



22/93 Uretaanivalaja jäi puristimen raskaan kannen ruhjomaksi muottia asentaessaan

työpaikkaonnettomuuksien tutkinta (TOT)

1. Tapahtumien kuvaus

Pieni perheyrittäjä, jossa työskenteli omistaja K.K, konttoriasioita hoitava vaimo L.L ja tuotannosta vastaavat kaksi poikaa M.M ja N.N, valmisti polyuretaanipuristimella muottiin valettavia eristeitä. Vuodesta -85 vastaavalla alalla yrittäjänä toiminut K.K oli hiljattain joutunut isosyanaattien aiheuttaman astman vuoksi jättämään syrjään valmistuksesta. Pojista M.M oli 29-vuotias. Hän oli n. kolme vuotta sitten valmistunut koneinsinööriksi. N.N oli 22-vuotias ylioppilas. Heillä oli jo useamman vuoden kokemus polyuretaanituotteiden valmistamisesta perheen yrityksessä.

Polyuretaanituotteita valmistettiin pääosin korkeapainepuristimella, joka oli itse rakennettu. Uretaanipuristimen muodostivat uretaanivaahdon syöttävät ja annostelevat laitteet, puristimen alataso (2,5 m x 1 m, korkeus 0,8 m) muotteineen ja päälle laskeutuva 200-300 kg painava saranoitu kansiosa lukituksineen (kuva 1). Kansi oli aiemmin ollut vipukäyttöinen, sittemmin vastapainolla toimiva ja nyt kuukauden ajan paineilmasylinterin liikuttama. Pneumatiikan oli hahmotellut M.M ja asentanut N.N. Yrityksellä oli useita kymmeniä erilaisia metallilevystä itse valmistettuja muotteja, joita puristimeen sopi kerrallaan 1-4 kpl.

Työn kulku eteni niin, että ensin asennettiin tilausta vastaavat muotit ja mahdolliset keernat, jos tuote oli ontelomainen. Muotteja oli vaihdettava keskimäärin 1-2 kertaa viikossa. Raskaat, levymäiset muotit pysyivät paikoillaan omalla painollaan. Sen sijaan pienet tai keernalliset muotit oli tarpeen kiinnittää alatason rakenteisiin ruuvipuristimilla, jotta keernat saatiin irti muoteista. Kun muotit olivat paikoillaan, niihin ruiskutettiin polyuretaanivaahtoa. Työvaihe oli melko kiireinen, koska kaksikomponenttinen polyuretaani alkaa turvota noin 20 sekunnissa. Siinä ajassa oli ehdittävä täyttää muotit, laskea kansi alas ja lukita se. Jos muotteja oli neljä, jo ruiskutus kesti noin 15 sekuntia. Uretaani kovettui 20 minuutissa, jolloin kansi avattiin ja muotit purettiin.

Tapahtumapäivään mennessä oli ajettu samalla muotilla kuukausi yhteen menoon. Iltapäivällä, kun N.N saapui työpaikalle, tuli tilaus uudesta 17 kpl:een tuote-erästä. N.N aloitti muotin asennuksen klo 14.00 jälkeen. K.K ja M.M poistuivat työpaikalta samoihin aikoihin ja N.N jäi työskentelemään yksin. L.L työskenteli edelleen toimiston puolella. N.N ja M.M tunsivat työt hyvin. Perheyrittäjien kyseessä ollessa he noudattivat joustavia työaikoja ja työskentelivät myös usein yksin.

Kyseessä olevaa lämmönvaihtimen eristettä valmistettiin 2-3 kertaa vuodessa; viimeksi yli puoli vuotta aikaisemmin. Muotin pienen koon (40x40x20 cm) ja keernan takia muotti piti kiinnittää puristimen alarakenteisiin ruuvipuristimilla (kuva 2). Jostain syystä N.N sijoitti ruuvipuristimen muotin takareunaan. Tämä edellytti

kurrottautumista muotin taakse alapalkkien väliin, koska ruuvipuristimen kahvan oli oltava kohti lattiaa. Ruuvipuristimet olisi pitänyt asentaa muotin sivuille lähelle uretaanipuristimen etureunaa, jolloin kiristäminen olisi tehty koneen etupalkin alitse. N.N:n valitsemasta asennustavasta johtuen hän asettui puolittain uretaanipuristimen päähän ulottuakseen kiristämään ruuvipuristimen. Kantta siirtävän pneumatiikan käyttövipu oli koneen päässä avoimena sillä korkeudella, että siihen saattoi osua vahingossa tässä työvaiheessa (kuva 3).

