

koska suolaveden syövyttävyys kasvaa voimakkaasti veden lämpötilan noustessa 70 °C:een. Suljetussa järjestelmässä jäähdytysveden lämpötilan tulisi olla 75 – 85 °C, jolloin palaminen sylintereissä on hyvää ja karstanmuodostus vähenee.

3.5. Merivesisuodatin

Katsastuksessa 1-luokassa vaaditaan merivesisuodatin kaikissa veneissä ja 2-luokassa moottoriveneissä. Merivesisuodatinta suositellaan moottoriveneissä myös 3-luokassa. Moottoriveneissä käyntivarmuus lisääntyy, jos käytetään kahta jäähdytysveden sisäänottoa ja vaihtoventtiilillä varustettua kaksoismerivesuodatinta. Merivesisuodatin on muissakin luokissa suositeltava, koska levät ja muut epäpuhtaudet tukkivat helposti moottorin sylinterirungossa ja kannessa olevat ahtaat jäähdytyskanavat.

3.6. Sähköjärjestelmät

Huviveneessä on tyypillisesti 12 VDC tai 24 VDC pienoisjännitejärjestelmä ja mahdollisesti 230 VAC pienjännitejärjestelmä. Pienoisjännitejärjestelmää syötetään akustoista, moottorin laturilta ja aurinkopaneeleista. Pienjännitejärjestelmän sähkölähteinä voi olla maasähkö, generaattori tai invertteri.

Sähköturvallisuuslain (2016/1135) mukaan sähkölaitteistot on aina suunniteltava, rakennettava, valmistettava, korjattava, huollettava ja käytettävä siten, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa eikä niiden toiminta häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Sähkölaitteiston tulee täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset: suojaus sähköiskulta ja tulipalolta. Huviveneen sähköjärjestelmän on toimittava moitteettomasti kaikissa merellisissä olosuhteissa. Kaikkien asennettujen sähkölaitteiden pitää olla vaatimuksenmukaisia, jonka tunnuksena on CE-merkki. Sähkölaitteistosta on aina oltava käytettävissä ajan tasalla olevat piirustukset ja asiakirjat. Sähkölaitteistoa ei saa ottaa käyttöön, ellei se täytä näitä vaatimuksia, ja tästä on vastuussa laitteiston rakentaja. Sähkölaitteiston haltija (veneeseen omistaja) on aina vastuussa laitteiston turvallisuudesta, sen ylläpitämiseksi tarvittavasta kunnossapidosta ja siitä, että laitteisto täyttää lain vaatimukset.

Tehdasvalmisteisten uusien veneiden pienoisjännitejärjestelmää koskevat vaatimukset on määrätty standardissa EN ISO 10133:2017 "Small craft - Electrical systems – Extra-low-voltage d.c installations" ja pienjännitejärjestelmää koskevat vaatimukset standardissa EN ISO 13297:2018 "Small craft – Electrical systems – Alternating current installations". Standardit ovat ostettavissa esimerkiksi Suomen standardisoimisliitosta (www.sfs.fi) tai Estonian Centre for Standardisation and Accrediationista (www.evs.ee). Tehdasvalmisteisen veneen sähköjärjestelmä on valmistusvuoden määräysten mukainen, eikä sitä tarvitse päivittää vaatimusten muuttuessa. On kuitenkin suositeltavaa sähköjärjestelmän korjausten, laajennusten tai mahdollisen täydellisen uusimisen yhteydessä soveltaa viimeisimpiä standardeja. Omavalmisteisessa veneessä suositellaan myös vahvasti noudatettavan veneen sähköjärjestelmiä koskevia standardeja.

Veneen haltijan pitää olla perillä siitä, onko veneessä alkuperäinen tehdasvalmisteinen sähköjärjestelmä, onko sitä korjattu tai laajennettu ja kuka työn on suorittanut. Oletettavaa on, että sähköalan ammattilaisen tekemät muutokset ovat asianmukaisia ja turvallisia.

Sähkötyöt ovat Suomessa lain mukaan luvanvaraisia. Sähkötyöksi katsotaan sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus- ja huoltotyöt. Pienjännitejärjestelmän (>50 VAC tai >120 VDC) veneeseen saa asentaa vain TUKESin rekisterissä oleva sähköurakoitsija, joka on perehtynyt veneen sähköihin.

