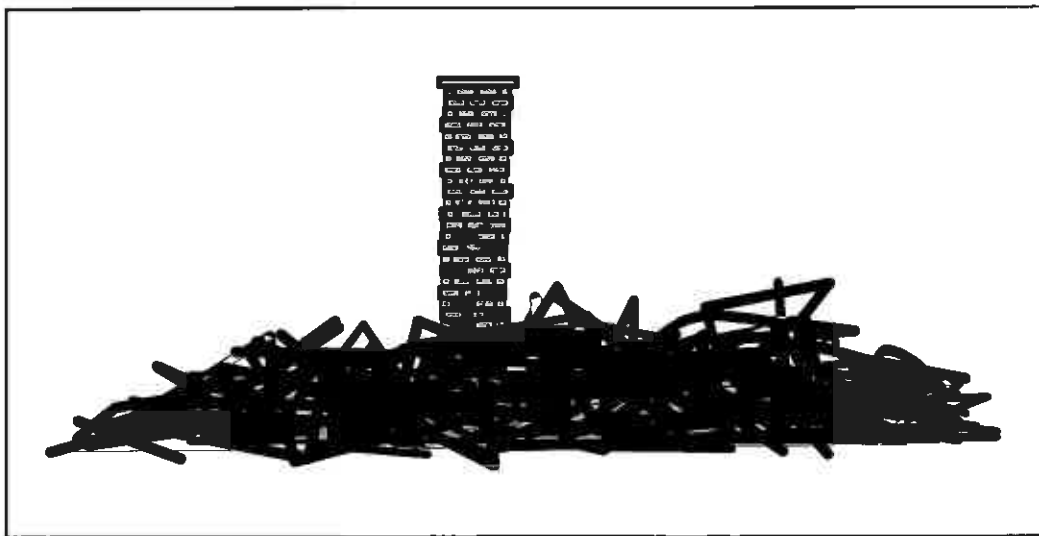


Johan Mangs & Olavi Keski-Rahkonen

Palonsyyn selvittäminen 3

Toiminta palopaikalla



Palonsyyn selvittäminen 3

Toiminta palopaikalla

Johan Mangs & Olavi Keski-Rahkonen

VTT Rakennustekniikka



ISBN 951-38-5174-5

ISSN 1235-0605

Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1997

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennustekniikka, Rakennusfysiikka, talo- ja palotekniikka, Kivimiehentie 4, PL 1803, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4815

VTT Byggnadsteknik, Byggnadsfysik, fastighets- och brandteknik, Stenkarlsvägen 4, PB 1803, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4815

VTT Building Technology, Building Physics, Building Services and Fire Technology,
Kivimiehentie 4, P.O.Box 1803, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4815

Toimitus Kerttu Tirronen

Otamedia, Espoo 2000

Mangs, Johan & Keski-Rahkonen, Olavi. Palonsyyn selvittäminen 3. Toiminta palopaikalla. Espoo 1997, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1875. 61 s. + liitt. 4 s.

UDK 614.841(075)

Avainsanat fires, fire ignition, fire damage, fire investigation, textbooks

TIIVISTELMÄ

Palonsyyn oppikirjassa on kerätty alan runsaasta kirjallisuudesta ja kirjoittajien omasta kokemuspöiristä tietoa, jonka perusteella palonsyytä tutkitaan erilaisista näkökulmista. Koska asia on hyvin laaja-alainen, useat lähestymistavat ovat mahdollisia. Siksi tässä on pitäydytty käyttämään vain laajalti tunnustettuja lähteitä, jotka ovat peräisin luotettavista asiantuntijaorganisaatioista, tai alan sarjajulkaisuista, joissa julkaistut artikkelit on alistettu ennakolta riippumattomien palotieteen asiantuntijoiden tarkastettaviksi yleisen luonnontieteissä käytetyn periaatteen mukaisesti. Erityisesti on pyritty huolehtimaan siitä, että palon luonnontieteellinen puoli tulee aina esille selvästi ja vain todennettuihin ilmiöihin perustuen.

Tässä palonsyyn selvittämisen kirjan kolmannessa osassa on lyhyesti oppikirjasta tiivistetty palopaikkaan, palotapahtumiin sekä palopaikalta löytyviin jälkiin liittyviä seikkoja sekä liitteenä taulukoituna muistilista palonsyyn selvittämisen tueksi. Esityksessä ei ole viittauksia oppikirjaosaan, koska seikkaperäinen esitys eri aiheista on siinä vastaavien otsikoiden alla.

ALKUSANAT

Palonsyyn selvittämisen oppikirja on kirjoitettu palo- ja poliisiviranomaisten, vakuutusyhtiöiden paloasiantuntijoiden sekä palotutkijoiden käyttöön. Koska kohderyhmä on näin moninainen, tason valinta ei ole ollut helppoa. Tavoitteena on ollut laatia kattava, vähintään keskiasteen teknisen koulutuksen omaavan henkilön esitetietopohjaa edellyttävä esitys paloilmiöistä ja palonsyyn tutkinnasta nykyaikaisen tietämyksen ja laitetekniikan pohjalta. Valistusnäkökulma on siten jätetty tietoisesti pois.

Oppikirja on jaettu kahteen osaan, jotka julkaistaan eri niteinä. Ensimmäisen osan ensimmäinen luku käsittelee lainsäädännöllisiä asioita ja siinä on esitetty lyhyesti palonsyyn tutkimuksen juridiset perusteet Suomessa. Toisessa luvussa käsitellään suppeasti tulipaloissa tapahtuvia luonnontieteellisiä ilmiöitä eli palon fysiikkaa ja kemiaa. Kolmas luku koskettelee palopaikan dokumentointia ja näytteenottoa palojäännöksistä. Neljännessä luvussa keskitytään melko laajasti tärkeään syytymiskohdan etsimiseen ja tutkimiseen. Luvussa viisi paneudutaan syytymissyiden selvittämiseen. Luku kuusi käsittelee palon kehittymistä rakennuksessa ja palojen rekonstruktioita sekä numeerisin että fyysisin menetelmin. Luvussa seitsemän kuvataan ajoneuvopalojen ja luvussa kahdeksan kaasupalojen tutkintaa. Luku yhdeksän esittelee räjähdyksiä, luku kymmenen maastopaloja ja luku yksitoista palokuolemia tilastojen, kuolinsyiden selvittelyn ja palokuolemien tutkimuksen kannalta. Lopussa on laaja lähdeluettelo luotettavaan alan kansainväliseen kirjallisuuteen. Liitteeksi on taulukoitu muistilista palonsyyn selvittämisen tueksi.

Oppikirjan toisessa osassa esitetään palavien aineiden ominaisuuksia, laboratorio-menetelmiä, sähköjohtojen ja -kytkimien vaurioiden tutkimisen kirjallisuuskatsaus, tulipalojen kuvauksia, luettelo Suomen merkittävistä tulipaloista sekä projektissa tehdyn kirjallisuushaun aikana löydetty palon syyn selvittämiseen liittyvä aineisto.

Palopaikalla suoritettavan toiminnan tueksi on oppikirjasta tiivistetty palopaikkaan, palotapahtumiin sekä palopaikalla löytyviin jälkiin liittyviä seikkoja. Nämä esitetään erillisessä niteessä ”Toiminta palopaikalla”.

Ylikomisario Esko Peltola Poliisiopistosta on kirjoittanut osan ”Toiminta palopaikalla” luvut 1, 4 ja 12, rikoskemisti Niina Viitala Keskusrikospoliisista kohdan 7.1 sekä rikosinsinööri Kai Sjöholm Keskusrikospoliisista kohdan 7.2. Näihin teksteihin kanssa mainitut tekijät ovat tehneet pääasiassa toimituksellisia muutoksia.

Työtä ovat rahoittaneet sisäasiainministeriön poliisiosasto ja Palosuojelurahasto, Palotutkimusraati sekä VTT. Projektin johtoryhmään ovat kuuluneet ylikomisario Erkki Haaksiluoto (Sisäasiainministeriön poliisiosasto, puheenjohtaja), ylinsinööri Jyrki Karvonen (Sisäasiainministeriön pelastusosasto) sekä vahinkovakuutusjohtaja Veli Matti Ojala (Suomen vakuutusyhtiöiden keskusliitto). Projektin tukiryhmään ovat kuuluneet ylikomisario Esko Peltola (Poliisiopisto), komisario Tuomo Saari (Poliisiopisto), rikosylikonstaapeli Kari Laattala (Helsingin

poliisilaitos), rikosvahinkotarkastaja Atte Ramsland (Suomen vakuutusyhtiöiden keskusliitto), koulutuspäällikkö Markku Grönlund (Suomen Palopäällystöliitto ry.), palopäällikkö Olli-Pekka Ojanen (Turun pelastuslaitos), johtava palotarkastaja Seppo Männikkö (Tampereen pelastuslaitos), johtava palotarkastaja Yrjö Vorne (Espoon pelastuslaitos) sekä suunnittelija Heikki Viitala (Turvatekniikan keskus).

Kiitämme johtoryhmän ja tukiryhmän jäseniä, avustaneita kirjoittajia sekä kollegoitamme VTT Rakennustekniikassa hyvistä neuvoista, käytännön avusta ja rohkaisusta. Otamme mielellämme vastaan palautetta kirjan lukijoilta, sekä kritiikkiä että parannusehdotuksia.

Espoossa lokakuussa 1997

Tekijät

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
ALKUSANAT	4
1. LAINSÄÄDÄNNÖLLISET ASIAT	9
1.1 POLIISIN TUTKINTAVELVOLLISUUS	9
1.1.1 Rikoksen esitutkinta	9
1.1.2 Muu poliisin tutkintavelvollisuus	9
1.2 MUIDEN VIRANOMAISTEN TUTKINTAVELVOLLISUUS	10
1.2.1 Suuronnettomuus-, lento- ja raideliikenneonnettomuustutkintalautakunnat	10
1.2.2 Paloviranomaiset	10
1.2.3 Sähköturvallisuusviranomainen	10
1.3. MUUT	11
1.3.1 Vakuutusyhtiöt	11
2. TYÖTURVALLISUUS.....	12
2.1 YLEISTÄ.....	12
2.2 RAKENNUKSEN TAI SEN OSIEN SORTUMINEN	12
2.3 SÄHKÖÖN LIITTYVIÄ ASIOITA.....	12
2.4 RÄJÄHDYKSET	13
3. OLEMASSA OLEVAT TIEDOT PALOPAIKASTA.....	14
4. SILMINNÄKIJÖIDEN JA MUIDEN HENKILÖIDEN HAASTATTELU	15
5. VALOKUVAUS	17
5.1 YLEISTÄ.....	17
5.2 ULKOPUOLISET VALOKUVAT.....	18
5.3 SISÄPUOLISET VALOKUVAT	19
6. PIIRUSTUKSET	20
7. NÄYTTEIDEN OTTAMINEN	21
7.1 PALOPAIKKATUTKINTAAN LIITTYVÄT KEMIAALLISET NÄYTTEET	21
7.1.1 Näytteiden otto palopaikalta.....	21
7.1.2 Palon syttymiseen liittyvät näytteet.....	21
7.1.3 Murtautumiseen ja henkilöihin liittyvät näytteet.....	23
7.2 MUUT NÄYTTEET	24
8. PALOJÄLJISTÄ	29
8.1 VAAKASUORIEN TASOJEN LÄPÄISY.....	29

8.2 PUUN KULUMINEN PALAMISEN AIKANA	29
8.3 HIILTYMINEN	30
8.4 KAPPALEIDEN MURTUMINEN	31
8.5 HAPETTUMINEN	31
8.6 MATERIAALIEN SULAMINEN	32
8.6.1 Yleistä.....	32
8.6.2 Metallien seostuminen.....	33
8.7 LÄMPÖLAAJENEMINEN JA MATERIAALIEN EPÄMUODOSTUMAT	34
8.8 SAVU JA NOKI	35
8.9 IKKUNALASIT	36
8.9.1 Yleistä.....	36
8.9.2 Lasin eri rikkoontumismekanismeja.....	36
8.10 PALOJÄLKIEN SIJAINTI JA MUOTO.....	38
8.10.1 Katot	38
8.10.2 Lattiat.....	38
8.10.3 Palojäljen matalin kohta	39
9. SYTTYMISKOHTA	40
9.1 YLEISTÄ.....	40
9.2 PALOVAURIOIDEN ARVIOINTI	40
9.3 PALOPAIKAN ALUSTAVA TUTKIMINEN	41
9.4 ALUSTAVA PALOSKENAARIO	42
9.5 YKSITYISKOHTAINEN PALOPAIKAN TUTKIMINEN	43
9.5.1 Ulkopuolinen tutkiminen.....	43
9.5.2 Sisäpuolinen tutkiminen	44
9.6 PALOPAIKAN RAIVAUS	44
9.7 PALOPAIKAN ENNALLISTAMINEN	46
9.8 PALOTILANTEEN ARVIOINTI JA SYTTYMISKOHDAN MÄÄRITTÄMINEN.....	47
10. SYTTYMISSYY	48
10.1 JOHDANTO	48
10.2 SYTTYMISLÄHDE.....	48
10.3 ENSIKSI SYTTYVÄ AINE	49
10.4 SYTTYMISSYY.....	50
11. TAVANOMAISIA SYTTYMISSYITÄ	51
11.1 TAHALLINEN SYTYTTÄMINEN.....	51
11.2 LÄMMITTÄMINEN, RUOANLAITTO JA VALAISTUS.....	51
11.2.1 Lämmittäminen.....	51
11.2.2 Ruoanlaitto	51
11.2.3 Valaistus	52
11.3 SÄHKÖTEKNISET SYYT	52
11.3.1 Yleistä.....	52
11.3.2 Valokaaren jättämät jäljet.....	53
11.3.3 Liitoskohdan huono kosketus (kuumat liitokset, löysät liitokset).....	54
11.3.4 Ylikuumentuneet sähköjohdot (ylikuormitus).....	54
11.3.5 Staattinen sähkö, salama.....	55

11.4 KITKAN AIHEUTTAMAT SYYT.....	56
11.5 TULITYÖT.....	56
11.6 TUPAKOINTIIN JA TUPAKOITSIJAN VÄLINEISIIN LIITTYVÄT SYYT.....	57
11.6.1 Yleistä.....	57
11.6.2 Savukkeet	57
11.6.3 Tulitikut.....	58
11.7 ITSESYTTYMINEN	58
11.8 KEMIALLISET REAKTIOT	59
 12. PALOKUOLEMIEN TUTKINTA.....	 61
12.1. Tutkintajärjestelmä.....	61
12.2. Tutkinnassa selvittävät asiat	61
12.3. Suojaamistoimet	61

LIITE:

Muistilista palonsyyn selvittämisen tueksi

1. LAINSÄÄDÄNNÖLLISET ASIAT

1.1 POLIISIN TUTKINTAVELVOLLISUUS

1.1.1 Rikoksen esitutkinta

Esitutkintalaki määrää, että poliisin on suoritettava asiassa esitutkinta, jos sille tehdyn ilmoituksen perusteella tai muutoin on syytä epäillä, että rikos on tehty.

Palorikoksia ovat

- tuhotyö
- törkeä tuhotyö
- yleisvaaran tuottamus
- törkeä yleisvaaran tuottamus
- yleisvaarallisen rikoksen valmistelu
- perätön vaarailmoitus
- vakuutuspetos
- vahingonteko
- törkeä vahingonteko
- lievä vahingonteko.

1.1.2 Muu poliisin tutkintavelvollisuus

Poliisilaissa olevia tutkintavelvoitteita on palonsyöntutkintojen osalta mm. seuraavissa tapauksissa:

Kuolemansyyn tutkinta

Laki kuolemansyyn selvittämisestä jakaa kuolemansyyn tutkinnan lääketieteelliseen ja oikeuslääketieteelliseen kuolemansyyn selvittämiseen. Tulipalokuolema kuuluu aina oikeuslääketieteellisen kuolemansyynselvityksen piiriin, ja siksi selvitys kuuluu poliisille.

Työtaturmatutkinta

Tapaturmavakuutuslaki määrää, että poliisin on suoritettava tutkinta, jos työtaturman seurauksena on kuolema tai vaikealaatuinen vamma. Jos siis kuolema tai vaikealaatuinen vamma on syntynyt työssä tulipalon seurauksena, on poliisin tutkittava asia.

Räjähdysonnettomuuden tutkinta

Jos räjähdysonnettomuudessa tai räjähdettä valmistavassa tehtaassa tai räjähdevarastossa sattuneessa tulipalossa on seurauksena kuolema, vaikealaatuinen vamma taikka muu kuin vähäinen omaisuus- tai ympäristövahinko, räjähteen haltijan tai hänen edustajansa on ilmoitettava siitä tekniselle tarkastuskeskukselle ja poliisille. Tämä ilmoitusvelvollisuus tarkoittaa käytännössä sitä, että tulipalon syttymissyyn mukaan poliisi suorittaa asiasta joko esitutkinnan tai poliisitutkinnan.

1.2 MUIDEN VIRANOMAISTEN TUTKINTAVELVOLLISUUS

1.2.1 Suuronnettomuus-, lento- ja raideliikenneonnettomuustutkintalautakunnat

Yleisen turvallisuuden lisäämiseksi ja onnettomuuksien estämiseksi suuronnettomuudet, sekä ilmailussa ja raideliikenteessä tapahtuneet onnettomuudet, siis myös tulipalo-onnettomuudet, taikka niiden vaaratilanteet tutkii valtioneuvoston kutakin tapausta varten erikseen asettama tutkintalautakunta tai oikeusministeriön alaisuudessa toimiva onnettomuustutkintakeskus.

1.2.2 Paloviranomaiset

Paloasetuksen mukaan, jos palon tai muun onnettomuuden yhteydessä ilmenee aiheutta, olettaa, että joku on sen taballaan tai tuottamuksesta aiheuttanut, on paloviranomaisten ilmoitettava asiasta poliisiviranomaiselle. Paloviranomaiselle ei siis ole säädetty asiassa tutkintavelvollisuutta, ainoastaan ilmoitusvelvollisuus poliisille.

1.2.3 Sähköturvallisuusviranomaisen

Sähköturvallisuusasetuksen mukaan poliisiin, palo- ja työsuojeluviranomaisen sekä verkonhaltijan on ilmoitettava sähköturvallisuusviranomaiselle sähkövahingosta, josta on aiheutunut vakava onnettomuus. Sähköturvallisuusviranomaisen on tutkittava onnettomuus, jos sähköturvallisuusviranomaisen arvioi sen onnettomuuden syyn selvittämisen tai onnettomuuden ehkäisyn kannalta tarpeelliseksi.

1.3. MUUT

1.3.1 Vakuutusyhtiöt

Vakuutusyhtiöiden oikeus tutkia vakuuttamiaan palovahinkotapahtumia perustuu vakuutusopimuslakiin ja sen perusteella tehtyyn vakuutusopimukseen. Jos selvittelyssä käy ilmi sellaisia seikkoja, joiden perusteella on syytä epäillä rikosta, vakuutusyhtiö voi tehdä asiasta rikosilmoituksen poliisille, jonka tehtävä on käynnistää esitutkinta asiassa. Vakuutusetsivillä ei ole esitutkinta- tai pakkokeino-oikeuksia jokamiehen kiinniotto-oikeutta lukuun ottamatta.

2. TYÖTURVALLISUUS

2.1 YLEISTÄ

Työturvallisuus on aina muistettava palopaikalle mentäessä, ja varustuksen on oltava tilanteen mukainen. Koska palotapahtumat ja -paikat voivat vaihdella erittäin suuresti, kaiken kattavaa varustuksen ja toimenpiteiden yleisohjetta on vaikea antaa.

Suojavaatetukseen kuuluvat ainakin turvakengät tai -saappaat, vettä hylkivä suojapuku, suojakypärä sekä suojakäsineet. Teräspohjaiset jalkineet suojaavat nauloilta. Vettä hylkivä suojapuku antaa jonkunlaisen suojan myös myrkyllisiä ja syövyttäviä kemikaaleja vastaan. Palaneen rakennuksen sisällön ja tarpeen mukaan käytetään sopivaa hengityssuojainta.

Palokunnalla, joka on ollut paikalla palon ja jäähtymisvaiheen aikana, on yleensä jonkinlainen arvio rakennuksen kunnosta.

Rakennuksen omistajalta tai haltijalta selvitetään rakennuksessa mahdollisesti olevat vaaralliset aineet.

Tulipalon aikana muodostuu ja vapautuu erilaisia vaarallisia aineita kaasuina, höyryinä tai pölynä. Aineet muodostuvat palamisprosessissa tai tulipalon seurauksena vaarallisia aineita sisältävät säiliöt voivat rikkoutua ja aineet vuotaa ympäristöön. Vaarallisista pölyistä voidaan erityisesti mainita asbesti, jota esiintyy yleisesti vanhemmissa rakennuksissa. Hengityssuojaimia on useita laatuja eri käyttöalueita varten.

Uudelleensyttymisvaara on yleensä vähäinen sammutustyön päättymisen jälkeen. Jos itsesyttyminen on palon syy, ja ainetta on riittävästi jäljellä palon jälkeen, uudelleensyttyminen on mahdollista.

2.2 RAKENNUKSEN TAI SEN OSIEN SORTUMINEN

Palon aikana rakennuksen osia tuhoutuu ja jäljelle jääneet menettävät lujuutensa osittain tai kokonaan. Rakennus tai sen osia sortuu useimmiten palon aikana tai jäähdytysvaiheen alussa. On kuitenkin täysin mahdollista, että sortumisia (seiniä, katto, lattia) tapahtuu myös palon jälkeen. Osa rakennuksesta voi olla hyvin epävakaa, ja pieni muutos (henkilöiden liikkuminen ym.) saattaa aiheuttaa sortumisen. Lattiaan ja muihin rakenteisiin on voinut syntyä aukkoja ja rakoja. Raivausvaihe on kriittisin rakennuksen palonjälkeistä sortumista ajatellen.

