

# Sisällys

Esipuhe.....	9
<b>1. Hybridiajoneuvo – määritelmä.....</b>	<b>11</b>
1.1 Hybridiajoneuvon (HV) ominaisuudet.....	11
1.2 Sähköhybridiajoneuvon ominaisuudet.....	12
1.3 Mikä on korkeajänniteajoneuvo?.....	13
<b>2. Käännekohtia hybridi- ja sähköajoneuvojen historiassa .....</b>	<b>15</b>
2.1 Ensimmäiset sähkökäytöt .....	15
2.2 Hybridien edelläkävijä .....	15
2.3 Pioneerit.....	16
<b>3. Erilaisten hybridikonseptien/sähköajoneuvojen ominaisuudet ja toimintastrategiat .....</b>	<b>19</b>
3.1 Mikrohybridi (engl. Microhybrid).....	19
3.2 Kevythybridi.....	20
3.3 Täyshybridi.....	23
3.4 Lataushybridi (PEHV – Plug-in-Electric-Hybrid-Vehicle).....	24
3.5 Sähköajoneuvo (EV – Electric-Vehicle, BEV – Battery-Electric-Vehicle) .....	28
3.6 Polttonennoajoneuvo (FCV, FCEV, FCHV) .....	31
3.7 Hybridi- ja sähköajoneuvojen erilaiset ajotavat .....	32
3.7.1 Tehonkulku- ja ohjausstrategia hybridikäytössä .....	33
3.7.2 Tehovirta puhtaasti sähköisessä ajossa .....	35
3.7.3 Rekuperointi (jarrutusenergian talteenotto, regeneratiivinen jarrutus) .....	36
<b>4. Hybridiajoneuvojen erilaiset käyttökonseptit .....</b>	<b>39</b>
4.1 Rinnakkaishybridi .....	39
4.1.1 Pääominaisuudet ja perustoiminta .....	39
4.1.2 Rinnakkaishybridin voimansiirto kytkimellä.....	41

4.1.3 Rinnakkaishybridin voimansiirto ilman kytkintä .....	43
4.2 Sarjahybridi (Range-Extender).....	44
4.2.1 Pääominaisuudet ja perustoiminta.....	44
4.2.2 Sarjahybridikäytön ajotilat ja tehovirta Opel Ampera:ssa .....	48
4.3 Power-Split -hybridi (myöstehojaettu tai rinnakkaissarjahybridi).....	52
4.3.1 Pääominaisuudet ja perustoiminta.....	52
4.3.2 Power split -hybridijärjestelmän ajotilat ja tehovirtaus Toyotan HSD:ssä.....	55
4.3.3 Tehonjakohybridijärjestelmän rakenne ja toiminta sähköisellä taka-akselin lisäkäytöllä Lexus-voimansiirrossa .....	59
4.4 Jaettu akselihybridi.....	61
4.4.1 Pääominaisuudet ja toiminta.....	61
4.4.2 Ajotilat sekä teho- ja energiavirrat Hybrid4:ssa (PSA).....	64
4.5 Kaikki hybridikäyttökonseptit yhdessä ajoneuvossa - esimerkkinä Mitsubishi Outlander -ladattava hybridi.....	68
4.5.1 Outlander-pistokehybridin rakenne ja toimintatapa .....	69
4.5.2 Outlander ladattavan hybridin energia- ja tehovirrat eri ajotiloissa.....	70
<b>5. Korkeajännitejärjestelmä (HV-järjestelmä).....</b>	<b>75</b>
5.1 Käsitteen korkeajännite määritelmä ja korkeajännitejärjestelmän tehtävät .....	75
5.2 Selitys: Luonnostaan turvalliset korkeajänniteajoneuvot .....	76
5.3 HV -järjestelmän rakenne ja perusteet.....	77
5.3.1 (pää)ohjausparametrit. ....	78
5.3.2 Komponenttien, sähköpiirin ja verkkorakenteen yhteistoiminta .....	80
5.3.3 Eristyksen valvonnan, HVinterlock:n (turvapiiri) ja potentialintasauksen tehtävä ja toiminta .....	84
5.4 Sähkökäytön HVkomponentit: Toiminnan ja rakenteen kuvaus .....	92
5.4.1 Sähkömoottori(t) - toiminnallinen kuvaus ja moottorityypit .....	92
5.4.2 Tehoelektronikka (Power-Control-Unit).....	96
5.4.3 Korkeajänniteakku - eri HV-akutyyppit .....	99
5.4.4 Paineentasaus ja ylipainesuojaus korkeajänniteakuissa .....	104

