



TOT-RAPORTTI

18/06

Laitosmies puristui robottitarttujan ja kuljetinradan väliin

TOT-RAPORTIN AVAINTIEDOT		
Tapahtumakuvaus	Laitosmies NN (21-v.) oli selvittämässä kuljetinjärjestelmän häiriötä. Ilmeisesti hän meni pinontarobotin vaara-alueelle materiaalin kulkuaukosta, mutta robotin toiminta ei pysähtynyt. Häiriön poistuttua robotti jatkoi ohjelman mukaista työkiertoa, jolloin NN jäi puristuksiin kuljetinrataa vasten.	
Koneet ja laitteet	Teollisuusrobotti, jonka tarttujan puristusvoima 160 kg. Käyttöönotto v. 2004 ja huollettu v. 2006.	Koodi
Työnantajan toimiala	Tekninen huolto- ja kunnossapitotoiminta	7420
Ammattiluokka	Laitosmies	753
Työympäristö	Tuotantolaitoksen robottisolu	011
Työtehtävä	Häiriön poisto	52
Työsuoritus	Liikkuminen	67
Poikkeama	Toiminta vaara-alueella koneen ollessa käynnissä	85
Vahingoittumistapa	Puristuminen robottitarttujan ja kuljetinradan väliin	63

TOT-raportti jaetaan työpaikoille, joissa vastaavantyyppinen työtapaturma tai vaara on ilmeinen. Lisäksi raportti jaetaan muille työsuojelualan asiantuntijoille. Kaikkien alojen raportit löytyvät TVL:n kotisivuilta www.tvl.fi, kohdasta työturvallisuus.

TOT-RAPORTTIEN HYÖDYNTÄMINEN

TOT-raportteja voidaan hyödyntää työpaikoilla mm. seuraavilla tavoilla:

- kaikki raportit käsitellään työnjohdon palaverissa, 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, tietoiskuja 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 tyoturvaluus.tvl@vakes.fi
<http://www.tvl.fi>

TOT 18/06

1. Tapahtumien kulku

1.1 Tausta

Tapahtumapaikka on meijerin yksikkö, jossa myymälöistä palautuvat muoviset maitolaitokset, jogurttitarjottimet ja -kennot, rullakot ja alusvaunut pestään ja edelleen pakataan uusilla tuotteilla. Materiaalia käsitellään tuotantolaitoksen kahdessa kerroksessa. Ensimmäisessä kerroksessa syötetään tarjottimet pesuradalle, josta ne pesun ja kuivauksen jälkeen siirtyvät kuljetinrataa pitkin toiseen kerrokseen ja edelleen robottisolujen kautta välivarastoon, joka toimii pakkausosastoa palvelevana puskurina. Tuotannon volyymin riippuen automaattisesti ohjattu järjestelmä hakee tarvittaessa tuotantoon riittävän määrän tarjottimia välivarastosta tai siirtää niitä sinne odottamaan tulevaa käyttöä. Toimintaperiaatteena on, että meijerin tuotteita pakataan katkeamattomana ketjuna, kolmessa vuorossa ympäri vuorokauden ja seitsemänä päivänä viikossa.

NN:n työnantaja vastaa palautuvan materiaalin pesu- ja varastointilinjojen laitteiston käynnissä- ja kunnossapidosta. Käytännössä vastualueeseen kuuluu kaikkiaan 7 robottisolua. Henkilökunta (12 laitосmiestä ja yksi esimies) työskentelee kyseisessä yksikössä jatkuvassa kolmivuorotyössä siten, että vuorossa työskentelee samanaikaisesti aina kaksi laitосmiestä. Työnjohto toimii päivävuorossa.

1.2 Tapaturma

Laitосmies NN oli tapaturmapäivänä iltavuorossa työparinsa MM:n kanssa. Aamuvuorossa ja iltavuoron alussa prosessissa oli ollut häiriöitä keskimääräiseen häiriötaajuuteen verrattuna vähän.

Valvomoon tuli klo 16:54 hälytys solussa 2 olleesta häiriöstä, jota NN lähti selvittämään. Hälytyksen mukaan robotti 2 oli ”törmännyt pinontaan”. MM jäi valvomoon. Noin minuutin kuluttua hälytyksestä häiriö poistui valvomon näyttöpäätteeltä, kunnes jälleen noin kahden

minuutin kuluttua tuli uusi, samansisältöinen hälytys kuin edellisellä kerralla.

