

ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI

DNRO 4049/00.05.12/2023

Tekijät: Sanna Pietikäinen, Juha-Pekka Törmälä

RAPORTTI

Hitachi Energy Finland Oy:n Vaasan muuntajatehtaalla 29.3.2023 sattunut tulipalo

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

tukes

Onnettomuustutkintaraportti
dnro 4049/00.05.12/2023

**Hitachi Energy Finland Oy:n Vaasan muuntajatehtaalla
29.3.2023 sattunut tulipalo**

Tutkintaryhmä:

Sanna Pietikäinen, Juha-Pekka Törmälä

Sisällysluettelo

Tutkimusraportin tiivistelmä	3
1. Johdanto	5
2. Laitoksen toiminta ja tuotteet.....	5
2.1. Muuntajan valmistusprosessi	6
3. Määritelmiä	7
4. Onnettomuuden kuvaus.....	8
4.1. Onnettomuutta edeltäneet tapahtumat	8
4.2. Onnettomuustilanne	8
4.3. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen	9
4.4. Onnettomuuden seuraukset	9
5. Onnettomuuden tutkinta	11
6. Onnettomuustutkinnan tulokset.....	12
6.1. Tekniset tekijät	12
6.2. Organisaation toimintaan liittyvät tekijät	16
6.3. Säädösten noudattaminen	18
6.4. Viranomaistoiminta	18
7. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	19
7.1. Onnettomuuden välitön syy	19
7.2. Onnettomuuden syntyyn vaikuttaneet tekijät	19
7.2.1 Tekniset tekijät	19
7.2.2 Organisatoriset tekijät	20
7.2.3 Säädösvaatimusten noudattaminen.....	21
8. Toimenpidesuosituksset	23
9. Lähteet.....	24

Tutkimusraportin tiivistelmä

Onnettomuustapaus	Hitachi Energy Finland Oy:n Vaasan muuntajatehtaalla sattunut tulipalo
Tapahtuma-aika	29.3.2023
Tapahtumapaikka	Hitachi Energy Finland Oy, Strömbergin puistokatu 15, Vaasa
Yhteenvedo onnettomuudesta ja tutkinnan tuloksista	Hitachi Energy Finland Oy:n Vaasan tehtaalla valmistetaan ja koestetaan suuria sähkömuuntajia ja reaktoreita asiakkaiden tilauksesta. Koestushallin tilaratkaisu edellyttää koestettavan kappaleen siirtämistä koestuksen edetessä. Onnettomuus tapahtui, kun yrityksessä oltiin tekemässä valmiin reaktorin loppukoestusta. Koestuksen aikana reaktoria siirrettiin aina koestuksen seuraavaa vaihetta varten. Jokaisen siirron yhteydessä maadoituksia joudutaan irrottamaan ja kiinnittämään uudelleen. Koestettavassa kappaleessa on kiinni metallilankavahvisteinen öljyletku, joka johtaa teräsputken kautta öljyn paisuntasäiliöön. Koestuksen aikana jännitettä nostettaessa huomattiin jännitteen epänormaali heilahtelu ja kuultiin todennäköisesti öljyletkun pettämisestä lähtenyt vaimea ääni. Jännite laskettiin nopeasti ja heti tämän jälkeen havaittiin voimakas valkoinen savunmuodostus koestuskentältä ohjaamon alapuolelta. Tulipalo levisi nopeasti alkusammutuksesta huolimatta. Paloon osallistui useampi koestuskentällä ollutta koestusmuuntajaa, jotka olivat täynnä öljyä. Tulipalo aiheutti taloudellista vahinkoa, mutta henkilövahinkoja ei tullut. Tutkinnassa syttymisen todennäköisimmäksi välittömäksi syyksi todettiin paisuntaletkun syttyminen sen armeerauslangan kuumettua. Tämä johtui todennäköisimmin langan läpikulkeneesta sähkövirrasta puutteellisen maadoituksen vuoksi. Palon laajentuminen suurpaloksi tapahtui vaiheittain palokuorman kasvaessa; ensin paisuntasäiliöstä valuneen muuntajaöljyn myötä ja toisessa vaiheessa katolta pudonneiden poistoilmapuhallinten rikkoessa koestusmuuntajien läpiviennit, jolloin koestusmuuntajien öljyä pääsi virtaamaan paloalueelle. Onnettomuuden taustalla vaikuttaneita syitä olivat tiloista ja työtavasta johtuvat kappaleen siirtämiset kesken koestuksen ja menettelyn puuttuminen maadoituksen varmistamiseksi näiden siirtojen jälkeen.
Tutkintaryhmän ehdottamat toimenpiteet vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi	Tutkintaryhmä esittää seuraavia toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi. Suositukset ovat yleisiä, koko toimialaa koskevia. Teknisiin järjestelmiin liittyvät suositukset: - Muuntajien koestustila suunnitellaan niin, että kappaletta ei tarvitse siirtää kesken koestuksen.

- Otetaan käyttöön järjestelmä, joka ilmoittaa maadoituksen puuttumisesta / estää koestuksen maadoituksen puuttuessa.
- Putkilinjoihin lisätään sulkuventtiilit helposti luokse päästäviin paikkoihin; mahdollisesti automaattisesti palohälytyksestä tai hätä seis -painikkeesta sulkeutuvat tai liikavirtausventtiilit.
- Hätä-seis -painikkeiden toiminnan onnettomuus- ja hätätilanteissa tulee olla johdonmukaista.
- Turvallisuusperusteisesti tehtyjen kulkurajoitusten tarkoituksenmukaisuus onnettomuus- ja hätätilanteissa tulee olla johdonmukaista ja selkeää.

Organisaatioon liittyvät suositukset:

- Tunnistetaan turvallisuuskriittiset laitteet ja laitteistot ja varmistetaan niiden sisältyminen ennakko-ohjelmaan sekä määritetään niille sellainen huolto- tai vaihtoväli, joka estää niiden vikaantumisen.
- Tunnistetaan turvallisuuskriittiset työtehtävät. Kyseiselle laitokselle ja erilaisille kappaleille laaditaan kuitattavat tarkistuslistat turvallisuuskriittisten tehtävien onnistumisen varmistamiseksi.
- Sähköisten kytkentöjen ristiin tarkistukseen luodaan menettely.
- Käytetään yhtä kunnossapitojärjestelmää, jonne merkitään kaikki korjaustarpeet ja kuitataan ne tehdyksi.
- Tarkistetaan määrävälein käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien määrä sekä arvioidaan toiminnassa tapahtuneiden muutosten vaikutuksia. Merkittävistä muutoksista tulee ilmoittaa viranomaiselle tai muutoksille tulee hakea Tukesin lupaa.
- Nimetään kohteen tunteva vastuuhenkilö olemaan vastassa pelastuslaitosta sen saapuessa onnettomuuspaikalle. Vastuuhenkilön on voitava irrottautua muista tehtävistään ja olemaan pelastuslaitoksen käytettävissä koko tilanteen ajan.

Viranomaistoimintaan liittyvät suositukset:

- Pelastuslaitos varmistaa eri tehtäviin pätevien henkilöiden saatavilla olon hälytystilanteiden varalta. Tätä varten pelastuslaitos nimeää vastuuhenkilön valvomaan ja kehittämään pelastustoiminnan ja sen johtamisen koulutusta.
- Pelastuslaitos varmistaa ohjeistuksen ja harjoittelun riittävyyden vaativien onnettomuustilanteiden varalta
- Työnjakoa ja menettelyä tarkennetaan Tukesin ja pelastuslaitoksen kesken tilanteessa, jossa huomataan laitoksen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin laajuuden muuttuneen
- Tukes arvioi ja määrittelee tarkemmin tiedottamisensa sisältöä onnettomuustapauksissa

