

**OIKEUSMINISTERIÖ  
SKÖLDVIKIN SÄILIÖPALON TUTKINTALAUTAKUNTA**

# **TUTKINTASELOSTUS**

**NESTE OY:N PORVOON TUOTANTOLAITOSTEN  
VARASTOSÄILIÖN R-2 TULIPALOSTA 23.-24.3.1989**

**SUURONNETTOMUUDEN TUTKINTASELOSTUS N:O 2/1989**

**Helsinki 1990**

**OIKEUSMINISTERIÖ  
SKÖLDVIKIN SÄILIÖPALON TUTKINTALAUTAKUNTA**

# **TUTKINTASELOSTUS**

**NESTE OY:N PORVOON TUOTANTOLAITOSTEN  
VARASTOSÄILIÖN R-2 TULIPALOSTA 23.-24.3.1989**

**SUURONNETTOMUUDEN TUTKINTASELOSTUS N:O 2/1989**

**Helsinki 1990**

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Forstén, Jarl pj. Metso, Jukka Loikkanen, Pentti Kajander, Lauri Koljonen, Eero Oksanen, Tarja Pahkala, Olli (sihteeri)		Julkaisun laji Suuronnettomuuden tutkintaselostus	
		Toimeksiantaja Valtioneuvosto	
		Toimielimen asettamispvm 30.3.1989	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen) Tutkintaselostus Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten varastosäiliön R-2 tulipalosta 23.-24.3.1989			
Julkaisun osat			
Tiivistelmä Maaliskuun 23 päivänä 1989 klo 12.27 syttyi Porvoon maalaiskunnan Sköldvikissä sijaitsevalla Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten varastoalueella säiliö R-2 palamaan. Palo saatiin sammumaan klo 13.29. Säiliö syttyi uudelleen klo 14.12 ja sammui seuraavana päivänä klo 20. palavan aineen loputtua. Onnettomuudesta ei aiheutunut henkilövahinkoja. Omaisuusvahingot olivat n. 30 Mmk. Ympäristövaikutukset olivat verrattain vähäiset onnettomuuden suuruuteen verrattuna. Tulipalon perimmäisenä syynä oli herkästi syttyvän I luokan palavan nesteen (isoheksaanijakeen) pääsy kelluvan katon päälle. Huoltotöiden yhteydessä katolla oleva huolto- luukuun kansi oli jäänyt kiinnittämättä. Maaliskuun aikana katolle oli tullut runsaista sateista vesikuorma. Katto on kehinnyt tuulessa siten, että nestettä on päässyt avoimesta luukusta katon päälle. Vedenpoistoputken alaosaan havaittiin palon jälkeen halkeamia. Katon päällä oli räjähdys- ja syttymiskelpoinen isoheksaanin ja ilman seos. Syttymissyitä ei ole voitu täysin varmasti todeta. Ensimmäisen palon todennäköisin syttymissy on ollut staattisen sähköpurkautuminen, jonka on ilmeisesti aiheuttanut potentiaalia saamaton kalvopumppu. Pumpulla oli tarkoitus siirtää palava neste kelluvan katon päältä sen alle. Pumppu riippui kantohihnojen varassa säiliössä hieman isoheksaanipinnan yläpuolella. Toisen palon todennäköisin syttymissy on ollut hehkuva kelluva materiaali (puu, kumi tms.), joka on jäänyt osittain palaneena kytämään vaahdossa ja vaahdon ohennettua syyttänyt paljastuneen isoheksaanin. Tutkintalautakunta suosittelee, että varastointia koskevia lupia tulisi määräjain tarkistaa ja viranomaisten lisätä valvontatarkastuksia. Yritysten tulisi tehostaa varastojen käytönaikaista valvontaa. Vuodonilmaisujärjestelmiä ja säiliöiden instrumentointia tulisi parantaa. Henkilökunnalla tulisi olla huolto-, kunnossapito-, korjaus- ja tarkastustoiminnassa kirjalliset ohjeet sekä työssä käytettävät tarkistuslistat. Tutkintalautakunta suosittelee myös eräitä toimenpiteitä, jotka parantaisivat yritysten ja viranomaisten valmiutta suuronnettomuusien torjunnassa sekä niiden aiheuttamien ympäristöpäästöjen seurannassa.			
Avainsanat (asiasanat)			
Muut tiedot			
Sarjan nimi ja numero Suuronnettomuuden tutkintaselostus 2/1989		ISSN 0783-0769	ISBN 951-47-3679-6
Kokonaissivumäärä	Kieli Suomi	Hinta	Luottamuksellisuus Julkinen
Jakaaja		Kustantaja	

## SISÄLLYSLUETTELO

1	SÄILIÖN R-2 SUURPALO.....	4
	1.1 Onnettomuustapahtuman yleiskuvaus.....	4
	1.2 Vahingot.....	7
	1.3 Säiliöalue ja alueen turvajärjestelyt.....	8
	1.4 Sääolosuhteet.....	10
2	TULIPALOA SELVITELLEET RYHMÄT JA ORGANISAATIOIOT.....	10
	2.1 Tutkintalautakunta.....	10
	2.2 Teknillinen tarkastuskeskus.....	13
	2.3 Poliisi.....	14
	2.4 Neste Oy.....	14
3	PALAVIEN NESTEIDEN VARASTOINTI.....	15
	3.1 Lainsäädäntö ja tekniset säännökset.....	15
	3.2 Säiliö R-2 ja siihen liittyvät luvat ja tarkastukset.....	18
	3.2.1 Säiliön R-2 rakenne.....	18
	3.2.2 Vallitila.....	20
	3.2.3 Luvat ja tarkastukset.....	21
	3.2.4 Säiliön R-2 käyttö.....	23
	3.2.5 Huolto- ja kunnossapitotoiminta.....	23
	3.2.6 Säiliön R-2 korjaukset.....	25
4	TULIPALO.....	27
	4.1 Isoheksaanin ominaisuudet ja polttokoe.....	28
	4.2 Vaahtonesteiden ominaisuudet ja valinta.....	30
	4.3 Tulipalon leviämismahdollisuuksista.....	32

5	ONNETTOMUUDEN TUTKINTA.....	34
5.1	Poliisin esitutkinta.....	34
5.2	Onnettomuuden syyt.....	35
5.2.1	Isoheksaanipatjan muodostuminen ja katon uppoaminen.....	36
5.2.2	Palojen syttymissyyt.....	43
5.2.2.1	Tilanne ensimmäisen palon sytty- hetkellä.....	43
5.2.2.2	Ensimmäisen palon syttymissyyt.....	44
5.2.2.3	Tilanne toisen palon syttymishet- kellä.....	51
5.2.2.4	Toisen palon syttymissyyt.....	52
5.3	Torjuntatoimenpiteet.....	53
5.3.1	Kelluvan katon pelastusyritys.....	53
5.3.2	Palo- ja pelastustoimi palon aikana.....	56
5.3.3	Torjuntaorganisaatioiden toiminta.....	60
5.4	Tiedottaminen.....	62
5.5	Säiliöpalon ympäristövaikutukset.....	64
5.5.1	Päästöt ilmaan.....	65
5.5.2	Öljypäästöt mereen.....	65
5.5.3	Jätteet.....	67
6	TUTKINTALAUTAKUNNAN SUOSITUKSET.....	67
	Asiakirjaluettelo.....	75

## 1 SÄILIÖN R-2 SUURPALO

### 1.1 Onnettomuustapahtuman yleiskuvaus

Keskiviikkona 23.3.1989 klo 21.45 ilmoitettiin Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten päivystävälle vuoromestarille, että hiekanerotusaltaaseen tulee poikkeuksellisen paljon öljyä joko tuotantolinja III:lta tai säiliöalueelta. Asiaa ryhdyttiin välittömästi selvittämään. Tällöin keskusvalvomossa havaittiin varastoalueen säiliöiden pinnankorkeuksia tutkittaessa, että säiliön R-2 sisältämän nesteen tilavuus vähenee noin  $32 \text{ m}^3/\text{h}$ . Välittömästi vuodon havaitsemisen jälkeen valvomosta pyydettiin kenttämiehiä menemään säiliölle R-2. Kenttämiehet ilmoittivat, että vesityspotkusta tulee bensiiniä ja että he ovat sulkeneet säiliön vesityspotken juuri-venttiilin. Tämän jälkeen vuoromestari pyysi tarkistamaan säiliön kelluvan katon. Tarkistettuaan katon laitosmiehet ilmoittivat, ettei katon vesitysventtiiliä voinut sulkea. Kelluvan katon päällä oli runsaasti nestettä eikä venttiilin suljin ollut näkyvissä. Ilmoituksen johdosta vuoromestari meni selvittämään tilannetta säiliölle. Palattuaan hän ilmoitti tilanteesta Neste Oy:n palolaitokselle klo 22.06.

Vuorotyönjohtajan ilmoitus kuului, että "säiliön R-2 kelluvan katon päällä on bensiiniä". Palolaitoksen hälytysvalmiudessa ollut miehistö ja kalusto lähetettiin välittömästi onnettomuuspaikalle. Todettuaan vuoromestarin kanssa tilanteen, päivystävä palomestari määräsi säiliön katolla olevan nesteen pinnan suojavaahdotettavaksi. Neste Oy:n palopäällikön tultua paikalle noin klo 22.30 aloitettiin katon päällä olevan nesteen pumppaus kelluvan katon alle kahdella vesiturbiinipumpulla katon ja säiliön reunan välistä. Myöhemmin 23.3.1989 vastaisena yönä saatiin katolle kaksi vastaavaanlaista pumpua lisää. Katto pyrittiin edelleen pelastamaan uppoamiselta pumppaamalla nestettä katon päältä sen alle. Samalla yritettiin sulkea vesityskaivon venttiili. Vesityskaivon venttiilin sulkemista yrittivät yön aikana sekä päivystävä vuoromestari että palolaitoksen palomies. Kumpikin

oli katolla työskennellessään pukeutunut asianmukaisiin suo-  
javarusteisiin. Koska kenelläkään ei ollut varmaa tietoa  
missä asennossa venttiili oli kiinni, kuivaharjoiteltiin  
venttiilin sulkemista viereisen säiliön R-4 katolla. Katon  
päällä ollut nesteen pinta ei kattoon nähden havaittavasti  
muuttunut. Vuodon oletettiin johtuvan katon vesityskaivon  
venttiilistä.

Vuotoa pyrittiin estämään myös paineilmatulpalla, joka ase-  
tettaisiin vesityskaivon päälle. Toinen suunniteltu vaih-  
toehto oli, että avonainen vuotokohta ympäröitäisiin neste-  
pinnan yli ulottuvalla lieriöllä. Näitä pelastusyryityksiä ei  
kuitenkaan ehditty toteuttaa. Noin klo 11.45 säiliöön nos-  
tettiin ensin paineilmatulppa ja sen jälkeen paineilmatoimi-  
nen kompressoripumppu. Pumppu ripustettiin katon päälle si-  
ten, että se oli nostoliinon varassa. Paikalla ollut palo-  
mies selvitteli letkut paikoilleen ja pumppu käynnistettiin  
noin klo 12.00 tai hieman sen jälkeen.

Kova tuuli teki aukkoja suojavaahdotukseen, jota paikkail-  
tiin kaiken aikaa. Katon keskellä oli kuitenkin kohta, jossa  
suojavaahto ei vaahdotuksesta huolimatta pysynyt.

Ensimmäisen syttymisen aikaan vaahdosta vapaata isoheksaani-  
pintaa oli näkyvissä halkaisijaltaan n. 5-7 m:n alue. Vaah-  
dottomaton alue peittyi silminnäkijöiden mukaan liekkeihin  
n. 1-1,5 sekunnin sisällä. Katon päällä olleen isoheksaani-  
patjan syvyys oli syttymishetkellä noin 1,1 m.

Silminnäkijän mukaan vaahdotussuihku oli ensimmäisen palon  
syttymishetkellä suunnattu katolla olevaan kannatinjalkaan.  
Tarkoitus oli, että suihku ei osuisi suoraan nesteen pin-  
taan. Säiliö syttyi palamaan 23.3.1989 klo 12.27. Porvoon  
aluehälytyskeskus sai ilmoituksen palosta klo 12.31. Tämän  
jälkeen annettiin toisen asteen suurpalohälytys. Poliisille  
palosta ilmoitettiin klo 12.40. Samanaikaisesti hälytettiin  
öljynjalostamon suuronnettomuuksien johtoryhmä. Noin 12 mi-  
nuttin kuluttua palon syttymisestä annettiin kaikille sammu-  
tussyksiköille määräys vaahdotuksen aloittamisesta. Viereisten

säiliöiden turvallisuus varmistettiin jäädyttämällä niitä kohdistettavilla vesitykeillä ja vaahdottamalla niitä.

Tulipalo saatiin sammumaan klo 13.29. Vaahdotus lopetettiin klo 13.44. Vaahtokerroksen paksuudeksi arvioitiin tuolloin n. 30 cm. Puolen tunnin kuluttua havaittiin vaahtokerroksen ohentuneen huomattavasti. Lisävaahdotus aloitettiin heti havainnon jälkeen. Vaahdotuksen kestänyt 1-3 minuuttia syttyi neste uudelleen klo 14.12. Klo 14.40 annettiin kolmannen asteen suurpalohälytys.

Noin 10 minuutin kuluttua toisen palon syttymisestä ilmeni, että vaahtoisku ei onnistu, koska kahdelta autolta loppuivat vaahtonesteet. Vaahtonesteen täydennys tapahtui paloasemalla ja satamassa. Kun lisäksi eräässä autossa ilmeni vaahtopumpun toimintahäiriöitä todettiin, että vaahdotuskapasiteetti ei riitä palon sammuttamiseen ja nestepinnan vaahdotus lopetettiin n. 15 minuutin kuluttua. Sääolosuhteet olivat erittäin epäsuotuisat vaahdotukselle, sillä tuuli oli kova. Pitkän tulipalon aikana säiliöiden R-1, R-3 ja R-4 vesijäädytystä ja suojavaahdotusta lisättiin. Säiliöön R-1 johdettiin inerttikaasua. Näin pyrittiin varmistamaan palon rajoittaminen ainoastaan säiliöön R-2, jonka jäädytystä myös jatkettiin.

Lisävaahtonestehankinnat käynnistettiin heti toisen palon syttymisen jälkeen. Ensin vaahtonestettä hankittiin Uudenmaan läänistä. Myöhemmin aloitettiin vaahtoneste-erien etsintä läänien hälytyskeskusten kautta koko Suomesta. Vaahtonestettä hankittiin myös lentokuljetuksena Belgiasta ja Ruotsista.

Johtoryhmä teki päätöksen pitkän palon taktiikasta ja valmistautumisesta myöhemmin tehtävään vaahtosammutusyritykseen iltapäivällä 23.3. klo 15-16. Samoin se päätti säiliön tyhjentämisestä sekä siinä olleen nesteen polttamisesta loppuun. Naapurisäiliöihin kohdistuvan lämpösäteilyn kannalta kriittiset vaiheet alkoivat 24.3.1989 klo 01.00 jälkeen, kun säiliön R-2 seinämän yläosa taipui kuumuudesta. Tuulen kääntyttyä jouduttiin jäädyttämään myös säiliöitä H-12 ja H-13.



Lisäksi varauduttiin palon leviämiseen vallitilaan, jolloin palava pinta-ala ja vastaavasti palamisteho olisivat moninkertaistuneet.

Palo jatkui kuitenkin hallitusti ja pysyi säiliössä. Se saatiin sammumaan 24.3.1989 klo 20.00 palavan aineen loputtua.

Palamisteho oli suuri n. 12 000 MW, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin Suomen nykyinen sähkön tuotantokapasiteetti.

Säiliö R-2 oli rakennettu v. 1963. Sen korkeus oli 14,3 m, halkaisija 52 m ja tilavuus 30.000 m<sup>3</sup>. Säiliössä oli onnettomuushetkellä 22.000 m<sup>3</sup> isoheksaanifraktiota, joka on bensiinin eräs osa. Noin 6000 - 7000 m<sup>3</sup> fraktiota onnistuttiin pumppaamaan palon aikana pois säiliöstä toisiin säiliöihin. Loppuosa paloi muodostaen pääosin vettä ja hiilidioksidia.

Palon sammuttamiseen osallistui ensisijaisesti 92 Neste Oy:n vakinaista ja puolivakinaista palomiestä. Lähialueiden sammutusmiehet mukaan lukien sammutustöihin osallistui kaikkiaan yli 500 miestä 64 sammutusyksiköllä.

## 1.2 Vahingot

Säiliö R-2 tuhoutui kokonaan tulipalossa ja lisäksi paloi n. 15 - 16 000 m<sup>3</sup> isoheksaania. Neste Oy on arvioinut että vahinkojen suuruus on n. 30 Mmk. Lähisäiliöt eivät kärsineet muita vaurioita, kuin että maalipinta paloi tai nokeentui tummaksi.

Uhkaavasta tilanteesta huolimatta ei syntynyt henkilövahinkoja.

Voimakkaassa tuulessa savu, noki ja sammutusvaahto levisivät aiheuttaen tilapäistä haittaa tuulen alapuolella oleville ihmisille.

Tulipalon ympäristövaikutukset jäivät palon suuruuteen verrattuna hyvin pieniksi. Verrattain täydellisestä palamisesta

johtuen ei juuri syntynyt myrkyllisiä palamistuotteita. Jonkun verran isoheksaania ja sammutusveden irroittamia epäpuhtauksia valui maastoon ja mereen, koska puhdistuslaitoksen kapasiteetti on riittämätön tällaisessa tilanteessa.

### 1.3 Säiliöalue ja alueen turvajärjestelyt

Porvoon maalaiskunnassa sijaitsevien Neste Oy:n tuotantolaitosten kemikaalien varastoalue on kemikaalisataman ja jalostamon välissä (kuva 1). Varastoalueella on 112 maanpäällistä säiliötä. Varastoalueella on myös maanalaisia kalliovarastoja. Varastosäiliöiden yhteenlaskettu tilavuus on noin 1,4 milj. m<sup>3</sup>.

Säiliöt on sijoitettu pääosin maavalleista koostuviin vallitiloihin. 1970-luvun puolivälistä lähtien säiliön perustukset on tehty kivilouhoksesta, joka on päällystetty asfaltilla. Säiliöalueella on myös betonoituja perustuksia ja vallitilojen osia.

Säiliöalueelle on sammutus- ja jäähdytysveden varmistamiseksi rakennettu maanalainen sammutusvesiputkisto, joka kattaa koko säiliöalueen. Sammutusvesiputkistoa on jalostamoalueella yhteensä 40 km. Putkisto saa vetensä palovesipumppaamosta, joka sijaitsee satama-alueella. Lisäksi on laadittu kullekin säiliölle paloasemalla säilytettävä sammutuskortti, josta voidaan lukea sekä säiliön ja vallitilan suhteen tarvittavat jäähdytys- ja sammutusvesimäärät sekä vahtonestemäärät ja -tyypit.

Sade-, jäähdytys- ja sammutusvesien keräämiseksi ja puhdistamiseksi varastoalue on viemäroity. Säiliöiden vesitysputket on johdettu viemärikaivoihin. Viemäriverkostossa on öljynerotuskaivoja sekä hiekanerotusaltaita, joissa öljyä erotetaan myös mekaanisesti vedestä. Lopuksi viemäriverdet johdetaan sataman kupeessa olevaan vedenpuhdistuslaitokseen, jossa sade- ja viemäriveresistä erotetaan öljy ja öljyjalosteet mahdollisimman tarkkaan. Sammutus- ja jäähdytysvesien erillistä keräilyallasta jalostamolla ei ole.

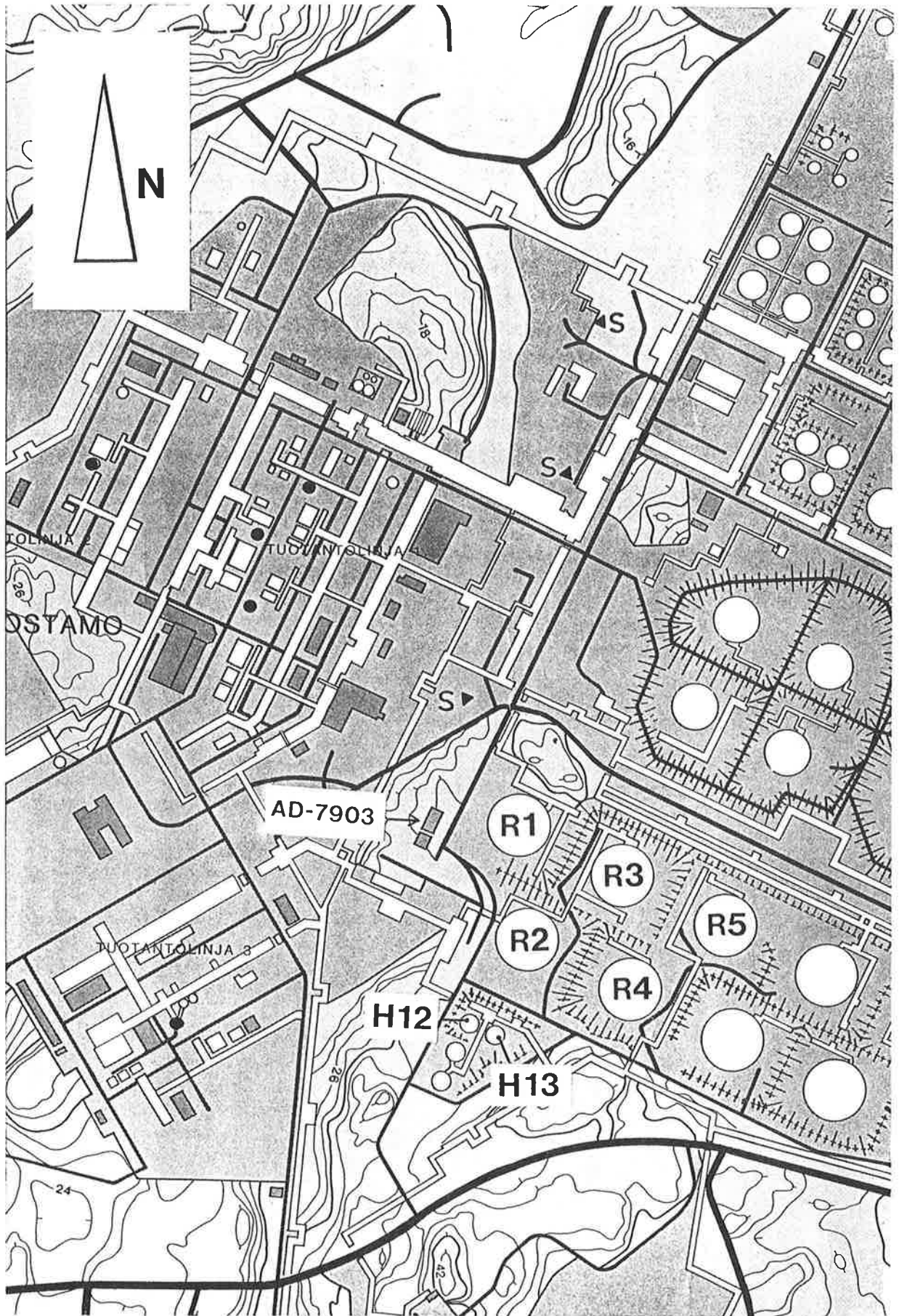
Säiliö R-2 on varastoalueen jalostamonpuoleisella luoteisella laidalla (kts. kuva 1) siten, että säiliön R-2 ja vanhan jalostamon välissä ei ole varastosäiliöitä eikä tuotantoyksiköitä. Välimaastossa on sosiaali- ja huoltotiloja samoin kuin ns. hiekanerotusallas ja siihen liittyvä erotus- ja pumppausyksikkö AD-7903. Lähinnä säiliötä R-2 sijaitsevat säiliöt ovat R-1, R-3 ja R-4 jotka sijaitsevat noin 48 metrin etäisyydellä. Säiliöt H-12 ja H-13 sijaitsevat noin 54 metrin etäisyydellä.

