



JAUHEMAALAUUS



Jauhemaalauksen hyviä ominaisuuksia:

- ohiruiskutettu jauhe voidaan ottaa talteen.
- jauhemaali on edullista. Sen kuiva-ainepitoisuus on myös lähes 100 %.
- yksinkertaisen muotoisten kappaleiden maalaus on helppoa. Helppoa myös automatisoida.
- maalipinnalla erinomainen mekaaninen ja kemikaalien kestävyys. Kestävyys saavutetaan heti kun kappale on jäähtynyt.
- kappaleet voidaan pakata heti jäähtymisen jälkeen.
- voidaan maalata kulman taakse.
- laitteita ei tarvitse pestä käytön jälkeen. Maali voidaan jättää laitteen sisään ja maalaus aloittaa uudestaan helposti.
- laitteet ovat varmatoimisia. Alhaiset huoltokulut.
- jauhemaalauus on työturvallista.
- jauhemaalauus on ympäristöystävällistä.





JAUHEMAALAUUS



Jauhemaalauksen huonoja ominaisuuksia:

- jauhemaalalia ei voi ostaa pienissä erissä.
- erikoisvärissävyt voivat olla hyvin kalliita.
- värienvaihto on työlästä etenkin jos jauhe otetaan talteen.
- maalauksen korroosionkestävyys ei aina välttämättä ole hyvä.
- maalin kovettamiseen tarvitaan erillinen suuritehoinen uuni.
- uunien energian kulutus on suuri.
- jauhemaalauksella ei saavuteta yhtä suurta nopeutta kuin märkemaalauksella.
- jauhemaalauksella on erittäin vaikeaa saavuttaa aivan tasaisia ja kiiltäviä pintoja.
- korjausmaalauus jauhemaalilla on vaikeampaa kuin märkemaalilla.
- laitteet kokonaisuutena kalliita märkemaalaukselaitteisiin nähden





ESIKÄSITTELYT ENNEN JAUHEMAALAUSTA



- Jauhemaalauus vaatii onnistuakseen puhtaan alustan. Jauhemaalali ei kasta alustaa kuten märkämaali.
- Esikäsitteilyllä on suuri vaikutus saavutettavaan jauhemaalauksen korroosionestokykyyn.
- Käytännön kokemuksiin perustuen esikäsitteilyn vaikutus korroosionestokykyyn on seuraava:

Esikäsitteily	Aikakerroin
Rasvanpoisto	1
Rautafosfatoi	4
Sinkkifosfatoi	6
Suihkupuhdistus; Paksu kalvo	4
Suihkupuhdistus kuumaan pintaan	7





JAUHEMAALIT



Epoksijauhe

- edullinen
- erinomainen mekaaninen ja kemikaalien kestävyys
- kellastuu liiassa uunituksessa ja lämmössä käytössä.
- liituuntuu ulkona

Polyesterijauhe

- epoksia kalliimpi
- mekaaninen ja kemikaalien kestävyys lähes epoksin luokkaa.
- ei kellastu liiasta uunituksesta eikä käytöstä lämpimissä olosuhteissa.
- ei liitunnu ulkona.

Epoksipolyesteri

- edellisten yhdistelmä jolla molempien hyviä ominaisuuksia.
- yleisin jauhetyyppi Suomessa.





JAUHEMAALIT



Metallihöhtömaalit

- bondatut sopivat kierrätykseen ja kitkaruiskutukseen, mutta ovat kalliita.
- kuivasekoitetut ovat edullisia, mutta eivät sovi kitkaruiskutukseen. Vaativat myös leijutus pohjan, jotta pigmentti ei erottuisi.

Strukturimaalit

- ei voida korjausmaalata
- kalvonpaksuus oltava tasainen
- yleisiä elektroniikkatuotteissa ja huonekaluissa

Muut erikoismaalit

- sinkkipölyjauhe korroosionestoon
- polyuretaani, akryyli ja rilsan ovat harvinaisia Suomessa.



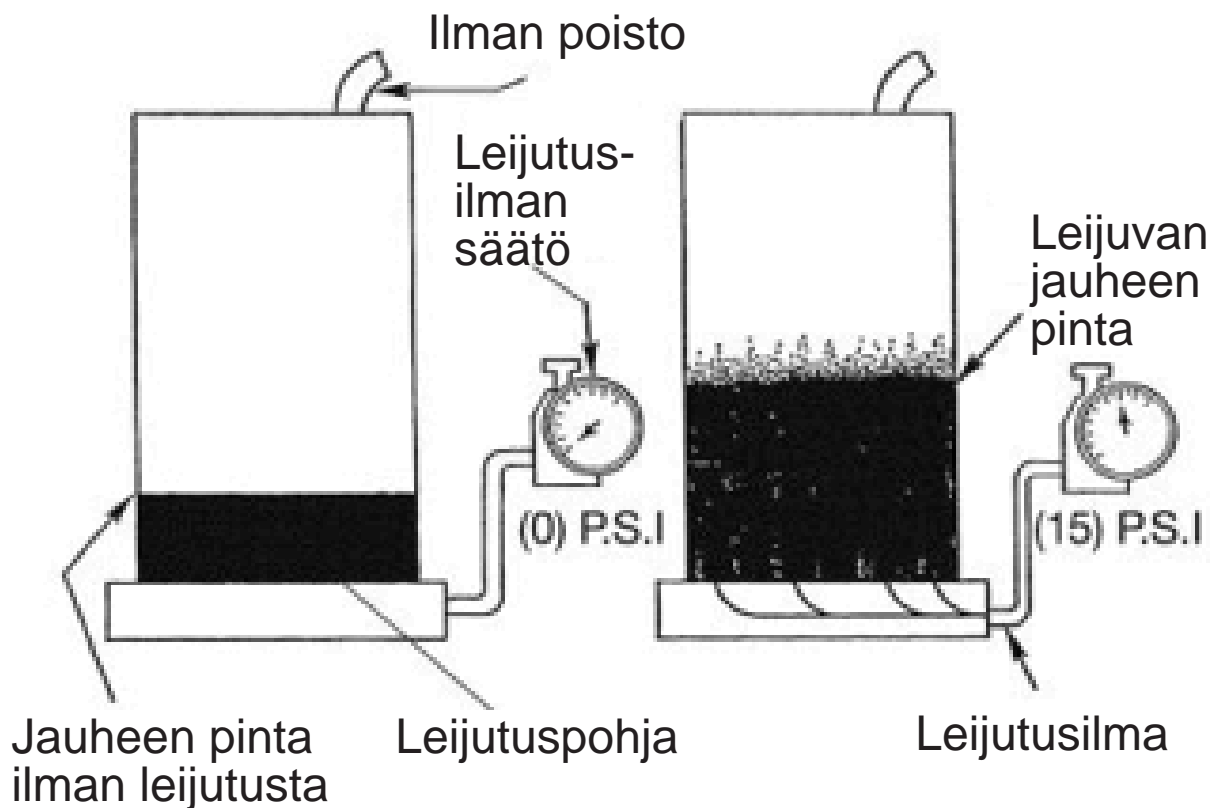


JAUHESÄILIÖ



- Jauhesäiliössä jauheen leijutus saadaan aikaan johtamalla ilmaa jauheeseen pohjan ilmaa läpäisevän muovilevyn läpi.
- Jauhesäiliö sopii hyvin käyttöön silloin, kun värienvaihtoa ei tehdä kovin usein.
- Sopii kuivasekoitetun metallihohtojauheen maalaukseen. Metallipigmentti ei erotu.

