

Tuija Hyytiä

Autoalan sähköturvallisuustutkinto -tehtäväsarja

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööriytyö

4.9.2014

Tekijä(t) Otsikko	Tuija Hyytiä Autoalan sähköturvallisuustutkinto -tehtäväsarja
Sivumäärä Aika	24 sivua + 1 liite 4.9.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Vesa Linja-aho
<p>Tässä työssä on laadittu uusia kysymyksiä autoalan sähköturvallisuustutkintoon. Kysymykset pohjautuvat sähkö- ja sähköautoalan säädöksiin, standardeihin sekä yleiseen tekniikkaan ja turvallisuuteen. Työn aihe on saatu lehtori Vesa Linja-aholta.</p> <p>Työn alussa käsitellään laajemmin sähköpätevyys- ja sähköautopätevyys 3:ta. Pätevyyden osalta tarkastellaan sen tarvetta, tutkintoon vaadittavaa koulutusta sekä ammattitaitovaatimuksia.</p> <p>Työssä on kuvattu yleisesti sähkö- ja hybridautojen yleistymistä sekä niiden turvallisuutta ja tekniikkaa. Lisäksi työssä esitellään muita sähköautopätevyys 3 -tutkintoon vaadittuja sisältöjä, kuten kauppa- ja teollisuusministeriön asetusta sähköalan töistä sekä YK:n Euroopan talouskomission sääntöä numero 100.</p> <p>Työn lopussa kuvataan koetta sekä sen rakennetta. Liitteenä 1 on suunniteltu kysymyssarja, jonka kysymyksiä voidaan haluttaessa käyttää kokeessa.</p>	
Avainsanat	Sähköautopätevyys 3, sähkö- ja hybridautot, sähköturvallisuus

Author(s) Title	Tuija Hyytiä Automotive Electrical Safety Qualification Exam – Question Series
Number of Pages Date	24 pages + 1 appendix 4 September 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor(s)	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer
<p>The objective of this thesis was to prepare new questions for the electric car 3 qualification exam. The questions are based on the overall electrical and electric car laws, regulations, standards as well as the general technology and security. The thesis was assigned by Vesa Linja-aho, Senior Lecturer at Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.</p> <p>The first part of the thesis discusses electric qualifications and electric car 3 qualification. After that the thesis explains why electric car qualification is needed, what kind of training is required to get the qualification, and what the requirements for professional qualification are.</p> <p>The thesis also deals with the spreading of the electric and hybrid vehicles as well as their safety and technology issues. In addition, the thesis presents other required contents for the electric vehicle 3 qualification, such as the Trade and Industry Ministry regulation on electrical work, as well as The United Nations Economic Commission for Europe Regulation No 100.</p> <p>The final part of the thesis describes the actual exam and its structure. A set of questions that can optionally be used in the exam are presented in appendix 1.</p>	
Keywords	Electric car Qualification 3, electric and hybrid cars, electrical safety

Sisälllys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	3
2	Sähköautopätevyys 3	4
3	Sähkö- ja hybridautot yleistyvät	7
4	Autoalan sähköturvallisuustutkinnossa vaadittava asiasisältö	12
4.1	Sähköturvallisuuslaki (410/1996)	12
4.2	Sähköturvallisuusasetus (498/1996)	12
4.3	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (516/1996)	12
4.4	Tukes-ohje S7-12 Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus	13
4.5	UNECE R100	14
4.6	SFS-EN 50272-3 Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset, osa 3: ajovoima-akut	14
4.7	SFS 6000-7-706 Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset; ahtaat johtavat tilat	15
4.8	Yleinen sähkötyöturvallisuus	15
4.9	Yleinen sähkö- ja hybridautojen tekniikka	17
5	Kokeen rakenne	19
6	Yhteenveto	21
7	Lähteet	22

Liitteet

Liite 1. Harjoitustehtävät

Lyhenteet ja käsitteet

AKL	Autoalan Keskusliitto ry
Eera	The European Energy Research Alliance. Eurooppalainen yhdistys, joka pyrkii edistämään vähähiilidioksidisia energiamuotoja.
EN	European standards. Euroopan standardisoimisjärjestö, jonka päätehtävänä on edistää eurooppalaista standardisoimista.
EU	Euroopan unioni
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
PELV	Protective extra low voltage. Pienoisjännitteinen järjestelmä, jossa toisipuolen toinen napa on maadoitettu.
SELV	Safety extra low voltage. Pienoisjännitteinen, maasta erotettu järjestelmä.
Sesko	Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
Tekes	Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus
Trafi	Liikenteen turvallisuusvirasto
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe. YK:n alainen Euroopan talouskomissio.
VTT	Teknologian tutkimuskeskus
YK	Yhdistyneet kansakunnat

1 Johdanto

Sähkö- ja hybridautot ovat viime vuosina yleistyneet, ja niiden myynti jatkaa kasvuaan. Viime vuosina autoalalla on herätty siihen, ettei sähkö- ja hybridautojen huollon turvallisuuteen ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Aiemmin niitä sai epävirallisella luvalla huoltaa kuka tahansa ilman riittävää pätevyyttä tai valvontaa. Vuonna 2012 uutena autoalalle on tullut sähköautopätevyys 3, joka vaaditaan, jotta saa toimia sähkötöiden johtajana sähkö- tai hybridautoja huollettaessa. Lisäksi kaikkien huoltoon osallistuvien henkilöiden tulee suorittaa SFS 6002 -standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus.

Sähköautopätevyys 3:n saaminen edellyttää, että henkilö on suorittanut sähköturvallisuustutkintoon vaadittavan koulutuksen ja hänellä on riittävä ammattitaito. Lisäksi kyseisen henkilön on pitänyt suorittaa S3-sähköturvallisuustutkinto. Tutkinnon kysymykset tulevat sähkötöitä koskevista säädöksistä, sähkötyöturvallisuudesta sekä yleisestä sähköajoneuvo- ja sähkötekniikasta. Tässä työssä on laadittu uusia kysymyksiä tutkintoon sekä käyty läpi tutkinnon rakennetta. Työssä on myös kerrottu tarkemmin sähköautopätevyys 3:sta.

Tutkinnon kysymykset on laadittu niin, että niissä käydään läpi pätevyyteen vaaditut asiat. Näitä ovat sähkö- ja akkaturvallisuuteen liittyvät laitteet, asetukset ja säädökset, jotka on esitelty työssä. Pätevyyteen vaaditaan myös sähkötyöturvallisuuden sekä yleisen sähkö- ja hybridautotekniikan osaaminen. Tässä työssä kerrotaan esimerkein sähkötyön vaarallisuudesta sekä sähkötyötapaturmien ehkäisystä. Yleisestä sähkö- ja hybridautotekniikasta on esitelty yleisen tekniikan lisäksi autojen tärkeimmät turvatekniset asiat.

Tässä työssä tarkastellaan myös sähköautojen määrän kehitystä sekä saatavilla olevia ja markkinoille tulevia sähköautoja. Työssä on myös pohdittu sähköautojen latausmahdollisuuksia ja niiden vaikutuksia käytettävyyteen. Sähköautojen kannan kasvuennusteita on myös verrattu Suomen ilmastopoliittisiin tavoitteisiin.

2 Sähköautopätevyys 3

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 516/96 mukaan sähkötöiden johtajalta vaaditaan urakointioikeudesta riippuen sähköpätevyys 1, sähköpätevyys 2 tai sähköpätevyys 3 (1). Uutena on tullut autoalalle sähköautopätevyys 3, joka on juridisesti sähköpätevyys 3 rajattuna hybridi- ja sähköajoneuvoihin.

Sähköpätevyys 1 oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana kaikissa sähkötöissä, myös suurjännitetoissa. Pätevyys voidaan myöntää myös rajoitettuna, jolloin se oikeuttaa toimimaan enintään 1000 voltin vaihtojännitteisten ja enintään 1500 voltin tasajännitteisten sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkötöidenjohtajana sekä enintään 20 kilovoltin nimellisjännitteisten sähkölaitteistojen käytön johtajana. Pätevyyden saamiseksi tulee henkilöllä olla soveltuva tekniikan alan korkeakoulututkinto, sähkövoima-alan teknikon tutkinto ja 2 vuotta työkokemusta tutkinnon suorittamisen jälkeen. Lisäksi työkokemuksesta tulee vähintään puolet olla samankaltaista, johon pätevyys oikeuttaa. (2)

Sähköpätevyys 2 oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana kun kyseessä on enintään 1000 voltin vaihtojännitteinen tai 1500 voltin tasajännitteinen sähkölaite tai -laitteisto. Pätevyyden saamiseksi tulee henkilöllä olla soveltuva tekniikan alan korkeakoulututkinto, sähkövoima-alan teknikon tutkinto ja 2 vuotta työkokemusta tai soveltuva ammatillinen perustutkinto, ammattitutkinto, erikoisammattitutkinto ja kolme vuotta riittävän laaja-alaista työkokemusta. (2)

Sähköpätevyys 3 oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana kun kyseessä on enintään 1000 voltin vaihtojännitteinen tai 1500 voltin tasajännitteinen verkkoon liitettävän sähkölaitteen korjaustyö. Pätevyys voidaan myöntää rajoitettuna tietyille tehtäville alueille. Pätevyyden saamiseksi tulee olla riittävä ammattitaito sähkö- ja käyttötöihin. (2)

Työkokemus- ja koulutusvaatimusten lisäksi sähköpätevyyden myöntämisedellytyksenä on virallisen sähköturvallisuustutkinnon suorittaminen. Sähköturvallisuustutkintotilaisuuksia järjestetään kaksi kertaa vuodessa, ja tutkintoja on kolme erilaista, kuten sähköpätevyksiäkin: sähköturvallisuustutkinto 1, 2 ja 3. Tutkinnot vastaavat laajuudeltaan kussakin sähköpätevyydessä tarvittavia asioita. Koska esimerkiksi sähköturvallisuustutkinto 1 on vaativampi kuin sähköturvallisuustutkinnot 2 ja 3, kelpaa sähköturvallisuustutkinto 1:n suorittaminen sähköpätevyys 2:n ja 3:n myöntämiseen, muttei päinvastoin.