1. Johdanto

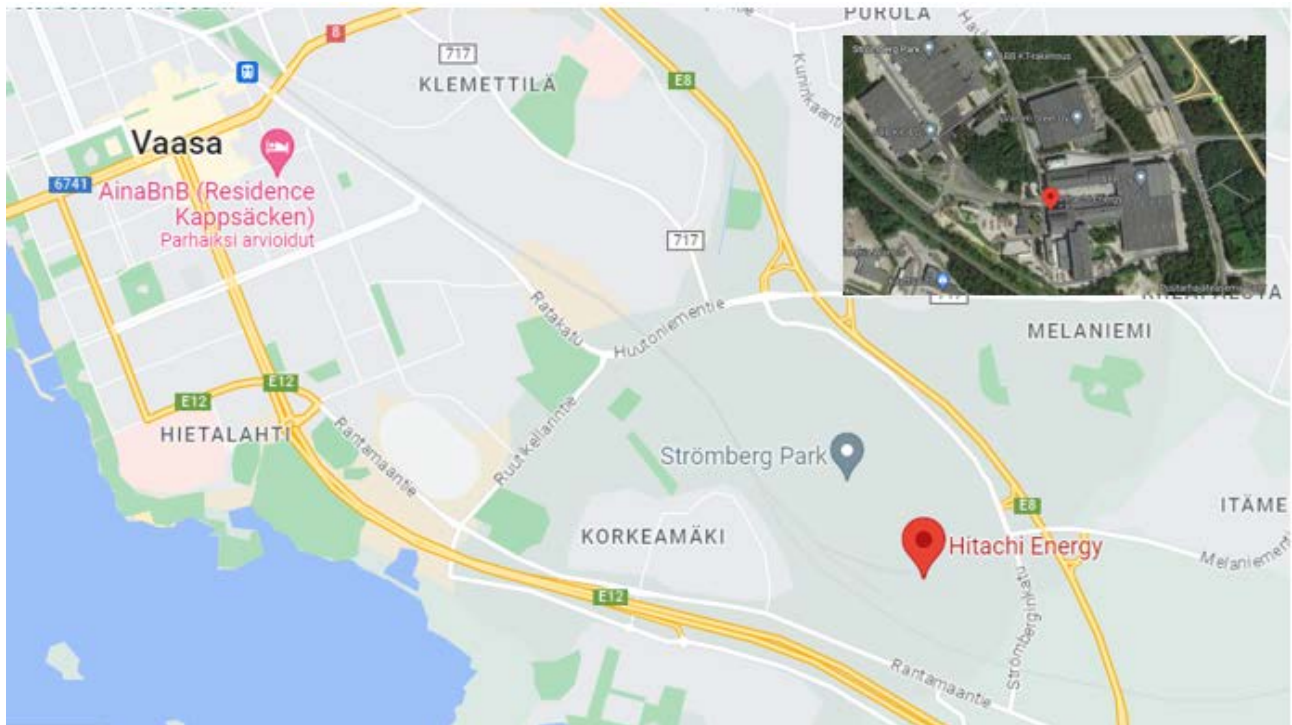
Vaasassa Hitachy Energy Finland Oy:n (jatkossa Hitachi) muuntajatehtaalla syttyi 29.3.2023 tehtaan koestushallin tuhonnut tulipalo. Onnettomuudessa ei tullut henkilövahinkoja, mutta tulipalosta aiheutui taloudellisia vahinkoja palotuhojen ja tuotantokatkoksen vuoksi.

Tukes nimitti 12.4.2023 tutkintaryhmän selvittämään onnettomuuden syitä (Tukes 4049/00.05.12/2023). Tutkinnassa selvitettiin tapahtumien kulku, tekniikkaan ja organisaation toimintaan liittyvät tekijät, jotka aiheuttivat joko suoraan tai välillisesti onnettomuuden, sekä onnettomuuden seuraukset. Lisäksi selvitettiin, ovatko tuotantolaitoksen valvontaan liittyvät viranomaiskäytännöt olleet asianmukaisia ja onko toimintaa säätelevässä lainsäädännössä tarpeita muutoksille, joilla vastaavat onnettomuudet voitaisiin jatkossa estää. Onnettomuutta tutki Tukesin lisäksi Pohjanmaan hyvinvointialueen pelastuslaitos (jatkossa pelastuslaitos) ja yritys itse.

Tutkintaryhmä esittää tässä raportissa havaintonsa ja suosituksensa vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Tutkintaraportti on tarkoitettu Tukesille valvonnan ja viestinnän kehittämiseksi. Lisäksi tutkintaraportin tuloksia ja suosituksia voidaan hyödyntää teollisuudessa laajemmin turvallisuuden parantamiseksi.

2. Laitoksen toiminta ja tuotteet

Hitachin Vaasan muuntajatehdas sijaitsee Vaasassa teollisuuspuisto Strömberg Parkissa ABB Oy:n omistamassa kiinteistössä.



Kuva 1. Hitachi Energy Oy:n muuntajatehtaan sijainti

Vaasassa teollisuuspuisto Strömberg Parkissa sijaitseva Hitachi Energy Finland Oy, Transformers -yksikkö on yksi Hitachi Energy -konsernin yli 70 muuntajatehtaasta. Vaasan Transformers -yksikössä valmistetaan Small Power ja Medium Power -kokoluokan muuntajia ja kuristimia. Muuntajavalmistus on aloitettu Helsingissä vuonna 1893 ja Vaasassa vuonna 1947.

Yksikössä valmistetaan vuosittain keskimäärin n. 450 muuntajaa tai reaktoria, joiden yhteenlaskettu teho on n. 6000 MVA. Toimituksista yli 90 % menee vientiin. Yksikössä valmistettuja tuotteita käytetään esimerkiksi sähköasemilla ja voimalaitoksissa, teollisuuslaitoksissa, laivoissa ja off shore -aluksissa, rautateiden sähköistyksissä ja aurinko- ja tuulivoimalaitoksissa.

Muuntajavalmistuksen rinnalla yksikössä toimii muuntajahuolto TRES.

Eristysnesteet tuodaan tehtaalte säiliöautoilla, joista se pumpataan tilavuudeltaan 300 m³:n suuruisiin varastosäiliöihin (VO-rakennus), joita on 4 kpl. Säiliöiden maksimikapasiteettia on rajoitettu ja säiliöiden täyttö on estetty siten, ettei niitä voi täyttää yli 210 kuutiota. Lisäksi VO-rakennuksessa on sisätiloissa 40 m³ kokoinen säiliö ja ulkotiloissa on 2 kpl 40 m³ säiliötä ja 4 kpl 20 m³ säiliötä. VO-rakennuksesta syötetään eristysnestettä muuntajatehtaalte ja huoltoyksikköön.

Tehtaan kellaritiloissa sijaitsee 21,6 m³ varastosäiliö, josta eristysnestettä syötetään sarjavalmistuslinjalle. Tehtaassa sijaitsee 2 kpl säiliötä, joissa eristysnestettä on yhteensä 22 m³. Lisäksi tehtaan ulkotiloissa sen välittömässä läheisyydessä on tankki, jossa säilytetään 32 m³ hiilivetynestettä muuntajien kuivattamiseen. Tehtaaseen kuuluu säiliöauton purkauslaitteistot, eristysnesteiden varastosäiliöt, eristysnesteiden suodatinjärjestelmät, eristysnesteiden täyttöjärjestelmät ja muuntajien kuivatusuuni. Normaalit operointitavat ovat nesteen säilyttäminen ja muuntajien kuivattaminen sekä muuntajien täyttäminen. Osa säiliöistä sisältää biohajoavaa esterä ja osa muuntajaöljyä.

2.1. Muuntajan valmistusprosessi

Muuntajan valmistuksessa prosessi voidaan jakaa karkealla tasolla neljään eri kokonaisuuteen, joita ovat:

- Sydämen ja käämityksen valmistus (Core & Winding manufacturing); Sydämen valmistus toteutetaan täysautomaattisella leikkaus- ja ladontalinjalla. Käämitystyyppejä on erilaisia ja jokaiselle niistä on oma erillinen valmistusprosessinsa. Käämien valmistuksen yhteydessä ne kuivataan tyhjiöuunissa ja kuivauksen jälkeen ne puristetaan käämipuristimella lopulliseen mittaansa. Tässä vaiheessa käämeihin asennetaan myös kalustusosia.

- Aktiiviosan kokoonpano, kuivatus ja säiliöinti (Assembly, Drying, Tanking, Processing); Aktiiviosan kokoonpanovaiheessa asennetaan paikoilleen muun muassa muuntajan kansi ja tehdään muuntajan sisäiset kytkennät. Tämän jälkeen aktiiviosa kuivataan ja asennetaan säiliöön, joka täytetään eristysnesteellä.

- Koestus (Testing); Jokainen tuote koestetaan valmistusprosessin päätteeksi, jotta muuntajan suorituskyvyn voidaan todentaa täyttävän sille asetetut kriteerit. Testattavia osa-alueita on muun muassa jännitekestoisuus, terminen suorituskyky, oikosulkukestoisuus ja häviöt. Koestusvaiheessa kappaletta siirretään ja maadoituksia irrotetaan ja kytketään uudelleen.

- Lähetys (Dispatching); Koestetut muuntajat viimeistellään ja valmistellaan kuljetusta varten. Osa muuntajien apulaitteista poistetaan ja pakataan kuljetusta varten. Lähetysvaiheessa muuntajalle suoritetaan lopputarkastus, jolla varmistetaan, että muuntaja on valmistettu ja testattu vaatimusten mukaisesti.