Kuva 5.7 Jauheen leijutus

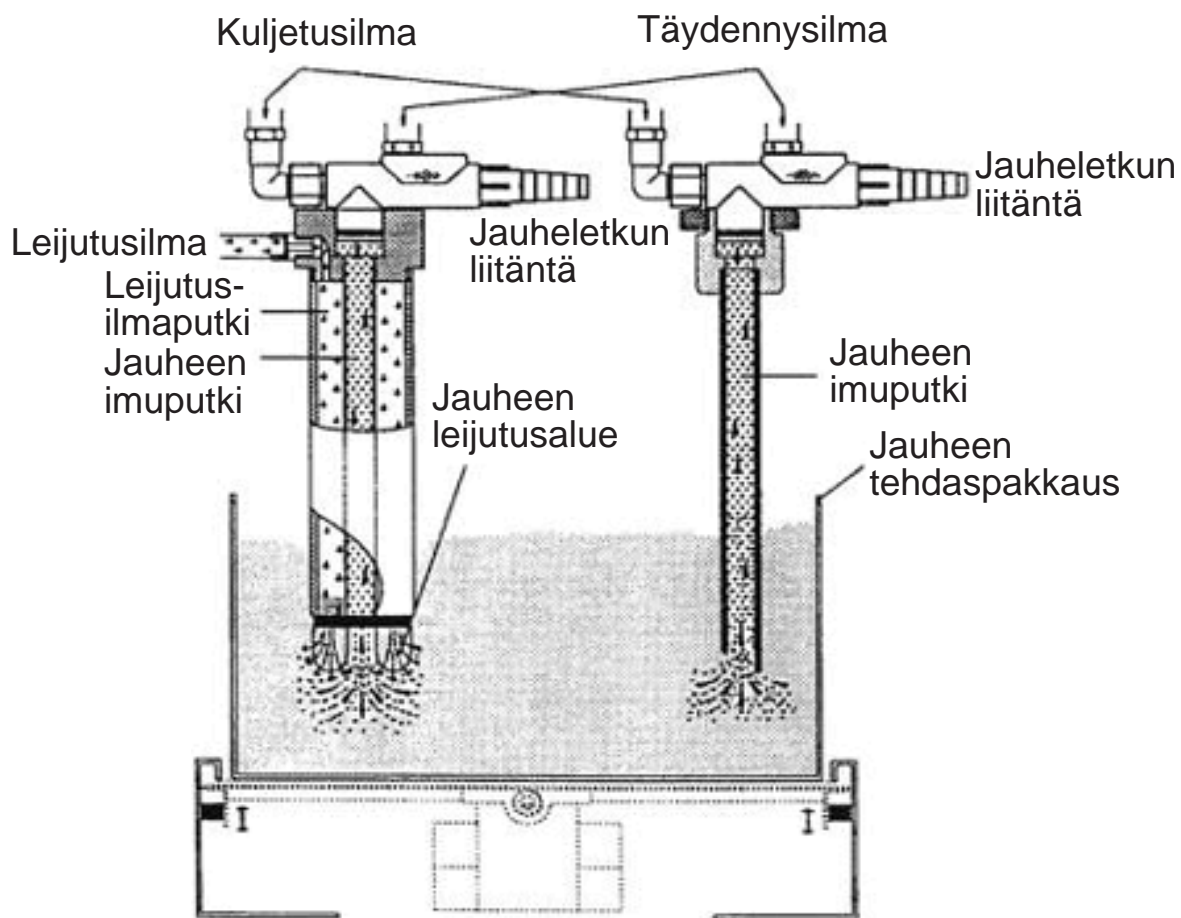




JAUHELAATIKKO SÄILIÖNÄ

- Jauhe imetään suoraan laatikosta. Leijutus saadaan aikaan imuputken ulkopuolelle johdettavan leijutusilman avulla.
- Tärypöytä estää jauheen holvaantumisen.
- Ei sovellu hyvin kuivasekoitetun metallihohtomaalin käyttöön. Metallipigmentti erottuu.

Kuva 5.8 Jauhepakkaus maalisäiliönä (Ransburg -Gema)



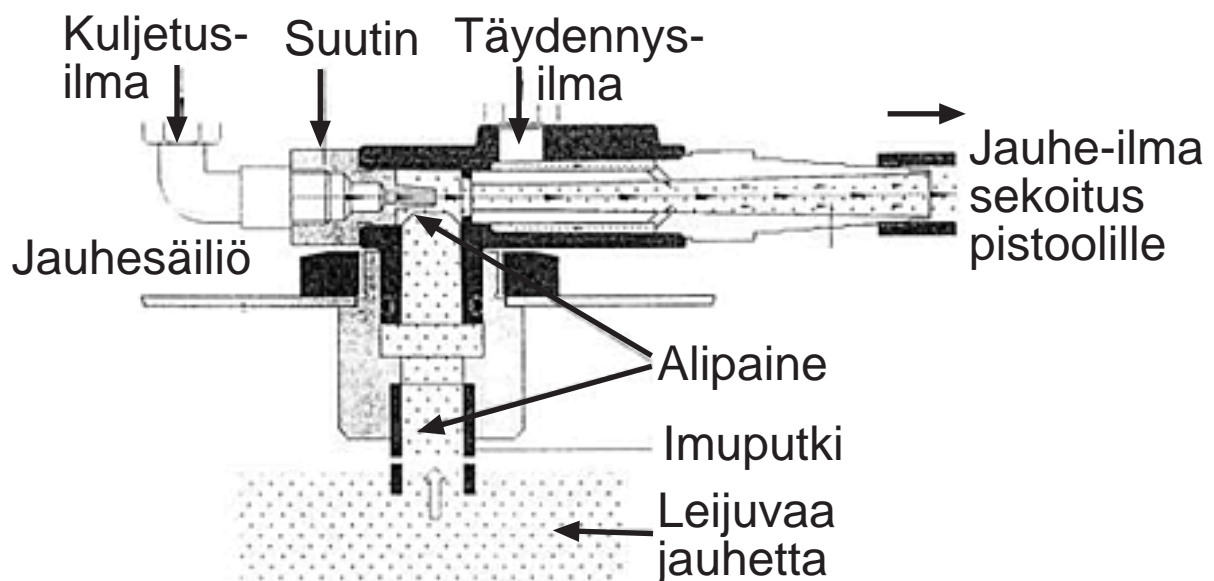


JAUHEPUMPUN TOIMINTA



- Kuljetusilma aiheuttaa suuttimella alipaineen imuputkeen, joka saa jauheen nousemaan ylös säiliöstä.
- Kuljetusilman lisäys lisää jauheen määrää pistoolilla.
- Täydennysilma ei aiheuta alipainetta imuputkeen. Näin ollen täydennysilman lisäys ei lisää jauheen syöttöä pistoolille.
- Jauhemaalauslaitteiden valmistajilla on omia ohjeita kuljetus- ja täydennysilmamäärien säätämiseen maalauksen aikana.

Kuva 5.8 Jauhepumppu (Ransburg -Gema)





SÄHKÖSTAATTINEN JAUHEEN VARAUS



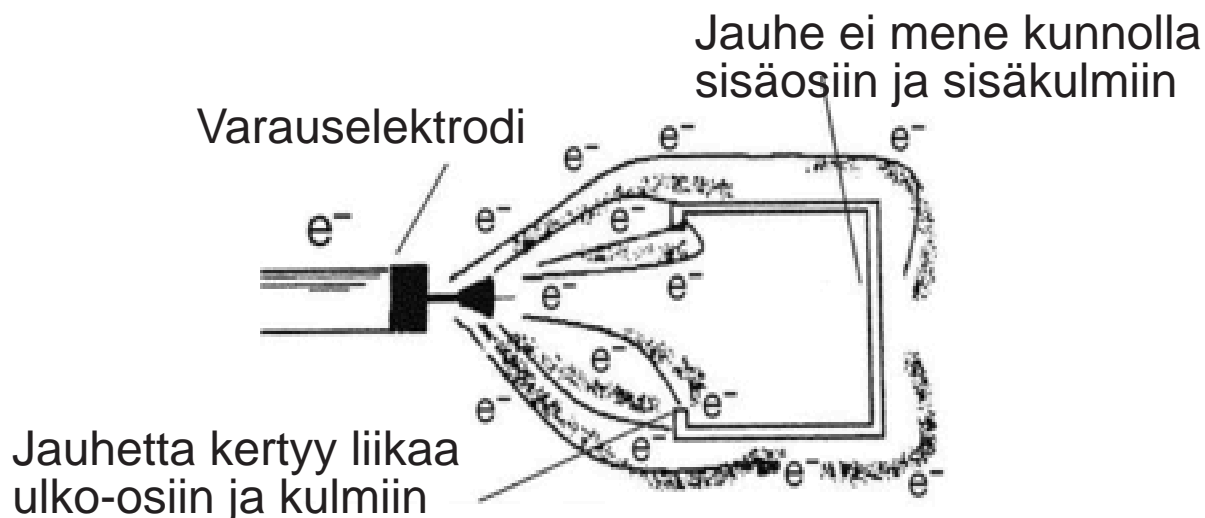
Sähköstaattisen varauksen etuja:

- suuri kapasiteetti (kg / h / pistooli)
- monipuoliset säätömahdollisuudet
- sopii kaikille maalityypeille
- jauhetta kertyy paljon teräviin reunoihin.

