



Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen

Säädöksiä ja standardeja

Minna Nissilä | Janne Sarsama



Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen

Säädöksiä ja standardeja

Minna Nissilä & Janne Sarsama



ISBN 978-951-38-8036-1 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

VTT Technology 112

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)

Copyright © VTT 2013

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-02044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 7001

Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen

Säädöksiä ja standardeja

Ensuring safety of fuel cell applications and hydrogen refuelling.

Minna Nissilä & Janne Sarsama. Espoo 2013. VTT Technology 112. 56 s. + liitt. 1 s.

Tiivistelmä

Polttokennoteknologiaa pidetään yhtenä lupaavana mahdollisuutena, kun etsitään vaihtoehtoja nykyisille energiajärjestelmille. Polttokennojärjestelmien etuja ovat hyvä hyötysuhde ja haitallisten päästöjen puuttuminen. Polttokennoteknologian yleistymistä hidastavia tekijöitä ovat esimerkiksi vedyn kallis hinta ja sen jakeluun tarvittavan infrastruktuurin puuttuminen. Näiden kysymysten ratkaisemisen tekee tärkeäksi suurten autonvalmistajien tavoite käynnistää polttokennoautojen sarjavalmistus vuosina 2014–2016.

Polttokennoteknologian ja siihen liittyvien sovellusten teknisen kypsyyden ja hinnan ohella polttokennosovellusten yleistymiseen vaikuttaa voimakkaasti se, miten hyödyllisinä ja hyväksyttävänä sovelluksia pidetään. Uutta teknologiaa koskevan tiedon puute, mahdolliset virheelliset käsitykset ja ennakkoluulot voivat hidastaa sovellusten käyttöönottoa ja yleistymistä. Uuden teknologian hyväksyttävyyden kannalta on ensiarvoisen tärkeää antaa sovellusten demonstraatiovaiheessa riittävästi oikeaa, perusteltua ja ymmärrettävää tietoa mm. sovellusten ja niiden käytön turvallisuudesta ja turvallisuuden varmistamiseen liittyvistä toimista ja valvonnasta.

Turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden huomioon ottaminen kuuluu teknisten järjestelmien elinkaaren kaikkiin vaiheisiin, suunnitteluun, asennukseen, käyttöön, kunnossapitoon, muutostilanteisiin ja myös käytöstä poistamiseen. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä päätöksillä ja ratkaisuilla on erittäin suuri merkitys prosessien, järjestelmien ja tuotteiden turvallisuuteen, koska nämä ratkaisut vaikuttavat kohteen toimintaan ja sen turvallisuuteen koko käyttöiän ajan.

Polttokennojärjestelmien vaaratekijät ja onnettomuusmahdollisuudet liittyvät polttoaineena käytettäviin helposti syttyviin aineisiin, sähköön tai yleisesti teknisiä järjestelmiä koskeviin vaaroihin. Julkaisu keskittyy vetyä käyttäviin polttokennoihin, ja tarkasteltavina kohteina ovat liikkuvat työkoneet, stationäärinen sähköntuotanto ja varavoimasovellukset sekä kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä.

Julkaisu antaa yleiskuvan siitä, miten EU-tason säädökset (lähinnä eri direktiivit) ja toisaalta kansallisen tason säädökset koskevat erilaisia polttokennosovelluksia ja mitä vaatimuksia ne asettavat polttokennosovellusten turvallisuuden varmistamiselle. Lisäksi tarkastellaan polttokennosovelluksia ja vedyn tankkausta koskevia turvallisuuteen liittyviä standardeja.

Avainsanat safety, fuel cell applications, hydrogen refuelling, legislation, standards

Ensuring safety of fuel cell applications and hydrogen refuelling

Legislation and standards

Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen.

Minna Nissilä & Janne Sarsama. Espoo 2013. VTT Technology 112. 56 p. + app. 1 p.

Abstract

Fuel cell technology is considered a promising alternative in terms of viable energy systems. The advantages of fuel cell systems include a good efficiency rate and the lack of harmful environmental emissions. Factors which may slow down the commercialisation of fuel cell technology, e.g. fuel cell vehicles, include the high price of hydrogen and the insufficiency of the infrastructure required for the distribution of hydrogen. A large proportion of major car manufacturers are committed to introducing fuel cell cars to the market by 2014–2016. In order to ensure a successful market introduction of fuel cell vehicles, this has to be aligned with the development of the necessary hydrogen infrastructure.

In the early commercialisation stages of a new technology, it is important to give the public correct, justified and understandable information on the safety of the fuel cell applications, and also on the measures taken to ensure the safety of applications. A lack of necessary information, inaccurate perceptions and prejudices can have an adverse effect on the public acceptance of fuel cell applications.

Hazards and potential accidents related to fuel cell systems are mainly associated with the flammable substances (e.g. hydrogen, methane) used as fuel, the high pressure of hydrogen, electrical hazards, and dangers concerning technical systems in general. The fuel cell applications reviewed in this publication are transport applications and stationary applications and the refuelling system of gaseous hydrogen. The publication concentrates on fuel cells using hydrogen as fuel.

The publication gives an overview of how EU-legislation (mainly various directives) and Finnish legislation applies to fuel cell systems and applications, and what kind of safety requirements the legislation sets. In addition, a brief overview of safety standards concerning fuel cell systems and hydrogen refuelling is presented.

Keywords

safety, fuel cell applications, hydrogen refuelling, legislation, standards

Alkusanat

Julkaisuun on koottu ”DemoTurvallisuus – polttokennosovellusten ja polttoaine-infrastruktuurin turvallinen käyttöönotto” -projektin tulokset. Projekti toteutettiin vuosien 2012–2013 aikana ja se oli osa Tekesin Polttokennot-ohjelmaan kuuluvaa Demo2013-hanketta. VTT:n lisäksi projektiin osallistuivat Cargotec Finland Oy, Gasum Oy, T Control Oy, Oy Woikoski Ab, Wärtsilä Finland Oy sekä edustajat Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta (Tukes) ja Helsingin kaupungin pelastuslaitoksesta. Projektin rahoitukseen osallistuivat Tekes, VTT sekä mukana olleet yritykset.

Projektissa tarkasteltiin polttokennosovellusten ja kaasumaisen vedyn tankkauksen turvallisuuden varmistamiseen liittyviä säädöksiä ja standardeja. Tavoitteena oli selvittää, miten ne koskevat erilaisia polttokennosovelluksia. Säädösten ja standardien lisäksi lähdeaineistona käytettiin myös direktiivien soveltamisoppaita sekä viranomaisten julkaisemia ohjeita ja oppaita. Säädösvaatimuksista ja niiden tulkinnosta keskusteltiin viranomaistahojen kanssa.

Teknisten järjestelmien turvallisuuden varmistamiseen liittyvien säädösten ja ohjeiden määrä on hyvin suuri. Projektissa ei menty syvälle erityyppisten polttokennosovellusten teknisiin yksityiskohtiin. Vaikka lähdeaineiston kattavuuteen pyrittiin kiinnittämään huomiota, edellä mainituista syistä on mahdollista, että joi-tain julkaisun aihepiiriin kuuluvia säädöksiä tai standardeja on jäänyt liian vähälle huomiolle tai mahdollisesti kokonaan huomioimatta. Ala myös kehittyy koko ajan, mikä tuo mukanaan uusia ohjeita ja tulkintoja.

Julkaisun sisältöä ei pidä ottaa ehdottomana totuutena vaan suuntaa-antavana informaationa. Vastuu säädösten ja viranomaismääräysten noudattamisesta on sovelluksia suunnittelevilla ja valmistavilla tahoilla sekä sovellusten käyttäjillä. Toivomme, että julkaisu palvelee polttokenno- ja vetytankkaussovellusten kanssa toimivia tahoja ja ohjaa heitä turvallisuuden varmistamisen kannalta täsmällisen ja oikean tiedon lähteille.

Parhaat kiitokset kaikille projektiin osallistuneille ja julkaisun valmistumiseen myötävaikuttaneille henkilöille.

Tampereella, kesäkuussa 2013

Tekijät

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Alkusanat.....	5
1. Johdanto	8
2. Tarkastelukohde ja rajaukset.....	10
3. Polttokennot ja niiden sovelluskohteet	11
3.1 Toimintaperiaate ja polttokennotyytit.....	11
3.2 Liikkuvat työkoneet	13
3.3 Stationäärinen sähköntuotanto.....	14
3.4 Kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä	16
4. Teknisten järjestelmien turvallisuuden varmistaminen.....	18
4.1 Perusta turvallisuuden varmistamiselle	18
4.2 Lainsäädäntö.....	20
4.2.1 EU-säädökset	20
4.2.2 Kansalliset säädökset	20
4.3 Standardit.....	21
4.4 Tuotteiden CE-merkintä	22
5. Polttokennosovelluksia koskevia säädöksiä.....	24
5.1 Yleistä.....	24
5.2 ATEX-laitedirektiivi	26
5.3 ATEX-työolosuhdedirektiivi	28
5.4 Seveso-direktiivi	30
5.5 Painelaitedirektiivi	32
5.6 Kuljetettavat painelaitteet -direktiivi.....	37
5.7 Konedirektiivi.....	38
5.8 Pienjännitedirektiivi	39
5.9 Sähkömagneettinen yhteensopivuus -direktiivi.....	41
5.10 Työsuojelun puitedirektiivi	41

5.11 Muita EU-säädöksiä.....	41
5.12 Pelastustoimen kansallisia säädöksiä.....	42
6. Polttokennosovelluksiin liittyviä standardeja.....	44
6.1 Eri tahojen julkaisemia turvallisuuteen liittyviä standardeja	44
6.2 Katsaus standardien ja ohjeiden sisältöön	47
7. Lisäselvitystarpeita	52
Lähteet.....	54

Liitteet

Liite A: Polttokennoja koskevia EU-säädöksiä tarkastelleita hankkeita

1. Johdanto

Polttokennoteknologiaa pidetään yhtenä lupaavana mahdollisuutena, kun etsitään vaihtoehtoja nykyisille energiajärjestelmille. Polttokennojärjestelmien etuja ovat esimerkiksi hyvä hyötysuhde ja ympäristön kannalta haitallisten hiilidioksi- ja hiukkaspäästöjen puuttuminen. Täysin päästötöntä polttokennoteknologia ei kuitenkaan ole, sillä esimerkiksi polttokennojen käyttämän vedyn tuotanto aiheuttaa ainakin tietyillä tuotantotavoilla haitallisia ympäristöpäästöjä. Polttokennoteknologian yleistymistä hidastavia tekijöitä ovat esimerkiksi vedyn kallis hinta ja vedyn jakeluun tarvittavan infrastruktuurin puuttuminen. Näiden kysymysten ratkaisemisen tekee tärkeäksi suurten autonvalmistajien tavoite käynnistää polttokennoautojen sarjavalmistus vuosina 2014–2016 (Fuel Cell Electric Vehicles 2013).

Polttokennoteknologian ja siihen liittyvien sovellusten teknisen kypsyyden ja hinnan ohella polttokennosovellusten yleistymiseen vaikuttaa se, miten hyödyllisinä ja hyväksyttävänä niitä pidetään. Selkeä hyöty on mahdollisuus ympäristöpäästöjen vähentämiseen. Hyväksyttävyyteen puolestaan vaikuttaa esimerkiksi se, kokevatko ihmiset polttokennoteknologiaan liittyvien sovellusten olevan turvallisia ja käyttövarmoja. Uutta teknologiaa koskevan tiedon puute, mahdolliset virheelliset käsitykset ja ennakkoluulot voivat hidastaa sovellusten käyttöönottoa ja yleistymistä. Hyväksyttävyyden kannalta on ensiarvoisen tärkeää antaa polttokennosovellusten demonstraatiovaiheessa riittävästi oikeaa, perusteltua ja ymmärrettävää tietoa sovellusten turvallisuudesta ja turvallisuuden varmistamiseen liittyvistä toimista ja valvonnasta.

Polttokennojärjestelmien vaaratekijät ja onnettomuusmahdollisuudet liittyvät polttoaineena käytettäviin helposti syttyviin aineisiin (esim. vety ja maakaasu), sähköön tai yleisesti teknisiä järjestelmiä koskeviin vaaroihin. Koska vety on yleinen polttokennoissa käytettävä polttoaine, ovat vedyn aineominaisuudet ja niistä aiheutuvat vaaratekijät käsiteltäviin aineisiin liittyvistä vaaroista ensisijaisia. Tietyissä polttokennotyypeissä voidaan polttoaineena vedyn ohella käyttää myös hiilivetyjä, esimerkiksi maakaasua, jonka reformointi vedyksi tapahtuu polttokennojärjestelmän yhteydessä. Maakaasua tai muita hiilivetyjä käyttäviin polttokennosovelluksiin liittyy näistä aineista johtuvia vaaroja. Tässä yhteydessä keskitytään kuitenkin vedystä ja sen käytöstä aiheutuviin vaaroihin.

Oletettavaa on, että polttokennoteknologian kaupallistuminen ja erilaisten sovellusten käyttöönotto (esimerkiksi liikkuvat sovellukset) tuovat mukanaan tarpeen täsmentää ja täydentää esimerkiksi vedyn käyttöä koskevia säädöksiä, viranomais-

ohjeita ja myös valvontaa. Polttokennosovellusten uutuus ja niihin liittyvien säädösten ja ohjeiden puuttuminen voivat aiheuttaa kysymyksiä ja vaatimuksiin liittyvää epätietoisuutta niin sovellusten kehittäjille, markkinoille saattajille, käyttäjille kuin myös turvallisuudesta vastaaville viranomaisille. Markkinoille tulevien polttokennosovellusten määrän lisääntyessä tarvitaan tietoa ja ohjeistusta polttokennoteknologiaan liittyviä sovelluksia koskevista säädöksistä, lupakäytännöistä ja sovellusten vaatimustenmukaisuuden varmistamisesta.

Vuosina 2007–2013 käynnissä olleessa Tekesin Polttokennot-ohjelmassa keskityttiin polttokennoteknologian tutkimukseen, hyödyntämiseen ja kaupallistamiseen. Demo2013-hankkeessa Polttokennot-ohjelman tuloksia ja kehitettyjä sovelluksia testataan Vuosaaren satamassa. Demo2013 toimii käyttäjälähtöisenä kokeilualustana ja tarjoaa pitkäaikaisen kenttätestausmahdollisuuden, josta saatavien käyttäjäkokemusten pohjalta jatketaan kehitystä kohti kaupallisia versioita. Tavoitteena on lisätä polttokenno- ja vetyteknologian tunnettuutta ja antaa yleisölle, loppukäyttäjille ja päätöksentekijöille tietoa polttokennosovellusten puhtaudesta, tehokkuudesta ja turvallisuudesta.

2. Tarkastelukohde ja rajaukset

Julkaisun tavoitteena on antaa yleiskuva siitä, miten EU-säädökset (lähinnä eri direktiivit) ja Suomen kansalliset säädökset koskevat erilaisia polttokennoteknologiaan liittyviä sovelluksia ja mitä vaatimuksia ne asettavat sovellusten turvallisuuden varmistamiselle. Julkaisussa keskitytään vetyä käyttäviin polttokennoihin, ja tarkasteltavina kohteina ovat liikkuvat työkoneet ja stationäärinen sähköntuotanto. Lisäksi tarkastellaan kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmiä.

Ensisijaisesti tarkastellaan säädöksiä, jotka liittyvät polttokennojen polttoaineena käytettävän vedyn aiheuttamien vaarojen torjuntaan. Säädökset, joiden avulla hallitaan teknisiin laitteisiin ja järjestelmiin liittyviä muita turvallisuuden osa-alueita, esimerkiksi sähköturvallisuutta tai koneturvallisuutta, jätetään tarkastelussa vähemmälle huomiolle. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty sellaiset turvallisuussäädökset, joista tulevat vaatimukset ovat täysin samoja riippumatta siitä, onko kyseessä polttokenno- vai esimerkiksi dieselmoottorikäyttöinen sovellus. Yleisessä tieliikenteessä käytettäviä polttokennoajoneuvoja koskevia säädöksiä ei tarkastella, kuten ei myöskään tankkausaseman tarvitseman vedyn tuotantoon ja kuljetukseen liittyviä säädöksiä ja vaatimuksia.

Julkaisussa on myös katsaus polttokennosovelluksia ja vedyn tankkausta koskeviin standardeihin. Niidenkin osalta keskitytään polttokennojen ja vedyn käytön turvallisuuteen liittyviin standardeihin. Yleisesti kone- tai sähköturvallisuutta koskevia standardeja ei tässä yhteydessä tarkastella.

Luvussa 3 esitetään polttokennon yleinen toimintaperiaate ja tarkasteltavat sovelluskohteet. Luku 4 käsittelee teknisten järjestelmien turvallisuuden varmistamista suunnittelun, lainsäädännön, standardien ja CE-merkinnän kautta. Luvut 5 ja 6 keskittyvät polttokennoteknologiaan liittyvien sovellusten turvallisuutta koskevien säädösten ja standardien vaatimuksiin. Julkaisun luvussa 7 tarkastellaan esiin tulleita avoimia kysymyksiä ja lisäselvitystarpeita, joihin esimerkiksi viranomaisten olisi polttokennoalalle suuntaamassaan ohjeistuksessa hyvä puuttua tai jotka tulisi mahdollisesti ottaa huomioon tulevassa lainsäädäntötyössä. Tavoitteena tulisi olla, että säädös- ja ohjeistuskehikko on polttokennosovellusten suunnittelijoille ja käyttäjille mahdollisimman selkeä.

3. Polttokennot ja niiden sovelluskohteet

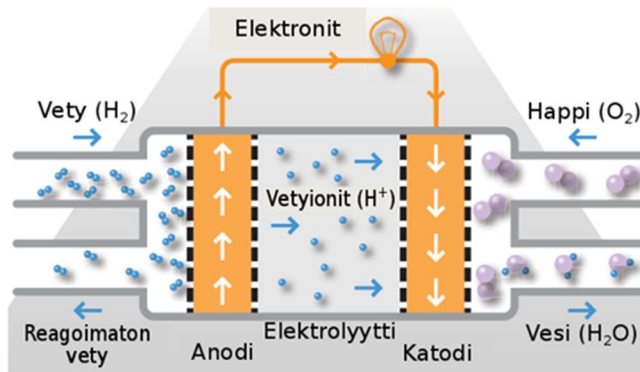
Luvussa esitellään lyhyesti polttokennon toimintaperiaate ja polttokennojen erilaisia sovelluskohteita. Tarkasteltavat sovellukset (liikkuvat työkoneet, stationäärinen sähköntuotanto ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä) kuvataan yleisesti ja vain sillä tarkkuudella, että niiden turvallisuutta koskevien säädösten ja standardien vaatimukset ovat ymmärrettävissä.

Teknisten ratkaisujen yksityiskohtiin ei mennä. Polttokennoihin liittyvää termodynamiikkaa, eri polttokennotyyppien rakennetta ja toimintaa sekä niiden käyttöön liittyviä etuja ja ongelmakohtia ei tässä yhteydessä käsitellä.

3.1 Toimintaperiaate ja polttokennotyypit

Polttokenno on sähkökemiallinen laite, joka muuntaa polttoaineen ja hapettimen kemiallisen energian sähköksi ja lämmöksi ilman palamista. Polttokenno koostuu kahdesta elektrodista, anodista ja katodista, jotka on erotettu toisistaan elektrolyytillä. Polttoaine hapettuu anodilla ja vapautuneet elektronit johdetaan elektrodilta ulkoiselle kuormalle. Kuormalta elektronit johdetaan katodille, missä tapahtuu hapettimen pelkistyminen. Elektrolyytti estää polttoaineen ja hapettimen suoran sekoittumisen ja palamisen, mutta päästää lävitse jonkin tietyn ionin. Nämä ionit liikkuvat elektrolyytin läpi kohti vastakkaismerkkisesti varattua elektrodia, jotta varaustasapaino säilyy ja näin sallivat virran ottamisen kennosta. Polttokennon reaktiot tapahtuvat siis elektrodeilla, ja elektrolyytin tehtävänä on kuljettaa reaktioissa muodostuneet ionit elektrodilta toiselle. Polttokennossa reagoivat aineet tuodaan kennoon ulkopuolisista lähteistä, ja polttokennot toimivat niin kauan kuin polttoainetta ja hapetinta syötetään kennoon. Yleisimmin käytetty polttoaine on vety, jolloin hapettimena toimii ilman happi. (Laboratory of advanced energy systems 2013) Periaate polttokennon (PEM-kenno) toiminnasta on esitetty kuvassa 1.

Polttokennoissa käytettävä vety joko tuotetaan käyttöpaikalla (veden elektrolyysi) tai se kuljetetaan muualla sijaitsevasta tuotanto- tai talteenottoyksiköstä. Tyypillisesti vetyä kuljetetaan paineistetuihin kuljetussäiliöihin, joissa se myös varastoidaan käyttöpaikalla. Mikäli polttokennossa käytetään polttoaineena muuta kuin vetyä, esimerkiksi maakaasua, tarvitaan järjestelmässä polttoaineen reformointiyksikkö.



