

Opinnäytetyö (AMK)

Hammastekniikka

2018

Kalle Lindholm

KÄYTTÖOHJEET SKANNAUKSEEN JA KRUUNUJEN SUUNNITTELUUN CAD/CAM -LAITTEISTOLLA



Kalle Lindholm

KÄYTTÖOHJEET SKANNAUKSEEN JA KRUUNUJEN SUUNNITTELUUN CAD/CAM - LAITTEISTOLLA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) -jyrsintäprosessia erityisesti siihen kuuluvaa mallien skannausta ja kruunujen suunnittelua. Tavoitteena on tehdä käyttöohjeet hammasteknikko-opiskelijoille, jotta he oppivat skannaamaan malleja ja suunnittelemaan kruunuja CAD/CAM-laitteistolla. Ammattikorkeakouluun hankittiin jyrsintälaitteisto ja siihen tarvittiin selkeät ohjeet.

Kruunujen teko voidaan jakaa skannaukseen, suunnitteluun ja jyrsintään. Käyttöohjeiden tekeminen aloitettiin ottamalla paljon kuvia skannaukseen liittyen. Lopulta päädyttiin tekemään käyttöohjeet skannaukseen ja suunnitteluun. Ohjeiden teossa hyödynnettiin PowerPoint- ja Snipping Tool -ohjelmia. Tehtyjä käyttöohjeita on mahdollista käyttää myös diasarjana. Käyttöohjeet tehtiin pääasiassa kuvalliseen muotoon, koska kuva kertoo enemmän kuin sanat. Skannaus ja suunnittelu esitellään käyttöohjeissa vaiheittain ja kuviin on liitetty lyhyt selostus. Opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö, johon tuotoksen eli käyttöohjeiden lisäksi kuuluu raportti.

Opinnäytetyön teoriaosassa kuvataan CAD/CAM-jyrsintäprosessia ja kruunujen tekoa yleisellä tasolla ja tuodaan esille muutamia uusimpia tutkimuksia aiheesta. Työssä esitellään hyvän käyttöohjeen tunnusmerkkejä ja kerrotaan käyttöohjeesta oppimisen tukena sekä tuotekehitysprosessina. CAD/CAM-laitteistolla tehtävää kruunujen tekoa olisi hyvä tutkia laajemmin, koska tutkittua tietoa on nykyisin vähän. Tietoa kuitenkin tarvittaisiin esimerkiksi jyrsintälaitteistojen vertailun helpottamiseksi.

ASIASANAT:

CAD/CAM jyrsintälaitteisto, kruunut, skannaus, suunnittelu, käyttöohje

Kalle Lindholm

INSTRUCTION MANUALS FOR SCANNING MODELS AND DESIGNING CROWNS ON A CAD/CAM SYSTEM

The purpose of this thesis is to portray the CAD/CAM (Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing) production process in dental technology: specifically its scanning and crown designing phases. The aim is to produce instruction manuals for students of dental technology so that they will be able to scan models and design crowns on CAD/CAM equipment. Turku University of Applied Sciences recently acquired CAD/CAM software and hardware, and unambiguous instructions were needed.

The production of computer-manufactured crowns can be broken down in three phases: scanning, designing and milling. After taking masses of pictures of the scanning process, the decision was made to limit this project to scanning and designing instructions. The instruction manuals were compiled using PowerPoint and Snipping Tool programs. The finished instruction manuals can also be utilised as slide shows. The instruction manuals rely heavily on images, since pictures are more informative than words. The manuals show scanning and designing in phases and the pictures are accompanied by a short commentary. The work is a functional thesis comprising of the product (the instruction manuals) and a report.

The report depicts the CAD/CAM manufacturing process in general and introduces recent studies on the subject. The criteria for well-made instruction manuals are presented and instruction manuals are looked at from the point of view of product development.

CAD/CAM dental technology remains an under-researched field of study. More research is needed to enable making comparisons between various CAD/CAM softwares and hardwares.