2.3 SÄHKÖÖN LIITTYVIÄ ASIOITA

Palomiesten työturvallisuuden takia palokohteen sähkö katkaistaan yleensä jo ennen sammutustyön alkamista. Ennen palonsyöttökimoksen aloittamista on kuitenkin hyvä tarkistaa paikallisen sähköyhtiön kanssa että palopaikan sähkö

todella on kytketty pois. Selvitetään, tapahtuuko sähkönsyöttö mahdollisesti useasta paikasta, ovatko ne kaikki varmasti kytketty irti ja onko mahdollisesti tuotu sähköä jatkojohdotuksella rakennuksen ulkopuolelta. Varmistetaan sähkölaitokselta yhteyshenkilö, johon voi nopeasti ottaa yhteyttä tarpeen vaatiessa.

Sähköjohtoja käsitellään jännitteellisinä vaikka sähköt olisi kytketty pois. Tarkistetaan yleismittarilla, onko laite tai johto jännitteellinen vai ei.

Palopaikalle mentäessä varotaan TV-antenneja ja muita metalliesineitä jotka mahdollisesti koskettavat sähköjohtoja. Tikapuita ym. käytetään varovasti, jos lähistöllä on sähköjohtoja.

Märkään tilaan ei saa mennä jos sähkön poiskytkeminen on epävarmaa, eikä käsin saa koskettaa sähkökytkimiä, jos itse on kosketuksessa veteen.

Jos epäillään, että tilassa on palavaa kaasua, pölyä tai nestehöyryä, ei käännetä sähkökytkintä. Kipinä voi aiheuttaa räjähdysen. Jos sähkö on kytkettävä pois, se tehdään kaukana räjähdysvaarallisesta tilasta.

2.4 RÄJÄHDYKSET

Räjähdysen jälkeen rakenteiden vauriot saattavat olla suuremmat kuin tulipalossa. Myös lattioiden, seinien, kattojen tai koko rakennuksen sortumisvaara on silloin usein suurempi.

Räjähdysvaara on mahdollinen esimerkiksi vuotavista säiliöistä tulevan kaasun, rakenteiden sortumisen nostattaman pölypilven, palavien nesteiden lammikoista tulevan höyryn tai paikalla olevien räjähdysaineiden takia. Kaasuvuodot tai palavien nesteiden lammikot on tukittava tai poistettava ennen työn aloittamista.

Jos räjähdykseen liittyy räjähdysaineita tai varsinaisia pommeja, on mahdollista että paikalla on räjähtämätöntä ainetta. Tämä on räjähdyksessä voinut sinkoutua ympäristöön laajallekin alueelle. Alueen tutkinnassa etsitään näitä aineita erityisen huolellisesti. Tapahtumapaikalla liikuttaessa noudatetaan erityistä varovaisuutta ja käytetään suojavälineitä. **Jos räjähtämätöntä ainetta tai pommeja löytyy, niihin ei saa koskea eikä niitä saa siirtää. Alue tyhjennetään ihmisistä ja eristetään. Sekä räjähdysaine- tai pommiasiantuntijat kutsutaan paikalle selvittämään tilannetta.**

3. OLEMASSA OLEVAT TIEDOT PALOPAIKASTA

Palokohteesta jo olemassa olevia tietoja käytetään hyväksi. Sellaisia on ainakin seuraavissa asiakirjoissa:

Palotarkastus

Palonsyytä selvitettäessä tarkistetaan, milloin palaneen kohteen palotarkastus on viimeksi suoritettu, onko havaittu vikoja tai puutteita, laadittu palotarkastuspöytäkirja ja onko muita havaintoja, jotka voivat edistää palonsyyn selvittämistä. Tarkistetaan myös nuohouksen yhteydessä tehtyjä havaintoja.

Palonhavaitsemiseen ja torjuntaan liittyvät asiakirjat:

- automaattisten paloilmottimien viestit
- aluehälytyskeskuksen pöytäkirjat.

Rakennukseen liittyviä asiakirjoja:

- tiedot rakennuksen käyttötarkoituksesta sekä omistajan ja/tai käyttäjän tiedot olosuhteista ennen paloa
- rakennuspiirustukset
- sähköpiirustukset
- kaasuputkistopiirustukset.

Muut tiedot, esim:

- erilaisten valvonta-, säätö- ym. laitteiden rekisteröimät tiedot
- tiedot sähköjakelun katkeamisesta tai katkaisusta
- tiedot rakennukseen liittyvien puhelinkeskusten toiminnasta
- palotapahtumiin liittyvien laitteiden ja koneiden käyttöohjeet, sähköpiirustukset ja huoltokirjat.

Kun halutaan selvittää rakennukseen tullut puhelinliikenne erilaisten ajoitusten tekemiseksi, puhelinyhtiöihin on otettava yhteyttä parin päivän sisällä, sillä tietoja ei säilytetä pitempään.

4. SILMINNÄKIJÖIDEN JA MUIDEN HENKILÖIDEN HAASTATTELU

Palon syttymiskohdan arvioinnille on tärkeää päästä mahdollisimman nopeasti puhuttelemaan palon ensimmäisinä huomanneita henkilöitä heidän tekemistään havainnoista itse palosta ja palopaikan ympäristöstä. Puhuttelussa on pyrittävä selvittämään

- tarkka aika, jolloin ensimmäinen havainto palosta tehtiin
- missä havainnon tekijä oli tällöin palokohteeseen nähden
- missä rakennuksen kohdassa palo ilmeni ensimmäisenä
- savun ja liekkien määrä sekä väri
- mitkä kohdat rakennuksesta olivat vielä palamatta
- missä järjestyksessä ikkunat rikkoutuivat tai tuli läpäisi rakenteita
- miten palo kehittyi eteenpäin
- tuuliolot sekä muut palon syttymiseen ja leviämiseen vaikuttaneet sääolot
- oliko paikalla muita ensihavaintoja tehneitä henkilöitä tai sellaisia henkilöitä, joilla saattaisi olla osuutta palon syttymiseen.

Tärkeä tietolähde syttymispaikan ja -syy arvioinnin kannalta ovat ne palokunnan sammutusmiehet, jotka ensimmäisinä tunkeutuvat palokohteeseen. He pystyvät useinkin kertomaan palokohteen ovien, ikkunoiden ja luukkujen asennot, palon todennäköisen syttymisalueen sekä leviämistavat ja -suunnat.

Ensimmäiset todistajien haastattelut palopaikalla tekee yleensä se poliisipartio, joka on lähetetty kohteeseen pelastustoimiin tai suojaamaan palokunnan työskentelyä. Näiden tietojen perusteella voidaan pelastus- ja sammutustoimia ohjata oikeaan suuntaan. Tietoja voidaan tietysti käyttää myös arvioitaessa sitä, liittyykö palon syttymissyyn rikos tai joku muu sellainen tapahtuma, joka velvoittaa poliisin käynnistämään joko esitutkinnan tai poliisitutkinnan.

Ennen syttymispaikan tutkintaa on tiloissa asuvien tai työskennelleiden puhutteluissa selvitettävä mm. seuraavat seikat:

- tilan kalustus ja siellä säilytetty omaisuus
- keillä henkilöillä on luvallinen pääsy tiloihin
- sähkö-, lämmitys- ja työkoneiden sekä muiden lämpöä aiheuttavien laitteiden sijainti palokohteessa

- jäivätkö ko. laitteet jännitteellisiksi viimeisen käytön jälkeen
- miten ko. laitteet ovat toimineet viime aikoina
- milloin laitteita on korjattu tai huollettu viimeksi ja missä
- mitä työtä tilassa on viimeksi tehty
- kuka poistui tilasta viimeisenä ennen paloa
- miten poistuttaessa lukitukset järjestettiin ja hälytyslaitteet kytkettiin.

Edellä mainituilla tiedoilla on suuri merkitys suunniteltaessa syttymäpaikan tutkintajärjestystä ja -taktiikkaa. Sellainen henkilö, joka tuntee hyvin syttymäpaikalla ennen paloa vallinneet olosuhteet, voidaan myös pyytää paikkatutkintaan mukaan ainakin tutkinnan alkuvaiheen ajaksi.

5. VALOKUVAUS

5.1 YLEISTÄ

Valokuvaamisen ohella voidaan palopaikkaa myös videokuvata. Videokuvaus antaa jatkuvasti muuttuvan kuvakulman vuoksi hyvän kokonaiskuvan palopaikasta. Valokuva on kuitenkin tarkempi, ja videokuvaus lähinnä täydentää valokuvausta. Sen sijaan jos palon aikana voidaan videokuvata, siitä voi olla huomattavaa apua palon kehittymisen ja palonsyyn selvittämisessä.

Valokuvia on alettava ottaa mahdollisimman varhain, mahdollisuuksien mukaan jo tulipalon aikana.

Yleensä on odotettava, että rakennus on jäähtynyt ennen sisäpuolisten valokuvien ottamista, sekä turvallisuussyistä että valokuvaamisen onnistumisen takia, koska savu ja höyry näkyvät sumuna valokuvissa ja tuhoavat kaikki yksityiskohdat. Valokuvat pyritään ottamaan valoisaan aikaan, ja vain välttämättömät ensimmäiset kuvat otetaan palon tapahtuma-aikaan.

Tulipalon aikana otetut valokuvat voivat huomattavasti helpottaa palon kehittymisen arviointia. Tästä syystä kuvissa on oltava kellonaika sekunnin tarkkuudella, jotta niistä saataisiin mahdollisimman suuri hyöty. Kameran päivyriin kellonaikaa verrataan reaaliaikaan, ja kello joko asetetaan tarkkaan aikaan tai ero merkitään muistiin. Valokuvaaminen aloitetaan jo palopaikalle mentäessä heti kun palo tai palon jälkiä on näkyvissä. Jos kamerassa ei ole kelloa, operatiivisen tilanteen aikana otettujen kuvien aika ja kohde on merkittävä muistiin, jotta niistä voitaisiin myöhemmin tunnistaa kohteet ja määrittää tapahtuman aika.

Koska valokuvattava kohde on usein tumma esine tummalla pohjalla tummassa ympäristössä, salamavalon käyttö on välttämätöntä. Se voi olla yhdistettynä erillisten valonheittimien käyttöön. Otetaan huomioon, että salama voi muuttaa kohteen ulkonäköä. Esimerkiksi savujäljet saattavat esiintyä vaaleampina tai häipyä kokonaan tai salaman antamat varjot voidaan tulkita väärin palojäljiksi. Valoisassakin on kiinnitettävä huomiota oikeaan valotukseen tummien kohteiden kuvauksessa. Statiivin käyttö vähentää epäterävyyttä kun käytetään pitkiä valotusaikoja. Värifilmi on suositeltava, koska siinä yksityiskohdat näkyvät paremmin.

Palopaikalta otetut valokuvat esittävät paikan rakenteen ja sisällön sellaisena kun se on palon jäljiltä. Yleensä valokuvaaminen aletaan ulkopuolelta, minkä jälkeen siirrytään sisäpuolelle, vähemmän palaneesta enemmän palaneeseen, ja huipentumana ovat syttymiskohtaan ja syttymissyhyyn liittyvät paikat. On hyödyllistä valokuvata koko kohde, myös säästyneet ehjät osat, eikä pelkästään vaurioituneet. Tästä voi olla hyötyä, kun halutaan selvittää savujälkien laajuutta tai kun pyydetään todistusta vaurioitumattomista alueista.

Silminnäkijöiden tietystä paikasta tekemiä havaintoja täydennetään ottamalla mahdollisimman tarkasti valokuvia samalta paikalta ja samalla kuvakulmalla kuin todistaja on ilmoittanut. Valokuva selventää huomattavasti todistajan lausuntoa ja voi joko vahvistaa tai heikentää sitä.

Valokuvien ottokohdat merkitään huolellisesti rakennuksen pohjapiirrokseen, tai ellei sitä ole, itse kohteesta tehtyyn piirrokseen. Valokuvat numeroidaan, vastaavat numerot merkitään piirrokseen ja kuvakulmat osoitetaan nuolilla. Piirrosta täydennetään kommentteilla tarvittaessa. Merkitään myös, mihin kuvarullaan kuvat kuuluvat.

Valokuvapiirrokseen merkitään myös palopaikka, päivämäärä, kellonaika, valokuvaajan nimi ja muut asiaa selventävät kommentit. Ilmansuunnat ja tuulen suunta merkitään piirrokseen. Ennen sammutustyön päättymistä otettujen valokuvien tarkat ottohetket merkitään myös piirrokseen.

5.2 ULKOPUOLISET VALOKUVAT

Selkeyden vuoksi on hyvä ottaa sarja ulkopuolisia valokuvia siten, että saadaan kuvasarja palopaikan sijainnista. Tähän voi käyttää mahdollisuuksien mukaan katukilpiä, osoitenumeroita tai helposti tunnistettavia maamerkkejä. Ulkopuoliset valokuvat otetaan eri suunnilta, jotta rakenteen kaikki osat ja niiden kuuluminen yhteen kokonaisuuteen saadaan selvästi esiin. Tunnistamisen helpottamiseksi jo muistikirjaan kirjoitetaan: rakennus pohjoisesta, kadun puolelta, rakennus etelästä pihan puolelta jne., jolloin piirroksen tekeminen tulee helpommaksi. Kuvataan rakenteiden vauriot ja palojäljet, joilla voidaan mahdollisesti selvittää palon syntyä ja leviämistä. Rakennevauriot, kuten rikkoutuneet ikkunat, ovet ja seinät, sekä rakenteelliset virheet tai puutteet kuvataan yksityiskohtaisesti. Tämäntapaiset vauriot saattavat vaikuttaa palon kehittymiseen ja palon syyn tutkinnan lopputulokseen. Kauempana palaneesta kohteesta olevia jälkiä, kuten paineaallon aiheuttamia vaurioita tai räjähdyksessä sinkoutuneita kappaleita, valokuvataan myös.

Yksityiskohtien valokuvaus yhdistetään kokonaisuuteen ottamalla ensin kuvia suurelta etäisyydeltä. Tämän jälkeen kuvataan kohde yhä lähempää, mikäli mahdollista samassa kuvakulmassa siten, että saadaan sarja peräkkäisiä kuvia alkaen kokonaisuudesta päätyen yksityiskohtiin. Sarjan eri kuviin pyritään saamaan mukaan jotain mittakaavaa osoittavaa.

Kokonaiskuva tilanteesta saadaan ilman laajakulmaobjektiivin ottamalla toisiinsa rajoittuvia kuvia sopivalta etäisyydeltä. Sijoittamalla valmiit kuvat vierekkäin saadaan melko yksityiskohtainen kuva koko tilanteesta. Tällainen "kuvamosaiikki" kannattaa rakentaa siten, että viereisten kuvien vastaavissa reunoissa on kuvakohtien helposti tunnistettavat merkit. Tämä helpottaa kuvien yhdistämistä. Kuvamosaiikin ottaminen onnistuu parhaiten, kun käytetään kameraa jalustalla.

Valokuvia voi vielä täydentää ilmasta tai korkeammasta kohdasta otetuilla kuvilla. Nämä kuvat voidaan ottaa nostolava-autosta, naapurirakennuksesta, mäeltä, lentokoneesta tai helikopterista.

5.3 SISÄPUOLISET VALOKUVAT

Kun valokuvataan rakennusta sisältä, muuttuneet valaistusolosuhteet ulkoilmaan nähden otetaan huomioon sekä niiden vaihtelut rakennuksen eri osissa. Valokuvataan kaikki savu-, lämpö- ja palamisjäljet sekä tulipalon kehitykseen vaikuttavat ilmanvaihtoaukot, niin alkuperäiset kuin palon aiheuttamat.

Kaikki huoneet epäillyn syttymiskohdan läheisyydessä valokuvataan, sellaisetkin, joissa ei ole palovaurioita. Kaapit ja komerot valokuvataan myös sisäpuolelta. Pienessä rakennuksessa tämä voi tarkoittaa kaikkien huoneiden kuvaamista, mutta laajoissa rakennuksissa kauempana olevien vaurioitumattomien huoneiden kuvaaminen voi olla tarpeetonta, ellei ole syytä taltioida huoneiden sisältöä, niiden olemassaoloa, puuttumista tai tilaa.

Kaikki lämpöä tuottavat laitteet syttymiskohdan lähellä kuvataan. Huonekalut kuvataan alkuperäisessä asemassa ennen rekonstruointia ja sen jälkeen. Huonekalujen tai muiden esineiden suojaamat alueet kuvataan myös. Ikkunoiden ja ovien asento ja tila kuvataan.

Sisäiset palontorjuntalaitteet kuten sprinklerit, ilmaisimet, sammuttimet, palo-ovet ja palopellit valokuvataan. Pysähtyneet kellot valokuvataan ja selvitetään niiden pysähtymisen syy ja liittyminen palotapahtumiin.

Lämpö- (kaasu, öljy) ja sähköliittymiin kuuluvat säätölaitteet ja mittarit, niiden lukemat, säätimien asennot ja sulakkeet valokuvataan yksityiskohtaisesti.

Erilliset, palon kannalta oleelliset esineet valokuvataan alkuperäisessä asennossa palopaikalla. Yksityiskohtia voi tuoda esille selkeämmin kuvaamalla esinettä valkoista taustaa vastaan. Talteenoton jälkeen yksityiskohtia voidaan tarpeen mukaan kuvata lisää laboratoriossa. Raivauksen aikana otetaan valokuvia järjestelmällisesti sitä mukaa kun palojäännösten kerrokset paljastuvat (vertaa kohta palopaikan raivaus 9.6). Valokuvat osoittavat siten sekä esineiden alkuperäisen sijainnin että niiden kunnon. Mahdollisesti havaitsematta jääneet seikat voidaan jälkikäteen tunnistaa valokuvista. Esineitä valokuvattaessa asetetaan niiden viereen mittanauha tai viivoitin kohteen koon selvittämiseksi. Tämä tehdään sen jälkeen, kun esineitä on valokuvattu alkuperäisessä tilanteessa. Mittakeppi voidaan asettaa myöskin alkuperäisen kohteen päälle, ellei sijoitus muuta tilannetta tai aiheuta muuten häiriöitä.

6. PIIRUSTUKSET

Jos rakennuksesta on käytettävissä sopivia rakennuspiirustuksia, työn dokumentointi helpottuu. Ellei ole, tutkijan on vapaalla kädellä itse piirrettävä kuvat palopaikalla. Karkea piirros piirretään puhtaaksi myöhemmin. Piirustus tehdään mahdollisimman tarkasti mittakaavaiseksi ja siihen merkitään palojäljet, palovauriot, huonekalujen sijainti, raivatut alueet ja raivauserrokset, ovien, ikkunoiden ja muiden aukkojen sijainti, asento ja tila, näytteenottopaikat, valokuvien ottopaikat ja -suunnat sekä kaikki muut palon kannalta oleelliset seikat. Piirustuksiin merkitään myös kaikki oleelliset mitat ja etäisyydet. Palon leviämisuunta voidaan merkitä kuviin nuolilla.

Ilmansuuntien merkitseminen piirustuksiin helpottaa viittaamisen huoneessa oleviin eri kohtiin. Koska tuuli vaikuttaa usein palon kehitykseen ja joskus syntymiseenkin, tuulensuunta merkitään piirroksiin.

Kaikkien tietojen sullominen yhteen piirustukseen ei ole aina järkevää eikä mahdollistakaan. Piirustuksien laajuudesta, lukumäärästä ja yksityiskohtaisuudesta päätetään tapauskohtaisesti. Esityksen selkeys ja ymmärrettävyys ovat johtotähtiä.

Kaikissa palonsyyselvityksissä olisi oltava ainakin yksi piirros, josta käy ilmi huoneiden, portaiden, ovien ja ikkunoiden sijainti sekä palovauriot ja palojäljet. Se on usein riittävä palon syyn selvittämiseksi helppoissa tapauksissa. Monimutkaisissa tapauksissa voidaan tarvita rakennuksen ja sen toimintaan liittyvät rakennuspiirustukset, joista selviää rakenteen lisäksi mm. LVI-, sähkö-, palohälytys- ja palontorjuntajärjestelmät.

On selkeintä käyttää standardoituja, yksikäsitteisiä lyhennyksiä ja merkintöjä niin paljon kuin on mahdollista. Omat lyhenteet - ja tarvittaessa muutkin - luetteloidaan piirroksen viereen.

Piirrettäessä mittakaavaan jo palopaikalla mahdolliset mittausvirheet paljastuvat piirtämisen aikana ja voidaan tarkistaa heti.

On mahdollista, että monet esineet on siirretty toiseen paikkaan sammutus- tai raivaustöiden aikana. Tämä sijainti ei välttämättä ole oleellinen, vaan esineen sijainti ennen paloa ja palon aikana on palonsyytutkimuksen kannalta tärkeä. Sijainti ennen paloa voi selvittää todistajien avulla tai esineen jättämistä jäljistä. Esineiden palon aikainen sijainti voi selvittää palonsyytutkimuksen raivaustöiden yhteydessä. Esineiden sijainti ennen paloa ja sen jälkeen on joissakin tapauksissa selkeää esittää kahdessa erillisessä piirustuksessa.

Esineiden kartoitus kannattaa aloittaa suurimpien, kuten huonekalujen, merkitsemisestä piirustuksiin. Pienempien esineiden sijainti on helpompi merkitä suhteessa suurempiin.

7. NÄYTTEIDEN OTTAMINEN

7.1 PALOPAIKKATUTKINTAAN LIITTYVÄT KEMIALLISET NÄYTTEET

7.1.1 Näytteiden otto palopaikalta

Näytteiden ottokohdat valokuvataan ja/tai piirretään näytekartalle. Näytteitä otettaessa on myös estettävä näytteiden saastuminen materiaalin vaihdon välityksellä. Tämän vuoksi näytteiden ottajan on käytettävä puhtaita ottovälineitä ja suojavaatetusta (kertakäyttöiset haalarit, hiussuoja, jalkinesuojat, käsineet jne.).

Jos kohde, esim. rakennus tai auto, ei ole täysin palanut, voidaan mahdollisesti tehdä päätelmiä siitä, onko siihen murtauduttu ennen palon sytyttämistä. Murtautumisjälkiä voidaan etsiä lukoista, ovien karmeista ja ikkunoista. Mikäli tekijä on kulkenut rikutun ikkunan läpi, voi säröisen lasin reunoihin jäädä tekijän vaatteista kuituja, hiuksia tai verijälkiä, joita kaikkia voidaan käyttää epäillyn tunnistamiseen.