MM lähti prosessitilaan selvittämään uutta hälytystä huudellen samalla NN:ää nimeltä. Saavuttuaan robottisolu 2:n kohdalle MM huomasi NN:n jääneen puristuksiin robottitartujan ja kuljetinradan väliin. MM meni NN:n luoturvaportin kautta, ja ohjasi tarttujan pois NN:n päältä käsiajolla. Robotin mukaan kello oli tällöin 16:58.

MM ja alakerrassa työskennellyt toinen työntekijät siirsivät NN:n pois kuljetinradalta. Nopeasti paikalle saapuneet pelastusyksikkö ja poliisi totesivat NN:n kuolleen tapaturmassa saamiinsa vammoihin.

1.3 Kokemus

NN oli ammattikoulun käynyt metallimies. Hänellä oli levysepän koulutus. Nykyisen työnantajan palveluksessa hän oli ollut n. 2,5 vuotta, josta yli vuoden em. palautuvaa materiaalia käsittelevässä yksikössä. Yksikkö on ollut toiminnassa yli vuoden ajan.

NN oli perehdytetty työn ohella työtehtäviinsä, ja hän oli suoriutunut niissä työtoverien ja esimiesten mukaan hyvin. Hänellä oli työturvallisuus- ja tulityökortit. Lisäksi hän oli osallistunut työnantajan työturvallisuuskoulutukseen.

1.4 Töiden organisointi

NN työskenteli yrityksessä, joka vastaa meijerin kanssa tekemänsä sopimuksen mukaisesti prosessin käynnissä- ja kunnossapitotoiminoista. Pääasiallista määräysvaltaa kohteessa käyttää meijeri. Hän työskenteli kuitenkin oman työnjohdon, ts. ei meijerin työnjohdon alaisuudessa.

2. TAPATURMAAN JOHTANEET TEKIJÄT

Tapahtumalla ei ole silminnäkijöitä. Tässä luvussa esitettävät tapaturmatekijät perustuvat

NN:n työnantajan laatimaan selvitykseen, jossa on kuvattu todennäköisin tapahtumien kulku laitteiston häiriöhistoriaan, järjestelmän toiminnasta saatuihin tietoihin, suoritettuihin toimintakokeisiin sekä MM:n ja muiden NN:n kanssa samaa työtä tekevien työntekijöiden haastatteluihin.

2.1 Järjestelmän turvallisuustekniset puutteet

2.1.1 Robotin toiminta ei pysähtynyt, vaikka NN meni vaara-alueelle

Järjestelmä ei mennyt ”häätä seis”-, eli turvalliseen tilaan, vaikka NN kulki materiaalin kulkuaukosta robotin vaara-alueelle. Todennäköisesti NN luuli, että robotin toiminnot pysähtyvät hänen kulkiessaan turvalokkenojen ohi robottisoluun. Robotti jatkoi ohjelman mukaista työkiertoa, kun NN poisti häiriön. NN seisoi hoitotasolla selin robotin tarttujaan nähden, jolloin hän ei havainnut robotin liikettä vaan jäi tarttujan ja radan väliin puristuksiin.

Materiaalin kulun mahdollistamiseksi turvaloverhon toiminta täytyy passivoida, eli turvaloverho kytkeytyy automaattisesti pois päältä silloin, kun materiaali kulkee aukosta robottisoluun. Vaimennusvalokennot sijaitsevat noin 180 cm korkeudella materiaalia kuljettavan kuljetinradan pinnasta. Materiaalipinojen lähestyessä robottisoluun johtavaa materiaalin kulkuaukkoa, vaimennuselementit tunnistavat ensimmäisen pinon yläkulman juuri ennen turvaloverhoa, kytkien sen samalla pois toiminnasta. Tällöin materiaalipinot voivat kulkea turvaloverholla suojatusta kulkuaukosta robottisoluun ilman, että robotti menee ”häätä seis”-tilaan. Kun viimeinen pino ohittaa vaimennuselementin toiminta-alueen, turvaloverho kytkeytyy lyhyen viiveen jälkeen aktiiviseen tilaan. Aktiivisessa tilassa robotti menee ”häätä seis” tilaan ja pysähtyy, jos turvaloverhon säde katkaistaan.