KEYWORDS:

Dental, CAD/CAM appliances, mill, software and hardware, crowns, scanning, design, instructions

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	8
3 TEORIAA	9
3.1 CAD/CAM -jyrsintäprosessi ja kruunujen teko	9
3.2 CAD/CAM jyrsintäteknikkaan liittyviä tutkimuksia	12
3.3 Mallien skannaus ja kruunujen suunnittelu	13
4 KÄYTTÖOHJE	14
4.1 Hyvän käyttöohjeen tunnusmerkkejä	14
4.2 Käyttöohje oppimisen tukena	15
4.3 Käyttöohje tuotekehitysprosessina	16
5 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ	18
6 TOIMINNALLINEN OSUUS	20
6.1 Ideointi- ja suunnitteluvaihe	20
6.2 Toteutusvaihe	21
6.3 Arviointi	22
7 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS	23
8 POHDINTA	25
LÄHTEET	27

LIITTEET

Liite 1. Käyttöohje mallien skannaukseen 3Shape-ohjelmalla.
Liite 2. Käyttöohje kruunujen suunnitteluun 3Shape-ohjelmalla.

KUVAT

Kuva 1. Kruunun jysintää (Gaselli 2018).	10
Kuva 2. Jysintälaitteisto. Turun ammattikorkeakoulu kevät 2018 (kuva Kalle Lindholm).	11
Kuva 3. Tuotekehitysprojektin käynnistäminen (Jokinen 2010).	17

1 JOHDANTO

Hammasteknikoiden työ on muuttunut teknisemmäksi. Hammasteknikoilla tulee olla monipuolista osaamista, jotta he pystyvät käyttämään erilaisia teknisiä laitteita mahdollisimman tehokkaasti. Hammasteknikoiden tulisi osata käyttää myös jysintälaitteistoa. Heidän pitäisi osata koneenkäyttö, ohjelmointi ja uudenlaisten hammasteknisten ratkaisujen suunnittelu sekä hallita ohjelmistot ja skannerin käyttö. (Wollstén, Kariluoto, Rakkolainen 2011, 8.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) –jysintäprosessia ja erityisesti siihen kuuluvaa mallien skannausta ja kruunujen suunnittelua. Tavoitteena on tehdä käyttöohjeet hammasteknikko-opiskelijoille, jotta he oppivat skannaamaan malleja ja suunnittelemaan kruunuja CAD/CAM -laitteistolla. Tämä on tärkeää, koska CAD/CAM -tekniikka yleistyy koko ajan hammaslaboratorioissa ja se on jo osa päivittäistä toimintaa (vrt. Beuer, Schweiger, Edelhoff, 2008). CAD/CAM -teknologia on lisääntynyt erityisesti viimeisen 20 vuoden kuluessa. CAD/CAM -tekniikkaa käytetään hammaslääkäreiden vastaanotoilla ja hammasteknikoiden laboratorioissa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään hammasteknikoiden käyttämiin CAD/CAM -tekniikkaan. Hammaslääkäreiden vastaanotoilla tehdään yksinkertaisempia töitä esim. inlay/onlay -työt, mutta hammasteknikot tekevät yleensä haasteellisemmat työt, kuten kruunut ja sillat.

Tässä työssä jysintäprosessilla ja jysintään liittyvällä laitteistolla tarkoitetaan skannausta, suunnittelua ja jysimistä. Opinnäytetyössä keskitytään enemmän skannaukseen ja suunnitteluun, koska käyttöohjeet tehdään niille, mutta raportissa käsitellään koko prosessia.

Turun ammattikorkeakouluun on hankittu juuri CAD/CAM -jysintälaitteisto. Jysin tullaan lähitulevaisuudessa vaihtamaan, joten käyttöohjeita ei tehty nykyiselle jysinlaitteelle. Itseäni kiinnostaa työskentely erilaisten laitteiden parissa, joten innostuin selvittämään, miten laitetta käytetään ja samalla huomasin, että laitteille pitäisi tehdä käyttöohjeet.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan teoretietoa CAD/CAM -jysintäprosessista ja tuodaan esille joitakin aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Siinä esitellään Valviran, Tukesin ja Suomen Standardisoimisliiton ohjeita hyvän käyttöohjeen laatimiseksi sekä kerrotaan käyttöohjeesta oppimisen tukena ja tuotekehitysprosessina. Opinnäytetyö on

