

# TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO



14/92 Suolansiirtoputken tukosta avattaessa  
kuolemaan johtanut työtapaturma

## **työpaikkaonnettomuuksien tutkinta (TOT)**

## 1. Tapahtuman kuvaus

Uudelle suolatehtaalle oli rakennettu kiuvan suolan (kidevedetön natriumsulfaatti) kuljetusputkisto. Osa putkistoa kulki korjauspajan katolla. Putkisto tukkeutui aika ajoin, jolloin sitä jouduttiin aukaisemaan. Yleensä tukkeumat saatiin avatuksi automatiikalla, kolistelemalla tai paineilmalla.

Vanhalla suolatehtaalla oli esiintynyt samanlaista tukkeutumista suolan kuljetusputkistossa. Avaaminen oli tapahtunut samalla tavalla paineilman avulla tai kolistelemalla. Pahimmat tukokset oli avattu aukaisemalla putki laippaliitoksesta ja rassamalla tai paineilmalla puhaltamalla se auki.

Tapahtumapäivän aamuyöstä suolankuljetusputki oli taas mennyt tukkoon. Se ei auennut em. tavoilla kolistelemalla eikä painetta vaihtelemalla. Paikalle kutsuttiin korjausmestari ja korjausmiehiä. He avasivat suolankuljetusputken laippoja ja löysivät tukoksen, joka oli putkiston katto-osuudella.

Korjausmies NN alkoi rassata auki tukosta ohuella rassilla sen aukaistun laipan kohdalta, jossa tukos oli havaittu. Suolamies MM laski putkeen ilmaa noin 6 baarin paineella. Kun tukos alkoi avautua, NN siirtyi sivuun työtasolla, jolla hän oli seissyt putkea rassatessaan. Samassa putki teki voimakkaan heilahdusliikkeen sivulle päin osuen NN:ään, joka putosi iskun vaikutuksesta työtasolta. Hän sai tapaturman yhteydessä niin pahoja vammoja päähänsä, että kuoli noin vuorokauden kuluttua sairaalassa.

### Kokemus tehdyssä työssä

Tukosta avaamaan kutsutut korjausmestari, teknikko KK, korjausmiehet NN ja LL olivat olleet kyseisellä tehtaalla työssä yli 20 vuotta. Vanhan suolaputken avaaminen oli suoritettu samalla tavalla, mitä nyt käytettiin.

### Tekniset tiedot

Suolankuljetusputki oli ulkohalkaisijaltaan 12,5 cm (DN 125). Se oli 270 cm korkeudella katon tasosta. Putki oli kannakoitu noin 10 m välein siten, että putki lepäsi painonsa varassa vaakasuorilla kannakkeillaan. Joka toinen kannake oli varustettu putken sivutuennalla siten, että putki voi liikkua lämpölaajentumien myötä putken pituuden muuttuessa. Lämpötilat vaihtelevat kesä- ja talviolosuhteiden myötä huomattavasti. Käyrillä osilla ei ollut sivutuenta.

Työtason, jolla NN seisoi putkea rassatessaan, oli 1,58 m korkea normaali työtaso, jossa oli kaiteet päissä.

Suolan kuljetus tapahtui ns. tulppakuljetuksena, jolloin suola kuljetetaan erä kerrallaan. Suolaerän sekaan painetaan pai-

neilmaa, joka kuljettaa suolaerän eteenpäin. Tukkeutumien aukaisua varten oli rakenteilla suolankuljetusputken viereen paineilmaputki. Tästä oli tarkoitus saada tarvittaessa kauko-ohjauksella paineilmaa putkeen tukosten avaamista varten. Laitteiston rakentaminen oli vielä kesken.

Vanha putkisto oli ulkohalkaisijaltaan 8,0 cm (DN 80 tyyppiä) ja se oli kannakoitu pääasiassa riippukannakkein. Kiinnityskohtia oli huomattavasti tiheämmässä kuin uudessa putkessa. Suolan kuljetus tapahtui menetelmällä, jossa ilman sekaan johdettiin suolaa eli fluidisoitukuljetuksena.

Kun uuden tehtaan rakentamisen vuoksi suolankuljetusputkeen jouduttiin tekemään lisää mutkia, ei suolankuljetus enää onnistunut, vaan tukkeutumia tuli entistä useammin. Tästä syystä jouduttiin rakentamaan halkaisijaltaan suurempi putki.

