

V a l t i o n e u v o s t o l l e

Valtioneuvosto asetti 13.4.1976 tutkijalautakunnan selvittämään mistä syystä samana päivänä Lapualla tapahtunut patruunatehtaan lataamo II:n räjähdysnettomuus alkoi ja miksi seuraukset olivat niin tuhoisat.

- 1) oikeudellisia seikkoja
- 2) työsuojelullisia tekijöitä
- 3) prosessitekniikkaa ja
- 4) onnettomuuden syytä

Työryhmät ovat laatineet tutkimuksistaan kirjalliset selvitykset.

Lautakunta on pitänyt 104 ja työryhmät 131 kokousta.

Tutkimustyössä lautakunnalla on ollut käytettävissä keskusrikospoliisin Vaasan lääninosaston poliisitutkintapöytäkirja R 22/76 liitteineen.

Oikeuslääketieteellisessä tutkimuksessa on kuultu professori [REDACTED] Helsingin Yliopiston oikeuslääketieteen laitoksesta sekä professori [REDACTED]

Tuhoutuneesta lataamorakennuksesta ja sen jäänteistä on suoritettu erillinen tutkimus. Lataamon ruutiullakon olosuhteissa tapahtuvaa ruudin palamista ja räjähtämistä sekä ruutiullakon lujuutta tutki laskennallisesti ja kokeellisesti ryhmä, jonka puolustusministeriö asetti lautakunnan pyynnöstä.

Paikkatutkimuksen yhteydessä Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy otti maanäytteitä tuhoutuneen ruutiullakon sijaintipaikan kohdalta. Tällä kohdalla olleet painumat mitattiin ja kartoitettiin Topografikunnan ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen maankäytön laboratorion toimesta.

Koneet ja laitteet tunnistettiin ja valokuvattiin paikkatutkimuksen yhteydessä. Kahdeksan kuorma-autokuormaa tutkimusten kannalta tärkeää materiaalia kuljetettiin Puolustusvoimien tutkimuskeskukseen Lakialaan tarkempaa tutkimista varten.

5,

Onnettomuuden tutkimiseen keskusrikospoliisi on käyttänyt 230 miestyöpäivää. Lisäksi kahdeksan poliisimiestä Lapuan ja Seinäjoen nimismiespiireistä ja Vaasan poliisilaitolsesta osallistui ensimmäisten päivien työskentelyyn. Puolustusvoimien tutkimuskeskuksessa j. muualla on onnettomuuden tutkimiseen käytetty yli 4000 tutkijatyöpäivää, minkä lisäksi puolustusvoimat ovat antaneet muuta virka- ja työvoima-apua noin 1100 miestyöpäivää. Nämä työt ovat olleet suureksi avuksi tutkijalautakunnalle.

Tutkijalautakunnan työ on poikennut tavanomaisesta koostetystä mm. siinä suhteessa, että se varsinkin tutkimusten alkuvaiheessa oli lähes ympärivuorokautista ja siinä, että jäsenten asiantuntemuksen hyväksikäyttö on edellyttänyt jäseniltä sihteerityöhön verrattavaa työtavallista enemmän.

Tutkijalautakunta on antanut kaksi välitiedotetta. Ensimmäisen 18.6.1976 ja toisen 14.1.1977. Lautakunnan puheenjohtaja ja pääsihteeri ovat esittäneet valtioneuvostolle ja eduskunnan puolustusasiain valiokunnalle selostuksen onnettomuudesta ja sen tutkimisesta. Räjähdysainealan turvallisuuden kannalta tärkeitä tietoja välittömästi aiheen ilmaannuttua annettu teknillisellä tarkastuslaitokselle, puolustusministeriön räjähdysainetarkastajalle ja alalla toimiville yrityksille. Lautakunnan puheenjohtaja ja eräät jäsenet ovat eri alojen koulutustilaisuuksissa esittäneet havaintoja ja opetus onnettomuudesta. Lautakunta esitteli tutkimusmenetelmiään Ruotsin räjähdysainetarkastajalle

[redacted] ja hänen seurueelleen sekä [redacted] Norjasta ja [redacted] Sveitsistä, jotka omasta aloitteestaan olivat tutkijalautakunnan vieraina 20.-21.5.1976.

Suorittamansa tutkimuksen perusteella tutkijalautakunta toteaa, että räjähdysksen todennäköinen lähtökohta oli pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (robotti) ruudittajan annostelusylinterin tiivisterengasura. Syttymisen syytä ei ole tutkimuksissa voitu varmuudella osoittaa.

Räjähdysksen ja sitä seuranneen tulipalon seurauksena 40 henkilöä kuoli ja yli(60) henkilöä loukkaantui (VI luku).

Onnettomuuden laajuuteen on vaikuttanut suuri ruutimäärä ja sen sijoittelu lataamo II:n ruutiullakolla, lataamon rakenteelliset seikat ja lyhyet etäisyydet muista rakennuksista sekä tehdasalueen sijainti. Onnettomuudessa kuolleiden ja loukkaantuneiden määrää lisäsi vielä se, että lataamossa tehtiin varsinaisen lataustoiminnan lisäksi paljon työvoimaa vaatineita muita töitä.

Onnettomuuteen mahdollisesti vaikuttaneita inhimillisiä ja muita tekijöitä sekä toimenpide-ehdotuksia ja suosituksia vastaavien onnettomuuksien estämiseksi on käsitelty tutkimusselostuksen X ja XI luvuissa. Suorittamansa tutkimuksen ja siinä ilmi tulleiden seikkojen perusteella tutkijalautakunta esittää mm., että

1. Räjähdysainelainsäädäntöä kehitetään siten, että se tulee koskemaan myös Lapuan patruunatehdasta ja valtion muita räjähdysaineita käsitteleviä teollisuuslaitoksia.
2. Räjähdysaineita koskevia säännöksiä täydennetään siten, että a) ruudeille laaditaan yksityiskohdaiset laatu-, käsittely-, pakkaus- ja maahantuonti vaatimukset b) räjähdysvaarallisessa tuotannossa käytettävillä koneilla ja laitteilla sekä työmenetelmille ja niihin tehtäville olennaisille

muutoksille on saatava ennakkohyväksyminen sekä c) tehdasrakennuksille laaditaan räjähdysainemäärien, rakenteiden ja tuotannon edellyttämät tarkat turvaetäisyysvaatimukset. Näiden vaatimusten toteuttaminen edellyttää, että kehitetään räjähdysainealaan liittyvää tutkimus- ja kokeilutoimintaa ja luodaan paremmat edellytykset ulkomailta hankittavien käytännön kokemusten ja tutkimustulosten hyväksikäytölle.

3. Räjähdysainevalvontaa tulee tehostaa viranomaisten toimintaedellytyksiä ja eri viranomaisten välistä yhteistyötä kehittämällä. Viranomaisten tulee seurata ja ottaa toiminnassaan huomioon alan kansainvälinen ja kotimainen kehitys. Näistä syistä toimilupia ja hyväksymispäätöksiä tulee määräjain tarkistaa.
4. Räjähdysvaarallisessa toiminnassa kiinnitetään entistä enemmän huomiota henkilökunnan koulutukseen ja pätevyyden toteamiseen siten, että räjähdysaineasetuksen edellyttämällä vastaavalla johtajalla on räjähdysaineiden turvallisuusteknisten ominaisuuksien riittävä tuntemus ja työntekijöillä on sellainen käytännöllinen räjähdysaineteknillinen tietous ja kokemus, että heillä on mahdollisuus ottaa turvallisuutta vaarantavat tekijät huomioon.
5. Tehtailla tulee olla selvät ja yksityiskohtaiset kirjalliset turvallisuusohjeet koneista, laitteista ja niiden käytöstä, huollosta, korjauksista ja työmenetelmistä sekä muista turvallisuuteen vaikuttavista seikoista. Lisäksi tulee huolehtia siitä, että ohjeet ovat kaikkien asianomaisten tiedossa ja että niiden noudattamista valvotaan.

6. Ryhdytään toimenpiteisiin alan kansainvälisen kehityksen järjestelmälliseksi seuraamiseksi ja huolehditaan siitä, että nämä kehitystiedot tulevat kaikkien alan viranomaisten ja laitosten vastuunalaisen johdon samoin kuin työntekijöiden tietoon. Saadut tulokset käytetään hyväksi räjähdysaineita käsittelevien teollisuuslaitosten toiminnan turvallisuutta koskevan sääntelyn kehittämisessä.
7. Työsuojeluorganisaatiota kehitetään alan erityisluonne huomioon ottaen. Työsuojeluelimille järjestetään riittävät osallistumis- ja vaikutusmahdollisuudet turvallisuusteknisessä suunnittelussa sekä valvonnassa.
8. Onnettomuuksien tutkinta sekä tutkijalautakuntien asema ja toiminta täsmennetään laki- ja sopimusperusteisesti.

Tutkijalautakunta tähdentää sitä, että räjähdysvaarallisessa tuotannossa on virhetoimintojen seurausten ehkäisemiseksi pyrittävä soveltamaan nk. vaaratonta tekniikkaa, ts. tekniikkaa, jonka turvallisuus ei riipu työntekijän toiminnasta.

Suoritettuaan tehtävänsä toimikunta kunnioittaen luovuttaa tutkimusselostuksensa ja siihen liittyvän aineiston Valtioneuvostolle.

Helsingissä 30 päivänä maaliskuuta 1978.

Olli Ollila

Immanuel Huhtanen

Matti Kopperi

Kaarlo Nummela

Björn Nybergh

Erkki Reinikka

Juhani Saloranta

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

VALTIONEUVOSTOLLE

JOHDANTO	1
I OLOSUHTEET ENNEN ONNETTOMUUTTA	3
Lapuan patruunatehtaan toiminta	3
Lataamo II:ssa työssä ollut henkilöstö	4
Lataamo II:n sijainti ja rakenne	4
Ruutiullakko	6
Lataamo II:n yleinen työnkulku	8
Ruudin käsittely ruutiullakolla ja sinne viettäessä	9
Ruudin syöttöjärjestelmä	11
Ruutiputken varoventtiili eli liekkilukko	13
Latauspöytien ja latauskoneiden sijainti	14
Lataamo II:n latauspöydät ja käytetyt ruudit	15
II PULTTIPISTOOLIN PATRUUNOIDEN LATAUSKONE ELI ROBOTTI	17
Yleistä	17
Robotin kehitysvaiheet	17
Robotin rakenne ja toimintaperiaate	23
Robotin ruudittajan rakenne ja toiminta	28
Pulttipistoolin patruunan ruudin valinta	30
Robotin toiminta ja häiriöt lataamo II:ssa	36
III ONNETTOMUUTTA EDELTÄNEITÄ TAPAHTUMIA	40
Tapahtumia vuoden 1976 tammi-maaliskuussa	40
Tapahtumia huhtikuun 1..12 päivinä	42
Tapahtumia lataamo II:ssa onnettomuusaamuna klo 07.00-07.42	44
Tilanne ruutiullakolla onnettomuusaamuna	46
Lataamo II:n tavoitteellinen päivätuotanto 13.4.1976	49
IV HAVAINNOT RÄJÄHDYKSESTÄ	51
Lataamorakennuksessa olleiden kertomia havaintoja	51
Havainnot lataamon ulkopuolelta	51

	Sivu
V PELASTUS JA MUU TOIMINTA ONNETTOMUUDEN JÄLKEEN	53
Hälyttämiset	53
Pelastustoimet, ensiapu ja sairaankuljetus	53
Arvioita pelastustoiminnasta	55
Sammutustyöt	55
Sammutus- ja pelastustyön johto	56
Yhteenvedo	56
VI RÄJÄHDYKSEN ALKUKOHTA, LEVIÄMINEN JA SEURAUKSET	57
Räjähdyksen alkukohta	57
Räjähdyksen leviäminen	65
Räjähdyksen seuraukset lataamorakennuksessa	66
VII ONNETTOMUUDEN VÄLITTÖMIEN SYIDEN TUTKIMINEN	68
Yleistä	68
Paikkatutkinta	72
Kuulustelut	72
Oikeuslääketieteellinen tutkinta	73
Alustavia mallikokeita ja laskelmia	74
Lautakunnan suorittamien fysikaalisten, kemiallisten ja metallurgisten tutkimusten tarkoitus	75
Latauskoneiden tutkimus	76
Uusi Manurhin	77
Vanha Manurhin	78
Yleistä käsilatauspöydistä	79
Revolverin patruunoiden käsilatauspöytä	80
Kiväärin patruunoiden käsilatauspöytä	81
Pohjanallien käsilatauspöytä	81
Pistoolin patruunoiden käsilatauspöytä	82
Pulttipistoolin patruunoiden latauskone eli robotti	83
Jäljitelmillä suoritettavat kokeet	94
Ruutiputken liekkilukko	94
Ruutien räjähdysalttiudesta	95
Ruutien palonopeus	98
Ruutiputkesta lentävien sirpaleiden lentonopeus	101
Ruudin syttyminen messinkiputkessa	102
Räjähdyksen välittyminen betoniseinän läpi	103
Robotin ruutiputken ja ruudittajan jäljitelmillä tehdyt räjähdyskokeet	106

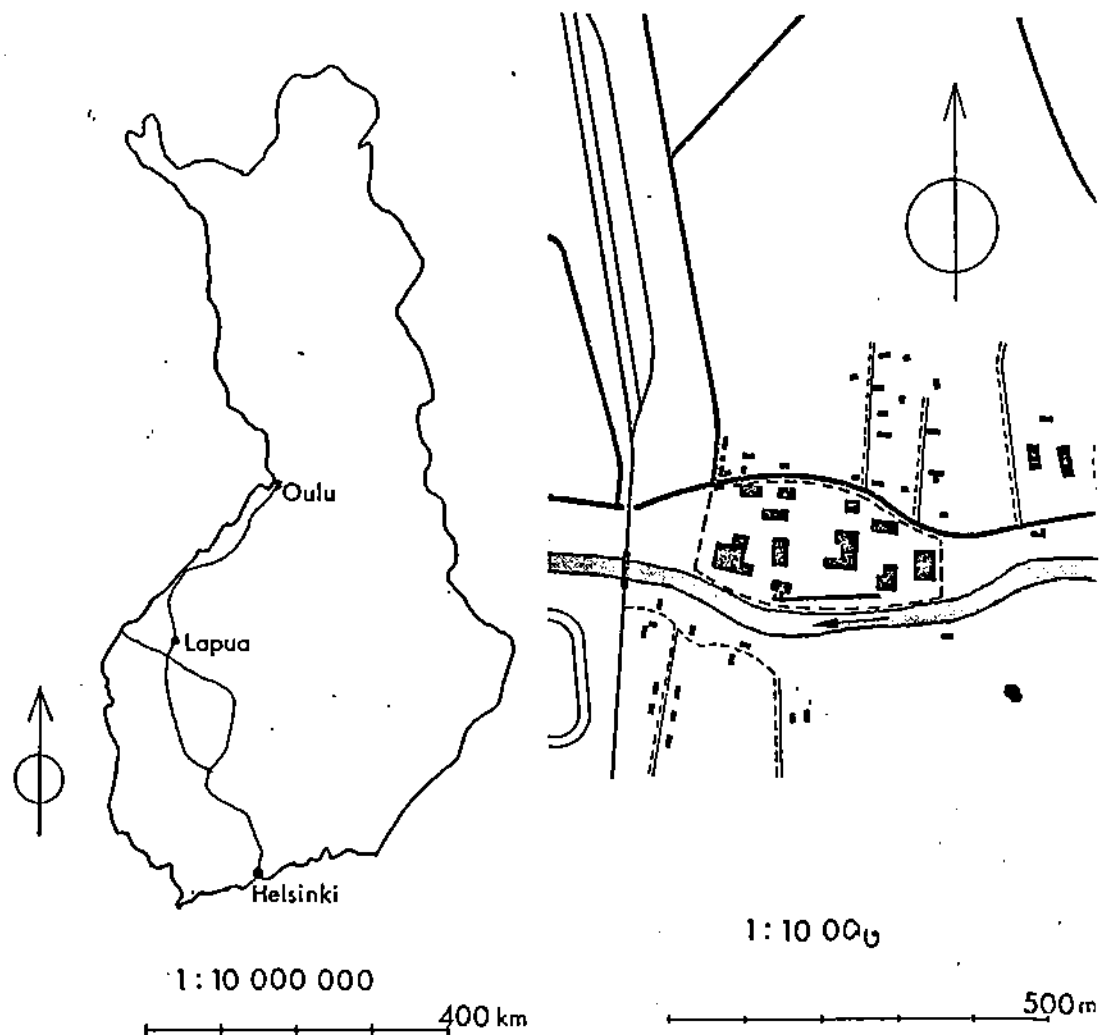
	Sivu
Ruutien ominaisuudet	112
Sytytysnallimassa 70 tutkimus	115
Ruudin syöttöjärjestelmän osien tunnistaminen	116
Pinta-analyysit	116
Metallianalyysit	117
Mikroskooppianalyysit	117
VIII LAPUAN PATRUUNATEHTAAN HALLINNOLLINEN ASEMA	119
Tehtaan asema	119
Johtokunta	120
Toimitusjohtaja	121
Teknillinen johtaja	122
Työsuojeluorganisaatio	123
IX YLEISTÄ TURVALLISUUTTA JA TYÖTURVALLISUUTTA KOSKEVAT SÄÄDÖKSET, SOVELTAMINEN JA VALVONTA	124
Yleistä	124
Säännösten soveltaminen	125
Ruutien maahantuonti	127
Toimiluvat	129
Lataamo II:lle myönnetty rakennuslupa	130
Räjähdysvaarallisten tilojen hyväksyminen	131
Puolustusministeriön päätös räjähdysvaarallisten tilojen hyväksymisestä	133
Vastaava johtaja	136
Manufacture de Machines du Haut-Rhinin kirje	137
Räjähdysainetarkastaja	138
Työturvallisuus	140
Työsuojeluviranomaisten tarkastukset	142
Puolustusministeriön työturvallisuustarkastaja	142
Paloturvallisuus	143
Sähköturvallisuus	143
Tehtaan omat tarkastukset	143
Kehitystoiminta Lapuan patruunatehtaalla	144
Vertailua eräiden ulkomaisten lataamoiden turvallisuusjärjestelyihin	147

	Sivu
X YHDISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET	151
Räjähdyksen alkukohta ja räjähdysen teknisiä syitä	151
Räjähdyksen välittymiseen ja laajuuteen vaikuttaneita tekijöitä	153
Inhimilliset tekijät ja muita seikkoja, joilla on saattanut olla merkitystä onnettomuuteen	154
XI TUTKIJALAUTAKUNNAN EHDOTUKSET JA SUOSITUKSET	157
VIIITTEET	
TUTKIMUSRAPORTIT	
SÄÄDÖSLUETTELO	

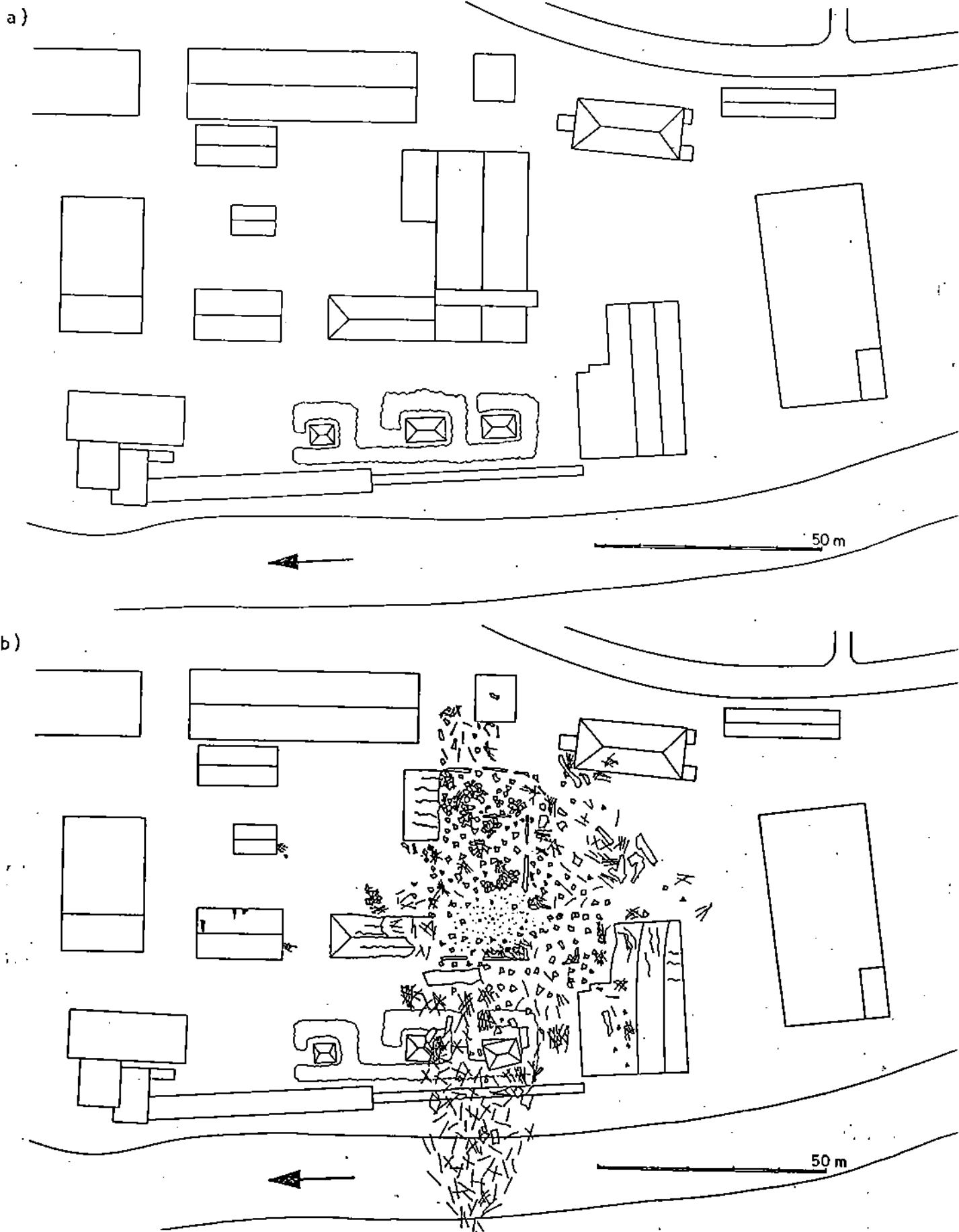
JOHDANTO

Lapuan kauppalassa (kuva 1) tapahtui 13 päivänä huhtikuuta 1976 kello 07.42 räjähdysonnettomuus puolustusministeriön hallintaan kuuluvassa Lapuan patruunatehtaassa. Onnettomuudessa kuoli 40 henkilöä ja 69 joutui saamiensa vammojen vuoksi käymään sairaalahoitossa.

Aineellisia vahinkoja syntyi tehdasalueella (kuva 2) ja yli kilometrin etäisyydellä räjähdyskohdasta. Aineelliset vahingot on selvitetty Puolustusministeriön asettaman Lapuan vahinkojen arvioimislautakunnan toimesta (LOT 46).



Kuva 1 Lapuan (1:1000 0000) ja Lapuan patruunatehtaan (1:10 000) sijainti. Lapuan kauppalamuuttui kaupungiksi vuoden 1977 alussa.



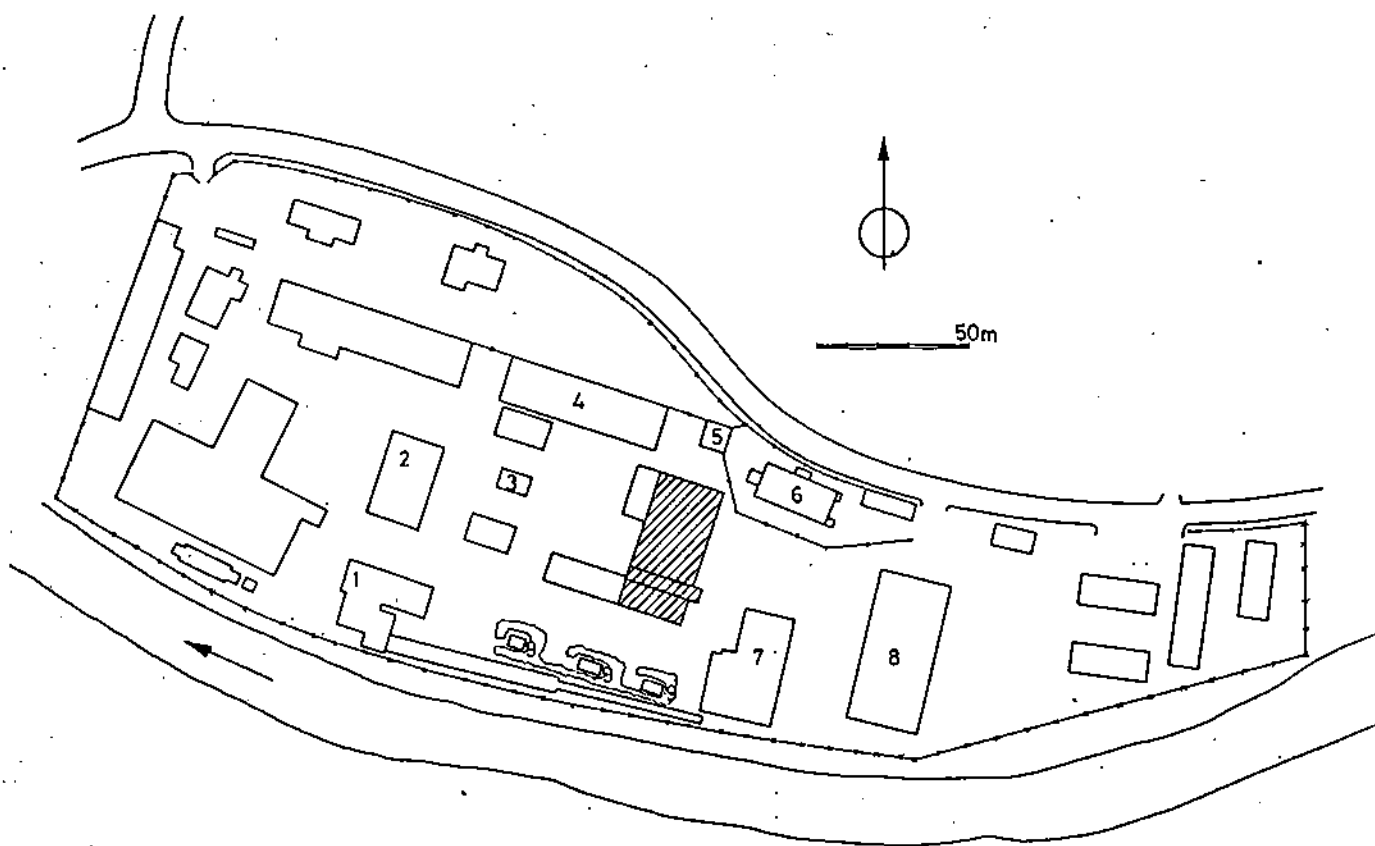
Kuva 2

a) Tehdasalueen kaaviopiirros ennen räjähdystä.
 b) Ilmavalkuvasta tehty piirros alueesta räjähdysen jälkeen. Lataamo II tuhoutui täysin ja lähirakennukset kärsivät huomattavia vaurioita. Vallitetut ruutivarastot vaurioituivat huomattavasti, mutta räjähdystä niissä ei tapahtunut. Sirpaleita ja muita heitteitä löytyi lähes puolen kilometrin etäisyydeltä. Ikkunoiden särkymiä tapahtui yli kilometrin etäisyydeltä.

I OLOSUHTEET ENNEN ONNETTOMUUTTA

Lapuan patruunatehtaan toiminta

Tehtaan tuotannon pääosa on metalliteollisuuden alaan kuuluvaa, kuten ketjuelementtien valmistusta, ketjujen kokoonpanoa, jarruhihnaniittien valmistusta, koneistusta, lämpökäsittelyä, lyijylanka- ja muovitöitä sekä hylsyjen ja luotien valmistusta. Räjähdysvaarallista tuotantoa oli lataamo I:ssä ja lataamo II:ssa sekä valomassaosastossa. Varastointi-, kuljetus-, pakkaus-, tarkastus- ja koeammuntatoiminta sisälsivät myös räjähdysvaaralliseksi katsottavia toimintoja (kuva 3).



Kuva 3

Lapuan patruunatehtaan asemapiirros.

Tuhoutunut lataamo II merkitty vinoviivoituksella. 1) koeammuntarata, 2) pienoiskiväärilataamo eteläpäässä, 3) valomassaosasto, 4) ketjuvarasto, 5) tilikonttori, 6) Torstila, henkilökunnan asuntola, 7) puusepänverstas ja laatikkovarasto, 8) uusi pienoiskiväärilataamo, 9) vallitettut ruutiavarastot.

Tehtaalla on lisäksi työnjärjestely-, tarkastus-, sähkö-, kuljetus-, varastointi-, kiinteistö- ja kunnossapitoyksiköt sekä hallinto-, myynti- ja ostoyksiköt.

Lapuan patruunatehtaan palveluksessa Lapualla olleesta noin 500 henkilöstä neljännes toimi räjähdysvaarallisissa töissä.

Lataamo II:ssa työssä ollut henkilöstö

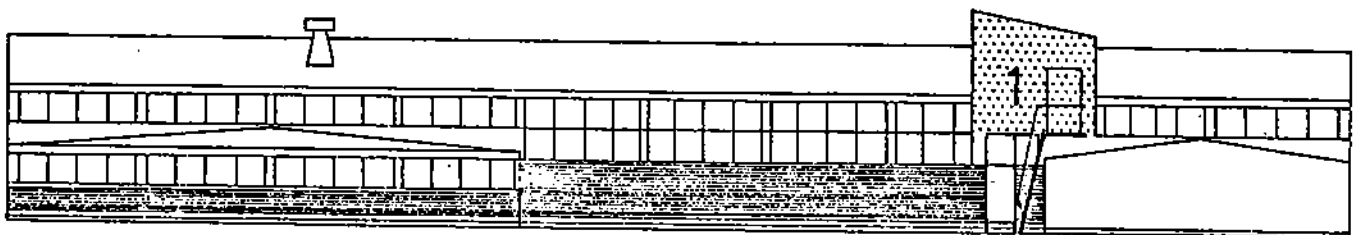
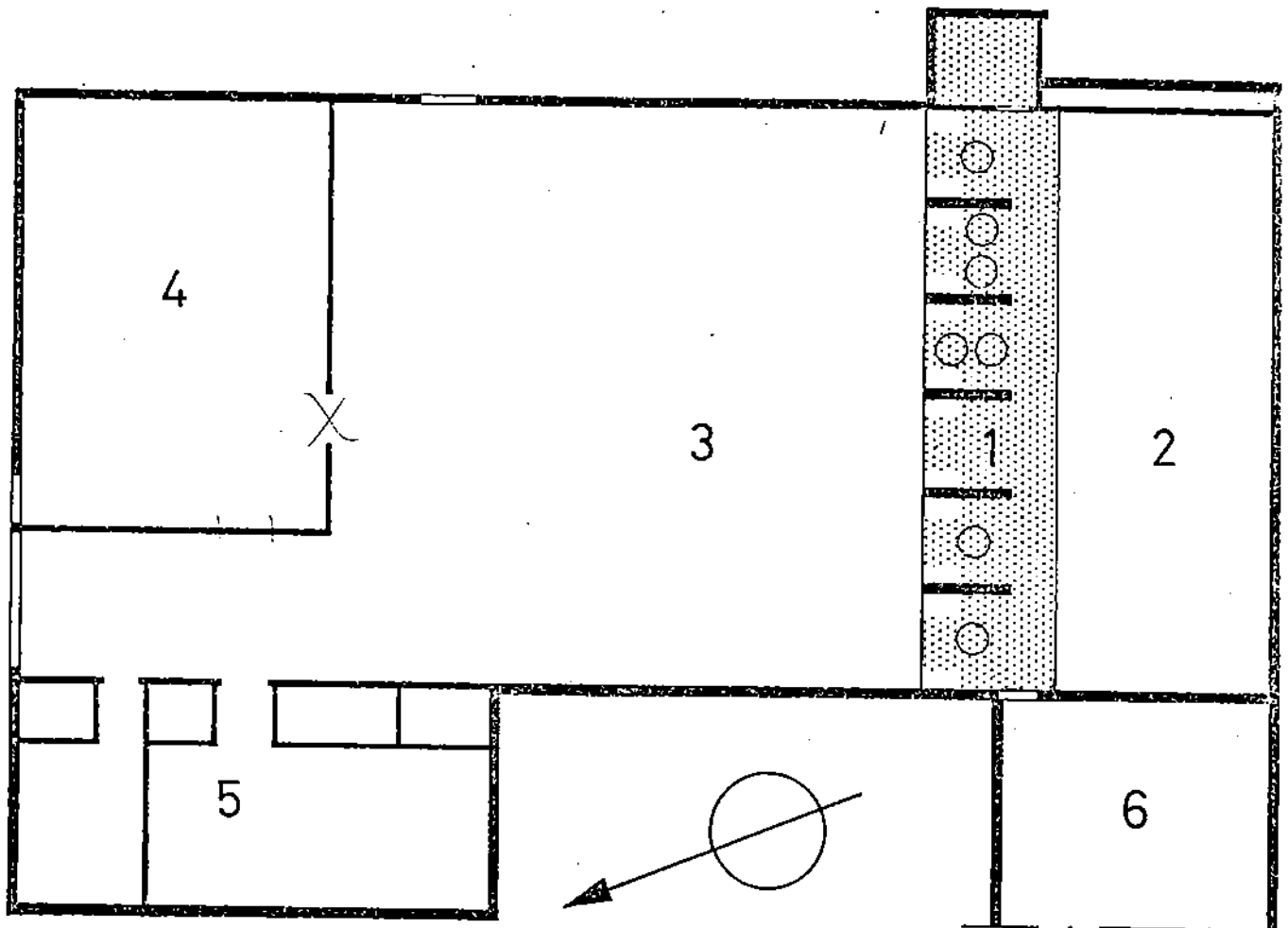
Onnettomuushetkellä työskenteli lataamo II:ssa 69 henkilöä, joista 58 oli naisia. Lataamo II:n henkilöstön keski-ikä oli 38,5 vuotta. Nuorin oli 18 ja vanhin 59 vuotta. Henkilöstö oli keskimäärin ollut palveluksessa 11,7 vuotta. Lyhimmän ajan palveluksessa ollut oli ollut vajaan vuoden patruunatehtaalla ja pisimmän ajan oli ollut Lapuan patruunatehtaalla lähes 37 vuotta. Yhdeksällä henkilöllä oli kansakoulun lisäksi muuta koulutusta ammattikoulussa, kansanopistossa, kotitalouskoulussa tms. (LOT 103 ja 104).

Kuolleiden ja eloonjääneiden välillä ei ollut merkittäviä eroja sukupuoli-, ikä- ja palvelusaikajakautumisessa. Työ oli yksivuorotyötä ja palkkaus suorituspalkkaus.

Lataamo II:n sijainti ja rakenne

Räjähdys tapahtui lataamo II:ssa, joka oli patruunatehtaan alueen keskiosassa. Sen lähiympäristössä oli tuotanto-, varasto- ja asuinrakennuksia (kuva 3).

Lataamorakennus (kuva 4) oli pohjois-eteläsuunnassa 44 m pituinen noin 20 m levyinen, pääosiltaan yksikerroksinen suorakaiteen muotoinen. Rakennuksen länsiseinän pohjoisosaan liittyivät sosiaali-tilat ja eteläosaarvanha varastorakennus.



Kuva 4

Lataamo II:n ja siihen välittömästi liittyneiden tilojen pohjäpiirros. 1) ruutiullakko, 2) nallitus- ja lataus, 3) patruunoiden tarkastus ja pakkaus, 4) purkaamo, 5) sosiaali-tilat ja 6) vanha varastorakennus.

Idänpuoleisesta seinästä ulkoni noin 4x4 m pinta-alainen ruutiullakolle johtava portaikko. Rakennuksen pääosan muodosti varsinainen lataamohalli. Rakennuksen koillisosassa oli lataamohallista tiilisin väliseinin erotettu noin 10x16 m kokoinen purkaamo. Lataamon pää-ovi oli purkaamon ja sosiaali-tilojen väliin jäävän 4 m levyisen käytävän pohjoispäässä. Työnjohtajan huone oli noin 3 m korkeudella lattian tasosta purkaamon ja varsinaisen lataamohallin välisen seinän kohdalla. Tätä toimitilaa kannatti neljä tiiliseinän tassossa olevaa betonipilaria. Huoneesta oli esteetön näkyvyys lataamoon. Purkaamoon päin siitä ei ollut ikkunoita.

Lataamorakennuksen seinät olivat 2x1/2 tiilen paksuista poltettua punatiiltä, jonka välissä oli 10 cm vuorivillalieristys. Seinän kokonaispaksuus oli siten noin 37 cm. Tiiliseinämät oli sidottu toisiinsa galvanoiduilla hakaraudoilla.

Lataamon katto oli tuettu vetotangollisilla puisilla levykannattajilla, joiden päät lepäsivät yhden tiilikiven paksuisten kantavien tiilipilareiden varassa. Vesikaton katteena oli 0,5 mm galvanoitu pelti. Lataamo purkaamo ja näiden välillä oleva työnjohtajan huone olivat saman vesikaton alla. Ainoastaan ruutiullakko nousi osittain tämän vesikaton tason yläpuolelle (kuva 4).

Ruutiullakko

Ruutiullakko oli rakennettu lataamohallin poikki. Se oli molemmista päistään betonipilarien varassa. Sen seinien alaosat - lataamon vesikaton korkeudelle asti - olivat teräsbetonia ja muodostivat ullakkoa kantavan kehyksen. Ullakko oli 4 m levyinen. Se oli 8 m päässä lataamon eteläseinästä. Ruutiullakon lattiana oli

12 cm paksuinen teräsbetonilaatta. Lattian laskenta-perusteena oli ollut jänneväli 4 m betonikehikosta betonikehikkoon.

Edellä mainitusta betonikehikosta ylöspäin ruutiullakon seinät olivat puurakenteiset ja sisäpuolelta alumiinipellillä vuoratut. Ruutiullakon kevytrakenteinen katto vietti etelään. Eteläseinän sisäkorkeus oli noin 2,4 ja pohjoisseinän noin 3,5 m. Pohjoisseinällä oli kuusi ikkuna-aukkoa, joiden ulkopuolelle oli asennettu loistevalaisimet valaisemaan ullakkoa.

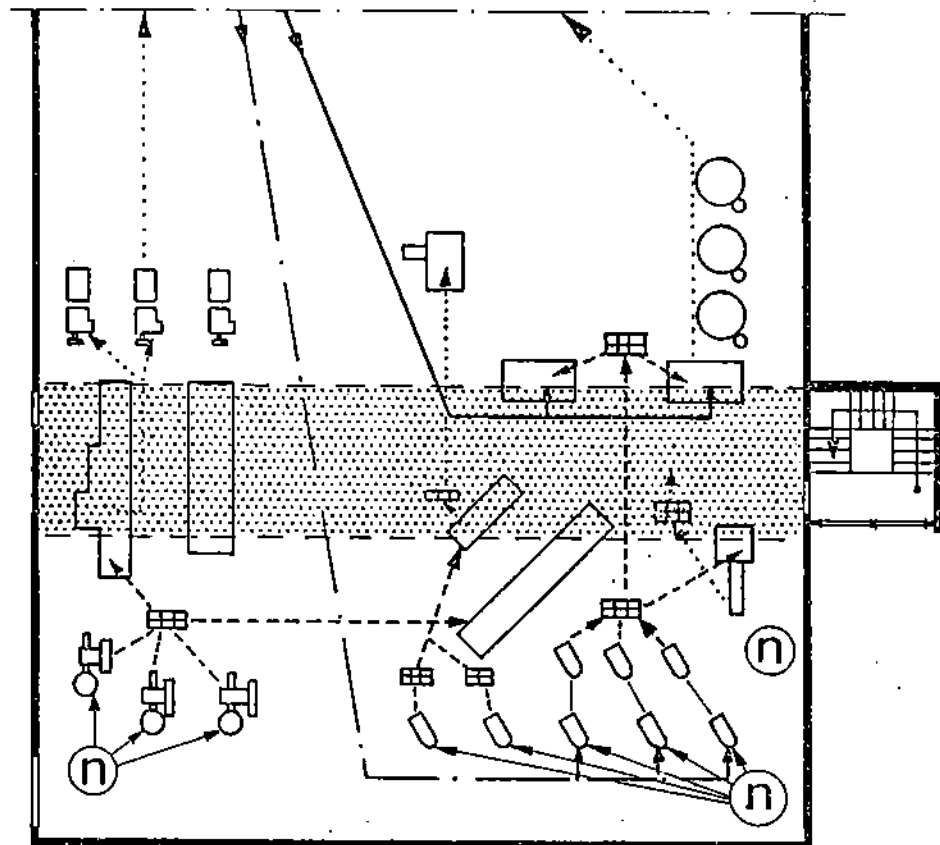
Ainoana sähkölaitteena ruutiullakolla oli katosta, lähellä eteläseinän keskiosaa, riippunut VDE -määräysten mukaisesti ex -suojattu ilmankostutin WEKO-GSK-0, jonka sumutusteho oli 3 l/h (LOT 85). Ruutiullakko oli betoni väliseinillä jaettu kuuteen ruumaan. Väliseinien eteläosassa olivat noin 1,5 m levyiset kulkuaukot niin, että ruutiullakon päästä päähän muodostui yhtenäinen käytävä. Käytävän itäpäässä oli portaikkoon johtava ovi, jota käytettiin varsinaisena kulkutienä. Ruutiullakon länsipäässä oli varauloskäytävä parvekkeelle, josta tikkaita myöten päästiin alas.

Ruumat oli numeroitu yhdestä kuuteen portaikon puoleisesta päästä alkaen. Ruumissa numero 1, 5 ja 6 oli kussakin yksi ja ruumissa numero 2 ja 3 kaksi ruutisuppiloa, joista ruuti syötettiin ruutiullakon alapuolella oleville latauskoneille ja latauspöydille.

Ruumien lattiaan oli maalattu keltaiset alueet, joilla ruumassa ollut ruuti oli säilytettävä suljetuissa ruutiastioissa. Ruutiullakolla sai olla samanaikaisesti enintään kaksi henkilöä. Ullakolla sai säilyttää enintään 1200 kg ruutia siten, ettei ruumaa kohden ollut enempää kuin 200 kg. (Ks. IX luku, toimiluvat).

Lataamo II:n yleinen työnkulku

Lataamon tuotannossa tarvittavat raaka-aineet, tarvikkeet ja puolivalmisteet tuotiin, ruutia lukuunottamatta, lataamohalliin pohjoispäässä olevasta pääovesta. Nallien välivarastona käytettiin vanhaa varastorakennusta, joka oli lataamossa kiinni ja johon päästiin lataamon lounaisnurkassa olevasta ovesta (kuva 5).



Kuva 5 Lataamo II:n yleinen työnkulku

- | | |
|-------|---|
| ————— | Nallit |
| ----- | Luodit |
| | Hylsy |
| ----- | Nallitetut hylsy |
| | Valmiit patruunat |
| ⊙ | Noin 100 000 sytytysnallin säilytyspaikka |
| ⊞ | Nallitettujen hylsyjen ja valmiiden patruunoiden säilytyspaikka |

Tuotannon yleinen kulkusuunta oli etelästä pohjoiseen. Ruutiullakosta etelään olevassa lataamon osassa suoritettiin nallitusta eli kiinnitettiin nallit hylsyihin. Ruutiullakon alapuolella olevissa latauskoneissa ja latauspöydissä tapahtui varsinainen patruointi eli nallitetun hylsyn täyttäminen ruudilla ja luodin kiinnittäminen hylsyyn tai hylsyn sulkeminen muulla tavalla (eräät paukkupatruunat ja pulttipistoolin patruunat). Ruuti valui latauskoneisiin ja -pöytiin ruutiullakolta messinkiputkissa.

Ruutiullakosta pohjoiseen olevassa hallin osassa suoritettiin erilaisia laadunvalvonta-, pakkaus-, leimaus- ja muita toimintoja. Valmiit tuotteet vietiin lataamosta samasta ovesta, josta raaka-aineet, puolivalmis- teet ja tarvikkeet tuotiin sinne.

Purkaamossa valmistettiin valojuovaluoteja. Varsinaisessa lataamossa sai olla 90 ja purkaamossa 12 henkilöä (Ks. IX luku toimiluvat).

Ruudin käsittely ruutiullakolla ja sinne vietäessä

Ruuti tuotiin yleensä ruutiullakon portaikon eteen autoilla. Lataamon eteläpuolella olevia vallein suojattuja ruutivarastorakennuksia käytettiin välivarastoina, joista ruuti voitiin tuoda portaikon eteen kärryillä tai traktorilla.

Ruutiastiat nostettiin portaikon alatasanteelle ja pantiin nostokoriin, johon mahtui kaksi noin 50 kg:n painoista ruutiastiaa. Pienempiä astioita mahtui koosta ja muodosta riippuen enemmän. Kori nostettiin ylätasanteelle nostimella (KONE Oy:n 500 kg). Nostin oli asennettu kiskolle siten, että sitä pystyi siirtämään vaakasuunnassa. Korista ruutiastiat nostettiin ylätasanteelle ja siirrettiin ruutiullakolle varastokärryillä (KULJETUSVÄLINE Oy:n K-108).

Tehtävään määrättyt työntekijät kärräsivät ruudin ullakon ruumiin työnjohtajalta saamiensa ohjeiden mukaan. Ruutiastiat sijoitettiin keltaisiksi maalaetuille alueille. Astian koosta ja muodosta riippuen kullekin alueelle mahtui 2-4 ruutiastiaa. Ruutiastiat oli pidettävä suljettuina (ks. IX luku). Eräiden ruutiastioiden kannet rikkoutuivat avattaessa niin, ettei niitä enää voinut sulkea (Ptk s. 286, LOT 610, kohta 2.3).

Ruutiastioiden avaamista varten oli ruutiullakolla olevalla pöydällä messinkisiä kiintoavaimia ja ainakin yksi teräksinen ruuvitaltta. Latauskoneita ja -pöytiä hoitavat asentajat avasivat ruutiastiat ruutiullakolla.

Ruuti siirrettiin ruutiastioista ruutisuppiloon joko kauhaa käyttäen tai suoraan kaatamalla.

Jokaiseen ruutisuppiloon kuului ilman työkalua poistettavissa oleva seula, jonka silmäkoko oli 3-4 mm. Ruuti voitiin siis kaataa suppiloon seulan läpi tai seulomatta. Seule, joka pääasiassa muodostui ruutikierukoista vietiin ullakolta jäteruutiastiaan. Jäteruutiastia oli 200 l tynnyri, jossa ruuti säilytettiin veden alla. Se oli lataamon ulkopuolella.

Jokaiseen ruutisuppiloon kuului kansi, jonka reunat oli siten taivutettu, ettei kansi voinut pudota suppilon päältä. Ruutiullakolla oli kaksi 250 l ruudinseulontavaunua. Seulontavaunut olivat maadoitetut kuparikaapeleilla ruutiullakon vesiputkeen. Vaunuja voitiin siirtää ruumien numero 2-4 alueella. Näihin vaunuihin seulottiin ruutia silloin, kun pyrittiin mahdollisimman tasalaatuisiin patruunoihin sekoittamalla usean ruutiastian sisältämät ruudit keskenään. Seulontavaunut on suunniteltu ja rakennettu vuoden 1959 lopussa (Piir. n:o LPT 1-1448).

Seulontavaunuista ruuti otettiin yleensä ruutisuppilooruutikauhalla seulomatta sitä enää uudestaan.

Seulontavaunuja siirrettiin vain tyhjinä. Seulottaessa ruutia niihin ja otettaessa ruutia niistä ne pidettiin sen ruutisuppilon kohdalla, johon ruutia otettiin. Seulontavaunut eivät mahtuneet ruutiruumiin keltaisella merkityille alueille (LOT 610, s. 91).

Asentajat nostivat tyhjät ruutiastiat ruutiullakon käytävän seinän viereen, josta ne poistettiin.

Ruudin syöttöjärjestelmä

Lataamo II:ssa käytetty ruudin syöttöjärjestelmä oli säilynyt periaatteiltaan samanlaisena lataamon valmistamisesta asti. Ruuti pantiin ullakolla oleviin suppiloihin, josta ruuti valui omalla painollaan messinkiputkissa ruutiullakon alapuolella oleviin latauskoneisiin ja -pöytiin.

Kaikki ruutisuppilot ja niistä latauskoneisiin ja -pöytiin johtavat ruutiputket olivat samankaltaisia (kuva 6). Suppiloiden erottamiseksi toisistaan ne ja suppilosta lähtevä ruutiputki oli lataamossa merkitty samalla värillä.

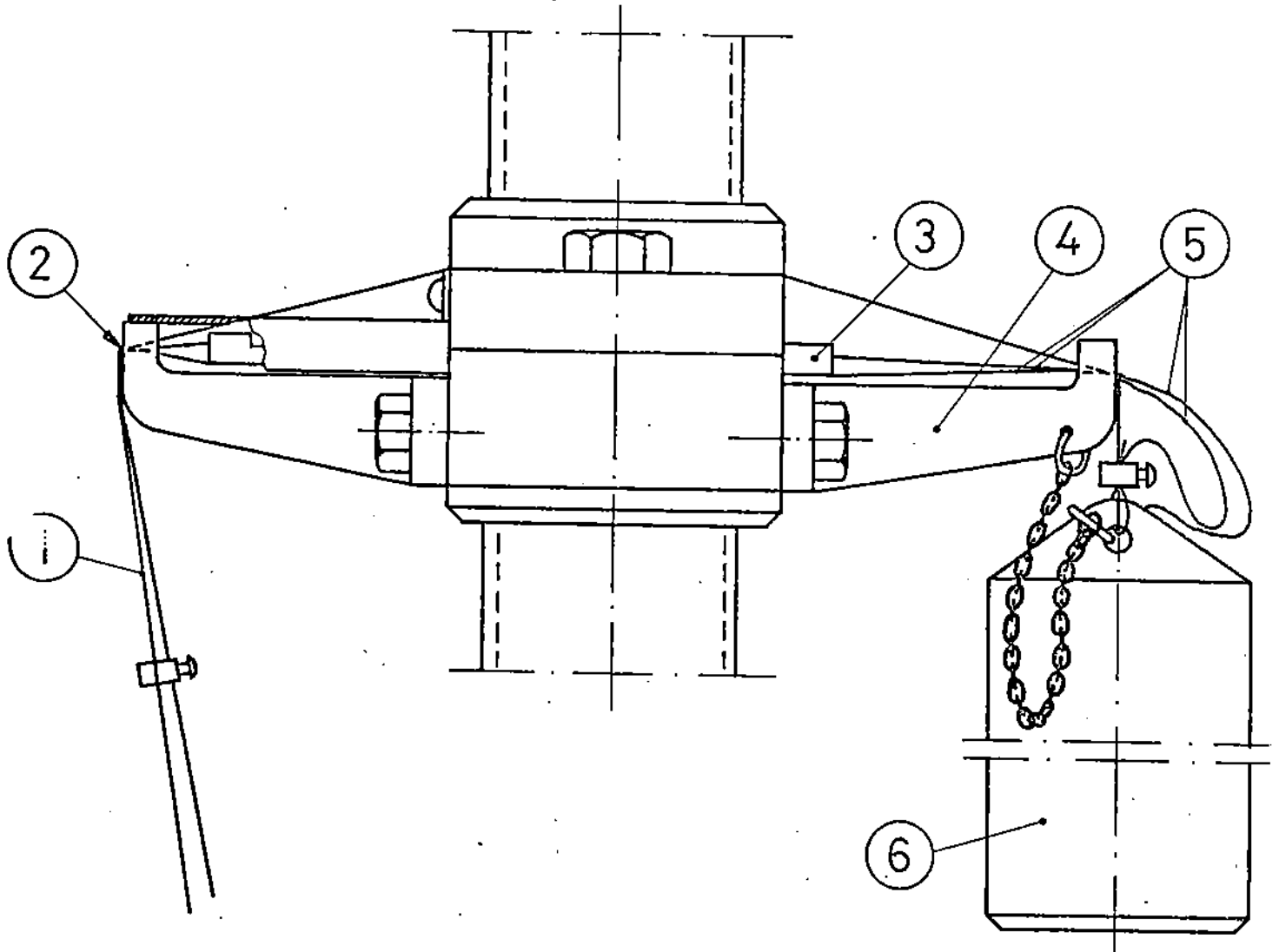
Messinkiset ruutiputket ($\varnothing$ 39/42) olivat kolmiosaiset. Lattian läpivientikohdassa oli ruutiputken ympärillä toinen messinkiputki, jota yleensä ympäröi vielä vesijohtoputkesta tehty holkki. Betonilattiaan tehdyn reiän tiivistämiseksi oli ruutiputken ympärillä vielä messinkikartio.