On ilmeistä, että N.N:n reisi osui venttiiliin vivun juuri, kun hän oli hankalassa työasennossa kannen alla kumartuneena. Vivun kevyt, noin senttimetrin liike alaspäin sai puristimen kannen sulkeutumaan reilussa sekunnissa. 200-300 kg:n kansi puristi omalla painollaan N.N:n kasvoja ja rintakehää vasten muotia. N.N huusi voimakkaasti, mutta heti paikalle saapunut L.L ei tiennyt mistä kansi voidaan nostaa ylös eikä N.N kyennyt enää vastamaan. L.L kiirehti soittamaan aluehälytyskeskukseen ja N.N saatiin irrotettua puristimesta vasta pelastushenkilökunnan toimesta. Nämäkään eivät heti löytäneet pneumatiikan ohjausvipua, koska N.N:n jalka peitti vivun näkyvistä. Onnettomuus sattui vähän ennen klo 15.00 ja N.N todettiin sairaalassa kuolleeksi noin klo 16.30.

2. Työtapaaturmaan vaikuttaneita tekijöitä

Koneen rakenne ja ohjaus

Puristimen raskas kansi laskeutui paineilmasylinterin varassa. Käyttövipu oli kolmiasentoinen: ylös-vapaa-alas. Vipu liikkui herkästi ja jäi kuhunkin asentoonsa. Vipu oli sijoitettu koneen rungon päähän, noin 70 cm:n korkeudelle lattiasta. Se oli suojaamaton ja altis esim. jalan kosketukselle silloin, kun koneen päässä liikuttiin. Tällainen tarve saattoi esiintyä koneen päähän sijoitettavan muotin käsittelyssä. Kytkin oli myös niin lähellä vaara-aluetta, että normaalissa työskentelyssä toisen käden ollessa kytkimellä toisen käden tai ylävartalon jääminen kannen ja runko-osan väliseen puristuskohtaan oli mahdollista.

Kytkimen liikesuunta oli kannen liikkeeseen nähden looginen, mutta vahingossa tapahtuvaa koskettamista ajatellen vaarallinen. Matalalla olevaan herkkään kytkimeen saattoi erehdyksessä koskettaa siten, että vipu painui alaspäin ja kansi sulkeutui. Kompressorilta koneelle johtava, helposti rikkoutuva paineilmaletku oli täysin suojaamattomana lattialla.

Koneen ympäristö

Koneen ympäristö oli epäjärjestyksessä. Koneen alla ja päissä oli runsaasti uretaanipaloja ja muuta jätettä. Sekä uretaanin syöttöletku että paineilmaletku kulkivat vapaasti kiemurrellen lattialla juuri siinä kohdissa, missä N.N työskenteli. Hallin katossa olevista loistevalai-

simista useat olivat jo pitkään olleet pimeänä. Lisävalaistusta saatiin etäämmälle sijoitetusta työmaahalogeeneivalaisimesta.

Muottien asennustapa

Pienemmät ja keernalliset muotit oli tarpeen kiinnittää koneen runkopalkkeihin ruuvipuristimella. Menetelmä oli alkeellinen ja työasennoltaan vaikea, mutta toisaalta muottien vaihtaminen oli kohtalaisen harvinaista. Ruuvipuristimien ja kulmarautojen käyttäminen oli jälkikäteen kehitelty ratkaisu, jossa työntekijä joutui kurottelemaan koneen alle ja viipymään paineilman varassa olevan kannen alapuolella.

Vaarojen tunnistaminen ja turvallisuustietämys

Pienessä yrityksessä, jossa vierasta työvoimaa ei ollut, tietämys työsuojeluasioista oli vähäistä. Yrityksessä ei ollut minkäänlaista työturvallisuus- tai työterveysalan ohje-, opas- tai tiedotemateriaalia. Vakuutusyhtiön yrittäjäkansiossa ei ollut lainkaan työturvallisuusaineistoa tai viittauksia tiedon lähteisiin. Työsuojelutarkastaja oli käynyt yrityksessä samana vuonna isosyanaattialtistumisen vuoksi, mutta tällöin ei kiinnitetty mitään huomiota muihin työympäristön ongelmiin.

