

TOT-RAPORTTI

21/04

Pikarullaovi romahti sähköasentajan päälle

TOT-RAPORTIN AVAINTIEDOT	
Tapahtumakuvaus	Paperitehtaan pikarullaovi oli lakannut toimimasta. Kunnossapitoa suorittavan yrityksen työntekijät totesivat akselin katkenneeksi. Oven korjaamiseksi tarvittiin varaosia. Paikalle tilattiin pikarullaovien korjaukseen erikoistunut yritys ja sen kaksi sähköasentajaa tuli seuraavana aamuna. Toinen sähköasentajista kokeili paikalle tultuaan rullaoven jousen kuormitusta. Oven käyttöakseli putosi heti alas. Toinen sähköasentajista menehtyi ja toinen sai ruhjeita.
Ammatti	Sähköasentaja
Toimiala	Nosto-ovien huolto ja korjaus 28
Työmenetelmä tai tehtävä	Korjaus- ja varaosatarpeen selvitystyö
Koneet ja laitteet	Pikarullaovi

TOT-RAPORTTIEN HYÖDYNTÄMINEN

TOT-raportteja voidaan hyödyntää työpaikoilla mm. seuraavilla tavoilla:

- kaikki raportit käsitellään työnjohdon palavereissa, työmaan viikkopalaverissa tms. linjajohdon yhteisissä tilaisuuksissa
- raportit käsitellään työsuojelutoimikunnassa
- raportit liitetään työnopastusmateriaalin joukkoon tai esimerkiksi koneen tai laitteen käyttöohjeisiin

- raportteja voidaan käyttää hyödyksi koulutus-tilaisuuksissa
- raporttien perusteella laaditaan ohjeita, tiedotteita, juttuja henkilöstölehteen tai sisäiseen tiedotteeseen, tietoisuuksia ilmoitustauluille jne.
- raportit toimitetaan suunnittelijoille, laitevalmistajille ja alihankkijoille, joiden toiminnalla on merkitystä tapaturmien torjunnassa

Työpaikkaonnettomuuksien tutkinta (TOT) perustuu työmarkkinajärjestöjen ja Tapaturmavakuutuslaitosten liiton (TVL) väliseen sopimukseen.

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto

Bulevardi 28, 00120 Helsinki, puhelin (09) 680 401

Faksi (09) 6804 0389, sähköposti tyoturvallisuus.tvl@vakes.fi

<http://www.tvl.fi>

TOT 21/04

1. TAPAHTUMIEN KULKU

1.1 Tausta

Paperitehdas A oli sopinut tehtaan kunnossapidosta ulkopuolisen kunnossapitoyritys B:n kanssa. Yritys B:n sähkö- ja automaatiokunnossapidon työnjohtaja havaitsi arkittamon pikarullaoven olleen epäkunnossa. Oven nostomekanismi ei liikuttanut kangasta paperitehtaan tuotanto-osaston työntekijöiden tekemistä yrityksistä huolimatta. Oviaukkoa käytettiin lähinnä pakkaustarvikkeiden siirtoon varastosta tuotantotiloihin. Arkittamossa oli tavanomainen trukki- ja henkilöliikenne. Oven vikaantumisesta johtuen arkittamon työntekijät joutuivat käyttämään viereistä ovea.

Yritys B:n ovien kunnossapidosta vastaava työnjohtaja teki ilmoituksen oven vikaantumisesta ja sen nostovaijerin kiertymisestä akselin ympärille yrityksensä toiselle työnjohtajalle, joka lähetti kolme asentajaa selvittämään vian syytä ja korjaustarvetta. Kunnossapitoyrityksen asentajat tarkastivat pikarullaoven henkilönostimen avulla jo samana päivänä. Tällöin he havaitsivat nostovaijerin kiertyneen akselin kaulalle, mutta myös akselin jousen irronneen ja akselin katkenneen. He yrittivät myös käsin nostaa akselia ollessaan henkilönostimen korissa, mutta se ei liikkunut.