Ruutiputken keskiosaan oli molemmista päistään kiinnitetty varoventtiili eli liekkilukon runko luisteineen ja punnuksineen sekä tulppahana, jolla putki tarvittaessa voitiin sulkea.

Ruutiputken alimmassa osassa oli lasilla peitetty tarkkailuaukko, josta voitiin seurata ruudin valumista. Tämä putken osa oli muoviputkella liitetty latauspöydän tai -koneen ruudittajan ruuditussäiliöön.

Ruutiputken varoventtiili eli liekkilukko

Liekkilukon piti toimiessaan estää latauskoneella tai koneessa mahdollisesti syttyneen tulipalon leviäminen ruutiullakolle ruutiputkessa olevan yhtenäisen ruutipatsaan syttyessä (kuva 7).



1:1

Kuva 7 Liekkilukon rakenne

- 1) Nailonlanka, 2) langanohjaimen reikä,
3) luisti, 4) punnuksen kiinnityskolmio,
5) luistia siirtävä lanka, 6) punnus.

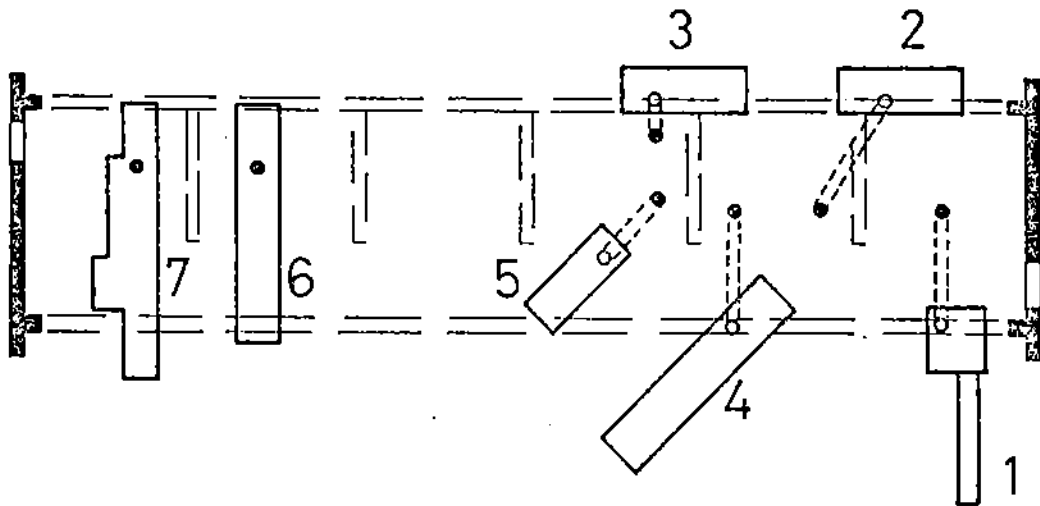
Liekkilukko suunniteltiin Lapuan patruunatehtaalla puolustusministeriön räjähdysainetarkastajan kehotuksesta vuonna 1967. Liekkilukkoa kokeiltiin Lapuan patruunatehtaalla ennen sen käyttöön ottoa ja se toimi suunnitellulla tavalla (Ptk s 13, 77). Onnettomuuden tutkimuksen yhteydessä on alkuperäispiirustusten mukaan tehtyä liekkilukkoa kokeiltu Puolustusvoimien tutkimuskeskuksessa. Näissä kokeissa sattui lukolle kuitenkin toimintahäiriöitä useammin kuin oikeita toimintoja (LOT 438). Liekkilukon rakenne on kuvassa 7.

Liekkilukon piti toimia kun levy lämpötilan kohotessa irtoaa (juotoksen sulamispiste noin 70° C) tai nailonlanka palaa poikki, jolloin luisti liikkuisi kiinniasentoon punnuksen nykäisystä.

Latauspöytien ja latauskoneiden sijainti

Lataamo II:ssa olivat ruutiullakon alla ruumasta 1 lukien seuraavat latauskoneet ja latauspöydät (kuva 8).

- pulttipistoolin patruunan latauskone eli robotti, jonka toiminta ja rakenne on selostettu luvussa II,
- "uusi" Manurhin -merkkinen latauskone,
- "vanha" Manurhin -merkkinen latauskone,
- revolverin patruunoiden latauspöytä (inv.n:o 1456)
- kiväärin patruunoiden latauspöytä (inv.n:o 1468),
- pohjanallien latauspöytä (inv.n:o 1677). ja
- pistoolin patruunoiden latauspöytä (inv.n:o 1517).



Kuva 8

Latauskoneiden ja latauspöytien sijainti. Katkoviivoin on esitetty ruutiullakon paikka, ruumat ja ruutiputket. Mustat ympyrät osoittavat ruutiputken läpivientikohdat ja ruutisuppiloiden paikat.

Latauskoneiden numerointi on: 1) robotti, 2) "uusi" Manurhin, 3) "vanha" Manurhin, 4) rev. patr. latauskone, 5) kiv. patr. latauskone, 6) pohjanallinen latauspöytä, 7) pist. patr. latauspöytä.

Lataamo II:n latauskoneista ja -pöydistä oli otettu valokuvia ennen onnettomuutta. Niiden rakenteet, toimintaperiaatteet ja vauriot on selostettu Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen tutkimusraportissa (Ks. luku VII).

Lataamo II:n latauspöydät ja käytetyt ruudit

Yhdistelmä latauskoneista ja latauspöydistä sekä niillä valmistetuista tuotteista ja käytetyistä ruudeista on esitetty kuvassa n:o 46 (Ks. luku VII).

Seuraavassa esitetään eräitä yleistietoja käytetyistä ruudeista.

Ruudit 3N14 ja 3N13 ovat huokoisruuteja¹⁾. Ne ovat molemmat yksipohjaisia nitroselluloosaruuteja, joissa on käytetty stabilisaattorina 1 % difenyyliamiinia (DFA).

Kivääriruuti 4N16 (276/44) on myös yksipohjainen nitroselluloosaruuti. Se ei ole huokoisruutia. Siinä on DFA:n lisäksi käytetty pintakäsittelyaineena etyyli-sentraliittia eli sentraliitti ykköstä (S I), joka myös osittain toimii stabilisaattorina.

Englantilainen Nobel-CK-Powder n:o 4 on kaksipohjainen ruuti, jossa nitroselluloosan (NS) lisäksi on nitroglyserolia (NG)²⁾. Siinä on stabilisaattorina S I.

Mustaruudin koostumus oli normaali sisältäen hiiltä, rikkiä ja kaliumnitraattia.

Kaikki ruudit olivat grafitoituja. Grafitoinnin tarkoituksena on parantaa ruudin sähkönjohtavuutta. Samalla pienenee ruudin taipumus varautua sähköllä ja vähenee ruudin tarttuminen suppiloihin ja putkiin. Nobel-CK-ruudin grafiittipitoisuus oli suuri (yli 0,5 %), mutta joukossa oli runsaasti grafitoitumattomia jyviä (LOT 484).

1) Huokoset saadaan syntymään ruutiin sekoittamalla ruutimassaan sen valmistuksessa suolaa, joka myöhemmin pestään pois. Huokosten tarkoituksena on lisätä ruudin pinta-alaa ja näin saada ruuti vilkkaammaksi.

2) Nitroglyseroli on lisätty ruudin energian lisäämiseksi.

II PULTTIPISTOOLIN PATRUUNAN LATAUSKONE ELI ROBOTTI

Yleistä

Pulttipistooli on ampumatyökalu, jolla ammuttava esine kuten pultti, naula tai muu vastaava räjähdyspanosta apuna käyttäen kiinnitetään kiinteään ainekseen. Pulttipistoolin panosten valmistamista varten oli Lapuan patruunatehtaalla kehitetty latauskone tanskalaista kolmen linjan kivääripatruunan latauskonetta runkona käyttäen. Tästä latauskoneesta, josta onnettomuuden on todettu alkaneen, käytettiin nimitystä robotti (ks. VI ja VII luku).

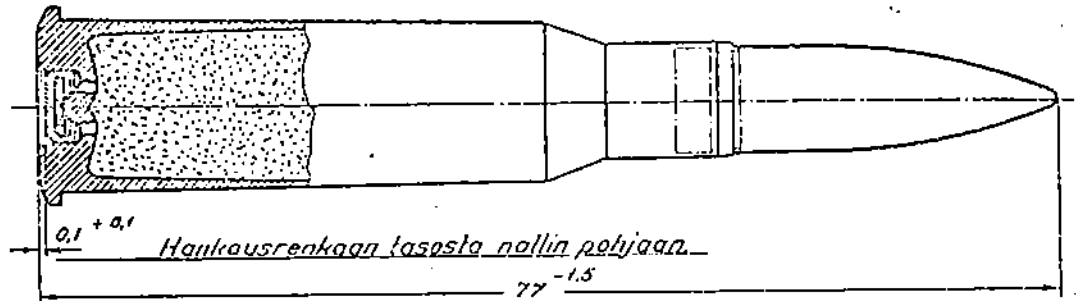
Pulttipistoolin patruunassa (kuva 9) on nallimassattu hylsy ja ruuti. Patruuna on reunasytytteinen, mikä tarkoittaa sitä, että hylsyn pohjalle puristettu nallimassa sytytetään iskulla, joka puristaa hylsyn kannan seinämien välissä nallimassaa. Alasimena on pulttipistoolin patruunapesän reuna. Pienoiskiväärin patruunan hylsy ja nalli ovat rakenteeltaan samanlaiset.

Kiväärin patruunassa on keskisytytteinen, erillinen nalli, joka syttyy nallin ulkopintaan kohdistuvasta iskusta (kuva 9). Tällöin nallimassa puristuu hylsyn kannassa olevaa alasinta vasten. Nalli sytyttää vuorostaan reikien kautta ruudin. Nalli on upotettu hylsyn kannan tason sisäpuolelle tahattoman syttymisen estämiseksi.

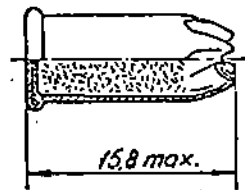
Robotin kehitysvaiheet

Latauskoneen, josta robotti on kehitetty, valmistaja oli tanskalainen Nielsen & Winter (piirustus vuodelta 1915). Kone hankittiin tehtaalle vuonna 1924. Kone oli lattahihnakäyttöinen saaden pyörimisliikkeen käyttöakselille lataamohallin pääakselilta. Käyttöakselilta liike

siirtyi valta-akselille hammaspyörrien välityksellä. Sen kierrosluku oli 150 r/min. Hihnapyörän halkaisija oli 300 mm (kuva 10a ja b). Se oli tarkoitettu keski-sytytteisen 7,62 mm kiväärin patruunan lataukseen.



Jäljennös piirustuksesta: VPT. 2-29, päiväm. 6.9.30.



Jäljennös piirustuksesta: LPT, päiväm. 5.12.72

Kuva 9 Kiväärinpatruuna ja reunaseydyttynyt pulttipistoolin luoditon patruuna, suurenos n. 1,7 kertainen.

Valta-akselin kierros oli sama kuin yksi työisku. Työiskun aikana latauskone suoritti nallitetun hylsyn täyttämisen määrätyn suuruisella ruutiannoksella, asetti luodin hylsyn suusaan ja puristi hylsyn kiinni luotiin. Siirryttäessä pulttipistoolin patruunaan jäi luodin osuu pois ja tilalle tuli hylsyn suun sulkeminen sitä muotoilemalla.

Alkuperäisenä kone valmisti 2 patruunaa kerrallaan tehden 34 työiskua minuutissa (68 patruunaa). Latauskone varustettiin vuonna 1939 sähkömoottorilla (teho 0,55 kW

380/220 V, kierrosluku 1400 r/min). Työiskujen määrä kohosi 39 iskuun minuutissa (78 patruunaa).

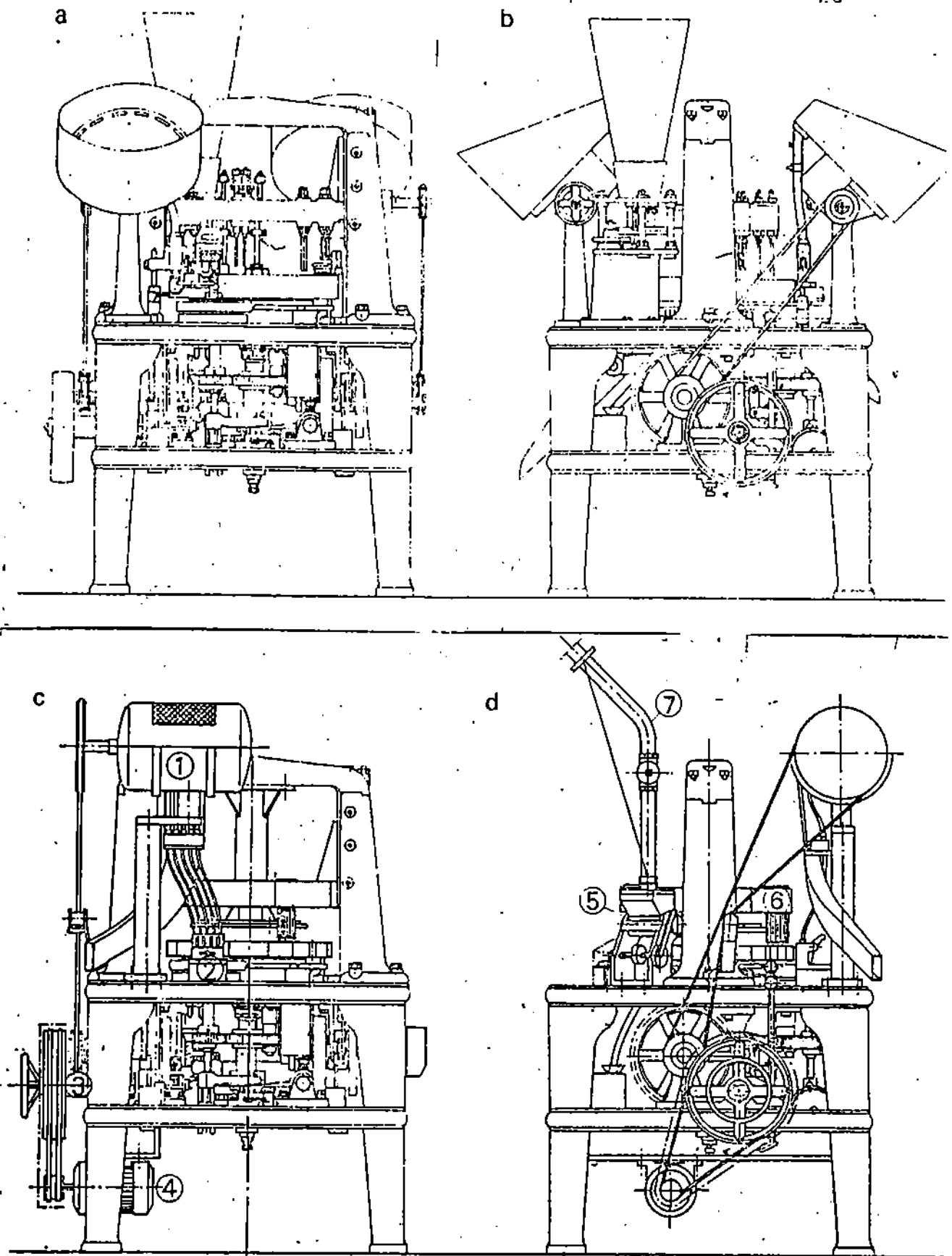
Vuodesta 1950 alkaen on tehdas tuottanut pienoiskiväärien patruunoita itse suunnittelemillaan ja valmistamallaan saman konerungon muunnoksilla.

Vuonna 1968 alettiin konetta muuttaa pulttipistoolin patruunan lataukseen soveltuvaksi. Piirustukset hyväksyttiin keväällä 1968 (piir. n:o LPT 0-108). Koneen valmistuksessa sovellettiin osittain myös pienoiskiväärin patruunoiden latauskoneista saatuja kokemuksia. Kone koottiin kesällä 1968. Piirustuksen (0-108) mukaan tehtyä pöytää kokeiltiin aluksi pienoiskiväärin patruunan latauskoneessa (Ptk s. 242-).¹⁾

Koneen kehittälyssä oli vuosien -68 ja -71 välillä tauko. Vuonna 1971 kone päätettiin koota tehtaan työkalustolla kolmen linjan patruunan latauskoneen rungolle siihen kuntoon, että sillä voitaisiin tehdä pulttipistoolin patruunoita.

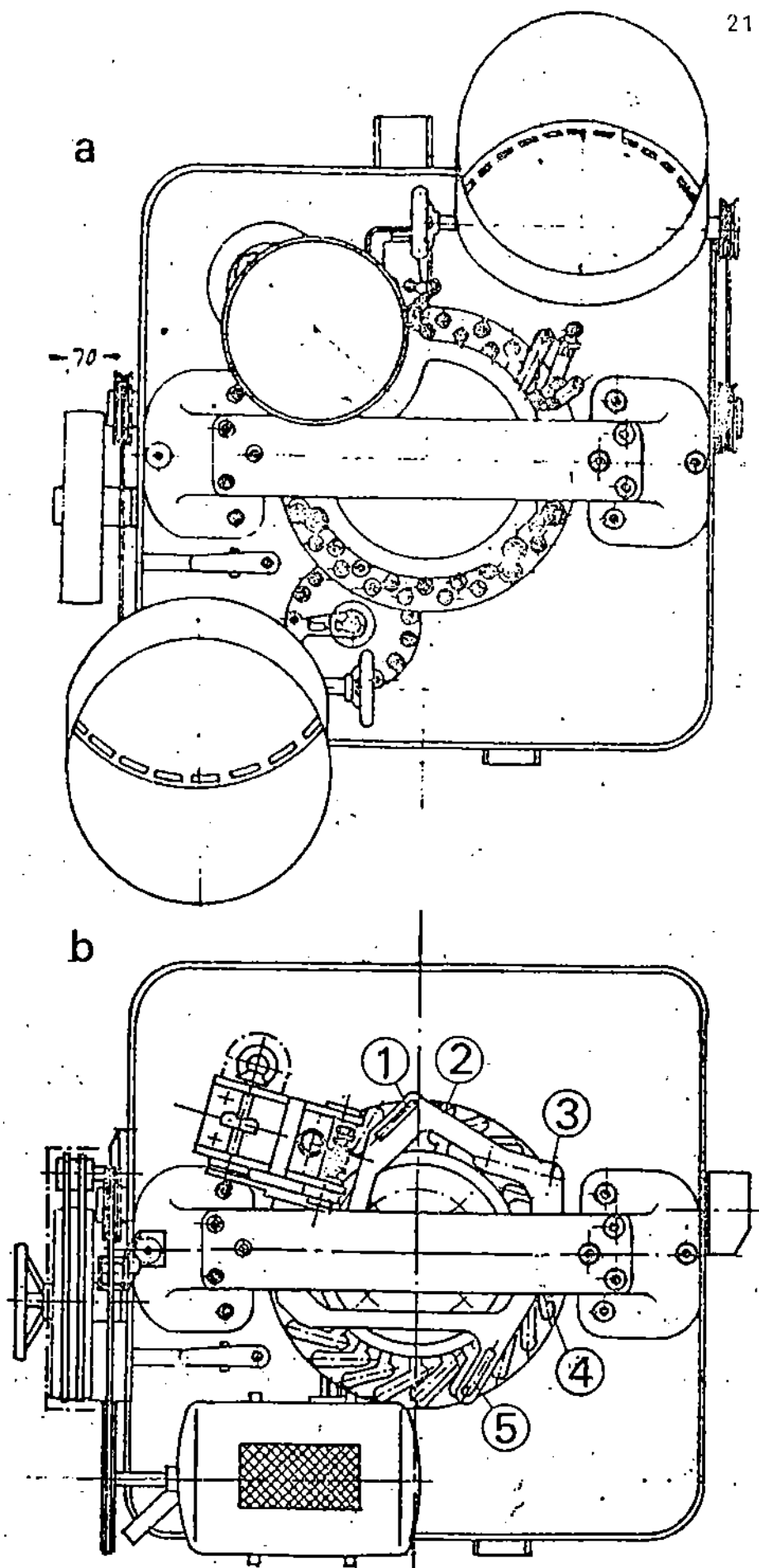
Oleelliset muutokset ovat kuvissa 10 ja 11. Muutostyöt keskittyivät koneen rungon työskentelytasosta, pöydästä, ylöspäin. Maljasyötin korvattiin hylsyjen yläsyöttimellä. Luistityyppinen ruudittaja muutettiin rumputyyppiseksi. Työluisti uusittiin. Ruutia jouduttiin puristamaan, puristuspuikoilla, hylsyn rajoitetun koon takia. Hylsyn suun niippaus korvattiin hylsyn suun supistuksella ja pyöristyksellä. Pöytälevyyn kiinteästi sijoitetut 24 hylsyelementtiriviä korvattiin sekä pystyettä vaakatasossa liikkuvilla hylsyelementeillä. Koneen runkoon liitettiin palkki, jonka alareunan muoto määräsi hylsyelementtien pakkoliikkeen pystytasossa. Hylsyelementtien säteittäisen liikkeen määräsi kiinteän pöydän muotoura (ohjausura) (kuva 13).

1) Ptk = poliisitutkintapöytäkirja, ks. s. 73.



Kuva 10 Latauskone, josta robotti on kehitetty.

a) takaapäin, b) sivusta, c) robotti muutettuna takaapäin. Oleelliset muutokset 1) hylsyjen yläsyöttäjä, 2) hylsyjen alasyöttäjä ja pöytälevy, 3) hihnapyörät, 4) sähkömoottori, d) sivusta, 5) ruudittaja, 6) kiinnityskehikko (puikoille), 7) ruutiputki.
(mittakaava 1:15)



Kuva 11 a) latauskone päältä, b) muutettuna robotiksi
 1) ruudin puristuspuikot, 2) työluisti, 3) hysyn suun supistus, 4) hylsyn suun pyöritys, 5) patruunanpoisto. (mittakaava 1:10)

Häiriöiden varalta koneeseen lisättiin sähköiset rajakatkaisimet. Muutosten vuoksi eräitä vanhan rungon kiinnitys- ja säätöruuvien aukkoja jouduttiin suurentamaan ja työstämään.

Kone suoritti nyt 45 työiskua minuutissa eli valmisti 225 patruunaa. Alkuperäisestä hammasvälityssuhteesta 17:75 hihnapyörän ja valta-akselin välillä päätellen on hihnapyörän kierroslukua voitu lisätä 150:sta noin 200:an siirryttäessä pienempään patruunakokoon.

Alkuperäisen keskisytytteisen kiväärin patruunan valmistuksesta oli siirrytty reunasytytteisen patruunan valmistukseen. Koneen toimintanopeutta oli nostettu samanaikaisesti 32 % (kuva 12).

Vuosi	Hihnapyörän kierrosluku (r/min)	Työiskua (r/min)	Iskun kesto (s)
1924	150	34	1,76
1939	172,3	39	1,5
1971	198,5	45	1,33

Kuva 12 Latauskoneen toimintanopeuksien muutokset. Kierrosluvut ja työiskut minuutissa ja työiskun kesto sekunteina.

Kun ruuditus ei konetta työkaluosastolla kokeiltaessa toiminut tyydyttävästi suurennettiin annostelusylin-
terin sekä annostelusylin-terin kehdon aukkoja (kuva 20, osat 2/2 ja 2/1). Kehdon piirustusten mukainen aukko 80/10 mm suurennettiin 88/12 mm suuruiseksi. Tällöin jäi aukon reunan ja O-rengastiivisteuran välille n. 1 mm kannas.

O-rengastiivisteiden (2/3) tarkoitus oli suunnittelun mukaan estää ruutipölyn pääsy laakereihin.

Aukkojen suurentamisen jälkeen mittatilavuuden säätöruuvien päät (2/10) jäivät tasaisiksi. Kun tämä vaikeutti ruudin putoamista panokseen, tehtiin ne kuppimaisiksi. Ruudin valumisen parantamiseksi koneeseen asennettiin myös ruudinsekoittaja.

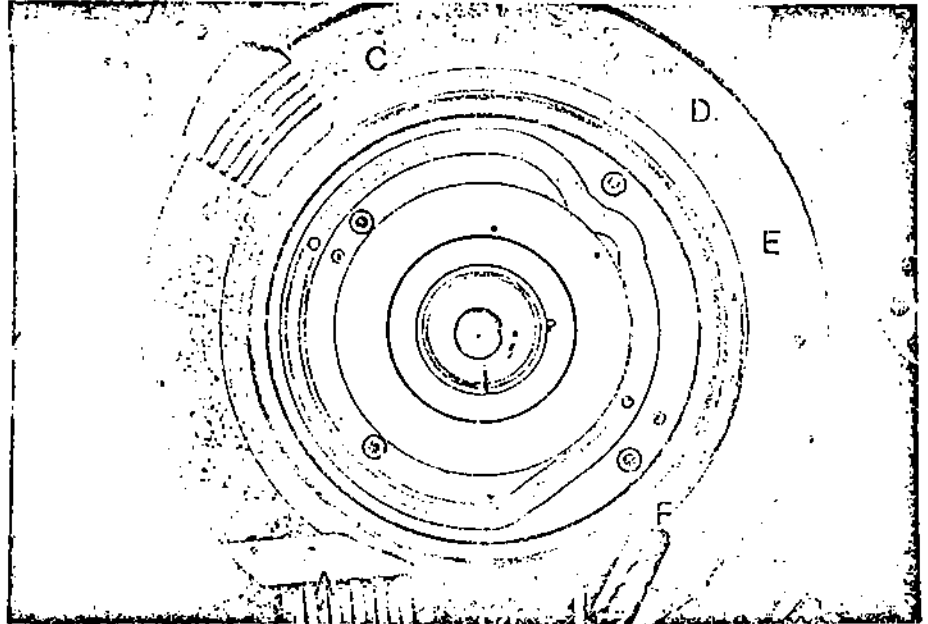
Koneella ei saatu käytössä olleella ruudilla muutoksista huolimatta riittävän tasalaatuisia patruunoita. Teh-
taalle hankittiin uusi ruutilaji Nobel CK-4, joka suori-
tetuissa kokeissa osoittautui sopivaksi. Tällöin saa-
tiin vaatimusten mukaisia patruunoita. Robotti siirret-
tiin syyskuussa 1974 lataamo II:een. Siirron jälkeen
ruudinsekoittajaa ei ole käytetty (Ptk. s. 435).

Robotin rakenne ja toimintaperiaate

Robotin alustana oli valurautarunkoinen, pulttiliitok-
sin koottu kaksitasoinen pöytä (kuva 10c), jonka päällä
oli kaksi yläpäästään toisiinsa poikkipalkilla yhdistet-
tyä pylvästä (kuva 11b). Näiden pylväiden johtimien ohjaa-
mana liikkui työluisti pystytasossa. Pöydän alemman ta-
son alla oli kiinnitettynä sähkömoottori ja tason päällä
vaihteisto sekä valta-akseli, jolta koneen eri toimin-
not saivat liikkeensä.

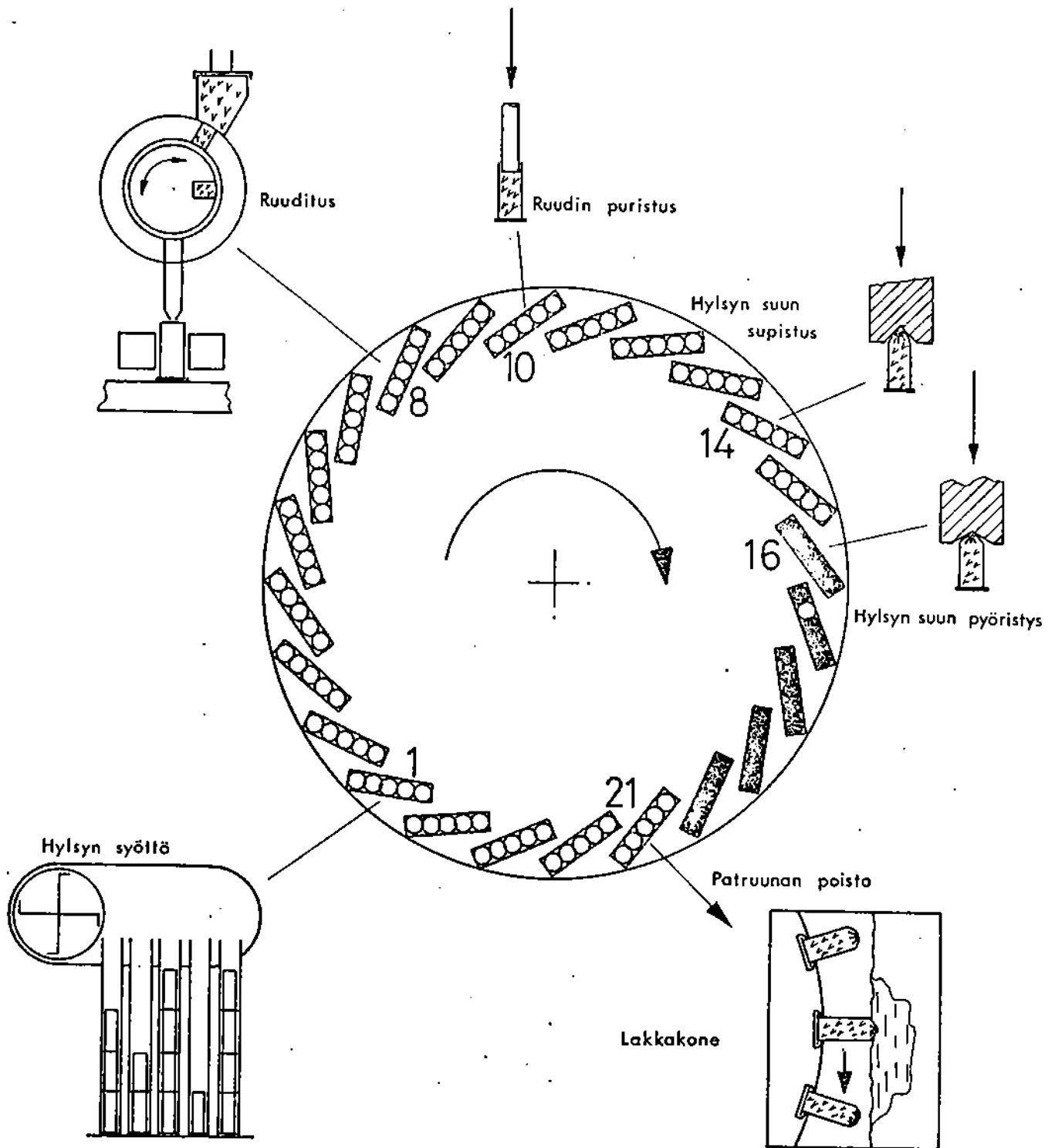
Pöydän ylemmän tason keskellä oli kiinteä ympyränmuotoi-
nen työskentelytaso, johon hylsyjen kannat tukeutuivat
patrunoinnin eri vaiheissa. Työskentelytasossa oli myös
ohjausura, joka ohjasi pyörivään ohjainlevyyn kiinnitet-
tyjen hylsyelementtien säteittäisliikettä (kuva 13).

Ohjainlevyssä oli 24 hylsyelementtiä. Kuhunkin hylsyele-
menttiin mahtui viisi hylsyä. Ohjainlevy kääntyi jaksot-
tain 15° ja lukittui sitten paikalleen. Näin elementit
siirtyivät asemasta toiseen patruunan latauksen eri
vaiheissa. Työvaiheet on kaaviollisesti esitetty kuvassa
14.

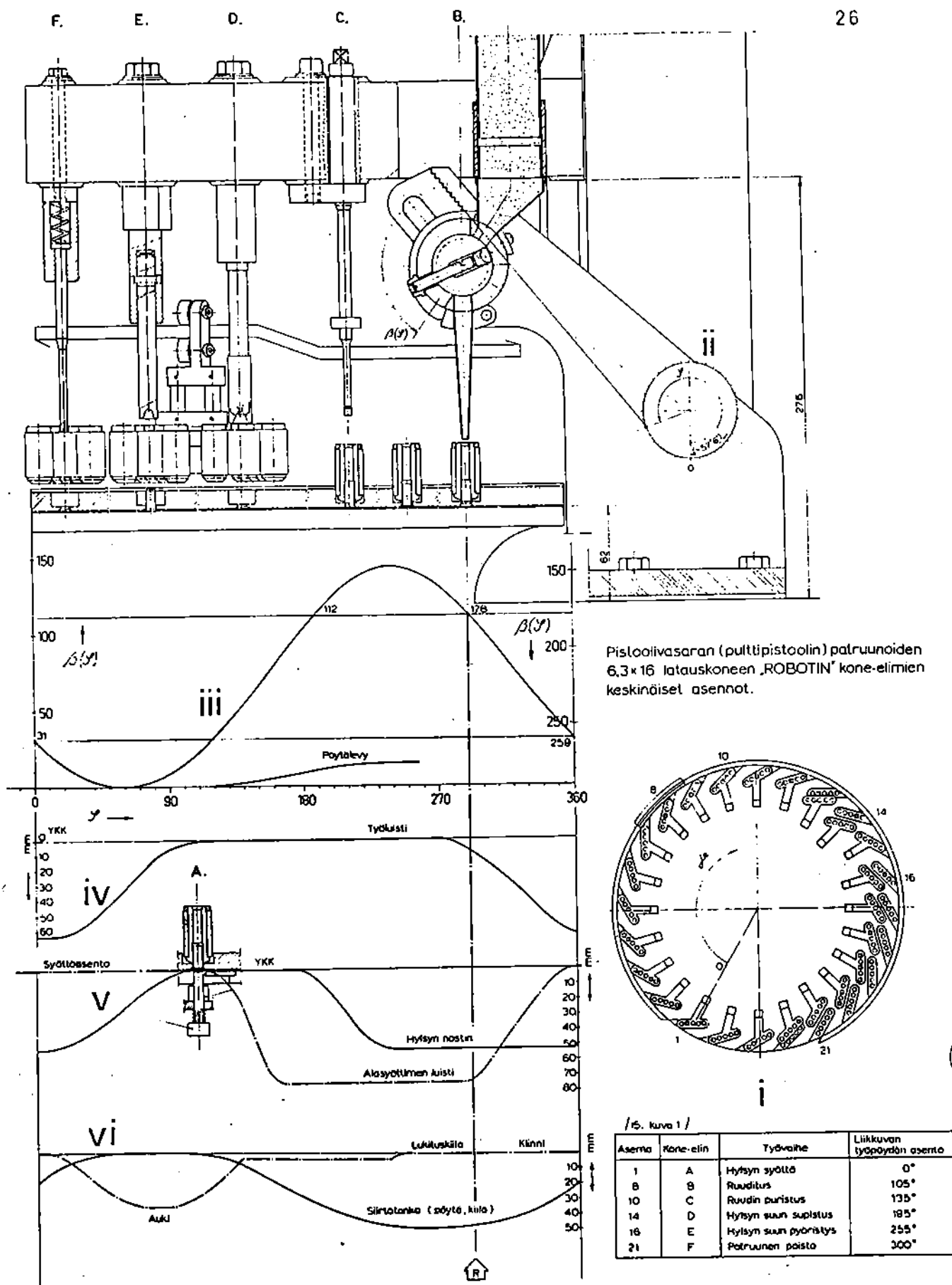


Kuva 13 Työskentelytaso, jonka päällä hylsyt liikkuvat kantansa varassa. A = hylsyn syöttö, B = ruuditus, C = ruudin puristus, D = hylsuun supistus, E = hylsyn suun pyöristys, F = patruunan poisto. Huom. uran muoto.

Robotin kone-elimien keskinäiset asemat yhden työjakson (1,33 s) aikana ovat kuvassa 15. Yhden työjakson aikana hylsyelementtien ohjainlevy kääntyi 15° , kampipyörä pyörähti täyden kierroksen (360°) sekä annostelusylinteri (2/2) suoritti edestakaisen heilahdusliikkeen (145°) ruudin ottoasennon (annostelukupit ruuditussupin kohdalla) ja pudotusasennon (annostelukupit alaspäin) välillä.



Kuva 14 Robotin työasemat olivat 1) hylsyjen syöttö, 8) ruuditus, 10) ruudin puristus, 16) hylsyn suun pyöritys, 14) hylsyn suun supistus, 21) patruunan poisto.



Kuva 15

Robotin kone-elimien keskinäiset asennot yhden työjakson aikana i) ohjainlevyn asemat (liikkuva työpöytä) aseman, kone-elimien työvaiheen ja kulman (φ) funktiona, ii) kampipöytä, joka hammastangon välityksellä antoi annostelusylinterille (2/2) edestakaisen liikkeen ($\beta(\varphi)$), työluisti sekä puikot C, D, E ja F, iii) annostelusylinterin edestakainen liike ($0-145^\circ$), pöytälevyn liike, iv) työluistiin ja siihen kiinnitettyjen puikkojen C, D, E ja F yhtäaikaainen liike, v) hylsyn nostimen ja alasyöttimen liike, vi) säppipyörän lukituskiilan asennot (auki, kiinni) ja siirtotangon liike

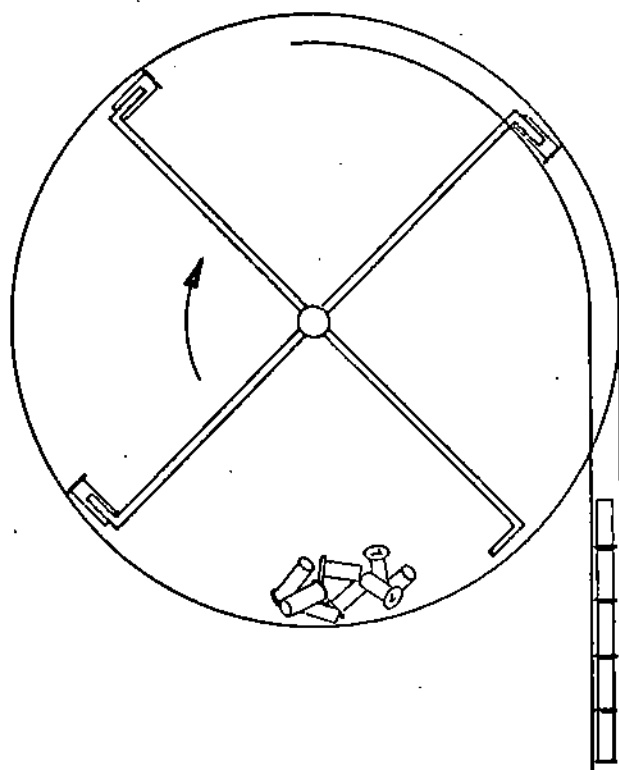
Kuvassa 15 mainitut ruudin puristuspuikot (C), hylsyn suun supistuspuikot (D), hylsyn suun pyöristyspuikot (E) ja hylsyn poistopuikot (F) suorittavat liikkeensä yhtäaikaaisesti asemissa 10, 14, 16 sekä 21.

Robotissa oli useita mekaanisia ja sähköisiä varmistimi Asemassa 1 tarkistettiin sekä mekaanisesti että mekaani sähköisellä katkaisimella (rajakatkaisin) hylsyn oikeat syöttymistä. Jos hylsynsyöttöpuikot olisivat nousseet liian korkealle ne olisivat murtuneet ja jos ne olisivat jääneet liian alas olisivat hylsy vaurioituneet työkentelyjakson ja ohjainlevyn välissä. Toisella katkaisimella tarkistettiin, että pöytä lukkiutui oikeaan asentoon ennen kuin työluisti lähti suorittamaan työiskun. Kolmas katkaisin pysäytti koneen mikäli patruunat eivät poistuneet asemassa 21. Lisäksi yksi katkaisin valvoi robotin ja siihen välittömästi liitetyn lakkauskoneen keskinäistä tahditusta. Robotissa oli myös sähköinen hätä-seis-pysäytin (LOT 588).

Sytytysnallimassatut hylsy kaadettiin hylsyjen yläsyöttötimeen (kuva 16). Yläsyöttötimeen mahtui kerrallaan noin 3000 hylsyä. Yläsyöttötimen kannessa oli harva metalliverkko.

Yläsyöttötimen keskiakseliin oli kiinnitetty L-muotoisia poimintapuikkoja, joiden kärkiin tarttuneet hylsy joutuivat kanta edellä viiteen hylsyputkeen (kuva 14). Hylsyputket johtivat alasyöttötimelle, jossa hylsynsyöttöpuikot nostivat ne alakautta hylsyelementteihin.

Ruuti valui ruutiputkea pitkin rumpumalliseen ruudittajaan, jossa mittatilavuuden säätöruuveilla annosteltiin ruudin määrä. Ruudittajan toimintaa ja rakennetta selostetaan tarkemmin seuraavassa kohdassa.



Kuva 16 Hylsyn kulku yläsyöttimestä..
Yläsyöttimeen mahtui n. 3000 hylsyä.

Robotin ruudittajan rakenne ja toiminta

Robotin kiinteään pöytätasoon oli ruuvein kiinnitetty rumpumallinen ruudittaja, joka on esitetty koottuna aksonometrisessä kuvassa 17 sekä osittain leikattuna kuvissa 18 ja 19. Leikkauskuvissa on esitetty edestakaista heilahdusliikettä suorittavan annostelusylinterin molemmat ääriasennot.

Kuvassa 19 ovat annostelukupit ylimmässä asennossaan eli ruudin ottoasennossa, annostelusylinterin kehässä olevan aukon kohdalla. Tässä asennossa ruuti valui

annostelukuppeihin ruudittajan ruuditussuppilosta. Kuvassa 18 on annostelusylinteri kääntynyt toiseen ääriasentoonsa, ruudin pudotusasentoon, jolloin annostelukupit ovat pystysuoraan alaspäin. Tässä asennossa ruuti valui annostelukupeista ruutipillien kautta asemassa 8 olevan hylsyelementin hylsyihin.

Ruudittajan jalkoja yhdistävän levyn reiän kautta kulkevalla vivulla voitiin ruutipillit (kuva 17, osat c ja e) lukita kahteen asentoon, ruuditusasentoon ja sivulle käännettyinä mittausasentoon.

Ruudittajan yksityiskohtainen rakenne esitetään kuvassa 20, johon sulkeissa oleva osanumerointi tekstissä viittaa.

Ruudittajan käyttöakseli (4/10) ja sillä oleva kampipyörä (4/6) saivat liikkeensä ylemmän pöytälevyn alapuolella olevalta valta-akselilta akselin (6/5) ja kartiohammaspyörävälityksen (6/4 ja 4/3) kautta.

Hammastanko (7/1) oli laakeroitu kampipyörän (4/8) epäkeskokappaleella (7/4), jonka avulla oli mahdollista hienosäätää hammastangon asento. Hammastangolta annostelusylinteri (2/2) sai edestakaisen liikkeensä hammaspyörän-hammastankovälityksellä (2/6 ja 7/1).

Levyssä (7/11) olevan pitkänomaisen reiän kautta kulki annostelusylinterin akseli täten ohjaten hammastangon kosketukseen hammaspyörän (2/6) kanssa. Levy oli kolmella ruuvilla (7/10) kiinnitetty hammastankoon. Näitä ruuveja varten oli levyssä pitkänomaiset reiät, joten levy saattoi liikkua hammastankoon nähden siten, että välitys hammastangolta hammaspyörälle katkesi. Rakenne toimi siis momentinrajoittimena. Momentti voitiin säätää kiertämällä ruuveja (7/13) ja (7/9), jolloin kuulien

(7/8) asema ja jousien (7/7) jännitys muuttui. Momenttirajoitin oli säädetty toimimaan momentilla 25 Nm.

Annostelukupit olivat puolipallomaisia syvennyksiä mittatilavuuden säätöruuvien (2/10) päissä. Kiertämällä näitä säätöruuveja voitiin muuttaa mittatilavuutta, jota rajoittivat annostelukupin pohja, säätöruuvia varten tehdyn porauksen seinät ja annostelusylinterin kehdon (2/1) sisäpinta.

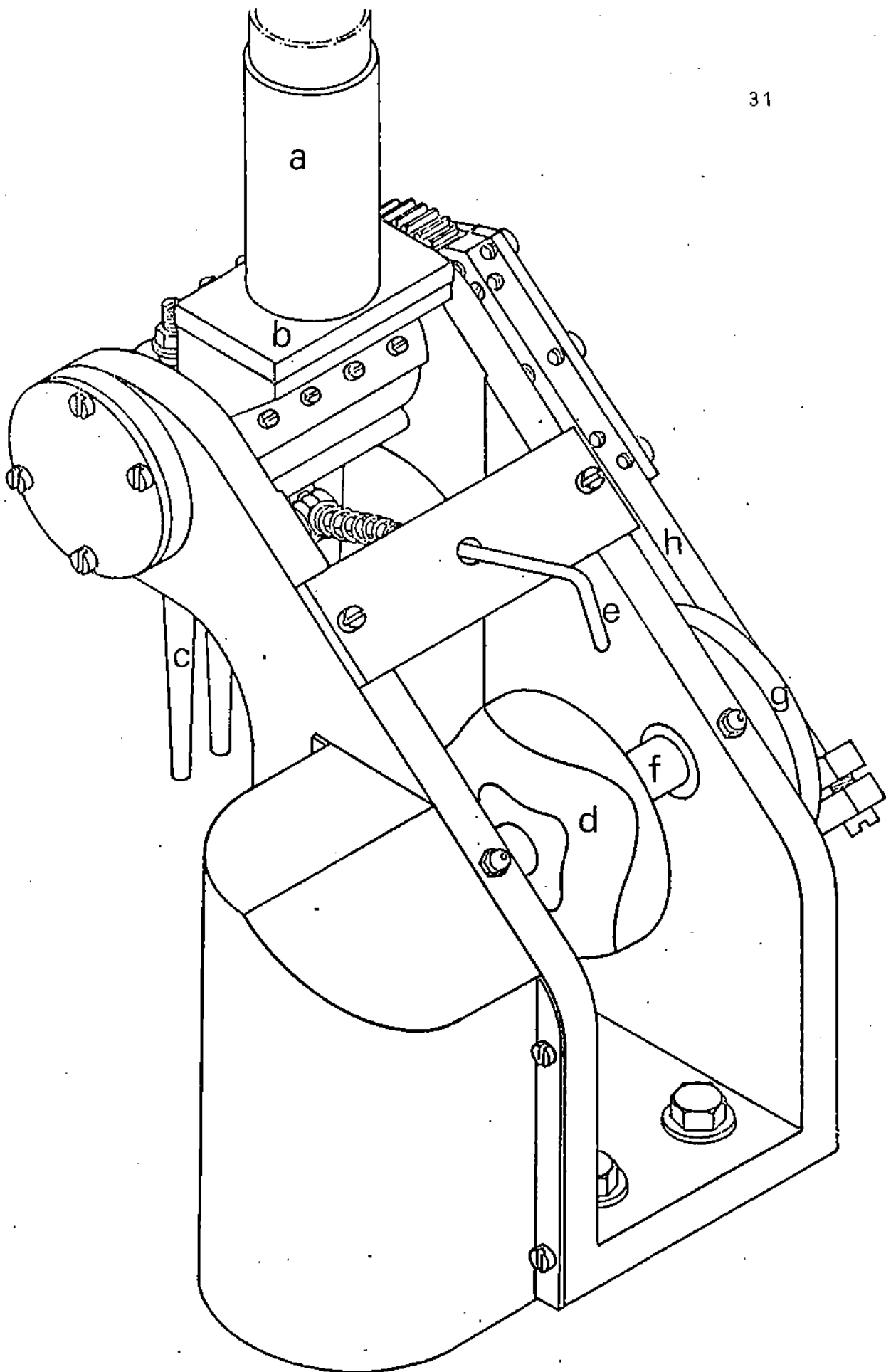
Pulttipistoolin patruunan ruudin valinta

Kun pulttipistoolin patruunoiden yhteispohjoismaiset normit hyväksyttiin 1972, ei aikaisemmin käytetyillä ruutilajeilla saatu sellaista energiamäärää, että normit olisi täytetty. Tällöin oli käytetty pulttipistoolin patruunassa samaa ruutia kuin pienoiskiväärin patruunassa (Ptk s. 20).

Uuden ruutilajin valintaa varten Lapuan patruunatehtaalla oli vertailupatruunoina ranskalaisia pulttipistoolin patruunoita. Näissä patruunoissa käytettävää ruutia hankittiin tehtaalle 10 kg koe-erä.

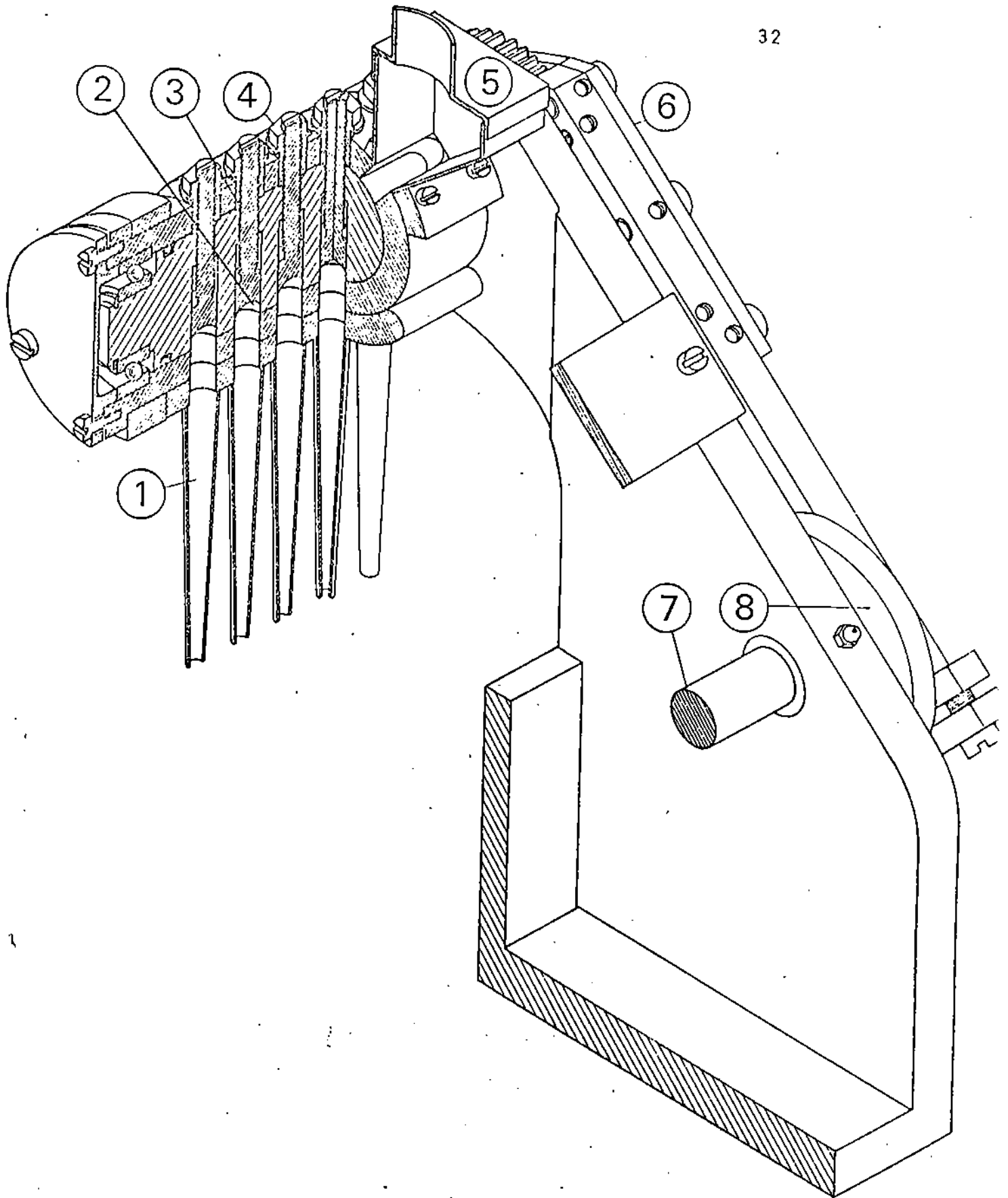
Lapuan patruunatehdas lähetti ruudista näytteen Kemira Oy:n Vihtavuoren tehtaille pyynnöllä, että siellä valmistettaisiin samanlaista ruutia. Vihtavuoren ilmoitettu, ettei se valmista tällaista ruutia, lähetettiin tilaus ranskalaiselle valmistajalle, mutta ei sieltäkään saatu ko. ruutia (Ptk. s. 20).

