

2.3.2012

Sukellusliikkeen räjähdys

1. Yleiskuvaus

Sukellusliikkeen työntekijä loukkaantui 23.8.2011 seoskaasusukellukseen käytettävien nitroksipullojen täytössä syttyneessä tulipalossa.

2. Onnettomuustapahtuma

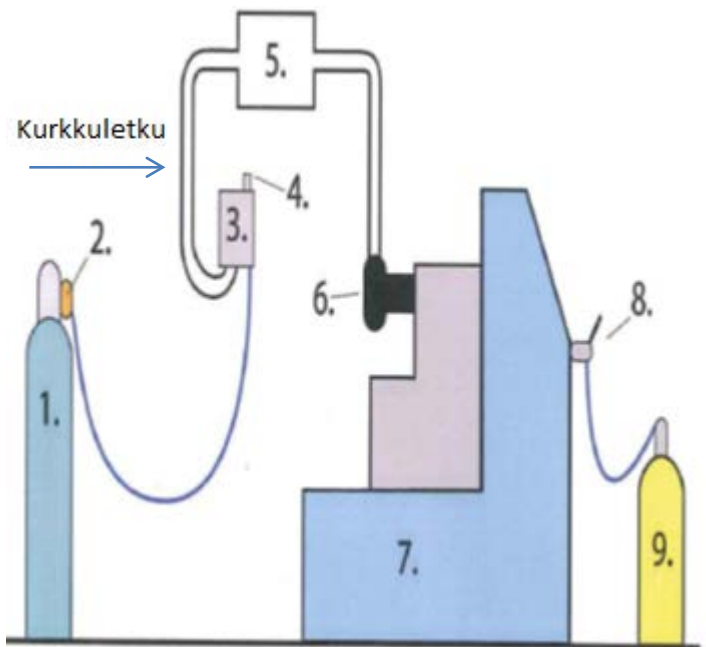
Työntekijä seisoi kompressorin vieressä ja seurasi samanaikaisesti paine- ja happipitoisuusmittaria. Hän oli ollut tekemässä 40 %:sta seosta. Hän oli aiemmin todennut mittarissa virheen, joka aiheutti 1,5 % heiton ja oli siksi säätänyt laitteen 41,5 %:n seokselle (jolloin siis työntekijän kokemuksen saatiin 40 % seosta). Pullon täytön aikana oli tapahtunut erittäin kirkas välähdys ja heti perään voimakas pamaus. Työntekijä oli seuraavaksi tajunnut olevansa polvillaan tai mahallaan liiketilassa, josta oli shokissa hoiperrellut ulos. Kuvassa 1 on yleisnäkymä onnettomuuspaikalta.



Kuva 1. Yleiskuva onnettomuuspaikasta

3. Laitteiston ja prosessin kuvaus

Laitteisto koostuu happipullosta, putkistosta, täyttöpaneelista/säätöyksiköstä sekä kompressorista (tarkempi kuvaus kuvassa 2). Täytettäessä hapella rikastettua ilmaa (Nitrox), täyttöpaneeli ja säätöyksikkö mittaavat jatkuvasti kompressorille menevän kaasun happiosamäärän. Täyttöä suorittava työntekijä säättää säätöpaneelista halutun hapen osamäärän käyttäen säätöpaneelin virtauksensäädintä. Säätöpaneelin pitäisi huolehtia, että hapen osamäärä ei ylitä 40 %, jota pidetään turvallisena rajana. Mikäli osamäärä ylittää 40 %, täyttöpaneelin tulisi katkaista hapen syöttö. Paneeli mittaa hapen osamäärää käyttäen happianturia, joka on yleensä sähkökennotyyppinen. Anturi toimii kuin paristo, eli kennon jännite on verrannollinen anturiin kohdistuvan hapen osapaineeseen. Koska ilmanpaine ja lämpötila vaikuttavat mittaustulokseen, pitää anturi kalibroida joka kerta ennen täyttöä puhdalla ilmalla.



Kuva 2. Yleiskuvaus täyttöjärjestelmästä.

1. 50 L happisäiliö
2. Paineenalentaja ja virtauksensäädin
3. Nitrox täyttöpaneeli ja säätöyksikkö
4. Järjestelmän ilmanotto täyttöpaneelin yhteydessä
5. Ilmanottoputkisto ja äänenvaimennin
6. Ilmanoton suodatin
7. Kompressor
8. Kompressorin täyttöpaneeli ja sulkuhanat
9. Täytettävä sukelluspullo(t).