Säiliöt R-1, R-3 ja R-4 ovat kaikki tilavuudeltaan 30 000 m<sup>3</sup> ja samanlaisia kuin säiliö R-2. Säiliöt sijaitsevat omissa vallitiloissaan (kuva 2). Vallitilat ovat osaksi maavalleja, mutta esim. säiliön R-2 luoteinen ja lounainen valli ovat betonia. Vallitilaan mahtuu koko säiliön sisältö.

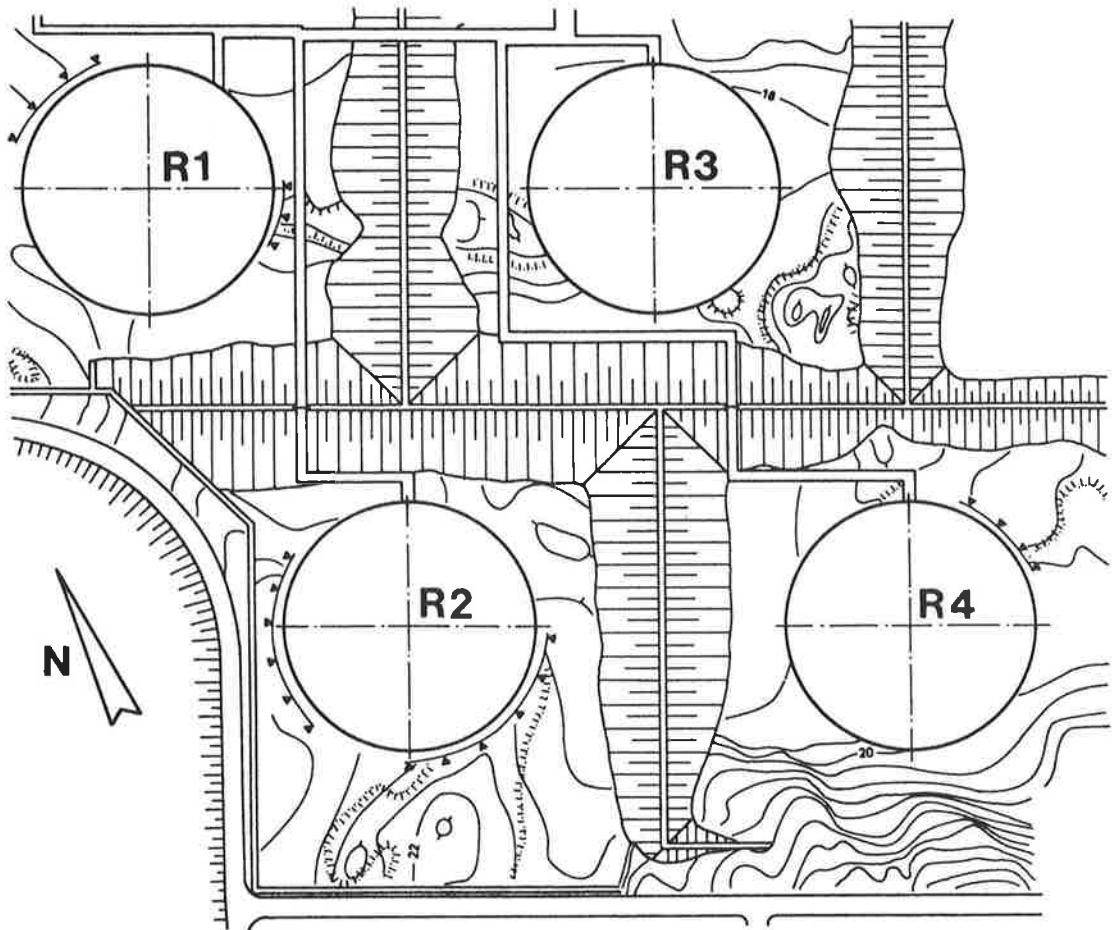
Säiliöissä R-3 ja R-4 oli varastoituna noin 25 000 m<sup>3</sup> raakaöljyä. Säiliön R-3 raakaöljy siirrettiin palon aikana kalliosäiliöön. Säiliö R-5 oli melkein tyhjä. Säiliössä R-1 säilytettiin n. 26 000 m<sup>3</sup> alkylaattia, jota palon aikana pumpattiin toisiin säiliöihin. Säiliössä R-1 on kiinteä katto ja se suojattiin myös inerttikaasulla.

Varastoalueen säiliöiden nestemääriä seurataan ja ohjataan keskitetysti keskusvalvomosta OMS (Oil Movement System) pinnan korkeusmittausmenetelmän avulla. OMS rekisteröi minuutin välein säiliön pinnan korkeuden tietokoneelle ja siihen saadaan kytketyksi hälytykset vuotojen tai äkillisten pinnan korkeuden muutosten havaitsemiseksi. Säiliön R-2 pinnan korkeus (sisällön tilavuus) sekä nesteen lämpötila ennen onnettomuutta ilmenevät kuvasta 3. Jos säiliö on aktiivinen eli pinnan korkeus muuttuu, rajahälyttimet kytketään pois päältä. Normaalisti, kun säiliö on varastokäytössä, pinnan korkeuden muutoksia ilmaisevat hälyttimet ovat käytössä. Tulipaloon johtaneiden tapahtumien alkaessa säiliö oli aktiivinen, joten hälyttimet eivät olleet käytössä.

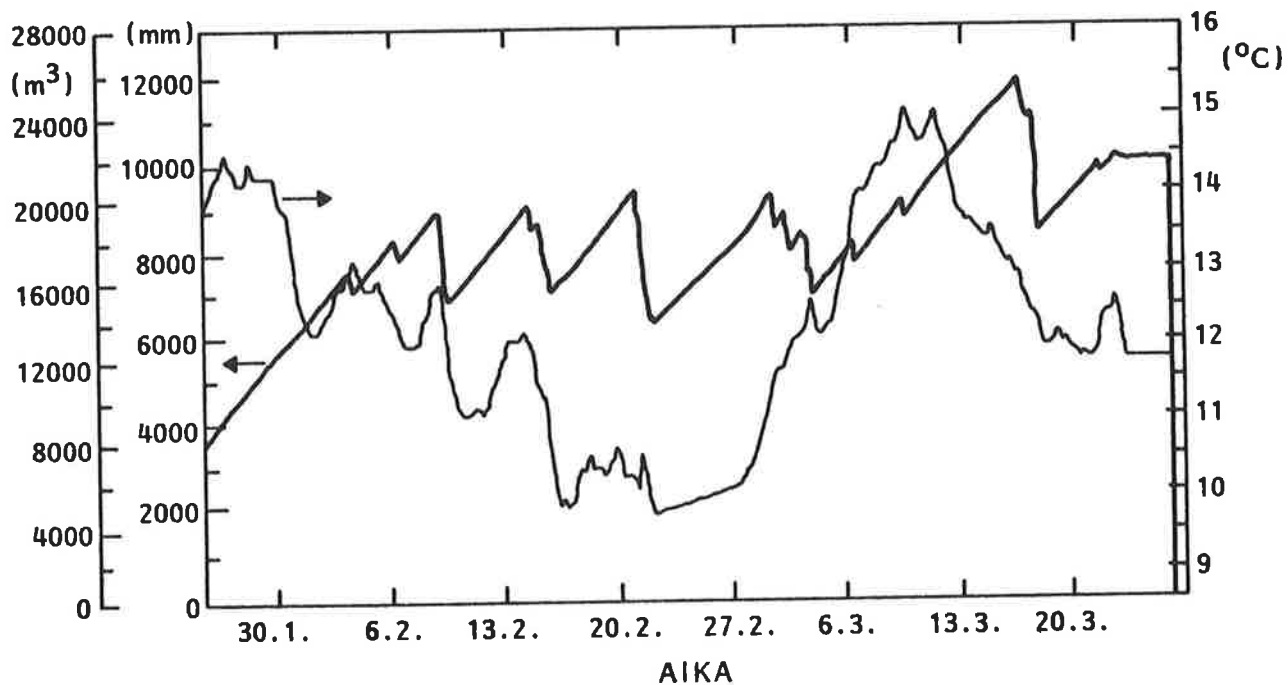
Varastoalueella vuodot ja epätavalliset tapahtumat tulevat usein ilmi käytön valvonnasta vastaavien prosessi- ja varas-



KUVA 1. Yleiskuva Neste Oy:n varastoalueesta Porvoon maalaiskunnassa. Onnettomuuden kannalta tärkeimpien säiliöiden sijainti käytävästä ilmi.



KUVA 2. Säiliöiden vallitilat. Säiliöiden R-1, R-2, R-3 ja R-4 väliset vallitilat ovat maavalleja. Säiliön R-2 luoteinen ja lounainen valli ovat betonisia. Säiliöiden etäisyys toisistaan on n. 48m.



KUVA 3. Säiliön R-2 pinnan korkeus ja nesteen lämpötila ennen onnettomuutta. Tiedot ovat OMS-järjestelmästä.

totyöntekijöiden sekä huoltohenkilöstön havaintojen perusteella. Havainnot tehdään päivittäisten rutiinien yhteydessä.

#### 1.4 Sääolosuhteet

Palon aikana matalapaineen alue liikkui Suomen etelä- ja keskiosan yli. Suomenlahden rannikolla etelän ja lännen välinen tuuli oli voimakasta (8-14 m/s) ja ajoittain satoi vettä ja lunta. Palon alkamisajan vaiheilla etelätuuli kääntyi lounaiseksi. Sade taukosi ja sää muuttui selkeämmäksi. Illalla 23.3. sää pilvistyi, sade alkoi uudestaan ja kesti yli yön. Lopulta lumeksi muuttunut sade taukosi aamulla ja samalla lounaistuuli kääntyi läntiseksi. Tuulen voimakkuus aiheutti myös ilmakehän turbulenssin kasvua. Lähimpien sademien havaintojen mukaan paloa edeltäneiden vuorokausien 21.-22.3. runsas sade tuli aluksi vetenä ja myöhemmin myös osittain lumena. Palon alkamista edeltäneen maaliskuun aikana olleesta 14 - 16 sadepäivästä viisi oli pelkästään vesisadepäiviä ja muina päivinä sade tuli lähinnä vetenä ja lumena, muutamana päivänä pelkästään lumena.

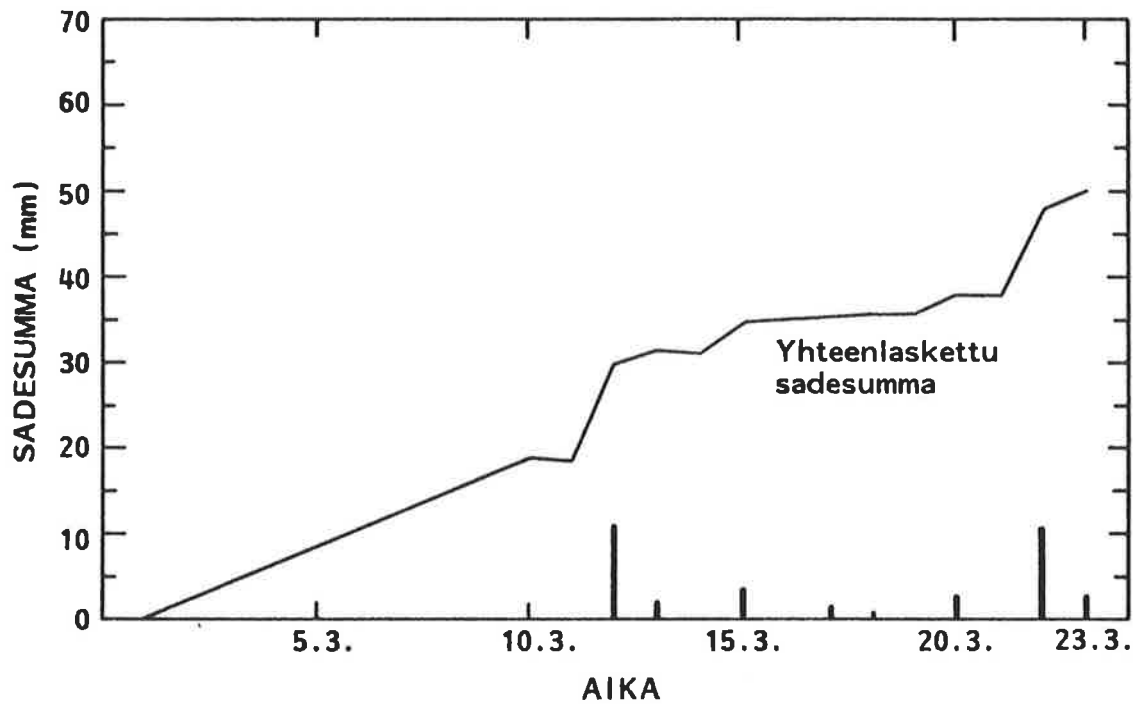
Maaliskuun sademäärä oli koko maassa tavallista suurempi. Kuvassa 4 on esitetty sadesummat maaliskuun alusta lähtien.

Vuorokauden keskilämpötila maaliskuussa 1989 ilmenee kuvasta 5. Tiedot ovat Helsinki-Vantaan sääasemalta. Kuten havaitaan keskilämpötila on kahta päivää lukuunottamatta ollut nollan yläpuolella. Pakkaspäivien keskilämpötila oli  $-0.1^{\circ}\text{C}$ .

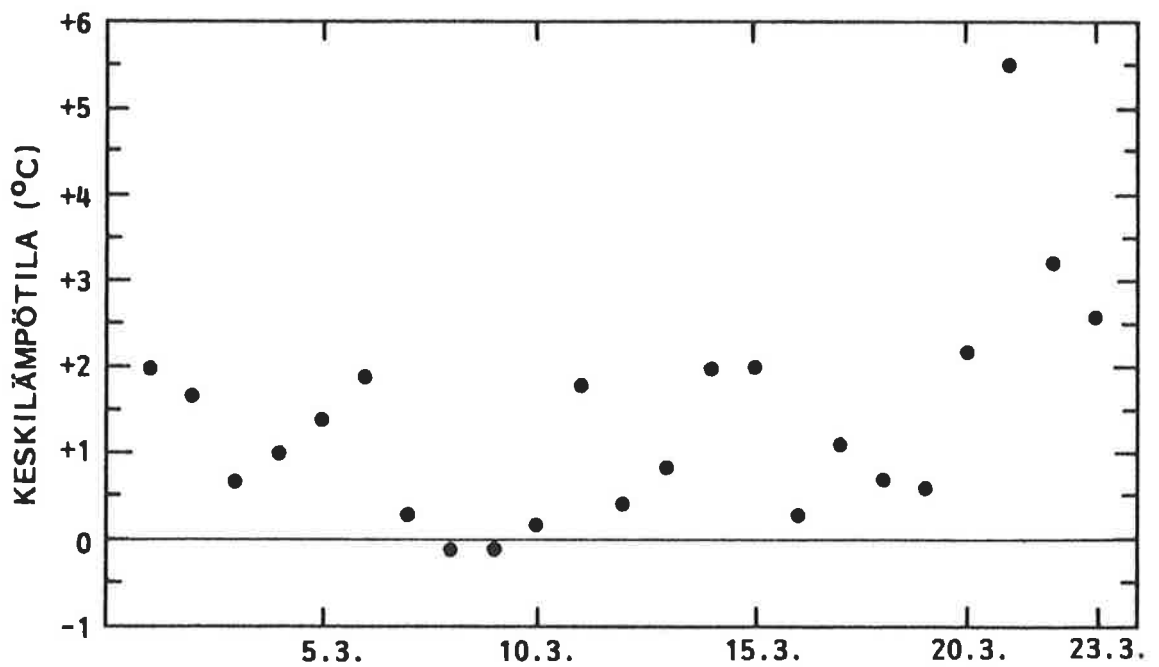
## 2 TULIPALOA SELVITELLEET RYHMÄT JA ORGANISAATIOT

### 2.1 Tutkintalautakunta

Valtioneuvosto asetti 30.3.1989 oikeusministeriön esittelystä suuronnettomuuksien tutkinnasta annetun lain (373/85) 5 §:n nojalla Sköldvikin säiliöpalon kulun,



KUVA 4. Vuoden 1989 maaliskuun sadesummat



KUVA 5. Vuorokauden keskilämpötila maaliskuussa 1989

syiden ja seurausten sekä pelastustoimien ja muiden lain 4 §:ssä tarkoitettujen seikkojen selvittämiseksi lautakunnan ja määräsi siihen seuraavat henkilöt:

Puheenjohtaja: ylijohtaja Jarl Forstén  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Varapuheenjohtaja: yli-insinööri Jukka Metso  
Sisäasiainministeriö

Jäsenet: laboratorionjohtaja Pentti Loikkanen  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus

tarkastaja Lauri Kajander  
Teknillinen tarkastuskeskus

rikoskomisario Eero Koljonen  
Keskusrikospoliisi

ylitarkastaja Olli Pahkala  
Ympäristöministeriö

Sihteerinä on toiminut ylitarkastaja Tarja Oksanen sisäasiainministeriöstä.

Tutkintalautakunta on kokoontunut 15 kertaa. Lisäksi lautakunta perusti sisäisen työryhmän pohtimaan palon syytymissyitä.

Lautakunta on kuullut kokouksissaan seuraavia asiantuntijoita:

18.4.1989

aluepalopäällikkö [REDACTED]  
Porvoon kaupunki

palopäällikkö [REDACTED]  
Porvoon maalaiskunta



apulaispelastustarkastaja

Uudenmaan lääninhallitus

4.9.1989

palopäällikkö

Hämeenlinnan kaupunki

Lautakunta on myös kuullut seuraavia Neste Oy:n edustajia:

6.4.1989

tuotantojohtaja

tuotantopäällikkö

laatuinsinööri

tehdaspalvelupäällikkö

osastopäällikkö

suojelujohtaja

4.9.1989

osastopäällikkö

Tutkintalautakunta on teettänyt tutkimuksia ja selvityksiä katon uppoamisen ja palon syttymissyiden selvittämiseksi sekä turvallisuustarkasteluja säännösten kehittämistä varten seuraavasti:

Ilmatieteen laitos, sääosasto

Säiliöpalon aikaiset säätiedot

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Geotekniikan laboratorio

Maavallin kunto ja laatu

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Palotekniikan laboratorio, kemian laboratorio, konepajan tuotantotekniikan laboratorio, sähkö- ja automaatiotekniikan laboratorio

Isoheksaanin palokaasujen analysointi 1 MW:n palosta

Tulipaloon osallistuneen nesteen leimahduslämpötila

Tulipaloon osallistuneen nesteen alemman räjähdysrajan määrittäminen

Tulipaloon osallistuneen nesteen itsesyttymislämpötilan määrittäminen

Neste Oy:n palopaikalla käyttämien räjähdyskaasun pitoisuusmittareiden toimivuuden tarkistus

Vaahdotykin mahdollisesti aiheuttaman staattisen sähköön tutkiminen

Säiliössä käytettyjen pumppujen avaus ja mahdollisten mekaanisten hankauskohtien etsiminen

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Metallurgian laboratorio  
Vaippalevyjen metallografinen tutkimus ja kovuusmittaukset säiliön vaipan eri kohtien palonaikaisen lämpötilan ja lujuuden arvioimiseksi

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Metallilaboratorio  
Palaneen säiliön sadevesiputkien eheys- ja jäykkyysselvitys

Lujuusopin apulaisprofessori [REDACTED]  
Maanpäällisen palavan nesteen säiliön kelluvan katon painuma katon keskialueella

Palopäällikkö [REDACTED]  
Arvio säiliöpalon sammutus- ja pelastustoimista

## 2.2 Teknillinen tarkastuskeskus

Teknillinen tarkastuskeskus asetti 4.4.1989 työryhmän selvittämään säiliöpalon syitä tarkoituksenmukaisilta osin yhteistyössä palo- ja vesiviranomaisten sekä valtioneuvoston nimeämän tutkintalautakunnan kanssa. Työryhmän kokoonpano oli:

Puheenjohtaja: ylitarkastaja Raimo Reinivuo

Jäsen: tarkastaja Timo-Pekka Veijonen

Sihteerit: ylitarkastaja Anne-Mari Lähde  
tarkastaja Timo Kukkola

Työryhmän tuli tehdä selvitys ao. säiliön sammutusjärjestelmän ja vallitilan tarkoituksenmukaisuudesta sekä arvio kelluvakattoisen säiliön turvallisuudesta varastoitaessa erityisesti keveitä hiilivetyjä. Työryhmän tehtävänä oli lisäksi kartoittaa kuinka paljon ja missä kelluvakattoisia varastosäiliöitä on käytössä sekä minkä aineen varastointiin ko. säiliöt on hyväksytty. Työryhmän tuli selvittää myös kelluvakattoisten säiliöiden käytön aikaisia tarkastuksia koskevia ja mahdollisesti muita tarvittavia parannuksia.

Työryhmä jätti selvityksensä Tekniselle tarkastuskeskukselle 31.8.1989.

### 2.3 Poliisi

Rikospoliisi on toimittanut säiliöpalon johdosta tutkinnan. Tutkintapöytäkirjat liitteineen ja yhteenvetoineen ovat olleet tutkintalautakunnan käytössä. Rikospoliisi on videoinut tulipalot sekä valokuvannut palon ja säiliön yksityiskohtia palon jälkeen.

### 2.4 Neste Oy

Neste Oy on omalta osaltaan selvittänyt säiliöpalon syitä. Neste Oy:n toimesta videoitiin palot ja sammutustyö. Tutkintalautakunnan käytössä on ollut Neste Oy:n kuvaamaa nauhoitemateriaalia yhteensä n. 11 tuntia.

### 3 PALAVIEN NESTEIDEN VARASTOINTI

#### 3.1 Lainsäädäntö ja tekniset säännökset

Palavia nesteitä koskeva lainsäädäntö perustuu lakiin räjähdysvaarallisista aineista (263/53). Tarkemmat hallinnolliset määräykset on annettu asetuksella palavista nesteistä (921/76, muutokset 1108/81 ja 277/83) ja yksityiskohtaiset määräykset kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä (313/85). Säiliön R-2 valmistumisen aikana olivat voimassa palavista nesteistä annettu asetus (335/54) sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (498/54).

Kauppa- ja teollisuusministeriön teollisuusosaston tarkastustoimistolle kuului v. 1963 myös varsinainen tarkastustoiminta ts. perustamis- ja käyttöluvan myöntäminen sekä käyttöönottotarkastus. Teknillistä tarkastusta ja palavia nesteitä koskevat asiat siirrettiin v. 1975 teknilliselle tarkastuslaitokselle (nykyisin teknillinen tarkastuskeskus).

Lainsäädännön mukaan lupaehdot ovat voimassa toistaiseksi. Jos luvanalaisiin kohteisiin tehdään käytön aikana merkittäviä muutoksia joudutaan niistä ilmoittamaan valvontaviranomaiselle, joka päättää onko muutos niin merkittävä, että se aiheuttaa luvan muutoksen tai uusintatarkastuksen.

Palavien nesteiden asetusta ja KTM:n päätöstä muutettiin 1970-luvulla kun öljysäiliöitä koskevien standardien valmistelu aloitettiin. Nykyisin on käytössä ns. standardiviittausmenettely, jolloin tarkemmat tekniset määräykset on siirretty ministeriön päätöksestä standardeihin. KTM:n nykyisessä päätöksessä varastoalueella noudatettavaksi määrättyjä standardeja ovat mm. seuraavat:

SFS 2679	Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden säiliö. Perustus. 1973 (korjattu painos 1988)
----------	---

- SFS 2740 Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Tilavuus  $>500 \text{ m}^3$ . Ainesvaatimukset ja mitoitus. 1972 (toinen korjattu painos 1975).
- SFS 3350 Palavien nesteiden varastopaikka ja siellä olevat palavan nesteen käsittelypaikat. 1976.
- SFS 3354 Maanpäällinen teräksinen palavien nesteiden ympyräpohjainen ja suoraseinäinen säiliö. Asennus- ja tarkastusohjeet. 1976 (toinen korjattu painos 1982).
- SFS 3357 Palavien nesteiden sammutuskalusto, kun varastossa olevien palavien nesteiden maanpäällisten säiliöiden yhteistilavuus on  $500 \text{ m}^3$  tai enemmän. 1977.