Sähköstaattisen varauksen huonoja ominaisuuksia:

- faraday-häkki-ilmiö
- uudelleen maalaus on vaikeaa
- runsaampi ohiruiskutus

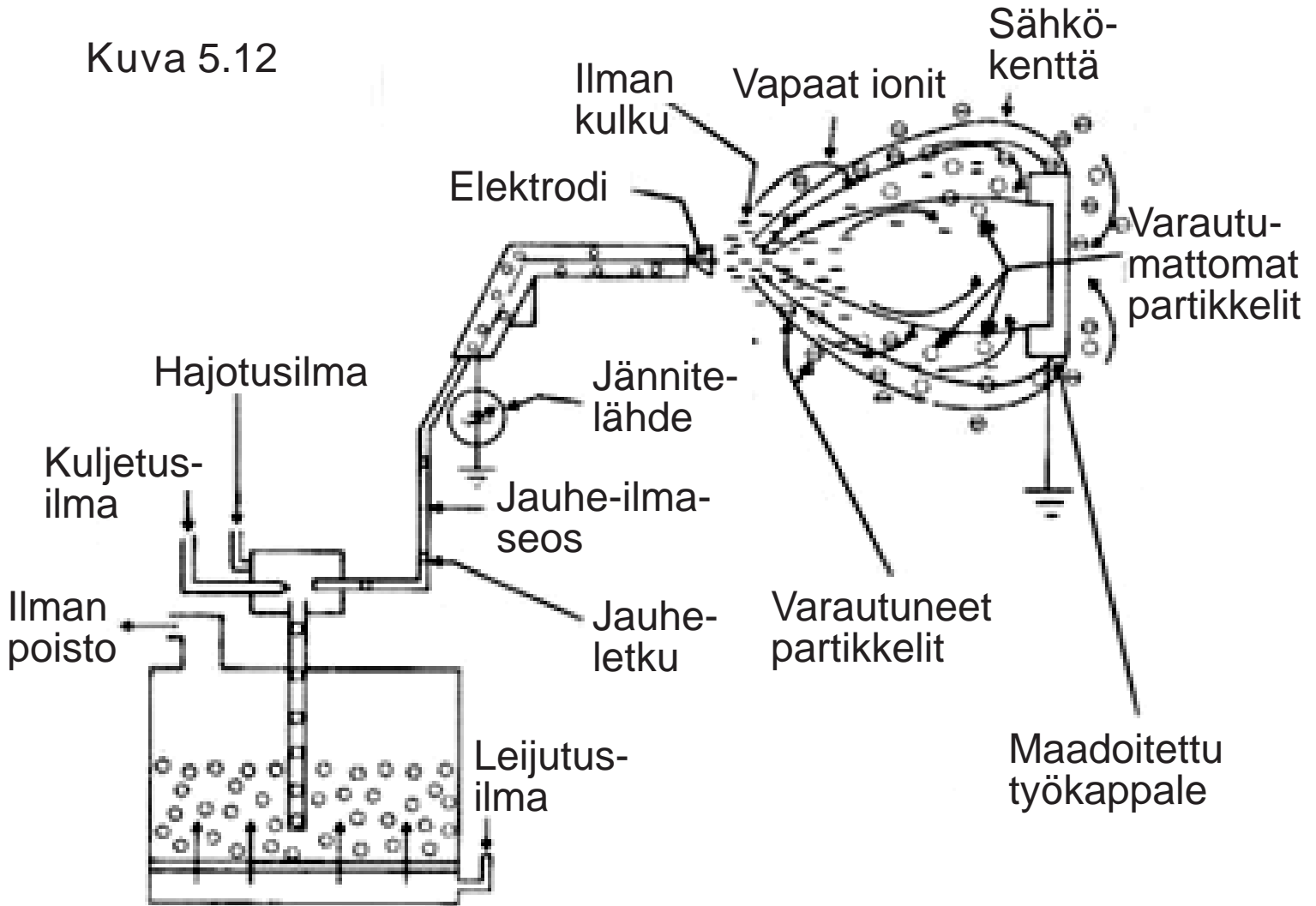
Kuva 5.10 Sähköstaattinen varausmenetelmä





SÄHKÖSTAATTINEN JAUHE- MAALAUSLAITTEISTO

Kuva 5.12



- Sähköstaattista varausmenetelmää kutsutaan myös koronamenetelmäksi.
- Faradayn-häkki-ilmiö haittaa sisäkulmien maalausta.
- Uudelleen maalauksessa ilmenee sähkökuvioiden muodostumista.





KITKAVARAUSMENETELMÄ

Kitkavarauksen etuja ovat:

- ei Faraday-häkki-ilmiötä. Sisäkulmien ja vaikean muotoisten kappaleiden maalaus helpompaa kuin koronavarauksella.
- uudelleen maalaus onnistuu hyvin, koska sähkökentästä johtuvaa purkauskuvioitumista ei esiinny kuten koronavarausmenetelmässä.
- automaattimaalaus helpompaa.
- ei erillistä jännitelähdettä.

Kitkavarauksen huonoja ominaisuuksia ovat:

- pienempi kapasiteetti.
- jauheen varautumista ei voida säätää kuin muuttamalla ilman virtausta.
- ei sovi kaikille maalityypeille.
- kiertojauhe ei varaudu hyvin.
- laitteet herkempiä huonolaatuiselle paineilmalle ja heikolle kunnossapidolle.

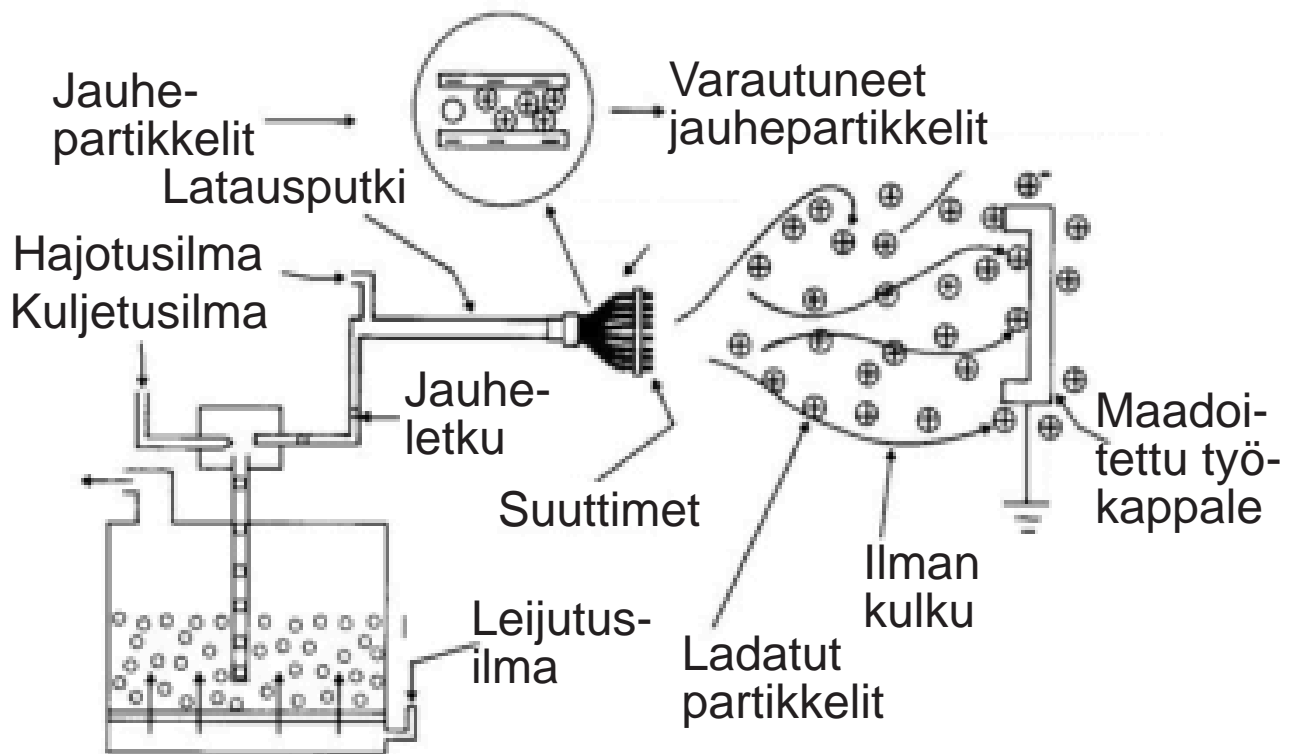
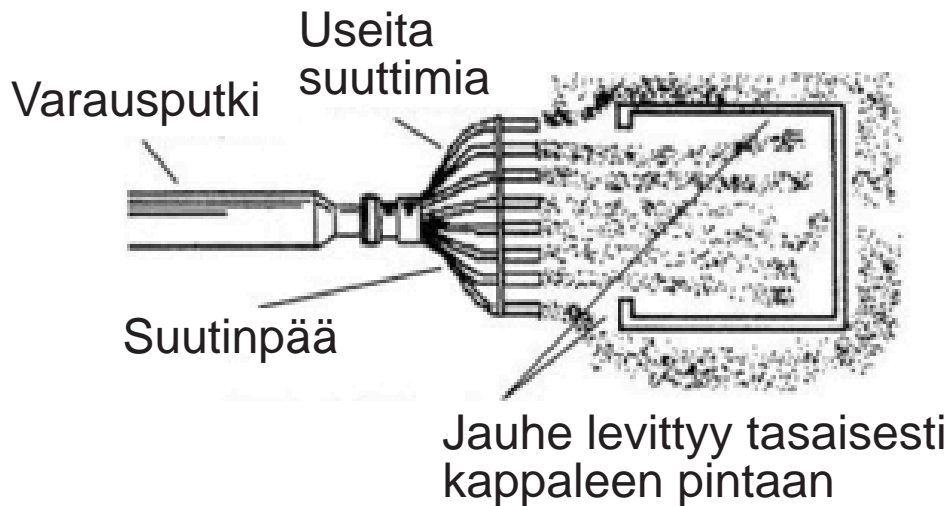