Tämän jälkeen asentajat laskivat henkilönostimen korin alas, käänsivät pikarullaoven pääkytkimen 0-asentoon ja kiinnittivät pääkytkimeen korjaustyöstä kertovan lapun. Lisäksi he irrottivat oven molemmat vaijerikotelot voidakseen tutkia tilannetta paremmin. Ilmeisesti pikarullaoven käyttöakselin (150 kg) mahdollista putoamisriskiä ei tunnistettu, koska oven havaittiin jo olleen liikkumaton. Tästä syystä akselia ei tuettu tai ripustettu taljojen varaan. Saatettuaan työnsä loppuun he laittoivat vielä oviaukon eteen arkittamon puolelle kulkuesteeksi metallilavan, mutta se oli ilmeisesti jostain syy-

tä poistettu myöhemmin.

Kunnossapitoyrityksen asentajat raportoivat tämän jälkeen viasta ja tekemästään työstä työnjohtajalleen, joka tilasi heti pikarullaovien asennus- ja korjausyrityksen (Yritys C) selvittämään tilannetta. Kyseisen yrityksen työnjohtaja sopi tuolloin tehtaalla jo muissa tehtävissä olleiden sähköasentajien NN:n ja MM:n kanssa, että he menevät selvittämään pikarullaoven varaosatarvetta.

1.2 Tapaturma

Seuraavana aamuna NN ja MM menivät arkittamoon kyseisen oven luokse. Paikalle tultuaan he totesivat ovityypin ja vian luonteen. Tämän jälkeen MM soitti työnjohtajalle kertoen, että ovityyppi oli heille outo.

NN ja MM menivät oven hoitopuolen päähän tutkimaan asiaa tarkemmin. Tässä vaiheessa NN ja MM olivat vierekkäin. MM selvitti tavon mukaan heti alhaalta vaijeria kevyesti nykäisemällä, oliko oven jousikuorma päällä.

Välittömästi vaijeriin koskemisen jälkeen oven käyttöakseli ja ovikangas putosivat viiden metrin korkeudesta lattialle. MM kertoi akselin kolhineen ensin häntä ja sen jälkeen se oli osunut NN:ään. NN menehtyi vammoihinsa ja MM oli jonkin aikaa sairauslomalla.

1.3 Alihankintatyö

Tilattu työ oli tyypillinen tehtaan alihankintatyö. Kyseinen yritys oli tilattu vuosittain pari kertaa viikossa rullaoviin liittyviin asennus-, huolto- ja korjaustöihin. Tehtaalla tehdään paljon muitakin alihankintatöitä, joita varten on laadittu oppaita ja annettu myös koulutusta alihankkijoiden työntekijöille.

1.4 Kokemus

NN oli 21-vuotias sähköasentaja. Hänellä oli vuoden työkokemus pikarullaovien huolto- ja

korjaustöistä. MM oli tapahtumahetkellä 47-vuotias, ja hänellä oli noin viiden vuoden kokemus nosto-ovien huolto- ja korjaustöistä.

1.5 Pikarullaovi

Pikarullaovi oli valmistettu ja asennettu vuonna 1985. Se oli peruskorjattu 1995.

2. TAPATURMATEKIJÄT

2.1 Pikarullaoven putoamisvaaraa ei poistettu

Pikarullaovea ei heti tuettu korjaustyön alussa alhaaltapäin tai ripustettu taljojen varaan kattorakenteisiin. Jälkikäteen arvioitiin, että käyttöakselin ripustaminen kattorakenteisiin olisi vienyt aikaa yhden tunnin.

Ilmeisesti kunnossapitotöitä suorittavan yrityksen työntekijät eivät pitäneet akselin putoamisvaaraa todennäköisenä. He eivät kyenneet käsin nostamaan akselia ollessaan henkilönostimen korissa.