Voimassa olevan palavista nesteistä annetun asetuksen (921/76) 71 §:ssä säädetään, että aikaisemmin luvan saaneet ja toimintansa aloittaneet laitokset saavat toimia edelleen, vaikka ne eivät täyttäisikään asetuksen ja sen nojalla annettujen säännösten vaatimuksia. Teknilliselle tarkastuskeskukselle annettiin kuitenkin oikeus määrätä niille rajoituksia tai muita ehtoja, jos se henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkojen estämiseksi on tarpeellista.

Säiliö R-2 on rakennettu ennen SFS-standardin 2740 voimaantuloa. Säiliön suunnittelu ja rakenne noudattavat standardia API-650-61. Standardin API-650-61 mukaiset kelluvat kattorakenteet täyttävät nykyisen standardin SFS 2740 kattorakenteita koskevat määräykset.

Öljysäiliöiden määräaikaistarkastukset määrättiin lakisääteiseksi tehtäväksi vuonna 1983. Tällöin muutettiin myös palavista nesteistä annettua asetusta (277/83). Asetuksen 68 §:ssä määrätään vain maanalaiset tärkeillä pohjavesialueilla olevat öljysäiliöt määräaikaaisesti tarkastettavaksi. Lisäksi

samassa pykälässä sanotaan, että kauppa- ja teollisuusministeriö voi määrätä myös muut palavan nesteen säiliöt tarkastettavaksi määräajoin. Tätä määräysvaltaa ei tähän mennessä ole käytetty. Lisäksi Teknillinen tarkastuskeskus voi myöntämänsä perustamis- tai käyttöluvan ehtona vaatia säiliöille säännöllisiä tarkastuksia. Tätäkään menettelyä ei ole kovin usein käytetty.

Säiliön R-2:n käyttöönottotarkastuksen (vuonna 1963) jälkeen eivät viranomaiset ole tarkastaneet säiliötä eikä sitä koskeviin ehtoihin ole tehty muutoksia.

Neste Oy on onnettomuuden jälkeen muuttanut ilmoitusmenettelyään viranomaisille. Jos säiliön kuoreen tehdään muutoksia tai jos säiliön sisältö vaihdetaan, siitä ilmoitetaan nyt viranomaisille.

Vaarallisten aineiden varastointia koskee palavista nesteistä annetun asetuksen ohella myös usean muun lainsäädännön velvoitteet. Myrkyllisten aineiden varastointia koskevat myrkkylain ja -asetuksen yleiset velvoitteet. Varastointiin liittyvästä vesien ja pohjavesien suojelusta säädetään vesilaissa. Laki maa-alueilla tapahtuvien öljyvahinkojen torjunnasta edellyttää että öljytuotteiden varastoijat ovat varautuneet vuotoihin, laatineet laitoskohtaiset öljyvahinkojen torjuntasuunnitelmat ja hankkineet tarvittavan ensitorjuntakaluston.

Syyskuun 1 päivänä 1990 tulee voimaan kemikaalilaki (744/89), joka korvaa nykyisen myrkkylain. Sen nojalla on tarkoitus antaa asetus terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista. Asetus sisältää myös palavia nesteitä koskevat säännökset. Kemikaalilain ja edellä tarkoitetun teollisuuskemikaaliasetuksen nojalla valvotaan myös kemikaalien varastointia. Lupia myönnettäessä kemikaalien käsittelyä, käyttöä, valmistusta ja varastointia varten tulee selvittää ja tarkastaa kemikaalin kaikki vaaralliset ominaisuudet. Nykyisin tarkastellaan pääsääntöisesti vain aineen palovaarallisuutta.

Tutkintalautakunta on kiinnittänyt huomiota siihen, että varastoitava isoheksaani sisältää pieniä määriä (2,7 %) bentseeniä, joka on luokiteltu II-luokan myrkyksi. Näin ollen isoheksaania on pidettävä myös II-luokan myrkkynä.

Teknillinen tarkastuskeskus on Neste Oy:n hakemuksesta antanut isoheksaanin käsittelyä ja varastointia koskevat luvat palavien nesteiden säädösten pohjalta. Koska isoheksaani on myrkkyy, luvat tulee käsitellä myös myrkkysäädösten pohjalta. Tutkintalautakunnan mielestä viranomaisten tulee antaa täsmäntäviä määräyksiä ja ohjeita mitä eri lakeja perustamis- ja käyttöalupiin sovelletaan.

### 3.2 Säiliö R-2 ja siihen liittyvät luvat ja tarkastukset

#### 3.2.1 Säiliön R-2 rakenne

Säiliön R-2 periaatteellinen rakenne ilmenee kuvasta 6. Säiliön valmistaja oli Metallitehdas A. Pesonen Oy. Viereiset säiliöt R-3 ja R-4 ovat rakenteeltaan samanlaisia kelluvakattoisia kuin R-2. Sen sijaan säiliötä R-1 on myöhemmin Teknillisen tarkastuskeskuksen vuonna 1988 myöntämällä luvalla n:o TTK 2241/320/87 muutettu asentamalla säiliöön kiinteää katto. Säiliön R-1 sisään on lisäksi asennettu kevytrakenteinen kelluva alumiininen välikatto palavan nesteen haihtumisen estämiseksi.

Säiliö R-2 rakennettiin v. 1963 tuolloin voimassa olleiden säännösten mukaisesti. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (492/54) 44 §:ssä oli kaava säiliön vaipan mitoittamiseksi. Mitoituksessa käytettiin myös ulkomaista API-650-61 standardia. Mitoitukseltaan säiliö täytti vaatimukset. Vaippalevyjen aineenpaksuudet alhaalta lukien olivat 28, 24, 20, 16, 12, 9 ja 8 mm. Pohjan levyjen paksuus oli 6,5 mm ja reunalevyjen 10 mm. Kelluvan katon levyjen paksuus oli 5 mm.

Kelluva katto oli tyyppiä Horton Type 5 Pontoon, joka oli varustettu katon päälle kertyvien vesien poistamiseen tarkoitetulla vesityspuistikistolla sekä korjaus- ja huoltotoimen-

piteitä varten tarkoitettulla miesluukulla. Kuvassa 6 ja 7 näkyy kelluvan katon rakenteen periaate. Vesityskaivon ja miesluukun keskinäinen sijainti ilmenee kuvista 10 ja 14.

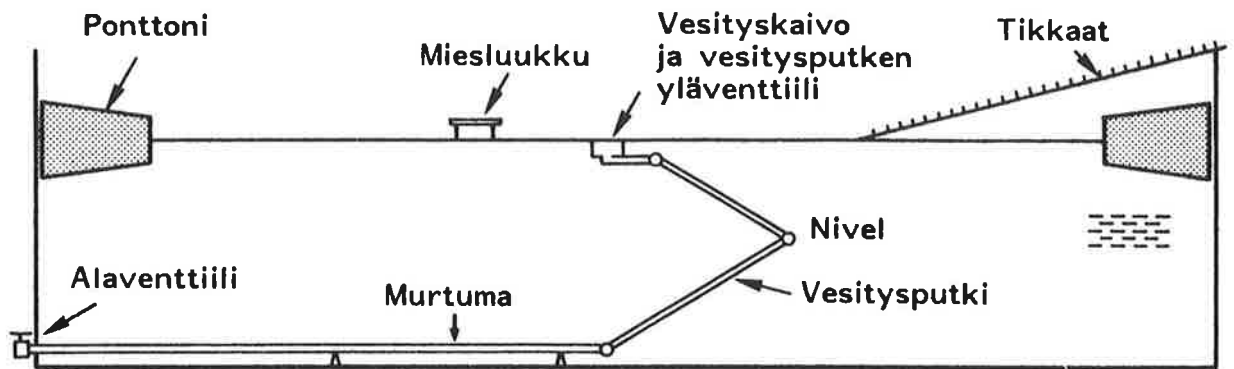
Säiliö R-2 oli maadoitettu. Kelluvan katon maadoitus ja potentiaalintasaus oli hoidettu katon hoitotasolle vievien liikkuvien portaiden kautta.

Palon jälkeen suoritetuissa tarkastuksissa ja tutkimuksissa ei ole säiliössä eikä kelluvassa katossa todettu oleellisia puutteita tai poikkeamia piirustuksista. Vaaitus- ja maadoitusmittaukset eivät myöskään tuoneet mitään poikkeavaa esille.

Kelluvakattoisia varastosäiliöitä on maailmassa paljon. Niiden käyttö ei Suomen ilmasto-olosuhteista johtuen ole aina ongelmattonta. Käytössä oleville säiliöille on lumi- ja jääkuormista johtuen aikaisemmin sattunut muutamia katon uppoamisia käytön aikana.

Säiliön vaipan yläreunassa oli ohjauslevyyn varustettuja vaahdosuuttimia, joilla voidaan ohjata sammutusvaahto säiliön vaipan ja kelluvan katon väliin. Säiliö R-2 oli varustettu standardin SFS 3357 mukaisella vaahdotusputkistolla, jossa vaahtonestemäärä oli riittävä kelluvan katon reunapalon varalta, mutta riittämätön koko säiliön pinta-alaa koskevan palon varalta. Käytetty vaahtonesteen määrä oli  $1,1 \text{ l/min/m}^2$ , kun kiinteäkattoiselle säiliölle nykykäsityksen mukaan tulisi vaatia jopa  $10 \text{ l/min/m}^2$ . Standardin SFS 3357 mukaan kelluvakattoiset säiliöt tulee varustaa vaahdotuslaitteilla, joilla vaahto ohjataan katon ja säiliön vaipan väliin. Veden tilavuusvirta kehän pituutta kohden tulee olla  $15 \text{ l/min/m}$  ja vaahtopäiden keskinäinen etäisyys ei saa olla suurempi kuin 12 m. Säiliössä R-2 olisi tämän mukaan pitänyt olla 14 vaahtopäätä. Vaahtopäitä oli 6 kpl. Perustamis- ja käyttöluvasta ei selviä, kuinka monta vaahtopäätä ja millaista veden tilavuusvirtaa on vaadittu luvan myöntämishetkellä. Todennäköisesti 6 vaahtopäätä on lupaehtojen mukainen.





KUVA 6. Periaatekuva säiliön R-2 ja sen kelluvan katon rakenteesta

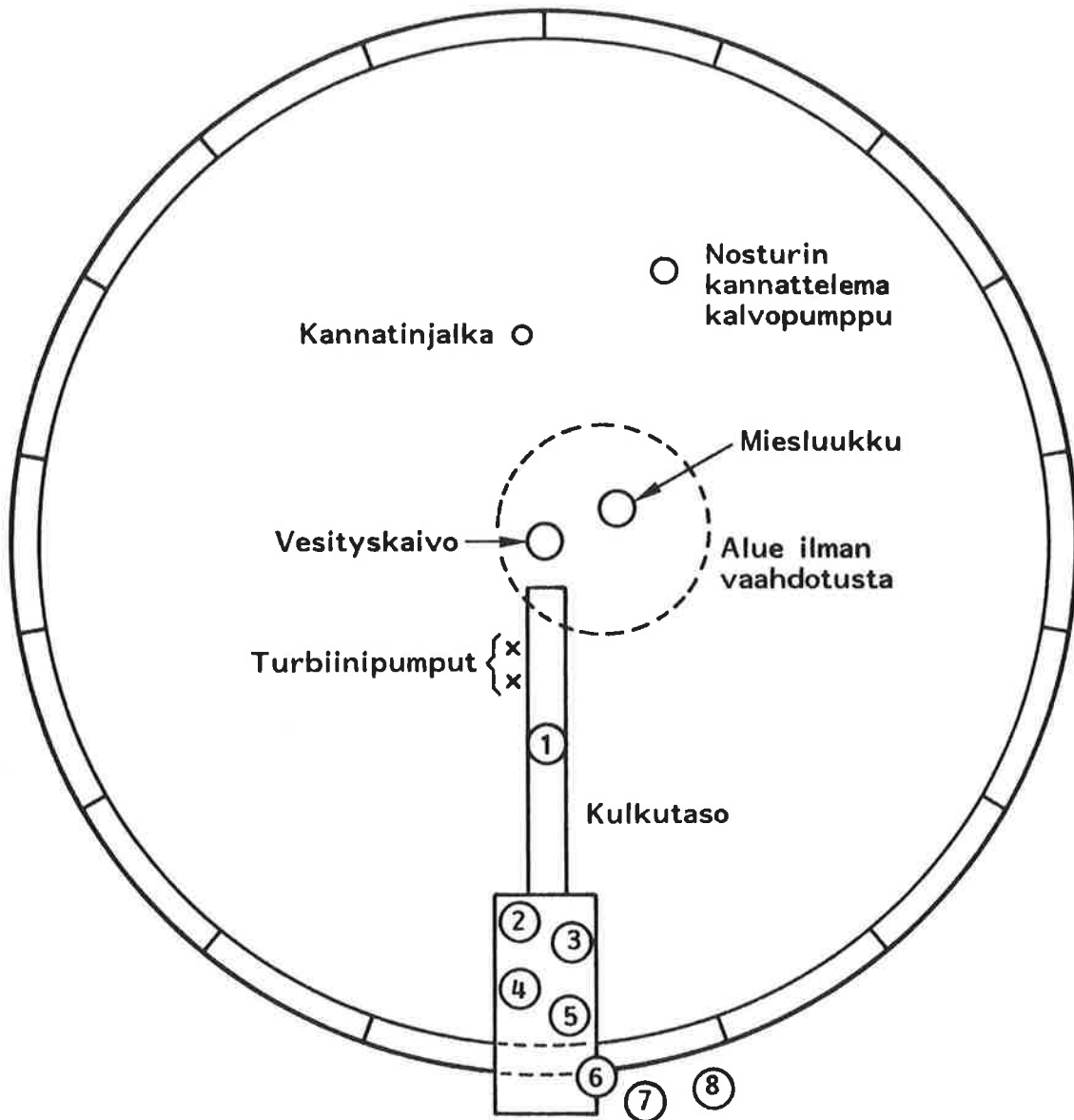
Säiliöitä ei ollut varustettu kiinteällä jäähdytysjärjestelmällä. Säiliöiden jäähdytys hoidetaan palovesiputkistosta kohdesuihkuin. Nykyiset määräykset vaativat tämän suuruisiin säiliöihin vesivalelulaitteet, mikä lisää veden kulutusta. Tutkintalautakunnan mielestä tulisi harkita voidaanko suurten säiliöiden osalta kuitenkin tyytyä tehokkaaseen (ehkä sektorikohtaiseen) kohdejäähdytykseen, koska mm. lämpörasitukset eivät kohdistu tasaisesti koko säiliölle.

### 3.2.2 Vallitila

Säiliö R-2 oli omassa vallitilassaan. Vallitilan pohja ja kaksi vallia olivat maata ja kaksi vallia oli teräsbetonia. Maavallin rakenne (kts. kuva 2) tutkittiin onnettomuuden jälkeen. Jos valli on rakennettu helposti läpäisevistä rakennusosista, isoheksaani olisi säiliön mahdollisesti repeytyä voinut virrata vallin läpi viereisiin vallitiloihin tai imeytyä maaperään aiheuttaen tulipalon laajenemisen ja

Tie 4

Nosturi



Auto 1

KUVA 7. Periaatekuva kelluvasta katosta.

Henkilöiden sijainti juuri ennen ensimmäisen palon alkamista:

1. palomies [REDACTED], 2. palomies [REDACTED], 3. palomies [REDACTED],  
4. palomies [REDACTED], 5. palomestari [REDACTED],  
6. palomestari [REDACTED], 7. puolivakivainainen palomies [REDACTED] ja 8. paloäällikkö [REDACTED]

ympäristövahinkoja. Myös silloin kun vallit eivät ole riittävän tilavia, palo voi levitä naapurisäiliöiden vallitilaan. Laskelmat osoittivat, että vallien sisällä oleva tila on riittävä pidättämään säiliössä olevan isoheksaanimäärän. Vallitila ja vallien rakenne täyttivät standardin 3350 vaatimukset. Kuitenkin tulipalon aikana havaittiin, että sekä maa- että teräsbetonivallien putkistojen läpivientien kohdalta vesi kulkeutui helposti vallin läpi.

Vallitilan viemäröinti oli järjestetty suljettavan venttiilin kautta määräysten mukaisesti. Vallitilaan kertyi tulipalon aikana runsaasti sammutusvettä, vaikka vettä pumpattiin jatkuvasti pois.

### 3.2.3 Luvat ja tarkastukset

Kauppa- ja teollisuusministeriö on 16.11.1963 antamallaan päätöksellä (AD 1856-412 KTM 1963) myöntänyt Neste Oy:lle luvan rakentaa kuusi kappaletta 30 000 m<sup>3</sup> I luokan palavan nesteen säiliötä Porvoon maalaiskunnassa sijaitsevalle palavan nesteen varastoalueelle. Säiliö R-2 oli yksi näistä perustamisluvan saaneista säiliöistä. Säiliön R-2 yksinkertaistettu rakennekuva on kuvassa 6.

Säiliön käyttöönottotarkastus tehtiin 27.12.1963. Katsastuksessa todettiin, että säiliö voidaan ottaa käyttöön I-luokan palavan nesteen säiliönä. Kauppa- ja teollisuusministeriö myönsi säiliölle käyttöluvan 31.12.1963. Käyttölupa myönnettiin toistaiseksi vain III-luokan palavan nesteen säilyttämiselle. I-luokan palavan nesteen varastointi säiliössä oli sallittua vasta, kun varastoalue oli kunnossa ja kaikki palontorjuntalaitteet, putkistot ja vallitukset lopullisesti valmistuneet. Milloin lupaehdot tulivat täytetyksi, ei ilmeine asiakirjoista, sillä perustamis- ja käyttölupa-asiakirjojen sekä katsastuspöytäkirjan lisäksi säiliölle R-2 ei ole anottu uutta lupaa eikä tehty viranomaiskatsastuksia.

Säiliön R-2 käyttöönottotarkastuspöytäkirjan mukaan oli suoritettu hyväksytysti seuraavat kokeet

- pohjan tiiviyskoe imulaatikolla
- kelluvan katon tiiviyskoe imulaatikolla ja ponttonien tiiviys petrolia käyttäen
- hitsaussaumojen pistokoemainen (156 kuvaa) röntgenkuvaus
- säiliön vesitäyttö
- vaipan pyöreysmittaus sekä pystysuoruusmittaus
- pohjan vaaitus
- lämmityskierukan painekoe
- maadoitusvastuksen mittaus vaipasta sekä kelluvasta katosta.

Neste Oy haki 30.10.1981 Teknilliseltä tarkastuslaitokselta (nykyinen Teknillinen tarkastuskeskus) palavista nesteistä annetun asetuksen mukaista lupaa heksaanilaitoksen ja siihen liittyvien laitteistojen ja putkistojen rakentamiseen. Hakemuksen mukaan isoheksaanin varastosäiliöksi otetaan "nykyinen säiliö", jota ei kuitenkaan ole hakemusasiakirjoissa yksilöity R-2:ksi. Teknillinen tarkastuslaitos myönsi kyseisen yksikön rakentamisluvan 5.8.1982 ja käyttöönottoluvan 10.3.1983 (Nro 3485/320/81). Käyttöönottoluvan mukaan yhtiö sai ottaa käyttöön "n-heksaania ja isoheksaania tuottavan valmistuslaitoksen siihen liittyvine I luokan palavan nesteen käsittelylaitteineen ja varastosäiliöineen". Lupaehdoissa I luokan palavien nesteiden varastointimäärä oli rajoitettu 190 m<sup>3</sup>:iin, joten lupa ei ilmeisestikään koskenut isoheksaanin varastointia säiliössä R-2, jonka tilavuus on 30 000 m<sup>3</sup>.

Onnettomuuden sattuessa Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten öljynjalostuksen käytönvalvojana oli dipl.ins. [REDACTED] ja hänen varamiehinään varastoalueella dipl.ins. [REDACTED] sekä ins. [REDACTED]. Teknillisen tarkastuskeskuksen Helsingin piiritoimisto on tästä 1.2.1988 antanut päätöksen HELP-1688-320-87.

### 3.2.4 Säiliön R-2 käyttö

Säiliössä R-2 varastoitiin sen valmistuttua vuonna 1964 aluksi raakaöljyä. Säiliön puhdistuksen jälkeen vuodesta 1967 siinä varastoitiin bensiinin valmistuksessa tarvittavia eri reformaattikomponentteja RE 94 ja RE 96. Vuonna 1981 varastoitiin edellä mainittujen lisäksi myös kevytreformaattia. Neste Oy:n heksaaniyksikön käynnistyttyä vuonna 1983 säiliössä on varastoitu isoheksaania, jota siinä oli myös tulipalon alkamishetkellä.

### 3.2.5 Huolto- ja kunnossapitotoiminta

Säiliön R-2 käyttöönotosta lähtien on sen käytönaikaisesta huolto-, tarkastus- ja kunnossapitotoiminnasta huolehtinut Neste Oy omien ohjeittensa mukaisesti. Neste Oy:llä on olemassa määräaikaishuoltojärjestelmä. Määräaikaishuollon aikana suoritettavista toimenpiteistä laaditut sisäiset ohjeet ovat yleisluonteisia ja annettu kaikkia säiliöitä koskeviksi. Yksittäisiä säiliöitä koskevia erillisohjeita ei ole. Varastoitavasta aineesta riippuen säiliöiden määräaikaistarkastusten välit vaihtelevat neljästä viiteentoista vuoteen.

Kun Teknillinen tarkastuskeskus 3.3.1987 kiinnitti vaarallisia aineita varastoitavien yritysten huomiota laitteistojen kunnan valvontaan, on Neste Oy 15.4.1987 antanut ohjeet että työnjohtajan johdolla tarkastetaan oma vastuualue ja kiinnitetään huomiota mm. seuraaviin seikkoihin:

- vallitilan kunto ja siisteys
- säiliön ja putkistojen asento- ja muodonmuutokset sekä kunto
- vallitilojen venttiilit tarkastetaan ja suljetaan
- vesityslinjan venttiilit tarkastetaan
- kelluva katto tarkastetaan.

Tarkastuksesta on laadittava kirjallinen raportti.

Neste Oy tekee myös ns. aluetarkastuksen, jossa mm. säiliöt käydään läpi ja havaitut puutteet kirjataan. Tutkintalautakunnalle on luovutettu touko- ja kesäkuussa 1987 tehtyjen aluetarkastusten raportit.

Neste Oy on 23.11.1987 antanut ns. säiliö- ja linjaohjeet, joissa mainitaan mm. että ylimääräinen kuorma saattaa upottaa katon ja että vesityspotki on altis vaurioitumiselle. Ohjeessa on kuvattu tarkastuskohteet, jotka liittyvät kelluvaan kattoon, venttiilien asentoon, pumppaukseen, tyhjennykseen jne. Ohjeessa sanotaan "ohjaamossa suurentuneen kattokuorman huomaa säiliöpinnan aiheettomasta noususta". Tämä ilmeisesti ei käytännössä pidä paikkaansa. Väite myös siirtää näennäisesti vastuun ohjaamoon, jossa ei kuitenkaan havaita lisäkuormaa.

Neste Oy on kiinnittänyt huomiota varastoalueen siisteyteen ja yrittänyt kannustaa henkilökuntaansa siihen palkkion avulla. Alueen siisteystarkastus oli tehty alkuvuodesta 1989.

Säiliöalueen tapahtumajärjestelmästä saadaan tietoja säiliöiden tilasta. Viimeinen tieto säiliöstä R-2 on päivätty 27.2.1989 jolloin todettiin, että katto on kunnossa.

Varastoalueen vartiointi on järjestetty hyvin. Säiliöalueella oleskelua ja työskentelyä varten tarvitaan työlupa.

