

# Kysymyksiä ja vastauksia

Hammasteknikko -lehti teki sähköpostihaastattelun jyrsimisestä ja jyrsimiseen liittyvistä asioista. Kysymyksiin vastasi Tero Rakkolainen.

Tero Rakkolainen  
Turun Teknohammas Oy  
Jyrshintäkeskus Dental Milling,  
Turku  
Aloittanut alalla vuonna 1996  
Hammaslaboranttina  
Turun Teknohammas Oy:n sekä  
Jyrshintäkeskuksen Toimitusjohtaja.  
CAD/CAM kokemusta 5 vuotta  
erilaisista jyrsimisjärjestelmistä.  
Aikaisempi koulutus Hienomekaanikko.

## Mitä tarkoittaa avoin tai suljettu järjestelmä?

Avoin järjestelmä käyttää ja tuottaa yleisesti .stl muotoista dataa.

Tämä on maailmalla standardiksi muodostunut tiedostomuoto.

Suljetut järjestelmät on salattu tuotamaan jotain muuta tiedostomuotoa joka yleensä voidaan avata vain järjestelmän luojan toimesta.

Avoimen formaatin järjestelmillä skannattu ja suunniteltu työ voidaan lähettää periaatteessa mihin tahansa avoimeen jyrshintäkeskukseen. Suljetuilla järjestelmillä jyrshintä on mahdollista suorittaa vain järjestelmäkettjuun kuuluvalla jyrsinkoneella.

Avoimien järjestelmien etuna on lisäosien saatavuus muuttuvien tarpeiden mukaan. Tästä hyvä esimerkki on ns. abutmentti kirjasto joka vaaditaan itse skannerin ja ohjelman lisäksi kun halutaan suunnitella implantti töitä. Tällaisia kirjastotiedostoja sekä skan-



nausabutmentteja valmistaa maailmalla muutama yritys. Meille oli alun perin selvää että luomme tällaisen kirjaston itse. Tällä varmistamme juuri sellaisten abutmenttien valmistuksen joka on meille ja asiakkaillemme tärkeä.

Suljettuihin järjestelmiin ei voida itse luoda lisäominaisuuksia. Ominaisuudet ja kehitystyön tekee järjestelmän valmistaja.

## Mitä avoimia järjestelmiä Suomessa on edustettuna?

Suomessa on toistaiseksi vain muutama avoin järjestelmä edustettuna. Itse valitsimme 3Shape järjestelmän, jonka ominaisuudet sekä muunneltavuus tu-

kevat omaa toimintaamme. 3Shape on Tanskalainen skanneri- ja ohjelmistovalmistaja, joka vakuutti myös organisaatiollaan ja palvelullaan.

## Minkä kokoisia jyrsimiä maailmalla on?

IDS messut tarjosivat tästä hyvän otoksen. Edustettuna oli jyrsimien koko kirjo. Pienen matkatelevision kokoisista, lattialla seisovien pienempien koneiden kautta täysverisiin työstökeskuskoneisiin saakka.

Koneen fyysinen koko ja paino on merkistä riippuvainen. Esimerkiksi meidän käytössä olevan Röders RXD5 koneen paino on n. 3 t ja lattia pinta-ala n. 2 x 2 m. Koneen oheislaitteet vaativat



# CAD/CAM- tekniikasta

lisäksi ison osan lattia-alaa.

## Voitaisiinko kysymystä käsitellä jyrsinkoneen kapasiteetin kannalta?

Koneistus aika esim. Zirkoniale on 5-7 minuuttia per / yksikkö. Koneen automaattiset toiminnot mahdollistavat myös miehittämättömän ajon jolloin kapasiteetti nousee jopa satoihin yksiköihin vuorokaudessa. Ennen tätä, jonkun pitää myös suunnitella työt jyrsittäväksi sekä luoda työstöradat eri kappaleille. Kone voidaan jättää työskentelemään valvomatta, kun kone on automatisoitu, eli kun siihen liitetään robotti.

Tällä tavalla voidaan käyttöastetta nostaa jopa 24/7. Automatisoimalla kone voidaan jyrsittää kappaleet (kruunut ja sillat) irrottaa ahiosta automaattisesti, lisäksi mikrosiruihin varustetut kupit erittelevät yksilölliset työt, työstön jälkeen automaation hallitsemaan varastoon.

## Mitä käytännön eroja eri kokoisilla jyrsimillä on, muuta kuin fyysinen koko, laatu, nopeus, jyrsittävän kappaleen monimutkaisuus?

Jyrsinkoneen liikenopeuden ja kiihtyvyyden kasvaessa, kasvaa myös rakenteen jäykkäysvaatimukset. Koneen rakenteen on oltava riittävän jäykkä, jotta jyrsittävän kappaleen muoto ja tarkkuus voidaan pitää halutulla tasolla. Voidaankin yleistää, että paino ja teho oikeassa paikassa on tarkkuutta ja nopeutta. On kuitenkin pidettävä mielessä että hammasprotetiikan kappaleet ovat varsin pieniä. Hammaslaboratorion jyrsinkeskuksen riittävä työala on noin kahvipaketin kokoinen. Suuremmat teollisuudessa käytettävät koneet ovat toimintaperiaatteiltaan vastaavia, mutta työala on suurempi. Vaikka koneella voidaan työstää tarkasti, on laatu edelleenkin riippuvainen hammasteknikon ammattitaidosta ja kyvystä hyödyntää uutta tekniikkaa.

Myös hammasteknisten töiden monimutkaisuus asettaa jyrsinkoneille omia



vaatimuksia. Esim. implanttisiltojen koneistaminen vaatii 5-akselisen jyrsinkoneen.

## Kuinka monta ihmistä jyrsin pystyisi työllistämään täydellä käyttöasteella? Kolmessa vuorossa?

Jyrsintakeskus vaatii vähintään yhden henkilön käyttämään itse konetta ja luomaan työstöratat kappaleille, jos CAD suunnitelmia on tarpeeksi. Konehan ei tee mitään ilman ammattitaitoista ope-

raattoria. Yleinen harhakäsitys tuntuukin olevan että näin iso kone tekee ihan mitä vain ja milloin vain pelkästään nappia painamalla.

Pitää muistaa että jokainen hammastekninen kappale joka jyrsintakeskuksessa valmistetaan on yksilöllinen. Asiaa voisi verrata siihen jos teetät varaosan autoosi jossain konepajassa omien toivomustesi mukaiseksi. Eli tässäkin tullaan siihen että ei hammasteknikon työt

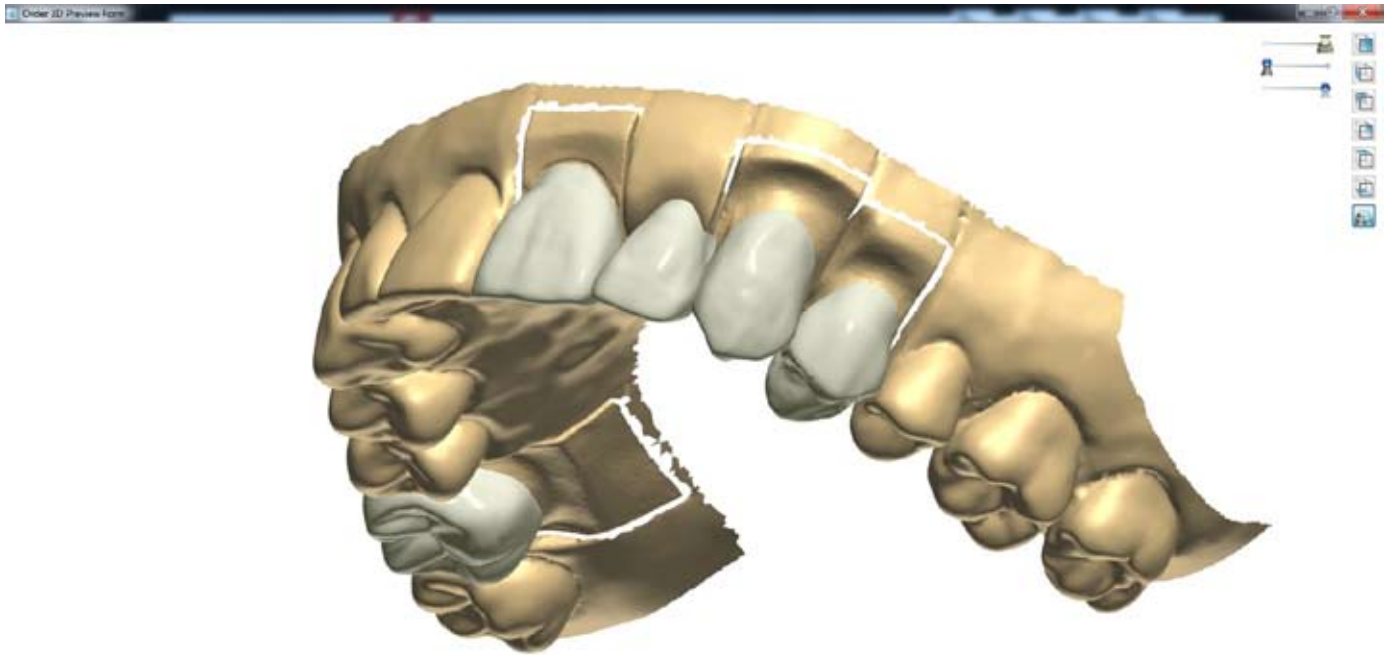
CAD/CAM tekniikoiden yleistyessä loppu, ne vain muuttavat muotoaan.

Ilman automaatiota teoriassa konetta voitaisiin ajaa kolmessa vuorossa.

## Koneen käyttöikä, terien käyttöikä ja kustannukset.

Ns. avoin systeemi mahdollistaa terien hankkimisen vapaasti. Näin ollen voimme itse valita tarkoitukseemme sopivat jyrsinterät ja mistä ne hankitaan. Terien käyttöikä vaikuttaa suurelta osin värinät, kuten edellä mainittiin koneen jäykkä rakenne pidentää terien käyttö-





ikä. Myöskin työstöohjelmalla on oma vaikutuksensa terien käyttöikään. Kun työstössä käytetään neljää erilaista terää, voidaan yhdellä ”setillä” työstää jopa 100 yksikköä.

### Tekniset tiedot, tarkkuus, paino, jyrityn pinnan sileys...

Käytän esimerkkinä omaa jrsintämme. Röders RXD 5 on viisi akselinen työstökeskus, jonka kaikissa akseleissa liikkeet on toteutettu lineaarimoottoritekniikalla. Koneessa ei ole perinteisiä pyöriviä moottoreita ja ruuvia siirtämään liikkuvia elementtejä. Lineaarimoottoritekniikka mahdollistaa sen, että ainoat keskenään fyysisessä kontaktissa olevat komponentit ovat koneen johteilla liukuvat kelkat. Kuluvien osien puuttuminen ja välyksettömyys mahdollistaa tarkan työstön sekä pitkäikäisen ja lähes huoltovapaan koneen. Pinnan sileys ja koneistuksen laatu on riippuvainen monista asioista. Esimerkiksi, koneen työstöterien mittausta hoidetaan automaattisesti laserilla. Koneistaja voi määrittää terille kulumisrajat joita kontrolloidaan em. laser -mittauksin. Jos terä kuluu asetettuun raja-arvoon, osaa kone vaihtaa uuden ns. sisar -terän, joka jatkaa edellisen terän jälkeistä työstöä. Terien mitat ja mitta-poikkeamat tunnustetaan n 1/1000 mm tarkkuudella.



### Miten jrsintätarkkuus säilytetään automaattikoneissa, joiden laakerit, johteet, liukupinnat ym ajan mittaan kuitenkin kuluvat?

Kulumisen aiheuttaa välystä, lineaarimoottorein varustettu kone kuluu vain johteistaan. Johteet ovat Röders koneissa toteutettu rullalaakeritekniikalla, jotka ovat varsin pitkä ikäiset (n. 20 vuotta). Suojatun rakenteensa ansiosta lika ei aiheuta ylimääräistä kulumista. Koneen lineaarimittasauvat ja niiden oikea sijoittelu paikoittavat koneen tarkasti, ja välyksettö-





teiden kohdalla aivan uudelle tasolle. Valetuissa sillan rungoissa on ainainen ongelma metallin jäähtyessä ja vetäessä siltaa milloin mihinkin suuntaan. Jyrsityt rungot ovat passiivisia ja istuvat todella hyvin kun ne on kunnolla tehty.