Palopaikka ja sen ympäristö on tarkastettava myös epäillyn mahdollisesti jättämien sormen-, jalkineen- ja autonjälkien löytämiseksi. Paloon liittyvät uhkauskirjeet, viestilaput jne. on poliisin lähetettävä rikostekniseen laboratorioon käsiala-, konekirjoitus- tai sormenjälkitutkimukseen.

7.1.2 Palon syttymiseen liittyvät näytteet

7.1.2.1 PALAVAT NESTEET

Palojätenäytteitä otettaessa on muistettava, että näytteistä etsittävät palavat nesteet ovat herkästi haihtuvia. Tämän vuoksi näytteet on otettava mahdollisimman pian palon jälkeen. Näyte kerätään syttymiskohdasta, sen ympäriltä ja alapuolelta, paikoista joihin voi kuvitella nesteen imeytyneen. Näytteen tulisi olla huokoista materiaalia kuten puuta, paperia, tekstiiliä, lattiamateriaalia, eristeitä, jne.

Auto- ja ajoneuvopaloissa näytteiksi irrotetaan puukolla alin eristemattokerros jalkatiloista ja pehmusteita istuimista mikäli niitä on vielä jäljellä. Mahdollisia ovat myös maanäytteet auton alta ja ympäriltä.

Sytyttäjäksi epäillyn päällä olleet vaatteet voidaan myös ottaa näytteeksi. Tällöin vaatteet pakataan nailonpussihin kuten palojäte.

Kontaminaation välttämiseksi näytteet otetaan puhtailta muovi- tai metallilastaimilla. Välineet pestään huolella ennen seuraavien näytteiden ottoa. Suositeltavaa on käyttää kertakäyttövälineitä ja -käsineitä.

Näytteet otetaan erikoisvalmisteisiin nailonpussihin, joiden välittäjänä toimii Poliisin Tekniikkakeskus. Tavalliset muovipussit eivät pidä sisällään palavia nesteitä, jotka voivat olla voimakkaita liuottimia. Näytemäärä on 1 - 2 litraa.

Pussit suljetaan huolella kiertämällä pussin suu rullalle, tekemällä solmu, taivuttamalla pussin suu alas ja kiinnittämällä solmun alapuolelle nippuside.

Näytteeksi sopivat myös nesteen kuljetukseen käytetyt astiat, tyhjätkin, joissa voi olla palavaa nestettä kaasuna. Palavaa nestettä sisältävät astiat suljetaan huolella ja pakataan nailonpusseihin kuljetuksen ajaksi.

Palavien nesteiden näytepusseihin ei saisi kerätä metallia, nauvoja, lasinsirpaleita eikä muita teräviä esineitä, jotka voisivat rikkoa näytepussin. Jos nämä ovat ilmeisiä todisteita, ne pakataan asianomaisella tavalla erikseen.

7.1.2.2 ITSESTÄÄN SYTTYVÄT AINEET

Epäiltäessä palon saaneen alkunsa itsestään syttyvistä aineista, ennen mahdollista näytteidenottoa tulisi ottaa yhteys rikosteknisen laboratorion tutkijoihin. Mikäli tarkempaa ohjeistusta ei ole, voidaan jätettä ottaa näytteeksi 1 - 2 litraa palojätepusssiin. Aine on usein ollut imeytyneenä huokoiseen aineeseen (paperiin, trasseliin, kankaaseen, sahanpuruihin jne.).

7.1.2.3 RÄJÄHDYSAINHEET

Epäiltäessä palon saaneen alkunsa räjähdysaineiden räjähtäessä, tapahtumapaikalla liikuttaessa on noudatettava erityistä varovaisuutta ja käytettävä suojavälineitä. On mahdollista, että paikalla on räjähtämätöntä räjähdysainetta, joka on epätäydellisen räjähdysvaikutuksesta sinkoutunut laajallekin alueelle ympäristöön. Mikäli tapahtumapaikalta löydetään kokonaisia pommeja, on syytä muistaa, että pommin lähemmän tutkimisen ja vaarattomaksi tekemisen saa suorittaa vain siihen koulutettu henkilö. Oppikirjaosassa esitellään joidenkin räjähdysaineiden ulkonäköä ja pakkausmateriaaleja. Räjähdyspaikan tutkinta kuuluu aina vaativan rikospaikkatutkimuksen piiriin, jolloin apuna on käytettävä poliisin tai puolustusvoimien asiantuntijoita.

Räjähdysainejäämiä etsittäessä palopaikalta on löydettävä mahdollinen räjähdyskeskus eli "täyden tuhon alue", jonka merkinä on usein kraaterimainen kuoppa. Paikannetusta räjähdyskeskuksesta ja sen ympäristöstä otetaan ainesta noin 15 mm:n syvyydeltä. Kraaterin eli räjähdyspisteen suuruuden ja alustamateriaalin perusteella voidaan arvioida räjähdysaineen määrää. Näytteitä on otettava myös räjähdysaiheuttaman paineaallon suunnasta. Näytteiksi otetaan edellisen lisäksi räjähdysjälkeen eri pinnoille laskeutunutta pölyä, nallin sirpaleita, sytytyslangan- ja sähköjohtimen kappaleita, räjähdysainepatruunoiden käärepapereita ym. Räjähdysjätettä otetaan 1 - 2 litraa tavallisesti palojätepusssiin.

7.1.3 Murtautumiseen ja henkilöihin liittyvät näytteet

7.1.3.1 LASIT

Rikostapahtumiin liittyvät näytteeksi otettavat lasinsirut voivat olla mikroskooppisen pieniä. Näytteiden talteenotto vaatteista tapahtuu rikosteknisessä laboratoriossa tai rikostutkimuskeskuksissa. Silmin nähtävät lasinsirut kerätään sellaisenaan muovisiin näyterasioihin. Tapahtumapaikalta otetaan jokaisesta rikotusta lasista vertailunäytteet. Näytteeksi otetaan ikkunapuitteissa kiinni olevasta lasista noin 30 x 30 mm:n kokoinen pala. Vertailulaseihin merkitään, miltä puolelta lasi on rikottu, ja pakataan erillisiin rasioihin. Paikalta voidaan myös poimia pudonneita irrallisia siruja. Näytteiden otossa on otettava huomioon niiden saastumisvaara.

7.1.3.2 MAALIT

Murtotapahtumissa tutkimuksen kohteena ovat hyvin usein mikroskooppisen pienet maalihiukkaset. Murtautujan käyttämien työkalujen, sorkkarautojen ja talttojen maaleja saattaa tarttua murrettujen ovien, ikkunoiden ja luukkujen murtokohtiin. Silmin nähtävät sirut kerätään sellaisenaan näyterasioihin. Jos maalinäyte on kiinni kiinteässä alustassa, se irrotetaan esim. kirurgin veitsellä. Otettaessa näyte esim. oven pielestä irrotetaan myös hiukan puuta. Työkaluissa oleva maali irrotetaan vasta rikosteknisessä laboratoriossa. Koska kyseessä ovat erittäin pienet hiukkaset, on tärkeää, etteivät näyte ja vertailunäyte joudu kosketuksiin ja saastu säilytyksen ja kuljetuksen aikana.

7.1.3.3 KUIDUT JA KARVAT

Murtopaikoilta saattaa löytyä kangaspalasia, kuitukimppuja tai hiuksia. Osa etsittäväistä kuiduista voi olla silmin näkymättömiä vain 1 ... 5 mm:n mittaisia. Näytteiden pienen koon vuoksi on kuitunäytteiden käsittelyssä oltava erityisen varovainen. Saastumisvaaran vuoksi rikospaikalla ollut ei saa käsitellä rikoksesta epäillyn henkilön vaatteita ja varusteita. Silmin havaittavat karvat, kuitukimput, langat, kangaspalaset yms. kerätään atuloilla rasioihin tai paperitaitoksiin, jotka pannaan muovipusseihin. Näkymättömät kuidut teipataan esineistä, iholta ja vaatteista. Teipatusta kohteesta lähetetään myös vertailunäyte, joka otetaan nyppimällä tai leikkaamalla pieni pala kankaasta siten, että mukana ovat kohteen kaikki värit ja kuitutyypit. Hiuksista kuitunäyte ja hiusunäyte tallennetaan kuitukammalla kampaamalla.

7.1.3.4 VERITAHRA

Mikäli tapahtumapaikalta löytyy veritahroja, niistä voidaan tehdä DNA-tutkimuksia. Veritahranäytteet otetaan talteen alustoineen, esim. vaatteet ja tekovälineet. Mikäli alustaa ei voida irrottaa, tahra raaputetaan irti tai se leikataan esim. kankaasta. Tahra voidaan myös imeyttää vedellä kostutettuun vanupuikon kärkeen. Kankaasta imeytystä ei saa tehdä. Jos tahra on tuore ja lammikkomainen, se voidaan myös lusikoida näyteastiaan ja säilyttää jääkaapissa. Kosteat veritahrat

kuivataan ja säilytetään huoneen lämmössä. Tahroja ei saa myöskään koskettaa paljain käsin saastumisen takia. Vertailunäytteeksi asianomaisista otetaan 2 ... 5 ml EDTA-verta (1 putki).

7.1.3.5 MUOTOJÄLJET

Palopaikalla tärkeitä tutkintaa suuntaavia havaintoja ovat mahdolliset murtautumiseen tai asiattomaan oleskeluun liittyvät jäljet. Koska jälkien vertailua ei voida suorittaa tapahtumapaikalla, jälkien talteenottaminen on tehtävä huolellisesti. Mikäli talteenottaminen ei ole mahdollista, jäljet on ainakin pyrittävä suojaamaan.

Työkalujen, esim. sorkkaraudan, puukon, taltan ja putkipihtien, jättämät jäljet pyritään ottamaan talteen alustoineen, jos ne ovat irrotettavissa. Vaikeasti irrotettavista paikoista, esim. ovista, ovenkarmeista ja ikkunoista, jäljet otetaan talteen silikonimassalla.

Palopaikalta ja sen ympäriltä voidaan löytää myös mahdollisen syyttäjän jättämiä jalkineen jälkiä. Jälkien perusteella voidaan päätellä paikalla olleiden henkilöiden lukumäärä ja kulkureitti. Jalkineen jäljet voivat olla joko pehmeään materiaaliin syntyviä painumajälkiä tai pölyn ja lian aiheuttamia pintajälkiä, jotka voivat olla vaikeasti silmin havaittavissa. Etsittäessä tämällyypisiä jälkiä kiinteistä pinnoista pintaa voidaan valaista pinnan suuntaisesti voimakkaalla käsi- tai halogeenivalaisimella.

Ennen jälkien talteenottoa ne voidaan myös valokuvata. Mikäli jalkineen jäljet ovat irrallisilla alustoilla, esim. lasinkappaleilla ja paperilla, ne otetaan talteen sellaisenaan.

Kiinteältä alustalta pintajäljet voidaan taltioida myös foliolle. Painumajäljet otetaan talteen valamalla. Maassa olevat jäljet valetaan kipsillä ja lumessa olevat jäljet rikillä.

Myös ajoneuvon jättämistä jäljistä voidaan tehdä monia päätelmiä. Renkaiden jälkien perusteella voidaan arvioida ajoneuvon raideleveys edessä ja takana, akseliväli, renkaan kulutuspinnan leveys sekä kuviointi ja mahdollisesti myös renkaan merkki, malli ja koko. Jälkien perusteella on mahdollista tunnistaa myös ajoneuvon merkki ja malli. Jäljet mitataan ja valokuvataan tarkasti. Myös ajoneuvon renkaan jäljet voidaan tallentaa valamalla kuten jalkineen jäljet.

7.2 MUUT NÄYTTEET

Tässä luvussa esitetyt näytteenotto-ohjeet ovat Keskusrikospoliisin rikosteknisen laboratorion näytteenotto-ohjeita (tekniset palonsyytutkimukset).

Yleistä

Yleisimmät teknistä tutkintaa vaativat palonsyyt ovat vialliset sähkölaitteet, väärinkäytetyt sähkölaitteet, vialliset kaasulaitteistot, mekaaninen ylikuumeneminen, itsesyttyminen ja räjähdykset sekä niihin liittyvät palot.

Laboratoriotutkimuksia helpottaa ja tutkimustuloksen tarkkuutta lisää, jos näytteen lisäksi on saatavissa kohdetta esittäviä valokuvia, piirustuksia, kuulusteluja ja muita kirjallisia selvityksiä. Epäselvissä ja normaalitilanteesta poikkeavissa tapauksissa on suositeltavaa olla yhteydessä rikosteknisen laboratorion tutkijoihin jo ennen näytteiden ottoa. Joissakin tapauksissa laboratorio voi antaa esim. palon käyttäytymiseen liittyviä lausuntoja ilman näytteitä pelkkään kirjalliseen materiaaliin perustuen.

Sähköjohtimet

Epäiltäessä sähköjohtimeen tullutta oikosulkua, maasulkua tai irtokosketusta palon aiheuttajaksi, otetaan näytteeksi ne johtimet, joita perustellusti epäillään viallisiksi.

Jos johtimessa on havaittavissa oleva oikosulkupaikka, riittää yleensä noin metrin pituinen osa. Näytteessä on kuitenkin mahdollisuuksien mukaan hyvä olla myös eristeiltään palamatonta johtoa.

Sähköasennustarvikkeet

Vialliset pistorasiat, pistotulpat, sähkökytkimet, jakorasiat ym. tarvikkeet lähetetään purkamattomina kokonaisuuksina.

Kiinteästi asennetuista tarvikkeista voidaan tarvittaessa ottaa mukaan pala kiinnitysalustaa.

Sähkölämmittimet

Lämmityslaitteet lähetetään yleensä kokonaisina, mikäli ne eivät ole erityisen suuria. Mukaan otetaan aina liitännäjohto, ellei se ole tuhoutunut palossa.

Sähkökiukaat toimitetaan yhdessä säätölaitteiden (irrationaalinen termostaatti tai vastaava) kanssa.

Jos lämmittimessä tai kiukaassa on kiinnipalanutta ainetta, kuten muovia tai tekstiilikuituja, pakkaaminen on tehtävä siten, että aine ei pääse irtoamaan.

Sähköliedet

Palo alkaa lähes aina liesitasolta, hyvin harvoin uuniosasta. Yleensä riittää liesitason ja kytkinpaneelin irrottaminen näytteeksi. Keittolevyjen ja kytkimien välisiä johtoja ei saa näytettä otettaessa katkaista.

Liedellä mahdollisesti olleet astiat, levysuojat ja muu materiaali lähetetään tason mukana.

Sähkökeskukset

Palaneesta rakennuksesta voidaan joutua irrottamaan pääkeskus tai ryhmäkeskuksia, kun epäillään palon alkaneen siitä tai kun keskuksesta saatavaa tietoa halutaan käyttää palon syttymispaikan selvittämiseen.

Keskukset irrotetaan mahdollisimman yhtenäisinä niiden sisäistä johdotusta katkaisematta.

Keskuksissa olevien sulakkeiden tutkimisessa ei pelkkä silmämääräinen tutkinta riitä kuin poikkeustapauksissa.

Suurien sähkökeskusten tutkiminen on pyrittävä tekemään palopaikalla.

Sähkömoottorit

Suurien sähkömoottorien tutkimistavasta ja -paikasta on neuvoteltava etukäteen rikosteknisen laboratorion tutkijoiden kanssa.

Pienet moottorit voidaan toimittaa tutkittavaksi normaalikäytännön mukaisesti.

Kylmäkoneet

Jääkaapeista ja pakastimista riittää usein kompressorin ja siihen liittyvien sähkölaitteiden (termostaatti, sähkökytkimet ja sisävalo) lähettäminen. Kylmäkoneiden liitosjohdoista saattaa löytyä esim. hankautumisesta aiheutuvia oikosulkuja, joten johdot on hyvä lähettää näytteen mukana.

Kotitalouskoneet

Kodin pienkoneet, kuten mikroaaltouunit, kahvinkeitin, leivänpaahdetin, yleiskoneet, silitysraudat, tukankuivaajat, kihartimet, kuumailmapuhaltimet, televisiot ja äänentoistolaitteet lähetetään kokonaisina johtoineen.

Pesukoneiden ja kuivausrumpujen lähettämisestä kannattaa neuvotella laboratorion edustajan kanssa ennen toimittamista.

Valaisimet

Valaisimet otetaan niihin liittyvine johtoineen ja kytkimineen. Tarvittaessa mukaan voidaan ottaa pala kiinnitysalustaa, jos valaisimen ylikuumentumista epäillään.

Valaisinten irrotus ja pakkaaminen on tehtävä riittävän huolellisesti rikkoutumisen välttämiseksi.

Kaasulaitteet

Kaasuputkistojen ja kaasunkäyttölaitteiden irrotus on tehtävä varovasti liitosten löystymisen välttämiseksi.

Kaasupullosta riittää useimmiten pulloventtiilin irrotus näytteeksi.

Kaasua sisältävien kaasupullojen käsittelyssä ja kuljettamisessa on otettava huomioon turvallisuusmääräykset. Mahdollisesti vuotavat pullot on viisainta toimittaa laboratorioon esim. avonaisessa peräkärjessä.

Öljylämmityslaitteet

Palavia nesteitä sisältävien laitteiden kanssa on toimittava riittävän varovasti. Mahdollisuuksien mukaan näytteet on tuotava laboratorioon eikä postilähe-tyksenä.

Auto-, vene- ja työkonepalot

Otetaan yhteys vakuutusyhtiön insinööreihin tai rikosteknisen laboratorion tutkijoihin. Tutkimustapa harkitaan tapauskohtaisesti ja monesti tutkinta onnistuu parhaiten palopaikalla.

Mekaaniset syttymissytyt

Mekaaniset laitteistot kuten laakeristot, kiilahihnakäytöt ja voimansiirtolaitteet lähetetään joko rikostekniseen laboratorioon tutkittavaksi tai tutkitaan palopaikalla. Suurien näytteiden lähettämisestä on neuvoteltava etukäteen rikosteknisen laboratorion kanssa.

Ylikuumentuminen ym.

Savuhormeista ja ylikuumentuneista lämmityslaitteista aiheutuneet palot on useimmiten tutkittava palopaikalla.

Joissakin tapauksissa voidaan palon syttymistä koskeva lausunto antaa asiakirjamateriaalin ja valokuvien perusteella.

Muut palonsyyt

Näytteenotto harkitaan tapauskohtaisesti.

Noudatetaan näitä ohjeita soveltuvin osin.

Näytteiden kuljettaminen

Pienet näytteet lähetetään parhaiten postipakettina tai tuodaan suoraan laboratorioon.

Suuremmat näytteet voidaan lähettää rahtikuljetuksina tai näytteen lähettäjä toimittaa ne itse perille.

Kaikkein suurimmat tavarat voidaan tuoda kuorma-autolla laboratorioon. Laboratorion käytettävissä on trukki kuorman purkamiseen. Kuljetuksesta tiedotetaan laboratorioon etukäteen.

8. PALOJÄLJISTÄ

Palojäljet ovat tulipalon näkyvät tai mitattavat seuraukset. Tällaisia ovat hiiltyminen, hapettuminen, palavien aineiden häviäminen, savu- ja nokijäljet, vääntymät, sulaminen, värimuutokset, materiaaliominaisuuksien muutokset, rakenteiden sortuminen ym. Rajaviivat tai raja-alueet erottavat palojäljet ympäristöstään, joka voi olla kokonaan vaurioitumaton tai vähemmän vaurioitunut kuin palojälki. Palojälkien muodostumiseen vaikuttaa moni tekijä, kuten materiaalin ominaisuudet, paloteho, ilmanvaihto-olosuhteet, sammutustoimenpiteet ja materiaalin palollealtistumisaika.

8.1 VAAKASUORIEN TASOJEN LÄPÄISY

Vaakasuoran tason läpäisy tapahtuu useimmiten alhaalta ylöspäin, koska lämpö siirtyy tavallisesti ylöspäin nosteen vaikutuksesta. Lieskahtaneessa huonetilassa kuumat kaasut saattavat kuitenkin purkautua lattiassa jo olevista pienistä raoista, ja saavat siten aikaan aukon. Intensiivinen palaminen huonekalujen alla kuten polyuretaanitäytteisten patjojen tai tuolien alle muovin sulaessa syntyvä palava nestelammikko lattialla tai kyteminen sortuneiden kattorakenteiden alla saattavat myös aiheuttaa läpäisyn.

On myös huomattava, että sammutustöiden yhteydessä tehdään usein reikiä kattoihin ja lattioihin savutuuletuksen, sammutuksen ja tarkistuksen vuoksi eivätkä nämä aukot liity varsinaisiin palojälkiin.

Aukon palamisen suunta voidaan joskus määrittää aukon reunojen kaltevuudesta. Jos reuna on leveämpi ylhäältä ja kalteva alaspäin kohti reikää, niin palon suunta on ollut ylhäältä alas, ja päinvastoin. Toinen mahdollisuus selvittää asia on tarkastella vaurioiden laajuutta tason ala- ja yläpuolella. Jos palo on liikkunut alhaalta ylöspäin, niin alapuolella olevan pinnan vauriot ovat suuremmat kuin yläpuolella olevan pinnan vauriot. Päinvastainen tapaus viittaisi taas palon kulkemiseen ylhäältä alaspäin.

Jos havaitaan, että palo on kulkenut ylhäältä alaspäin, esimerkiksi lattian tai pöydän läpi, niin siihen tulisi kiinnittää erityistä huomiota kuten yleensä muihinkin poikkeamiin. Lisäksi tulee pitää mielessä, että palamisen suunta on saattanut olla ylös- tai alaspäin tulipalon eri vaiheissa. Silloin ainoastaan viimeisin palon suunta saattaa olla palojäljistä näkyvissä.

Katon eniten vaurioitunut, mahdollisesti läpipalanut kohta saattaa olla palon syttymiskohdan yläpuolella.