toiminnallinen opinnäytetyö, jolla tavoitellaan käytännön toiminnan ohjeistamista ja opastamista sekä toiminnan järjestämistä ja järjeistämistä. Siihen kuuluu aina produkti eli toiminnallinen osuus ja raportti. (Airaksinen 2009.) Toiminnallisena osuutena tehtiin käyttöohjeet mallien skannaukseen ja kruunujen suunnitteluosioon. Opinnäytetyössä kerrotaan käyttöohjeiden teon ideointi ja suunnittelu, toteutus sekä prosessin arviointi. Lopuksi kerrotaan asioita työn eettisyydestä ja luotettavuudesta sekä pohditaan kokonaisuutta.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) –jyrsintäprosessia ja erityisesti siihen kuuluvaa mallien skannausta ja kruunujen suunnittelua. Tavoitteena on tehdä käyttöohjeet hammasteknikko-opiskelijoille, jotta he oppivat skannaamaan malleja ja suunnittelemaan kruunuja CAD/CAM -laitteistolla.

Käyttöohjeet tehtiin ohjeen muotoon PowerPoint- ja Snipping Tool -ohjelmilla. Ohjeita on mahdollista käyttää myös diasarjana, jolloin niiden päivitys onnistuu hyvin.

Tiedonhakua ohjaavat kysymykset:

1. Millainen on kruunujen CAD/CAM -jyrsintäprosessi?
2. Millaiset ovat hyvät käyttöohjeet mallien skannaukseen ja kruunujen suunnitteluun?

3 TEORIAA

Työn teoriaosuudessa kerrotaan CAD/CAM -jyrsintäprosessista ja kruunujen teosta sekä erikseen mallien skannauksesta ja kruunujen suunnittelusta. Kappaleessa tuodaan esille myös aiheeseen liittyviä viimeisimpiä tutkimuksia. Hammaskruunulla tarkoitetaan hampaan näkyvää osaa ja keinotekoisella hammaskruunulla voidaan korvata esimerkiksi reikiintymisen tai lohkeamisen vaurioittama hampaan näkyvä osa (Suomen Hammaslääkäriliitto 2013). Yksittäiset kruunut tulevat kyseeseen tilanteissa, joissa hampaan kliinistä kruunuosaa on menetetty niin paljon, etteivät paikkaustoimenpiteet enää johda kestävään lopputulokseen. Toisaalta ulkonäköongelmat, kuten värjäytymät ja hampaiden muotovirheet, voivat olla syy kruunutuksiin, joskin nämä ongelmat voidaan nykyisin hoitaa ns. laminaattien avulla. (Therapia Odontologica 2017.)

Tiedonhaku tehtiin pääosin Google Scholar -hakupalvelun kautta. Hakusanoina olivat mm. dental cad/cam, scan, design, milling, crown, workflow, cad/cam jyrsin, kruunujen skannaus, kruunujen suunnittelu, kruunujen teko, käyttöohje. Haut rajattiin 2010-2018. Tosin joitakin vanhempiakin lähteitä työssä on mukana. Teoriaan liittyviä tutkimuksia etsittiin vuosilta 2017 ja 2018, koska haluttiin saada työhön alan uusimpia tutkimuksia. Haut tehtiin syksyllä 2017 ja keväällä 2018.

3.1 CAD/CAM -jyrsintäprosessi ja kruunujen teko

CAD/CAM hammasteknologia on yksi uusimmista hammaslääketieteellisistä edistysaskeleista (Brown 2015). Hammasteknikon tulee olla mukana tässä kehityksessä. Ammattitaito ja kyky hyödyntää uutta tekniikkaa vaikuttaa töiden lopputulokseen. Kone ei tee mitään ilman hammasteknikkoa. Voidaan sanoa, että CAD/CAM -jyrsin muuttaa hammasteknikon työtä, mutta se ei korvaa hammasteknikon työtä. Jokainen työstettävä kappale on yksilöllinen ja vaatii siksi ammattitaitoa. (Wollstén, Kariluoto, Rakkolainen 2011, 5.)