2.2 Vaijerikoteloiden poisto

Tehtaan kunnossapitoa suorittavan yrityksen työntekijät totesivat akselin katkenneeksi ja irrottivat oven molemmat vaijerikotelot voidakseen tutkia tilannetta paremmin. Vaijerikoteloiden poistaminen mahdollisti akselin esteettömän putoamisen. Varsinaisen korjaustyön suorittaminen olisi edellyttänyt varaosia, joita työntekijöillä ei ollut käytettävissä.

2.3 Akseli oli katkennut

Pikarullaoven käyttöakseli oli katkennut kaksi päivää aiemmin. Käyttöakselin päätylevyn ja akselin hitsausliitoksessa oli puutteita.

Akselin kiilaura muodosti myös geometrisen epäjatkuvuuskohdan laskien akselin väsymiskestävyyttä. Akseliin oli ydintynyt väsymishalkeamat pienahitsin juureen sekä kiilauran reu-

noihin. Kun nämä halkeamat kasvoivat suuremmiksi, akseli katkesi. Särön syntymistä akseliputken päätylevyn reiässä ei voitu havaita silmämääräisessä tarkastuksessa.

2.4 Katkennut akselin pää siirtyi alaspäin

Pikarullaoven katkennut akselin pää oli toisesta päästään vain kitkan varassa. Toisessa päässä akselia piti paikallaan nivellaakeri. Laakeri ei estänyt katkenneen akselin kallistumista ja siirtymistä alaspäin.

Koska oven runkorakenne värähteli jatkuvasti johtuen tehtaan sekä trukkien yleistärinästä, akselin pää pääsi siirtymään mahdollisesti jopa 10 cm alaspäin.

Tehtaan tuotanto-osaston työntekijät olivat aluksi yrittäneet käynnistää pikarullaovea. Tällöin akseli ilmeisesti pääsi jo siirtymään pois paikoiltaan.

2.5 Vaarallista tilaa ei havaittu - vaaroja ei arvioitu

Pikarullaovien käyttöön liittyvässä vaarojen arvioinnissa ei ollut riittävästi huomioitu poikkeuksellisia häiriötilanteita. Vaarojen arvioinnin olisi voinut tehdä joko kunnossapitoyritys tai varaosien selvitystyöhön tilattu yritys.

2.6 Jousen kuormituksen välitön kokeilu

Koska katkennut akseli oli lähes putoamispisteessä, riitti kun MM kokeili oven jousen kuormitusta nykäisemällä jouta vaijerista. Jousen kokeilu on tavanomainen työvaihe ennen vastaavia korjaustöitä.

2.7 Akseli romahti alas

150 kg painanut akseli romahti viiden metrin korkeudelta alas. NN ja MM jäivät sen alle. NN menehtyi saamiinsa vammoihin. MM oli vammojensa takia jonkun aikaa poissa työstä.

Rullaovi ei pääse romahtamaan nopeasti alas vaijerikoteloiden ollessa paikallaan.

3 VASTAAVIEN TYÖTAPATURMIEN ESTÄMINEN

3.1 Vaarojen tunnistaminen ja arviointi

Pikarullaoven käyttöakselin putoaminen on keskeinen vaaratekijä, joka on otettava huomioon ja tämä vaara on aina eliminointava.

Rullaovien asennus-, huolto- ja korjaustyötä tekevien yritysten tulee laatia käyttöönsä yleiset mutta kuitenkin riittävän selkeät vaarojen arviointi- ja eliminointilomakkeet. Vaarojen tunnistamisessa on otettava huomioon eri työvaiheet ts. miten paljon ovea on kulloinkin purettu. Tämä helpottaa useiden erilaisten ovityyppien yhteydessä tehtävien töiden vaarojen tunnistamista, arviointia ja eliminointia.

3.2 Yhteistyö ja tiedonvaihto eri yritysten välillä

Työn tilaaja- ja toimittajayrityksen (alihankintayrityksen) välillä tapahtuvan työturvallisuuteen liittyvän tiedonvaihdon tulee olla selkeätä ja aukotonta.