Vuoden 1973 Lapuan patruunatehtaalla verrattiin englantilaisen ICI:n ja Vihtavuoren ruutien ominaisuuksia. ICI suositteli Nobel-CK-laatuja n:o 2, 3 ja 4 ja lähetti kutakin laatua 1 kg kokeiltavaksi. Vuoden 1974 alussa Lapuan patruunatehtaalla suoritettiin koepuristuksia, joissa CK-4 osoittautui parhaaksi puristuvuudeltaan ja ampumaominaisuuksiltaan. Tämän jälkeen 3.5.1974 ICI



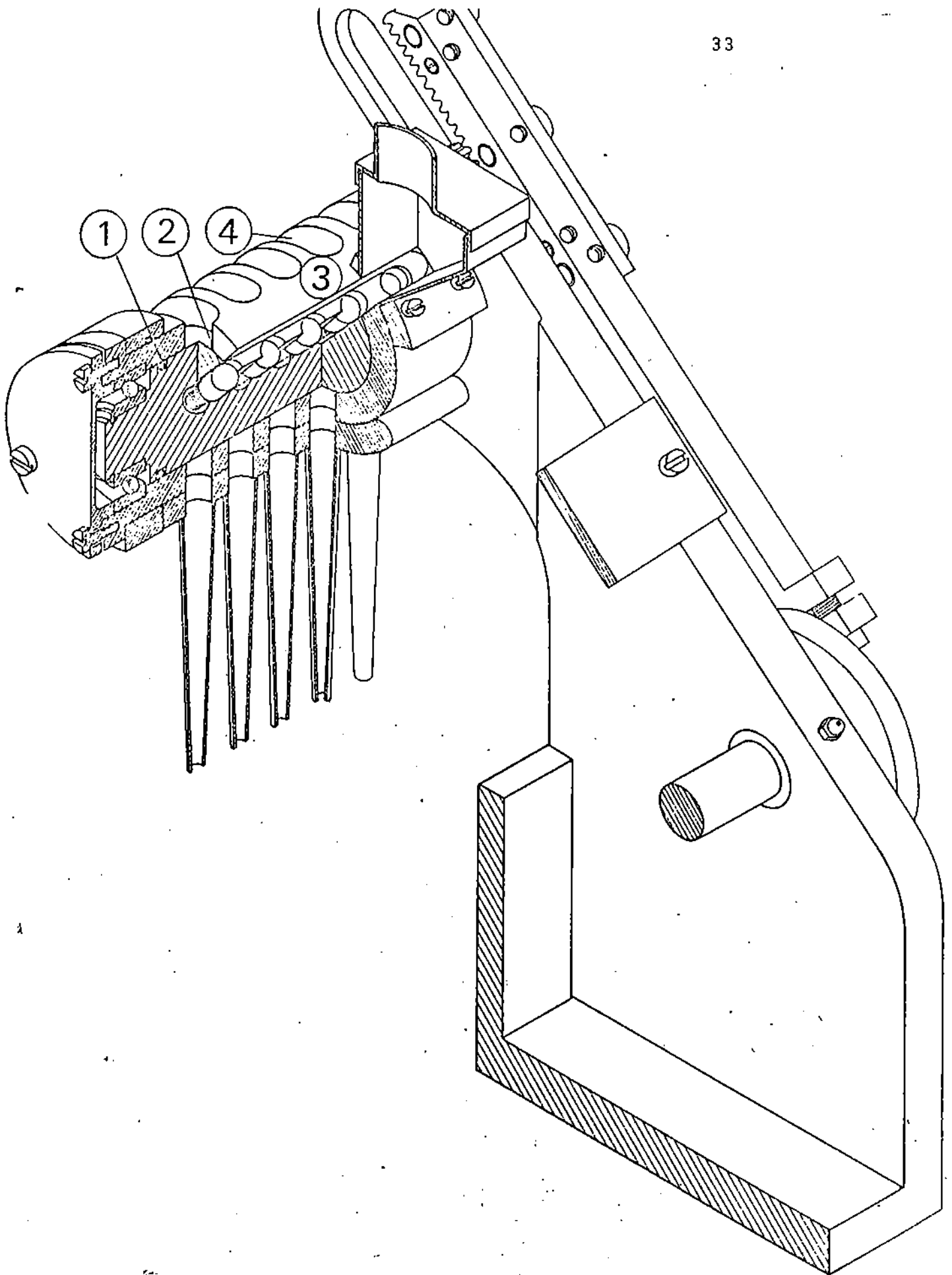
Kuva 17 Ruudittaja koottuna.

a) ruutiputki, b) ruutisuppilo, c) ruutipillit
 d) "tärisyttin" ei käytössä, e) ruutipillien
 lukitusvipu, f) käyttöakseli, g) kampipyörä,
 h) hammastanko.



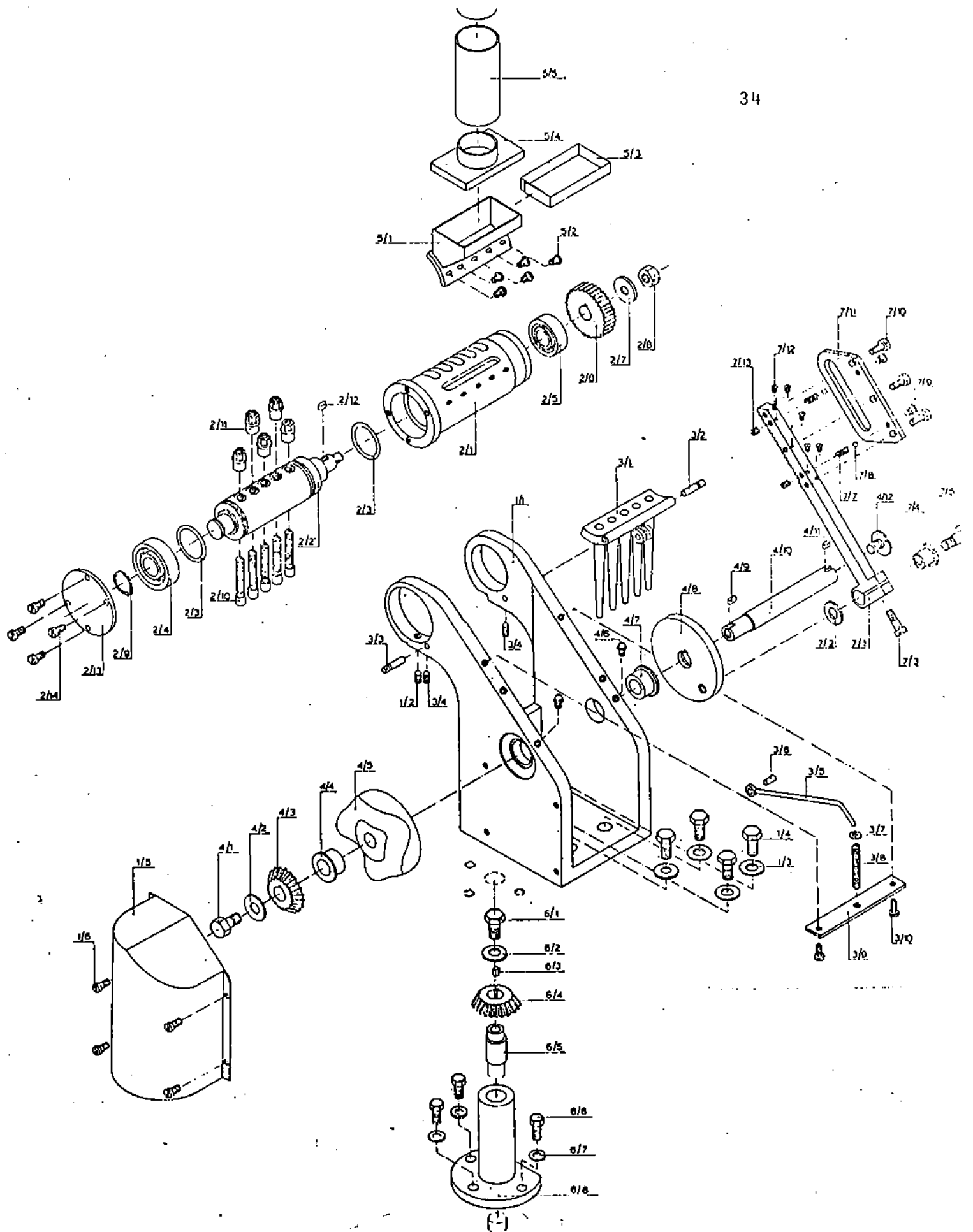
Kuva 18

Ruudittajan leikkaus annostelusylinterin ollessa ruu-
din pudotusasennossa annostelukupit pystysuoraan alas-
päin. 1) ruutipilli, 2) annostelukuppi, 3) mitta-
tilavuuden säätöruuvi, 4) säätöruuvin vastamutteri,
5) ruuditussuppilo, 6) hammastanko, 7) käyttöakseli,
8) kampipyörä.



Kuva 19

Ruudittajan leikkaus annostelusylinterin ollessa ruudintoasennossa, annostelukupit vinosti ylöspäin ruutisuppilosta tulevan reiän kohdalla. 1) tiivisterengas, 2) annostelukuppi, 3) kehto, 4) kehdon urat.



Kuva 20 Ruudittajan kokoonpanopiirros osanumeroineen.
Tähän numerointiin viitataan tekstissä.

Robotin toiminta ja häiriöt lataamo II:ssa

Robotin toiminta lataamo II:ssa siirron jälkeen (syksy 1974) oli edelleen koeajoa ja kehittelyä. Keskeyttämättömään tuotantoon ei koneella päästy minään vuonna. Robotin tuotantonopeudeksi on ilmoitettu 60000 patruunaa työvuoroa kohti (kapasiteetti noin 110000 kpl/työvuoro).

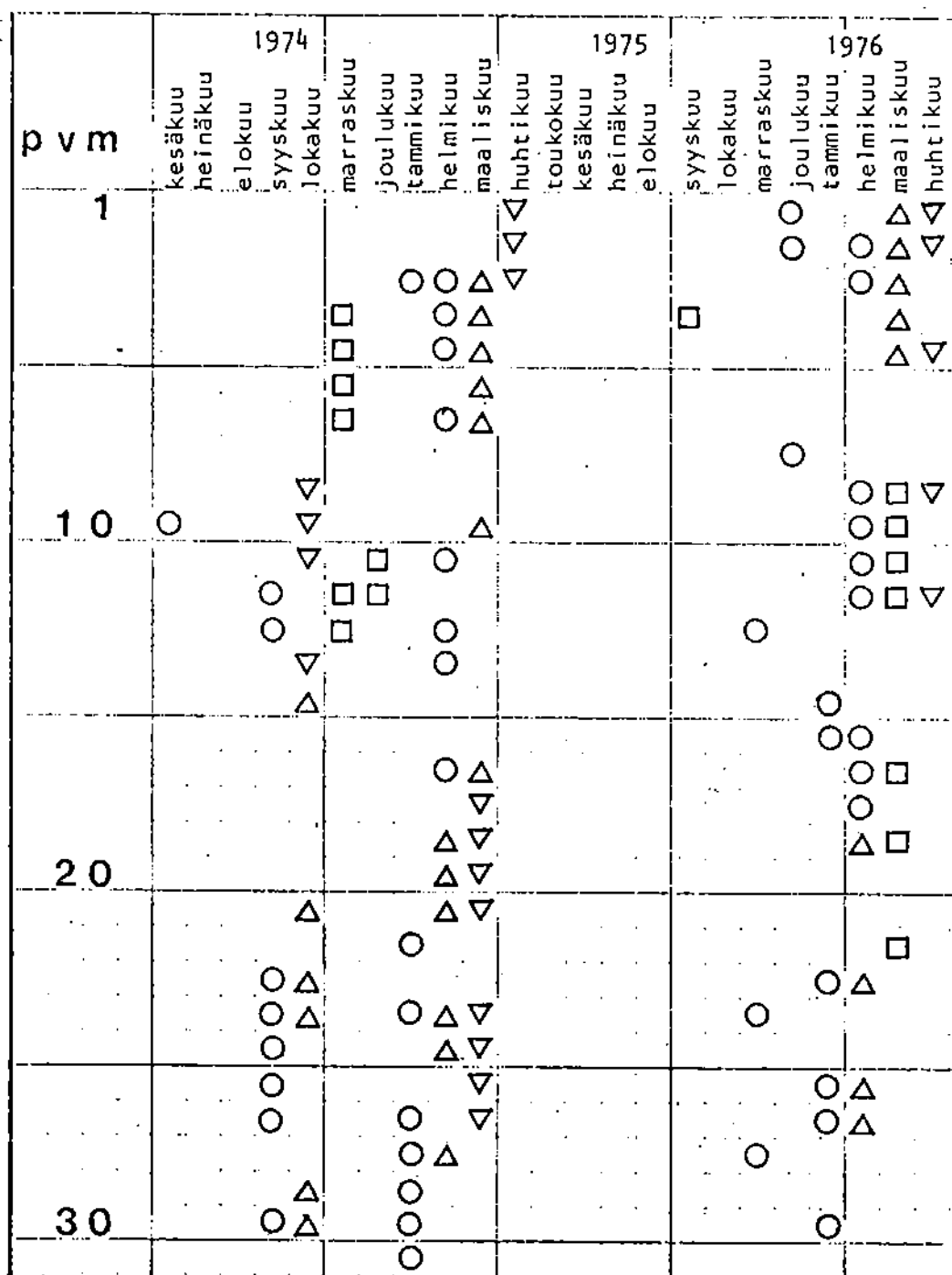
Kuvassa 21 on esitetty pulttipistoolin patruunoiden tuotanto päivän tarkkuudella (110 työpäivää nopeusmittauspöytäkirjojen perusteella, yhteensä n. 4 miljoonaa kappaletta).

Koeampumakeskuksessa tutkittiin päivittäinen panostuotanto koeammunnoin. Päivittäin n. klo 7.30 noudettiin koneilta 10 kpl valmiita patruunoita, jotka koeammuttii. Lisäksi lataamoista haettiin 2 tunnin välein patruunoita tarkistusammuntaa varten (Ptk s. 250).

Ruutimäärät punnittiin säännöllisesti ainakin 2 kertaa tunnissa sekä taukojen ja korjausten jälkeen. Punnitusta varten otettiin 5 tai 10 (esim. vihreä patruuna 10) peräkkäisen työiskun ruutiannokset mitta-astiaan koneen käydessä normaalinopeudella. Punnituksista pidetty kirja tuhoutui räjähdyksessä.

Patruunoiden kehittämävaiheessa oli niiden sulkeminen tuottanut vaikeuksia. Oli kokeiltu erilaisia hartseja, parafiinia ja vahaa, kunnes vuonna 1975 rakennettiin robotin yhteyteen lakkauslaite. Lakkauslaitteen rakentamisen aikana kone oli käyttämättömänä huhtikuusta marraskuuhun (kuva 21).

Lataamo II:ssa tehtiin robottiin lakkaus- ja kuivauslaitteen lisäksi mm. pääakselin keskilaakerointi. Vuoden 1976 aikana uusittiin patruunoiden poistopuikot ja laitettiin niihin jouset (Ptk. s. 434).



Kuva 21 6,3/16 Pulktipistoolin patruunoiden lataamine ruudilla Nobel CK-4, NL 8128, ICI, nopeusmittauspöytäkirjojen perusteella tarkasteltuna. Energia-arvot ja voimakkuutta osoittavat merkinnät ovat sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamista teknillisistä turvallisuusohjeista n:o 4.

Värimerkintä	punainen (hyvin vahva)	sininen (vahva)	keltainen (keskivahva)	vihreä (heikko)
Kuvassa käytetty merkki				
Energia-arvo	650 [±] 50	500 [±] 50	450 [±] 50	350 [±] 50
Vastaava ruutimäärä δ	303-292	270	225	190-205

Kone oli teknisesti monimutkainen, vaikeasti hoidettavissa ja siinä oli melko paljon häiriöitä. Asentaja oli jatkuvasti koneen vieressä (Ptk s. 266, s. 325). Mikäli asentaja poistui koneen luota pitemmäksi aikaa hän pysäytti koneen (Ptk s. 234, s. 327).

Robotilla olleita "häiriöitä" kuvataan kuulusteluissa mm. "jatkuvasti häiriöitä", "päivittäin häiriöitä" ja "joskus se saattoi toimia kokonaisen päivän". Koneella v. 1974 toiminut asentaja kuvaa esim. seuraavia häiriöitä: "hylsy saattoi ruttaantua yläsyöttäjän koukun ottaessa; kaksi kertaa hylsyn räjähtäminen; poistovaiheessa patruuna jäi pöytään kiinni." (Ptk s. 287, s. 288).

Ns. kaksoissytytysnallimassattuja hylsyjä saattoi olla hylsyjen joukossa. Ne saattoivat räjähtää yläsyöttäjässä, alasyöttäjässä ja hylsyn suun supistuksessa (Ptk s. 56).

Poliisitutkintapöytäkirjojen mukaan on robotin ympäristössä mm. yläsyöttäjässä ja alasyöttäjässä esiintynyt pölyä, jota on kuvattu mm. messingintapaiseksi pölyksi (Ptk. s. 75). Pienoiskiväärilataamosta otetuista näytteistä ja suoritetuista tutkimuksista päätellen on pöly ilmeisesti ollut nallimassapölyä. Pöly on voinut syntyä yläsyöttäjässä, kun hylsyistä lohjenneet nallimassakappaleet ovat jauhautuneet hylsyjen jauhamina pölyksi (LOT 610, s. 53).

Koneella sattui usein erilaisia häiriöitä esim. ruuti ei valunut, hylsy pullistui yms. Yleisin vika oli elementtien laakereiden vioittuminen, joka aiheutui hylsyelementin tukivarren vääntymisestä. Ruudin puristus ja hylsyn poimutus tuottivat myös vaikeuksia. Ruudittajaa ei jouduttu avaamaan vaan se toimi moitteettomasti (Ptk. s. 442).

Korjaus- ja säätämistoimintaa oli robotilla lähes jatkuvasti. Suullisen ohjeen mukaan oli ruutiputki tyhjentävä tulppahanasta alaspäin olevalta osalta korjauksia suoritettaessa. Punnituksen perusteella ruutimäärää säädettyä tulppahana oli auki. Tuotantoon liittyvät säädöt, kuten mittatilavuuden säätöruuvien ja eri asemien puikkojen säädöt, asentaja teki itsenäisesti. Korjaustöistä asentaja neuvotteli lataamon työnjohtajan kanssa. Tarpeen vaatiessa työnjohtaja kutsui viilaajan työkaluosastolta. Tällaista apua tarvittiin keskimäärin 1-2 kertaa viikossa. Lataamon työnjohtajan arvelun mukaan asentaja otti joitakin kertoja yhteyttä suoraan työkaluosastoon (LOT 610). Korjauksista ja säädöistä oli ainoastaan suulliset ohjeet. Ne suoritettiin lataamossa normaalin työaikana muun toiminnan ohessa.

III ONNETTOMUUTTA EDELTÄNEITÄ TAPAHTUMIA

Tapahtumia vuoden 1976 tammi-maaliskuussa

Robotti oli tuotannossa jaksottain; tammikuussa 6 työvuoroa, helmikuussa 13 ja maaliskuussa 12 työvuoroa. Ainoastaan maaliskuun ensimmäisen viikon kone toimi keskeytyksettä maanantaista perjantaihin. Tuotannon keskeytykset olivat päivästä neljään päivään (kuva 21).

Helmi-maaliskuussa koneella työskennellyt kertoo, että kone toimi koko päivänkin yhtämittaisesti, mutta sitten saattoi olla montakin häiriötä päivässä (Ptk. s. 325).

Häiriöitten ja keskeytysten syitä oli tällöin mm.:

1. Hylsyjen nostimen syöttöpuikot nousivat liian ylös, joutuivat ohjainlevyn reikiin ja vaurioituivat. Vaurioituessaan puikot vahingoittivat ohjainlevyä.
2. Puikot eivät nousseet tarpeeksi ylös, hylsy vaurioitui ja joutui ohjainlevyn ja pöytätason väliin.

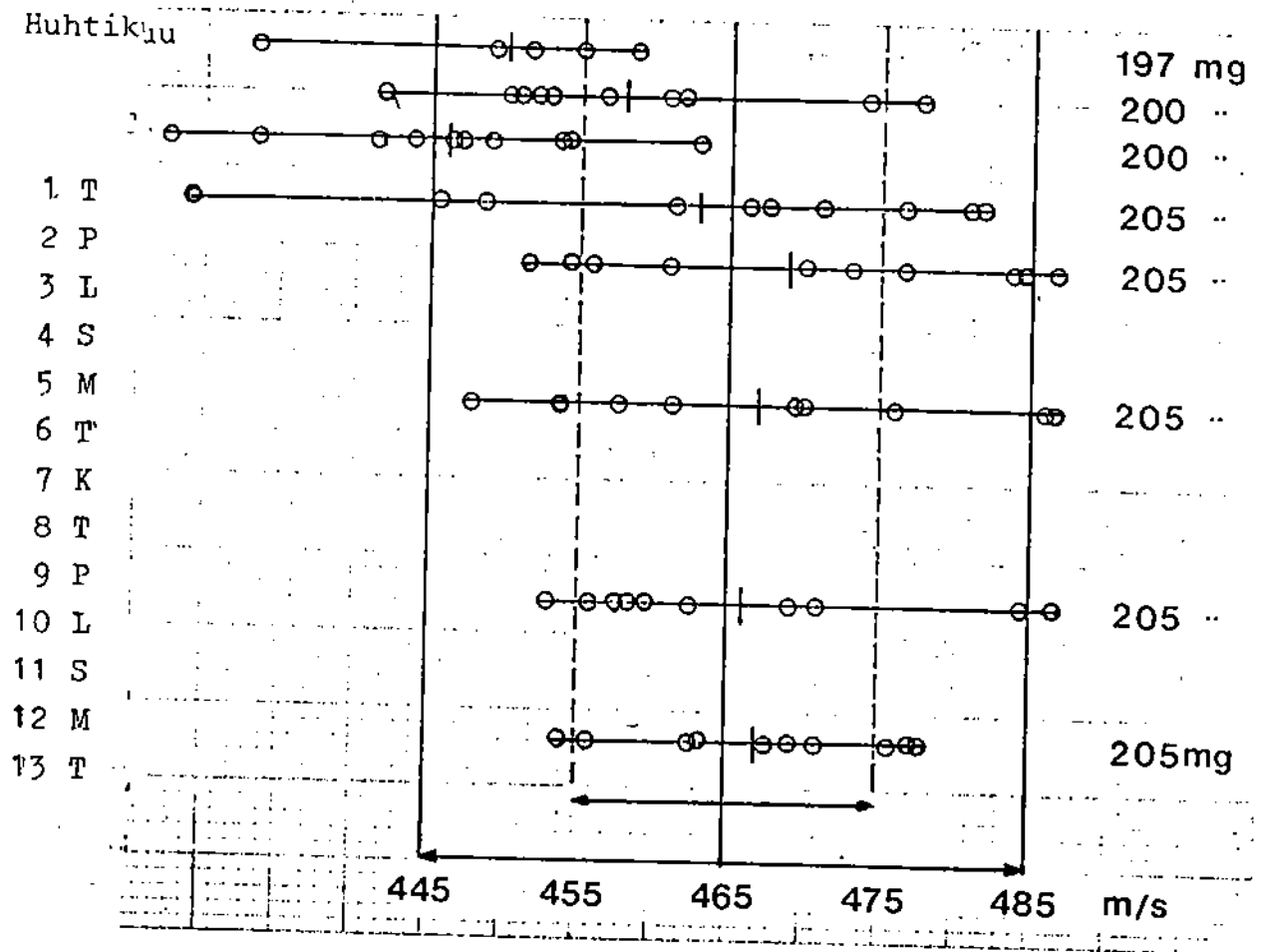
Puikkojen liikettä tarkkaili sekä mekaaninen että sähköinen varmistin mutta koneen liikkuvista massoista johtuen niiden toiminta oli liian hidasta. Virhetoimintojen yhteydessä saattoi myös hylsyissä oleva aloitemassa räjähtää.

3. Pöytä ei aina tullut oikeaan työasemaan. Pöytälevyn virheliike aiheutti koneen toimiessa joko yhden tai useamman työluistiin kiinnitetyn puikon F, D, E, C (kuva 15) osumisen mainitussa järjestyksessä hylsy-elementteihin. Elementti vääntyi ja se oli korjattava tai vaihdettava.

4. Hylsyn suun pyöristyksessä pääasiallisin vaikeus oli sopivan puristusvoiman säätäminen, jotta suusta olisi tullut tiivis eikä hylsy olisi pullistunut ja juuttunut ohjainlevyyn.
 5. Elementtien laakerit olivat vaurioalttiita (LOT 588 Ruutijyväsiä ja ruutipölyä pääsi koneen liukupinnoille ruutipillien ja hylsyelementtien välisestä noin 2 mm aukosta sekä hylsyelementin ja hylsyn välyksen kautta. Lisäksi koneelle laskeutui tehdassalissa leijailevaa pölyä. Koneen liukupinnat oli pidettävä puhtaana. Puhdistamiseen käytettiin pensseliä. Poliisitutkinnassa on kerrottu laakereiden vaurioituneen mm. siksi, että puhdistamiseen käytetyn pensselin josta oli joutunut liukupintojen väliin (Ptk. s. 432).
- Ruudittajassa ei ollut häiriöitä. Se toimi moitteettomasti. Ruudittajalle tulevan ruutiputken viettokulman sijaan oli liian pieni ja ruuti ei aina valunut kunnolla putkessa.

Tällä koneella tammikuusta 1976 lähtien työskennellyt asentaja (kuoli räjähdyksessä) ei pitänyt kertoman mukaan koneella työskentelystä, kun se niin usein piti hajoittaa ja korjata (Ptk. s. 327).

Lapualla valmistetun pulttipistoolin voimakkaimman patruunatyypin, punaisen, valmistus lopetettiin maanantaina maaliskuun 22. päivänä. Heikoimman patruunatyypin, vihreän, valmistus aloitettiin mittauspöytäkirjojen mukaan torstaina huhtikuun 1. päivänä (kuva 21). Tätä ennen vihreitä patruunoita valmistettiin maaliskuun-huhtikuussa v. 1975.



Kuva 22 Vihreän pulttipistoolin patruunan koeammuntojen tulokset vuoden 1976 huhtikuun aikana. Pystyviivalla on merkitty keskiarvo. Tavoitteena oli määrittää panoksen paino patruunalle siten, että se antaa 222 kaliiperiselle luodille ($\phi 5,60 +0,03$) ammuttaessa nopeuden (V_{10}) keskiarvoksi 465 ± 10 m/s, yksittäisen laukauksen saadessa poiketa 465 ± 20 m/s. Luodin paino 3,2 g.

Tapahtumia huhtikuun 1...12 päivinä

Työmääritysten edellyttämät vihreän patruunan säätöarvot saatiin kohdalleen huhtikuun 1. päivänä. Tosin koeammuntojen yksittäisissä laukauksissa oli edelleen liian paljon hajontaa (kuva 22).

Työmääritysten edellyttämien säätöarvojen saamisessa on ollut vaikeuksia. Mm. onnettomuuden jälkeen tehdyissä tutkimuksissa on ilmennyt, että vihreän patruunan

ruutimäärällä (190...205 mg) mittatilavuuden säätöruuvi (kuva 20, osa 2/10) kosketti ruudittajan kehtoa (osa 2/ (kuva 34). Säätöruuvien liikettä ja mainittujen osien kosketusta ei voinut nähdä. Kosketus ja ylisäätö oli mahdollista, koska säätöruuvissa ei ollut säädön rajoitinta.

Noin kaksi viikkoa ennen onnettomuutta antoi tehtaan johto määräyksen, että patruunan suun supistusta piti tiukentaa. Tehtävänannon yhteydessä keskusteltiin kolmesta vaihtoehdosta. Oli mahdollista säätää puristusta tai tehdä toisenmuotoiset pyöristyspuikot (kuva 15 osa E) taikka poistaa puikkoihin asennetut jouset. Hylsytuiden supistus oli ollut parempi ennen jousien asentamista (Ptk. s. 38).

Robotin alun perin koonnut viilaaja totesi onnettomuutta edeltäneenä keskiviikkona (7.4.), että pöytälevy liikkui jäykästi. Seuraavana päivänä hän purki robotin yhdessä sitä hoitaneen asentajan kanssa. Silloin ilmeni, että pöydässä ollut hylsyelementti oli vääntynyt (elementin laakerin vaurioituminen). Osa vaihdettiin. Tämän työn aikana miehet olivat keskustelleet em. patruunan suun supistuksen kiristämisestä ja mittailleet hylsyjä. Perjantaina 9.4. oli asentaja näyttänyt viilaajalle muutamia patruunoita kertoen olevansa tyytyväinen tulokseen. Supistus oli saatu tiukemmaksi patruunan pullistumatta liikaa (Ptk. s. 245).

Liian voimakkaan puristuksen seurauksena hylsy saattoivat pullistua ja tarttua asemaansa niin etteivät ne poistuneetkaan asemassa 21. Perjantaina tai onnettomuuspäivää edeltäneenä päivänä (maanantai 12.4.) asentaja näytti lataamon työnjohtajalle patruunoita, joita asentaja piti hyvinä (Ptk. s. 55).

Ruutiullakon ruutisuppilosta otettiin ruutinäytteet tiistaisin ja perjantaisin. Robotin ruudista ei otettu

näytteitä onnettomuutta edeltäneellä viikolla, koska näytteen ottaja oli todennut (6.4. ja 9.4.), ettei robotti ollut käytössä. Näytteen ottajan kysymykseen asentaja oli vastannut, ettei hän saa robottia kuntoon. Koneen vikaa hän ei kuitenkaan selittänyt (Ptk. s. 255). Kone saatiin kuntoon perjantaina puoleen päivään mennessä. Maanantain kone kävi moitteettomasti ja säädöt olivat kohdallaan (kuva 22).

Tapahtumia lataamo II:ssa onnettomuusaamuna
klo 07.00-07.42

Tapahtuma-aamuna olivat käytössä muut latauspöydät ja latauskoneet paitsi vanha Manurhin ja pohjanal-
lien latauspöytä (inv.n:o 1677).

Lataamon työnjohtaja suoritti aamun työjärjestelyt ja kierroksen lataamossa. Robotin ja Manurhinin luona olivat työntekijät, mutta olivatko koneet toiminnassa, sitä hän ei pannut merkille (Ptk.s.48). Työnjohtaja palasi kierrokseltaan arvionsa mukaan n. klo 07.15-07.20 työhuoneeseen sa.

Jonkin ajan kuluttua hän meni työhuoneensa alapuolella olevaan ns. viilarinkoppiin, jossa tällöin oli neljä asentajaa (Ptk.s.49). Työnjohtajan käynti ajoittuneen n. klo 07.25-07.30 (Ptk. s. 110). Robotin asentaja sanoi menevänsä ruutiullakolle, uudella Manurhinilla toiminut asentaja kertoi menevänsä koneensa luo ja muutkin asentajat lähtivät hallin perälle päin. Jompi kumpi viimeksi mainituista asentajista oli huutanut robotin asentajalle: "Odota tulen mukaan". (Ptk. s. 49).

Sitä, tarkoittiko tämä asentaja ruutiullakolle menoa tai jotain muuta, ei työnjohtaja tiennyt (Ptk. s. 50). Poliisikuulustelujen mukaan muiden kuin robotin asentajan ei ole havaittu käyneen ruutiullakolla onnettomuusaamuna (Ptk. s. 89). Muut asentajat kävivät ullakolla pareittain, mutta robotin asentaja yksin (Ptk. s. 67, 95)

Työnjohtajan käsityksen mukaan asentajat olivat olleet työskentelemässä ennen kuin hän tapasi heidät viilarinkopissa (Ptk. s. 54).

Onnettomuusaamuna robotin asentaja käynnisti koneen n. klo 07.20. Koneen käytyä n. 2-3 minuuttia, totesivat koneella työskennelleet vaihetyöntekijät, että koneesta tuli liian keveitä patruunoita. Asentaja pysäytti koneen ja totesi, että ruutia ei tule koneeseen (Ptk. s. 94). Vaihetyöntekijän kertoman mukaan ruutipään irrottuaan asentaja oli todennut, että ruuti onkin loppunut. Asentaja otti ovipielessä vasemmalla, lataamon puolella, olleen ruutiullakon avaimen sekä tyhjältä näyttävän säkin ja meni ullakolle. Asentajan tultua takaisin ullakolta ja laitettua avaimen paikalleen oli vaihetyöntekijän kertoman mukaan kello lataamon seinällä 07,30 tai minuutin yli (Ptk. s. 78).

Asentaja alkoi kiinnittää ruutipäätä paikoilleen ja vaihetyöntekijä siirtyi robotilta n. 13-14 m päässä olevan pakkauspöydän luo, josta seurasi koska asentaja saisi koneen käyntiin. Hän oli havainnut robotin olleen pysähdyksissä, mutta ei ole varma onko sillä tehty koekäynnistystä ennen onnettomuutta (Ptk. s. 95-96).

Tutkimusten mukaan koneella on tehty koekäynnistys ruudin lisäämisen jälkeen, koska onnettomuushetkellä koneeseen jääneet patruunat olivat 10 % liian raskaita (patruunan ruutimäärä oli 218 mg) (LOT 545). Viimeisenä havaintonaan ennen onnettomuutta, voimatta kuitenkaan sanoa kuinka paljon ennen, vaihetyöntekijä oli todennut robotin asentajan olleen robotin vieressä ja uuden Manurhinin asentajan korjanneen Manurhinia. Tämä kone oli ollut pysähdyksissä räjähdys hetkellä (Ptk. s. 95).

Eloonjääneiden työntekijöiden kertomusten perusteella on selvitetty verrattain yksityiskohtaisesti lataamossa

työskennelleiden työkohteet ennen onnettomuutta Pelastustoimiin osallistuneiden työntekijöiden kertomusten perusteella on selvitetty vainajien löytöpaikat. Työkohteet ja löytöpaikat on esitetty poliisitutkintapöytäkirjojen liitteessä n:o 1.

Tilanne ruutiullakolla onnettomuusaamuna

Onnettomuusaamuna ruutia ei tuotu ruutiullakolle. Edellisenä päivänä oli tyhjät ruutiastiat poistettu ullakolta ja samalla oli kirjoitettu lapulle ruutien sijainti ja määrä. Tämä lappu oli viety työnjohtajan pöydälle, mutta sitä ei onnettomuuden jälkeen ole löydetty. Kuvassa 23 esitetty ruutien sijoittelu ruutiullakolla onnettomuushetkellä ei sen vuoksi yksityiskohdissaan liene aivan todellisuutta vastaava, koska se perustuu epävarmoihin muistitietoihin ja joihinkin kirjapitoon perustuvien laskelmien yhdistelmiin (LOT 29, 84 ja 610).

Ruumassa 1 oli yksi ruudin syöttösuppilo, josta johti ruutiputki pulttipistoolin patruunain latauskoneeseen eli robottiin. Ruumassa oli 4-5 laatikkoa á 25 kg Nobel CK Powderia n:o 4, siis yhteensä 100-125 kg ruuti.

Ruumassa 2 oli kaksi ruudin syöttösuppiloa, joista toinen johti uuteen Manurhin-latauskoneeseen ja toinen revolverin patruunoiden käsilatauspöytään n:o 1456. Uudella Manurhinilla ladattiin paukkupatruunoita käyttämällä ruutia N 310. Käsilatauspöydässä ladattiin Smith & Wesson patruunoita .38 S & W ruudilla N 340.

Ruumassa oli 50 kg ruutia N 340. Ruutiullakolla oli paukkupatruunaruutia N 310 kahteen ruumaan sijoitettuna yhteensä noin 10-12 pakkausta á 22 kg. Määräysten mukaisesti kussakin ruumassa sai säilyttää enintään 200 kg ruutia. Jos määräyksiä on noudatettu on tässä ruumassa voinut olla ruutia N 310 enintään 6x22 kg = 132 kg. Näin ollessa ruumassa olisi ollut ruutia yhteensä noin 180 kg.

Ruumassa 3 oli kaksi ruudin syöttösuppiloa. Toinen johti vanhaan Manurhin-latauskoneeseen, joka ei ollut käytössä 13.4.1976 ja toinen kiväärinpatruunoiden käsilatauspöytään n:o 1468. Jälkimmäisessä käytettiin kivääriruutia 276/44, jota ullakolla on kerrotun mukaan ollut 4-5 laatikkoa á 60 kg. Jos määräyksiä on noudatettu on ruumassa voinut olla enintään kolme pakkausta á 60 kg tätä ruutia eli yhteensä noin 180 kg ruutia.

Ruumassa 4 ei ollut ruudin syöttösuppiloita. Ruumassa on mahdollisesti ollut muutama pakkaus á 22 kg ruutia N 310 ja 1-2 pakkausta ruutia 276/44. Ruumassa on voinut olla yhteensä noin 60-120 kg ruutia.

Ruumassa 5 oli ruudin syöttösuppilo, joka johti pohjanallien käsilatauspöytään n:o 1677. Käsilatauspöytä ei ollut käytössä 13.4.1976. Ruumassa oli Wasag AG:n mustaruutia noin 10 kg sekä mahdollisesti ruutia N 310 noin 50 kg. Ruumassa oli ruutia enintään 60 kg.

Ruumassa 6 oli ruudin syöttösuppilo, joka johti pistoolinpatruunoiden käsilatauspöytään n:o 1511. Siinä ladattiin 9 mm lyijyluotipatruunoita ruudilla N 310, jota lienee ollut ruumassa noin 4 pakkausta á 22 kg eli yhteensä noin 90 kg ruutia.

Ruudin seulontavaunussa oli ruutia Nobel CK-4 noin 10 k (LOT 554).

Ruutiullakolla oli siis kaikenkaikkiaan ruutia noin 680-770 kg. Lisäksi on ruutiputkissa ja syöttösuppiloissa ollut ruutia.

Tutkijalautakunnalle annetun ilmoituksen mukaan (LOT 84 ruumissa olleet ruudit oli pakattu seuraaviin pakkauksiin:

Nobel CK-4 ruuti oli paperipussilla päällystetussa muovipussissa pakattuna puulaatikkoon. Pistooliruuti N 310 ja haulikkoruuti N 340 olivat muovilla vuoratussa pahvilieriössä. Paukkupatruunaruuti N 310 oli kangaspussissa metalliastiassa, jonka ympärillä oli puukehikko. Kivääriruuti 276/44 oli kangaspussissa peltilaatikossa, joka oli umpinaisessa puulaatikossa. Mustaruuti oli kangaspussissa, joka oli puulaatikossa.

Lataamo II:n tavoitteellinen päivätuotanto 13.4.1976

Pulttipistoolin patruunan latauskoneen eli robotin tuotantonopeudeksi on ilmoitettu 60 000 patruunaa, 0,205 g (maks. vihreä) ruutia patruunaa kohti. Kulutus oli siis 12,3 kg Nobel CK-4 ruutia työvuoroa kohti.

Uudella Manurhinilla oli normaali tuotantonopeus noin 10 000 patruunaa tunnissa. Keskeytyksetön tuotanto olisi siis voinut olla 80 000 patruunaa työvuoroa kohti. Eri tekijöistä johtuen on Lapuan patruunatehdas kuitenkin arvioinut tuotannon vain 50 000 patruunaksi ladattaessa puuluotista paukkupatruunaa. Näissä patruunoissa oli 0,65 g ruutia, joten kulutus yhden työvuoron aikana oli 32,5 kg ruutia N 310.

Vanha Manurhin ei ollut käytössä 13.4.1976.

Käsilatauspöydän n:o 1456 tuotanto oli 26 000 kpl .38 S & W revolveripatruunaa á 0,23 g ruutia. Kulutus c siis 6,0 kg ruutia N 340 työvuoroa kohti.

Käsilatauspöydän n:o 1468 tuotanto oli 12 000 kpl kiväärin patruunoita 7,62x51/D 46 á 2,7 g ruutia. Kulutus oli siis 32,4 kg ruutia 276/44 työvuoroa kohti.

Käsilatauspöytä n:o 1677 ei ollut käytössä.

Käsilatauspöydän n:o 1511 tuotantonopeus oli 60 000 kpl 9 mm parabellumpatruunoita á 0,2- g ruutia. Kulutus oli siten 16,8 kg ruutia N 310 työvuoroa kohti.

Onnettomuuspäivän tuotanto-ohjelmalla olisi ollut ruuti kulutus noin 100 kg. Ruutiullakolla ollut ruutimäärä olisi siis riittänyt yli viikon tuotantoon ja ruutiulla kolla sallittu ruutimäärä noin kahdeksi viikoksi.

IV HAVAINNOT RÄJÄHDYKSESTÄ

Lataamorakennuksessa olleiden kertomia havaintoja

Lataamorakennuksessa räjähdysketkellä olleista eloonjääneistä oli 12 varsinaisessa lataamohallissa, viisi purkaamossa ja yksi sosiaalituloissa. Kaikki kertovat yht'äkkisestä ilmiöstä ja pimenemisestä, josta ei ollut minkäänlaista ennakkovaroitusta. Äänihavaintoja on esitetty vähän. Yhdessä kertomuksessa kuvataan ääntä ison ilmapallon rikkoutumista muistuttavaksi. Monet luulivat räjähdysten sattuneen juuri heidän omassa työkohteessaan. Mitään sellaista havaintoa räjähdyksestä ei ole kerrottu jonka perusteella olisi voitu paikantaa räjähdysten lähtökohta tai leviämistapa (Ptk ss. 87-159).

Havainnot lataamon ulkopuolelta

Lataamon ulkopuolella on räjähdys yleensä ensimmäiseksi havaittu räjähdysäänestä. Näköhavainnot on tehty yleensä vasta, kun katse on käännetty äänen perusteella räjähdysten suuntaan. Poikkeuksen tästä muodostaa Lapuanjoen eteläpuolelta Tikantien päästä noin 220 m ruutiullakosta lounaaseen tehty havainto. Havainnon tekijä istui traktorissa, jonka moottori oli pysäytetty katsellen patruuna-tehtaan suuntaan. Tällöin hän huomasi, kuinka lataamo II eteläpäädyn ikkunoista näkyi tulta.

Tämän jälkeen hän havaitsi koko rakennuksen nousevan. Vielä hän ehti todeta kuinka kattorakennelmat irtosivat ennen kuin alue peittyi sankkaan pölyyn. Pölynmuodostuksen jälkeen hän vasta kuuli räjähdysten äänen, joka ei hänen mielestään ollut erikoisen kova tai terävä (Ptk s. 199).

Tehtaan päärakennuksen toisesta kerroksesta noin 130 m päässä ruutiullakosta suoraan länteen ollut havaitsija totesi siniharmaan sienimäisen savupatsaan nousseen

ruutiullakon kohdalta. Hän kertoi myös nähneensä kuinka tulen lieskat olivat lyöneet lataamon sisällä sen pohjoispäätyyn asti. Tämän jälkeen kattorakennelma oli noussut jonkin verran ja sitten pudonnut alas (Ptk ss. 220-221).

Rakenteilla olleen uuden pienoiskiväärilataamon kohdalla noin 80 m lataamosta itään oli kaksi miestä paikassa, josta näkyi vain lataamon pohjoisosa. Toinen oli selin ja toinen katse lataamoon päin. Räjähdysäänen kuultuaan jälkimmäinen näki arviolta noin 20 m läpimittaisen tulipallon ruutiullakon paikkeilla. Itse ruutiullakkoa ei paikasta näkynyt. Pallon ollessa näkyvissä oli lataamon peltikatto aaltoillut. Selin lataamoon ollut henkilö oli kääntynyt lataamon suuntaan kuultuaan jyrähdyksen. Tällöin hän oli nähnyt mustan savupilven. Hän ei havainnut tulipalloa eikä katon aaltoilua (Ptk s. 214).

Eräässä 480 m päässä lataamosta lounaaseen olevassa rakennuksessa ollut kertoo kuulleensa suihkuhävittäjää tai pommin ujellusta muistuttavaa ääntä ennen kuin kuuli kovan räjähdysäänen. Ujelluksen syynä on voinut olla urheilukentälle lentänyt ilmankostuttimen osa, joka räjähdyksen jälkeen löytyi noin 100 m tästä havainnon tekijästä (Ptk s. 226).

Yleensä kerrotaan yhdestä räjähdysäänestä. Niissä tapauksissa, joissa on kuultu useampia ääniä nämä selittynevät kaikuja avulla tai sillä, että värinä on edennyt maan kautta nopeammin kuin ääni ilman kautta. Luvussa V selvitetään eräiden räjähdyskohdasta kauempana olleiden henkilöiden havaintoja ja toimenpiteitä joihin he ryhtyivät.

Muutamit kuulusteltavat ovat kertoneet nähneensä savupatsaassa ihmistä muistuttaneen möhkäleen (Ptk s. 199 ja 33).

V PELASTUS- JA MUU TOIMINTA ONNETTOMUUDEN JÄLKEEN

Hälyttämiset

Patruunatehtaan sijainnin ja räjähdysen voimakkuuden takia onnettomuus havaittiin välittömästi. Hälytyksiä tehtiin poliisille, palokunnille ja sairaaloihin nopeasti. Lapuan poliisiasemalle ilmoitettiin onnettomuudesta klo 7.45. Sieltä hälyytettiin edelleen Lapuan palokunta ja sairaankuljetus. Poliisiasemalle ensimmäisen hälytyksen tehnyt henkilö oli räjähdyshetkellä sisällä noin 150 m päässä onnettomuuspaikasta luoteeseen. Hän havaitsi ikkunoiden lentävän sisään ja kuuli useita sekunteja kestäneen voimakkaan kumean räjähdysään. Lataamon suunnassa hän havaitsi taivaalla rakennusjätteitä ja sienimäiseksi patsaaksi leviävää savua, jonka keskiosassa oli tulenlieska.

Lapualla samana päivänä vallinneesta puhelinhäiriöstä huolimatta hälytys saatiin heti myös Seinäjoen paloasemalle Ylistaron palomestarin autoradiopuhelinhälytyksenä. Hän oli onnettomuushetkellä autossaan muutaman sadan metrin päässä onnettomuuspaikasta. Hän havaitsi auton vavah-tavan voimakkaasti ja näki Lapuan Patruunatehtaan suunnasta nousevan mustavalkoisen sienimäisen savupatsaan.

Lapuan terveyskeskukseen tuli poliisin ilmoituksen lisäksi useita hälytyksiä. Seinäjoen keskussairaala sai onnettomuudesta tiedon palokunnalta ja sen jälkeen poliisilta noin klo 7.55.

Pelastustoimet, ensiapu ja sairaankuljetus

Välittömästi räjähdysen jälkeen tehtaan työntekijät tulivat paikalle ja auttoivat ensimmäiset loukkaantuneet sairasautoilla ja paikalla olleilla yksityisautoilla terveyskeskukseen.

Ensimmäiset kaksi sairaankuljetusautoa tulivat onnettomuuspaikalle noin klo 7.46 ja seuraavat kaksi klo 8.00-8.10. Klo 8.10-8.20 paikalle tuli seitsemän sairaankuljetusautoa. Sairaankuljetuksessa oli yhteensä 12 sairautta. Viimeisenä saapuneet kolme autoa voitiin palauttaa suoraan asemapaikalleen. Loukkaantuneet siirrettiin aluksi suoraan noin kilometrin päässä olevaan Lapuan terveyskeskukseen. Sen jälkeen kun patruunatehtaan terveydenhoitaja järjesti loukkaantuneiden kokoamispaikan tehtaan pääportille siirrettiin loukkaantuneet sinne samoin kuin myöhemmin tilikonttorin taaksen järjestettyyn toiseen kokoamispaikkaan. Näistä loukkaantuneet kuljetettiin välittömän avun jälkeen terveyskeskukseen. Lähes kaikki loukkaantuneet oli siirretty terveyskeskukseen noin tunnin kuluessa räjähdyksestä.

Terveyskeskus oli noin 15 minuutissa hälytyksestä valmiin loukkaantuneiden vastaanottamiseen. Klo 8.30 terveyskeskuksessa oli lääkärin lisäksi 25 sairaanhoitajaa ja 13 apuhoitajan tai vastaavan koulutuksen saanutta henkilöä.

Ensimmäiset loukkaantuneiden kuljetukset terveyskeskuksesta Seinäjoen keskussairaalaan alkoivat noin klo 8.05 sekä laajempaan noin klo 8.20-8.30. Keskussairaalaan oli hälytyksen jälkeen suoritettu katastrofihälytys ja sairaala oli valmis ottamaan vastaan ainakin 50 loukkaantunutta. Seinäjoen keskussairaalaan oli räjähdyshetkellä sekä yö että päivävuoron henkilökunta paikalla, mm. sairaalan kirurgit. Keskussairaalaan lähti onnettomuuspaikalle lääkintäryhmä, joka oli Lapualla noin klo 8.30. Yhteiset Lapuan terveyskeskuksen ja Seinäjoen keskussairaalan välillä olivat hälytyksen jälkeen tukossa niin, että kesti noin puoli tuntia ennen kuin sinne saatiin tarvittavat tiedot potilaiden määrästä ja vammojen laadusta. Lapuan terveyskeskuksen ja Seinäjoen keskussairaalan välistä yhteydenpitoa hoiti klo 8.55 alkaen poliisiradio.

Raunioissa olevien pelastamiseksi tarvittavaa raivauskalustoa saatiin paikalle siten, että käytettävissä oli BL 100 pyörökuormaaja klo 8.53, kaivinkone ja tukkinosturi klo 9.00 sekä myöhemmin mm. kaksi autonosturia.

Viimeiset loukkaantuneet pelastettiin raunioista noin klo 9.10 mennessä.

Arvioita pelastustoiminnasta

Vuorokauden ajankohdan takia oli hälytysvalmius paikkakunnalla hyvä. Riittävä sairaanhoito ja ensiapuhenkilökunta oli lähes välittömästi käytettävissä. Samoin raivauskaluston saaminen onnettomuuspaikalle oli ripeää. Onnettomuuspaikalla vallinnut räjähdysuhka ja patruunoiden räjähtely ja tulipalot sekä epätietoisuus lataamossa työssä olleista vaikeuttivat pelastustoimintaa. Toimintaa osittain vaikeutti myös automaattisen puhelinverkoston tukkeutuminen.

Sammutustyöt

Sammutustyön aloitti Lapuan patruunatehtaan palokunta. Lapuan kauppalan palokunta oli onnettomuuspaikalla klo 7.55 ja Seinäjoen palokunta klo 8.10. Onnettomuuspaikan tulipalot sammutettiin klo 8.20 mennessä, jonka jälkeen palokunnat keskittivät pelastustyöhön (LOT 193). Pelastustyöhön osallistui noin 10 paloautoa ja 130 palomiestä sekä 55 miestä Kauhavan varuskunnasta ja noin 20 henkilöä patruunatehtaalta ja muualta.

Palokunnat poistuivat onnettomuuspaikalta klo 15.20 mennessä, jolloin vastuu jälkivartioidinnista siirtyi patruunatehtaan palokunnalle ja Ilmasotakoululta tulleelle sotilasosastolle. Poliisi oli sulkenut alueelle johtaneen tiestön heti onnettomuuden jälkeen ja suoritti liikenteen ohjauksen.

Sammutus ja pelastustyön johto

Sammutus- ja pelastustyötä onnettomuuspaikalla johti Seinäjoen palopäällikkö apunaan muut palopäälliköt, joille hän oli jakanut vastuualueet. Poliisitoimintaa johti Lapuan nimismies. Hän kokosi klo 10.00 johtoryhmän, johon kuuluivat hänen lisäksi Lapuan palopäällikkö, patruunatehtaan edustaja sekä Ilmasotakoulun lähettämän hälytyskomennuskunnan johtaja.

Yhteenveto

Ensiapu, sammutus- ja pelastus- sekä sairaankuljetus- ja sairaalatoiminta on tapahtunut lautakunnan mielestä olosuhteisiin nähden kokonaisuutena hyvin.

Pelastusvalmiuden edelleen tehostamiseksi on räjähdysvaarallisia aineita valmistavilla ja käsittelevillä teollisuuslaitoksilla oltava toimintavalmiudeltaan riittävä pelastusorganisaatio ja ennalta laadittu pelastus- ja katastrofisuunnitelma, joka on työntekijöiden, paikallisten palokuntien ja sairaaloiden tiedossa. Suunnitelman käytännön soveltamista on riittävän usein myös harjoitettava.

Lapuan patruunatehtaan räjähdysonnettomuuden pelastustoitinnasta toimenpide-ehdotuksineen on sisäasiainministeriössä laadittu tutkimusraportti (LOT 193). Sairankuljetuksesta on Sairankuljetus r.y.:n muistio (LOT 291).