Tietokoneavusteinen suunnittelu eli CAD tarkoittaa tietokoneen käyttöä apuvälineenä suunnittelutyössä. Käsitettä CAD käytetään yleensä osana suurempaa kokonaisuutta eli CAD/CAM-teknologiaa, joka tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua ja valmistusta yhdistettynä. (Markkanen 2014, 2.) Jyrsinlaitteisto koostuu itse skannerista, tietokoneesta, tietokoneen näytöstä, ohjelmasta ja jyrsimestä. Tietokoneella

suunnitellaan ja muodostetaan jyrsimelle suunnitelma, jota jyrsin toteuttaa. (Kinnunen 2012, 3.) Tässä opinnäytetyössä tätä kokonaisuutta kutsutaan jyrshintäprosessiksi.

Käytännössä CAD-teknologia hammastekniikassa tarkoittaa hammasteknisen työn suunnittelua erillisellä suunnitteluohjelmalla. Työn suunnitteleminen edellyttää kipsimallien tai jäljennöksen skannaamista sähköiseen muotoon laser- tai led-skannerilla. Skannauksen ja suunnittelun jälkeen työ lähetetään digitaalisessa muodossa erilliselle 3D-printterille tai jyrsinlaitteelle, joka työstää kappaleen haluttuun muotoon. (Kinnunen 2012, 3.)

Jyrshintäprosessissa voidaan käyttää avointa tai suljettua järjestelmää. Avoin järjestelmä tuottaa .stl -muotoista dataa ja tällä skannattu ja suunniteltu työ voidaan lähettää muihin avoimiin jyrshintäkeskuksiin. Suljetulla järjestelmällä jyrshintä voidaan tehdä vain järjestelmäkettuun kuuluvalla jyrsinkoneella. (Wollstén, Kariluoto, Rakkolainen 2011, 4.)

Esimerkki suljetusta järjestelmästä on saksalaisen Sironan valmistama CAD/CAM-laitteisto Cerec, jolla valmistetaan keraamisia paikkoja, kruunuja, hammasimplantin kruunu-osia ja pieniä hammassiltoja (kuva 1). Cerec-tekniikka on nopeaa, sillä kruunut ja täytteet saadaan yleensä valmiiksi saman päivän aikana. Ennen keraamisen täytteen tai kruunun asettamista hammas muotoillaan kruunutusta varten, ja hammas kuvataan digitaaliseen muotoon suukameralla. Kuvauksen perusteella tietokoneella suunnitellaan kolmiulotteinen malli, jonka mukaan kone jyrshii paikan tai kruunun keraamisesta materiaalista. Kruunut asetetaan oman hampaan päälle, ja sementoidaan kiinni. (Gaselli 2018.) Tämä esimerkki kuvaa siis suljettua järjestelmää, jolla hammaslääkärit voivat tehdä kruunuja vastaanotoilla. Tosin he saattavat ulkoistaa työn, jos se on vaativa.

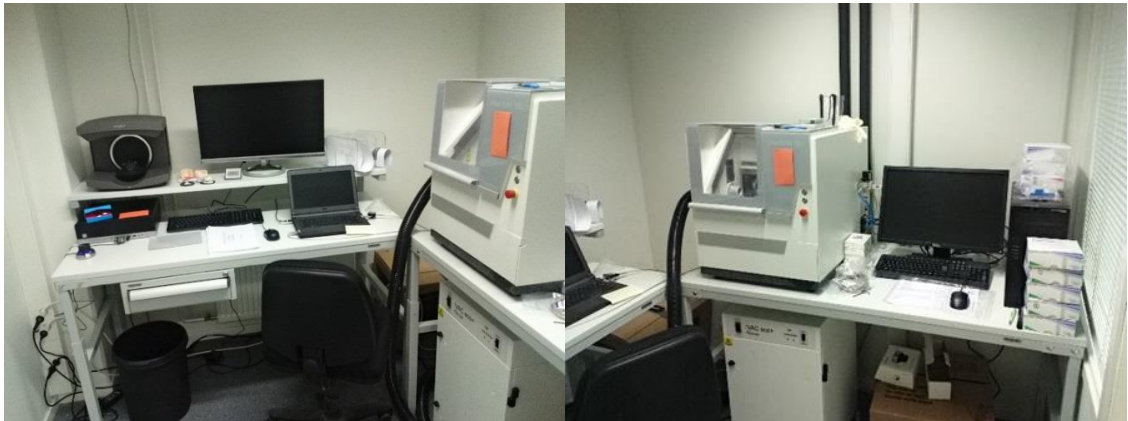


Kuva 1. Kruunun jyrshintää (Gaselli 2018).