Kuva 1. Periaatekuva PEM-polttokennon toiminnasta (Fuel cell today 2013).

Polttokennoja on useita erilaisia tyyppisiä, ja ne luokitellaan useimmiten käytettävän elektrolyytin ja toimintalämpötilan mukaan. Elektrolyytin mukaan luokiteltuna yleisimmät polttokennotyypit ovat polymeeripolttokennot (PEMFC, proton exchange membrane fuel cell), fosforihappopolttokennot (PAFC, phosphoric acid fuel cell), alkalipolttokennot (AFC, alkaline fuel cell), sulakarbonaattikennot (MCFC, molten carbonate fuel cell) ja kiinteäoksidikennot (SOFC, solid oxide fuel cell). Näistä MCFC ja SOFC ovat korkean lämpötilan ($600\text{--}1\ 000\text{ }^\circ\text{C}$) kenoja ja muut matalan lämpötilan ($60\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$) kenoja. Suorametanolipolttokenno DMFC (direct methanol fuel cell) on muunnos PEM-polttokennosta. (Fuel cell today 2013)

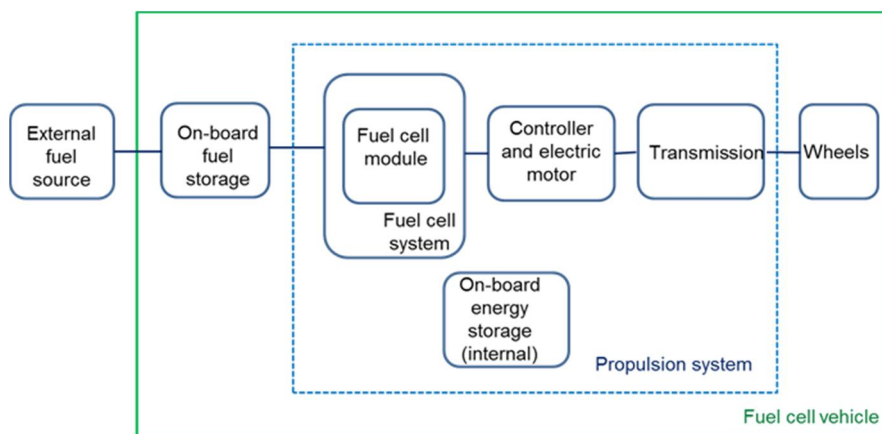
Yksittäisen polttokennon kenojännite on hyvin pieni. Käytännön sovelluksissa kytketään useita kenoja sarjaan jännitteen kasvattamiseksi. Kennostolla (fuel cell stack) tarkoitetaan yksittäisten polttokennojen, bipolaari- ja jäähdytyslevyjen, kokonaisuuteen liittyvän tukirakenteen sekä kaasuyhteiden/putkien muodostamaa laitekokonaisuutta, joka muuntaa vetytöisen kaasun ja ilman sähkökemiallisen reaktion avulla vedeksi, tasasähköksi ja lämmöksi.

Polttokennoja voidaan käyttää liikkuvien sovellusten voimanlähteenä (ajoneuvot, materiaalin käsittelylaitteet, työkoneet jne.), stationäärisessä sähköntuotannossa ja myös varavoiman lähteenä sekä kannettavien sovellusten tai laitteiden virtalähteenä. Polttokennosovellusten sähköteho vaihtelee kannettavan sovelluksen muutamasta watista sähköä tuottavan voimalaitoksen megawattiluokkaan.

Teollisuuskatsauksessaan Fuel Cell Today on todennut, että polttokennojärjestelmien toimitukset kasvoivat vuodesta 2010 vuoteen 2011 lähes 40 %. Suurinta kasvu oli stationäärisen sähköntuotantoon liittyvissä toimituksissa. Liikkuvien sovellusten puolella materiaalinkäsittelylaitteiden voimanlähteeksi tarkoitetuille polttokennojärjestelmille ennakoitiin voimakasta kasvua vuodelle 2012. Ajoneuvojen osalta monet suuret autonvalmistajat tähtäävät polttokennoautojen sarjavalmistukseen vuosina 2014–2016. Vuoden 2011 lopussa maailmassa oli 215 vetytankkausasemaa. Polttokennoajoneuvojen yleistymisen ehtona on, että kyetään luomaan tarvittava vedyn tankkausverkosto. (The Industry Review 2012)

3.2 Liikkuvat työkoneet

Sähköalan kansainvälisen standardointijärjestön (International Electrotechnical Commission, IEC) julkaiseman polttokennoteknologian terminologiaa koskevan teknisen spesifikaation (IEC/TS 62282-1 2010) mukaan polttokennoajoneuvo (fuel cell vehicle) koostuu kuvan 2 mukaisista osajärjestelmistä (assembly of integrated systems). Polttokennoteknologiaan perustuvat liikkuvat työkonesovellukset ovat polttokennojärjestelmien osalta samankaltaisia kuin polttokennoajoneuvot. Muiden järjestelmien osalta autojen ja työkoneiden rakenteissa on suuriakin eroja.



Kuva 2. Liikkuvan polttokennosovelluksen osajärjestelmät (IEC/TS 62282-1 2010).

Kuvan 2 mukaisesti liikkuvien polttokennosovellusten keskeisiä osajärjestelmiä ovat vetytankkauslyhyde (external fuel source), vetysäiliö, varsinainen polttokennojärjestelmä ja säätöyksikkö. Oleellinen osa sovelluksia on tietenkin sähköliitäntä, jolla polttokennojärjestelmän tuottama sähköenergia syötetään sähköenergiaa hyödyntäville järjestelmille (esim. ajomoottorit, hydraulijärjestelmän pumpun moottori). Lisäksi voi olla akku, johon esimerkiksi jarrutuksessa talteen saatava sähköenergia voidaan varastoida.

Tarvittava vety varastoidaan kaasumaisessa muodossa korkeapaineisessa säiliössä. Vetysäiliöiden painetasot ovat liikkuvissa polttokennosovelluksissa tyypillisesti 700 tai 350 barin tasolla. Liikkuvissa työkoneissa pyritään todennäköisesti käyttämään ainakin osin samoja vetysäiliökomponentteja kuin tieliikenteessä käytettävissä ajoneuvoissa, joten myös työkoneiden kohdalla vetysäiliön painetasot ovat joko 700 tai 350 barin tasolla. (The Industry Review 2012)

Työkoneiden osalta pyritään esimerkiksi sellaiseen vetymäärään, että yhdellä tankkauksella pystytään tekemään vähintään yksi työvuoro. Julkisista tietolähteistä, ennen kaikkea Internetistä, löytyy yleisellä tasolla olevaa tietoa ja aineistoa polttokennokäyttöisistä henkilöautoista, niiden tekniikasta ja toimintaperiaatteesta. Muista liikkuvista sovelluksista, kuten liikkuvista työkoneista, tietoa on saatavissa

huomattavasti vähemmän. Tehtyjen Internet-hakujen perusteella suuri osa maailmalla tällä hetkellä tehtävästä polttokennokäyttöisten liikkuvien työkoneiden kehitystyöstä vaikuttaisi liittyvän erilaisiin trukkeihin¹.

Maailmalta löytyy useampia trukkivalmistajia, jotka ovat toimittaneet markkinoille polttokennokäyttöisiä trukkeja.² Valtaosa yrityksistä on amerikkalaisia. Lisäksi on yrityksiä, jotka myyvät sähkötrukkien valmistajille ja käyttäjille ”polttokennomoduuleita” (käytettyjä termejä mm. fuel cell power pack, package), joiden avulla sähkökäyttöinen trucki voidaan muuttaa polttokennokäyttöiseksi korvaamalla sähkötrukin akku polttokennomoduulilla. Tehtyjen Internet-hakujen perusteella tarkasteltujen polttokennokäyttöisten trukkien vetysäiliön paine on tyypillisesti 350 bar ja sen sisältämän vedyn määrä noin 1–2 kg. Polttokennon tuottaman sähkönn jännitetaso vaihteli tarkastelluissa sovelluksissa välillä 24–80 V. Sovellusten keskimääräinen teho oli 10 kW:n tasolla ja huipputeho noin 30 kW:n tasolla. Trukkien tankkausajaksi on ilmoitettu muutama minuutti.

Tietoa trukkeja suuremmista polttokennokäyttöisistä liikkuvista työkoneista löytyi Internetistä varsin vähän. Joitakin yksittäisiä mainintoja löytyy esimerkiksi lentokenttien matkatavara-ajoneuvoista tai lakaisukoneista (street cleaning vehicle). Myös erilaisten satamissa käytettävien lastinkäsittelysovellusten kohdalla on tehty ja tehdään polttokennokehitystyötä.

3.3 Stationäärinen sähköntuotanto

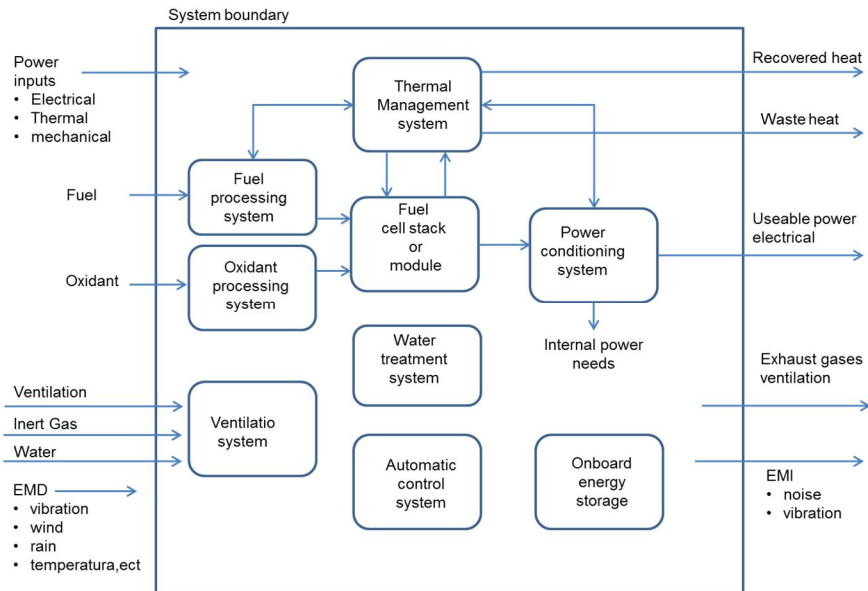
Sähköntuotantoon tarkoitettuja stationäärisiä polttokennosovelluksia voidaan käyttää esimerkiksi asuin-, toimisto- tai muiden rakennusten ja muiden vastaavien kohteiden sähkön- ja mahdollisesti lämmöntarpeen tyydyttämiseen tai niitä voidaan käyttää varsinaisissa polttokennovoimaloissa. Sovellus voi tuottaa sähköä pelkästään kohteen omaan käyttöön tai se voi olla kytketty sähköverkkoon.

Sähköalan kansainvälisen standardointijärjestön (International Electrotechnical Commissionin, IEC) julkaiseman polttokennoteknologian terminologiaa koskevan teknisen spesifikaation (IEC/TS 62282-1 2010) mukaan stationääriseen sähkön- ja mahdollisesti lämmöntuotantoon tarkoitettu polttokennosovellus koostuu kuvan 3 mukaisista osajärjestelmistä (assembly of integrated systems)³.

¹ Englannin kielessä trukeista ym. vastaavista koneista puhuttaessa käytetään tyypillisesti käsitettä ”material handling vehicle” (MHV) tai ”goods handling vehicle”.

² Esimerkkejä ovat mm. [Crown Equipment Corporation](#), [DanTruck A/S](#), [Hyster](#), [Raymond Corporation](#) ja [Still](#).

³ Vastaava osajärjestelmäjako on esitetty sähköntuotantoon tarkoitettujen stationääristen polttokennosovellusten turvallisuutta käsittelevässä standardissa (IEC 62282-3-100, Fuel cell technologies – Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety).



Kuva 3. Sähköntuotantoon tarkoitettujen stationäärisen polttokennosovelluksen osajärjestelmät (IEC/TS 62281-1 2010).

Polttoaineen käsittelyjärjestelmällä (fuel processing system) tarkoitetaan sovellukseen syötettävän polttoaineen kemialliseen ja/tai fysikaaliseen prosessointiin tarkoitettuja laitteita, joilla käytetty polttoaine saatetaan polttokennolle soveltuvaan muotoon. Tähän kuuluu myös mahdollinen polttoaineen paineistaminen. Hapettimen käsittelyjärjestelmä (oxidant processing system) mittaa, käsittelee ja mahdollisesti paineistaa järjestelmään sisääntulevan hapettimen (tavallisesti ilmassa oleva happi) polttokennolle sopivaan muotoon.

Kuvassa oleva *Fuel cell stack or module* on yhdestä tai useammasta kennostosta muodostuva kokonaisuus, joka sähkökemiallisen reaktion avulla muuntaa polttoaineen sisältämän kemiallisen energian sähköenergiaksi ja lämpöenergiaksi ja joka tyypillisesti integroidaan osaksi muuta sähköjärjestelmää.

Lämmönhallintajärjestelmä (thermal management system) huolehtii polttokennojärjestelmän lämmityksestä tai jäähdytyksestä, jotta järjestelmä pysyy operointilämpötila-alueella. Lämmönhallintajärjestelmä voi myös osaltaan huolehtia järjestelmän lämmityksestä sen ylösajon aikana sekä järjestelmän tuottaman lämpöenergian talteenotosta sovelluksissa, joissa sähköenergian lisäksi hyödynnetään myös lämpö.

Sähköjärjestelmä (power conditioning system) huolehtii polttokennolla tuotetun sähköenergian muuttamisesta energian käyttötarkoituksen mukaiseen muotoon. Tähän kokonaisuuteen liittyy esimerkiksi sähköverkkoon kytketyssä polttokennosovelluksessa DC/AC-inverteri, joka muuttaa polttokennon tuottaman tasasähköä vaihtosähköksi. Sähköenergian varastointijärjestelmä (onboard energy storage)

avustaa tai täydentää polttokennomoduulin toimintaa tarjoamalla sähköenergiaa joko sovelluksen sisäiseen käyttöön tai ulkoisille kuormille.

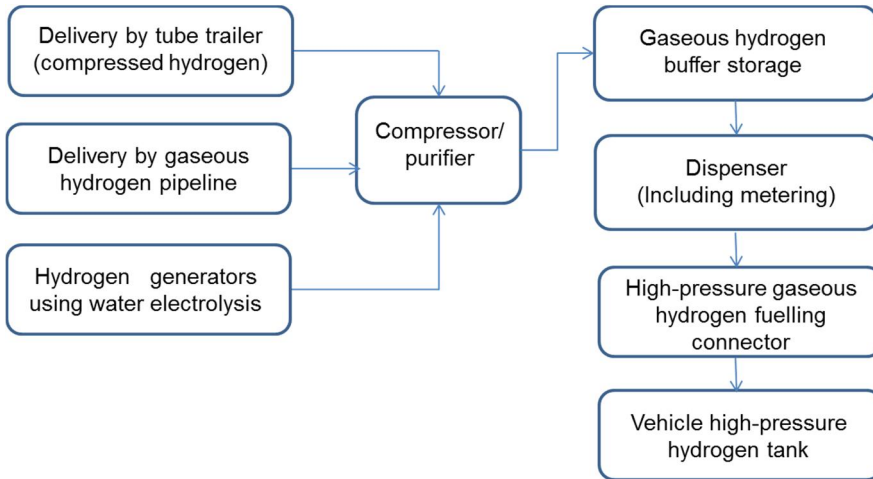
Veden käsittelyjärjestelmä (water treatment system) huolehtii mm. polttokennosovelluksen veden puhdistuksesta. Säättöjärjestelmän (automatic control system) tehtävänä on pitää polttokennojärjestelmän toimintaparametrit valmistajan määrittelemissä rajoissa sekä huolehtia tarvittaessa järjestelmän saattamisesta automaattisesti turvalliseen tilaan ilman käyttäjältä edellytettäviä toimenpiteitä. Ilmanvaihtojärjestelmä (ventilation system) huolehtii polttokennolaitetilan riittävästä ilmanvaihdosta.

Julkisista tietolähteistä ei löydy juurikaan edellä annettua yleistä järjestelmäkuvausta yksityiskohtaisempia kuvauksia sähköntuotantoon tarkoitettujen polttokennosovellusten toiminnasta ja tekniikasta. Tilanne on pikemminkin päinvastainen. Esimerkiksi Internetissä saatavilla olevissa stationääristen sähköntuotantosovellusten esitteistä ja muusta materiaalista löytyy vain hyvin yleisen tason kuvauksia, esimerkiksi *”Polttokennovoimala muodostuu kolmesta toiminnallisesta osakokonaisuudesta: sähköjärjestelmän laitteista (Electrical Balance of Plant), mekaanisista laitteista (Mechanical Balance of Plant) ja polttokennomoduuleista (Fuel Cell Modules)”*.

3.4 Kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä

Liikkuvassa polttokennosovelluksessa (auto, työkone, materiaalinkäsittelylaite tms.) vety tankataan korkeassa paineessa ajoneuvon vetytankkiin. Jotta liikkuvat polttokennosovellukset voivat tulla markkinoille ja yleistyä, on vedyn tankkausmahdollisuuksien luominen välttämätöntä. Liikkuvien polttokennosovellusten vetytankkien on oltava sellaisia, että vetyä saadaan ajoneuvon tankkiin sellainen määrä, joka varmistaa liikkuvalla sovellukselle riittävän pitkän käyttöajan (esim. työkone toimii yhden työvuoron ajan ilman tankkausta) tai -säteen (esim. tankillisella vetyä voidaan ajaa yli 500 km).

Kaasumaisen vedyn tankkaus perustuu tankkausaseman korkeapaineisten vetysäiliöiden ja tankattavan ajoneuvon vetytankin välillä vallitsevaan paine-eroon. Jotta tankattava vetymäärä saadaan riittävän suureksi, on paineen ajoneuvon vetysäiliössä oltava korkea, jolloin myös tankkauspaine on korkea. Lähes kaikki nykyisistä polttokennoajoneuvoista tankkaavat kaasumaista vetyä joko 350 tai 700 barin paineessa (The Industry Review 2012). Kuvassa 4 on esitetty International Organization for Standardizationin (ISO) teknisen spesifikaation (ISO/TS 20100, 2008) mukainen periaatekuva kaasumaisen vedyn tankkausaseman osajärjestelmästä.



Kuva 4. Kaasumaisen vedyn tankkausaseman periaatekuva (ISO/TS 20100 2008 mukaan).

Tankkausaseman kapasiteetista riippuu, millä tavoin vety on kannattavinta toimittaa asemalle ja varastoida siellä (säiliökuljetus, putkikuljetus, vedyn tuotanto paikalla esim. elektrolyysillä). Vetytankkausmahdollisuuksien käynnistysvaiheessa vety voidaan toimittaa tankkausasemalle esimerkiksi 200–300 barin paineessa olevilla kuljetettavilla vetysäiliöillä. Kuljetettavat kaasusäiliöt toimivat myös tankkausaseman vetyvarastona.

Itse tankkausasema muodostuu vedyn paineistukseen käytettävistä kompressoreista, tankkausaseman korkeapainesäiliöistä (gaseous hydrogen buffer storage) ja vedyn annosteluun käytettävästä laitteistosta (dispenser, gaseous hydrogen fuelling connector)). Näiden lisäksi tankkausasemalla on vedyn siirtoon, sen puhautuksen varmistamiseen ja annostelun hallintaan liittyviä laitteita ja järjestelmiä.

Tankkausaseman kompressorit nostavat tankkausasemalle toimitetun vedyn paineen tankkauksen vaatimaan paineeseen. Jotta vedyn tankkaus onnistuu, on paineen tankkausaseman korkeapainesäiliöissä oltava selvästi korkeampi kuin ajoneuvon tankin maksimitäyttöpaine. Paine korkeapainesäiliöissä on 400–500 bar, kun ajoneuvon maksimi täyttöpaine on 350 bar ja 850–1 000 bar, kun maksimitäyttöpaine on 700 bar. Korkeapaineisen vedyn tankkauksen yhteydessä vedyn lämpötila nousee. Lämpötilan nousu on ongelma erityisesti nopeasti tapahtuvassa tankkauksessa (tankkaus aika muutamia minutteja). Vedyn lämpötilannousun takia tankkausasemassa on vedyn esijähdytyslaitteisto, joka varmistaa ettei tankkausasemalla sallittuja vedyn lämpötila- ja painerojoja ylitetä.

Vedyn tankkausta varten tankkausaseman annostelijassa oleva tankkaussuutin yhdistetään ajoneuvoon. Kun kaasutiivis yhteys tankkausaseman ja ajoneuvon vetytankin välille on luotu, tapahtuu vedyn siirto ajoneuvon tankkiin tankkausaseman toimintaa ohjaavan automatiikan avulla.