## 2. Tapaturmaan vaikuttaneita tekijöitä

### Suolankuljetusputken tukkeutuminen

Suolaa kuljetetaan aika-ajoin, kun sitä kertyy kuljetukseen sopiva erä. Jos syntyy pitempiä taukoja (noin 30 min tai enemmän), puhalletaan putki ennen uutta kuljetusta paineilmalla puhtaaksi, koska onnistuneenkin kuljetuksen jälkeen putken pohjalta jää hieman suolaa.

Ennen onnettomuuteen johtanutta tukosta oli ollut pitkähkö tauko kuljetuksessa. Tällöin putkeen jäänyt suola oli kosteuden vaikutuksesta muuttunut kokkareiseksi. Uusi kuljetuserä juuttui näihin kokkareisiin ja tukki putken. Putkessa kuljetettava suola on periaatteessa kuivaa, mutta lämpötilan ja paineen vaihtelut voivat aiheuttaa kostumista. Käytetyn paineilman kastepiste on  $-32^{\circ}\text{C}$ .

Putken paineenvaihteluista on käyrä, jossa todetaan piikki juuri ennen tapaturmaa.

### Putken heilahdusliike

Tukkeutuneeseen putkeen aiheutui sinne paineilmaa päästettäessä ensin huomattava paine. Kun tukos sitten aukesi, syntyi putkeen rekyylivoima, joka pyrki työntämään putkea taaksepäin. Kun putkessa ei ollut tällä kohdalla sivutukea, joka olisi estänyt putken liikkeen, heilahti putken vapaa pää sivulle siihen suuntaan, missä NN oli.

Rekyylivoiman seurauksena putki liikkui takaisinpäin ja irtosi kokonaan kannakoinnistaan ja repesi hitsaussaumasta. Irronnut putki osui pudotessaan ilmastointikojeeseen ja yhteen katolla olleeseen työntekijään, joka loukkaantui kuitenkin vain lievästi.

### **Virhearviointi**

Kaikki tukosta avaamassa olleet henkilöt olivat avanneet vanhan kuljetusputken tukoksia lukuisia kertoja käytetyllä menetelmällä. Koska vanhan kuljetusputken kannakointi oli kuitenkin erilainen, ei putki pääsyt tekemään sivuttaisliikettä rekyylivoiman vaikutuksesta. Tätä eroa putken käyttäytymisessä ei oltu otettu huomioon aikaisemmin eikä osattu ennakoida lähdeettäessä avaamaan tukkeutumaa vanhoilla menetelmillä.

Vanha putki oli halkaisijaltaan huomattavasti pienempi, joten siihen paineen purkautumisen aiheuttamat voimat olivat vastaavasti pienemmät. Paksuun kuljetinputkeen muodostuvia voimia ei osattu ottaa huomioon ryhdyttäessä avaamaan tukosta totutulla tavalla. Putken avaamista ei oltu suunniteltu tehtäväksi laippoja avaamalla, vaan paineilmalla kauko-ohjauksessa.

### **3. Vastaavien tapaturmien estäminen**

#### **1. Kannakoinnin varmistaminen**

Suolansiirtoputken kannakointia tulee parantaa siten, että vastaavanlaisia sivulle tapahtuvia iskuja ei pääse syntymään. Mikäli kannakointi on suoritettu harvakseltaan, jää putkelle pitkä heilahdusmatka ja iskulle tulee suuri voima.

#### **2. Kauko-ohjattu tukoksen avaamisjärjestelmä**

Kun rakenteilla oleva, kauko-ohjatulla paineilmalla tapahtuva tukoksenavaamisjärjestelmä saadaan valmiiksi ja toimimaan, ei laippojen avaamista todennäköisesti tarvitse enää suorittaa. Mikäli paineilma-avaus ei syystä tai toisesta toimi ja tukos ei avaudu, käyttöön tulee ottaa muut varotoimet avatessa tukosta muilla menetelmillä.

### **3. Ohjeet tukosten poistamisesta**

Kun materiaalin siirto tapahtuu paineistettulla putkella ja on mahdollista, että putki tukkeutuu, on laadittava ohjeet putken tukoksen avaamiseksi. Tarvittaessa on annettava opastusta tukkeutuneen putken käyttäjän avaamisessa turvallisella tavalla. Tukkeutuneiden putkien avaaminen tulee saattaa luvanvaraiseksi ja kaikkia varotoimia käyttäen.

Tehtaalla, jossa tapaturma sattui, on jo annettu ohjeet, ettei tukoksia saa poistaa laippoja avaamalla muutoin kuin päivystävän insinöörin tai vastaavan luvalla. Tällöin on pidettävä riittävä turvaetäisyys vaara-kohteeseen.

