

Loppuraportti:
**Sähköisten ajoneuvojen vakuuttamisen
toimintaympäristö - nykytila ja lähitulevaisuus**

Esitystiivistelmä

Selvityksen tavoitteet

- Hankkeen **tavoitteena** oli
 1. **Kartoittaa** kattavasti sähköisen liikenteen ja akkuteknologioiden sekä niiden sääntely-ympäristön arvioidut kehityskulut
 2. **Kuvata** liikenteeseen, akku- ja sähkötekniikkaan sekä sähköiseen liikenteeseen liittyviä riskejä
 3. **Arvioida** kuvattujen riskien kustannusvaikutuksia liikennevakuuttamisen kannalta
- Tavoitteiden taustalla oli luoda LVK:lle ja sen jäsenyrityksille hankkeessa synnytetyn tiedon kautta nykyistä paremmat edellytykset
 - i. Ymmärtää liikenteen sähköistymiskehityksestä ja sen vaikutuksista liikennevakuuttamiseen
 - ii. Ennakoida tulevaa kehitystä ja varautua sen edellyttämiin muutoksiin
 - iii. Ajoittaa tarkemmin sähköisen liikenteen vakuutukseen liittyvien tuotteiden kehittämistoimenpiteitä
 - iv. Arvioida riskejä ja hinnoittelumalleja aikaisempaa monipuolisemmin ja varmemmalla tietopohjalla
 - v. Tunnistaa kriittiset lainsäädäntöhankkeet, joilla on suoria tai epäsuoria vaikutuksia sähköiseen liikenteeseen kytkeytyvään vakuuttamiseen

Hanke toteutettiin kolmessa vaiheessa:

Vaihe IA.

Tarkennukset (tarve, tarkoitus, fokus, tavoiteltava lisäarvo)

Vaihe IB.

Sähköisen liikenteen ja akkuteknologioiden sekä niiden sääntely-ympäristön kehitys

Vaihe II.

Akku- ja sähkötekniikan riskit sekä niiden vaikutukset liikennevakuuttamiseen

Sähköauton elinkaari ja keskeiset erot polttomoottoriauton elinkaareen



Sähköauton elinkaaren eri vaiheet tämän tarkastelun laajuudessa

- Sähköauton elinkaaren eri vaiheet (ks. kuva yllä) ovat pääpiirteissään polttomoottoriauton elinkaaren kaltaiset – sillä erolla, että sähköautoja voidaan ainakin teoriassa hyödyntää väliaikaisina sähkövarastoina
- Sähköauton elinkaaren pituuteen eli käyttöikään vaikuttavat tekijät eroavat kuitenkin hieman polttomoottoriautoista:
 - Käyttöikää pidentävä tekijä on se, että täyssähköautoissa on polttomoottoriautoja huomattavasti vähemmän vikaantuvia mekaanisia osia, mikä vähentää todennäköisyyttä, että autoon tulee mekaaninen vika, jota ei enää kannata korjauttaa. Toisaalta sähköautojen akustot ovat herkkiä kolareille, ja sähköauton akuston korjaaminen kolarin seurauksena voi olla hyvin kallista ja johtaa tilanteisiin, jossa kolarissa ollutta sähköautoa ei kannata enää korjauttaa.
 - Akusto on muutoinkin merkittävin tekijä sähköauton elinkaareessa. Tuoreen arvion mukaan sähköauton akuston käyttöikä ei pääsääntöisesti ole kuitenkaan ongelma
 - Sähköautojen nopea teknologinen kehitys osaltaan heikentäne vanhojen sähköautojen jälleenmyyntiarvoa, mikä voi tehdä niiden korjaamisesta vähemmän kannattavaa, lyhentäen niiden keskimääräistä käyttöikää