3. Määritelmiä

Reaktori	Reaktorin tehtävänä on minimoida jakeluverkossa loistehoa, jota esimerkiksi maakaapeliyhteydet tuottavat pienellä kuormituksella.
Muuntaja	Muuntaja on sähkömagneettinen laite, joka muuttaa vaihtosähkön jännitteen tai virran toiseksi saman taajuiseksi jännitteeksi tai virraksi.
Koestus	Laitteen testaamista vaatimuksia vasten, jolla voidaan todentaa laitteen suorituskyky
Korvattu koe	Koejärjestely, jolla voidaan testata reaktorin vaiheiden eristystasoa
Turvallisuuskriittiset laitteet	Laitteet, joiden vikaantuminen voi aiheuttaa vaaraa, ilmoittavat vaarasta tai joita käytetään onnettomuuksien torjuntaan tai seurausten minimointiin
Turvallisuuskriittiset työtehtävät	Työtehtävät, joiden epäonnistuminen voi aiheuttaa vaaraa

4. Onnettomuuden kuvaus

4.1. Onnettomuutta edeltäneet tapahtumat

Työntekijät olivat suorittamassa reaktorille korvattua koetta, jollaisia tehdään muutaman kerran kuukaudessa. Testattava reaktori oli aamulla tuotu jännitehalliin, jossa oli täytetty konsernin yhteinen työtä koskeva tarkistuslista. Tämän jälkeen kappale siirrettiin isojen muuntajien mittaushalliin (ILMI), jossa koetta jatkettiin ja jossa kappaletta myös siirrettiin pariin kertaan kytkentöjen mahdollistamiseksi. Kappaletta siirrettäessä myös osa maadoituksista oli irrotettava.

Kokeessa käytettiin kaapeleille erillistä pyörillä siirrettävää kuljetusvaunua, joka oli ensimmäistä kertaa käytössä tässä kokeessa. Tässä yhteydessä huomattiin, että uuteen mittamuuntajavaunuun pitää lisätä maadoitusliitin. Sitä varten porattiin telineeseen reikä messinkistä liitintä varten, johon maadoitukset kytkettiin.

Korvatun kokeen yhteydessä koestusjännite on tarkoitus nostaa koestusohjelman mukaisesti 230 kV asti erikseen jokaiselle vaiheelle. Koestuspari suoritti kokeen kytkennät yrityksen ohjeistuksen mukaisesti, jolloin pääkoestaja laatii kytkentäsuunnitelman ja ohjeistaa koestusparin toisen koestajan kytkentöjen tekemiseen. Koestajat suorittivat kytkennät omatoimisesti omilla tahoillaan ilman ristiin tarkastuksia. Tämä jälkeen he siirtyivät koestustilan ohjaamoon siten, että pääkoestaja asettui ohjauspulpetin luokse ja toinen koestaja huoneen sivulle, josta hän pystyi tarkkailemaan koestuksen etenemistä. Ohjaamotilassa oli myös asiakkaan edustajia yrityksen normaalikäytäntöjen mukaisesti seuraamassa koestusta.

Koestus suoritettiin laitoksella työpareina, johon kuului pääkoestaja ja koestaja. Heidän keskinäinen tehtävänjakonsa oli muodostunut kullekin työparille ominaiseksi vuosien mittaan. Pääkoestaja ja koestaja ovat molemmat sähköalan ammattihenkilöitä.

4.2. Onnettomuustilanne

Pääkoestaja aloitti jännitteen noston suunnitelman mukaisesti. Pääkoestaja keskeytti jännitteen noston noin 50 % nimellisjännitearvossa ohjaamossa olevien mittareiden jännitealuevaihdon vuoksi. Samalla oli tarkoitus myös varmistaa, että koestuksen muut seurattavat parametrit olivat hyväksyttävillä tasoilla.

Pääkoestaja kiinnitti huomiota jännitteennoston aikana jännitteen heiluntaan; jännitteen muutos ei tuntunut tottelevan potentiometrin säätöä. Samanaikaisesti pääkoestaja kuuli ohjaamossa auki olevan ikkunan kautta ”vaimeaa tömähdystä” muistuttavan äänen. Ikkunaa pidettiin auki tarkoituksena myös kuunnella koestuksen etenemistä. Pääkoestaja aloitti välittömästi jännitteen laskun äänen kuultuaan kiertämällä säätönappia voimakkaasti, mihin toinen huoneessa ollut koestaja havahtui ja huudahti samalla, että ILMI-kentällä ohjaamon alapuolella näkyy savua.

Pääkoestaja aloitti toimenpiteet koestuskentän saattamiseksi jännitteettömäksi mahdollisia pelastus- ja palonsammutustoimia varten. Hän pyrki ohjaamosta suorinta reittiä sähkökeskukselle, jotta pystyisi tekemään jännitesyöttöjen erottimien ohjaukset ja saattamaan koestuskentän turvalliseen tilaan. Ohjaamoon tehtyjen työturvallisuutta lisäävien ovien lukituksien vuoksi pääkoestaja ei päässyt suorinta reittiä sähkökeskukselle, vaan hänen oli kierrettävä ohjaamon takaosan toimistotilojen ja portaikon kautta päästäkseen haluamalleen keskukselle.

Koestusparin toinen jäsen pyrki suorittamaan alkusammutusta käsisammuttimia käyttäen, mutta palo oli ehtinyt kehittyä jo niin vahvaksi, että alkusammutusvälineiden käyttö ei tuottanut tulosta. Alkusammutusta yritettiin koestustilassa olevien vaahtosammuttimien lisäksi viereisestä jännitehallista haetuilla suuremmilla jauhesammuttimilla. Osa vaahtosammuttimista oli paloalueella ja niihin ei sen vuoksi päästy käsiksi.

Paikalla oli vesiletku, jossa oli vaahdotetta, mutta letkussa oli vain pieni virtaus, joten sen sammutusteho oli heikko jo edenneeseen tulipaloon.

Automaattinen palohälytys tuli hätäkeskukseen klo 13.04. Palaneessa hallissa ei ollut automaattista sammutuslaitteistoa. Hälytyksen tultua paikalle lähetettiin pelastuslaitoksen päivystävä palomestari, kolme Vaasan paloaseman raskasta yksikköä ja Strömberg Park:n alueella toimiva tehdaspalokunta (normaali hälytysvaste tässä kohteessa). Yksiköiden tullessa paikalle ulos ei vielä näkynyt savua, joten alkuun toimittiin oletetun hälytystapahtuman mukaisesti. Pelastuslaitoksen mukaan heidän tullessaan palopaikalle vastassa ei ollut yritykseltä yhteyshenkilöä kertomassa tilanteesta. Palokohteesta ei ollut soitettu hätänumeroon.

Tehdaspalokunnasta yksi henkilö oli laitoksella palon alkaessa ja sitä kautta tehdaspalokunta sai tiedon tilanteen vakavuudesta, mikä sitten ilmoitettiin myös pelastuslaitokselle. Myös vedenkäyttörajoituksesta öljyjen vuoksi kerrottiin pelastuslaitokselle karttakuvan avulla. Tämä oli mainittu myös pelastuslaitoksen kohdekortissa. Lisäksi tehdaspalokunta määrittä erityisesti suojattavat alueet, mm. isot öljysäiliöt, joita jäähdytettiin onnistuneesti ulkoa syötettävän sprinklerin avulla.

Vaasan lentokentältä soitettiin hätäkeskukseen ja kerrottiin, että lentokentälle tulee savua. Tässä yhteydessä pelastusviranomainen pyysi virka-apuna lentokentän vaahtosammutusautoa käyttöönsä. Tämä tapahtui vasta kauan sen jälkeen, kun katto oli romahtanut alas ja sammutusta oli yritetty muilla keinoin.

Pelastuslaitoksen normaalin toimintajärjestyksen mukaan palomiehet olisivat todennäköisesti menneet aukaisemaan kattoa savun ulos päästämiseksi, mutta katto romahti tätä ennen, n. 18 minuuttia alkuperäisen hälytyksen jälkeen. Tällöin aiemmin savun vuoksi sisällä ollut huono näkyvyys selkeni hyvin nopeasti. Pelastuslaitoksen arvion mukaan katon romahdus esti kuumien palokaasujen syttymisen, millä olisi todennäköisesti ollut erittäin vaaralliset seuraukset.

Ennen katon romahdusta putosi todennäköisesti poistoilmapiuhaltimia hallissa olleiden koestusmuuntajien päälle rikkoen niiden läpiviennit. Tätä tapahtumakulkua tukevat pelastuslaitoksen tekemät äänihavainnot. Tästä aiheutui useita uusia öljyvuotoja, jotka syttyessään lisäsivät palon laajuutta ja voimakkuutta. Öljyprosessin hoitaja oli painanut isojen öljysäiliöiden hätä seis -painiketta, mikä pysäytti öljylaitoksen öljynsyötön imupaikoille.

4.3. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen

Akuutin tulipalon jälkeen jälkivartiointia jatkettiin usean viikon ajan. Alkuun tätä hoiti pelastuslaitos ja tämän jälkeen jälkivartiointia jatkoi RTF-yritys. Jälkivartiointin aikana jouduttiin sammuttamaan uusia pieniä syttymiä. Lisäksi palaneen hallin yläosasta putosi alas seinien rakenteita. Hallin yläosan ja katon rakenteita jouduttiin tukemaan sisällä hallissa tehtävän siivouksen mahdollistamiseksi.