8.2 PUUN KULUMINEN PALAMISEN AIKANA

Puun tai muun palavan jähmeän materiaalin palaessa ainetta höyrystyy, mikä muuttaa kappaleen muotoa. Jäljelle jäävän materiaalin muoto ja määrä voivat sellaisenaan muodostaa rajaviivoja, jotka antavat tietoa palon etenemissuunnasta.

Puuta on yleensä kulunut enemmän ja hiiltyminen on syvempää lämmönlähteen puoleisella pinnalla.

8.3 HIILTYMINEN

Monen materiaalin pinta hiiltyy tai muuttuu väriään palossa. Hiililymisen ja värinmuutoksen laajuutta voidaan verrata lähellä oleviin alueisiin palon voimakkuuden ja leviämisen arvioimiseksi. Hiiltyviä materiaaleja ovat mm. puu, eräät muovit, maalit ja paperit. Useimmiten tulee esille puun hiililymisen arviointi.

Hiililymisnopeus

Hiililymissyvyys riippuu useasta tekijästä, mm. puuhun kohdistuvasta lämpövirrantiheydestä, puun tiheydestä, puun kosteudesta ja ilmanvaihto-olosuhteista tulipalon aikana. Hiililymisnopeus voi vaihdella huomattavasti, eikä sitä voida suoraan päätellä hiililymissyvyydestä. Puun ikä ei vaikuta hiililymisnopeuteen edellyttäen, että puu on kuivunut, koska sen jälkeen kosteuspitoisuus määräytyy ympäristön kosteuden ja lämpötilan mukaan.

Hiililymissyvyyksien tarkastelun suurin hyöty on palon leviämisen arvioinnissa. Mittaamalla hiililymisen suhteellinen syvyys ja laajuus voidaan arvioida, mitkä osat ovat olleet kauimmin kuumassa. Pisteittäinen hiililymissyvyyden kartoitus antaa käsityksen vaurioiden jakautumisesta palopaikalla ja suurimpien vaurioiden paikasta, jotka ovat voineet johtua suorasta altistuksesta, ilmanvaihdosta tai palokuorman sijoituksesta. Näistä tiedoista voidaan sitten päätellä palon leviämisen suunta siten, että hiililymissyvyys pienenee kauempana lämmönlähteestä.

Palojälkiä, joita ei suoraan silmämääräisesti havaita, voidaan usein saada esiin mittaamalla hiililymissyvyyksiä ja merkitsemällä nämä arvot palotilaa esittävään piirrookseen. Yhdistämällä samaa hiililymissyvyyttä vastaavat pisteet saadaan nämä palojäljet näkyviin.

Hiililymissyvyyksien tarkastelussa otetaan huomioon seuraavat seikat:

- a) Onko kyseessä yksi tai useampi lämmönlähde joka on aiheuttanut hiililymisen? Hiililymissyvyykskartta saattaa paljastaa useamman syttymiskohdan.
- b) Ainoastaan samanlaisten materiaalien hiililymissyvyydet ovat vertailukelpoisia keskenään.
- c) Ilmanvaihto-olosuhteiden vaikutus palamisnopeuteen. Puu hiililyy nopeammin paikoissa, joissa ulkoinen ilmavirta pyyhkii suoraan pintaa (vrt. ahjo).
- d) Hiililymissyvyyksmittaukset tehdään aina samalla menetelmällä ja välineellä.

Teräväkärkiset instrumentit kuten linkkuveitsi eivät ole sopivia tarkkaa mittausta varten, koska veitsen terävä kärki työntyy helposti palamattomaan puuhun. Ohuet, tylppäkärkiset puikot sopivat paremmin. Mittaukset tehdään samalla välineellä ja

samalla voimalla, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Hiiltemissyvyyks mitataan kokonaisen hiiltemyneen pinnan keskeltä eikä hiiltemymässä olevista halkeamista. Mittauksissa otetaan huomioon puun pinnalta mahdollisesti kokonaan palanut puuttuva kerros. Kun tämä puuttuva kerros lisätään hiiltemissyvyyden mittaustulokseen, niin saadaan kokonaishiiltemissyvyyks.

8.4 KAPPALEIDEN MURTUMINEN

Betonin, tiilen tai muurauksen murtuminen korkeassa lämpötilassa voi johtua useasta erilaisesta ilmiöstä, joita ovat (1) lohkeilu, (2) lämpösokki ja (3) koko kappaleeseen syntyvät lämpöjännitykset. Kaikissa tapauksissa kappaleeseen syntyy ulkoisen kuormituksen aiheuttamien jännitysten ja kappaleessa jo olevien jäännösjännitysten lisäksi lämpöjännityksiä.

Lämpöjännitysten aiheuttamia kappaleiden murtumisjälkiä ovat selvät halkeamat (3), pintaan muodostuneet kuopat (2) ja materiaalin häviäminen pinnasta lohkeilun seurauksena (1). Murtunut alue saattaa näyttää vaaleammalta kuin sen usein nokisempi ympäristö, koska puhdas aine on paljastunut pinnan alta.

Koska lohkeilu voi johtua monesta syystä, havainto lohkeilusta yksinään ei riitä osoitukseksi nestemäisen kiihdyttimen olemassaolosta. Pinnan kyky absorboida mahdollinen palava neste voi myös vaikuttaa lohkeilun esiintymiseen, esimerkiksi maalatun betonilattian lohkeilu on epätodennäköistä. Tarkasteltaessa lohkeilleita kohtia, pinnan tila ennen paloa on selvitettävä.

Murtumiseen saattavat johtaa myös materiaalin kuormituksesta aiheutuvat jännitykset palon aikana. Lämpötilan noustessa lujuus heikkenee ja heikkeneminen voi johtaa murtumiseen. Koska nämä kuormitetut alueet eivät välttämättä liity palotapahtumiin, murtumia saattaa esiintyä kattojen tai palkkien alla, vaikka kohta ei olisikaan suoraan syttymiskohdan yläpuolella.

Kuuman materiaalin nopea jäähdyttäminen esim. vedellä sammutustyön yhteydessä voi myös aiheuttaa lämpösokin sekä irrottaa pinnasta suomu- tai levymäisiä kappaleita.

8.5 HAPETTUMINEN

Hapettuminen on palamiseen liittyvä kemiallinen perusreaktio. Myös palamattomat materiaalit saattavat tuottaa palojälkiä, joista on hyötyä palonsyyn selvityksissä. Korkeissa lämpötiloissa happi yhtyy mm. metalleihin, kivi- ja maainekseen sekä aiheuttaa väri- ja muodonmuutoksia

Mitä korkeampi on lämpötila ja mitä pitempi on altistusaika, sitä huomattavammat ovat hapettumisen aiheuttamat muutokset.

Galvanoitu teräs saa himmeän vaalean pinnan jo lievässä lämmityksessä sinkkipinnoitteen hapettuessa. Riittävän voimakkaana tämä poistaa myös sinkityksen antaman suojan, ja teräs ruostuu sen jälkeen kastuessaan.

Galvanoidussa teräksessä saattaa siten olla ruosteinen palonjälki, joka eroaa ympäröivästä teräksestä.

Suojaamattoman raudan tai teräksen pinta muuttuu hapettuessaan tulipalossa himmeän siniharmaaksi. Hapettumisessa syntyy paksuja oksidikerroksia, jotka saattavat hilseillä pois. Jos metalli on kastunut, tavanomaista ruosteenväristä oksidia voi esiintyä palon jälkeen.

Ruostumattoman teräksen pinta voi saada värikuvioita lievästi kuumentuessaan ja korkea lämpötila aiheuttaa himmeänharmaan värin.

Kuparin pinnalle muodostuu kuumennettaessa tummanpunainen tai musta oksidikalvo, jolla on rajaviivat. Hapettuneen alueen paksuus voi osoittaa, missä palo on ollut voimakkaampi, sillä mitä korkeampi pinnan lämpötila on ollut sitä voimakkaampaa on hapettuminen.

Kivi- ja maa-aines saattavat muuttaa väriään hyvin korkeissa lämpötiloissa; värit vaihtelevat kellertävästä punaiseen.

Noki ja hiiltymät hapettuvat myös. Esimerkiksi kipsilevyn kartonkipinnan tumma hiiltymä, nokikerrostumat ja maali voivat hapettua jatkuvassa lämpöaltistuksessa. Hiili palaa heterogeenisellä reaktiolla, jossa happi yhtyy suoraan hiilen pintaan muodostaen pääosin hiilidioksidia, mikäli lämpötila on alle 500 °C, mutta pääosin hiilimonoksidia tätä korkeammassa lämpötiloissa. Nämä ovat kaasuja ja poistuvat pinnalta. Tästä seuraa puhtaaksipalaminen (kohta 8.8).

8.6 MATERIAALIEN SULAMINEN

8.6.1 Yleistä

Puhtaat alkuaineet, kemialliset yhdisteet ja monet mineraalit sulavat määrättyissä lämpötiloissa, jotka tunnetaan hyvin tarkkaan. Metalliseokset ja kemiallisten yhdisteiden seokset sulavat tietyllä lämpötila-alueella, joka tunnetaan muutaman aineen seoksille hyvin kirjallisuudesta. Lasit ja monet muovit pehmenyvät vähitellen lämpötilan noustessa ja lopuksi sulavat. Käytännöllisesti katsoen kaikki aineet sulamismekanismista huolimatta menettävät lujuuttaan lämpötilan kohotessa ja siten ne voivat muuttaa muotoaan huomattavastikin, vaikka varsinaista sulamista ei olisikaan tapahtunut. Sulaneen ja sulamattoman aineen välille voi muodostua rajaviivoja, jotka muodostavat palojälkiä. Eri aineiden pehmenemis- ja sulamislämpötilat kattavat koko lämpötila-alueen useaan tuhanteen asteeseen.

Sula metalli palojäännöksissä osoittaa, että siinä ympäristössä lämpötila on ollut metallin sulamislämpötilaa korkeampi.

Kestomuovit sulavat melko matalissa lämpötiloissa (noin 90 - 400 °C) ja saattavat tuhoutua kokonaan tulipalossa. Muovien sulaminen saattaa näin antaa tietoa

lämpötiloista, mutta pääasiassa kohdista, joissa muovin lähiympäristössä on ollut kuumia kaasuja, mutta liekkejä vähän tai ei ollenkaan.

Jos sulaneen aineen likimääräinen sulamislämpötila on tiedossa, voidaan arvioida missä lämpötilassa aine on ollut. Tästä voi olla hyötyä, kun arvioidaan lämpenemisen voimakkuutta ja kestoja, lämmön siirtoa tai palokuorman suhteellisia palotehoja. Kappaleen lämpötila riippuu lämmittämisen määrästä, ja tämä taas mm. kuumien kaasujen lämpötilasta ja virtauksista, kappaleen sijainnista ja mitoista sekä palotehosta.

Hiilivetyjen (muovit ja palavat nesteet) sekä selluloosapohjaisten aineiden palaessa liekin lämpötila on likimain sama, noin 900 °C, vaikka hiilivetyjen paloteho olisi huomattavasti erilainen. Palavat metallit ja hyvin eksotermiset kemialliset reaktiot voivat aiheuttaa huomattavasti korkeampia lämpötiloja kuin hiilivety- tai selluloosapohjaiset polttoaineet. Näistä tunnetuin lienee termiittireaktio: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$; $\Delta H = 835,3 \text{ kJ}$. Tässä reaktiossa kuuma alumiini hapettuu sieppaamalla rautaoksidista hapen. Lämpöä vapautuu niin paljon, että rauta sulaa helposti, mitä ei normaalissa hiilivetyjen liekissä tapahtuisi.

Lämpötilat rakennusten tulipaloissa ovat harvoin yli 1050 °C:n pitkiä aikoja. Kun polttoaineena on palavia nesteitä, lämpötilat voivat olla paljon korkeampia. Jos lisäksi tilaan syntyy voimakasta vetoa, lämpötila kohoaa edelleenkin.

Joidenkin aineiden, kuten lasien ja muovien, sulamislämpötiloja ei löydy suoraan kirjallisuudesta, koska ne riippuvat aineen tarkasta kemiallisesta koostumuksesta ja rakenteesta, jotka taas vaihtelevat huomattavasti. Mikäli halutaan käyttää tällaista tietoa, on otettava näyte sekä määritettävä sulamislämpötila ja mahdolliset muut ominaisuudet pätevässä laboratoriossa.

8.6.2 Metallien seostuminen

Jotkut metallit saattavat sulaa puhtaan metallin sulamislämpötilaa alemmissa lämpötiloissa seostumisen seurauksena. Jos kaksi metallia voi muodostaa seoksen, niin seoksen sulamislämpötila on matalampi kuin korkeammassa lämpötilassa sulavan puhtaan komponentin ja saattaa olla matalampi kuin kummankaan puhtaan komponentin sulamislämpötila.

On siis mahdollista, että metalli jolla on suhteellisen alhainen sulamislämpötila, seostuu metalliin, joka harvemmin sulaa paloissa. Näin voi käydä, jos alhaisemman sulamislämpötilan metalli tippuu toisen metallin päälle, tai jos metallit ovat jo valmiiksi kosketuksissa toisiinsa ennen lämpötilan kohoamista.

Tällaisia alhaisen sulamislämpötilan metalleja ovat esimerkiksi alumiini, sinkki sekä lyijy. Metalleja, joihin ne voivat seostua ovat esimerkiksi kupari ja rauta (teräs). Kupariseosten esiintyminen on melko tavallista, mutta raudan (teräksen) sekoittuminen tapahtuu vain joissakin voimakkaissa tulipaloissa.

Esimerkiksi puhtaan kuparin sulamislämpötila on 1083 °C ja alumiinin 660 °C. Seos 33 % kuparia - 67 % alumiinia sulaa kuitenkin jo lämpötilassa 548 °C, mikä on alhaisin kupari-alumiiniseoksen sulamislämpötila.

Kupariset sähköjohdot ja vesijohto- ym. putket seostuvat usein tulipaloissa. Alumiinin kanssa muodostuu usein seos, jonka alumiinipitoisuus on yli 10 %; seos on hauras ja hopeanvärinen. Kuparijohto, johon on seostunut alumiinia, on hyvin hauras seoksen kohdalla ja katkeaa helposti taivuteltaessa.

Sinkin ja kuparin seos on kellertävä messinki, joka kuitenkin esiintyy melko harvoin palonsyöttökokeissa, koska sinkkiä ei käytetä kovinkaan paljon rakennuksissa.

Tulipaloissa terässeoksia ei muodostu helposti. Jos alumiinia tai sinkkiä kuumennetaan kauan teräksen kanssa, siihen saattaa muodostua kuoppia tai reikiä seostumisen takia (vrt. termiittireaktio edellä).

Jos palojäännökset, jotka sisältävät kupariin seostunutta alumiinia, joutuvat säälle alttiiksi, seos saattaa syöpyä pois jättäen siistit reiät kupariputkeen tai tylpät päät kuparijohtimiin. Näin muodostuneet reunat eivät vaikuta sulaneilta.

Seostuminen on todennettavissa metallurgisella analyysillä ja seos on tunnistettavissa. Jos korkean sulamislämpötilan metallit sulavat seostumisen takia, se ei osoita palavien nesteiden käyttöä tai epätavallisen korkeita lämpötiloja palon aikana.

8.7 LÄMPÖLAAJENEMINEN JA MATERIAALIEN EPÄMUODOSTUMAT

Monet materiaalit muuttavat muotoaan tulipalossa joko tilapäisesti tai pysyvästi. Melkein kaikki materiaalit laajenevat lämmitessään. Korkeissa lämpötiloissa rakenteet laajenevat merkittävästi ja niihin syntyy voimakkaita lämpöjännityksiä, jotka aiheuttavat pysyviä muodonmuutoksia. Lämpöjännitykset saattavat vaikuttaa jäykkien, kuormitettujen rakenteiden stabiilisuuteen erityisesti, jos ne ovat eri materiaaleista ja jos toinen laajenee huomattavasti enemmän kuin toinen. Pahimmassa tapauksessa seurauksena on rakenteiden sortuminen.

Teräspalkit ja pilarit alkavat menettää lujuuttaan kun lämpötila nousee yli 550 °C, ne taipuvat ja menettävät lopulta täysin kantokykynsä. Taipuminen on sitä suurempi, mitä suurempi on teräksen kuormitus. Taipuminen ei johdu teräksen sulamisesta, vaan plastisesta muodonmuutoksesta.

Teräspalkin taipuminen voi myös johtua lämpölaajenemisesta, jos palkin päissä laajeneminen on estetty. Rakenne nurjahtaa ja taipuu niin paljon, että laajentunut palkin kaari mahtuu käytettävissä olevaan tilaan.

Rappaus saattaa myös irrota alustastaan lämpölaajenemisen vaikutuksesta ja muodostaa paikallisia V- tai U-muotoisia jälkiä osoittaen eri tavalla lämmentä kohtia.

8.8 SAVU JA NOKI

Savu on aerosoli, kaasumaisten palamistuotteiden ja pienten hiukkasten seos. Kuumassa savussa höyrynä olevat vesi ja erilaiset raskaat palamattomat kemialliset yhdisteet saattavat tiivistyä kylmille pinnoille. Noki on epätäydellisen palamisen tuloksena liekissä syntynyttä, pääasiassa hienojakoista hiiltä. Lähes kaikki nesteet ja jähmeät aineet palavat valaisevalla nokisella liekillä. Kun liekki koskettaa lähellä olevaa pintaa, pinta nokeutuu tavallisesti. Tällainen erillinen liekin jättämä nokijälki osoittaa, missä tietty palanut aine on ollut.

Noki laskeutuu myös savusta pinnoille. Nämä yleiset nokijäljet osoittavat nokea muodostuneen lähiympäristössä viittamatta tiettyyn lähteeseen.

Savusta ja noesta saostuu ainetta rakennuksen tai siinä olevien esineiden kylmemmille pinnoille kuten paloa lähellä olevien huoneiden kattoon ja seinien yläosiin. Pinnoille saostuneiden savun aineosasten (tervat) väri on ruskean eri vivahteita ja nokijälkien väri on musta. Tavallisesti jäljet syntyvät savusaostuman ja noen sekoituksesta.

Sekä savu- että nokijäljet voivat palaa kokonaan pois palamattomilta pinnoilta jättäen puhtaan alueen, jonka ympärillä usein on palamistuotteiden tummentama alue. Tällainen puhtaaksi palanut alue syntyy tavallisesti suorasta liekkikosketuksesta tai voimakkaasta lämpösäteilyvirrasta. Vaikka nämä alueet osoittavat voimakasta lämpiämistä, ne eivät välttämättä osoita syttymiskohtaa. Puhtaaksi palaneen alueen ja nokeentuneen alueen rajaviivat voivat osoittaa palon etenemisen suuntaa tai palon voimakkuuden tai keston eroja. Puhtaaksi palanutta aluetta ei pidä sekoittaa vaaleaan lohkeilleeseen alueeseen. Nämä eroavat toisistaan siten, että lohkeilleen alueen pinnasta on hävinnyt rakenteeseen kuulunutta ainetta.

Savua muodostuu yleensä huomattavasti jokaisessa palossa, rakennuspaloissa erityisesti palon happirajoitteisessa vaiheessa, missä palo on kasvanut melko suureksi, mutta ikkunat ja ovet eivät ole vielä rikkoutuneet. Ovien ja ikkunoiden asento on usein pääteltävissä tarkastelemalla saranoiden, karmien, puitteiden reunojen, lukkojen, salpojen ym. savujälkiä. Savujäljet ulkoseinällä oven yläpuolella osoittavat usein, että ovi on ollut auki, ja savujälkien puuttuminen, että ovi on ollut kiinni. Savujälkien tulkitseminen ei kuitenkaan ole aivan suoraviivaista. Savu menee hyvinkin pienien rakojen läpi ja suljettujenkin ovien reunoissa ja niiden yläpuolella saattaa olla savujälkiä. Vertailemalla moniosaisissa ikkunoissa ja niiden yläpuolella olevia savujälkiä voidaan selvittää, onko joku niistä ollut auki palon aikana edellyttäen, etteivät ikkunat ole rikkoontuneet. Savu- ja nokijäljet ovien ja ikkunoiden yläpuolella voivat myös osoittaa ilmavirtauksen suuntaa palon aikana. Ulkotiloissa kuitenkin varmin virtauksen, ts. tuulen suunnan osoitus saadaan aina jälkikäteenkin Ilmatieteen laitoksen sääpalvelusta.

Jos huone on nokeentunut, niin jokaisen siinä olevan esineen, taulun, kirjan, kynän ym, alkuperäinen sijainti seinällä, pöydällä tai muulla pinnalla ilmenee savujäljestä siten, että esine suojaa alla olevaa pintaa nokeentumiselta. Tämä toimii myös kääntäen siten, että väitettäessä jokin esineen olleen tiettyssä paikassa

palotilassa sieltä tulisi löytää vaaleampi jälki siitä kohdasta, missä esine olisi suojannut alla olevaa pintaa.

Pistorasioiden ja pistokkeiden savujäljistä voidaan samalla tavalla päätellä, onko siihen liittyvä sähkölaite ollut kytkettynä sähköverkkoon palon aikana. Sähkökatkaisimien asento palon aikana selviää myöskin usein niissä olevista savujäljistä.

8.9 IKKUNALASIT

8.9.1 Yleistä

Tulipalon vaikutus ikkunalasiin riippuu monesta tekijästä kuten lämpenemisnopeudesta, lasin reunojen lämpöeristyksestä, ikkunanpuitteiden aiheuttamista jännityksistä lämpöjännitysten aiheuttamien muodonmuutosten estäjänä, mahdollisesta liekkikosketuksesta ja lasin jäähtymishistoriasta. Seuraava esitys käsittelee tavallista tasomaista ikkunalasia. Ikkunoiden rikkoutumisesta tulipalossa voidaan sanoa monenlaista palotapahtumista.

Tulipalossa syntynyt ylipaine ei yleensä riitä rikkomaan rakennuksen ikkunoita tai työntämään niitä ulos puitteista. Tavanomaisen ikkunalasin rikkoutumiseen tarvittavat ylipaineet ovat luokkaa 2,1 ... 6,9 kPa, kun tulipaloissa syntyneet ylipaineet ovat yleensä luokkaa 10 ... 30 Pa.