M.M oli saanut jonkin verran koneturvallisuuteen liittyvää koulutusta teknillisen opiston koneenrakennusopinon yhteydessä. N.N oli oppinut yrityksen töihin vähitellen jo kouluaikoina ilman erityisempää opastusta. K.K arvioi, että kouluttautumiseen tai kirjallisen aineiston lukemiseen ei yrittäjätöissä ole aikaa.

K.K, N.N ja M.M olivat tiedostaneet kannen laskumekanismin vaaralliseksi vastapainolla ja ohuella vaijerilla varustettuna. Pneumatiikkaan siirtyminen olisi siis osaksi turvallisuusparannus, mutta paineilmajärjestelmän suunnittelussa muita riskejä kuin letkurikko ei tunnistettu. Pneumatiikka-asennukset N.N teki vähäisellä kokemuksella; esim. suodin-/paineensäädinysikkö oli virheellisesti asennettu vaaka-asentoon. Letkunrikkoventtiili sen sijaan oli asennettu asianmukaisesti painesylinterin liitäntäaukkoon.

3. Vastaavien tapaturmien torjunta

3.1 Hallintajärjestelmä

Vastaavanlainen onnettomuus olisi voitu torjua pneumatiikkajärjestelmän ammattitaitoisella suunnittelulla. Suurin puute oli hallintalaitteen toteutus. Turvallisin ratkaisu on kahden käden ohjauslaitteen asennus. Tällöin kannen sulkeminen ja avaaminen on mahdollista ainoastaan vaikuttamalla kahteen venttiiliin yhtäaikaaisesti enintään 0,2 s aikaviiveellä.

Kyttimeen vahingossa vaikuttaminen voidaan eliminoida myös siirtämällä käyttövipu hieman etäämmälle tai ylemmäksi koneesta ja kotelomalla vipu. Myös suojuksella varustettu jalka-

poljinventtiili, jonka etäisyys koneesta on riittävä, olisi mahdollinen ratkaisu. Mekaanisesti ohjattujen venttiilien tulee olla tyypiltään pakotoimisia; liike pysähtyy heti, kun ote painikkeelta irrotetaan.

Käyttökytkimen turvallinen etäisyys vaarakohdasta riippuu mm. koneen liikenopeudesta ja pysähtymisajasta. Kun ote irrotetaan kytkimeltä, tulee vaarallisen sulkeutumisliikkeen pysähtyä tai olla ohi ennen kuin käsi ehditään viedä vaara-alueelle.

3.2 Muottien asennus

Pneumatiikkajärjestelmän varmistuksista huolimatta muottien asennustapaa tulisi muuttaa niin, että tarve työskennellä satoja kiloja painavan, paineilman varassa olevan kannen alapuolella on mahdollisimman vähäistä. Harkinna-varaisuudesta ruuvipuristimien ja muottien sijoittamisessa on päästävä eroon. Muottien tulee kiinnittyä yksinkertaisin toimenpitein aina oikeaan asentoon siten, että kiinnitys voidaan tehdä aina koneen etupuolelta mahdollisimman vähäisellä kurrottamisella.

3.3 Työpaikan järjestys

Vastaavanlainen vaaratilanne on mahdollinen myös horjahdettaessa lattialla olevan jätteen ja letkujen takia käyttövipuun ja koneen päälle. Työpaikalla tulee päivittäin huolehtia järjestyksenpidosta, jätteiden keruusta, työvälineiden sijoittelusta paikoilleen ja tuotteiden toimivasta varastoinnista. Letkut tulee suojata sekä kompastumis- että rikkoutumisvaaran takia.