Työturvallisuuteen liittyvät keskeiset tiedonvaihtotarpeet olivat tässä tapauksessa akselin katkeamisesta sekä osittain puretusta ja ilman mekaanista tukea olevasta pikarullaovesta johdettavat vaarat.

3.3 Töiden suunnittelu ja turvallinen järjestys

Työt, joissa on esineiden, koneen osien tms. alle jäämisvaara, on suunniteltava aina etukäteen. Turvallinen työmenetelmä ja oikeassa jär-

jestyksessä etenevät työvaiheet lisäävät työturvallisuutta.

Käyttöakselin putoamisen estäminen pitää tehdä mieluummin heti, kun akselin katkeaminen havaitaan. Tällä varmistetaan, että putoamisen estäminen ei jostain syystä jää myöhemminkään tekemättä. On otettava myös huomioon, että käyttöakseli voi pudota myös muiden kuin korjaustyötä tekevien työntekijöiden päälle.

Vaikka korjaustyössä käytetään henkilönsäntä tai työtelineitä, on käyttöakselin putoaminen tällöinkin aina estettävä.

3.4 Opastus ja ohjeet

Työnantajan on annettava työntekijälleen riittävät tiedot työn vaaratekijöistä ja kirjalliset ohjeet turvallisista työmenetelmistä. Työntekijän työhön perehdyttäminen on tehtävä suunnitelmallisesti.

Opastuksessa ja ohjeissa on erityisesti otettava huomioon ne työt, jotka eroavat työn luonteen kannalta vähän, mutta ovat riskeiltään täysin erilaisia.

On myös korostettava yhteistyön ja yksiselitteisen tiedonkulun merkitystä yhteisellä työpaikalla.

3.5 Käyttöakselin väsymiskestävyys

Katso tarkemmin liite 1.

LIITTEET

- Valokuvia
- Kaavio tapahtumien kulusta ja tapaturmatekijöistä
- Selvitys akselin katkeamissyistä

Lyhennelmä Oulun Yliopiston Materiaalitekniikan laboratorion tutkimuksesta liittyen pikarullaoven akselin murtumiseen

Murtopinnan ulkonäön perusteella voidaan päätellä vaurioitumismekanismien olleen pyörötaivutusväsymisen. Rullaoven liikkuessa ylös ja alas akseliputki ja sen akseli pyörivät. Samalla akseliston omasta painosta ja ovilevystä tulee akseliin sitä alaspäin taivuttava jännitys rasituksen ollessa suurimmillaan lähellä tukipisteitä (akseliputken päätyjä ja laakerointeja). Ylikuormittumiseen viittaavia piirteitä, pysyviä muodonmuutoksia akselissa ja pyörähdysjälkiä murtopinnalla, ei ollut näkyvissä.

Lähellä akselin kiilauraa on väsymismurtuman ydintymiskohtia. Murtopinta karheutuu akselin keskelle päin, kun särön pituus ja kasvunopeus ovat kasvaneet. Lisäksi murtopinnan sisällä on erotettavissa soikea alue, joka on jäännösmurtuma. Tämä alue on melko pieni osoituksena suhteellisen pienestä vallinneesta jännitystasosta.

Väsymismurtuma on ydintynyt kiilauran nurkien lisäksi ja ilmeisestikin jopa aikaisemmin myös akselin vastakkaisella puolella kalottimaisella alueella. Tämä alue vastaa pienahitsin juuren lämpövyöhykettä. Jäännösmurtuman sijainti lähempänä kiilauraa kuin kalottimaista aluetta osoittaa särön kasvaneen pitemmälle kalottimaisesta alueesta lähteneenä kuin kiilaurasta. Tämä viittaa jonkin ydintymistä edistäneen tekijän vaikutukseen tällä alueella.