4. Teknisten järjestelmien turvallisuuden varmistaminen

Luku käsittelee turvallisuuden varmistamisen ja riskienhallinnan perusteita sekä suunnitteluvaiheessa tehtyjen ratkaisujen merkitystä teknisen järjestelmän turvallisuudelle. Lisäksi kuvataan EU-alueella noudatettavaa turvallisuuden varmistamiseen liittyvää lainsäädäntökehikkoa, vaatimustenmukaisuuden arviointia sekä standardointia.

4.1 Perusta turvallisuuden varmistamiselle

Turvallisuuden varmistamisen ja riskienhallinnan lähtökohta on, että toimintaan tuotteeseen liittyvät vaaratilanteet ja onnettomuusmahdollisuudet pyritään tunnistamaan ennalta, jolloin niihin voidaan varautua. Parasta varautumista on onnettomus- ja häiriömahdollisuuksien poistaminen kokonaan. Jos tämä ei ole mahdollista, pyritään rajoittamaan ja lieventämään mahdollisten onnettomuuksien seurauksia ja pienentämään onnettomuuksien todennäköisyyttä.

Turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden huomioon ottaminen kuuluu teknisten järjestelmien elinkaaren kaikkiin vaiheisiin, suunnitteluun, asennukseen, käyttöön, kunnossapitoon, muutostilanteisiin ja myös käytöstä poistamiseen. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä päätöksillä ja ratkaisuilla on suuri merkitys prosessien, järjestelmien ja tuotteiden turvallisuuteen, koska nämä ratkaisut vaikuttavat toimintaan ja turvallisuuteen koko käyttöajan ajan. Suunnittelun yhteydessä tunnistetaan kohteeseen liittyvät vaarat, arvioidaan niihin liittyvät riskit ja mietitään tarvittavat toimenpiteet riskien pienentämiseksi.

Suunnitteluvaiheen merkitys korostuu myös siinä, että sen aikana voidaan turvallisuutta parantavia ratkaisuja tehdä helpommin ja edullisemmin kuin elinkaaren muissa vaiheissa. Ensisijaisesti toimenpiteiden tulisi aina kohdistua vaarojen poistamiseen kokonaan. Suojausteknisiä ja muita varotoimenpiteitä on käytettävä, kun vaaratekijöitä ei voida poistaa tai riittävästi rajoittaa suunnittelun avulla. Taulukossa 1 on koneturvallisuussäädösten mukainen esimerkki riskin pienentämiseen tähtävien toimenpiteiden toteutusjärjestyksestä. Vastaava periaate toimenpiteiden toteutusjärjestyksestä sisältyy myös mm. painelaitesäädöksiin.

Taulukko 1. Riskin pienentämiseen tähtäävien toimenpiteiden toteutusjärjestys koneen suunnittelussa ja rakentamisessa (Koneturvallisuus 2008).

<p>1. Vaarat poistetaan tai niitä vähennetään suunnittelemalla ja rakentamalla kone turvallisiksi</p> <ul style="list-style-type: none">• Valitaan sellaisenaan turvallista teknologiaa tai prosesseja.• Kone suunnitellaan luontaisesti turvallisiksi (esim. rakentamalla voimansiirtolaitteet koneen rungon sisään).• Noudatetaan koneen suunnitteluun ja koneenrakennukseen kuuluvia ammattisääntöjä (esim. laskentamenetelmät).• Otetaan huomioon ergonomiset periaatteet.• Sovelletaan turvallisuusperiaatteita ohjausjärjestelmiä suunniteltaessa.• Mekanisoidaan tai automatisoidaan käsin tehtäviä työvaiheita.• Estetään koneen käyttö epätavallisella tavalla, jos tällaisesta käytöstä voi aiheutua riskejä.
<p>2. Vaarat poistetaan suojausteknisillä toimenpiteillä</p> <ul style="list-style-type: none">• Käytetään suojuksia ja turvalaitteita suojaamaan henkilöitä sellaisilta vaaratekijöiltä, joita ei voida poistaa tai riittävästi rajoittaa suunnittelun avulla.• Suojukset ja turvalaitteet valitaan koneelle tehdyn riskin arvioinnin perusteella. Noudatetaan suojusten ja turvalaitteiden yleisiä rakennevaatimuksia (SFS-EN ISO 12100-2).• Jos konetyypistä on olemassa yhdenmukaistettu standardi, noudatetaan siinä kuvattua käytettävissä olevaa turvallisuustekniikkaa.
<p>3. Käyttö- ja huolto-ohjeet, merkinnät sekä muut varotoimenpiteet</p> <ul style="list-style-type: none">• Jos toteutetuista suojaustoimenpiteistä huolimatta jäljelle jää vaaratekijöitä, niistä on ilmoitettava koneen vastaanottajalle. Samoin on määriteltävä erikoiskoulutuksen ja henkilönsuojainten tarve.• Ohjeissa varoitetaan riittävästi mahdollisista vaaroista, jos konetta käytetään muulla kuin ohjeissa kuvatulla tavalla.• Selvitetään lisävarotoimenpiteiden tarve.

Järjestelmien ja laitteiden tullessa yhä monimutkaisemmiksi ja riippuvaisemmiksi muista järjestelmistä pyritään erilaisten turvallisuuden varmistamiseen liittyvien säästösten avulla vaikuttamaan siihen, että prosessit, järjestelmät ja tuotteet eivät aiheuta haitallisia vaikutuksia ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen tai vaaranna ympäristöä ja omaisuutta. Uusien teknologioiden osalta turvallisuutta varmistavat säädökset ovat tärkeitä myös siksi, että käyttökokemusten kautta hankittua tietoa turvallisuudesta ei ole.

4.2 Lainsäädäntö

4.2.1 EU-säädökset

EU-oikeus on sitova kansainvälinen oikeusjärjestelmä. EU:lla on lainsäädäntövaltaa niillä aloilla, joilla jäsenvaltiot ovat sille toimivaltaa antaneet. Jäsenvaltioiden on noudatettava ja toimeenpantava kansallisella tasolla EU:ssa tehtävä säännöstö eli EU:n lainsäädäntö. EU:n sitovia säädöksiä ovat asetukset, direktiivit ja päätökset (Ulkoasiainministeriö 2013).

Asetuksilla luodaan EU:ssa yhtenäistä lainsäädäntöä. Asetukset ovat luonteeltaan suoraan sovellettavia, eivätkä ne edellytä jäsenvaltiolta erillisiä toimenpiteitä tullakseen kansallisesti voimaan.

Direktiivit ovat jäsenvaltioille osoitettuja säädöksiä, jotka velvoittavat jäsenvaltiota toteuttamaan direktiivin edellyttämät toimenpiteet ja saattamaan kansallisen lainsäädäntönsä direktiivin sisällön mukaiseksi. Jäsenvaltio voi itse valita tavan, jolla se toteuttaa direktiivin edellyttämät toimenpiteet. Kansallisen sääntelyn tulee kuitenkin johtaa direktiivillä tavoiteltuun lopputulokseen. Direktiivin sisältämät säännöt sisällytetään kansalliseen lainsäädäntöön antamalla kansallinen säädös. Direktiiviä käytetään jäsenvaltioiden lainsäädäntöjen yhdenmukaistamiseen etenkin sisämarkkinoiden toteuttamiseksi.

Direktiivi voi olla vähimmäisdirektiivi (minimidirektiivi), tai siinä voi olla vähimmäissäännöksiä (minimisäännöksiä), jolloin direktiivissä tai sen yksittäisessä säännöksessä säädetään EU:n tasolla noudatettavasta vähimmäistasosta (minimitasosta). Tällöin kansallisesti pidemmälle menevät säännökset ovat mahdollisia. Direktiivi voi olla myös täysharmonisoiva tai se voi sisältää täysharmonisoivia säännöksiä, jolloin direktiivissä tai sen yksittäisessä säännöksessä säädetään EU:ssa noudatettavasta yhdenmukaisesta sääntelystä. Tässä tapauksessa poikkeavat kansalliset säännökset eivät ole mahdollisia.

Päätökset ovat kaikilta osiltaan velvoittavia instrumentteja. Pääsääntöisesti päätöksiä käytetään hallinnollisessa menettelyssä ratkaistaessa yksittäisiä tapauksia, jolloin ne on osoitettu jollekin tietylle taholle.

Sitovien säädösten (englanniksi hard law) lisäksi EU-oikeus sisältää ohjelunomaisia instrumentteja (englanniksi soft law), kuten suosituksia, lausuntoja, päätöslauselmia, julistuksia ja toimintaohjelmia (Kotivuori ja Uotila 2012).

4.2.2 Kansalliset säädökset

EU-oikeus on osa Suomen oikeusjärjestystä ja velvoittaa kansallisia viranomaisia säädösvalmistelussa ja soveltamiskäytännössä. Edellä kuvatun mukaisesti EU:n direktiivissä vahvistetaan jäsenvaltioille tavoitteet, mutta jäsenvaltiot voivat itse valita keinot, joilla ne saavutetaan.

Direktiivissä esitettyjen tavoitteiden toteutuminen edellyttää, että jäsenvaltion kansallista lainsäädäntöä mukautetaan direktiivissä säädettyjä tavoitteita vastavaksi. Direktiivissä säädetään määräpäivä, johon mennessä direktiivi on saatettava

osaksi kansallista lainsäädäntöä. Kun jäsenvaltiot panevat direktiivejä täytäntöön, niille jää liikkumavaraa ottaa huomioon kansalliset erityispiirteet. Kansallisissa säädöksissä, joilla tietty direktiivi on pantu täytäntöön, tulee olla viittaus alkuperäiseen direktiiviin.

4.3 Standardit

Kaikkia teknisiin järjestelmiin ja niiden turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia ei ole tarkoituksenmukaista kirjata säädöksiin. Lainsäädännössä viitataan standardeihin, koska näin säädöksiin ei tarvitse kirjoittaa teknisiä yksityiskohtia. Vapaaehtoisilla standardeilla pyritään varmistamaan tuotteiden turvallisuus, laatu ja tekninen yhteensopivuus. Standardisoimisjärjestöjen piirissä tehtävä standardisointi on yhteisten sääntöjen laatimista helpottamaan viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien toimintaa. Kansainväliset standardit, harmonisointi ja näiden vastavuoroista tunnistamista koskevat käytännöt alentavat kustannuksia ja edistävät kauppaa poistamalla tuotteisiin kohdistuvia päällekkäisiä ja ristiriitaisia vaatimuksia. (Standardit ja standardisointi 2013)

EU:ssa hyväksyttiin 1980-luvun puolivälissä ns. uusi lähestymistapa (New Approach) teknisessä yhdenmukaistamisessa ja standardisoinnissa. Uuden lähestymistavan direktiiveissä esitetään olennaiset turvallisuutta, terveyttä, ympäristöä ja kuluttajansuojaa koskevat vaatimukset, jotka koskevat samanlaisina monia tuotteita. Jos tuote täyttää nämä vaatimukset, sitä voidaan kaupata esteettä koko EU-alueella. Uuden lähestymistavan direktiivit kattavat parikymmentä tuoteryhmää, joihin kuuluvat esimerkiksi henkilösuojaimet, hissit, kaasulaitteet, koneet, mittauslaitteet, nestemäisillä tai kaasumaisilla polttoaineilla kuumennettavat kuuma-vesikattilat, painelaitteet, pienjännitelaitteet, räjähdysvaarallisten tilojen laitteet, radio- ja telepäätelaitteet. (EU arjessa 2013)

Tekniset ratkaisut, jotka täyttävät tiettyä tuoteryhmää koskevat olennaiset vaatimukset, esitetään eurooppalaisten standardisoimisjärjestöjen laatimissa nk. yhdenmukaistetuissa (harmonisoiduissa) standardeissa. Yhdenmukaistettujen standardien noudattaminen on vapaaehtoista, mutta niiden avulla on usein helpompaa osoittaa, että tuotteet täyttävät lainsäädännön turvallisuusvaatimukset. Jos tuote poikkeaa yhdenmukaistetusta standardista, valmistajan on pystyttävä muulla tavoin osoittamaan, että se täyttää direktiivissä esitetyt olennaiset vaatimukset.

Yhdenmukaistetuissa standardeissa on aina viittaus, mikäli niiden takana on uuden lähestymistavan direktiivi, ja standardit mainitaan EU:n virallisessa lehdessä. Euroopan komissio ylläpitää luetteloja EU:n uuden lähestymistavan direktiiveihin liittyvistä yhdenmukaistetuista standardeista verkkosivulla <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/>.

4.4 Tuotteiden CE-merkintä

Tuotteiden vapaa liikkuminen on yksi EU:n sisämarkkinoiden pääperiaatteista ja tavoitteista. Euroopan unionin alueella lainsäädäntö ohjaa voimakkaasti sitä, että markkinoilla saatavissa olevat erilaiset tuotteet (ml. erilaiset tekniset tuotteet ja järjestelmät) ovat turvallisia. Keskeinen lainsäädännöstä nouseva menettely tuotteiden turvallisuuden varmistamiseksi on ns. CE-merkintämenettely (CE tulee ranskan kielen sanoista Conformité Européene).

CE-merkinnällä tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää Euroopan unionin asettamat turvallisuutta, terveyttä, ympäristöä ja kuluttajan-suojaa koskevat vaatimukset. Se tarkoittaa, että valmistaja on varmistanut tuotteen vastaavan siihen sovellettavan yksittäisen tai joissain tapauksissa useamman direktiivin kaikkia olennaisia vaatimuksia, tai on tutkituttanut tuotteen ilmoitetulla vaatimustenmukaisuuden arviointilaitoksella, mikäli direktiivi niin edellyttää. Vain CE-merkintää koskevien direktiivien alaiset tuoteluokat edellyttävät CE-merkintää. CE-merkintä ei tarkoita, että tuote olisi valmistettu Euroopan talousalueella. (Tukes 2013) Valmistajaa koskevat CE-merkinnän vaiheet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Valmistajaa koskevan CE-merkinnän vaiheet (CE-merkintä – avain Euroopan markkinoille 2013).

<p>1. Tunnista direktiivit ja yhdenmukaistetut standardit, jotka koskevat tuotettasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Direktiivejä, joissa määritellään CE-merkintää edellyttävät tuoteluokat, on yli 20. Keskeiset vaatimukset, jotka tuotteen on täytettävä (esimerkiksi turvallisuus), on yhdenmukaistettu EU:n tasolla ja määritelty yleisesti kyseisissä direktiiveissä. EU:n yhdenmukaistetut standardit on julkaistu varustettuina viitteillä sovellettaviin direktiiveihin, ja niissä on kerrottu tarkoin teknisin tiedoin keskeiset vaatimukset.
<p>2. Tarkista tuotekohtaiset vaatimukset</p> <ul style="list-style-type: none"> Yrityksen on itse tarkistettava, että sen tuote vastaa asianmukaisen EU-lainsäädännön olennaisia vaatimuksia. Mikäli tuote vastaa täysin yhdenmukaistettuja standardeja, se saa "vaatimustenmukaisuusolettamuksen". Yhdenmukaistettujen standardien käyttö on vapaaehtoista. Yritys voi valita muitakin tapoja täyttää EU-lainsäädännön olennaiset vaatimukset.
<p>3. Määrittele, tarvitseeko tuote ilmoitetun tarkastuslaitoksen antaman riippumattoman vaatimustenmukaisuusarvion</p> <ul style="list-style-type: none"> Kussakin tuotteita koskevassa direktiivissä määritellään, tarvitaanko CE-merkinnän saamiseen vaatimustenmukaisuusarviointiin hyväksytty ulkopuolinen laitos (ilmoitettu tarkastuslaitos). Tämä ei ole kaikille tuotteille pakollista, joten on tärkeää tarkistaa, tarvitaanko tarkastuslaitoksen osallistumista. Tarkastuslaitoksilla on kansallisten viranomaisten hyväksyntä, ne on rekisteröity virallisesti komissiolle ja luetteloitu NANDO-tietokannassa (New Approach Notified and Designated Organisations) www.ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando
<p>4. Testaa tuote ja tarkista, vastaako se vaatimuksia</p> <ul style="list-style-type: none"> Tuotteen testauksella tarkistetaan, että se vastaa EU:n lainsäädäntöä (vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely). Menettelyyn kuuluu yleensä myös riskinarviointi. Kun noudatetaan kyseisiä EU:n yhdenmukaistettuja standardeja, täytyvät direktiivien keskeiset oikeudelliset vaatimukset.
<p>5. Laadi tarvittavat tekniset asiakirjat ja pidä ne saatavilla</p> <ul style="list-style-type: none"> Valmistajan on laadittava direktiivien edellyttämät tekniset asiakirjat, joiden perusteella voidaan arvioida, vastaako tuote kaikkia asianmukaisia vaatimuksia, ja tehdä tarvittaessa riskinarviointi. EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja tekniset asiakirjat on esitettävä pyynnöstä kansallisille viranomaisille.
<p>6. Kiinnitä CE-merkintä tuotteeseen ja tee vaatimustenmukaisuutta koskeva ilmoitus</p> <ul style="list-style-type: none"> CE-merkinnän kiinnittää tuotteeseen valmistaja tai tämän valtuuttama edustaja ETA-maissa tai Turkissa. Se on kiinnitettävä näkyvästi, luettavasti ja pysyvästi tuotteeseen tai sen tyyppikilpeen. Jos tuotevalvontavaiheeseen on osallistunut ilmoitettu tarkastuslaitos, on tiedoissa oltava myös sen tunnistenumero. Valmistaja huolehtii EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laadinnasta ja allekirjoittamisesta.

5. Polttokennosovelluksia koskevia säädöksiä

Luvussa tarkastellaan julkaisun aihepiiriin kuuluviin polttokennosovelluksiin (liikkuvat työkoneet, stationäärinen sähköntuotanto ja kaasumaisen vedyn tankkaus) liittyviä EU-direktiivejä ja kansallisia säädöksiä, joilla direktiivien vaatimukset on toimeenpantu Suomessa.

Ensisijaisesti on kuvattu direktiivien keskeinen sisältö: mihin direktiivillä pyritään, millaisia laitteita tai järjestelmiä direktiivi koskee ja mitkä ovat direktiivin sisältämät oleelliset vaatimukset. Tämän jälkeen tarkastellaan, mitä direktiivin vaatimukset tarkoittavat polttokennosovellusten kannalta. Tarkastelussa ei mennä yksittäisten turvallisuusvaatimusten tasolle, vaan pyritään antamaan yleiskuva siitä, mitä vaatimuksia ko. direktiivi asettaa tietyn sovelluksen turvallisuudelle.

Kansalliset säädökset, joilla direktiivit on saatettu osaksi Suomen lainsäädäntöä, mainitaan, mutta niiden sisältöä ei yksityiskohtaisesti tarkastella, koska on haluttu pitäytyä EU-tason vaatimuksissa. Tiettyjä vedyn varastointiin ja käyttöön liittyviä kansallisia vaatimuksia (lupa- ja ilmoitusvelvollisuus, pelastussuunnitelma, painelaitteiden rekisteröinti) on kuitenkin kuvattu.

5.1 Yleistä

Euroopan unionin jäsenmaissa puitteet teknisten laitteiden ja järjestelmien vaatimustenmukaisuudesta, turvallisuudesta ja niiden varmistamisesta asetetaan sitovilla säädöksillä, joita voidaan täydentää ja täsmentää erilaisilla ohjeilla ja suosituksilla. Myös polttokennoteknologiaa koskevat monet mm. laitteiden vaatimustenmukaisuutta, sähköturvallisuutta, räjähdysvaaran torjuntaa, kemikaalien käsittelyn turvallisuutta ja onnettomuuksien estämiseen liittyvät EU-säädökset.

Useissa polttokennoja ja polttokennosovelluksia koskevissa EU:n tutkimushankkeissa on selvitetty polttokennosovellusten turvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä ja hyväksymiskäytäntöjä (ks. liite A). **Tässä julkaisussa tarkasteltujen säädösten joukko perustuu aiempien tutkimushankkeiden, EU-Lex-tietokantaan tehdyn haun sekä hankkeeseen osallistuneiden yritysten ja viranomaistahojen asiantuntemukseen.** Taulukossa 3 säädökset on ryhmitelty sen mukaisesti, liittyvätkö ne kemiallisista aineista johtuvan palo- ja räjähdysvaaran

torjuntaan, painelaiteturvallisuuteen, koneturvallisuuteen, sähköturvallisuuteen vai yleiseen turvallisuuden varmistamiseen. Tarkastellut EU-direktiivit löytyvät Euroopan unionin Eur-Lex-verkkosivulta <http://eur-lex.europa.eu/fi/index.htm> ja Suomen kansalliset säädökset löytyvät oikeusministeriön Finlex-tietopankista <http://www.finlex.fi/fi/>.

Taulukko 3. Polttokennosovellusten turvallisuuteen liittyviä säädöksiä.

