tuotteilla ja järjestelmillä on

mahdollista tiettyyn pisteeseen asti seurata ja ohjata moottorin toimintaa esimerkiksi autopilottia varten, mutta tämä on hyvin rajattua ja rajoittuu vain tiettyihin yhteistyökumppaneihin. Syitä tähän on toki monia, esimerkiksi moottoreiden oikeanlaisen toiminnan varmistaminen ja se, ettei kilpailevat valmistajat pysty hyödyntämään moottorin toimintaan liittyviä tietoja.

Koko alan kehitystä hidastaa valmistettavien elektroniikkatuotteiden ja itse veneiden pieni tuotantovolyymi. Isoja veneitä ei tule suoraan liukuhihnalta tuotannosta, vaan jokainen niistä räätälöidään asiakkaan vaatimusten mukaan. Teknologia on monilla valmistajilla hyvin kehittyntä, mutta yhtenäisiä järjestelmiä ei vaan toteuteta, koska suuren laitevalikoiman takia ei ole mahdollista tehdä järjestelmää, joka toimii universaalisti kaikkien eri komponenttien kanssa. Esimerkiksi autoteollisuudessa tilanne on aivan eri. Uudet autot valmistuvat tehtaalla aina tietyllä sähköjärjestelmällä ja näihin on rajattu tietyt lisävarusteet mistä asiakas voi valita haluamansa. Autoteollisuuden tuotantovolyymi ja kysyntä ovat myös todella paljon suurempia kuin veneteollisuuden mikä mahdollistaa suuremmat budjetit elektroniikan kehitystyöhön.

7 YHTEENVETO JA POHDINTAA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää huviveneissä käytetyn automaation nykytilanne ja tulevaisuuden kehitystarve. Vene-elektroniikka on alana jatkuvasti kehittyvä ja myös tulevaisuudessa kehitystyötä paljon vaativa. Teknologian taso on tällä hetkellä jo korkea, mutta siinä on isoja puutteita yhtenäisten ja integroitujen järjestelmien toimivuuden osalta. Teollisuusautomaation käyttämistä ja sen mahdollisuuksia huviveneautomaation kehittämisen edistämiseen pohdittiin teoriatasolla.

Selvitystyö piti aloittaa selvittämällä, miten nykypäivänä veneen sähköjärjestelmien ohjaus on toteutettu. Sen jälkeen etsittiin käytetyt menetelmät ja tiedonsiirtoväylät ja esitettiin yleisimmin käytössä olevat toteutukset. Veneiden sähköjärjestelmien kokoonpano selvitettiin, jotta automaation rakenne voitiin kartoittaa. Tämä selvitys rajasi itse järjestelmän piensähköjärjestelmään sekä maasähköjärjestelmään. Piensähköjärjestelmän osalta käytiin läpi keskeisimmät komponentit, niiden käyttökohteet sekä niiden toimintatavat. Ja maasähköjärjestelmän kohdalla perehdyttiin veneen sähköntuottoon sekä 230 V jännitteellä toimiviin laitteisiin.

Kun käytössä olevat komponentit ja tiedonsiirtoväylät oli selvitetty, pystyttiin paremmin perehtymään nykyään käytössä oleviin järjestelmiin. Esimerkijärjestelmiksi valittiin kaksi eri järjestelmää suurimmilta valmistajilta, jotka olivat Navico ja Raymarine. Kolmanneksi valittiin pienemmän valmistajan, Nextfourin, Q-älynäyttö, jonka toteutus soveltui hyvin kuvastamaan tulevaisuuden kehityssuuntaa yhtenäisemmästä järjestelmästä. Näitä järjestelmiä tutkiessa saatiin selville automaation nykytilanne ja sen puutteet.

Teollisuuden automaation käyttämistä huvivenetarkoitukseen pohdittiin pintapuolisesti ja esimerkinomaisesti sen toteutusta käyttämällä Siemensin komponentteja.

Automaation tila on tällä hetkellä näin rajoittunut siksi, koska valmistajien suljetut tuoteperheet sekä koko huvivenealan pieni tuotantovolyymi hidastaa automaation kehitystä.

LÄHTEET

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus 2017. Sähkö ja vene 2017, Viitattu 20.9.2018

https://stek.fi/wp-content/uploads/2018/04/Sahko_Vene_2017_final_1.pdf

NMEA organization. NMEA 0183 standard 2018, viitattu 20.9.2018

https://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_0183_v_410.asp

NMEA organization. NMEA 2000 standard 2018, viitattu 20.9.2018

https://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_2000_ed3_10.asp

CAN in Automation. CAN knowledge 2018. viitattu 20.9.2018

<https://www.can-cia.org/can-knowledge/>

NMEA organization. Introducing OneNet 2012. viitattu 20.9.2018

<https://www.nmea.org/Assets/nmea%20introduces%20onenet.pdf>

Signal K. What is Signal K? 2018. viitattu 20.9.2018

<http://signalk.org/index.html>

Liikennevirasto. AIS-tiedot 2017. viitattu 20.9.2018

<https://www.liikennevirasto.fi/avoindata/tietoaineistot/ais-tiedot#.W55k8OgzY2w>

Navico. About Navico 2018. viitattu 20.9.2018

<https://navico.com/about-navico/>

Raymarine. Tietoja Raymarinesta 2018. viitattu 20.9.2018

<http://www.raymarine.fi/view/?id=1103>

Raymarine, Raymarine monitoiminäytöt. viitattu 20.9.2018

<http://www.raymarine.fi/view/?id=123>

Venelehti 2/2017. Vene-elektroniikkaa Turusta. viitattu 20.9.2018

<https://venelehti.fi/wp-content/uploads/2017/02/086VE0217L.pdf>

Siemens. Siemens, teollisuuden tuotteet 2018. viitattu 20.9.2018

http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka.htm

Navico. Navico-online 2018. viitattu 20.9.2018

<http://www.navico-online.com/contents/en-uk/p661.html>

Raymarine. Raymarine SeaTalkNG connections 2018. viitattu 20.9.2018

<http://www.raymarine.com/view/?id=400>

Signal K. Typical NMEA 0183 diagram 2018. viitattu 25.9.2018

http://signalk.org/images/diagrams/Typical_NMEA0183_Diagram.png

Signal K. Typical NMEA 2000 diagram 2018. viitattu 25.9.2018

http://signalk.org/images/diagrams/Typical_NMEA2000_Diagram.png

Computer-solutions. CAN and CAN-FD a brief tutorial 2018. viitattu 25.9.2018

<https://www.computer-solutions.co.uk/gendev/images/can-term.gif>

Surepower. PC radar connection diagram 2018. viitattu 25.9.2018

http://www.surepower.com/wp-content/uploads/2015/09/PC_RadarConnectionDiagram2.png

Boats.com, Lenny Rudow, 17.3.2013. Should you mix and match marine electronics or get a single species system. viitattu 25.9.2018

<https://www.boats.com/reviews/should-you-mix-and-match-marine-electronics-or-get-a-single-species-system/>