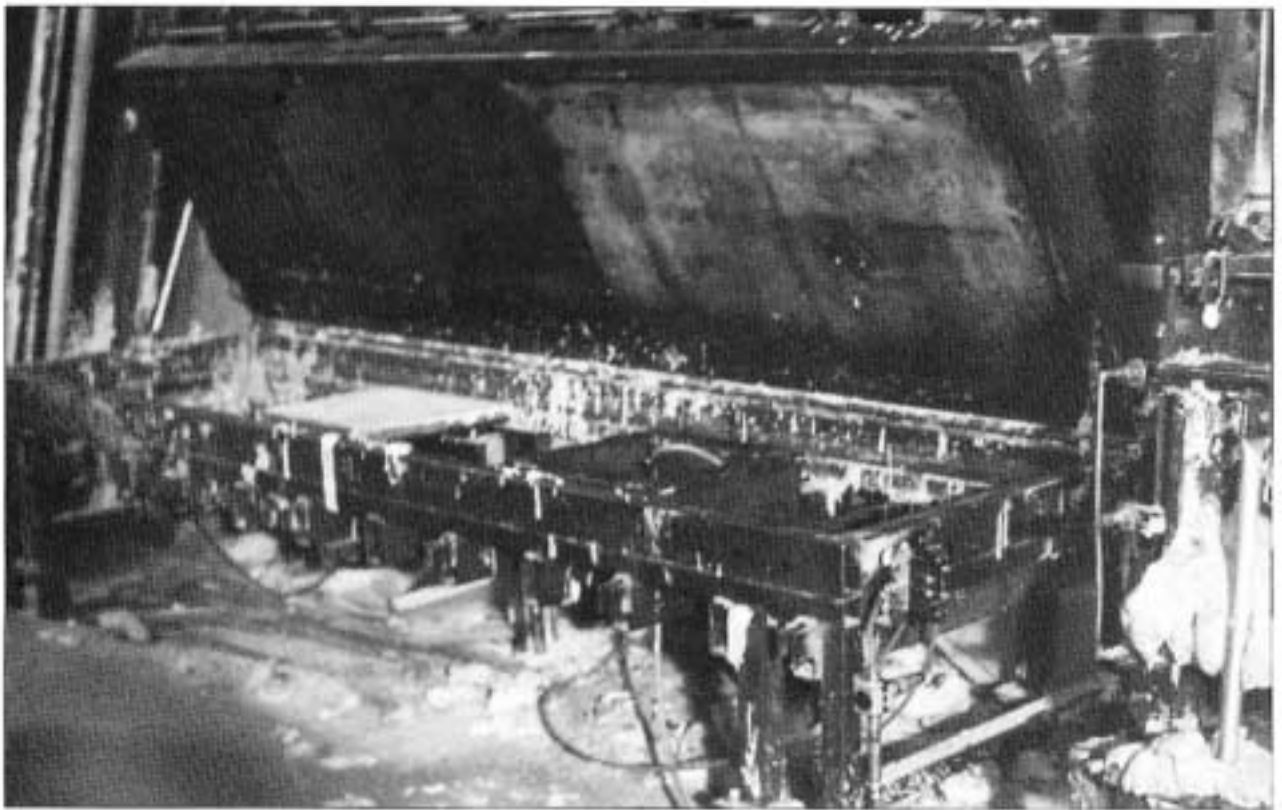
3.4 Työsuojelutietojen kehittäminen

Yritystoimintaan sisältyy myös vastuu ja huolenpito työympäristön terveellisyydestä ja turvallisuudesta. Pientyöpaikkojen viranomais-tarkastukset ovat harvinaisia, joten oma aktiivisuus tietojen hankinnassa ja kouluttautumisessa on välttämätöntä. Minimivaatimuksena on, että vastuuhenkilöt tunnustavat yrityksen työsuojeluongelmat; työpaikasta riippuen esim. kemikaalirikkit, koneiden vaarakohdat, työn aiheuttaman kuormituksen, puutteet ammattitaidossa, työmenetelmissä ja työvälineissä. Yrityksen omistajan on kyettävä arvioimaan työhön osallistuvien henkilöiden osaaminen työn vaatimuksiin nähden.

Kirjallinen työturvallisuuden perusaineisto on tarpeen jokaisella työpaikalla. Lisäksi on oltava tiedossa ne asiantuntijatahot, jotka kykenevät neuvomaan ja opastamaan tarvittaessa (esim. tapaturmavakuutusyhtiöt, työsuojeluviranomaiset, asiantuntijalaitokset, laitevalmistajat/myyjät).