3.1 Täyttöpaikan sijoituksen turvallisuuden varmistaminen

Täyttöpaikka on sijoitettava siten, että paineen purkautuminen, tulipalo tai käyttöhäiriö aiheuttaa mahdollisimman vähän vaaraa ympäröiville tiloille ja rakenteille. Paineen on purkaututtava vähäisimmän vaaran aiheuttavaan suuntaan. Sukellusliikkeen täyttöpaikan onnettomuudessa paine purkautui liikkeen asiakastiloihin ja viereiselle kadulle. Ikkunalasien sirpaleet (katso kuva 3) lisäsivät kadun suuntaan tapahtuneen paineen purkautumisen vaarallisuutta. Lisäksi liikkeen yläpuoliset asuinhuoneistot ja talon rakenteet olisivat saattaneet vaurioitua. Liikkeen täyttölaitteistolle ei ollut tehty painelaiteturvallisuudesta annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (953/1999) 32 §:n mukaista täyttöpaikan arviointia ennen laitteiston käyttöönottoa.



Kuva 3. Onnettomuuspaikan ikkunat ovat hajonneet

3.2 Täyttöpaikan vaatimukset

Onnettomuus tapahtui seoskaasusukellukseen käytettävien nitroksipullojen täytössä. Nitroksi on tyypin ja hapen seos. Hapen osuus on tyypillisesti 21 - 40 %. Täyttöpaikan ja -järjestelmän tulee olla suunniteltu valmistettavien seoskaasujen käsittelyyn. Järjestelmän suunnittelun päätavoitteita ovat happipalon ehkäisy ja hengityskaasun puhtauden varmistaminen. Nämä ovat lisävaatimuksia tavanomaiseen täyttöpaikkaan verrattuna. Järjestelmän asennukseen hankittavien osien on oltava hap-

piiyhteensopivia ja paineluokaltaan laitteiston mukaisia. Happiyhteensopivat putket tulee puhdistaa rasvasta ja liasta ennen asennusta.

Happiseoslaitteen "kurkkuletkun" (katso kuva 4) asennus täyttöpaneelin ja kompressorin välissä ei täyttänyt järjestelmän puhtaudelle ja happipalon ehkäisylle asetettuja vaatimuksia. Letku oli myös hajonnut useasta kohdasta ja sitä oli paikattu ilmastointiteippiliitoksilla. Pullojen täytössä tarvittava kiinnitysteline ja täyttöletkujen varmistus puuttuivat myös.



Kuva 4. "Kurkkuletku" täyttöpaneelin ja kompressorin välissä

Täyttöpaikan turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä on hapen hätäkatkaisu happiletkun irtoamisen tai vaurioitumisen varalta. Tällä varmistetaan, ettei irronneesta tai vahingoittuneesta letkusta vuotava happi pääse lietsomaan tulta. Täyttölaitteistoon ei ollut asennettu hapen hätäkatkaisua happipullon ja letkun väliin. Kompressorin hätäkatkaisin oli asennettu täyttölaitteiston takana olevan huoneiston oven suuhun sähkötaulun alapuolelle. Tämä on normaali käytäntö paineilmatäytössä.

Hapen käsittelyn turvallisuuden varmistamiseksi täyttöpaikalla hapen paineen nousu rajoitetaan enintään 8 bar / min ja hapen virtaus rajoitetaan enintään 50 litraa / min. Täyttöpaikalta saatujen tietojen mukaan hapen virtaus ylitti suositusrajat.

Hapen täyttöpaneelin kalibrointi jokaisen täytön yhteydessä ja hapen osamäärän varmistaminen useamman kuin yhden anturin perusteella varmistavat hapen turvallisen käytön. Tässä täyttölaitteessa (Merkiltään ProBlender Nitrox) käytettiin paneelia (katso kuva 5), jossa hapen osamäärä varmistettiin yhden anturin perusteella. Tutkimuksissa ei saatu selville käytetyn anturin ikää. Täyttöpaneelin manuaalin mukaan happianturille annetaan tyypillisesti ainoastaan kuuden kuukauden (6 kk) takuu. Mikäli happianturi on ollut viallinen vanhenemisen johdosta, kompressorin imuletkussa on saattanut olla suurempi hapen osamäärä, kuin mitä täyttöpaneeli on ilmoittanut.



Kuva 5. Täyttöpaneeli

3.3 Täyttölaitteiston asianmukainen huoltaminen

Täyttöpaikan järjestelmän mukana on saatava toimittajalta täydelliset käyttö- ja huolto-ohjeet. Täyttöjärjestelmän käyttöohjeissa on kuvattava seoskaasujen valmistus- ja täyttöprosessi. Ohjeissa on ennakoitava erilaisia ongelmatilanteita ja niissä on selostettava toimenpiteet, joilla valmistus- ja täyttöprosessi voidaan ongelmatilanteissa pysäyttää nopealla, yksinkertaisella ja turvallisella tavalla, jolloin vaaratilanteita ei pääse kehittymään. Ongelmatilanteiden lyhyen turvaohjeen tulee olla täyttäjän käytössä täyttöjärjestelmän vieressä.

