



31/90

Työntekijän kuolemaan johtanut työtapaturma altistuttuaan mäntyöljykeittämön rikkivedylle

työpaikkaonnettomuuksien tutkinta (TOT)

1. Tapahtuman kuvaus

1.1 Prosessin selvitys

Keittoliipeä ja sivutuotteet

Selluloosan ja ligniinin ohella sisältää puuainees, varsinkin havupuu, pihka-ainetta. Keittokattiloiden kaasuhöyryistä saadaan lauhduttamalla talteen niiden sisältämä tärpätti. Puun rasva- ja hartsihapot muodostavat alkalisessa sulfaattikeitossa natriumin kanssa yhdisteen, raakasuovan, joka liukenee keittoliipeään. Keittoliipeä sisältää vaikuttavina aineina natriumhydroksidia ja natriumsulfidia. Puusta liuenneita aineita sisältävää keittoliipeää kutsutaan värinsä vuoksi mustaliipeäksi. Mustaliipeän sisältämät ja siihen liuenneet rikkiyhdisteet vapautuvat, jos lipeän sekaan joutuu happoa. Vaarallisista näistä yhdisteistä on rikkivety. Kun mustaliipeästä erotettua suopaa keitetään rikkihapon kanssa, vapauttaa vahvempi rikkihappo rasva- ja hartsihapot, jotka muodostavat raa'an mäntyöljyn. Tämä jalostetaan mäntyöljytislaamalla edelleen. Rikkihapon lisäys vapauttaa suovasta runsaasti rikkivetyä, joka on otettava huomioon prosessijärjestelyissä.

Raakasuovan erotus mustaliipeästä

Raakasuopa on pesuosastolta tulevassa laiha-mustaliipeässä osittain sekoittuneena, osittain liuenneena. Lipeän seistessä säiliössä liukenematon suopa nousee vähitellen kevyempänä pinnalle. Suopasaaliin suuruuteen vaikuttaa siis lipeän viipymäaika säiliössä; se puolestaan riippuu säiliön suuruudesta ja lipeän kiertonopeudesta. Toisaalta suopaa saadaan sitä enemmän mitä pienempi sen liukoisuus lipeään on. Liukoisuus riippuu lipeän lämpötilasta ja väkevyydestä. Lämpötilan laskiessa pienee suovan liukoisuus lipeään. Prosessin lämpötalouden takia lipeää ei kuitenkaan kannata jäädyttää suopasaaliin suurentamiseksi.

Samoin pienee suovan liukoisuus lipeän väkevyyden noustessa. Toisaalta tällöin suovan erottumisnopeus myös pienee, mikä vähentää lipeän väkevoitymisestä saatavaa etua. Ottamalla huomioon lipeän väkevyyden vaikutus sekä liukoisuuteen etä erottumisnopeuteen, voidaan sanoa, että suopasaaliin kannalta edullisin lipeäväkevyyks on noin 16—20° B.

Suopaa otetaan laihamustaliipeäsäiliöstä ja väliliipeäsäiliöstä. Näiden säiliöiden yläosassa on kourut, joihin suopa valuu ja niistä edelleen suopasäiliöihin. Suovan ottoa varten voidaan laihamustaliipeäsäiliöiden pintoja nostaa tarvittaessa ottamalla lipeää säiliöstä toiseen pohjia yhdistävän putken ja pumpun avulla. Laihamustaliipeäsäiliöiden lipeäväkevyyks säädetään haihduttamon toiminnan ja suopasaaliin kannalta edullisempaan arvoon pumppaamalla haihduttamolta väkevoityä, nk. takaisinajo-lipeää säiliöihin.

Mahdollisimman tarkka suovan erotus lipeästä on tärkeätä, sillä paitsi suoranaista taloudellista tappiota pienentyneen mäntyöljytuotannon muodossa saattaa suovan joutuminen lipeän mukana haihduttamolle aiheuttaa siellä vakavia toimintahäiriöitä.