VI RÄJÄHDYKSEN ALKUKOHTA, LEVIÄMINEN JA SEURAUKSET

Räjähdyksen alkukohta

Räjähdys (detonaatio) ja palo kuudessa ruudin syöttöjärjestelmässä on edennyt ruutiullakolta alaspäin ja ainoastaan robottiin johtavassa syöttöjärjestelmässä se on edennyt alhaalta ylöspäin (kuva 24).

Luvussa VII esitetään tärkeimmät tutkimusmenetelmät, joilla ruudin syöttöjärjestelmän löydetty osat on voitu tunnistaa tiettyyn latauskoneeseen kuuluviksi ja joissa räjähdysten etenemissuunnat on voitu määrittää.

Tutkimusten perusteella havaitut räjähdysten etenemissuunnat voivat selittyä kahdella tavalla. Joko räjähdys on saanut alkunsa robotista tai ruutiullakolta jossakin ruumista 2..6 olleista ruudin syöttöjärjestelmistä. Jos jälkimmäinen oletus on oikea niin robotin ruudin syöttöjärjestelmässä havaittu räjähdysten etenemissuunta johtuu siitä, että räjähdys robotissa on alkanut sirpaleitussuppiloon (kuva 20, osa 5/1) osuneesta sirpaleesta tai muusta robotin ulkopuolisesta lähtökohdasta.

Räjäytyskokeissa on messinkiputken sirpaleille saatu sellaisia nopeuksia, että ne pystyisivät lävistämään toisen messinkisen ruutiputken jopa neljän metrin päässä ja sytyttämään siinä olevan ruudin (LOT 416, LOT 610 s. 44). Näiden kokeiden perusteella sirpaleesta syttyminen rajoittuisi Lapualla alkaneeksi ruuman 2 syöttöjärjestelmistä. Sirpaleesta syttymiseen viittaavia todisteita ei tutkimuksissa ole kuitenkaan voitu osoittaa ruuman 2 syöttöjärjestelmistä. Todisteita muistakaan robotin ulkopuolisista lähtökohdista ei ole ilmennyt.

Kokeiden ja tutkimusten perusteella on todennäköinen räjähdysen lähtökohta joko robotin ruudittajan annostelusylinterin (kuva 20, osa 2/2) annostelukuppi(2/10) annostelusylinterin (osa 2/2) tiivisterengasura. Annostelusylinterin kehdon syöttöaukossa CK-4 ruudin palaminen muuttui räjähdykseksi jatkuen ruudin syöttöputkiston kautta ruutiullakolle.

Ruuti on voinut syttyä annostelukupissa kohdassa a) ja tiivisterengasurassa kohdassa b) esitetyillä tavoin.

a) Ruuti on voinut syttyä annostelukupissa mm. seuraavasti:

Pulttipistoolin patruunoiden latauskoneessa mittatilavuuden säätöruuvi (kuva 20, osa 2/10) oli ilman rajoitinta mahdollista säätää koskettamaan ruudittajan kehoa (osa 2/1). Näin ollen pintojen keskinäinen kosketus on saattanut hankauksen, kitkalämmön, iskun, pintapaineen jne. seurauksena aiheuttaa ruudin syttymisen.¹⁾

Toisen annostelukupin reunassa havaitut painumat viittaavat myös siihen mahdollisuuteen, että annostelukuppiin olisi joutunut vieras esine (LOT 545). Ruudin syttyminen olisi tapahtunut vieraan esineen aiheuttamasta puristuksesta tai kitkalämmöstä. Nobel CK-ruuti oli lämmöstä herkemmin syttyvää kuin muut Lapualla käytetyt ruudit (LOT 650). Syttymiseen on voinut myötävaikuttaa myös sytytysnallimassan pölyn pääsy ruudin joukkoon. Sytytysnallimassapölyn leviäminen ruudin joukkoon on todettu näytteiden perusteella (ks. s. 38).

1) Välittömästi tästä vaaran mahdollisuudesta muissakin ruudin annostelulaitteissa on kirjeitse ilmoitettu (8.9.1977) alan viranomaisille saatettavaksi teollisuuden tietoon.

Räjähdyksen leviäminen

Suoritettujen kokeiden mukaan tehdasolosuhteissa Nobel CK-4 ruudin räjähdys etenee messinkiputkessa (ϕ 39/42) nopeudella 3900 m/s, joten ruutisuppiloruomassa 1 räjähti jo vaiaan millisekunnin kuluttua ruudin syttymisestä ruuditussuppilossa (LOT 426).

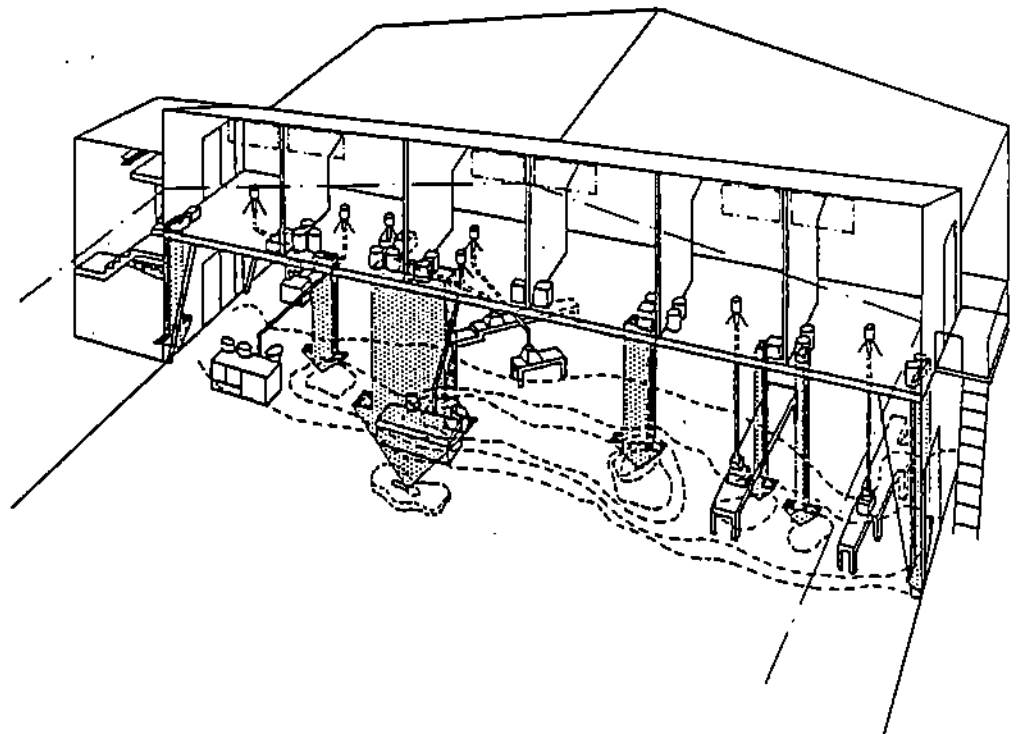
Ullakon ruutisuppilosta n. metrin päässä olleet samaa ruutia sisältäneet puulaatikkopakkaukset räjähtivät n. 1,5 ms syttymisestä rikkoen 10 cm paksuisen raudoitettua betoniseinän ja lattian n. 1,7 - 1,8 ms kuluttua. Heti seinän rikkouduttua räjähtivät myös seinän takana olleet huokoisruudit (N 310) pahvilieriöpakkausissaan kuten mittaukset ruutiullakkoa vastaavilla betonirakennelmilla osoittivat (LOT 418).

Ruudin (Nobel CK-4 ja N 310) räjähtäessä räjähdys välittymisnopeus on yli 1600 m/s. Betoniseinän takana 2-3 m etäisyydellä sai päätuhovaikutuksen aikaan 500-800 m/s nopeudella liikkuva paineaalto ja sen mukana lentävät betonin kappaleet (LOT 418).

Kivääriruuti 4 N 16 ei räjähdä ollessaan peltitynnyrissä joka puolestaan on puulaatikon sisällä, vaikka se on 0,6 m päässä räjähtävästä huokoisruutipakkauksesta, vaan pakkaus särkyy räjähdysvoimasta pieniksi kappaleiksi ja ruuti leviää palamattomana ympäristöön (LOT 418).

Näin räjähdys on edennyt ullakolla ruumasta toiseen välillä hitaammin (500-800 m/s) ja välillä ruutiasioiden räjähdyksestä kiihtyen nopeammaksi (jopa 1600 m/s) niin, että se välittyi koko ruutiullakon läpi vajaan 20 ms:ssa. Seinien ja lattian kanssa pintakosketuksessa olleiden ruutipakkausten ruudit murskasivat betonin räjähtäessään. Näistä kohdista betonin kappaleet ja betonimurska saivat jopa 800 m/s nopeuden ja tunkeutuivat lataamohallin lattian läpikin yli metrin syvyyteen alla olevaan maahan (kuva 27).

Ruutisuppiloissa olleiden ruutien räjähtäessä räjähdysset etenivät ruutiputkia myöten alaspäin 3200 m/s (N 340) - 3800 m/s (N 310). Räjähdysen edetessä messikisissä putkissa lensi putkista sirpaleita, joiden keskinopeudet 5 m matkalla olivat 800 m/s (3 N 14) - 1000 m/s (Nobel CK-4) vastaten lähtönopeuksia 1200-1400 m/s (LOT 416).



Kuva 27 Ruutiullakolla olleiden ruutien aiheuttamat räjähdyskuopat. Nuolet osoittavat ruutien sijaintia sekä räjähdysen voimakkuutta räjähdyskuoppien perusteella.

Räjähdysen seuraukset lataamorakennuksessa

Ruutiullakon lattian ja sitä kannatavan betonikehikon murtuessa pääsivät kuumat räjähdyskaasut purkautumaan lataamoon. Liekkien näkymisestä ja niiden iskemisestä lataamon sisällä lataamon pohjoispäättyyn asti on tehtaan päärakennuksessa olleen silminnäkijän havainto. Paine nosti lataamon katon ja painoi lataamon seiniä ulospäin. Seinien kaatumiseen on myös voinut myötävaikuttaa katon putoaminen niin, etteivät kattotuolit ole osuneet niihin kannattajien kanssa. Tämä on ollut yksi syy siihen, että lataamon sisällä on ollut paljon kuumaa räjähdyskaasua ja liekkiä.

Myös betonilohkareiden iskeytyminen seiniin ja pila-reihin on voinut osaltaan kaataa seiniä. Suoranaiset näytöt tällaisista iskeytymisistä ovat kadonneet pelastustöiden vuoksi suoritettujen raivausten yhteydessä. Eteläiseen suuntaan lensi sen sijaan useita kymmeniä betonilohkareita yli 100 m päähän Lapuanjoen yli (LOT 253).

Kuumista kaasusta ja räjähdyksestä syttyneistä puuosista ja mahdollisesti myös räjähdyn aiheuttamista oikosuluista saivat alkunsa palot, jotka muutaman minuutin kuluttua räjähdyksestä havaittiin eteläpäädyr kohdalla ja lähellä sosiaalitilojen kaakkoiskulmaa.

Räjähtämättä jääneen kivääriruudin leviäminen raunioihin, pahvi- ja puupakkaukset lataamohallissa sekä pauk kupatruunoiden puuluodit ja räjähdyksessä metalliverhouksensa menettäneet puiset rakenneosat olivat helposti syttyvää ja palavaa materiaalia. Palojen levitessä valmiiden patruunoiden pakkauksiin patruunoissa ollut ruuti paukahteli ja vaikeutti pelastustyötä.

VII ONNETTOMUUDEN VÄLITTÖMIEN SYIDEN TUTKIMINEN

Yleistä

Onnettomuuden varsinainen paikkatutkinta alkoi pelastustoiminnan päätyttyä 13.4.1976 klo 16.00 ja saati päätökseen valokuvaamisen ja näytteiden ottamisen osalta 15.4.1976, mutta jatkui raivauksen edistytessä niin että paikkatutkimus katsottiin päättyneeksi 14.5.1976 klo 13.00.

Tutkijalautakunta antoi jo matkalla Lapualla lentokoneessa pyynnön alueen valokuvauksesta. Samoin jo lentokoneessa käsiteltiin erilaisia tutkimussuunnitelmarunkoja aikaisempien onnettomuustutkimusten ja jäsenaloitteiden pohjalta (mm. LOT 21-27). Näiden runkojen pohjalta lautakunta kuuli tehtaan henkilöstöä ja ohjasi poliisin suorittamaa tutkintaa.

Pelastustöiden suorittamiseksi oli rakennuksen osia, koneita ja koneenosia jouduttu siirtämään siinä määrässä, ettei niiden sijainnista ja vaurioista onnettomuuden jälkeen voitu tehdä varmoja johtopäätöksiä. Varsinkin aikaisessa vaiheessa ilmeni, että koneet, laitteet ja ruudin syöttöjärjestelmän löytyneet osat oli saatettava perusteellisen tutkimukseen. Tutkimuslaitokseksi valittiin Puolustusvoimien tutkimuskeskus mm. sen ruutien, räjähdysaineiden ja ampumatarvikkeiden tutkimuksen vuoksi.

Tutkijalautakunta pyysi Ilmatieteen laitoksen selvittämään 12.-13.4.1976 vallinneesta säätilasta. Säätilalla oli merkitystä arvioitaessa mm. ukkosen todennäköisyyttä ja staattisen sähköön esiintymistä. Ilmatieteen laitoksen arvion mukaan tällaisessa säätilanteessa ei esiintynyt ukkosta (LOT 111). Staattisella sähköllä ei myöskään ollut osuutta onnettomuuden aiheuttajana (LOT 610, s. 63).

Koska lataamon seitsemän latauskoneen ruudin syöttöjärjestelmät olivat (lähes) samanlaiset, jouduttiin pääosa löydetyistä syöttöjärjestelmän osista tunnistamaan niiden pintaan räjähdyksessä tai sitä ennen tarttuneista ruudin jätteistä tai palamisjätteistä. Tätä varten oli yksityiskohtaisesti analysoitava kaikki lataamo II:ssa onnettomuushetkellä olleet ruudit ja löydettävä niistä ne tunnusmerkit, joiden perusteella syöttöjärjestelmien osat voitiin sijoittaa eri latauskoneisiin kuuluneiksi. Metallianalyysit olivat myös apuna löydettyjen osien ryhmittelyssä eri syöttöjärjestelmiin kuuluviksi.

Laitteiden osien tunnistamisen ja koneiden tutkimisen kanssa oli suoritettava käytettyjen ruutien ja sytytysnallimassojen herkkyystudkimuksia ja ruudin palamisnopeuskokeita putkilla, jotka vastasivat lataamo II:ssa käytettyjä laitteita. Näiden tutkimusten suorittamisessa lautakunta pyysi ja sai apua Kemira Oy:n Vihtavuoren tehtailta.

Ruudin polttokokeissa ilmeni, että tiettyjen ruutien palaminen muuttuu räjähdykseksi putkessa, joka on kyllä luja estämään kaasujen purkaantumista. Tästä seikasta lautakunta jo kokouksessaan 17.4.1976 sai tiedon Kemira Oy:n edustajalta, joka esitti Vihtavuoren tehtäille joulukuussa 1973 saapuneen Englannissa niihin aikoihin sattuneen onnettomuuden syitä selvitelleen kirjeen. Samansisältöinen kirje oli saapunut Lapuan patruunatehtaalle tammikuussa 1974 (LOT 441).

Puolustusvoimien tutkimuskeskukseen vietyjen osien ja sirpaleiden tutkimus osoitti, että ruudin syöttöjärjestelmien jäänteissä oli osia, joista voitiin niiden alku peräinen asento päätellä. Tällaisia olivat mm. putken läpivientiosa ruutiullakon lattiasta, liekkilukko ja se osat, liekkilukon punnus ja tietyt liitokset.

Lautakunta antoi tutkimuskeskukselle tehtäväksi näiden osien räjähdysjälkien perusteella tutkia ja selvittää yksityiskohtaisesti räjähdyskulkusuunta jokaisen ruutijärjestelmän eri kohdissa (LOT 62).

Kaikki koneet ja kaikkia syttymisvaihtoehtoja tutkittiin perusteellisesti kokeellisesti, laskennallisesti kuulusteluin ja kirjallisuusvertailuin. Sitä mukaa, kun koetulokset eliminoivat joitakin ja vahvistivat toisia vaihtoehtoja voitiin tutkimukset keskittää voimakkaammin jäljellä olevien kumoamiseen tai todentamiseen.

Kokeilutulokset ovat osoittaneet, että ruudin syttymisen ei ole tapahtunut ruutiullakolla, mm. koska ruudin N 310 ja CK-4 näissä kokeissa ylhäältä ruutisuppilosta sytytettyinä paloivat 25-45 sekuntia ennen palon muuttumista räjähdykseksi voimakkaasti kohisten niin, että ääni olisi kuulunut sisälle lataamoon. Tällainen alkoli vastoin onnettomuudesta tehtyjä havaintoja (LOT 5

Latauspöytien ja latauskoneiden tutkimukset osoittivat, ettei onnettomuus ollut alkanut pohjanallien eikä kiväärin patruunoiden latauskoneista, koska näihin johtavien putkien alaosat olivat ehjät. Ne osoittivat, että palo oli tullut niihin ylhäältä päin, mutta sammut. Molempien Manurhin -latauskoneiden vauriot myös osoittivat räjähdyskulkun tulleen niihin ylhäältä samoin kuin revolverin- ja pistoolin patruunoiden latauspöytiinkin.

Tutkimuksen alkuvaiheessa uskottiin robottiinkin räjähdyskulkun tulleen ylhäältä, kun sen ruudittajan kehdestä löydettiin vain palasia eikä sen annostelusylinteriä löydetty. Kuitenkin kuulustelulausunnot osoittivat robotilla olleen runsaasti häiriöitä sekä

- I Puolustusministeriön edustajat, tehtaan johto ja toimihenkilöt (9 henkilöä).
- II II-lataamossa loukkaantuneet (19 henkilöä).
- III II-lataamon ulkopuolella loukkaantuneet (15 henkilöä kuulusteltu ja lisäksi luettelossa 18 henkilöä).
- IV Muut havainnot (22 henkilöä).
- V Koneet, laitteet, ruudit yms. (25 henkilöä).
- VI Pelastus-, sammutus- ja raivaustyöt (23 henkilöä).
- VII Työsuojelu (6 henkilöä).
- VIII Loppumerkinnät. Sisältäen mm. tietoja puhutelluista 37 henkilöstä, pöytäkirjaan kirjaamattomista kuulusteluista ja aineiston säilyttämisestä.

Poliisitutkintapöytäkirjan alkuun on liitetty aakkosellinen luettelo kuulustelluista henkilöistä.

Asianomaisten kuulustelujen löytämiseksi on lautakunnan raportissa käytetty viittauksia poliisitutkintapöytäkirjan sivuihin viitemerkinnällä Ptk. Poliisitutkintapöytäkirja käsittää kokonaisuudessaan ilman liitteitä yli 500 koneellakirjoitettua sivua.

Poliisitutkintapöytäkirja sisältää toisaalta niitä kuulusteluja, joita poliisiviranomaiset ovat tehtäviensä mukaisesti suorittaneet ja toisaalta myös kuulusteluja, joita on suoritettu lautakunnan nimenomaisesta toimeksiannosta.

Oikeuslääketieteellinen tutkinta

Onnettomuudessa kuolleille suoritettiin täydellinen oikeuslääketieteellinen ruumiinavaus, jossa välittömien kuolinsyiden lisäksi saatiin selvyyttä mm. räjähdysen suunnasta ja vainajien sijainnista räjähdyshetkellä. Oikeuslääketieteelliset ruumiinavauspöytäkirjat ja lausunto liittyvät poliisitutkintapöytäkirjaan.

Alustavia mallikokeita ja laskelmia

Onnettomuudesta tehdyt näkö- ja kuulohavainnot osoittivat, että räjähdys oli sattunut yht'äkkisesti ja että se oli ollut yhtenäinen. Alustavien mallikokeiden ja laskelmien tarkoituksena oli selvittää mistä aloitettuna pystytään aikaansaamaan tällainen yhtenäinen räjähdys ruutiullakon olosuhteita vastaavissa olosuhteissa ja mitä muita edellytyksiä mahdollisesti vaaditaan tällaisen yhtenäisen räjähdyskän aikaansaamiseksi.

Mallikokeet suoritettiin lineaarimittakaavassa 1:10 mallilla Puolustusvoimien tutkimuskeskuksessa Lakialassa. Kokeissa sijoitettiin ruudit malleihin mittakaavassa 1:1000 niihin paikkoihin ja sellaisia määriä kuin kuulusteluissa saadut tiedot osoittivat. Ruudit sytytettiin eri kohdista ja tarkkailtiin räjähdyskän välittymistä. Eräissä kokeissa malli täytettiin hiilimonoksidi-ilmalla ja eetteri-ilmaseoksilla sen seikan selvittämiseksi kuinka mahdollinen kytevä palo tai ruutien liuottimista haihtunut eetterikaasu olisi voinut myötävaikuttaa räjähdyskän leviämiseen.

Kokeitten mukaan ainoastaan ruumasta n:o 1 ja 2 Nobel-CK-4 ruudista sytytettynä saatiin onnettomuudesta tehtyjä havaintoja vastaava yhtenäinen nopea räjähdys aikaan.

Ruudin palamisessa kehittyvän paineen selvittämiseksi lautakunta pyysi puolustusministeriötä suorittamaan laskennan yhteistyössä Puolustusvoimien ATK-laitoksen ja pääesikunnan eri osastojen kanssa (LOT 6). Tehtävään asetettu ryhmä suoritti mm. teoreettisen työnsä lähtöarvojen tarkistamiseksi kokeita Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen painekoeasemalla Upinniemessä sekä käytti hyväkseen ruutiullakon rakennetietoja ja niiden pohjalta tekemiään lujuuslaskelmia. Saamiensa tulosten perusteella (LOT 310) työryhmä mm. esittää:

"---- vaihtelevat maksimipaine ja katon saam nopeus huomattavasti ruudin vilkkaudesta riippuen. Maksimipaine jäi kummassakin esimerkissä alle 1 aty:n. Työryhmän lujuuslaskelmien mukaan 0.1 aty:n paine murtaisi ruutiullakon lattian, joten tietokoneajo 2:n tapauksessa pa olisi riittävä aikaan saamaan tämän, mutta e kuitenkaan kaikkea sitä tuhoa, mitä Lapualla tapahtui. Näin ollen johtopäätöksenä on, että ruuti ei Lapualla todennäköisesti palanut rahallisesti syttyen eli kipinästä, vaan voimakkaammin syttyen eli detonaatiolla.---- Kuiten näyttää Lapuan tapaisissa olosuhteissa jo kinnäsytytyskin olevan vaarana rakennuksen luhitumiselle."

Lautakunnan suorittamien fysikaalisten, kemiallisten ja metallurgisten tutkimusten tarkoitus

Tuhoutuneessa lataamossa oli useita samanlaisia tai lähes samanlaisia koneita, laitteita, ruutiputkia ja muita osia, jotka särkyivät ja siirtyivät paikoiltaan niin räjähdysvoimasta kuin pelastustyössä. Näiden erilaisten osien tunnistaminen oli monessa tapauksessa mahdollista vain selvittämällä niiden pinnoista otetuista näytteistä, minkä ruudin tai ruutien kanssa osat olivat joutuneet kosketuksiin. Yksistään tämän tunnistamistyön suorittamiseksi oli analysoitava räjähdyskellä lataamo II:ssa olleiden ruutien kemialliset koostumukset ja kehitettävä ne menetelmät, joilla palamisjätteistä voitiin erottaa eri ruutilajit ja -erä

Ruutien ja sytytysnallimassojen tutkimuksella halutti myös selvittää olivatko ne valmistajien ilmoittamien koostumusten mukaisia ja oliko niissä aineita, aineyhdistelmiä, kidemuotoja tms. tekijöitä, jotka voisivat aiheuttaa niiden herkastymisen tai muulla tavalla selittäisivät onnettomuutta. Ruuti- ja metallinäytteistä pyrittiin selvittämään myös onko tuotteisiin valmistuksessa joutunut niihin kuulumattomia aineita, varsinkin räjähdys- tai aloiteaineita.

Metallurgiset tutkimukset muodostivat kemiallisista arlyyseyistä riippumattoman keinon ryhmittää saman osan sirpaleet yhteen. Metallurgisen tutkimuksen avulla pystyttiin sirpaleista päättelämään mihin suuntaan räjähdys oli niiden kohdalla edennyt. Kun sirpale voitiin tunnistaa tiettyyn ruudinsyöttöjärjestelmään kuuluvaksi ja mahdollinen asento räjähdyshetkellä niin voitiin päätellä räjähdysen etenemissuunta ja rajata alkamiskohta robotin liekkilukon alapuolelle (LOT 546, kuva 6).

Fysikaalisten tutkimusten tarkoituksena oli toisaalta määrittää ruutien ja sytytysnallimassojen syttymisenergiat iskusta, hankauksesta, staattisesta sähköstä yms ja toisaalta mitata ruutipalon ja ruudin räjähtämisen etenemisnopeutta Lapualla käytössä olleilla ruudin syöttöjärjestelmillä. Lisäksi mitattiin ruutiputkista lentävien sirpaleiden etenemisnopeuksia ja lentosuuntia sekä niiden kykyä sytyttää lähettyvillä olleissa putkissa ruuteja. Samoin määritettiin erilaisin fysikaalisin mittauksin räjähdysen välittymistä ruumasta toiseen väliseinien läpi sekä ruutiullakon lattian murtumista ja paineaallon etenemisnopeutta. Näiden tutkimusten perusteella voitiin sulkea pois mahdollisuus, että robotin liekkilukon kohdalla havaittu ylös päin edennyt räjähdys olisi saanut alkunsa sen alapuolelta osuneesta sirpaleesta, joka olisi ollut peräisijostakin muusta ruutiputkesta (LOT 544).

Latauskoneiden tutkimus

Varsinaisten latauskoneiden rakenteen ja vaurioiden tutkimus sekä niistä tehdyt johtopäätökset on esitetty Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen raporteissa:

- väliraportti uuden Manurhin latauskoneen vaurioista ja niistä tehdyistä johtopäätöksistä 20.8.1976 (LOT 391),
- raportti käsilatauspöytien vaurioista

- raportti vanhan Manurhin latauskoneen saamista vaurioista 21.10.1976 (LOT 451),
- raportti robotin saamista vaurioista ja siitä tehdyistä päätelmistä 24.2.1977 (LOT 452),
- täydennys 8.3.1978 (LOT 655),
- raportti robotin toimintaperiaatteesta ja onnettomuuden jälkeen koneesta tehdyistä vainnoista 10.8.1977 (LOT 588),
- täydentäviä mittauksia robotin ruudittaja sekä ruudittajan jäljitelmällä 11.8.-31.8.1977 suoritettut kokeet 8.3.1978 (LOT 653),
- tiivistelmä tärkeimmistä tutkimustuloksista 8.3.1978 (LOT 654),
- robotin ruutiputkiston alaosan räjäytyskoetta 8.3.1978 (LOT 656).

Lisäksi voidaan latauskoneiden tutkimukseen sisältyvää katsoa liekkilukkoa koskeva tutkimus (LOT 438) ja robotin jäljitelmällä suoritettut kokeet (LOT 546).

Uusi Manurhin latauskone käsitti teräsprofiileista ja levyistä hitsaamalla tehdyn rungon, johon oli kiinnitetty kuusi työasemaa. Kussakin työasemassa oli samankaltaisesti 12 kiväärin hylsyä tai patruunaa. Työasemista käytetään nimityksiä:

1. hylsyn suun koetus
2. ruuditus
3. ruudin koetus
4. luodin asetus
5. luodin painaminen määräsivyyteen ja
6. luodin kiinnitys.

Jokaisessa työasemassa oli kitkakytkin, joka salli aseen pysähtymisen ilman, että kone särkyi. Konetta käytettiin jaksoluvun muuttajan välityksellä, jolloin ruutintantonopeus oli portaattomasti säädettävissä 0-15000 patruunaa tunnissa. Normaali tuotantonopeus oli 1000 patruunaa tunnissa. Kone sijaitsi ruutiullakon alla ullakon pohjoisseinän kohdalla lähellä lataamon itäseinää. Valmiit patruunat tulivat koneesta itäseinän puoleisesta päästä (kuva 8).

Räjähdyksessä kone vaurioitui pahimmin ruuditusaseman kohdalta, jossa koneen runko painui puoleen alkuperäisestä korkeudestaan.

Koneessa oli kolme laatikkoa, joihin virhetoimintojen seurauksena joutui hylsyjä, luoteja ja ruutia sekä ruudin joukossa olleita epäpuhtauksia. Laatikoita tutkittaessa ei niiden todettu sisältävän mitään tavallisuudesta poikkeavaa.

Asemasta 4 (luodin asetus) poistettujen patruunoiden ruudissa ei ollut väriainetta, jota oli asemista 5 ja 6 poistettujen patruunoiden ruudeissa. Koneen laskurissa oli Puolustusvoimien tutkimuskeskukseen tuotaulukema 1069, joka vastaa noin 6 minuutin tuotantoa.

Tämä seikka viittaa siihen, että koneessa mahdollisesti on ollut häiriö 13.4. aamulla tai että se ainakin on ollut pysähdyksissä 20-30 minuuttia. Hammaspyörien vauriot viittaavat siihen, että kone kävi onnettomuushetkellä (LOT 391).

Asemaan 1 (hylsyn suun koetus) on iskenyt messinkisirpale koneistettuun pintaan, joka on ollut näkyvässä vaurioituneena aseman rikkoonnuttua. Sirpale oli todennäköisesti ruutiputkesta. Tämä osoittaa, että räjähdys on jatkunut vielä uuden Manurhinin rikkouduttua. Koneessa ei ole havaittu merkkiä onnettomuuden alkusyystä (LOT 391).

Vanha Manurhin muistutti rakenteeltaan uutta Manurhin latauskonetta. Pääasiallisimmat erot olivat seuraavat:

Vanha Manurhin	Uusi Manurhin
- runko valurautaa	- levyistä hitsattu runko
- käyttömaottorin kierrosluku vakio	- portaaton kierrosluvun säätö jaksolukua muuttamalla
- valta-akseli käyttää työasemia	- työasemat käyttävät toisiaan hammaspyörien välittäminä

Lisäksi työasemien puikkojen tuennassa ja niiden liikkumekanismien nokkapyörän rakenteessa oli eroja.

Vanha Manurhin latauskone sijaitsi ruutiullakon pohjoisseinän alapuolella uudesta Manurhinista lataamohallin keskustaan päin (kuva 8). Vanhassa Manurhinissa oli samat työasemat samassa järjestyksessä kuin uudessa Manurhinissa. Mistään työasemasta ei löydetty hylsyjä tai puolivalmiita patruunoita. Tästä seikasta samoin kuin siitä, ettei sen käyttöhammaspyörissä ole (hitausvoimien aikaansaamia) vaurioita on päätelty, että kone ei ole ollut räjähdysketkellä käynnissä. Kuulustelulausunnot tukevat myös näitä havaintoja.

Vaikka vanha Manurhin ei ollutkaan käynnissä niin sen ruutiputki on ollut täynnä ruutia. Tämä on päätelty mm. siitä, että molempien Manurhinien ruuditusasemien vauriot ovat "täysin samanlaiset" (LOT 451). Tutkimukset eivät viittaa siihen, että räjähdys olisi alkanut vanhasta Manurhinin latauskoneesta (LOT 451).

Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen raportti (LOT 451) päättyy toteamukseen, että "ruuditusaseman yläosan vaurioista voidaan sen sijaan päätellä, että koneeseen tuli detonaatio ruutiputkea pitkin ylhäältäpäin."

Käsilatauspöytiä oli neljä kappaletta ruutiullakon alla (kuva 8). Pöydät olivat puurakenteiset ja niihin oli kiinnitetty moottori ja hihnapyörä voimansiirtoa varten sekä kasettien palautuskuljetin ja nostolaite. Pöytien pinnat oli päällystetty 3 mm messinkilevyllä. Pöydillä oli 2-3 konetta, jotka tekivät seuraavat työvaiheet:

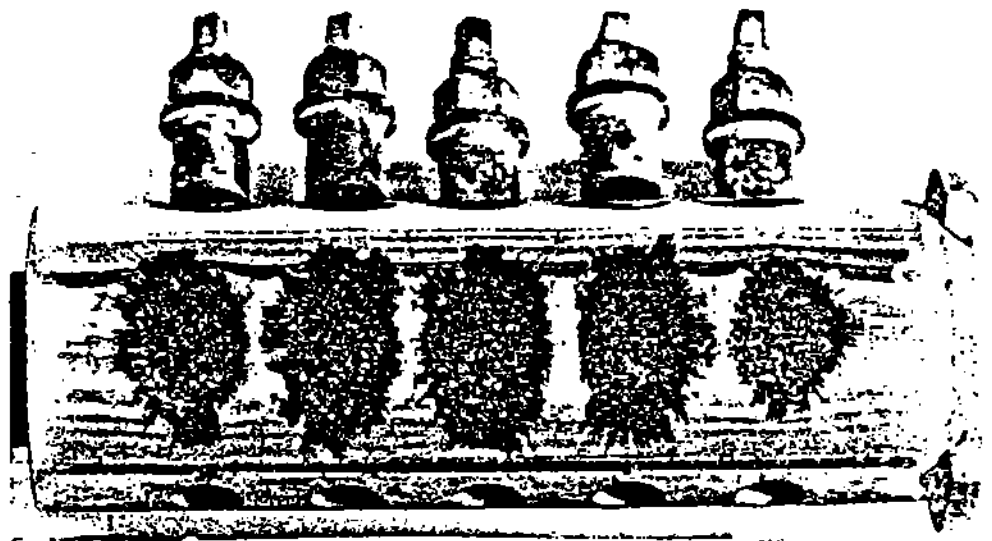
- ruuditus,
- luodin painaminen,
- luodin kiinnittäminen ja
- patruunan poistaminen kasetista.

Työ tapahtui kasetteja käyttäen. Kuhunkin kasettiin ma-
tui 50 patruunaa. Kiväärin patruunoiden latauskoneessa
ja pohjanallien latauskoneessa käytettiin kaseteissa
vain 20 patruunaa (pohjanallia) mahdollisimman symmetris-

Käsilatauspöytiin liittyi erilaisia apulaitteita kuten kasettien puhdistuslaitteita ja revolverien patruunoiden vahaamisessa tarvittavia altaita. Nämä apulaitte eivät Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen suorittaman tutkimuksen mukaan ole voineet olla onnettomuuden alkusyynä (LOT 434).

Pöydissä käytettiin kahdentyyppisiä ruudittajia. Annostelusylinteriä käyttävät ruudittajat poikkesivat robotin ruudittajasta siinä, että niiden kehto oli messinkiä.

Revolverin patruunoiden käsilatauspöytä sijaitsi ruutullakon eteläseinän alla robotista lataamohallin keskiviivaan päin (kuva 8). Ruudittajan messinkisestä kehosta on löytynyt vain osia. Karkaistusta teräksestä valmistetussa annostelusylinterissä on selvät ylhäältä ruutiuputkesta tulleen räjähdysen aiheuttamat painaumet. Painautumien sijainnista on voitu päätellä, että ruudittajassa on ollut kasetti onnettomuushetkellä (LOT 434) (kuva 28a).



REVOLVERI

Kiväärin patruunoiden käsilatauspöytä oli ruutiullakon alla vinottain lataamon keskiviivaan nähden (kuva 8). Kiväärin patruunoita ladattiin ainoastaan kahdessa rivissä symmetristen olosuhteiden aikaansaamiseksi. Viidestä ruutisuppilosta annosteluluistille johtavasta ruutikanavasta oli tämän vuoksi kolme suljettu kumitulpilla. Kanavat ovat ehjät, vieläpä kolmesta kumitulpasta kaksi on paikallaan. Ruutikanavien säilyminen ehjinä osoittaa, että ruutiputki ei ole räjähtänyt ainakaan koneen yläpuolella. Kumitulpissa ei ole myöskään merkkejä ruudin palamisesta. Kiväärin patruunoiden latauspöydän ja sillä olleiden koneiden vaurioista voidaan päätellä, että pöydän ruudittajaa ei ole tullut räjähdystä ylhäältä ruutiputkesta eikä tästä latauspöydästä myöskään ole lähtenyt ruutipaloa putkea myöten ylöspäin (LOT 434).

Pohjanallien käsilatauspöytä oli ruutiullakon alla ruutiman n:o 5 kohdalla (kuva 8). Tälläkin koneella ladattiin vain kahdessa rivissä ja tarpeettomat annosteluluistille johtavat kanavat oli suljettu kumitulpilla. Ruutisuppilosta annosteluluistille johtaneista viidestä kanavasta kolme on ehjänä paikoillaan ja kaksi on mekaanisesti murtunut pois. Kolmesta säilyneestä kanavasta kaksi oli suljettu kumitulpilla, jotka olivat vahingoittumattomina paikoillaan. Ehjät ruutikanavat osoittavat, että koneen ruutiputki ei ole räjähtänyt ainakaan välittömästi koneen yläpuolella. Kumitulpissa ei ole myöskään merkkejä ruudin palamisesta. Vaikka pohjanallien latauspöydän ruudittaja onkin vaurioitunut erittäin pahoin siitä voidaan päätellä, että ruudittajaan ei ole tullut räjähdystä ylhäältäpäin, eikä pöydästä myöskään ole lähtenyt ruutipaloa putkessa ylöspäin (LOT 434).

Pistoolin patruunoiden käsilatauspöytä oli ruutiulla-kon ruuman n:o 6 alapuolella lähellä lataamon länsiseinää (kuva 8). Sen ruudittajan kohdalle pöytälevyyn on tullut "kuuma puhallus". Messinkinen pöytälevy on ha-pettunut, mutta sen alla olevat puuosat eivät ole pala-neet. Tämän pöydän pinnassa ei ole sirpalejälkiä ollen-kaan. Sen sijaan tutkimustulosten mukaan pohjanallien latauspöydässä sirpaleenjälkiä oli jonkin verran, kiväärin patruunoiden latauspöydän ruudittajan ympä-ristössä niitä oli 25 ja revolverin patruunoiden lataus-pöydän nostolaitteen kohdalla noin kymmenen (LOT 434).

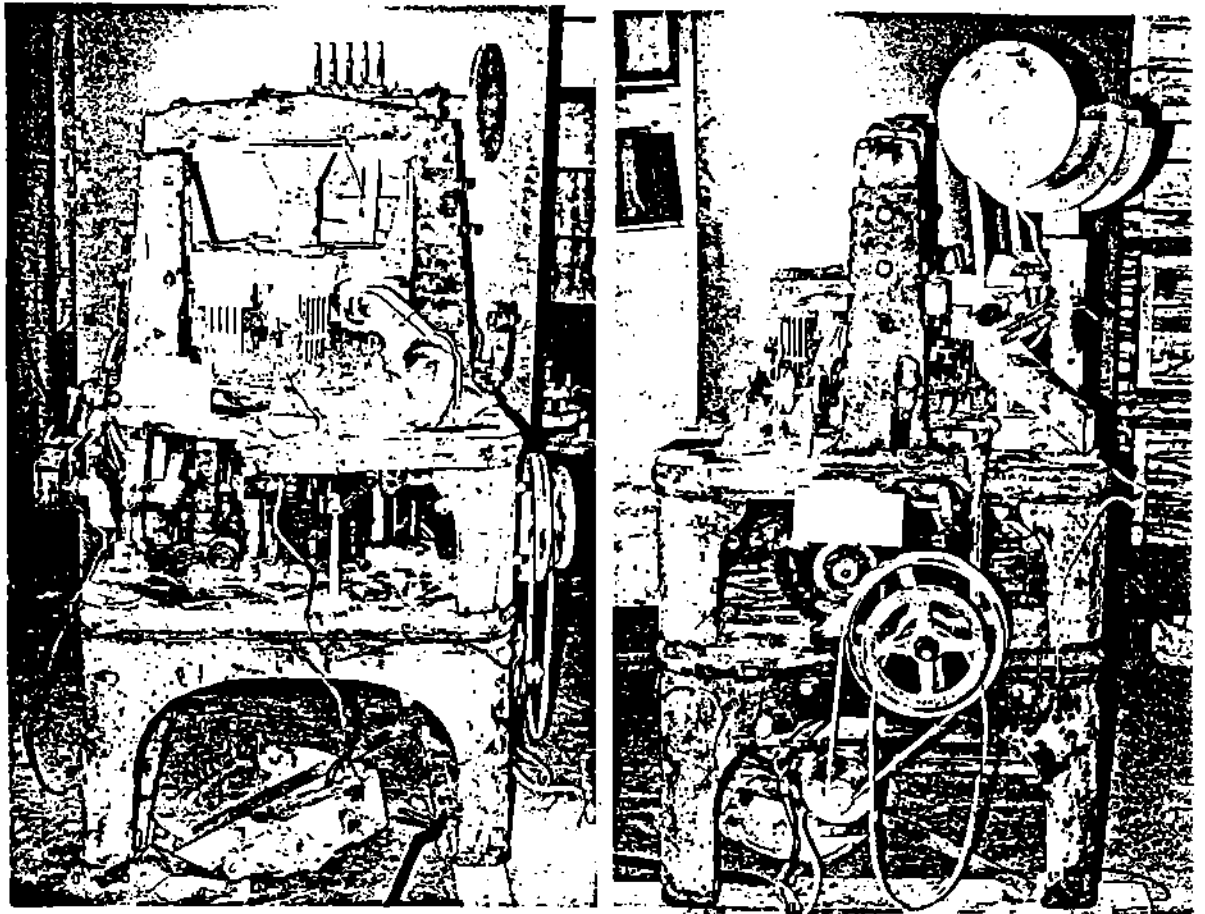
Pistoolin patruunoiden käsilatauspöydän ruudittaja oli sylinterimallinen kuten revolverin patruunoidenkin. Karkaistu ruudin annostelusylinteri on särkynyt kolmeer-osaan ja sylinterin pinnassa on räjähdysen aiheuttamia painautumia (kuva 28b). Painautumien sijainnista voidaan pää-tellä, että koneessa on ollut kasetti onnettomuushetkellä. Koneen hammaspyörissä on vaurioita, jotka osoittavat sen, että kone on toiminut onnettomuushetkellä. Lataus-pöydän ja sillä olleiden koneiden vaurioista voidaan päätellä, että pöytä toimi normaalisti onnettomuushet-kellä ja pöydän ruudittajaan tuli räjähdys ruutiput-kessa ylhäältäpäin (LOT 434).



PISTOOLI

Pulttipistoolin patruunoiden latauskone eli robotti sijaitsi ruutiullakon eteläseinän alla ruuman numero 1 kohdalla (kuva 8).

Koneen valurautaisen rungon alaosa on säilynyt ehjänä. Pöytätasosta on ovenpuoleinen (ruutiullakolle johtava ovi) nurkka lohjennut pois. Pöytälevyn yläpuolella olevan tukikaaren pystyosat ovat ehjät, mutta kaaren pulteilla kiinnitetty vaakaosa on vaurioitunut (kuva 29). Tukikaaresta ohjauksensa saava pystytasossa liikkuva työluisti on vääntynyt. Työluistissa on ruudittajan kohdalla runsaasti sirpalejälkiä. Myös putkesta valmistetussa keskisalossa on runsaasti sirpalejälkiä. Rungon vauriot ovat huomattavasti vähäisemmät kuin Manurhin latauskoneiden. Tämä selittyy ruutiullakolle sijoitettujen ruutiastioiden varastointipaikoista (LOT 545) ja mahdollisesti räjähdysen etenemissuunnasta (rungon vauriot näkyvät kuvassa 29).



Kuva 29 Robotin räjähdyksessä saamat vauriot
a) edestä katsottuna, b) sivusta katsottuna.

Hylsyjen yläsyöttäjän valettu alaosa sekä useimmat L-kirjaimen muotoiset tartuntakoukut ovat ehjiä. Yläsyöttimen peltinen kansi on repeytynyt saranoistaan ja noin 10 ruutiputken suunnasta ulkopuolelta tullutta sirpaleita on lävistänyt sen (Kuva 30).



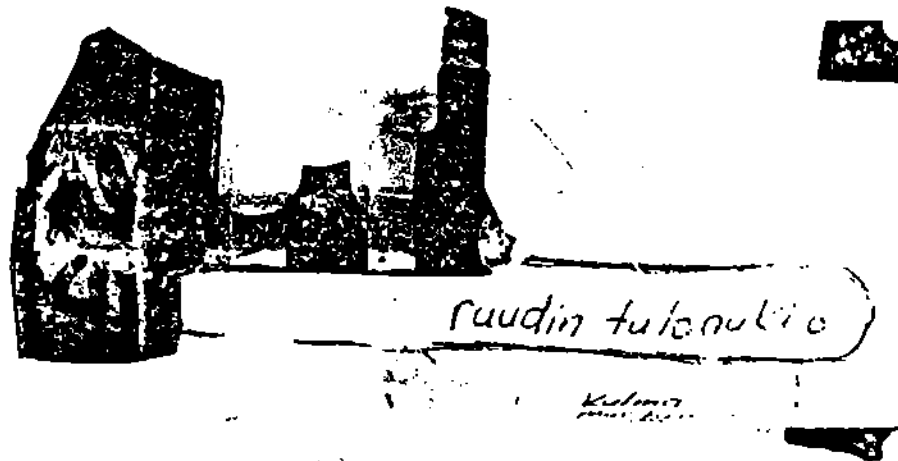
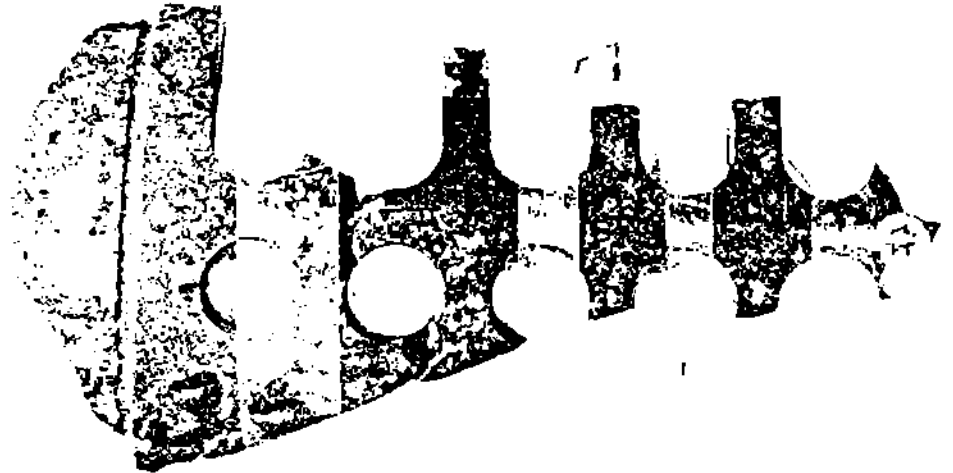
Kuva 30 Hylsyjen yläsyöttäjän sirpaleosumat.

Alasyöttimen kaikissa viidessä pystykanavassa oli hylsyjä samoin kuin yhdessä ehjässä yläsyöttimestä alasyöttimeen johtavassa ehjässä putkessa.

Tutkimuksissa hylsyn syöttölaitteista poistettiin yhteensä 27 hylsyä, joista 14 oli normaalia, kuudessa oli aloitemassaa lohkeillut pois ja seitsemässä oli aloitemassa räjähtänyt (LOT 545).

Annostelusylinterin kehdestä (osa 2/1) löytyi neljä (kuva 3) palaa, jotka kuvassa on sijoitettu paikalleen. Ruudin annostelusylinteri löytyi vasta 22.11.1976 ruostuneena (kuva 32). Sijoittamalla käyttömekanismeissa ja

annostelusyylinterissä olevat murtopinnat vastakkain
voitiin todeta, että löytynyt annostelusyylinteri kuulu
robottiin.



Kuva 31 Annostelusyylinterin kehdon löydetty osat.
4 kappaletta.



Kuva 32 Robotin annostelusylinterin saamat vauriot
Räjähdysjäljet ovat niin heikot, etteivät ne erotu valokuvasta. Annostelukupeissa on havaittavissa lievät painumat (Suurennos noin 1,8 kertainen)
Tekstissä käytetty annostelukuppien numerointi 1...5. Kuvassa ylhäältä alaspäin.

Puhdistettaessa hiomalla annostelusylinterin pintaa havaittiin siinä lievät kehdon ääriviivojen räjähdyksessä syntyneet jäljet. Nämä jäljet ovat niin heikot, että ne eivät näy valokuvassa (kuva 32).

Näistä jäljistä, koneen saamista sirpaleosumista sekä latauskoneen kone-elimien keskinäisistä asennoista (kuva 15) on päätelty koneen asema räjähdyshetkellä. Räjähdyshetkellä työluistin alareuna oli 276 mm korkeudella kiinteästä pöytätasosta.

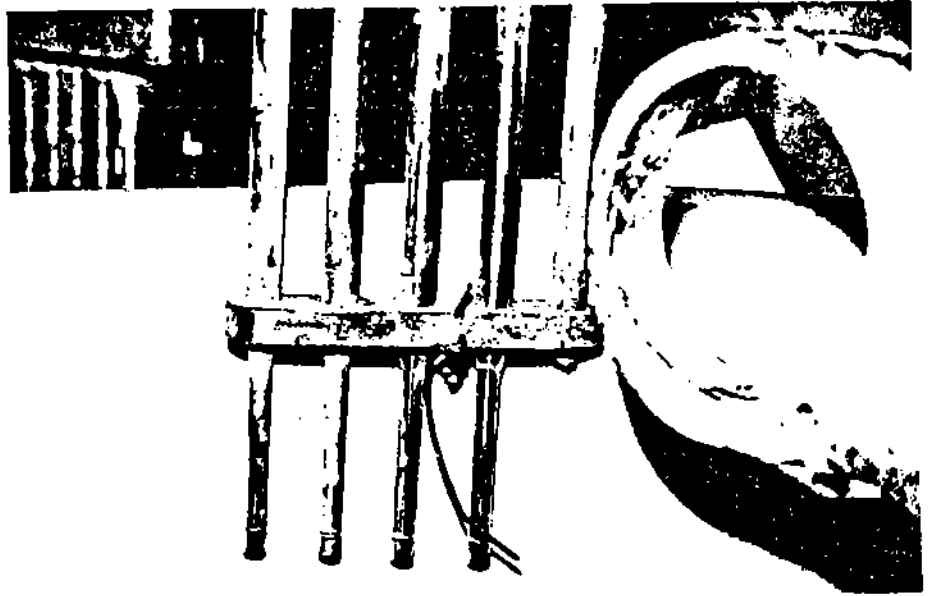
Ruudittajan ruutipillit (kuva 15, osa B) olivat pelliä kartion muotoisiksi tehdyt. Räjähdyksessä ruutipillien kärjet painuivat alapuolella olevaan hylsyelementtiin.

Ruutipillien ja pöytätason alapuolella olevan hukkarutisuppilon vähäisistä vaurioista voidaan päätellä, et räjähdys ei alkanut näistä tai asemasta 8.

Asemassa 10 ruudin puristuspuikot (kuva 15, osa C) olivat syttymishetkellä hylsyelementin vääpuolella. Syttyminen ei ole voinut alkaa puikkojen aiheuttamasta iskusta hylsyelementin reunaan. Puikkojen alla tai läheisyydessä ei alustavassa tutkimuksessa havaittu patruunoita tai nallitettuja hylsyjä (vrt. LOT 545).

Ruudin puristuspuikoista neljä oli ehjänä paikallaan ja viides oli murtunut poikki (kuva 33).

Asemissa 14 ja 16 olleet hylsyn suun supistus- ja pyöristyspuikot ovat ehjinä paikoillaan. Aseman 14 hylsyn suun supistuspuikot ovat kiinni hylsyelementissä (kuva 15, osa D). Asemassa 16 oli viisi ehjää patruunajoille puikot (E) eivät olleet ehtineet vielä tehdä hylsyn suun pyöristystä. On mahdollista, että asemassa 14 ovat hylsyn suun supistuspuikot osuessaan hylsyelementtiin aiheuttaneet syttymisen, joka välittyi luvu



Kuva 33 Ruudin puristuspuikot. Yksi puikoista on murtunut poikki.

Ruuttipistoolin patruunan suun lakkauksessa käytetty kone on ollut paloalueella. Mikään ei viittaa siihen, että onnettomuus olisi alkanut siitä (LOT 545).

Luvussa III on kerrottu onnettomuutta edeltäneitä tapahtumia robotilla. Kuulustelujen mukaan oli robotilla onnettomuusaamuna tullut "keveitä" patruunoita (100 kpl pakkauksia). Tämä on voinut johtua joko ruud loppumisesta, ruutiputken tukkeentumisesta tai hylsyj syöttöhäiriöistä. Robotin ruutiputkessa oli noin 2 m:n pituinen osa, joka muodosti vain 30° kulman vaakataso kanssa. Suoritetuissa kokeissa on havaittu, että ruuti ei kulje putkea täytettäessä tällä osalla ilman tärinystä (LOT 545).