Jyrsimiä on erilaisia. Ne voivat olla pieniä tai suuria. Eri jyrsimissä on eri määrä akseleita, jolloin ne voidaan asettaa eri kulmiin. Näin jyrsittävää aluetta voidaan työstää eri tavalla. Useampiakselisella jyrsimellä voidaan jyrsiä monimutkaisiakin muotoja. Akselien vähäinen määrä aiheuttaa mm. rakenteen kömpelyyttä, jolloin hammasteknikon on jälkityöstettävä rakenne lopulliseen muotoonsa. Jyrsimessä voi olla akseleita 3-8. Mitä enemmän akseleita on, sitä enemmän on myös työstömahdollisuuksia. (Vult von Steyern, Ekstrand, Svanborg & Örtorp, 2014, 25.)

Erilaisia CAD/CAM -jyrsimiä

Ivoclar Vivadent valmistaa erilaisia CAD/CAM -jyrsimiä. Turun ammattikorkeakouluun on tilattu PrograMill PM7, mutta sen toimitus viivästyy, joten kouluun saatiin yhtiöltä varalaitteeksi PrograMill PM3. Mainoksen (IPS e.max ZirCAD for PrograMill, 2018) mukaan näiden kummankin laitteen etuna on lyhyt prosessointikiertä, viisiakselinen jyrsintä, erinomainen pinnan laatu ja istuvuus, suuri valikoima työstettäviä materiaaleja ja mahdollisuus märän ja kuivan materiaalin työstämiseen. PrograMill PM7:ssä on enemmän mahdollisuuksia ja siinä on esim. tehokkaammat moottorit ja virtalähde kuin PrograMill PM3:ssa. PrograMill PM7:ssä on myös parempi puhdistuslaitteisto. (PrograMill PM3, PrograMill PM7.)



Kuva 2. Jyrsintälaitteisto. Turun ammattikorkeakoulu kevät 2018 (kuva Kalle Lindholm).

Vastaavia laitteita on muillakin yhtiöillä, kuten Zirkonzahn, Imes-core, KaVo ja Planmeca.

3.2 CAD/CAM jyräintätekniikkaan liittyviä tutkimuksia

Joda, Zarone ja Ferrari (2017) tekivät tutkimuksen, jossa he tutkivat hammastekniikkaan liittyvän kiinteän protetiikan digitaalista työjärjestystä. He tekivät systemaattisen kirjallisuushaun ja tunnistivat yhteensä 67 aiheeseen liittyvää tutkimusta, joista aluksi seulottiin 32 abstraktia. Lopulliseen analyysiin kelpuutettiin 29 tutkimusta. Tutkimuksessa haettiin vastausta mm. seuraaviin kysymyksiin: Millaisia etuja digitaalinen käsittely tarjoaa kiinteiden hammasproteesien tuotannossa ja miten se vaikuttaa työn laatuun sekä millaisia taloudellisia etuja digitaalinen työjärjestys tuo? Tulosten mukaan kokonaan digitaalisen työnkulun tieteellinen näyttö on hyvin vähäistä ja aihetta on tutkittu varsin suppeasti, vaikka digitaalisia sovelluksia, työkaluja ja laitteita kehitetään koko ajan lisää. Tämän vuoksi kunnollisia vastauksia tutkimuskysymyksiin ei saatu. Tutkimuksessa kaivataankin lisätutkimuksia asiaan ja peräänkuulutetaan pitkittäistutkimuksia. Tärkeää olisi keskittyä vertaamaan vanhojen ja uusien digitaalisten tekniikoiden kliinisiä ja taloudellisia tuloksia keskenään.