Huoltotoiminta ja sähkövarastokäyttö



- Huoltotarve on polttomoottoriautoja huomattavasti vähäisempää
- Sähköautot tuovat mukanaan enemmän digitalisaatiota, mittareita ja muita sovelluksia.
- Uusi teknologia edellyttää huoltamotoiminnalta uutta osaamista ja täysin uudentyyppistä rekryointitarvetta. Tarvitaan lisää diagnostiikkaa ja ongelmanratkaisua ja vähemmän perinteistä huoltotoimintaa.
- Sähköautojen yleistyminen vaikuttaa myös huoltamotoiminnan volyymeihin. Yksinkertaisimmasta voimalähteistä johtuen tarvitaan vähemmän huoltoa (ei enää öljynvaihtoa jne).
- Tulevaisuudessa huoltotoiminnan luonnekin muuttuu, on odotettavissa, että asiakkaat haluavat neuvontaa ongelmiinsa ilman viivettä ja internetin kautta. Enää ei tuoda autoja huoltoon koko päiväksi, vaan poiketaan pyytämään apua.
- Odotettavissa on myös, että huoltamotoiminnan tulee tulevaisuudessa olla sertifioitua ja tiettyjä laatukriteereitä täyttävää. Tämä lisää kilpailua huoltamoketjujen välillä.
- Sähköauton akun lataamiseen on erilaisia älykkäitä ratkaisuja jo nykyään ja latausta voidaan rajoittaa ja ajoittaa osana sähkön kulutuksen hallintaa. Tulevaisuudessa sähköauton akuilla voi ainakin periaatteessa olla merkittävämpi rooli osana energiajärjestelmää, joka osana kiinteistön tai jopa laajemman alueen kuormanhallintaa. Jo nykyisetkin latausteknologiat mahdollistavat lataustehon säätämisen, eli ainakin suurempia sähköautojen latauskenttiä voitaisiin käyttää sähkön kysyntäjouston toteuttamisessa.
 - Kaksisuuntaista latausta (eli energian siirtoa ajoneuvon akusta kiinteistöön tai sähköverkkoon) on tarkasteltu yhtenä vaihtoehtona toteuttaa sähkön kysyntäjoustoa.

Liikenteen sähköistymisen näkymät



- Suomen sähköautokanta ja saatavilla oleva mallisto jatkavat nopeaa kasvuaan – viime vuosina näiden kokonaismäärä Suomen liikenteessä on jopa yli kaksinkertaistunut edellisestä vuodesta.
 - Kokonaismäärä on kuitenkin edelleen pieni; sähköhenkilöautojen osuus vuonna 2018 oli hieman alle 0,6% kaikista henkilöautoista
 - Sähköautojen yleistymisestä on laadittu useita skenaarioita, joista konservatiivisimmatkin ennustavat määrän noin 10-kertaistuvan vuoden 2018 vuoteen 2025 mennessä ja ohjaustoimenpiteistä riippuen edellisen hallituksen tavoite 250 000:sta sähköautosta vuoteen 2030 mennessä voi hyvinkin olla saavutettavissa.
 - Näillä ennusteilla sähköautojen osuus liikenteessä olevista autoista olisi 10 %:n luokkaa
- Maantieteelliseltä kattavuudeltaan sekä kaupallinen että julkinen latausinfra ovat kehittyneet merkittävästi eivätkä useimmilla alueilla ole ainakaan ensisijaisia esteitä sähköautoilun suosiolle. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää seuraavaksi siihen, **miten kotitalouksien ja erityisesti taloyhtiöiden edellytyksiä järjestää kätevästi käytettäviä latauspisteitä voitaisiin edistää valtion ja kuntien toimesta.**
- Latausinfraan lisäksi akku- ja latausteknologioiden kehittyminen ovat sähköautoilun yleistymistä edistäviä tekijöitä – on ennakoitu, että akkujen keskimääräiset ajokantamat kehittyisivät nykyisestä noin 400 km:sta yli 600 km:iin ensi vuosikymmenen puolivälin jälkeen
- Sähköautomalliston kehittyminen ja eri hintaluokkien mallien saatavuuden parantuminen sekä erilaisten taloudellisten ohjauskeinojen (mm. hankintatuki ja verotus) käyttö voivat yhdessä kasvattaa sähköautojen kokonaismäärää liikenteessä huomattavasti. On myös syytä huomioida luotettavan tiedon saatavuuden merkitys sähköautoilun suosion kasvattamisessa.