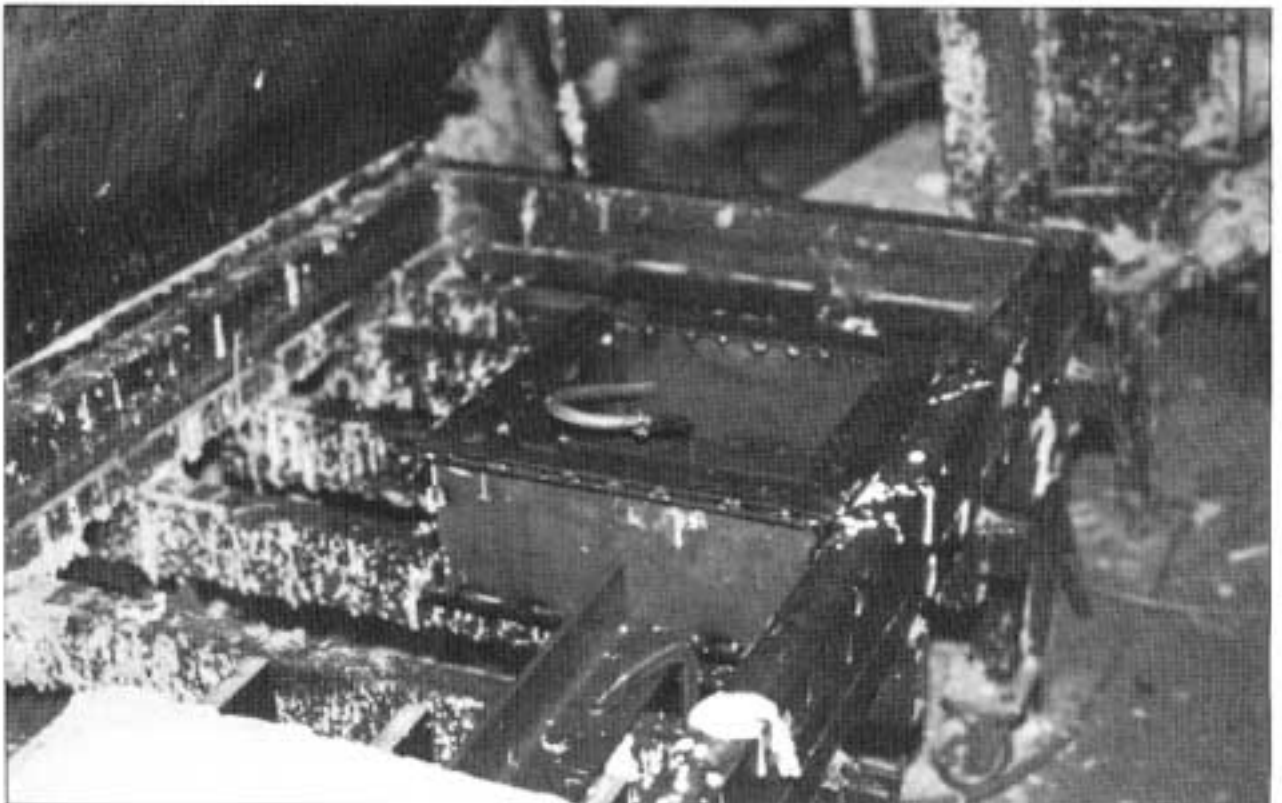
LIITTEET

- Kaavio tapahtumista ja tapaturmatekijöistä
- Valokuvia
- Yleistä koneturvallisuuden periaatteista