Akseliputken päätylevy on hitsattu putken sisäpuolelta kiinni akseliin ja murtuma on lähtenyt täsmälleen pienahitsin juuresta. Pienahitsi ei ole sulattanut lainkaan päätylevyssä olevan

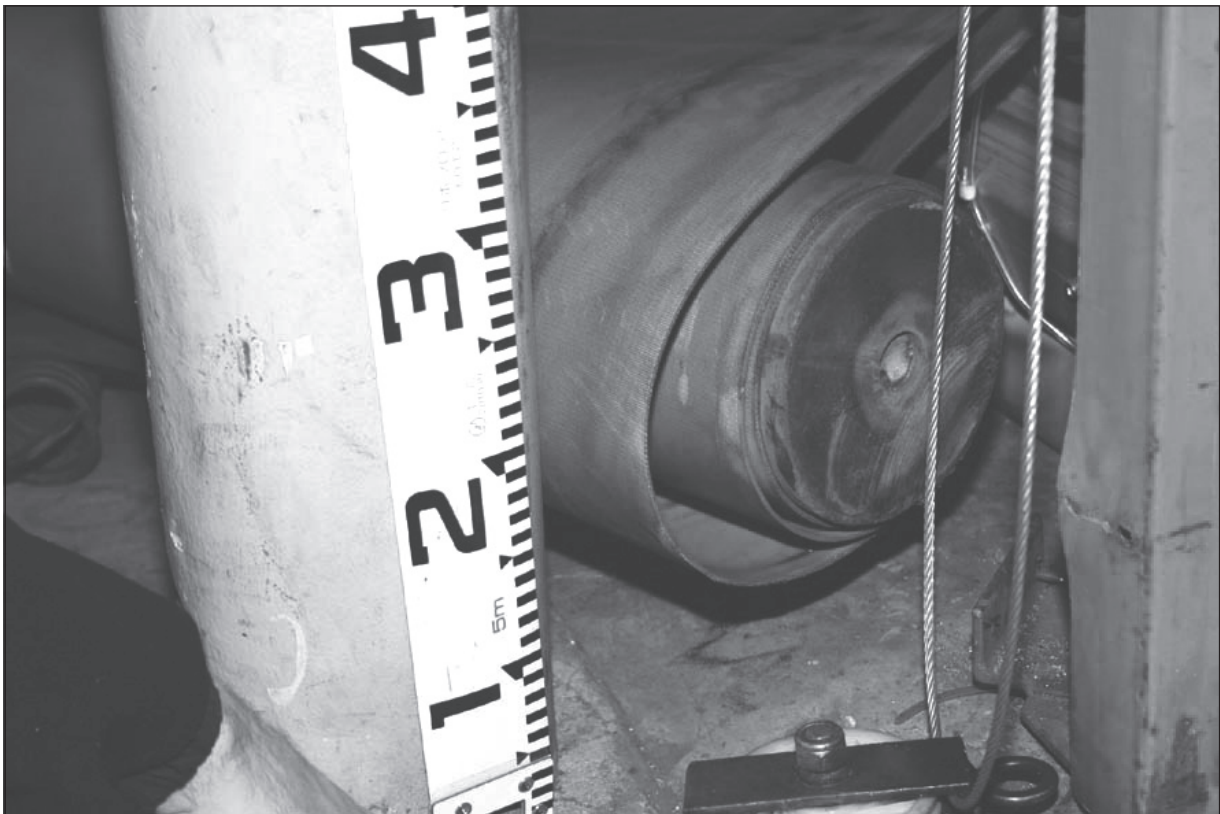
reiän reunoja. Ilmeisestikin kiinnityshitsillä on ollut haitallinen vaikutus akselin kestämiseen. Pienan juuri muodostaa geometrisesti lujouden kannalta jännityskeskittymän paikan.