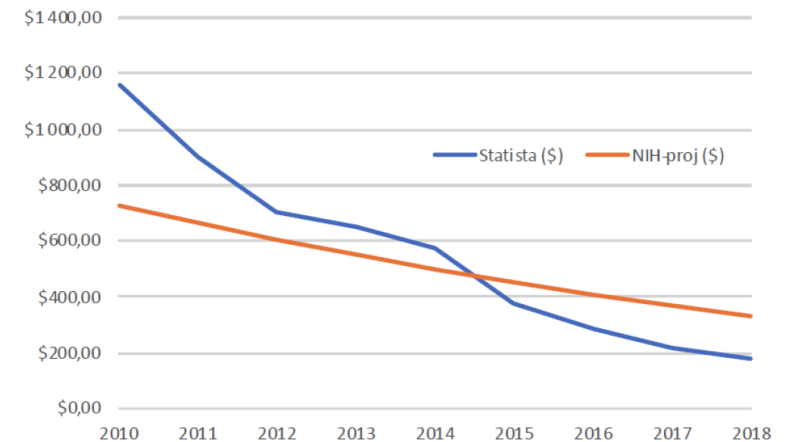
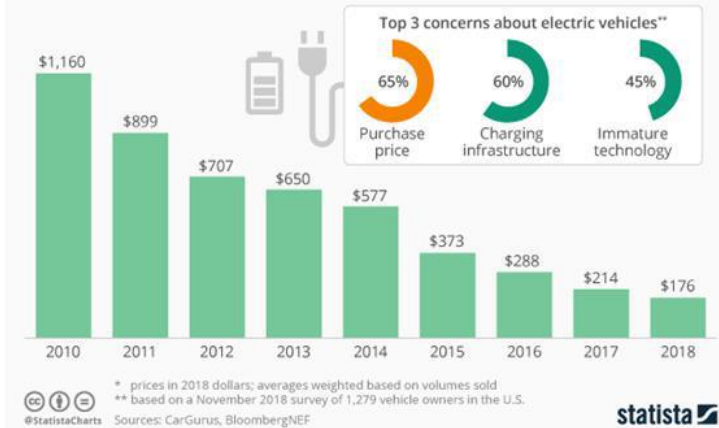
- Käytännössä kaikki markkinoilla olevat sähköautot hyödyntävät voimanlähteenään **litiumioniakkua**
 - Litiumioniakku ei ole yksittäinen akkuteknologia, vaan akkuteknologioiden perhe, joille on yhteistä se, että niiden toiminta perustuu litiumionien liikkumiseen anodin ja katodin välillä
 - Erityyppiset litiumioniakut perustuvat eri kemioihin. Tesla käyttää NCA-kemiala (nikkeli-koboltti-alumiinioksidi), kun taas suurin osa muista autovalmistajista käyttää NMC-kemiala (nikkeli-mangaani-kobolttioksidi). Kiinalainen BYD käyttää litium-rautafosfaattiakkua (LiFePO₄). Kemioissa on jonkin verran eroa mm. energiatiheyksissä, eliniässä, latausnopeudessa ja turvallisuudessa.
- Litiumioniakut tulevat olemaan käytännössä ainut merkittävä voimanlähde sähköautoissa seuraavan viiden vuoden ajan, ja ne tulevat todennäköisesti olemaan valtavirtaa sähköautoissa vielä ainakin viisi vuotta tämän jälkeen
 - Litiumioniakkutehtaisiin on jo investoitu miljardeja euroja, mikä osaltaan selittää litiumioniakkuteknologioiden valta-aseman tulevina vuosina
 - Litiumioniakkuja kehitetään edelleen: niiden hinnat tulevat alas, elinikä pitenee ja tehot kasvavat hieman, mutta suuren luokan parannusten tapahtuminen litiumioniakkujen osalta on epävarmaa
- Akkuteknologioita tutkitaan ahkerasti ja niiden osalta uutisoidaan usein uusista ”läpimurroista”. On kuitenkin hyvä huomioida, että uuden akkuteknologian kaupallistaminen on pitkä tie, jos kaupallistaminen ylipäätään edes onnistuu.
 - Potentiaalisimpia tulevaisuuden akkuteknologioita on ns. solid-state-akut, joissa ei ole syttymisherkkää elektrolyyttinestettä, toisin kuin perinteisissä litiumioniakuissa. Toyota on julkaisemassa ensimmäisen solid-state-akkua hyödyntävän autonsa 2020, mutta käytännössä ko. akkutyypin yleistynee vasta vuosien 2025-2030 välillä