Massatonnia kohti laskettu mäntyöljysaanto riippuu puulajeista, sen kasvupaikasta ja varastointiolosuhteista, vaihdellen n. 30—50 kg mäntyöljyä/massatonni.

Mäntyöljyn keitto, yleistä

Ulkona olevasta suopasäiliöstä suopa pumpataan mäntyöljykeitämön sisällä olevaan suopasäiliöön, josta se pumpataan keittopatoihin. Paitsi suopasäiliönä, toimivat säiliöt myös lipeän erottimina. Suovan mukana kulkeutunut lipeä laskeutuu säiliöiden pohjalle, josta se ulkosäiliön pohjalta pumpataan takaisin laihamustaliipeäsäiliöön.

Mäntyöljykeitto on jaksottainen prosessi. Padallinen kerrallaan, eli noin 40 m³ suopaa, keitetään öljyksi, jota saadaan n. 18—20 m³. Laskuputkella ja pumpulla siirretään öljy pesuriin.

Keitto

- otetaan suopaa keittopataan 38—40 m³
- seisotetaan suopaa padassa, jotta mahdollinen mukana oleva lipeä valuu pohjalle, poistetaan lipeä padan pohjalta
- tarvittaessa lisätään suopaa pataan (jos lipeää on ollut runsaasti)
- lasketaan happo pataan
- 8,0 m³ jätehappoa (=n. 450 g/l—500 g/l) tai 2,2 m³ väkevää happoa, jos jostain syystä ei jätehappoa saada
- väkevällä hapolla keitetäessä käytetään laimennukseen vettä vähintään 4 m³
- aloitetaan keitto johtamalla pataan varovasti höyryä (ylikuohumisen vaara)
- keittoaika n. 1 h
- tutkitaan rikkihappoannoksen riittävyys, titraamalla jäännös 5 ml keittoemävetä 1 -n NaOH-liuoksella
- jos NaOH kulutus on alle 1 ml, lisätään väkevää rikkihappoa 0,2 m³ tai jätehappoa 1,0 m³ ja jatketaan keittämistä 15—30 min
- pinnalle kertynyt öljy pumpataan pesuriin padassa olevan kaatoputken avulla
- pataan jäänyt moska ja emävesi neutraloidaan NaOH:illa
- lasketaan näin saadut jätteet epävesisäiliöön
- huuhdellaan padan pohja ja huuhteluvesi lasketaan emävesisäiliöön
- emävesisäiliöstä pumpataan jätteet laihamustaliipeäsäiliöön (ulkona oleva 500 m³ säiliö)

1.2 Tapahtumien kulku

Tapaturman uhri, mäntyöljyn keittäjä N.N, oli tullut työhön aamuvuoroon tavanomaiseen tapaansa paljon ennen varsinaisen

työvuoronsa alkua, joka normaalisti alkaa klo 06.00.

6.6.1990 klo 04.37 mäntyöljykeittämön rikkivetyilmaisimet olivat antaneet hälytyksen, joka todettiin voimalaitoksen keskusvalvomossa, jossa oli paikalla keskusvalvomon hoitaja K.K ja varamies L.L.

Koska tapaturman uhrin varhainen työhöntuloaika oli keskusvalvomon henkilökunnan tiedossa, soitti keskusvalvomon hoitaja K.K normaalin tavan mukaan mäntyöljyosaston valvomoon saadakseen yhteyden N.N:ään.

N.N oli vastannut puhelimeen ja maininnut kaiken olevan kunnossa sekä kuitannut samalla hälytyksen äänimerkin mäntyöljykeittämön valvomosta; hälytysmerkkivalo oli jäänyt vielä päälle.

Klo 05.57 mäntyöljyvaraston rikkivetyhälytys oli kuittautunut pois ja tulostunut voimalaitoksen keskusvalvomon kirjoittimelle.