Käytönaikainen valvonta säiliöalueella tapahtuu niin, että vuodoista, vioista ja turvallisuuteen liittyvistä seikoista ilmoitetaan suullisesti esimiehille. Kirjallinen ilmoitus tehdään vain OMS-järjestelmään sekä työnjohtajan ja operattorin päiväkirjaan. Pääkomponenteista kuten säiliöistä on laitekortteja, joihin tulee tehdä merkinnät korjauksista ja huoltotoimenpiteistä. Säiliön R-2 laitekortin viimeinen kirjaus on vuodelta 1981, vaikka sen jälkeen on tehty muutoksia.

Huollossa ja kunnossapidossa noudatetaan yhtiön omia ohjeita ja periaatteita. Annettujen ohjeiden ja käytännön työtehtä-

vien välillä syntyy helposti eroavaisuuksia päivittäisissä rutiineissa. Puutteena tutkintalautakunta pitää, että monessa tapauksessa ei ole määrätty, kuinka usein tarkastukset on tehtävä, kenen vastuulla tarkastus on, mitä tarkastus sisältää ja sitä, että työmääritteitä tai tarkistuslistoja ei käytetä ja raportointi jää heikoksi. Myös henkilökunnan motivointiin on kiinnitettävä riittävästi huomiota etenkin joskus yksitoikkoisten ja mahdollisesti turhauttavien päivittäisten rutiininomaisten töiden kuten käytönaikaisen valvonnan yhteydessä. Kun tehtävät ovat aina samat ja mitään poikkeavaa ei tapahdu, tehtävät alkavat tuntua turhilta ja valvonta heikkenee.

Säiliöiden määräaikaishuollosta ja korjauksista on 5.6.1986 annettu käsikirjoitetut ohjeet. Ohjeet ovat hyvin yleisiä, mutta kattavat tärkeimmät kohteet. Säiliön R-2 vesityspotken uusimiseen liittyvä työmääritys on hyvin pelkistetty "työ käsittää katon vesityspotken uusimisen". Tämän jälkeen viitataan vain piirustuksiin. Maalauksesta on myös vastaavanlainen työmääritys. Tarkastusvaatimuksia ei esitetä.

Inhimilliset virheet ja virhetoiminnot ovat aina mahdollisia. Tämä on pidettävä mielessä analysoitaessa vahinkoja ja onnettomuuksia.

Säiliöiden käytönaikaiseen valvontaan ja kunnossapitoon ei tutkintalautakunnan mielestä sisältynyt säännöllisiä työvuo-rottaisia, päivittäisiä tai viikottaisia tarkastustoimenpiteitä, vaan säiliöillä käydään silloin tällöin. Säiliön R-2 kattoa ei kukaan ilmeisesti ollut käynyt katsomassa pariin viikkoon.

### 3.2.6 Säiliön R-2 korjaukset

Säiliötä R-2 on sen käyttöönoton jälkeen korjattu ja huollettu omistajan toimesta seuraavasti:

- Vuonna 1967 säiliö puhdistettiin raakaöljystä.

- Vuonna 1971 säiliö puhdistettiin uudelleen. Puhdistuksen yhteydessä havaittiin ruosteensekaista sakkaa säiliön pohjalla.
  
  - Vuonna 1972 todettiin kelluvan katon vesityspotken vuotavan. Raporttia korjauksesta ei ole esitetty.
  
  - Vuonna 1974 korjattiin säiliön vaahtoputkisto siten että vaahtonestettä ja vettä saatiin kuuden kiinteän suuttimen kautta katolle. Lisäksi todettiin katon suojakumin vaurioituneen sekä portaiden kohdalla olevan ponttonin revenneen. Suojakumi uusittiin kokonaan ja ponttoni korjattiin.
  
  - Vuonna 1974 oli katon hitsausseura revennyt. Säiliö tyhjennettiin ja hitsausseura korjattiin.
  
  - Vuonna 1976 korjattiin katon vesityspotki, poistettiin ruoste ja katto maalattiin.
  
  - Vuonna 1981 korjattiin katon vesityspotki, vaahtoputkien ejektorit sekä osa katon suojakumia. Samalla huollettiin sekoittimet ja pintamittari.
  
  - Vuonna 1988 tutkittiin säiliön pohja, vaippa ja katto mahdollisten korroosiovaurioiden selvittämiseksi. Pohja korjattiin. Korjausten jälkeen maalattiin pohja, vaipan alaosa sekä katon alapuoli. Säiliön vesityspotki uusittiin 1988 huollon yhteydessä. Kyseessä on uudenlainen ratkaisu, jossa aikaisemmin käytössä olleiden putkien tiivistetyt nivelet korvattiin joustavalla teräskudosevahvisteisella letkulla. Asennettu vesityspotki oli valmistettu Neste Oy:n konepajalla Sköldvikissä. Samanlainen vesityspotki mutta pienempi oli aikaisemmin otettu käyttöön Neste Oy:n Naantalissa jalostamolla. Suunnitelmien pohjana käytettiin Saksan Liittotasavallassa tehdasvalmistettujen vesityspotkien piirustuksia.
- Säiliön pohjareunalevyn ulottumasta oli vuosina 1979 ja 1983 sekä palon jälkeen tehty vaaitusmittaukset, joissa todettiin, että säiliö täyttää asetetut vaatimukset.



Mitkään edellä esitetyistä huolto-, korjaus- ja muutostöistä eivät Neste Oy:n näkemyksen mukaan ole olleet sellaisia, että niistä olisi pitänyt ilmoittaa valvontaviranomaiselle.

#### 4 TULIPALO

Isoheksaanin palaessa vapaasti ilmassa sen pinta alenee selvitysten mukaan 0,18 mm/s. Tähän arvoon perustuen ensimmäisen palon aikana isoheksaanin pinta aleni korkeintaan 0,66 m. Käytännössä ilman pääsy oli rajoitettua voimakkaan palon ja vaahdotuksen takia, joten pinnan aleneminen oli vähäisempää. Uutta nestettä tulvi jatkuvasti katolle. Molemmissa paloissa voitiin pinnan alenemista seurata säiliön ulkopinnassa olleen maalin palamisen ja siitä aiheutuvan värimuutoksen avulla (kts. kuva 8).

Ensimmäisen palon sammutuksen aikana katolle ruiskutettiin n. 38 m<sup>3</sup> vaahtonestettä. Vaahton mukana säiliön katolle ruiskutettiin vähintään 200 m<sup>3</sup> vettä. Osa tästä vesimäärästä kerääntyi kelluvan katon päälle osa haihtui ilmaan.

Liekkimeressä olleiden metalliosien pintalämpötilaa ensimmäisessä palossa on vaikeaa arvioida. Kuitenkaan 8-9 mm teräslevy ei todennäköisesti ole kuumentunut yli 800 °C. Toisen palon aikana säiliö kuumeni niin paljon, että seinä taipui (kts. kuva 9.).

Tulipalojen välillä on voimakas kylmä tuuli jäädyttänyt kuumentuneita metalliosia. Laskemalla voidaan arvioida että kuumentuneet metalliosat ovat jäähtyneet tehokkaasti. Palomestari kävi tulipalojen välillä säiliön yläreunalla ja kosketti käsin ensimmäisessä palossa kuumentuneita säiliön reunaosia, mikä tukee käsitystä tehokkaasta jäähdytyksestä. Metallirakenteiden lämpötila toisen palon syttyessä oli todennäköisesti huomattavasti alle isoheksaanin itsesyttymislämpötilan 310 °C.



KUVA 8. Yleiskuva tulipalosta toisen palon aikana



KUVA 9. Tulipalon loppuvaihe. Säiliö R-2 on punahehkuisena ja sen yläosa on taipunut sisäänpäin. Naapuri-säiliöiden suojaustoimenpiteet ovat käynnissä.

Myös metallografisesti määritetyt mikrorakenteet vaurioituneesta säiliöstä osoittavat, että levyjen jäähtyminen tulipalon sammuttua on ollut nopeaa.

#### 4.1 Isoheksaanin ominaisuudet ja polttokoe

Säiliössä R-2 olleesta I luokan palavasta nesteestä on käytetty nimitystä isoheksaani, joka on eräs tislousjake. Kemiallisesti se on useiden pääosin 6 hiiltä sisältävien alifaattisten ja aromaattisten hiilivetyjen seos. Kaasukromatografilla on tehty analyysi ja tunnistamattomien aineosien pitoisuus oli 0,01 painoprosenttia. Taulukossa 1 on esitetty isoheksaanin pääkomponentit painoprosentteina ottaen mukaan yli 1 %:n osuuden ylittävät yhdisteet.

**Taulukko 1 Isoheksaanin pääkomponenttien pitoisuudet Neste Oy:n ilmoituksen mukaan**

Yhdiste	Kemiallinen kaava	Pitoisuus (paino%)
Metyyklopentaani	$C_6H_{12}$	29,25
2-metyylipentaani	$C_6H_{14}$	26,64
3-metyylipentaani	$C_6H_{14}$	16,10
Sykloheksaani	$C_6H_{12}$	9,57
Syklopentaani	$C_5H_{10}$	5,89
2,3-dimetyylibutaani	$C_6H_{14}$	2,91
Bentseeni	$C_6H_6$	2,69
n-heksaani	$C_6H_{14}$	2,68
2,4-dimetyylipentaani	$C_7H_{16}$	1,15

Taulukossa 2 on isoheksaanin eräitä fysikaalisia ja paloteknisiä ominaisuuksia, joita on käytetty selvitetäessä säiliöpaloa.

Taulukko 2 Isoheksaanin eräitä fysikaalisia ja paloteknisiä ominaisuuksia

Suure	Arvo
Tiheys	707,4 kg/m <sup>3</sup> (15 °C)
Kiehumisalue	54-71 °C (5-95 til%)
Leimahduslämpötila	-32 °C
Alempi räjähdysraja	1,0 tilavuus%
Ylempi räjähdysraja	7,0 tilavuus%
Itsesyttymislämpötila	310 °C
Minimisyttymisenergia	0,22 mJ
Pinnan alenemisnopeus vapaassa palossa(laskettu)	0,18 mm/s

Leimahduslämpötila on alin lämpötila, jossa neste syttyy pienestä liekistä määriteltynä suljetun upokkaan menetelmällä.

Alempi räjähdysraja on pienin ja ylempi räjähdysraja suurin pitoisuus, missä nestehöyry muodostaa ilman kanssa normaali-paineessa seoksen, joka syttyy pienestä ulkoisesta energias-  
ta kuten kipinästä. Minimisyttymisenergia on se pienin ul-  
koinen energiamäärä, joka tarvitaan sytyttämään nestehöyryn  
ja ilman räjähdyskelpoinen seos huoneenlämpötilassa.

Itsesyttymislämpötilaa ylemmissä lämpötiloissa aine syttyy ilman ulkoista energialähdettä.

Pinnan alenemisnopeudella tarkoitetaan nestepinnan alenemis-  
nopeutta sen palaessa vapaasti.

Isoheksaanin leimahduslämpötila on -32 °C joten sitä on pi-  
dettävä I luokan palavana nesteenä ja eurooppalaisen luoki-

tuksen mukaan erittäin syttyvänä kemikaalina. Isoheksaaniseosta on nykyisen myrkkylainsäädännön ja kansainvälisen luokituksen perusteella pidettävä terveydelle vaarallisena (syöpövaarallisena) II luokan myrkkynä sen sisältämän bentseenin (2,7 %) johdosta.

Onnettomuushetken lämpötilat olivat kymmeniä asteita leimahduslämpötilan yläpuolella. Siten syttymisvaara on olemassa, jos vapaata nestepintaa muodostuu. Paloturvallisuuden kannalta pääsääntönä isoheksaanin käsittelyssä onkin estää vapaan nestepinnan muodostuminen.

VTT:ssa toteutetussa polttokokeessa, jonka teho oli 1MW, analysoitiin palokaasujen koostumusta. Mittakaavaeroista huolimatta koepalo vastasi hyvin todellista paloa ja verrattain turbulენტtista täydellistä palamista. Valtaosa isoheksaanin hiilestä oli palokaasussa hiilidioksidina ja ainoastaan erittäin pieni osuus muina yhdisteinä, joista hiilimonoksidia muodostuu eniten. Vettä syntyy täydellisessä palamisessa huomattava määrä, kun hiilivety-yhdisteiden vety reagoi ilman hapen kanssa.

#### 4.2 Vaahtonesteiden ominaisuudet ja valinta

Oikea sammutusaine ja myös teknisesti ainoa mahdollisuus nestesäiliöpaloissa on vaahto. Vaahtoja on useaa eri tyyppiä. Nykyisin yleisimmin käytetyt ovat kalvovaahtonesteet, ja alkoholipalojen sammutukseen käytettävät alkoholinkestävät nesteet.

Vaahtoneste sekoitetaan veteen 3...6 %:ksi vaahtoliuokseksi. Vaahtoliuos pumpataan vaahtonkehittimeen, jossa siihen sekoittuu ilmaa. Ilman määrä ilmaistaan vaahtoluvulla, joka on ilmamäärän tilavuussuhde kiintoaineeseen eli käytännössä veteen. Vaahtot luokitellaan taulukon 3 mukaan eri tyyppeihin.

Taulukko 3. Vaahtotyypit

Tyyppinimike	Vaahtoluku
Raskasvaahto	2...20
Keskivaahto	20...200
Kevytvaahto	200...2000

Esimerkiksi yhdestä litrasta vaahtonestettä saadaan 33,3 l 3-prosenttista vaahtoliuosta ja siitä enintään  $20 \cdot 33,3 \text{ l} = 667 \text{ l}$  raskasvaahtoa.

Isoheksaanitulipalon sammuttaminen vaatii raskasvaahtoa.

Kun vaahtoa on saatu nesteen päälle se alkaa muodostaa kalvoa nesteen pinnalle levittäytyen yli koko vapaan nestepinnan. Sammuttava vaikutus perustuu siihen, että vaahto

- tukahduttaa palon estämällä ilman sekoittumisen palaviin höyryihin,
- sammuttaa liekit estämällä palavien höyryjen vapautumisen nestepinnasta,
- erottaa liekit polttoaineen pinnasta sekä
- viilentää nestettä ja siihen rajoittuvia metallipintoja.

Pinnalla oleva kalvo liukenee ja sekoittuu nesteeseen. Kalvon päällä oleva vaahtokerros ohenee, koska vaahtoa kuluu uuden kalvon muodostamiseen ja osa vaahtokuplista puhkeilee ja tavallaan siis haihtuu ilmaan. Vaahtokerroksen ohenemisvauhti riippuu

- vaahdonesteestä,
- vaahdon rakenteesta (vaahdotyypistä),
- suojattavasta nesteestä ja sen lämpötilasta sekä
- ympäristöolosuhteista kuten ilman virtauksista ja ilman lämpötilasta.

Näiden tekijöiden perusteella vaahdotukselle voidaan määrittää ohjearvo (litraa vaahdonestettä/m<sup>2</sup>/min), jotta vaahdotuksen paksuus saadaan pysytettyä vakiona. Jos neste on tulessa, vaahdotus on ammuttava liekkeihin niin kovalla voimalla, että se saavuttaa nesteen pinnan. Vaahdonvalmistajilta saatujen ohjearvojen perusteella saadaan lasketuksi tarvittava vaahdotuskapasiteetti.

Toinen mahdollisuus nestepaloissa on pinnanalainen vaahdotus, jolloin vaahdotus nousee ilmakupliensa ansiosta pintaan ja muodostaa kalvon. Tarkasteltavassa säiliössä liikkuva kelluva katto vaikeuttaisi tällaisen ratkaisun toteuttamista.

Vaahdotus vanhenee ajan kuluessa siten, että sen kemiallinen koostumus muuttuu ja vaahdotus- ja kalvonmuodostumismuutokset huononevat.

Suomessa ei ole viranomaismääräyksiä sammutusvaahdotuksesta. Vaahdotuksesta on meneillään kansainvälinen standardisointi, johon Suomikin osallistuu. Siinä pyritään vaahdotuslaitosten testausstandardeihin ja luokitukseen sekä kiinteitten vaahdotuslaitosten mitoitusohjeisiin ja niiden komponenttien standardointiin.

#### 4.3 Tulipalon leviämismahdollisuuksista

Tutkintalautakunta on yrittänyt arvioida palon leviämismahdollisuuksia palon aikana, jolloin olisi syntynyt ns. vallitilapalo.

Koska isoheksaanin kiehumispiste on alhainen, nestemäisen isoheksaanin kanssa kosketuksessa olevan säiliön seinän läm-

pötila on myös alhainen. Tästä johtuen säiliön tämän osan lujuus ja sitkeys säilyvät niin, että repeilyä ei tapahdu, jos säiliö ja sen materiaalit ovat määräysten ja annettujen lupien mukaisia.

Liekkimeressä olevan seinän yläosan lämpötila (kts. kuva 9) nousee korkeaksi (yli 800 °C). Teräksen lujuus näissä lämpötiloissa on niin alhainen, että teräs ei kannata omaa painoa. Lujuuden menetys ei tapahdu hetkellisesti vaan teräslevyt taipuvat hitaasti. Tämän seurauksena on olemassa vaara, että repeily saisi alkunsa. Voidaan pitää todennäköisenä, että alkanut repeily olisi pysähtynyt, ennenkuin repeämä saavuttaa nestepinnan tason teräksen alhaisena pysyneen lämpötilan johdosta.

Jos palava neste olisi levinnyt vallitilaan, olisi tulipalon teho moninkertaistunut. Paloteho on suoraan verrannollinen palavan nesteen pinta-alaan. Jos palava neste olisi päässyt vallitilaan, olisi palon pinta-ala ja teho nousseet noin nelinkertaisiksi. Liekkien korkeus isoheksaanipalossa on noin kaksinkertainen palavan nestepinnan läpimittaan verrattuna. Tässä säiliöpalossa liekkien korkeus oli noin 100 m. Vallitilaan laajentuneessa palossa olisi liekkien korkeus ollut noin 200 m. Liekkimeri olisi vallitilapalossa myös siirtynyt jonkin verran alaspäin. Kovan tuulen vaikutuksesta jokin säiliöistä R-1, R-3 ja R-4 tuulen suunnasta riippuen olisi joutunut liekkimereen. Tällöin niiden jäähtytys oli käynyt erittäin vaikeaksi ellei jopa mahdottomaksi ja pahiten uhattu säiliö olisi todennäköisesti syttynyt. Tilanne olisi ilmeisesti ollut palokuntien torjuntatyön kannalta hyvin vaikea. Tulipalojen yhteisvaikutuksesta palo olisi voinut leviätä huomattavasti laajemmaksi.



## 5 ONNETTOMUUDEN TUTKINTA

### 5.1 Poliisin esitutkinta

Poliisin suorittamasta tutkinnasta on laadittu esitutkintapöytäkirja, johon sisältyy poliisin kuulustelemien 37 henkilön kuulustelupöytäkirjat. Esitutkintapöytäkirjan sisältö rajoittuu poliisitutkinnassa ilmi tulleisiin seikkoihin. Pöytäkirja sisältää myös kuulusteltujen todistajien tekemiä raportteja ja piirroksia. Kertyneistä valokuvista ja videonauhoista on todettavissa palon eteneminen ja tilanne palon sammuttua. Poliisin esitutkintapöytäkirja rajoittuu hyvin pitkälti 22.3. klo 22.00 jälkeisiin tapahtumiin.

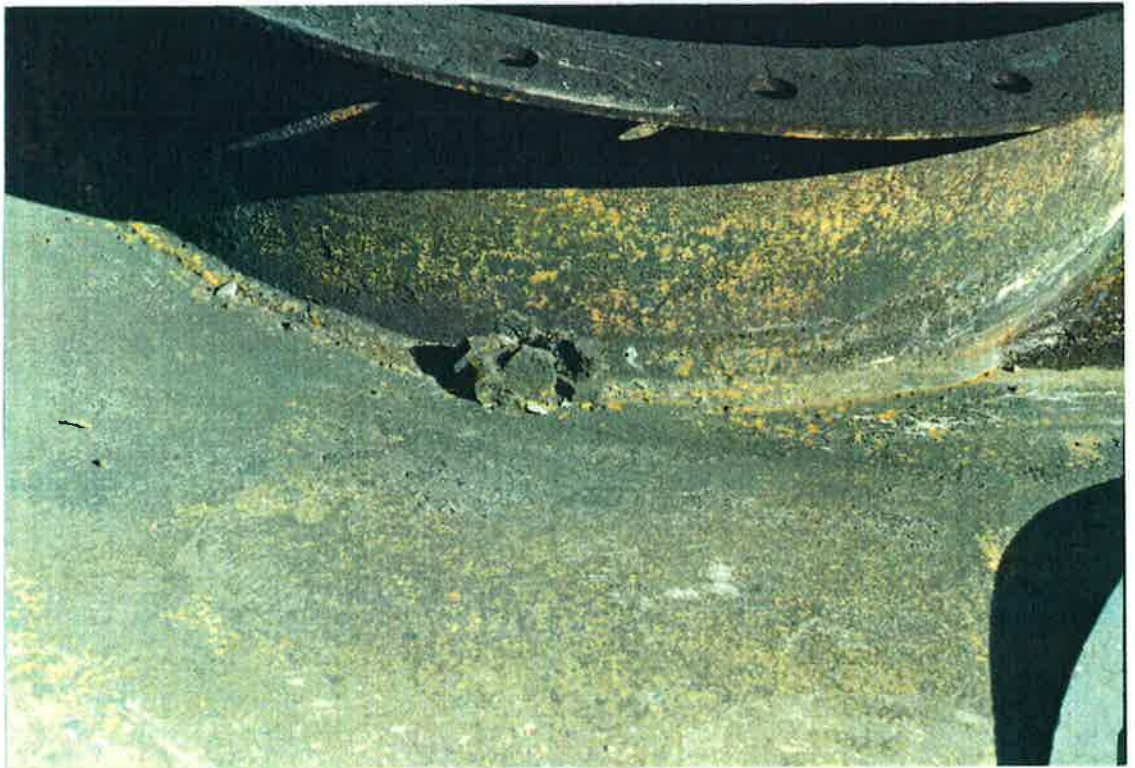
Esitutkintapöytäkirjassa todetaan mm. että katolla liikku-  
neet vuoromestari sekä palomiehet olivat havainneet isoheksaanin lävitse kelluvassa katossa "mustan aukon" josta oli virrannut nestettä katolle. Palomies oli 23.3. noin kello 04.00 aikaan ollessaan suojavaatteissa kahlaamassa isoheksaanissa, havainnut aukon noin 2-3 metrin päässä vesityskaivon venttiilistä ja kokeillut jalallaan aukon pohjaa eikä tuntenut sellaista (kuva 10). Havainnostaan hän oli kertonut palopäällikölle. Myös vuoromestari oli lausunnossaan todennut, että "kun olin palaamassa venttiililtä, olin menettää tasapainoni, koska toinen jalkani upposi syvemmälle. Ajattelin silloin polkaisseeni avonaiseen vesityskaivoon".

Isoheksaanin pumppaamista katon päältä sen alle oli jatkettu koko ajan. Tuotantopäällikön 23.3.1989 klo 10.00 pitämässä palaverissa, jossa oli mukana mm. palopäällikkö, oli palomiehen havainnoista huolimatta todettu vuodon syytä arvioitaessa, että "vesityskaivon tai siinä olevan venttiilin oletettiin vaurioituneen".

Palomies on kertonut syttymisen silminnäkijänä, että palo alkoi hänen seistessään katon huoltotasolla ja alkaessaan suihkuttaa vaahtoa monitoimisingolla raskasvaahtoputken kautta. Palomies oli suunnannut suihkun katolla olleeseen



KUVA 10. Tilanne katolla palon jälkeen. Vesityskaivossa on kansi päällä. Sen sijaan miesluukun kansi on luukun vieressä. Miesluukun 18 cm:n korkean kauluksen vieressä oli katkaistuja pultteja.



KUVA 11. Katolta (mm. miesluukun vierestä) löytyi palon jälkeen katkaistuja pultteja.

tolppaan, jotta suihku ei osuisi suoraan nesteen pintaan. Palo oli alkanut putken kohdalta ja levinnyt nopeasti koko vaahdottomalle alueelle ja edelleen koko katolle.