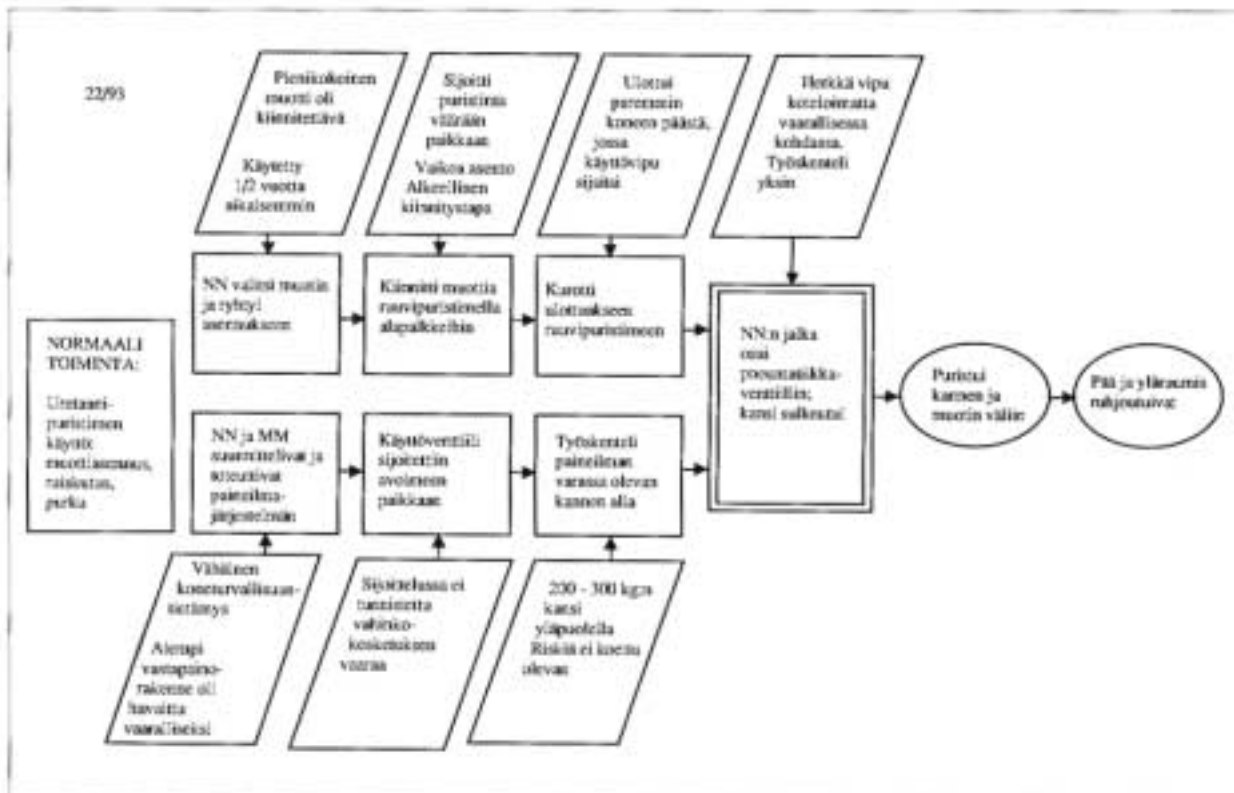
Kuva 1. Uretaanipuristin, jonka alatasolle asennetaan muotit. Muotteihin ruiskutetaan vaahto, jonka jälkeen raskas kansi suljetaan pneumaattisesti. NN oli kiinnittämässä muottia, kun kansi äkkiä sulkeutui ja puristi NN:n pään ja ylävartalon väliinsä.

Kuva 2. Pienikokoiset muotit on tarpeen kiinnittää alapalkkeihin kulmarautojen ja ruuvipuristimen avulla. NN asetti ruuvipuristinta poikkeuksellisesti muotin takareunalle, jolloin hän joutui kurottamaan voimakkaasti puristimeen ylettyäkseen.





Kuva 3. Kansi avataan ja suljetaan koneen päähän itse asennetusta pneumatiikkaventtiilistä. Herkkäliikkeinen vipu sijaitsi suojaamattomana juuri sillä korkeudella, että NN:n jalka saattoi osua vipuun kurottamisen aikana.



YLEISTÄ KONETURVALLISUUDEN PERIAATTEISTA

Koneiden suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön liittyvien vaarojen torjunnassa tarvitaan ennen kaikkea järjestelmällistä harkintaa, mutta myös erikoistietoja ja taitoja. Koneen turvallisuus on kokonaisuus, joka muodostuu hallintajärjestelmän ja mekaanisten koneenosien vaarojen torjunnasta. Lisäksi tarvitaan ammattitaitoista käyttöä, huoltoa ja käyttöön liittyviä ohjeita.

1. Vaarojen arvioiminen

Koneita suunniteltaessa tai tarkastettaessa on tärkeää pystyä tunnistamaan kaikki erilaiset vaaratekijät, joita koneen normaalikäytössä, häiriöissä ja vikatilanteissa voi esiintyä. Jos vaaroja ei kyetä tunnistamaan, ei niiden poistaminen ennen vahingon sattumista ole mahdollista. Selville saadut vaaratekijät arvioidaan vakavuuden, toistuvuuden ja vaikutusalueen suhteen, ja valitaan torjuntatoimenpiteet tällä perusteella. Apuna kannattaa käyttää tarkistuslistoja ja kirjata kaikki tarkastuskohteet ja havainnot paperille.