Noin klo 07.30 voimalaitoksen huoltomies T.T oli mennyt mäntyöljykeittämölle ja löytänyt N.N:n makaamassa selällään keittopatojen edessä olevalla ritilätasolla. T.T oli koettanut pulssia, mutta ei todennut mitään ja suoritti hälytyksen avun saamiseksi (ambulanssi, keskusvalvomo, työnjohto, poliisi ym.).

Ambulanssimiehistö saapui ja aloitti välittömästi elvytystoimenpiteet, jotka eivät kuitenkaan enää tuottaneet tulosta.

Paikalle saapuneet yhtiön lääkäri ja yhtiön sekä Imatran poliisi totesivat N.N:n menehtyneen, jonka jälkeen N.N toimitettiin Imatran aluesairaalaan.

Mäntyöljykeittäjä N.N oli toiminut aikaisemmin n. 20 vuotta haihduttamon hoitajana, jossa tehtävässä oli oltava yhteistöminnassa myös mäntyöljyosaston hoitajan kanssa ja joutui jo tuolloin perehtymään myös mäntyöljyosastoon.

Varsinaisena mäntyöljyosaston hoitajana N.N oli toiminut noin 9 vuotta, ollen erittäin ammattitaitoinen.

Välittömästi kuvattujen tapahtumien jälkeen voimalaitoksen ylimestari P.P ja voimalaitoksen varamies V.V keskeyttivät meneillään olevan mäntyöljykeiton ja kirjasiivat ylös kaikki tapahtumaan liittyvät venttiilien asennot, pumppujen käynnit, keiton valmistusasteen, jätehappotilanteen ym. asiaan mahdollisesti vaikuttaneet tiedot, huomioon ottaen rikkivetymahdollisuuden, jota ei kuitenkaan voitu suoranaisesti todeta. Tapaturmailmoitusta ei tehty, koska kuoleman epäiltiin aiheutuneen sairaskohdauksesta.

Oikeuslääkärin lausunnossa todettiin kuoleman johtuneen rikkivetymyrkytyksestä. Lausunto saatiin vasta yli 6 kk tapauksen jälkeen, jolloin kuolemantapausta ryhdyttiin tutkimaan työtapaturmana.

2. Työtapaturmaan johtaneita tekijöitä

Rikkivedyn pääsy työtilaan

N.N oli avannut keittovaiheessa olleen padan nro 2 viereisen keittopadan pohjaventtiilin, sekä poksivedet lipeän pois pumppaamista varten, jota ei kuitenkaan oltu tehty. Normaalisti ko. venttiilejä ei avata vielä tässä vaiheessa, vaan mäntyöljykeitot tehdään täysin erillisinä.

Puoli vuotta myöhemmin tehdyllä mäntyöljyn koekeitolla, jossa venttiilit käännettiin tapahtumahetkellä olleeseen tilanteeseen, voitiin todeta, että 2. padan pohjaputken kautta tuli 1. pataan suovansekaista happoa, joka reagoi voimakkaasti padassa olevan mustalipeän kanssa aiheuttaen suovan pinnassa kuohumista ja vapauttaen rikkivetyä.

Keittopatojen välissä oli enää yksi palloventtiili kiinni, jossa oli pumpun paine takana ja tämä venttiili vuoti. 1. padassa ei ollut poistohöyryejektoria päällä, vaan syntynyt rikkivety pääsi vapaasti auki olleen keittopadan luukun kautta työtilaan.

Mäntyöljykeiton alaisessa padassa nro 2 oli höyryejektori päällä ja mitään ylikuohumisjälkiä ei ollut havaittavissa. Alipaine keittopadassa oli normaali.

Turvallitteet

Mäntyöljyosaston valvomo on ilmastoitu ja ylipainetestattu, jolla on varmistettu, että rikkivetyhälytystapauksissa löytyy turvallinen kohde, jossa voi oleskella kunnes hälytys on ohi ellei halua siirtyä keskusvalvomoon.