### **4. Paineilman käyttö**

Paineilman käyttöön liittyy aina vakavan tapaturman vaara, koska paineistettuun ilmaan varastoituu suuria voimia. Paineilman hallitsematon purkaus voi aiheuttaa voimakkaan iskun tai vastaavan ja saada aikaan huomattavia sekä henkilö- että materiaalihinkoja.

Paineilman käyttö (esim. yli 0,1 baaria) tulisi kieltää normaalikäytössä. Jos pakottavissa tilanteissa (esim. tukosten aukaisuun tai astian tiiviiden toteamiseen) kuitenkin joudutaan käyttämään paineilmaa, jonka paine ylittää mainitun arvon, on ryhdyttävä poikkeusjärjestelyihin ja käyttöön vaadittava lupa.

### **5. Tukkeutumien synnyn estäminen**

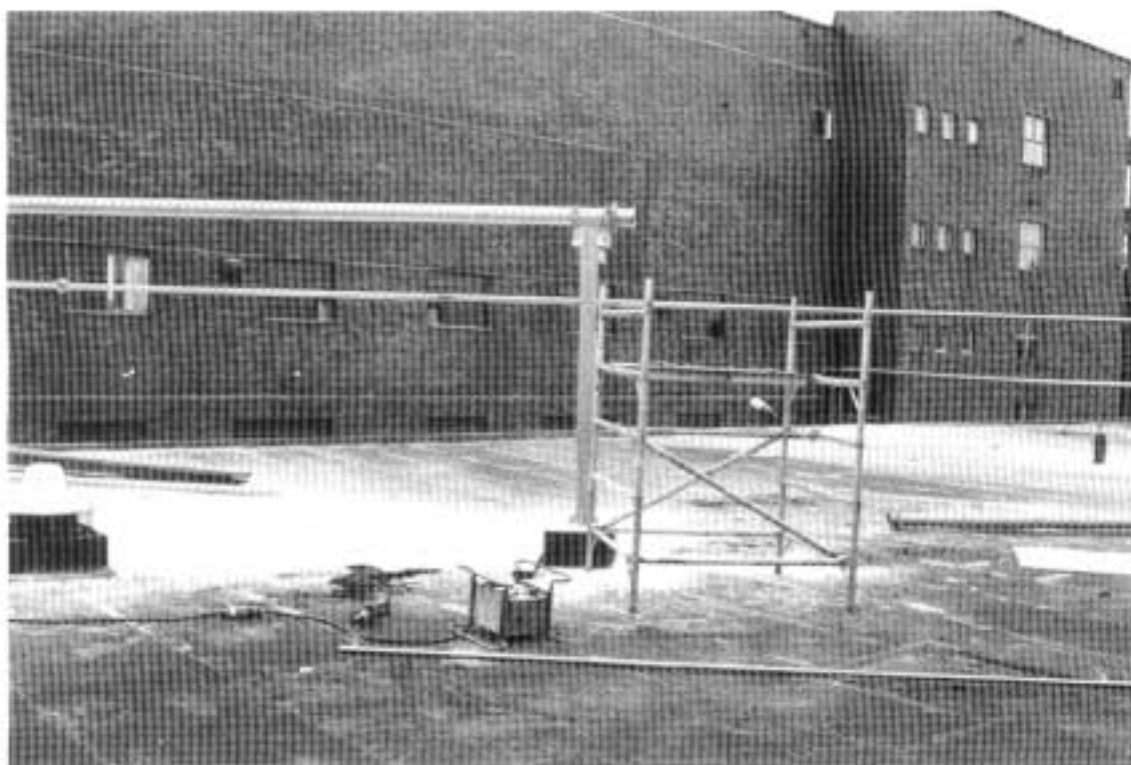
Olisi pyrittävä selvittämään tukosten syyt ja löytämään keinoja suolan paakkuuntumisen estämiseksi sekä tukosten syntymisen rajoittamiseksi käyttäen mm. turvallisuusanalyysijä ja muiden tahojen kokemuksia pneumaattisesta siirrosta.

### **LIITTEET**

Lohkokaavio  
Valokuvia  
Piiirros



Kuva 1. Suolansiirtoputki tapahtuman jälkeen. Oikealla teline, jolla NN oli seissyt, vasemmalla maahan pudonnut putkiston osa ja paikaltaan siirtynyt putki.

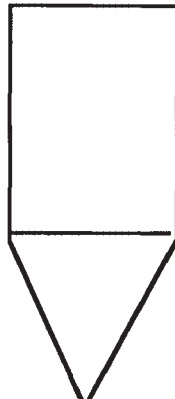


Kuva 2. Kuvassa keskellä teline, jolla NN oli seissyt. Maassa oikealla irronnut putken osa. Ohut, ehjä putki rakenteilla oleva paineilmaputkisto.