Akkuteknologian muutosten vaikutus kustannuksiin

- Ladattavassa hybridissä oleva kaksinkertainen tekniikka (sekä sähkömoottori ja akusto että polttomoottori) nostaa auton valmistuskustannuksia, eikä ladattavan hybridin hankintahintaa pystytä saamaan vastaavaa polttomoottoriversiota halvemmaksi kuin mahdollisesti sarjahybrideissä, missä moottori toimii vain laturina.
- Täyssähköauton voimalinja on yksinkertaisempi kuin vastaavan polttomoottoriauton, joten täyssähköautolla on mahdollisuus tulla valmistuskustannuksiltaan halvemmaksi kuin polttomoottoriauton, mutta se edellyttää akustojen hintojen laskemista.
 - Akusto on vielä tällä hetkellä täyssähköautojen kallein komponentti, mutta akkujen hintakehitys on tuomassa akustojen hintaa nopeasti alaspäin. Voidaan olettaa, että noin vuoden 2025 jälkeen, jolloin täyssähköautojen hankintahinnan odotetaan saavuttavan vastaavien polttomoottoriautojen myyntihinnan, täyssähköautojen suosio tulee ohittamaan ladattavien hybridien suosion.
- Akkujen toteutunut hintojen (EUR/kWh) on ollut verrattain nopeaa viimeisen vuosikymmenen aikana, kuten oikealla olevista kuvista voidaan nähdä
- Sähköautojen lyhyen aikavälin kehitys, vähintään noin vuoteen 2025–2030 saakka, tulee pohjautumaan nykyisiin litiumioniakustoihin, mihin nykyisten akkutehtaidenkin investoinnit on vielä suunnattu.

Can Falling Battery Prices Push Electric Cars?

Average price of battery packs for electric vehicles (\$ per kWh)*



Akkujen toteutunut hintakehitys (EUR/kWh)

- Toisin kuin perinteiset lyijyakut, litiumioniakut ovat palavia ja voivat syttyä itse.
- Ilmiötä kutsutaan **lämpökarkaamiseksi** (Thermal Runaway). Tällä viitataan akun sisältämien kemikaalien hajoamiseen, syttymiseen ja voimakkaaseen paloon lämpötilan noustessa. Lämpötilaa voi nostaa ulkoinen lämmönlähde tai akussa tapahtuva sisäinen tai ulkoinen oikosulku.
 - Lämpökarkaamisessa akku on tilassa, jossa siinä tapahtuvat reaktiot kehittävät enemmän lämpöä kuin mitä akku pystyy siirtämään ulos. Akun lämpötilan nouseminen kiihdyttää reaktiota entisestään ja lämmöntuotanto kasvaa.
 - Myös lämmön aiheuttamat muutokset akun rakenteessa (esim. separaattorin sulaminen/palaminen) kiihdyttävät reaktiota.
 - Li-akuissa lämpökarkaamisen tekevät vaaralliseksi suuri energiamäärä, suuri tehotiheys (pieni massa ja lämpökapasiteetti so. nopea lämpötilan nousu) sekä elektrolyytin tulenarkuus: lopulta akusta vapautuu herkästi syttyviä kaasuja ja/tai akku syttyy palamaan.
- Li-ion –akkujen muut riskit ovat **altistuminen myrkyllisille kaasuille tai elektrolyyteille, räjähdykset ja sähköiskut**
 - Akuista lämpökarkaamisessa purkautuvat nesteet ja kaasut ovat myrkyllisiä
 - Räjähdykset ja heitteet aiheutuvat lähinnä tulipaloista, mutta akut voivat paineistua myös ilman paloa ja levittää vaarallisia kemikaaleja. Sähköautokontekstissa puhutaan **kennon purkautumisesta**.
 - Sähköisku voi seurata vaurioituneen akun käsittelystä, akkujen väärinkäytöstä tai jos akuista puuttuvat sähköiset turvajärjestelmät (olennaista > 70 V jännitteillä)