Ensimmäisen palon jälkeen palomestari oli todennut kello 14.10 että vahtokerros oli alkanut oheta jolloin hän oli määrännyt aloittamaan vaahdottamisen uudelleen. Vaahdottaminen aloitettiin sammutusautosta käsin. Palomestari oli kello 14.12 säiliön huoltorappusten yläpäässä. Palomestari onertonut syttymisestä havaintonaan, että "sammutusautosta tulevan vahtosuihkun osuessa säiliön sisälle, syntyi ilmeisesti paineen johdosta neste pintaan vaahdosta vapaa alue, josta palo leimahti alkuun". Toista tulipaloa ei saatu sammutetuksi ja kertomusten mukaan se oli alusta lähtien voimakkaampi kuin ensimmäinen.

## 5.2 Onnettomuuden syyt

Tutkintalautakunta toteaa, että säiliöpalo ja sitä edeltäneet tapahtumat voidaan jakaa useampaan vaiheeseen, joille kullekin on pyritty löytämään omat syynsä. Selvästi toisistaan erotettavia vaihteita ovat

- isoheksaanin tulviminen kelluvan katon päälle,
- ensimmäisen palon syttyminen,
- katon vajoaminen ja uppoaminen sekä
- toisen palon syttyminen.

Vaikka kukin näistä vaiheista on riippuvainen enemmän tai vähemmän toinen toisesta, ne käsitellään seuraavassa erikseen kirjaten kunkin osalle kaikki syyt, jotka lautakunta on todennut. Tämä sen vuoksi, että mitään yksiselitteistä täysin todistettavaa syytä ei ole löytynyt. Osa onnettomuuden oletetuista syistä on selvästi todennäköisempiä kuin toiset.

Kelluvan katon uppoamisen ajankohtaa ei ole voitu täysin päätävästi määrittää. Kuvanauhoista ja kuulustelupöytäkirjoista on pääteltävissä, että kelluva katto oli uppoamassa tai

uponnut toisen palon syttyessä ja että katon lopullinen vajoaminen todennäköisesti ajoittuu ensimmäisen palon loppuvaiheisiin. Kuvanauhalla näkyvä tikkaiden ja katon ponttonien asento ensimmäisen palon sammutuksen loppuvaiheessa tukee tätä käsitystä. Katto vajoaa ilmeisesti verrattain hitaasti suuresta hydrodynaamisesta vasteesta johtuen.

Tulipalon perimmäinen syy on herkästi syttyvän I luokan palavan nesteen ts. isoheksaanijakeen pääseminen kelluvan katon päälle. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa muodostuu räjähdys- ja syttymiskelpoinen isoheksaanin ja ilman seos. Onnettomuus tapahtuu, jos säiliöön tuodaan heräte eli sytytyslähde.

#### 5.2.1 Isoheksaanipatjan muodostuminen ja katon uppoaminen

Kun arvioidaan syitä, mitkä ovat saattaneet aiheuttaa palavan nesteen pääsemisen kelluvan katon päälle on muistettava, että säiliö on otettu käyttöön jo 1960-luvun alussa. Vaikka perustamis- ja käyttöluvassa kauppa- ja teollisuusministeriö onkin antanut luvan säilyttää säiliöissä I-III luokan palavia nesteitä, ei ole täysin selvää, mihin tarkoitukseen säiliö oli rakennettu. Todennäköisesti säiliöt on ensisijaisesti rakennettu raakaöljyn varastointia varten eikä niinkään kyseisiä keveitä hiilivetyjakeita silmälläpitäen. Onnettomuuden kannalta oleellinen asia näyttää olevan, että säiliö R-2 oli huollossa edellisen vuoden syksyllä. Huoltotyöt ovat synnyttäneet onnettomuuden tutkinnan kannalta muutamia epävarmuustekijöitä, joiden tarkistaminen ja paikkansapitävyyden osoittaminen on hankalaa. Toinen seikka, mikä tulee ilmi onnettomuustutkinnassa, on käytönaikaisen valvonnan osuus käyttöhäiriöiden havaitsemiseksi jo varhaisessa vaiheessa. Säiliön ja sen vallitilan sekä vesitysjärjestelmien varustetaso ja vuotojen havaitsemisjärjestelmä on erittäin tärkeä valvonnan kannalta. Seuraavilla seikoilla on tutkintalautakunnan mukaan ollut merkitystä isoheksaanipatjan muodostumiselle kelluvan katon päälle:

1. Säiliö oli huollossa vuoden (1988-89) vaihteessa, jolloin säiliön kelluvan katon yksi kulkuaukko on jäänyt pulttaamatta kiinni. (Kuva 11)

Kun säiliö huolletaan joudutaan yleensä kulkuaukot avaamaan. Näin on tehty tässäkin huollossa, mutta kun säiliö otettiin käyttöön ja sille tehtiin ns. "käyttöönottokatselmus", kuukaan ei havainnut, että kulkuaukon maalattua kantta ei ollut lukittu pulteilla. Palon jälkeen löytyi katolta 16 leikattua pulttia sekä eräitä tunnistamattomia rautaisia osia. Leikatut pultit ovat myös saattaneet jäädä lumen alle. Maali liimasi kannen ja kulkuaukon laipan toisiinsa kiinni. Kun kellovalle katolle on satanut lunta ja vettä aiheuttaen lisäpainoa ja kun katto elää tuulen mukaan, on isoheksaani pääsyt osittain liuottamaan ja nestepaine irrottamaan kannen. Kulkuaukon kautta on isoheksaania päässyt kelluvalle katolle. Käyttöönottotarkastuksessa ei käytetä muistilistaa kriittisten kohtien tarkastamiseksi ennen käyttöönottoa.

2. Säiliön pinnankorkeuden mittausjärjestelmä OMS (=Oil Movement System) ei osoita muuta kuin nesteen pinnan korkeuden. Se ei osoita katon asentoa isoheksaanipinnan suhteen. Mittaus on sähkömagneettinen ja OMS-järjestelmä tallentaa tietokoneeseen pinnan korkeuden mittaputkessa. OMS-järjestelmä ei anna hälytystä, kun säiliö on aktiivinen ts. sitä täytetään tai tyhjennetään. Säiliötä täytettäessä tai tyhjennettäessä OMS voi toimia vuodonilmaisujärjestelmänä vain, jos vuotoa erikseen epäillään, jolloin tietokoneen tiedoista lasketaan vuodon suuruus.

3. Vallitilaan, viemäreihin tai yleensäkin säiliön ulkopuolelle ei ole asennettu automaattisia vuodonilmaisujärjestelmiä eikä käyttöhenkilöstökään voi kovin tarkkaan seurata alueella tapahtuvia odottamattomia vuotoja.

Kun vuoto havaittiin illalla 22.3. ja OMS-järjestelmää tutkittiin, todettiin vuodon alkaneen jo klo 15.00 aikaan. Hävikin laskettiin olevan 32 m<sup>3</sup> tunnissa. Näin suuri vuoto pitäisi havaita jo aiemmin kuin mitä nyt tapahtui.

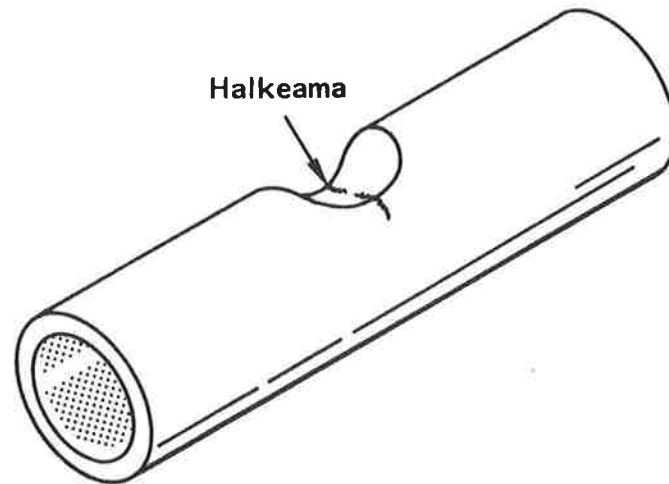
4. Kuulustelujen ja selvitysten perusteella on käynyt ilmi, että säiliön sisäpuolelle ulottuva käytönaikainen tarkastus oli tehty noin 2 viikkoa ennen paloa (tarkempaa aikamäärää ei ole) toteamalla ilmeisesti silmämääräisesti säiliön seinän päällä olevalta hoitotasolta kaiken olevan kunnossa. Kattoa on silmämääräisesti tarkastettu 27.2. eikä silloin havaittu mitään poikkeavaa. Kirjallista raportointia ei ole eikä käyttö- ja kunnossapitopäiväkirjaa käytetä.

5. Vesityspotken venttiilien asento isoheksaanin tulvies- sa katolle on jäänyt epäselväksi. Neste Oy:n käyttöohjeiden mukaan venttiilit pidetään aina puoliksi auki, mutta koska inhimillisiä virheitä voi sattua, venttiilien asentoja on voitu muuttaa ennen palon syttymistä. Jos venttiilit ovat olleet auki ns. kesäasennossa isoheksaania ei pitäisi kerääntyä katolle. Jos jompikumpi venttiileistä on ollut kiinni, on isoheksaania voinut olla katolla pitkäänkin.

Vuodenajasta johtuen kelluvalla katolla oleva vesityskaivo on voinut olla jäässä. Päivällä jää on sulanut ja tehnyt mahdolliseksi vuodon alkamisen ko. ajankohtana. Säätietojen ja säiliössä olevan isoheksaanin lämpötilan perusteella ei katolla olisi pitänyt kuitenkaan olla jäätä. Isoheksaanin lämpötila ei maaliskuussa laskenut alle +10 °C.

6. Vesityspotken vuotaminen on voinut johtaa isoheksaanin pääsyyn katolle edellyttäen, että alaventtiili on kiinni. Säiliön pohjassa olevassa vesityspotken vaakasuorassa osassa havaittiin halkeamia, joiden vuotopinta-ala oli 0,5-1,0 cm<sup>2</sup>. Halkeamat sijaitsevat putken supistusosassa (Kuva 12), joka on tehty estämään putken jäätymisestä aiheutuvien tilavuusvaihtelujen synnyttämät vauriot. Halkeamien pinnat olivat vahvassa ruosteessa kuten putken sisäpinta. Siitä voidaan melko varmasti päätellä, että halkeama ei ole syntynyt tulipalon yhteydessä vaan on ollut melko kauan olemassa. Halkeama on todennäköisesti taivutusjännityksen synnyttämä. Vesityspotki on tammikuussa 1989 koeponnistettu 3-4 baarin paineella. Vuotoa ei havaittu silloin.





KUVA 12. Vesitysputkessa olevien halkeamien sijainti

Halkeaman syntyajankohta on tärkeä onnettomuuden tapahtumaketjun kannalta. Voidaan myös ajatella, että halkeama olisi syntynyt onnettomuuden aikana ja ruostunut ensin tulipalon aikana ja sitä seuranneiden kahden kuukauden aikana, ennenkuin näytteet otettiin tutkintaan. Normaaliolosuhteissa oksidikalvon paksuus ei muodostu niin suureksi, kuin nyt havaittiin. Olosuhteet palossa ja varastoalueella ovat kuitenkin voineet olla poikkeuksellisia korroosion kannalta. Oksidin luonne putken sisäpinnassa ja halkeamassa ei kuitenkaan tue oletusta, että halkeama on syntynyt onnettomuuden aikana. Halkeama on onnettomuuden yhteydessä voinut syntyä kellarin katon uppoamisen yhteydessä, säiliön pohjan kokemista muodonmuutoksista palossa tai vesitysputkeen kohdistuvasta termisestä rasituksesta palon loppuvaiheessa.

Eräs mahdollisuus on, että halkeama oli olemassa ennen onnettomuutta, mutta avautui onnettomuuden aikana. Avautumiseen tarvitaan vesitysputkeen kohdistuva voima. Vesitysputki (kuva 13) oli onnettomuuden jälkeen hyvässä kunnossa eikä

merkittäviä muodonmuutoksia tai vääntymisiä ole havaittavissa. Tutkintalautakunta ei ole löytänyt konkreettisia osoituksia siitä, että halkeama olisi avautunut onnettomuuden aikana.

Vesitysputkessa havaitun halkeaman läpi vuotaa huomattava määrä (arviolta 30 m<sup>3</sup>/h) isoheksaania, jos vesityspotken alaventtiili olisi auki. Koska näin suuret vuodot tulisi havaita, pitää tutkintalautakunta todennäköisenä että alaventtiili on ollut kiinni. Arvioitu vuoto on samaa suuruusluokkaa kuin OMS-järjestelmästä laskettu.

7. Lisäkuormitus ohuella katolla voi aiheuttaa katon paikallista vajoamista.

Kulkuaukon laipan kauluksen korkeus oli 180 mm. Laskelmien mukaan katto uppoaa isoheksaaniin 52 mm ilman lisäkuormaa. Puuttuva 128 mm:n painuma on todennäköisesti syntynyt katon lisäkuormituksesta siten, että vettä on kertynyt katolle.

Kelluvan katon paino oli n. 130 tonnia ja ponttonien laskettu kantokyky isoheksaanissa n. 195 tonnia. Näin ollen tarvitaan melkoinen lisäpaino, jotta katto uppoaisi. Lisäpaino tulee vedestä, joka on isoheksaania raskaampaa. Vettä tulisi olla n. 190 tonnia, jos se tasaisesti kuormittaa kattoa. Kun vesimassa ei ole tasaisesti katolla, tarvitaan pienempi vesimäärä. Katon tasapainoasema muuttuu, jos katolla on isoheksaania ja miesluukku auki. Tulipaloa edeltäneen maaliskuun aikana oli katolle satanut n. 100 tonnia vettä. Suoja-vaahdotuksesta ja sammutuksesta on tullut lisää vettä katon päälle.

Palon jälkeen ponttonit täytettiin vedellä niiden kunnan selvittämiseksi. Ponttonien alaosat olivat ehjät, koska vuotoa ei havaittu. Ponttonien yläosassa oli reikiä, jotka ovat syntyneet tulipalossa sattuneissa räjähdyksissä. Nämä reiät eivät vaarantaisi ponttonien kantokykyä normaalitilassa. Mikäli katon asento on ollut poikkeava, ovat ponttonit voineet täyttyä yläkautta.



Katon asento on saattanut muuttua vesimassan painosta ja epäkeskeisyydestä johtuen. Tällöin katto on voinut painua toiselta reunaltaan, jolloin osa ponttoneista joutui nestepinnan alapuolelle ja täyttyi. Tästä taas seuraa katon uppoaminen.

Yksi joskin epätodennäköinen mahdollisuus on, että ensimmäisessä tulipalossa katon lämpötila on noussut niin korkeaksi, että isoheksaani on sen alapuolella höyrystynyt. Ylimääräinen noste on voinut kallistaa kattoa.

8. Vesityspotki on voinut jumiutua jostakin syystä. Esimerkiksi uuden vaihdetun vesityspotken nivelet ovat voineet olla jäykkiä joissakin asennoissa. Palon jälkeen tehdyissä tutkimuksissa nivelet kuitenkin liikkuivat helposti (Kuvat 13 ja 14).

Vesityspotken massa ei riitä vetämään kattoa alaspäin niin, että isoheksaani pääsisi tulvimaan miesluukun kautta katolle.

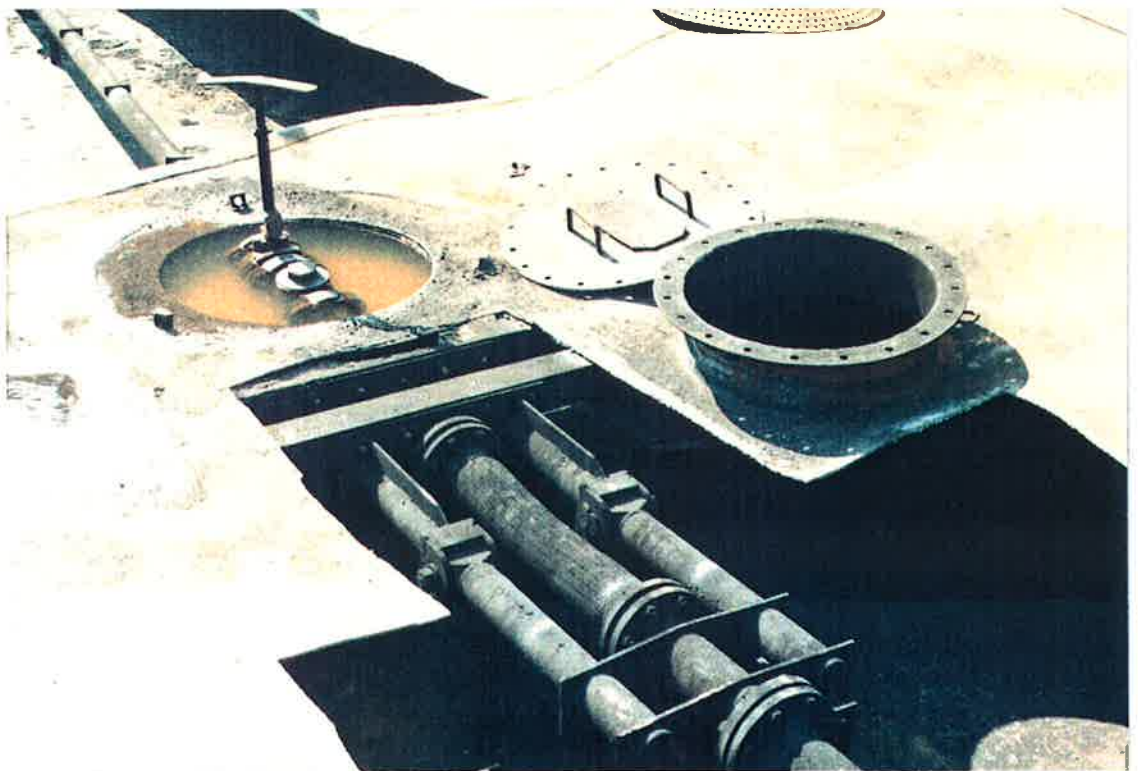
9. Kelluvan katon kiertyminen ja jumiutuminen mekaanisiin luisteihin, pinnankorkeuden mittaputkeen, näytteenottoputkiin ja kannen hoitotasolle vieviin tikkaisiin on ollut mahdollista. Mitään merkkejä kiertymisestä tai jumiutumisesta ei kuitenkaan havaittu.

Säiliön ylitäyttö jossakin vaiheessa käytön aikana voi joutaa jumiutumisen. Nestepinta on viikkoa aikaisemmin ollut korkeammalla, jolloin kelluvan katon takertuminen lieriömäiseen säiliöön tuskin on onnettomuuden osatekijä.

10. Kelluva katto oli pinta-alaltaan yli 2000 m<sup>2</sup>, ja kattolevyn teräksen vahvuus oli vain 5 mm. Näinollen jo tuuli saattaa aaltoiluttaa kattoa melko paljon. Jos kulkuaukon kansi ei ole ollut lukittu ja tiivis, kansi on voinut "hörpätä". Aaltoilu saattaa myös aiheuttaa väsymismurtumia katossa. Kelluvassa katossa on voinut olla halkeamia, mutta näitä ei havaittu palon jälkeen.



KUVA 13. Pohjassa oleva vaakasuora vesitysputken osa. Päällä oleva katto on leikattu auki



KUVA 14. Vesitysputken ensimmäinen nivel tulipalon jälkeen. Katto on leikattu auki. Nivel, kuten koko vesitysputkisto oli hyvässä kunnossa.

Kelluvan katon aaltoilu on varmasti edistänyt isoheksaanin tulvimista katolle. Aaltoilusta johtuen miesluukun kansi on irronnut joko osittain tai kokonaan. Tämän jälkeen isoheksaania on päässyt, johtuen kauluksen yli. Isoheksaania tulee kelluvan katon päälle niin pitkään, kunnes katto vajoaa uuteen tasapainoasemaan eli siihen syvyyteen, missä ponttonit sitä kantavat isoheksaanissa.

Säiliön miesluukku on jäänyt kiinnittämättä pultein edellisessä huollossa. Tähän perustuen tutkintalautakunta pitää lukitsematonta miesluukkuja ensisijaisena syynä siihen, että isoheksaania pääsi kelluvalle katolle.

Tutkintalautakunnan mielestä todennäköisin tapahtumaketju on seuraava: Kun vesityspotkessa on ollut merkittävä vuoto on alaventtiili pidetty kiinni. Sadevesi on maaliskuun aikana kerääntynyt katolle. Tuulessa katto aaltoilee niin paljon, että kiinnittämättömän miesluukun kansi irtoaa ja luukun kautta pääsee isoheksaania katolle. Katolle jäänyt vesi painaa kattoa alaspäin. Paloa edeltävänä päivänä oli satanut runsaasti, jolloin huoltohenkilökunta on avannut vesityspotken alaventtiilin. Alussa vesityspotkesta tulee isoheksaania raskaampaa vettä. Kun vesityspotkessa on merkittävä halkeama, vesityspotken avaaminen ei enää riitä pelastamaan vajoaavaa kattoa.

Toiseksi todennäköisin tapahtumaketju on seuraavanlainen: Kaikki venttiilit ovat oikeassa asennossa. Katto aaltoilee niin voimakkaasti, että miesluukun kansi irtoaa ja isoheksaania tulvii heti niin paljon katolle, että vesityspotken kapasiteetti ei riitä. Kelluva katto vajoaa uuteen tasapainoasemaan, joka on isoheksaanipinnan alapuolella. Tässä vaihtoehdossa ei oteta huomioon vesityspotkessa havaittua halkeamaa. Tutkintalautakunta ei pysty selittämään, miten katolle tulee alkuvaiheessa niin paljon painoa, että tapahtumaketju voisi toteutua.

## 5.2.2 Palojen syttymissyyt

### 5.2.2.1 Tilanne ensimmäisen palon syttymishetkellä

Säätila 23.3.1989 klo 12.00-12.30 oli tuulinen ja osittain pilvinen, mutta ajoittain pilviverhojen välistä paistoi aurinko. Ilman lämpötila oli aamulla 1°C. Päivällä se nousi noin 5 asteeseen ja ilman suhteellinen kosteus oli korkea, n. 90 %.

Tehtyjen selvitysten perusteella tilanne oli säiliöllä R-2 hieman ennen tulipalon syttymistä seuraava: Kelluvan katon päällä oli noin metrin paksuudelta isoheksaania. Kuulustelupöytäkirjojen perusteella nestekerroksen paksuus oli 110 cm 23.3.1989 noin klo 4.00.

Isoheksaanipinta oli suojavaahdotettu synteettisellä kalvo-vaahdolla, mutta vaahdotatja ei ollut yhtenäinen ainakaan aamupäivällä ja syttymishetkellä 23.3.1989 klo 12.27. Eri havaintojen mukaan katon hoitotason päässä hieman etuoikealla oli alue, jossa vahto ei pysynyt paikallaan vaan pyrki pois. Tämän vapaan nestepinnan alaksi on kuulustelupöytäkirjoissa ilmoitettu olleen vajaasta 20 m<sup>2</sup>:stä noin 40 m<sup>2</sup>:iin.

Katolla oli syttymishetkellä 4 vesiturbiinipumppua ja 1 paineilmakäyttöinen kalvopumppu. Vesiturbiinipumput oli sijoitettu nestepinnan alapuolelle katon päälle aivan hoitotason viereen. Kalvopumppu roikkui nosturissa liinojen varassa lähellä nestepintaa. Pumpuista lähtevistä letkuista osa oli tavallisia maadoittamattomia letkuja ja osa maadoitettuja teräslankavahvisteisia letkuja.

Katolle oli myös tuotu hetkeä aikaisemmin paineilmatulppa "vesityskaivon" (joksi avonaista miesluukkuu tuolla hetkellä kuviteltiin) tukkimista varten. Lisäksi katolla oli tietävästi erilaisia käsityökaluja, paineilmalaitteita, valaisimia, analysointilaitteita, puutavaraa jne.