Päätylevy (n. 5 mm vahva) näytti olevan hyvin niukkahiillistä pehmeää ferriittistä terästä. Akselista tehty hie osoitti sen olevan tavanomaista nauhoittunutta ferriittis-perliittistä terästä ilman erityistä lämpökäsittelyä (esim. nuorutus), joka parantaisi väsymiskestävyyttä. Lisäksi perliittipitoisuus on melko korkea, noin 20 %, joten teräksen hiilipitoisuus on arviolta 0.15 % (koostumusta ei ole määritetty). Hiili heikentää teräksen hitsattavuutta, vaikka 0.15 %:n pitoisuus ei ole merkittävän korkea.

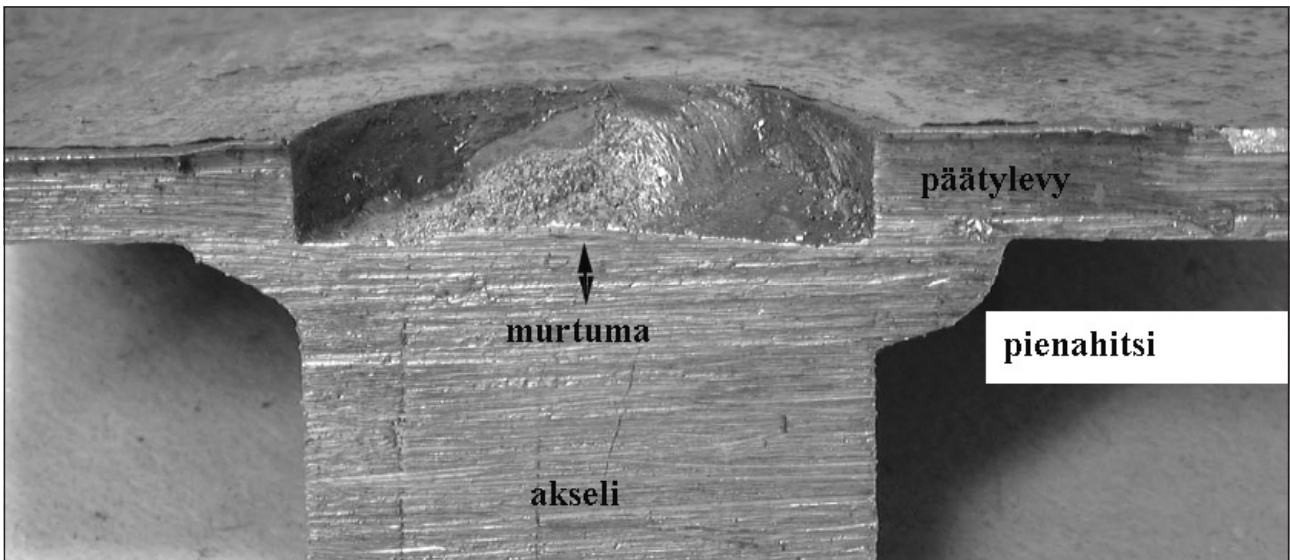
Hiilipitoisuus ei paranna ferriittis-perliittisen teräksen väsymiskestävyyttä. Muutosvyöhykkeen mikrorakenne on lähinnä bainiittinen, mutta sen kovuus 235 HV ei ole kovin suuri, joten varsinaista karkenemistä ei ole tapahtunut.