Ridhert, Goujat, Venet, Viguie, Viennot, Ropinson, Farges, Fages ja Ducret (2017) tekivät kirjallisuuskatsauksen aiheesta Intraoral Scanner Technologies, jotta ammattihenkilöiden olisi helpompi ostaa ja uusia IOS (intraoral scanner) ja CAD/CAM (tietokoneavusteinen suunnittelu ja valmistus) -laitteistojaan. Tutkijat toteavat, että kehitys menee eteenpäin vauhdilla ja valintojen tulisi perustua tieteelliseen näyttöön. Lopputulokseksi saatiin, että IOS-tekniikan ymmärtäminen on välttämätöntä, jotta hampaiden skannaus onnistuu mahdollisimman hyvin. Tutkijat huomauttivat, ettei sellaista skannaustekniikkaa kuitenkaan ole vielä olemassa, jota voidaan yksimielisesti pitää tarkempina kuin toista. Tutkimusta on tehty vielä liian vähän. Toisaalta monipuolinen ja laaja laitteisto mahdollistaa tekijälleen enemmän vaihtoehtoja toimia niin ohjelmistopohjaisia tekniikoita kuin ergonomiaa ja potilaan mukavuuteenkin liittyviä asioita ajatellen. IOS-tekniikkaa voidaan kuitenkin pitää käytännössä hyvänä ratkaisuna verrattuna perinteiseen jäljennöksen ottoon. Intraoraalisen scannerin hintavertailua kannattaa tehdä, koska software-based skanneri maksaa 20 000-25 000€ ja hardware-based 35 000-40 000€. Skannaus kestää 4–15 minuuttia.

3.3 Mallien skannaus ja kruunujen suunnittelu

CAD/CAM-järjestelmät koostuvat kolmesta osasta. Ensimmäinen osa on digitointityökalu / skanneri, joka muuttaa geometrian digitaaliseksi dataksi, jota tietokone voi käsitellä. Toinen osa on tietokoneohjelmisto, joka käsittelee dataa ja tuottaa sovelluksesta riippuen datasarjan valmistettavasta tuotteesta. Kolmas osa on teknologia, joka muuttaa datajoukon halutuksi tuotteeksi. (Beuer ym. 2008, 505-511.) Mallien skannauksella ja kruunujen suunnittelulla tarkoitetaan kahta ensimmäistä osaa. Kruunun suunnittelu aloitetaan skannaamalla kipsimalli. Kipsimalli skannataan ohjelmaan sopivalla skannerilla, joka muodostaa tietokoneen näytölle kolmiulotteisen mallin. Ohjelman ominaisuudet mahdollistavat mm. purenan tarkistuksen ja hampaiden tilan tarkan määrittelyn graafisesti. Kun haluttu työ on suunniteltu valmiiksi, tiedosto muutetaan stl.-muotoon.

Skannereilla tarkoitetaan tiedonkeruuvälineitä, jotka mittaavat kolmiulotteisia leuka- ja hammasrakenteita ja muuntavat ne digitaalisiksi datasarjoiksi. (Beuer ym. 2008, 505-511). Useimmat hammastekniikassa käytettävät skannerit toimivat laserilla tai valkoisella valolla. Laserskannerit skannaavat työmallin liikuttamalla laserviivaa sen poikki. Samanaikaisesti skannerin kamerat kuvaavat laserviivan eri kohdissa työmallia, jonka avulla skannausohjelma laskee nämä kohdat kolmiulotteisina. Valkoista valoa käyttävät skannerit heijastavat valoa työmallille ja kamerat samalla lukevat, kuinka valonsäteet muuttavat muotoaan mallille osuessaan. Tämän avulla skannausohjelma laskee pisteiden sijainnit kolmiulotteisina. (Nazzal 2012.)

Eri valmistajat tarjoavat erilaisia suunnitteluohjelmistoja, joita voidaan käyttää erilaisten hammasteknisten töiden suunnittelussa. CAD/CAM-järjestelmät kehittyvät jatkuvasti. Tarjolla on suunnitteluohjelmia esimerkiksi kruunujen ja siltojen suunnitteluun. (Beuer ym. 2008, 505-511.)

Turun ammattikorkeakoulun hankittiin keväällä 2018 3Shape -suunnitteluohjelma ja 3Shape E2 -skanneri, jotka on tehty erilaisten CAD/CAM valmisteisten hammas tuotteiden esimerkiksi siltojen, kruunujen ja rankojen suunnitteluun. Suunnitteluohjelma ja skanneri ovat tanskalaisia. Järjestelmä on avoin ja valmistaja myy toistaiseksi vain suunnitteluohjelmistoja ja skannereita, eikä vielä jyrksyksiköitä. (Nordlund 2017, 9.)