Autoalan sähköpätevyys on rajoitettu sähköpätevyys 3, joka on rajattu hybridi- ja sähköajoneuvojen korjaus- ja huoltotoimintaan. Pätevyyteen vaaditaan autoalan sähköturvallisuustutkinto 3:n suorittaminen, siihen valmentava koulutus sekä riittävä ammattitaito sähkö- ja hybridautojen korjaus- ja huoltotoista. Sähköautopätevyys 3:n myöntää Henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy. Edellä mainitut kiinteistö sähköalan sähköturvallisuustutkinnot eivät kelpaa autoalan sähkö- ja hybridaajoneuvoihin rajoitetun S3-pätevyydestodistuksen myöntämiseen. (3) Oma sähköturvallisuustutkinto autoalalle on ollut olemassa vasta loppuvuodesta 2012. Jokaisella autokorjaamoyrityksellä, jossa tehdään sähköitä sähkö- ja hybridautoihin, tulee olla sähkötöiden johtaja, jolla on vähintään sähköautopätevyys 3 tai jokin muu sähköpätevyysistä 1, 2 tai 3. Kyseistä toimintaa harjoittavien yritysten on rekisteröidyttävä Tukesin (Turvallisuus ja kemikaalivirasto) sähköurakoitsijarekisteriin, johon rekisteröidytessä on nimettävä sähkötöiden johtaja, jolla on asianmukainen sähköpätevyystodistus. (3)

Sähköturvallisuustutkintoon valmentavan koulutuksen tulisi sisältää muun muassa sähköturvallisuutta, sähkötekniikan perusteita sekä sähkö- ja hybridaajoneuvotietoutta. Tutkintoa saavat järjestää vain tahot, jotka ovat AKL-Sertifiointi Oy (Autoalan keskusliitto) on hyväksynyt. (3)

Riittäväksi ammattitaidoksi katsotaan soveltuva autosähköalan koulutus ja vuoden pituinen työkokemus tai kahden vuoden työkokemuksesta. Soveltuvaksi koulutukseksi hyväksytään

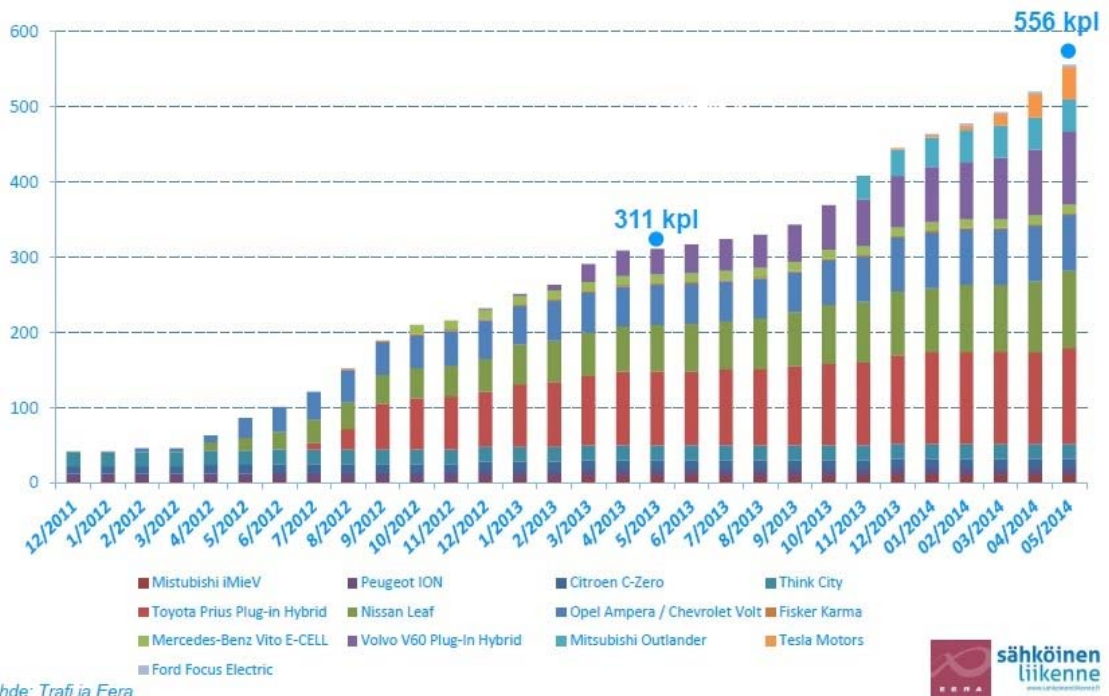
- autoalan perustutkinto, kun suuntautumisvaihtoehtona autosähkö
- henkilöautomekaanikon ammattitutkinto, autosähkö
- raskaskalustomekaanikon ammattitutkinto, autosähkö
- autosähkömekaanikon ammattitutkinto
- automekaanikon erikoisammattitutkinto
- opisto- tai korkeakouluasteen tutkinto autoalalta.

Toistaiseksi työkokemukseksi riittää myös polttomoottoriautojen 12 voltin tai 24 voltin sähköjärjestelmien korjaus- ja huoltotyöt. Tämä johtuu siitä, ettei autoalan yrityksille ollut vaatimuksia rekisteröityä Tukes:n sähköurakoitsijarekisteriin ennen vuotta 2012. Joten vaatimus, että kokemus olisi rekisteröidyn urakoitsijan palveluksesta, olisi mahdoton. Sähkö- ja hybridautot ovat myös vasta yleistymässä, joten niiden korjaaminen ei ole ollut vielä kovin monelle mahdollista. (3)

3 Sähkö- ja hybridautot yleistyvät

Sähköautot yleistyvät Suomessa kovaa vauhtia. Toukokuussa 2014 Suomessa oli rekisteröity 556 sarjavalmisteista ladattavaa sähköautoa, mikä voidaan todeta alla olevasta Trafín (Liikenteen turvallisuusvirasto) ja Eeran (engl. The European Energy Research Alliance) tilastosta (kuva 1). Tämä on lähes 80 prosenttia enemmän kuin vuotta aiemmin. Uusia hybridautoja puolestaan rekisteröitiin vuonna 2013 yhteensä 2422 kappaletta, mikä tarkoittaa, että kaikista uusista henkilöautoista niitä oli vain noin 2,4 prosenttia. (4)

Sarjavalmisteisten ladattavien sähköautojen kannan kasvu



Lähde: Trafi ja Eera



Kuva 1. Sähkö- ja hybridautojen määrän kehitys 12/2011–05/2014 (5)

Pääasiassa sähköautot ovat pieniä henkilöautoja, mutta markkinoilla on myös muita vaihtoehtoja. Mercedes-Benzin Vito E-CELL on sähköauto, jota myydään sekä paketti-autona että tila-autona. Vito E-CELL on esitelty kuvassa 2. Tällä hetkellä tämä on ainoa vaihtoehto runsaasti tilaa tarvitseville. (6) Toistaiseksi tämän yhden mallin varassa oleva sähköpakettiautojen myynti on verrattain pientä, joten niiden lukumäärä voi olla mukana vertailtaessa sähköhenkilöautojen kannan kasvua.



Kuva 2. Mercedes-Benz Vito E-CELL (6)

Syksyllä 2014 on tulossa Nissanilta e-NV-200-sähköauto haastamaan VitoE-CELLin. NV-200 on Nissanin malli, jota myydään niin tila-autona kuin pienenä pakettiautonakin, sähköversiona siitä tulee varteenotettava vaihtoehto runsaasti tilaa tarvitseville. (7)

Hybridipuolelta löytyy ammattikäyttöön tarkoitettu Volvo FE Hybrid -kuorma-auto, joka soveltuu maksimissaan 26 tonnin kokonaispainolle (8). Tämä Volvon kuorma-auto on esitetty kuvassa 3. Myös Mitsubishi on tuonut Suomeen kuorma-auton, FusoCanter Eco Hybridin. Mitsubishiin versio hybridikuorma-autosta on selvästi Volvoa pienempi ja soveltuu korkeintaan 10 tonnin kokonaispainolle (9).

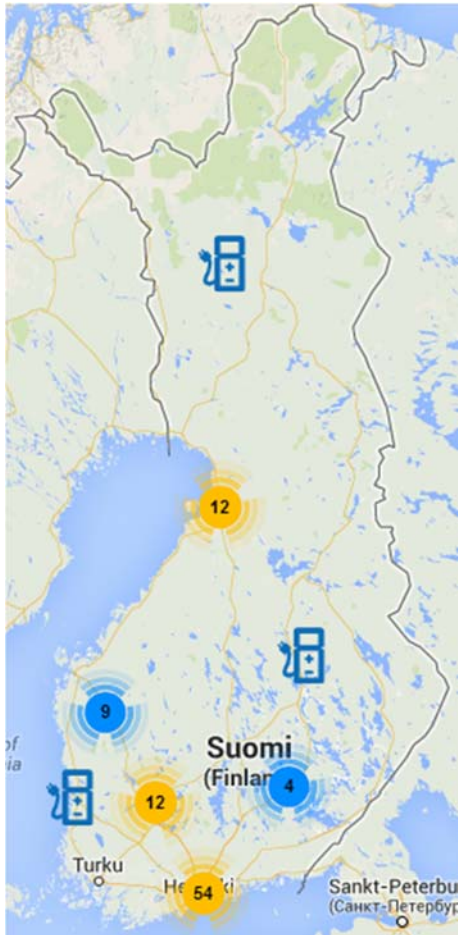


Kuva 3. Ensimmäinen raskaan kaluston hybridi Volvo FE (8).

VTT (Teknologian tutkimuskeskus) ennustaa että vuoteen 2020 mennessä uusista henkilöautoista 10–15 prosenttia tulee olemaan sähköautoja (3). Vuonna 2013 uusia henkilöautoja rekisteröitiin hieman yli 102 000 kappaletta. Viime vuosina ensirekisteröintien määrä on ollut noin 110 000 kappaletta tai enemmän (10). Jos oletetaan, että uusien henkilöautojen rekisteröinti vakiintuu vuosittain 110 000 kappaleeseen, tarkoittaisi tämä VTT:n mukaan 11 000–16500 sähköautoa vuodessa.

Suomessa liikenne tuottaa noin 20 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä. Liikenteen päästöistä 90 prosenttia syntyy tieliikenteestä (11). Tämä tarkoittaa, että tieliikenteen osuus Suomen päästöistä on 18 prosenttia. Tieliikenteen päästöistä 60 prosenttia syntyy henkilöautoliikenteestä ja 36 prosenttia paketti- ja kuorma-autoliikenteestä (11). Suomessa oli henkilöautoja vuoden 2013 lopussa runsas 3,1 miljoonaa kappaletta, mikä aiheuttaa noin 11 prosenttia koko Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Vuoteen 2020 mennessä tavoitteena on vähentää päästöjä 20 prosenttia (11), mutta Euroopan komissio yrittää saada päästöjen vähennystavoitteen 40 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä (12).