4.3 Litiumioni -akkutekniikan vaarat 2/2

- Lämpökarkaamiselle altistavat yleisesti seuraavat tekijät:
 - **Fyysiset vauriot**, kuten kolhiminen, läpäisy vieraalla esineellä, tärinä ja painevaihtelut
 - Tulipalo tai muu väliaikainen korkea lämpötila
 - Altistuminen korkealle jännitteelle ja/tai sähkövirralle
 - Mikä tahansa sisäinen tai ulkoinen oikosulku
 - Akun lataaminen liian suureen jännitteeseen, mikä aiheuttaa litiumin saostumista Li-metalliksi ja lisää sisäisen oikosulun mahdollisuutta lämpötilan noustessa. Riski on vastaava, jos **akku ladataan pakkasella**.
 - Valmistusvirheet / huono laatu, esim. akun elektrodien epäpuhtaudet tai niiden välisessä separaattorissa olevat reiät
 - Epävakaat akkukemiat
 - Akkujen vanheneminen – ajan myötä tapahtuvat kemialliset reaktiot vaikuttavat haitallisesti sekä akkujen kapasiteettiin että niiden turvallisuuteen
 - **Väärä säilytyslämpötila** (erityisesti liian korkea lämpötila) kiihdyttää akun vanhenemista
 - Akun varauksen purkaminen kokonaan (esim. pitkä säilytys ilman ajoittaista akun lataamista)
- Sähköautojen valmistajat pyrkivät ratkaisuilleen (mm. kennojen laadun varmistaminen, vähäriskisen akkukemian käyttö ja sähköturvallisuuden varmistaminen akun hallintajärjestelmällä) vähentämään lämpökarkaamisen riskiä, joten sähköauton käyttäjän näkökulmasta relevanteimmat riskit ovat akun väärään käsittelyyn ja käyttöön, epäsuotuisiin lämpötiloihin sekä erilaisiin akun mekaanisiin vaurioihin (mm. kolaritilanteissa) liittyvät mekanismit.

Liikennekäytön näkökulma



- Yhdysvaltalainen National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) luokittelee sähköautojen akkuun liittyvät ajoneuvotason vaarat julkaisuissaan seuraavasti:
 1. Lämpökarkaaminen
 2. Kennon purkautuminen ja akkukemikaalien päästö
 3. Sähköisku
 4. Tahaton auton hidastuminen sähkönsaannin katkeamisen johdosta
- **Tahaton hidastuminen** tarkoittaa ajoneuvon voimakasta hidastumista moottorin sähkönsaannin katketessa yllättävästi. Vaihteiston ja kytkimen puuttuminen tekevät tilanteeseen reagoimisen vaikeaksi, mikä voi aiheuttaa vaaratilanteen liikenteessä.
- Uusi vaaratyyppi sähköautoissa on niiden **äänettömyydestä** johtuva alttius kevyen liikenteen kanssa tapahtuville törmäyksille.
- Eräiden sähköautojen **nopea kiihtyvyys** tehokkaista moottoreista johtuen
- **Riskin kokeminen ja lisäturvallisuuden ulosmittaus:** Sähköautojen kuljettajat arvioivat itsensä teknologiaan suuntautuneiksi ja pääsääntöisesti luottavat autojen teknologisiin ratkaisuihin (mm. autonomiseen ohjaukseen)
- Eräiden sähköautomallien **suuret mitat ja koko** tekevät etäisyyksien arvioinnin vaikeaksi ja altistavat autot kolhuille esimerkiksi parkkihalleissa

Kytkeytyvät vaarat

Lataus ja tulipalot



- Akkuun liittyvistä ajoneuvotason vaaroista **latauksen aikana korostuvat lämpökarkaamisen ja kennon purkautumisen** mahdollisuudet. Erityisesti valvomaton lataaminen esimerkiksi autotallissa, mahdollisesti tähän tarkoitukseen erikseen suunnittelemtoman latauspistokkeen kautta, lisää riskiä huomaamattomasta akun toiminnan häiriöstä.
- Keskeistä riskitason kannalta on kyky havainnoida toiminnan häiriötä – mm. onko latauspiste sellainen, että mahdollinen tulipalo havaitaan palovaroittimien avulla. Nopeasti etenevän lämpökarkaamisen ja tulipalon hallittavuus on varoittimien kanssakin käytännössä mahdotonta.
- Kaikissa kohteissa, joissa sähköautoja on tarkoitus ladata, tulisi kiinnittää huomiota siihen, että lataustekniset ratkaisut ovat sähkö- ja paloturvallisia.
- Sähköauton lataamisessa turvallisoin ratkaisu on siihen tarkoitukseen erikseen suunniteltu latausasema. Tavallinen maadoitettu 16 ampeerin suko-pistorasia ei kestä jatkuvaa korkeaa kuormitusta, ja erityisesti valmiiksi huonokuntoinen pistorasia voi jopa kuumentua voimakkaasti latauksen yhteydessä. Pahimmassa tapauksessa kuumeneminen voi johtaa tulipaloon.
- Tulevaisuudessa sähköautojen sähkövarastokäyttö aiheuttaa lisää lataus-purkaus -syklejä, mikä lisää lataukseen yleisesti liittyviä riskejä
- Toisaalta akun keskimäärin alempi varaustaso (varastokäytössä akun varaustilanne voi vaihdella) voi alentaa riskejä