Onnettomuuden jälkeen tehdyissä kokeissa todettiin, että ihminen voi päästä materiaalin kulkuaukosta robottisoluun ilman, että turvaloverho laukaisee järjestelmän ”häätä seis”-tilaan. Sopivassa kulmassa kuljettaessa vaimennusvaloverhot passivoivat turvaloverhon ennen kuin

se ennättää ohjaamaan robotin ”häätä seis”-tilaan. Edellytyksenä on, että henkilö on riittävän pitkä ja jalka tai keho ei katkaise turvaloverhon sädettä ennen kuin vaimennusvalokennot ovat kytkeneet turvaloverhon toiminnan pois päältä. Vaimennusvalokennot tunnistavat ihmisen pakkauspinoiksi, joka saapuu robottisoluun estäen turvaloverhon ”häätä seis”-toiminnan.

2.1.2 Koneen häiriötilan ilmaisevan merkkivalon toiminta

Robotin tai kuljetinjärjestelmän häiriö ilmaistaan robotin ohjauskeskuksen päälle sijoitetulla valomerkillä, ns. majakalla, joka antaa tietoa erilaisista tilanteista robottisolussa. Majakka vilkkuu esimerkiksi silloin, kun robotti suorittaa itsensä kalibrointia eli ”tarttujien” asemointia ja silloin, kun robotti ei pääse suorittamaan sille ohjelmoitua tehtävää. Majakka vilkkuu myös silloin, kun turvalaite on pysäyttänyt robotin toiminnan.

Tässä tapauksessa majakka on siis todennäköisesti vilkkunut jo ennen kuin NN meni vaara-alueelle, koska robotti ei pystynyt suorittamaan sille ohjelmoitua tehtävää. On mahdollista, että tämän perusteella NN kuvitteli turvalaitteen pysäyttäneen robotin toiminnan.

Turvaportin vieressä olevassa robotin ohjauspaneelissa syttyy myös punainen häiriömerkkivalo järjestelmän ollessa häiriötilassa. Ohjauspaneelin ohi ei kuljeta, jos menee solun sisään ohjeiden vastaisesti materiaalin kulkuaukosta.

2.2 Työohjeiden vastainen toiminta

Todennäköisesti NN meni robottisoluun, ts. robotin vaara-alueelle, työohjeiden vastaisesti materiaalin kulkuaukosta, ts. samasta aukosta, josta sinne ohjataan käsiteltävä materiaali. Hän ei siis ohjannut järjestelmää turvalliseen tilaan ennen vaara-alueelle menoa.

Järjestelmän suunnittelija ja laitteistotoimittaja ovat ohjeistaneet kulun robottialueelle siten, että ensin järjestelmä lukitaan hallitusti turvalliseen tilaan kääntämällä turvaportin vieressä olevasta robotin ohjausyksiköstä kytkin ”pito”-asentoon ja avaamalla sitten turvaportti.

Materiaalin kulkuaukko on merkitty kulun kieltävällä kilvellä ja suojattu turvaloverholla, jonka tarkoituksena on aiheuttaa robotin toimintojen pysähtyminen ”hätä seis” -toiminnan kautta, jos ihminen yrittää kulkea materiaalin kulkuaukosta.

2.3 Puutteet robottisolun vaarojen arvioinnissa

Järjestelmän turvallisuustekniset puutteet ovat seurausta puutteista robottisolun toimintaan liittyvien vaarojen arvioinnissa. Koneen suunnittelussa ja työpaikalla ei ollut riittävästi huomioitu sellaista mahdollisuutta, että ihminen voi kulkiessaan materiaalin kulkuaukosta vaimentaa turvaloverhon, ja päästä siten vaara-alueelle ilman, että robotin toiminnot pysähtyvät. Järjestelmän koekäytössä tätä ongelmaa ei ollut havaittu.

2.4 Valvonnan puutteet

Työntekijöiden kertoman mukaan NN:n todennäköisesti käyttämää, vaarallista ja työohjeiden vastaista reittiä on käytetty joskus mentäessä robottisoluun poistamaan häiriötä. Tämä ei ollut ennen tapaturmaa työnjohdon tiedossa.