Poikkeuksena sähkötöiden luvanvaraisuuteen ovat maallikkotyöt. Näillä tarkoitetaan sähkötöitä, joita voivat tehdä henkilöt, jotka eivät ole sähköalan ammattilaisia. Maallikko saa jännitteettömänä irroittaa ja kiinnittää enintään 250 VAC pistorasioiden kansia sekä asentaa, korjata ja huoltaa yksivaiheisia pistotulppia, liitosjohtoja, jatkojohtoja ja sisustusvalaisimia. Lisäksi maallikko saa jännitteettömänä tehdä pienenjännitteisiin (≤ 50 VAC tai ≤ 120 VDC) sähkölaitteistoihin kohdistuvat sähkötyöt. Sähkötyöturvallisuusstandardin (SFS 6002:2015+A1:2018) mukaisesti maallikon tehdessä hänelle sallittuja sähkötöitä pitää hänen olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. Tämän voi saavuttaa joko sähköalan ammattilaisen opastamana tai perehtymällä itse asiaa koskevaan kirjallisuuteen ja ohjeisiin. Veneen maallikkosähkötöitä on opastettu esimerkiksi Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskuksen STEKin julkaisemassa ”Vene ja sähkö” – ilmaisoppaassa (www.stek.fi), ja myös useat pursiseurat järjestävät koulutusta aiheesta. Maallikkosähkötöitä saa tehdä, jos varmasti osaa suorittaa työn oikein ja turvallisesti. Vastuu on tekijällä. Väärin toteutettu sähkölaitteisto veneen haastavissa olosuhteissa voi helposti aiheuttaa sähköiskun tai tulipalon vaaran. Työ on teetettävä alan ammattilaisella tarvittaessa.

Veneen sähkölaitteiston luotettavuuden ja turvallisuuden parantaminen

Sen lisäksi mitä edellämainituissa standardeissa on määrätty huviveneen sähkölaitteistosta, vaaditaan huvivenekatsastuksessa luotettavuuden ja turvallisuuden parantamiseksi seuraavat asiat:

Erilliset käynnistys- ja käyttöakustot tai kaksoisakkujärjestelmä vaaditaan katsastusluokissa 1 ja 2. Tätä suositellaan moottoriveneissä alemmissakin katsastusluokissa, jos sähköjärjestelmässä on paljon käyttölaitteita eikä veneen moottorissa ole käsikäynnistysmahdollisuutta varalla. Latauksen jako suositellaan toteutettavan siten, että akut tai akustot latautuvat ilman veneen käyttäjän erityistä huomiota automaattisesti veneen moottorin käydessä ja erottuvat automaattisesti toisistaan moottorin pysäyttämisen jälkeen.

Hätäviestintään käytettävillä kiinteästi asennetuille radiolaitteille (VHF/DSC ja MF/HF/DSC) niiden ollessa pääasiallinen hätäilmoitusväline (vaihtoehto A) vaaditaan katsastusluokassa 1 ja suositellaan katsastusluokassa 2 varasähkölähdejärjestelyä, jolla radio saadaan toimimaan pääsähkölähteen lakatessa toimimasta. Mikäli paikkatietoa syötetään erillisestä laitteesta radiolle, koskee tämä myös paikannuslaitetta.

Keskeisille sähköisille navigointilaitteille vaaditaan katsastusluokissa 1 ja suositellaan katsastusluokassa 2 varasähkölähdejärjestelyä, jonka avulla navigointilaitteet saadaan toimimaan pääsähkölähteen lakatessa toimimasta.

	1 -luokka	2 -luokka	3 -luokka
Erilliset käynnistys- ja käyttöakustot tai kaksoisakkujärjestelmä	Vaaditaan	Vaaditaan	Suosittelaa
Varasähkölähdejärjestely hätäviestintään käytettävillä kiinteästi asennetuille radiolaitteille (VHF/DSC ja MF/HF/DSC) niiden ollessa pääasiallinen hätäilmoitusväline (vaihtoehto A)	Vaaditaan	Suosittelaa	-
Varasähköjärjestely keskeisille sähköisille navigointilaitteistoille	Vaaditaan	Suosittelaa	-

Veneen sähkölaitteiston oleellimmat tarkastuskohteet katsastuksessa

Mikäli veneen sähkölaitteisto on rakennettu tai laajennettu maallikkotyönä, on syytä kiinnittää erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

Sähkölaitteiston piirikaavio on olemassa ja pidetty ajan tasalla.