2. Vaaratekijöiden poistaminen

Usein on mahdollista muuttaa koneen rakennetta tai toimintatapaa niin, että vaara saadaan kokonaan eliminoidua eikä erillisiä suojaratkaisuja tarvita. Tähän on, jos mahdollista, aina syytä pyrkiä. Esimerkkejä tällaisista ratkaisuista ovat puristusvaarallisen välin kasvataminen tai pienentäminen, työliikkeen hidastaminen tai nopeuttaminen, takertumisvaaraa aiheuttavien ulokkeiden poistaminen, terävien osien pyöristäminen, käyttöenergian tai voimansiirtotavan muuttaminen, hallintalaitteiden uudelleenjärjestelyt, koneessa käytettävän kemikaalin vaihtaminen toiseen jne.

3. Vaarallisten koneenosien suojaaminen

Käytännössä vaarakohtia ei voida täysin poistaa, vaan joudutaan etsimään suojaus- ja turvalaiteratkaisuja. Tarkoitus on, että koneen toiminnan kannalta välttämättömiin, mutta vaarallisiin koneenosiin pääsy estetään joko fyysisin suojarakentein tai erilaisin koneen ohjaukseen vaikuttavin - usein sähköisin - turvalaittein. Mekaanisia suojuksia ovat esimerkiksi suoja-aidat, -verkot, -pleksit, -levyt ja kotelot. Turvalaitteita ovat esimerkiksi kahden käden hallintalaitteet, sähköiset lukitukset, turvarajakytkimet, turvamatot, valokennot ja -verhot ja muut ihmisen tunnistavat anturit. Suojaratkaisun suunnittelussa on tärkeää löytää toteutus, joka soveltuu hyvin käyttöön. Muutoin käyttäjät pyrkivät ajan mittaan ohittamaan tai poistamaan käyttöä haittaavan suojauksen.

4. Käyttäjän informoiminen vaaroista

Koneen käyttövaatimuksista johtuen joitakin vaaratekijöitä on pakko jättää osittain suojaamatta; esim. sahojen terät ja monet muut pyörivät työkalut. Myös käyttökytkimien virhepaullukset saattavat johtaa yllättäviin vaaratilanteisiin. Tällöin on tärkeää antaa käyttäjälle tarpeelliset varoitukset ja ohjeet kilpien, varoitus-signaalien, symbolien ja käyttöohjeiden avulla. Opettaminen turvallisiin koneen käyttötappoihin on tärkeää. 100 %:sen turvallista konetta tuskin kyetään aikaansaamaan, mutta hyvällä ammattitaidolla työskentely voi tapahtua vaaratta.

5. Koneen käyttöympäristön pohdinta

Kokonaiskuva koneen turvallisuudesta saadaan vasta pohtimalla konetta sen omassa käyttöympäristössään. On otettava huomioon ennen kaikkea tilaratkaisut koneen ympärillä; kulutiet, huoltotila, välivarastointi, materiaalikäsittely, jätteenpoisto, mitoitus henkilön työasentojen kannalta, melu, valaistus, sääolosuhteet jne.

6. Muistilista koneiden keskeisistä turvallisuuskysymyksistä

1. Pohdi tarkoin koneen käytössä, huollossa ja häiriötilanteissa esiintyvät vaarat. Arvioi vaarojen merkitys ja ryhdy järjestelmällisiin torjuntatoimiin.
2. Jos mahdollista, muuta koneen rakennetta tai toimintaperiaatetta niin, että vaarat poistuvat kokonaan.
3. Estä käyttäjän ja sivullisten tarpeeton pääsy koneen vaara-alueelle. Käytä veräjiä, aitoja tai tunnistimia. Mitoita etäisyydet, aukot ja vaaraa aiheuttavat välit valitsevien standardien mukaisesti.
4. Tutki koneen hallintajärjestelmän luotettavuus ja häiriöiden seuraukset. Pyydä apua sähköisten, hydraulisten tai pneumaattisten ohjausjärjestelmien valmistajilta epäselvissä tilanteissa. Älä rakenna itse, jos et ole täysin varma oikeista valinnoista ja asennusperiaatteista.
5. Käyttökytkimiin vahingossa koskettaminen on estettävä. Kytkimien liikesuuntien, sijoittelun ja merkintöjen tulee olla käytön kannalta ymmärrettäviä. Käynnistysim-

pulssia annettaessa kurottaminen vaara-alueelle ei saa olla mahdollista.