Sähköautojen latauspisteet lisääntyvät kaupunkiseuduilla hyvää vauhtia. Suomessa oli syyskuun 2013 lopussa noin 50 julkista latausasemaa, joissa oli yhteensä 250 latauspistettä (13). Julkisissa latauspaikoissa löytyy hidasta, normaalia ja pikalatausmahdollisuutta (14). Latauspaikkoja löytyy eniten Helsingistä ja myös muut suuret kaupungit ovat hyvin edustettuina Turkuun lukuun ottamatta (15). Turkuun on juuri avattu vasta toinen latausasema, ja vuoden 2014 loppuun mennessä on tulossa kolme lisää; Turkuun kirii siis latauspaikkojen määrässä (16). Porvoossa ja erityisesti Kurikassa on latauspaikkoja hyvin paikkakuntien kokoon nähden (15). Kuvassa 4 on esitetty latauspaikkojen määrä kartalla.



Kuva 4. Sähköautojen latauspisteet kartalla (17)

Sähköautojen lataaminen onnistuu missä tahansa, mikäli sieltä löytyy 16 ampeerin maadoitettu pistorasia, johon tulee 230 voltin jännite. Esimerkiksi kotona lataaminen ei kuitenkaan ole luotettavaa ellei sähköajoneuvon latausvirta ole rajoitettu 16:ta ampeeria pienemmäksi, esimerkiksi kahdeksaan ampeeriin. Taloyhtiöissä lataaminen muodostuu ongelmaksi nykyisin käytössä olevalla tekniikalla. Vanhoista lämmitystolpista puuttuu autokohtainen sähkönkulutuksen mittari. Lisäksi ne ovat usein varustettuja viransyötön aikarajoituksella. Mikäli useaa sähköautoa ladattaisiin yhtä aikaa, syöttöjohdot tulisi vahvistaa, sekä sulakkeiden kestävyys mitoitetaan uudelleen. Sähköautojen lisääntyessä tuleekin taloyhtiöiden pohtia miten lataus mahdollistetaan myös kotiolo-suhteissa.

Suomen sähköverkko kestää nykyisellään satojen tuhansien sähköautojen lataamisen. Mikäli kaikki Suomen henkilöautot korvattaisiin sähköautoilla, kasvaisi sähkönkulutus 7–9 terawattituntia vuodessa, mikä vastaa noin kymmenesosaa Suomen vuotuisesta

sähkönkulutuksesta. Latausvalmiuden osalta Suomi on siis valmis sähköautojen lisääntymään käyttöön. (18)

4 Autoalan sähköturvallisuustutkinnossa vaadittava asiasisältö

4.1 Sähköturvallisuuslaki (410/1996)

Sähköturvallisuuslaissa on määritelty vaatimukset sähkölaitteille, -laitteistoille ja sähköalan töille sekä vaatimukset niiden valvonnasta ja vahingonkorvausvelvollisuudesta. Lakia sovelletaan sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin, joiden sähköisistä ominaisuuksista voi aiheutua vaaraa. (19)

Lain tarkoituksena on määrittää sähkölaitteiden turvallinen käyttö sekä yleinen sähkön kanssa toimiminen. Laissa on käsitelty myös sähkötapaturman osalta sitä miten tapaturmaan joutunutta henkilöä tulee käsitellä sekä käytetyn laitteen vastuu tapaturmassa. Laki määrittelee myös vaatimukset sähkötyön valvontaan, toimintaperiaatteet ja vastuun jakaantumisen. Myös sähkömagneettisille vaikutuksille on asetettu vaatimukset. Lakia sovelletaan sekä laitteille että laitteistoille, jotka käyttävät sähköä, tuottavat sitä tai ovat mukana sähkön siirrossa. (19)

4.2 Sähköturvallisuusasetus (498/1996)

Sähköturvallisuusasetuksessa määritellään tarkemmin muun muassa määritelty tarkastuslaitos, neuvottelukunta, valtuutettu tarkastaja sekä sähköurakoitsija, joista on säädetty sähköturvallisuuslaissa (20).

Asetuksessa määritellään, että tarkastuslaitoksen tai valtuutetun henkilön tehtävä on toimia asiantuntijana Kauppa- ja teollisuusministeriölle sähköalan töissä. Sähköturvallisuuden neuvottelukunta toimii sähköturvallisuusasiantuntijoiden ja ministeriön apuna. Neuvottelukunnan tehtävänä on edistää yhteistyötä sekä sähköturvallisuutta. Asetuksessa on myös määritetty erinäisiä tarkentavia asetuksia, kuten sähköonnettomuuksien arviointi. (20)

4.3 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (516/1996)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä määritellään sähkö- ja käyttötyö sekä näille johtajat. Päätöksessä annetaan ohjeet sähkötöiden sekä käyttötöiden johtajien

toiminnasta. Päätöksessä on määritelty myös pätevyudet sekä ilmoitusvelvollisuudet sähköturvallisuusviranomaiselle. (1)

Päätöksessä on määritelty sähköjen korjaus- tai asennustyöhön liittyvät toimintatavat. Töille on määritelty omat vaatimukset, esimerkiksi kuka saa valvoa tai tehdä kyseistä työtä. Vaatimukset muuttuvat työn laadun sekä työskenneltävän jännitealueen, mukaan. Vaatimusten perusteella on määritetty sähköpätevyudet, jotka määräävät, kuka saa toimia sähköiden johtajana. Lisäksi ne määrittävät myös, kuka saa tehdä sähkötöitä. (1)

4.4 Tukes-ohje S7-12 Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus

Tukesin ohjeessa kerrotaan, miten sähkölaitteiden ja -laitteistojen korjaus- ja huoltotöitä harjoittavan toimintailmoitus tehdään. Ohjeessa on määritelty myös sähkötöidenjohtajan sekä toimitilojen edellytykset. Ohje perustuu sähköturvallisuuslakiin, -asetukseen sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätökseen sähköalan töistä. (21)

Ilmoituksessa tulee antaa seuraavat tiedot:

- toimintaa harjoittavan nimi, mahdollinen toimintayksikkö ja yhteystiedot sekä sijaintiosoitteet niistä toimipaikoista, joista käsin sähkötöitä tehdään
- toiminta-alue
- sähkötöiden aloitusajankohta
- sähkötöiden johtajaa koskevat tiedot, kuten suostumus tehtävään, selvitys palvelussuhteesta sekä jäljennys pätevyystodistuksesta
- selvitys työtiloista ja -välineistä sekä sähköturvallisuuteen liittyvistä säännöksistä ja julkaisuista
- kaupparekisteriote tai muu vastaavan rekisterin ote tai mikäli kyseessä on luonnollinen henkilö, voidaan ilmoittaa henkilötunnus

- jäljennös yhtiösopimuksesta tai viranomaisen antamasta todistuksesta perustamisilmoituksen jättämisestä. (21)

4.5 UNECE R100

YK:n (Yhdistyneet kansakunnat) Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö numero 100 määrittelee sähköajoneuvot sekä niiden rakenteet ja turvallisuusvaatimukset. Tämä on tärkein sähköajoneuvojen turvallisuutta koskeva säädös (2). Säännössä on myös vaatimukset sähköajoneuvojen hyväksynnälle sekä tuotannolle. Myös merkinnät ja määritelmät niille on lueteltu säännössä. (22) Sääntö on uudistettu elokuussa 2013, mutta sitä ei ole vielä suomennettu. Alkuperäinen sääntö löytyy EU:n (Euroopan Unioni) virallisesta lehdestä 14.2.2009 (L45/17). Kokeessa käytetään toistaiseksi vanhemmaa sääntöä.

Säännössä on kaksi osaa, joista ensimmäisessä käsitellään turvallisuusasioita sähköjunille ja -autoille, esimerkiksi niiden komponenteille. Toisessa osiossa on käsitelty turvallisuusasioita ladattaville energiavarastoille. Toisessa osiossa on määritelty vaatimuksia, kuten esimerkiksi värinätestaus, törmäystesti, paloturvallisuus ja akuston toimintasykli. Nämä vaatimukset koskevat vain energiavarastoja joita on tarkoitus käyttää kulkuneuvon liikuttamiseen ja akustot apulaitteille on jätetty ulkopuolelle. (23)

4.6 SFS-EN 50272-3 Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset, osa 3: ajovoima-akut

Standardi käsittelee sähköisissä kulkuneuvoissa käytettäviä ajovoima-akkuja sekä niiden asennuksia. Kulkuneuvojen ajovoima-akuilla tarkoitetaan akkuja, joita käytetään teollisuustrukeissa, akkukäyttöisissä vetureissa, sähköautoissa, golfautoissa sekä akkukäyttöisissä polkupyörissä sekä pyörätuoleissa. Standardi käsittelee lyijy-, nikkeli-kadmium- sekä muita alkaliakkuja. (24) Sähköautopätevyystutkimuksen kokeessa standardia sovelletaan vain sähköturvallisuuden osalta.

Standardissa määritellään akkuihin ja akustoihin liittyviä turvallisuusvaatimuksia. Vaatimukset on määritelty akkujen ja akustojen asentamiseen, käyttöön, tarkastukseen sekä niiden hävittämiseen. Standardissa on määritelty, että nimellisjännitteet saavat olla vaihtosähköä enintään 1000 voltia ja tasasähköä enintään 1500 voltia. Lisäksi

standardissa on määritelty perusmenetelmät, miten voidaan suojautua akuston kaasu-
sunkehtyksen, sähkön ja elektrolyytin aiheuttamilta vaikutuksilta. (24)

4.7 SFS 6000-7-706 Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset; ahtaat johtavat tilat

Standardissa on annettu erityisvaatimuksia kiinteille sähkölaitteille, jotka on asennettu
ahtaaseen johtavaan tilaan. Standardi koskee myös siirrettävien laitteiden sähkösyöttö-
jä näissä tiloissa. Ahtaalla johtavalla tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa ihminen voi joutua
kosketuksiin tilan rakenteiden kanssa, jotka ovat johtavaa materiaalia kuten metallia.
Tilat joihin on yleinen pääsy, eivät kuulu vaatimusten piiriin. (25)

Standardissa on määritelty toimintatavat, joilla esimerkiksi suojaudutaan sähköiskulta,
mitä suojausmenetelmiä ei voida käyttää ja miten syöttävä laite pitää sijoittaa tilan ul-
kopuolelle. Tarkemmin on määritetty myös vaatimukset siirrettäville ja kiinteille laitteille.
Standardissa on myös vaatimukset SELV- (engl. Safety extra low voltage) tai PELV-
järjestelmille (engl. Protective extra low voltage) sekä sähköiselle erotukselle. (25)