Osastolla on rikkivetymittaus käsittäen hälytyssummerin ja -valon, sekä pitoisuutta osoittavan näytön valvomossa.

6.6.1990 tarkastettiin rikkivetymittaus ja se näytti täysin oikeita lukemia.

Aina, kun mäntyöljyosastolta tulee rikkivetyhälytys, ottaa keskusvalvomon hoitaja varmistustoimenpiteenä puhelimella yhteyttä ja ellei siihen vastata, menee joku paikan päälle varmistamaan, että kaikki on kunnossa.

Voimalaitoksen alueella olevat rikkivetymittauslaitteet ovat kaikki mittariosaston säännöllisen tarkastuksen piirissä.

Työn opastus / työohjeet

Mäntyöljyosastolla on tarkat työnopastusohjeet, jotka on tarkastettu viimeksi 29.9.1988. Ohjeet ovat voimassa olevia.

Osastolla olevat työohjeet on tarkastettu 27.9.1988. Ohjeet ovat voimassa olevia.

3. Toimenpiteet vastaavan tapaturman estämiseksi

3.1 Tehdyt toimenpiteet

Vuoromestarilla olevan kannettavan rikkivetymittarin lisäksi on hankittu kannettavat mittarit myös keskusvalvomoon ja mäntyöljyosastolle.

Mäntyöljyosastolle on hankittu kannettava radiopuhelin, jolla on jatkuva yhteys keskusvalvomoon.

Mäntyöljyosaston kiinteä rikkivetymittari on uusittu 2-pistemittariksi, jonka anturit sijaitsevat mäntyöljypatojen edessä ja toinen alakerrassa emävesisäiliön luona.

Em. muutoksista on jaettu tarkennetut ohjeet mäntyöljyosastolle, keskusvalvomoon ja vuoromestareille.

Ohjeissa painotetaan rikkivetyhälytystapaussissa välitöntä siirtymistä joko suoja-

paikkaan tai osaston ulkopuolelle sekä keskusvalvomon henkilöstön varmistusvelvollisuutta jatkuvien yhteydenottojen muodossa kuten myös mäntyöljykeittopatojen erilliskäyttöä ja keittopatojen venttiilien asentoja.

Tutkintaryhmä ehdottaa lisäksi, että työntekijät tulee perehdyttää myös prosessiteknikkaan siten, että he tuntevat prosessiin liittyvän kemian ja rikkivedyn muodostumiseen vaikuttavat tekijät.

3.2 Keittopatojen erottaminen

Keittopadat putkijärjestelmineen tulee voida luotettavasti erottaa toisistaan esim. kahdella venttiilillä, joiden välissä on tyhjennys.