Suolan syöttö

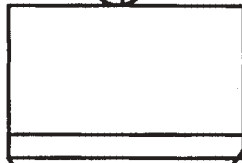


sykloni

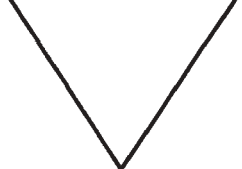


3

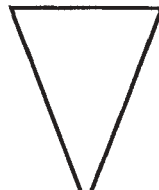
välivarasto 23 m



lämpöanturi



220 l syöttösäiliö  
kun säiliö on täynnä,  
syötetään edelleen



ilma



20 l lähetyssäiliö  
syöttöpaine n. 3 bar

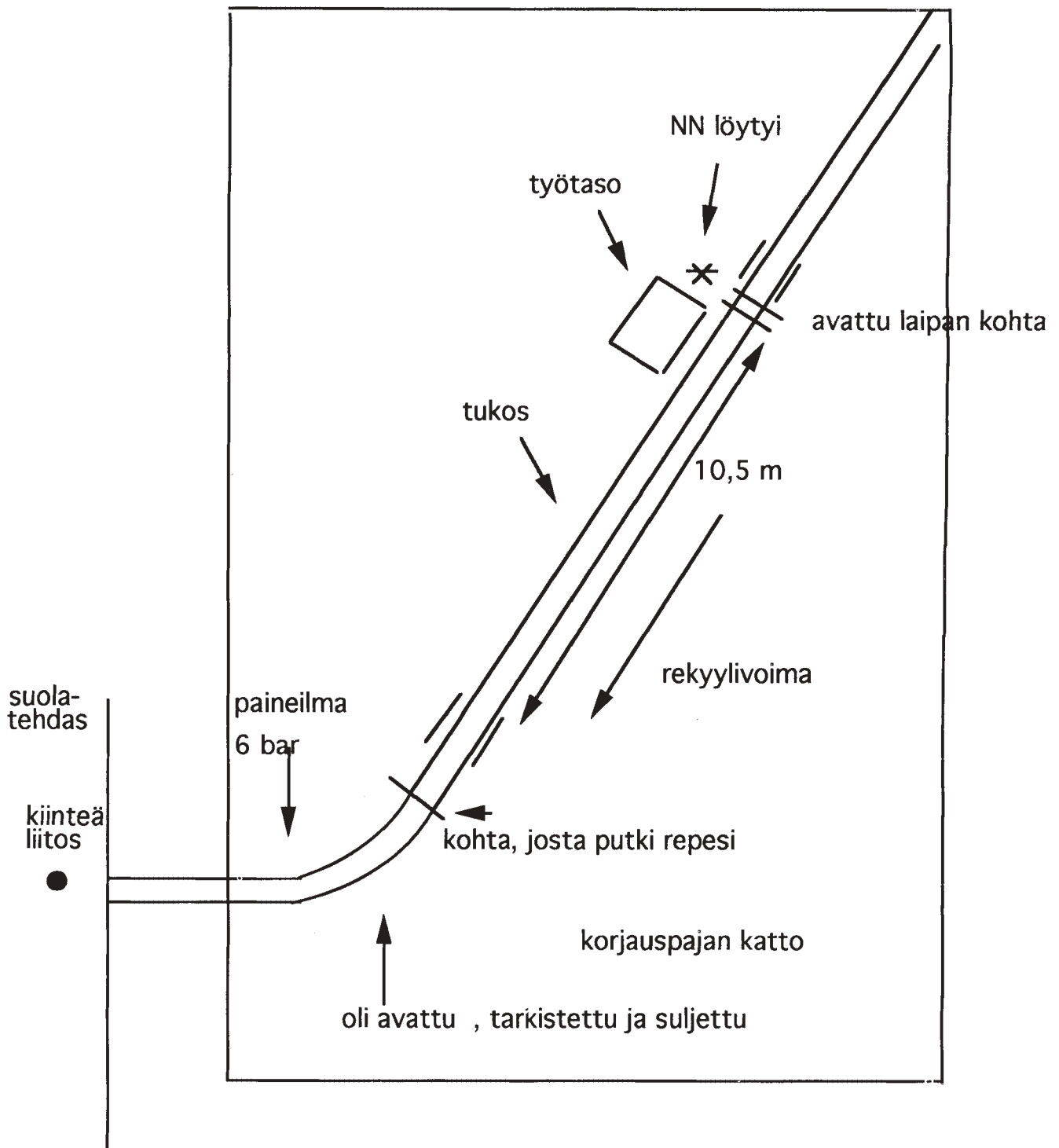


suolansiirtoputki ( katso oheinen piirros 2 )