Ennen hallin siivousta palopaikalla kävi Tukes, pelastuslaitos, poliisi sekä Hitachin ja ABB:n edustajat ja heidän vakuutusyhtiöidensä edustajat tutustumassa palopaikkaan ja ottamassa valokuvia.

4.4. Onnettomuuden seuraukset

Tulipalo tuhosi ison kokoonpanohallin, jossa tehtiin myös koestusta. Palossa tuhoutui myös koestuksessa ollut reaktori ja hallissa olleet koestusjärjestelyyn kuuluvat muuntajat. Lisäksi isossa kokoonpanohallissa olleita aktiiviosia nokeentui käyttökelvottomaksi. Hallin katto romahti palon aikana. Sammutuksen jälkeen myös seinäelementtejä putosi alas.



Kuva 2. Tuhoutunut koestushalli

Omaisuusvahingot olivat huomattavat rakennuksen ja aktiiviosien vaurioista ja tuotannon keskeytyksestä johtuen. Tulipalon leviäminen saatiin rajoitettua toimivien palo-ovien ja muiden tulipalon leviämistä rajoittavien toimenpiteiden ansiosta. Onnettomuus ei aiheuttanut henkilövahinkoja. Sammutusjätevesiä ei päätynyt ympäristöön. Laitoksen pihamaalle joutui jonkin verran sammutusvaahtoa ja jäteveden puhdistamolle oli ilmoitettu mahdollisesta vaahton kulkeutumisesta sinne, mutta puhdistamolla vaahtoa ei havaittu.

5. Onnettomuuden tutkinta

Tukes nimitti 12.4.2023 onnettomuutta tutkimaan tutkintaryhmän.

Tukes kävi Hitachin tehtaalla kaksi kertaa ennen onnettomuustutkintaryhmän nimeämistä. Ensimmäisellä käynnillä käytiin tilanne läpi ja tutustuttiin palopaikkaan ja paikalla oli myös poliisi, pelastuslaitos sekä Hitachin ja ABB:n ja heidän vakuutusyhtiöidensä edustajia. Toisella kerralla pidettiin haastatteluja Hitachin henkilökunnalle. Näiltä käynneiltä saatujen tietojen perusteella Tukes päätti aloittaa onnettomuustutkinnan ja perusti tutkintaryhmän.

Tutkintaryhmä kävi palopaikalla vielä kahdesti. Näillä käynneillä täydennettiin haastatteluja ja käytiin tarkemmin läpi palopaikkaa ja otettiin siitä kuvia. Onnettomuutta tutki Tukesin lisäksi Hitachin palontutkija, ABB:n ja Hitachin vakuutusyhtiöiden edustajat sekä pelastuslaitos. Hitachi toimitti Tukesille oman tutkintansa tulokset, joita on hyödynnetty tässä raportissa. Poliisi totesi jo pian tulipalon jälkeen, että tilanteessa ei epäillä rikosta ja lopetti tutkinnan omalta osaltaan.

Aiemmin kuvatun ja todennäköisimmäksi syttymissyynä todetun skenaarion lisäksi Hitachi tunnisti kolme muuta periaatteessa mahdollista syttymissyynä.

Läpilyönti ilmavälin yli koepiiristä öljyputkeen

Jännitettä nostettaessa kuultiin ääni, joka olisi voinut johtua läpilyönnistä ilmavälin yli koepiiristä seinälle öljyputkistoon. Tässä skenaariossa generaattorin suojausalueen olisi kuitenkin pitänyt laueta ja ohjaamossa olisi soinnut hälytysjärjestelmän summeriääni. Näin ei kuitenkaan tapahtunut, koska koe keskeytettiin tupsahdusta muistuttavan kuulohavainnon perusteella. Tämä pienentää läpilyöntiskenaarion todennäköisyyttä, mutta tätä mahdollista syttymissyynä ei täysin voida sulkea pois. Haastattelujen mukaan reaktoria oli siirretty nimenomaisesti, jotta ilmaväli saadaan riittäväksi, mikä myös pienentää läpilyönnin todennäköisyyttä.

Toisiojohto

Mittamuuntajavaunu sijaitsi syöttömuuntajan kulman takana. Vaunusta kulki kumikaapeli lattian kautta letkukelan läheltä ohjaamoon ulkoseinää pitkin. Kyseistä vaunua käytettiin ensimmäistä kertaa. Koestusta aloitettaessa havaittiin, että vaunusta puuttui maadoitusliitin, joka lisättiin ennen koestusten aloittamista, minkä jälkeen maadoitus oli kunnossa.

Lattialla on todennäköisesti ollut öljyvalumien kuivaukseen käytettyjä rättejä. Jos virtamuuntajan toisio on auki, voi jännite olla useita kilovolteja (noin 3 kV) ja seurauksena voi olla läpilyöntejä, joiden seurauksena olisi voinut olla öljyisten rätien syttyminen. Öljyvuotoa havaittiin myös lähellä reaktorin venttiiliä, mikä ei sovi tässä tarkasteltuun mahdolliseen tapahtumien kulkuun.

Itsesyttyminen

Ennen syttymää lattialla oli todennäköisesti öljyn kuivaukseen käytettyjä rättejä öljyletkukelan läheisyydessä. Rätien itsesyttymistä ei kuitenkaan pidetä todennäköisenä, sillä itsesytyminen vallitsevissa olosuhteissa on tuskin mahdollista (mineraaliöljy vaatii syttyäkseen yli 330 °C lämpötilan). Käytetyn mineraaliöljyn leimahduspiste on 142 °C. Muuntajaöljyn sytyttämiseksi tarvitaan liekki, kipinä tai sähköoikosulku riittävän ulkoisen energian saamiseksi. Tapahtumapaikan lähellä ei ollut käynnissä tulitöitä, ei avotulta tai tupakointia. Siten sähkövika asennuksissa, liitännöissä tai laitteissa on mahdollinen syttymissyynä edellä kuvattujen sähköisten syiden lisäksi.

6. Onnettomuustutkinnan tulokset

6.1. Tekniset tekijät

Syttymisen välittömänä syynä on todennäköisesti ollut paisuntaletkun syttyminen siihen maadoituksen puuttuessa johtuneen ylisuuren virran seurauksena.

Kokeeseen kuuluvan kytkentäsuunnitelman mukaisesti koestus edellyttää useita maadoituksia. Maadoitettavia kohteita ovat ne vaiheläpiviennit, jotka eivät ole koestuksen alaisena, reaktorilavetti, testattavan reaktorin pääsäiliö, koestusmuuntajan laitaläpiviennit, koestusmuuntajan pääsäiliö, sekä mittamuuntajien toisiot ja mittamuuntajavaunun runko. Lisäksi maadoitetaan venttiilisuojavaunun runko sekä mittauksissa käytetyn jännitteenjakajan alapää. Kokeen kytkentöjä tehtäessä yksi maadoituskaapeleista, ilmeisimmin testattavan reaktorin pääsäiliön maadoituskaapeli on jäänyt kytkemättä kiinni. Mittamuuntajavaunu oli testeissä ensimmäistä kertaa käytössä. Koestajat huomasivat sen maadoituksen puuttumisen, joka lisättiin ennen koestuksen aloittamista.

Kokeen kytkentöjä tehtäessä maadoituskaapeli on jäänyt kytkemättä kiinni koestettavaan kappaleeseen.



Kuva 3. Kytkenä ollut maadoituskaapeli



Kuva 4. Korvake, jossa maadoituskaapelin olisi pitänyt olla kiinni

Koejärjestely oli sellainen, että reaktorin päällä ei ollut omaa paisuntaöljysäiliötä, vaan öljy otettiin ulkoisesta öljysäiliöstä öljyputken ja siihen liitetyn öljyletkun avulla. Koestettava reaktori oli liitettynä n. 4 m korkeudella sijaitsevaan paisuntaöljysäiliöön paisuntaletkun ja metalliputken välityksellä. Tämä linja oli ns. vapaa eli öljy siirtyi vapaasti reaktorin ja öljysäiliön välillä, kun reaktorin öljyssä olevat komponentit lämpenivät koestuksessa ja samalla öljyn tilavuus laajeni.

Yhden maadoituskaapeleista puuttuessa koestettava kappale todennäköisesti maadoittui metallilankavahvisteisen paisuntaöljyletkun kautta, kun jännitettä nostettiin koestuksen aikana. Tällöin osa koepiirin läpi kulkevasta virrasta kulki öljyletkun armeerauksen kautta.