- Sähköautojen rakenteellisia eroja polttomoottoriautoihin
 - Merkittävä rakenteellinen ero sähköautojen ja polttomoottoriautojen välillä liittyy voimalinjan rakenteeseen: polttomoottoriautoilla (yleensä) auton etuosassa on iso kokoonpuristumaton moottori, kun taas sähköautoilla akusto on sijoitettu yleensä matkustamon alapuolelle ympäri pohjaa.
 - Sähköautot ovat keskimäärin n. 10-25 % raskaampia kuin vastaavien luokkien bensiini-/dieselautot. Sähköauton rakenne on mitoitettu kantamaan akkujen tuoma lisäpaino. Lisäksi suurempi massa tarkoittaa, että kolarissa hidastuvuus on keskimäärin pienempi; sähköautot tarjoavat paremman suojan autossa istuville ihmisille, mutta aiheuttavat törmäyksissä suuremman riskin polttomoottoriautolle vastapuolena.
 - Täyssähköautoille tyypillistä on myös se, että niiden akusto muodostaa puolet koko (uuden) auton arvosta – polttomoottoriautoissa ei ole vastaavalla tavalla yksittäistä (onnettomuudessa haavoittuvaa) komponenttia, joka muodostaa niin merkittävän osuuden auton arvosta
 - Etenkin premium-sähköautojen suuri koko altistaa ne peltivaurioille esim. parkkihalleissa
 - Peltivaurioiden korjaaminen saattaa tilanteesta riippuen olla sähköautolle polttomoottoriautoa kalliimpaa
- Sähköautot saavat keskimäärin huonompia tuloksia Euro NCAP -törmäystesteissä. Viisi Euro NCAP –tähteä saavia sähköautoja on vähemmän kuin bensiini- ja dieselautoja. Hybridiautot saavat keskimäärin jonkin verran parempia testituloksia kuin bensiini- ja dieselautot.
- Yhdysvaltain National Highway Traffic Safety Administrationin (NHTSA) törmäystestien perusteella sähköautojen ja lataushybridien törmäyskesto oli samaa tasoa polttomoottoriautojen kanssa. Akustoon ja muuhun voimansiirtolinjaan ei testeissä aiheutunut vaurioita, jotka aiheuttaisivat erityisiä akkuihin liittyviä vaaroja, mikä viittaa siihen, että voimansiirtolinja on suojattu suhteellisen hyvin. Toisaalta kaikkia mahdollisia tilanteita ei testattu.

Sähköauton palovahinko



- Mediassa on raportoitu useita tapauksia, jossa sähköauto on syttynyt palamaan joko onnettomuuden seurauksena tai ollessaan latauksessa
- On kuitenkin hyvä huomioida, että medianäkyvyys ei korreloi suoraan riskien kanssa, vaan uudet teknologiat voivat ylipäättään olla suuremman mediahuomion kohteena. Esim. Yhdysvalloissa tapahtuu 150 polttomootoriautopaloa päivässä, mutta ne ylittävät uutiskynnyksen lähinnä vain, jos palo tukkii muuta liikennettä.
- Sähköautojen akustot pyritään suojaamaan paloriskin aiheuttavilta mekaanisilta vaurioilta, eikä esim. NHTSA:n kolaritesteissä tapahtunut ainuttakaan syttymistä – tosin kokeet käsittivät vain 42 täyssähkö- ja hybridautoa
- Riittävän kova osuma akustoon kolarissa voi kuitenkin aiheuttaa palon, kuten esim. kolmessa tapauksessa vuodelta 2013, jossa pohjaosuman saaneet Teslat syttyivät palamaan
 - Näissä tapauksissa matkustajat eivät loukkaantuneet, ja NHTSA:n mukaan akkuja suojaava alumiinilevy itseasiassa suojeli matkustajia vammoilta
- NHTSA:n on arvioinut, että sähköautojen akkujen alttius aiheuttaa tulipalo ja palojen voimakkuus on polttomootoriautojen luokkaa, tai hieman vähemmän. Sähköautojen palojen kokonaisseuraukset voivat olla polttomootoriautoja vähäisemmät johtuen siitä, että akut sisältävät polttoainetankkia vähemmän syttyviä nesteitä.
 - Sähköautojen paloriskiin liittyy kuitenkin ominaispiirteitä, jotka on olennaista huomioida – palon syttyminen viiveellä ja yllättäen, syttyminen muutoin kuin kolareissa, suuri sammutusveden tarve sekä palon uudelleen syttyminen

- Litiumioniakkujen ja sitä kautta sähköautojen erityispiirre on palamaan syttyneiden akkujen syttyminen tuleen uudestaan niiden sammuttamisen jälkeen
 - Tämä voi toistua useita kertoja, ja uudelleensyttyminen voi tapahtua lyhyen ajan sisällä tai jopa useiden päivien päästä
 - Uudelleensyttymisen syynä on akkujen kennoissa edelleen tapahtuva ja etenevä lämpökarkaaminen
- Toimenpiteet uudelleensyttymisen vaarojen minimoimiseksi
 - Palanut sähköauto tulee siirtää väliaikaiseen säilytykseen paikkaan, jossa mahdollinen uudelleensyttyminen ei aiheuta vaaraa tai laajemman tulipalon riskiä. Auton tulee olla valvonnan alaisena, jotta mahdolliseen uudelleensyttymiseen voidaan reagoida välittömästi.
 - Uudelleen syttymisen estämiseksi Hollannissa on kokeiltu jopa vedellä täytettyä konttia, johon syttynyt sähköauto upotettiin vuorokauden ajaksi
- Sähköautojen erityispiirre on myös palon syttyminen viiveellä
 - Esim. auto ei sytykään vielä kolarin yhteydessä tai välittömästi sen jälkeen, vaikka akustossa onkin alkanut lämpökarkaaminen – syttyminen tapahtuu vasta selkeästi myöhemmin lämpökarkaamisen edettyä paloon saakka

Sähköautoistumisen suoria kustannusvaikutuksia



Sähköauton todennäköisyys olla onnettomuuden aiheuttaja

- Isoilla sähköautoilla todennäköisyys joudutaan onnettomuuksiin keskimäärin helpommin
- Vakuutusyhtiö AXA:n selvitys: Sähköautot aiheuttavat liikenneonnettomuuksia luxury- ja SUV-ajoneuvoluokissa arviolta 40 % useammin kuin polttomoottoriautot
 - Mikro- ja pienten autojen luokissa eroa ei ole
- Taustalla on todennäköisesti isojen sähköautojen hämmentävä kiihtyvyys, joka on saatavilla heti ja joka ei muutu moottorin kierrosluvun mukaan
- HLDI:n (USA) selvitys v. 2016 sisältää samantyyppisiä tuloksia
- Norjassa sähköautojen vahinkotiheys on viime vuosina ollut 14% kun muun autokannan vahinkotiheys on 10%
 - Tesla on eniten Norjassa myyty sähköauto
- Suomessa LVK:n tilastojen mukaan sähköauton vahinkotiheys on noin 1,5-kertainen muihin verrattuna ja vahinkoriski (suoritteeseen suhteutettu vahinkomäärä) n. 1,8-kertainen
 - Ladattavien hybridien vahinkotiheys ja –riski ovat koholla vertailuryhmään verrattuna

Sähköautoistumisen suoria kustannusvaikutuksia

Sähköautojen tilastoidut kolarikorjauskustannukset



Yleisesti sähköautojen korjaamisesta voidaan todeta seuraavaa:

- Sähköautojen kolarikorjaaminen on kalliimpaa kuin polttomoottoriautojen
- Keskeisiä syitä tälle
 - Ylipäättään auton kalliimpi hinta ja autoluokka (esim. Tesla S ja X)
 - Kalliit (tavallisetkin) varaosat
 - Joillakin malleilla alhainen lunastuskynnys korjauskustannusten ja jäännösarvon suhteen takia
 - Uusi teknologia; hybridien tuplatekniikka
 - Akun (oletettu) vioittuminen; tarve poistaa ja uudelleenasettaa akku tiettyjä konventionaalisia korjauksia varten
 - Osatarjonta, palvelutarjonta (tarjonta - hinnoittelu)
 - Lisäkoulutustarve, nopeasti muuttuva tekniikka
 - Korjausvaatimus merkkiliikkeessä takuun säilymiseksi
- Pienet korjaukset, kuten esim. umpion vaihtaminen, ovat sähköautoille työnä jopa helpompia
- Norjalaisesta datasta voidaan arvioida, että sähköautojen palo- ja korivahinkojen korvaukset ovat 2,5 kertaisia muihin autoihin nähden
- Suomen datassa sähköauton keskimääräinen korjauskulu on 1,5-kertainen muihin autoihin verrattuna
- Suuremman onnettomuustodennäköisyyden ja kalliimpien korjauskustannusten ja lunastettujen autojen pienemmän jäännösarvon takia sähköautojen omaisuusvahinkokorvaukset ovat noin kaksinkertaiset muihin autoihin verrattuna

