

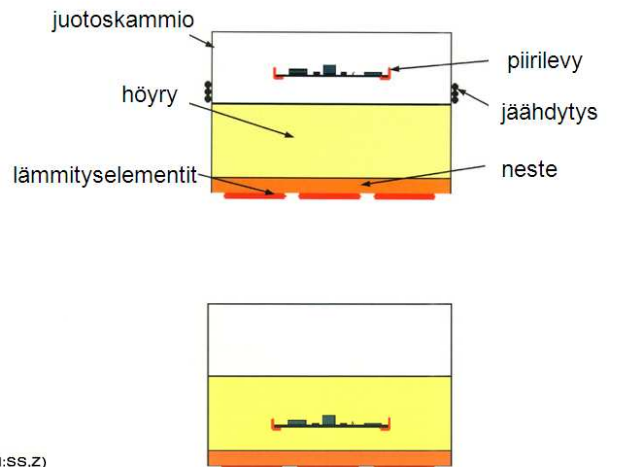
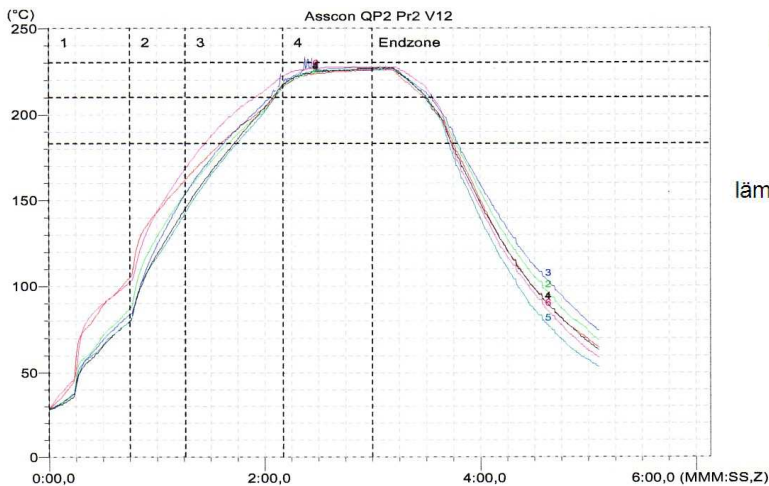


## Lyijytön reflow-juotos turvallisesti ja hallitusti höyryfaasiprosessissa



### Prosessi

Höyryfaasiuunissa juotettavat kappaleet lämmitetään juotoslämpötilaan höyryn kondensoitumisen avulla, joka on suoraan verrannollinen paikalliseen lämpötilaeroon ja siten erittäin tasainen. Neste jota tänä päivänä käytetään on Perfluoropolyether, joka on reagoimaton, väritön, ei tulenarka, hajuton, ei syövyttävä ja CFC – vapaa. Suuren molekyyli­massan ansiosta höyry syrjäyttää kaikki muut kaasut ja ilman juotuskammiossa, joten ympäristö on täysin hapeton. Kun neste kiehuu muodostuu höyryä, joka kondensoituu kylmään piirilevyyn luovuttaen erittäin tasaisesti lämpöä koko piirilevylle ja siinä oleville komponenteille. Nesteen kiehumispiste on hieman yli metalliseoksen sulamislämpötilan, 200°C lyijyllisellä- ja 230°C lyijyttömällä juotoksella. Höyryn lämpötila ei nouse ylitse nesteen kiehumislämpötilan, joten piirilevyn ja komponenttien ylikuumenemisvaaraa ei ole.



Piirilevy on saavuttanut höyryn lämpötilan, kondensaatio piirilevyllä on loppunut, höyry nousee ylöspäin saavuttaen sensorin -> Ready !