<p>Palo- ja räjähdysvaaran torjunta</p> <ul style="list-style-type: none"> • ATEX-laitedirektiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 94/9/EY räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita ja suojajärjestelmiä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä • ATEX-työolosuhdedirektiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY vähimmäisvaatimuksista räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamalle vaaralle mahdollisesti alttiiksi joutuvien työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suoje- lun parantamiseksi • Seveso II-direktiivi eli Euroopan neuvoston direktiivi 96/82/EY vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta (Seveso III-direktiivi eli parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/18/EU vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta annettu 4.7.2012, kumoa Seveso II-direktiivin 1.6.2015)
<p>Painelaiteturvallisuus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Painelaitedirektiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 97/23/EY painelaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä • Kuljetettavat painelaitteet -direktiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/35/EU kuljetettavista painelaitteista
<p>Koneturvallisuus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konedirektiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta (uudelleenlaadittu)
<p>Sähköturvallisuus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pienjännitedirektiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/95/EY tietyllä jännitealueella toimivia sähkölaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä (kodifioitu toisinto) • EMC-direktiivi eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/108/EY sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä ja direktiivin 89/336/ETY kumoamisesta
<p>Työntekijän turvallisuuden varmistaminen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Työsuojelun puitedirektiivi eli Neuvoston direktiivi 1989/391/ETY toimenpiteistä työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden parantamisen edistämiseksi työssä
<p>Pelastustoimeen liittyviä kansallisia säädöksiä ovat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pelastuslaki (379/2011) • Valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (407/2011)

5.2 ATEX-laitedirektiivi

ATEX-laitedirektiivi (94/9/EY) asettaa vaatimukset räjähdysvaarallisissa tiloissa eli Ex-tiloissa käytettäväksi tarkoitetuille laitteille (Ex-laitteet). Tällaisia voivat olla esimerkiksi sähkölaitteet ja -komponentit sekä erilaiset mekaaniset laitteet, kuten pumput, vaihteistot jne. Mukaan luetaan myös näiden laitteiden räjähdysuojauksen kannalta tarpeelliset turva-, säätö- ja ohjauslaitteet, jotka voivat sijaita myös Ex-tilan ulkopuolella. ATEX-laitedirektiivi koskee laitteiden, suojausjärjestelmien ja tietyissä tapauksissa komponenttien markkinoille saattajia (valmistajia, maahantuojia ja jälleenmyyjiä) ja myös niitä, jotka valmistavat laitteen omaan käyttöönsä. Laitteiden käyttöönottoa ja käyttöä säätelevät ATEX-työolosuhdedirektiivin säädökset (ks. luku 5.3). (Tukes 2012)

Ex-laitteiden tulee täyttää ATEX-laitedirektiivin olennaiset turvallisuus- ja terveysvaatimukset. Yksi keino vaatimusten täyttämiseen on noudattaa laitteen suunnittelussa ja rakentamisessa mahdollisten yhdenmukaistettujen standardien mukaisia suunnittelu- ja valmistusperiaatteita sekä testausmenettelyjä. Kun laite on tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisissa tiloissa ja se täyttää direktiivissä määritellyt olennaiset turvallisuus- ja terveysvaatimukset, varustetaan laite CE-merkinnällä ja lisäksi laitteeseen on kiinnitettävä räjähdysuojauksen erityismerkintä. Se sisältää Ex-merkin sekä laitteen ryhmän, laiteluokan ja tarkoitettun käyttöympäristön osoittavat merkinnät. Ryhmän I laitteet on tarkoitettu sellaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa räjähdysvaara perustuu kaivoskaasuun ja/tai pölyyn. Ryhmään II kuuluvat muissa räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettut laitteet. Ryhmät on jaoteltu laiteluokkiin. Ryhmän I laitteet on jaettu kahteen laiteluokkaan (M1 ja M2) ja ryhmän II laitteet kolmeen eri laiteluokkaan (1, 2 ja 3). (Tukes 2012)

Laiteluokka määrittää laitteelta vaadittavan turvallisuustason lisäksi myös sen, minkälaista vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyä on sovellettava, ennen kuin tuote voidaan CE-merkitä ja saattaa EU:n markkinoille. Joissakin arviointimenettelyissä on mukana kolmas osapuoli, ilmoitettu laitos. Jos ilmoitettu laitos osallistuu tuotannon tarkastusvaiheeseen, CE-merkintään liitetään ilmoitetun laitoksen tunnusnumero (kuva 5).



Kuva 5. Esimerkki Ex-laitteen merkinnöistä (Tukes 2013 b).

Suomessa ATEX-laitedirektiivi on saatettu voimaan asetuksella räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä (917/1996) ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä räjähdysvaarallisiin ilmaseoksiin tarkoitetuista laitteista ja suojausjärjestelmistä (918/1996).

Soveltaminen polttokennosovellusten kohdalla

ATEX-laitedirektiiviä sovelletaan hyvin harvoin liikkuvien työkonoiden, stationäärisen sähköntuotantoyksiköiden ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmän muodostamille **teknisille kokonaisuuksille**. Edellä mainittuja järjestelmiä ei suunnitella, valmisteta, testata jne. niin, että **sovellukset kokonaisuutena täyttäisivät ATEX-laitedirektiivin olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset**. Koska kokonaisuus ei täytä direktiivin olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia, ei sovellusta kokonaisuutena myöskään varusteta CE-merkillä ATEX-laitedirektiivin nojalla. Laitteeseen tehtävä CE-merkintä perustuu muihin direktiiveihin esimerkiksi painelaitedirektiiviin ja/tai konedirektiiviin (ks. luvut 5.5 ja 5.7). Tarkastellun teknisen kokonaisuuden – esim. liikkuvan työkonoiden – **yksittäisten komponenttien tai laitteiden** tulee kuitenkin joissain tapauksissa olla CE-merkittyjä ATEX-laitedirektiivin perusteella.

ATEX-laitedirektiiviä sovellettaisiin tässä tarkasteltujen polttokennosovellusten muodostamille teknisille **kokonaisuuksille** ainoastaan siinä tapauksessa, että ko. sovellus kokonaisuutena olisi nimenomaisesti tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisessa tilassa. Käytännössä tällainen tulisi kyseeseen lähinnä jonkin liikkuvan työkonosovelluksen, kuten trukin kohdalla. Tänä päivänä on saatavilla niin diesel- kuin sähkökäyttöisiä trukkeja ja teknologioita, jotka mahdollistavat trukkien käyttämisen räjähdysvaarallisessa tilassa.

Vaikka tässä tarkasteltuja polttokennosovelluksia ei (edellä kuvattua tapausta lukuun ottamatta) kokonaisuutena varusteta CE-merkillä ATEX-laitedirektiivin nojalla, on laitesuunnittelijoiden ja muiden tahojen silti otettava huomioon ATEX-laitedirektiivin vaatimukset. Esimerkiksi liikkuvia työkonoiden koskevan konedirektiivin (2006/42/EY) liitteessä 1 on esitetty koneen suunnittelua ja rakentamista koskevat

olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Sen kohdassa "1.5.7 Räjähdyks" on seuraava vaatimus:

"Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, että vältetään kaikki räjähdysriskit, joita itse kone tai siinä tuotetut tai käytetyt kaasut, nesteet, pöly, höyryt tai muut aineet aiheuttavat."

Konedirektiivin soveltamisoppaan (2010) kohdassa 228 käsitellään em. vaatimusta. Siinä todetaan:

"Vaikka ATEX-(laite)direktiiviä ei sovelleta sellaisenaan koneesta itsestään aiheutuviin räjähdysriskeihin, koneen sellaiselle alueelle, jossa on räjähdysvaarallisen ilmaseoksen kertymisen riski, on asennettava ATEX-(laite)direktiivin vaatimukset täyttävät laitteet."

Edellä olevan perusteella vetyä käyttävää polttokennokäyttöistä liikkuvaa työkonetta suunniteltaessa ATEX-laitedirektiivin vaatimukset on otettava huomioon koneen sellaisilla alueilla, joissa on (koneesta itsestään johtuva) räjähdysvaarallisen ilmaseoksen kertymisen riski. Jos laitteiden asentamista näille alueille ei voida välttää, on käytettävä ATEX-laitedirektiivin vaatimukset täyttäviä laitteita. Käytännössä tämä tarkoittaa siis tilaluokituksen⁴ tekemistä koneen vetyä sisältäville osille (vetyssäiliö, vetyputkisto, varsinainen polttokenno jne.) ja Ex-luokitelluille alueille mahdollisesti sijoitettavien sähköisten ja mekaanisten laitteiden valintaa oikeasta Ex-laiteluokasta.

Jos polttokennokäyttöisen liikkuvan työkonetta Ex-luokitellulle alueelle olisi tarve asentaa sellainen sähköinen tai mekaaninen laite, jota ei ole markkinoilta saatavilla sopivasta laiteluokasta, tulee koneen suunnittelijan itse huolehtia siitä, että ko. laite täyttää ATEX-laitedirektiivin vaatimukset. Tällaisessa tapauksessa koneen suunnitteluun liittyvä tehtävä muuttuu oikeaan Ex-laiteluokan kuuluvan laitteen valinnasta suunnittelutehtäväksi, jossa tulee huomioida, että suunniteltu laite täyttää direktiivin olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset räjähdysriskin osalta.

Vastaavalla tavalla myös stationääristen sähköntuotantoyksiköiden ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmien kohdalla tulee ottaa huomioon, että näiden sovellusten sellaisille alueille, joissa on räjähdysvaarallisen ilmaseoksen kertymisen riski, asennetaan (jos asentamista ei voida välttää) ATEX-laitedirektiivin vaatimukset täyttävät laitteet. Em. laitevalintavaatimus näiden sovellusten kohdalla ei nouse konedirektiivistä kuten edellä (koska sovellukset eivät kuulu sen piiriin), vaan ATEX-työolosuhdedirektiivistä (ks. luku 5.3).

5.3 ATEX-työolosuhdedirektiivi

ATEX-työolosuhdedirektiivi (1999/92/EY) asettaa työntekijöiden turvallisuutta ja terveyden suojelua koskevat vähimmäisvaatimukset tiloissa ja tehtävissä, joissa

⁴ Tilaluokituksen tekemistä on tarkasteltu ATEX-työolosuhdedirektiivin yhteydessä luvussa 5.3.

työntekijät voivat joutua alttiiksi räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttamille vaaroille. Räjähdyskelpoisella ilmaseoksella tarkoitetaan normaalipaineisen ilman ja kaasun, höyryn, sumun tai pölyn muodossa olevien palavien aineiden seosta, jossa palaminen leviää syttymisen jälkeen koko palamattomaan seokseen.

Apex-työolosuhdedirektiivi koskee kaikkia niitä työnantajia, joiden työntekijät voivat joutua alttiiksi palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalle räjähdysvaaralle. Räjähdysvaaran ehkäisemiseen ja työntekijöiden suojeluun liittyviä velvollisuuksia ovat mm. räjähdysvaaran olemassaolon selvittäminen ja arviointi, räjähdysten estäminen ja suojautuminen, oikean laitteen valinta oikeaan tilaan, työntekijöiden perehdyttäminen ja räjähdysuojausasiakirjan laatiminen. (Tukes 2012)

Räjähdysvaaraa arvioitaessa toiminnanharjoittajan ja työnantajan on selvitettävä, onko työ- tai tuotantoprosessissa mukana palavia aineita, missä ja miten pitkiä aikoja mahdollinen räjähdyskelpoinen ilmaseos voi esiintyä ja voiko räjähdysvaarallinen ilmaseos joutua tekemisiin syttymislähteen kanssa. ATEX-työolosuhdedirektiivin mukaisesti ensisijainen keino räjähdysten estämiseksi on räjähdyskelpoisen ilmaseoksen muodostumisen estäminen. Jos muodostumista ei voida estää, on pyrittävä estämään syttyminen. Tämä voidaan saada aikaan suojatoimenpiteillä, joilla estetään syttymislähteiden esiintyminen tai vähennetään niiden esiintymisen todennäköisyyttä. Jos räjähdyskelpoisten ilmaseosten ja syttymislähteiden esiintymistä ei riittäväällä varmuudella voida estää, on toteutettava toimenpiteitä, joiden avulla räjähdysten vaikutuksia voidaan rajoittaa.

Suojaustoimenpiteiden laajuuden määräytymisperusteena käytetään tarkasteltavan tilan Ex-luokittelua, joka perustuu vaarallisen räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymisen todennäköisyyteen. Ex-tilan laitevalinnat on tehtävä ATEX-laitesäädöksissä määriteltyjen luokkien mukaisesti, jollei vaaran selvittämiseen ja sen merkityksen arviointiin perustuvassa räjähdysuojausasiakirjassa muuta todeta. Ex-laitteessa olevista merkinnöistä käy ilmi, mihin laiteluokkaan laite kuuluu ja millaisille aineille (palava aine, sen esiintymistodennäköisyys) laite sopii. Toiminnanharjoittajan ja työnantajan on laadittava räjähdysuojausasiakirja ennen laitoksen käyttöönottoa ja työn aloittamista. Räjähdysuojausasiakirjan tarkoitus on antaa yleiskuva vaaran arvioinnin tuloksista ja kohdetta koskevista teknisistä ja organisatorisista suojaustoimenpiteistä.

Suomessa ATEX-työolosuhdedirektiivi on saatettu voimaan valtioneuvoston asetuksella räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003) ja lailla vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005).

Soveltaminen polttokennosovellusten kohdalla

ATEX-työolosuhdedirektiivin vaatimukset liittyvät työntekijöiden suojeluun palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalta räjähdysvaaroilta. Valtioneuvoston asetusta 576/2003 sovelletaan myös yleisen turvallisuuden ylläpitämiseksi sekä henkilö- ja omaisuusvahinkojen estämiseksi siltä osin kuin räjähdyskelpoisten ilmaseosten aiheuttaman vaaran torjunnasta ei ole muualla säädetty. Asetuksessa työnantajalle asetetut velvollisuudet koskevat siis soveltuvin osin myös muuta

toiminnanharjoittajaa. Velvollisuuksilla tarkoitetaan esimerkiksi räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymismahdollisuuden arviointia, tilaluokitusta ja sen perusteella tehtäviä laitevalintoja.

ATEX-työolosuhtedirektiivin soveltamisen suhteen polttokennosovelluksia ja vedyn tankkausjärjestelmää on arvioitava sen mukaisesti, onko niiden yhteydessä räjähdysvaarallisia tiloja. Näillä tarkoitetaan tiloja, joissa voi esiintyä sellaisia määriä vaarallista räjähdyskelpoista ilmaseosta, että toimenpiteet henkilöiden suojaamiseksi räjähdysvaaralta ovat tarpeen. Onko jokin huone, sen osa tai muu tila (myös ulkona) räjähdysvaarallinen- eli Ex-tila, määräytyy räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymistodennäköisyyden perusteella. Palavien nesteiden ja kaasujen osalta räjähdysvaaralliseksi arvioidut tilat jaetaan tilaluokkiin sen mukaisesti, esiintyykö räjähdyskelpoinen ilmaseos

- jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein (tilaluokka 0)
- todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti (tilaluokka 1)
- normaalitoiminnassa epätodennäköisesti ja esiintyessään sen kestoaika on lyhyt (tilaluokka 2).

Edellä esitetyssä jaottelussa normaalitoiminnalla tarkoitetaan myös ei-toivottuja, mutta mahdollisia teknisiä häiriöitä sekä ennakoitavissa olevia vikatilanteita ja virheellistä käyttöä. Sen sijaan onnettomuuksien ja harvinaiseksi luokiteltävien rikkoutumisten ei katsota kuuluvan normaalitoimintaan.

Stationäärisen sähköntuotantoyksikön ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmän yhteydessä vetyvuoto säiliöistä, putkistoista tai muista laitteistoista on mahdollinen. Vuodon määrästä ja vuotokohtaan olosuhteista (esim. sekoittuminen, ilmanvaihto) riippuu, muodostuuko vuotokohtaan läheisyyteen räjähdyskelpoinen vety-ilmaseos. Näin ollen on noudatettava toiminnanharjoittajalle ja työnantajalle asetettuja velvoitteita, jotka liittyvät räjähdysvaaran ehkäisemiseen ja työntekijöiden suojeluun. Näitä ovat siis räjähdysvaaran olemassaolon selvittäminen, räjähdysten estäminen ja suojautuminen, Ex-luokiteltujen tilojen laitevalinnat, työntekijöiden perehdyttäminen ja räjähdysuojausasiakirjan laatiminen. (Tukes 2012)

ATEX-laitedirektiivin yhteydessä (luku 5.2) tarkasteltiin tilannetta, jossa polttokennokäyttöisessä liikkuvassa työkoneessa on koneesta itsestään johtuva räjähdysvaarallisen vety-ilmaseoksen kertymisen riski. Käytännössä tämä tarkoittaa em. tilaluokituksen tekemistä koneen vetyä sisältäville osille (esimerkiksi vetysäiliö, vetyputkisto ja varsinainen polttokenno) ja Ex-luokitelluille alueille mahdollisesti sijoitettavien sähköisten ja mekaanisten laitteiden valintaa oikeasta Ex-laiteluokasta.

5.4 Seveso-direktiivi

Nykyisen Seveso II -direktiivin (96/82/EY) ja uuden Seveso III -direktiivin (2012/18/EU) tavoitteena on torjua vaarallisista aineista aiheutuvia suuronnettomuuksia ja rajoittaa tällaisten onnettomuuksien haitallisia seurauksia. Direktiiveissä toiminnanharjoittajille asetetut velvoitteet määräytyvät toiminnan laajuuden mukaan. Tämä

määritellään käsiteltävien vaarallisten kemikaalien ominaisuuksien ja käsittelymäärän perusteella. (Seveso III -direktiivi kumoaa Seveso II -direktiivin 1.6.2015.)

Laitokset (esimerkiksi tuotantolaitokset ja varastot) on Seveso-direktiivissä jaettu ”alempaan tason laitoksiin” ja ”ylempään tason laitoksiin”, niissä olevien vaarallisten aineiden määrän mukaisesti. Direktiiviä sovelletaan laitoksiin, joissa vaarallisia aineita on vähintään niin paljon, että ”alempaan tason laitoksen” määrittely täyttyy. Ylemmän tason laitoksilla (turvallisuukselvityslaitokset) ja alemman tason laitoksilla (toimintaperiaateasiakirjalaitokset) on omat vaatimuksensa siitä, miten ne osoittavat tunnistaneensa suuronnettomuusvaarat ja varautuneensa niihin sekä millaiset periaatteet ja johtamisjärjestelmät niillä on turvallisen toiminnan varmistamiseksi.

Suomessa Seveso II -direktiivi on toimeenpantu asetuksella vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (59/1999) ja lailla vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005). Vuoden 2013 alusta Seveso II -direktiivin vaatimukset ovat sisältyneet valtioneuvoston asetukseen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (855/2012), joka on kumonnut asetuksen 59/1999 lähes kokonaan. Asetus 855/2012 sisältää kansallisia vaatimuksia myös sellaisille vaarallisten kemikaalien teollista käsittelyä ja varastointia harjoittaville laitoksille, joiden käsittelemien kemikaalien ominaisuudet ja määrät eivät edellytä Seveso II -direktiivin velvoitteiden täyttämistä.

Kansalliset velvoitteet määräytyvät sen mukaan, onko kysymys kemikaalien laajamittaisesta vai vähäisestä teollisesta käsittelystä ja varastoinnista. Toiminnan laajuus määritellään kemikaalien määrän ja vaarallisuuden perusteella. (Ainemäärärajat ovat alhaisempia kuin toimintaperiaateasiakirja- ja turvallisuusselvityslaitoksille). Laajamittaiseen käsittelyyn ja varastointiin liittyviä vaatimuksia ovat esim. lupamenettely, Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) määräaikaistarkastukset ja sisäinen pelastussuunnitelma. Vähäiseen käsittelyyn ja varastointiin liittyviä vaatimuksia ovat esim. ilmoitusmenettely ja pelastusviranomaisen tarkastus.

Soveltaminen polttokennosovellusten kohdalla

Seveso-direktiivin mukaiset velvoitteet toimintaperiaateasiakirjan tai turvallisuusselvityksen laatimisesta astuvat voimaan vasta todella suurien vetymäärien kohdalla (toimintaperiaateasiakirja viisi tonnia vetyä, turvallisuusselvitys 50 tonnia vetyä). Kansallisissa säädöksissä oleva vedyn laajamittaisen käsittelyn raja on kaksi tonnia ja vähäisen käsittelyn ilmoitusvelvollisuusraja on 100 kg.