Kaikki käsikäyttöiset sähkökatkaisijat on merkitty siten, että käyttötarkoitus selviää, ellei se ole ilmiselvää eikä siitä voi aiheutua vaaratilannetta. Merkinnät on toteutettava siten, että kulloinkin päällikkönä toimiva pystyy käyttämään veneen sähkölaitteistoa.

Sähkökeskukset ja katkaisinpaneelit on asennettu siten, että niiden käyttökytkimiin, merkkivaloihin, mittareihin, johdonsuojakatkaisijoihin ja sulakkeisiin pääsee käsiksi nopeasti ja turvallisesti ilman työkaluja.

Veneessä käytetyt johtimet ovat joustavaa monisäikeistä kuparijohtoa. Johtimien poikkipinta-ala on mitoitettu standardissa kuvatulla tavalla kuorman ja tavoiteltavan jännittealeneman mukaisesti. Pienin sallittu johtimen poikkipinta-ala on kuitenkin aina vähintään 1 mm². Veneessä ei saa käyttää runkoa virtatienä.

Veneen sähköjohdot on asennettu johdonsuojiiin, putkiin, kaapelikanaviin, kaapelitelineisiin tai ne on kiinnitetty vähintään 450 mm välein ja akkukaapelit vähintään 300 mm välein. Johtimet on aina päätetty puristusliittimiin, paljaita johtoja ei saa laittaa ruuviliittimiin. Juottamista ei tulisi veneolosuhteissa käyttää.

Jokainen johdin, pois lukien käynnistysmoottorin johdin, on suojattava ylivirralla johdon kuormitettavuuden mukaisesti. Sähkökeskusten tai kytkinpaneelien yhteydessä on käytetty kaikille virtapiireille johdonsuojakatkaisijoita tai sulakkeita. On kiinnitettävä huomiota siihen, että selektiivisyys toteutuu eli kaikki laitteet eivät ole yhden johdonsuojakatkaisijan tai sulakkeen takana.

Johtimet, jotka voivat mekaanisesti vaurioitua esimerkiksi laipioiden läpivienneissä, terävien reunojen läheisyydessä tai jossain, missä hankausta esiintyy, on suojattu hankaamisen aiheuttamalta eristevauriolta. Johtimia ei ole asennettu mahdollisen pilssiveden pinnan alapuolelle suojaamatta. Johtimia ei ole asennettu pakoputkien tai muiden lämmönlähteiden lähelle. Minimietäisyys on 50 mm vesijäähdytetystä pakoputkesta ja 250 mm jäähdyttämättömästä pakoputkesta.

Akut on asennettu kiinteästi kuivaan, tuuletettuun tilaan mahdollisen pilssiveden pinnan yläpuolelle. Akut on asennettu siten, etteivät ne pääse liikkumaan horisontaalisesti tai vertikaalisesti ottaen huomioon veneen käyttötapa mukaan lukien trailerointi. Akkujen pitää kestää 30 asteen kallistuma ilman, että siitä aiheutuu elektrolyyttinesteen vuotoa. Yksirunkoisessa purjeverneessä vuotava elektrolyyttineeste on pystyttävä keräämään talteen 45 asteen kallistumaan saakka. Akut on asennettu siten, että metalliesineet eivät vahingossa pääse kytketymään sen napoihin. Akut on suojattu mekaaniselta vaurioitumiselta. Akku ei ole lähellä polttoainejärjestelmän osia. Akulle suositellaan koteloa.

Akulla on pääkatkaisija, johon päästään käsiksi nopeasti ilman työkaluja. Pääkatkaisija on mahdollisimman lähellä akkua. Kauko-ohjattujen akkukatkaisijoiden pitää myös olla turvallisesti käytettävissä manuaalisesti.

Bensiinikäyttöisessä veneessä moottori- ja tankkillassa sekä kaikissa veneissä, joissa on tiloja, joissa voi olla nestekaasua, kaikki sähkölaitteistot ovat kipinäsuojattuja.

Veneen pienoisjännitejärjestelmän (12 VDC tai 24 VDC) ja pienjännitejärjestelmän (230 VAC) johtimet on asennettu erilleen ja niillä on erilliset keskukset. Keskuksiin on merkittävä sen nimellisjännite.