Vaahdotusta varten säiliön hoitotasolla oli kaksi vaahtosinkoa, joista pienempi oli 400 litran kevytvaahtosinko ja suurempi 800 litran tehoinen monitoimisinko ja näihin liittyvät letkut.

Säiliön päällä oli juuri ennen syttymistä yhteensä 8 henkilöä, joista vaahdottaja hoitotasolla aivan nestepinnan läheisyydessä ja kaksi palomiestä juuri laskeutumassa hoitotasolle sukellussuojavarustuksessa (Kts. kuva 7). Kaksi miestä oli hoitotasolle johtavien tikkaiden yläpäässä. Muut henkilöt olivat ylähoitotasolla tai sinne ulkopuolelta johtavilla portailla.

Juuri ennen ensimmäisen palon syttymistä vaahdottaja oli käynyt varmistamassa, että katolle hetkeä aikaisemmin tuotu kalvopumppu käynnistyi ja toimi moitteettomasti, minkä jälkeen hän oli siirtynyt takaisin vaahtosinkojen luo. Vaahdotus oli käynnissä pienempitehoisella singolla, kun häntä kehoitettiin vaihtamaan vaahdotus suurempitehoiseen monitoimisinkoon, minkä hän tekikin välittömästi. Hän suuntasi aluksi suihkun takaseinään ja siitä lähemmäksi avointa nestepintaa kohdistamatta kuitenkin vaahtosuihkua suoraan nesteen pintaan, jotta pinta ei rikkoontuisi. Tuolloin isoheksaani syttyi palamaan.

#### 5.2.2.2 Ensimmäisen palon syttymissyyt

Koska isoheksaanipinta ei ollut syttymishetkellä kauttaaltaan vaahdon peittämä, on selvää, että avoimen pinnan läheisyydessä on ollut syttymiskelpoinen ilma-isoheksaaniseos. Kun aurinkokin on pieniä hetkiä paistanut avoimeen heksaanipintaan, on todennäköistä, että syttymiskelpoinen isoheksaanipitoisuus pinnan läheisyydessä on ollut laajemmalle levinnyt, kuin mitä yön tunteina kävi ilmi räjähdysrajaa mitattaessa.

Syttymiskelpoiseen seokseen tarvitaan vain sopiva heräte eli sytytyslähde palon aiheuttamiseksi. Yleisimpiä syttymisen

herätteitä ovat avotuli, mekaanisesta liikkeestä aiheutuva kipinä, kuuma pinta, hehkuva esine tai muualta tullut kipinä, staattinen sähkö ja potentiaalierosta johtuva staattisen sähköön purkaus. Edellä mainitut herätteet ovat voineet syntyä tahattomasti, ennalta-arvaamatta ja tietämättä tai ne voidaan aiheuttaa tahallisesti, jolloin kysymyksessä on ns. murhapoltto. Selvitysten perusteella on mitä epätodennäköisintä, että palo olisi aiheutettu tahallisesti tai tuottamuksellisesti. Tutkintalautakunta on siksi jättänyt murhapolttovaihtoehdon enemmälti käsittelemättä.

Tutkintalautakunnan arvio eri herätteiden todennäköisyydestä tämän säiliöpalon yhtenä osasyynä on seuraava:

1. Avotuli on hyvin epätodennäköinen vaihtoehto sytytyslähteeksi. Mitkään selvitykset eivät viittaa siihen, että säiliön katolla olisi syttymishetkellä käsitelty tulta.
2. Kuuma pinta on myös hyvin epätodennäköinen syttymisen heräte, sillä säiliön lämpötila oli alhainen, alle 10 °C ja säiliön isoheksaani n. 10 °C. Saman voi sanoa hehkuvista esineistä, koska sellaisia ei ole havaittu. Pumput (5 kpl) tutkittiin onnettomuuden jälkeen. Niissä ei ollut merkkejä siitä, että jokin niistä olisi leikannut kiinni. Myöskään mitään muuta ulkopuolista hehkuvaa esinettä ei ole tutkimusten mukaan tuotu säiliöön.
3. Mekaanisesta liikkeestä aiheutuvaan kipinään säiliössä ovat edellytykset olemassa. Tämä johtuu siitä, että säiliö on rakennettu teräksestä, ja ainakin osa käytetyistä työkaluista ja varusteista on ollut tavallisia kipinöiviä työkaluja. Katon liike seinää tai muuta metallia vasten, teräksisen työkalun putoaminen tai osuminen toiseen, hoitotason ja tikkaiden väliset kiinnitykset jne. voisivat aiheuttaa mekaanisen kipinän. Tehdyt selvitykset ja haastattelut eivät kuitenkaan tue tätä vaihtoehtoa sytytyslähteenä, ja tutkintalautakunta pitää mekaanisesta liikkeestä aiheutuvaa kipinää epätodennäköisenä.

4. Muualta lentänyt kipinä ei myöskään näytä todennäköiseltä, sillä kenelläkään ei ole näköhavaintoja kytevästä tai hehkuvista palojuonteista. Jalostamo- ja teollisuusalueen piiput ja soihdut sijaitsevat kaukana säiliöstä R-2. Näissä kohteissa palaa pääosin hiilivetyjä, joista ei synny kovinkaan helposti hekuvaa tuhkaa sisältäviä palokaasuja. Myös tämä vaihtoehto voidaan sulkea pois. Säiliön läheisyydessä oli useita dieselkäyttöisiä ajoneuvoja tuulen yläpuolella. Raskaiden dieselajoneuvojen pakoputkesta voi tulla hekuvia hiukkasia, mutta tämäkin vaihtoehto tuntuu erittäin epätodennäköiseltä sillä kipinöiden olisi pitänyt lentää säiliön reunan yli ja laskeutua säiliöön voimakkaassa tuulella.

5. Sähkölaitteista aiheutuva kipinä tai jännite-ero voi olla yksi mahdollisuus. Saatujen tietojen mukaan Neste Oy käyttää vain räjähdysuojattuja lamppuja, radioita, pinnan- korkeudentarkkailulaitteita ja räjähdysrajamittareita. Tämäkin vaihtoehto näyttää siksi epätodennäköiseltä.

Yön aikana (22.-23.3.) yksi Ni-Cd-akkukäyttöinen käsivalaisin putosi säiliön katolle nestepinnan alapuolelle. Valaisin oli tarkoitettu räjähdysvaarallisiin tiloihin eikä se heti pudottuaan sytyttänyt isoheksaania. Lautakunta pitää epätodennäköisenä, että valaisimella olisi osuutta tulipalojen syttymiseen.

6. Staattinen sähkö tai potentiaaliero voi toimia herätteenä eli energialähteenä. Palokohteessa on erittäin monia muodostumismahdollisuuksia staattiselle sähkölle tai potentiaalierolle. Staattinen sähkö on hyvin todennäköinen syttymisen aiheuttaja ensimmäisessä palossa. Tutkintalautakunta löysi seuraavia staattisen sähköön muodostumismahdollisuuksia säiliössä:

- a) Isoheksaanin pumppaukseen käytettyjen pumppujen ja letkujen varautuminen. Varautuminen on voinut tapahtua seuraavista syistä:

- isoheksaani ja pumppu ovat hanganneet toisiaan pumppukammiossa tai letkuissa jolloin varautumista vielä lisää isoheksaanissa mahdollisesti dispergoituneena ollut vesi
  - pumpun osat ovat hanganneet toisiaan
  - pumppujen liikkeistä kuten tärinästä kattoa vasten
  - maadoittamattomista ja maadoitetuista siirtoletkuista
  - kalvopumpun paineilmalaitteesta, kalvopumpusta tai kalvopumpun nosturin liinoista, jotka ovat olleet eri potentiaalissa kuin säiliö ja sen sisältö.
- b) Säiliön ja isoheksaanin potentiaaliero autoihin ja työvälineisiin.
- c) Vaahtotykkien ja autojen potentiaaliero.
- d) Katon liike isoheksaanin pumppauksessa.
- e) Huolto- ja palohenkilöstön vaatteet, varustukset, työvälineet jne.
- f) Vaahtotykkien ja -sinkojen aiheuttama staattinen varaus, jolloin varautuminen on voinut tapahtua kun
- vaahto on hangannut suutinta vasten
  - vaahto on lentänyt ilmassa, jolloin myös tuulella on lisäävä vaikutus varautumiseen
  - vaahtosuihkut osuvat toisiinsa vaahton ollessa joko samaa tai eri laatua
  - vaahtosuihkun pisarakokajakautuma on erilainen
  - vaahto- ja vesisuihku osuvat säiliön katon tai muun esineen pintaan
  - vaahto osuu isoheksaaniin tai isoheksaanin ja veden dispersioon jolloin isoheksaani varautuu.

Tehtyjen selvitysten ja asiantuntijahaastattelujen perusteella voidaan todeta, että osa edellä mainituista staatti-



sen sähkön muodostumislähteistä on erittäin epätodennäköisiä:

- Tutkimusten mukaan vaahdon ja vaahtotykkien sekä sinkojen varautuminen on erittäin pientä (kohta f) lukuunottamatta tapausta jossa vaahto osuu säiliöön tai sen osaan taikka isoheksaanipatjaan.

- Kannen liikkeistä aiheutuva varautuminen on hyvin pientä.

- Säiliön eri osien aiheuttama staattinen varaus on pientä, sillä säiliö on ollut samassa potentiaalissa, ja maadoitukset ovat olleet ehjät.

- Sammutusautojen varautuminen ja niiden potentiaaliero säiliöön ja isoheksaaniin ovat pienet vaikka autoja ei potentiaalitasata. Ne kuitenkin tasautuvat renkaiden ja tukijalkojen kautta maahan. Asiantuntijat pitävät myös mittaustulosten valossa tätä vaihtoehtoa epätodennäköisenä.

Selvästi edellisiä vaihtoehtoja todennäköisempiä staattisen sähkön ja potentiaalieron aiheuttajia ovat:

- Kalvopumpun ja siihen liitettyjen letkujen varautuminen etenkin, kun kalvopumppu oli liinojen varassa irti säiliöstä. Näin kalvopumppu ei ole voinut kovin helposti purkaa mahdollista varausta ja potentiaalieroä säiliöön.

- Vesiturbiinipumppujen ja niistä lähtevien letkustojen varautuminen. Pumput olivat nestepinnan alla ja lepäsivät säiliön katolla. Siten varaus on helposti purkautunut niistä eikä potentiaaliero kovin helposti pääse syntymään. Sen sijaan siirtoletkuihin on saattanut syntyä staattinen varaus.

- Pumpun osien hankautumisesta ja liikkeestä kattoa vasten syntyvä varaus. Vesiturbiinipumppujen osalta varauksen pitäisi purkautua suhteellisen helposti säiliörakenteeseen ja isoheksaaniin.

- Huolto- ja palohenkilöstön vaatetuksesta aiheutuva staattinen sähkö. Palomiehet pukeutuvat normaalisti villa- ja puuvillavaatteisiin, joiden varautuminen ei ole keinokuidun kaltaista. Tämäkään vaihtoehto ei näytä kovin todennäköiseltä. Sen sijaan varusteet ja työkalut ovat voineet eristyä ja varautua.

- Vaahtosuihkuun osuminen isoheksaanipintaan, jolloin isoheksaanin ja suihkun välille syntyy potentiaaliero.

Tutkintalautakunta ei ole voinut osoittaa minkään edellämainitun syyn olleen varmasti ensimmäisen palon aiheuttaja eli sytytyslähde. Silti palon heräte on mitä todennäköisimmin ollut potentiaaliero ja staattisen sähköön purkautuminen, sillä muille vaihtoehdoille ei ole voitu löytää todisteita.

Staattisen sähköön ja potentiaalieron aikaansaajista kalvopumppu ja sen käyttö näyttää todennäköisimmältä sytytyslähdeeltä. Tätä tukevat seuraavat seikat:

- Kalvopumppu tuotiin säiliöön ja käynnistettiin juuri ennen syttymistä.
- Kalvopumppu on ainoa esine, joka on ollut liinosten varassa irti säiliöstä, mutta riittävän lähellä säiliön rakenteita.
- Vaahtosuihku suunnattiin osittain kalvopumpun suuntaan, jolloin syttymiskelpoinen ilma-isoheksaaniseos kulkeutui kalvopumppuun päin.
- Vaahdottaja ja muut silminnäkijät totesivat palon alkaneen "mittayhteestä" vaahtosuihkuun suunnassa. Samalla suunnalla oli myös kalvopumppu. Todellista syttymiskohtaa on silloin vaikea erottaa. Jos syttyminen tapahtuu kalvopumpun luona, se saattaa näyttää samalta, kuin syttyminen olisi tapahtunut silminnäkijöiden mainitsemissa kohdassa.

- Vesiturbiinipumput olivat toimineet lähes koko yön ja aamupäivän; myös palo- ja huoltomiehet olivat olleet paikalla koko ajan eikä syttymistä tapahtunut.

- Minkäänlaisia kipinöitä ja mekaanisten esineiden aiheuttamia kolahduksia ei kukaan ollut havainnut.

Myös vaahtosuihkun osuminen isoheksaaniin ja tästä aiheutuva potentiaaliero ja staattisen sähköön purkaus on mahdollinen sillä toisen palon todettiin syttyneen vaahtosuihkun osuessa nesteeseen tai vaahdon pintaan. Mitään todistetta asiasta ei kuitenkaan ole.

Jos palava neste on ollut kelluvan katon päällä pitkähkön ajan esim. viikon tai kaksi kenenkään huomaamatta, voidaan säiliön sisäpuolella olevien laitteiden olettaa toimineen moitteettomasti, sillä palo alkoi vasta 23.3.1989 klo 12.27. Varmasti tiedetään, että isoheksaania on päässyt katolle viimeistään 22.3.1989 klo 15.00 aikaan ja että sitä oli kattolla runsaasti 22.3.1989 klo 22.00 ja että palo syttyi vasta 14 tuntia pelastustoimenpiteiden alettua. Näin ollen on todennäköistä, että säiliön varusteet ja laitteet toimivat moitteettomasti. Silti on mahdollista, että esim. jokin säiliön sähkölaite tai sen rakenteen aiheuttama mekaaninen kipinä on sytyttänyt ensimmäisen palon.

VTT:llä tutkittiin palopaikalla käytettyjä räjähdysrajan mittareita. Tarkoituksena oli selvittää toimivatko mittarit. Kokeissa havaittiin, että tutkitut mittarit reagoivat isoheksaanihöyryyn. Kuitenkin kokeet antoivat viitteitä siitä, että niiden näyttämä on ehkä tietyissä tilanteissa liian pieni. Tämä voi merkitä sitä että vaaroja aliarvioidaan mitaustulosten perusteella.

Edellä mainitun perusteella tutkintalautakunta pitää ensimmäisen palon todennäköisimpänä sytytyslähteenä paikalle tuotua potentiaalitasamatonta kalvopumppua ja syttymiskelpoisen seoksen olemassaoloa.

### 5.2.2.3 Tilanne toisen palon syttymishetkellä

Toisen palon syttymistä edeltäneenä aikana klo 14.00-14.12 isoheksaanipinta oli vaahdotettu, mutta vaahtopatja alkoi kadota osasta nestepintaa. Palomestari oli vähän ennen toisen palon syttymistä kokeillut kädellä säiliön yläosan palaneen alueen terästä ja todennut voivansa hyvin pitää siinä paljasta kättä. Säiliön seinän yläosassa oli nokea ja irtonaista hilsettä. Säiliössä oli ensimmäisen palon aikana puutavaraa, kumia ja muuta palavaa materiaalia, joka oli joko osittain tai kokonaan palanut ja hiiltynyt. Kun suojavaahdotuksen havaittiin vähentyneen ratkaisevasti aloitettiin lisävaahdotus snorkkeliautolla. Palo syttyi uudelleen klo 14.12.

Kannen reunatiivisteen kiiloina käytettiin ennen ensimmäistä paloa puusoiroja. Katolle oli myös tuotu puinen mittatikku. Niiden sekä palaneen tiivisteen ja pumppujen letkujen hiiltyneitä jäännöksiä löydettiin kannelta vielä palon jälkeen (kuva 15), kun tutkintalautakunta ensimmäisenä kävi katolla 6.4.1989.



KUVA 15. Palon jälkeen löytyneitä jäännöksiä

Toisen palon syttyessä säiliön katto ja pumput sekä muu staattista sähköä aiheuttava materiaali oli uponnut. Tutkintalautakunta on tällä perusteella päättänyt johtopäätökseen, että staattinen sähkö ei ollut toisen palon heräte. Isoheksaanipintaan osuvan vaahtosuihkun synnyttämää staattista sähköä ei kokonaan voi sulkea pois syttymismahdollisuuksien joukosta.

#### 5.2.2.4 Toisen palon syttymissyyt

Toisen palon syttymissyytinä voidaan pitää kolme selvästi muita todennäköisempää vaihtoehtoa. Mikä vaihtoehto on oikea, on vaikea sanoa, sillä kukaan ei nähnyt palon syttymistä yksityiskohtaisesti. Vaihtoehdot ovat seuraavat:

- Palon sytytti hehkuva kelluva materiaali (puu, kumi yms.), joka osittain palaneena jäi kytemään ja kellumaan vaahtoon ensimmäisen palon sammuttua. Paksun suojavaahdotuksen alla se ei voinut sytyttää uutta paloa hapen puutteen vuoksi. Kun suojavaahdotus oheni ja isoheksaanipinta paljastui, syntyi syttyvä höyrykerros. Jos tällaiseen kohtaan ajelehti kytevä kekäle, se sytytti toisen palon. Tätä tukee se, että palon jälkeen säiliöstä löytyi puuhiiltä ja muuta hiiltynyttä materiaalia.
- Dieselautojen pakoputkesta lentäneet kipinät ovat erittäin epätodennäköinen syttymissyy.
- Palon sytytti kuuma pinta tai säiliön reunan päältä pudonnut kuuma tai hehkuva palojäännös. Kuuman pinnan lämpötilan on kuitenkin täytynyt olla yli itsesyttymislämpötilan, joka on 310 °C. Kuuman kappaleen aiheuttama syttyminen tuntuu siten vähemmän todennäköiseltä.

Nähtyään säiliöstä palon jälkeen löydetyn materiaalin tutkintalautakunta pitää hehkuvan kelluvan materiaalin vaihtoehtoa todennäköisenä, sillä syttyminen sattui juuri kun

uusi voimakkaampi suojavaahdotus aloitettiin vaahtotykillä. Silti myös tässä tapauksessa on mahdollista, että vaahtotuksella siirrettiin syttymiskelpoinen seos kuuman pinnan läheisyyteen tai se nousi säiliön lämmennyttä pintaa pitkin sytytyslähteen luo. Staattisen sähköän aiheuttama palo toisen palon syynä on erittäin epätodennäköinen.

### 5.3 Torjuntatoimenpiteet

#### 5.3.1 Kelluvan katon pelastusyritys

Kun 22.3.1989 klo 22.00 vaiheilla oli selvinnyt, että säiliön R-2 katolle oli tulvinut säiliössä varastoitua nestettä, päivystävä vuoromestari käynnisti onnettomuuden torjuntatyöt. Koska ko. tapahtuma aiheutti uhan onnettomuuden mahdollisesta laajenemisesta palovaaran vuoksi, vuoromestari hälytti välittömästi paikalle Neste Oy:n palolaitoksen päivystävän yksikön. Lisäksi hän määräsi säiliön vesityspotken juuriventtiilin suljettavaksi isoheksaanivuodon estämiseksi. Palolaitoksen hälytysyksikön (autot 1, 2 ja 91 sekä 1 + 5 miestä) saavuttua paikalle ryhdyttiin seuraaviin toimenpiteisiin:

- Hiilivetypitoisuus mitattiin säiliön sisäpuolelta läheltä isoheksaanin pintaa, jolloin sen todettiin olleen n. 20 % alemmasta räjähdysrajasta, joka on 1 %.
- Palolaitos vaahdotti palavan nesteen pinnan Expyrol FAS vaahtonesteellä, jota kului vaahtotukseen ja vaahtopatjan ylläpitoon vähintään 10-20 m<sup>3</sup>.
- Koska arveltiin, että isoheksaani pääsi katolle avoinna olevasta vesityskaivon palloventtiilistä, vuoromestari aikoi mennä katolle suojavaarustuksessa ja sulkea venttiilin. Vuoromestari ilmoitti tietävänsä venttiilin sijaintipaikan ja hän ryhtyi hankkimaan suojavaarustusta alkylointiyksiköstä.

- Kelluva katto aiottiin nostaa pintaan pumppaamalla kannen päällä oleva isoheksaani kannen alle vesiturbiinipumpuilla, joita aluksi saatiin 2 kpl. Pumppujen teho oli  $18 \text{ m}^3/\text{h}$  pumpua kohden.
- Nesteeseen asetettiin puinen mittakeppi pinnan korkeuden muutosten havaitsemiseksi.
- Päätettiin hankkia lisää pumppuja isoheksaanin siirtämiseksi katon alle, sillä kahdella pumpulla kyettiin siirtämään vain  $36 \text{ m}^3/\text{h}$  isoheksaania kun sitä oli katon päällä laskujen mukaan  $1600 - 1800 \text{ m}^3$ .
- Palolaitoksen palomies kävi kahdesti kokeilemassa venttiilin asentoa, koska pelastustoimet eivät tuntuneet tehoavan. Palomies oli turvaköydessä.
- Yöllä yritettiin myös löytää säiliön piirustuksia sillä kukaan ei tuntenut riittävästi säiliön rakennetta. Piirustuksia ei kuitenkaan yöllä löydetty.
- Palolaitos varautui onnettomuuden laajenemiseen pitämällä työvuoroja ylitöissä hälytysvalmiudessa.
- Isoheksaania tuli koko yön tuotantolaitoksesta koska prosessia ei helposti keskeytetä eikä muita säiliöitä ollut käytettävissä isoheksaanin varastoimiseen. Välillä pumpattiin isoheksaania pois säiliöstä, mutta pumppaus keskeytettiin, koska katto laski niin paljon, että katolla olevien pumppujen, säiliön reunojen yli tulevat vesiletkut eivät olisi riittäneet.
- Aamulla 23.3.1989 lisättiin 2 vesiturbiinipumppua pumppaustehon nostamiseksi.
- Klo 10.00 pidettiin tuotannon ja palokunnan välinen kokous vaaratilanteesta, jolloin päätettiin jatkaa toimintaa ja pyrkiä tulppaamaan vuoto.

- Koska vuoto ei näyttänyt tyrehtyvän, eikä pinta laskenut, päätettiin sulkea vesityskaivo paineilmatulpalla, joka nostettiin säiliöön hieman ennen palon syttymistä.

- Säiliöön päätettiin siirtää vielä kalvopumppu isoheksaanin siirron tehostamiseksi.

Neste Oy:n tuotanto-, huolto- ja laitoshenkilöt sekä palolaitos pitivät tapahtunutta katon vajoamista noin metrin syvyyteen varaston käytönaikaisena erikoistapahtumana. He eivät katsoneet sen vielä olleen varsinainen onnettomuus tai ainaakaan sellainen tapahtuma, että siitä olisi ilmoitettava viranomaisille pelastusvalmiuden parantamiseksi. Seikka johtuu siitä, että säiliöiden kattoja oli uponnut aiemminkin ja tapahtuma oli selvitetty yhtiön sisäisenä asiana. Tutkintalautakunta on kiinnittänyt huomionsa kelluvan katon pelastussyritysten yhteydessä seuraaviin esilletulleisiin seikkoihin:

- Pelastusyrityksissä mukana olleet henkilöt pitivät selvänä, että vuoto katon päälle tuli vesityskaivosta ja sen palloventtiilistä, eivätkä he näin ollen miettineet vuodon syitä. Vesitysputken yläpäässä oli takaiskuventtiili vastakkaissuuntaisen virtauksen estämiseksi, joten takaiskuventtiilin olisi pitänyt olla rikki. Palomiehet tiesivät "mustasta aukosta", mutta tieto ei siirtynyt johto-organisaation tietoon.