Ikkunalasi saattaa rikkoutua muistakin syistä kuin tulipalosta. Tavallinen tapa päästä rakennukseen ilman lupaa ja avainta on ikkunan rikkominen. Palokunta tulee myös joskus ikkunan kautta rakennukseen ja rikkoo ikkunoita myös savutuuletuksen takia.

Eräs mahdollisuus saada tietoa tästä asiasta on savujäljistä. Jos ikkuna on särkynyt ennen paloa, sirpaleissa ei todennäköisesti ole savua, mutta jos särkyminen on tapahtunut palon aikana, niin lasissa on savujälkiä toisella tai molemmilla pinnoilla. On kuitenkin syytä ottaa huomioon mahdollisuus, että sammutusvesi on saattanut huuhtoa pois savujäljet. Lisäksi on mahdollista että ikkunalasi on ollut niin lähellä kuumaa kohtaa tai liekkejä, että noki on palanut pois.

8.9.2 Lasin eri rikkoontumismekanismeja

8.9.2.1 LASIN RIKKOUTUMINEN ISKUSTA

Lasin rikkoutuminen iskusta jättää yleensä hämähäkkiverkkokuvion, missä on säteittäiset ja samankeskiset säröt. Haljenneen lasin reunojen säröistä voidaan päätellä kummalle puolelle ikkunasta isku on osunut.

Lähellä iskukohtaa olevien säteittäisten halkeamien reunojen jäljet muodostavat lähes suoran kulman lasin pinnan kanssa iskun vastakkaisella puolella. Samankeskisten halkeamien reunojen jäljet muodostavat lähes suoran kulman lasin pinnan kanssa iskun puolella eivätkä ole yhtä ilmeisiä.

Kauempana iskukohdasta olevien reunojen jäljet voivat olla tulkittavissa eri tavalla. Iskun suunnan arviointi olisi siksi tehtävä lähellä iskukohtaa olevien säteittäisten halkeamien reunojen jälkien perusteella. Tätä varten joudutaan yhdistämään ikkunan osia palapelin tavoin. Ikkunalasi murtuu yleensä lisää pudotessaan lattialle tai maahan, eivätkä näiden murtumien reunojen jäljet ole muiden jälkien tapaisia.

8.9.2.2 LASIN RIKKOUTUMINEN LÄMPÖJÄNNITYKSISTÄ

Lasin rikkoutuessa lämpöjännityksistä kolme erilaista prosessia muodostaa tyypilliset kuviot, joista mekanismi voidaan tunnistaa.

Lasin rikkoutuessa **vetojännityksestä ruudun reunasta** kuvio eroaa iskun aiheuttamasta särkymisestä kahdella tavalla:

- 1) Säröt alkavat ruudun reunoista (ei kulmista) ja jatkuvat ruudun keskiosia kohden satunnaisesti aaltoillen. Iskun aiheuttamat säröt etenevät lähes suoraan.
- 2) Lämpöjännityksestä haljenneen lasin reunoissa ei ole jälkiä, vaan reuna on lähes tasainen.

Tämä lienee tulipalossa yleisin ikkunaruujujen rikkoutumismekanismi ja aiheutuu ruudun epätasaisesta lämpiämisestä.

Estetystä muodonmuutoksesta johtuvat jännitykset ovat pieniä reunan vetojännitykseen verrattuina ja harvoin aiheuttavat ikkunan rikkoutumisen.

Lämpösokki. Liekin kosketus lasin pintaan aiheuttaa kosketuskohtaan voimakkaan lämpötilaeron. Tämä lämpösokkina tunnettu ilmiö aiheuttaa ruudun paksuussuuntaan jännityskentän, joka kuorii lasin pinnasta ohuita kerroksia lasin leikkauslujuuden ylittyttyä mutta riittävän voimakkaana vaikuttaen riittää murtamaan koko ruudun. Suurin lämpöjännitys, joka on myös rikkoutumishetki, syntyy äkillisesti lämmitettäessä hyvin nopeasti, lasilla alle 10 s:n kuluttua lämmittämisen aloittamisesta. Koska lasi johtaa lämpöä suhteellisen hyvin, lämpösokkia ei synny hitaasti lämpiävään ruutuun, kun lämpenemisaika on huomattavasti yli 10 s. Siten äkillinen liekin kosketus, äkillinen suuren liekin syntyminen kuten kaasun tai nestelämmikön palossa, tai äkillinen jäädyttäminen vesisuihkun osuessa kuumaan ruutuun ovat tärkeimmät tavat aiheuttaa tulipalossa ruudun lämpösokki.

Vesipisara jäädyttää ruutua vain pisaran halkaisijaan verrannolliselta alueelta. Jos kuuma lasi jäädytetään nopeasti esimerkiksi sammutusvedellä, lasin vesisumun puoleiseen pintaan muodostuu yleensä pieniä kuoppia. Niiden halkaisija on pisaran halkaisijan suuruusluokkaa, ja ne ovat aiheutuneet ohuen lasikerroksen leikkautumisesta irti ruudun pinnasta pisaran iskukohdasta. Kun vettä on niukasti, koko ruutu ei välttämättä rikkoudu. Jälkien perusteella voidaan arvioida, mistä suunnasta ensimmäiset vesisuihkut ovat tulleet palon tähän osaan.

8.9.2.3 LASIN RIKKOUTUMINEN RÄJÄHDYKSESTÄ

Räjähdyksessä rikkoutunut ikkunalasi hajoaa yleensä pieniksi siruiksi ja/tai pitkiksi, kapeiksi suikaleiksi. Räjähdyksessä sirpaleet lentävät selvästi pidemmän matkan kuin lämpöjännityksen särkemät ikkunalasit.

8.10 PALOJÄLKIEEN SIJAINI JA MUOTO

Palojälkiä voi löytää pinnalta, joka on altistunut paloilmioille. Tällaisia ovat mm. rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset pinnat ja rakenteet sekä palopaikkaa ympäröivät kohteet.

Seinille jääneet jäljet voivat olla lämmön jättämiä rajajälkiä pinnoille tai syvemmän palamisen jälkiä. Jos seinien pinnoitteet ovat osittain tai kokonaan tuhoutuneet tulipalossa, alla olevissa rakenteissa voi olla erilaisia palojälkiä. Nämä seinissä olevat jäljet ovat usein "V-" tai "U-" jälkiä, puhtaaksi palaneita alueita tai murtumia.

8.10.1 Katot

Huoneiden kattojen lisäksi tulisi kiinnittää huomiota pöytien, hyllyjen ja muiden vaakasuorien pintojen alla oleviin palojälkiin. Koska liekki ja kuumat palokaasut nousevat ylöspäin nosteen vaikutuksesta, niin lämmön vaikutus on voimakkain suoraan lämmönlähteen yläpuolella. Pöytien ja hyllyjen alaosien palojäljet voivat siten olla osoitus lämmönlähteestä. Vaikka tasopinta suoraan lämmönlähteen yläpuolella joutuu tavallisesti suurempaan lämpörasitukseen kuin ympäristö, saattaa olla tapauksia, joissa alkuperäinen lämmönlähde palaa nopeasti loppuun, mutta palo leviää sieltä enemmän palokuormaa sisältävälle alueelle ja kestää siellä pitempään aiheuttaen suuremmat vahingot.

Vaakasuorien pintojen alapuolella olevat jäljet ovat suurin piirtein ympyrän tai ympyrän kehän osan muotoisia reunojen tai seinämien lähellä. Ympyrän keskipiste määritetään ja tarkistetaan onko sen alapuolella ollut lämmönlähteitä.

8.10.2 Lattiat

Lattioiden ja lattiapäällysteiden palojäljet voivat johtua mm. palavista kalusteista, lattialle sulaneista palavista muoveista, lattialla olleista palavista nesteistä sekä kuumasta kaasukerroksesta ja liekeistä huoneen yläosassa. Huoneen lieskahduksen aikana ja sen jälkeen kuumen kaasukerroksen säteilyvirrantiheys ylittää 20 kW/m². Tavalliset palavat rakennusmateriaalit syttyvät tällä säteilytasolla.

Lattialautojen ja ovien kynnysten välisissä saumoissa tai raoissa voi olla palojälkiä, jotka johtuvat säteilystä tai saumoihin kertyneestä palavasta nesteestä. Mikäli huone ei ole lieskahtanut, palaminen lattialautojen saumoissa voi olla osoitus palavista nesteistä ja laboratorionäytteen ottaminen voi selvittää tämän asian.

Lieskahduksen jälkeinen palo voi aiheuttaa lattioihin ja kynnysten ympärille reikiä huoneessa olevien hyvin kuumien palokaasujen ja rakennuksessa olevien paikallisten, ilmaa syöttävien rakojen takia. Lattian alkuperäisen kunnan selvittämiseksi palanutta lattiaa on hyvä verrata palamattomiin osiin, mikäli sellaisia on.

8.10.3 Palojäljen matalin kohta

Tulipalo leviää tavallisesti ylöspäin. Palojälkien matalin kohta on silloin todennäköisesti lämmönlähteen läheisyydessä. On kuitenkin huomattava, että lämmönlähde palojäljen matalimman kohdan lähellä ei välttämättä ole alkuperäinen syttymiskohta. Palon aikana palava materiaali voi pudota ja jatkaa palamista alemmalla tasolla, levittää paloa sekä jättää sieltä alkavia palojälkiä. Tämä koskee erityisesti muovimateriaaleja, jotka palaessaan muodostavat valuvia tai tippuvia palavia osia ja levittävät paloa alaspäin sekä jättävät palamisjälkiä syttymiskohdan alapuolelle.

Palo voi myös levitä ylöspäin esim. putken läpiviennistä kerroksesta toiseen, jolloin palojälki näyttää päättyneen lattiatasoon. Alimman kohdan merkitys alkuperäisen syttymiskohdan selvittämisessä ei ole yksiselitteinen, joten kaikki mahdolliset vaihtoehdot pitää ottaa huomioon.

9. SYTTYMISKOHTA

9.1 YLEISTÄ

Yleensä syttymiskohtan jäädessä määrittämättä myös palon syy jää selvittämättä. Syttymiskohtan ratkaisemiseksi joudutaan yhdistämään tietoa ainakin seuraavista seikoista:

- a) tulipalon jättämät palojäljet
- b) kuulustelujen ja haastattelujen antamat tiedot palosta ja paloa edeltävästä tilanteesta
- c) palofysiikkaan ja -kemiaan perustuva analyysi (mallitus) tunnettujen tai oletettujen palotapahtumien (palon syttyminen ja kehittyminen) mahdollisuuksista aiheuttaa tiedossa olevia jälkiä.

Syttymiskohtan selvittämistä tehdään usein syttymisen syyn selvittämisen rinnalla samanaikaisesti palopaikan raivauksen, valokuvaamisen ja näytteiden ottamisen kanssa. Palonsyyn selvittämisessä systemaattisuus on työn A ja O. Tutkimuksissa on hyvä seurata tiettyä rutiinia, jolloin voi keskittyä varsinaiseen selvittämistyöhön eikä seuraavan askeleen keksimiseen. Seuraavassa esitetään palon syyn selvittämisen oppaassa NFPA 921 Guide for Fire and Explosion Investigations (1995) suositeltu menetelmä. Siihen kuuluvat alustava palopaikan tutkiminen, alustavan paloskenaarion luominen, yksityiskohtainen palopaikan tutkiminen, palopaikan raivaus, paloskenaarion arviointi ja syttymispaikan määrittäminen. Esityksen tarkoituksena on tukea palonsyyn tutkijaa, mutta ei rajoittaa häntä seuraamaan pelkästään tätä menetelmää. Koska jokainen palo eroaa muista paloista, palotapahtumaa tulee lähestyä avoimin mielin.

9.2 PALOVAURIOIDEN ARVIOINTI

Palon leviäminen ja vauriot merkitään yksityiskohtaisesti muistiin. Merkitään kaikki asiaan kuuluvat havainnot palojälkien tyypistä, sijainnista, muodosta, mitatusta laajuudesta, materiaalista, johon jälki on jäänyt, jälkien tulkinta ym. Palojäljet valokuvataan huolellisesti eri kuvakulmista jäljen koon, muodon, aseman palopaikalla sekä niiden muihin jälkiin liittymisen osoittamiseksi (luvut 5, 6 ja 8). Jos hiiltymissyvyysä on mitattu, ne merkitään vauriohavaintoihin, piirretään kuva ja hiiltymissyvyyskäyrät yhdistämällä samansyvyiset pisteet viivoilla ja tarpeen tullen interpoloimalla pisteiden välillä.

Lämmön ja liekkien leviämistä kuvaavia nuolia voidaan merkitä piirroksiin havainnollistamaan tutkijan käsitystä palon kulusta. Nuolilla voidaan myös kuvata erilaisia paloon kuuluvia tekijöitä, kuten lämpötiloja, lämpösäteilyvirran tiheyttä ja hiiltymissyvyysä. Jos nuolia käytetään kuvaamaan sekä faktoihin liittyviä havaintoja että tutkijan tulkintoja niistä, on selvästi osoitettava, kummasta on kysymys (eri värit, erityyppinen kirjoitus tms.).

9.3 PALOPAIKAN ALUSTAVA TUTKIMINEN

Palopaikan alustava arviointi aloitetaan vähiten vaurioituneista alueista ja sitä jatketaan pahiten vaurioituneisiin alueisiin. Arviointiin kuuluvat rakennuksen ulko- ja sisäpuoliset sekä lähiympäristön alueet.

Alustavan tarkastelun tuloksena on arvio palopaikan turvallisuudesta, tarvittavasta henkilöstöstä ja työvälineistä sekä alueista rakennuksessa ja sen ulkopuolella. Ne on tutkittava yksityiskohtaisesti. Työvaiheen huolellinen suorittaminen voi säästää paljon aikaa ja vaivaa tutkimuksen myöhemmissä vaiheissa.

Kaikkien kohtien sijainnit ilmoitetaan mahdollisimman tarkasti. Suunnat kiinnitetään ilmansuuntiin ja/tai hyvään kiintopisteeseen, esimerkiksi rakennuksen julkisivuun. Sijainnit ilmoitetaan niin selvästi, että jokainen raporttia myöhemmin lukeva henkilö pystyy yksikäsitteisesti hahmottamaan tilanteen. Huomattavat kohteet piirustuksissa ja kartoissa nimetään esimerkiksi kirjain- tai kirjaimen ja numeron yhdistelmämuodolla, tai laajemmissa rakennuksissa, joista on jo olemassa piirustuksia, joko niiden ruudukkosymbolilla tai teollisuusrakennuksissa eri kohteille annetuilla nimillä.

Palopaikan ympäristö sisällytetään tutkimuksiin. Sieltä voi löytyä tärkeitä rakenteista erillään olevia palojälkiä, rakennukseen liittyviä esineitä tai muuta tutkimusta edistävää aineistoa. Jokainen mielenkiintoinen havainto ja sen kohde rakennuksessa kirjataan. Tämän vaiheen voi yhdistää silminnäköiden etsimiseen ja haastatteluun.

Sääolosuhteet

Palon aikaiset säätiedot merkitään muistiin, tarkat mitatut tiedot saadaan Ilmatieteen laitokselta. Sääolosuhteiden mahdollinen vaikutus paloon otetaan huomioon. Palopaikan ympäristössä ja ulkoseinillä voi olla tähän viittaavia jälkiä.

Rakennuksen ulkopuolinen tarkastelu

Kierros palaneen rakennuksen ympäri antaa yleiskuvan vaurioiden laajuudesta ja sijainnista sekä mahdollisesta rakennuksen ulkopuolella olevasta syttymissyystä. Kirjataan palopaikan rakenne ja käyttö. Rakenteeseen liittyvät rakennustapa, käytetyt rakennusmateriaalit, pintamateriaalit, suoritettavat muutostyöt ja kaikki muut seikat, jotka voivat vaikuttaa palon syntyyn ja leviämiseen. Erityisesti otetaan huomioon vaurioiden laajuus rakennuksissa, jotka koostuvat eri aikoina rakennetuista osista. Jos eri osien rakennustapa ja -materiaalit eroavat huomattavasti toisistaan, vaurioiden laatu ja laajuus voivat myös vaihdella paljon rakennuksen eri osissa.

Selvitetään rakennuksen paloa edeltäneen hetken käyttö; minkälaista toimintaa rakennuksessa on ollut, missä ja milloin, siellä oleskelleiden henkilöiden lukumäärä ym. tiedot sekä onko rakennuksen käyttö muuttunut alkuperäisestä käyttötarkoituksesta.

Rakennuksen sisäinen tarkistus

Tämän vaiheen ensisijainen tarkoitus on määrittää alueet, jotka vaativat yksityiskohtaisen tutkimisen. Kaikki mahdolliset syttymiskohdat, syttymislähteet, palojäljet ja palokuormat otetaan huomioon.

Rakennuksen jokainen huone ja tila käydään läpi. Kirjataan kunkin huoneen käyttötarkoitus, siellä olevat esineet, niiden sijainti, tila ja varastointitapa sekä asumisen tai muun käytön olosuhteet. Merkitään muistiin rakennustapa ja pinnoitemateriaalit, savu ja lämpöjäljet, palossa vaurioituneet alueet ja vaurioiden laajuus eri alueilla: voimakas, keskitaso, vähäinen, ei ollenkaan. Verrataan näitä havaintoja rakennuksen ulkopuolisiin vaurioihin. Tässä vaiheessa selvitetään myös rakennuksen yleistila ottaen huomioon työturvallisuuteen liittyvät seikat.

Läpikäynnin aikana tarkistetaan myös, onko palon jälkeisiä muutoksia tapahtunut, esimerkiksi palojäännösten tai muiden esineiden siirtämistä tai poistamista, muutoksia sähköjärjestelmässä esimerkiksi tilapäisen valaistuksen saamiseksi tai kaasuputkiston muutoksia. Tällaiset muutokset, jotka ovat joko tahattomia tai tarkoituksellisia, voivat vaikuttaa huomattavastikin palojälkien tulkintaan. Jos muutoksia havaitaan, muutoksen tehnyttä henkilö(it)ä haastatellaan mahdollisimman nopeasti töiden laajuudesta ja niiden dokumentoinnista.

9.4 ALUSTAVA PALOSKENAARIO

Mielenkiintoiset alueet tunnistetaan hahmottamalla alustava kuva palon leviämisestä rakennuksessa. Tämä tehdään ottamalla huomioon vaurioituneiden alueiden laajuus rakennuksen eri osissa ja arvioimalla palon syttymiskohtaa. Skenaarion avulla tutkija voi organisoida ja suunnitella tulevaa työtä. Tämä vaihe on kriittinen jatkoa ajatellen. On tärkeää, että tutkija ottaa myös muita mahdollisia kuvia huomioon ja että nämä vaihtoehdot pidetään mielessä saman arvoisina tutkimuksen jatkuessa, kunnes havainnot tai niistä tehdyt johtopäätökset sulkevat ne pois. Skenaarioita mahdottomaksi tekevät väitteet on aina kirjattava tarkasti ennen skenaarion hylkäämistä, jotta jälkikäteen ennen loppupäätelmiä ajatuksen-kulkua voitaisiin tarkistaa.

Tutkimuksen alussa ei saa kiintyä yhteen teoriaan niin, että pyrkii löytämään vain sitä tukevia todisteita. Tutkimuksessa haetaan kaikki olemassa olevat tosiasiat ja käytetään niitä palotieteen periaatteisiin perustuvien teorioiden luomiseksi. Työn aikana voi tulla esiin havaintoja ja tietoja, jotka muuttavat paloskenaariota monta kertaa ennen lopullisen käsityksen muotoutumista. Siksi ensimmäistä teoriaa palosta pidetään alustavana ja tutkimusta tehdään mieli avarana.

Jatketaan tutkimalla mielenkiintoisten alueiden lämmitys-, ilmanvaihto- (koneellinen ja/tai luonnollinen), sähkönjakelu- ja paloturvallisuusjärjestelmiä, sähkö- ja muita laitteita. Näitä järjestelmiä ja laitteita tutkitaan myös palosta vaurioituneiden alueiden ulkopuolella, koska sieltäkin voi löytyä palonsyyn selvittämistä auttavaa tai vähintään laitteista ja materiaaleista saatavaa vertailutietoa.

9.5 YKSITYISKOHTAINEN PALOPAIKAN TUTKIMINEN

9.5.1 Ulkopuolinen tutkiminen

Alustavan arvion jälkeen siirrytään yksityiskohtaiseen tutkimiseen, jonka päämääränä on syttymiskohdan selvittäminen.

Lähtökohta on rakennuksen ulkopuolinen tutkimus. Vaikka palo on selvästi alkanut rakennuksen sisäpuolella, ulkopuoliset havainnot, valokuvat ja piirroukset auttavat rakenteiden hahmottamisessa, määrittämään palovaurioiden laajuutta ja saattavat paljastaa muuten näkymättömiä yksityiskohtia.

Paloa edeltävä tilanne

Paloa edeltävä tilanne selvitetään rakennuksen piirustuksista, suoritetuista korjaustöistä, palotarkastajan käynneistä ja -lausunnoista jne. Tarkistetaan perustuksen, hormien ja savupiippujen tila, sähkö- ja lämmitysjärjestelmän tyyppi, tila sekä kulutusmittareiden lukemat.

Ovet ja ikkunat

Tarkistetaan jokaisen oven tila, onko ovi auki vai kiinni, ehjä, rikkoutunut ja onko ovi murrettu. Selvitetään oven lukitusmekanismi ja sen tila. Jos ovi on murrettu, selvitetään tapahtuiko murtaminen ennen paloa vai sen jälkeen. Tämä selviää joskus tarkastelemalla murtopintoja ja niissä olevia savu- ja nokijälkiä tai niiden puuttumista (muotojäljet kohta 7.1.3, savu ja noki kohta 8.8). Ikkunat tarkistetaan samalla tavoin (muotojäljet kohta 7.1.3, ikkunalasit kohta 8.9).