Vihreän patruunan ruutimäärän piti tavoitearvon mukaan olla 0,205 g CK-4 ruutia.

Syöttölaitteesta poistetun 14 normaalin sytytysnallimassatun hylsyn keskipainoksi saatiin 0,965 g (keskipoikkeama = $\pm$ 0,012 g). Asemissa 16...20 olleen 24 patruunan ja lakkauskoneeseen johtaneesta putkesta saadun kolmen eli yhteensä 27 valmiin (lakkausta vaille) patruunan keskipainoksi saatiin 1,183 g (keskipoikkeama = $\pm$ 0,010 g). Näistä painoista saadaan viimeksi ladattujen patruunoiden keskimääräiseksi ruutimääräksi 0,218 g. Koneen viimeksi tekemän neljän patruunan keskimääräiseksi ruutimääräksi saatiin samoin 0,218 g (LOT 545).

Viimeksi koneella tehtyjen patruunoiden ruutimäärä oli 10 % liian suuri. Tämä viittaisi siihen, että robotti ei käynyt normaalinopeudella, vaan että konetta olisi käynnistetty ja pysäytetty. Tämän jälkeen olisi hylsyjen syöttö katkaistu (tyhjät asemat 1...15) ja ruutia mitattu mitta-astiaan korkeintaan kahdeksasta annosteluskusta (ruudittaja asemassa 8). Tämän päättelyn mukaan onnettomuus olisi sattunut ruutia mitattaessa.

Jos ruudin mittausta on suoritettu, onnettomuus on sattunut tämän mittauksen päätyttyä, asentajan irrotettua ruutipillit sivulle käännetyistä asennostaan, mutta ennen kuin hän on jälleen vapauttanut hylsyn syötön. Tämä päätely sopii osittain yhteen asentajan ruumista tehtyjen havaintojen kanssa, mutta on ilmeisessä ristiriidassa asentajan ruumiin löytöpaikan (rullaradan alla n. 5 m päässä) ja ruutipilleistä tehdyn havainnon kanssa. Ruutipillit olivat onnettomuushetkellä käännetyt alaspäin hylsyelementtejä kohti, joten mittausta ei silloin voinut suorittaa.

Muiden latauskoneiden tutkimuksessa on todettu, että onnettomuus ei alkanut mistään niistä. Raportissa (LOT 545) on osoitettu, että räjähdys eteni robotin liekkilukon kohdalla alhaalta ylöspäin. Räjähdyksen alkamista robotin ruudittajasta tukevat viimeksi mainitussa raportissa (LOT 545) esitetyt seuraavat havainnot

- Robotin ruudittajan annostelusylinterissä on vain lievän räjähdysaiheuttama painuma. Pistooli- ja revolveripatruunoiden käsilatauspöydissä oli samanlaisia ruudin annostelusylintereitä kuin robotissa. Näissä molemmissa on selvät räjähdysaiheuttamat painumat. Samanlaisia painumia saatiin myös koeräjäytyksissä. Painumien lievyys viittaa siihen, että räjähdys lähti liikkeelle robotin ruudittajasta.
- Annostelusylinterin koneen puolelta laskettuna toisen annostelukupin reunassa on painumia. Tämä viittaa siihen, että annostelusylinterin ja ruudittajan kehdon väliin (välys $0,05 \pm 0,01$ mm) olisi joutunut vieras esine, joka raportin (LOT 545) mukaan olisi ollut onnettomuuden varsinainen alkusyy.

"Annostelusylinterissä kiinni olleet messinkisirpaleet eivät olleet tästä vieraasta esineestä, vaan ruutisuppilosta. Onnettomuuden alkukohdan ympäristöön on levinnyt, todennäköisesti höyrystymällä, messingin ja kuparin väristä ainetta. Samantapainen ilmiö havaittiin myös koeräjäytyksissä, eikä sillä todennäköisesti ole mitään tekemistä onnettomuuden alkusyyyn kanssa. Siitä, mikä onnettomuuden aiheuttanut vieras esine on ollut ja mistä se on ruutiputkeen joutunut voidaan esittää vain arvailuja" (LOT 545)

Mainitun tutkimusraportin (LOT 545) kirjoittamisen jälkeen kokeita jatkettiin PVtutkK:ssa Lakialassa. Tutkimuksia varten rakennettiin robotin ruudittajan jäljitelmiä.

Ainoastaan annostelukuppien muoto poikkesi alkuperäisestä ruudittajasta. Jäljitelmän annostelukupit olivat suorapohjaisia ja halkaisijaltaan 6,2 mm, kun alkuperäisessä annostelukupit ovat pyöreäpohjaisia ja halkaisijaltaan 10 mm.

Kokeessa 1 Nobel CK ruutiin sekoitettiin 10 paino% seulottua ja kuivattua hiekkaa, jonka raekoko oli 0,5-1 mm. Ruudittajan ruutisuppiloa jatkettiin noin 120 mm siten että suppiloon ja sen jatkeeseen sopi 300 g ruutia. Ruudittajan toimiessa 300 g:n ruutierä siirtyi ruudittajan alla olevaan astiaan noin 12 minuutissa. Ruudittaj pysäytettiin, ruuti siirrettiin takaisin suppiloon ja koetta jatkettiin. Kun ruudittaja oli käynyt 63 minuuttia, toimi sen momentinrajoitusvarmistin. Purkamisen yhteydessä todettiin, että ruudittajan annostelusylinterin ja kehdon välissä oli melkoisesti ruutipölyä. Muita vaurioita ei todettu. Päätettiin, että rajamomentia, jolla varmistin toimii korotetaan ohjearvosta jatkokokeissa.

Kokeessa 2 Ronson sytyttimen kiviä - sylinterimäisiä $\varnothing$ 2,5 mm, pituus 5 mm - rikottiin siten, että ne katkesivat vähintään kolmeen osaan, useat kivet myös halkesivat käsittelyn aikana. Sytyttymien kiviä sekoitettiin 5 paino% Nobel Ck ruutiin ja ruudittajan annettiin toimia 3 tuntia. Koeaikana ruudittaja juuttui kerran kiinni niin, että sen käyttöhihna luisti. Ruudin syttymistä ei kokeen aikana tapahtunut.

Kokeessa 3 kokeen 2 ruutia, johon oli sekoitettu sytyttimen kiviä, otettiin 100 g ja siihen lisättiin 2 paino% pulttipistoolin patruunoista purettua sytytysnallimassaa.

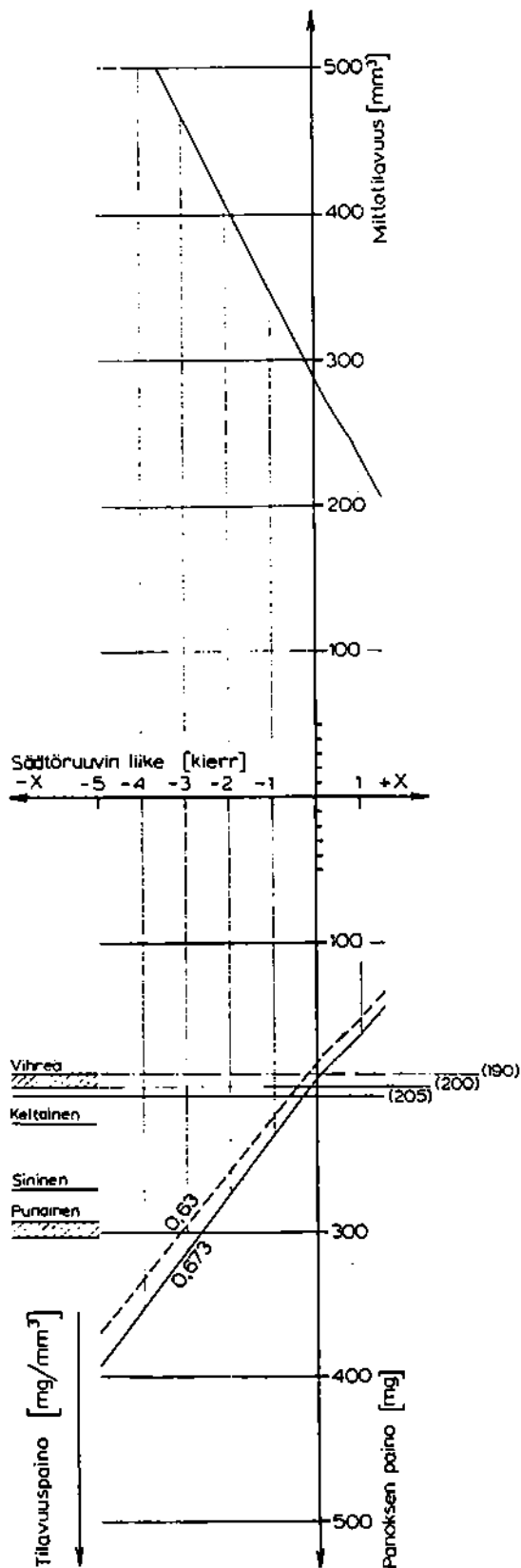
Nallimassasta suurin osa oli levymäisinä kappaleina, jotka olivat irronneet hylsyn pohjasta. Ruudittajaa käytettiin 2 tuntia. Nallimassakappaleet leikkautuivat pienemmiksi ja ruudittajan annostelusylinteri värjäytyi nallimassasta keltaiseksi, mutta syttymistä ei tapahtunut.

Edellä esitetyistä kokeista tehtiin seuraavat johtopäätökset (LOT 588):

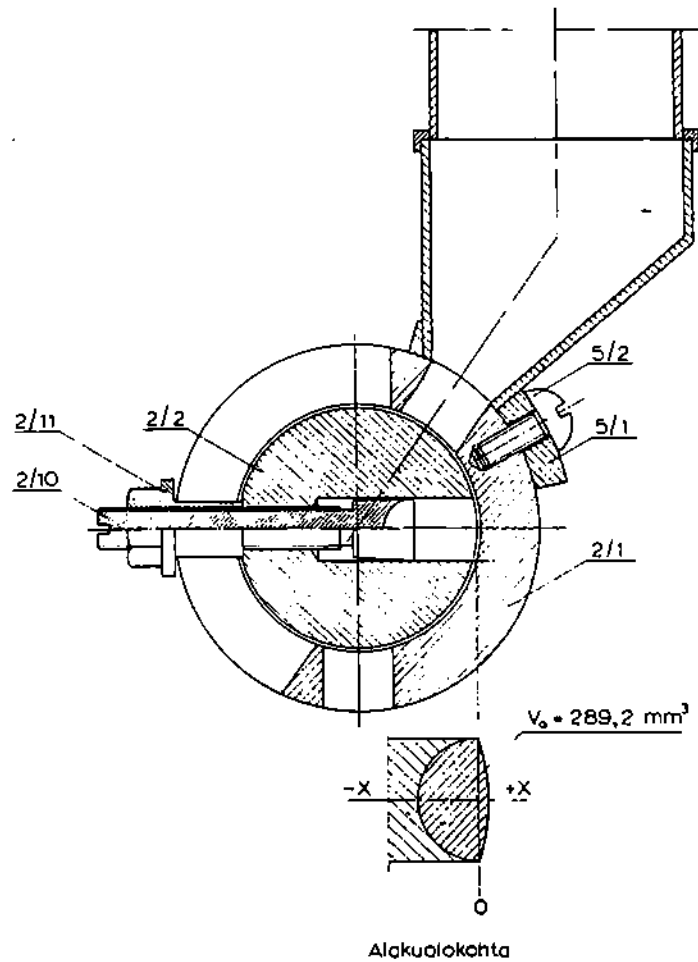
- Ohjearvon mukaan säädetty ruudittajan momentivarmistus on melko herkkä. Jo pieni ruudittajan likaantuminen saa sen toimimaan.
- Tehdyt suppeat mutta erittäin provosoivat kokeet antavat aiheen olettaa, että Lapua 13.4.1976 tapahtunutta ruudin syttymistä ei ole helppo jäljittää laboratorio-olosuhteissa.

Robotin annostelusylinterin (kuva 34) säätöruuvien liikettä eikä osien (2/1 ja 2/10) kosketusta voinut nähdä. Ruudin CK-4 tutkitut tilavuuspainot vaihtelivat 0,63-0,67 mg/mm³. Kosketus ja ylisäättö oli mahdollista koska säätöruuvissa ei ollut säädönrajoitinta. Tästä ja vaaran mahdollisuudesta eräiden muidenkin latauskoneiden ruudittajissa ilmoitettiin välittömästi (8.9.1977) alan viranomaisille saatettavaksi teollisuuden tietoon.

Tämän jälkeen seitsemällä koesarjalla pyrittiin selvittämään (LOT 653) saadaanko mittatilavuuden säätöruuvi ylisäädöllä (ylisäättö vaihteli 0-0,83 mm) aikaan syttymistä tai muodostuuko annostelusylinterien annostelukuppien reunoihin vastaavanlaisia painumia kuin robot annostelusylinterin annostelukupin 2 reunoissa. Kokeissa ei saatu aikaan syttymisiä eikä annostelusylinteri annostelukuppien ja kehdon reunoihin syntynyt painumi. Ainoastaan säätöruuvien annostelukuppien reunat taipuivat ja leikkautuivat irti.



Kuva 34



Pistoolivasaran (pulttipistoolin) patruunoiden 6,3 x 16 latauskoneen „ROBOTIN” ruudituskoneen (LPT:n piir. n:o 2-5509) mittatilavuus.

Ruudituskoneen mittatilavuus/säätövara / panoksen paino

Kuva 61

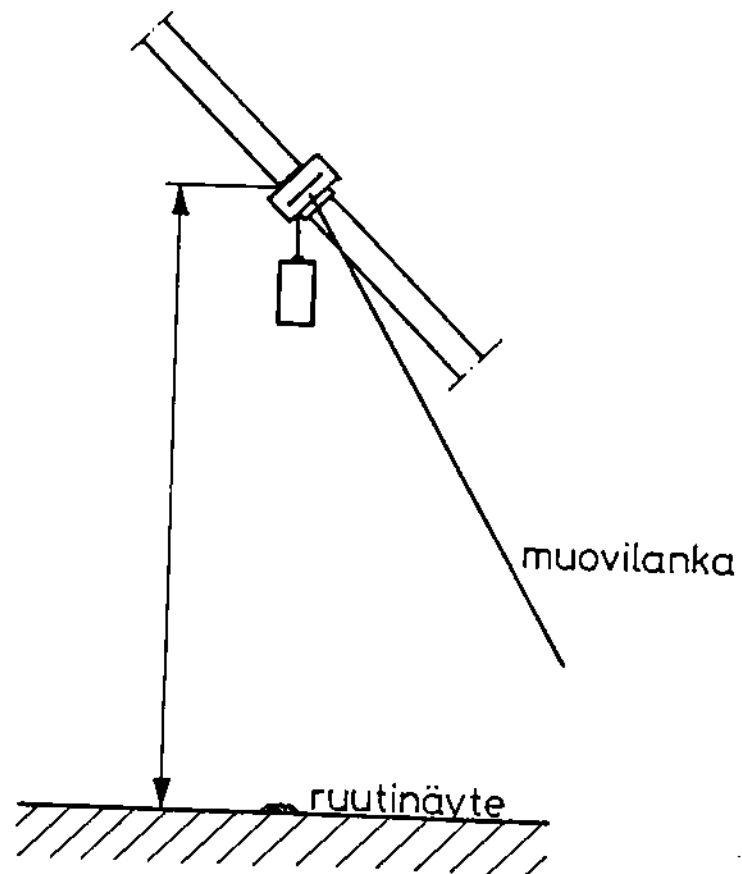
Työryhmä 4/LOT-76

11.11.1977 / J. K.

Robotin ruuditettajan tutkitut mittatilavuuden säätöarvot CK-4 ruudilla eri patruunatyypeil

Jäljitelmillä suoritettut kokeet

Ruutiputken liekkilukon (kuva 7) toimintavarmuutta testattiin Puolustusvoimien tutkimuskeskuksessa sijoittamalla pala päistään suljettua ruutiputkea 45° kulmaan vaakatasoon nähden normaaliin toimintavalmiuteen siten, että luisti oli auki (kuva 35). Liekkilukon alapuolella vajaan 80 cm päässä siitä poltettiin tasaisella alustalla joko 8 tai 16 taikka 24 g samaa ruutia kuin putkessa oli.



Kuva 35 Koejärjestelyt liekkilukon toimintavarmuutta testattaessa.

Kokeita tehtiin toistakymmentä. Toimintahäiriöitä sattui useammin kuin oikeita toimintoja. Seuraavanlaiset toimintahäiriöt todettiin:

- 1) Luistia siirtävä muovi- (nylon)lanka voi palaa ensimmäiseksi poikki punnuksen ja luistin väliltä, jolloin luisti jää auki.
- 2) Palaneen muovilangan päähän muodostuu sula pisara, joka langan liikkuesssa tai palon edessä kulkeutuu langan ohjaimen reikään jähmettyen sinne ja estäen lankaa ja samalla luistia liikkumasta, tai pehmentynyt lanka kutistuu kokoon samoin seurauksin.

Jos juuttuminen sattuu hetkellä, jolloin luisti on puoliksi kiinni, ruutiputken sisä- ja ulkopuolen välille jää ruutikanava jota pitkin palo voi päästä ruutiputkeen (LOT 438).

Vaikka useita juuttumisia sellaiseen asentoon sattui, että em. avoin kanava jäi ruutiputkeen, ei palon välittymisiä kuitenkaan sattunut. PvTutkK:n arvion mukaan palo kuitenkin tällaisissa tapauksissa olisi välittynyt jos koejärjestelyt olisi muutettu siten, että testaus olisi suoritettu pitempään jatkuneella palolla eikä pelkällä nopealla ruudin leimahduksella. Vaikka nylonlanka olisikin korvattu metallilangalla, on pidettävä teknillisenä virheenä sitä, että luistin liikkeen aikaan edes hetken on olemassa avoin ruutikanava putken ulkopuolelta sisäpuolelle.

Ruutien räjähdysalttiudesta

Kemira Oy:n Vihtavuoren tehtailla suoritettiin seuraavia kokeita (LOT 610).

Suorilla $\varnothing$ 38/35 mm:n messinkiputkilla kaikki kokeet tehtiin ruudilla N 310. 2 m:n pituiseen putkeen mahtui n. 1 kg ruutia. Pohjalta sytytettynä suoritettiin 5 koetta, jotka kaikki päättyivät räjähdykseen.

Räjähdysnopeudeksi saatiin pikakameralla arvoja 3000-5000 m/s. Sirpalesuunnat olivat lievästi ylöspäin (15°) ja sirpalenopeudet yli 1000 m/s. Sytytettävän putken vieressä 4 m:n päässä olevat samalla ruudilla täytetyt samanlaiset putket eivät räjähtäneet, vaikkakin putkiin syntyi sirpaleista lommoja.

Ruutipatsaan korkeuden vaikutusta tutkittiin sytyttämällä ruuti pinnasta 15-25 cm:n etäisyydeltä. Näissä kokeissa tehtiin 1 koe 15 cm:llä, 5 koetta 20 cm:llä ja 2 koetta 25 cm:llä. Ruutipatsaan ollessa 15 cm sytytyskohdan yläpuolella ei saatu ruutia syttymään vaan yläpuolella oleva ruuti lensi pois. Sen sijaan 20 cm:llä ja 25 cm:llä suoritetuissa kokeissa tapahtui aina räjähdys. Räjähdysnopeudet olivat 2000-5000 m/s. Näissä sirpalesuunta oli vaakasuora ja lievästi alaspäin. Sytytettävän putken vieressä 1-3 m:n päässä olleet ruudilla täytetyt ruutiputket eivät välttämättä räjähtäneet heti, vaan saattoivat ensin palaa 0,02-0,04 s ja sitten räjähtää. Eräessä kokeessa sytytettävän putken vieressä 2 m:n etäisyydellä oli samaa ruutia sisältävä pahvipönttö, joka räjähti sirpaleen iskusta 0,001 s:n kuluttua.

Putkistokokeissa koejärjestely oli kuvan 6 kaltainen. Kokonaisruutimäärä oli 4-8 kg ruutityypistä riippuen. Alhaalta ruuditussuppilosta sytytettynä tehtiin koe kahdesti ruudilla N 310. Ensimmäisellä kerralla sytyttäessä ruuditussuppilo hajosi ja ruuti paloi 10 s ennen kuin se räjähti. Toisella kerralla syttymisviive oli 0,2 s ennen räjähdystä. Lyhyempi aika johtui siitä että alapään muoviletkun osa oli lyhyempi, jolloin sulkema oli parempi. Kokeessa, jossa tulppahana oli kiinni ja sytytys tapahtui välittömästi tulppajanan yläpuolella, ruuti N 310 räjähti välittömästi.

Alapäästä sytytettynä on siis tässäkin tapauksessa selvästi nähtävissä sytytyskohdan sulkeman vaikutus räjähdysalttiuteen.

Täyttösuppilosta ruudin pinnalta sytytettynä N 310 paloi ensimmäisellä kerralla 45 s ja toisella kerralla 25 s ennen räjähdystä. Suppilossa oleva ruuti paloi ja jatkui putkeen, jossa palo kiihtyi räjähdykseksi. Ensimmäisessä kokeessa palo eteni putkessa 190 cm ja toisessa n. 50 cm ennen räjähdystä.

Samalla tavalla sytytettynä tehtiin kaksi koetta ruudilla N 340. Molemmissa tapauksissa palo kesti 35 s ennen kuin räjähdys tapahtui. Putken yläpäästä jäi ehyeksi 70 ja 100 cm (ohi yläpään mutkan). Alapäästä jäi ehyeksi ensimmäisessä kokeessa 35 cm ja toisessa 100 cm.

Täyttösuppilosta ruudin pinnalta sytytettynä ruuti CK-4 paloi molemmissa kokeissa 25 s ennen räjähdystä. Molemmilla kerroilla jäi putken yläpäästä ehyeksi 80 cm. Palo oli edennyt 30 cm ensimmäisen mutkan ohi räjähdysten tapahtuessa.

Yhteenvetona todettakoon, että täyttösuppilosta ruudin pinnalta sytytettynä huokoinen ruuti ja CK-4 paloivat 25-45 s ennen räjähdystä. Palo tapahtui voimakkaasti humisten välillä hidastuen.

Putkikokeissa räjähdysonnettomuuden jälkeen todettiin, että lujaseinäisissä metalliputkissa huokoisruuti saatiin räjähtämään pohjalta sytytettynä. Sen sijaan muovi- tai pahviputkissa ruutia N 310 ei saatu räjähtämään vaan ruudin palo joko sammui tai jatkui palona.

Liitettäessä metalliputken alapäähän ruutiannostelija todettiin teräksisen annostelusylinterin jäävän ilman mitään merkkejä sytytettäessä pohjalta. Sen sijaan räjähdysten tullessa ylhäältä, jäi teräskappaleeseen selvästi havaittavat painumat.

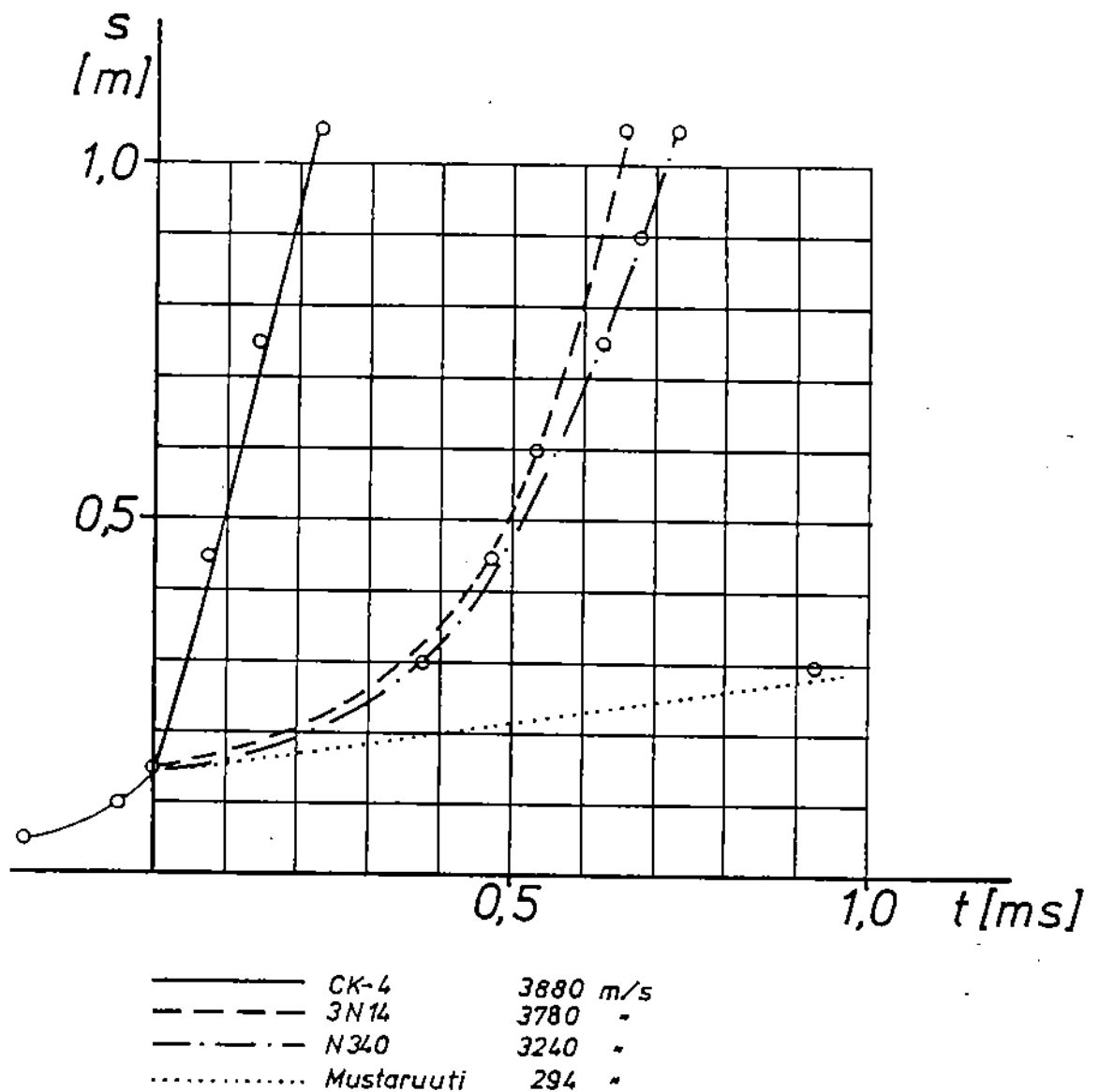
Ruutien palonopeutta messinkiputkessa (ϕ 39/42 mm) tutkittiin PvTutkK:ssa täyttämällä noin 1,2 m pituiset putket eri ruudeilla. Putkien alapääts suljettiin joko puutulpalla tai pahvilevyllä ja asetettiin maassa olevaa lautaa vasten. Yläpää suljettiin 8,5 mm paksuisella messinkilaipalla, jonka keskellä oli ϕ 10 mm reikä. Ruuti, joka ulottui laippaan asti, sytytettiin reiän kautta sähkönsallin sytykehelmellä. Toisinaan helmen viereen oli sidottu kaksi tulitikun sytykepääts. Mittausantureina käytettyjä termoelementtejä tai valopuoli johteita oli yleensä 15 cm välein - tarvittaessa 5 cm välein tai joskus harvemmassakin. Kokeita suoritettiin myös yläpäästään avoimilla putkilla sytyttämällä ruuti edellä kuvatulla tavalla yläpinnastaan.

Yhdessä kokeessa suoritettiin mittaukset käyttämällä täysimittaista ruutiputkea liekkilukkoiheen ja ruutisuppiloiheen. Tässä kokeessa sytyttäminen tapahtui liekkilukon avoimen ruutikanavan kautta sytykehelmellä ja kahdella tulitikun päällä. Palonopeus sekä ylös- että alaspäin mitattiin noin 65-80 cm:n välein putkeen asennetuin mittaussanturein. Eräissä muissakin kokeissa suoritettiin sytyttäminen putkien keskeltä ja mitattiin palonopeudet erikseen ylös- ja alaspäin.

Kuvaan 36 on yhdistetty tulokset eri ruutien palonopeusmittauksista. Ajan nollakohdaksi vaaka-akselilla on otettu se hetki, jolloin palorintama on putkessa edennyt 15 cm. Nobel CK-4 ruuti saavuttaa räjähdyksensä rajanopeuden 3880 m/s jo noin 15 cm matkalla kun taas huokoisruudit saavuttavat räjähdysten rajanopeuden vast noin 50-60 cm matkalla. Tämä rajanopeus on ruudilla

3 N 14 noin 3780 m/s ja ruudilla N 340 noin 3240 m/s. Mustaruudin palorintaman etenemisnopeus on vain 294 m/s.

Nobel CK-4 ruuti saavuttaa rajaetenemisnopeutensa lyhyemmällä matkalla mutta ei lyhyemmässä ajassa kuin huokoisruudit. Kuvassa valittuun ajan nollakohtaan kului Nobel CK-4 ruudilla noin 12,3 ms, mutta N 340 ruudilla vain 9,3 ms.



Kuva 36 Palorintaman etenemismatka ajan funktiona erilaisilla ruudeilla messinkiputkessa (39/42n). Putket suljettu molemmista päistään. Ajan nolli kohdaksi on valittu hetki, jolloin palo on ede nyt 15 cm. Tähän kului Nobel-ruudilla 12,3 ms,

Sytytettäessä Nobel CK-4 ruuti täysimittakaavaisessa kokeessa liekkilukon kohdalta ylöspäin etenevän detonaation nopeudeksi saatiin 3800 m/s ja alaspäin etenevän 5100 m/s. Toisessa kokeessa, jolloin sytyttäminen tapahtui keskeltä ja putki oli avoin yläpäästään saatiin detonaationopeudeksi ylöspäin etenevälle palolle 5600 m/s ja alaspäin etenevälle 4200 m/s (LOT 426).

Erilaiset palonopeudet alas- ja ylöspäin johtunevat toisaalta ruudin tiheyden erilaisista jakautumista ja mahdollisista heilahdus- ja resonanssi-ilmiöistä sekä putken lujuuden vaihteluista esimerkiksi tulppahanan kohdalla.

Kivääriruuti 4 N 26 käyttäytyi kokeissa selvästi muista poikkeavalla tavalla. Sytykehelmellä sytytettynä yläpäästään avoimessa putkessa palo kiihtyi kunnes putki halkesi. Tämä tapahtui noin 45 cm päässä. Tällöin palo kokonaan sammui. Keskimääräinen palonopeus välillä 30-45 cm oli noin 500 m/s.

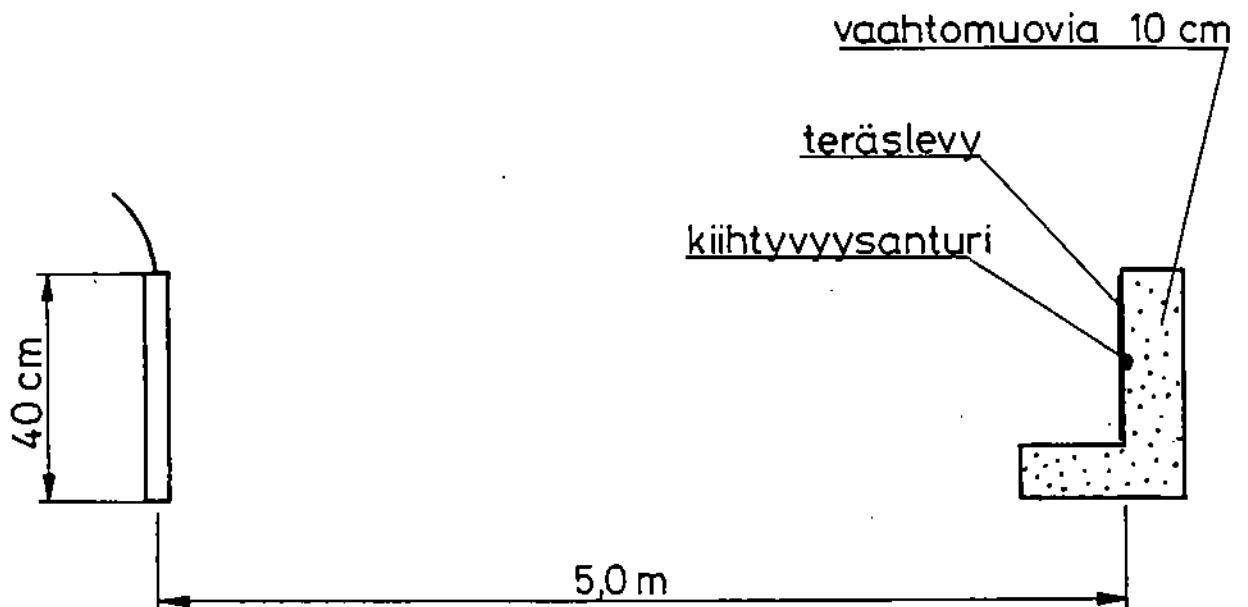
Sähkösytytysnallilla sytytettynä 4 N 26 kahdessa kokeessa paloi räjähdysmäisesti reaktiorintaman etenemisnopeuden ollessa tällöin 2000-2100 m/s. Kahdessa muussa kokeessa palo näinkin sytytettynä sammui. Toisessa kokeessa 25 cm ja toisessa noin 50 cm päässä nallista.

Jos sytyttäminen tapahtui 4 N 26 ruudin yläpinnalta sytykehelmellä, koko ruutimäärä paloi nopeudella 7-9 cm. Kemira Oy:n Vihtavuoren tehtailla suoritettut palonopeuskokeet, jotka on taltioitu mm. tutkijalautakunnalle

luovutettuina pikafilmikameran kuvauksina, vahvistavat PvTutkK:ssa saavutettuja tuloksia.

Kemira Oy:ltä tutkijalautakunta on saanut tiedot Ruotsissa Gyttorpin tehtailla vuonna 1967 suoritetuista ja niiden johdosta Vihtavuorella vuonna 1969 suoritetuista ruudin palamista putkissa selvittävistä tutkimuksista (LOT 610). Myös Lapuan patruunatehtaalla on suoritettu kokeita vuosina 1974-1975 ruudin palamisesta messinkiputkissa ja havaittu ruudin räjähtävän niin, että putket sirpaloituivat (Ptk 14). Näissä kokeissa on tehty vain silmämääräisiä havaintoja (ks. luku 9. Kehitystoiminta Lapuan patruunatehtaalla).

Ruutiputkesta lentävien sirpaleiden lentonopeus määritettiin mittaamalla niiden lentoaika viiden (5) metrin päässä olevalle kiihtyvyysanturille (kuva 37). Rekisteröinti tapahtui valokuvaamalla oskilloskoopin kuvaputkelta. Aika-akselin pyyhkäisy alkoi nallin ympäri kiedon langan katkeamisesta.



Kuva 37 Ruutiputken sirpaleiden nopeuden määrittämisperiaate.

Kokeissa (LOT 416) saadut sirpaleiden lentonopeudet eri ruutityypeillä ovat kuvassa 38.

Ruuti	Keskinopeus m/s	Ruutiputki	Huom.
Nobel CK-4	1090 978	ø 39/42 mm ø 35/38 mm	
3 N 14	816 793	ø 39/42 mm ø 35/38 mm	Putken pit. 26 cm
4 N 26	389 375	ø 39/42 mm ø 35/38 mm	Ei sirpaleosumia
Mustaruuti			Ei detonoinut. 30 cm putkesta ehjäär

Kuva 38 Kokeissa saadut sirpaleiden keskinopeudet eri ruudeilla.

Keskinopeuden arvoista on laskettu nopeimman sirpaleen lähtönopeudeksi 1400 m/s olettaen, että sen massa olisi ollut 0,1 g ja 1220 m/s olettaen massaksi 1 g (LOT 416).

Ruudin syttyminen messinkiputkessa (ø 39/42 mm) siihen osuneesta samanlaisesta ruudilla täytetystä messinkiputkesta lentäneestä sirpaleesta tutkittiin erilaisin koejärjestelyin (LOT 416).

Kokeessa n:o 1 saivat keskimmäisestä, Nobel CK-4:llä täytetystä, putkesta lähteneet sirpaleet aikaan räjähdys sen sekä Nobel CK-4 ruutia sisältävissä, että huokoisruutia 3 N 14 sisältävissä putkissa 1 m päästä. Kokeessa n:o 2 räjäyttivät Nobel CK-4 ruutia sisältäneestä putkesta lähteneet sirpaleet huokoisruudin 4 m päässä. Kokeessa n:o 3 huokoisruudin sijasta toisessa putkessa oli kivääriruutia 4 N 26. Kivääriruuti syttyi ja palamispaine irrotti putken suutulpan. Ruutia paloi tai lensi putkesta noin 15 cm matkalta, jonka jälkeen palo sammui. Putkeen osuneen sirpaleen massaksi laskettiin reiän koosta ja muodosta päättelemällä noin 0,1 g.

Kivääriruutiputkeen oli osunut muitakin sirpaleita, jotka eivät lävistäneet putken seinämää (vino iskukulma).

Kokeessa n:o 4 käytettiin PVC-muoviputkia. Nobel CK-4 ruuti sytytettiin sähkönallilla. Metrin päässä olleessa putkessa huokoisruuti 3 N 14 syttyi ja paloi, mutta putki säilyi ehjänä. Syttyminen on PvTutK:n arvion mukaan johtunut siitä, että paineisku on litistänyt putkea ja irrottanut suutulpan, jolloin syttyminen on käynyt mahdolliseksi.

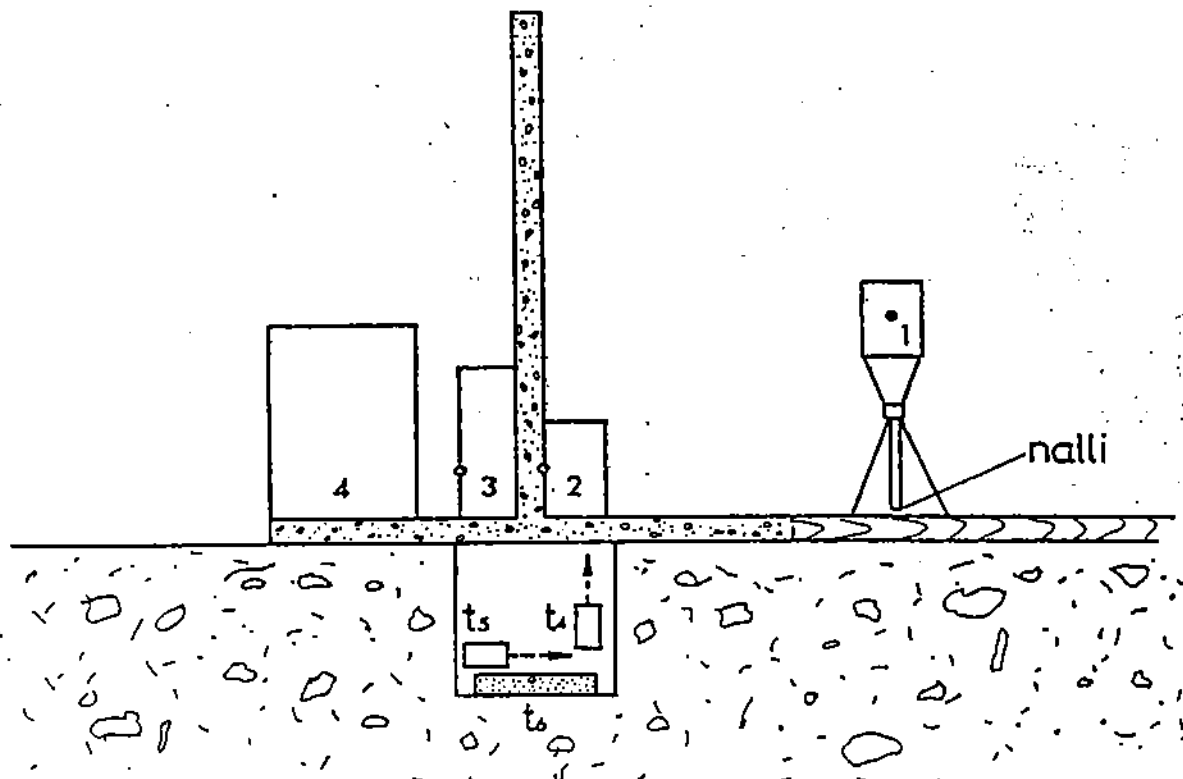
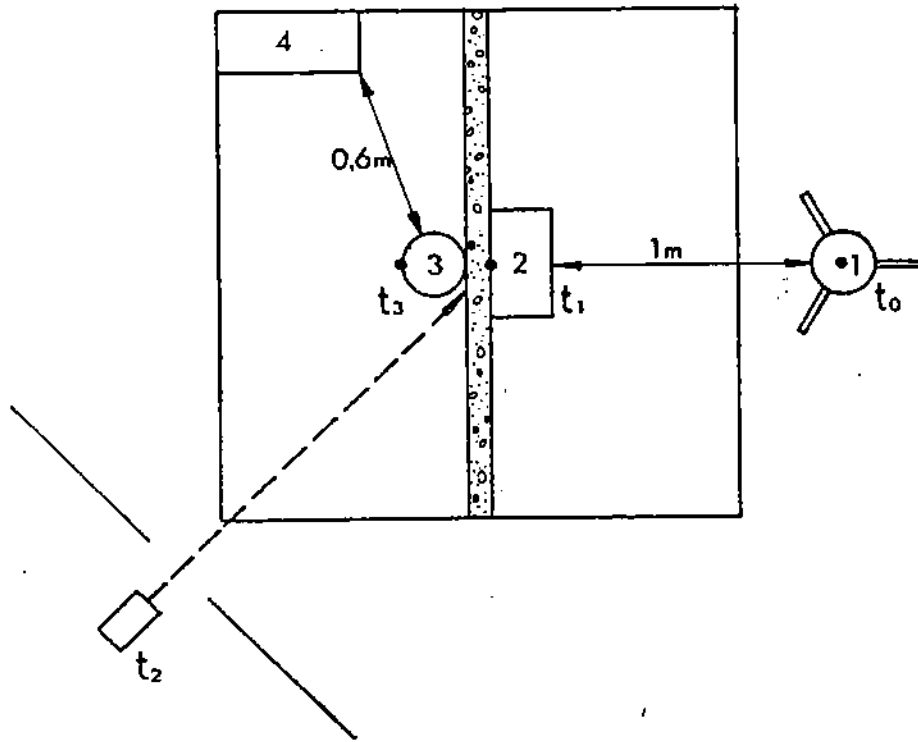
Tulokset osoittivat, että räjähdys Lapualla olisi voinut sirpaleiden välittämänä edetä lataamohallissa ruuti-putkesta toiseen (LOT 416).

Räjähdysten välittymistä betoniseinän läpi tutkittiin PvTutK:n suorittamin mittauksin Niinisalon ampumakentälle rakennetuin ruutiullakon mittakaavassa 1:1 vastavien betonirakentein (LOT 418).

Kokeissa käytettiin termoelementtejä ilmaisemaan hetki, jolloin jokin ruutiastia tai ruutisuppilo kokonaan räjähtää, valoilmaisimia ilmoittamaan milloin betonilattia tai -seinä halkeaa tai milloin liekit saavuttavat määrätyn tason sekä kiihtyvyysantureita ilmoittamaan milloin liekit, paineaalto tai betonikappaleet kohtaavat määrätyn tason. Antureilta saadut tiedot talennettiin instrumenttinauhurille.

Kokeessa n:o 3 (kuva 39) oli suppilossa (1) pulttipistotiruutia Nobel CK-4 8 kg siten, että ruudin yläpinta oli noin 15 cm päässä suppilon yläreunasta. Ruutiputkeen oli porattu reikä sähköräjäytysnallia varten. Matka nallilta ruudin yläpintaan oli 73 cm. Betoniseinässä oli kiinni 22,7 kg puulaatikkopakkaus (2) Nobel CK-4 siten, että laatikon pisin särmä (62 cm) oli ylöspäin ja leveämpi sivu (39 cm) seinää vastaan. Laatikon ja ruutisuppilon kyljen välinen etäisyys oli 1 m. Betoniseinän toisella puolella oli seinässä kiinni 11 kg pahvili-

Tästä huokoisruutipakkauksesta 60 cm päässä oli puulaa tikkopakkauksen (76x32x49 cm) sisällä peltitynnyrissä kivääriruutia 4 N 16 erä 276/44 siten, että laatikon (4 pisin särmä oli ylöspäin ja kapeampi sivu seinään päin



Kuva 39 Niinisalon ampumakentällä suoritettun kokeen n:o 3 mittausjärjestelyt. t_0 =termoelementti, t_1 =termoelementti, t_2 , t_4 ja t_5 valoilmaisimia t_6 =kiihtyvyyssanturi.

Tämän kokeen tuloksena saatiin räjähdysksen välittymisestä kiihtyvyyssantureilta seuraavat mittaustulokset, joi toinen osakoe tukee. Kiihtyvyyssantureilta saadut tulokset eivät ole täysin yksiselitteiset (tulenlieska, paineaalto, sirpaleet ja betonikappaleet).

Saatujen mittaustulosten perusteella voidaan olettaa Lapualla räjähdysksen edenneen robotin ruudittajassa ylöspäin seuraavasti:

Räjähdys on tullut alhaalta päin ruutiputkea myöten nopeudella 3900 m/s (vertaa ruutien palonopeusmittauksiin edellä). Kun ajan nollakohdaksi valitaan hetki, jolloin palorintama saavuttaa ruutiullakon lattian yläpinnan tason niin

- koko ruutisuppilo on räjähtänyt 0,2 ms kuluttua
- CK-4 ruutipakkaus on räjähtänyt 0,7 ms kuluttua
- seinät ja lattia ovat revenneet 1,0 ms kuluttua
- seinän takana olleet huokoisruutipakkaukset (N310) ovat räjähtäneet välittömästi seinä repeämisen jälkeen ($< 0,1$ ms).

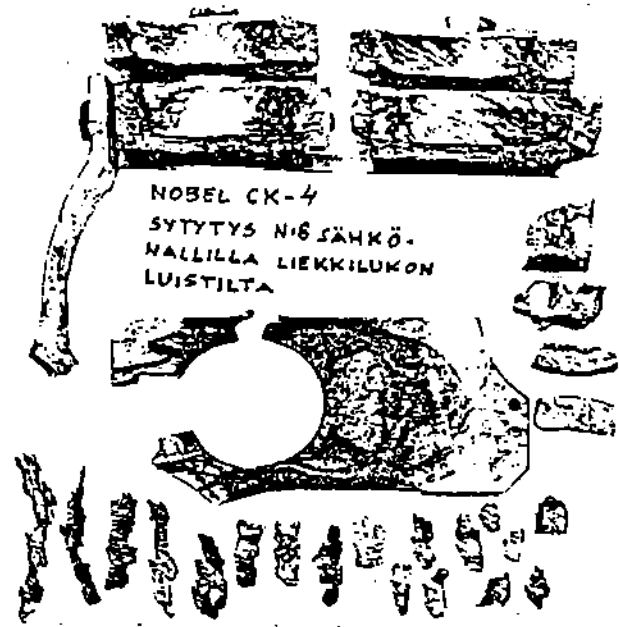
Kivääriruutipakkaukset eivät räjähtäneet vaan lensivät rikkoutuneena ympäristöön. Hajonneista pakkauksista levinnyt ruuti on tulipalossa palanut tavallisena ruutipalona.

Betonilaattojen halkeamisen jälkeen räjähdyskaasut syösyvät halkeamista 1300-1500 m/s nopeudella (keskinopeus 0,5 m matkalla). Suihkujen laajetessa niiden lämpötila ja nopeus nopeasti laskivat niin, että päätuhovaikutuksen 2-3 m päässä seinästä sai aikaan tasaisena rintama edennyt paineisku ja betonikappaleet, joiden nopeus on aluksi 500-800 m/s (LOT 418).

Robotin ruutiputken ja ruudittajan läliitelmillä suoritettiin edellä esitettyjä jäljitelmäkokeita tävdentävikokeita sen jälkeen, kun oli ilmennyt, että räjähdyslähtökohta on robotissa tai sen ruudin syöttöjärjestelmän alapäässä (LOT 546). Näissä kokeissa selvitettiin syttymistavan ja -paikan vaikutusta liekkilukon ja ruudittajan vaurioitumiseen ja täydennettiin räjähdyskaasujen leviämisenopeutta koskevia mittauksia analysoimalla kokeissa tehtyjä pikakamerakuvauksia sekä suoritettiin kokeita ruutiputkesta lähtevien sirpaleiden lähtösuunnan määrittämiseksi. Lisäksi suoritettiin mekaanisia syttymiskokeita liekkilukolla, tulppahanalla ja putki-liitoksilla ja selvitettiin kokeellisesti, mistä kohdasta ja millä tavalla palon on sytyttävä ruutiputkiston alapäässä tai ruudittajan annostelusylinterissä, jotta se välittömästi muuttuisi räjähdykseksi ja aikaansaisi kappaleissa samanlaiset jäljet kuin robotin ruudittajan, pöytään ja työluistiin on onnettomuudessa todettua syntyneen.

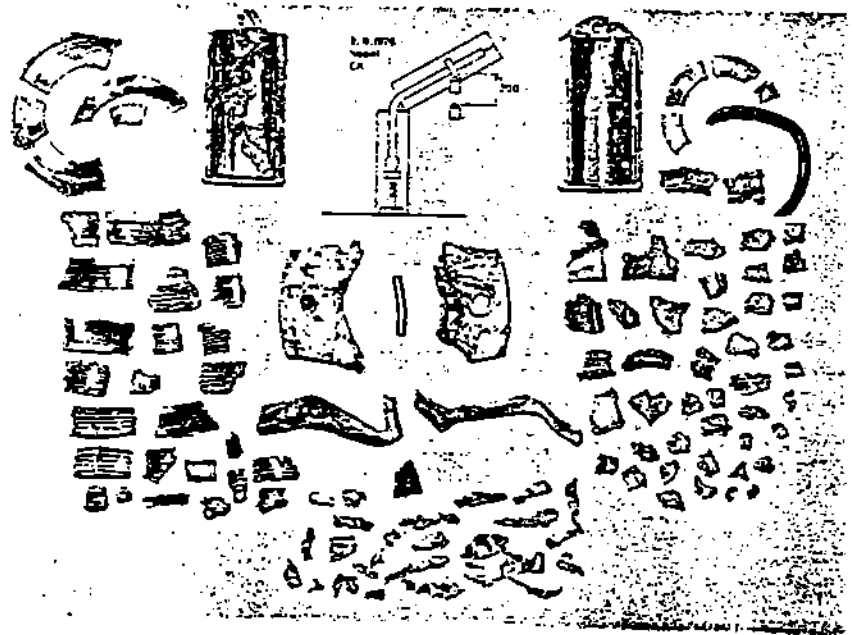
Seuraavassa esitetään tiivistelmänä näiden kokeiden tärkeimmät tulokset.

Liekkilukko säilyi lähes ehjänä eikä punnukseen tullut sirpaleita, kun ruuti (Nobel CK-4) sytytettiin liekkilukon luistilta. Kun ruuti sytytettiin luistin raon kautta sähkösytytysnallilla n:o 8 niin liekkilukko halkesi kahteen osaan yläosan ja alaosan kummankin pysyen suhteellisen ehjänä ja itse luistin katketessa (kuva 40). Kun ruuti sytytettiin ruutiputkesta sähköräjäytysnallilla n:o 8 vähintään 20 cm etäisyydeltä liekkilukosta niin lukon runko ja luisti sirpaloituivat täysin ja punnukseen osui useita sirpaleita. (kuva 41).



Kuva 40

Liekkilukon sirpaloituminen, kun sytytys tapahtui sähköräjäytysnallilla liekkilukon luistilta.



Kuva 41

Sirpaloituminen sytytettäessä nallilla liekkilukon yläpuolelta.

Liekkilukossa suoritettiin kokeita myös muilla kuin Nobel CK-4 ruudilla.