- Isoheksaanin tulvimista katon päälle ei pidetty onnettomuutena, vaikka vapaassa tilassa oli 1600 - 1800 m<sup>3</sup> herkästi syttyvää palavaa nestettä.

- Vaaratilanteesta ilmoitettiin vasta aamulla 23.3. kunnalliselle palo- ja pelastustoimelle, jota ei pyydetty tilanteen johdosta tehostamaan pelastusvalmiuttaan. Kunnallinen palo- ja pelastustoimi ei myöskään itse osannut varautua ennalta mahdolliseen suuronnettomuuteen ja avunantoon, sillä se ei todennäköisesti ymmärtänyt tilanteen vakavuutta. Kaiken lisäksi onnettomuus sattui pääsiäisen aikaan.



- Säiliön ja etenkin katon rakenteesta kenelläkään paikalla olleista ei tuntunut olevan varmaa tietoa. Säiliön lupia ja piirustuksia ei löydetty koko yönä eikä vielä aamupäivälläkään.

- Vesityskaivon venttiiliä yritettiin sulkea kolmeen otteeseen erittäin helposti syttyvässä nesteessä, jossa piti kahlata vyötäröä myöten suhteellisen kaukana hoitotasolta.

### 5.3.2 Palo- ja pelastustoimi palon aikana

Ilmoitus ensimmäisen palon syttymisestä klo 12.27 tuli Porvoon aluehälytyskeskukseen klo 12.31, jolloin annettiin II-asteen palohälytys Porvoon maalaiskunnan yksikölle. Neste Oy:n palolaitoksen kaikki käytössä olleet voimat siirrettiin sammutus- ja vaahtoiskuvalmiuteen, mihin kului aikaa noin 12 minuuttia. Myös vakinainen vapaalla ollut palohenkilöstö hälytettiin töihin.

Neste Oy:n Naantalın jalostamon vaahtoyksiköt hälytettiin ja öljynjalostamon suuronnettomuuksien johtoryhmä kutsuttiin kokoon.

Kun snorkkeliauto 3 oli valmiina noin 12 minuutin kuluttua palon alkamisesta, vaahtoisku aloitettiin noin klo 12.40. Säiliöitä R-1, R-2 ja R-4 alettiin jäähdyttää välittömästi.

Klo 12.40-13.00 saapuivat ensimmäiset Porvoon maalaiskunnan yksiköt sekä autot P1 ja P3 palopaikalle. Tällöin vaahtoisku oli kestänyt jo 15 minuuttia ja vaahdotuksen vaikutus paloon alkoi näkyä. Klo 13.14 palo oli jo pääosin saatu sammutetuksi. Klo 13.29 palon ilmoitettiin sammuneen kokonaan, minkä jälkeen vaahdotusta jatkettiin vielä 15 minuutin ajan. Tässä vaiheessa autojen vaahtonesteet täydennyksistä huolimatta olivat miltei lopussa. Palon sammussa olivat palopaikalle saapuneet jo kaikki maalaiskunnan yksiköt samoin kuin Porvoon nostolava-auto P16.

Vahtonestetäydennykset olivat kesken toisen palon syttyessä, sillä täydennykset tehtiin paloasemalla ja satamassa. Vain autot 3 ja 4 olivat toimintakunnossa. Paikalla olivat autot 1 ja 5, mutta niissä ei ollut vahtonestetä.

Tilanne oli uhkaava, joten Porvoon maalaiskunnan ja Neste Oy:n palopäälliköt päättivät neuvoteltuaan antaa III-asteen suurpalohälytyksen n. klo 14.39 täydennettynä lähialueiden kuten Helsingin, Keravan ja Kotkan yksiköillä.

Porvoon aluepalopäällikkö saapui klo 15.04 aluehälytyskeskukseen ja klo 15.45 hän otti johtovastuun pelastustoiminnasta valtuuttaen Neste Oy:n palopäällikön toimimaan sammutustöiden johtajana palopaikalla. Sammutustyölle määrättiin lohkojako ja lohkopäällikköinä olivat Neste Oy:n palomestarit. Radioverkoista sovittiin, että Neste Oy:n palolaitos käyttää omaa kanavaansa, Porvoon alue kanavaa 3 ja valtakunnallinen pelastus kanavaa 2. Sairaankuljetuksella oli oma kanavansa. Tällä järjestelyllä radioliikenne ei päässyt tukkeutumaan. Pelastustoiminnan organisaatio on esitetty kuvassa 16.

Vahtoyksiköitä tuli mm. Helsingistä, Vantaan lentoasemalta, Naantalın jalostamolta, Kotkasta, Alko Oy:n Rajamäen tehtailta ja Kuusankoskelta. Vaahtoiskuun ei kuitenkaan ryhdytty epäsuotuisten olosuhteiden vuoksi. Valmistauduttiin pitkään paloon ja samanaikaisesti isoheksaania pumpattiin säiliöstä. Oman ongelmansa toivat epäpuhtaat ja osin vanhentuneet vaahtoneste-erät, jotka aiheuttivat toimintahäiriöitä vaahdotuskalustossa.

Sammutustyössä tai reservissä oli mukana 64 palokuntaa neljästä läänistä ja 12:lta yhteistoiminta-alueelta. Miehiä oli paikalla yli 500. Silti Neste Oy:n 92 vakinaista ja puolivakinaista sammutusmiestä hoitivat pääosan varsinaisesta sammutustyöstä.

Neste Oy:llä oli Porvoossa ja Naantalissa yhteensä 230 m<sup>3</sup> vahtonestetä. Lisäksi muualta Suomesta olisi löytynyt

vahtonestettä noin 150 m<sup>3</sup>. Tämä vahtonestemäärä olisi ollut riittävä molempien palojen sammuttamiseen, mutta sopivasta vaahdotuskalustosta oli puutetta. Jos paikalla olisi ollut useampi kuin yksi snorkkelivaahdotusyksikkö, vaahtoiskut olisivat olleet helpommin toteutettavissa. Ensimmäisen palon sammuttamiseen käytettiin 38 m<sup>3</sup> vahtonestettä. Koko paloon käytettiin yhteensä n. 260 m<sup>3</sup> vahtonestettä.

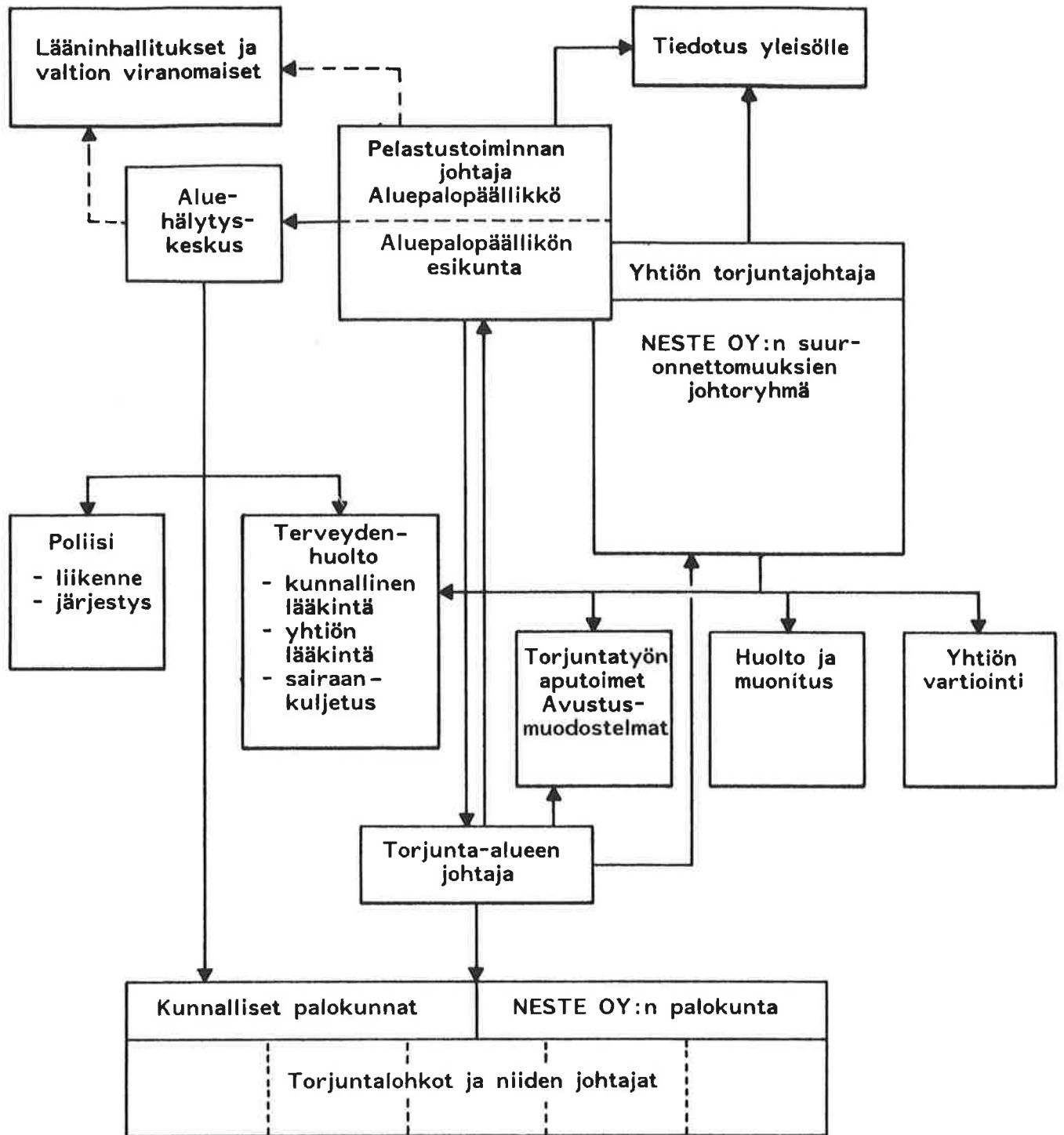
Palo- ja jäähdytysvesiputkistot osoittivat palossa tarpeellisuutensa. Jäähdytystä, vaahdotusta ja sammutusta varten tarvittava vesihuolto olisi ollut vaikea toteuttaa ilman palovesilinjoja. Nytkään palovesilinjojen kapasiteetti ei täysin riittänyt, vaan vesiletkuselvityksiä jouduttiin tekemään muista vesilinjoista. Vettä käytettiin tulipalon ollessa kiivaimmillaan 4 200 m<sup>3</sup>/h.

Koko palon ajan Neste Oy:n paloasemalla oli koolla suuronnettomuuksien johtoryhmä, joka koostui Neste Oy:n omasta johtoryhmästä ja kunnallisesta johtoryhmästä, johon kuului-  
vat Porvoon kaupungin ja Porvoon maalaiskunnan palopäälliköt sekä Uudenmaan läänin apulaispelastustarkastaja. Johtoryhmän työskentely ja yhteistyö sujui koko pelastustyön ajan hyvin.

Tutkintalautakunta kiinnitti palojen sammutuksessa huomionsa seuraaviin asioihin:

- Pääsiäisviikolla oli osa avainhenkilöistä lomalla. Sammutus- ja pelastustoimen avainhenkilöille tuli erittäin pitkä työvuoro.
- Sammutuksen kannalta vaahdonestevarastot sijaitsivat ja vaahtoyksiköiden täytöt tehtiin suhteellisen kaukana palavasta säiliöstä nimittäin paloasemalla ja satamassa.
- Vaikka Neste Oy:lle pyydettiin täydennyksinä synteettistä kalvovaahdonestettä ja korkeintaan fluoro-  
proteiinivaahdonestettä, paikalle tuli muitakin laatuja samoin osaksi vanhentuneita ja kontaminoituneita eriä, jotka hankaloittivat sammutustyötä.

- Sopivaa vaahtonesteen käsittely- ja levityskalustoa oli niukalti.
- Toisen palon syttyessä ei riittävää vaahdotuskapasiteettia ollut turvattu.
- Täydennysvaahtonesteiden sijainnin ja laadun selvittäminen samoin kuin vaahtokaluston ja -autojen paikantaminen vei runsaasti aikaa.
- Kaluston erilaisuuden takia reservejä ei voitu käyttää täystehoisesti sammutus- ja pelastustehtävissä.
- Ulkopuoliset ruuhkauttivat Neste Oy:n jalostamolle tulevan tien.
- Sammutuskaluston ja -miehistön runsaus aiheutti ruuhkautumista.
- Neste Oy ei ollut järjestänyt mahdollista johtokeskustyötä etukäteen vaikka palolaitos, jota yleensä käytetään johtokeskuksena, oli muutostöiden alla.
- Aluepalopäällikön apuna esikunta- ja aluejohtotehtävissä ei ehkä ollut riittävästi ylempää palopäällystää.
- Kunnallisilla ja etenkin vapaaehtoisilla palokunnilla ei ole riittäviä valmiuksia ja koulutusta suurpalojen sammuttamiseen.
- Palovesilinjan kapasiteetti käytettiin kokonaan. Jos palo olisi laajentunut vallitilapaloksi, tilanne olisi vesihuollon kannalta ollut vaikea.



KUVA 16. Pelastustoiminnan organisaatio

- Sammutus- ja jäähdytysvesien keräilyyn suurpalossa yhteydessä ei ollut varauduttu. Vallitiloihin kerääntyi vettä, josta osa vuoti toisiin vallitiloihin. Myöskään vedenpuhdistamon kapasiteetti ei riittänyt, vaan osa sammutus- ja jäähdytysvesistä valui mereen.

Tutkintalautakunta on arvioidessaan onnettomuuden torjuntaa ja sammutustyötä tullut siihen tulokseen, että palo- ja pelastustoimi hoidettiin olosuhteet huomioon ottaen asiallisesti. Tiettyjä parannuksia voidaan kuitenkin tehdä.

### 5.3.3 Torjuntaorganisaatioiden toiminta

Neste Oy on määritellyt suuronnettomuuksien johto-organisaation Porvoon tuotantolaitosten alueella. Johtoryhmän muodostavat

- torjuntajohtaja
- turvallisuuspäällikkö
- palopäällikkö
- asianomainen tuotantopäällikkö
- tehdaspalvelupäällikkö
- järjestelypäällikkö
- asiantuntijaryhmän päällikkö.

Alkutilanteessa (isoheksaania kelluvan katon päällä) johtovastuu oli Neste Oy:n turvallisuusorganisaatiolla. Ensimmäisen palon aikana annettiin ns. II-asteen hälytys, jolloin johtovastuu siirtyi Porvoon maalaiskunnan paloviranomaisille. Suurpalon aikana annettiin III-asteen hälytys, jolloin johtovastuu siirtyi Porvoon yhteistoiminta-alueen aluepalopäällikölle.

Lääkinnällistä pelastustoimintaa johti ensin Neste Oy:n työterveyslääkäri, joka siirsi johtovastuun Helsingin palolaitoksen ambulanssilääkärille. Myöhemmin johtovastuun otti Töölön sairaalan lääkintäryhmän lääkäri. Tutkintalautakunta

on todennut, että Porvoon aluesairaala ei saanut virallista tietä tietoa palosta ja mahdollisesti tarvittavasta avusta ja varautumisesta. Tältä osin Neste Oy:n pelastustoimintaohjeet on tarkistettava. Lääkinnällisen pelastuspalvelun johdosuhteet muuttuivat ilmeisesti ilman, että aluepalopäällikkö sai niistä etukäteen tiedon.

Tämän kokoisessa erikoispalossa on perusteltua pitää yleisjohto kunnallisella paloviranomaisella ja antaa toiminta-alueen johto yrityksen oman paloalan asiantuntijan hoidettavaksi. Sammutustyön kuluessa erääksi ongelmaksi muodostui avustavien palokuntien kokemattomuus tämän tyyppisiin tilanteisiin. Säiliöpalon sammutustoimenpiteet ja -olosuhteet poikkeavat huomattavasti kunnallisten palokuntien normaali-tehtävistä. Neste Oy:n palohenkilöstö ja -kalusto olivat tämän palon sammutuksessa avainasemassa.

Ensimmäisen palon sammutustoimenpiteet tehtiin sammutusteknisesti oikein ts. keskitettiin kalusto tehokkaaseen vaahdotuskuun samalla turvaten viereiset säiliöt.

Turvallisuusjärjestelyistä voidaan todeta, että

- mahdollisen ensiavun antamiseen varauduttiin riittävästi
- sammutus- ja pelastustyön johtamisessa otettiin työturvallisuus huomioon
- vaarallisimmilla alueilla käytettiin pääasiassa Neste Oy:n omaa koulutettua palohenkilöstöä.

Vaahdotuksen keskeyttäminen toisessa palossa n. 15 min. kulluttua vaahdotuksen aloittamisesta oli erittäin vaikea mutta pakollinen ratkaisu, koska tarvittavaa vaahdotusannostusta ei voitu saada aikaan. Uhkana oli, että palo voi levitä valitilaan tai että loppuunpolttaminen säiliöalueen keskellä voisi aiheuttaa muiden säiliöiden syttymisen.

Tämän kokoisissa paloissa on tarvittavan lisähenkilöstön ja -kaluston riittävän nopea paikalle saanti tärkeää. Näihin asioihin voidaan vaikuttaa ennakkosuunnittelulla ja koulu-

tuksella, joissa käydään läpi erilaisia oletettuja onnettomuustilanteita ja erikoiskohteita.

Palokuntien käyttämien vaahtonesteiden kirjavuus ja laatu-erot haittaavat yhteistoimintaa. Vaahtonesteiden tulisi olla nykyistä huomattavasti suuremmissa yksiköissä, koska tynnyreistä ja astioista täyttäminen on hidasta.

Viestintäliikenteen vaikeutena on koettu radiopuhelinjärjestelmä, jossa yhteistoimintatehtäviä varten on liian vähän yhteisiä kanavia. Sairaankuljetuskanavan puuttuminen kunnallisista sairaankuljetusautoista vaikeutti viestiliikenteen järjestelyä.

Järjestyksen ylläpito oli hyvä. Poliisi ja Neste Oy:n palkkaama vartiointiliike huolehtivat järjestyksenpidosta, estivät ulkopuolisten pääsyn onnettomuuspaikalle ja toimivat myös oppaina alueelle tuleville.

#### 5.4 Tiedottaminen

Sisäasiainministeriö on julkaissut selvityksen Tiedottaminen onnettomuus- ja vaaratilanteissa, joka on tarkoitettu tiedotustoiminnan suunnittelun perusteeksi. Neste Oy:llä oli 14.3.1989 vahvistettu tiedottamista koskeva menettelyohje suuronnettomuustilanteiden varalle.

Neste Oy:n menettelyohje rakentuu em. selvityksen pohjalle. Menettelyohjeen mukaan onnettomuustilanteen tiedottamisen järjestämisestä vastaa pelastustoimintaa johtava viranomainen. Onnettomuuden kohteena olleen laitoksen asiana on kuitenkin ohjeen mukaan tiedottaa omasta toiminnastaan ja vastuulleen kuuluvista asioista sekä ulospäin että oman organisaationsa sisällä. Menettelyohjeessa on nimetty esisuunnitellut tiedotuspaikat sen perusteella, missä onnettomuus tapahtuu. Ohje käsittelee myös yleistä viestiliikennettä.

Onnettomuudenaikainen tiedotuskeskus oli Neste Oy:n Teknologiakeskuksen auditoriossa menettelyohjeen mukaisesti. Tiedo-



tusryhmän muodostivat Porvoon tuotantolaitosten tiedotuspäällikkö sekä neljä yhtiön tiedottajaa. Suuronnettomuuden johto-organisaation johtoryhmän ja tiedottajien välillä oli yhteyshenkilönä tuotantolaitosten suojelujohtaja.

Palon aikana oli jatkuvasti paikalla eri viestimien toimittajia ja kuvaajia. Heille järjestettiin kaikkiaan neljä tiedotustilaisuutta, joissa tilannetta selostivat suuronnettomuuden johtoryhmän jäsenet. Televisiouutisissa olivat haastateltavina paloviranomaiset ja tuotantolaitoksen edustajat.

Palon alkuvaiheessa laitoksen suojelujohtaja antoi radiossa rauhoittavan tilannearvion, koska paikallisilla paloviranomaisilla ei silloin ollut siihen mahdollisuutta.

Tiedotuskeskukseen oli järjestetty keskeytymätön puhelinpäivystys puhelintiedotusta varten. Aluehälytyskeskukseen tuli kuntien asukkaiden kyselyjä tulvimalla. Kyselyjä tuli mm. savun ja lentävän vaahdon aiheuttamista haitoista. Terveystieteellisten haittojen selvittäminen annettiin terveystieteellisten tehtäväksi.

Tulipalosta laadittiin kaksi tiedotetta, joista ensimmäinen annettiin heti palon alettua Suomen tietotoimiston kautta suullisesti nauhalle koko maan viestimille sekä paikalliselle aluelehdistölle. Tiedote sisälsi tiedot palon alkuasetelmasta sekä isoheksaanin koostumuksesta. Toinen tiedote annettiin 25.3. aamulla ja se sisälsi yhteenvedon tapahtumista, onnettomuuden mahdollisista ympäristövaikutuksista sekä jatkotoimenpiteistä.

Tiedotus rakentui Neste Oy:n oman tiedotusorganisaation varaan. Uutta menettelytapaohjetta, joka oli päivätty 14.3.1989 ei vielä ollut annettu aluepalopäällikölle tiedoksi onnettomuuden alkuun mennessä. Yhtiö hoiti tiedottamisen aluepalopäällikön mielestä kiitettävästi. Myös tiedotusvälineiden edustajat ovat olleet melko tyytyväisiä onnettomuudenaikaiseen tiedottamiseen. Puutteena voidaan kuitenkin pitää, että aluepalopäällikkö ei voinut osallistua ensimmäiseen tiedotustilaisuuteen. Se järjestettiin yhtiön ennalta

laatiman aikataulun mukaisesti melko pian aluepalopäällikön tultua paikalle ja ryhdyttyä johtamaan sammutus- ja pelastointia. Tieto tilaisuudesta ei saavuttanut häntä.

Tiedotuksen onnistumisen voidaan katsoa olleen paljolti ennalta suunnitellun ja valmiudessa olleen tiedotusorganisaation ansiota.

Onnettomuuden alkuhetkellä pelastus-, sammutus- ja johtoorganisaatioiden avainhenkilöt suunnittelevat ja johtavat toimenpiteitä, jotka riippuvat kulloisestakin tilanteesta. Avainhenkilöt pyrkivät myös saamaan kokonaiskuvan tilanteesta, onnettomuuden syistä jne. Nopeat ja oikeat torjuntatoimenpiteet ovat tärkeitä onnettomuuden pienentämiseksi ja vaaratilanteiden vähentämiseksi. Avainhenkilöstön on keski-tyttävä näiden tehtävien suorittamiseen. Toisaalta lähellä oleville ihmisille on välittömästi tiedotettava tilanteesta totuudenmukaisesti ja niin, että riskikuvan pahentuessa voidaan nopeasti suorittaa tarvittavia toimenpiteitä.

### 5.5 Säiliöpalon ympäristövaikutukset

Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitoksilla paloi n. 15 000 m<sup>3</sup> eli 10 500 tonnia isoheksaania. Isoheksaanissa on kuusi hiiliatomeja sisältäviä hiilivety-yhdisteitä n. 93 %. Isoheksaani sisältää 2,7 % bentseeniä.

Palon sammuttamiseen käytettiin sammutus- ja jäähdytysvettä noin 130 000 m<sup>3</sup> sekä alkuvaiheessa runsaasti vaahtonestettä. Osa sammutusvaahdosta levisi palon mukana ympäristöön ja osa liukeni isoheksaaniin. Sammutusvaahtoa joutui myös jätevesilinjoihin ja sieltä puhdistamolle.

Neste Oy:n isoheksaanisäiliön palo ei aiheuttanut varsinaisia ympäristövahinkoja. Palo aiheutti kuitenkin huomattavat hetkelliset päästöt sekä ilmaan että mereen.