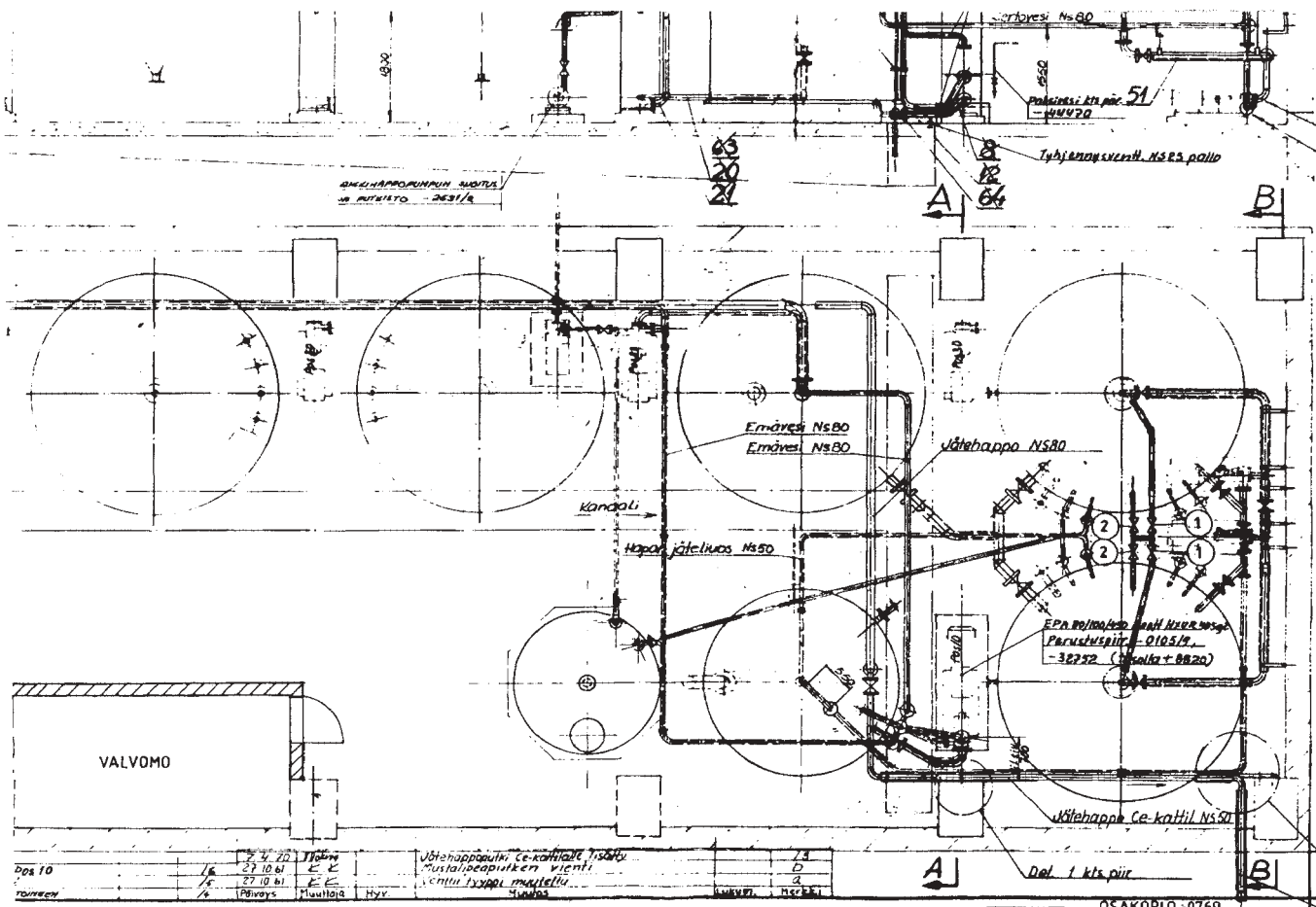
3.3 Työtapaturmana ilmoittaminen

Työpaikalla sattunut kuolemantapaus on syytä ilmoittaa työtapaturmana aina, kun sairaskohtaus ei ole täysin kiistattomasti osoitettu kuoleman syyksi.