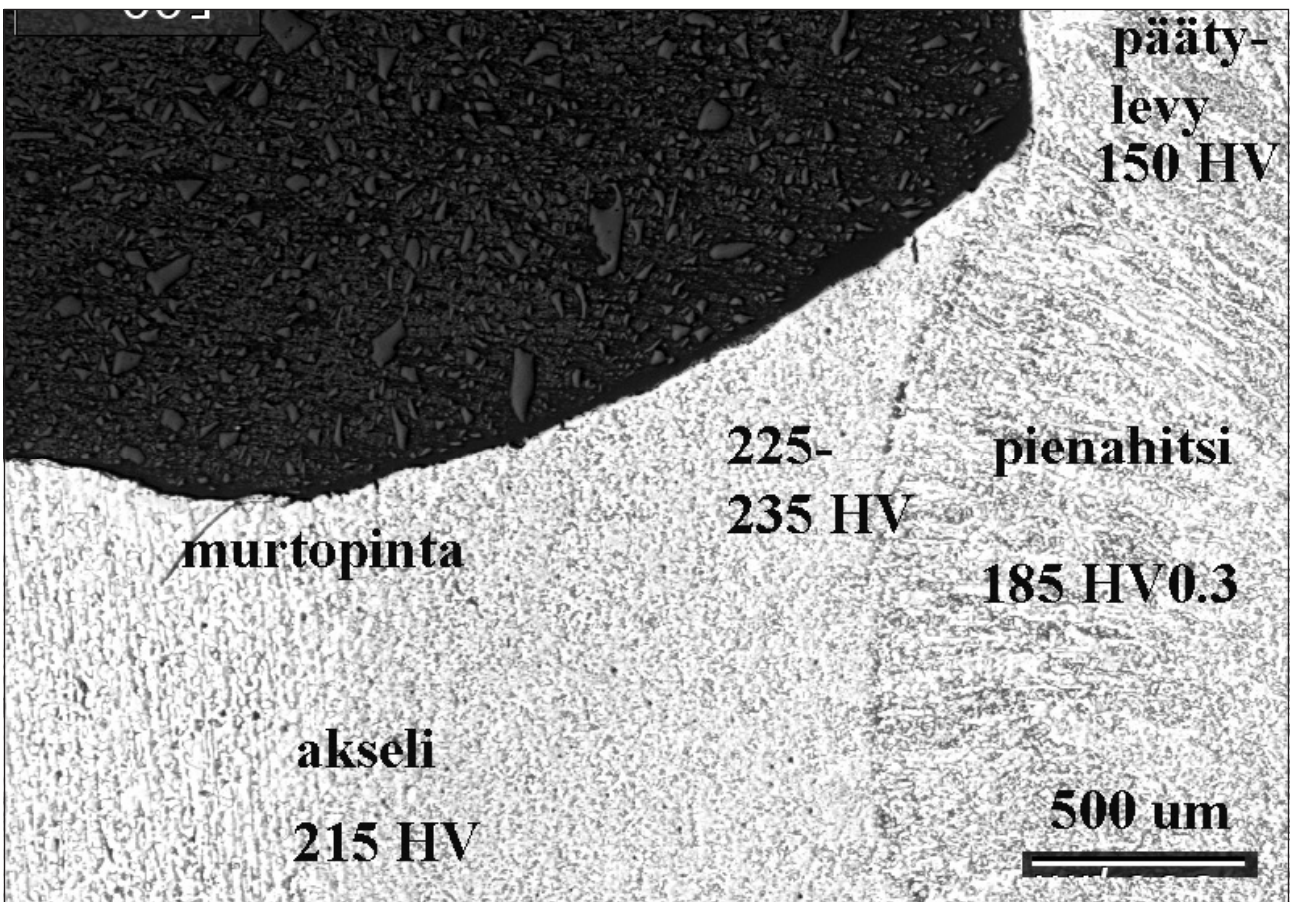
Kuva 1. Paperitehtaan alas pudonnut nostorullaovi. NN ja MM työskentelivät oviaukon vasemmalla puolella.