5.4.5 Akunhallintajärjestelmä (BMS) - anturit ja tehtävät .....	107
5.4.6 Välipiirin kondensaattorit .....	110
5.4.7 Ajoneuvon sisäänrakennettu laturi (On-Board-Charger), erilaiset latauspistokkeet ja -standardit .....	111
5.5 HV-komponentit ja konseptit auton sisätilojen ja akkujen lämmönhallinnassa .....	115
5.5.1 Sähköinen ilmastointikompressori – rakenne, toiminta, ohjaus .....	116
5.5.2 Akun jäähdytys ja erilaiset jäähdytyskonseptit .....	119
5.5.3 Sähköiset HV-lämmittimet - eri tyytit ja sisälämmityskonseptit .....	125
<b>6. Modifioidut järjestelmät .....</b>	<b>135</b>
6.1 Ohjaukseen, vaihteistoon/kytkimeen ja hihnakäyttöön liittyviä huomioita .....	135
6.2 Jarrujen hallinta – alipaineistettujen ja alipaineesta riippumattomien regeneratiivisten jarrujärjestelmien toiminta .....	138
6.2.1 Jarrujärjestelmä sähköisellä alipainepumpulla/antureilla .....	138
6.2.2 Talteenottava jarrujärjestelmä jarruvoiman jaolla, esimerkkinä "ESPhev" .....	139
6.2.3 Alipaineesta riippumaton jarrujärjestelmä sähkömekaanisella jarrutehostimella .....	141
<b>7. Ammattityö korkeajännitejärjestelmien kanssa - tärkeää korjaamoille .....</b>	<b>143</b>
7.1 Tarvittavat vaatimukset ja pätevyudet .....	144
7.1.1 BGI 8686:n kolme pätevyystasoa .....	144
7.1.2 Usein kysytyt kysymykset - kuka saa tehdä ja mitä? .....	147
7.2 HV-järjestelmän jännitteettömäksi tekeminen / mittaus- ja työturvallisuuslaitteet .....	149
7.3 Eristysvastuksen mittaus .....	155
7.3.1 Huomioita testauslaitteistosta (myös potentiaalintasausmittauksesta) .....	155
7.3.2 Eristysvastusmittaus: milloin ja miksi .....	157
7.3.3 Testausmenettely .....	158
7.3.4 Eristysvikojen paikallistaminen .....	160
7.4 Potentiaalintasauksen mittaus .....	161
7.4.1 Miten, miksi, milloin? .....	162
7.5 Rajoitukset HV-asiantuntijalle - esimerkkinä akkujen (moduulien) vaihto .....	164

<b>8. Korkeajänniteakkujen asianmukainen käsittely ajoneuvokäytössä</b> .....	167
8.1. HV-akun vuototesti - milloin, miksi, miten .....	167
8.2. HV-akun lataus ja purkaminen, apukäynnistys ja testaaminen .....	170
8.3. HV-akkujen säilytys .....	172
8.4. HV-akkujen kuljettaminen.....	172
<b>9. Vinkkejä moottorin pesuun, maalaustöihin HV-ajoneuvojen hinaukseen/pysäköimiseen</b> .....	175
<b>10. Huomioitava ilmastointihuolloissa - HV-ajoneuvojen erityispiirteitä</b> .....	181
10.1. Mikä kompressoriöljy HV-ajoneuvoihin? .....	182
10.2. Ilmastointikompressoriöljyn manuaalinen täyttö.....	184
<b>11. 48 V:n hybridiajoneuvot</b> .....	187
11.1. 48 V hybridijärjestelmä (Mild/smart hybridi) – ideasta sarjatuotantoon .....	187
11.2. 48 V:n hybridikäyttö ja eri arkkitehtuurit .....	188
<b>12. Polttokennoauto</b> .....	191
12.1. Hyödyt ja haitat .....	192
12.2. Energian ja tehovirran periaatteet .....	193
12.3. H <sub>2</sub> :n varastointi ja turvallisuus.....	195
12.4. Polttokennon toimintatapa, rakenne ja lisäosat .....	197
Kirjailija.....	201
Sanasto.....	202
Hakemisto.....	205