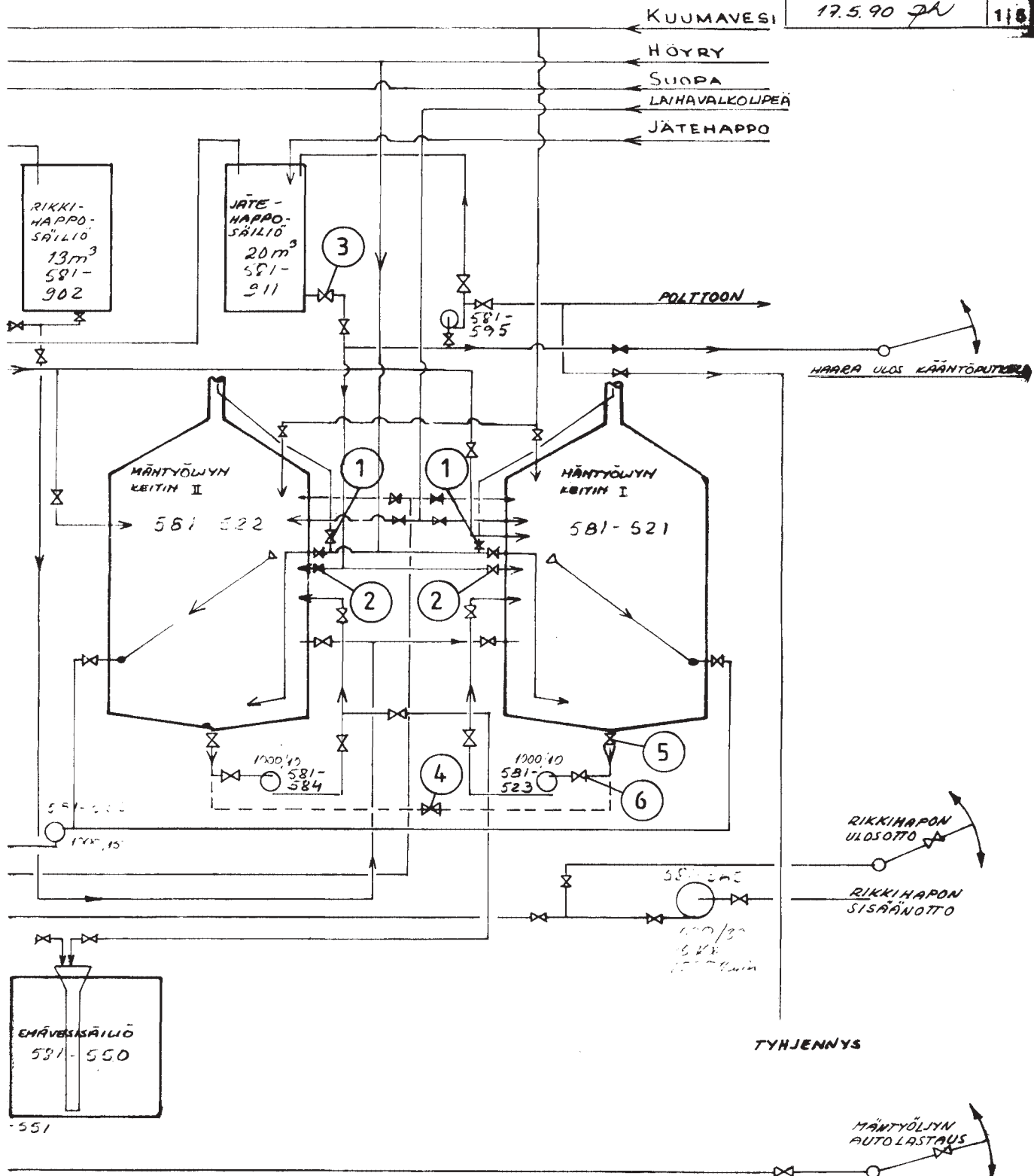
LIITTEET

Kaaviot/venttiilien numerointi

1. Höryejektorin höryventtiili
2. Keittöhöryventtiili
3. Jätehapon laskuventtiili
4. Viallinen väliventtiili
5. Virheellinen venttiilin asento
6. Virheellinen venttiilin asento