Pienjänniteasennukset (>50 VAC tai >120 VDC) ovat TUKESin rekisterissä olevan sähköurakoitsijan tekemät, mikäli ne on jälkikäteen asennettu. Asennukselle on suoritettu sen rakentajan toimesta käyttöönottotarkastus ja veneen haltijalle on tästä annettu tarkastuspöytäkirja.

Tarkista veneen pienjännitejärjestelmän vikavirtasuojien toiminta testipainikkeen avulla.

Tietolaatikko. Sähköasennusten perussäännöt veneenomistajalle:

- asenna pääkatkaisija mahdollisimman lähelle akkua siten, että siihen pääsee helposti ja nopeasti käsiksi
- käytä monisäikeistä kuparijohdinta, joka on mitoitettu oikein
- suojaa jokainen johdin sen kuormitettavuuden mukaan mitoitetulla johdonsuojakatkaisijalla tai sulakkeella
- käytä puristusliittimiä ja kullekin liittimelle tarkoitettua puristustyökälyä
- laadi ja ylläpidä veneen sähkölaitteistosta piirikaaviota
- teetä 230 VAC pienjännitetyt ja asennukset sähköurakoitsijalla.
- tarkista veneen 230 VAC pienjännitesähkölaitteiston vikavirtasuojien toiminta säännöllisesti testipainikkeella.

Korroosiosuojaus

Galvaanisessa korroosiossa kaksi eri metallia tai metalliseosta on samassa elektrolyytissä ja fyysisesti kosketuksessa toisiinsa tai sähköisesti yhteydessä toisiinsa. Eri metallien välillä on jalousero. Epäjalommasta metallista tulee anodi ja se syöpyy. Jalommasta metallista tulee katodi, joka ei syövy ja nopeuttaa epäjalomman metallin syöpymistä. Jos metallit ovat kosketuksessa (esim. tinalla kolvattu kuparijohtopää) galvaaninen korroosio rajoittuu kosketuskohdan läheisyyteen.

Metallien galvaaninen jännitesarja kertoo, kummasta metallista tulee katodi ja kummasta syöpyvä anodi. Esimerkiksi alumiiniin ja kuparin kosketuksessa alumiini syöpyy voimakkaasti, toisaalta messingin ja ruostumattoman teräksen välillä syöpymistä ei juuri tapahdu. Yhteensopivuus on galvaanisen korroosion kannalta kunnossa, jos metallien ero jännitesarjalla on lämmitetyssä sisätilassa $\leq 0,5$ V, lämmittämättömässä sisätilassa $\leq 0,25$ V ja ulkotilassa merellä $\leq 0,15$ V.

Galvaaninen korroosio pyritään estämään veneessä käyttämällä hyväksi galvaanista korroosiota - metalli suojataan käyttämällä epäjalompaa metallia. Epäjalompi metalli eli uhrautuva anodi syöpyy suojaan jalomman metallin korroosiolta. Uhrautuva anodina käytetään alumiini-, sinkki- ja magnesiumseoksia. Uhrautuvia anodeja joudutaan uusimaan säännöllisesti. Veneen kaikki metalliosat on kytkettävä maadoituskiskossa yhteen ja saatettava sähköiseen yhteyteen uhrautuvien anodien kanssa, jotta suojaus toimisi. On huomattava, että muoviset aluslevyt ja laakerit voivat toimia eristeenä. Suojasinkkiä ei saa maalata. Potkuriakseliin kiinnitetty suojasinkki on tasapainotettava värinöiden estämiseksi.

Elektrolyysikorroosiossa toinen metallipinta korrosoi toista metallipintaa, johon se on kytkeytynyt sähköisesti ulkoisen sähkölähteen kautta, joka aiheuttaa sähkövirran kulun. Korroosio voi olla huomattavan nopeaa, jos virta on suuri. Tämä korroosio estetään katkaisemalla metallit yhdistävä virtapiiri potentiaalieroineen. Ilmiö voi esiintyä satamassa, jossa maasähkön jakelu yhdistää veneet sähköisesti toisiinsa, ja johdotuksen resistanssi aiheuttaa potentiaalieroja virran kulkiessa. Sitä tapahtuu varsinkin, jos kiinteistön sähköjärjestelmä sisältää yhdistettyjä nolla- ja suojamaajohtimia.

Elektrolyysikorroosiota voidaan estää asentamalla veneen 230 VAC piensähköjärjestelmän maasähkön syöttöön erotusmuuntaja tai galvaaninen erotin.