Räjähdy jäljet

Jokainen ulkoisen pinnan siirtymä kirjataan. Siirtyneiden kappaleiden koko, siirtymän laajuus ja kauemmaksi lentäneiden osien sijainti rakennukseen nähden merkitään piirustuksiin. Siirtymien paljastamien pintojen hiiltyminen ja nokeentuminen merkitään myös piirustuksiin.

Palovauriot

Rakennuksen ulkopuoliset palovauriot kirjataan. Erityistä huomiota kiinnitetään sekä rakennukseen normaalisti kuuluviin aukkoihin että muihin aukkoihin. Rakennukseen kuuluvat aukot kuten ovet, ikkunat, tuuletus- ja muut hormit, joista palokaasut voivat kulkea, ja niiden lähiympäristö voivat antaa tietoa palon ja palotuotteiden kulusta. Muut asiaankuulumattomat aukot ovat palon, sammutustöiden tai murtautumisen aiheuttamia. Palon aiheuttamat aukot ovat osoituksena voimakkaasta palosta tai rakenteiden heikosta kohdasta. Erillään olevat palon aiheuttamat aukot voivat olla osoitus useammasta syttymiskohdasta (mahdollinen tahallinen sytyttäminen), muutamaan kohtaan keskittyneestä palokuormasta tai palosta, joka on levinnyt siten, että on muodostunut useampi kuin yksi intensiivinen palorasitus rakenteen heikkoihin kohtiin.

Palokunnan tekemät aukot liittyvät yleensä sisäänmurtautumiseen tai palokaasujen tuuletukseen. Viimeksi mainitut aukot voivat vaikuttaa huomattavasti palotapahtumiin ja virtausolosuhteisiin kuten on tarkoituskin, ja aiheuttaa siten oudon näköisiä palojälkiä. Palonsyyn tutkijan on huolellisesti selvitettävä palokunnan kanssa sammutustöiden aikana tehdyt toimenpiteet ja otettava ne huomioon palojälkien tulkinnessa.

9.5.2 Sisäpuolinen tutkiminen

Rakennus tutkitaan sisältä silloinkin kun näyttää selvältä, että palo ei ole sieltä syttynyt, koska sieltä voi tehdä havaintoja suoraan syttymiskohtaan liittymättömistä paloilmioista. Sisätilat kirjataan valokuvoin ja piirroksin. Tutkimus seuraa samoja päälinjoja kuin ulkopuolinen tutkimus.

Paloa edeltävä tilanne

Selvitetään paloa edeltävä tilanne, erityisesti tiloissa, joista palo on alkanut ja joissa se on kehittynyt. Ainakin seuraaviin seikkoihin on kiinnitettävä huomiota: yleiseen siisteyteen ja järjestykseen, helposti syttyvien aineiden kasaumiin (esim. roskat), sähkölaitteiden oikeaan käyttöön (ylikuormittuminen, väärät asennukset jne.), palohälyttimien olemassaoloon, samoin sammutusjärjestelmiin ja palo-oviin. Tarkistetaan, ovatko paloturvallisuusjärjestelmät toimintakunnossa ja toimivatko ne palon aikana, olivatko ne mahdollisesti poiskytkettynä. Tarkistetaan, onko rakennuksessa oleva palokuorma sellaista kuin olisi odotettavissa sentyyppisessä rakennuksessa ja miten se on vaikuttanut palon leviämiseen.

Pyritään selvittämään, missä määrin paloa edeltävä tilanne on vaikuttanut palon syntyyn ja sen kehitykseen.

Sähkö ja lämmitys

Selvitetään sähkö- ja lämmitysjärjestelmien tyyppi, laatu ja vauriot. Jos lämmityksessä tai ruoanlaitossa on käytetty kaasua, tarkistetaan kaasuputkiston kunto ja mahdolliset vuotokohdat sekä arvioidaan ovatko vauriot syntyneet ennen paloa vaiko palon aikana. Sähköpaloja käsitellään kohdassa 11.3.

Räjähdykset

Seurataan ulkopuolisen tutkimuksen ohjetta. Yritetään selvittää räjähdysvaurioiden keskipiste. Selvitetään onko räjähdys tapahtunut ennen paloa vai palon aikana.

9.6 PALOPAIKAN RAIVAUS

Yleistä

Lattialle putoavat palojäännökset ja muu aines muodostavat kerroksia jotka vastaavat palon kehityksen eri hetkiä. Rakennuspalon aika-asteikko on minutteja tai tunteja. Palojäännökset eivät yleensä ole siististi kerroksittain. Suuremmat

osittain palaneet kappaleet saattavat olla hienojakoisemman palojäännöksen, kuten tuhkan, sulaneen muovin tai lasisirujen seassa. Tästä huolimatta nämä hajanaiset kerrostumat ja niissä olevien esineiden suhteelliset sijainnit voivat antaa tärkeää tietoa palon kehittymisestä.

On huomattava, että osa tästä todistusaineistosta voi hävitä, jos palojäännöksiä on siirretty joko sammutustöiden tai huolimattomasti tehdyn palonsyynselvityksen yhteydessä. Sammutustöiden aikana tehdyistä toimenpiteistä tehdään luettelo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Raivaustöiden tarkoituksena voi olla joku tai jotkut seuraavalta listalta:

- 1) syttymiskohdan tai -kohtien paikallistaminen tai varmistaminen
- 2) huoneen paloa edeltäneen tilan rekonstruointi
- 3) paloa edeltäneiden tapahtumien selvittäminen
- 4) ennen paloa paikalla olleiksi ilmoitettujen esineiden etsiminen
- 5) paloa aiheuttavien esineiden etsiminen
- 6) paloa kiihdyttävien aineiden etsiminen
- 8) palon kehittymisen selvittäminen.

Kiinnitetään huomiota seikkoihin, jotka kertovat jotain paloa edeltävistä tapahtumista, kuten murtovarkaan siirtämät tavarat, sammutusyritykset (kattilat tai muut mahdollisesti vettä sisältäneet astiat, käsisammuttimet ym.), puuttuvat tai asiaan kuulumattomat esineet, erityisesti tuhopolttoon viittaavat esineet, kuten pullot ja muut mahdollisesti nesteitä sisältäneet astiat, tulitikut ja muut sytytysvälineet, ajastimet, johdot, langat ja paloa kiihdyttävät aineet. Vertaa lukuun 7 "Näytteiden ottaminen".

Raivaaminen

Ensimmäiseksi on selvitettävä, voiko rakennuksen raivattavassa osassa työskennellä turvallisesti. Rakennus on todennäköisesti vaurioitunut eniten syttymiskohdan läheltä. Lattia voi olla heikentynyt tai siinä voi olla reikiä, syttymiskohdan yläpuolella oleva katto voi sortua, samoin lähellä olevat seinät. Sähköiskun vaaran takia varmistetaan, että rakennuksen kaikki osat ovat jännitteettömiä. Selvitetään, onko tutkittavassa paikassa vaarallisia aineita.

Raivaus suoritetaan huolellisesti kerros kerrokselta. Edellä mainitussa alustavassa tutkimuksessa on rajattu raivattava alue. Raivaustyöstä tehdään piirroksia ja otetaan valokuvia. Rakennus- ym. piirustuksia hyödynnetään. Tehdään tila, jonne palojäännökset voidaan siirtää ja vältetään palojäännösten siirtämistä kahteen tai useampaan kertaan. Mahdollisuuksien mukaan käytetään rakennusta ja sen sisältöä tuntevan henkilön asiantuntemusta hyväksi.

Raivauksessa löydetty esineet ja niiden sijainti, asento ja tila kirjataan. Esineet säilytetään tilapäisesti turvallisessa paikassa siihen asti, kun on päätetty, mitkä esineet tarvitaan tarkempia tutkimuksia varten. Tärkeät löydöt merkitään heti,

pakataan huolellisesti siten, että ne säilyvät löytöhetken tilassa, ja toimitetaan asianomaiseen paikkaan (vastaavalle tutkijalle). Vertaa lukuun 7 "Näytteiden ottaminen".

9.7 PALOPAIKAN ENNALLISTAMINEN

Ennallistamalla palanut alue tai sen osa saatetaan paloa edeltävään tilaan. Tämä voidaan tehdä palojäännösten raivauksen ja dokumentoinnin jälkeen. Löydetyt esineet sijoitetaan alkuperäisiin paikkoihin ja niihin jääneet palojäljet tutkitaan. Tavallisesti esineet ovat jättäneet sijaintia osoittavan jäljen tai jälkiä, kuten pöydänjalkojen lattiaan jättämät pienet, vaaleat jäljet. Esineitä siirretään usein sammutustyön aikana, mutta nämä jäljet voivat helpottaa ennallistamista.

Tarkasta ennallistamisesta nähdään selvemmin palon jättämät jäljet ja niiden suhde paikalla oleviin esineisiin. Tämän avulla voidaan mahdollisesti paremmin hahmottaa palon syttymiskohta. Ennallistuksen valokuvaaminen voi oleellisesti helpottaa asian esittämisen toisille henkilöille.

Ennallistamistyöhön ryhdyttäessä kannattaa selvittää huolellisesti, missä rakennuksen osissa tämä kannattaa tehdä rajaamalla todennäköinen syttymisalue mahdollisimman pieneksi. Ennallistaminen suoritetaan yleensä samanaikaisesti kuin raivaustyö.

Ennallistaminen edellyttää tietysti rakennuksesta ja sen sisällöstä riittävästi jäljelle jäänyttä ennallistettavaa.

Ennallistamisessa käytetään mahdollisimman paljon hyödyksi palokunnan tietoja rakennuksen ja sen osien kunnosta ja sisällöstä sammutustyön aikana. Tämä koskee erityisesti palokunnan siirtämiä esineitä ja niiden rakenteisiin kohdistunutta toimintaa. Rakennuksen omistajan ja/tai siellä olevien henkilöiden (yleensä asianomistajien) kertomukset ovat periaatteessa aina tarkoituksenmukaisia tai väritettyjä, joten niihin on suhtauduttava sopivan varauksellisesti tutkimusten alussa.

Ennallistamisen valmistelussa otetaan työturvallisuuskohdat huomioon, sillä palojäännösten siirtäminen saattaa vaikuttaa rakenteiden kestävyYTEEN, johtaa sortumisiin tai paljastaa reikiä lattiassa, jännitteellisiä sähköjohtoja tai vaarallisia aineita.

Voidaan myös käyttää palon kehittymistä kuvaavia laskennallisia ennallistamismenetelmiä tai kokeellista ennallistamista, missä joko pienen osan tai koko palon todennäköistä kulkua jäljitellään. Laskennallisilla ja kokeellisilla ennallistamisilla voidaan esimerkiksi selvittää, ovatko tietyt syttymismekanismit mahdollisia tai todennäköisiä, tai saada tietoa palon ajallisesta kehittymisestä.

9.8 PALOTILANTEEN ARVIOINTI JA SYTTYMISKOHDAN MÄÄRITTÄMINEN

Ulko- ja sisäpuolisen tarkastelun jälkeen palonsyyn tutkija luo kuvitteelliset palon leviämisen tilanteet havaintojen pohjalta. Mahdolliset ristiriidat kuvitellun tilanteen ja havaintojen välillä kirjataan ja selvitetään. Jos ristiriidat eivät selviä, tilanne arvioidaan uudestaan ristiriitojen vähentämiseksi tai otetaan käyttöön uusia kuviteltuja tilanteita.

Lopputuloksena arvioidaan, onko palon syttymiskohta määritettävissä käytettävissä olevan tiedon perusteella. Jos näin on, niin tutkitaan kaikki mahdolliset syttymissyöt tässä kohdassa ja sen läheisyydessä.

Jos syttymiskohta jää määrittämättä, palonsyyn selvittäminen vaikeutuu huomattavasti. Syttymiskohdan tunnistaminen saattaa silloin jäädä kokonaan todistajan ilmoituksen varaan. Tutkimuksessa on erittäin huolellisesti haettava seikkoja, jotka puhuvat todistajan ilmoituksen puolesta tai sitä vastaan.

10. SYTTYMISSYY

10.1 JOHDANTO

Syttymissyyn tutkimuksessa tarvitaan tietoa niistä olosuhteista ja tekijöistä, jotka ovat välttämättömiä palon syttymiseksi. Tällaisia ovat mm. syttymiseen liittyvä laite tai väline, riittävä syttymislähde, ensimmäiseksi syttyneen aineen laatu ja muoto sekä olosuhteet tai (inhimillinen) toiminta, joka yhdisti nämä tekijät siten että tulipalo syttyi. Muitakin kuin edellä mainittuja seikkoja saattaa tulla kysymykseen.

10.2 SYTTYMISLÄHDE

Syttymisenergian lähde on useimmiten syttymiskohdan lähellä, vaikka joissakin tapauksissa tilanne ei ensinäkemältä tällaiselta vaikuttaisi. Energialähde saattaa joskus säilyä tunnistettavassa muodossa syttymiskohdan lähellä, joskus sen ulkomuoto on muuttunut tai se on kokonaan hävinnyt. Syttymislähde on kuitenkin löydettävä ja tunnistettava, jotta syttymisen syy selviäisi. Joskus syttymislähde on tunnistettavissa ainoastaan pääättelemällä, ja silloin ilmoitetaan eri mahdollisuuksista todennäköisin.

Syttymisprosessiin liittyy energian tuottaminen, energiansiirto ympäristöön ja ympäristössä olevan polttoaineen lämmittäminen syttymiseen asti.

Energialähteen on kyettävä tuottamaan ja siirtämään riittävästi energiaa ympärillä olevaan polttoaineeseen sen sytyttämiseksi.

Energia siirtyy johtumalla, kuljettumalla tai säteilemällä. Johtumalla energia siirtyy, kun polttoaine koskettaa suoraan energialähdettä, esimerkiksi yli-kuormitetun sähköjohdon eriste, joka koskettaa johdinta. Jos energialähde on erillään polttoaineesta, energiansiirto voi tapahtua joko kuljettumalla, säteilemällä tai näiden yhdistelmällä. Kuljettumalla energia siirtyy fluidin, nesteen tai kaasun välityksellä, pahimmillaan kemiallisen ja lämpöenergian yhdistelmänä esimerkiksi palavina kaasuna. Säteily voi olla peräisin kuumien esineiden pinnasta, liekeistä tai kuumasta kaasukerroksesta.

Kun energiaa siirtyy polttoaineeseen, aineen lämpötila nousee. Eri polttoaineet reagoivat eri tavalla saamaansa energiaan. Osa energiasta voi heijastua pois niiden pinnasta, osa voi siirtyä aineeseen, jossa se nostaa kappaleen lämpötilaa ja kulkeutuu viileämpään ympäristöön.

Tuotaessa energiaa kappaleeseen ulkopuolelta pinnan lämpötilan nousua säätelee lämpötunkeutumiskerroin, joka on pieni kevyillä aineilla (solumuovit ja muut kevyet lämmöneristeet), keskinkertainen monilla jähmeillä rakennusmateriaaleilla (puutuotteet, betonituotteet) ja hyvin suuri metalleilla (teräs).

Syttymisalueen tai -kohdan määrittämisen jälkeen on tunnistettava energianlähde, laite, aine tai tilanne, joka on voinut aiheuttaa syttymisen. Lämpöä tuottavia

laitteita ovat esimerkiksi kiinteät ja siirrettävät lämmittimet, kaasui- tai sähkökäyttöiset laitteet, uunit, vedenlämmittimet, puuhellat, lamput, poltto- moottorit ja vaatekuivurit.

Vialliset laitteet ovat myös mahdollisia energian lähteitä, joita yllä mainittujen lisäksi voivat olla kaikenlaiset sähkölaitteet, moottorit, muuntajat ja sähkö- käyttöiset koneet.

Palavien kaasujen mahdollisia syttymislähteitä ovat mm. sähkömoottoreiden hiiliharjojen aiheuttamat kipinät, sähkökatkaisimien kipinät, kaasulaitteiden liekit, oikosulkukipinät ja tulityöt.

Palavat kaasut tai nestehöyryt voivat kulkeutua pitkiä matkoja ennen kuin osuvat syttymislähteeseen. Syttyminen edellyttää tiettyjä olosuhteita, kuten kaasui- ilmaseoksen pitoisuutta syttymisrajojen välillä ja riittävää energialähdettä (minimisyttymisenergia) on palamiskykyisessä seoksessa. Kaasujen tapauksessa etäisyys polttoainelähteen ja syttymiskohdan välillä saattaa olla huomattava ja aiheuttaa hämmennystä.

Palaneen tilan omistajilta, vuokraajilta, käyttäjiltä ja asukkailta hankitaan tietoa syttymiskohdan lähellä olevista mahdollisista energialähteistä: miten ja milloin niitä on käytetty. Tietojen hankkiminen on erityisen tärkeää silloin, kun syttymislähde häviää tulipalossa, kun syttymislähde on pieni tai kun syttymislähde jää muuten helposti huomaamatta.

10.3 ENSIKSI SYTTYVÄ AINE

Syttymislähteestä energia siirtyy sitä lähellä olevaan aineeseen ja sytyttää tämän. Aineen fysikaalinen olomuoto vaikuttaa oleellisesti sen syttymisherkkyyteen. Jähmeä aine, jonka pinta-ala - massa -suhde on suuri, kuten pöly, kuitu tai paperi, syttyy helpommin kuin aine, jonka pinta-ala - massa -suhde on pieni. Mitä suurempi ensiksi syttyvän aineen pinta-ala -massa -suhde on, sitä matalampi on siis syttymiseen tarvittava energiataso.

Kaasut ja höyryt voivat syttyä välittömästi hyvin pienestä energiamäärästä, aineesta ja olosuhteista riippuen 1 ... 100 mJ. Pölyt syttyvät kaasujen ja höyryjen tavoin, kun hiukkasten läpimitta on alle 60 μm . Palava neste syttyy samalla mekanismilla kuin höyry, jos nesteen lämpötila on leimahduslämpötilan yläpuolella, jolloin nesteen pinnan välittömässä läheisyydessä on syttyvä höyryseos. Jähmeän aineen sytyttämiseen tarvitaan suurempi energiamäärä, joka riippuu sytytettävän aineen koosta ja materiaalista.

Ensiksi syttyvä aine voi olla syttymislähteen osa, esimerkiksi ylikuumentuneen kahvinkeitin muovinen kuori, tai syttymislähteen välittömässä läheisyydessä, esimerkiksi kuuman keittolevyn päällä oleva pyyhe.

Ensiksi syttynyt aine voi olla kaasu tai höyry. Silloin voi käydä niin, että kaasun syttymiskohta ja rakennuksen tai sen sisustuksen varsinaisen palon alkamiskohta

ovat eri paikoissa. Jos syttyminen aiheuttaa räjähdysten, polttoaineena on yleensä kaasu, höyry tai pöly.

Ensiksi syttyneen aineen tunnistaminen on tärkeää palon syttymismekanismin ymmärtämiseksi. On pidettävä mielessä, että aineella täytyy olla sellaiset ominaisuudet, että se syttyy energialähteen asettamissa rajoissa. Esimerkiksi otetaan tulitikun jäännökset massiivisella puupöydän palaneella pinnalla. On käytännössä varmaa, ettei palava tulitikku sellaisenaan sytytä pöydän pintaa. Se on myös voinut sammua tai voitu sammuttaa ja heittää pöydälle ennen paloa. Sen sijaan tulitikku on voinut sytyttää pöydällä olevaa paperia tai muuta kevyempää polttoainetta, josta palo on voinut levitä muualle.

10.4 SYTTYMISSYY

Syttymislähde tai polttoaine yksinään ei pysty sytyttämään tulipaloa, vaan näiden yhdistelmä johtaa tulipaloon. Pelkän polttoaineen tai mahdollisen syttymislähteen olemassaolon perusteella ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä tulipalon syttymissyystä, vaan syttymiseen liittyvä tapahtumasarja on selvitettävä.

Selvitetään, mitkä olosuhteet ja tapahtumat ovat voineet esiintyä syttymistapahtumassa ja missä aikajärjestyksessä. Käydään läpi kaikki mahdolliset tapahtumasarjat ja otetaan nämä huomioon syttymistä selvittävässä lopullisessa ratkaisussa.

Tutkimuksissa ei saa poistaa tiettyä syytä mahdollisten joukosta pelkästään sen perusteella, ettei siitä syystä ole mitään ilmiselvää osoitusta, esimerkiksi kun sähkölämmittimestä ei löydy kipinöimisen tai ylikuumenemisen jälkiä. Jonkin mahdollisuuden voi poistaa epäiltyjen joukosta vasta sen jälkeen, kun voidaan osoittaa, ettei se ole mahdollinen syttymissyys; esimerkiksi sähkölämmittintä ei ollut kytketty sähköverkkoon palon syttymishetkellä.

11. TAVANOMAISIA SYTTYMISSYITÄ

11.1 TAHALLINEN SYTYTTÄMINEN

1990-luvun alun tuhopolttoja käsittelevässä tutkimuksessa arvioidaan, että kaikista tulipaloista tuhopolttoja on 31 %. Arvioon on otettu huomioon ryhmät "tahallinen", "alle 15-vuotiaan aiheuttama", "lasten leikki tulella" sekä 30 % ryhmästä "syy tuntematon".

11.2 LÄMMITTÄMINEN, RUOANLAITTO JA VALAISTUS

11.2.1 Lämmittäminen

Lämmityslaitteiden aiheuttamat ongelmatilanteet riippuvat lämmitykseen käytetystä polttoaineesta. Kaikilla on yhteisenä piirteenä, että väärin asennettuna laite voi kuumentaa ja sytyttää ympäristönsä joko suoraan koskettamalla tai kuljettumis- tai säteilymekanismin avulla. Vaikka lämmityslaite olisi oikein asennettu, liian lähelle tuodut palavat aineet, tekstiilit ym. voivat syttyä joko suoraan koskettamalla laitteen kuumaa osaa tai epäsuorasti aiheuttamalla laitteen ylikuumentumisen.

Puulämmitteisten laitteiden kuuma tuhka ja kuona tyhjennettynä laitteen tuhka-astiasta palavasta materiaalista tehtyyn astiaan on aiheuttanut monta tulipaloa.