KITKAVARAUSLAITTEISTO



Kuvat 5.13 ja 5.14





JAUHEMAALAUUSKAAPIT JA TALTEENOTTO



- Kiinteillä suodattimilla varustettu jauhemalauskaappi soveltuu yksivärikäyttöön, kun jauhetta kierrätetään tai monivärikäyttöön kun jauhetta ei kierrätetä.
- Vaihdettavilla suodatinmoduleilla varustettu suodatinerotuskaappi sopii monivärikäyttöön, kun jauheet kierrätetään.
- Syklonierotuskaappi soveltuu yksivärikäyttöön kun jauhetta kierrätetään tai monivärikäyttöön, kun jauhetta ei kierrätetä. Syklonilla erotettu kierrätettävä jauhe on parempilaatuista kuin suodattimilla erotettu, koska se ei sisällä yhtä paljon hyvin hienojakoista jauhetta.
- Kaikkien erotustapojen jälkeen tulee käyttää varmuussuodattimia, jotka estävät jauheen pääsyn työtilaan.





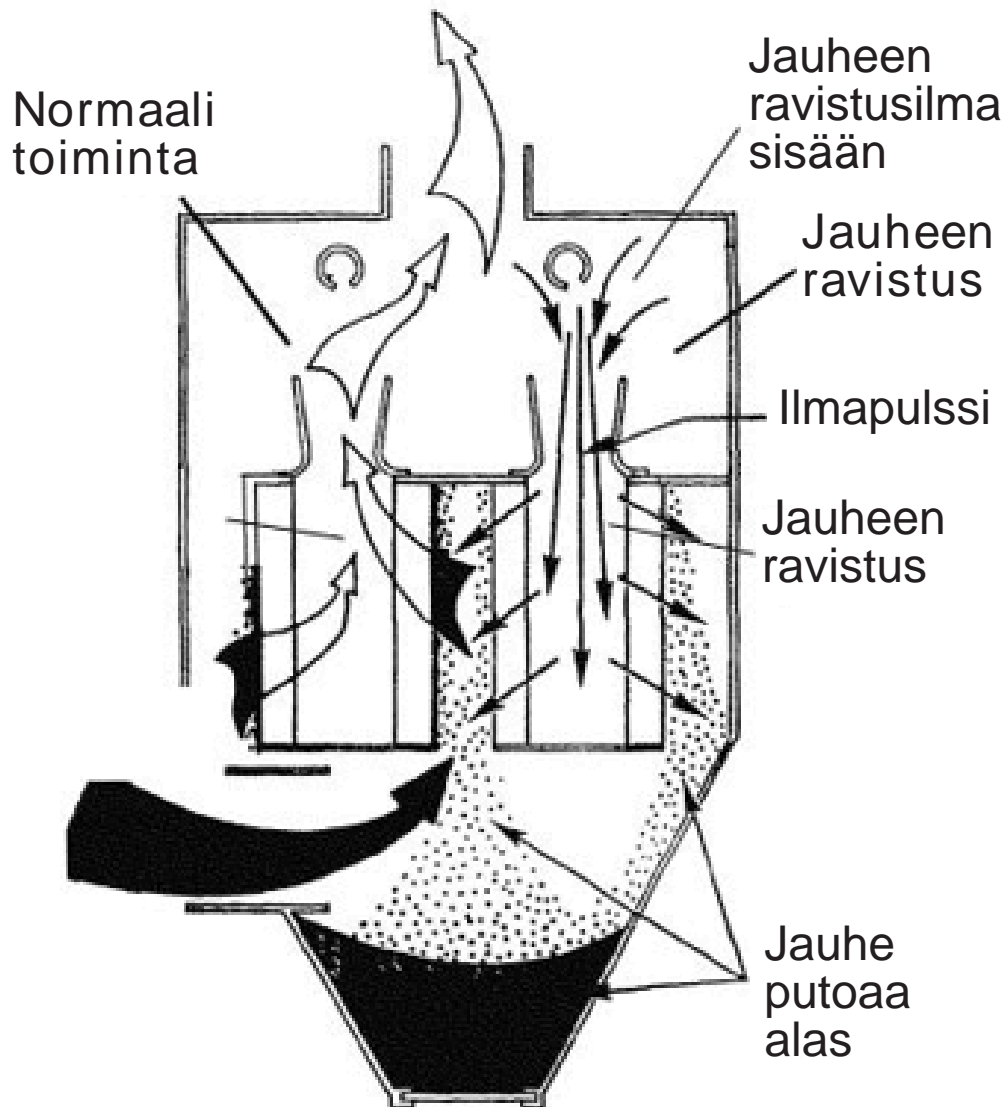
SUODATINEROTUSKAAPPI



- Normaalivaiheessa ilman imu saa jauheen tarttumaan suodattimen pintaan.
- Ravistusvaiheessa jauhe irtoaa suodattimen pinnasta. Yhtä suodatinta ravistetaan kerrallaan.