4 KÄYTTÖOHJE

Tässä kappaleessa käydään ensin läpi hyvän käyttöohjeen tunnusmerkkejä. Käyttöohjeella tuetaan myös oppimista, koska sen avulla havainnollistetaan asiaa. Lopuksi kerrotaan käyttöohjeesta tuotekehitysprosessina.

4.1 Hyvän käyttöohjeen tunnusmerkkejä

Suomessa Valvira valvoo terveydenhuollon laitteiden ja tarvikkeiden valmistusta ja markkinointia. Terveydenhuollon toimijoiden velvollisuutena on huolehtia käytössään olevien terveydenhuollon laitteiden toimintakunnosta, käyttöohjeiden saatavuudesta ja käyttökoulutuksesta. Terveydenhuollon laitteen tai tarvikkeen aiheuttamasta vaaratilanteesta on aina tehtävä ilmoitus Valviralle. Ilmoittamisvelvollisuus koskee Suomessa laitteiden ja tarvikkeiden valmistajia ja ammattimaisia käyttäjiä sekä laitteita ja tarvikkeita maahantuovia yrityksiä. Valviran tehtävänä on terveydenhuollon laitteiden ja tarvikkeiden vaatimustenmukaisuuden valvonta sekä turvallisen käytön edistäminen. (Terveysteknologia 2009.) Laitteen hyvillä käyttöohjeilla edistetään juuri laitteen turvallista käyttöä.

Hyvät käyttöohjeet ovat helppolukuisia ja ymmärrettäviä. Tätä tavoitetta edesauttavat seuraavat Tukesin (Terveysteknologia 2009) ohjeet:

- tiedon esittäminen yksinkertaisella ja ymmärrettävällä tavalla
- erikoisterminologian välttäminen
- käytettyjen erikoistermien selittäminen
- yksiselitteisten termien ja kielen käyttäminen
- lyhyiden ja yksinkertaisten lauseiden käyttäminen
- vain yhden asian sisällyttäminen yhteen lauseeseen
- aktiivimuotojen käyttäminen passiivimuotojen sijaan
- turhien ohjeiden välttäminen
- oman ohjeen tekeminen kullekin laitemallille
- värien ja kontrastien, kuvituksen, selkeän asettelun sekä erilaisten kirjainkokojen ja -tyylien käyttäminen.

Suomen Standardisoimisliitto on julkaissut maksullisen standardin käyttöohjeiden laatimisesta. Standardi (2012) on nimeltään - Standardi: SFS-EN 82079-1: Käyttöohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittäminen. Se on kansainvälinen standardi ja se sisältää yleiset periaatteet ja yksityiskohtaiset vaatimukset, joita tulee noudattaa erilaisten tuotteita koskevien ohjeiden suunnittelussa ja laatimisessa. Tuotteet, joille ohjeet laaditaan, voivat olla pieniä ja yksinkertaisia tai suuria tai erittäin monimutkaisia. Standardi on tarkoitettu esimerkiksi tuotteen toimittajille, teknisille kirjoittajille, teknisille kuvittajille, ohjelmistosuunnittelijoille, kääntäjille ja muille henkilöille, jotka osallistuvat käyttöohjeiden suunnitteluun ja laatimiseen.

Standardit ohjeistavat käyttöohjeiden laadintaa. Standardin mukaan tuotteen käyttöohjeiden tarkoituksena on antaa tuotteen käyttäjille tuotteen oikeaa ja turvallista käyttötapaa koskevaa tietoa. Tieto voidaan esittää eri tavoin esimerkiksi tekstinä, sanoina, merkkeinä, symboleina, kaavioina, kuvina tai kuuloon tai näköön perustuvana tietona. Tiedon esittämiseen voidaan käyttää jotakin yksittäistä esitystapaa tai eri esitystapojen yhdistelmää. (Viitanen 2001.)

4.2 Käyttöohje oppimisen tukena

Oppiessamme käytämme kaikkia aisteja. Eri tilanteissa joku aisti saattaa olla tärkeämmässä asemassa kuin muut aistit. Jotkut asiat oppii parhaiten näkemällä ja jotkut kuulemalla. On myös asioita, jotka oppii parhaiten tekemässä tai tuntemalla. (Rajavaara 2016.)