3. VASTAAVIEN TYÖTAPATURMIEN TORJUNTA

3.1 Turvallisuustekniset toimenpiteet

Valtioneuvoston ns. konepäätöksen (1314/1994) mukaan kone on suunniteltava siten, että sitä ei voida käyttää normaalista poikkeavalla tavalla, josta voi aiheutua vaaraa. Työprosessin liikkuvista osista aiheutuvalla vaaralle alttiina olevien henkilöiden suojelemiseksi on käytettävä turvalaitteita, jotka estävät ihmisen pääsyn vaara-alueelle. Mikäli työn suorittaminen edellyttää pääsyä koneen vaara-alueelle, on kone varustettava sen hallintajärjestelmän toimintaan vaikuttavalla turvalaitteella, jotka estävät liikkuvien osien ja ihmisen kontaktin.

Tässä tapauksessa pääsy robotin vaara-alueelle oli estetty noin 220 cm korkealla suojaverkolla ja koneen toiminnot pysäyttä-

vällä rajakytkimellä varustetulla turvaportilla. Materiaalin kulkuaukosta kulkeminen oli pyritty estämään varustamalla se turvaloverholla, joka pysäyttää koneen toiminnot, kun sen säde katkaistaan. Turvaloverho joudutaan kuitenkin passivoimaan silloin, kun kulkuaukosta menee robottisoluun käsiteltävää materiaalia.

Koneen turvalaitteet on valittava ja asennettava siten, että ihminen ei voi missään olosuhteissa tarkoituksellisesti tai vahingossa ohittaa niitä ja altistua siten vaaralle. Koneen riskejä arvioitaessa ja turvallisuussuunnittelussa on huomioitava koneen tavanomaisen ja ohjeistetun käytön lisäksi myös tilanteet, joissa konetta käytetään ohjeiden vastaisella tavalla. Suunnittelussa on siis huomioitava myös koneen käyttäjien mahdollisuudet kulkea koneen vaara-alueelle esimerkiksi materiaalin kulkuaukon kautta. Turvaloverhon tms. turvalaitteiden sijoittelussa koneen suunnittelijan on myös huomioitava koneen käyttäjien fyysiset mitat, jotta turvalaitteen ohittaminen ei olisi missään olosuhteissa mahdollista. Kuorman tunnistamiseen voidaan esimerkiksi käyttää kahta toisistaan riippumatonta signaalilähdettä, joihin on vaikutettava samanaikaisesti halutun toiminnon aikaansaamiseksi.

Koneen varoituslaitteiden antamien merkkien on oltava yksikäsitteisiä ja helposti havaittavia. Koneen toimintosekvenssiin kuuluvien toimintojen, esimerkiksi kalibroinnin, ilmaiseminen samantyyppisellä valomerkillä kuin ilmaistaan koneen ”hätä seis”-tila, aiheuttaa epäselvyyttä koneen ja prosessin todellisesta tilasta. Siksi eri tilanteissa tulisi käyttää toisistaan selkeästi erottuvia varoitussignaaleja. Valinnoissa pitää noudattaa turvallisuusväreistä ja –merkeistä annettuja erityisvaatimuksia.

3.2 Turvalliset työtavat ja töiden valvonta

Turvalliset työmenetelmät ja –tavat ovat turvallisuuden varmistamisen viimeinen linkki. Työturvallisuuden periaatteiden mukaisesti työympäristön vaarat pitää ensisijaisesti poistaa. Mikäli vaarojen täydellinen poistaminen ei ole käytännössä mahdollista, pitää ryhtyä tarvittaviin suojatoimenpiteisiin, joilla ihminen ja vaaratekijä

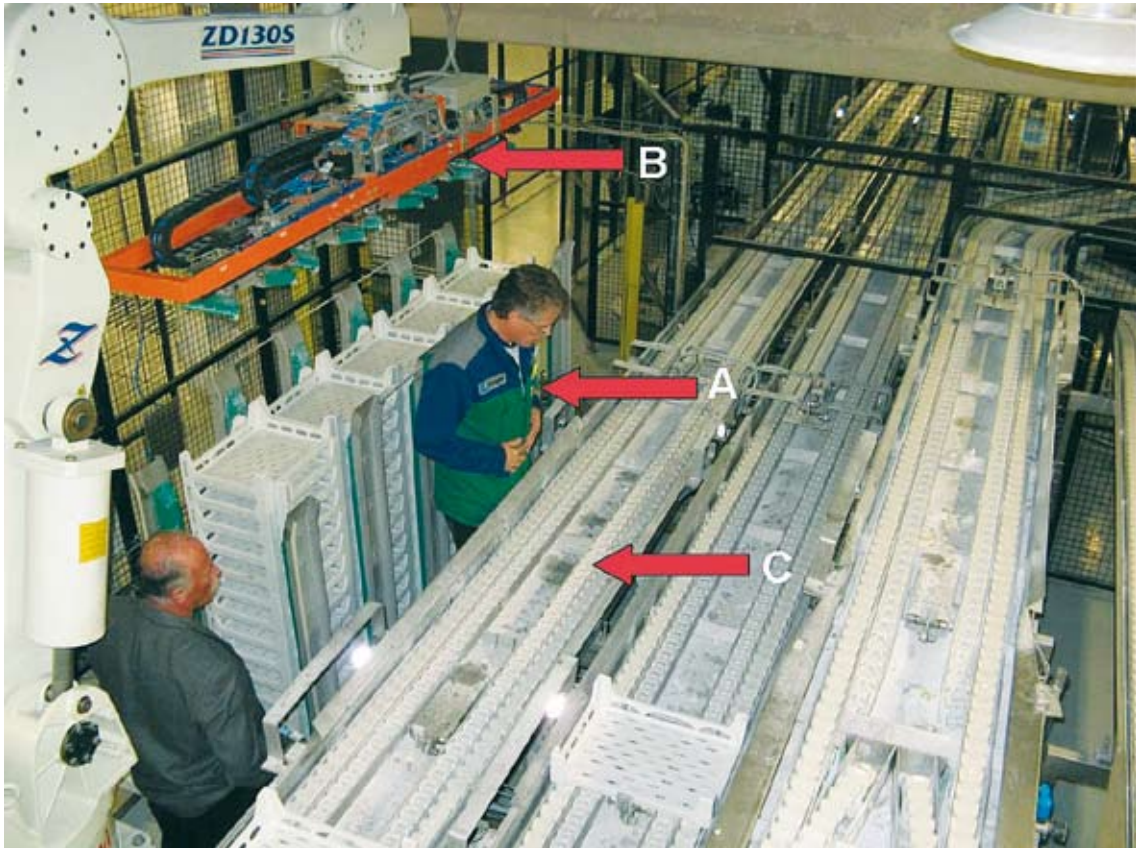
erotetaan toisistaan. Tarvittaessa työntekijöitä pitää varoittaa jäljellä olevista vaaroista sekä suunnitella ja ohjeistaa työmenetelmät, joilla työturvallisuus voidaan varmistaa.

Työntekijän on noudatettava hänelle annettuja työohjeita. Työmenetelmiin liittyvien vaarojen arvioinnissa on kuitenkin otettava huomioon myös ennakoitavissa oleva työohjeiden vastainen toiminta ja siitä aiheutuvat mahdolliset vaaratilanteet.

Onnettomuustutkinnan yhteydessä kävi ilmi, että materiaalin kulkuaukkoa on joskus käytetty kulkureittinä. Tästä työnjohto ei kuitenkaan ollut tietoinen. On tärkeää, että työpaikalla valvotaan työmenetelmiä tehokkaasti. Työnjohdon pitää varmistua riittävällä valvonnalla siitä, että käytännössä sovellettavat työtavat vastaavat ohjeistusta. Työohjeiden vastaiset työtapoihin ja muihin epäkohtiin pitää puuttua välittömästi.



Kuva 1. Todennäköisesti NN meni robottisoluun, ts. robotin vaara-alueelle, työohjeiden vastaisesti materiaalin kulkuaukosta, ts. samasta aukosta, josta sinne ohjataan käsiteltävä materiaali.

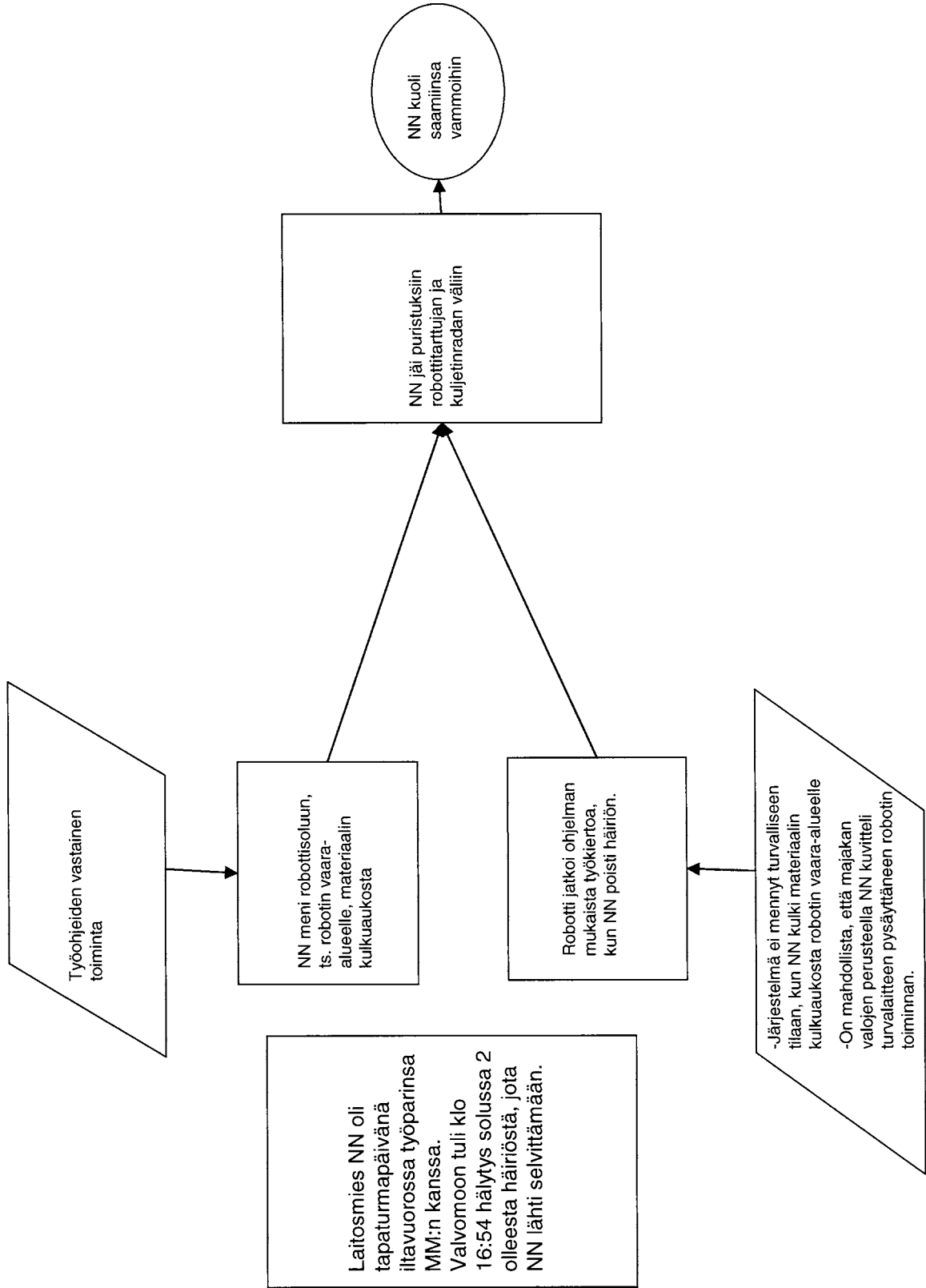


Kuva 2. NN jäi puristuksiin robottitarttujan (B) ja kuljetinradan (C) väliin. Lavastetussa kuvassa nuoli A osoittaa NN:n todennäköistä asemaa hieman ennen tapaturmaa.



Kuva 3. Kuva tilanteesta, jossa robottitarttuja tarttuu kuljetinradalla oleviin tarjottimiin.

TOT 18/06



Vapaasti kopioitavissa
Lähde: TVL/TOT 2006

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto

Yhteyshenkilöt: Hannu Tarvainen, työturvallisuusjohtaja, puh. (09) 6804 0388
Mika Tynkkynen, työturvallisuustutkija, puh. (09) 6804 0384