Kuva 5.17

Poistoilma ulos

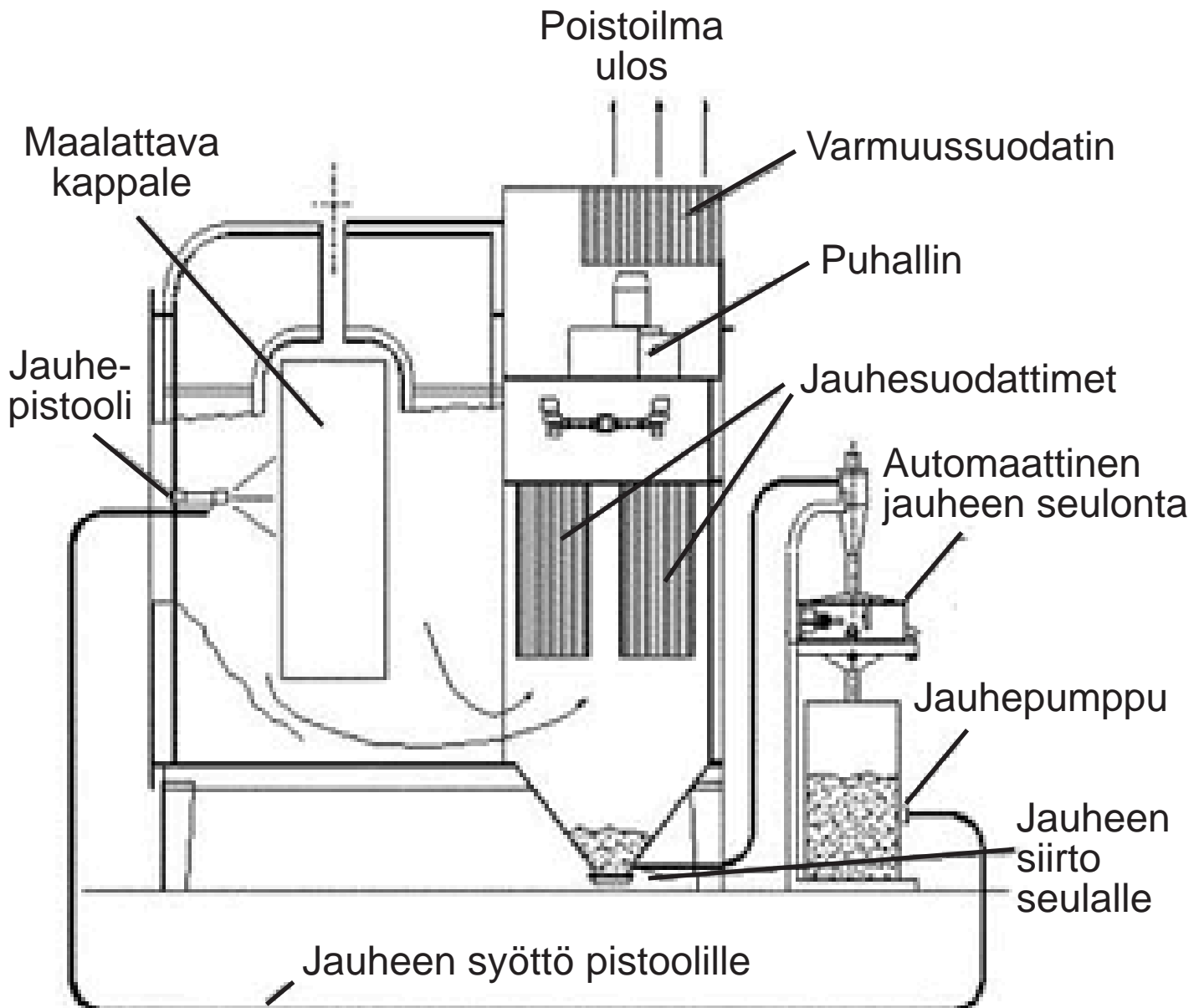




SUODATINEROTUSKAAPPI KIINTEILLÄ SUODATTIMILLA



Kuva 5.18 Kiinteillä suodattimilla varustettu jauhemaalauskaappi



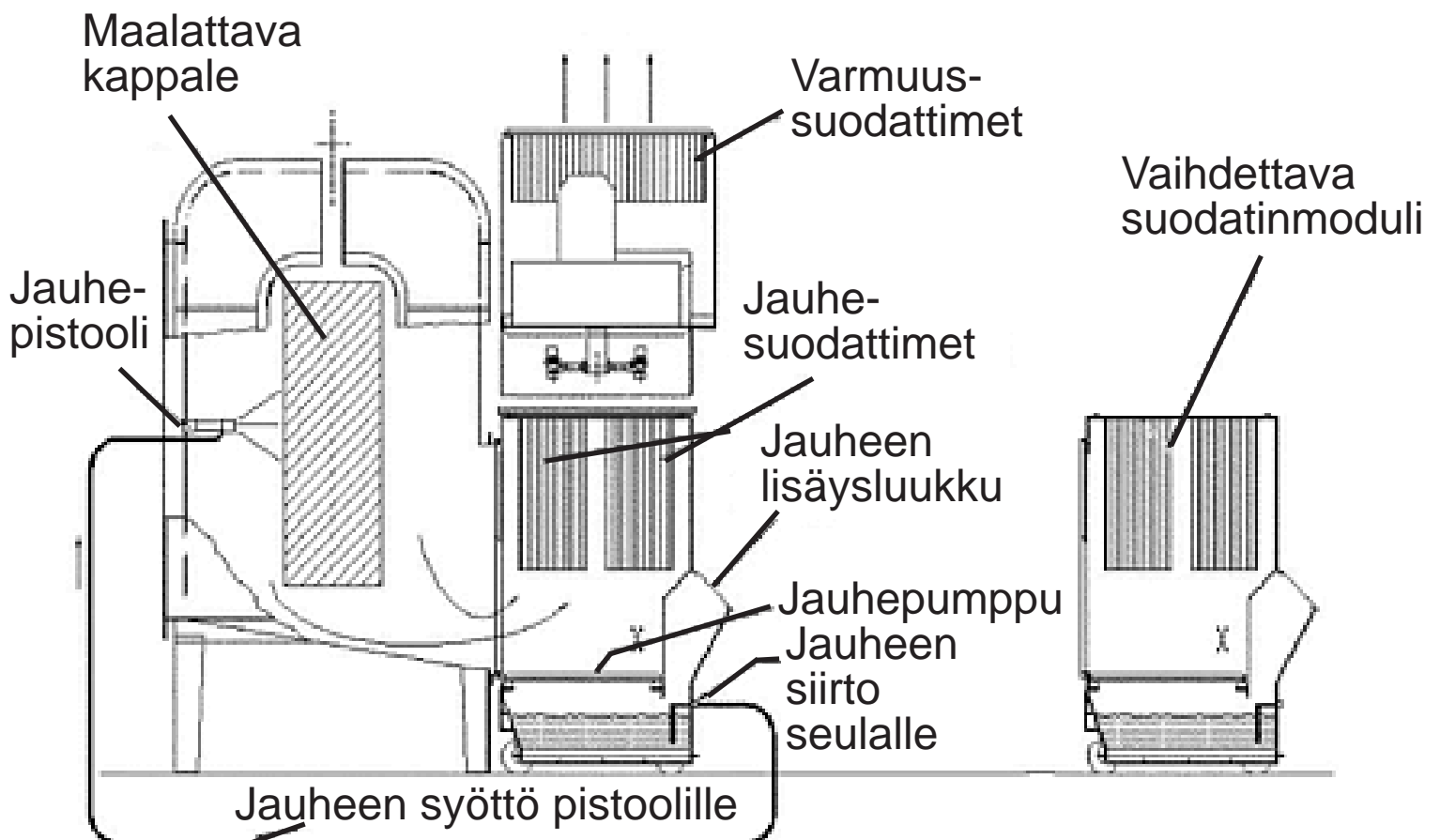


SUODATINMODULIKAAPPI



- Väriä vaihdettaessa vain maalauskaappi pitää puhdistaa. Puhdistus on verrattain nopeaa.
- Jokaiselle käytettävälle värille on oma suodatinmoduli.

Kuva 5.20 Suodatinmodulikaappi



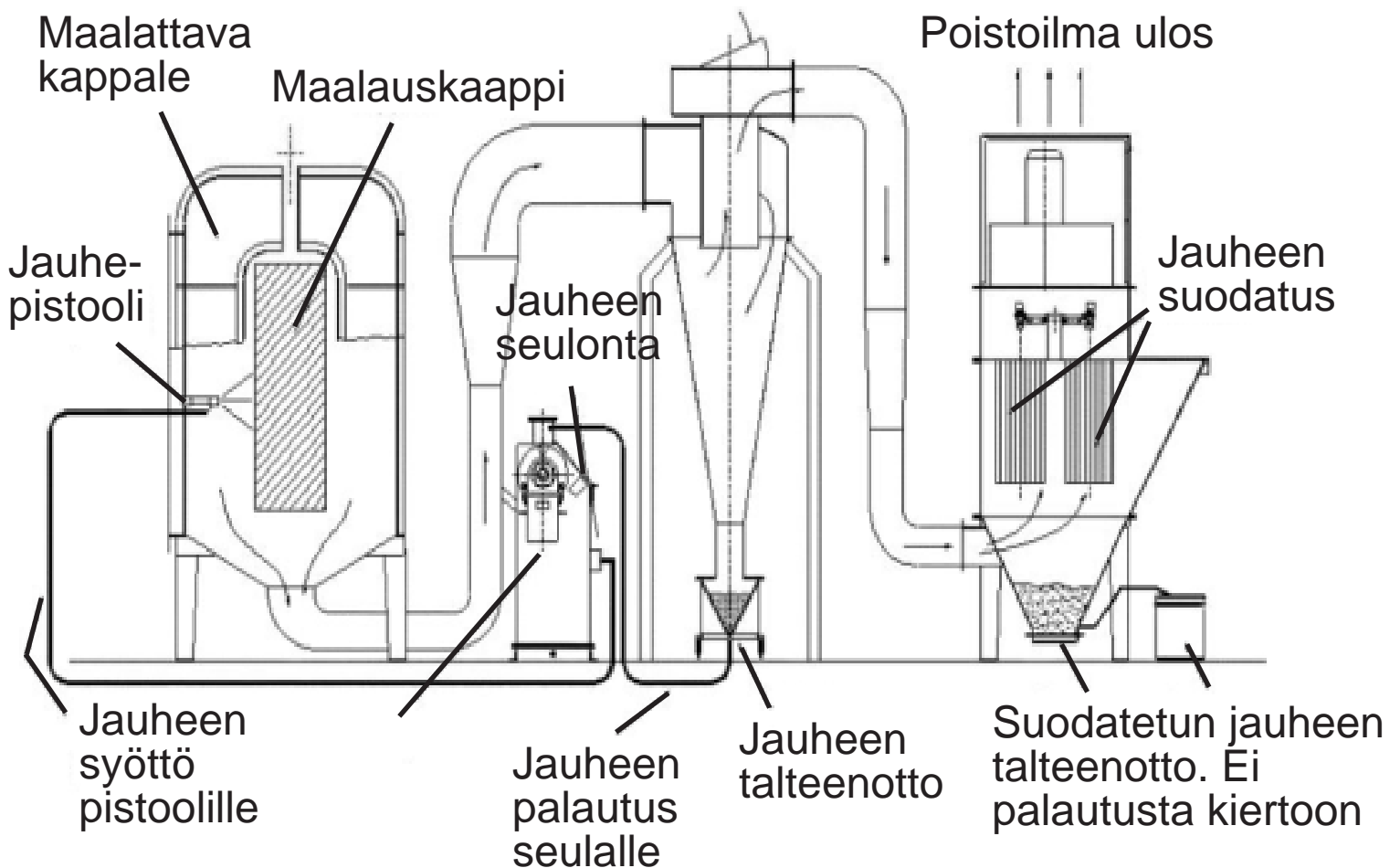


SYKLONIEROTUS



- Laitteisto monimutkaisempi ja suurempi kuin suodatinkaappi.
- Vaikea puhdistaa, minkä vuoksi ei sovi monivärikäyttöön talteenotolla.
- Kiertojauheen laatu parempi kuin suodatinkaapilla talteenotolla.