4.8 Yleinen sähkötyöturvallisuus

Vuonna 2013 kuolemaan johtaneita sähkötapaturmia rekisteröitiin kolme kappaletta.
Näistä kaksi tapahtui ammattihenkilöille ja ne olisi voitu estää. Huhtikuussa sähköasen-
taja kuoli sähköiskuun voimajohtotyömaalla, ja syyskuussa LVI-asentaja kuoli sähköis-
kuun vaihtaessaan omakotitalon lämminvesivaraajaa. Samana vuonna 11 henkilöä
kuoli tulipaloissa, jotka aiheutuivat sähköstä. Lisäksi vuoden aikana sattui useita pie-
nempiä sähkötapaturmia. (26) Sähköautojen kanssa rekisteröidyiltä onnettomuuksilta
on toistaiseksi vältytty, mutta vaaratilanteita on sattunut muun muassa oppilaitoksissa.
(27)

Huhtikuusen onnettomuuden välitön syy oli Tukesin onnettomuustutkintaraportin mu-
kaan työkohteessa johtimeen vastoin ohjeita asennetun työmaadoitusvälineen vaiheliit-
timen kiinnityspuristimen irtoaminen, minkä seurauksena työkohteena olleeseen joh-
toon latautui hengenvaarallinen 400 kilovoltin jännite. Lisäksi menehtynyt asentaja
joutui käsiensä välityksellä osaksi voimajohtoista maahan johtavaa virtapiiriä ja sai kuo-
lemaan johtaneen sähköiskun. Tapaturma olisi voitu mahdollisesti estää paremmalla
valvonnalla sekä oikosulkukestoisella työmaadoituksella. (28)

Syyskuisen LVI-asentajan kuolemaan johtaneen onnettomuuden välitön syy Tukesin mukaan oli väärin kytketty pistoliitin, minkä seurauksena vaihdettavan lämminvesivaraajan runko oli tullut jännitteiseksi. Tapaturma olisi voitu mahdollisesti estää, mikäli työnantaja olisi ohjeistanut ja valvonut työntekijöidensä toimintaa riittävästi. Asentajalla ei ollut sähköasennuksiin vaadittavaa ammattitaitoa, eikä hänen työnantajallaan ollut sähköurakointioikeutta tai sähkötöiden johtajaa, joka olisi huolehtinut sähköturvallisuudesta. (28)

Vaikka suuremmilta onnettomuuksilta sähkö- ja hybridautojen kanssa on vältytty, läheltä piti – tilanteita tiedetään muutama. Esimerkiksi eräässä oppilaitoksessa korkeajänniteakku oikosuljettiin vahingossa, joka aiheutti sulan metallin roiskumisen seinälle. Toisen vaaratilanne sattui autoalan oppilaitoksessa, kun opiskelija mittasi ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän jännitettä oskilloskoopin halvalla mittapäällä, joka leimahti liekkeihin, koska se ei kestänyt 200 voltin jännitettä. (27)

Sähkötyön vaativuudesta, virran ja jännitteen suuruudesta sekä laadusta riippuen, tulee sähkötyötä tekevän olla joko riittävän opastettu tai omata riittävä koulutus ja pätevyys kyseiseen tehtävään. Sähkövirta voi aiheuttaa lihaskouristuksia, lamaannuttaa hengityksen ja johtaa tajuttomuuteen. Sydän on erityisesti vaarassa, kun sähkövirta pääsee kehoon. Se voi aiheuttaa sydänkammiovärinän tai sydänpysähdyksen. Hengenvaarallisena pidetään 30 milliampeerin rajaa, joka saattaa jo aiheuttaa sydänkammiovärinän. Vaihtovirralla vaaditaan huomattavasti pienempi sähkövirta, kammiovärinän syntyyn kuin tasavirralla. Pinnallisia tai sisäisiä palovammoja voi aiheutua sähkövirran lämpövaikutuksesta. Tasavirta voi aiheuttaa kemiallisia reaktioita ihmiskehon sisällä. Tasavirtasähköiskusta on vaihtovirtasähköiskua helpompi irrottautua jännitteistä osista. (2)

Sähkötapaturma voi aiheutua sähköiskusta, tulipalovaarasta tai valokaaresta. Valokaaren lämpötila voi olla tuhansia asteita ja siitä säteilee myös ultraviolettii- ja infrapunasäteilyä. Voimakas infrapunasäteily voi aiheuttaa palovammoja ja ultraviolettisäteily voi puolestaan vaurioittaa näköä. Valokaari voi muodostua sekunnin murto-osassa. Tasavirtavalokaari on vaarallisempi kuin vaihtovirtavalokaari, koska se ei sammuu yhtä herkästi. Korkeajänniteakuston valokaaret ovat käytännössä aina vaarallisia, joten akkuja huollettaessa on erityisesti huolehdittava riittävästä turvallisuudesta. (2)

Sähkön kanssa työskennellessä tulee aina huolehtia riittävästä sähkötyöturvallisuudesta, koska suurenkin tapaturman vaara on aina olemassa. Kaikkien hybridi- ja sähköajoneuvojen huoltoon ja korjaamiseen osallistuvien henkilöiden tulee suorittaa sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002:n mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus. Tämän lisäksi kauppa- ja teollisuusministeriö on päättänyt, että sähkötoilla tulee olla johtaja, jolla on asianmukainen sähköpätevyys. Riittävä huolellisuus sekä edellä mainitut vaatimukset luovat hyvät edellytykset turvalliselle työskentelylle hybridi- ja sähköajoneuvojen kanssa.

4.9 Yleinen sähkö- ja hybridautojen tekniikka

Hybridaajoneuvot voidaan luokitella joko voimansiirtolinjan toteutustavan perusteella tai hybridisointiasteen mukaan. Voimansiirtolinjan mukaan nimettyjä hybridejä ovat sarja- ja rinnakkaishybridi. Sarjahybridissä polttomoottori käyttää generaattoria, jonka tuottamalla energialla sähkömoottori toimii. Rinnakkaishybridissä sekä sähkö- että polttomoottori ovat kytkettynä samaan voimalinjaan, jolloin sähkö- ja polttomoottori voivat toimia yhdessä. Muita hybridejä ovat kevyt-, täys- ja plug-in-hybridi sekä range extender. Täyssähköajoneuvo toimii vain sähkömoottorilla, joka saa energiansa akustolta. (2)

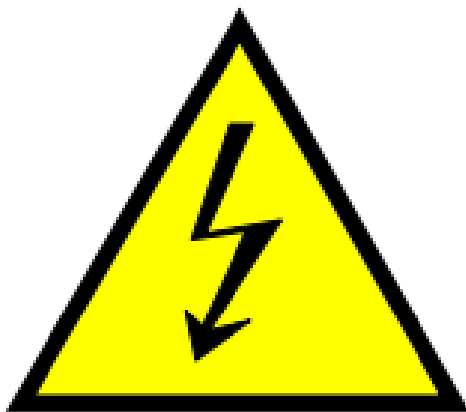
Vielä 2000-luvun alun hybridaajoneuvoissa on käytetty nikkelimetallihybridiakkuja. Nykyisin täyssähkö- sekä range extender-ajoneuvoissa useimmiten litiumioniakkuja. Nikkelimetallihybridiakun hyviä puolia ovat edullinen hinta, pakkasen kestävyys sekä kyky käsitellä suuria lataus- ja purkausvirtoja. Litiumioniakut ovat puolestaan huomattavasti kevyempiä kuin nikkelimetallihybridiakut. Litiumakusto vaatii myös jokaisen kennon varaustilaa vahtivan akunhallintajärjestelmän, koska niissä on huono yllätauksen kesto. Myös litiumtitaani- sekä natriumrikkiakkuja käytetään täyssähköautoissa. Ajoakustossa on korkea jännite, usein useita satoja voltteja. Ajoakusta tekee vaarallisen myös räjähdysvaara. Akuston vaarallisuuden vuoksi siihen on integroitu turvajärjestelmiä. Ne katkaisevat jännitteen kolaritilanteessa tai jos auto joutuu veden alle. Turvajärjestelmä toimii, mikäli akusto ei vaurioidu pahasti. (2)

Sähköajoneuvoissa on tehokkuutensa vuoksi vaihtosähkömoottori. Sähköenergian varastointi vaihtosähkönä on kuitenkin mahdotonta. Tämän vuoksi hybridi- ja sähköajoneuvoissa on invertteri. Invertteri muuttaa tasasähkön vaihtosähköksi, jotta se voi-

daan syöttää akulta moottorille. Invertteriä voidaan kutsua ajoneuvoissa myös moottorinohjauslaitteeksi. Invertteri hoitaa ajoneuvoissa sähköenergian jakelua, ja niitä voi olla useampikin. (2)

Hybridiajoneuvossa on yleensä yhdestä kahteen sähkökonetta. Sarjahybridissä on generaattori ja sähkömoottori. Täyssähköajoneuvoissa ja rinnakkaishybridissä riittää vain yksi sähkökone, mutta niitä voi olla useitakin. (2)

Sähköajoneuvojen turvallisuudessa on otettava huomioon jatkuva käyttö, kolaritilanteet sekä huoltaminen. Näiden takaamiseksi on muun muassa sähköajoneuvojen turvallisuusratkaisuja koskeva säädös UNECE (engl. United Nations Economic Commission for Europe) R 100. Sen mukaan sähköajoneuvossa on oltava huoltoerotin korkeajänniteakun erottamiseksi muusta ajoneuvosta, sekä järjestelmä erotusresistanssin seuranta varten. Lisäksi jännitteiset osat on suojattava suoralta kosketukselta sekä jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on liitettävä galvaanisesti sähköiseen alustaan niin, ettei vaarallisia jännite-eroja pääse muodostumaan. Huoltaessa sähköajoneuvoja tulee huomioida, että korkeajännitekaapelit on varustettu oranssilla kuorella ja korkeajännite osat on merkitty varoitussymbolilla, joka on esitelty kuvassa 5. Huollon päättyessä on tarkistettava, että jännitteelle alttiiden kosketeltavien osien ja sähköisen alustan välinen resistanssi on pienempi kuin 1,0 ohmia. Tarkistus tulee mitata vähintään 0,2 ampeerin virralla. (2)



Kuva 5. Vaarallisen jännitteen varoitusmerkki (23)

5 Kokeen rakenne

Autoalan sähköturvallisuustutkinnon koe suoritetaan tietokoneella. Kuvassa 6 on malli kokeen aloituksesta ja alkuohjeista. Muut sähköturvallisuustutkinnot suoritetaan pape-riversiona, jolloin edellisiin kysymyksiin on mahdollista palata. Autoalan sähköturvalli-suustutkinnossa näin ei ole mahdollista tehdä.