Tarkasteltavista kohteista todennäköisesti vain vetytankkausasemalla saateetaan ylittää em. vähäisen käsittelyn ilmoitusvelvollisuusraja (100 kg vetyä), kun otetaan huomioon tankkausasemaan liittyvä vedyn varastointi. Tämä tarkoittaa, että toiminnanharjoittajan on tehtävä tankkausasemaa koskeva ilmoitus pelastusviranomaiselle. Ilmoituksessa on oltava toiminnanharjoittajan ja kohdetta koskevien perustietojen lisäksi mm. selvitys vedyn käsittelyyn ja varastointiin liittyvistä vaaroista ja onnettomuuksien mahdollisuuksista sekä selvitys palontorjunnan järjestelyistä ja muista onnettomuuksien varalta suunnitelluista toimenpiteistä. Myös tilapäisestä (enintään kuusi kuukautta) vähäiseksi luokiteltavasta toiminnasta on tehtävä vastaava ilmoitus. Esimerkiksi siirrettävä vetytankkausasema voi täyttää tilapäisen

toiminnan edellytykset. Vähäiseen teolliseen käsittelyyn ja varastointiin liittyvään ilmoitukseen vaadittavat selvitykset on yksityiskohtaisesti lueteltu asetuksen 855/2012 luvussa 4.

Vaikka polttokennosovellusten yhteydessä ei vedyn osalta ylitettäisi edes vähäisen käsittelyn ilmoitusrajaa, on silti aina noudatettava vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (390/2005) luvussa 2 olevia turvallisuusvaatimuksia. Näihin kuuluu esimerkiksi huolehtimisvelvollisuus, jonka mukaisesti toiminnanharjoittajan on kemikaalin määrä ja vaarallisuus huomioon ottaen noudatettava riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta onnettomuuksien estämiseksi. Luvussa 2 on myös laitteiden ja laitteistojen suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa sekä turvallisuuteen liittyviä tehtäviä koskevia yleisiä vaatimuksia. Vedyn (ja muiden palavien aineiden osalta) räjähdysten estämistä ja niiltä suojautumista koskevat yleiset turvallisuusvaatimukset täyttynevät, kun noudatetaan lain luvussa 4 esitettyjä periaatteita.

5.5 Painelaitedirektiivi

Painelaitedirektiivi (97/23/EY) on laadittu yhdenmukaistamaan painelaitteita koskevaa lainsäädäntöä EU:n jäsenvaltioissa. Direktiivin keskeisenä pyrkimyksenä on varmistaa EU:ssa valmistettavien ja myytävien painelaitteiden turvallisuus ja toisaalta helpottaa painelaitteiden markkinoille saattamista luomalla yhtenäiset puitteet painelaitteiden turvallisuuden varmistamiseksi.

Painelaitedirektiivi käsittelee erilaisissa teknisissä järjestelmissä olevan ylipaineen aiheuttamia vaaroja. Direktiiviä sovelletaan painelaitteisiin ja laitekokonaisuuksiin, joiden suurin sallittu käyttöpaine on yli 0,5 bar. Paineella tarkoitetaan direktiivissä painetta suhteessa ilmakehän paineeseen. (Tyhjö ilmaistaan siis negatiivisella arvolla.)

Painelaitteita ovat säiliöt, putkistot, höyryn tai ylikuumennetun veden tuotannon painelaitteet (höyry- ja kuumavesikattilat), varolaitteet ja paineenalaiset lisälaitteet. Painelaitteista kootaan laitekokonaisuuksia. Painelaitedirektiivissä kuvataan menettelyt painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnittelulle, valmistukselle ja vaatimustenmukaisuuden arvioinnille (Tukes 2003).

Painelaitteet ja laitekokonaisuudet jaetaan direktiivissä niiden suunnittelua ja valmistusta koskevien menettelyiden osalta kahteen ryhmään. Toiseen ryhmään kuuluvien painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava direktiivin olennaisia turvallisuusvaatimuksia. Niissä on oltava CE-merkintä, niiden mukana on toimitettava käyttöohjeet ja niistä on laadittava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. Toiminta-arvoiltaan (painetaso, tilavuus) vaatimattomampien painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava hyvää konepajakäytäntöä. Hyvän konepajakäytännön painelaitteisiin ja laitekokonaisuuksiin ei tule CE-merkintää, eikä niistä laadita EY-vaatimustenmukaisuusvakuutusta.

Painelaitteet, joiden suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava direktiivin olennaisia turvallisuusvaatimuksia, luokitellaan kasvavan riskin mukaan neljään

luokkaan (luokat I–IV). **Painelaitteiden luokittelu perustuu painelaitteen tyyppiin, painelaitteen suurimpaan sallittuun käyttöpaineeseen ja tilavuuteen tai nimellissuuruuteen, painelaitteen sisältämän aineen olomuotoon sekä painelaitteen sisältämän aineen vaarallisuuteen.** Painelaitteen kohdalla noudatettava vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely määräytyy sen mukaan, mihin luokista I–IV painelaite em. tekijöiden perusteella tulee luokitelluksi. Luokkien I–IV määrätymisperusteet (sekä myös hyvän konepajakäytännön luokan rajat) on esitetty yhdeksän erilaisen kuvan avulla direktiivin liitteessä II. Vastaavat kuvat on esitetty myös kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksen (938/1999) liitteen II kuvissa 1–9 (Tukes 2003).

Suomessa painelaitedirektiivi on pantu täytäntöön kauppaja- ja teollisuusministeriön painelaitteita koskevalla päätöksellä (938/1999). Painelaitteisiin liittyviä säädöksiä ovat myös painelaitelaki (869/1999), asetus painelaitelaissa tarkoitetuista tarkastuslaitoksista (890/1999) ja kauppaja- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta (953/1999).

Kauppaja- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta (953/1999) sisältää painelaitteiden käyttöä koskevat säädökset. Siinä määritellään mm.

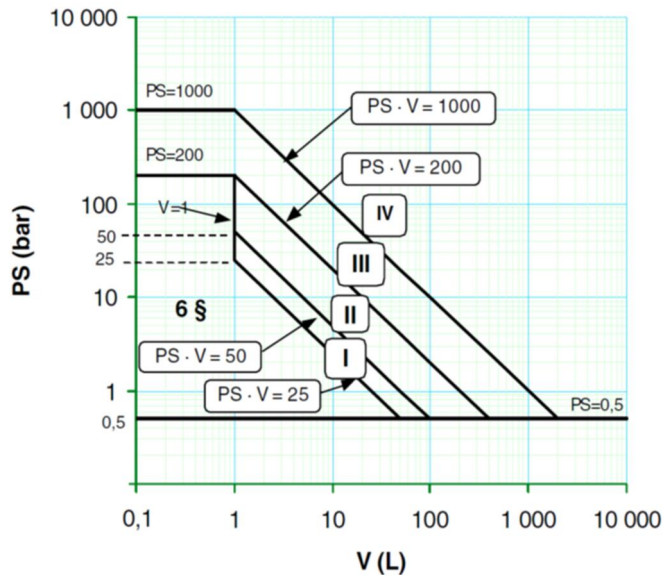
- painelaitteet, joiden sijoitussuunnitelman tarkastusta omistajan tai haltijan on pyydettävä tarkastuslaitokselta
- painelaitteet, jotka on rekisteröitävä
- rekisteröitäville painelaitteille tehtävien määräaikaistarkastusten suorittaminen tai niiden korvaaminen painelaitteen seurannalla tai kunnonvalvontajärjestelmällä.

Soveltaminen polttokennosovellusten kohdalla

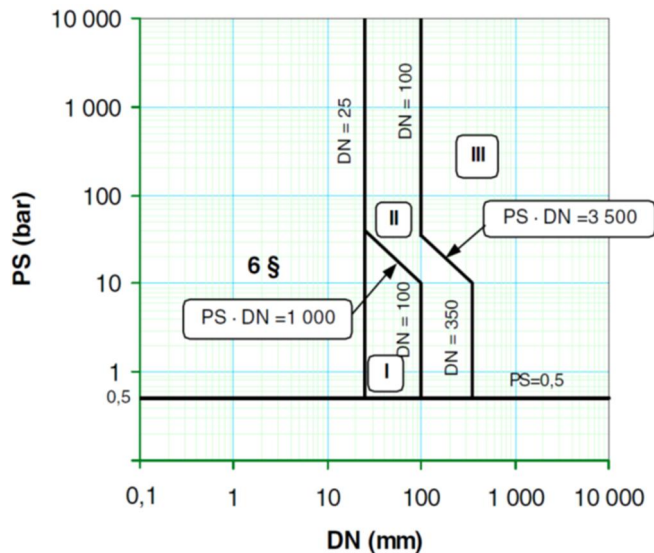
Kuvissa 6 ja 7 on esitetty painelaitteita koskevan kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksen (938/1999) liitteessä II esitetyistä kuvista ne, joista käy ilmi luokkien I–IV sekä hyvän konepajakäytännön luokan rajat säiliöille (kuva 6) ja putkistoille (kuva 7), kun painelaitteen sisältämä aine on kaasumaisessa muodossa ja aine kuuluu sisällön ryhmään 1 (vaaralliset fluidit).

Kuvissa 6 ja 7 käytetyllä merkinnällä PS tarkoitetaan suurinta sallittua käyttöpainetta [yksikkö bar], merkinnällä V (säiliön) tilavuutta [yksikkö l (= litra)] ja merkinnällä DN (putkiston) nimellissuuruutta (pyöristetty viitearvo) [yksikkö mm]. Suurimmalla sallitulla käyttöpaineella tarkoitetaan valmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua painetta, jolle laite on suunniteltu. Rajaviivat vaatimustenmukaisuuden arviointikuvissa 6 ja 7 osoittavat jokaisen luokan ylärajan.

Näiden vaatimustenmukaisuuden arviointikuvien perusteella selvitetään kaasumaista vetyä käytävien polttokennosovellusten osalta, onko painelaitteen täytettävä painelaitedirektiivissä esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset.



Kuva 6. Vaatimustenmukaisuuden arviointikuva säiliöille, jotka on tarkoitettu kaasuille ja joissa on ryhmään 1 kuuluva sisältö (KTMp 938/1999, liite II⁵).



Kuva 7. Vaatimustenmukaisuuden arviointikuva putkistoille, jotka on tarkoitettu kaasuille ja joissa on ryhmään 1 kuuluva sisältö (KTMp 938/1999, liite II).

⁵ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista 938/1999.

Polttokennosovelluksia on tässä julkaisussa tarkasteltu hyvin yleisellä tasolla. Käytettävissä ei ole ollut tietoja esimerkiksi sovelluksiin liittyvien säiliöiden ja/tai putkistojen painetasoista ja kokoluokista. Yleisesti ei voida sanoa, mihin luokkiin sovelluksissa olevat painelaitteet kuuluvat, vaan ratkaisu on tehtävä kunkin sovelluksen kohdalla tapauskohtaisesti. Seuraavassa esitettävät tulkinnot julkaisun aihepiiriin kuuluvien sovellusten ja painelaitedirektiivin välisestä suhteesta ovat lähinnä suuntaa antavia.

On myös huomattava, että julkaisun rajauksen mukaisesti on tarkasteltu ainoastaan kaasumaista vetyä käyttävien/käsittelyvien sovellusten ja painelaitedirektiivin suhdetta. Jos sovelluksessa käytetään joitain muita aineita polttoaineena tai käytettävä/käsiteltävä vety on nestemäisessä muodossa, jäljempänä esitetyt tulkinnot eivät päde. Tällöin tarkastellun sovelluksen mahdollinen kuuluminen painelaitedirektiivin soveltamisalaan ja tarve painelaitedirektiivin olennaisten turvallisuusvaatimusten noudattamiselle tulee selvittää erikseen.

Painelaitedirektiivin olennaisia turvallisuusvaatimuksia pitää tarkasteltavien sovellusten osalta noudattaa todennäköisesti ainakin liikkuvan työkoneen ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmän kohdalla. Liikkuvan työkoneen osalta on kuitenkin huomattava, että se kuuluu painelaitedirektiiviin soveltamisalaan vain, jos se ei kuulu ajoneuvojen tyyppihyväksyntää koskevien direktiivien (70/156/ETY, 74/150/ETY tai 92/61/ETY) soveltamisalaan. **Painelaitedirektiivin artiklan 1 kohdan 3.5 mukaan sen soveltamisalaan eivät kuulu ajoneuvojen toimintaan tarkoitettut laitteet, jotka on määritelty seuraavissa direktiiveissä ja niiden liitteissä:**

- Neuvoston direktiivi 70/156/ETY moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen tyyppihyväksyntää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä
- Neuvoston direktiivi 74/150/ETY pyörillä varustettujen maatalous- ja metsätraktoreiden tyyppihyväksyntää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä
- Neuvoston direktiivi 92/61/ETY kaksi- ja kolmepyöräisten ajoneuvojen tyyppihyväksynnästä.

Painelaitedirektiivin soveltamisohjeiden (2012) kohdassa 1/41 todetaan, että moottorikäyttöisiin trukkeihin kiinteästi asennetut nestekaasu- tai maakaasusäiliöt kuuluvat painelaitedirektiivin soveltamisalaan, koska moottorikäyttöinen truckki ei ole ajoneuvodirektiivin 70/156/ETY tarkoittama moottoriajoneuvo. Tämän perusteella myös luvussa 3.2 kuvatun kaltainen polttokennokäyttöinen liikkuva työkone todennäköisesti kuuluu painelaitedirektiivin soveltamisalaan ja mitä ilmeisimmin sen tulee täyttää painelaitedirektiivin liitteessä I esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset ainakin siihen kuuluvan korkeapaineisen vetysäiliön osalta.

Kuvan 6 perusteella säiliöt, jotka on tarkoitettu kaasuille ja joissa on ryhmään 1 kuuluva sisältö (kuten vety), luokitellaan säiliöiksi, joiden on täytettävä painelaitedirektiivin liitteessä I esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset säiliön koosta riippumatta silloin kun säiliön suurin sallittu käyttöpaine ylittää 200 bar. Liikkuvissa työkoneissa pyritään todennäköisesti käyttämään ainakin osin samoja vetysäiliökomponentteja kuin ajoneuvoissa, joten vetysäiliön painetasot ovat myös työko-

neiden kohdalla joko 700 tai 350 bar. Kuvan 7 mukaisesti vetysäiliöön liittyvän vetyputkiston tulee täyttää painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset, jos putkiston nimellissuuruus on suurempi kuin DN 25 ja suurin sallittu käyttöpaine on yli 0,5 bar.

Sähköntuotantoon tarkoitetun kaasumaista vetyä primäärisenä polttoaineenaan käyttävän stationäärisen polttokennosovelluksen (ks. luku 3.3) ja painelaitedirektiivin välinen suhde määräytyy muun muassa siitä, onko vedylle säiliö sovelluksen yhteydessä vai tuleeko vety putkilinjaa pitkin sovelluksen ulkopuolelta (esim. teollisuuden sivutuotevety) ja mikä on sovelluksen painetaso vetyjärjestelmän osalta. Jos polttokennosovellukselle on erillinen vedyn varastosäiliö, velvoite painelaitedirektiivin olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttämistä säiliön osalta määräytyy kuvan 6 mukaisesti. Kun säiliön suurin sallittu käyttöpaine ylittää 0,5 bar ja säiliön tilavuus on samanaikaisesti 50 litraa tai suurempi, olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttäminen tulee tarpeelliseksi. Säiliön koosta riippumatta kaasumaiselle vedylle tarkoitettujen säiliöiden tulee täyttää painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset, kun säiliön suurin sallittu käyttöpaine ylittää 200 bar.

Jos käytettävä vety tulee putkilinjaa pitkin sovelluksen ulkopuolelta, riippuu sovelluksen kuuluminen painelaitedirektiivin soveltamisalaan vetyjärjestelmän painetasosta ja järjestelmään kuuluvien putkien kokoluokasta. Vetyputkiston tulee täyttää painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset, jos putkiston nimellissuuruus on suurempi kuin DN 25 ja suurin sallittu käyttöpaine on yli 0,5 bar. Kuvan 7 perusteella vetyputkisto on painetasosta riippumatta painelaitedirektiivin ulkopuolella, jos putkiston nimellissuuruus on riittävän pieni eli enintään DN 25.

Kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmän eli vetytankkausaseman (ks. luku 3.4) ja painelaitedirektiivin välinen suhde on pitkälti samankaltainen kuin liikkuvan työkoneneen kohdalla. Vetytankkausaseman, siltä osin kuin se on luvussa 3.4 kuvattuna mukainen tekninen kokonaisuus, tulee mitä ilmeisimmin täyttää painelaitedirektiivin liitteessä I esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset ainakin siihen kuuluvan korkeapaineisen vetysäiliön (vetyvaraston) osalta. Kuten luvussa 3.4 on kuvattu, tankkausaseman kompressorit nostavat tankkausasemalle toimitetun vedyn paineen tankkauksen vaatimaan paineeseen, ja jotta tankkaus onnistuu, on paineen tankkausaseman vetyvarastoissa oltava selvästi korkeampi kuin ajoneuvon tankin maksimitäyttöpaine. Vedyn varastointipaine on 400–500 bar, kun ajoneuvon maksimitäyttöpaine on 350 bar ja 850–1 000 bar, kun maksimitäyttöpaine on 700 bar. Kuvan 6 mukaisesti kaasumaiselle vedylle tarkoitettujen säiliöiden tulee (koosta riippumatta) täyttää painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset, kun säiliön suurin sallittu käyttöpaine ylittää 200 bar.

Vetytankkausaseman tulee täyttää painelaitedirektiivin olennaiset turvallisuusvaatimukset vetysäiliöön liittyvän vetyputkiston (ml. letkut) osalta kuvan 7 mukaisesti, kun putkiston nimellissuuruus on suurempi kuin DN 25 ja suurin sallittu käyttöpaine on yli 0,5 bar. Mikäli vety toimitetaan tankkausasemalle kuljetettavissa kaasusäiliöissä, niitä koskee kuljetettavista painelaitteista annetun direktiivin (2010/35/EU) vaatimukset (ks. luku 5.6).

Kuten edellä on jo todettu, polttokennosovelluksia on tässä raportissa tarkasteltu yleisellä tasolla, eikä käytettävissä ole ollut tietoja esimerkiksi sovelluksiin liittyvien

säiliöiden ja/tai putkistojen painetasoista ja niiden kokoluokista. Tästä johtuen ei ole mahdollista antaa yksikäsitteisiä vastauksia myöskään siihen, koskevatko painelaitteiden käyttöä koskevat vaatimukset (esim. painelaitteen rekisteröintivelvoite tai sijoitussuunnitelman tarkastusvelvoite) sovelluksia vai ei. Seuraavassa on annettu sovelluskohteisiin liittyviä esimerkkejä, jotka koskevat painelaitteen rekisteröintiä ja sijoitussuunnitelman tarkastusta koskevia velvoitteita.

Painelaitteen rekisteröintivelvoite koskee korkeapaineisten vetysäiliöiden osalta todennäköisesti ainakin liikkuvaa työkonetta (silloin kun se ei kuulu ajoneuvojen tyyppihyväksyntää koskevien direktiivien soveltamisalaan, ks. edellä) sekä kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmää. Kauppa- ja teollisuusministeriön painelaiteturvallisuutta koskevan päätöksen 3 § mukaisesti painesäiliö tulee rekisteröidä silloin kun suurimman sallitun käyttöpaineen ja säiliön sisäpuolisen tilavuuden tulo ylittää 1 000 bar · L (säiliön sisältö ryhmään 1 kuuluva neste tai kaasu kuten vety). On todennäköistä, että mainittu raja 1 000 bar · L ylittyy em. sovellusten kohdalla.

Sähköntuotantoon tarkoitetun polttokennosovelluksen sisältämien painelaitteiden rekisteröintitarve riippuu mm. siitä, onko sovelluksessa sen käyttämälle vedylle säiliö vai tuleeeko vety putkilinjaa pitkin sovelluksen ulkopuolelta (esim. teollisuuden sivutuotevety). Jos sovelluksessa on kaasumaisen vedyn säiliö, on säiliö rekisteröitävä, jos säiliön suurimman sallitun käyttöpaineen ja säiliön sisäpuolisen tilavuuden tulo ylittää 1 000 bar · L. Jos sovelluksessa ei ole muita painelaitteita kuin putkisto, sovellusta ei ilmeisesti tarvitse rekisteröidä, koska putkistot on jätetty rekisteröintivelvoitteen ulkopuolelle (ks. KTMp 953/1999, 3 § kohta 13).

Sijoitussuunnitelman tarkastusvelvoite koskee esimerkiksi painesäiliöitä, joiden suurimman sallitun käyttöpaineen ja tilavuuden tulo ylittää 10 000 bar · L, ja putkistoja, joiden nimellisuuruus ylittää DN 50, silloin kun painesäiliö tai putkisto sijoitetaan käyttökohteeseensa sisätiloihin, yleisötiloihin tai yleisen kulkuväylän välittömään läheisyyteen. Velvoite koskee myös kuljetettavaa painelaitetta, jonka tai joiden yhteenkytetyin yhdistelmän tilavuus ylittää 450 L (ks. KTMp 953/1999 7 §). Täytyvätkö em. kriteerit julkaisun aihepiiriin kuuluvien sovellusten kohdalla vai eivät, tulee tarkastella tapauskohtaisesti. Tarkastelluista sovelluksista vetytankkausjärjestelmän vetysäiliöt ja myös mahdolliset kuljetettavat vetysäiliöt saattavat kuulua sijoitussuunnitelman tarkastusvelvoitteen piiriin.