Kuva 5.22 Jauheen erotus syklonilla ja jälkisuodatuksella



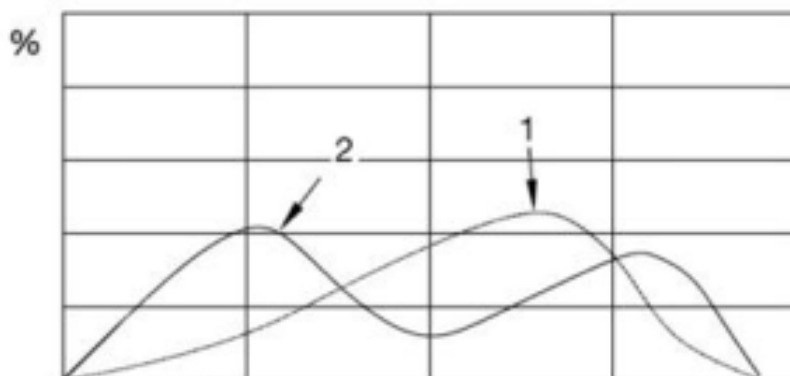


JAUHEEN KIERRÄTYS



- Kierrätyksellä saavutetaan merkittäviä säästöjä jauhekuluissa. Myöskään jätejauhetta ei synny.
- Kierrätyksen ongelmia ovat kuitenkin:
 1. Jauheeseen tuleva lika työtilasta.
 2. Kiertojauheen kostuminen ympärissä olevan kosteuden vaikutuksesta.
 3. Kiertojauheen partikkelikoon muuttuminen epäedulliseen suuntaan kierrätyksen aikana.
- Kierrätysjauheen osuus ei saisi olla yli 50 % käytettävästä maalista. Tämän vuoksi ohiruiskutusta tulee välttää, vaikka jauhetta kierrätetäänkin.

Kuva 5.24. Uuden ja ylikierrätetyn jauheen partikkelijakauma



1. Uusi jauhe
2. Ylikierrätetty jauhe

Jauheen ominaisuudet parhaimmillaan kohdassa 1.





TYÖTURVALLISUUS JAUHEMAALAUKSESSA



- Jauhemaalausta voidaan pitää turvallisena verrattuna märkemaalaukseen, koska liuotinainealtistusta ei esiinny.
- jauhemaalauksen työturvallisuusriskejä ovat:
 - hieno jauhepöly
 - sideaineen herkistävä vaikutus (harvinaista).
 - jauheräjähdys (harvinainen).
 - sähköiskun vaara.
- Kiertojauhetta voidaan pitää uutta jauhetta vaarallisempana, koska se sisältää suhteessa enemmän hienojakoista jauhetta, joka voi jäädä hengitysteihin kuten muutkin hyvin hienot pölyt. Jauhemaalauksessa tulee käyttää pölysuojainta.
- Jauheräjähdykseltä vältetään käyttämällä hyvin maadoitettavia koukkuja.





JAUHEMAALAUSTYÖ KÄYTÄNNÖSSÄ



Jauhemaalaustyö koostuu käytännössä:

- kappaleiden esikäsittelystä
- kappaleiden ripustamisesta
- kappaleiden maalauksesta
- kappaleiden uunituksesta
- kappaleiden tarkistuksesta
- värienvaihdoista.

Jauhemaalaustyö on käytännössä hyvin tapauskohtaista. Työn luonteeseen vaikuttavat mm.

- Maalattavat kappaleet (koko, muoto, laatuvaatimus, massiivisuus jne.)
- Käytössä olevat laitteet (ruiskut, kaapit, kuljettimet, uunit, automaatiotaso jne.)





KAPPALEIDEN MAALAUUS JA UUNITUS



- Kappaleen sisäosat ja hankalat kohdat maalataan ensin, suorat pinnat ja ulko-osat viimeisenä.
- Sähköstaattisessa maalauksessa Faraday-häkki-ilmiö aiheuttaa usein ongelmia. Niitä voi välttää muuttamalla jännitteen säätöä, pistoolin etäisyyttä tai maalaussuuntaa. Oikea maalaustapa selviää kokeilemalla. Suuria sarjoja maalattaessa kokeiluihin kannattaa käyttää aikaa.
- Uunituaikaan vaikuttavat maalin laatu, maalattavan kappaleen materiaalipaksuus, kappaleen muoto ja sen sijainti uunissa.
- Liian lyhyt uunitusaika johtaa alipolttoon, joka on paljon suurempi virhe kuin ylipoltto. Alipoltettu maalipinta ei pysy kiinni kappaleessa ja se joudutaan poistamaan.
- Alipolttilanteita voi syntyä helposti, jos kappaleen materiaalipaksuus on suuri, tai jos sen osia on lähellä uunin lattiaa, jossa lämpötila on alhaisempi kuin yläosissa.





KAPPALEIDEN JÄÄHDYTYKSEN TARKISTUS JA PAKKAUS



- Kappaleet voidaan pakata kun ne ovat jäähtyneet niin kylmiksi, että ne eivät tunnu kuumilta kädessä. On huomattava että kappaleen massiivisemmat osat jäähtyvät huomattavasti hitaammin kuin ohuet osat.
- Kappaleiden yleisimpiä tarkistusmenetelmiä on silmämääräinen tarkistus, jossa seurataan maalin peittävyyttä, tasaisuutta ja kiiltoa. Yleisiä tarkistuksia ovat myös kalvonpaksuuden mittaaminen ja tartunnan tarkistus.
- Yksinkertainen tapa tarkistaa tartunta on lyödä kappaletta ripustuskoukulla. Jos maali lohkeaa, on tartunta heikko. Tällöin syynä on lähes aina alipoltto.
- Kappaleet voidaan yleensä pakata niin että maalatut pinnat osuvat toisiinsa. Pinnat eivät kuitenkaan saa hangata toisiinsa kuljetuksen aikana. Poikkeuksena ovat struktuuri- ja mattamaalipinnat, jotka eivät saa koskea toisiinsa kuljetuksen aikana. Pienikin hankaus voi aiheuttaa pintaan virheitä.





KORJAUSMAALAUUS JAUHEMAALILLA



- Korjausmaalauus onnistuu kitkavarausmenetelmällä selvästi paremmin kuin koronavarausmenetelmällä. Syynä tähän on se, että kitkavarauspistooli ei muodosta sähkökenttää pistoolin ja kappaleen välille.
- Korjausmaalauusta tehtäessä on pyrittävä saamaan kaikkiin kohtiin riittävän paksu maalikerros, jotta pinta tasottuisi hyvin.
- Korjausmaalauus koronamenetelmällä on hankalaa, koska pistoolin ja kappaleen välille muodostuu sähkökenttä. Pinnassa jo oleva maalikerros toimii eristeenä, jolloin sähkökenttä aiheuttaa läpilyömistä ja pintaan tulee helposti sähköpurkauskuvioita jotka pilaavat lopputuloksen.
- Korjausmaalauus onnistuu koronamenetelmällä melko hyvin, jos maalattava kappale esikuumentetaan. Tällöin on kuitenkin maalattavan kappaleen materiaalin paksuus oltava riittävä, jotta kappale ei ehdi jäähtymään ennen maalausta.