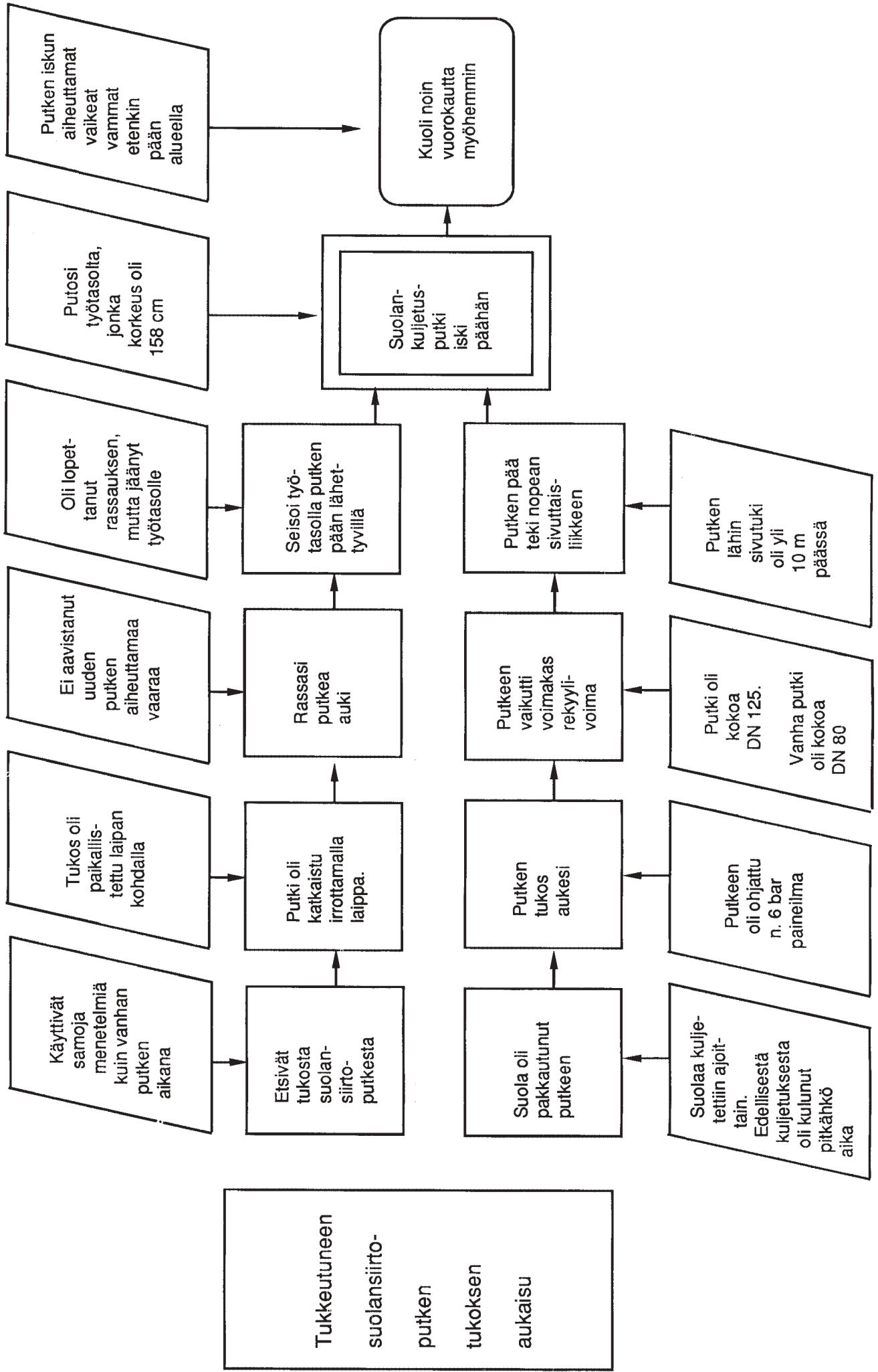


Piirros 1 Kaaviokuva suolan syötöjärjestelmästä

kiinteä tuki



Piiros 2. Periaatekaavio suolansiirtoputkesta korjauspajan katolla



**Tapaturmavakuutus-  
laitosten Liitto**

Bulevardi 28  
00120 Helsinki  
puh. (90) 680 401