Toinen selkeämpi syy on pääsy uusien materiaalien äärelle. Esim. zirkoniaa valmistetaan vain jyrsimällä.

Aivan oma lukunsa on uusien edistyksellisten ratkaisujen mahdollisuudet. Implantti ratkaisujen muuttuminen antaa parhaan kuvan CAD/CAMin hienouksista. Kun ennen piti ostaa standardi abutmentti ja hioa se päälle tulevaa kruunua varten sopivaksi, CAD/CAMillä voidaan suunnitella itse abutmentti antamaan juuri oikeanlainen tuki pehmytkudoksille ja parhaimmillaan päästään suoraan ruuviinnitteisiin ratkaisuihin ilman minkäänlaista sementti saumaa. Läpiruuvattavat implanttisillat ovat myös arki-

mästi. Koneen runko, moottorit ja liukupinnat on lämpötila kontrolloituja. Tasalämpöisyys lisää tarkkuutta, aamun ensimmäisten ja päivän viimeisten työstöjen tarkkuuden välillä ei ole eroja.

### **-Miten jyrsintätarkkuutta tarkkaillaan... jyrsimällä esim. kuutio ja mittaamalla se?**

Koneen mitta-anturit on sijoitettu mahdollisimman lähelle liikkuvia osia, koneen kelkkojen liikkeitä kontrolloidaan liikkeestä, ei moottorin pyörimisestä. Tämä mahdollistaa sen että konetta ei tarvitse kalibroida uudelleen kuin ääritapauksissa.

### **Sähkönkulutus vs. pikkiriikkinen labrajyrsin.**

On selvää että koneen liikkuvien osien paino ja kiihtyvyydet kuluttavat energiaa.

Kuitenkin työstöaika on varsin lyhyt. Energian kulutus yksikköä kohti on valmistajan mittausten mukaan n. 0,30 Eur/ yksikkö.

### **Kuinka tehokkaasti CNC jyrsinkone käyttää työstettävää materiaalia?**

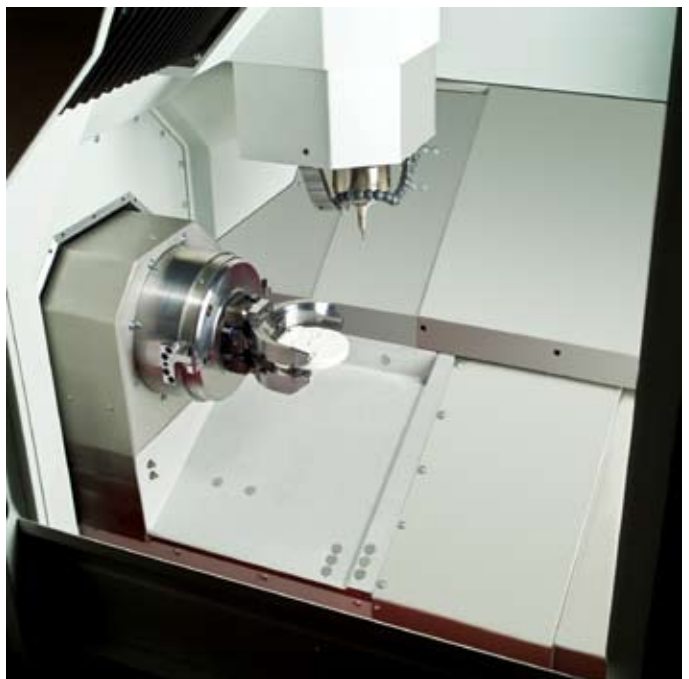
100 mm kiekosta voidaan jyrsiä yksiköitä n. 25-40 kpl materiaalista ja töiden koosta riippuen. Hukkamateriaalia kuitenkin syntyy huomattavasti vähemmän, koska töiden sijoitteluun kiekossa voidaan itse vaikuttaa.