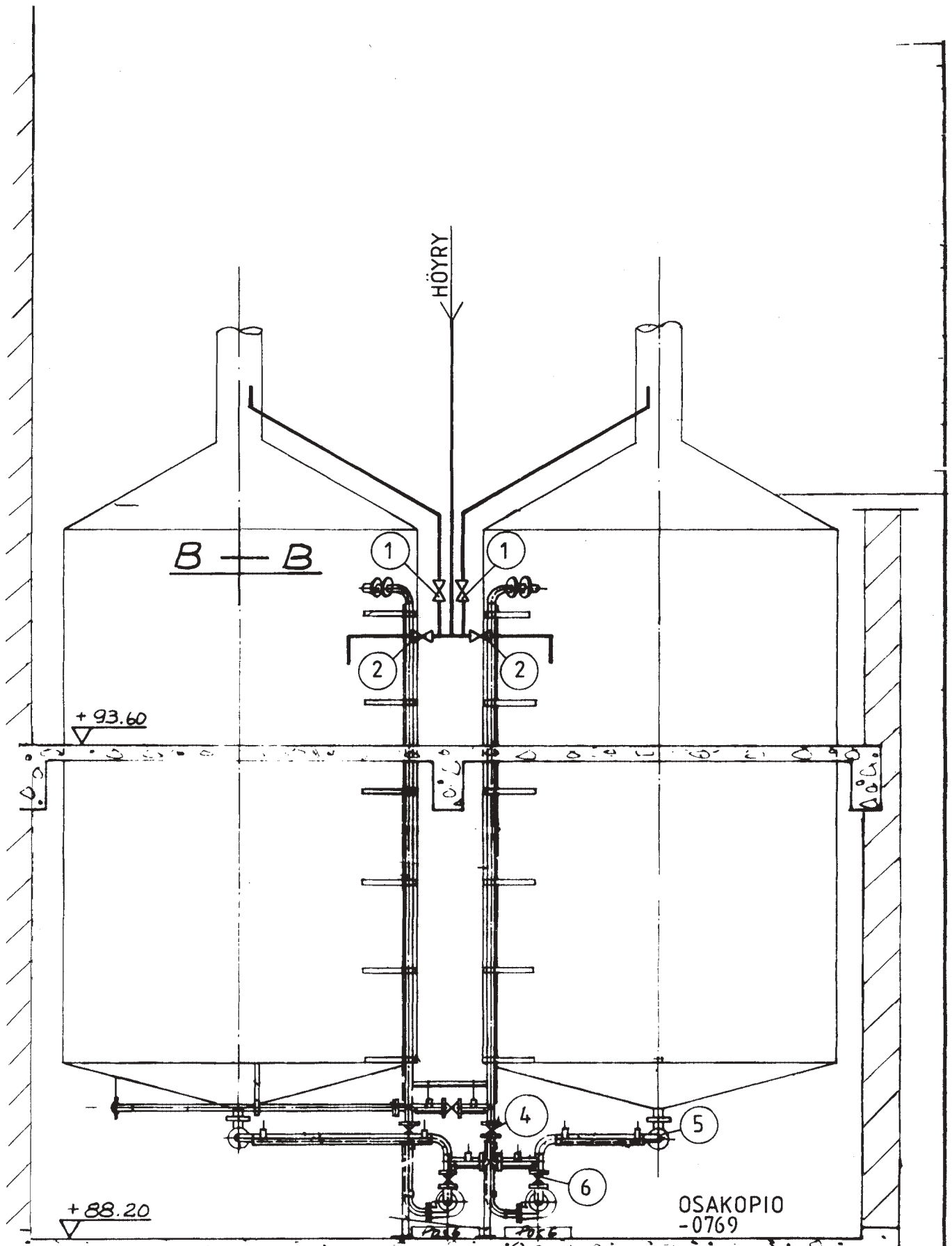
Sijainti ja sisältö nro	Kp	Et	Pi
581	1		0.2
Yksiköinti nro	Yks.	Osat	
PIINUSTUS ATK-REKISTERISSÄ			
17.5.90 PN			118