5.6 Kuljetettavat painelaitteet -direktiivi

Kuljetettavista painelaitteista annetun direktiivin (2010/35/EU) tarkoitus on parantaa vaarallisten aineiden tie- ja rautatiekuljetuksiin hyväksytyjen painelaitteiden turvallisuutta. Kuljetettavien painelaitteiden turvallisuus ja vaatimustenmukaisuus varmistetaan menettelyissä, joita suorittavat tunnustetut tarkastuslaitokset.

Direktiivissä tarkoitettuihin kuljetettaviin painelaitteisiin tulee π -merkintä osoituksena siitä, että laite täyttää sitä koskevat vaatimukset. Suomessa nämä vaatimukset on annettu vaarallisten aineiden tie- ja rautatiekuljetuksia koskevissa säännöksissä (ks. liikenne- ja viestintäministeriön verkkosivut <http://www.lvm.fi/web/fi/vak/painelaitteet>).

Vedyn kuljetukseen liittyviä säädöksiä ei tässä yhteydessä tarkastella, koska vedyn tie- ja rautatiekuljetuksiin käytettävien painelaitteiden vaatimukset ovat käyttökohteesta riippumatta samat (ks. luvussa 2 esitetyt rajaukset).

5.7 Konedirektiivi

Euroopan talousalueella koneita koskevat tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettelyt määritellään konedirektiivissä 2006/42/EY. Konedirektiiviä on muutettu useampaan kertaan sen jälkeen kun se julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 1988. Nykyinen direktiivi on vuodelta 2006 ja sitä sovelletaan koneisiin sekä direktiivissä erikseen määritelyihin muihin tuotteisiin, kuten turvakomponentteihin, nostoapuvälineisiin, ketjuihin, köysiin ja vöihin sekä nivelakseleihin. Direktiivissä annettu koneen määritelmä on varsin moniosainen. Määritelmän keskeisimmän osan mukaan

”Koneella tarkoitetaan toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten.”

Määritelmässä mainitut ”voimansiirtojärjestelmä” ja ”liikkuva osa tai komponentti” ovat siis ne oleelliset tekijät, jotka tarkasteltavassa teknisessä kokonaisuudessa täytyy olla, jotta kokonaisuus täyttää direktiivin mukaisen koneen määritelmän. Koneen suunnittelua ja rakentamista koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset on esitetty konedirektiivin liitteessä 1.

Olennainen osa terveys- ja turvallisuusvaatimusten sisältöä on ko. kokonaisuuden alussa kohdassa *Yleiset periaatteet* esitetty ns. riskin arviointi -vaatimus. Sen mukaan koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on varmistettava, että suoritetaan riskin arviointi, jotta koneeseen sovellettavat terveys- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää. Kone on sen jälkeen suunniteltava ja rakennettava ottaen huomioon riskin arvioinnin tulokset. Suomessa konedirektiivi on saatettu voimaan valtioneuvoston asetuksella koneiden turvallisuudesta (400/2008).

Soveltaminen polttokennosovellusten kohdalla

Konedirektiiviä sovelletaan tässä tarkasteltujen polttokennosovellusten (liikkuvat työkoneet, stationäärinen sähköntuotanto) ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmän muodostamille teknisille kokonaisuuksille ainoastaan liikkuvien työkoneiden kohdalla. Vain polttokennokäyttöinen liikkuva työkone täyttää konedirektiivissä olevan koneen määritelmän ja sitä kautta kuuluu direktiivin soveltamisalaan.

Riippumatta liikkuvan työkoneen pääenergiälähteestä (polttokenno, dieselmootori) valmistajan tulee suunnitella ja valmistaa työkone kokonaisuutena niin, että konedirektiivissä esitetyt olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Tämän osoitukseksi työkonevalmistajan tulee varustaa työkone CE-merkinnällä

(konedirektiivin perusteella) sekä tehdä muut tarvittavat toimenpiteet (mm. vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja koneen teknisen tiedoston laatiminen).

Polttokennokäyttöisessä liikkuvassa työkoneessa olevan vetysäiliön ja vetyputkiston takia on erityisesti otettava huomioon konedirektiivin olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten kohdassa "1.5.7 Räjähdyks" esitetty vaatimus (vrt. luku 5.2):

"Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, että vältetään kaikki räjähdysriskit, joita itse kone tai siinä tuotetut tai käytetyt kaasut, nesteet, pöly, höyryt tai muut aineet aiheuttavat."

Konedirektiivin soveltamisoppaan (2010) kohdassa 228 todetaan:

"Vaikka ATEX-(laite)direktiiviä ei sovelleta sellaisenaan koneesta itsestään aiheutuviin räjähdysriskeihin, koneen sellaiselle alueelle, jossa on räjähdysvaarallisen ilmaseoksen kertymisen riski, on asennettava ATEX-(laite)direktiivin vaatimukset täyttävä laitteet."

Jos liikkuvan työkoneen alueelle, jossa on räjähdysvaarallisen ilmaseoksen kertymisen riski (koneesta itsestään johtuen), olisi tarve asentaa sähköinen tai mekaaninen laite, jota ei soveltuva Ex-laiteluokassa ole markkinoilta saatavissa, tulee koneen suunnittelijan itse huolehtia siitä, että ko. laite täyttää konedirektiivin olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Tällaisessa tapauksessa koneen suunnitteluun liittyvä tehtävä muuttuu pelkästä laitteen valinnasta oikeasta Ex-laiteluokasta suunnittelutehtäväksi, jossa tulee huomioda, että suunniteltu laite täyttää direktiivin olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset räjähdysriskin osalta (vrt. kohta 5.2).

Stationääriseen voimantuotantoon liittyvät polttokennosovellukset ja kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmät eivät kokonaisuutena kuulu konedirektiivin soveltamisalaan. Näin ollen konedirektiivissä esitettyjä olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia ei näiden sovellusten kohdalla ole tarpeen ottaa huomioon, eikä sovelluksia myöskään varusteta CE-merkinnällä konedirektiivin perusteella. On kuitenkin huomattava, että sovellusten yksittäiset osat tai komponentit (esim. vetytankkausaseman kompressorit) voivat olla CE-merkityjä konedirektiivin perusteella. Samoin voimantuotantoon liittyvä polttokennosovellus tai kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä voi kokonaisuutena tulla kuitenkin CE-merkityksi muiden direktiivien nojalla (esim. EMC-direktiivi tai pienjännitedirektiivi).

Edellä esitetty tulkinta siitä, että vetytankkausasema ei kokonaisuutena kuulu konedirektiivin soveltamisalaan, vastaa maa- ja biokaasun tankkausasemien tilannetta. Suunnitteluohjeessa maa- ja biokaasun tankkausasemille (Suomen kaasuyhdistys 2013) konedirektiiviä tai sen perusteella annettua valtioneuvoston asetusta koneiden turvallisuudesta (400/2008) ei mainita sovellettavana lainsäädäntönä.

5.8 Pienjännitedirektiivi

Pienjännitedirektiivin (2006/95/EY) tarkoituksena on asettaa Euroopan unionissa markkinoilla oleville, tietyllä jännitealueella toimiville sähkölaitteille vaatimukset siten, että ne eivät oikein käytettyinä, asennettuina ja huollettuina vaaranna henkilöiden, kotieläinten tai omaisuuden turvallisuutta. Siinä annettavat turvallisuus- ja

terveysvaatimukset koskevat kaikkia sähkölaitteesta aiheutuvia vaaroja (sähkö, mekaaninen, tulipalo, säteily ym.) (Simonen 2009).

Direktiiviä sovelletaan kaikkiin sähkölaitteisiin, jotka on suunniteltu käytettäviksi vaihtovirralla nimellijännitealueella 50–1 000 V (AC) ja tasavirralla nimellijännitealueella 75–1 500 V (DC) lukuun ottamatta tiettyjä direktiivissä lueteltuja sähkölaitteita, joita koskevat omat direktiivit (esimerkiksi räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät sähkölaitteet). Nimellijännitteellä tarkoitetaan syöttö- tai lähtöjännitettä, ei laitteen sisällä mahdollisesti esiintyviä jännitteitä (Tukes 2013 c).

Sähkölaitte-käsitettä ei määritellä direktiivissä, joten sitä tulkitaan sen kansainvälisesti tunnustetun merkityksen mukaisesti. IEC:n (International Electrotechnical Commission) sähkötekniisessä sanakirjassa International Electrotechnical Dictionary sähkölaitte määritellään seuraavasti (Guidelines...2001):

”Sähkölaitte on jokainen sähköenergian tuottamiseen, muuttamiseen, siirtämiseen, jakeluun tai käyttöön tarkoitettu laite (esimerkiksi koneet, muuntajat, mittalaitteet, suojalaitteet, johdot, lisälaitteet).”

Pienjännitedirektiivin turvallisuusvaatimusten pääkohdat on esitetty direktiivin liitteessä I. Ne käsittelevät suojausta sähkölaitteen aiheuttamien vaarojen varalta sekä suojausta sellaisilta vaaroilta, jotka voivat aiheutua ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta sähkölaitteeseen. Lisäksi ovat sähkölaitteen suunnittelua, rakentamista ja sähkölaitteeseen liittyviä merkintöjä koskevat vaatimukset.

Suomessa pienjännitedirektiivin vaatimukset sisältyvät sähköturvallisuuslakiin (410/1996), sähköturvallisuusasetukseen (498/1996) sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätökseen sähkölaitteiden turvallisuudesta (1694/1993).

Soveltaminen polttokennosovellusten kohdalla

Stationääriseen sähköntuotantoon ja liikkuvaan työkoneseen sisältyvät polttokennojärjestelmät muuttavat vedyn kemiallisen energian sähköenergiaksi, joten ne täyttävät edellä esitetyn sähkölaitteen määritelmän. Sovelluksissa käytettävät nimellijännitteet ovat tyypillisesti pienjännitedirektiivin tarkoittamalla nimellijännitealueella. Sovellukset siis kuuluvat pienjännitedirektiivin soveltamisalaan. Myös vedyn tankkausasemalla on laitteita ja järjestelmiä, jotka kuuluvat pienjännitedirektiivin soveltamisalaan.

Pienjännitedirektiivin soveltamisoppaassa (Guidelines...2001) on tarkasteltu pienjännitedirektiivin ja konedirektiivin suhdetta. Tarkastelluista sovelluksista tämä koskee liikkuvia työkoneita. Soveltamisoppaan kohdassa 31 todetaan:

”Koneen, jonka sähköjärjestelmä kuuluu pienjännitedirektiivin soveltamisalaan, on täytettävä pienjännitedirektiivin turvallisuusvaatimukset. Koneeseen tehtävä CE-merkintä perustuu kuitenkin kone-direktiiviin.”

Sähköturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia ei tässä yhteydessä tarkastella, koska ne eivät sovellusten osalta poikkea muiden yleisesti käytössä olevien kohteiden sähköturvallisuusvaatimuksista.

5.9 Sähkömagneettinen yhteensopivuus -direktiivi

EMC-direktiivillä 2004/108/EY (EMC eli electromagnetic compatibility) säännellään laitteistojen sähkömagneettista yhteensopivuutta. Laitteistolla tarkoitetaan mitä tahansa loppukäyttäjälle tarkoitettua laitetta tai kiinteää asennusta, joka voi aiheuttaa sähkömagneettisia häiriöitä tai jonka toimintaan sähkömagneettinen häiriö voi vaikuttaa.

EMC-direktiivi käsittelee ainoastaan laitteistojen sähkömagneettista yhteensopivuutta. Se ei ole turvallisuuteen liittyvä direktiivi, joten sitä ei tässä tarkastella. Sähkömagneettisen yhteensopivuuden turvallisuusnäkökohdat kuuluvat pienjännittdirektiivin soveltamisalaan (Guidelines...2001, Guide...2010).

EMC-direktiivi on saatettu osaksi Suomen lainsäädäntöä sähköturvallisuuslailla (410/1996) ja valtioneuvoston asetuksella sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1466/2007).

5.10 Työsuojelun puitedirektiivi

Työsuojelun puitedirektiivi (89/391/EY) asettaa yleiset, työpaikalla noudatettavat työsuojelun tavoitteet ja veloitteet. Lisäksi on muita työsuojeludirektiivejä, esimerkiksi

- Neuvoston direktiivi työpaikoille asetettavista turvallisuutta ja terveyttä koskevista vähimmäisvaatimuksista (89/654/ETY)
- Neuvoston direktiivi työntekijöiden työssään käyttämille työvälineille asetettavista turvallisuutta ja terveyttä koskevista vähimmäisvaatimuksista (89/655/ETY)
- Neuvoston direktiivi työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden suojelemisesta työpaikalla esiintyviin kemiallisiin tekijöihin liittyviltä riskeiltä (98/24/EY).

Työsuojeluun vaikuttavat myös direktiivit, joiden tarkoitus on taata tavaroiden vapaa liikkuvuus ja poistaa kaupan esteet. Keskeisesti työsuojeluun vaikuttava direktiivi on esimerkiksi konedirektiivi.

Suomessa työsuojelun puitedirektiiviä vastaa yleissäädöksenä työturvallisuuslaki (738/2002). Tarkempia säännöksiä työturvallisuuslain täytäntöönpanosta on annettu valtioneuvoston asetuksilla. Työsuojelun toteuttamiseen ja työturvallisuuden varmistamiseen liittyvät vaatimukset koskevat kaikkea työsuojelun perusteella tehtävää työtä. (Työterveyslaitos 2002)

5.11 Muita EU-säädöksiä

Moottoriajoneuvojen tyyppihyväksyntä

Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen hyväksymisestä on annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/46/EY. Sitä sovelletaan maantiekäyttöön

suunniteltujen ja rakennettujen ajoneuvojen ja tällaisia ajoneuvoja varten suunniteltujen ja rakennettujen järjestelmien, osien ja erillisten teknisten yksiköiden tyyppihyväksyntään. Tiettyjen muiden ajoneuvojen osalta tyyppihyväksyntä on valinnainen. Tällaisia ovat ajoneuvot, jotka on suunniteltu ja rakennettu käytettäväksi pääasiassa rakennustyömailla, louhimoissa, satamissa tai lentokentillä, sekä liikkuvat työkoneet.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa 79/2009 vahvistetaan vaatimukset moottoriajoneuvojen tyyppihyväksynnälle, siltä osin kuin käyttövoimana käytetään vetyä, sekä vetykomponenttien ja -järjestelmien tyyppihyväksynnälle. Asetuksessa vahvistetaan lisäksi vaatimukset tällaisten komponenttien ja järjestelmien asentamiselle. Käyttövoimajärjestelmänä voi olla polttomoottori tai polttokennojärjestelmä. Asetuksen 79/2009 täytäntöönpanosta on annettu komission asetus 406/2010.

Vaikka vaatimus tyyppihyväksynnästä ei liikkuvien työkoneiden osalta ole pakollinen, tarjoavat asetus 79/2009 sekä sen toimeenpanoa koskeva komission asetus 406/2010 arvokasta tietoa vetyä käyttävien liikkuvien polttokennosovellusten turvallisuuden varmistamiseen.

Tuoteturvallisuus

Yleisen tuoteturvallisuusdirektiivin (2001/95/EY) tavoitteena on, että tuotteet, joita kuluttajille tarjotaan myyntiin, ovat turvallisia käyttää eikä niistä aiheudu vaaraa. Tuoteturvallisuusdirektiivi ei koske tuoteryhmiä, joilla on omaa erityislainsäädäntöä. Jos erityislainsäädäntö ei anna riittävää suojaa, silloin sovelletaan tuoteturvallisuusdirektiiviä.

Tuoteturvallisuusdirektiivin turvallisuusvaatimukset koskevat elinkeinonharjoittajien valmistamia, myymiä tai maahantuomia tuotteita. Edellytyksenä on, että tuotetta tarjotaan kuluttajille, tuote on kuluttajien saatavilla ostoa varten tai tuote voi päätyä kuluttajien käyttöön. Tuotteet voivat olla uusia, käytettyjä tai uudistettuja. Säännökset koskevat kaikkia myyjiä riippumatta siitä, millä tavalla he tarjoavat tuotteita myyntiin. Tuoteturvallisuusdirektiivi ei koske ammattimaisessa käytössä olevia tuotteita.

5.12 Pelastustoimen kansallisia säädöksiä

Pelastuslain (379/2011) tavoitteena on parantaa ihmisten turvallisuutta ja vähentää onnettomuuksia. Lain tavoitteena on myös, että onnettomuuden uhatessa tai tapahduttua ihmiset pelastetaan, tärkeät toiminnot turvataan ja onnettomuuden seurauksia rajoitetaan tehokkaasti. Lain mukaisesti pelastussuunnitelma on laadittava kohteelle, joka on poistumisturvallisuuden tai pelastustoiminnan kannalta tavanomaista vaativampi tai jossa henkilö- tai paloturvallisuudelle, ympäristölle tai kulttuuriomaisuudelle aiheutuvan vaaran taikka mahdollisen onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen voidaan arvioida olevan vakavat. Pelastussuunnitelmassa on oltava selostus

- vaarojen ja riskien arvioinnin johtopäätelmistä
- rakennuksen ja toiminnassa käytettävien tilojen turvallisuusjärjestelyistä
- asukkaille ja muille henkilöille annettavista ohjeista onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä onnettomuus- ja vaaratilanteissa toimimiseksi
- mahdollisista muista kohteen omatoimiseen varautumiseen liittyvistä toimenpiteistä.

Pelastustoimesta annetussa valtioneuvoston asetuksessa (407/2011) on tarkemmin määritelty kohteet, joille pelastussuunnitelma on tehtävä. Velvoite koskee hyvin kattavasti erilaisia tiloja, kuten asuinrakennukset, teollisuus-, tuotanto- ja varastorakennukset, julkisia rakennuksia ja tiloja jne. Pelastussuunnitelma on laadittava myös kohteille, joissa vaarallisen kemikaalin vähäistä teollista käsittelyä ja varastointia saa harjoittaa vain tekemällä siitä vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden turvallisuudesta annetun lain (390/2005) 24 §:ssä tarkoitetun ilmoituksen. Vedyn osalta ilmoitusraja on 100 kg (ks. luku 5.4).

Monet kohteista, joissa sähköntuotantoon voisi ajatella käytettävän polttokennosovellusta, ovat jo lähtökohtaisesti velvollisia laatimaan pelastussuunnitelman. Vedyn käyttö on otettava yhtenä tekijänä huomioon pelastussuunnitelmaan liittyvässä vaarojen ja riskien arvioinnissa ja onnettomuuksiin varautumisessa. Vedyn ilmoitusraja 100 kg ylittyy todennäköisesti vedyn tankkausasemalla ja siihen liittyvällä vetyvarastolla, jolloin toiminnasta on tehtävä ilmoitus pelastusviranomaiselle ja myös laadittava pelastussuunnitelma.

Asetuksessa 407/2011 todetaan: Jos samaa kohdetta varten tulee muun lain kuin pelastuslain taikka toimivaltaisen viranomaisen antaman määräyksen nojalla laatia turvallisuus-, valmius- tai muu vastaava suunnitelma, erillistä pelastussuunnitelmaa ei tarvitse laatia, vaan vastaavat asiat voidaan koota mainittuun muuhun suunnitelmaan. Tästä on mainittava suunnitelmassa.

6. Polttokennosovelluksiin liittyviä standardeja

Luvussa tarkastellaan polttokennosovelluksia ja kaasumaisen vedyn tankkausta koskevia turvallisuuteen liittyviä standardeja ja standardinkaltaisia dokumentteja. Mukana on dokumentteja mm. seuraavilta kansainvälisiltä standardointi- ja toimialajärjestöiltä: International Organisation for Standardisation (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC), SAE International (aiempi Society of Automotive Engineers) ja European Industrial Gas Association (EIGA).

Käsiteltyjen standardien ja muiden dokumenttien joukko on rajattu julkaisun aihepiiriin perusteella liikkuvien polttokennosovellusten, stationäärisen sähköntuotannon ja kaasumaisen vedyn tankkauksen turvallisuuteen liittyviin dokumentteihin. Mukana on myös joitain polttokennoterminologiaan ja yleisesti vedyn käsittelyn turvallisuuteen liittyviä standardeja. Mukana on ajoneuvoja (vehicles) koskevia standardeja, koska polttokennokäyttöisiä liikkuvia työkoneita koskevia omia turvallisuusstandardeja ei toistaiseksi ole. Vaikka ajoneuvoja koskevat standardit on tarkoitettu tieliikenteessä käytettäville ajoneuvoille, voitaneen niitä soveltuvin osin käyttää hyväksi myös polttokennokäyttöisissä liikkuvissa työkonesovelluksissa. Pois on rajattu kuljetettavia kaasusäiliöitä ja tankattavan vedyn laatua koskevat standardit.

Tässä mainitut eivät suinkaan ole kattava esitys polttokennoja ja vedyn käyttöä koskevista turvallisuuteen liittyvistä standardeista. Niiden kehitys- ja päivitystyö on jatkuvaa, joten ajan tasalla olevat tiedot standardien ja ohjeiden voimassaolosta, päivityksistä versioista ja valmistelussa olevista uusista dokumenteista on syytä tarkistaa laatijoiden verkkosivuilta.

6.1 Eri tahojen julkaisemia turvallisuuteen liittyviä standardeja

International Organisation for Standardisation (ISO) julkaisee kansainvälisten ISO-standardien ohella myös muita dokumentteja, kuten ISO/PAS Publicly Available Specification, ISO/TS Technical Specification, ISO/TR Technical Report. ISON verkkosivuilla http://www.iso.org/iso/home/standards_development/deliverables-all.htm on kuvattu eri dokumenttien tarkoitus ja niiden hyväksymismenettelyt. ISON vetyyn ja vedyn käyttöön liittyvät dokumentit kuuluvat pääasiassa teknisen komitean

ISO/TC 197 Hydrogen technologies toimialaan. Polttokennoajoneuvoja koskevat dokumentit kuuluvat teknisen komitean ISO/TC 22 Road vehicles yhteydessä toimivan sähköisiä ajoneuvoja koskevan alakomitean ISO/TC 22/SC 21 toimialaan.

Myös International Electrotechnical Commission (IEC) julkaisee kansainvälisten standardien ohella dokumentteja, jotka tarjoavat taustatietoja ja ohjeita. Esimerkkejä näistä ovat Technical Specification (TS), Publicly Available Specification (PAS), Technical Report (TR). Dokumenttityypit on esitelty IEC:n verkkosivuilla <http://www.iec.ch/standardsdev/publications/>. Polttokennot kuuluvat IEC:n teknisen komitean TC105 Fuel cell technologies toimialaan.

SAE International julkaisee erityyppisiä ajoneuvoihin liittyviä standardeja ja teknisiä raportteja (esimerkiksi SAE Standards, SAE Recommended Practices ja SAE Information Reports) <http://www.sae.org/standardsdev/devprocess.htm>. Polttokennoajoneuvoihin liittyvän aineiston valmistelusta vastaa Fuel Cell Standards Committee. Kaasualan järjestöjä edustavat esimerkiksi Compressed Gas Association (CGA) <http://www.cganet.com/> ja European Industrial Gas Association (EIGA) <http://www.eiga.org/>. Molemmat julkaisevat erilaisia toimialansa turvallisuuteen liittyviä raportteja ja muuta aineistoa.

Laaja ja todennäköisesti melko kattava luettelo polttokennosovelluksia koskevista standardeista löytyy verkkosivustolta <http://www.fuelcellstandards.com/>. Siinä seurataan maailmanlaajuisesti vedyn käyttöön ja polttokennosovelluksiin liittyvien standardien tilannetta ja kehitystä. Fuel Cell Standards -sivustolla luetellut polttokennosovelluksia ja vetyinfrastruktuuria käsittelevät standardit (ja valmisteltavat standardit) on jaoteltu seuraavasti 1) Stationary Fuel Cell Applications, 2) Hydrogen & Fuel Cell Vehicle Applications, 3) Portable & Micro Fuel Cells, 4) Hydrogen Infrastructure ja 5) Miscellaneous. Mukana luetteloissa on niin kansainvälisten standardointijärjestöjen laatimia standardeja kuin eri maiden (esim. USA, Kanada, Japani, Korea ja Kiina) kansallisia standardeja.

Myös vuosina 2011–2013 toteutetun EU:n HyFacts-projektin sivustolta <http://www.hyfacts.eu/index.php> löytyy luettelo eri tahojen julkaisemista vetyturvallisuutta ja polttokennosovelluksia koskevista standardeista. HyFacts-projektin tavoitteena oli laatia ja jakaa vedyn energiakäytön turvallisuuteen liittyvää koulutusaineistoa esimerkiksi turvallisuudesta vastaaville viranomaistahoille.

Taulukkoon 4 on em. lähteistä ja standardointi- ja toimialajärjestöjen julkaisemista luetteloista valittu julkaisun aihepiiriin kuuluvia ja tarkasteltavien sovelluskohteiden kannalta keskeisiä turvallisuuteen liittyviä standardeja ja muita dokumentteja.

Taulukko 4. Tarkasteltavien polttokennosovellusten kannalta tärkeitä turvallisuuteen liittyviä standardeja.

International Organisation for Standardisation (ISO)
<ul style="list-style-type: none">• ISO/TS 15869 (2009): Gaseous hydrogen and hydrogen blends – Land vehicle fuel tanks• ISO/TR 15916 (2004): Basic considerations for the safety of hydrogen systems• ISO 17268 (2012): Compressed hydrogen surface vehicle refuelling connection devices• ISO/TS 20100 (2008): Gaseous hydrogen – Fuelling stations• ISO 23273-1 (2006): Fuel cell road vehicles – Safety specifications – Part 1: Vehicle functional safety*• ISO 23273-2 (2006): Fuel cell road vehicles – Safety specifications – Part 2: Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen• ISO 23273-3 (2006): Fuel cell road vehicles – Safety specifications – Part 3: Protection of persons against electric shock*• * kumottu, ei tietoa päivityksestä
International Electrotechnical Commission (IEC)
<ul style="list-style-type: none">• IEC/TS 62282-1 ed. 2.0 (2010): Fuel cell technologies – Part 1: Terminology• IEC 62282-2 ed. 2 (2012): Fuel cell technologies – Part 2: Fuel cell modules• IEC 62282-3-100 ed. 1 (2012): Fuel cell technologies – Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety• IEC 62282-4-101 Ed. 1.0 (laadinta käynnissä): Fuel cell technologies – Part 4-101: Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units – Fuel cell power systems for industrial electrically driven forklift trucks – Safety
Society of Automotive Engineers (SAE)
<ul style="list-style-type: none">• SAE J2574 (2011): Fuel Cell Electric Vehicle Terminology• SAE J2578 (2009): Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety• SAE J2579 (2013): Standard for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles• SAE J2600 (2012): Compressed Hydrogen Surface Vehicle Refueling Connection Devices• SAE J2601 (2010): Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles• SAE J2760 (2011): Pressure Terminology Used in Fuel Cells and Other Hydrogen Vehicle Applications• SAE J2799 (2007): 70 MPa Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fuelling Connection Device and Optional Vehicle to Station Communications• SAE J2990/1 (laadinta käynnissä): Gaseous Hydrogen and Fuel Cell Vehicle First and Second Responder Recommended Practice
European Industrial Gas Association (EIGA)
<ul style="list-style-type: none">• IGC Document 15/06: Gaseous Hydrogen Stations• IGC Document 75/07: Determination of Safety Distances

6.2 Katsaus standardien ja ohjeiden sisältöön

Taulukoissa 5–8 on lyhyesti esitelty standardien ja muiden dokumenttien keskeistä sisältöä, jotta lukija voi arvioida niiden merkitystä omiin tarkoituksiinsa. Monet standardeista ovat huomattavan laajoja, joten niiden sisällön yksityiskohtainen läpikäynti ei tässä yhteydessä ole mahdollista. Standardit on jaoteltu aihepiireittäin seuraavasti

- yleinen vety- ja polttokennoturvallisuus, terminologia
- liikkuvat polttokennosovellukset
- stationäärinen sähköntuotanto
- kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä ja yhteys tankattavaan ajoneuvoon.

Taulukko 5. Yleiseen vety- ja polttokennoturvallisuuteen sekä polttokennojen terminologiaan liittyviä standardeja.

<p>ISO/TR 15916 (2004): Basic considerations for the safety of hydrogen systems (61 sivua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentti (Technical report) käsittelee yleisesti vetyjärjestelmien turvallisuuskäsitteitä ja siinä on ohjeita niin kaasumaisen kuin nestemäisen vedyn turvalliselle käytölle. • Raportti ei keskity mihinkään tiettyyn sovellukseen tai vedyn käyttökohteeseen, vaan siinä tarkastellaan vedyn aineominaisuuksista ja tyypillisistä käyttöolosuhteista aiheutuvia vaaratekijöitä (syttyminen ja palaminen, räjähtäminen, lämpötila, paine, materiaalien vetyhaurastuminen, terveysvaikutukset) ja näihin liittyvien riskien hallintaa. • Liitteenä on tietoja vedyn aineominaisuuksista, palamis- ja räjähdysominaisuuksista sekä vetylaitteistojen materiaalivalinnoissa huomioon otettavista seikoista. • ISO/TR 15916 uudistus on käynnissä.
<p>IEC/TS 62282-1 ed. 2.0 (2010): Fuel cell technologies – Part 1: Terminology (72 sivua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teknisessä spesifikaatiossa esitetään polttokennoteknologiaan liittyvää terminologiaa ja polttokennosovellusten yhteydessä käytettäviä määritelmiä. • Dokumentissa on periaatekaaviot stationääriseen sähköntuotantoon tarkoitettusta polttokennosovelluksesta, kannettavasta ja mikroluokan polttokennosovelluksesta sekä polttokennoajoneuvosta.
<p>IEC 62282-2 ed. 2 (2012): Fuel cell technologies – Part 2: Fuel cell modules (82 sivua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardi esittää sekä korotetussa paineessa, että lähellä normaalipainetta toimivien polttokennomoduulien turvallisuuden ja toiminnan vähimmäisvaatimukset. Soveltamisalaan kuuluvat eri polttokennotyypit (PEM, PAFC, AFC, MCFC, SOFC). • Standardi koskee sellaisten vaarojen torjuntaa, jotka voivat aiheuttaa vahinkoa polttokennomoduulin ulkopuolella. • Standardissa on polttokennomoduuleja koskevat yleiset turvallisuuden varmistamisen ja suunnittelun periaatteet. Suunnitteluun liittyen standardissa on vaatimuksia koskien mm. vuotojen sekä syttymisen ja räjähtämisen estämistä, turvajärjestelmiä, putkistoja ja liitoksia, sähköisiä komponentteja ja järjestelmiä. Lisäksi standardi käsittelee polttokennomoduulien testausta, merkintää ja dokumentointia.

6. Polttokennosovelluksiin liittyviä standardeja

SAE J2574 (2011): Fuel Cell Electric Vehicle Terminology (12 sivua)
<ul style="list-style-type: none">Dokumentti (Information report) sisältää vetyä käyttäviä polttokennoajoneuvoja koskevaa terminologiaa ja määritelmiä. Se on tarkoitettu tueksi tahoille, jotka laativat vetyä käyttäviä polttokennoajoneuvoja koskevia standardeja ja muuta aineistoa esimerkiksi hyviä käytäntöjä kuvaavia ohjeita.
SAE J2760 (2011): Pressure Terminology Used in Fuel Cells and Other Hydrogen Vehicle Applications (10 sivua)
<ul style="list-style-type: none">Dokumentti määrittelee polttokennoajoneuvojen ja muiden vetyä käyttävien ajoneuvojen paineistettujen järjestelmien ja säiliöiden yhteydessä käytettävän terminologian.
SAE J2990/1 (laadinta käynnissä): Gaseous Hydrogen and Fuel Cell Vehicle First and Second Responder Recommended Practice
<ul style="list-style-type: none">Polttokennoajoneuvojen aiheuttamat vaarat onnettomuustilanteita hoitavalle pelastushenkilöstölle ja vaurioituneiden polttokennoajoneuvojen korjaajille poikkeavat perinteisiä polttonesteitä käyttävien ajoneuvojen aiheuttamista vaaroista. Polttokennoajoneuvojen kohdalla tulee varautua ajoneuvon sisältämän vedyn ja myös sähköjännitteen aiheuttamiin vaaroihin.Sähköajoneuvoihin liittyviä vaaroja on käsitelty dokumentissa SAE J2990 Hybrid and EV First and Second Responder Recommended Practice, mutta polttokennoajoneuvot eivät kuulu sen soveltamisalaan.

Taulukko 6. Liikkuviin polttokennosovelluksiin liittyviä standardeja.

ISO/TS 15869 (2009): Gaseous hydrogen and hydrogen blends – Land vehicle fuel tanks (41 sivua)
<ul style="list-style-type: none">Dokumentti (Technical specification) määrittelee vaatimukset ajoneuvojen korkeapaineisen kaasumaisen vedyn kevytrakenteisille (light-weight) polttoainesäiliöille. Standardi koskee ainoastaan kaasumaisen vedyn tai vetyseosten polttoainesäiliöitä.Vaatimuksia sovelletaan teräksestä, ruostumattomasta teräksestä, alumiinista ja ei-metallisista materiaalista valmistetuille polttoainesäiliöille, joiden suunnittelu ja valmistustapa soveltuu standardissa määriteltyyn tarkoitukseen.
ISO 23273-1 (2006): Fuel cell road vehicles – Safety specifications – Part 1: Vehicle functional safety
<ul style="list-style-type: none">Standardi on kumottu 3.7.2012, saatavilla ei ole tietoa standardin päivittämisestä http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics.htmStandardi määritteli polttokennoajoneuvoja koskevat henkilöiden ja ympäristön suojaamista koskevat olennaiset turvallisuusvaatimukset, jotka liittyvät polttokennojärjestelmään ja sen toimintaan.

<p>ISO 23273-2 (2006): Fuel cell road vehicles – Safety specifications – Part 2: Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen (6 sivua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardi määrittelee polttokennoajoneuvoja koskevat oleelliset vaatimukset, jotka liittyvät henkilöiden ja ympäristön suojaamiseen vedystä aiheutuilta vaaroilta niin ajoneuvon sisällä kuin sen ulkopuolella. Standardia sovelletaan vain kaasumaista vetyä käyttäviin polttokennoajoneuvoihin. • Standardin vaatimukset koskevat ajoneuvon normaalia toimintaa ja myös toimintaa yksittäisen vikatilanteen vallitessa. Standardi ei koske polttokennoajoneuvojen valmistusta, huoltoa ja korjausta. • ISO 23273-2 uudistus on käynnissä.
<p>ISO 23273-3 (2006): Fuel cell road vehicles – Safety specifications – Part 3: Protection of persons against electric shock</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardi on kumottu 3.7.2012, saatavilla ei ole tietoa standardin päivittämisestä http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics.htm • Standardi määritteli olennaiset turvallisuusvaatimukset koskien henkilöiden ja ympäristön suojaamista polttokennoajoneuvojen aiheuttamilta sähköisiltä vaaroilta.
<p>IEC 62282-4-101 Ed. 1.0 (laadinta käynnissä): Fuel cell technologies – Part 4-101: Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units – Fuel cell power systems for industrial electrically driven forklift trucks – Safety</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardi määrittelee turvallisuusvaatimukset polttokennojärjestelmälle, joka on tarkoitettu teollisuudessa käytettävän sähkötrukin voimanlähteeksi. • Standardia sovelletaan vetyä tai metanolia käyttäville polttokennojärjestelmille trukeissa, joiden polttoainesäiliö on kiinteästi asennettu. • Standardia sovelletaan polttokennojärjestelmille, joiden jännitetaso ei ylitä 150 V (DC). • Polttokennojärjestelmät, jotka on tarkoitettu toimimaan räjähdysvaarallisissa tiloissa (Ex-tilat) eivät kuulu standardin soveltamisalaan.
<p>SAE J2578 (2009): Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety (63 sivua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentti (Recommended Practice) sisältää teknisiä ohjeita, jotka koskevat polttokennojärjestelmän, polttoainesäiliön ja sähköjärjestelmän turvallista integrointia polttokennoajoneuvossa. Tavoitteena on antaa suuntaviivat tieliikenteessä käytettävien polttokennoajoneuvojen suunnittelua varten. • <i>Vaikka ohjeet on tarkoitettu tieliikenteessä käytettäville ajoneuvoille, voidaan niitä soveltuvin osin käyttää hyväksi myös polttokennokäyttöisissä liikkuvissa työkonsovelluksissa.</i>
<p>SAE J2579 (2013): Standard for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardi määrittelee ajoneuvoissa käytettävien vetysäiliöiden ja vedyn käsittelyjärjestelmän suunnittelu-, valmistus-, käyttö- ja kunnossapitovaatimukset. • Ajoneuvon vetysäiliön ja vetyjärjestelmän törmäyksenkesto ei kuulu standardin soveltamisalaan, vaan ne kuuluvat standardin SAE J2578 soveltamisalaan.

6. Polttokennosovelluksiin liittyviä standardeja

SAE J2919 (valmisteilla) Compressed Hydrogen Fuel Systems in Fuel Cell Powered Industrial Trucks

- Dokumentin tarkoituksena on määritellä teollisuustrukkien vetyjärjestelmien suunnittelu, valmistusta, käyttöä ja kunnossapitoa koskevat vaatimukset.
- Standardi määrittelee polttokennojärjestelmissä paineistettua vetyä varastoivien ja käyttävien järjestelmien vaatimukset. Sen laadinta on nähty tarpeelliseksi, koska paineistettua vetyä käytetään yhä enemmän teollisuuden liikkuvissa sovelluksissa, mutta niitä koskevia turvallisuusstandardeja ei ole.

Taulukko 7. Stationääriseen sähköntuotantoon liittyviä standardeja.

IEC 62282-3-100 (2012): Fuel cell technologies, Stationary fuel cell power systems – safety (75 sivua)

- Standardia sovelletaan stationääriseen sähköntuotantoon tarkoitettuihin polttokennosovelluksiin, joita käytetään luokittelemattomissa tiloissa. Standardi tarkastelee stationäärisiin polttokennojärjestelmiin liittyviä oleellisia vaaroja, vaaratilanteita ja -tapahtumia, jotka ovat mahdollisia, kun järjestelmää käytetään tarkoitettulla tavalla ja tarkoitetuissa olosuhteissa.
- Standardissa käsitellään turvallisuusvaatimuksia ja suojaustoimenpiteitä, jotka liittyvät esimerkiksi käyttöolosuhteisiin, materiaalivalintoihin, paineellisiin järjestelmiin, säätö- ja suojausjärjestelmiin, palo- ja räjähdysvaaroihin, sähköturvallisuuteen, käyttöhyödykkeisiin sekä asennukseen ja kunnossapitoon. Lisäksi tarkastellaan järjestelmän testausvaatimuksia.

Taulukko 8. Kaasumaisen vedyn tankkaukseen liittyviä standardeja.

ISO/TS 20100 (2008): Gaseous hydrogen – Fuelling stations (47 sivua)

- Dokumentti (Technical specification) määrittelee ulkotiloihin sijoitettaville, ajoneuvojen käyttöön tarkoitettuille kaasumaisen vedyn tankkausasemille asetettavat vaatimukset. Asuin- ja kotikäyttöön tarkoitettujen kaasumaisen vedyn tankkaussovellukset eivät kuulu soveltamisalaan.
- Dokumentti käsittelee mm. tankkausaseman suunnittelun turvallisuusvaatimuksia, vedyn toimitustapoja, tankkausaseman päälaitteita ja toiminnan valvontaa, tankkausaseman lay-out-suunnittelua ja turvaetäisyyksiä, palo- ja räjähdysvaaran torjuntaa sekä tarvittavia hälytys- ja turvajärjestelmiä.

ISO 17268 (2012): Compressed hydrogen surface vehicle refuelling connection devices (35 sivua)

- Standardi koskee kaasumaista vetyä käyttävän ajoneuvon tankkausliitännän suunnittelua sekä turvallisuutta ja toimintaa koskevia ominaisuuksia. Tankkausliitännällä tarkoitetaan yhteyttä, joka muodostuu ajoneuvon vetysäiliön ja tankkausaseman annosteluosuuttimen välille.
- Standardia sovelletaan seuraaviin tankkausliitännöihin:
 - H11: 11 MPa ja 15 °C
 - H25: 25 MPa ja 15 °C
 - H35: 35 MPa ja 15 °C
 - H35HF: 35 MPa ja 15 °C (high flow)
 - H70: 70 MPa ja 15 °C.
- Tankkausliitäntä sallii tankkauksen vain asemilla, joilla vedyn paine on korkeintaan ajoneuvon polttoainejärjestelmän toimintapaine. Liitäntä estää ajoneuvon tankkaamisen myös vedyn ja maakaasun seoksella.

SAE J2600 (2012): Compressed Hydrogen Surface Vehicle Refuelling Connection Devices

- Dokumentti koskee kaasumaista vetyä käyttävän ajoneuvon tankkausliitännän ja -suuttimen sekä vetysäiliön suunnittelua ja testausta. Sitä sovelletaan seuraaviin tankkausliitäntöihin:
 - H11: 11 MPa ja 15 °C,
 - H25: 25 MPa ja 15 °C,
 - H35: 35 MPa ja 15 °C,
 - H70: 70 MPa ja 15 °C.
- Tankkausyhteiden ja -suuttimien sekä vetysäiliöiden on täytettävä kaikki SAE J2600 vaatimukset ja testit ollakseen SAE J2600 yhteensopiva.
- Vrt. ISO standardi ISO 17268 (2012).
- Dokumentin piirrosta koskevaa päivitystä on ehdotettu.
<http://www.fuelcellstandards.com/2.1.7.2.htm>

SAE J2601 (2010): Fuelling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles (54 sivua)

- Dokumentti asettaa turvarajat ja suorituskyvyvaatimukset kaasumaisen vedyn tankkaukselle. Dokumentissa on kriteerit vedyn korkeimmalle sallitulle lämpötilalle annostelusuuttimessa, maksimivirtausmäärälle, suurimmalle sallitulle paineen nousunopeudelle ja muille toimintasuureille, jotka liittyvät tankkausasemalla olevaan vedyn jäähdytyskapasiteettiin.
- Dokumentissa käsitellään sekä tiedonsiirrolla varustettu tankkaus (communication fueling) että ilman tiedonsiirtoa oleva tankkaus (non-communication fueling). Näistä ensimmäisessä tankattava ajoneuvo lähettää tankkauksen kannalta merkityksellistä tietoa vedyn annostelujärjestelmälle. Dokumentti määrittelee tiedonsiirron, jonka avulla tankkaustapahtuma optimoidaan.
- Uudistus on käynnissä. Osa standardin SAE J2799 (2007) sisällöstä sulautetaan päivitettyyn version (ks. alla SAE J2799).

SAE J2799 (2007): 70 MPa Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fuelling Connection Device and Optional Vehicle to Station Communications

- Standardin sisältö sulautetaan dokumentteihin SAE J2600 ja SAE J2601, minkä jälkeen standardi kumotaan vuonna 2013. Lähde:
<http://www.fuelcellstandards.com/2.1.7.2.htm>

7. Lisäselvitystarpeita

Edellä on tarkasteltu, miten EU-direktiivit ja Suomen kansalliset säädökset koskevat tiettyjä polttokennosovelluksia (liikkuvat työkoneet, stationäärinen sähköntuotanto) ja kaasumaisen vedyn tankkausta. Tavoitteena on ollut antaa yleiskuva siitä, mitä polttokennosovellusten suunnittelijoiden, valmistajien, maahantuojien ja käyttäjien tulisi ottaa huomioon, jotta sovellukset ja vedyn tankkausjärjestelmät olisivat asetettujen turvallisuusvaatimusten mukaisia.

Tarkastelun yhteydessä ei ole arvioitu, monelleko suomalaiselle valmistajalle, maahantuojalle, toiminnanharjoittajalle tai muulle taholle polttokennoja koskevien säädösten ja turvallisuusvaatimusten tunteminen on tällä hetkellä ajankohtaista. Myöskään sitä ei ole arvioitu, miten tilanne tulevaisuudessa tulee mahdollisesti muuttumaan. Tarve polttokennosovelluksia ja vedyn tankkausta koskevien turvallisuusvaatimusten tuntemiseen, niitä koskevaan kouluttamiseen ja valvontaan lisääntyy, jos polttokennosovellusten määrä Suomessa kasvaa. Nähtäväksi jää, miten asetetut päästöjen vähennystavoitteet vaikuttavat esimerkiksi polttokennoajoneuvojen yleistymiseen Keski-Euroopassa, ja miten ja millä aikataululla tämä kehitys heijastuu Suomeen.

Julkaisussa ei ole tarkasteltu yleisessä tieliikenteessä käytettäviä ajoneuvoja koskevia turvallisuusvaatimuksia. Näiden vaatimusten ja esimerkiksi painelaitedirektiivin vaatimusten välisen suhteen selvittäminen voi jatkossa kuitenkin olla tarpeellista. Näin on muun muassa sen vuoksi, että esimerkiksi polttokennokäyttöisten työkoneiden valmistajat pyrkivät todennäköisesti käyttämään tieliikenteessä käytettävien ajoneuvojen komponentteja (esim. vetysäiliöitä), jos se vain on mahdollista. Viranomaisilta kaivataan kannanottoa esimerkiksi siihen, voidaanko liikkuvassa työkoneessa käyttää tieliikenteessä käytettäviin ajoneuvoihin tyyppihyväksytyjä vetysäiliöitä ja täyttävätkö ne sellaisenaan tai joillakin ehdoin painelaitedirektiivin vaatimukset. Samoin tarvitaan tietoa siitä, miten ja miltä osin työkoneen vetysäiliö kuuluu painelaitteiden käyttöä koskevien säädösten piiriin.

Julkaisussa käsitettä polttokennokäyttöinen liikkuva työkone on käytetty hyvin yleisessä merkityksessä, eikä työkoneen toimintaympäristöä ja käyttöpaikkaa ole rajattu. Polttokennokäyttöisen työkoneen suunnittelun yhteydessä on tarkemmin arvioitava esimerkiksi käyttöpaikan (ulkotilat, sisätilat, maanalaiset tilat, erityistilat) mahdollisesti asettamia vaatimuksia ja erityissäädöksiä. Esimerkiksi satamassa käytettäviä polttokennokäyttöisiä työkoneita voivat koskea laivojen lastitilojen

erityisvaatimukset. Erityiskohteisiin mahdollisesti liittyviä säädöksiä ei ole tarkasteltu. Polttokennosovellusten yleistyminen voi tuoda esiin turvallisuusvaatimuksiin ja turvallisuuden valvontaan liittyviä täsmennystarpeita. Nämä voivat kohdistua säädöksiin ja viranomaisvaatimuksiin sekä turvallisuutta valvovien tahojen työnjatkoon. Näiden tarpeiden ennakoitiin tässä yhteydessä ole ollut mahdollista, koska polttokennosovelluksia ja vedyn tankkausta on tarkasteltu hyvin yleisellä tasolla.

Vedyn jakelu- ja tankkausinfrastruktuurin luominen on edellytys kaikkien liikkuvien polttokennosovellusten käytölle. Todennäköistä on, että Suomeen tulee ensivaiheessa erityis- ja esittelykäyttöön tarkoitettuja polttokennoajoneuvoja. Niiden tankkaus voidaan hoitaa muutamien asemien verkostolla. Vetyä käyttävien ajoneuvojen mahdollinen yleistyminen tuo tarpeen vetytankkausverkoston laajentamiseen pääväylien yhteyteen. Samoin lisääntyy tarve myös asiantuntevalle ajoneuvojen huolto-, kunnossapito- ja katsastustoiminnalle ja niihin liittyvälle koulutukselle. Polttokennoajoneuvoihin ja vetytankkausverkoston turvallisuuteen liittyvän koulutuksen ja ohjeistuksen laatimisen yhteydessä kannattaisi hyödyntää esimerkiksi maakaasuajoneuvoista ja -tankkausverkostosta saatuja kokemuksia.

Vedyn käytöstä on pitkäaikainen kokemus teollisuusympäristössä, mutta kokemuksia sen käytöstä ajoneuvojen tai kotitalouksien sähkön- ja/tai lämmöntuotannon energialähteenä ei ole. Vedyn käytön mahdollinen lisääntyminen näissä kohteissa asettaa vaatimuksia turvallisuus- ja pelastustoimesta vastaaville viranomaisille. Vetyä käyttävien polttokennosovellusten yleistyessä pelastushenkilöstö kaipaa valtakunnallisesti yhdenmukaista ohjeistusta esimerkiksi siitä, miten toimitaan polttokennoajoneuvojen onnettomuustilanteissa ja miten arvioidaan vedyn vähäistä käyttöä koskevia ilmoituksia. Polttokennosovellusten ja vedyn käytön lisääntyminen tuo tarpeen myös suurelle yleisölle ja kuluttajille suunnatulle turvallisuustiedottamiselle.

Lähteet

- CE-merkintä – avain Euroopan markkinoille. [verkkodokumentti]. 2013. [Viitattu 8.2.2013]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/cemarking/downloads/ce_leaflet_economic_operators_fi.pdf.
- EU arjessa [verkkodokumentti]. 2013. CE-merkintä: tuote vastaa vaatimuksia. [Viitattu 4.3.2013]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779_fi.htm.
- Fuel cell today [verkkodokumentti]. 2013. [Viitattu 4.1.2013]. Saatavissa: <http://www.fuelcelltoday.com/about-fuel-cells/technologies/pemfc>.
- Fuel Cell Electric Vehicles: Turns in the Road [verkkodokumentti]. 2013. [Viitattu 25.5.2013]. Saatavissa: http://www.fuelcelltoday.com/media/1844538/13-02-13_fcev_turns_in_the_road.pdf.
- Guide [verkkodokumentti]. 2010. Guide for the EMC Directive 2004/108/EC. [Viitattu 4.4.2013]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/electrical/files/emc_guide_updated_20100208_v3_en.pdf.
- Guidelines [verkkodokumentti]. 2001. Guidelines on the application of Council directive 73/23/EEC. [Viitattu 4.4.2013]. Saatavissa <http://www.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/pdf/lvd-guidelines.pdf>.
- IEC/TS 62282-1. 2010. Fuel cell technologies – Part 1: Terminology. International Electrotechnical Commission. 72 s.
- Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas, toinen painos. [verkkodokumentti]. 2010. [Viitattu 8.2.2013]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guide-appl-2006-42-ec-2nd-201006_fi.pdf.
- Koneturvallisuus. Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. 2008. Tampere: Työsuojeluhallinto. 24 s. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 16) ISBN 978-952-479-084-0. Saatavissa: http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2008/12/tso_16-2009.pdf.
- Kotivuori, H.-M. ja Uotila, S. 2012. Lainlaatijan EU-opas. Kansallisten säädösten valmistelua koskevat ohjeet. Helsinki: Oikeusministeriö. 66 s. (Selvityksiä ja ohjeita 11/2012). Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-259-170-8>.
- Painelaitedirektiivin 97/23/EY soveltamisohjeet. [verkkodokumentti]. 2012. [viitattu 15.5.2013]. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/direktiivit/Ped_soveltamisohjeet_5_2012.pdf.

- Simonen, S. 2009. Sähkölaitteiden ja -tarvikkeiden turvallisuus Suomessa. Helsinki: Turvatekniikan keskus. 56 s. (Tukes-julkaisu 4/2009). Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/4_2009.pdf.
- Standardit ja standardisointi. 2013. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS. 39 s. (SFS-käsikirja 1). ISBN 978-952-242-166-1. Saatavissa: http://www.sfs.fi/files/83/KK_1_2012.pdf.
- Suomen kaasuyhdistys [verkkojulkaisu]. 2013. Suunnitteluohje maa- ja biokaasun tankkausasemille. [Viitattu 3.4.2013]. Saatavissa http://www.maakaasu.fi/sites/default/files/pdf/oppaat/Maakaasu_tankkausasemaohje.pdf.
- The Industry Review 2012 [verkkodokumentti]. 2012. Fuel cell today. [Viitattu 4.1.2013]. Saatavissa: <http://www.fuelcelltoday.com/analysis/industry-review/2012/the-industry-review-2012>.
- Tukes 2003. Painelaitteet. Helsinki: Turvatekniikan keskus. 16 s. (Tukes-opas). Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esitteet_ ja_ oppaat/painelaitteopas.pdf.
- Tukes 2012. ATEX Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus. Helsinki: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). 20 s. ISBN 978-952-5649-42-0 (pdf). Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ ja_ oppaat/ATEX_opas.pdf.
- Tukes [verkkodokumentti]. 2013. CE-merkintä. [Viitattu 8.2.2013]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/CE-merkki/>
- Tukes [verkkodokumentti]. 2013 b. Lisätietoa ATEX-direktiivistä. [Viitattu 8.5.2013]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko- ja- hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden- vaatimukset/ATEX--Rajahdyksivaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/>
- Tukes [verkkodokumentti]. 2013 c. LVD-sähköturvallisuus. [Viitattu 8.2.2013]. Saatavissa <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko- ja- hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden- vaatimukset/LVD-sahkoturvallisuus/>.
- Työterveyslaitos 2002. Työturvallisuuslaki, soveltamisopas. Helsinki: Työterveyslaitos. 128 s. ISBN 951-802-512-6.
- Ulkoasiainministeriö [verkkodokumentti]. 2013. Euroopan unionin oikeudelliset kysymykset. [Viitattu 8.2.2013]. Saatavissa: <http://formin.finland.fi/public/default.aspx?nodeid=15625&contentlan=1&culture=fi-FI>.

Lisätietoa

Seuraavassa luettelossa on verkkosivustoja, joilta löytyy runsaasti tietoa poltto-
kennoista, niiden sovelluskohteista ja turvallisuudesta sekä lainsäädännöstä ja
standardeista.

<http://www.fuelcelltoday.com/>

<http://www.fuelcelleurope.org/>

<http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/>

<http://www.fuelcells.org/>

http://www.fuelcellmarkets.com/fuel_cell_markets/1,1,1.html

<http://www.nrel.gov/hydrogen/>

<http://www.epa.gov/fuelcell/>

<http://www.hydrogen.energy.gov/>

<http://www.hydrogencarsnow.com/hydrogen-fuel-stations.htm>

<http://www.fuelcellstandards.com/>

<http://www.hydrogenandfuelcellsafety.info/>

Liite A: Polttokennoja koskevia EU-säädöksiä tarkastelleita hankkeita

Polttokennoja koskevien EU-säädösten luetteloita on julkaistu esimerkiksi seuraavien hankkeiden aineistossa

HyFacts-projekti (2011–2013)
Projektissa luodaan vetyturvallisuuteen liittyvää materiaalia valvonta- ja turvallisuusviranomaisten käyttöön. Luettelo vetyyn, sen käsittelyyn ja kuljetukseen sekä turvallisuuden varmistamiseen liittyvistä EU-tason säädöksistä on projektin kotisivuilla http://www.hyfacts.eu/links-hydrogen-safety.php
HYPHER-projekti (2006–2009)
Projektin tavoitteena oli kehittää suunnittelijoiden, valmistajien ja asentajien käyttöön toimintatavat, joiden avulla voitaisiin varmistaa vetyä käyttävien pienen kokoluokan stationääri-sovellusten turvallisuus. Noudatettavia EU-säädöksiä on tarkasteltu projektin tuloksena syntyneessä oppaassa osoitteessa http://www.hyperproject.eu/page/4925
Roads2HyCom-projekti (2005–2009)
Projekti oli koordinointi- ja seurantaprojekti, jonka tulosten tarkoituksena oli tukea vetyyn liittyvien hankkeiden suunnittelua EU:n seitsemättä puiteohjelmaa varten ja myös sen jälkeen. Yksi projektin julkaisuista on "Report on assessment of hydrogen safety & security and hydrogen regulations", joka on saatavissa osoitteessa http://www.roads2hy.com/r2h_downloads/Roads2HyCom%20R2H1009PU%20-%20Assesment%20of%20H2%20Safety%20Security%20and%20Regulations.pdf
HyApproval-projekti (2005–2007)
Projektissa laadittiin käsikirja koskien vetytankkausasemien hyväksymiskäytäntöä. Käsikirjan luvussa 7 on tarkasteltu vetytankkausasemien suunnittelua, asentamista, käyttöä ja kunnossapitoa koskevia EU-säädöksiä. Käsikirja on saatavissa osoitteessa http://www.hyapproval.org/Publications/The_Handbook/HyApproval_Final_Handbook.pdf

Nimeke	Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen Säädöksiä ja standardeja
Tekijä(t)	Minna Nissilä & Janne Sarsama
Tiivistelmä	<p>Polttokennoteknologiaa pidetään yhtenä lupaavana mahdollisuutena, kun etsitään vaihtoehtoja nykyisille energiajärjestelmille. Polttokennojärjestelmien etuja ovat hyvä hyötysuhde ja haitallisten päästöjen puuttuminen. Polttokennoteknologian yleistymistä hidastavia tekijöitä ovat esimerkiksi vedyn kallis hinta ja sen jakeluun tarvittavan infrastruktuurin puuttuminen. Näiden kysymysten ratkaisemisen tekee tärkeäksi suurten autonvalmistajien tavoite käynnistää polttokennoautojen sarjavalmistus vuosina 2014–2016.</p> <p>Polttokennoteknologian ja siihen liittyvien sovellusten teknisen kypsyyden ja hinnan ohella polttokennosovellusten yleistymiseen vaikuttaa voimakkaasti se, miten hyödyllisinä ja hyväksyttävänä sovelluksia pidetään. Uutta teknologiaa koskevan tiedon puute, mahdolliset virheelliset käsitykset ja ennakkoluulot voivat hidastaa sovellusten käyttöönottoa ja yleistymistä. Uuden teknologian hyväksyttävyyden kannalta on ensiarvoisen tärkeää antaa sovellusten demonstraatiovaiheessa riittävästi oikeaa, perusteltua ja ymmärrettävää tietoa mm. sovellusten ja niiden käytön turvallisuudesta ja turvallisuuden varmistamiseen liittyvistä toimista ja valvonnasta.</p> <p>Turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden huomioon ottaminen kuuluu teknisten järjestelmien elinkaaren kaikkiin vaiheisiin, suunnitteluun, asennukseen, käyttöön, kunnossapitoon, muutostilanteisiin ja myös käytöstä poistamiseen. Suunnitteluvaiheessa tehdyillä päätöksillä ja ratkaisuilla on erittäin suuri merkitys prosessien, järjestelmien ja tuotteiden turvallisuuteen, koska nämä ratkaisut vaikuttavat kohteen toimintaan ja sen turvallisuuteen koko käyttöiän ajan.</p> <p>Polttokennojärjestelmien vaaratekijät ja onnettomuusmahdollisuudet liittyvät polttoaineena käytettäviin helposti syttyviin aineisiin, sähköön tai yleisesti teknisiä järjestelmiä koskeviin vaaroihin. Julkaisu keskittyy vetyä käyttäviin polttokennoihin ja tarkasteltavina kohteina ovat liikkuvat työkoneet, stationäärinen sähköntuotanto ja varavoimasovellukset sekä kaasumaisen vedyn tankkausjärjestelmä.</p> <p>Julkaisu antaa yleiskuvan siitä, miten EU-tason säädökset (lähinnä eri direktiivit) ja toisaalta kansallisen tason säädökset koskevat erilaisia polttokennosovelluksia ja mitä vaatimuksia ne asettavat polttokennosovellusten turvallisuuden varmistamiselle. Lisäksi tarkastellaan polttokennosovelluksia ja vedyn tankkausta koskevia turvallisuuteen liittyviä standardeja.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8036-1 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)
Julkaisu aika	Syyskuu 2013
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	56 s. + liitt. 1 s.
Projektin nimi	Polttokennosovellusten ja polttoaineinfrastruktuurin turvallinen käyttöönotto
Toimeksiantajat	Tekes
Avainsanat	Safety, fuel cell applications, hydrogen refuelling, legislation, standards
Julkaisija	VTT PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111

Title	Ensuring safety of fuel cell applications and hydrogen refuelling Legislation and standards
Author(s)	Minna Nissilä & Janne Sarsama
Abstract	<p>Fuel cell technology is considered a promising alternative in terms of viable energy systems. The advantages of fuel cell systems include a good efficiency rate and the lack of harmful environmental emissions. Factors which may slow down the commercialisation of fuel cell technology, e.g. fuel cell vehicles, include the high price of hydrogen and the insufficiency of the infrastructure required for the distribution of hydrogen. A large proportion of major car manufacturers are committed to introducing fuel cell cars to the market by 2014–2016. In order to ensure a successful market introduction of fuel cell vehicles, this has to be aligned with the development of the necessary hydrogen infrastructure.</p> <p>In the early commercialisation stages of a new technology, it is important to give the public correct, justified and understandable information on the safety of the fuel cell applications, and also on the measures taken to ensure the safety of applications. A lack of necessary information, inaccurate perceptions and prejudices can have an adverse effect on the public acceptance of fuel cell applications.</p> <p>Hazards and potential accidents related to fuel cell systems are mainly associated with the flammable substances (e.g. hydrogen, methane) used as fuel, the high pressure of hydrogen, electrical hazards, and dangers concerning technical systems in general. The fuel cell applications reviewed in this publication are transport applications and stationary applications and the refuelling system of gaseous hydrogen. The publication concentrates on fuel cells using hydrogen as fuel.</p> <p>The publication gives an overview of how EU-legislation (mainly various directives) and Finnish legislation applies to fuel cell systems and applications, and what kind of safety requirements the legislation sets. In addition, a brief overview of safety standards concerning fuel cell systems and hydrogen refuelling is presented.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8036-1 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (Online)
Date	September 2013
Language	Finnish, English abstract
Pages	56 p. + app. 1 p.
Name of the project	Safety of fuel cell applications and hydrogen refuelling
Commissioned by	Tekes
Keywords	Safety, fuel cell applications, hydrogen refuelling, legislation, standards
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. +358 20 722 111

Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen

Säädöksiä ja standardeja

ISBN 978-951-38-8036-1 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkójulkaisu)