### **Mitä materiaaleja tällaisilla koneilla voidaan jyrsiä?**

Kone voi työstää kaikkia alallamme tunnettuja materiaaleja. CoCr, zirkonia, titaani, muovi, vaha, lasikeramia. Kyse on siitä että näille materiaaleille opitaan luomaan toimivat työstöradat, sekä jotkin materiaalit vaativat erilaisia työkappaleen jäähdytysmenetelmiä.

### **Miksi siirtyä käyttämään CAD/CAM tekniikoita hammaslaboratorioissa?**

Jyrsintätekniikat nostavat laadun hammaslaboratoriotuot-



päivää. !!!

## Hammasteknikon työ muuttuu uuden tekniikan mukana, kuitenkin hammastekninen ymmärrys ja kokemus on kaiken perustana.

Teollisten jyrsinkeskusten yleistyminen protetikan alalla on väistämätöntä. Voidaan puhua poikkityeellisestä kehityksestä, jossa konepajatekniikka yhdistyy hammaslaboratorioon.

Paitsi että koneet ovat isompia, automaattisempia ja teknisempiä, vaaditaan myös jyrsinkeskuksen ohjelmointiin ja hammastekniseen suunnitteluun uudenlaisia ratkaisuja. Jyrsinkeskuksen investoinnista vain osa on itse työstökeskuksesta, jyrsimestä johtuvia.

Paitsi että jyrsinkeskuksella vaatii oman osaamisensa, on myös tietokonepohjaisten ohjelmistojen hankinta ja opiskelu välttämätöntä. Pelkkä jyrsimäkeskus ei riitä, ohjelmistot ja skanneri ovat osa kokonaisuutta. Jyrsinkeskuksen kapasiteetti mahdollistaa jyrsimätyön myynnin



myös ulkopuolelle. Hammastekninen suunnittelu on mahdollista toimittaa asiakkaan tekemänä, edellyttäen asiakkaalta avointa skanneria ja suunnitteluohjelmaa.

” Oman jyrsimemme kanssa teimme yhteistyötä Röders koneiden maahan tuojan, Scalar Oy:n kanssa.

Vaikka molemmat osapuolet oli-

vat oman alansa asiantuntijoita, vaati projekti molemmilta osapuolilta lujaa uuden opiskelua, ymmärtämistä ja yli vuoden tiivistä selvitystyötä.

Hyvä yhteistyö ja asioiden perinpohjainen selvittäminen on ollut tärkeässä roolissa koneen onnistuneessa käyttöönotossa. ”

**Kirjoittajat: Anders Wollstén, Teppo Kariluoto, Tero Rakkolainen**

# Hammasteknikkomestarit ry

Hammasteknikkomestarit ry on yhdistys, joka on maamme hammasteknikkomestareiden yhteenliittymä. Tarkoituksena on yksinomaan edistää hammasteknikkoammattitaidon ja -hengen kehitystä, opastaa jäseniään, sekä yhteistä etua valvoen, kulloinkin tehtävällä erillisellä päätöksellä. Tarkoituksensa toteuttamiseksi yhdistys toimeenpanee esitelmätilaisuuksia ja kokouksia. Yhdistyksen tarkoituksena ei ole käsitellä hinta- ja palkka-asioita, eikä harjoittaa taloudellista toimintaa. Hammasteknikkomestareiden jäsenmäärä on 44.

Tämän hetkinen tärkein meneillään oleva tehtävä on mestaritutkinnon järjestäminen yhdessä Stadia ammattikorkeakoulun kanssa.

## HALLITUS:

Puheenjohtaja: **Hemmo Kurunmäki**, hemmo.kurunmaki@vaasanhammas.fi, puh. 0500-163562

Varapuheenjohtaja: **Timo Vuori**, timo.vuori@phnet.fi, puh. 050-3317692

Sihteeri: **Mikko Kääriäinen**, ceramikko@ceramikko.fi, puh. 0400-666722

Taloudenhoitaja: **Hanna Ahonen**, hanna.ahonen@sci.fi, puh. 0400-645170

Jäsenet:

**Seppo Miettinen**, smiett11@welho.com, puh. 0400-403423

**Mikko Rikkinen**, posti@rikkonen.fi, puh. 0400-627096