Täyttöpaikalla oli täyttöohjeet paineilmalle. Seoskaasujen valmistus- ja täyttöjärjestelmän käyttöohjeita ei todettu paikan päältä. Täyttölaitteiston huolto- ja turvaohjeita sekä huoltopäiväkirjaa ei

myöskään löydetty. Kaasuseoksen laatu oli analysoitu saatujen tietojen mukaan 21.5.2009. Pelastusviranomaisen lausuntoa happipullojen säilytyksestä ei ollut myöskään saatavilla.

Happipalon välttämiseksi nitroksipullojen täytössä on huolehdittava hapen käsittelyn ja lisäämisen turvallisuudesta. Täyttölaitteistoa on huollettava säännöllisesti happipalon vaaran ehkäisemiseksi ja hengityskaasun puhtauden varmistamiseksi. Saatujen tietojen mukaan säätölaitteistossa oli ollut vikaa, minkä vuoksi täyttäjä oli säätänyt täyttöpaneelin hapen osamääräksi 41,5 %, jotta hapen osamääräksi saataisiin haluttu 40 %.

3.4 Täyttäjien pätevyyden varmistaminen

Seoskaasujen täyttöpaikan täyttäjällä on oltava osoitus pätevyystään. Täyttäjällä oli saatujen tietojen mukaan GAS BLENDER pätevyys.

4. Päätelmät

Seoskaasutäytössä syttyneen tulipalon todennäköinen syy on happiräjähdys. Räjähdys ja tulipalo saattoivat aiheutua esimerkiksi "kurkkuletkusta" irronneesta partikkelista, joka oli suurella nopeudella osunut öljysuodattimeen (kuva 6).

Täyttöpaikkaa ja sen sijoitusta ei ollut tarkastettu tarkastuslaitoksella. Täyttölaitteiston happipaneelin ja öljysuodattimien toimivuudessa oli esiintynyt ongelmia. Kompressorin tuotto oli 420 litraa minuutissa, minkä vuoksi hapen virtaus oli suurempi kuin suositeltu 50 litraa minuutissa. Tämä osaltaan johti siihen, että happihyväksyttämättömistä putkista saattoi irrota partikkeleita, jotka suuressa nopeudessa yhdessä hapen kanssa mahdollistivat happiräjähdysten. Räjähdyksestä seurannutta tulipaloa edisti happipullosta puuttunut hätäkatkaisin. Räjähdysten seurauksesta irronnut happipiletu lietsi tulipaloa siihen asti, kunnes palokunta sulki happipullon venttiilin.

Palon yhtenä syynä voidaan myös pitää viallista happipaneelia. Paneelin hapen osamääräksi oli määritetty yli neljäkymmentä prosenttia, koska oletettiin, että laitteiston mittarissa oli muutaman prosenttiyksikön virhe. Tämän "ylisäädön" mahdollisia seurauksia ei otettu huomioon. Tietojen mukaan laitteiston anturia ei ollut vaihdettu tai kalibroitu. Näin ollen vanhentunut anturi saattoi myös antaa väärää tietoa hapen todellisesta osamäärästä.



Kuva 6. Kompressorin palaneet öljysuodattimet

5. Tukes valvontaviranomaisena ja painelaitelainsäädännön vaatimukset

Tukes valvoo painelaitelain (869/1999) 2 §:n ja 11 §:n mukaisesti painelaitteiden turvallisuutta.

Työntekijöiden ja sivullisten terveyden suojelu sekä yleisen turvallisuuden varmistaminen edellyttävät, että sukelluspullojen täyttötoiminnassa noudatetaan sitä koskevia painelaitelainsäädännön turvallisuus- ja tarkastusvaatimuksia. Pinalaitelain (869/1999) 3 §:n mukaan painelaite on rakennettava ja sijoitettava ja sitä hoidettava, käytettävä ja tarkastettava niin, ettei se vaaranna kenenkään terveyttä, turvallisuutta tai omaisuutta.

Lain 4 §:n mukaan painelaitteelle 3 §:ssä säädettyjen vaatimusten mukaisuus osoitetaan tarkastuslaitosten tekemillä tarkastuksilla taikka muilla menettelyillä siten kuin asetuksella ja ministeriön päätöksellä tarkemmin säädetään.

Painelaiteturvallisuudesta annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (953/1999) 32 §:n mukaan kuljetettavien painelaitteiden täyttämiseen käytettävän laitteiston omistajan tai haltijan on pyydettävä tarkastuslaitosta arvioimaan täyttöpaikka ennen laitteiston käyttöönottoa ja sen jälkeen vähintään kuuden vuoden välein. Tarkastuslaitoksen on arvioitava, voidaanko täyttöpaikan laitteistolla täyttää painelaitteet oikein ja turvallisesti sekä onko täyttäjä pätevä.

2.3.2012 Johanna Soppela