Väärän polttoaineen käyttö tai väärä sytytystapa on myös huomattavia palonsyitä. Esimerkkinä voidaan mainita puulämmityslaitteiden sytyttäminen sytytysnesteillä tai vielä pahemmin bensiinillä, mikä nesteen höyrystymisen jälkeen voi johtaa räjähdykseen ja palon hyvin nopeaan leviämiseen.

Maa- ja nestekaasulämmityslaitteissa vaarana on kaasuvuoto, jonka sytyttämiseksi lämmityslaitteena käytetty kuuma säteilijäkin on lähes aina riittävä. Kaasuvuodosta voi seurata räjähdys.

Lämmityspetrolikamiinan kaatuminen saattaa johtaa polttoaineen valumiseen ja syttymiseen. Öljylämmityslaitteiden öljyvuodot ovat myös mahdollinen palovaaran aiheuttaja.

Kaikissa tapauksissa edellytetään tietysti laitteen olleen käytössä. Jos laite on ollut käytössä, selvitetään kuinka kauan ja millä polttoaineella. Kaikkien säätöjen, luukkujen ja peltien asennot on kirjattava ja valokuvattava.

11.2.2 Ruoanlaitto

Ruoanlaittoon liittyvillä paloilla on usein silminnäkijöitä, ne voidaan useimmiten paikallistaa keittiöön ja niiden syttymishetki on usein ennen ruoka-aikaa. Näistä syistä ruoanlaittoon liittyvät palot ovat usein helposti tunnistettavissa.

Rasvakattilat ovat tavallinen syttymissyy. Tulipalo saa myös usein alkunsa kuumen keittolevyn päällä tai vieressä olevista pyyhkeistä, verhoista tai muista esineistä.

11.2.3 Valaistus

Tavanomaisin sisätilojen valaistusväline on **hehkulamppu**, missä ohutta volframilankaa hehkutetaan sähkövirralla lasikuvussa inertissä kaasukehässä.

Hehkulampun kuvun pintalämpötila sellaisenaan ei yleensä riitä sytyttämään selluloosapitoisia materiaaleja. Pienet paperi- tai tekstiilipalat voivat kärventyä koskettaessaan lasikupua, mutta syttyvät harvoin. Sen sijaan suuremmat paperin- tai tekstiilipalat voivat estää lämmönsiirtoa lampusta, nostaa lasikuvun lämpötilaa ja syttyä palamaan.

Vaikka lähes kaikki nykyajan valaisimet toimivat sähköllä, **avoliikkivalaistusta** käytetään esimerkiksi tunnelmavalona joulunaikaan. Huolimattomasti käytettyinä erilaiset kynttilät ja lämpökynttilät aiheuttavat joka vuosi tulipaloja, kun kynttilä on jätetty liian lähelle palavaa ainetta tai sen päälle, epäsovivaan kynttiläjalkaan tai sen korvikkeeseen jne. Lämpökynttilät ja erilaiset lämpökynttilöitä käyttävät kynttilälyhdyt ovat osoittautuneet erityisen vaarallisiksi. Steariinin tai parafiinin jälkiä löydettyä kynttilä on otettava huomioon palon sytyttäjänä.

11.3 SÄHKÖTEKNISET SYYT

11.3.1 Yleistä

Sähköiset palon syttymissyyt kattavat palotilastoista huomattavan osan.

Sähköiset palonsyyt voidaan syttymismekanismien perusteella karkeasti jakaa neljään ryhmään:

- oiko- ja maasulut
- liitoskohdan huono kosketus
- ylikuormitus
- staattinen sähkö.

Liitoskohdan huono kosketus tai ylikuormitus voi sytyttää tulipalon ylikuumentumisen kautta, mutta voi myös johtaa valokaareen ja sillä tavalla sytyttää palon.

Sähköpalojen syttymissyytilastoissa näkyy lisäksi usein myös ryhmän "väärin käytetyt sähkölaitteet". Ryhmä poikkeaa kuitenkin luonteeltaan edellä mainituista varsinaisista sähköisistä palonsyistä, koska perimmäinen syy on käyttäjän huolimattomuus, tietämättömyys tai tahallinen teko. Tällaisia ovat esimerkiksi

väärin sijoitetut sähkölämmittimet ja päälle unohtuneet sähköliedet. Väärin käytetyt sähkölaitteet muodostavat tilastoissa suuren ryhmän.

Tulipalon jälkeen sähköjärjestelmissä esiintyy usein oikosulkujen ja valokaarien jälkiä. Jälki voi olla osoitus tulipalon syttymissyystä (ensisijainen jälki) mutta myös tulipalon seuraus eli tulipalossa lämpö on aiheuttanut valokaaren (toissijainen jälki). Lisäksi voi esiintyä normaalikäytön valokaaria ja kipinöitä jotka eivät liity tulipaloon.

Sähköisten palonsyiden tutkimisen vaikeutena on, ettei ole olemassa rutiinimenetelmiä ensisijaisten ja toissijaisten vahinkojen erottamiseksi toisistaan. Usein on yhtä vaikeata osoittaa sähköisen syyn mahdottomuus syyttäjänä kuin syyntymiseen liittyminen varmasti sähköön.

11.3.2 Valokaaren jättämät jäljet

Täydellisen oikosulun aiheuttama jälki on yleensä hyvin paikallinen ja rajoittunut kosketuskohtaan, jonka pinnalle on jäänyt pienehkö kuoppa. Joskus johtimet jäävät kiinni toisiinsa.

Valokaari sulattaa kuparia paikallisesti ja aiheuttaa äkillisiä muodonmuutoksia johtimessa. Vierekkäin saattaa olla useampien valokaarien jättämiä jälkiä. Sulanut kohta voi olla sileähkö kuoppa, jonka reunassa voi olla sulan kuparin ulkonema. Kuoppa voi myös olla rosainen ja siinä voi olla monta pientä sulan kuparin ulkonemaa. Monisäikeisissä johtimissa voi paremminkin esiintyä pisaranmuotoisia jälkiä ja johtimien yhteensulautumista kuin kuoppia.

Valokaarijäljen vieressä on usein sulamaton kuparipinta, jonka päällä voi olla roiskeita valokaaren sulattamasta kuparista, jos johdin on ollut paljaana valokaaren aikana.

Valokaari voi myös sulattaa johtimen poikki. Johtimen päähän muodostuu silloin usein pyöreä pisara. Monisäikeisessä johtimessa säikeet voivat sulaa yhteen.

Pisaroita saattaa irrota johtimista ja löytyä irrallisina palojäännöksistä erityisesti valokaaren palaessa suljetussa rasiassa.

Jos johtimen eriste on hiiltynyt, saattaa esiintyä valokaaria, jotka jättävät kymmenien senttimetrien pituisia jälkiä johtimeen sulattamalla tai katkaisemalla johtimia. Hiiltymisen tapahtuu luonnollisesti yleisesti tulipaloissa, jolloin myös usein esiintyy valokaaria. Kirjallisuudessa esitetään, että löydettyessä tavanomaisissa kotitalousolosuhteissa pitkiä (yli muutamien millimetrien pituisia) sulaneita johdinosia tai johtimia ympäröiviä sulaneita putkenosia, valokaari on ollut tulipalon aiheuttama eikä tulipalon syy. Tätä ei kuitenkaan voi pitää täysin ehdottomana sääntönä.

Valokaaren teräslevyihin aiheuttamat reiät ovat usein soikion muotoisia ja niiden reunat epäsäännöllisesti sulaneet.

Valokaaren purkauksessa vapautunut energia voidaan karkeasti arvioida purkausjäljistä mittaamalla sulaneen metallin määrä ja kertomalla tämä metallin sulamislämmöllä. Sulaneen metallimäärän arviointi voi tapahtua mikroskoopin mitta-asteikkoa käyttäen tai säännöllisistä metallinkappaleista (kiskot, levyt, langat) punnitsemalla vaurioitunut kappale ja vertaamalla tulosta samanlaisen vaurioitumattoman kappaleen massaan. Purkausenergian perusteella voidaan arvioida kvantitatiivisesti purkauksen mahdollisuutta sytyttää paloa sen ympärillä olevissa kohteissa järjestämällä kokeita samankaltaisessa ympäristössä ja mittaamalla, millä purkausenergialla kohde syttyy. Menettely on käyttökelpoinen erityisesti teollisuuslaitteiden paloturvallisuutta arvioitaessa mutta myös palonsyyn tutkinnassa selvitetäessä, onko mahdollinen valokaaren purkaus voinut sytyttää kohteen.

11.3.3 Liitoskohdan huono kosketus (kuumat liitokset, löysät liitokset)

Kuumassa liitoksessa saattaa olla seuraavat tunnusmerkit:

- Liitoksen osissa on paikallisen kuumentumisen jälkiä.
- Liitoskohtien pinnat ovat tummentuneet, kuoppautuneet tai syöpyneet.
- Liitos tai sen suojuus on hiiltynyt syvältä palavan pinnan kosketuskohdasta.
- Kotelossa on vaurioitunut liitos, mutta toinen liitos on ehjä tai siinä on ainoastaan kuumuuden aiheuttama jälkiä. Tämä edellyttää, etteivät matalalla sulavat metallit, kuten alumiini ja sinkki, ole seostuneet kupariin.

Tulipalon syttyminen kuumasta liitoksesta edellyttää, että

- sähköjohdin on ollut kuormitettuna
- johtimen ympäristössä on ollut palavaa materiaalia, joka voi syttyä liitoksen lämmöstä.

11.3.4 Ylikuumentuneet sähköjohdot (ylikuormitus)

Merkkejä johtimen ylikuumentumisesta ovat mm. seuraavat:

- Johtimen eriste on sisäpuolisesta lämpenemisestä vaurioitunut koko matkaltaan ylikuormituskohdasta virransyöttöön. Vauriot voivat olla täydellinen tai osittainen sulaminen, irtoaminen johtimesta ja eristeen hiiltyminen sisältä mutta ei pinnalta.
- Jos johdin on ollut ylikuormitettu, vastaavat jäljet johtimen eristeissä löytyvät myös palaneen alueen ulkopuolelta.

- Johtimen ylikuormitussuojassa on puutteita.
- Palo on saattanut syttyä monesta kohdasta ja ne kaikki ovat johtimen välittömässä läheisyydessä.
- Hiiltymiä esiintyy johtimen puurakenteiden läpivientikohdissa.
- Jos johdin on sulanut voimakkaasta ylikuormituksesta, se saattaa sulaa kauttaaltaan ja lopullisesti katketa, minkä jälkeen virta katkeaa ja johdin jäähtyy. Jähmettyneessä johtimessa voi silloin esiintyä olkamaisia kohtia joissa johdin on melkein katkennut.

Ylikuormituksen tulee yleensä olla huomattava ennen kuin eriste sulaa, syttyy tai valokaari syntyy.

11.3.5 Staattinen sähkö, salama

Staattisen sähkövarauksen purkautuminen ei pysty sytyttämään jähmeitä aineita, mutta sen sijaan syttyvien kaasujen, höyryjen tai pölyjen seoksia. Syttyminen edellyttää seuraavien ehtojen samanaikaista täyttymistä:

- sähkövarauksen potentiaaliero purkauskohtaan nähden riittää synnyttämään purkauksen
- purkaus tapahtuu räjähtävässä seoksessa
- purkauksen energia on suurempi kuin seoksen minimisyttymisenergia.

Varautuminen saattaa tapahtua monenlaisella tavalla. Monet nesteet, esimerkiksi bensiini, varautuvat virratessaan putkistossa. Pölyjen käsittelyssä pölyhiukkaset varautuvat ja laitteet sekä koneet, jotka ovat kosketuksessa varautuneen pölyn kanssa. Koneiden ja laitteiden liikkuvat osat, esimerkiksi vetohihnat, kuljetinhihnat, pyörivät telat ja sylinterit varautuvat kosketusvarautumisen johdosta. Ihminen voi varautua kosketuksen takia esim. kävellessään kokolattiamatolla, jos hänet on eristetty niin, että varaus ei pääse purkautumaan riittävän nopeasti. Eristeenä voivat olla henkilön eristävät, kumiset tai muoviset kengänpohjat, tai hän on eristävällä alustalla tai lattialla.

Palonsyyn selvittämisen kannalta staattinen sähkö on hankalasti osoitettavissa, koska varausolosuhteet häviävät usein syttymisen jälkeen. Paloa edeltäviä olosuhteita joudutaan silloin arvioimaan käytettävissä olevan tiedon perusteella ja päättelemään, ovatko yllä mainitut edellytykset syttymiselle olleet olemassa ja onko todennäköistä, että staattisen sähköpurkaus olisi sytyttänyt tulipalon.

Salama aiheuttaa tulipalon vain silloin, kun iskussa vapautuu riittävästi energiaa sytyttämään palavan materiaalin. Salaman lyhyen keston takia vapautunut energia ei aina ole tähän riittävä.

Salaman sytyttämän tulipalon edellytyksenä on tietysti, että sääolosuhteet ovat suosineet salamointia. Tietoa sääolosuhteista saa ilmatieteen laitokselta.

Salamaa seuraa aina voimakas jyrinä, ja yleensä löytyy henkilöitä jotka voivat vahvistaa tai kumota oletukset mahdollisesta salamaniskusta.

Salama iskee useimmiten rakennuksen korkeimpaan kohtaan ja jatkaa sen jälkeen rakennuksen läpi seuraten pienimmän vastuksen reittiä. Puurakenteessa salama höyrystää äkillisesti puussa olevaa kosteutta, joka laajenee ja rikkoo puuta; jälki näyttää räjähtäneeltä. Samanlainen räjähtäminen voi esiintyä salaman iskiessä betoniin, jolloin siinä oleva kidevesi höyrystyessään rikkoo betonin. Salama voi kulkea rakennuksen sähköjärjestelmässä ja kuumentaa tai sulattaa sähköjohtimia. Vesijohtoputkisto on myös salaman mahdollinen kulkureitti. Salamaniskun yhteydessä syntynyt paineaalto voi rikkoa rakenteita kuten ikkunoita.

Vaurioiden esiintyminen rakennuksessa ei kuitenkaan edellytä, että salama olisi iskenyt rakennukseen, koska esimerkiksi sähköjohtoja pitkin salama tai sen aiheuttama ylijännite voi kulkea pitkiäkin matkoja. Salaman aiheuttamat ylijännitteet voivat vaurioittaa sähkölaitteita, ja nämä viat saattavat aiheuttaa vaaratilanteita vasta myöhemmin joko normaalin käyttöjännitteen tai jännitehäiriöiden vaikutuksesta.

Kuivalla säällä salama voi sytyttää metsä- tai ruohopaloja. Elävien puiden syttyminen on kuitenkin epätodennäköistä niissä olevan kosteuden vuoksi.

11.4 KITKAN AIHEUTTAMAT SYYT

Kitkan aiheuttama lämmön nousu liittyy aina laitteiden liikkuviin ja toisiinsa hankaaviin osiin. Tällaisia ovat esimerkiksi

- riittämättömästi voidelleet tai loppuunkuluneet laakerit
- ylikuumentuneet jarrut tai niiden irronneet osat
- löysät kiilahihnat, jolloin pyörivä hihnapyörä lämmittää luistavaa hihnaa
- hihna- ja kourukuljettimien kuljetin- ja tukirullien sekä veto- ja tahttorumpujen hankaus kuljetinta vasten
- pumppujen ja kompressorien liikkuvat osat.

11.5 TULITYÖT

Tulityöt ovat töitä, joissa esiintyy kipinöintiä, kuten kaasu- ja kaarihitsaus, poltto- ja kaarileikkaus, laikkaleikkaus ja metallien hionta, sekä työt, joissa käytetään kaasuliekkiä, avotulta tai muunlaista lämpöä, josta voi aiheutua palovaaraa. Tulityöt

aiheuttavat vuosittain huomattavan määrän tulipaloja ja vastaavasti huomattavia taloudellisia menetyksiä.

Tulitöistä aiheutuvien tulipalojen syyt voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- laikkaleikkauskipinät
- poltto- ja kaarileikkauskipinät
- hitsauskipinät
- hitsattavan tai työstettävän kappaleen johtama kuumuus
- hitsauslaitteet
 - takaisku ja palo asetyleenipulloventtiilissa
 - kaarihitsauksessa paluuvirta sekä maavuodot hitsauskaapeleista
- hitsauskaasuräjähdykset
 - palamatta jääneet kaasut
 - asetyleenikehitin
- nestekaasupolttimen ja avotulen aiheuttama kuumuus.

11.6 TUPAKOINTIIN JA TUPAKOITSIJAN VÄLINEISIIN LIITTYVÄT SYYT

11.6.1 Yleistä

Tupakointiin liittyvät mahdolliset syttymissyöt voidaan jakaa kahteen ryhmään, kytevät (tupakka, useimmiten savuke) ja liekillä palavat (tulitikut tai tupakansytytin). Tupakoitsija on tavallisin tupakointiin liittyvä palonsyö. Hän on nukahtanut joko vuoteeseen tai pehmustetulle kalusteelle, jolle häneltä putoaa palava savuke, mikä sytyttää kytevän palon. Kytevä palo saattaa leimahtaa liekkeihin, mutta näin ei aina käy.

11.6.2 Savukkeet

Savuke on ehkä tunnetuin esimerkki kytevästä palamisesta. Vaakasuorassa vapaassa tilassa olevan savukkeen palamisnopeus on noin 0,1 mm/s, kun sen läpi ei imetä ilmaa. Jos kalusteen päällä oleva savuke peitetään tekstiilinkappaleella, paperilla tms., savuke saattaa kyteä 45 ... 60 min ennen kuin se on palanut loppuun. Savukkeen hehkuvan palamisvyöhykkeen lämpötila on tyypillisesti noin 600 °C.

Savukkeiden aiheuttamien tulipalojen syttymiskohta on useimmiten vuode, pehmustettu kaluste tai roskakori. Mattojen, paperiarkkien tai lehtien syttyminen niiden päällä olevasta vapaasti kytevästä savukkeesta on harvinaisempaa. Peittämättömän savukkeen aiheuttama vaurio vaakasuoralla pinnalla rajoittuu usein paikalliseen, lievään hiiltymään. Jos materiaali on sulavaa, savuke saattaa

polttaa itsensä läpi ja pudota tason alapuolelle olevaan paikkaan, jossa voi olla herkemmin syttyvää ainetta.

Kalusteen todennäköisyys syttyä savukkeesta on huomattavasti suurempi, jos savuke on peitetty tai ainakin koskettaa kiinteästi tekstiiliin. Tällainen tilanne on esimerkiksi savukkeen ollessa peitossa huonekalun istuimen ja selkänojan välisessä raossa. Kytevät savukkeet voivat aiheuttaa myös paloja tuhkakuppeissa ja roskakoreissa.

11.6.3 Tulitikut

Savukkeita tai muuta roskaa sisältäviin tuhkakuppeihin tai roskakoreihin pannut palavat tulitikut voivat sytyttää kytevän palon. Tämä voi leimahtaa, jos astian sisällön lämpötila nousee niin paljon, että se voi sytyttää ympäristössä olevan materiaalin. Näin syttynyt tulipalo edellyttää ainakin, että 1) kytevä palo syttyy esim. tupakantumpeissa, 2) lämpötila kytevän palon ympäristössä nousee riittävästi ja 3) lähiympäristössä on lämmöstä syttyvää palavaa materiaalia. Vaikka varmasti todettaisiin, että tuhkakuppiin on asetettu palava tulitikku, se ei vielä ole varma osoitus sytymisyyttä.

Kalusteille epähuomiossa pudotetut palavat tulitikut todennäköisesti joko sammuvat tai sytyttävät liekehtivän palon lähes välittömästi. Tällaisen palon havaitseminen jo varhaisessa vaiheessa on paljon todennäköisempää kuin kytevän savukkeen toteaminen.

Lasten tulitikkuleikit ovat myös tulipalojen syitä. Leikkipaikka on usein komerossa tai vastaavassa, jossa lapsi kaikessa rauhassa voi tehdä kokeilujaan salaa. Jos päädytään siihen, että palo on saanut alkunsa komerossa, eikä muita mahdollisia syttymislähteitä ole tiedossa, lapsen tulitikkuleikki saattaa olla palonsyy.

11.7 ITSESYTTYMINEN

Itsesyttymisessä palavassa aineessa tapahtuu joko biologisia tai kemiallisia, lämpöä tuottavia reaktioita, joiden vaikutuksesta aineen lämpötila kohoaa. Mikäli kohoaminen on kyllin voimakasta ja lämpöhäviöt pieniä, lämpötila voi nousta niin voimakkaasti, että aine alkaa palaa liekehtien. Itsesyttymisessä syttymisenergia on kokonaan peräisin itse aineesta, eikä ulkopuolista vaikutusta syttymisen alkamiseen tarvita, mikäli syttymisen ehdot on muutoin täytetty.

Itsesytyvät aineet ovat useimmiten huokoisia ja siksi hyviä lämmöneristeitä. Siten syttymisvaiheessa niiden sisällä on riittävästi happea syttymiseen ja hyvä lämmöneristys pitää lämpöhäviöt pieninä. Itsestään syttynyt huokoinen aine kytee pitkään ennen kuin leimahtaa avoliekkeihin. Kytövaiheessa siitä lähtee kaasuja, hiilimonoksidia ja muita pyrolyysituotteita, joiden perusteella itsesytyminen voidaan havaita. Koska ne myös ovat voimakkaan hajuisia, pienikokoisten kohteiden itsesyttymisen alkaminen voidaan tunnistaa haistaen.

Itsesyttymistä esiintyy usein varastosiilojen sisällössä ja muissa pitkään varastoitavissa tuotteissa. Lisäksi itselämpäminen sytyttää melko pieninäkin määrinä sahanpurua, erilaisia trasseleita, riepua ja muuta orgaanista jätettä erityisesti, jos niihin on sekoittunut rasvoja tai öljyä. Tässä voidaan mainita erityisesti kuivuvat kasvisöljyt kuten pellavaöljy- ja -lakka, jotka trasseliin, kankaisiin, lastuihin tai sahajauhoon imeytettynä muodostavat huomattavan itsesyttymisvaaran. Mineraalivillaiset putkien lämpöeristeet, joihin vuotaa öljyä, ovat aiheuttaneet suuriakin tulipaloja. Moottori- tai voiteluöljyt eivät aiheuta itsesyttymisvaaraa.