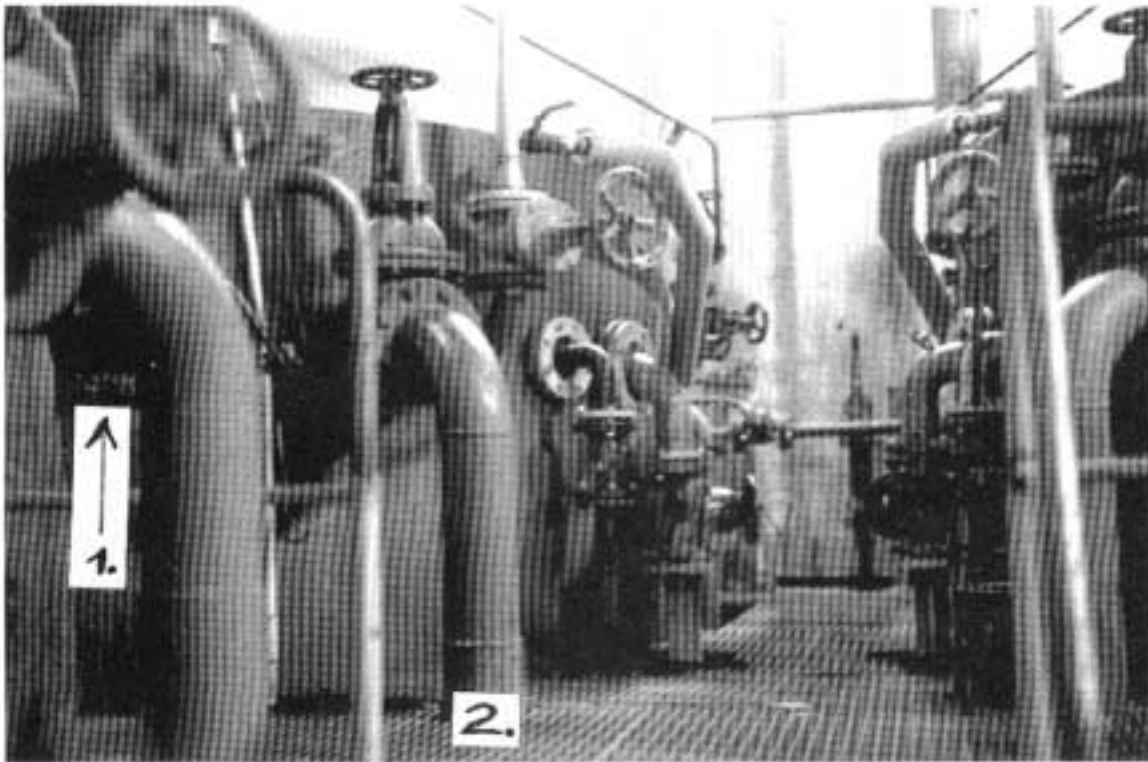
0) MUUTETTU EMÄVESIS. PUTKISTO 79-08-88
 1) RIKKIHAPPO-SÄILIÖ SUURETTY 1.9.79/MO
 2) PUMPPUVAIHTO 1.9.79/MO
 3) TÄYDENNETTY 14.1.70 MO
 4) RIKKIHAPPO-SÄILIÖ SUURETTY 1.9.79/MO
 5) MUUTOS 11.9.74/PN
 6) MUUTOS 22.02.04/PK

OSAKOPIO
 Kp2-7181-5118/9

23.5.61 VM



7	Suojalaippa Ns 50·2	32	410330a	18/8 2.5	
3	Kiilaluistiventtiili Ns150/210	34	TES102-38	Gr/18/2.5	
5	Tulppahana Ns100	30	Mako 30533	18/8 2.5	Bascodur
5	Tulppahana Ns80	29		18/8 2.5	—




Kuva 1.
1. Keittimen avoin luukku; 2. N.N:n paikka löydettäessä.



Kuva 2.
Nuoli osoittaa rikkivetyilmäisimen paikan. Vasemmalla valvomo.

**Tapaturmavakuutus-
laitosten Liitto**

Bulevardi 28
00120 Helsinki
puh. (90) 192 51

Jaarli Oy  1991