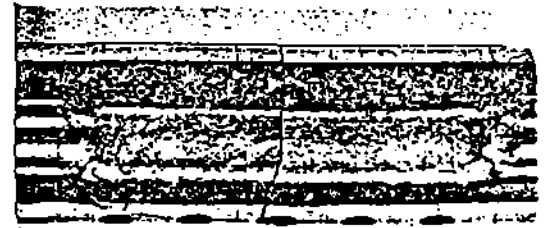
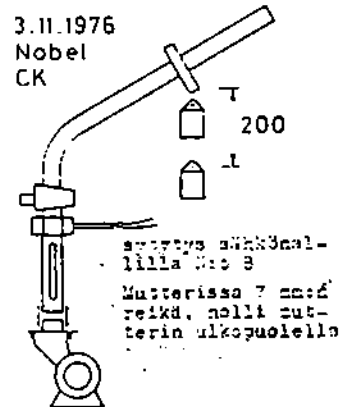
Ruutiputken osilla suoritettiin mekaanisia syttymiskokeita

- liekkilukolla 3500 kiinni-auki jaksoa,
- tulppahanalla 300 "- "-
- putkiliitoksella 10-15 "- "-

Lisäksi liekkilukolla suoritettiin 500 jaksoa käyttäen sytytysnallimassaa n:o 70. Suoritetuissa kokeissa ei sa-
nut havaittavia syttymisiä. Kun massa pantiin luisti-
päälle ja annettiin painon pudota, syttyi nallimassa h-

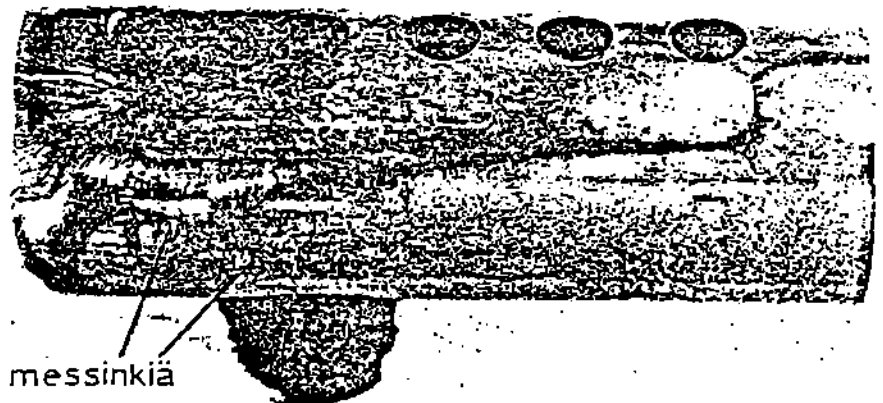
Sirpaleiden lähtökulmaksi mitattiin 8° putken sisusaks-
lin normaalista laskien, kun sytyttäminen tapah-
tui noin 20 cm:n etäisyydellä lukosta. Kokeessa saatu
tulos tukee aikaisemmin esitettyä toteamusta
(LOT 487), ettei etäisistä sirpaleiskemistä voi
tehdä detonaatiosuuntaa koskevia päätelmiä. Liekkilukon
punnukseen syntyneistä sirpalejäljistä voi saada viitte-
tä detonaatiosuunnasta.

Ruudittajan vaurioitumista räjähdyspaineen vaikutuksesta
tutkittiin toisaalta antamalla räjähdysrintaman törmä-
täydellä tehollaan ruudittajaan ja toisaalta antamalla
räjähdysalkua ruudittajasta. Ensin mainitussa tapau-
ksessa syntyi karkaistua terästä olevaan annostelusylint-
riin, jonka kovuus oli 63 HRC selvät painumat ruudin sy-
töaukon kohdalle (kuva 42).



Kuva 42

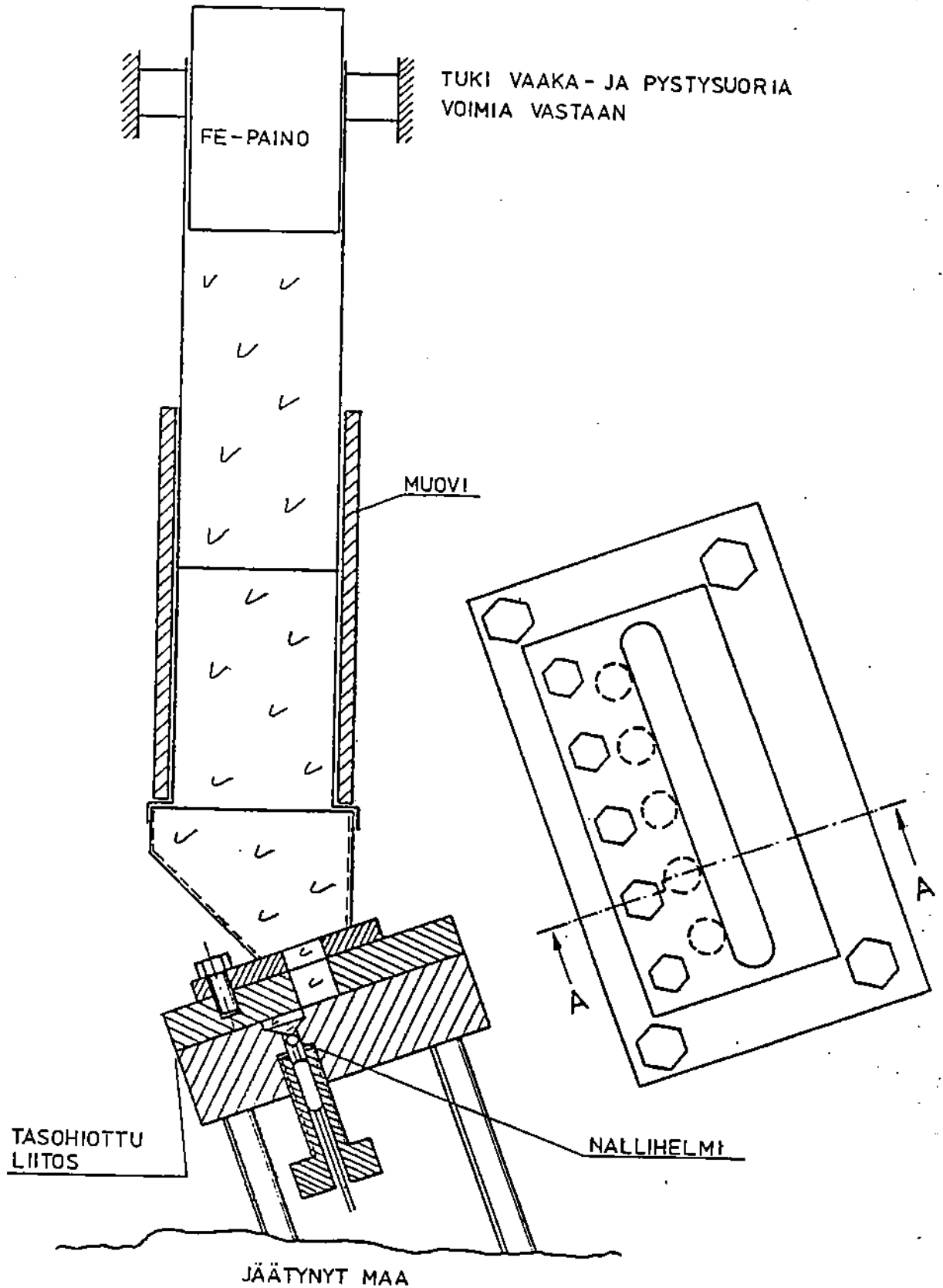
Räjähdyspaineen aikaansaama painuma annostelu- sylinterin pinnalla, kun detonaatiorintama on tullut ruudittajaan ylhäältä päin. Vertaa jäl- keä kuvassa n:o 43 esitettyyn, jossa sytyttämi- nen on tapahtunut ruudittajan pinnalta.



Kuva 43

Annostelusylinterin vauriot. Sytytys sylinte- rin pinnalta.

Sytytyskokeita, joista sytyttäminen tapahtui ruudittajan pinnalta suoritettiin yhteensä kuusi kappaletta. Viisi ensimmäistä tehtiin käyttäen luistimallista annastelijaa sylinterimallisen sijasta (kuva 44).

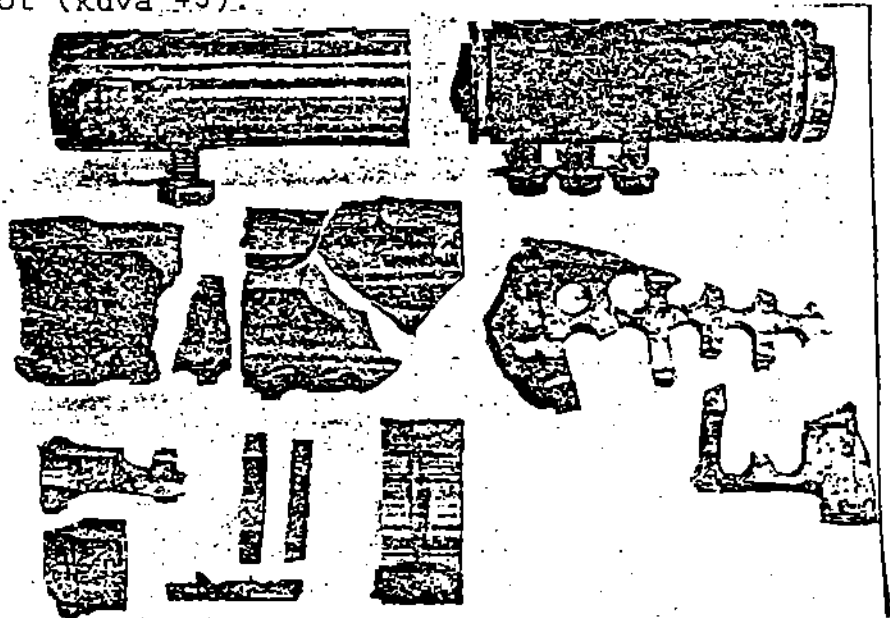


Kuva 44 Koejärjestelyt suoritettaessa sytytys suljetusta annostelukupista.

Sytyttäminen tapahtui sähköhelmellä annostelukupista siten, että aukko annostelukupista peräkkäisissä kokeissa oli 0,5; 1; 0 ja 0,2 mm. Kahdessa ensimmäisessä tapauksessa ruuti paloi vain siinä kupissa, jossa se sytytettiin, kolmannessa se paloi myös "sytytyskupin" toisessa naapurikupissa ja neljännessä kokeessa havaittiin ainakin osittaista palamista kaikissa annostelukupeissa. Näissä kaikissa kokeissa osoittautui, että paine pääsi purkautumaan karkeasti hiottujen tasojen välistä.

Koetta 5 varten tasohiottiin siksi ruudittajan vastinpinnat sileiksi. Osat kiristettiin vastakkain siten, että rako ruutikupista syöttöaukkoon oli juuri sulken. Tällöin sytytys johti räjähdykseen.

Koe 6 suoritettiin robotin ruudittajaa vastaavalla sylinterimallisella ruudittajalla, jonka kokonaisvällys kehdon ja sylinterin välillä oli 0,05 mm. Annostelusylinterin kovuus oli 45 HRC ja kehdon 62 HRC. Sytytys aiheutti voimakkaan räjähdysen, joka pirstoi ympäröivät lankkunnat. Ruudittajan kehto pirstoutui useiksi palasiksi. Syntyneet vauriot ja sylinteriin tulleet messinkijäljet olivat samanlaiset kuin Lapuan onnettomuuden aiheuttamat robotin ruudittajan annostelusylinterin ja kehdon vauriot (kuva 45).



Kuva 45 Robotin ruudittajan jäljitelmällä suoritettun kokeen sirpaleet vasemmalla ja Lapuan onnettomuuden sirpaleet oikealla.

Ruutien ominaisuudet

Lapuan räjähdysonnettomuudessa mukana olleiden ruuti-erien kemiallisesta ja fysikaalisesta tutkimuksesta on Puolustusvoimien tutkimuskeskuksessa laadittu tutkimusraportti (LOT 484). Tutkimustulokset on koottu taulukkoon (kuva 46).

1 RUUTILAJI	1 PULTTIPISTOOLI- RUUTI NG-NS	2 PAUKKUPATRUUNA- RUUTI NS	3 PISTOOLI- RUUTI NS	4 KIVAARI- RUUTI NS	5 MUS- RUU
2. KOOSTUMUS %					
NITROSELLULOOSA	63	98	98	95,5	KNO ₃ =
NITROGLYSEROLI	36	-	-	-	C =
DIFENYYLIAMINI	-	1,0	1,1	0,3	S =
SENTRALIITTI 1	1,0	-	-	2,3	
GRAFIITTI	0,53	0,05	0,12	0,23	
KOSTEUS	0,2	0,8	1,0	1,0	0.
3. MUOTO	VAIHTELEVA > 0,9 mm 8 % 0,9-0,7 mm 72 % < 0,7 mm 20 %	1,6 × 0,8 mm HUOKOINEN	1,2 × 0,8 mm HUOKOINEN	1,2 × 0,7 mm	F
4. TIHEYS, g/cm ³	1,7	1,7	1,4	1,6	
5. LÄMPÖARVO, J/g	5120	4183	4116	3851	
6. STABILITEETTI VRK 100 °C	4	8	8	14	
7. ISKUPERKKYYS KAST-VASARA, J	1,0	1,0	1,0	2,0	11.
50 % SYTTYMISFREKVENSSI 2 kg VASARA, cm	6	16	20	27	12
8. HANKAUSHERKKYYS, N JAUHETTU	118 0,4-0,7 mm < 82 N	> 353 > 0,15 mm 247 N	319	319	> 35
9. HUMAHDUSLÄMPÖTILA 5 °C/min, 200 mg	166	173	176	174	> 26
10. KIPINÄHERKKYYS, J U=5kV, R=100 kOhm	0,32 < 0,4 mm 0,25 J	0,66 < 0,15 mm 0,18 J	> 0,85	> 1,3	0,4
11. PALAMISNOPEUS, m/s MAKS.NOPEUS MESSINKIPUTKESSA Ø 40/37 mm, PITUUS 1,1 m	3880	3780	3350	- 500	29-

SAMMUU

Kuva 46

Lapuan patruunatehtaalla käytettyjen ruutien tutkitut koostumukset ja ominaisuudet.

Tutkimuksissa tehtiin mm. seuraavat määritykset:

Orgaaniset komponentit määritettiin kaasukromatografisesti käyttäen sekä normaalia liekki-ionisaatiodekatoria (FID) että typpi/fosfori-selektiivistä detektoria (NPSD). Kvantitatiiviset määritykset tehtiin käyttäen elektronista integraattoria.

Stabilisaattorien difenyyliamiinin ja etyyliisentralliitin lisäksi analysoitiin N-nitrosodifenyyliamiini ja 2-nitrodifenyyliamiini. Menetelmää on tarkemmin selostettu mm. J. Hyypän ja L. Nielsenin matkakertomuksessa Mölle stabilisaattorikonferenssista (LOT 411).

Nitroselluloosan NO_2 -pitoisuus määritettiin Schulze-Thiemann-menetelmällä.

Kosteus määritettiin haihtumana lämpökaapissa.

Grafiittipitoisuus määritettiin gravimetrisesti näytteestä typpihappokäsittelyn ja sintterisuodatuksen jälkeen. Mustaruuti analysoitiin gravimetrisesti liuottamalla KNO_3 veteen ja rikki rikkihiileen.

Stabiliteetti määritettiin vastaanottovaatimusten mukaisesti Lenze-Pleuss-menetelmällä havaitsemalla silmämääräisesti hajoamiskaasujen ilmestyminen 78° , 100° ja 135°C ja määrittämällä Bergmann-Junk-kokeessa typen oksidit titraamalla, kun nitroselluloosaruutia pidettiin 5 ja nitroglyseroliruutia 2 tuntia 132°C .

Ruudin lämpöarvo määritettiin Julius-Peters Record-pomukalorimetrillä vastaten normeja DIN 5 1708 ja ASTM D-2.

Humahduspiste määritettiin Julius-Peters humahduspistelaitteella lämpötilana, jossa ruuti syttyi koeputkessa lämpötilan nousun ollessa 5°C/min . Ruutien lämpöherkkyyttä tutkittiin myös Differential Scanning Calorimeterillä.

Iskuherkkyys määritettiin joko 1 tai 2 kg iskuvasaralla Julius-Peters-iskuvasaralaitteella asettamalla 50 mm^3 näyte kahden $\phi 8 \text{ mm}$ SKF-laakerirullan väliin. Tuloksensa ilmoitetaan suurin energia, jolla näyte ei syttynyt, kun pudotuskorkeutta muutettiin 5 cm välein.

Hankausherakkyys määritettiin saksalaisen BAM-menetelmän mukaisella Julius-Peters'n mittauslaitteella alimpana hankauspainona, jonka näyte kesti syttymättä kertaakaan 12 kokeessa.

Sähkökipinäherkkyys määritettiin siten, että ruutinäyte $0,8 \text{ cm}^3$ oli kipinävälissä, jonka yläelektrodin kärki oli terävä ja alaelektrodina oli terästaso. Kokeissa käytettiin vakiojännitettä $U = 5,0 \text{ kV}$, joka mitattiin

digitaalisella elektrometrillä Keithley 616. Kipinän energiaa säädettiin kondensaattorin C kapasitanssia muuttamalla ($E = 1/2 CU^2$). Sarjavastuksen R tehtävänä oli purkauksen kestoajan pidentäminen (LOT 448).

Kemira Oy:n Vihtavuoren tehtailla suoritettujen kokeiden ja kirjallisuudessa esitettyjen tietojen mukaan ruuti syttyy herkimmin, kun $R = 100 \text{ k}\Omega$, jota arvoa kokeissa käytettiin.

Kullakin kondensaattorin kapasitanssin arvolla suoritettiin 10 koetta, jos ruuti ei syttynyt. Jos ruuti sytty pienennettiin energiaa 20-30 % portain, kunnes syttymistä kymmenessä kokeessa ei enää sattunut. Kipinäherkkyyden arvoksi ilmoitettiin pienin energia, jolla syttyminen saatiin aikaan.

Palonopeuskokeita messinkiputkissa on aikaisemmin selotettu (s. 98).

Ruutijyvästen mitat määritettiin mittausmikroskoopilla ja ruutijyväsistä tehtiin valokuvasuurennot.

Ruutijyväsistä otettiin lisäksi Scanning Elektronimikroskooppikuvat (SEM).

Tiheys määritettiin volymetri Notarilla.

Polttojäte määritettiin punnitsemalla näyte typpihappokäsittelyn ja hehkuttamisen jälkeen.

Tasapainokosteus (eli hygroskooppisuus määritettiin eksikaattorissa 39 % ja 97 % suhteellisessa kosteudessa. Lisäksi tutkittiin kostumis- ja kuivumisnopeutta.

Ruutien ominaisuuksia käsittelevän raporttinsa (LOT 481 yhdistelmässä Puolustusvoimien tutkimuskeskus toteaa tutkituilla ruudeilla olleen mm. seuraavia ainakin onnettomuuden laajuuteen vaikuttaneita ominaisuuksia:

- ruutien suuri iskuherkkyys ja varsinkin Bobel CK-4 ruudin, kun testaus suoritetaan teräsrullien välissä,
- Nobel CK-4 ruudin suuri hankausherakkyys ja
- ruutien Nobel CK-4, 3N 14 ja 3N 18 suuri detonaatio- taipumus jo osittain suljetussa tilassa liekkisytytyksellä.

Sytytysnallimassa 70 tutkimus

Puolustusvoimien tutkimuskeskuksessa on tutkittu pultti pistoolin patruunoista otettua Kemira Oy:n Vihtavuoren tehtailla valmistettua pohjanallimassa 70 (LOT 540).

Massasta tehtiin mm. seuraavat määritykset:

Metallikomponentit määritettiin ARL 6200 emissiospektrofotometrillä.

Metallipitoisuudet määritettiin osittain Perkin-Elmer 300 atomiabsorptiospektrofotometrillä ja osittain gravimetrisesti.

Lyijytrisinaatti, tetratseeni ja nallimassan terminen herkkyys määritettiin Perkin-Elmer DSC 1B-kalorimetrillä ja lyijytrisinaatti myös Perkin-Elmer 624 UV-spektrofotometrillä.

Kosteus määritettiin kuivaamalla nallimassaa 24 tuntia 80° C lämpötilassa.

Mekaaninen herkkyys määritettiin BAM:in mukaisilla Julius-Peters'n isku- ja hankausherkkyyslaitteilla (iskuherkkyyslaitteessa iskunastan halkaisija oli 8 mm BAM:issa 10 mm).

Sähkökipinäherkkyyttä tutkittiin sitä varten suunnitellulla laitteistolla.

Nallimassan ulkonäköä tutkittiin sekä tavallisella että Scanning-Elektroni-Mikroskoopilla (SEM). Metallien pitoisuudet olivat Pb = 24,4 %, Ba = 18,9 %, Sb = 4,3 % ja epäpuhtauksina Fe (0,07 %) Sr, Si, Cu, Mg, Zn, Al, Ti, Ag ja Ca.

Sytytysnallimassan koostumus oli: lyijytrisinaatti 40 %, tetratseeni 12,0 %, bariumnitraatti 34,1 %, lyijydioksidi 8,2 %, antimonitrisulfidi 5,0 %, nitroselluloosa 0,8 %, lakkahartsia 0,1 % ja kosteus 0,1 %.

Iskuherkkyydet (500 g iskuvasara) olivat seuraavat:

pudotuskorkeus	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
syttymisfrekvenssi	0/6	3/6	4/6	6/6	6/6
(syttymiset/kokeet)					

Hankausherkkyydet olivat seuraavat:

Hankauspaino	0,5 kg	0,6 kg	0,7 kg	0,8 kg	0,9 kg
syttymisfrekvenssi	0/6	0/6	1/6	2/6	5/6
(syttymiset/kokeet)					

Sähkökipinäpurkausta sytytysnallimassa kesti 0,78 mJ (3,95 kV, 100 pF), mutta ei kestänyt 0,80 mJ (4,00 kV, 100 pF).

Mikroskoopilla tarkastamalla sytytysnallimassa näytti erittäin epähomogeeniselta.

Analyysitulokset vastaavat valmistajan ilmoittamia tietoja. Yhteenvedossa Puolustusvoimien tutkimuskeskus toteaa, "että ihmisestä purkautuva staattinen sähkömäärä pystyy sen sytyttämään."

Ruudin syöttöjärjestelmän osien tunnistaminen

Ruudin syöttöjärjestelmän osien tunnistaminen tapahtui pinta-, metalli- ja mikroskooppianalyysin.

Pinta-analyysien tarkoituksena oli määrittää sirpaleen alkuperä niissä olleiden ruutijäämien perusteella.

Ruudit erosivat toisistaan lähinnä stabilisaattoriensa ja stabilisaattoriensa nitraustuotteiden osalta.

Ruutien prosenttinen koostumus oli pääpiirteittäin seuraavaa:

Ruuti	NS	NG	DFA+N-NODFA	2-NDFA	SI
3N 14	97	-	1,2	0,03	-
3N 18	97	-	1,0	0,04	-
4N 16	95	-	0,3	0,1	2,9
Nobel CK-4	63	36	-	-	1,0

NS = nitroselluloosa, NG = nitroglyseroli, DFA = difenyyliamiini, N-NODFA = N-nitrosodifenyyliamiini (DFA:n ensimmäinen nitraustuote), 2-NDFA = 2-nitrodifenyyliamiini ja SI = sentraliitti ykkönen, dietyylidifenyyliurea.

Sirpaleiden pinnasta otettiin näytteet kaasukromatografiaa varten tavalla, joka on yksityiskohtaisesti selostettu Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen raportissa (LOT 554) ja siinä mainituissa lähdeviitteissä. Kaasukromatograafisen menetelmän avulla voitiin analysoida 10 pg ($= 10^{-11}$ g) difenyyliamiinia ja etyyli-sentraliittiä.

Virhetulkintojen välttämiseksi tutkittiin näyte ensin sellaisenaan ja sitten lisäämällä siihen pieni määrä analysoitavia yhdisteitä.

Yhdisteiden suhteelliset pitoisuudet määrättiin digitaalisen integraattorin laskemien "piikkien" pinta-aloina. Vertaamalla pinta-analyyseinä määritettyjä stabilisaattorien pitoisuuksien suhteita ruutianalyysistä saatuihin vastaaviin suhteisiin voitiin sirpale tunnistaa tiettyyn ruudin syöttöjärjestelmään kuuluvaksi. Eri kerroksiin kuuluvien näytteiden irrottamiseksi käytettiin ultraäänipesua.

Metallianalyysien tarkoituksena oli selvittää kuuluiko kaksi sirpaletta samaan esineeseen vai ei. Tällä tavalla voitiin sellaisetkin sirpaleet tunnistaa tiettyyn ruudin syöttöjärjestelmään kuuluviksi, joista pinta-analyysi ei antanut tulosta.

Metallianalyysit suoritettiin yleensä siten, että ensin määrättiin alkuaineet emissiospektrograafilla ja sen jälkeen tehtiin tietyistä metalleista kvantitatiivinen atomiabsorptiospektrofotometrinen analyysi.

Mikroskooppianalyysien tarkoituksena oli määrittää tiettyjen yksittäisten sirpaleiden alkuperäinen asento, räjähdys- ja palojäljet sekä räjähdysvoimakkuus ja etenemissuunta.

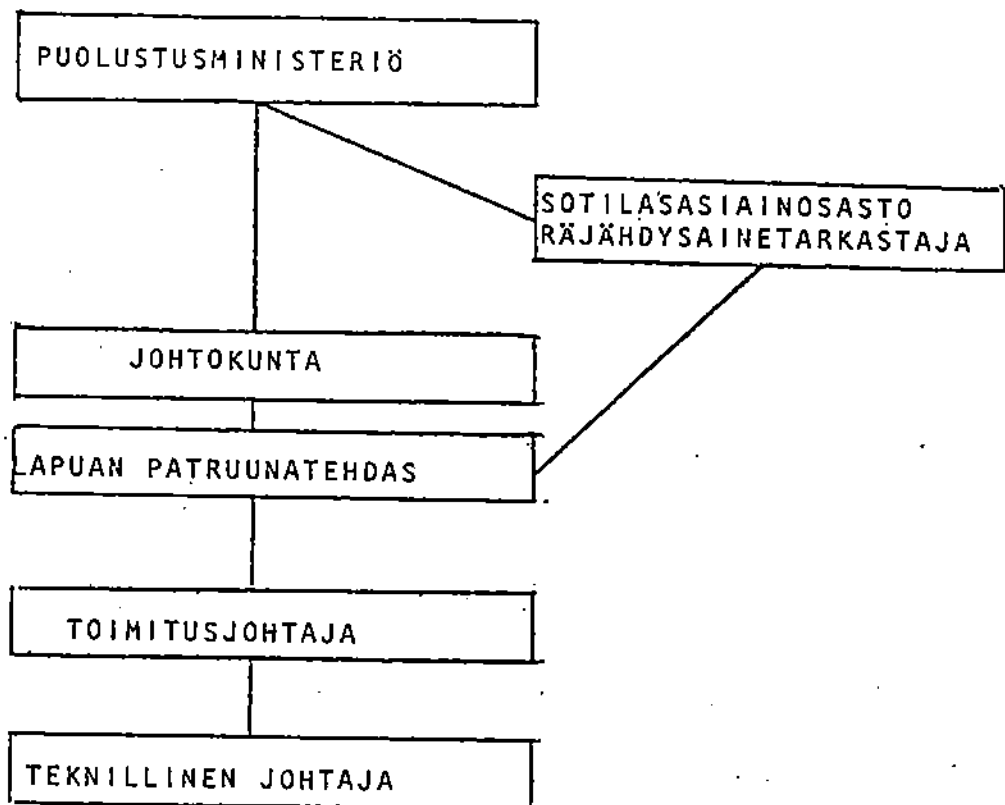
Koeräjäytyksissä syntyneiden jälkien tutkiminen oli ratkaisevan tärkeänä perustana tämän mikroskooppisen tarkastelumenetelmän kehittämisessä. Käyttökelpoisemmiksi osoittautuivat menetelmät, jotka perustuvat räjähdys-hitsauskuvioon, räjähdyskaasujen virtausten tekemään

kuviin, liekkilukon rakenteesta johtuviin erilaisiin repeytymisjälkiin sekä yleensä sirpaleiden kokoon ja putkistojen repeytymisjälkiin. Nämä menetelmät on yksityiskohtaisesti selostettu Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen raportissa "Detonaation etenemissuunnan määrittäminen räjähdysjälkien perusteella" (LOT 487).

VIII LAPUAN PATRUUNATEHTAAN HALLINNOLLINEN ASEMA

Tehtaan asema

Lapuan patruunatehdas on puolustusministeriön hallinnon alainen valtion teollisuuslaitos (A puolustusministeriöstä 46/72 1 § ja laki valtion teollisuuslaitosten hoidon ja käytön yleisistä perusteista 168/31). Tehtaalla on valtioneuvoston 27.1.1955 hyväksymä ohjesääntö ja puolustusministeriön 28.3.1973 vahvistama työjärjestys, jotka sääntelevät tarkemmin tehtaan toimintaa (LOT 233).



Kuva 47

Lapuan patruunatehtaan hallinnollinen asema. Räjähdyssainetarkastajalle kuuluvat mm. räjähdysvaarallisen materiaalin varastointia ja käsittelyä koskevat määräykset ja ohjeet sekä niiden valvonta.

Johtokunta

Lapuan Patruunatehtaan hallintoa hoitaa puheenjohtaja ja neljä muuta jäsentä käsittävä johtokunta, jonka valtioneuvosto asettaa kolmen vuoden ajaksi kerralla. Johtokunnan tehtävät on määrätty ohjesäännön 3 §:ssä. Sen mukaan johtokunnan tehtävänä on mm.

- 1) seurata kehitystä Lapuan Patruunatehtaan toimialalla sekä tehdä puolustusministeriölle esityksiä toiminnan kehittämiseksi ja täydentämisestä, alistaa periaatteellista laatua olevat kysymykset puolustusministeriön ratkaistavaksi sekä toteuttaa puolustusministeriön näitä asioita koskevat päätökset,
- 2) tehdä puolustusministeriölle ehdotukset tehdasta varten valtion tulo- ja menoarvioon vuosittain otettavista määrärahoista,
- 3) vahvistaa teollisuuslaitokselle valtion tulo- ja menoarviossa myönnettyjen varojen käyttöohjelma,

- 5) päättää suuremmista tai tärkeimmistä raaka-aine-, kone- ja tarvikkehankinnoista ja ulkomaanmatkoista ellei niistä päättäminen erityisten määräysten mukaan kuulu ministeriölle tai valtioneuvostolle,
- 6) tehdä puolustusministeriölle esitys toimitusjohtajan ottamisesta tai erottamisesta sekä hänen palkasta
- 7) ohjata ja valvoa toimitusjohtajan toimintaa,
- 8) määrätä, kuka toimii toimitusjohtajan sijaisena tämän ollessa esteellisenä tai estynyt taikka toimitusjohtajan ollessa väliaikaisesti täyttämättä.
- 9) ottaa ja erottaa toimitusjohtajan esityksestä tai lausunnon saatuaan tehtaan virkailijat sekä määrätä heidän palkkansa,

- 11) määrätä ne henkilöt, jotka johtokunnan jäsenten lisäksi kirjoittavat tahtaan nimen,

- 14) ratkaista toimitusjohtajan johtokunnalle esittämät asiat,

Tehtaan toiminimen kirjoittavat johtokunnan puheenjohtaja tai hänen estyneenä ollessaan varapuheenjohtaja yhdessä yhden jäsenen kanssa sekä tehtaan toimitusjohtaja yhdessä konttoripäällikön tai muun virkailijan

kanssa tai konttoripäällikkö yhdessä muun virkailijan kanssa sen mukaan, keitä johtokunta tähän tehtävään on uskonut. Johtokunnan puheenjohtajana ovat toimineet [REDACTED] 20.1.1955-31.12.1973 ja [REDACTED] 17.1.1974 alkaen.

Toimitusjohtaja

Toimitusjohtajan ja muiden ylimpien toimihenkilöiden tehtävät on määritelty työjärjestyksessä. Käytännössä tehtäväjako on saattanut muotoutua jossain määrin työjärjestyksestä poikkeavaksi. Toimitusjohtajan tehtävänä on (työjärjestyksen 4 §) mm.

- 1) johtaa ja valvoa patruunatehtaan toimintaa,
- 2) huolehtia taloudellisen, kaupallisen ja teknillisen toiminnan jatkuvasta kehittämisestä ja tehdä asian vaatimia esityksiä johtokunnalle,
- 3) valmistella johtokunnalle esittämänsä asiat sekä huolehtia, että johtokunnan päätökset pannaan täytäntöön,
- 4) edustaa tehdasta sellaisissa tapauksissa, jolloin henkilökohtainen edustus on tarpeen sekä hoitaa sen suhteita asianomaisiin laitoksiin ja virastoihin,
- 5) päättää sellaiset liiketoimet, jotka johtokunta on oikeuttanut toimitusjohtajan ratkaisemaan sekä sellaiset raaka- ja tarveainehankinnat, jotka ovat tarpeellisia tehtaalta tehtyjen tilausten toimittamiseksi ja jatkuvan toiminnan ylläpitämiseksi,

- 7) huolehtia tehtaalla työskentelevien jatkokoulutuksesta ja sosiaalisesta huollosta kuuluvista kysymyksistä vahvistettujen perusteiden mukaisesti,

- 9) määrätä työnantajan edustajat tehtaan tuotantokomiteaan ja toimikuntiin,

- 11) huolehtia työväestön suojelusta,

- 13) hoitaa muut johtokunnan hänelle antamat tehtävät.

Tehtaan toimitusjohtajana ovat olleet [REDACTED] (vuoteen 1968), [REDACTED] (1968-1.12.1975) ja [REDACTED] (1.12.1975-).

Teknillinen johtaja

Teknillisen johtajan tehtävänä on (työjärjestyksen 5 §)

- 1) johtaa, valvoa ja kehittää tehtaan teknillistä toimintaa,
- 2) toimia toimitusjohtajan sijaisena tämän estyneenä ollessa,
- 3) valvoa tuotannon suunnittelua ja järjestystä,
- 4) toimia osastoinsinöörien lähimpänä esimiehenä,
- 5) ohjata tuotteiden kehittämistyötä,
- 6) ohjata työntutkimusta ja tuotannon tehostamiseen tähtääviä toimenpiteitä,
- 7) huolehtia tuotantosuunnitelman toteuttamisesta ja laadun valvonnasta,
- 8) huolehtia yleisestä työturvallisuudesta ja tapaturmantorjunnasta,
- 9) valvoa, että tehtaan työkoneita, työkaluja ja tarveaineita käytetään ja hoidetaan säästeliäästi ja asianmukaisesti,
- 10) valvoa, että siisteys ja hyvä järjestys säilyy työskentelypaikoilla,
- 11) tehdä esityksiä työkoneitten ja -välineiden hankkimisesta,
- 12) seurata alan kehitystä,
- 13) valvoa paloturvallisuutta ja sen kehittämistä tehtaalla,
- 14) valvoa varastojen järjestelyä ja hoitoa sekä
- 15) hoitaa muut toimitusjohtajan hänelle antamat tehtävät.

Teknillisenä johtajana ovat olleet

[REDACTED] (vuoteen 1968), [REDACTED] (1.2.1968-1.12.1975) ja [REDACTED] (1.12.1975-).

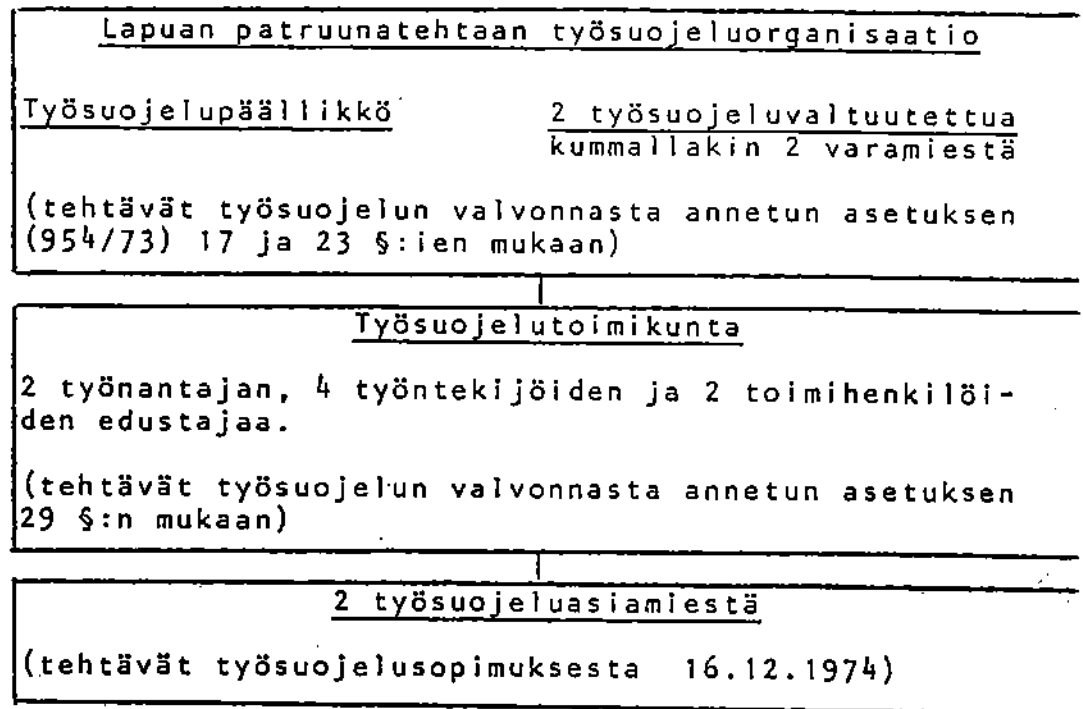
Rahaliikennettä ja konttoritoimintaa varten tehtaalla on konttoripäällikkö, joka toimii toimitusjohtajan sijaisena hänen ja teknillisen johtajan estyneenä ollessa sekä myynti- ja osastotoiminnasta huolehtiva myyntipäällikkö. Teknillinen johtaja, konttoripäällikkö ja myyntipäällikkö ovat suoraan toimitusjohtajan alaisia.

Teknillisen johtajan alaisena on tehtaalla sähköryhmä tarkastamo, työnjärjestelyosasto ja kuljetus, varastointi ja kiinteistön kunnossapito sekä eri osastot: patruunaosasto 1 ja 2, ketjuosasto, koneistusosasto, metallurgian sekä kemiallinen osasto. Lataamo II kuulu patruunaosasto 2:een. Organisaatiokuvio ja siihen liittyvät toimeenkuvaukset on esitetty asiakirjoissa LOT 233-5.

Työsuojaeluorganisaatio

Työnantajan ja työntekijöiden välinen työturvallisuusyhteistyö alkoi saada vakiintuneita muotoja tehtaalla vuoden 1969 lopulla. Tällöin tehtaalla aloitti neuvoantavana elimenä toimintansa työturvallisuustoimikunta joka sittemmin 1.1.1975 on muuttunut lakisääteiseksi työsuojelutoimikunnaksi. Työsuojaeluvelinten muotoutuminen on noudattanut yleisiä pienkonepajateollisuudessa kehittyneitä malleja. Tehtaalla on työnantajan puolesta yhteistoiminnasta vastaava työsuojelupäällikkö sekä työntekijöiden ja toimihenkilöiden edustajina työsuojeluvaatutetut varamiehinneen. Työsuojaelutoimikunta on ollut kahdeksanjäseninen. Lisäksi on tehtaalla toiminut sopimusperusteisesti 2 työsuojeluasiamiestä. Patruunatehta toiminnan erityispiirteitä ei ole huomioitu po. yhteis toiminnassa.

Puolustushallinnon työpaikkojen, joihin Lapuan patruun tehdaskin kuuluu, työsuojelutoiminnan yleistä kehittämistä ja valvontaa varten on puolustusministeriöön asetettu työsuojelun keskustoimikunta. Keskustoimikunnassa on 12 jäsentä, joista neljä edustaa työnantajaa ja kahdeksan toimihenkilöiden ja työntekijöiden ammattijärjestöjä (LOT 621). Lapuan patruunatehtaan työsuojeluorganisaatio on esitetty seuraavassa kaaviona (kuva 48)



Kuva 48 Lapuan patruunatehtaan työsuojeluorganisaatio

IX YLEISTÄ TURVALLISUUTTA JA TYÖTURVALLISUUTTA KOSKEVAT SÄÄDÖKSET, SOVELTAMINEN JA VALVONTA

Yleistä

Koska Lapuan patruunatehdas on suoraan puolustusministeriön hallinnon alainen, jää se suurelta osin yleisen räjähdysainelainsäädännön ulkopuolelle. Tehtaan toimintaan sovelletaan 1.1.1954 voimaan tullutta

räjähdysvaarallisista aineista annettua lakia (263/53 lyh. räjähdysainelaki) sekä ampuma-aseista ja ampumatarpeista annettua lakia (33/33; lyh. ampumatarvikelaki). Sen sijaan näiden lakien täytäntöönpanon kannalta välttämättömät asetukset eli asetus räjähdysaineista (93/25) ja räjähdysaineasetus (696/71) sekä ampuma-aseista ja ampumatarpeista annettu asetus (34/33; lyh. ampumatarvikeasetus) eivät sen toimintaa pääsääntöisesti koske. Suoraan ministeriön alaisuuteen kuuluvana tehdas on jäänyt pääesikunnan antamien varojen ja varmuusmääräysten kuin myös räjähdystoimintaa koskevien hallinnollisten yleismääräysten välittömän soveltamisen ulkopuolelle.

Sen sijaan muuta turvallisuustoimintaa säätelevän lain säädännön kuten työturvallisuus-, sähkö- ja paloturvallisuussäännösten kohdalla tehdas ei ole erityisasemassa muuhun teollisuuteen verrattuna.

Säännösten soveltaminen

Lapuan patruunatehtaan tehdasrakennukset oli alun perin suunniteltu paperin valmistusta varten. Tämä suunnitelma ei toteutunut. Valtion patruunatehdas aloitti vuonna 1925 niissä toimintansa.

Sittemmin patruunatehdas siirtyi Valtion Metallitehtaille ja myöhemmin edelleen Valmet Oy:lle. Yhtiö sai Vaasan lääninhallitukselta 18.9.1950 luvan perustaa jo olemassa olleisiin rakennuksiin patruunatehtaan ampumatarvikkeiden valmistusta varten. Lääninhallitus hyväksyi rakennukset käyttöön 6.3.1951 ja antoi toimiluvan sekä määräsi toiminnalle vastuunalaisen valvojan 7.3.1952 (LOT 1).

Vuoden 1955 alusta tehdas siirtyi Lapuan patruunatehtaan nimisenä puolustusministeriön alaisuuteen. Uudesta hallinnollisesta alituksesta johtuen ei enää ollut

yksiselitteistä, mitkä säädökset olivat sovellettavissa patruunatehtaaseen ja missä suhteessa voitiin soveltaa valtionhallintoa yleensä tai puolustushallintoa erikseen koskevia määräyksiä.

Ampuma-aseiden ja ampumatarpeiden valmistus, maahantuonti, kauppa, hankkiminen ja hallussapito on säännelty mainitulla ampumatarvikelailalla. Sanottu toiminta on luvanvaraista. Lupamenettelystä on säännökset ampumatarvikeasetuksessa. Asetuksen 45 §:n 2 momentin mukaan sen määräykset valmistuksesta ja maahantuonnista eivät koske maahantuontia valtion tarpeiksi eikä valmistusta valtion omissa laitoksissa. Näin ollen ampumatarvikeasetuksen ampumatarpeiden maahantuonnille ja valmistukselle asettamat rajoitukset eivät koske Lapuan patruunatehdasta.

Ampumatarvikelain 1 §:n 3 momentin mukaan ampumatarpeisiin soveltuviin räjähdysaineisiin nähden on noudatettava, mitä räjähdysvaraallisista aineista on säädetty tai vastedes säädetään.

Edellä mainittu säännös tarkoittaa räjähdysainelakia. Räjähdysainelain 2 §:n mukaan voidaan asetuksella määrätä, että räjähdysaineiden valmistus saa tapahtua ainoastaan siihen annetulla luvalla. Näin on sitten määrätty 24.9.1971 annetun räjähdysaineasetuksen 10 §

Patruunatehtaan siirtyessä vuoden 1955 alussa puolustusministeriön hallinnon alaisuuteen oli voimassa 7.3.19 annettu asetus räjähdysaineista (93/25), jonka mukaan ampumatarvikkeiden valmistus myös oli luvanvarainen. Sen 85 §:n mukaan asetus ei kuitenkaan koskenut valti räjähdysainetehtaita eikä siten edellä lausutun perusteella myöskään valtion ampumatarviketehtaita.

Voimassa olevassa räjähdysaineasetuksessa (696/71) on vastaavanlainen määräys 88 §:ssä, jonka mukaan asetus ei koske mm. räjähdysaineiden valmistusta puolustusministeriön hallinnon alaisissa valtion teollisuuslaitoksissa. Kumpikaan räjähdysaineasetus ei siten koskenut Lapuan patruunatehdasta ampumatarvikkeiden valmistamisen osalta.

Ruutien maahantuonti

Ampuma-aseiden ja ampumatarpeiden maahantuonnista on säännökset edellä mainitussa ampumatarvikelaissa ja -asetuksessa. Asetuksen 9 §:n mukaan luvan myyntiä tai valmistusta varten tapahtuvalle ampumatarpeiden maahantuonnille antaa sisäasiainministeriö. Ampumatarvikeasetuksen 2 §:n mukaan ampumatarpeilla tarkoitetaan paitsi ampuma-aseiden valmiita panoksia näihin panoksiin soveltuvaa ruutia tai muuta räjähdysainetta. Kuten todettiin asetuksen ampumatarpeiden maahantuontirajoitukset eivät kuitenkaan koske Lapuan patruunatehdasta.

Patruunatehdas on 8.6.1956 päivätyllä kirjeellä anonut sisäasiainministeriöltä lupaa saada tuoda maahan patruunoita sekä aseita ja niiden osia kokeilutarkoitusta varten. Hakemus on 12.6.1956 palautettu tehtaalle kirjeellä n:o 1995 Ad. SM 1956 292 ilmoituksin, että asetuksen säännökset eivät koske ampuma-aseiden ja ampumatarpeiden maahantuontia valtion tarpeiksi (LOT 552).

Räjähdysainelain säätämisen yhteydessä muutettiin ampumatarvikelain 1 §:ää siten, että siihen tuli edellä mainittu lisäys, jonka mukaan ampumatarpeisiin soveltuviin räjähdysaineisiin nähden on noudatettava mitä räjähdysvaarallista aineista on säädetty tai vastedes säädetään.

Räjähdysvaarallisia aineita koskevan lain säätämistä tarikoittavan hallituksen esityksen (n:o 13/1953 vp.) perustelujen mukaan esityksellä pyrittiin siihen, että

räjähdysaineita koskevat määräykset kokonaisuudessaan tulisivat räjähdysainelain alaisiksi. Ampumatarpeisiin kuuluvia valmiita ja puolivalmiita panoksia sekä sytytysnalleja koskevat määräykset jäisivät sen sijaan ampumatarvikelain ja -asetuksen alaisuuteen.

Räjähdysainelain 1 §:n 3 momentin mukaan räjähdysaineiden maahantuonti on sallittu ainoastaan siihen annetun luvalla. Laki ei sisällä tarkempia määräyksiä lupamenetelystä vaan lain täytäntöönpano on tältäkin kohdin jätetty asetuksen varaan. Laissa on varattu mm. tältä kohdin mahdollisuus asetuksella säätää, ettei lakia ja sen nojalla annettuja säännöksiä ole osittain tai ollenkaan sovellettava puolustuslaitoksen osalta eikä muissakaan erityisissä tapauksissa (16 §:n 4 momentti). Lain soveltamista rajoittavaa asetusta ei ole kuitenkaan annettu.

Määräykset räjähdysaineiden maahantuonnista sisältyvät 1.1.1972 voimaan tulleeseen räjähdysaineasetukseen (696/71). Sen sijaan mainittuun päivään asti voimassa olleesta vuoden 1925 räjähdysaineista annetusta asetuksesta (93/25) puuttuivat säännökset räjähdysaineiden maahantuonnista. Koska voimassa olevassa räjähdysaineiasetuksessa ei ollut maahantuontia koskevia säännöksiä eikä räjähdysainelain perustella ollut annettu tarkempia säännöksiä, on sanottuna ylimenokautena 1.1.1954-1.1.1972 ilmeisesti maahantuontiin jossain määrin sovellettu ampumatarvikelaissa ja -asetuksessa annettuja säännöksiä (ks. SisMk TH:lle n:o 2418/PJ/198 tai ruudin maahantuonti on tapahtunut ilman lupamenetelyä (LOT 618).

Voimassa olevan räjähdysaineasetuksen 44 §:n 1 momentin mukaan räjähdysaineiden ja niitä sisältävien välineiden maahantuonti on sallittu vain kauppa- ja teollisuusministeriön luvalla, jollei ampumatarvikkeiden

osalta ole toisin säädetty. 88 §:n 1 momentin mukaan asetus ei koske räjähdysaineiden valmistusta, varastointia eikä kauppaa mm. puolustusministeriön hallinnon alaisissa valtion teollisuuslaitoksissa. Sen sijaan pykälässä ei rajata asetuksen soveltamisen ulkopuolelle räjähdysaineiden maahantuontia.

Räjähdysainekomitea (B 106 vuodelta 1969) toteaa mietinnössään mm.: "epäselvyyttä on aiheutunut siitä, etteivät voimassa olevat asetuksen määräykset koske valtion räjähdysainetehtaita, -varastoja eivätkä räjähdysaineita. Komitea on katsonut aiheelliseksi muuttaa asetusehdotuksessa voimassa olevan asetuksen tätä koskevan säännöksen. Komitea on kuitenkin ehdottanut, että puolustuslaitoksen ja rajavartiolaitoksen räjähdysaineiden valmistamisesta, varastoinnista ja kuljetuksesta olisi säädettävä erikseen."

Edellä mainitun perusteella näyttää ilmeiseltä, että räjähdysaineasetuksen soveltamisen ulkopuolelle ei ole tarkoitettu jättää muuta kuin räjähdysaineiden valmistaminen, varastointi ja kauppa mainitussa laajuudessa. Sen sijaan asetuksen säännökset maahantuonnista koskisivat myös valtion laitoksia. Siten on ilmeistä, että Lapuan patruunatehtaaseen olisi tullut soveltaa vuoden 1972 alusta räjähdysaineiden maahantuontia koskevia säännöksiä. Näin ei ole tapahtunut.

Toimiluvat

Räjähdysainesäännökset eivät nimenomaan edellyttäneet patruunatehtaan toiminnalle toimilupaa sen siirryttyä puolustusministeriön alaisuuteen. Luvanvaraisuuden periaate on tosin johdettavissa edellä mainituista ampuma-aseista ja ampumatarpeista annetusta laista ja räjähdysainelaista. Vaasan lääninhallitus myönsi patruunatehtaalte siten vielä 26.4.1955 luvan harjoittaa paitsi muuta ampumatarpeiden valmistusta puolustuslaitoksen tarpeita varten.

Lupapäätöksessään lääninhallitus nojautui ampumaseista ja ampumatarpeista annetun asetuksen 4 ja 7 §:ään (LOT 16). Menettelyä voidaan pitää muodollisesti virheellisenä. Sen lisäksi ettei mainittu asetus koskenut Lapuan patruunatehdasta, eivät sovelletut lainkohdat koske patruunoiden valmistusta.

Lataamo II:lle myönnetty rakennuslupa

Rakennustarkastaja myönsi 15.1.1958 lataamorakennukselle rakennusluvan "piirustusten ja työselityksen mukaisena". Työselityksen mukaan rakentamisessa noudatettiin valtioneuvoston päätöksiä betoni- ja teräsrakenteiden normaalimääräyksistä (188/54) sekä puurakenteiden normaalimääräyksistä (747/46). Vapaasti tuettujen laatta- ja palkkirakenteiden kohdalla on käytetty päätöksen sallimia vähimmäisarvoja (LOT 442).

Rakennuslupahakemukseen ovat liittyneet ainakin Vaasan piirin ammattientarkastajan ja Lapuan palopäällikön lausunnot.

Vaasan piirin ammattientarkastaja on 11.2.1958 lataamon rakennussuunnitelmasta antamassaan lausunnossa todennut, että suunniteltu rakennus valoisana ja riittävä tilavana vaikuttaa viihtyisältä ja työntekijäin kannalta sopivalta ratkaisulta. Suunnitelma on kokonaisuudessaan ammattientarkastuksen kannalta asiallinen ja hyvä. Räjähdysainevaatimukseen ei lausunnossa ole puututtu muuta kuin toteamalla, että räjähdysaineiden vaarallisuuden kannalta tietenkin rakennussuunnitelmassa tulee noudattaa voimassa olevia määräyksiä (LOT 89).

Palopäällikön pöytäkirjassa 25.3.1958 on esitetty lataamo II:n paloturvallisuusnäkökohtia.

Pöytäkirja ja siinä annettu lausunto on tehty rakennuspiirustusten perusteella. Turvallisuudesta todetaan mm., että nallien käsittely, säilytys sekä valomassojen valmistus ja kapselointi tulisi jakaa pienempiin osastoihin. Lausunnon mukaan ruutiullakolla on suoritettu asiallinen ullakon jakaminen, jolloin jokainen ruutisiilo on omassa pilttuussa. Palopäällikön käsityksen mukaan edellä mainittu ilman muuta estää yhtenäisen räjähdysriskin, joka todellisuudessa olisi vain kova humaus. Lisäksi lausunnossa on kiinnitetty huomiota lattian päällystykseen, vesikaton rakenteeseen ja ullakon valaistukseen. Ruudin kuljetushissi on kehoitettu eristettäväksi ainakin yläpäästä. Erityisiä ohjeita on lisäksi annettu sammutuskalustosta. Pöytäkirjassa ei ole viittauksia lakipykäliin tai normeihin (LOT 89).

Prosessin suunnittelun samoin kuin rakennussuunnittelun perustana olleita asiakirjoja, piirustuksia ja rakennusselostuksia lukuunottamatta, ei ole ollut saatavissa.

Sähköasennuksia on suoritettu mm. ilman piirustuksia paikan päällä sovittelemalla. Ruudin syöttöjärjestelmä ruutiullakolta on samanlainen kuin miksi se 1950 -luvun lopulla suunniteltiin. Siihen on 1960 -luvulla lisätty ns. liekkilukko. Vuosien kuluessa tuotantokapasiteetti koneita ja henkilömääriä on huomattavasti lisätty lataamo II:ssa (LOT 610).

Räjähdysvaarallisten tilojen hyväksyminen

Tehtaan toiminnan luvanvaraisuuden ollessa tulkinnanvarainen puolustusministeriö päätyi siihen, että tehtaan lataustoiminnan valvonnan tulee tapahtua puolustusministeriön antaman luvan ja siihen liittyvien tarkastuksien muodossa.

Puolustusministeriön räjähdysainetarkastajan 12.12. 1966 suorittamasta tarkastuksesta tehdyn pöytäkirjan kohdassa 2.2 lausutaan, että: "uusi lataamo on katsastettava ja hyväksyttävä käyttöön". Saman pöytäkirjan kohdassa 3. sanotaan, että tehtaan tulee hakea toimilupaa kirjallisesti puolustusministeriöltä ja että tehdas sen jälkeen katsastetaan (LOT 16).

Katsastukselle ja luvan hakemiselle ei ole mainituissa tarkastuspöytäkirjassa asetettu määräaikaa. Samoihin aikoihin oli vireillä mainitun räjähdysaineasetuksen valmistelu. Sitä varten asetettu komitea ehdotti, että puolustuslaitoksen osalta olisi säädettävä räjähdysainneiden valmistuksesta erikseen. Saman sisältöisiä esityksiä tehtiin myös puolustusministeriön räjähdysainetoimikunnassa. Edellä mainitun räjähdysainekomitean ehdotuksen mukaan otettiin räjähdysaineasetukseen lisäksi säännös siitä, että ennen räjähdysaineasetuksen voimaantuloa hyväksyttyjä tai aikaisemmin voimassa olleiden määräysten nojalla toimivia räjähdysainetehtaita sai aikaisemmin hyväksytyssä muodossa ja laajuudessa käyttää kahden vuoden ajan tarkoitukseensa. Tätä aikaa on sittemmin pidennetty vuoden 1979 loppuun (973/77).

Ilmeisesti ainakin osittain edellä mainituista syistä johtuen patruunatehtaan lupahakemuksen jättäminen on siirtynyt 18.10.1973. Asiaan on mahdollisesti vaikuttanut myös se, että räjähdysainetarkastaja on edellä mainitusta tarkastuksesta laaditussa tarkastuskertomuksessa, joka 1.9.1967 päivätyllä kirjeellä on lähetetty patruunatehtaalle, antanut mm. ohjeen lataamo II:ssä käytettävien ruutien enimmäismäärästä (1200 kg, LOT 16

Puolustusministeriön päätös räjähdysvaarallisten tilojen hyväksymisestä

Puolustusministeriön 19.6.1974 antamassa päätöksessä, jolla tehtaan räjähdysvaaralliset tilat hyväksyttiin käyttöön, lausutaan että hyväksyminen tapahtuu mm. seuraavin ehdoin:

- 1) Lapuan patruunatehtaan johtajan ja teknillisen johtajan tulee osoittaa tuntevansa räjähdysaineita ja puoliräjähteitä koskevat säädökset siten, kuin räjähdysaineasetuksen (696/71) 19 §:ssä on säädetty
- 2) Lapuan patruunatehtaalla tulee valmistuksessa työskentelevien henkilöiden työturvallisuudesta oheiserliitteenä olevassa katsastuspöytäkirjassa mainittujen seikkojen lisäksi noudattaa työturvallisuuslaki ja sen nojalla annettuja määräyksiä. Lisäksi tulee noudattaa mitä rakentamisesta ja paloturvallisuudesta muutoin on säädetty tai määrätty.
- 3) Räjähdysvaarallisen tilan seinälle näkyvään paikkaa on asetettava taulu, josta ilmenevät tilan suurimman sallittujen räjähdysaineiden ja paikalla vakinaisesti työskentelevien henkilöiden määrät.
- 4) Ruudin ilmastointihuoneessa ja varastossa oleva irtoruuti on säilytettävä eristeisessä fiiberiastiassa tai kokonaan puulla päällystetyssä, tiiviisti suljetussa metallisessa ruutiastiassa siten, että ruudin mahdollisesti syttyessä jossakin ruutiastiassa, tul ei heti leviä astiasta toiseen.
- 5) Räjähdysvaarallisissa tiloissa saa enintään olla seuraavassa taulukossa mainitut henkilöiden ja räjähdysaineiden määrät:

Rakennuksen n:o	Rakennuksen nimi sekä huoneen tila n:o ja käyttötarkoitus	Suurin sallittu räjähdysaineiden määrä	Henkilöiden määrä
59	Lataamo II 1 lataamo	2 kg ruutia, 0,5 milj. sytytysnallia, 0,5 milj. puolivalmistet- ta, jossa on sytytys- nalli, 2 milj. patruu- naa	90
	2 purkaamo	2 kg ruutia, 0,5 milj. puolivalmistet- ta, jossa on sytytys- nalli, 1,6 kg valomassaa,	12
	3 ruutihuone (= ullakko)	1200 kg ruutia	2

Puolustusministeriön päätös perustuu mm. räjähdysaine-tarkastajan 20.12.1973 suorittamaan katsastukseen, josta laadittu katsastuspöytäkirja on päätöksen liitteenä (LOT 15).

Räjähdysainetarkastaja on katsastuspöytäkirjassa esittänyt, että patruunatehtaan eri tilojen sallitut henkilöiden ja räjähdysaineiden määrät hyväksyttäisiin pöytäkirjassa olevan suosituksen mukaisesti ja että tehdas hyväksyttäisiin käyttöön, kun pöytäkirjassa mainitut puutteet on korjattu.

Henkilö- ja räjähdysainemäärät on päätöksen 5 kohtaan hyväksytty esityksen mukaisesti.

Katsastuspöytäkirjassa on lisäksi esitetty, että patruunatehtaan tulisi valmistuksessa työskentelevien henkilöiden työturvallisuudesta tässä pöytäkirjassa mainittujen seikkojen lisäksi noudattaa työturvallisuuslakia ja sen nojalla annettuja määräyksiä. Lisäksi tulisi noudattaa mitä rakentamisesta ja paloturvallisuudesta muutoin on säädetty tai määrätty. Ehdotus on hyväksytty päätöksen 2 kohdaksi. Päätöksen 4 kohta on otettu myös sellaiseen katsastuspöytäkirjasta.

Katsastuspöytäkirjan 3 §:ssä on todettu, mm.: "Koska räjähdysaineista 24.9.1971 annettu asetus (646/71 pitää olla 696/71), sen 88 §:n mukaisesti, ei koske Lapuan patruunatehtasta, puolustusministeriön tulisi hyväksyä tehdas käyttöön sekä antaa tehtaalle turvallisuusmääräykset. Vaikkei kauppa- ja teollisuusministeriön räjähdysaineista antama päätös (972/71) eikä puolustuslaitoksen varomääräys Räjähdyksen materiaalin varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen sekä lataamotoiminnan yleismääräykset (RMVK) koske Lapuan patruunatehdasta, tulisi edellä mainittuja säädöksiä ja määräyksiä kuitenkin soveltuvien osin noudattaa Lapuan patruunatehtaassa."

Tätä esitystä ei ole sellaisenaan toistettu päätöksessä. Päätöksen 1. kohtaan on otettu räjähdysaineasetuksen 19 §:n vaatimus säädösten tuntemuksesta ja 3. kohtaan kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 7 §:n 2. kohdan vaatimus henkilö- ja räjähdysainemäärän ilmoittamisesta työtiloihin asetetuilla tauluilla.

Edellä mainittujen määräysten lisäksi on päätöksen 2. kohdassa määrätty valmistuksessa työskentelevien henkilöiden työturvallisuuden osalta noudattamaan muun ohessa katsastuspöytäkirjassa mainittuja seikkoja.

Sellaisia katsastuspöytäkirjassa olevia lataamo II koskevia kohtia, joita ei ole päätöksessä toistettu ovat:

- eri sähkölain ja varmuusmääräysten mukainen luokka,
- ruuti on säilytettävä ruutihuoneessa ns. ruumissa, 200 kg/ruuma,
- ruutiastioiden paikat tulee maalata keltaisella värillä.
- valomassapurkit on oltava aina kiinni silloin kun massaa ei niistä oteta,
- latauskoneiden ruutiputkissa on palopellit,
- valomassan kapselointilinjassa irtomassaa käsitellään suljetussa annostelukaapissa, jossa on imuri,
- laadittava kirjalliset palonsammutusohjeet, jotka on asetettava näkyviin,
- palonsammutuslaitteiden sijainti on merkittävä asianmukaisesti,
- sovittava palopäällikön tarkastuskäynnistä, josta tulee tehdä pöytäkirja,
- sähkölaitteiden maadoitus tulee mitata ja tehdä pöytäkirja.

Mitkä edellä mainituista ovat päätöksen 2. kohdassa (tai katsastuspöytäkirjan ko. kohdassa) tarkoitettuja valmistuksessa työskentelevien henkilöiden työturvallisuudessa huomioon otettavia seikkoja tai onko mahdollisesti muita seikkoja, joita päätöksessä tässä suhteessa

tarkoitetaan, on päätöksen sanamuodon mukaan epäselvää. Hyväksymispäätöksen esittelijä, silloinen räjähdysainetarkastaja Sippola, on tutkijalautakunnalle käsityksensä ilmoittanut, että päätöksen mukaan patruunatehtaal- la tuli soveltuvien osien noudattaa mm. kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä räjähdysaineista ja RMVK:ta. Tehtaan toimitusjohtajan mukaan yleisiä räjähdysaineita koskevia määräyksiä on tehtaalla sovellettu.

Jälkikäteen tarkastellen on todettava, ettei puolustusministeriön päätöstä, niin kuin jäljempänä tullaan osoittamaan, voida kokonaisuudessaan pitää tarkoituksen mukaisena. Päätöksessä olisi tullut antaa yksityiskoh- taiset ohjeet ainakin siitä mitä eri ruutilajeja voidaan hyväksyä käsiteltäväksi kussakin tuotantoproses- sissa sekä koneiden ja laitteiden rakenteesta, käytöstä huollosta ja korjaamisesta. Tehtaalta olisi ennen pää- töksen antamista tullut vaatia selvitys ja ohje-ehdo- tukset sanotuista seikoista. Tehtaan laatima ehdotus olisi sitten mahdollisin korjauksin voitu päätöksellä vahvistaa noudatettavaksi (ks. myös XI luku).

Vastaava johtaja

Lupaehdoissa on kiinnitetty huomiota säädösten tuntemi- seen, mutta ei sen sijaan ole vaadittu tehtaan johta- jalta eikä teknilliseltä johtajalta esim. räjähdysaine- asetuksen 19 §:n tarkoittamaa koulutusta eikä kokemusta (vrt. kuitenkin 19 §:n 2 ja 4 mom.). Tehtaan kohdalta puuttuvat selvät määräykset räjähdysainelainsäädännön tarkoittamasta valmistuksen vastaavasta johtajasta. Luvasta ei myöskään selvästi ilmene millä tavoin käyn- nissä oleva toiminta ja tuotannossa ja koneissa tapahtu- vat muutokset on otettava huomioon. Koneilla ja tuotan- nossa turvallisuusteknisessä mielessä tehtävien muutost- samoin kuin kokeilutoiminnan hyväksyminen ja vastuu sisältyvät tosin räjähdysaineasetuksen ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen säännöksiin.

Manufacture de Machines du Haut-Rhinin kirje

Lautakunta kiinnittää huomiota "Manufacture de Machines du Haut-Rhinin" 10.1.1974 Lapuan patruunatehtaalle saapuneeksi päivättyyn kirjeeseen. Kirjeessä on kerrottu Englannissa Imperial Metal Industries Ltd:n tehtaalla haulikonpatruunan lataamossa sattuneesta räjähdyksestä ja annettu ohjeita samanlaisten onnettomuuksien välttämiseksi.

Kirjeen mukaan onnettomuudessa kuoli kuusi ja loukkaantui 20 henkilöä sekä 20 latauskonetta tuhoutui täysin. Palo alkoi latauskoneelta edeten ruutiullakon ruutisuppiloon syöttöputkea pitkin. Ruutisuppilosta, joka sisälsi 10 kg ruutia räjähdys välittyi toisiin ruutisuppiloihin.

Kirjeen mukaan räjähdys on osoitettu johtuneen ruudin metallisen syöttöputken alaosan liian pitkästä ja lujasta rakenteesta. Konetyypistä riippumatta on kirjeessä annetun ilmoituksen mukaan oleellista ettei liitos, joka on täyttösaseaman yläosassa ylitä 50 mm ja että syöttöputki on tehty johtavasta kumista. Toisaalta kirjeessä suositellaan ruutisuppilon varustamista ilmakäyttöisellä syöttölaitteella, joka on niin rakennettu ettei suoraa yhteyttä latauskoneen ja ruutisuppilon välillä ole ja että ruutimäärä täyttösäiliössä on rajoitettu noin 5 kg:aan.

Lopuksi kirjeessä on ilmoitus siitä, että lähettäjä on valmis antamaan kaiken lisätiedon mitä Lapuan patruunatehdas voi tarvita (LOT 441).

Lapuan patruunatehdas ei ole tutkijalautakunnan saaman tiedon mukaan ollut asiasta yhteydessä lähettäjänsä eikä myöskään ottanut yhteyttä räjähdysainetarkastajaan. Tiedolla olisi saattanut olla merkitystä tuolloin puolustusministeriössä käsiteltävänä olleen hyväksymispäätöksen ehtojen harkinnassa ainakin ruudinsyöttöjärjestelmän, ruutiullakolle hyväksyttävän ruutimäärän ja henkilömäärän osalta.

Räjähdysainetarkastaja

Puolustusministeriön sotilasasiainosastossa on 1.1.1966 alkaen ollut räjähdysainetarkastajan toimi. Räjähdysainetarkastajina ovat olleet [REDACTED] 1.1.1966-30.9.1975 ja sen jälkeen [REDACTED]. Räjähdysainetarkastajalle kuuluvat mm. puolustusvoimien räjähdysvaarallisen materiaalin varastointia ja käsittelyä koskevat määräykset, ohjeet ja lausunnot sekä näistä annettujen määräysten noudattamisen valvonta (ks. puolustusministeriön työjärjestys, LOT 629). Tämän lisäksi räjähdysainetarkastaja on puolustusministeriön nimeämänä toiminut puolustusvoimien räjähdysainetoimikunnan puheenjohtajana (ks. räjähdysainetoimikunnan tehtävät RMVK 182-184, LOT 630). Edellä mainittua hyväksymispäätöstä ei ole ollut käsiteltävänä räjähdysainetoimikunnassa. Sen lisäksi, mitä edellä puolustusministeriön hyväksymispäätöksen yhteydessä on räjähdysainetarkastajan toiminnasta kerrottu, on räjähdysainetarkastaja suorittanut mm. tehtaan räjähdysvaarallisten tilojen tarkastuksen 18.-19.2.1976. Tarkastuspöytäkirjan olennaiset kohdat ovat jäljennettynä seuraavassa:

"Lataamo n:o 2

Kaikki lataamon työntekijät eivät noudata työssänsä sellaista huolellisuutta, jota työn luonne ehdottomasti vaatii, koska lattialla lojuja irrallisia nallitettuja hylsyjä, pohjanalleja ja muuta räjähtävää materiaalia.

Lataamossa säilytetään niin suuret määrät pakkausmateriaalia, että se osittain tukkii kulutesteja ja toisaalta lisää tulipalon vaaraa. Ainoastaan työn joustavuuden, ei varastoinnin kannalta välttämöton määrä pakkausmateriaalia saadaan tässä työtilassa säilyttää.

Yleisestä järjestyksestä tehdasalueella

Tehdasalueella on tupakointi ja avotulen teko kielletty kieltotaululla. Tarkastuksen yhteydessä todettiin, että kyseistä tupakointikieltoa ei noudateta eikä sitä myöskään tehdään johdon taholta haluttu valvoa.

Koska lataamot varastoineen muodostavat oleellisen osan Lapuan Patruunatehtaan toiminnasta liittyen saumattomasti alueellisesti ahtaaseen tehdaskokonaisuuteen, ja kun alueella vielä on suuret määrät mm. tyhjiä ruudin kuljetusastioita, on mahdollisen tulipalon vaara hyvin suuri. Tehdasaluetta onkin kokonaisuutena verrattava lataamoalueeseen, jossa vapaa tupakanpoltto ja avotulen teko on ehdottomasti kielletty. Sitä, kuinka vakavana rikkeenä tupakointikiellon rikkomista RMVK pitää yleisen suojelun kannalta, kuvaa 138 §: "Kuitenkin tupakanpoltoista annettujen määräysten rikkomisesta sekä muista tärkeistä rikkomuksista on työntekijä erotettava heti ensimmäisen rikkomuksen tapahduttua".

Lapuan Patruunatehtaan turvallisuudesta

Tuotannossa on vaaramomentti suurin ja oleellisin räjähtävän materiaalin varsinaisessa käsittelyvaiheessa. Näin ollen ennen kaikkea irtoruuti ja nallit sekä varastoissa että lataamoissa aiheuttavat suurimman onnettomuusuhon. Taulukossa 1 esitetään räjähdysvaarallisen tilan (lataamo, varasto tms.) etäisyydet lähimmistä rakennuksista ja räjähdysvaaralliseen tilasta sekä RMVK:n ja ministeriön päätöksiin perustuvat suoja- ja varmuusetäisyydet. Tästä voidaan todeta, ettei yksikään räjähdysvaarallinen tila täytä voimassa olevia suoja- ja varmuusetäisyyksiä, jotka suurin sallittu tilassa säilytettäväksi hyväksytty räjähdysainemäärä edellyttää. Näin ollen on vaaramomentti huomattavasti suurempi alueella työskentelevien henkilöiden ja olevien rakennusten suhteen, kuin mitä olisi jos kyseiset suoja- ja varmuusetäisyydet olisivat todellisuutta.

Varastot n:ot 23, 24 ja 25 ovat suojatut suoja-allein. Kuitenkin varaston n:o 25 vallin suojaavaa vaikutusta vähentää vallien luiskat. Rakentamalla tukisoirot tuloaukon molemmille puolille ja täyttämällä näin syntyneet katveet saadaan varaston suojausta lisättyä.

Yhteenvetona ennalta ehkäisyksi räjähdysnettomuutta ja sen seurauksia vastaan on todettava, että annettujen määräysten ja ohjeiden tarkka noudattaminen ja huolellisuus kaikessa toiminnassa korostuvat entisestään johtuen räjähdysvaarallisten tilojen poikkeuksellisen pienistä etäisyyksistä toisiinsa ja muihin tiloihin nähden. Vastaisessa rakennustoiminnassa onkin huomioitava myös räjähdysvaarallisten tiloista johtuvat suoja- ja varmuusetäisyydet.

Saman tarkastuksen yhteydessä räjähdysainetarkastaja on mm. todennut, että tehtaan tuotanto käsittää normaalisalle 2 cm:n kaliiperia olevien käsi- ja konetuliaseiden patruunoiden lataamotoiminnan. Tähän ei suoraan sovelleta "räjähtävän materiaalin varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen lataamotoiminnan yleismääräyksiä (RMVK)" (LOT 14).

Koska on ollut muutenkin epäselvää mitä säännöksiä ja turvallisuusmääräyksiä patruunatehtaaseen olisi tullut soveltaa, on määräysten soveltaminen ja niiden noudattamisen valvonta suurelta osalta jäänyt pelkästään räjähdysainetarkastajan harkinnan varaan.

Työturvallisuus

Työturvallisuuslain (299/58) 9 §:n perussäännöksen mukaan työnantajan on tarkoin otettava varteen kaikki, mikä työn laatuun, työolosuhteisiin, työntekijän ikään, sukupuoleen, ammattitaitoon ja hänen muihin edellytyksiinsä katsoen kohtuudella on tarpeellista työntekijän suojelemiseksi joutumasta työssä alttiiksi tapaturmalle tai saamasta työn johdosta haittaa terveydelle.

Käsiteltäessä ja säilytettäessä räjähtäviä, tulenarkoja syövyttäviä tai muita sellaisia vaarallisia aineita on noudatettava erityistä varovaisuutta ja tarkoin otettava varteen, mitä näiden aineiden käsittelemisestä on erikseen säädetty (työturvallisuuslain 33 §).

Työturvallisuuslakia valmistelleen komitean mietinnössä (Komiteanmietintö 10/54 s. 63) todetaan viittauksesta räjähdysainelakiin, että viimeksi mainitulla lailla voidaan määrätä ettei sitä osittain tai ollenkaan ole sovellettava puolustuslaitokseen, jota taas työturvallisuuslaki, joskin rajoitetusti, tulisi koskemaan.

Työntekijälle on annettava työn laadun ja työolosuhteiden edellyttämää opetusta ja ohjausta työssä sattuvan tapaturman välttämiseksi. Milloin aiheutta on, on tarkoituksenmukaisia varoituksia ja muita suojeluohjeita pantava julki sopiviin kohtiin työpaikoille. Työtä, josta saattaa aiheutua erityistä vaaraa, ei tilapäisesti kukaan saa suorittaa muu kuin huolellinen ja siihen pätevä henkilö tai tällaisen henkilön välittömän valvonnan alaisena muu työntekijä (työturvallisuuslain 34 §).

Koneet ja laitteet on riittävästi suojattava ja määräajoin tarkastettava. Niitä on käytettävä ja hoidettava annettujen määräysten ja ohjeiden mukaisesti eikä niitä saa siten kuormittaa, että siitä aiheutuu vaaraa. Koneiden ja voimansiirtolaitteiden huolto- ja korjaus saadaan yleensä tehdä ainoastaan koneen seisoessa (työturvallisuuslain 29-32 §). Yksityiskohtaisempia ohjeita kone-suojauksesta on annettu työsuojeluhallituksen hyväksymissä yleisissä koneohjeissa.

Edellä olevan lisäksi työturvallisuuslaki sisältää mm. määräykset palo- ja sähköturvallisuudesta, järjestyksestä ja puhtaudesta, pölystä ja niiden poistamisesta sekä ensiavusta. Edellä sanottujen säännösten noudattamisen valvonta kuuluu työsuojeluviranomaisille (ammattientarkastusviranomaisille).

Työsuojeluviranomaisten tarkastukset

Työsuojeluviranomaiset ovat tehneet Lapuan patruunatehtaalla lataamo II:n valmistumisen ja räjähdysjonnettomuuden välillä seitsemän tarkastusta (ensimmäinen 16.11.1961 ja viimeinen 21.2.1973). Tarkastuksissa on työnantajan edustajan lisäksi ollut mukana työntekijöiden edustaja. Tarkastukset ovat pääasiassa kohdistuneet koko tehtaaseen. Niissä on yleensä kiinnitetty huomiota muihin kuin räjähdysvaarallisuuteen liittyviin seikkoihin kuten järjestykseen, konesuojaukseen, lääkärintarkastuksiin sekä sosiaalitiloihin (LOT 622).

Tarkastusten perusteella laadituista pöytäkirjoista ei aina varmuudella selviä puutteiden korjaamiseksi annettujen ohjeiden kohteet. Suorastaan lataamo II koskevaa ohjetta ei ole annettu vaan ohjeet ovat koskeneet tietynlaista työtä yleensä, esim. panosten purkauksessa käytettävien pöytäkoneiden suojausta, hylsyjen hehkutustöitä ja sitä että se on suoritettava niin, etteivät työntekijät joudu altistetuksi rikkihappohövrille, lyijyn kanssa kosketuksiin joutuville työntekijöille suoritettavaa lääkärintarkastusta, sitä että työntekijöille on selvitettävä lyijymyrkytysvaara ja annettava ohjeet vaaran ehkäisemiseksi jne. Täten ohjeet ovat voineet koskea myös lataamo II:n toimintaa.

Puolustusministeriön työturvallisuustarkastaja

Puolustusministeriön työturvallisuustarkastaja on suorittanut tarkastuksen Lapuan patruunatehtaalla 19.-20. 10.1971. Lataamo II:n osalta oli tarkastuksessa mukana työnjohtaja ja asentaja. Tarkastuksessa annettiin määräys pitää kulkutiet auki sekä poistaa turha tavara työpaikalta (LOT 86).

Paloturvallisuus

Paloviranomaisten toimesta tehtaalla on suoritettu tutkijalautakunnalle toimitettujen tarkastuspöytäkirjojen mukaan Lataamo II:n valmistumisen jälkeen kolme yleistä palotarkastusta. Tarkastuksissa on pöytäkirjojen mukaan kiinnitetty huomiota erityisesti henkilöturvallisuuteen. Ohjeet ovat kohdistuneet mm. varateihin ja käytävien aukipitämiseen sekä palokalustoon. Pöytäkirjoista voidaan todeta, että paloturvallisuus tehtaalla on ainakin paloviranomaisten käsityksen mukaan ollut vähintään tyydyttävä.

Lapuan patruunatehtaalla toimii Lapuan palosäännön mukainen sopimuspalokunta. Patruunatehtaalla on laadittu ohjeet palo- tai muita onnettomuuksia varten. Henkilökunnalle on lataamoissa selostettu miten onnettomuustapauksissa pitää toimia sekä suoritettu paloharjoituksia. Harjoituksissa lataamo II tyhjeni kokonaisuudessaan 15 sekunnissa (LOT 88 ja 95).

Sähköturvallisuus

Puolustusministeriön 19.6.1974 antamassa hyväksymispäätöksessä on tehtaan lataamotilat ja ruutiullakko luokiteltu B -luokan tiloiksi. Sähkötarkastuslaitoksen suorittamissa tarkastuksissa on sähkölaitteiden yleensä todettu olevan tyydyttävässä kunnossa. Huomautuksia on jouduttu antamaan mm. maadoitusten puuttumisesta vaarallisissa käyttöolosuhteissa. Huomautukset ovat kuitenkin yleensä liittyneet normaaliin kehitystoimintaan ja laitteiden vanhentumiseen (LOT 442).

Tehtaan omat tarkastukset

Tuotantotoiminnan yhteydessä tapahtuvan tarkastustoiminnan sekä työsuojeluelinten mahdollisesti suorittaman

tarkkailun lisäksi on tehtaalla suoritettu vuoden 1975 aikana yleinen tarkastus, johon ovat osallistuneet työsuojeluvaltuutetut ja -päällikkö, terveydenhoitaja, osastoinsinöörit ja työnjohtajat. Asioita on käsitelty työsuojelutoimikunnassa. Työsuojelutoimikunta on v. 1969-1976 pitänyt ennen räjähdysonnettomuutta 28 kokousta (LOT 624).

Työsuojelupäällikkö on toimittanut tarkastuspöytäkirjoista tiedon kullekin osastolle sekä muille työsuojeluelimille sekä tarvittaessa tehtaan johdolle. Käytännös on pienetkin puutteellisuudet käsitelty ensin työsuojelutoimikunnassa, jonka pöytäkirja on toimitettu tehtaan johdolle. Pienet puutteellisuudet on yleensä korjattu välittömästi. Sen sijaan puutteellisuudet, joiden korjaamiseen vaaditaan johtokunnan tai ministeriön toimenpiteitä ovat tehtaan ja sen laitteiden vanhuudesta sekä tehtaan budjettiriippuvuudesta johtuen olleet ilmeisesti vaikeampia toteuttaa. Työsuojelutoimikunnan pöytäkirjoissa esitettyjä sen paremmin kuin viranomais tarkastuksissa todettujen puutteiden johdosta aiheutuvista toimenpiteistä ei yleensä enää ole ilmoitettu työsuojeluelimille (LOT 419).

Työsuojelutoimikunnassa käsiteltyt asiat ovat lataamo II:n osalta koskeneet mm. käytävien ahtautta, puretun ruudin paljoutta. Mitään sellaisia seikkoja, joilla välittömästi voisi olla yhteyttä onnettomuuteen ei ole pöytäkirjoista ilmennyt.

Kehittymistoiminta Lapuan patruunatehtaalla

Lapuan patruunatehtaan ohjesäännön mukaan tehtaan tulee seurata alan koti- ja ulkomaista kehitystä sekä itse suorittaa alansa teknistä kehittämistä (LOT 233).

Alan ulkomaisen ja kotimaisen kehityksen seuraaminen tapahtui kirjallisuutta ja alan ammattilehtiä seuraamalla sekä tekemällä matkoja eri tehtaisiin sekä osallistumalla alan tilaisuuksiin. Matkojen pääasiallinen tarkoitus oli kuitenkin yleensä ollut kaupankäynti. Seurattavat alan julkaisut ovat koskeneet lähinnä patruunoiden laatua ja ominaisuuksia. Patruunoiden valmistuksen turvallisuuteen liittyvä kirjallisuus oli tehtaan käsityksen mukaan niukkaa. Alan luonteesta johtuen kansainvälinen turvallisuuteen liittyvä tietojen vaihto on samoin ollut vähäistä (LOT 419).

Tehtaan lataamotoiminnan kehitystyö on kohdistunut ensisijaisesti patruunoiden laatuun ja ampumaominaisuuksiin. Ruutien ominaisuudet on selvitetty vain koeammuntojen avulla. Ruutien kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia ei tehtaalla ole selvitetty. Käyttöturvallisuuteen liittyvä kehitystyö on tehtaalla ollut vähäistä. Kehittäminen on tapahtunut muun toiminnan ohella.

Edellä mainitun Manufacture de Machines du Haut Rhinin kirjeen johdosta tehtaalla on tutkittu soveltuissin kirjeessä esitetty latausjärjestelmä. Tehtaan piirtämössä tehtiin asiasta luonnos. Tehdyn luonnoksen mukaan olisi jouduttu ruutiputkijärjestelmä uusimaan. Latauskoneiden päälle olisi jouduttu laittamaan ruutimäärän seurantalaitteilla varustetut ruutisuppilot, joissa olisi ollut enintään 0,5 kg ruutia. Ruutiullako olisi jouduttu asentamaan annosteluluisti. Annosteluluistilta koneen päällä olevaan suppiloon olisi luonnoksen mukaan tullut asentaa kumi- tai muoviletku. Esitetyn menetelmän soveltamisesta käytäntöön päätettiin toistaiseksi kuitenkin luopua (Ptk 328-329).

Ruudin johtamiseen käytetyn messinkiputken ominaisuuksien selvittämiseksi on tehtaalla suoritettu kokeiluja. Koejärjestelyt olivat melko ylimalkaisia. Kokeista ei ole pidetty pöytäkirjaa. Tehtaan toimitusjohtajan ilmoituksen mukaan kokeita on tehty 31.10., 1.11., ja 13.11.1974, 20.5., 16.6. ja 18.6.1975 sekä 17.2.1976; putkina käytettiin aluksi messinkiputkea $\varnothing$ 39/42 mm; näiden putkien osoittaututtua sellaisiksi, että ne aiheuttivat räjähdysten osassa putkea ja sirpaleiden lentämistä, kokeilut keskittyivät ohuempien putkien sekä pehmeästä aineesta valmistettujen putkien testaukseen; kokeiluja tehtiin sitten mm. kumi-, muovi- ja lasiputkilla. Kaikki materiaalit aiheuttivat sytytyskohdassa putkien hajoamisen, mutta putkien läpi menevää räjähdystä ei kokeissa ilmoituksen mukaan todettu.

Toimitusjohtajan ilmoituksen mukaan putkimateriaalilla ei ollut ratkaisevaa eroa ruudin syttyessä putken sisällä. Sirpaleiden muodostumisen kannalta pehmeät materiaalit osoittautuivat paremmiksi. Toimitusjohtajan mielestä niiden käytön esti pelko staattisesta sähköstä sekä se, ettei ruuti valunut ko. putkissa lataamossa käytettävillä kaltevuuksilla. Sopivaa materiaalia messinkiputken korvaamiseksi ei siten löydetty eikä kokeilujen johdosta näin ollen myöskään ryhdytty toimenpiteisiin tuotantomenetelmien muuttamiseksi (LOT-437, Pks.13-, s. 42-).

Vertailua eräiden ulkomaisten lataamoiden
turvallisuusjärjestelyihin

Lataamoselvitykset, joita saatiin useista maista, kuvaavat lähinnä lataamoiden toiminnan ja turvallisuusjärjestelyjen pääperiaatteita (LOT 575). Kokonaisnäkemystä tuotannon sisäisistä ja ulkoisista järjestelyistä - olosuhteista, suojarakenteista, suojaetäisyyksistä, ruudeista sekä koneista ja laitteista - ei voi varmuudella muodottaa saadun aineiston perusteella. Tämän vuoksi rinnastukset Lapuan patruunatehtaaseen voivat olla vain prosessin osatekijöiden vertailua.

Ruutipalon muuttuminen räjähdykseksi tai ainakin tuhoavaksi tuottavan räjähtämiseksi putkessa, ruudin syttyessä alhaalta näyttää olleen tunnettua (mm. Gyttorpin kokeet v. 1967, Vihtavuoren kokeet v. 1970 ja myös Lapuan patruunatehtaan kokeet v. 1974, joista viimeksi mainitusta ei ole laadittu mitään tutkimusraporttia).

Samoin näyttää olleen yleisesti tunnettua ainakin Ruotsissa, Norjassa ja Saksan Liittotasavallassa, että huokoisruudit tai palo- ja räjähdysominaisuuksiltaan niihin verrattavat ovat vaarallisempia kuin NC-ruudit koska sallitut ruutimäärät on erikseen määriteltä eri ruutityypeille ja latausjärjestelyt muutenkin tehty erilaisiksi.

Mainittakoon yksityiskohtana Länsi-Saksassa ja Norjassa käytössä oleva tapa avata ruutiastiat erillisessä tilassa, jossa ruuti samalla kaadetaan pienempiin astioihin ilmastointia varten ja joissa myös täyttö suppiloihin tapahtuu. Tällaisten väliastioitten käyttö pienentää ruutimääriä ja tekee toiminnan turvallisemmaksi kuin Lapualla käytetty työtapaa, jossa erilaisia pakkauksia avattiin ja käsiteltiin ruutiullakolla.

Seuraavassa kuvassa on esitetty mm. henkilö- ja ruutimääriä sekä koneita koskevia tietoja eräistä patruunalataamoista vuonna 1976.

Tuotantolaitos	Maksimi henkilö- määrä lataustilassa/ koko rakennuksessa	Kukin latauskone erotettu suojaseinän +	Suurin sallittu ruutimäärä ruutiullakolla (kg)	Suurin sallittu ruutimäärä latauskoneella (kg)	Ruutiputki Rakenne MS-mesinki Al-alumiini K-kumi	Halkaisija (mm)
Imperial Metal Industries Ltd, Englanti (ennen räjähdystä)	A) —	+	—	9	K	—
Dynamit Nobel AG (BRD) a) haulikonpatrunointi b) metallipatrunointi	6/40 25/100	+ +	50 100	0,03-0,4 0,2	MS Al/MS	25 30
Metallwerk Elisenhütte (BRD)	4/4	E) —	B) 1060	C) 15	MS	40
Förenade Fabriksverken, Ruotsi	-/57	—	195	0,5-1	D) teräs	25
Nitro Nobel Ab, Ruotsi	7/45	F) —	180	0,25	K	34/24
A/S Raufoss, Norja	3/-	+	84	0,5-2	K	—

Kuva 49 Tietoja koneista, henkilö- ja ruutimääristä sekä ruutiputkista eräissä ulkomaaisissa lataamoissa.

A) Sarakkeissa olevat viivat (-) ilmaisevat ettei asia ole tiedossa.

B) Suurin sallittu määrä ruutiullakolla on 1060 kg, suurin käytetty määrä 240 kg.

C) Suurin sallittu määrä latauskoneilla yhteensä 15 kg, suurin käytetty määrä 2,8-4 kg/lataus kone.

D) Teräsputki muutetaan kumiputkeksi.

E) Ei ole erotettu, tilassa 5 latauskonetta.

F) Ei ole erotettu, tilassa 4 latauskonetta.

Kuvaan on koottu tietoja tuotantolaitoksista, joissa ruudin syöttö on varmuudella tapahtunut tai tapahtuu ruutiullakolta. A/S Raufossista (kohta 6.) on todettava, että ruutiullakkoa ei käytetä pistoolin-, haulikon tai harjoituspatruunoiden latauksessa.

Ruudin ilmastointi tapahtuu erillisessä ilmastointitilassa (ei ruutiullakolla) ainakin Metallverk Elisenhütte'ssä, Förenade Fabriksverkenissä ja A/S Raufossis

Henkilömäärät lataustiloissa vaihtelevat 3-25 henkilösä aina 100 henkilöön saakka koko rakennuksessa. Ruutimäärä ei ylitä kuin yhdessä tapauksessa yli 200 kg (kohta

Suurimpien sallittujen ruutimäärien lisäksi on ruutimäärä rajoitettu kulloinkin vallitsevaan tuotantonopeuteen esim. Förenade Fabriksverkenissä, jossa lataamotiloissa ei saa olla 2-4 tunnin kulutusta suurempaa ruutimäärää.

Erilaisin järjestelyin on ruutiputket eräissä maissa pidetty tyhjinä normaalitoimoinnoissa (esim. ruuti valuu koneille pieninä annoksina valokennon jaksottamana (LOT 610)).

Palon muuttuminen räjähdykseksi putkissa ja huokoisruuteihin tai kaksikomponenttiruuteihin liittyvät erityiset riskit eivät ole tulleet riittävästi tiedostetuiksi Lapuan patruunatehtaalla.

Vaikka suoritettujen putkikokeiden valossa pelkästään ruutimäärien vertailulla ei voitaisikaan arvostella laatusprosessin turvallisuutta, niin ympäristölle ja kolmanteen henkilöön kohdistuvan vaaran kannalta kokonaisruutimäärät ovat kuitenkin oleelliset. Pienetkin ruutimäärät luissa putkissa aiheuttavat syttyessään tappavia sirpaleita.

Asianomaisten perehtyminen ja tutustuminen muualla käytössä olleisiin prosesseihin ja käytettyihin turvallisuusjärjestelyihin esim. sallittujen henkilö- ja ruuti-määrien tai ruudin käsittelyvaiheiden osalta näyttää olleen puutteellista (LOT 610).

X YHDISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Räjähdyksen alkukohta ja räjähdysksen teknisiä syitä

Suorittamansa tutkimuksen perusteella tutkijalautakunta pitää todennäköisenä räjähdysksen alkukohtana pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (robotti) ruudittajan annostelusylinterin tiivisterengasuraa. Syttymisen syytä ei ole tutkimuksissa voitu varmuudella osoittaa.

Räjähdys robotin syöttöjärjestelmässä on edennyt alhaalta ylöspäin ja kaikissa muissa syöttöjärjestelmissä ylhäältä alaspäin. Tämän osoittavat annostelusylinterissä olevat räjähdysjäljet, ruudittajien vauriot ja niissä olevat räjähdysjäljet, räjähdys-suuntaa osoittavat jäljet liekkilukoissa sekä ruudin syöttöjärjestelmien läpivienneissä (messinkiputki, holkki ja messinkikartio). Tutkimuksissa ei ole ilmennyt todisteita siitä, että räjähdys olisi alkanut ruutiullakolta, robotin syöttöjärjestelmään osuneesta sirpaleesta tai muusta robotin ulkopuolisesta lähtökohdasta.

Robotin annostelusylinterissä havaitut lievät epäsymmetriset räjähdysjäljet sekä robotin työluistin sirpalejäljet ja vastaavilla jäljitelmillä suoritettut kokeet osoittavat, että räjähdys on robotissa alkanut sen ruudittajan annostelusylinterin tasossa. Räjähdys hetkellä robotin työasento oli sellainen, että ruudin annostelukupit olivat juuri sulkeutumassa. Robotin työasennon osoittivat annostelusylinterin räjähdysjäljet sekä ylös-alas liikkuvan työluistin ja palkin rajapinnan toisiaan vastaavat sirpalejäljet.

Räjähdys robotin ruudittajassa voi syntyä vain jos ruuti syttyy tilavuudeltaan muuttumattomassa suljetussa tilassa, jossa ruudin palonopeus kiihtyy riittävän suureksi lämpötilan noustessa ja josta paine pääsee purkautumaan ainoastaan siinä määrin, että sytyttävän impulsin kesto riittää räjäyttämään tilassa olevan ruudin.

Räjähdyksen kannalta kriittiseksi kokeissa osoittautuivat karkaistut koekappaleet, sytytystapa ja sulkema. Robotin ruudittajan annostelusylinteri ja kehto olivat karkaista terästä (HRC kovuus 55). Sellaisia robotin ruudittajan kohtia, joissa ruutipalon nopeus voi kiihtyä niin suureksi, että se muuttuu räjähdykseksi, olivat sulkeutuneet ruudin annostelukupit ja tiivisterengasurat.

Pöytätasosta ja annostelusylinteristä alkaneella ruutipalolla oli mahdollisuus edetä räjähdysenä ruudin syöttöjärjestelmään. Tiivisterengasuran etäisyys ruudin syöttöaukosta oli alle 1 mm. Annostelusylinterin ja sen kehdon välys oli 0,05 mm. Ruudittajaa ei oltu robotin toiminnan aikana purettu. Oli mahdollista, että tänä aikana tiivisterengasuriin oli kertynyt herkästi syttyvä seos CK-4 ruudin hienojakoista pölyä, sytytysnallimassapölyä ja ruudista haihtunutta nitroglyserolia.

Mahdollinen annostelukupista syttymisen syy saattoi olla vieraan esineen joutuminen ruudin mukana annostelusylinterin ja kehdon väliin, jossa puristus tai kitkalämpö aiheutti syttymisen. Vieraan esineen pääseminen ruudittajaan oli mahdollista, koska ruuti voitiin kaataa ruutisuppiloon ilman seulaa tai seulontaa. Mittatilavuuden säätöruuvit oli ilman rajoitinta mahdollista säätää koskettamaan ruudittajan kehtoa. Näin ollen pintojen keskinäinen kosketus olisi saattanut hankauksen, kitkalämmön, iskun, pintapaineen tms. seurauksena aiheuttaa syttymisen.

Tiivisterengasurassa tapahtunut syttyminen on voinut johtua siitä, että reunasytytteinen patruuna puristui kiinteän työpöydän ja ohjainlevyn väliin supistuspuikkojen iskiessä hylsyelementtiin. Näin syttyneiden patruunoiden lieskat osuivat säätöruuvien lukitusmutterien kartoihin, jotka levittivät ne tiivisterengasuriin. Koska puristuspuikkojen lukitusmutterit olivat onnettomuushetkellä auki ei kone silloin voinut olla tuotannossa, vaan sitä on

tällöin säädetty tai korjattu. Tässä työssä käytetty työkalu on mahdollisesti kolhaissut tai pudonnut annos elusylinterin päälle tai työpöydälle aiheuttaen syttymisen.

Kokeissa ei käytetyillä vierailta esineillä eikä mitta-tilavuuden ylisäädöllä saatu ruutia syttymään. Suoritetujen mittausten mukaan on mahdollista, että annostelukupit eivät olleet räjähdyshetkellä sulkeutuneet. Näin ollen paine olisi päässyt purkautumaan. Räjähdysten kannalta riittävä impulssin kesto oli annostelukuppeissa myöskin epävarmaa. Robotin pöytätasossa on jos sen tuotannon aikana todettu useita patruunoiden syttymisiä, jotka kuitenkin eivät ole johtaneet räjähdykseen. Räjähdysten alkamiseen tiivisterengasurasta viittaavat kehdon sirpaleissa tiivisterengasuran kohdalla olevat suoritetuissa kokeissa havaittuja jälkiä ja painumia vastaavat jäljet ja painumat sekä sirpalekuviot työluistissa,

Pulttipistoolin patruunoiden valmistukseen valittu ruuti on ollut siihen tarkoitukseen puristuvuudeltaan ja ampumaominaisuuksiltaan sopiva. Ruudeilla on ollut kuitenkin sellaisia muita ominaisuuksia kuten herkkä syttyvyys, jotka ovat voineet myötävaikuttaa räjähdysten syntyyn. Nitro Nobel CK-4 ruudilla on mm. huomattava isku- ja hankausherkeyys ja detonaatiotaipumus.

Räjähdysten välittymiseen ja laajuuteen vaikuttaneita tekijöitä

Ruudin syöttö tapahtui ruutiullakolla oleviin suppiloihin josta ruuti valui messinkiputkia myöten alapuolella oleviin latauskoneisiin ja -pöytiin. Ruutiputkessa oleva yhtenäinen ruutipatsas mahdollisti räjähdysten välittymisen ullakolle, jossa ruutiastiat oli sijoitettu lattialle ruumien seinien vierelle. Tämä lisäsi räjähdysten rakenteisiin kohdistamaa tuhovaikutusta. Suuret ruutimäärät (noin 680-770 kg) aikaansaivat lataamon

lähes täydellisen tuhoutumisen. Räjähdysvaarallisen tuotannon yhteydessä tehtiin myös muita toimintoja, jotka lisäsivät lataamotilassa olleiden henkilöiden määrää. Lataamo oli yhtenäinen tila eivätkä sen rakenteet lujuudeltaan vastanneet puolustusministeriön päätöksessä sallittuja ruutimääriä ja toimintoja.

Lataamo II:ssa työskentelevien henkilöiden määrää ei oltu rajattu mahdollisimman pieneksi, vaan varsinaisessa lataamossa sai olla enintään 90 henkilöä ja purkamossa 12 henkilöä.

Inhimilliset tekijät ja muita seikkoja, joilla on saattanut olla merkitystä onnettomuuteen

Lapuan patruunatehdas jäi pääosaltaan yleisen räjähdysainelainsäädännön samoin kuin myös Puolustusvoimissa sovellettavien väro- ja varmuusmääräysten välittömän soveltamisen ulkopuolelle. Näin ollen myös turvallisuusmääräysten soveltaminen ja toteuttaminen jäi tulkinnanvaraiseksi.

Turvallisuusohjeet olivat pääosiltaan suullisia. Työtehtäviin nähden oli henkilökunnan koulutus ja opastus puutteellista. Työ oli suorituspalkkaista. Huolto-, asennuskehittely- ja kokeilutoiminnasta ei ollut tarkkoja ohjeita. Niitä suoritettiin ruutituotantoprosessin aikana samoissa tiloissa kuin muitakin toimintoja. Tehtaan johtaja ja teknillinen johtaja olivat koneinsinöörejä. Johdon asiantuntemus oli painottunut enemmän konepajatoimintaan kuin ruutien tuntemukseen ja niiden käyttöön liittyviin riskeihin.

Puolustusministeriön 19.6.1974 antama päätös, jolla Lapuan patruunatehtaan räjähdysvaaralliset tilat mm. lataamo II oli hyväksytty käyttöön, perustui lähinnä tehtaalalla vallinneen käytännön jatkamiseen ja oli ehdoiltaan väljä. Päätös vastasi olennaisilta kohdiltaan mm. ruutien enimmäismäärän osalta (1200 kg ruutiullakolla)

räjähdysainetarkastajan vuonna 1967 tekemässä tarkastuskertomuksessa olevaa ohjetta. Ruutimäärät olivat tehtaan maksimituotantoon ja ilmastoinnin tarpeeseen nähden ylimitoitettut.

Henkilö- ja ruutimääriä ei päätöksessä tarkistettu tehtaan silloisen tuotannon mukaiseksi eikä päätöksessä ole huomioitu riittävästi lataamotoiminnassa ja turvallisuustietoudessa tapahtunutta kehitystä. Päätöksessä ei ole puututtu yksityiskohtaisesti koneisiin, niiden rakenteisiin eikä räjähdysvaarallisten tilojen suoja- ja varmuusetaisyyksiin. Päätöksessä ei ole käsitelty eri ruutilajien erilaisia ominaisuuksia, joilla on merkitystä turvallisen työskentelyn kannalta.

Tehtaan johtajalta ja teknilliseltä johtajalta on vaadittu räjähdysainelainsäädännön räjähdysaineen ja puoliräjähteen valmistuksessa vastaavalta johtajalta edellyttämä räjähdysaineiden ja puoliräjähteiden säännösten tuntemus. Heidän asemansa räjähdysvaarallisen toiminnan vastuunalaisena johtajana on sen sijaan päätöksessä jäänyt määrittämättä.

Manufacture de Machine du Haut-Rhinin 10.1.1974 tehtäessä saapunutta ilmoitusta IMI:n tehtailla Englannissa sattuneesta onnettomuudesta ja onnettomuuden välttämiseksi annettujen ohjeiden merkitystä ei tehtaalla osattu soveltaa. Kyseessä olleilla tiedoilla olisi saattanut olla merkitystä tuolloin puolustusministeriössä olleen hyväksymispäätöksen ehtojen harkinnassa ainakin ruudin syöttöjärjestelmän ruutiullakolle hyväksyttävän ruutimäärän ja lataamo II:een hyväksyttävän henkilömäärän osalta ja näin ollen vaikuttanut ainakin räjähdysen tuhovaikutusta pienentävästi. Tiedon välitys mm. tehtaan ja viranomaisien välillä sekä ulkomailta saadun tiedon hyväksikäyttäminen on ollut tässä tapauksessa puutteellista.

Lapuan patruunatehtaalle on voitu tuoda ruuteja, räjähdysaineita tai ampumatarvikkeita ilman että niihin on

kohdistettu viranomaisten tarkastusta tai erä- ja nimikekohtaista hyväksymistä. Tehtaan suorittamat tarkastukset ovat kohdistuneet ensisijassa ampumatarvikkeiden laatuun ja ampumaominaisuuksiin. Ruutien kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia ei tehtaalla ole selvitetty. Tehdas ei ollut pyytänyt tai saanut käytettyjen ruutien laatu- tai herkkyyssarvoja. Tämä on osaltaan myötävaikuttanut siihen, että detonaatio- taipumuksen omaava Nobel CK-4 ruuti on päässyt tehtaan tuotantoon ilman että sen muita ruutilajeja suurempaan herkkyyteen on osattu kiinnittää huomiota.

XI TUTKIJALAUTAKUNNAN EHDOTUKSET JA SUOSITUKSET

Suorittamansa tutkimuksen ja siinä ilmi tulleiden seikkojen perusteella tutkijalautakunta esittää seuraavaa:

1. Räjähdysainelainsäädäntöä kehitetään siten, että se tulee koskemaan myös Lapuan patruunatehdasta ja valtion muita räjähdysaineita käsitteleviä teollisuuslaitoksia.
2. Räjähdysaineita koskevia säännöksiä täydennetään siten, että a) ruudeille laaditaan yksityiskohtaiset laatu-, käsittely-, pakkaus- ja maahantuonti-vaatimukset, b) räjähdysvaarallisessa tuotannossa käytettäville koneille ja laitteille sekä työmenetelmille ja niihin tehtäville olennaisille muutoksille on saatava ennakkohyväksyminen sekä c) tehdarakennuksille laaditaan räjähdysainemäärien, rakenteiden ja tuotannon edellyttämät tarkat turvaetäisyyssvaatimukset. Näiden vaatimusten toteuttaminen edellyttää, että kehitetään räjähdysainealaan liittyvää tutkimus- ja kokeilutoimintaa ja luodaan paremmat edellytykset ulkomailta hankittavien käytännön kokemusten ja tutkimustulosten hyväksikäytölle.
3. Räjähdysainevalvontaa tulee tehostaa viranomaisten toimintaedellytyksiä ja eri viranomaisten välistä yhteistyötä kehittämällä. Viranomaisten tulee seurata ja ottaa toiminnassaan huomioon alan kansainvälinen ja kotimainen kehitys. Näistä syistä toimilupia ja hyväksymispäätöksiä tulee määräjain tarkistaa.
4. Räjähdysvaarallisessa toiminnassa kiinnitetään entistä enemmän huomiota henkilökunnan koulutukseen ja pätevyyden toteamiseen siten, että räjähdysainetuksen edellyttämällä vastaavalla johtajalla on räjähdysaineiden turvallisuusteknisten ominaisuuksien

riittävä tuntemus ja työntekijöillä on sellainen käytännöllinen räjähdysaineteknillinen tietous ja kokemus, että heillä on mahdollisuus ottaa turvallisuutta vaarantavat tekijät huomioon.

5. Tehtailla tulee olla selvät ja yksityiskohtaiset kirjalliset turvallisuusohjeet koneista, laitteista ja niiden käytöstä, huollosta, korjauksista ja työmenetelmistä sekä muista turvallisuuteen vaikuttavista seikoista. Lisäksi tulee huolehtia siitä, että ohjeet ovat kaikkien asianomaisten tiedossa ja että niiden noudattamista valvotaan.
6. Ryhdytään toimenpiteisiin alan kansainvälisen kehityksen järjestelmälliseksi seuraamiseksi ja huolehditaan siitä, että nämä kehitystiedot tulevat kaikkien alan viranomaisten ja laitosten vastuunalaisen johdon samoin kuin työntekijöiden tietoon. Saadut tulokset käytetään hyväksi räjähdysaineita käsittelevien teollisuuslaitosten toiminnan turvallisuutta koskevan sääntelyn kehittämisessä.
7. Työsuojeluorganisaatiota kehitetään alan erityisluonne huomioon ottaen. Työsuojeluelimille järjestetään riittävät osallistumis- ja vaikutusmahdollisuudet turvallisuusteknisessä suunnittelussa sekä valvonnassa.
8. Onnettomuuksien tutkinta sekä tutkijalautakuntien asema ja toiminta täsmennetään laki- ja sopimusperusteisesti.

Edellä esitettyjen lainsäädäntöön kohdistuvien tai muuten Lapuan patruunatehdasta laajemmalle vaikuttavien ehdotusten lisäksi tutkijalautakunta esittää räjähdysvaara vähentämiseksi ja mahdollisten virhetoimintojen seurausten ehkäisemiseksi räjähdysaineita koskevien voimassa olevien säännösten (A 696/71, KTMp 972/71 ja RMVK)

turvallisuusvaatimusten toteuttamista ja eräiden turvallisuuteen liittyvien toimintojen tehostamiseksi korostetusti seuraavaa...

Periaatteet

- A Teknillisillä ratkaisuilla pyritään ruudin syttymistä ehkäisemään.
- B Rajoitetaan syttymisen vahinkovaikutus etukäteen suunnitelluilla turvatoimenpiteillä mahdollisimman pieneksi.

A

1. Koetetaan valita käyttöön ruudit, jotka eivät ole isku-, kitka-, hankaus- ja lämpöherkkiä eivätkä syty helposti staattisesta sähkökipinästä.
2. Iskut, kitkat, hankaukset ja staattinen sähkö pyritään minimoimaan ruudin syttymisen välttämiseksi valitsemalla
 - a) koneiden ja laitteiden rakenteet ja mekaanisten osien muoto sellaiseksi, että ei ole esim.
 - pitkiä, lujia putkia, joissa yhtenäinen ruutipatsas
 - ruudin annostelulaitteita ilman rajoittimia
 - luistityypistä varolaitetta
 - b) koneille ja laitteille, työkaluille ja työvaatteille sopiva materiaali
 - c) ilman suhteellinen kosteus sopivaksi
 - d) koneiden, työkalujen ja henkilöiden maadoitukset tarkoituksenmukaisiksi ja luotettaviksi
 - e) sekä huolehditaan säännöllisillä koneiden, sähkölaitteiden, maadoitusten, suojalaitteiden varastojen ja kuljetusvälineiden tarkastuksilla että edellä mainitut turvallisuustoimenpiteet on suoritettu.
3. Valvotaan, että ruutia ei ole sopimattomissa paikoissa

- a) suunnittelemalla rakenteet, työtilat ja menetelmät sellaisiksi, ettei tällaista pääse tapahtumaan
 - b) jatkuvalla puhtaanapidolla ja valvonnalla
4. Suoritetaan koneiden ja laitteiden kehittä-, huolto- ja korjaustyöt varsinaisen työajan ulkopuolella ja muissa kuin räjähdysvaarallisissa tiloissa.
 5. Pyritään ehkäisemään inhimillisten erehdysten aiheuttama vaara
 - a) prosessin automatisoinnilla tai toistuvien vaarallisten työvaiheiden automatisoinnilla
 - b) työn järjestelyllä ja ohjauksella
 - c) määräyksillä ja ohjeilla
 - d) kouluttamalla ja harjoittamalla työntekijöitä.

B

1. Pitämällä ruutimäärät pieninä ladattaessa, latauspaikan läheisyydessä varastoissa ja kuljetuksissa.
2. Suojaamalla ruuti työkoneissa ja ruutiullakolla siten, että ruudin palaminen tai räjähdysten leviäminen estyy.
3. Suojaamalla henkilökunta sirpaleilta, paineaallolta ja tulipalolta suojalaitteilla ja henkilökohtaisilla suojaimilla.
4. Rajoittamalla henkilövahinkoja ohjeilla, palontorjuntaharjoituksilla, poistumisharjoituksilla ja riittävällä ensiapu- ja katastrofivalmiudella.
5. Järjestämällä vaaralliset työkohteet automatisoinnilla tai kauko-ohjauksella.
6. Jakamalla tuotanto pieniin yksiköihin; vain muutam henkilö yksikössä sekä ehkäisemällä palon tai räjähdysten leviäminen yksiköstä toiseen.

7. Suunnittelemalla teollisuusalue siten, että erotetaan riittävästi suojaetäisyyksillä primääriset vaara-alueet (lataus) ja sekundääriset vaara-alueet (ruudin ja patruunoiden varastointi) toisistaan ja muusta toiminnasta.
8. Suojaamalla teollisuuslaitoksen ympäristö riittävästi suojavaoikeuksilla.

Tutkijalautakunta tähdentää vielä sitä, että räjähdysvaarallisessa tuotannossa olisi virhetoimintojen seurausten ehkäisemiseksi pyrittävä soveltamaan nk. vaarallista tekniikkaa, ts. tekniikkaa, jonka turvallisuus ei riipu työntekijän toiminnasta.

VIITTEET

Tutkimusselostuksen lähdeaineisto on asiakirjoittain numeroitu ja kirjattu kirjeenvaihtokirjaan. Asiakirjassa on merkintä LOT ja asiakirjan numero. Tutkimusselostuksessa on viitattu seuraaviin arkistoituihin asiakirjoihin.

<u>Asiakirja</u>	<u>Tutkimusselostuksen sivu</u>
LOT 6 Tutkijalautakunnan esitys puolustusministeriölle paineen leviämisen lakemiseksi. Kirje 18.4.1976	74
LOT 14 Räjähdysainetarkastajan 15.3.1976 päivätty kirje Lapuan patruunatehtaan johtokunnalle tehtaan räjähdysvaarallisten tilojen tarkastuksesta 18.-19.2.1976.	140
LOT 15 Puolustusministeriön päätös patruunatehtaan räjähdysvaarallisten tilojen hyväksymisestä käyttöön 19.6.1974.	134
LOT 16 Räjähdysainetarkastajan tarkastuskertomus 12.12.1966 suoritetusta tarkastuksesta.	125, 130, 13
LOT 21 Alustava tutkimussuunnitelma Vihtavuorella 11.11.1966 tapahtunutta räjähdys-onnettomuutta varten. Olli Ollila 14.11.1966.	68
LOT 22 Ehdotus öljyvaraston palon tutkimussuunnitelmaksi. Palontorjunta 1973:6 s. 362	68
LOT 23 Ehdotus onnettomuushetkellä olleiden räjähdysaineiden määrän, lajien ja spesifikaatioiden selvittämiseksi	

LOT 24	Ehdotus tehtävistä tutkimuksista 14.4.1976.	68
LOT 25	Kenttätutkimustyöryhmän selvitet- täviä asioita 14.4.1976	68
LOT 26	Työsuojeluasioita koskeva selvitys- suunnitelma. 14.4.1976.	68
LOT 27	Ruudeista suoritettavat alustavat kii- reelliset tutkimukset. Ilmoitus PvTutkK:lle ja Vihtavuoren tehtaille. 15.4.1976.	68
LOT 29	Tehtaan ilmoitus ruutiullakolla 13.4.1976 olleista ruudeista.	46
LOT 46	Puolustusministeriön 14.4.1976 asettaman räjähdysonnettomuuden vaurioiden arvioin- titoimikunnan väliraportti. 20.4.1976.	1
LOT 62	Työryhmä 4:n kokouspöytäkirja n:o 4, 21.4.1976. Määräys PvTutkK:lle räjäh- dystapahtuman selvittämiseksi jälkien ja näytteiden perusteella. Kirjelmä n:o 2/4/ 21.4.1976.	70
LOT 84	Tehtaalta saadut vastaukset ruuteja, nii- den määriä, käsittelyä ja valvontaa koske- viin kysymyksiin. 26.4.1976.	46, 47
LOT 85	Selostus ruutiullakolla olleen ilmankos- tuttimen Weko GSK-0 rakenteesta ja toi- minnasta. 26.4.1976.	7
LOT 86	Kertomus puolustusministeriön työturval- lisuustarkastajan suorittamasta tehtaan työturvallisuustarkastuksesta 19.- 20.10.1971.	142

- LOT 88 Tehtaan hälytys- ja pelastuspalvelu-
ohjeet. 143
- LOT 89 Palo- ja ammattientarkastusviranomais-
ten lausunnot uuden lataamon (lataamo II)
palo- ja työturvallisuuskysymyksistä.
1.4.1958. 11.2.1958. 130, 1
- LOT 95 Selostus tehtaalla suoritetuista pelastus-
harjoituksista. Palopäällikkö [REDACTED]
kirjelmä 18.1.1972. 143
- LOT 111 Ilmatieteen laitoksen kuvaus säätilasta
12.-13.4.1976. Ilmatieteenlaitoksen
kirje 23.4.1976. 68
- LOT 193 Sisäasiainministeriön pelastusosaston
tarkastaja [REDACTED] tutkimusraportti
pelastustoimenpiteistä Lapuan räjähdys-
onnettomuudessa. 11.5.1976. 55, 56
- LOT 207 Lapuan patruunatehtaan räjähdysonnetto-
muuden paikkatutkintaselostus 5.5.1976.
Sisältyy poliisitutkintapöytäkirjaan
R 22/76. Keskusrikospoliisi. Vaasa. 72
- LOT 233 Lapuan patruunatehtaan työjärjestys ja
siihen liittyvä organisaatiokaavio toi-
menkuvauksineen. Hyväksytty 28.3.1973. 119, 123,
- LOT 253 Selostus räjähdysonnettomuudessa tuhou-
tuneen lataamorakennuksen rakenteista
ja sen käyttäytymisestä räjähdys-
yhteydessä. Pääesikunnan Pioneeriosas-
to 30.5.1976. 67

LOT 291	Selostus sairaankuljetustoiminnasta 13.4.1976 Lapuan katastrofissa. Suomen sairaankuljetus ry:n tutkiel- ma 26.4.1976.	56
LOT 293	Poliisitutkintapöytäkirjaan R 22/76 sisältyvä paikkatutkinnan lisäselos- tus. Keskusrikospoliisi. Vaasa.	72
LOT 310	Ruudin palamisohjelman laatimistyö- ryhmän väliraportti n:o 1. Helsinki 14.6.1976. Ks. LOT 6.	74
LOT 391	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	76, 78
LOT 411	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	113
LOT 416	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	57, 66, 102,
LOT 418	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	65, 71, 103,
LOT 419	Tutkijalautakunnan 17.4.1976 työ- suojelullisia tekijöitä selvittämään asettaman työryhmä 2:n muistio. 21.9.1976.	144, 1
LOT 426	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	65, 10
LOT 434	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	76, 80, 81,
LOT 437	Selvitys patruunatehtaan ruutiput- kien ominaisuuksien tutkimiseksi suorittamista kokeista. Lapuan pat- ruunatehtaan kirje 6.10.1976. Ks. myös LOT 415.	146
LOT 438	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	14, 77

LOT 441	Ilmoitus englantilaisessa lataamossa sattuneesta räjähdyksestä ja sen syistä sekä ohjeita vastaavan onnettomuuden välttämiseksi. Manufacture de Machines du Haut-Rhin 4.1.1974. Kirje tullut Lapuan patruunatehtaalle 10.1.1974.	69, 1
LOT 442	Tutkijalautakunnan 17.4.1976 oikeudellisia seikkoja selvittämään asettaman työryhmä 1:n muistio. 28.9.1976.	130,
LOT 451	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	77, 7
LOT 484	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	16, 1
LOT 487	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	108,
LOT 540	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	115
LOT 544	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	76
LOT 545	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	60, 61, 77, 84, 87, 88, 90, 91
LOT 546	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	59, 76, 77,
LOT 552	Sisäasiainministeriön ilmoitus patruunatehtaan anomukseen saada tuoda maahan patruunoita sekä aseita ja niiden osia. 12.6.1956.	127
LOT 554	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	116
LOT 575	Kemira Oy Vihtavuoren tehtaiden suorittamat kokeet ja selvitykset. Yhteenvedo 5.1.1977.	70, 14
LOT 588	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	27, 41, 61, 92

LOT 610	Tutkijalautakunnan 17.4.1976 prosessitekniikkaa selvittämään asettaman työryhmä 3:n koennos 10.10.1977.	11, 35, 38, 39 46, 57, 68, 95 101, 131, 149
LOT 618	Ruuteja ja räjähdysaineita koskevia tulliselvitys- ja tuontirajoitusasiakirjoja. [REDACTED] lähete 19.11.1976.	128
LOT 621	Puolustushallinnon Virasto- ja laitosten yhteistyösopimus. 16.12.1974.	124
LOT 622	Ammattientarkastus- ja työsuojeluviranomaisten tarkastuspöytäkirjat tehtaalla suoritetuista tarkastuksista 16.11.1961-21.2.1973.	142
LOT 624	Patruunatehtaan työsuojelu (työturvallisuus) toimikunnan pöytäkirjat 17.12.1969-7.4.1976.	144
LOT 629	Ote puolustusministeriön työjärjestyksestä.	138
LOT 630	Räjähtävän materiaalin varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen sekä lataamotoiminnan yleismääräykset (RMVK). PE:n kirjelmä n:o 910/Koultsto/4b/30.3.1966.	138
LOT 650	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	60
LOT 653	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	77, 92
LOT 654	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	77
LOT 655	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	63, 77
LOT 656	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	61, 71
LOT 659	Pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen eli robotin ruuditussyylinterin räjähdys-	

TUTKIMUSRAPORTIT

Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen lautakunnalle tekemät tutkimukset raporteittain:

- Väliraportti uuden Manurhin latauskoneen vaurioista ja niistä tehdyistä johtopäätöksistä 20.8.1976 (LOT 391) 23.8.1976.
- Matkakertomus 4. räjähdysaineiden kemiallisen stabiliteetin ongelmia käsitelleestä symposiumista 31.5.-2.6.1976 Mölle, Ruotsi. (LOT 411) 13.9.1976.
- Matkakertomus Karlsruhessa Länsi-Saksassa 23.-25.6.1976 pidetystä konferenssista, joka käsitteli räjähdysaineiden perusteita, teknologiaa ja käyttöä. (LOT 412) 13.9.1976.
- Ruudin syttyminen messinkiputkessa sirpaleiden vaikutuksesta. Ruutiputken sirpaleiden lentonopeus. (LOT 416). 20.9.1976.
- Polyteenisen ruutisuppilon sähköstaattisia ominaisuuksia. (LOT 417). 20.9.1976.
- Detonaation välittyminen betoniseinän läpi. (LOT 418). 7.9.1976.
- Ruudin palonopeus ruutiputkessa. (LOT 426). 28.9.1976.
- Raportti käsilatauspöytien vaurioista Lapuan räjähdysonnettomuudessa 13.4.1976. (LOT 434). 4.10.1976.
- Ruutiputken liekkilukon toimintahäiriöitä. (LOT 438). 8.10.1976.
- Lapuan patruunatehtaalla käytettyjen ruutien sähkökipinäherkyys. (LOT 448) 19.10.1976.
- Staattisen sähkövarauksen syntyminen muovisen ruutipakkauksen käsittelyn yhteydessä. (LOT 449). 19.10.1976.

- Raportti vanhan Manurhin latauskoneen Lapuan räjähdysonnettomuudessa 13.4.1976 saamista vaurioista. (LOT 451). 26.10.1976.
- Lapuan räjähdysonnettomuudessa mukana olleiden ruutien kemialliset ja fysikaaliset tutkimukset. (LOT 484) 20.11.1976.
- Detonaation etenemissuunnan määrittäminen räjähdysjälkien perusteella. (LOT 487). 16.12.1976.
- Pulttipistoolipatruunoissa käytetyn pohjanallimassa 70 tutkimus. (LOT 540) 18.2.1977.
- Eräitä onnettomuuden alkukohtaan liittyviä aikalaskelmia. (LOT 544). 22.3.1977.
- Lapuan räjähdysonnettomuudesta 13.4.1976 Puolustusvoimien tutkimuskeskukseen kuljetettu materiaali. (LOT 538) 17.11.1976.
- Raportti pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (Robotti) Lapuan räjähdysonnettomuudessa 13.4.1976 saamista vaurioista ja niistä tehdyistä päätelmistä. (LOT 545). 24.2.1977.
- Pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (Robotti) ruutiputken ja ruudittajan jäljitelmillä suoritettut kokeet. (LOT 546) 24.2.1977.
- Räjähdysksen eteneminen ruudin syöttöjärjestelmässä. Sirpaleiden tuunistaminen ja yhteensovittaminen analyysien perusteella (LOT 554). 28.2.1977.
- Pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (Robotti) toimintaperiaate ja Lapuan räjähdysonnettomuuden 13.4.1976 jälkeen koneesta tehdyt havainnot. (LOT 588). 10.8.1977.
- Pulttipistoolien patruunoiden laadun tasaisuus patruunoiden painon ja niissä olleen ruudin painon mukaan. (LOT 649). 24.2.1978.
- Tutkimuksia Lapuan räjähdysonnettomuudessa mukana olleista ruudeista. (LOT 650). 24.2.1978.

- Täydentäviä mittauksia robotin ruudittajasta sekä ruudittajan jäljitelmillä 11.8.-31.12.1977 suoritettut kokeet. (LOT 653). 8.3.1978.
- Tiivistelmä tärkeimmistä Lapuan räjähdysonnettomuuden tutkimustuloksista. (LOT 654). 8.3.1978.
- Täydennys 24.2.1977 päivättyyn raporttiin "Raportti pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (robotti) Lapuan räjähdysonnettomuudessa 13.4.1976 saamista vaurioista ja niistä tehdyistä päätelmistä" ks. LOT 545. (LOT 655). 8.3.1978.
- Pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen (robotti) ruuti-putkiston alaosan räjäytyskokeet. (LOT 656). 8.3.1978.

SÄÄDÖSLUETTELO

Tutkijalautakunnan onnettomuuden selvitystyössä ovat esiintyneet seuraavat lait, asetukset ja hallinnolliset päätökset:

Ammattientarkastuslaki	72/26
Laki ampuma-aseista ja ampumatarpeista	33/33
Asetus ampuma-aseista ja ampumatarpeista	34/33
Valtioneuvoston päätös betoni- ja teräs- rakenteiden normaalinääräyksistä	747/46
Palolaki	202/33
Palolaki	465/60
Paloasetus	359/61
Palosääntö	359/33
Lapuan palojärjestys	2.3.1966
Lapuan patruunatehtaan ohjesääntö	27.1.1955
Lapuan patruunatehtaan työjärjestys	28.3.1973
Laki palo- ja pelastustoimesta	559/75
Asetus puolustusministeriöstä	46/72
Valtioneuvoston päätös puurakenteiden normaalimääräyksistä	188/54
Laki rakentamisesta maaseudulla	683/45
Rakennuslaki	370/58
Rakennusasetus	266/59
Laki räjähdysvaarallisista aineista	263/53
Räjähdysaineasetus	93/25
Räjähdysaineasetus	696/71 muutokset 946/73, 927/75, 973,
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdysaineista	972/71
Räjähtävän materiaalin varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen sekä lataamo- toiminnan yleismääräykset (RMVK)	
Laki sähkölaitoksista	167/28
Asetus sähkölaitoksista annetun lain soveltamisesta	5/29
Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden ja sähkökäyttöisten lait- teiden ennakotarkastuksesta ja valvonnasta	202/74

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös
sähköturvallisuusmääräyksistä

205/74

Sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamat
teknilliset turvallisuusohjeet n:o 4
(Pulttipistoolit) 23.3.1972

Työturvallisuuslaki

104/30

Työturvallisuuslaki

299/58

Työsuojeluhallituksen vahvistamat
teknilliset turvallisuusohjeet n:o 1
(Yleiset koneohjeet) 11.3.1976

Laki työsuojeluhallinnosta

574/72

Laki työsuojelun valvonnasta

131/73

Asetus työsuojelun valvonnasta

954/73

Laki valtion teollisuuslaitosten hoidon
ja käytön yleisistä perusteista

168/31

VIITTEET

Tutkimusselostuksen lähdeaineisto on asiakirjoittain numeroitu ja kirjattu kirjeenvaihtokirjaan. Asiakirjassa on merkintä LOT ja asiakirjan numero. Tutkimusselostuksessa on viitattu seuraaviin arkistoituihin asiakirjoihin.

Asiakirja

Tutkimusselostuksen sivu

- | | | |
|--------|--|--------------|
| LOT 6 | Tutkijalautakunnan esitys puolustusministeriölle paineen leviämisen laske-
miseksi. Kirje 18.4.1976 | 74 |
| LOT 14 | Räjähdysainetarkastajan 15.3.1976
päiväty kirje Lapuan patruunatehtaan
johtokunnalle tehtaan räjähdysvaaral-
listen tilojen tarkastuksesta 18.-
19.2.1976. | 140 |
| LOT 15 | Puolustusministeriön päätös patruuna-
tehtaan räjähdysvaarallisten tilojen
hyväksymisestä käyttöön 19.6.1974. | 134 |
| LOT 16 | Räjähdysainetarkastajan tarkastusker-
tomus 12.12.1966 suoritettusta tarkas-
tuksesta. | 125, 130, 13 |
| LOT 21 | Alustava tutkimussuunnitelma Vihtavuoo-
ressa 11.11.1966 tapahtunutta räjä-
hdys-onnettomuutta varten. Olli Ollila
14.11.1966. | 68 |
| LOT 22 | Ehdotus öljyvaraston palon tutkimus-
suunnitelmaksi. Palontorjunta 1973:6
s. 362 | 68 |
| LOT 23 | Ehdotus onnettomuushetkellä olleiden
räjähdysaineiden määrän, lajien ja
spesifikaatioiden selvittämiseksi
14.4.1976 | |

LOT 24	Ehdotus tehtävistä tutkimuksista 14.4.1976.	68
LOT 25	Kenttätutkimustyöryhmän selvitet- täviä asioita 14.4.1976	68
LOT 26	Työsuojeluasioita koskeva selvitys- suunnitelma. 14.4.1976.	68
LOT 27	Ruudeista suoritettavat alustavat kii- reelliset tutkimukset. Ilmoitus PvTutkK:lle ja Vihtavuoren tehtaille. 15.4.1976.	68
LOT 29	Tehtaan ilmoitus ruutiullakolla 13.4.1976 olleista ruudeista.	46
LOT 46	Puolustusministeriön 14.4.1976 asettaman räjähdysonnettomuuden vaurioiden arvioin- titoimikunnan väliraportti. 20.4.1976.	1
LOT 62	Työryhmä 4:n kokouspöytäkirja n:o 4, 21.4.1976. Määräys PvTutkK:lle räjäh- dystapahtuman selvittämiseksi jälkien ja näytteiden perusteella. Kirjelmä n:o 2/4/ 21.4.1976.	70
LOT 84	Tehtaalta saadut vastaukset ruuteja, nii- den määriä, käsittelyä ja valvontaa koske- viin kysymyksiin. 26.4.1976.	46, 47
LOT 85	Selostus ruutiullakolla olleen ilmankos- tuttimen Weko GSK-0 rakenteesta ja toi- minnasta. 26.4.1976.	7
LOT 86	Kertomus puolustusministeriön työturvallisuustarkastajan suorittamasta tehtaan työturvallisuustarkastuksesta 19.- 20.10.1971.	142

- LOT 88 Tehtaan hälytys- ja pelastuspalvelu-
ohjeet. 143
- LOT 89 Palo- ja ammattientarkastusviranomais-
ten lausunnot uuden lataamon (lataamo II)
palo- ja työturvallisuuskysymyksistä.
1.4.1958. 11.2.1958. 130,
- LOT 95 Selostus tehtaalla suoritetuista pelastus-
harjoituksista. Palopäällikkö [REDACTED]
kirjelmä 18.1.1972. 143
- LOT 111 Ilmatieteen laitoksen kuvaus säätilasta
12.-13.4.1976. Ilmatieteenlaitoksen
kirje 23.4.1976. 68
- LOT 193 Sisäasiainministeriön pelastusosaston
tarkastaja [REDACTED] tutkimusraportti
pelastustoimenpiteistä Lapuan räjähdys-
onnettomuudessa. 11.5.1976. 55, 56
- LOT 207 Lapuan patruunatehtaan räjähdysonnetto-
muuden paikkatutkintaselostus 5.5.1976.
Sisältyy poliisitutkintapöytäkirjaan
R 22/76. Keskusrikospoliisi. Vaasa. 72
- LOT 233 Lapuan patruunatehtaan työjärjestys ja
siihen liittyvä organisaatiokaavio toi-
menkuvauksineen. Hyväksytty 28.3.1973. 119, 123
- LOT 253 Selostus räjähdysonnettomuudessa tuhou-
tuneen lataamorakennuksen rakenteista
ja sen käyttäytymisestä räjähdysten
yhteydessä. Pääesikunnan Pioneeriosas-
to 30.5.1976. 67

LOT 291	Selostus sairaankuljetustoiminnasta 13.4.1976 Lapuan katastrofissa. Suomen sairaankuljetus ry:n tutkiel- ma 26.4.1976.	56
LOT 293	Poliisitutkintapöytäkirjaan R 22/76 sisältyvä paikkatutkinnan lisäselos- tus. Keskusrikospoliisi. Vaasa.	72
LOT 310.	Ruudin palamisohjelman laatimistyö- ryhmän väliraportti n:o 1. Helsinki 14.6.1976. Ks. LOT 6.	74
LOT 391	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	76, 7.
LOT 411	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	113
LOT 416	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	57, 66, 102.
LOT 418	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	65, 71, 103.
LOT 419	Tutkijalautakunnan 17.4.1976 työ- suojelullisia tekijöitä selvittämään asettaman työryhmä 2:n muistio. 21.9.1976.	144, 1
LOT 426	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	65, 10
LOT 434	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	76, 80, 81,
LOT 437	Selvitys patruunatehtaan ruutiput- kien ominaisuuksien tutkimiseksi suorittamista kokeista. Lapuan pat- ruunatehtaan kirje 6.10.1976. Ks. myös LOT 415.	146
LOT 438	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	14, 77.

LOT 441	Ilmoitus englantilaisessa lataamossa sattuneesta räjähdyksestä ja sen syistä sekä ohjeita vastaavan onnettomuuden välttämiseksi. Manufacture de Machines du Haut-Rhin 4.1.1974. Kirje tullut Lapuan patruunatehtaalle 10.1.1974.	69, 1
LOT 442	Tutkijalautakunnan 17.4.1976 oikeudellisia seikkoja selvittämään asettaman työryhmä 1:n muistio. 28.9.1976.	130,
LOT 451	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	77, 7
LOT 484	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	16, 1
LOT 487	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	108,
LOT 540	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	115
LOT 544	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	76
LOT 545	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	60, 61, 77, 84, 87, 88, 90, 91
LOT 546	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	59, 76, 77,
LOT 552	Sisäasiainministeriön ilmoitus patruunatehtaan anomukseen saada tuoda maahan patruunoita sekä aseita ja niiden osia. 12.6.1956.	127
LOT 554	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	116
LOT 575	Kemira Oy Vihtavuoren tehtaiden suorittamat kokeet ja selvitykset. Yhteen veto 5.1.1977.	70, 1
LOT 588	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	27, 41, 61, 92

LOT 610	Tutkijalautakunnan 17.4.1976 prosessitekniikkaa selvittämään asettaman työryhmä 3:n koennos 10.10.1977.	11, 35, 38, 39, 46, 57, 68, 95, 101, 131, 149
LOT 618	Ruuteja ja räjähdysaineita koskevia tulliselvitys- ja tuontirajoitusasiakirjoja. [REDACTED] lähete 19.11.1976.	128
LOT 621	Puolustushallinnon Virasto- ja laitostohtainen työsuojelun yhteistyösopimus. 16.12.1974.	124
LOT 622	Ammattientarkastus- ja työsuojeluviranomaisten tarkastuspöytäkirjat tehtaalla suoritetuista tarkastuksista 16.11.1961-21.2.1973.	142
LOT 624	Patruunatehtaan työsuojelu (työturvallisuus) toimikunnan pöytäkirjat 17.12.1969-7.4.1976.	144
LOT 629	Ote puolustusministeriön työjärjestyksestä.	138
LOT 630	Räjähtävän materiaalin varastoinnin, käsittelyn ja kuljetuksen sekä lataamotoiminnan yleismääräykset (RMVK). PE:n kirjelmä n:o 910/Koultsto/4b/30.3.1966.	138
LOT 650	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	60
LOT 653	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	77, 92
LOT 654	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	77
LOT 655	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	63, 77
LOT 656	Ks. TUTKIMUSRAPORTIT	61, 71
LOT 659	Pulttipistoolin patruunoiden latauskoneen eli robotin ruuditussylinlerin räjähdyspainanteen mittauspöytäkirja. Puolustusvoimien tutkimuskeskus.	64

25.3.77 JH

TITLE: DEFLAGRATION TO DETONATION OF SMOKELESS BALL POWDERS
AND THE MEANS USED TO REDUCE A DETONATION OCCURRENCE

Mr. E. A. Andrew
Olin Corporation
East Alton, IL

ABSTRACT

- Chemical explosions are described and a typical explosion reaction is followed from an initial fire to a detonation.
- Several hazard classifications for smokeless powders are briefly covered and a definition of confinement (the chief cause of detonation) is presented.
- The contributing factors that accelerate the rate reaction of smokeless BALL POWDERS are combined into an overall factor, and an empirical relationship with relative quickness is described.
- Several means of reducing detonations of smokeless BALL POWDER are discussed and a typical application is shown.

DEFLAGRATION TO DETONATION OF SMOKELESS BALL POWDERS AND THE MEANS USED TO REDUCE A DETONATION OCCURRENCE

Chemical explosions are characterized by

- very high rate of reaction and
- very high temperatures and pressures.
- Explosive undergoes the chemical reaction within a peculiar type of shock wave or detonation wave.
- Detonation wave propagates thru the explosive, supported and reinforced by the chemical reaction at velocities of from 1 to 6 miles per second.
- In general, the wave travels thru the column of explosive at a constant speed.

Figure 1

This reaction starts as a slow combustion but builds up

- thru the stages of explosive deflagration and
- finally undergoes a sudden transition to the detonation reaction.
- This is preceded sometimes by pulsating reactions and shock interactions (generally in a gaseous state).

Low and high explosives differ in several respects. These differences may be seen in

Table 1

Commonly accepted classification of explosives is shown in

Table 2

Our particular interest in this presentation is with the hazards associated with the use, storage and physical processing of BALL POWDER, although the information would probably be similar for extruded small arms propellant powder.

There are several publications that are available for determining the degree of hazard of Smokeless Powder. These are:

1. "Contractors Safety Manual for Ammunition, Explosives and Related Dangerous Materials"

Dept. of Defense DOD 4145.26M (Oct. '68)

Defines 2 classes of dangerous materials:

Fire Hazard (Class 2)

- Pressure rupture of container, but
- no propagating shock waves, and
- no damaging blast pressure beyond magazine distances, but fire may be spread by tossed containers.

Mass Detonation Hazard (Class 7)

- Entire quantity explodes instantaneously.
- Causes severe structural damage to adjacent objects.
- Initiates simultaneous explosions of separated explosives sufficiently close to initially exploding pile.

2. Army Materials Command Regulation "Safety Manual" No. 385-100 (April '70).

Class 7 (detonation hazard) powders:

- Contains > 20% NG
- Gravimetric Density is 0.750 or less
- Web is 0.0075" or less
- Or web is 0.0090 or less & GD is < .900

3. "Ordnance Safety Manual" ORDM 7-224
Dept. of Army (1951 and revised May 15, 1958)

Forerunner of above safety manual and categorizes explosives into 12 classes. Contains considerable detailed information on explosive materials.

Table 3

4. The relative quickness of a smokeless powder is a measure of the rate at which the powder will burn.

- It is a comparative value and measured against another powder called a "reference" or "base".
- To develop the RQ data, 5 grams of powder is fired in a 200 cc heavy walled pressure vessel and a photo-graph trace of the firing is made.
- A tabulation of the relative quickness (RQ) of BALL POWDERS is shown in

FIGURE 2

5. Empirical burn rate factors:

I would like to propose at this time a quick and simple method for approximating the relative quickness value of BALL POWDERS or the relative rate which these powders will burn. This method is an attempt to calculate a relative quickness when the physical and chemical properties of the BALL POWDERS are known.

We know the effect of certain factors on the burn rate of Smokeless Powder:

Increased	Decreased
Higher N %	High Grain Density
Low Grav. Density	Added Deterrent
High N.C.	
Small Webs	
Small Ball Diameter	

- Now, if we plot the R.Q. against the calculated factor -

$$\text{Burn Rate Factor} = \frac{\sum \text{Nitroglycerine}}{\text{Web} \times \text{Grav. Density}}$$

$$(\text{For Example}) = \frac{15}{.010" \times 0.600}$$

$$R = 2500 \quad \text{we see}$$

a definite correlation emerge. This correlation is really not surprising since the 3 main factors affecting burning rate are in the equation. This is different from previous methods which considered only $\sum$ NG, CD, web, web and CD and web and NG.

*Applicable for nitroglycerin values of 10% or greater.

- The RQ burn rate factor correlation is graphed in:

FIGURE 3, FIGURE 4

- Several discernable conclusions can be drawn from the graph:

1. There is good correlation between the RQ determined from bomb firings and the burn rate factor calculated from the BALL POWDER Properties. (Variation is $\pm 8\%$ of the nominal value.)
2. Class 2: Class 7 powders are separated fairly clearly from each other at -
RQ = 187 or
Burn Factor = 2000
3. All deterred BALL POWDERS occur below a factor of 2000.
4. Density lowered deterred WC452 - WCA72 series are an errant, separate consideration.

- Winchester-Western's major source of first hand information on the deflagration: detonation reaction of Smokeless Powder is based on studies made at our St. Marks Plant between Dec. '70 and Dec. '71.

- A fire and explosion at this plant in Sept. '70 resulted in detonations that would not have been predicted by criteria in use at that time.

- The objective of the undertaken Safety Testing Program was to:

1. Obtain test data to establish permissible configurations of in-process containers for the transfer and storage of Class 2 and 7 propellants.
2. Learn more about the initiation phase prior to the detonation.
3. Further define the criteria for classifying powders as Class 2 or Class 7.

- Briefly, the program was to:

1. Reassess the hazards associated with bulk powder handling and storage and --
2. Determine the means necessary to reduce the hazards of:
 - A. Powder in tubes or pipes.
 - B. Fibre paks in various stacking configurations and degrees of confinement.
 - C. Kingsmill powder hoppers.
 - D. Bulk tote bin storage.

Up to the time of the tests most dry powder operations were governed in part by the widely accepted 30" critical height theory which in simple form said, "Smokeless powder will burn and will not detonate if the powder height or depth is maintained less than 30 inches."

The open tube tests were conducted to determine the effect of:

1. Different degrees of wall stiffness (fiberglass, aluminum, black iron).
2. Different powder heights - 50" to 5".
3. Differences between Class 2 and Class 7 powders.

These test data are summarized in:

TABLE 4

Results from these tests simply stated are:

1. Class 2 Smokeless BALL POWDER -

Upon ignition, the powder doesn't even completely burn regardless of the degree of wall confinement. The pressure of burning causes unburned powders to spew out of the top of the tube.

2. Class 7 Smokeless BALL POWDER -

There is enough wall confinement in 4" and 1" diameter iron pipe to cause a detonation of the entire powder mass.

- The fibrepak tests are summarized in:

TABLE 5

and adopted stacking for in-process storage is shown in:

FIGURE 5

- Testing was also made on the hazards associated with the storage of powder in a Kingsmill powder hopper:

FIGURE 6

The results were:

Powder	Ignition Point	Results
150 lbs. - Class 7	B - Surface of Powder	Fire only
150 lbs. - Class 7	A - Bottom of Supply Tube	Fire only
150 lbs. - Class 7	C - Apex of Cone	Detonation with complete destruction of hopper.

- The St. M study caused revision of our earlier thinking on powder hazards and we developed a hypothesis on the mechanism of the deflagration to detonation reaction in smokeless powders with the following factors considered important in the deflagration to detonation reaction:

1. The rate of reaction is determined by:
 - 1) The thermoconductivity of the solid:vapor interface of the burning propellant,
 - 2) The pressure, and
 - 3) The temperature.
2. The rate increases with both pressure and temperature increase.
3. Rate increase factors are:
 - 1) High NC content.
 - 2) Small webs.
 - 3) Low CD
 - 4) Or combinations thereof.
4. Rate decreasing factors are:
 - 1) Increase of previously mentioned factors.
 - 2) Increase in deterrent level.

- Drawing on the above factors and their effect on the rate of reaction and the knowledge gained in the actual testing program, the hypothesis was drawn that confinement of either the heat or pressure source upon ignition leads the reaction thru the deflagration to detonation transition zone.

- Now this confinement in a relatively low pressure system is of two types:

1. Pressure Confinement.
 - 1) Powder weight or height above the ignition source.
 - 2) Physical wall strength of the container.
2. Heat Confinement.
 - 1) Thermoconductivity of powder and powder container material.

- To reduce the probability of a deflagration:detonation event, you must resort to reducing the two aforementioned confinement factors of pressure and heat.

- This can best be done by the engineering design of the following mechanical means into the powder system:

Means	Results
1. Vent Tube	Reduces pressure & heat at ignition source.
2. Blow out panels where vent tubes are not possible	"
3. Reduction of powder height	"
4. Use very thin or weak walls for containers	"
5. Interrupted powder height or flow	Reduces & limits fuel source.

- Successful corroboration of the pressure:heat reduction hypothesis was made by 10 full scale Kingmill hopper test firings. A 3" cardboard vent tube was installed approximately 2" from the sides of the cone (at apex) and ignition was made at the cone apex.

FIGURE 6

No detonation occurred in 5 out of 5 trials. The same results were obtained with the use of blow out panels installed on the cone.

U.S. Patents 3,730,049 and 3,713,359 were granted for the protection of smokeless powder hoppers employing the blow out panel and vent tube principle.

SUMMARY

1. Smokeless BALL POWDERS can be categorized into Class 2, a fire hazard or Class 7, a mass detonation hazard based on whether the powder is above or below a relative quickness of approximately 187.
2. If the relative quickness of the BALL POWDER is unknown, a good approximation as to its fire or mass detonation property can be made by the formula:

$$R = \frac{Z \text{ MC}}{\text{Web} \times \text{G.D.}}$$

If $R < 2000$, BALL POWDER is Class 2.
 If $R > 2000$, BALL POWDER is Class 7.
3. Reduction of (1) the heat ignition source and/or (2) the pressure source can reduce the probability of a deflagration:detonation reaction.
4. A physical means of accomplishing item 3 (above) in storage containers has been developed.

← RATE OF REACTION (OR PRESSURE) →

DETONATION

TRANSITION FROM DEFLAGRATION TO
DETONATION

EXPLOSIVE DEFLAGRATION—

SPARK, FLAME, OR HEAT

INITIATION

TIME →

LOW EXPLOSIVE

FIGURE 1

EXPLOSIVE DEFLAGRATION VERSUS DETONATION
AND
TRANSITION FROM DEFLAGRATION TO DETONATION

RELATIVE QUICKNESS
OF
BALL POWDERG

Figure 2

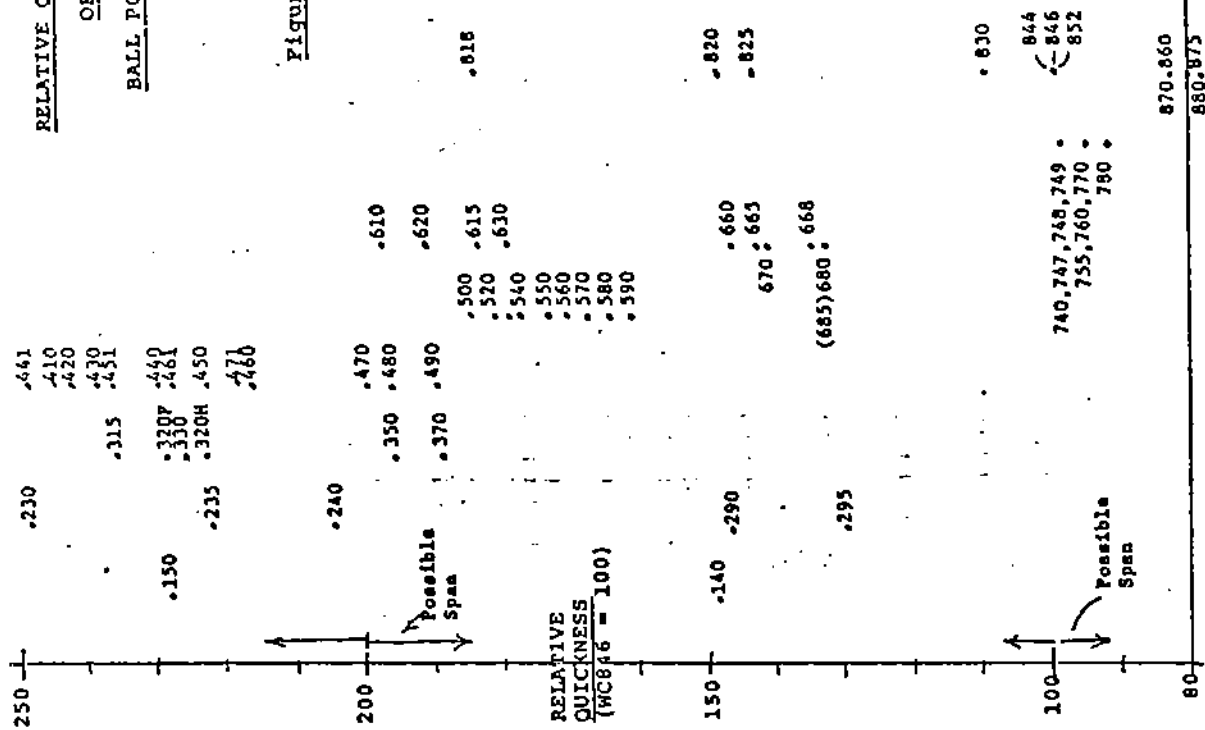
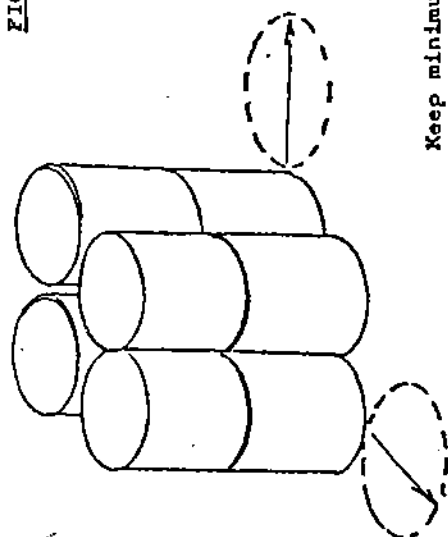
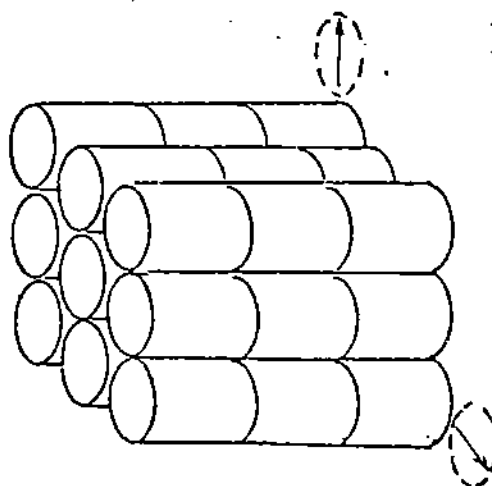


FIGURE 5



LARGE FIREPAKS



SMALL FIBRE PAKS

FIGURE 6

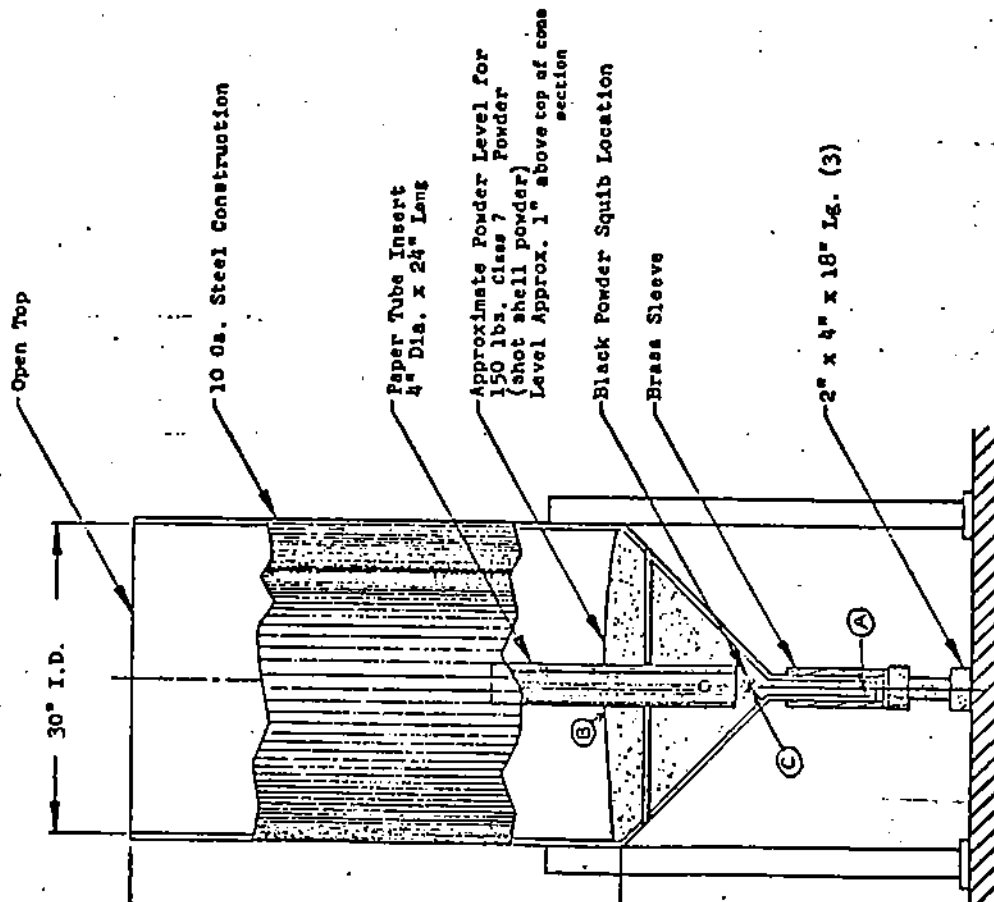


TABLE 1

CHARACTERISTICS OF LOW AND HIGH EXPLOSIVES

	Low	High
Rate of reaction	1 to 4	1000
Time of complete conversion of explosive to gaseous products	Milliseconds	Microseconds
% of conversion of solid explosive to gaseous products	100	100
Velocity of consumption of explosive grains	A few inches to feet per sec	1 to 6 miles/sec
Velocity of flame front	1/3 to 1 mi/sec	1 to 6 miles/sec
Pressure of explosion	Up to about 60,000 psi	100,000 to 4,000,000 psi

TABLE 4

ST. MARKS TEST OF BALL POWDERS IGNITED IN OPEN TUBES

Type of Tube	Powder Height	Class 2 Powder	Class 7 Powder
8" Diameter Fibre Board	50"		30" Flame
8" Diameter Aluminum	30" (1)		Report & 25" Fireball
	60" (1)	Tube split with 2/3 of powder unburned	
	60" (2)		Tube cut into two Very rapid burn
	50"		Report - 20" Fireball 20" of tube folded
4" Fibre Board	60"		Quietly burned
4" Black Iron	20"		20" pipe gone Crater formed
1" Black Iron	41"	24" Peeled - Unburned powder	
	23"	Unburned powder	23" pipe gone
	10"		10" pipe gone
	5"		5" pipe gone
1 quart cardboard container with No. 6 blasting cap	Full		Hole cut through 1/4" steel plate

(1) aluminum disc + 4" sand

(2) squib located @ 30"

Detonation occurred

TABLE 5

FIBRE PAK TESTING

Class	Pak Size	Stack	Ignition	1/4" Witness Plate Damage	Results
2A	Large	2 High	Squib	None	No report, 8' flt for 16 seconds.
2A	Large	2 High	Bonfire	None	Burned quietly for 8 seconds.
2A	Large	1 Buried	Squib	-	15' Flame.
7	Large	2 High	Squib	2 1/4" Bow	Very heavy report with 30' flame. Debris thrown 15'
7	Small	2 High	Squib	2" Bow	Very heavy report with 40' flame. Debris thrown 10'
7	Small	1 Buried	Squib	-	Heavy concussion. 11" dia. crater, deep. Time less .030 seconds.

DETONATION

TABLE 2

COMMONLY ACCEPTED CLASSIFICATIONS OF EXPLOSIVES

LOW	HIGH	
	SECONDARY	PRIMARY
Smokeless Powder	Trinitrotoluene	Lead Azide
Black Powder	Tetryl	Lead Styphnate
Nitroglycerine	RDX	Tetracene
	PETN	Mercury Fulminate
	Ammonium Picrate	Diazodinitrophenol
	Ammonium Nitrate	
Method of ignition:	Requires booster	Spark, flame, impact or heat
Spark, flame, impact or heat		

TABLE 3

ORDNANCE SAFETY MANUAL ORD M7-174

Class 2	- Material in approved storage containers, bulk storage or cartridge cases. - Single base with web less than .019".
Class 2A	- Double base with not more than 20% NG and a web 0.0075" or less. - Single base powders.
Class 3	- Class 2A powders in all metal containers not designed for quick pressure release. - Double base with web less than 0.0075" regardless of NG content. - Double base powders containing more than 20% NG. - Single base with 98% or more NC. - RDX - TNT

permission to found a plant of explosives, are also applicable in principle to the mixing plant.

e) Regulations concerning blasting with AN-FO are the same as those concerning blasting with dynamites.

4. The Ministry of Trade and Industry is the controlling authority of AN-FO manufacture. Control in applicable points is submitted to the inspectors of trades who are subordinates of the Ministry for Social Affairs. The operation is also supervised by these inspectors.

5. Accident manufacturing AN-FO.

5.1. In the manufacture and use of AN-FO there has been no accidents.

5.2. In process of AN-manufacturing

- (1) Date : 9th January 1963
- (2) Place : Oulu, Finland
- (3) Weight exploded : abt. 8 tons of hot (abt. + 160°C) AN in vessel.
- (4) Casualties : 10 killed, 16 wounded
- (5) Cause : Obviously a combination of different disturbing factors.

6. In continuous use the minimum diameter of drilling hole has been 25 mm and the length 10-20 m. In experimental explosions the blast has proceeded even in 8 mm Ø drilling holes.

7. Mixing machines are constructed and made in Finland. The seller is Machine-Tool Oy, Helsinki. Effective mixing volume is 50 kos AN.

Loaders:

- 1. Pneumatisk Transport AB, Stockholm, Sweden. Volume 15, 20, 50, 70, 100, 150, 200 or 250 liters.
- 2. Canadian ejector loaders.

Combined mixing and loading machines:

Pallas International AB, Skeppsbron 5-6, Gothenburg, Sweden.

8. Creating detailed uniform regulations for the manufacture and use of AN.

For general high explosives

1. The state gives no direct assistance for the explosives industry but the Ministry of Trade and Industry follows the general progress and gives its aid and special competence to the plans of renewal and development.

2. Control of manufacture is primarily submitted to the Ministry of Trade and Industry. Control of operation is mainly taken care of by inspectors of trades, who are subordinates of the Ministry for Social Affairs.