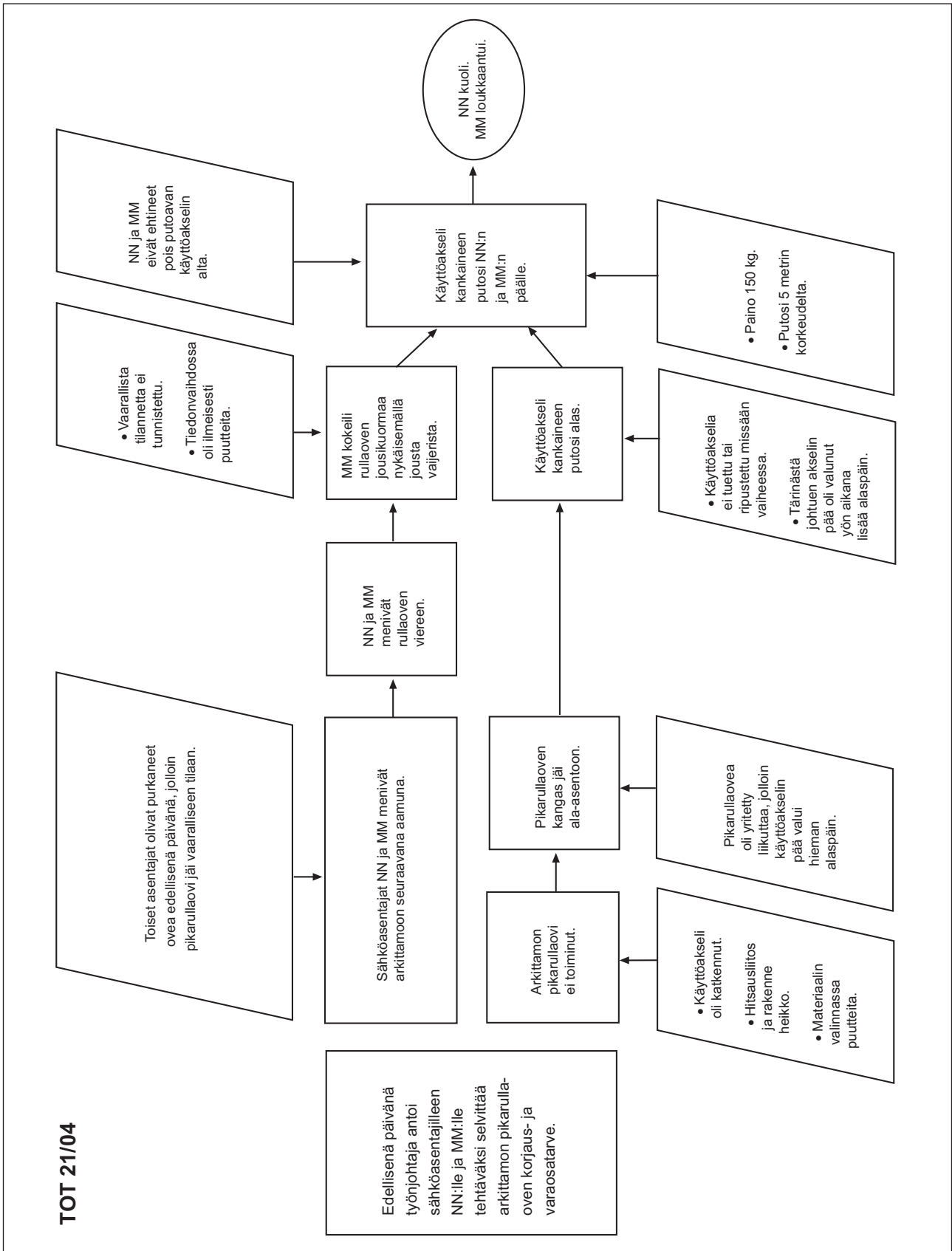
Kuva 2. Lattialla oleva pikarullaoven katkenut käyttöakseli. Katkeamiskohdassa särön alkamista ei voitu havaita.



Kuva 3. Halkileikkaus akselista ja päätylevystä osoittaen murtuman lähteneen pienahitsin juuresta. Päätylevyn reiän laita ei ole sulanut hitsauksessa.



Kuva 4. Halkileikkaus murtuman alkukohdasta sekä liitoksen eri osien kovuudet.



Vapaasti kopioitavissa

Lähde: TVL/TOT 2004

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto

Yhteyshenkilöt: Hannu Tarvainen, työturvallisuusjohtaja, puh. (09) 6804 0388,

Mika Tynkkynen, työturvallisuustutkija, puh. (09) 6804 0384,

Sakari Seppänen, työturvallisuusinsinööri (rakentaminen), puh. (09) 6804 0377