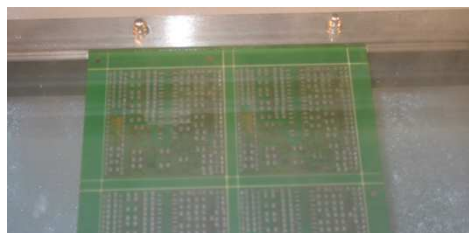


## Höyryfaasijuottamisen suurimmat edut ovat:

- ✓ Inerttisellä höyryvyöhykkeellä tapahtuva lämmitysprosessi pysyy hapettomana tyypeä käyttämättä
- ✓ Toistettavat prosessiolosuhteet
- ✓ Juotettava kappale ei ylikuumene
- ✓ Kappaleen täysin homogeeninen lämmitys ei aiheuta varjostusefektiä
- ✓ Kappaleen väri tai muoto ei vaikuta sen lämmitykseen
- ✓ Kiehumispisteessä olevan höyryn alhaisesta pintajännityksestä johtuen höyry tunkeutuu tasaisesti pienimpiinkin koloihin. Näin on mahdollista juottaa systemaattisesti ”piilossa” olevat alueet kuten BGA-piirit
- ✓ Täysin toistettavissa oleva juotosprofiili myös eri kappaleille, sillä lämmitysprosessi on itsensäätelevä fysikaalisten ominaisuuksiensa ansiosta
- ✓ Ei aikaa vievää lämpötilaprofiileiden asettamista
- ✓ Ympäristöystävälliset prosessit (ei MAK-arvoja), ei käyttäjäaltistusta
- ✓ Ei lämpösäteilyä järjestelmän optimaalisen eristyksen ansiosta
- ✓ Lyhyt esilämmitysjakso
- ✓ Pieni ekologinen jalanjälki
- ✓ Kätevä mikroprosessoriohjaus
- ✓ Riippumaton ulkopuolisesta jäähdytysvedestä integroidun vesisäiliön ansiosta
- ✓ Voidaan käyttää komponenttien irrottamiseen valinnaisen irrotustyökalun avulla.

## Helppo prosessin hallittavuus ja ohjelmoitavuus

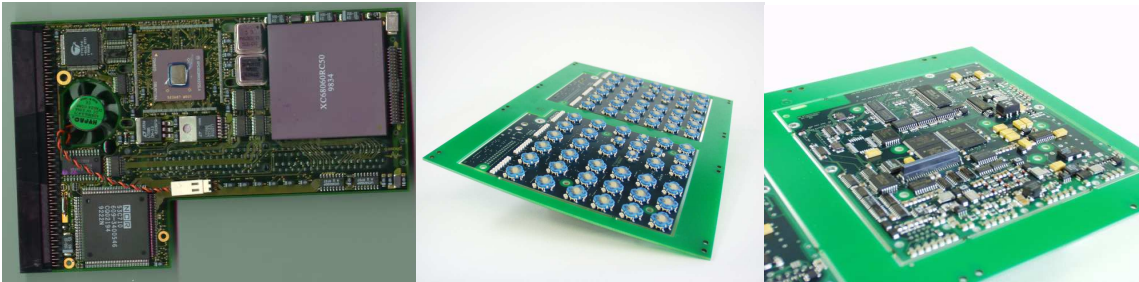
Kuten edellä jo todettiin on höyryfaasijuottamisessa paljon etuisuuksia perustuen fysiikan lakiin lämmön siirtymisestä höyryssä. Prosessin seuranta ei ole niin tarpeellista kuin infrapuna- ja konvektio-uuneissa, joissa on mahdollista saada aikaan juotumaton- tai ylikuumentunut juotos. Käyttämällä lämpötila-antureita voidaan mitata koska juotos on tapahtunut piirilevyllä. ”Kylmät” juotokset ovat käytännössä mahdottomia. Juotosohjelmassa tarvitsee yleensä kertoa vain parametrit, esim. lämpötilan nousunopeus (temperature gradient) ja jäähdytysaika. Yleensä kolme ohjelmaa tarvitaan kattamaan koko tuote kategoria (light, medium, heavy). Ylimääräisiä seurantalaitteistoja ei tarvita prosessin seurantaan tuotannon aikana. Juotostapahtumaa voidaan seurata visuaalisesti ikkunan kautta, jolloin voidaan esimerkiksi laskea lämpötilan nousunopeus piirilevyllä aloittamalla laskenta, kun piirilevy laskeutuu höyryyn ja lopettamalla, kun pasta sulaa piirilevyllä -> Visuaalinen prosessin hallinta.



## Komponentit- ja piirilevyt joita voidaan juottaa

Prosessin luotettavuus, erittäin hyvä ja tasainen lämmönsiirtyminen piirilevyllä höyryn avulla, mahdollistaa sen että komponentin koko, paino, muoto, geometria ja väri ei vaikuta prosessiin. Lämmönsiirtyminen piirilevyllä on tasalaatuista. Tärkein parametri on lämpötilan nousunopeus (gradient), jonka käyttäjä voi valita vapaasti. Haluttu lämpötilan nousunopeus saavutetaan tuottamalla oikea määrä höyryä juotoskammiossa. Höyry kondensoituu piirilevyille joka paikkaan, riippumatta komponentin muodosta, joten on mahdollista juottaa esim. 3D – piirilevyjä hyvinkin vaivattomasti. Lämpötilaherkkiä muovisia materiaaleja on turvallista juottaa höyryfaasissa. Hyvän

lämmönsiirtokyky ominaisuuden puolesta on myös hyvinkin massiivisten komponenttien juottaminen mahdollista höyryfaasissa. Suuria monikerrospiirilevyjä, massiivia jäähdytyslevyjä ja suoja joiden paino on yli 10kg juotetaan jo tuotannossa tänä päivänä höyryfaasijuotuskoneilla.

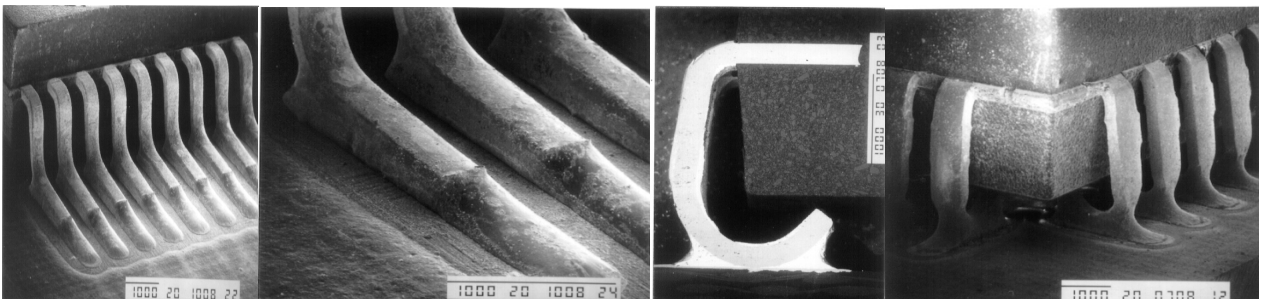


## Piirilevyn puhtaus juotoksen jälkeen

Piirilevyn puhtaus juotoksen jälkeen on tärkeä puheenaihe tänä päivänä. Erityisesti liittimet, LEDit, kytkimet ja potentiometrit likaantuvat hyvin herkästi juotuskaasuista juotoksen aikana ja aiheuttavat ongelmia. Tässä ongelmassa höyryfaasijuottaminen tarjoaa paljon etuisuuksia. Konvektio-uuneissa kierrätetty ilma kuljettaa aina epäpuhtauksia piirilevylle ja sen komponenteille – vastakohtana höyryfaasissa piirilevy on aina puhtaassa ympäristössä joten epäpuhtauksia ei pääse piirilevylle syntymään. Höyryfaasia voidaan kutsua tisluslaitteistoksi, joka on aina puhdas – johtuen sen fysikaalisesta ominaispiirteistä. Riippumatta nesteen puhtaudesta, vieraita aineosia ei ole piirilevyllä juotoksen aikana. Pastasta tai piirilevyltä juotoksen aikana irtaantuvat kaasut poistuvat heti höyrystä – johtuen höyryn suuresta molekyylimassasta.. Kiintoaineet, jotka voivat irtaantua juotoksen aikana – esim. tinapallot, flux-jäämät, jne. putoavat alas juotuskammioon, josta ne suodatetaan pois. Juotostapahtuma on hapeton, joten hyvin monen tyyppisiä juotospastoja voidaan käyttää (very mild activators, low solid contents). Tämä mahdollistaa erittäin vähäisen epäpuhtauksien määrän piirilevyllä juotoksen jälkeen.

## Lyijytön juottaminen

Lyijyttömät juotuslämpötilat ovat noin 35°C tai korkeampia verrattuna lyijyllisiin juotuslämpötiloihin. Lyijytön juottaminen perinteisillä ilma/konvektio-uuneilla ei ole helppoa vahingoittamatta piirilevyä ja siinä olevia komponentteja. Kun juotuslämpötila nousee lyijyttömällä juotoksella, vaaditaan konvektio – uunilta paljon pituutta (vyöhykkeitä) tai sitten uunin kuljettimen nopeutta on hidastettava, jotta saavutetaan halutut lämpötilat. Höyryfaasijuottaminen tarjoaa paljon etuisuuksia juotettaessa lyijyttömiä tuotteita. Höyryfaasiuunissa lämpötila on maksimissaan 230°C jolla saadaan aikaan hyvä ja luotettava juotos. Juotostapahtuma on hapeton ja lämmönsiirtyminen on nopeaa ja erittäin tasaista, jota voidaan säätää käyttäjän toimesta. Piirilevyn ja komponenttien lämpörasitus on pientä lyijyttömässä prosessissa verrattuna infrapuna- tai konvektio-uuneihin. Tänä päivänä höyryfaasijuottaminen nähdään oikeana vaihtoehtona juotettaessa lyijyttömiä tuotteita.

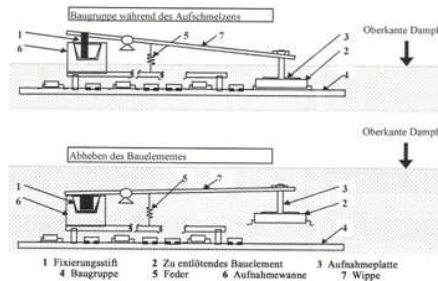


## Vakuumi höyryfaasijuottaminen

Jotta voitaisiin valmistaa täysin kaasukuplaton (void-free) juotos ja samalla varmistaa että tuote on juotunut alhaisimmilla mahdollisella prosessilämpötilalla, kehitettiin täysin uusi teknologia - > Vapour-phase-vacuum-soldering. Kyseessä on höyryfaasikoneen ja vakuumikammion yhdistelmä. Höyryfaasijuotoskone lämmittää juotettavan tuotteen hallitusti ja täysin hapettomassa tilassa. Sen jälkeen vakuumikammiossa poistetaan sulassa tilassa olevasta juotoksesta kaasukuplat.

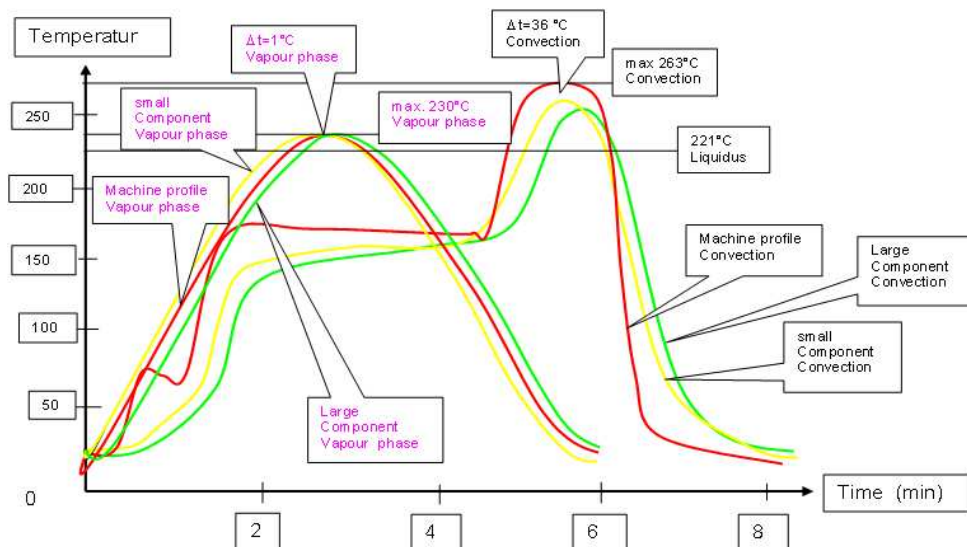
## Komponenttien irrotus piirilevytä

Isojen liittimien, BGA-piirien jne. korjausprosessi on vaikeata ilman kalliita korjauslaitteistoja. ASSCONin kehittämä komponentin irrotuslaite soveltuu erinomaisesti monijalkaisille SMD-, BGA-komponenteille, liittimille ja mekaanisille komponenteille, jotka pitää irrottaa piirilevytä turvallisesti ja hallitusti., katso kuva alla:



## Alhaiset tuotantokustannukset ja joustavuus tuotannossa

Hyvän lämmönsiirto-ominaisuuksien vuoksi höyryfaasijuotosuuni tarvitsee huomattavasti vähemmän energiaa kuin infrapuna- tai konvektio-uuni. Ei ole tarvetta hankkia kalliita typpisäiliöitä, lisätä sähkönsyöttöä jne. vaan hapeton juotosprosessi tulee mukana. Höyryfaasijuotosuunien koko on pieni verrattuna edellä mainittuihin uuneihin. Koska höyryfaasiuunit eivät hohkaa lämpöä ympäristöönsä niin ylimääräiset ilmastoinnit ja jäähdyttimet tuotantotilassa ovat tarpeettomia. Koska prosessin hallinta on helpompaa, vähenee myös kustannukset operaattoritasolla. Koneiden ohjelmointi on erittäin helppoa ja tarve vähäinen joten tuotteen vaihto tuotannossa toiseen linjalla on hyvin nopeata.



## Konetyypit

Koneita on saatavilla erilaisia, laboratorio malleista inline - koneisiin. Valintaan vaikuttaa yleensä tarvittava piirilevyn koko ja tuotteen sykli aika. Erä- ja inlinekoneissa on mahdollista käyttää vakuumi-optiota.



## Ohjelmointi ja lämpötilamittaukset

Markkinoilla on höyryfaasijuotuskoneita, joiden ohjelmointi on monimutkaista. ASSCON-höyryfaasijuotuskoneissa on vähän ohjelmointiparametrejä. Ohjelmassa pitää pääasiassa kertoa piirilevyn koko, lämpötilan nousunopeus ja jäähdytysaika. Piirilevy lasketaan suoraan höyryyn, jossa suoritetaan myös esilämmitys (EI infrapuna). Koneissa on patentoitu lämpötilan nousunopeuden säätöjärjestelmä TGC (temperature gradient control) sekä automaattinen juotoksen tunnistus ASB (automatic solder break), joka mahdollistaa sen, että tuote saadaan aina juotettua parhaalla mahdollisella laadulla. Lämpötilan mittaus on yksinkertaista ilman erillistä profilointilaitteen lämpötilasuojaa. Profilointilaitetta ei ole tarve kuljettaa sisälle höyryfaasijuotuskoneeseen, vaan koneen ulkopuolella on liitännät mittauslaitteelle (erä-koneet). Inline - koneessa on erityinen mittaustoiminto, jonka avulla tuote lasketaan höyryyn, mittauslaitteen ollessa juotuskammion ulkopuolella ja näin ollen profilointilaitte ei vaadi minkäänlaista lämpösuojaa. Eli ASSCON-höyryfaasijuotusuuneissa profilointilaitteen massa ei vaikuta millään tavalla mittauksen lopputulokseen.

## Yhteenveto

Höyryfaasijuottaminen on helppoa, joustavaa ja luotettavaa, joka tekee siitä ehkä ainoan vaihtoehdon juotettaessa lyijyttömiä tuotteita. Uuden sukupolven höyryfaasijuotuskoneet ovat teknisesti toimivia ja jopa muistuttavat yllättävän paljon perinteistä reflow – uunia kuljetinmekanismiltaan (ketjukuljetin). Tänä päivänä pystytään säätämään höyryn määrää hallitusti, jolloin piirilevy- ja komponentit lämpenevät tasaisesti, ilman pelkoa liian suuresta lämpötilan nousunopeudesta (TGC). Höyryfaasijuottamisen etuisuuksia ovat mm. täsmällinen, rajoitettu loppulämpötila, kokonaan hapeton juotosprosessi, sekä hallittu lämpötilan nousu ja tasainen lämpötilan siirtyminen piirikortilla. Höyryfaasijuotuskoneella on miltei mahdoton saada ”kylmiä” juotoksia aikaan, eikä piirilevyn- ja komponenttien ylikuumenemisvaaraa ole. Tänä päivänä on tarjolla myös vakuumikoneita joilla saadaan void-free juotos aikaiseksi hallitusti ja vielä hapettomassa tilassa. Koneet ovat myös vähän energiaa kuluttavia eivätkä säteile ympäristöönsä ylimääräistä lämpöä.

Jari Honkonen  
Perel Factory Automation  
email: [jari.honkonen@perel.fi](mailto:jari.honkonen@perel.fi)



### ASSCON-Vapour-Phase Soldering Machines – the Reflow-Technology of the Future

#### Vapour-Phase Soldering Machines



**For laboratories and prototyping.** Easy operation. Immediately operational.

**Quicky300:**

- PCB format: max. 300 x 300 mm
- Cooling via distilled water
- Manual conveyor

**Quicky450:**

- PCB format: max. 450 x 450 mm
- Closed cooling system
- Automatic operation process sequence



**For laboratories, prototyping, close-to-production process qualifications and very small series.** Space saving, all-purpose soldering system. Optional upgrade: closed external cooling system and medium filtration system.

**VP800:**

- PCB format: max. 400 x 400 mm
- Automatic operation process sequence



**For vacuum application in laboratories, prototyping, close-to-production process qualifications and very small series.** High performance compact vacuum-soldering system. The technique unit contains the cooling unit of the soldering system.

**VP800-vacuum:**

- PCB-Format: max. 320 x 300 mm
- Automatic operation process sequence
- External technique unit



**For small and medium sized series.** Work piece carrier insertion facilitates universal und flexible usage. Optional upgrade: closed internal cooling system, collection of operational data and active-cooling-system.

**VP1000:**

- Standard sizes PCB format:
  - VP1000-44: 400 x 400 mm
  - VP1000-64: 600 x 400 mm
  - VP1000-66: 600 x 600 mm
- Custom sizes:
  - to PCB format: 1000 x 800 mm
- Permanent filtration system



**For inline production of medium-volume-series up to large series/mass production by direct integration into production lines.** Standard unit with center support, width adjustment and permanent filtration system. Optional upgrade: closed internal cooling system, collection of operational data and online access via modem.

**VP2000:**

- PCB size: depending of model from 100 x 60 mm up to 750 x 620 mm
- Pin and chain conveyor with edge support
- Design as high performance dual-lane soldering system possible

#### Assembly Repair



**Repair system to desolder complex components without damage** due to over-temperature or oxidization. Can be used in all ASSCON soldering machines.

- As delivered, the desoldering system contains all the necessary parts to desolder lead-bearing or lead-free products.

Special Features of ASSCON's  
Vapour-Phase soldering Machines:

**OFP** oxygen-free-process  
**TGC** temperature-gradient-control

**ASB** automatic-solder-break  
**ETR** energy-transfer-rate