Paisuntaöljyletkun metallilankavahviste on hyvin ohut. Koska testattavana oli reaktori, laskelmien mukaan koepiirissä kulki onnettomuushetkellä noin 43 A virtaa, jolloin huomattavan suuren virran johdosta suhteessa metallilangan paksuuteen metallivahvisteinen lanka on todennäköisesti kuumentunut ja sytyttänyt öljyletkun tuleen. Reaktoreiden testauksessa vaadittavat tehot ovat noin kymmenkertaiset vastaavan

kokosiin muuntajiin verrattuna. Esimerkiksi tässä palon sytyttänyt armeerauksen kuumeneminen ei ole mahdollista muuntajia testattaessa.

Sähköinen ylikuormitus kuumensi öljyletkun materiaalia (kumia), jolloin voi tapahtua oikosulku ja öljy ja/tai letku voi syttyä palamaan.

Muuntajaöljyn leimahduspiste on n. 140°C, joten sitä ei luokitella palavaksi nesteeksi. Öljy kuitenkin syttyy sopivissa olosuhteissa (esim. sumuuntuessaan tai imeytyttyään rätteihin) ja palaa riittävässä kuumuudessa. Öljyletkussa on ollut noin puolen baarin paine öljysäiliön ja letkun korkeuserosta johtuen, joten myös sumuuntumista on todennäköisesti tapahtunut.



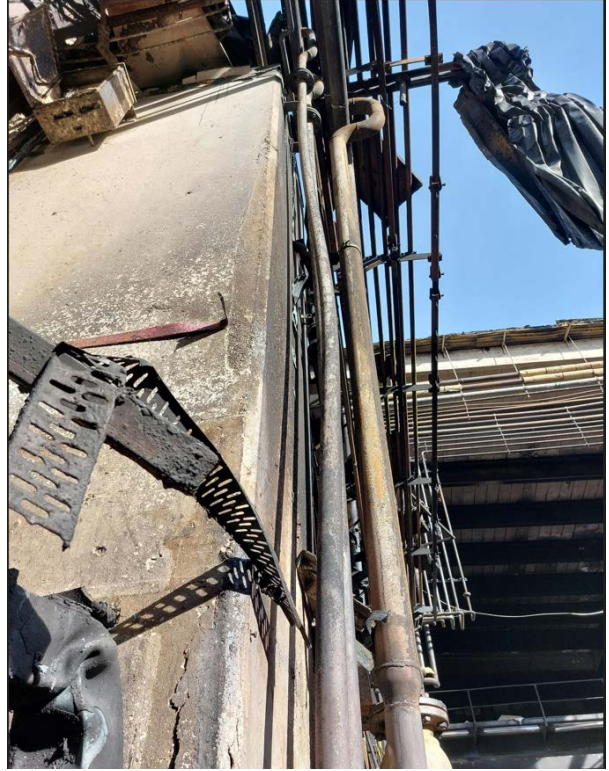
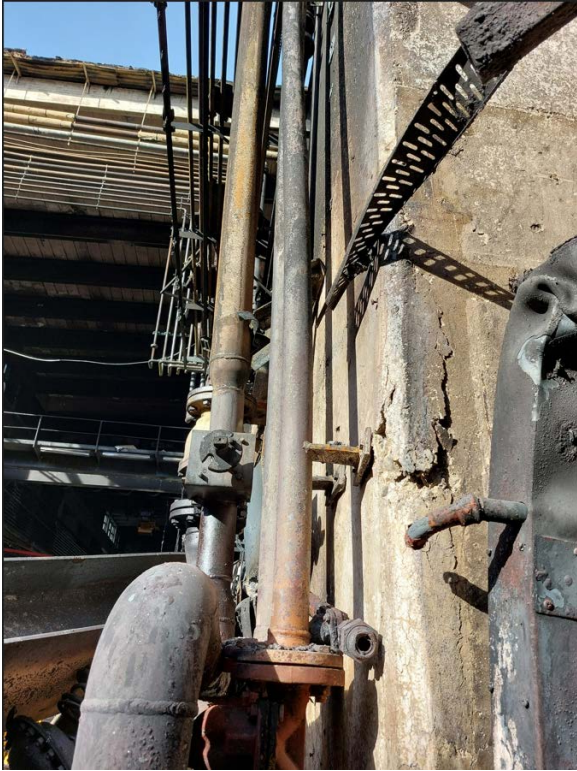
Kuva 5. Paisuntaletkun kela, jossa näkyy paisuntaletkun armeerauslanka



Kuva 6. Paisuntaletkun kela

Palava paisuntaletku on pettänyt, josta todennäköisesti syntyi pääkoestajan kuulema ääni. Palon syttymistä edisti todennäköisesti lattialla olleet öljyiset rätit, joita oli käytetty paisuntaletkun liitoksesta vuotaneen öljyn kuivaamiseen.

Pääkoestaja kävi sulkemassa reaktorin juuriventtiilin ja esti näin reaktorin sisällä olleen öljyn vuotamisen lattialle. Työntekijöiden tietojen mukaan öljysäiliöltä tulevassa linjassa ei ollut sulkuventtiiliä, joten sitä ei pyritty sulkemaan. Paikkatutkinnassa ja tulipalopaikalta otetuissa valokuvissa sulkuventtiilejä ei pystytty paikantamaan. Linjan ollessa auki paisuntasäiliölle asti, öljy valui säiliöstä painovoimaisesti lattialle, jossa se syttyi palamaan. Paisuntaöljysäiliön koko öljymäärä, noin 1,8 tonnia valui säiliöstä painovoimaisesti palavan letkun läpi lattialle, jossa se syttyi palamaan.



Kuvat 7., 8.,9. ja 10. Tukesin ottamia valokuvia paisuntaöljylinjasta ja paisuntaöljysäiliöstä

Syttymispaikalla oli heti palon alussa havaittu valkoista savua, mikä vastasi yrityksen onnettomuuden jälkeen tekemiä kokeita vastaavan paisuntaletkun virrankestosta ja tulipalon syttymismekanismista.



Kuva 11. Savua palopaikalla



Kuva 12. Savua kuormituskokeessa (20-43A)



Kuva 13. Testissä tuleen syttynyt öljyletku



Kuva 14. Reaktorin paisuntaöljyputken suljettu venttiili

Ohjaamon pulpetissa käytössä ollut hätä-seis -painike keskeyttää sähkönsyötön koestuskentälle, mutta ei ohjaa esimerkiksi koestuskenttää syöttävää erotinta auki asentoon ja tätä kautta koestuskenttää jännitteettömäksi. Pääkoestaja ei tämän vuoksi käyttänyt hätä-seis -painiketta, vaan manuaalisesti laski jännitteen nolleen ohjaamon laitteilla, koska jännitteen lasku oli jo aloitettu aiempien havaintojen vuoksi.

Ohjaamosta koestuskentälle tai koestuskenttää syöttäville keskuksille pääsy oli työturvallisuusperusteisesti estetty alkuvuodesta 2023 lähtien magneettisten lukitusten avulla. Ohjaamon ovet, joista pystyi ennen kulkemaan suoraan kohden koestuskenttää, oli muutettu lukittautuviksi oviksi siten, että kun koestuskenttää syöttävän keskuksen erotin oli kiinni asennossa, kulku kyseessä olevista ovista estyi. Onnettomuustilanteessa pääkoestajan pääsy syöttävälle keskukselle tekemään erotus toimenpiteitä estyi lukittujen ovien vuoksi ja viive sähkölaitteiston turvalliseen tilaan saattamiseksi kasvoi, kun pääkoestaja joutui kiertämään pidempää reittiä syöttävän keskuksen luokse.

Palon edetessä hallin yläosassa sijainneita poistoilmahuuhaltimia putosi läheisten muuntajien päälle rikkoen niiden rakenteita ja vapauttaen n. 60 tonnia lisää öljyä paloon. Nämä tapahtumat lisäsivät oleellisesti palon tehoa. Hallin toisella reunalla olleet öljysäiliöt kuitenkin säästyivät jäähdytyksen ja pelastuslaitoksen käyttämän kiinteän vaahdotusjärjestelmän ansiosta.

Tehdasrakennuksen eri osat on rakennettu eri aikoina, tuhoutunut osa vuonna 1972 sen aikaisten palonkestävyysvaatimusten mukaisesti, jotka eivät täysin vastaa nykypäivän vaatimuksia. Palo-ovet ja palo-osastoivat seinät kuitenkin estivät palon etenemisen, joten osastoivuus osoittautui riittäväksi.

6.2. Organisaation toimintaan liittyvät tekijät

Tulipalon taustalla vaikuttaneeksi syyksi oletetaan yhtä puuttunutta maadoitusta, jolloin virta kulki paisuntaletkun kautta sytyttäen sen. Kokoonpano- ja koestushalli oli rakennettu muuntajatehtaan käyttöön vuosina 1970–1974. Tilaratkaisusta johtuen koestettavaa kappaletta siirrettiin useampaan otteeseen koestuksen aikana. Tällöin myös osa maadoituksista jouduttiin irrottamaan ja liittämään uudelleen.