Suorita testi tässä ikkunassa. Älä sulje selainta tai lataa sivua uudelleen tai kirjaudu ulos ellei testin ohjaaja sitä pyydä.

AKL-SERTIFIINTI OY testi

Tervetuloa testiin

Testissä vastaat 80 satunnaisesti valittuun kysymykseen autoalan sähköturvallisuudesta. Kysymyksissä on aina neljä vastausvaihtoehtoa ja niistä voi olla oikein yksi tai useampia.

Oikeista valinnoista saat pluspisteitä ja vääristä miinus-pisteitä. Kysymyksissä voit siirtyä vain eteenpäin joten siirtyminen seuraavaan kysymykseen lukitsee aina edellisen kysymyksen. Et siis voi siirtyä kysymyksissä taaksepäin vastaamisen jälkeen.

Testi kestää kaksi tuntia ja testin aikana tietokonetta ei saa käyttää muuhun kuin vastaamiseen. Vilppi johtaa välittömään testin hylkäämiseen.

HUOM! Huolimatta kysymysmuodosta yksi tai usempi vastausvaihtoehto voi olla oikein. Myös kaikki vastausvaihtoehdot voivat olla oikein. Jokaisessa kysymyksessä on vähintään yksi oikea vaihtoehto.

Testi alkaa kahdella harjoituskysymyksellä, tämän jälkeen alkaa oikea testi.

Onnea vastaamiseen!


ALOITA

1/85

Kuva 6. Malli kokeen aloituksesta (29)

Kokeessa on 80 monivalintakysymystä, joista yhdestä neljään vastausta on oikein ja joihin jokaiseen on vastattava. Kokeen kysymykset ovat satunnaisessa järjestyksessä. Niistä 30 on sähkötöitä koskevia säädöksiä, 30 sähkötyöturvallisuuteen liittyviä kysymyksiä ja 20 tulee yleisestä sähköajoneuvotekniikasta. Kuvassa 7 ja 8 on malli oikeasta koekysymyksestä. Kokeessa ei saa käyttää materiaalia toisin kuin muissa sähköturvallisuustutkinnoissa, joissa täytyy lähinnä osata etsiä oikea tieto oikeasta materiaalis-ta. Jotta kokeen suorittaa hyväksytysti, tulee saada 66 prosenttia kokeen kokonais-pistemäärästä. Kokeen pisteytyksessä huomioidaan sekä oikeat että väärät vastaukset. Jos oikeita vastauksia on yksi, siitä saa 100 pistettä, mikäli oikeita vastauksia on enemmän jakautuvat pisteet niiden kesken. Oikean vastauksen merkitsemättä jättämi-sestä saa nolla pistettä. Lisäksi kokeen pisteytyksessä kannattaa huomioida, että jos

merkitsee väärän vastauksen, lähtee siitä 33 pistettä. Mikäli merkitsee turhaan kaikki neljä vastausvaihtoehtoa, tulee siitä nolla pistettä.


testi


Mitkä seuraavista E 100- sääntöä koskevistä väittämistä ovat oikein?

- 'Elektronisella muuttajalla' tarkoitetaan laitetta, joka säätää ja/tai muuttaa sähköenergiaa sähköistä käyttövoimajärjestelmää varten.
- 'Ulkoisella virtalähteellä' tarkoitetaan vaihtovirta- tai tasavirtalähdettä, joka sijaitsee ajoneuvon sisäpuolella.
- 'Koteloinnilla' tarkoitetaan osaa, joka ympäröi sisäpuolella olevia yksiköitä ja estää suoran kosketuksen niihin kaikista suunnista.
- 'Jännitteelle alttiilla kosketeltavalla osalla' tarkoitetaan johtavaa osaa, jota on mahdollista koskettaa suojausluokan ollessa IPXXB ja joka tulee jännitteelliseksi eristyksen vikaantuessa.

VALMIS

5/85

Kuva 7. Malli oikeasta koekysymyksestä (29)


testi

Riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä katsotaan se, joka on:

- suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyössä.
- suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyössä.
- suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyössä.
- suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötyössä.

VALMIS

6/85

Kuva 8. Malli oikeasta koekysymyksestä (29)

6 Yhteenveto

Sähkö- ja hybridautojen määrä kasvaa jatkuvasti ja kasvun odotetaan edelleen kiihtyvän. Tämän takia huoltamoiden työturvallisuuteen on alettu kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Sähkö- ja hybridautojen huoltamiseen on vaadittu sähkötyöturvallisuuskoulutusta ja sähköpätevyystudkintoa vasta vajaan kahden vuoden ajan. Autoalan oma sähköpätevyystudkinto on nimeltään sähköautopätevyys 3, jonka myöntää Seti Oy. Tutkintoon vaativia kokeita saa järjestää AKL-Sertifiointi Oy:n hyväksymät tahot. Tässä työssä laadittiin uusia kysymyksiä tutkinnon kokeeseen.

Työssä tutkittiin ja pohdittiin sähkö- ja hybridaajoneuvojen kehityksen kasvua, sekä niiden kehityksen mahdollisuuksia. Tätä tutkittaessa saatiin paljon uutta mielenkiintoista tietoa sekä päästiin pohtimaan kehityksen haasteita. Tutkimusten päätteeksi voidaan todeta, että sähköautojen kehityksen haasteita tulee olemaan ennen kaikkea kotilaatamisen mahdollistaminen.

Työssä käytiin muun muassa läpi sähkö- ja akkaturvallisuuteen liittyviä lakeja ja asetuksia, Euroopan talouskomission turvallisuusasetuksia sekä yleistä sähkö- ja hybridautojen tekniikkaa. Tutkinto koostuu edellä mainittujen sisällöstä, joten niitä on esitelty työssä. Koekysymyksiä laadittaessa aineistoa käytiin tarkasti läpi, joten jo aiemmin tutuille asioille saatiin hyvää kertausta, josta on varmasti ammatillista hyötyä jatkossa.

Työn lopussa käsiteltiin kokeen rakennetta ja sitä miten kokeessa toimitaan. Todettiin että kokeessa on 30 kysymystä sähkötöitä koskevista säädöksistä, 30 kysymystä liittyy sähkötyöturvallisuuteen ja 20 kysymystä tulee yleisestä sähkötekniikasta. Työssä saatiin laadittua 51 kappaletta uusia kysymyksiä, jotka ovat jaoteltu aihepiireittäin samassa suhteessa kuin kokeen kysymykset. Työn aikana tarkasteltiin myös kahta täydellistä koetta. Näiden pohjalta voidaan todeta, että uudet laaditut kysymykset ovat kokeen vaativammasta päästä. Koetta uudistettaessa nykyistä vaativimpia kysymyksiä voitaisiin lisätä ja samalla esimerkiksi vähentää kysymysten kokonaismäärää. Autoalan kannalta voidaan todeta, että uudistunut koekäytäntö on toimiva. Aiemmin alalla oli mahdollisuus suorittaa vain yleinen sähköpätevyys 3 -tutkinto, josta puuttui sähkö- ja hybridautoihin liittyvät tarkemmat kysymykset. Vaatimusten myötä myös sähkötyöturvallisuus paranee autokorjaamoilla.

7 Lähteet

1. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä. 516/1996.
2. Linja-aho, Vesa. 2013. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy.
3. Sähköautopätevyys 3. Verkkodokumentti. Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy <<http://setifi.asiakkaat.sigmatic.fi/index.php?k=20805>>. Luettu 6/2014
4. VTT ennustaa: Jopa 15 000 sähköautoa kaupaksi 2020. 2014. Verkkodokumentti. Taloussanomat. <<http://www.taloussanomat.fi/autot/2014/06/17/vtt-ennustaa-jopa-15-000-sahkoautoa-kaupaksi-2020/20148566/304?rss=t96>>. Luettu 6/2014.
5. Sähköautojen kanta jatkaa kasvuaan. 2014. Tekes. <<http://sahkoinenliikenne.fi/ladattavien-sahkoautojen-kanta-jatkaa-kasvuaan>>. Luettu 6/2014.
6. Mercedes-Benz Vito E-Cell. 2012. Verkkodokumentti. Daimler AG. <file:///C:/Users/K%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4/Downloads/Vito_e-cell_umpipaketti_ ja_tila-auto_vans_born_to_run.pdf>. Luettu 6/2014.
7. Nissanin uusi sähköautomalli tulee myyntiin syksyllä. 2014. Verkkodokumentti. Tekes. <<http://sahkoinenliikenne.fi/nissanin-uusi-sahkoautomalli-tulee-myyntiin-syksylla/>> Luettu 6/2014.
8. Hybridikuorma-auto, hiljaisesti tehokkain. Verkkodokumentti. Volvo Trucks Finland. <<http://www.volvotrucks.com/trucks/finland-market/fi-fi/aboutus/every-drop-counts/Pages/hybrid.aspx>>. Luettu 6/2014
9. The new Canter Eco Hybrid. 2012. Verkkodokumentti. Daimler AG. <<http://www.canter-eco-hybrid.com/en/Media/the-new-canter-eco-hybrid-brochure.pdf>>. Luettu 6/2014.
10. Ensirekisteröinnit. 2013. Verkkodokumentti. Autoalan tiedotuskeskus. <<http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/vuosittain/2013>>. Luettu 6/2014.

11. Liikenteen päästöt. Verkkodokumentti. Öljyalan keskusliitto.
<<http://www.oil.fi/fi/ymparisto-paastot-ja-ilmastonmuutos/liikenteen-paastot>>. Luettu 6/2014.
12. Hartikainen, Jarno. Euroopan komissio haluaa 40 prosentin päästötavoitteen. 2014. Verkkodokumentti. Kauppalehti.
<<http://www.kauppalehti.fi/etusivu/komissio+haluaa+40+prosentin+paastotavoitteen/201401608591>>. Luettu 6/2014.
13. Siren, Jukka. Sähköauto tulee, oletko valmis? 2013. Verkkodokumentti. Suomen kiinteistölehti.
<<http://www.kiinteistolehti.fi/asuntomarkkinat/asuntomarkkinat/sahkoauto-tulee-oletko-valmis>>. Luettu 6/2014.
14. Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa. 2012. Verkkodokumentti. Sesko ry.
<http://www.sesko.fi/attachments/sahkoautot/seskoesite_sa_latausjarjestelmat_tammi_2012_aukeamat.pdf>. Luettu 6/2014.
15. Sähköautojen latauspisteet luettelona. 2014. Verkkodokumentti. Tekes.
<http://sahkoinenliikenne.fi/wp-content/uploads/2014/06/20140606_Suomen_latauspisteet2.pdf>. Luettu 6/2014.
16. Turku Energian ensimmäinen sähköautojen latausasema on nyt käytettävissä. 2014. Verkkodokumentti. Turku Energia Oy. <<http://www.turkuenergia.fi/tietoa-meista/ajankohtaista/vuosi-2014/turku-energian-ensimmainen-sahkoautojen-latausasema-nyt-kayttavissa>>. Luettu 8/2014.
17. Sähköautojen latauspisteet kartalla.2014. Verkkodokumentti. Tekes.
<<http://sahkoinenliikenne.fi/latauspisteet>>. Luettu 6/2014.
18. Näinkö on? Sähköautoja 10 kertaa enemmän 2024. 2012. Verkkodokumentti. Taloussanomat. <<http://www.taloussanomat.fi/autot/2012/12/31/nainko-on-sahkoautoja-10-kertaa-enemman-2024/201243744/304>>. Luettu 8/2014.
19. Sähköturvallisuuslaki. 410/1996.
20. Sähköturvallisuusasetus. 498/1996.

21. Sähkötöitä koskeva toimintailmoitus. S7-12.
22. YK:n Euroopan talouskomission sääntö numero 100. 2009. Verkkodokumentti. EU. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2009.045.01.0017.01.FIN>. Luettu 6/2014.
23. YK:n Euroopan talouskomission sääntö numero 100. 2013. Verkkodokumentti. EU. <<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2013/R100r2e.pdf>>. Luettu 7/2014.
24. SFS-EN 50272-3 Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset, osa 3: ajovoima-akut. 2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
25. SFS 6000-7-706 Erikoistilojen ja – asennusten vaatimukset; ahtaat johtavat tilat. 2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
26. Sähkötaturmakooste 2013. 2014. Verkkodokumentti. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/Sahkoiskuun-kuoli-viime-vuonna-kolme-ihmista>>. Luettu 6/2014.
27. Linja-aho, Vesa. Sähköturvallisuusvaatimukset taipuvat myös sähköautoille. 2013. Verkkodokumentti. Sähkö&Tele. <http://www.sil.fi/lehdet/st3_42013>. Luettu 8/2014.
28. Onnettomuusraportit. 2013. Verkkodokumentti. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/asia-tieto-onnettomuustietoja/Tutkitut-onnettomuudet-2013>>. Luettu 6/2014.
29. Linja-aho, Vesa. Sähköposti. 08/2014.
30. SELV- ja PELV. 2005. Verkkodokumentti. Virtuaali ammattikorkeakoulu. <<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960644395/1133962314826/1133962364904.html>>. Luettu 8/2014.

Kysymyssarja

Sähkölaitteet ja laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:	<ol style="list-style-type: none">1. niistä ei todennäköisesti aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa.2. niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä.3. niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.4. niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa.
---	--

Sähköturvallisuuslaki 1996/410 2luku 5§ (19), oikein vastaus 2, 3 ja 4

Sähkötöiden johtajaa ei vaadita	<ol style="list-style-type: none">1. sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöissä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöissä.2. ministeriön tarkemmin määäämissä kertaluonteisissa töissä.3. nimellisjännitteeltään enintään 50 voltin vaihtojännitteisiin tai 120 voltin tasajännitteisiin laitteistoihin kohdistuvissa sähkötöissä.4. nimellisjännitteeltään enintään 100 voltin vaihtojännitteisiin tai 120 voltin tasajännitteisiin laitteistoihin kohdistuvissa sähkötöissä.
---------------------------------	---

Sähköturvallisuuslaki 1996/410 3luku 8§ (19) sekä Ktm:n päätös sähköalan töistä 1996/516 Luku 3 10§ (1) sekä Luku 1 1§ (1), oikein vastaus 2 ja 3

<p>Mitkä seuraavista Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä sähköalan töistä 1996/516 (Luku 1 1§) koskevista väittämistä ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä.2. Käyttötyöllä tarkoitetaan vain sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä.3. Sähkötyöksi katsotaan sähkölaitteen ja -laitteiston purkutyö, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi.4. Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä sekä niihin verrattavia korjaus- ja huoltotöitä.
--	---

Ktm:n päätös sähköalantöistä 1996/516 Luku 1 1§ (1), oikein vastaus 1 ja 4

<p>Mitkä seuraavista Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä sähköalan töistä 1996/516 (Luku 2 7§) koskevista väittämistä ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöiden johtaja ennen toiminnan aloittamista.2. Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käytön johtaja kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta.3. Toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöiden johtaja kolmen kuukauden kuluessa toiminnan aloittamisesta.4. Uusi sähkötöiden johtaja ja uusi käytön johtaja on nimettävä kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun kyseinen johtaja vaihtuu tai on estynyt hoitamasta tehtävänsä muuten kuin lyhytaikaisen poissaolon vuoksi.
--	---

Ktm:n päätös sähköalantöistä 1996/516 Luku 2 7§ (1) oikein vastaus 1, 2 ja 4

<p>Riittävää huolellisuutta noudattaen on sallittua tehdä seuraavia sähköalan töitä</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. enintään 250 voltin nimellisjännitteisten asennusrasioiden peitekansien irrotusta ja kiinnitystä, yksivaiheisten pistotulppien, liitosjohtojen, jatkojohtojen ja sisustusvalaisimien asennus-, korjaus- ja huoltotöitä sekä näihin rinnastettavia töitä. 2. nimellisjännitteeltään enintään 50 voltin vaihtojännitteisiin tai 120 voltin tasajännitteisiin laitteistoihin kohdistuvia sähkötöitä. 3. käyttötöitä sähkölaitteistossa, joiden jännitteiset osat ovat selvästi näkyvisiä. 4. omaan käyttöön rakennettujen sähkölaitteiden korjaamista, jos tämä liittyy sähköalan harrastustoimintaan.
---	---

Ktm:n päätös sähköalantöistä 1996/516 Luku 3 10§ (1), oikein vastaus 1,2 ja 4

<p>Akkujen kuljettamisessa on noudatettava vaarallisten aineiden kuljetusmääräyksiä. Kuka vastaa näiden noudattamisesta?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. kuljettaja (kuljetusyritys) 2. lähettäjä 3. vastaanottaja 4. akun valmistaja
--	--

Kirja luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 2

<p>Riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti oman alansa sähkö- ja käyttötöitä ja valvomaan niitä katsotaan henkilö, joka on kyseisiin töihin opastettu ja jolla on</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. sähköalan diplomi-insinöörin, insinöörin tai teknikon tutkinto ja sen jälkeen kaksi vuotta työkokemusta kyseisissä sähköalan töissä 2. ammattikoulun tai vastaavan koulun kaksivuotinen sähköalan koulutus ja sen jälkeen kaksi vuotta työkokemusta kyseisissä sähköalan töissä
--	---

	<ol style="list-style-type: none"> 3. suoritettuna aikuiskoulutuskeskuksen sähköalan vähintään 50 viikon kurssi ja sen jälkeen kolme vuotta työkokemusta kyseisissä sähköalan töissä 4. kolmen vuoden kokemus kyseisistä sähköalan töistä ja riittävät alan perustiedot
--	---

Ktm:n päätös sähköalantöistä 1996/516 Luku 3 11§, oikea vastaus 1

<p>Mitkä seuraavista E100-sääntöä koskevista väittämistä ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 'maantiekäyttöön soveltuvalla akku-käyttöisellä sähköajoneuvolla' tarkoitetaan ajoneuvoa, jossa on maantiekäyttöön tarkoitettu korirakenne ja joka saa käyttövoimansa sähkömoottorista sekä polttomoottorista. 2. 'ajoakulla' tarkoitetaan kaikkien sähköliitännällä toisiinsa kytkettyjen akkumoduulien kokoonpanoa, joka vastaa päävirtapiirin energiansyötöstä 3. 'akkumoduulilla' tarkoitetaan pienintä yksittäistä energianvarastointiyksikköä, joka koostuu yhdestä kennosta tai kennostosta ja joka on kytketty sähköisesti sarjaliitännällä tai rinnakkaiskytkennällä, sijoitettu yhteen koteloon ja yhdistetty mekaanisesti 4. 'akkuyksiköllä' tarkoitetaan yksittäistä akkumoduulien sekä tukikehien tai -levyjen mekaanista kokonaisuutta
---	--

E100 (22), oikea vastaus 2, 3 ja 4

<p>Mitkä seuraavista E100-sääntöä koskevista väittämistä ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. 'suoralla kosketuksella' tarkoitetaan henkilöiden tai kotieläimien kosketusta jännitteisiin osiin2. 'epäsuoralla kosketuksella' tarkoitetaan henkilöiden tai eläinten kosketusta jännitteisiin osiin3. 'jännitteelle alttiilla kosketettavilla osilla' tarkoitetaan johtavia osia, joita voidaan helposti koskettaa ja joissa ei ole normaalisti sähkövirtaa mutta joihin saattaa tulla virta vikatilanteissa4. 'jännitteisillä osilla' tarkoitetaan johtimia ja johtavia osia, joissa on tarkoitus olla sähkövirta normaalin käytön aikana
---	---

E100 (22), oikein 1, 3 ja 4

<p>Mitkä seuraavista E100-sääntöä koskevista väittämistä ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. 'voimalaitteella' tarkoitetaan virtapiiriä, johon kuuluu: ajoakku, elektroniset muuttajat, ajomootorit, latauspiiri sekä lisävirtalaitteisto2. 'ajolaitteella' tarkoitetaan laitetta, jonka aktiivisella kuljettajalla fyysisesti valitsee suunnan, johon ajoneuvo kulkee (eteen- tai taaksepäin), jos kaasupoljinta painetaan3. 'elektronisella muuttajalla' laitetta, jolla sähköenergiaa voidaan ohjata ja/tai siirtää4. 'kytkentäjärjestelmällä' kaikkia osia, joilla ajoneuvo kytketään ulkoiseen virtalähteeseen (vaihtovirta tai tasavirta)
---	--

E100 määritelmät (22), oikea vastaus 1, 3 ja 4

<p>Mitkä seuraavista E100-sääntöä koskevista väittämistä ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. 'virtapiirillä' tarkoitetaan toisiinsa kytkettyjä jännitteisiä osia, joiden läpi virran on tarkoitus kulkea normaaleissa käyttöolosuhteissa2. 'nimellisjännitteellä' tarkoitetaan valmistajan määrittelemää jännitteen neliöllistä keskiarvoa (r.m.s.), jota varten virtapiiri on suunniteltu ja jota sen ominaisuudet vastaavat3. 'käyttöjännitteellä' tarkoitetaan valmistajan määrittelemää jännitteen neliöllistä keskiarvoa (r.m.s.), jota varten virtapiiri on suunniteltu ja jota sen ominaisuudet vastaavat4. 'sähköisellä alustalla' tarkoitetaan sähköliitännöillä yhteen kytkettyjen johtavien osien muodostamaa kokonaisuutta, ja kaikkia muita niihin sähköliitännöillä kytkettyjä johtavia osia, joiden potentiaalia käytetään viitearvona
---	--

E100 määritelmät (22), oikea vastaus 1, 2 ja 4

<p>Mitkä seuraavista ajoneuvon rakenteellisia ominaisuuksia koskevat vaatimukset ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Ajoakku on asennettava ajoneuvoon siten, ettei mahdollisia vaarallisia kaasutaskuja pääse syntymään.2. Mahdollisesti vaarallisia kaasuja aiheuttaville akkumoduuleille varattuihin tiloihin on järjestettävä riittävä ilmastointi.3. Ajoakku sekä voimalaite on suojattava sopivan arvoisin sulakkein tai suojakatkaisimin. Valmistaja toimittaa tutkimuslaitokselle tiedot, joiden avulla voidaan varmentaa, että osat on kalibroitu
---	--

	<p>niin, että suojaus toimii tarvittaessa.</p> <p>4. Mahdollisesti vaarallisia kaasuja aiheuttavat akkumoduulit on suojattava tiiviisti.</p>
--	--

E 100 määritelmät ja testit (22), oikea vastaus 1, 2 ja 3

<p>Akustoa korjattaessa on huomioitava, että</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. korkeajänniteakuston oikosulkeminen aiheuttaa vakavan valokaarionnettomuuden ja räjähdysvaaran. 2. metalliset korut ja kellot tulee riisua. 3. akkua ei kannata siirrellä, ennen kuin sen navat on suojattu asianmukaisesti. 4. korkeajänniteakun sisäinen resistanssi on alle 1Ω joten oikosulkuvirtakin jää pieneksi.
--	---

Kirja luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 1,2 ja 3

<p>Akun korjaaminen on jännitetyötä, jota saa tehdä henkilö jolla on</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ammatillinen pätevyys sekä akun valmistajan jännitetyökoulutus. 2. sähköalan korkeakoulututkinto. 3. sähköalan ammattitutkinto. 4. riittävä suojarahustus.
--	--

Kirja luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 1

<p>Sähköajoneuvojen korkeajännitekaapelit on varustettava</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. mustalla kuorella. 2. keltaisella kuorella. 3. oranssilla kuorella. 4. punaisella kuorella.
---	---

Kirja luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 3

<p>Mitkä sähköajoneuvojen huoltoa koskevista väittämistä ovat oikein:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Huoltoerottimella korkeaajänniteakku voidaan erottaa muusta ajoneuvosta. 2. Huoltoerottimella sähköajoneuvon huoltoalue eristetään muusta korjaamoalueesta. 3. Kaikki jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on liitettävä galvaanisesti sähköiseen alustaan. 4. Kaikki jännitteelle alttiit kosketeltavat osat on liitettävä galvaanisesti toisiinsa.
---	---

Kirja luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 1 ja 3

<p>Jos suurjännitteiset tasa- ja vaihtovirtaväylät on erotettu toisistaan galvaanisesti, suurjänniteväylän ja korin välisen erotusresistanssin on oltava vähintään</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100 Ω- tasavirtaväylien käyttöjännitteen voltia kohden. 2. 500 Ω- tasavirtaväylien käyttöjännitteen voltia kohden. 3. 100 Ω- vaihtovirtaväylien käyttöjännitteen voltia kohden. 4. 500 Ω- vaihtovirtaväylien käyttöjännitteen voltia kohden.
--	--

Kirja Luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 1 ja 4

<p>Invertteri</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. muuttaa akulta saatavan tasasähkön moottorille syötettäväksi vaihtosähköksi. 2. muuttaa akulta saatavan vaihtosähkön moottorille syötettäväksi tasasähköksi. 3. toimii moottorin ohjauslaitteena. 4. käsittelee vain pieniä tehoja.
-------------------	---

Kirja luku 2.3 Hybridijärjestelmän komponentit (2), oikea vastaus 1 ja 3

Mikä on pienin yli sekunnin kestävä virta, jota pidetään ihmiselle vaarallisena?	<ol style="list-style-type: none">1. 1 mA2. 15 mA3. 30 mA4. 50 mA
--	--

Kirja luku 3 (2), oikea vastaus 3

Mitkä väittämistä ovat oikein?	<ol style="list-style-type: none">1. Sähkövirran voimakkuus ja sen kesto ratkaisevat kehon sisällä tapahtuvien vaurioiden määrän.2. Virransuuruus riippuu kosketusjännitteestä ja ihmiskehon impedanssista.3. Sydämen toiminnalle on vaarallisinta alle 100 hertsin vaihtojännite.4. Sydämen toiminnalle on vaarallisinta yli 100 hertsin vaihtojännite.
--------------------------------	---

Kirja luku 3 (2), oikea vastaus 1, 2 ja 3

Mekaanikko on saanut sähköiskun seurauksena kammiovärinän tai sydänpysähdysten, miten annat ensiapua?	<ol style="list-style-type: none">1. Aloitat välittömästi puhalluspaineluevityksen.2. Odotat apua, koska ensiavun saa antaa vain koulutettu ensihoitohenkilöstö.3. Aloitat kammiovärinän hoidon defibrillaattorilla, mikäli sellainen on käytettävissä.4. Käännät potilaan kylkiasentoon.
---	--

Kirja luku 3 (2), oikea vastaus 1 ja 3

Sähkötapaturman sattuessa:	<ol style="list-style-type: none">1. Katkaise virta esimerkiksi kytkimellä tai irrottamalla pistotulppa.2. Mikäli virtaa ei saada katkaistua odota pelastushenkilöstöä.3. Mikäli virtaa ei saada katkaistua irrota loukkaantunut esimerkiksi alumiinisen mopin avulla.4. Mikäli virtaa ei saada katkaistua irrota loukkaantunut esimerkiksi puisen la-kaisuharjan avulla.
----------------------------	--

Kirja luku 3 (2), oikea vastaus 1 ja 4

Opastettu henkilö on	<ol style="list-style-type: none">1. sähköalan ammattihenkilö, jolle on annettu riittävä opastus tiettyyn sähköalan työtehtävään.2. sähköalaa opiskeleva henkilö, jolle on annettu riittävä opastus tiettyyn sähköalan työtehtävään.3. maallikko, jolla ei ole sähköalan koulutusta tai työkokemusta ja jolle on annettu riittävä opastus tiettyyn sähköalan työtehtävään.4. sähköalan ammattihenkilö ja jolla on yksi vuosi alan työkokemusta ja jolle on annettu riittävä opastus tiettyyn sähköalan työtehtävään.
----------------------	---

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 2, 3 ja 4

SFS 6002:n mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus vaaditaan autokorjaamolla:	<ol style="list-style-type: none">1. töidenjohtajalta.2. mekaanikolta, joka korjaa sähköautoja.3. töiden vastaanottajalta.4. asiantuntijalta, joka neuvoo mekaniikkoja puhelimitse.
---	--

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 1, 2 ja 4

Mitä tulee huomioida korjaamolla, jossa korjataan sähköajoneuvoja?	<ol style="list-style-type: none">1. Kaikki mekaanikot ovat suorittaneet SFS 6002 mukaisen sähkötyöturvallisuuskoulutuksen.2. Kaikki mekaanikot tulee opastaa riittävästi yleiseen sähkötyöturvallisuuteen.3. Ensiapuohjeita antavia tauluja tulee sijoittaa korjaamolle.4. Jokaiselle työlle on määrättävä työnäikainen sähköturvallisuuden valvoja.
--	--

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 2, 3 ja 4

Työnäikaisen sähköturvallisuuden valvoja	<ol style="list-style-type: none">1. voi tehdä sähkötyön kokonaan itse.2. on työkohteessa ja vain valvoo työnäikaista sähköturvallisuutta.3. pitää aina määritellä kirjallisesti.4. on ammattihenkilö, joka on lisäksi luotettava.
--	---

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 1 ja 4

<p>Mitkä jännitetyön turvallisuutta koskevat väittämät ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Sähköajoneuvo tehdään jännitteettömäksi erottamalla korkeajänniteakku muusta virtapiiristä.2. Jännitteettömyys voidaan todeta yksinapaisella jännitteenkoettimella eli ns. vaihekynällä.3. Ajoneuvovalmistajan mallikohtaista ohjetta jännitteettömäksi tekemisestä tulee noudattaa.4. Jännitteen kytkeminen tulee estää.
---	---

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 1, 3 ja 4

<p>Mitkä jännitetyön turvallisuutta koskevat väittämät ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Tauolta palattaessa voit jatkaa työskentelyä jännitetyöpisteessä.2. Tauolta palattaessa tulee jännitteettömyys tarkistaa uudelleen.3. Vasta työn valmistuttua saa tehdä ajoneuvon jännitteiseksi.4. Yleismittarilla jännitteettömyys todetaan tasajännitealueella.
---	--

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 2 ja 4

<p>Mitkä jännitetyön turvallisuuteen liittyvät väittämät ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Kaikki työkalut tulee tarkastaa säännöllisesti, esimerkiksi kuukausittain.2. Jännitetyöhanskoja on käytettävä aina kun on riski koskea korkeajänniteosiin.3. Käytä aina puhtaita työvaatteita.4. Korkeajännitejohtimia ei saa korjata.
---	--

Kirja luku 3.3 (2), oikea vastaus 2, 3 ja 4

Kaikille sallittuja sähkötoita ovat:	<ol style="list-style-type: none">1. Sähkölaitteen rikkoontuneen yksivaiheisen liitäntäjohdon ja pistotulpan vaihto.2. Jännitteisten laitteistojen asentaminen valmistajan tai tavarantoimittajan antamien ohjeiden mukaisesti.3. Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus.4. Piirikortin vaihto ja lisäys laitteeseen, jossa on erilliskoteloitu teholähde.
--------------------------------------	---

Kirja luku 4 (2), oikea vastaus 1, 3 ja 4

Akut joiden nimellisjännite on yli 60V DC mutta alle 120V DC täytyy suojata:	<ol style="list-style-type: none">1. eristämällä jännitteiset osat.2. käyttämällä suojuksia ja kotelointia.3. käyttämällä suojaeristystä.4. sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle.
--	---

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 4.2.2 (24), oikein vastaus 1, 2 ja 4