### 5.5.1 Päästöt ilmaan

Palossa joutui ilmaan suuret määrät palamistuotteita, jotka tuulen mukana kulkeutuivat pääosin koilliseen. Palo oli verrattain täydellinen, mutta synnytti kuitenkin huomattavia määriä nokea ja muita palamistuotteita. Ilmaan joutui myös sammutusvaahtoa, jota kulkeutui Porvoon kaupunkiin ja Pernajaan asti.

Käytettävissä olevien tietojen ja VTT:ssä tehtyjen kokeiden perusteella voidaan arvioida palosta aiheutuneet päästöt ilmaan (kts. taulukko 4.)

Taulukko 4. Palon aiheuttaneet päästöt ilmaan  
(PAH = polyaromaattinen hiilivety)

	Määrä savukaavussa (g/kg)	Kokonais- päästö palossa (kiloa)
- Häkä	21	220 000
- NOx	< 1,0	< 10 000
- Hiilivedyt	4	42 000
- PAH (kaasussa)	0,3	3 000
- PAH (hiukkasissa)	0,05	500

### 5.5.2 Öljypäästöt mereen

Ennen palon syttymistä isoheksaania joutui useita kymmeniä kuutiometrejä sadetusviemäriin. Itse palo ei ilmeisestikään aiheuttanut suoranaisia isoheksaanipäästöjä viemäriin tai mereen. Palon sammutustöissä käytetyt huomattavat vesimäärät ylittivät öljyisten jätevesien puskurisäiliön pumppauskapasiteetin, minkä johdosta öljyisiä vesiä jouduttiin ohjaamaan aktiivihiililinjalta biologiselle linjalle. Jätevesien aktiivihiilikäsittely toimi koko palon ajan kontrolloidusti

mutta biologisen puhdistamon toiminta häiriintyi. Sammutus-  
vaaho aiheutti ilmastusaltaissa runsasta vaahdonmuodostus-  
ta. Toimintahäiriö jatkui aina huhtikuun puolelle asti.

Vallitiloista pumpattiin niihin kertynyttä sammutus- ja  
jäähdytysvettä, joka kulkeutui alueen halki virtaavaan pu-  
roon. Puron virtaama nousi 700 m<sup>3</sup>/h:sta kaksinkertaiseksi.  
Puro ja sen suu varustettiin useilla lisäpuomeilla öljyn  
erottamiseksi. Purossa olevilta padoilta ja puomeilta käy-  
ttiin aika-ajoin imemässä öljyä, joka havaintojen mukaan oli  
hyvin ohuena kalvona.

Jäähdytysvesi huuhteli sekä viemäreistä että purosta öljyä  
puhdistamolle ja mereen. Puron ja jätevesien öljypitoisuutta  
tarkkailtiin jatkuvasti. Öljypitoisuudeksi mitattiin mereen  
menneessä vedessä 3-17 mg/l. Mereen joutuneeseen veteen  
liuenneen öljyn kokonaismääräksi on arvioitu 1 125 kg, josta  
jäteveden puhdistamon kautta pääsi 600 kg ja puron kautta  
525 kg.

Neste Oy on palon jälkeen tutkinut meriveden öljypitoisuutta  
sekä Kartanonlahdella puron purkualueella että jätevesivie-  
märin purkupaikassa. Kartanonlahdella mitattiin palon jäl-  
keen neljänä päivänä huomattavasti kohonneita öljypitoisuuksia  
lähellä rantaa (1 - 4 mg/l). Näiden öljypitoisuuksien ei  
kuitenkaan tiedetä olevan akuutisti myrkyllisiä vesieliöil-  
le. Pitkäaikainen altistus näin suurissa öljypitoisuuksissa  
on vaarallinen osalle vesieliöitä. Pitoisuudet laskivat huh-  
tikuun alkuun mennessä alle 0,1 mg/l muissa näytteenottopis-  
teissä paitsi puhdistamon ulkopuolella.

Palon aiheuttama kokonaisöljypäästö mereen oli selvästi yli  
puolet siitä määrästä, jonka yhtiö saa nykyisten lupaehtojen  
mukaan laskea mereen kuukaudessa (2 000 kg/kk; 3 kuukauden  
liukuvana keskiarvona).

Purkupaikkojen ympäristössä tulisi tutkintalautakunnan mie-  
lestä olla jatkuva veden öljypitoisuuden mittaus. Tämän li-  
säksi Neste Oy:n tulee seurata vuositasolla pohjasediment-  
tien öljypitoisuutta.

Onnettomuuden jälkeen tehtyjen tutkimuksien mukaan pohjallietteen öljypitoisuus ei ollut noussut jätevesiviemärin purkupaikan läheisyydessä eikä myöskään Kartanonlahdessa puron-suualueen ulkopuolella.

### 5.5.3 Jätteet

Palaneen säiliön jäänteet ovat merkittävin palossa syntynyt jäte. Säiliön pohjalla oli öljyistä sakkaa ja nestettä. Lisäksi palossa likaantui ja tuhoutui jonkin verran palontorjuntamateriaalia.

Säiliön jäännökset on purettu alkusyksystä 1989 ja palopaikka on raivattu.

Neste Oy on laatinut jätehuoltolain 21 a §:n mukaisen jätehuoltoilmoituksen palon seurauksena syntyneen jätteen käsittelystä. Porvoon maalaiskunnan ympäristönsuojelulautakunta on hyväksynyt esitetyt jätehuoltoratkaisut.

## 6 TUTKINTALAUTAKUNNAN SUOSITUKSET

Onnettomuuden tutkinnan yhteydessä tutkintalautakunta havaitsi asioita, joita muuttamalla voidaan parantaa yleistä turvallisuutta ja vähentää onnettomuusvaaraa. Nämä ehdotukset ja suositukset eivät kohdistu ainoastaan onnettomuuskohteeseen vaan ne on tarkoitettu toteutettavaksi yleisesti. Ehdotukset ja suositukset koskevat myös viranomaisia.

Tutkintalautakunnan yleiset suositukset ovat:

1. Lakisääteiset kemikaaliluvat tulee määrääjain tarkistaa ja tarvittaessa muuttaa

Kemikaaleja koskevien asetusten voimaantulosäännösten mukaan aikaisemmin myönnetyt luvat ovat voimassa toistaiseksi myöntämishetken säädösten mukaisi-

na. Neste Oy:n säiliön R-2 perustamis- ja käyttölu-  
pa oli vuodelta 1963 eikä sitä ollut tarkistettu  
säiliön käytön aikana, vaikka säiliössä varastoidut  
aineet olivat muuttuneet ja säiliön rakennetta oli  
muutettu. Tutkintalautakunnan mielestä vanhoja lu-  
pia tulee tarkistaa ja tarvittaessa muuttaa sään-  
nöllisin väliajoin ja uusissa luvissa tulee olla  
ehto luvan määräaikaisesta tarkistamisesta. Tarkoi-  
tuksena ei ole, että luvanhaltija hakee uuden lu-  
van, vaan että luvanhaltija ja viranomaisen tarkis-  
tavat, vastaavatko lupaehdot sen hetkisiä olosuh-  
teita ja säädöksiä sekä sen perusteella tekevät lu-  
paan tarpeelliset muutokset.

## **2. Valvontaviranomaisten tulee tehdä käyttö-, val- mistus- ja varastopaikoille valvontatarkastuksia**

Nykyisin valvontaviranomaiset tekevät hyvin harvoin  
käyttö-, valmistus- ja varastopaikkojen valvonta-  
tarkastuksia. Tämä johtuu osittain voimavarojen  
puutteesta osittain siitä, että jos valvontatarkas-  
tus tehdään luvanhaltijan sitä pyytämättä virano-  
mainen ei voi laskuttaa tarkastuksesta. Suomeen on  
luotava käytäntö, jossa lupa- ja valvontavirano-  
maisten työstä määrätty osuus kohdistetaan valvon-  
tatarkastuksiin.

## **3. Eri lakien soveltamisalat tulee määritellä niin selvästi, että hakija ja luvan myöntävä viranomai- nen tietää, minkä säädösten pohjalta lupa myönne- tään.**

Onnettomuuden tutkinnan yhteydessä kävi ilmi, että  
Neste Oy:n heksaaniyksikön luvat on käsitelty ai-  
noastaan palavista nesteistä annettujen säännösten  
pohjalta, vaikka isoheksaani- ja -e sisältää 2,7 % syö-  
pävaaralliseksi aineeksi luokiteltavaa bentseeniä.  
Myrkkyyasiain neuvottelukunnan julkaiseman myrkkyyop-  
paan mukaan ainesos katsotaan terveydelle vaaral-  
liseksi eli myrkyksi, jos se sisältää yli 1 % syö-

pävaarallista ainetta. Tämän mukaan isoheksaaniluvat tulisi käsitellä myös myrkkysäädösten pohjalta.

Myös muiden säädösten välinen rajanveto on monesti vaikea, joten viranomaisten tulee antaa niistä täsmennyksiä soveltamisohjeita.

#### **4. Kemikaalisatamatyöryhmän mietinnön yleiset ehdotukset tulee toteuttaa viipymättä.**

Haminassa ja Kotkassa talvella 1987 sattuneiden piperyleeni- ja monoklooribentseenivuotojen johdosta asetettu kemikaalisatamatyöryhmä ja suuronnettomuustutkinnan suunnittelukunta ovat antaneet monta suositusta, jotka parantavat säiliöiden turvallisuutta ja vähentävät onnettomuusvaaraa. Tutkintalautakunta pitää tärkeänä, että mietinnössä ja tutkintaselostuksessa esitetyt toimenpiteet ja suositukset toteutetaan nopeasti. Samalla tulee tehdä tarvittavat muutokset hallinnollisiin ja teknillisiin määräyksiin ja ohjeisiin.

Säiliöitä koskeviin teknisiin standardeihin tulee tehdä parannuksia ja täydennyksiä, jotka koskevat säiliön ja sen kelluvan katon rakennetta sekä valvontatililoja.

#### **5. Omistajan tulee selvittää turvallisuusanalyysillä turvallisuuden kannalta kriittiset kohdat ja vaaratekijät varastoalueella.**

Varastoalueen turvallisuutta parantavat toimenpiteet on ensisijaisesti kohdistettava vaarallisimpiin ja onnettomuusalttiimpiin kohteisiin. Kun vaarat tunnetaan ja mahdolliset puutteet korjataan, voidaan onnettomuus- ja tuotantohäiriöitä vähentää. Omistajan on syytä uusia selvitys määräajoin.

## 6. Varastoalueiden käytönaikaista valvontaa tulee tehostaa.

Tutkintalautakunta suosittelee mm. vuodonilmaisujärjestelmien ja säiliöiden instrumentoinnin parantamista sekä säiliöiden ja koko varastoalueen TV-valvontaa. Venttiilien asento (kiinni - auki) tulee olla kaukaakin nähtävissä. Onnettomuustilanteissa tarvittavat venttiilit, pumput yms. on suunniteltava ja sijoitettava niin, että onnettomuus ei estä niiden käyttöä halutulla tavalla.

Huolto-, kunnossapito-, korjaus- ja tarkastustoimintaa varten pitää olla kirjalliset ohjeet, joita on määräjain tarkistettava ja täydennettävä. On huolehdittava siitä, että käyttöhenkilökunta tuntee ohjeet ja noudattaa niitä. Toiminnan varmistamiseksi on henkilökunnan käyttöön tehtävä tarkistuslistoja (muistilistoja). Havaituista puutteista ja tehdyistä toimenpiteistä on raportoitava kirjallisesti. Omistajalla pitää olla tarkat tiedot rakenteista sekä käsiteltävistä ja varastoitavista kemikaaleista.

## 7. Palo- ja pelastustoimen suunnitelmat tulee tarkistaa onnettomuuden torjunnasta saatujen kokemusten pohjalta yhteistyössä kunnallisten viranomaisien kanssa.

Vaarallisia aineita käsittelevän, valmistavan tai varastoivan yrityksen sekä kunnan palo- ja pelastustoimen suunnitelmat tulee sitoa kiinteästi toisiinsa siten, että kunnallisessa palo- ja pelastustoimen suunnitelmassa otetaan huomioon erityiskohteita käsittelevät suunnitelmat. Samalla torjuntaorganisaatioita tulee edelleen kehittää, ja johdoryhmän työskentelyä harjoitella saumattoman yhteistyön aikaansaamiseksi. Viranomaisten tulee myös



varmistaa, että varautuminen palavan nesteen suuronnettomuuksiin on riittävä kaikilla varastoa-alueilla Suomessa. Suuronnettomuusharjoituksia on järjestettävä säännöllisin välein yhdessä kunnallisen palo- ja pelastustoimen kanssa.

**8. Yritysten ja viranomaisten tulee sopia onnettomuuksista ilmoittamisesta niissäkin tapauksissa, jolloin yritys itse hoitaa torjuntatyön.**

Alkutilanteessa, jolloin noin 1800 m<sup>3</sup> isoheksaani-jaetta oli kelluvan katon päällä, onnettomuutta ei pidetty niin vaarallisena, että kunnallisia yksiköitä olisi kehotettu olemaan valmiustilassa mahdollisen laajemman onnettomuuden varalta. Näin ei myöskään varauduttu torjuntavalmiuden kohottamiseen mm. etukäteen kartoittamalla saatavissa olevia vaahtonestemääriä ja ulkopuolisen erikoiskaluston saatavuutta. Onnettomuuksista annettavien ilmoitusten yhteydessä on syytä sopia, milloin kunnallinen pelastuspalvelu kohottaa valmiuttaan mahdollisen suuronnettomuuden varalta.

**9. Erityisen vaarallisten kohteiden kalusto-, materiaali-, sammutusaine- ja torjuntavalmiudet tulee selvittää ja tarvittaessa parantaa.**

Vaikka Neste Oy:n oma torjuntavalmius on hyvä, onnettomuus osoitti, että torjuntavalmiudessa on puutteita. Sammutuslaitekorttien tulee olla ajanmukaisia ja niissä tulee olla maininnat sellaisista säiliön rakenteeseen liittyvistä seikoista kuten katon rakenteesta sekä miesluukkujen ja venttiilien sijoituksesta ja toiminnasta.

Osoittautui, että Neste Oy:n vaahtonestevarastot olivat sijoitettuna tämän sammutustyön kannalta epäedullisesti. Vaahtonestevarastojen sijoitusta on harkittava uudelleen ja mahdollisesti järjestettävä toisin.

Kunnallisia vapaapalokuntia ja niiden palomiehiä tulee perehdyttää ja kouluttaa suuriin erityiskoh-teisiin ja niissä mahdollisesti tapahtuvien onnet-tomuuksien torjuntaan, jotta onnettomuuden sattues-sa myös vapaapalokunnista olisi enemmän apua ja yh-teistoiminta toimisi joustavasti.

Lääkinnällisessä pelastustoiminnassa todetut vähäi-set puutteet tulee myös poistaa.

10. Palo- ja pelastustointa varten tulee luoda val-takunnallinen rekisteri, josta ilmenee mm. vaahto-nesteiden laatu, määrä ja sijoituspaikat, vaahto-tuskalusto ja kemikaalitorjunnassa tarvittava eri-koiskalusto sijoituspaikkoineen.

Torjuntatyön yhteydessä ilmeni, että missään ei keskitetysti ollut tietoa Suomessa olevasta vaahto-nesteen määrästä ja laadusta sekä sijaintipaikois-ta. Viranomaisten, yritysten ja kuntien velvolli-suutena on varmistaa, että sopivia vaahtonesteitä on riittävästi myös suuronnettomuustapauksia var-ten. Vaahtonesteiden haltijoiden tulee lisäksi huo-lehtia, että vanhentuneet vaahtonesteet poistetaan käytöstä. Vaarallisissa kohteissa tulee olla riit-tävä kalusto ja valmius nopean ja tehokkaan palon-torjunnan käynnistämiseen.

11. Vaarallisisten kohteiden ympäristöpäästöjen tarkkailujärjestelmiä tulee kehittää ja tehostaa suuronnettomuuksien vaikutusten seurannan kannalta.

Ympäristövahinkojen arviointi on hyvin hankalaa, jos etukäteen ei ole luotu valmiuksia päästöjen seurannan järjestämiseksi. On sovittava kenelle seurannan järjestäminen kuuluu. Samoin tulee antaa ohjeet päävastuullisesta testausorganisaatiosta,

tihennetystä näytteenotosta, käytetyistä analyysimenetelmistä ja mittaustulosten hyväksikäytöstä onnettomuuden sattuessa.

---

Saatuaan tehtävänsä valmiiksi tutkintalautakunta jättää kunnioittaen tutkintaselostuksen valtioneuvostolle.

Helsingissä 30 päivänä toukokuuta 1990

Jarl Forstén

Lauri Kajander

Eero Koljonen

Pentti Loikkanen

Jukka Metso

Olli Pahkala

Tarja Oksanen

## Asiakirjaluettelo

1. Keskusrikospoliisin esitutkintapöytäkirjat  
12.3.1990 no 7002/5/1056/89, 171 s.
2. Porvoon kaupungin ja maalaiskunnan sekä Helsingin kaupungin paloviranomaisten toimintaselostukset palo- ja pelastustoimesta
3. Uudenmaan lääninhallituksen apulaispelastustarkastajan muistio ja toimintapäiväkirja 17.4.1989
4. Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitoksen palopäällikkö XXXXXXXXXX raportti 4.5.1989
5. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen geotekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o GEO996 Nesteen Sköldvikin jalostamon säiliön R 2 maavallin kerrosrakenteen selvittämisestä 16.5.1989
6. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen metallilaboratorion tutkimusselostukset n:t MET94762 ja MET94779 palaneen säiliön sadevesiputkien eheys- ja jäykkyys selvityksestä 28.8. ja 26.9.1989
7. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen metallurgian laboratorion tutkimusselostus n:o MRG9436 vaippalevyjen metallografisesta tutkimuksesta ja kovuusmittauksista säiliön vaipan eri kohtien palonaikaisen lämpötilan ja lujuuden arvioimiseksi 22.8.1989
8. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen palotekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o TS-PAL90274c  
16.11.1989 tehtävistä:
  - 1) tulipaloon osallistuneen nesteen leimahduslämpötila
  - 2) tulipaloon osallistuneen nesteen alemman räjähdysrajan määrittäminen

- 3) Neste Oy:n palopaikalla käyttämien mittareiden toimivuuden tarkistus
- 4) vaahtotykin aiheuttama staattinen sähkö
- 5) isoheksaanin palokaasujen analysointi 1 MW:n palosta
- 6) tulipaloon osallistuneen nesteen itsesyttymislämpötilan määrittäminen
- 7) säiliössä käytettyjen pumppujen avaus ja mahdollisten mekaanisten hankauskohtien etsiminen

Tutkimusselosteen liitteenä seuraavat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusselosteet:

Kemian laboratorio, n:o KEM9 23116, 22.8.1989,

Palotekniikan laboratorio, n:o PAL 90274,  
12.9.1989,

Sähkö- ja automaatiotekniikan laboratorio,  
n:o SÄH9732, 15.8.1989,

Palotekniikan laboratorio, n:o PAL 90275,  
16.10.1989,

Palotekniikan laboratorio, n:o TS-PAL90274b,  
16.11.1989

Konepajan tuotantotekniikan laboratorio, n:o  
KOT94092, 13.10.1989

9. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen palotekniikan laboratorion tutkimusselostus n:o PAL90275a isoheksaanin palokaasujen analysointi 1 MW:n palosta  
14.2.1990
10. Ilmatieteen laitoksen selvitys Sköldvikin säiliöpalon aikaisista säätiedoista 17.4.1989
11. Palopäällikkö [REDACTED] arvio säiliöpalon sammutus- ja pelastustoimista sekä niihin liittyvistä turvallisuusjärjestelyistä 1.9.1989
12. Apulaisprofessori [REDACTED] arvio maanpäällisen palavan nesteen säiliön uivan katon painumasta katon keskialueella 13.10.1989

13. Teknillisen tarkastuskeskuksen asettaman, Neste Oy:n kelluvakattoisen säiliön R2 tulipaloa tutkineen työryhmän selvitys 31.8.1989
14. Muistio ympäristötutkimuksista Neste Oy:n suurpalon yhteydessä, [REDACTED], Neste Oy, 31.3.1989
15. Mittauspöytäkirjat maadoitusvastuksista 15. - 16.4.1989 ja valokuvia maadoituksesta
16. Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten suuronnettomuuksien johto-organisaatiot, aluetiedote 3.5.1988
17. Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten suuronnettomuuksien johto-organisaation menettelyohje 14.3.1989 Porvoon tuotantolaitosten tiedotuspai-koista suuronnettomuustilanteissa
18. Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitoksen palo- ja pe-lastustoimeen sekä turvallisuusjärjestelyihin liit-tyviä asiakirjoja ja kaavioita.
19. Neste Oy:n Porvoon paikallispalvelujen osastopääl-likkö [REDACTED] selostus tiedotustoiminnasta R-2 säiliöpalon aikana
20. Säiliöiden määräaikaishuoltoa, tarkastuksia ja kun-non seurantaa koskevia Neste Oy:n muistioita ja oh-jeita, 28 s.
21. Neste Oy, Varaston perustamislupa, AD 1856/412 KTM, 1963 + 6 liitepiirustusta, 16.11.1963
22. Neste Oy, säiliön tarkastuspöytäkirja, liitteineen 27.12.1963
23. Neste Oy, Säiliön käyttö lupa, ad Ad 1856/412 KTM 1963, 31.12.1963

24. Neste Oy, Heksaaniyksikön perustamislupa, 3485/320/81, TTK 1982, 5.8.1982
25. Chevron Shipping Company: Oxygen Liberation Aboard Inerted Product Tankers, Report, March 1984, 7 s.
26. Neste Oy, Neste Oy:n omat säähavainnot 23.-24.3.1989, 26 s.
27. Neste Oy, Säiliöalueen tapahtumajärjestelmä 31.3.-30.3.1989, Tietokonetulostus
28. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Kemikaalisatamatyöryhmän mietintö, Helsinki 1988, 102 s.
29. Porvoon yhteistoiminta-alue, Suunnitelma sammutus- ja pelastustoiminnan järjestämisestä, 1989
30. Neste Oy, Isoheksaanisäiliön palon vaikutusten tarkkailu merialueella, Pohjasedimenttitutkimus, Ympäristö ja turvallisuus 28.11.1989, 17 s.
31. Leena Villa, Sedimentin öljypitoisuus Porvoon edustan merialueella 1987, Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri, Helsinki 1989, 11 s.
32. Neste Oy:n jätehuoltoilmoitus liitteineen 8.6.1989
33. Porvoon maalaiskunnan ympäristölautakunnan pöytäkirjanotteita kokouksista 19.4 ja 9.8.1989.



## SUURONNETTOMUUKSIEN TUTKINTASELOSTUKSIA

- 1/1986 Tutkintaselostus ro-ro-alus M/S KARELIAlle Gotska Sandön läheisyydessä 23.3.1986 tapahtuneesta merionnettomuudesta. (Saatavana myös ruotsinkielisenä.)
- 2/1986 Tutkintaselostus Lapualla 6.12.1986 ja Turengissa 12.12.1986 tapahtuneista junaonnettomuuksista. (Tiivistelmä ruotsiksi.)
- 1/1987 Yhteenveto Kotkassa 15.1.1987 ja Haminassa 28.1.1987 havaittujen kemikaalivuotojen tutkimuksista.
- 1/1988 Tutkintaselostus Lempäälän kanavassa 3.7.1988 tapahtuneesta veneonnettomuudesta.
- 1/1989 Tutkintaselostus Helsinki-Vantaan lentoaseman alueella 23.2.1989 lentokoneelle Fairchild Swearingen Merlin III SA226T, N26RT tapahtuneesta lento-onnettomuudesta. (Saatavana myös englanninkielisenä.)
- 2/1989 Tutkintaselostus Neste Oy:n Porvoon tuotantolaitosten varastosäiliön R-2 tulipalosta 23.-24.3.1989. (Tiivistelmä saatavana englanninkielisenä).