Laitoksella ei ollut erillistä menettelyä tai järjestelmää maadoituksen onnistumisen varmistamiseksi kappaleen siirtojen yhteydessä. Tämä mahdollisti koestuksen jatkumisen kappaleen siirron jälkeen maadoituksen puuttumisesta huolimatta. Tämän tulipalon sattuessa poistumistiet olivat käytettävissä, mutta joissain tapauksissa poistumisteitä on jouduttu sulkemaan, että koestettava kappale on mahtunut halliin.

Käytössä oli konsernilta toimitettu tarkistuskortti koestuksen aloittamiseen, mutta se oli laadittu yhteiseksi kaikille konsernin laitoksille ja tuotteille ja näin ollen monta sivua pitkä ja osin sopimaton Vaasan tehtaalle. Lisäksi kortti täytettiin vain, kun kappale tuotiin ensimmäisen kerran sisään koestushalliin, eikä sisällä hallissa tehtyjen siirtojen jälkeen ollut vastaavaa menettelyä. Maadoituksen kytkeminen koestuksen eri vaiheissa oli työntekijöille automatisoitunut toiminto. Se tiedettiin erittäin tärkeäksi, joten kyse ei ollut ammattitaidon tai tiedon puutteesta.

Käytössä ollut maadoituskäytäntö on tarkoitettu muuntajille, mutta sitä on yleisesti käytetty myös reaktoreille.

Koestukselle oli joitain konsernista tulleita ohjeita ja myös laitoksen omia ohjeita, mutta koska koestukset vaihtelevat niin paljon koestettavan kappaleen mukaan, kaikkiin koestuksiin yleispätevän ohjeen laatiminen oli koettu vaikeaksi. Ohjeita päivitettiin, mutta ei juurikaan koulutettu. Jokaista koestusta varten laadittiin etukäteen erillinen koestusohjelma, jota koestuksessa noudatettiin. Työ- ja sähköturvallisuuteen on panostettu paljon ja tehty paljon ohjeistusta, mutta kemikaaliriskit ovat jääneet vähemmälle huomiolle koko organisaatiossa.

Paisuntaletkuissa oli työntekijöiden kertoman mukaan ollut useampia öljyvuotoja sen käyttöhistorian aikana. Liitoksia oli käyty kiristämässä, mutta siitä oli ollut hyötyä vain hetkellisesti. Tiputteleviin öljyvuotoihin oli totuttu ja käytännöksi oli muodostunut vuotokaukalojen tyhjennys ja öljyn pyyhkiminen räteillä, joita oli lattialla (kuva 6.).

Koestustilanne edellytti useampien maadoitusten irrottamista ja uudelleen kiinnittämistä. Koestajat huomasivat koestuksessa tarvittavasta mittamuuntajavaunusta puuttuvan paikan maadoitusliittimelle. He porasivat reiän liittimelle muiden töiden ohessa ja asensivat maadoituksen. Tämä osoittaa koestajien sisäistäneen maadoituksen tarpeellisuuden. Maadoituksen mahdollisuus olisi kuitenkin pitänyt varmistaa jo mittamuuntajavaunun hankintavaiheessa, jolloin koestajien ei olisi ollut tarvetta hoitaa asiaa muiden töiden lisäksi.

Palopaikalla oli vesiletku, jossa oli vaahdotetta, mutta letkussa oli vain pieneksi tiedetty virtaus. Tätä oli aiemmin testattu ja huomattu, ettei vaahdotus toimi riittävästi. Tulipalotilanteessa työntekijät käyttivät letkua, mutta totesivat sen tehon riittämättömäksi suhteessa laajentuneeseen paloon.

Laitoksella on käytössä kaksi erillistä kunnossapitojärjestelmää, joista toinen oli konsernin kunnossapidon seuranta varten edellyttämä järjestelmä. Toinen on käytettävyydeltään yksinkertaisempi Vaasan laitokselle hankittu järjestelmä, jota työntekijät enemmän käyttävät. Näiden järjestelmien tietoja ei synkronoida, joten sama tapahtuma tai korjaustarve saattaa olla molemmissa järjestelmissä, mutta siitä ei ole varmuutta. Käynninaikaisen kunnossapidon lisäksi laitoksella on vuosittain huoltoseisokki.

Yrityksen ohjeistuksen mukaisesti tulipalotilanteessa olisi pitänyt soittaa hätäkeskukseen. Tämä jäi kuitenkin tekemättä työntekijöiden turvallistaessa palopaikkaa katkaisemalla öljyn ja sähkön tulo ja yrittäessä sammuttaa paloa käsisammuttimilla. Näin ollen hätäkeskuksella ei alkuun ollut tietoa, oliko kysymyksessä paloilmaisimen virrehälytys vai aiheellinen tulipalosta ilmoitettava hälytys. Siitä syystä paikalle lähetettiin normaali hälytysvaste eikä kriittisyystasoa nostettu kuten olisi tehty, jos tiedossa olisi ollut tarkemmin palotilanteen vakavuus. Pelastuslaitoksen tullessa paikalle vastassa ei ollut yritykseltä yhteyshenkilöä kertomassa tilanteesta.

Tehtaalla oli käytäntönä, että muuntajan tilanneet asiakkaat seurasivat koestusta ohjaamossa samassa tilassa koestajien kanssa ja tähän koestajat olivat tottuneet. Pääkoestaja selitti asiakkaille koestuksen etenemistä työtä tehdessään. Koestajat eivät kokeneet asiakkaiden läsnäoloa häiritsevänä tai työntekoa haittaavana.

Laitoksella on pidetty poistumisharjoituksia, myös nyt palaneessa ILMI-hallissa. Laitoksen kohdekortissa on ohjeistus veden käyttökiellosta tietyillä alueilla.

Laitoksen pelastussuunnitelmaa oli koulutettu henkilöstölle perehdytyksen yhteydessä. Tehdaspalokunta on ollut tietoinen muuntajaöljyn palo-ominaisuuksista, mutta epäselväksi kuitenkin jäi, kuinka selvä käsitys työntekijöillä oli tästä asiasta.

6.3. Säädösten noudattaminen

Toiminnanharjoittaja oli toimittanut pelastuslaitokselle ilmoituksen vaarallisten kemikaalien vähäisestä käsittelystä ja varastoinnista. Ilmoituksen käsittelyn yhteydessä pelastuslaitoksen kemikaalitarkastaja oli huomannut laitoksen toiminnan olevan laajamittaista ja oli ensimmäisen kerran kesäkuussa 2020 kehottanut toiminnanharjoittajaa hakemaan Tukesilta kemikaaliturvallisuuspäätöstä ja toisen kerran maaliskuussa 2022. Pelastuslaitos oli toimittanut kehotukset toiminnanharjoittajalle sähköpostitse.

Jälkimmäisellä kerralla pelastuslaitoksen edustaja ilmoitti tilanteesta myös Tukesille, jossa todettiin, että lupahakemusta ei vielä ollut toimitettu. Tukes ei ole ollut yhteydessä toiminnanharjoittajaan kemikaaliluvan osalta ennen kuin onnettomuustutkimuksen yhteydessä. Lupahakemusta ei ollut vielä toimitettu onnettomuuden ajankohtana, mutta toiminnanharjoittaja toimitti sen Tukesin onnettomuustutkimuksen yhteydessä antaman kehotuksen jälkeen heinäkuussa 2023. Tukes ei ole tehnyt kohteessa kemikaaliturvallisuuslain mukaisia määräaikaistarkastuksia, koska kohteella ei ole Tukesin lupaa laajamittaiseen toimintaan.

Pelastuslaitoksen kanssa yhteydessä ollut yrityksen edustaja oli keskustellut lupahakemuksen tarpeesta esimiehensä kanssa, mutta tälle oli muodostunut käsitys, että laitoksen toiminta olisi vielä juuri laajamittaisen toiminnan rajan alapuolella. Yrityksen tekemien laskelmien mukaan suhdeluku vaihteli luparajan molemmin puolin. Toiminnanharjoittajalle oli myös epäselvää, että toiminnan laajuuteen vaikuttava kemikaalimäärä lasketaan säiliötilavuuksien mukaan riippumatta siitä, kuinka paljon kemikaalia säiliöissä varastoidaan.

Toiminnanharjoittajalla ei ollut esittää selkeästi prosessiturvallisuuden (vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin) riskinarvioinniksi katsottavaa riskinarviointia. Riskit oli arvioitu henkilöturvallisuuden eli työsuojelun näkökulmasta. Lisäksi palo- ja räjähdysvaaraa oli yleisellä tasolla arvioitu vuonna 2014.