Akut joiden nimellisjännite on yli 120V DC, täytyy suojata:	<ol style="list-style-type: none">1. käyttämällä suojaeristystä.2. eristämällä jännitteiset osat.3. käyttämällä paikallista maasta erotettua potentiaalintasausta.4. syötön automaattisen poiskytkennän avulla.
---	--

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 4.2.2 (24), oikea vastaus 1, 3 ja 4

<p>Mitkä oikosulkusuojaukseen liittyvät väit- tämät ovat oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Oikosulkusuojaus tulee toteuttaa ylivir- tasuojalaitteilla.2. Kaapelien ja kennojen liittimien tulee olla eristetyt.3. Akkusulakkeen ja akun väliset kaapelit on suojattava oiko- ja maasululta.4. Akkujohtimet tulee kiinnittää niin, että estetään kiertymisrasitus akun napoi- hin kiinnitettyihin kaapeliliittimiin.
--	--

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 5.1 (24), oikea vastaus
2, 3 ja 4

<p>Onnettomuusriskin minimoimiseksi sähkö- ajoneuvoa korjatessa</p>	<ol style="list-style-type: none">1. piiri on erotettava ennen kuin akkuja saa kytkeä tai irrottaa.2. akustot, joiden nimellisjännite on yli 120V tasajännitettä on jaettava osiin niin että yhden osion nimellisjännite on enintään 120V tasajännitettä.3. akustot, joiden nimellisjännite on yli 120V vaihtojännitettä on jaettava osiin niin että yhden osion nimellisjännite on enintään 120V vaihtojännitettä.4. kaikki henkilökohtaiset metalliesineet on poistettava ennen töiden aloittamis- ta.
---	---

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 5.2 (24), oikea vastaus
1, 2 ja 4

<p>Mitkä eristysresistanssia koskevista väittämistä on oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Uuden akun eristysresistanssin on oltava vähintään 1 MΩ.2. Uuden akun eristysresistanssin on oltava vähintään 1 kΩ.3. Käytössä olleen irtikytketyn akun eristysresistanssin on oltava vähintään 50 kΩ kertaa akun nimellijännite, mutta kuitenkin vähintään 1 MΩ.4. Käytössä olleen irtikytketyn akun eristysresistanssin on oltava vähintään 50 Ω kertaa akun nimellijännite, mutta kuitenkin vähintään 1 kΩ.
--	--

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 5.3 (24), oikea vastaus 1 ja 4

<p>Mitkä eristysresistanssin mittaamista koskevista väittämistä on oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Eristysresistanssi tulee mitata akun navan ja kulkuneuvon johtavan rakenneosan väliltä.2. Ajovoima-akun testijännitteen tulee olla suurempi kuin nimellijännite, mutta kuitenkin enintään 100V tasajännitettä tai kolme kertaa nimellijännite.3. Ajovoima-akun testijännitteen tulee olla suurempi kuin nimellijännite, mutta kuitenkin enintään 120V tasajännitettä tai kolme kertaa nimellijännite.4. Jos akusto on sijoitettu useampaan kuin yhteen osastoon, mittaus tulee suorittaa, vasta kun eri osastot on kytketty sähköisesti yhteen.
--	---

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 5.3 (24), oikea vastaus 1, 2 ja 4

<p>Mitkä akkujen räjähdysvaaraan liittyvistä väittämistä on oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Kun varaavan laitteen toiminta loppuu, voi työskentelyä jatkaa ilman varotoimia.2. Kun varaavan laitteen toiminta loppuu, kennosta kehittyä vielä tunnin ajan kaasua, jonka jälkeen voi työskentelyä jatkaa ilman varotoimia.3. Akustotiloissa ja koteloissa vaaditaan riittävä tuuletusilma luonnollisella ilmanvaihdoilla.4. Akustotiloissa ja koteloissa vaaditaan riittävä tuuletusilma koneellisella ilmanvaihdoilla.
---	--

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 6 (24), oikea vastaus 3 ja 4

<p>Mitä turvallisuuteen liittyviä ohjeita on noudatettava akustoa korjatessa?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Akun ympärille tarvitaan 0,5m etäisyyteen ulottuva suoja-alue.2. Mahdolliset irrotettavat päällykset tulee irrottaa ennen kuin akkua ruvetaan varaamaan.3. Akun ympärille tarvitaan 5m etäisyyteen ulottuva suoja-alue.4. Akun ympärille tarvitaan 1m etäisyyteen ulottuva suoja-alue.
---	--

Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset standardi 6 (24), oikea vastaus 1 ja 2

Ahtaissa johtavissa tiloissa saa käyttää vain seuraavia suojausmenetelmiä kiinteästi asennettujen laitteiden syöttämiseen:	<ol style="list-style-type: none">1. syötön automaattista poiskytkentää ja lisäpotentiaalin tasausta.2. SELV-piiriä, jossa on tehty potentiaalin tasaus.3. PELV-piiriä, jossa on tehty potentiaalin tasaus.4. PELV-piiriä.
--	---

SFS 6000-7-706 Ahtaat johtavat tilat (25), oikea vastaus 1 ja 3

Ahtaissa johtavissa tiloissa saa käyttää vain seuraavia suojausmenetelmiä kiinteästi asennettujen laitteiden syöttämiseen:	<ol style="list-style-type: none">1. sähköinen erotus edellyttäen, että erotusmuuntajan toisiokäämiin kytketään ainoastaan yksi laite.2. PELV-piiriä.3. käyttämällä luokan II tai vastaavasti eristettyjä laitteita.4. SELV-piiriä.
--	--

SFS 6000-7-706 Ahtaat johtavat tilat (25), oikea vastaus 1, 3 ja 4

<p>Mitkä SFS 6000-7-706, ahtaat ja johtavat tilat, koskevista väittämistä on oikein?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Sähköisen erotuksen teholähde on sijoitettava ahtaan johtavan tilan ulkopuolelle, ellei teholähde ole osa ahtaan johtavan tilan kiinteää asennusta.2. SELV- ja PELV-järjestelmän jännitelähteet on sijoitettava ahtaan johtavan tilan ulkopuolelle, elleivät ne ole osa kiinteää asennusta.3. Sähköisen erotuksen teholähde on sijoitettava ahtaan johtavan tilan sisäpuolelle, ellei teholähde ole osa ahtaan johtavan tilan kiinteää asennusta.4. SELV- ja PELV-järjestelmän jännitelähteet on sijoitettava ahtaan johtavan tilan sisäpuolelle, elleivät ne ole osa kiinteää asennusta.
--	---

SFS 6000-7-706 Ahtaat johtavat tilat (25), oikea vastaus 1 ja 2

<p>Vaarallisen jännitteen varoitusmerkissä on</p>	<ol style="list-style-type: none">1. punainen taustaväri.2. kuvattuna salama.3. keltainen taustaväri.4. kuvattuna pääkallo.
---	--

UNECE R100 (22), oikea vastaus 2 ja 3

<p>Seuraavista jännitteistä suurjännitteenä pidetään.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Kaikkia yli 1500 V DC jännitteitä.2. Kaikkia yli 1500 V AC jännitteitä.3. Kaikkia yli 1000 V DC jännitteitä.4. Kaikkia yli 1000 V AC jännitteitä.
---	---

Kirja luku 1 (2), oikea vastaus 1,2 ja 4

Sarjaankytkennässä	<ol style="list-style-type: none">1. kokonaisresistanssi laskee.2. kaikkien komponenttien läpi kulkee sama virta.3. kaikkien komponenttien jännite on sama.4. kokonaisresistanssi kasvaa.
--------------------	--

Kirja luku 1 (2), oikea vastaus 2 ja 4

Maallikko	<ol style="list-style-type: none">1. omaa sähköalan koulutuksen.2. voi tehdä joitain sähköalan töitä.3. omaa tarvittavan työkokemuksen.4. saa toimia sähkötoiden johtajana.
-----------	--

Kirja luku 3.2 (2), oikein vastaus 2

Jännitteettömäksi tekeminen tapahtuu seuraavassa järjestyksessä	<ol style="list-style-type: none">1. 1. täydellinen erottaminen, 2. jännitteen kytkemisen esto 3. jännitteettömyyden toteaminen2. 1. täydellinen erottaminen, 2. jännitteettömyyden toteaminen 3. jännitteen kytkemisen esto3. 1. jännitteettömyyden toteaminen 2. jännitteen kytkemisen esto 3. täydellinen erottaminen.4. 1. jännitteen kytkemisen esto 2. täydellinen erottaminen, 3. jännitteettömyyden toteaminen
---	---

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 1

Maallikko saa tehdä seuraavia töitä:	<ol style="list-style-type: none">1. lampun vaihtaminen.2. 1-vaiheisen pistotulpan vaihtaminen.3. pistorasioiden vaihtaminen jännitteellisinä.4. hellan kytkeminen.
--------------------------------------	--

Kirja luku 3.2 (2), oikea vastaus 1 ja 2

Eristysvastusmittaus	<ol style="list-style-type: none">1. voidaan suorittaa yleismittarilla.2. paljastaa eristyksien heikot kohdat.3. perustuu matalaan jännitteeseen.4. pitää suorittaa aina korjauksen jälkeen.
----------------------	---

Kirja luku 2.3 (2), oikea vastaus 2 ja 4

Mitkä väittämät SELV-piiristä ovat oikein?	<ol style="list-style-type: none">1. Järjestelmän jännite on alle 50 V AC.2. Järjestelmän jännite on alle 140 V DC.3. Järjestelmä on maadoitettu.4. Järjestelmää käytettäessä ei tarvita muuta suojausta sähköiskulta.
--	---

(30), oikea vastaus 1 ja 4

Mitkä väittämät PELV-piiristä ovat oikein?	<ol style="list-style-type: none">1. Järjestelmän jännite on alle 50 V AC.2. Järjestelmän jännite on alle 140 V DC.3. Järjestelmä on maadoitettu.4. Järjestelmää käytettäessä tarvitaan aina lisä suojausta sähköiskulta.
--	--

(30), oikein 1 ja 3

<p>Mitä tulee tehdä sähkötapaturman sattuessa tilannearvion jälkeen, ennen ensiavun antamista?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Katkaista virta kytkimellä tai irrottamalla pistotulppa.2. Irrottaa loukkaantunut eristävällä välineellä kuten kuivalla laudanpätkällä. jännite on alle 140 V DC.3. Irrottaa loukkaantunut esimerkiksi metallisella harjanvarrella. on maadoitettu.4. Suurjännitetapaturmissa odota että ammattilaiset hoitavat pelastustyöt. käytettäessä tarvitaan aina lisä suojasta sähköiskulta.
--	---

Kirja (2), oikein 1, 2 ja 4