6. Kone on saatava pysähtymään nopeasti ja luotettavasti. Häätäpysäytys on useimmissa koneissa tarpeellinen. Häätäpysäytin on tavoitettava helposti. Kytke oikein ja asenna jarru.
7. Koneen rakenteiden tulee estää lastujen, sirpaleiden ja rikkoutuneiden työkalujen sinkoutumisen käyttäjään kuten myös melun ja kemikaalien vapautumisen. Pohdi henkilösuojainten käyttötarve.
8. Suojaa voimansiirtojärjestelmä kiinteillä suojuksilla huollon vaatimukset huomioon ottaen.
9. Suojaa työkalut ja työalueet siten, että avoimet aukot ovat mahdollisimman pieniä tai että etäisyyttä vaarakohtaan on riittävästi. Suojus voi myös siirtyä vaarakohdan eteen työstöhetkellä.
10. Eliminoi mahdollisuus, että työkaluja tai muita koneenosia voidaan kiinnittää virheellisesti.
11. Avattavissa suojuksissa saatetaan tarvita rajakytkimiä ja lukituksia. Hyödynnä valokennoja, tuntopysäyttimiä ja tunnistimia työskentelyn helpottamiseksi. Pyydä neuvoa asiantuntijalta.
12. Varmista turvallisuusperiaatteiden mukaiset käynnistys-, pysäytys- ja turvalaitekytkennät. Tutki onko koneen sähköistys määräysten ja käyttöolosuhteiden mukainen.
13. Tarkasta, että hydraulikka- ja pneumaattikka-asennukset ovat asianmukaiset. Varmista valmistajan ohjeista ja standardeista.
14. Varmista, että kaikki huolto-, korjaus-, säätö- ja puhdistustyöt voidaan tehdä koneen ollessa pysähdyksissä tai muulla tavoin turvallisuus varmistetaan. Selvitä, miten kone erotetaan luotettavasti energialähteestä.
15. Arvioi, ovatko koneen varoitusmerkinnät, signaalit ja symbolit ymmärrettäviä ja riittäviä. Tarkasta, että koneen käyttöohjeissa on riittävät tiedot turvalliseen käyttöön liittyvistä asioista.

Kirjallista aineistoa

ETA-Koneturvallisuus. Esite uusista talousalueella sovellettavista koneturvallisuusmääräyksistä. Työministeriön esite 5.056.1994. 12 sivua.

Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta no: 1410/93 (koneiden oleelliset turvallisuusvaatimukset, jotka vastaavat EY:n konedirektiiviä).

Valtioneuvoston päätös työvälineiden turvallisuudesta käytöstä 1403/93.

SFS-EN 292-1 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät.

SFS-EN 292-2 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 2: Tekniset periaatteet ja spesifikaatiot.

SFS-EN 294 Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet, joilla estetään yläraajojen ulottuminen vaaravyöhykkeelle.

SFS-EN 439 Koneturvallisuus. Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi.

Lisätietoja

MET; Metalliteollisuuden Keskusliitto
koneturvallisuus-
standardointi ja julkaisut puh. 90 - 19 231

Työministeriö
työsuojeluosasto puh. 931 - 608 111
julkaisut puh. 931 - 608 158

Työministeriön työsuojelupiirit

Suomen Standardisoimisliitto,
SFS-EN standardit puh. 90 - 1499 331

Painatuskeskus Oy
julkaisut, säädökset puh. 90 - 566 0266

Työturvallisuuskeskus
julkaisut puh. 90 - 680 2600


Työterveyslaitos
julkaisut puh. 90 - 47 471

Tapaturmavakuutuslaitosten
Liitto puh. 90 - 680 401

Laatinut: Kari Lahtinen Työterveyslaitos

**Tapaturmavakuutus-
laitosten Liitto**

Bulevardi 28
00120 Helsinki
puh. (90) 680 401

Jaarli Oy  1994