Onnettomuustutkimuksen aikana tehtyjen selvitysten perusteella tehtaan sähkölaitteistoa on huollettu ja sähkölaitteiston kuntoa on seurattu. Sähkölaitteistolle on nimetty käytön johtaja ja laitteiston lakisääteiset määräaikaistarkastukset on suoritettu vaatimusten mukaisesti. Määräaikaistarkastuksilla esiin tulleisiin havaintoihin on laadittu korjaavat toimenpiteet asianmukaisesti. Koestukseen osallistuneet henkilöt ovat sähköalan ammattihenkilöitä.

6.4. Viranomaistoiminta

Tehdaspalokunta saavutti kohteen ensimmäisenä. Heti sen perään paikalle saapuivat Vaasan paloaseman kolme raskasta yksikköä, joita johti päivystävänä palo-esimiehenä toiminut kokenut palomies. Hänellä oli sisäministeriön myöntämä poikkeuslupa toimia palo-esimiehen tehtävissä, mutta ei palo-esimiehen virkaa. Muutama minuutti ensimmäisten yksiköiden jälkeen kohteeseen saapui päivystävänä palomestarina toiminut asemamestari, jolla oli perehdytys toimia päivystävän palomestarin sijaisena, mutta ei palopäällystön pätevyyttä. Vaasan paloaseman päivystävän palo-esimiehen sijaisjärjestelyyn ei ole ohjetta, vaan sijaisena toimii joku työvuorossa oleva palomies. Päivystävän palomestarin sijaisena toimii lähtökohtaisesti toinen päällystökoulutettu työntekijä, mutta sijaisena voi toimia myös perehdytyksen saanut

alipäälystökoulutettu työntekijä. Koska hälytys nousi luokkaan ”rakennuspalo suuri¹”, sai hälytyksen myös päivystävä päällikkö, joka oli pelastustoiminnan johtaja tilannepaikalla. Hänen määräyksestään perustettiin Vaasan paloasemalle johtokeskus, annettiin vaaratiedote ja pyydettiin virka-apua lentokentältä. Yhteistyössä tehdaspalokunnan päällikön, päivystävän palomestarin ja tehtaan edustajan kanssa päätettiin alueista, jotka ovat kriittisiä ja suojeltavia, kun selvisi, että sammutustoimet eivät riitä palon sammuttamiseen.

Tehdaspalokunta tiedotti em. päivystävälle palo-esimiehelle tilanteen vakavuudesta ja tämä kertoi tilanteen edelleen päivystävälle palomestarille. Vastuiden epäselvyyksien, sijaisten kokemattomuuden ja tilanteen sekavuuden vuoksi hälytysvasteen nostaminen suuremmaksi ja sitä kautta lisäresurssien pyytäminen viivästyi. Myös hätäkeskuksessa hälytysvasteen nostaminen suuremmaksi kesti muutaman minuutin. Hälytysvasteen nostaminen suuremmaksi tehtiin vasta n. 23 minuuttia alkuperäisen hälytyksen jälkeen, vaikka tulipalo oli hyvin voimakas jo alkuvaiheessaan. Pelastuslaitoksen joillain työntekijöillä vaikuttaa olleen käsitys, että he eivät saa tehdä päätöksiä esim. hälytysvasteen nostamisesta suuremmaksi, jos päivystävä palomestari on mukana tilanteessa (eli silloin vastuu olisi päivystävällä palomestarilla). Viiveistä johtuen myös alueen eristys viivästyi ja pihalle lähelle palopaikkaa pääsi toimittajia ja yleisöä.

Tukes sai tiedon tulipalosta mediasta ja otti yhteyttä toiminnanharjoittajaan. Tukes kävi laitoksella ensin kaksi kertaa, mistä saatujen tietojen perusteella Tukes päätti nimittää onnettomuustutkintaryhmän selvittämään tulipalon syitä. Tukes tiedotti tutkinnan aloittamisesta ja onnettomuuden kulusta alustavien tietojen perusteella.

Pelastuslaitoksen kemikaalitarkastaja oli valvonnassaan huomannut, että laitoksen toiminta on suhdelukulaskennan perusteella laajamittaista vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia. Hän ilmoitti asiasta sekä toiminnanharjoittajalle että Tukesille. Toiminnanharjoittaja ei toimittanut lupahakemusta Tukesille pelastuslaitoksen kehoituksista huolimatta. Toiminnanharjoittaja koki asiassa olleen tiedonkulun katkoksia, väärinkäsityksiä ja puutteita ohjeistusten selkeydessä toiminnanharjoittajan ja eri viranomais tahojen välillä. Pelastuslaitoksen palotarkastaja on tarkastanut laitoksen vähäisenä kemikaalikohteena.

7. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

7.1. Onnettomuuden välitön syy

Tulipalo syttyi muuntajaöljyn paisuntaletkun pettäessä, kun sen armeerauslanka kuumeni ja sulatti kumista letkua. Armeerauslangan kuumeneminen johtui siitä, että todennäköisesti yksi maadoitusjohtimista oli kiinnittämättä. Tällöin kappale maadoittui paisuntaöljyletkun kautta virran kuumentaa armeerauslankaa. Paisuntasäiliöstä vuosi rikkoutuneen letkun kautta öljyä paloon levittäen sitä.

7.2. Onnettomuuden syntyyn vaikuttaneet tekijät

7.2.1 Tekniset tekijät

Koestettavan kappaleen siirtäminen

Kappaletta siirrettiin useaan otteeseen koestuksen aikana ja tällöin osa maadoituksista jouduttiin irrottamaan ja liittämään uudelleen. Näin jouduttiin toimimaan koestushallin tilaratkaisun vuoksi.

¹ Rakennuspalo suuri on pelastustoiminnassa käytetty termi, jolla kuvataan tehtävälle lähtevän hälytysvasteen laajuutta.

Johtopäätös: Kappaletta ei pitäisi joutua siirtämään ja maadoitusta irrottamaan kesken koestuksen. Koestuspaikka on suunniteltava tätä tarkoitusta varten ja sijoitettava koestuksessa tarvittavat laitteistot tarkoituksenmukaisesti.

Paisuntaöljysäiliö

Mahdollisten sulkuventtiilien sijaintia ei pystytty tutkinnassa todentamaan, eikä linjassa ollut muuta varolaitetta pysäyttämässä öljyvuotoa, joten öljy valui säiliöstä painovoimaisesti lattialle paisuntaletkun pettäessä.

Johtopäätös: Putkilinjoihin lisätään sulkuventtiilit helposti luokse päästäviin paikkoihin; mahdollisesti automaattisesti palohälytyksestä tai hätä seis -painikkeesta sulkeutuvat tai liikavirtausventtiilit.

Reaktorin testaamisessa tarvittavat suuret tehot

Testattavana oli reaktori. Vaasassa valmistetuista tuotteista vain alle kymmenesosa on reaktoreita. Reaktoreiden testauksessa vaaditut koestustehot ovat kymmenkertaiset vastaavan kokoiseen muuntajaan verrattuna.

Johtopäätös: Toiminnanharjoittaja laatii kattavan riskinarvioinnin huomioiden harvemmin koestettavien kappaleiden erityisominaisuudet ja niiden vaikutukset poikkeamatilanteissa.

Poistosilmapuhaltimet

Poistosilmapuhaltimien putoaminen muuntajien päälle rikkoen niiden rakenteita lisäsi paloon osallistuneen öljyn määrää. Tämä tapahtuma edesauttoi tilanteen kehittymistä laajaksi tulipaloksi.

Johtopäätös: Tilojen soveltuvuutta käyttötarkoitukseensa arvioidaan huomioiden olemassa olevat rakenteet ja tiloissa olevat laitteet.

7.2.2 Organisatoriset tekijät

Menettely maadoituksen varmistamiseksi

Laitoksella ei ollut käytössä erillistä menettelyä tai järjestelmää, jolla olisi varmistettu maadoituksen onnistuminen koestettavan kappaleen jokaisen siirron jälkeen. Tämä mahdollisti koestuksen jatkamisen, vaikka maadoitus ei ollut paikallaan. Laitoksella käytössä ollut tarkistuslistaa käytettiin vain kappaleen tullessa sisään koestushalliin. Tarkistuslistassa ei ollut huomioitu kappaleen siirtämiseen ja uudelleen maadoittamiseen liittyviä työvaiheita. Lisäksi kyseinen lista koettiin hankalaksi käyttää ja sopimattomaksi tämän laitoksen tarpeisiin.

Johtopäätös: Toiminnanharjoittajan on luotava menettely maadoituksen onnistumisen varmistamiseksi. Tämä voidaan tehdä hyödyntämällä esim. käytettävää ja kyseisen laitoksen tarpeisiin sopivaa tarkistuslistaa tai teknistä ratkaisua, joka estää koestuksen alkamisen maadoituksen puuttuessa.

Kunnossapito

Palon syttymislähteeksi oletettu paisuntaletku oli työntekijöiden kertoman mukaan vuotanut ilmeisesti kelan liitoksesta jo pitkään. Liitosta oli käyty kiristämässä, mutta siitä oli ollut hyötyä vain hetkellisesti.