JAUHEMAALAUKSEN AUTOMATISOINTI



- Jauhemaalauksen automatisoinnilla saadaan lisättyä työn nopeutta ja tehokkuutta.
- Automatisointi sopii parhaiten yksinkertaisen muotoisten kappaleiden ja suurien sarjojen maalaukseen.
- Automatisoitu jauhemaalalaus ei seuraa saavutettavaa maalaustulosta, jolloin yhdenkin lopputulokseen vaikuttavan tekijän muutos pilaa helposti maalauksen lopputuloksen.
- Automaattien lisäksi voidaan maalauksessa käyttää myös käsipistooleja, etenkin vaikeiden osien maalaukseen.
- Kun jauhemaalalaus automatisoidaan on jokaista maalattavaa kappaletta kohti tehtävä runsaasti kokeiluja.
- Automatisoidussa maalauksessa on kitkavarauksen menetelmä usein parempi kuin koronavarauksen.
- Automatisoidussa maalauksessa käytetään eniten maalaustraverseja. Myös robotteja käytetään.





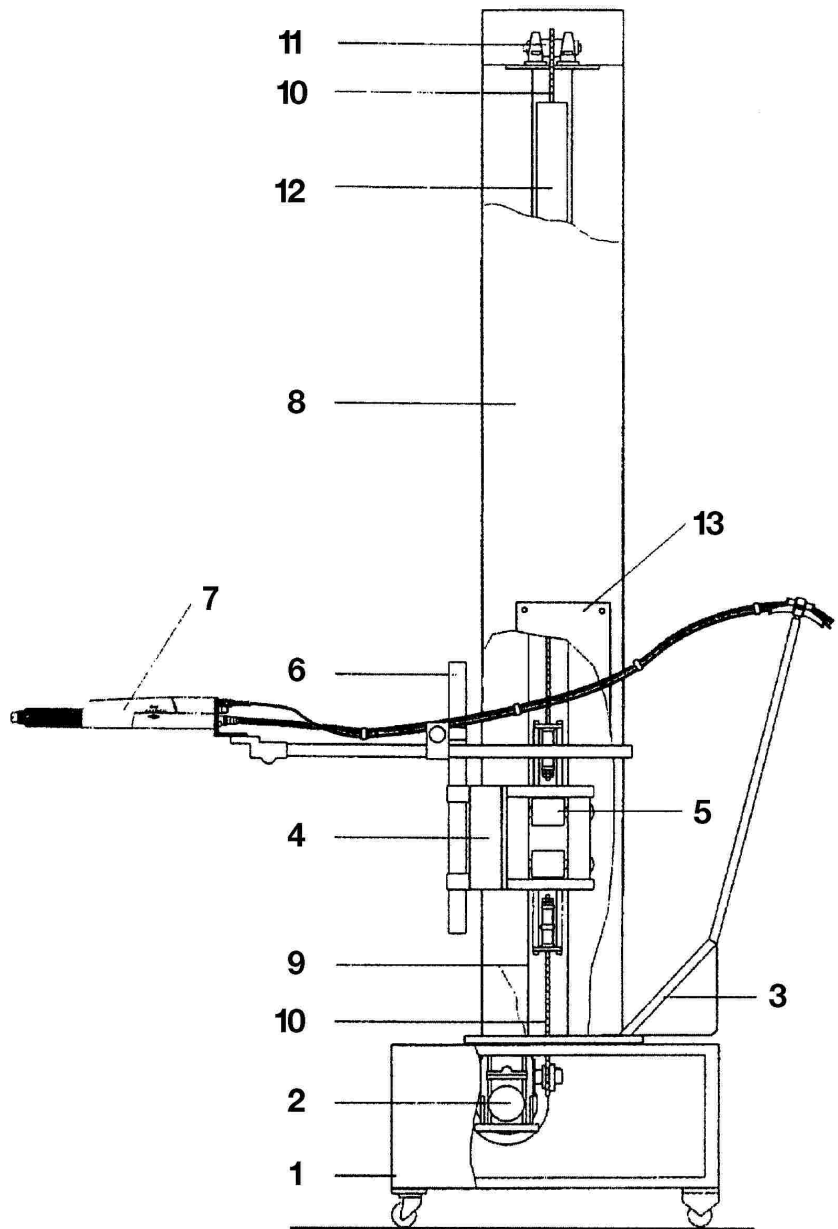
JAUHEMAALAUUS- TRAVERSSI



- Traverssi liikkuu pystysuunnassa maalauskaapin sisällä ja siihen kiinnitetyt jauhepistoolit ruiskuttavat maalia kappaleisiin.

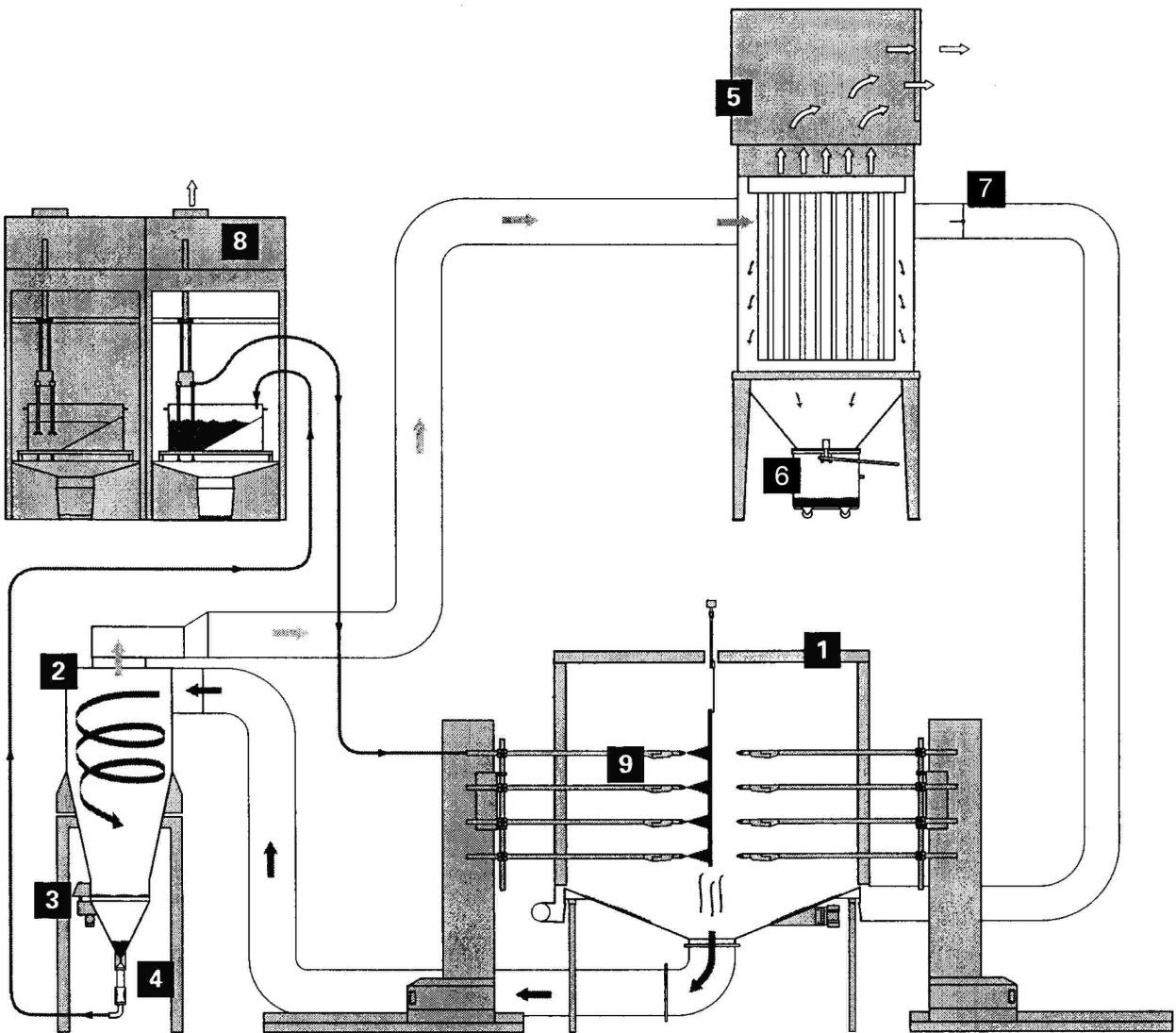
Traverssin osat

1. Runko
2. Moottori
3. Letkun tuki
4. Traverssi
5. Rulla
6. Pistoolin kannatin
7. Kotelo
8. Runkojohde
9. Ketju
10. Ketjupyörän levy
11. Vastapaino
12. Huoltoluukku