Itselämpäimistä on käytetty myöskin viivästettyyn tahalliseen sytyttämiseen. Sellaista epäiltäessä on kohteesta otettava näytteitä kemialliseen analyysiin lämpäimistä kiihdyttävän aineen tunnistamiseksi. Itselämpäivä aine syttyy ainemäärän keskeltä, jolloin syttyminen on helppo tunnistaa ellei aine ole kokonaan palanut.

Itsesyttymiseen sisältyy aina syttymisviive, joka saattaa olla huomattavan pitkä erityisesti, kun on kysymys suurista ainemääristä. Viiveet voivat olla niin pitkiä, että ne tulevat esiin vasta poikkeuksellisissa tilanteissa.

11.8 KEMIALLISET REAKTIOT

Palamisen suppea määritelmä on aineen reagointi hapen kanssa. On kuitenkin muitakin reaktioita, jotka tuottavat runsaasti energiaa ja aiheuttavat hyvin palamisen kaltaisia ilmiöitä, kun nämä aineet pääsevät hyvin kosketuksiin toistensa kanssa.

Tällaisia aineita ovat esimerkiksi

- Vettyessään palavia kaasuja kehittävät aineet

Nämä aineet, kuten esim. alkalimetallit ja kalsiumkarbidi kehittävät veden kanssa reagoidessaan palavia kaasuja, kuten vetyä, asetyleeniä jne. Reaktiossa voi syntyä niin paljon lämpöä, että syntyvä kaasu syttyy jo lähtökohdassaan. Reaktio voi olla hyvin kiivas ja veden äkillinen höyrystyminen voi roiskuttaa palavia kappaleita kauas syttymiskohdastaan. Reaktio jatkuu niin kauan kun reagoivaa ainetta riittää. Tällaisia paloja ei voi eikä saa yrittää sammuttaa vedellä. Epäiltäessä tällaista syttymistä palon syyksi on ensin otettava selvää, onko kohteessa ollut mitään kemiallista ainetta, joka olisi voinut reagoida veden kanssa. Reaktiosta jää useimmiten myös epäorgaanisia jälkiä, joita on helpohko todeta laboratoriossa alkuaineanalyysillä, kun tavanomainen näyte epäilystä kohdasta on sinne toimitettu.

- Hapettavat aineet

Näiden aineiden molekyyileissä on helposti vapautuvia, muihin aineisiin sitoutuvia happiatomeja. Reagoidessaan ne sytyttävät tulipalon, joka voi edetä vaikka ulkopuolista happea ei olisi käytettävissä. Lämpötilan-

nousu kiihdyttää näitä reaktioita. Esimerkkejä ovat vetyperoksidi, natriumkloriidi ja ammoniumnitraatti.

Palonsyytä selvittäessä erityisten kemiallisten aineiden osuutta epäiltäessä on hankittava kohteen käyttäjältä tietoja, mitä aineita on ollut käytössä. Mikäli mukana on ollut epäorgaanisia aineita kuten metalleja, ne eivät tyystin häviä palossa eivätkä edes räjähdyksessä. Siten ottamalla näytteitä tapahtumapaikalta laboratorioon tutkittaviksi voidaan yleensä osoittaa, ovatko näytteet voineet aiheuttaa syttymisen. Tässäkin suurimpana vaikeutena on erilaisten aineiden moninaisuus. Ei ole helppoa tietää kaikkia mahdollisia reaktioita eikä heti lähteä epäilemään näin teknistä tapahtumien kulkua. Teollisuuslaitosten paloa selvittäessä käyttöhenkilökunnalla on yleensä runsaastikin tietoa erikoisaineiden ominaisuuksista ja heitä onkin käytettävä apuna.

12. PALOKUOLEMIEN TUTKINTA

12.1. Tutkintajärjestelmä

Laki kuolemansyyn selvittämisestä määrää, että kuolemasta on aina viipymättä ilmoitettava lääkärille tai poliisille. Palokuolematapauksissa poliisi suorittaa oikeuslääketieteellisen kuolemansyyn selvityksen. Oikeuslääkäri tekee aina tässä tapauksessa ruumiinavauksen poliisin kirjallisesta määräyksestä.

12.2. Tutkinnassa selvittävät asiat

Oikeuslääketieteellisessä kuolemansyyn tutkinnassa selvitetään

1. kuolemaan johtaneet syyt

a) välitön kuolinsyy

b) välivaihe

c) peruskuolinsyy,

2. kuolemaan myötävaikuttaneet tai muut samanaikaiset syyt,

3. kuoleman olosuhteet ja

4. kuoleman luokka.

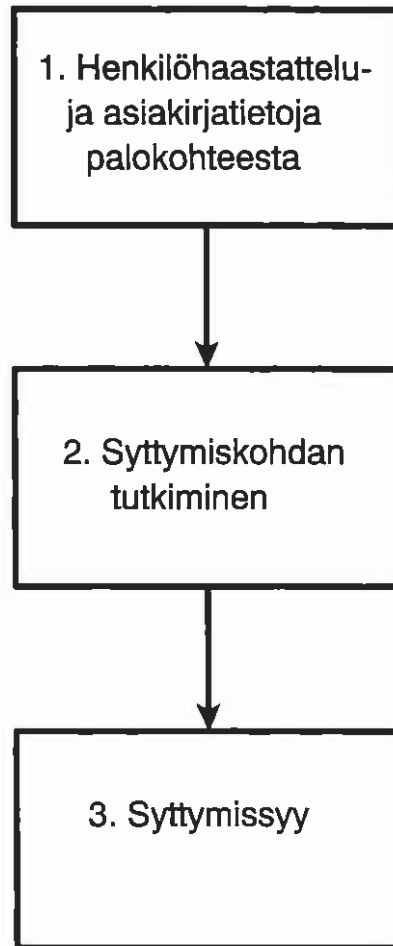
Palokuoleman tutkinnassa pyritään selvittämään, onko uhri ollut elossa ennen paloa ja näin mahdollisesti itse omilla toimillaan voinut aiheuttaa palon vai onko hän jo ollut kuolleena ennen palon syttymistä. Henkirikoksen mahdollisuus ja sen lavastaminen palokuolemaksi on aina otettava korostetusti huomioon tutkinnan alkuvaiheessa.

12.3. Suojaamistoimet

Palokuolemissa on usein erityisongelmana vainajan tunnistaminen, koska tulipalon lisäksi sammutus- ja raivaustoiminnot saattavat vaurioittaa ruumista ja vaikeuttaa tunnistamista. Myös vainajan henkilöllisyydestä kertovat paperit ja esineet ovat saattaneet tuhoutua. Tämän ja mahdollisen kuolemaan liittyvän rikosepäilyn takia ruumista ei saa siirtää palopaikalla eikä löytöpaikkaa tai sen ympäristöä raivata sammutustöiden jälkeen ennen poliisin tekemää paikka-tutkintaa. Jos ruumis on pakko siirtää esimerkiksi lisävaurioiden estämiseksi, löytöpaikka ja sen ympäristö on pyrittävä suojaamaan ja taltioimaan valokuvaamalla tai muulla luotettavalla tavalla jo ennen poliisin paikalle tuloa.

Muistilista palonsyyn selvittämisen tueksi

Seuraavassa esitetään muistilista kolmen taulukon muodossa palonsyyn selvittämisen tueksi. Vuokaaviona taulukot liittyvät toisiinsa seuraavasti:



Taulukon 1 tiedot eivät ole tiukasti sidoksissa tiettyihin henkilöryhmiin. Esimerkiksi “silminnäköjien tietoja” voi yhtä hyvin saada palokunnalta. Taulukkoja voidaan laajentaa hyvinkin pitkälle yksityiskohtiin ja eri viranomaisten menettelytapoihin; tässä esitetään varsinaiseen tulipalotapahtumaan liittyvät keskeisimmät seikat.

Taulukko 1. Henkilöhaastattelu- ja asiakirjatietoja palokohteesta

	Henkilöhaastattelutietoja		Asiakirjatietoja
Silminnäkijöiden tietoja	Tiloissa asuvien tai työskennelleiden tietoja	Palokunnan tietoja	
Tarkka aika, jolloin ensimmäinen havainto palosta tehtiin	Tilan kalustus ja siellä säilytetty omaisuus	Missä, milloin ja missä laajuudessa palokunta havaitsi liekkejä	Palotarkastus- ja nuohoustiedot
Missä havainnon tekijä palokohteeseen nähden tällöin oli	Keillä henkilöistä on luvallinen pääsy tiloihin	Palokohteen ovien, ikkunoiden ja luukkujen asennot, murtojäljet	Automaattisten paloilmottimien viestit
Missä rakennuksen kohdassa palo ilmeni ensimmäisenä	Sähkö-, lämmitys- ja työ-koneiden sekä muiden lämpöä aiheuttavien laitteiden sijainti palokohteessa	Sisäänmenotapa palokohteeseen	Aluehälytyskeskuksen pöytäkirjat
Savun ja liekkien määrä ja väri	Jäivätkö ko. laitteet jännitteellisiksi viimeisen käytön jälkeen	Sammuttamistapa ja -toimenpiteet	Rakennuspiirustukset
Mitkä kohdat rakennuksesta olivat vielä palamatta	Miten ko. laitteet ovat toimineet viime aikoina	Palokaasujen tuuletustapa	Sähköpiirustukset
Missä järjestyksessä ikkunat rikkoutuivat tai tuli läpäisi rakenteita	Milloin niitä on korjattu tai huollettu viimeksi ja missä	Esineiden siirtäminen	Kaasuputkistopiirustukset
Miten palo kehittyi tästä eteenpäin	Mitä työtä tilassa on viimeksi tehty	Palon todennäköinen syttymisalue	Erilaisten valvonta-, säätö- ym. laitteiden rekisteröimät tiedot
Tuuli- ja muut palon syttymiseen ja leviämiseen vaikuttaneet sääolosuhteet	Kuka (tai ketkä) poistui(vat) tilasta viimeisenä ennen paloa	Palon leviämistavat ja -suunnat	Tiedot sähkönjakelun katkeamisesta tai katkaisusta
Oliko paikalla muita ensihavaintoja tehneitä henkilöitä tai sellaisia henkilöitä, joilla saattaisi olla osuutta palon syttymiseen	Miten poistuttaessa lukitukset järjestettiin ja hälytyslaitteet kytkettiin		Tiedot rakennuksen puhelinliikenteestä ja siihen liittyvien puhelinkeskusten toiminnasta (tallennettava heti palon jälkeen)
			Palotapahtumiin liittyvien laitteiden ja koneiden käyttöohjeet, sähköpiirustukset ja huoltokirjat

Taulukko 2. Syttymiskohdan tutkiminen

Alustava palopaikan tutkiminen	Alustava paloskenaario	Yksityiskohtainen palopaikan tutkiminen	Palojälkiä:	Palojälkien sijainti ja muoto:	Työturvallisuus varmistetaan	Palopaikan raivaus ja näytteiden ottaminen	Palopaikan ennallistaminen	Palotilanteen arviointi ja syttymiskohdan määrittäminen
Alkaa vähiten vaurioituneista alueista ja päättyy pahiten vaurioituneisiin alueisiin	Mielenkiintoiset alueet tunnistetaan hahmottamalla alustava kuva palon leviämisestä rakennuksessa	1. Ulkopuolinen tutkiminen Paloa edeltävä tilanne (vrt. taulukko 1)	Vaaka-suorien tasojen läpäisy	Vaaka-suorien pintojen alla Lattiat	Edetään kerroksittain	Palanut alue tai sen osa saatetaan paloa edeltävään tilaan	Luodaan kuvitteelliset palon leviämisen tilanteet havaintojen pohjalta	
Tulos on arvio palopaikan turvallisuudesta, tarvittavasta henkilöstöstä ja työvälineistä sekä alueista rakennuksessa ja sen ulkopuolella, jotka on tutkittava yksityiskohtaisesti		(vrt. taulukko 1) Sähkö ja lämmitys Ovet ja ikkunat Palovauriot Räjähdysjäljet 2. Sisäpuolinen tutkiminen	Puun kulumisen aikana Hiiltyminen Kappaleiden murtuminen Hapettuminen	Palojäljen matalin kohta V- ja U-jäljet	Raivauksessa löydetty esineet ja niiden sijainti, asento ja tila kirjataan	Näytteiden otto (palojälteet, epäillyt esineet, lasinsirut, muut näytteet)	Lopputuloksena arvioidaan, onko palon syttymiskohta määrítettävissä käytettävissä olevan tiedon perusteella. Tutkitaan kaikki mahdolliset syttymissyynä tässä kohdassa ja sen läheisyydessä	
		Paloa edeltävä tilanne (vrt. taulukko 1) Sähkö ja lämmitys Palovauriot Räjähdysjäljet 3. Palotapahtumien ajallinen kulku	Lämpölaajeneminen ja materiaalien muodonmuutokset Savu ja noki Ikkunalasit ja sirpaleiden sijainti	Osoitin- tai muolikuviot Pitkät jäljet				

Taulukko 3. Syttymissy

Syttymislähde	Ensiksi syttyvä aine	Syttymissy	Tavanomaisia syttymissyitä
Energianlähde, laite, aine tai tilanne joka on voinut aiheuttaa syttymisen	Syttymislähteestä energia siirtyy sitä lähellä olevaan aineeseen ja sytyttää tämän	Syttymislähde tai polttoaine yksinään ei pysty sytyttämään tulipaloa, vaan näiden yhdistelmä johtaa tulipaloon	1. Tahallinen sytyttäminen 2. Lämmittäminen 3. Ruoanlaitto 4. Valaistus 5. Sähkötekniset syyt:
Energialähteen on kyettävä tuottamaan ja siirtämään riittävästi energiaa ympärillä olevaan polttoaineeseen sen sytyttämiseksi	Aine voi olla: • syttymislähteen osa • syttymislähteen välittömässä läheisyydessä • kaasu • höyry	Selvitetään, mitkä olosuhteet ja tapahtumat ovat voineet esiintyä syttymistapahtumassa ja missä aikajärjestyksessä	• Oiko- ja maasulut, valokaaret • Liitoskohdan huono kosketus • Ylikuormitus • Staattinen sähkö, salama 6. Väärin käytetyt sähkölaitteet 7. Laiteviat • vialliset sähkölaitteet • kitka 8. Palavien kaasujen ja nesteiden jakeluverkkojen ja laitteiden viat ja vuodot 9. Avoimet liekit ja kipinät • tulityöt • kynttilät 10. Tupakointi • savukkeet • tulitikut 11. Itsesytyminen tai sytyminen kuumasta kappaleesta 12. Kemialliset reaktiot 13. Tuuli, sade, tulvavesi 14. Eläimet 15. Auringonvalo



Tekijä(t) Mangs, Johan Keski-Rahkonen, Olavi	Projektin nimi Uudet tutkimusmenetelmät palonsyyn tutkimuksessa	
	Toimeksiantaja(t) Palosuojelurahasto, Palotutkimusraati, sisäasiainministeriön poliisiosasto	
Nimeke Palonsyyn selvittäminen 3 Toiminta palopaikalla		
Tiivistelmä <p>Palonsyyn oppikirjassa on kerätty alan runsaasta kirjallisuudesta ja kirjoittajien omasta kokemuksesta tietoa, jonka perusteella palonsyötä tutkitaan erilaisista näkökulmista. Koska asia on hyvin laaja-alainen, useat lähestymistavat ovat mahdollisia. Siksi tässä on pitäydytty käyttämään vain laajalti tunnustettuja lähteitä, jotka ovat peräisin luotettavista asiantuntijaorganisaatioista, tai alan sarjajulkaisuista, joissa julkaistut artikkelit on alistettu ennakolta riippumattomien palotieteen asiantuntijoiden tarkastettaviksi yleisen luonnontieteissä käytetyn periaatteen mukaisesti. Erityisesti on pyritty huolehtimaan siitä, että palon luonnontieteellinen puoli tulee aina esille selvästi ja vain todennettuihin ilmiöihin perustuen.</p> <p>Tässä palonsyyn selvittämisen kirjan kolmannessa osassa on lyhyesti oppikirjasta tiivistetty palopaikkaan, palotapahtumiin sekä palopaikalta löytyviin jälkiin liittyviä seikkoja sekä liitteenä taulukoituna muistilista palonsyyn selvittämisen tueksi. Esityksessä ei ole viittauksia oppikirjaosaan, koska seikkaperäinen esitys eri aiheista on siinä vastaavien otsikoiden alla.</p>		
Toimintayksikkö VTT Rakennustekniikka, Rakennusfysiikka, talo- ja palotekniikka, Kivimiehentie 4, PL 1803, 02044 VTT		
ISSN ja avainnimeke 1235-0605 VTT TIEDOTTEITA - MEDDELANDEN - RESEARCH NOTES		
ISBN 951-38-5174-5	Kieli suomi	
Luokitus (UDK) 614.841(075)	Avainsanat fires, fire ignition, fire damage, fire investigation, textbooks	
Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374	Sivuja 61 s. + liitt. 4 s.	Hintaryhmä B

VTT TIEDOTTEITA – MEDDELANDEN – RESEARCH NOTES

VTT RAKENNUSTEKNIikka – VTT BYGGNADSTEKNIK –
VTT BUILDING TECHNOLOGY

- 1815 Weckman, Henry. Rakennusten poistumisteitä koskevat määräykset eri maissa. 1997. 54 s. + liitt. 12 s.
- 1823 Hakkarainen, Tuula, Oksanen, Tuuli & Mikkola, Esko. Fire behaviour of facades in multi-storey wood-framed houses. 1997. 42 p. + app. 16 p.
- 1828 Kouhia, Ilpo & Nieminen, Jyri. IEA5-aurinkotalo. 1997. 26 s. + liitt. 5 s.
- 1829 Määttä, Jukka & Kaunisto, Tuija. Pientalojen talousvesiverkostojen vuotovahingot. 1997. 42 s. + liitt. 4 s.
- 1832 Kärki, Satu & Hyvärinen, Juhani. Ilmastointikoneen suorituskyvyn seuranta. 1997. 44 s.
- 1834 Kokkala, Matti, Mikkola, Esko, Immonen, Matti, Juutilainen, Hemmo, Manner, Petri & Parker, William J. Large-scale upward flame spread tests on wood products. 1997. 29 p. + app. 116 p.
- 1836 Häkkinen, Tarja, Vares, Sirje, Vesikari, Erkki, Saarela, Kristina, Tattari, Kai & Säteri, Jorma. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden ympäristövaikutukset ja niiden arviointiperusteet. 1997. 138 s. + liitt. 10 s.
- 1844 Pietarinen, Petri, Honkanen, Timo & Hyvärinen, Juhani. Älykkyyden hajauttaminen LVIS-järjestelmien automaatiassa. HAJAÄLY-projektin loppuraportti. 1997. 106 s. + liitt. 6 s.
- 1845 Karhu, Vesa, Keitilä, Matti & Lahdenperä, Pertti. Construction process model. Generic present-state systematisation by IDEF₀. 1997. 190 p.
- 1846 Weckman, Henry. Rakennuksista poistumisen laskennallinen arviointi. 1997. 50 s. + liitt. 11 s.
- 1849 Kiviniemi, Markku. Korjaushankkeen laatusuunnitelmat. 1997. 167 s.
- 1851 Sarja, Asko, Tiuri, Ulpu & Miekkala, Soili. Eurooppa-talo, Europahouse, Europa-Huis, Europa-Haus. 1997. 38 s. + liitt. 70 s.
- 1859 Pietarinen, Petri & Saari, Mikko. Ilmanvaihtolämmityksen hajautettu automaatio. 1997. 47 s.
- 1861 Tarvainen, Veikko & Hukka, Antti. Sahatavaran kierouden vähentäminen kuivauksen keinoin. Esiselvitys. 1997. 36 s.
- 1864 Ala-Outinen, Tiina & Oksanen, Tuuli. Stainless steel compression members exposed to fire. 1997. 41 p. + app. 17 p.
- 1866 Hukka, Antti. Sahatavaran kamarikuivauskaavojen optimointi LAATUKAMARI-simulointiohjelmalla. 1997. 27 s. + liitt. 2 s.
- 1867 Perälä, Anna-Leena. Round small diameter timber for construction market in Finland. 1997. 33 p. + app. 12 p.
- 1868 Vesikari, Erkki, Tirkkonen, Timo, Häkkä-Rönholm, Eva & Markelin, Lina. Siltojen kunto, kantavuus ja käyttöikä. 1997. 227 s.
- 1869 Kokko, Erkki, Ojanen, Timo & Salonvaara, Mikael. Uudet vaipparakenteet. Energian säästö ja kosteustekniikka. 1997. 90 s.
- 1870 Ojanen, Tuomo, Kokko, Erkki, Salonvaara, Mikael & Viitanen, Hannu. Havuvanerirakenteiden kosteusteknisen toiminnan perusteet. 1997. 90 s. + liitt. 2 s.
- 1871 Hekkanen, Martti, Kauppinen, Timo & Santalo, Maria. Matalaenergiapientalon toteuttaminen korjausrakentamalla. Tusina, Oulainen. 1997. 64 s.
- 1872 Andstén, Tauno & Weckman, Henry. Sammutteiden identifiointi. Osa 1. Sammuttejuuheet. 1997. 41 s. + liitt. 16 s.
- 1873 Mangs, Johan & Keski-Rahkonen, Olavi. Palonsyyn selvittäminen 1. Oppikirja, osa 1. 1997. 284 s. + liitt. 4 s.
- 1874 Mangs, Johan & Keski-Rahkonen, Olavi. Palonsyyn selvittäminen 2. Oppikirja, osa 2. 1997. 120 s.
- 1875 Mangs, Johan & Keski-Rahkonen, Olavi. Palonsyyn selvittäminen 3. Toiminta palopaikalla. 1997. 61 s. + liitt. 4 s.