Tiputtelevaan öljyvuotoon oli totuttu ja käytännöksi oli muodostunut vuotokaukalon tyhjennys ja öljyn pyyhkiminen räteillä, joita oli kasa lattialla.

Johtopäätös: Toiminnanharjoittajan on kiinnitettävä huomiota laitoksen kunnossapitoon ja ennakkohuoltojärjestelmään. Ennakkohuoltoa vaativien laitteiden kriteerit tulevat joko suoraan lainsäädännöstä tai turvallisuuskriittisyyden arvioinnin perusteella. Kunnossapidossa toistuvat vikaantumiset ovat indikaatio huoltotarpeen kasvamiseen tai laitteen uusimiseen.

Riskinarviointi

Riskinarvioinnit on tehty pääasiassa työsuojelun näkökulmasta ja laitoksella ei ollut esittää prosessiturvallisuuden (vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin) riskinarviointiksi katsottavaa dokumentaatiota. Tämä olisi tullut tehtyä, jos toiminnanharjoittaja olisi hakenut kemikaaliturvallisuuslupaa Tukesilta.

Johtopäätös: Vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia harjoittavan laitoksen on tehtävä prosessiturvallisuuden riskinarviointi ja määriteltävä ja toteutettava toimenpiteet riskien saattamiseksi hyväksyttävälle tasolle.

Poikkeamien seuranta

Laitoksella oli käytössä kaksi erillistä kunnossapitojärjestelmää, joista toinen oli konsernin kunnossapidon seuranta varten edellyttämä järjestelmä ja toinen käytettävämpi tämän laitoksen tarpeisiin hankittu järjestelmä. Näiden järjestelmien tietoja ei synkronoitu, joten sama tapahtuma tai korjaustarve saattoi olla molemmissa järjestelmissä, mutta siitä ei ollut varmuutta.

Johtopäätös: Laitoksella on syytä olla yksi selkeä ja käyttäjäystävällinen kunnossapitojärjestelmä, johon kootaan poikkeamat ja korjaustarpeet. Tällöin pystytään luotettavasti seuraamaan, että korjaukset tulee tehtyä ja myös keräämään tietoa poikkeamista ja vikaantumisista prosessiturvallisuuden tason ja kehityssuunnan seuraamiseksi.

Kemikaaliturvallisuuslainsäädännön seuranta ja turvallisuusvastuut

Pelastuslaitoksen kanssa yhteydessä ollut yrityksen edustaja oli keskustellut lupahakemuksen tarpeesta esimiehensä kanssa, mutta tälle oli muodostunut käsitys, että laitoksen toiminta olisi vielä juuri laajamittaisen toiminnan rajan alapuolella. Esimies ei ollut saanut sähköpostia tms. kirjallista tietoa asiasta. Yrityksen tekemien laskelmien mukaan suhdeluku vaihteli luparajan molemmin puolin. Yrityksessä oli jäänyt voimaan käsitys, että toiminta on vähäisen ja laajamittaisen rajalla ja että luvan hakeminen ei olisi välttämätöntä.

Johtopäätös: Pelastuslaitoksen kehoitus hakea Tukesilta kemikaaliturvallisuuslupaa ei ollut tullut selväksi yrityksen kemikaalivastaavan esimiehelle eikä näin ollen ollut johtanut toimenpiteisiin. Tiedonkulussa on ilmennyt epäselvyyttä ja tämä on johtanut siihen, että kemikaaliturvallisuuslupahakemus on jäänyt tekemättä. Toiminnanharjoittajalla on oltava selkeät menettelyt lainsäädännön vaatimusten tunnistamiseen ja niiden viestimiseen organisaatiossa sekä turvallisuusvastuut määriteltynä organisaation eri tasoilla.

7.2.3 Säädosvaatimusten noudattaminen

Toiminnanharjoittajan kemikaali-ilmoitusten perusteella, pelastuslaitos oli todennut laitoksen vaarallisten kemikaalien määrän edellyttävän kemikaaliturvallisuuslupaa Tukesilta ja ilmoittanut tästä sähköpostitse sekä toiminnanharjoittajalle että Tukesille. Tulipalon tapahtuman aikaan Tukesille ei kuitenkaan ollut vielä tullut lupahakemusta toiminnanharjoittajalta.

Johtopäätös: Toiminnanharjoittaja ei ole pelastuslaitoksen kehotuksista huolimatta hakenut toiminnalle Tukesin lupaa. Toimintaa on harjoitettu pelastusviranomaisen kehotuksista huolimatta ilman asiamukaista lupaa. Toiminnanharjoittajalla on velvollisuus olla selvillä laitoksellaan olevien kemikaalien vaaraominaisuuksista ja määristä ja näiden edellyttämistä lainsäädännöllisistä velvoitteista. Lupakäsittelyssä Tukes arvioi toimitettujen tietojen perusteella laitoksen riskien arviointia ja varautumisen riittävyyttä tunnistettuihin kemikaalivaaroihin.

8. Toimenpidesuosituksset

Tutkintaryhmä esittää seuraavia toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi. Suositukset ovat yleisiä.

Teknisiin järjestelmiin liittyvät suositukset:

- Koestustila suunnitellaan niin, että kappaletta ei tarvitse siirtää kesken koestuksen.
- Otetaan käyttöön järjestelmä, joka ilmoittaa maadoituksen puuttumisesta / estää koestuksen maadoituksen puuttuessa.
- Putkilinjoihin lisätään sulkuventtiilit helposti luokse päästäviin paikkoihin; mahdollisesti automaattisesti palohälytyksestä tai hätä seis -painikkeesta sulkeutuvat tai liikavirtausventtiilit.
- Hätä-seis -painikkeiden toiminnan onnettomuus- ja hätätilanteissa tulee olla johdonmukaista.
- Turvallisuusperusteisesti tehtyjen kulkurajoitusten tarkoituksenmukaisuus onnettomuus- ja hätätilanteissa tulee olla johdonmukaista ja selkeää.
- Myös palavaksi nesteeksi luokittelemattomat kemikaalit, jotka voivat osallistua paloon ja siten lisätä palokuormaa, huomioidaan riskinarvioinnissa ja riskien hallinnassa

Organisaatioon liittyvät suositukset:

- Tunnistetaan turvallisuuskriittiset laitteet ja laitteistot ja varmistetaan niiden sisältyminen ennakkohuolto-ohjelmaan sekä määritetään niille sellainen huolto- tai vaihtoväli, joka estää niiden vikaantumisen.
- Tunnistetaan turvallisuuskriittiset työtehtävät. Kyseiselle laitokselle ja erilaisille kappaleille laaditaan työprosessin mukaiset kuitattavat tarkistuslistat turvallisuuskriittisten tehtävien onnistumisen varmistamiseksi.
- Sähköisten kytkentöjen ristiin tarkistukseen luodaan menettely.
- Käytetään yhtä kunnossapitojärjestelmää, jonne merkitään kaikki korjaustarpeet ja kuitataan ne tehdyksi.
- Tarkistetaan määrävälein käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien määrä sekä arvioidaan toiminnassa tapahtuneiden muutosten vaikutuksia. Merkittävistä muutoksista tulee ilmoittaa viranomaiselle tai muutoksille tulee hakea Tukesin lupaa.
- Nimetään kohteen tunteva vastuuhenkilö olemaan vastassa pelastuslaitosta sen saapuessa onnettomuuspaikalle. Vastuuhenkilön on voitava irrottautua muista tehtävistään ja olemaan pelastuslaitoksen käytettävissä koko tilanteen ajan.

Viranomaistoimintaan liittyvät suositukset:

- Pelastuslaitos varmistaa eri tehtäviin pätevien henkilöiden saatavilla olon hälytystilanteiden varalta. Tätä varten pelastuslaitos nimeää vastuuhenkilön valvomaan ja kehittämään pelastustoiminnan ja sen johtamisen koulutusta.
- Pelastuslaitos varmistaa ohjeistuksen ja harjoittelun riittävyyden vaativien onnettomuustilanteiden varalta
- Työnjakoa ja menettelyä tarkennetaan Tukesin ja pelastuslaitoksen kesken tilanteessa, jossa huomataan laitoksen vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin laajuuden muuttuneen
- Tukes arvioi ja määrittelee tarkemmin tiedottamisensa sisältöä onnettomuustapauksissa
- Neuvonnan ja ohjauksen lisäksi viranomaisella tulee olla selkeät menettelyt valvonnan perusteella annettaville kirjallisille hallintopäätöksille, kun viranomainen edellyttää korjaavia toimia tai havaitsee toistuvia puutteita.

9. Lähteet

Paikkatutkinnan valokuvat

Haastattelut

Hitachi Energy Finland Oy:ltä saatu materiaali

Pelastusviranomaiselta saatu materiaali

Liite 1. Accimap