Aikaisemmin puhuttiin eri oppimistyyleistä, joita ovat visuaalinen, audiitiivinen ja kinesteettinen tyyli. Jokaisella ihmisellä on oma yksilöllinen oppimistyyli. Suunnittelemalla eri oppimistyyliä tukevia oppimisympäristöjä, opettajat voivat auttaa ihmisiä oppimaan paremmin. (Jyväskylän yliopisto 2010.) Visuaalinen ihminen oppii näkemällä, audiitiivinen kuulemalla ja kinesteettinen toimimalla.

Visuaalinen oppiminen perustuu kuviin ja kuvioihin eli näkemiseen ja näkemällä oppimiseen. Näin visuaalisella oppimistyyllillä tarkoitetaan näköhavaintoon perustuvaa oppimista. Tällaisella oppijalla korostuu näköaistin ja näkemisen merkitys. Hän kykenee palauttamaan mieleensä erilaisia näkömielikuvia, joiden avulla hän rakentaa uutta oppimaansa. Visuaalisesti suuntautunut ihminen toivoo, että hänelle näytettäisiin asiat joko todellisina tai havainnollistavina kuvina tai ne kuvailtaisiin sanoin. Visuaalinen

ihminen kiinnittää huomiota siihen, miltä asiat näyttävät. (Ekonomivalmennus 2018, Jyväskylän yliopisto 2010.)

Visuaalisesti oppivat ihmiset luovat mielessään kuvia muistin tueksi ja kinesteettisesti oppivat ihmiset hyödyntävät havaintoesityksiä. Kinesteettisesti oppivat ihmiset eivät voi istua paikoillaan pitkään, vaan heidän pitää toimia, jotta he oppivat. (Jyväskylän yliopisto 2010.)

Käyttöohje tukee näkemällä ja tekemällä oppivia ihmisiä. Selkeät loogisesti etenevät kuvat auttavat mallin skannaamisen ja kruunujen suunnittelun opettelussa. Tärkeää on havainnoida monipuolisesti kuvien ja toiminnan avulla. Opettajan suullinen opetus täydentää oppimista.

4.3 Käyttöohje tuotekehitysprosessina

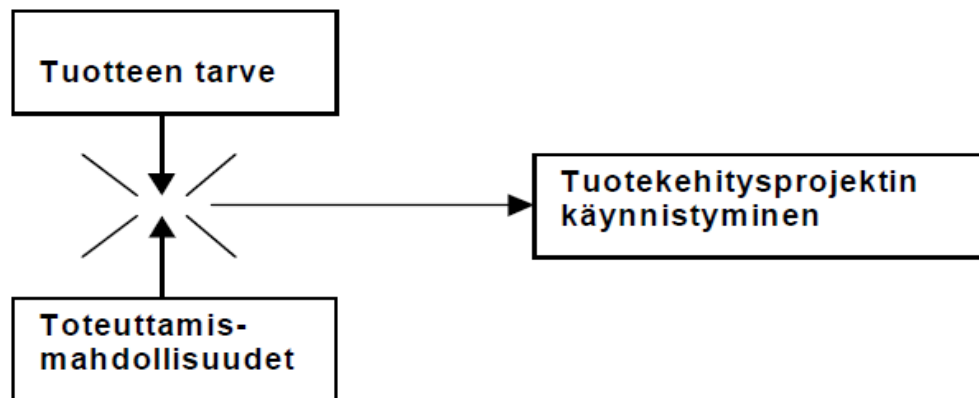
Jokisen (2010, 9) mukaan tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jolla pyritään kehittämään uusi tuote tai parannettu tuote. Tuotekehitykseen kuuluu tuoteidean etsiminen, kehitysnäkymien ja markkinoiden ym. selvittäminen, tuotteen luonnostelu, yksityiskohtien suunnittelu, optimointi, työpiirustusten tekeminen, käyttöohjeiden laatiminen ja tuotantomenetelmien kehittäminen.

Tässä opinnäytetyössä tehdään käyttöohjeet eli ne ovat osa tuotetta. Toisaalta voidaan ymmärtää asia myös niin, että käyttöohjeet on oma tuote, koska tässä opinnäytetyössä ensin ideoitiin ohjeita ja tunnistettiin käyttöohjeiden tarve hammasteknikko-opiskelijoille. