

SFS 6002 uudistuu 2024

DI Vesa Linja-aho

Lyhyt esittely

- Tausta Teknillisessä korkeakoulussa (DI 2006, sähkötekniikka)
- Metropolia-amk:n autoelektroniikan lehtori 2010–2020, SESKO ry:n ryhmä- ja viestintäpäällikkö 2020–2021, itsenäinen asiantuntija (Vesa Linja-aho Tmi) 2021–
- HATY:n ja Sähköinsinöörit – SIL ry:n puheenjohtaja
- ”Sähköturvallisuuden yleismies Jantunen”
(testauslaboratorioiden arvioinnista tuotesuunnittelussa avustamiseen ja oikeusriitojen selvittämiseen)
- Mukana kansallisissa ja kansainvälisissä alan standardointityöryhmissä ja –komiteoissa.

Mikä SFS 6002 ja miksi?

- Sähkö- ja hybridiajoneuvoissa on korkeajännitejärjestelmä
 - Sähköiskuvaara
 - Valokaarivaara
 - Litiumioniakkuun liittyvät vaarat (lämpöryntäys, tulipalo, kemiallinen)
- Sekä työturvallisuuslaki että sähköturvallisuuslaki velvoittavat ottamaan huomioon edellä mainitut vaarat ja torjumaan niitä.

Sähköturvallisuuslaki (STL)

- Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen **korjaus- ja huoltotöitä** sekä sähkölaitteiston rakennus-, **korjaus- ja huoltotöitä**.
- Tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötyöt edellyttävät, että henkilö on riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen **ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähköön vaaroihin**.
- Työn katsotaan täyttävän lain olennaiset turvallisuusvaatimukset, jos se tehdään soveltaen Tukesin listaamia standardeja tai julkaisuja.
 - Standardia ei ole pakko käyttää, mutta se on yleensä helpoin tapa. Standardissa on **minimivaatimukset**, paremmin ja turvallisemmin saa ja kannattaa tehdä.

SFS 6002

- Tukesin luettelo S10: Sähkötyöturvallisuuden osalta SFS 6002 (2015) + A1 (2018) Sähkötyöturvallisuus
- Standardi SFS 6002 sähköturvallisuus pohjautuu eurooppalaiseen EN 50110-1 –standardiin, johon on tehty paljon kansallisia lisäyksiä. Yksi kansallinen lisäys on liite X, jossa määritellään säännöllinen sähkötyöturvallisuuskoulutus.

Mistä SFS 6002 tulee ja kuka sen tekee?

- Sähköalan standardeista vastaa SESKO, telealan Traficom ja muista SFS.
 - SFS:llä on toimiva verkkokauppa- ym. infra, SESKOn standardit julkaistaan SFS:n kautta.
- Standardi on (SFS-EN 45020) *konsensusukseen perustuva, tunnustetun elimen hyväksymä normatiivinen asiakirja, joka esittää yleistä ja toistuvaa käyttöä varten sääntöjä, ohjeita tai ominaispiirteitä toiminnoille tai niiden tuloksille optimaalisen järjestyksen saavuttamiseksi tietyssä tilanteessa.*
- SFS 6002:sta vastaa SESKOn komitea SK 78
 - Avoin kaikille, vuosimaksu 850 € (oppilaitokset 600 €)

Sähkötyöturvallisuuskoulutuksen pakollisuus

- **Lain** mukaan sähköajoneuvon sähkötöiden tekijän on oltava perehtynyt **sähkön vaaroihin** (ja ajoneuvon sähköjärjestelmään).
- SFS 6002 X.9 mukaan
 - Kaikille sähköalan töitä tekeville henkilöille, mukaan luettuna työnjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt, on annettava sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka sisältää vähintään seuraavat asiat:
 - sähkön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen
 - sähkötyöturvallisuutta koskevien keskeisten säädösten periaatteet, säädösten mukaisten vastuuhenkilöiden tehtävät ja standardin SFS 6002 asema
 - standardin SFS 6002 sisältö soveltuvin osin.
 - Koulutuksen sisällössä pitää ottaa huomioon ne tehtävät, joissa koulutukseen osallistuvat henkilöt toimivat.
- SFS 6002 myös autoalan perustutkinnon OPSien perusteissa (pl. automyyjä)

Sähkötyöturvallisuuskoulutuksen rakenne

Koulutuksen sisältö ja pituus riippuvat koulutettavan henkilön sähköturvallisuutta koskevan tiedon tasosta. Sähköalan peruskoulutuksessa tulee sähkötyöturvallisuutta käsitellä laajasti opinnoissa, ja niiden tulee sisältää myös käytännön harjoituksia. Ammattihenkilöiden koulutus voi olla lyhyempi esim. yhden työpäivän mittainen tai muuten vastaavan laajuinen ja keskittyä varsinkin kertauskursseilla erityisesti havaittuihin ongelma-kohtiin ja asenteisiin vaikuttamiseen. Tietojen ymmärtäminen on varmistettava kokeella tai muulla soveliaalla tavalla. Koulutuksesta on annettava todistus tai vastaava dokumentti. Todistus voidaan antaa esimerkiksi korttimuodossa.

Erilliset koulutustilaisuudet voidaan korvata dokumentoidulla järjestelmällä, jossa jatkuvasti ylläpidetään henkilöstön sähkötyöturvallisuuden osaamista.

Ensiapukoulutus

Ensiapuvalmiutta koskeva yleissäädös on työturvallisuuslain 46 §:ssä. Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Sähkötöitä tehdään usein vaihtuvissa työpaikoissa yksin tai pienessä työryhmässä. Tämän takia kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettamisen ja niiden käytännön harjoittamisen.

Ensiapuvalmiuksia on tarpeen pitää yllä jatkuvasti. Tämän takia elvytystoimenpiteitä on syytä harjoitella enintään kolmen vuoden väliajoin.

Ensiapuohteita antavia tauluja on sijoitettava sähkölaitekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin (ks. SFS 6000-8-803) ja näitä tauluja suositellaan lisäksi sijoitettavaksi kojeistotiloihin ja sähköalan henkilökunnan oleskelutiloihin.

Liite U

(kansallinen opastava)

Sähköajoneuvoja koskevat vaatimukset [\(EN\)](#)

U.1 Yleistä [\(EN\)](#)

Tässä liitteessä tarkoitetaan sähköajoneuvolla sähkö- tai hybridiajoneuvoa tai työkonetta, jossa on akusta tai vastaavasta energialähteestä syötettävä sähköinen ajovoimajärjestelmä, jonka nimellisjännite on yli 120 V tasajännitettä tai 50 volttia vaihtojännitettä.

Sähköajoneuvoissa käytetään yleisesti termiä matalajännite (en low voltage) tarkoittamaan alle 60 V tasajännitettä ja 30 V vaihtojännitettä eli tavallisesti ajoneuvojen 12 V ja 24 V akkujännitteitä. Ajovoimajärjestelmissä käytettäviä suurempia jännitteitä kutsutaan ajoneuvotekniikassa korkeajännitteiksi (en high voltage). Raja on määritelty Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) säännössä nro 100 *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train* (versio 2, elokuu 2013) kohdassa 2.17.

Tämä liite sisältää sähköajoneuvokorjaamoja koskevia erityispiirteitä. Sähköajoneuvokorjaamot poikkeavat tavallisista sähkölaitekorjaamoista mm. siten, että ajoneuvokorjaamolla korjattavista autoista vain pieni osa on sähköajoneuvoja ja samoissa korjaamotiloissa työskentelee mekaanikkoja, joilla ei ole sähköalan koulutusta tai kokemusta.

A1 Sähköturvallisuuslain mukaan tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötöissä ei vaadita sähkötöiden johtajaa, jos työn suorittaja on riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähkön vaaroihin. Työn tekijän on tällöin huolehdittava työnaikaisesta sähköturvallisuudesta, ks. asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä (1435/2016). **A1**

U.2 Kilvet ja ohjeet [\(EN\)](#)

Mikäli sähköajoneuvossa tehdään sähkötyötä, on ajoneuvo merkittävä selkeästi esimerkiksi lippusiimalla ja vaarallisesta jännitteestä kertovalla varoituskilvellä, joka sijoitetaan näkyvään paikkaan esimerkiksi ajoneuvon katolle.

Korjaamotila ja työntekijöiden sosiaalitila on varustettava ensiapuohjetaululla. Korjaamotilan kaikki henkilökulkutiet on varustettava vaarallisesta jännitteestä varoittavilla kilvillä sekä pääsy asiattomilta kielletty-maininnalla.

Sähkö- tai hybridiajoneuvoja huollettaessa ja korjattaessa on työntekijällä aina oltava käytettävissä ajoneuvomallikohtaiset huolto/korjausohjeet, jotka sisältävät ohjeet ajoneuvon jännitteettömäksi tekemiseksi.

U.3 Henkilöstön koulutus [\(EN\)](#)

Hybridi- ja sähköajoneuvoja korjattaessa tämän standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus soveltuvin osin ja tarvittava ajoneuvomallia koskeva koulutus, on annettava kaikille ajoneuvon huolto- ja korjaustoimenpiteitä tekeville.

Ne korjaamohallissa työskentelevät, jotka eivät osallistu sähköajoneuvojen huolto- ja korjaustöihin, eivät tarvitse varsinaista sähkötyöturvallisuuskoulutusta. Heille riittää perehdytys sähkön vaaroihin ja toimintaan onnettomuustilanteessa.

A1 Ajoakuston jännitetöihin sovelletaan [kohdan Y.7](#) vaatimuksia jänniterajoista riippumatta. **A1**

Miksi uudistetaan?

- SESKOssa linjattu että SFS 6002 uudistetaan 10 vuoden välein (ja asennusstandardi SFS 6000 viiden vuoden välein)
 - Tekniikka kehittyy, virheistä opitaan...
 - Jatkuva uudistaminen maksaa enemmän ja on sekavaa
- Esikuvastandardi EN 50110-1 päivittyi kesäkuussa 2023
 - Ei isoja muutoksia (ja esikuvastandardissa ei autoalaa ollenkaan).
- Autoalalla tapahtunut paljon 10 vuodessa (ei onneksi sähköonnettomuuksia), paikallisakustot, aurinkosähkö...

Käytännön ajatuksia

- Jos kaikkien kaikki mielipiteet kirjataan standardiin, siitä tulee pitkä ja sekava. Standardia saa ja pitää tulkita!
- Sama koskee jokaista poikkeusta ja poikkeuksen poikkeusta.
- Standardi perustuu konsensukseen, eli laaditaan dokumentti, jonka kaikki laatijat voivat allekirjoittaa.
- Standardia laadittaessa on muistettava soveltamisala: kyseessä on sähkötyöturvallisuusstandardi, ei oppikirja ”näin korjaan sähköauton kuin sähköauton”.
- Hyvin perustellut asiat saadaan yleensä mukaan standardiin – ainakin kansalliseen.

Mitä ainakin uudistetaan?

- Autoalan 1-sivuinen liite hieman pidemmäksi (epäselvyyttä aiheuttavat asiat pois, korostetaan ammattitaitovaatimuksia)
- Isoja akkuja muuallakin kuin autossa: kiinteistöjen akkuenergiavarastot. Lisäksi aurinkosähköjärjestelmät yleistyvät → lisää tasasähköä.
- Tasasähkön vaaroista (akut, aurinkosähkö) oma liite.
- Autoalan liitteestä ei kannata tehdä ”romania”: turha tehdä päällekkäistä työtä (paljon toimivaa englanninkielistä ohjetta ja standardia, osa jopa maksutonta, mielekkäämpi suomentaa)

Palautetta ja kysymyksiä

Ainoa keskustelua herättävä kohta aiheessa koskee henkilöstön koulutusta (liite U, U.3) "tarvittava ajoneuvomallia koskeva koulutus". Merkkikorjaamoissa asia on yksiselitteisempi ja usein toteutuu. Kuitenkin ikääntyessään ajoneuvot siirtyvät riippumattomille korjaamoille, jolloin mallikohtaista koulutusta ei välttämättä ole edes tarjolla koko valtakunnassa. Standardin pitäisi olla sellainen, että sillä on tosiasialliset mahdollisuudet toteutua. Pidän kohdasta "henkilö on riittävän perehtynyt tai perehdytetty" koska siinä tulee esille mahdollisuus, että osaaminen on hankittu koulutuksella tai itseopiskellen. Keskiössä kuitenkin on, että henkilö on pätevä tekemään työtä riippumatta siitä miten osaamisen on hankkinut.

Palautetta ja kysymyksiä

Autokorjaamon sähkötöiden vastuut eivät ole selkeät Suomessa. Autoalan kevennetty S3 aiheutti sen, että yritysjohton vastuu siirrettiin suorittavalla henkilölle, ilman suorittava henkilön ymmärrystä vastuustaan. EU-direktiivi sekä Suomen sähkötyöturvallisuus lainsäädäntö kuitenkin määrittelee sähkötöiden tekemiseen vastuuportaat, jotka nyt puuttuvat sähköautoja korjaavista yrityksistä. Akkukorjausten lisääntyessä, jännitetöitä tehdään autokorjaamoissa. Uudistettavan SFS6002 olisi syytä huomioida autoalan muutos.

Palautetta ja kysymyksiä

Jotkut korjaamot kyseenalaistaa tarpeellisuuden.

Palautetta ja kysymyksiä

Jättäähän se aika paljon tulkinnan varaa lukijalle. Ilman AKL:n koetta ja ennen kaikkea kokeen käyttöehtoja toteutuksissa ei olisi minkään laista yhtenäisyyttä. Ruotsin versio olisi hyvä pohja uudistukselle.

Palautetta ja kysymyksiä

Mahtavaa että järjestetään, ihan vaikuttaa toimivalta. Olen itse kehottanut kaikkia tutustumaan ST korttiin aiheesta, jossa suurin osa tarpeellisista tiedoista.

Palautetta ja kysymyksiä

Mallikoulutuksen sijaan minun mielestäni riittäisi saman alustan autoista vain yhden mallin koulutus (esimerkiksi VAG MEB).

Palautetta ja kysymyksiä

Miten standardin toteutumista valvotaan?

Palautetta ja kysymyksiä

Nykyisessä standardissa ei ole täsmennetty työnaikaisen sähköturvallisuuden [valvojan] nimeämistä.

Palautetta ja kysymyksiä

Paljon puhututtaa mitä on tämä riittävä perehtyneisyys. Tähän mahdollisesti tarkennusta.

Palautetta ja kysymyksiä

Pitäisikö standardissa huomioida myös korjaamotilat sähkötöitä tehdessä (esim. akkutöissä puhtaus ja riittävän isot työskentelytilat)? Nykyisin näkee tehtävän akkutöitä korjaamotilassa, jossa vieressä "rälläköidään", puhdistetaan jarruja, tms mistä voi päästä kipinöitä tai epäpuhtauksia akkutyöpisteelle.

Palautetta ja kysymyksiä

Standardi on hieman ympäri puhuva ja jättää tulkinnanvaraa monessakin suhteessa.

Standardi on käytännön tekemisen kannalta erittäin vähän korkeajänniteajoneuvojen korjausta silmällä pitäen suunniteltu, joten tarkennettavaa on paljon. Kuka vastaa järjestelmästä; onko auto sähköjärjestelmä ja siinä oleva yksittäinen HV komponentti sähkölaite? Jännitetyöt akustoissa on täysin erilaista toimintaa kuin missään muussa sähköjärjestelmässä. Akkukemioita on erilaisia ja jokaisella on omat yksilölliset kenno/moduuli/ akusto rakenteet ja niiden käsittelyyn liittyvät välineistöt.

Ja kuitenkin mentäessä pelkälle kennotasolle jo siinäkin yksittäisen kennoparin sisältämä energia on huomattava ja aiheuttaa vähintään valokaaririskin; AINA! Eli FELV, PELV, SELV käsitteet pitää unohtaa ja siirtyä johonkin toiseen määrittelyyn sekä huomioida kunkin akuston käsittelyyn liittyvät erityisvaatimukset sekä miettiä tarkoin milloin puhutaan järjestelmän nimellisjännitteen asettamista vaatimuksista sekä itse kosketeltavan kohteen jännitetasosta esim. 30V moduuli vs. 360V akusto.

Autojen akustoja korjataan työtilassa ja tähän tulisi myös pystyä ottamaan kantaa. Joillain valmistajilla on vaatimuksia myös työtilaan, mutta samaan aikaan löydämme youtubesta videoita, missä akustoja korjaavat yritykset käsittelevät akkuja jossain käsittämättömässä tilassa, mistä ei ole edes palo ja räjähdenvaaraa poistettu saattikka huomioitu yhtään mitään muutakaan jos sattuu inhimillinen erhe työtä tehdessä. Tähän liittyy koko alaa koskevasti se tarve kertoa sähköautojen akustojen korjausten vaaroista työnantajille, sillä tällä hetkellä asiassa ei ole nimenomaan työnantajilla ja yrityksillä mitään käsitystä mitä riskejä työ sisältää.

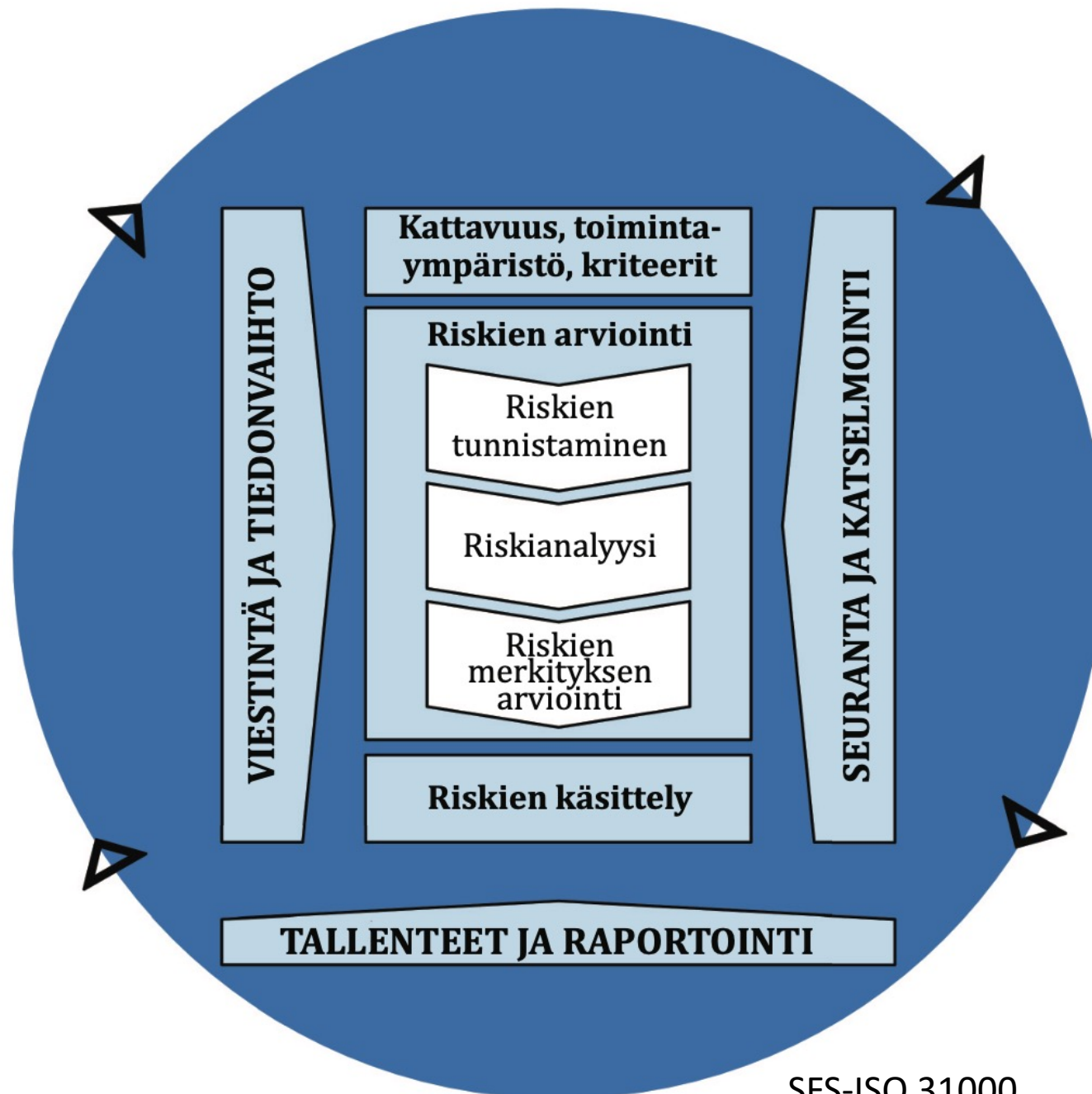
Samaan aikaan pitää myös purkaa sitä käsitystä millä "luvilla" näitä autoja korjataan, sillä jo yritys ja henkilö ymmärtävät nämä edellä mainitut asiat, niin ei siinä TUKES:in asiaa ymmärtämätön virkamies voi sanoa, että Skodan akkuja voi korjata vain Skoda koulutuksen käynyt mies jos koko konserni käyttää samoja akkukemioita ja rakenteita ja tekijällä on AINA valmistajan ohjeet käytettävissä. Ja itse asiassa jos niitä ohjeita ei ole olemassa sen akuston käsittelyyn ihan moduulitasolle asti, niin sellaista autoa ei edes pitäisi sallia markkinoille Euroopassa kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti, sillä korjaaminen kriteereiden mukaisesti tulisi olla aina mahdollista. Jos ajoneuvon valmistajalla ei ole toimittava akuston käsittelyyn ohjetta, niin silloin työtä akustossa ei tehdä sillä itse valmistetut ohjeet voidaan unohtaa, koska akuissa on olemassa omat menetelmänsä, jotka tekijän on tunnistettava. Sitten on kokonaan oma osionsa vaurioituneen sähköajoneuvon käsittely; siihen tuskin standardi voi ottaa suoraan kantaa, mutta siinä osa-alueella tämä ala vasta tyhjän päällä onkin.