JAUHEMAALAUUS- TRAVERSSILAITTEISTO



1. Jauhemaalauuskaappi

2. Syklonierotus

3. Jauheen seulonta

4. Jauheen kuljetus säiliölle

5. Ilman varmuussuodatus

6. Loppu-jauheen talteenotto

7. Ilman palautus jauhekaappiin

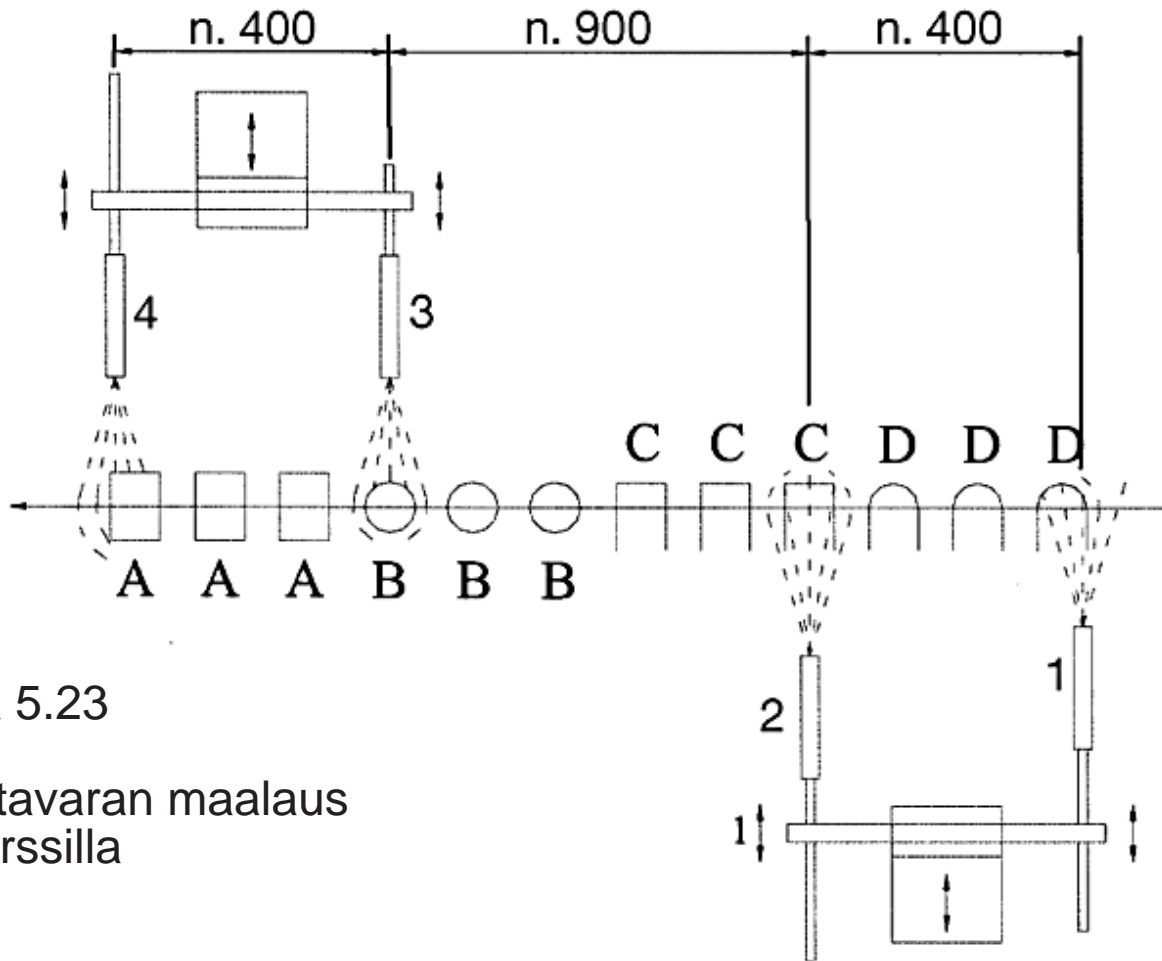
8. Jauheen syöttölaitteet pistooleille

9. Automaattipistoolit





LISTATAVARAN MAALAUSSIVELI TRAVERSSILLA



Kuva 5.23

Listatavaran maalaus
traverssilla

- Kappale A: Pistoolit 1 + 3 normaalietäisyys tai 1 + 2 + 3 + 4 normaalietäisyys. Kappaleen kiertyminen ei haittaa.
- Kappale B: Pistoolit 1 + 3 normaalietäisyys tai 1 + 2 + 3 + 4 normaalietäisyys. Kappaleen kiertyminen ei haittaa
- Kappale C: Pistooli 1 hyvin lähellä. Pistooli 2 normaalietäisyydellä. Pistoolit 3 ja 4 normaalietäisyydellä. Välttämättä molempia ei käytetä. Kappale ei saa kiertyä yhtään.
- Kappale D: Pistooli 1 lähellä. Pistoolit 2 ja 3 normaalietäisyydellä.

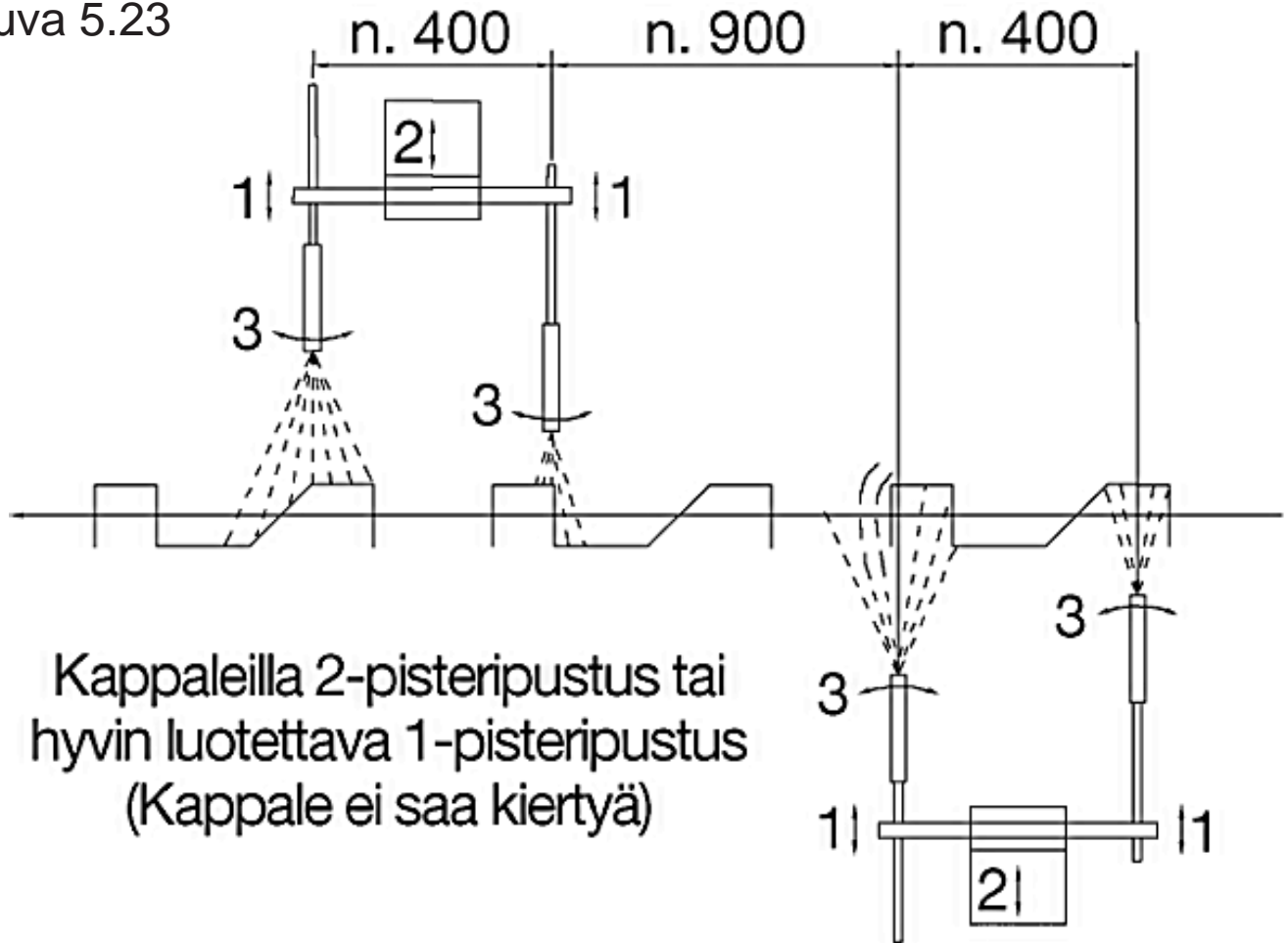




LEVYTAVARAN MAALAUSS TRAVERSSILLA



Kuva 5.23



Kuva 5.34 Automaattijauhemaalausepistooli