Muita mahdollisia vaikutuksia

Moraalikato - "Moral hazard"



- Moraalikatoa voidaan periaatteessa tarkastella kolmesta eri näkökulmasta:
 - **ex ante** moral hazard, vakuutuksen ottaminen muuttaa riskikäyttäytymistä, koska vakuutus korvaa mahdollisia vahinkoja; käyttäytyminen muuttuu ja riskejä otetaan enemmän kuin ilman vakuutusta.
 - **ex post** moral hazard, kun vahinko on tapahtunut pyritään nostamaan (maksimoimaan) vahingosta maksettavaa korvausta tai pyritään käyttämään vakuutusta mahdollisimman laajasti.
 - vakuutusten **väärinkäytös** (insurance fraud), käytetään vakuutusta tietoisesti ja vilpillisessä mielessä väärin, eli tavoitellaan tilannetta, jossa vakuutuksella korvataan menoja, joita eivät kuulu vakuutuksen piiriin.
- Onko sähköautojen vakuuttaminen moraalikadon kannalta erilaista kuin polttomoottoriautojen vakuuttaminen?
- Sähköauton arvokkain osa on akusto ja siihen liittyvät järjestelmät. Jos akuston vaihtaminen tulee ajankohtaisesti voi syntyä houkutus vakuutuksen käyttämiseen akun uusimiseksi. Tämä edellyttää kuitenkin, että autolle järjestetään tietoisesti ennalta arvaamaton onnettomuus, jossa akusto tuhoutuu, eli käytännössä jonkinlainen palo.
- Myös hankalasti ja kalliisti korjattavat järjestelmäviat ajotietokoneissa ja –järjestelmissä voivat johtaa tämän tyyppisiin tilanteisiin
- Oletettavasti moraalikato on vakuutusyhtiöiden kannalta isompi ongelma kaskovakuuttamisessa kuin liikennevakuuttamisessa. Omaan autoon kohdistuvat vahingot halutaan luonnollisesti vakuutuksen piiriin, tämä koskee erityisesti autojen arvokkaimpia osia.

Muita mahdollisia vaikutuksia

Uusien onnettomuustyyppien (kytkeytyvät riskit) vaikutukset

- Keskeisin kytkeytyvä riski on lataamisen aiheuttama palon mahdollisuus autossa, latauslaitteessa tai johdotuksessa
- Mikäli lataus tapahtuu kotona omassa kiinteistössä tai taloyhtiön kiinteistöissä on varmistettava, että latauspisteet täyttävät kaikki sähköautojen lataukseen liittyvät vaatimukset. Vastuu tästä on sillä joka antaa lataamiselle luvan eli käytännössä kiinteistön omistajalla.
- Palovahingot korvataan joko auton vastuuvakuutuksesta tai kiinteistön palovakuutuksesta.
- On vakuutusyhtiöiden intressissä neuvoa kuluttajia ja kiinteistöjen omistajia (taloyhtiöitä) mahdollisista riskeistä ja varmistua siitä, että suojeleohjeita noudatetaan
- Tarvittaessa olisi annettava koti- ja kiinteistövuokuksiin latauksen ja mahdollisesti erikseen auton sähkövarastokäytön suojeleohjeita: Millä edellytyksillä lataaminen on sallittu?
 - Myös bensiinin säilyttäminen ja tankkaaminen autosuojissa on tyypillisesti kielletty
- Onnettomuuden jälkeinen syttyminen ja esim. korjaamon palo: jos sähköauto hinataan korjaamohalliin onnettomuuden jälkeen, jätetään vahtimatta ja syttyy, on palovaara ilmeinen. Kuka korvaa?
- Latausjohdot ovat usein arvokkaita, ja niitä varastetaan jo nykyisin. Varkaus voi vahingoittaa auton latauspistoketta, mistä syntyy vakuutuksen piiriin kuluja.
- Oletettavaa on, että myös turvallisuuskriittisille osille kehittyy jälkimarkkina, jolla laatu vaihtelee