Palautetta ja kysymyksiä

Standardia pitää selkeyttää sen osalta kuka saa tehdä ja mitä. Tällä hetkellä osa tulkinnan tai "maalaisjärjen" varaista. Tarvitaan tarkemmat ja selkeämmät ohjeet korjaamoille nyt kun sähköisen kaluston osuus lisääntyy jatkuvasti. Lisäksi standardissa tulisi ottaa huomioon myös työkoneet joita on tullut ja tulee markkinoille sähköisinä jatkuvasti lisää.

Omia kommentteja

- **Tarpeellisuus:** tämä on koulukuntakysymys, esim. joissain maissa vain työturvallisuuslaki ja sillä mennään.
- **Liikaa tulkinnanvaraa:** ehdotuksia perusteluineen otetaan vastaan – kaikkea ei voida kirjata standardiin
 - Erilaisia ratkaisuja työkoneesta kuorma-autoon
 - Tämän takia ammattitaidolla ja tuotetuntemuksella merkitystä
 - Standardiin yleiset periaatteet
- **Standardi ei kiellä** terveän järjen käyttöä ja standardista saa poiketa
 - Poikkeaminen aina kirjallisesti, riskit tunnistettava ja käsiteltävä



SFS-ISO 31000
SFS-EN IEC 31010

Päähaaste: osattava kaksi eri tekniikkaa

- Autot eivät muuttuneet sähköautoiksi yhdessä yössä: automekaanikon pitäisi osata sekä sähkötekniikkaa että kaikki perinteiset autoalan työt.
- Molemmat ovat 3-vuotisia tutkintoja ammattiopistossa.
- Sähkön vaarojen ymmärtäminen ei ole periaatteessa rakettitiedettä, mutta vianhaku ja sähköisten järjestelmien toiminnan ymmärtäminen on asia jota autoalalla ei ole perinteisesti opetettu pintaraapaisua enempää.
 - Vrt. sähköasentajan tai sähköinsinöörin koulutus.
- Sähköteknisen osaamisen puute tulee vastaan säännöllisesti.

Keskusteltavaa

- Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta – VNA:n mukaan *jos sähkötyön tekemiseen ei tarvita sähkötöiden johtajaa, työn tekijän pitää valvoa työnaikaista sähköturvallisuutta.*
- Mielekästä vaatia että päävastuu työstä on yhdellä henkilöllä (joka vastaa jännitteettömäksi tekemisestä ja käyttöönotosta) – kuinka kirjataan standardiin?
- Mitä standardiin pitäisi täsmentää ja mikä jättää yrityskohtaisesti päätettäväksi?
- Sähköturvallisuusohjeistus – turhaa byrokratiaa vai hyödyllinen työkalu?

Esimerkkejä muista standardeista

- [DGUV 209-093](#) (Saksa, saatavilla englanniksi, maksuton)
- [BRANSCHSTANDARD - säker hantering av högvoltssystem i elfordon](#) (Ruotsi, saatavilla ruotsiksi, maksuton)
- [NEN 9140](#) (Hollanti, saatavilla englanniksi, maksullinen)
 - Parhaillaan uudistettavana!
- [ASE xEV High-Voltage Electrical Safety Standards](#) (Yhdysvallat, englanninkielinen, maksuton)
- Itävallan [OVE-Richtlinie R 19](#), Sveitsin [CFST 6281](#), Belgian [EDU 100](#) jne.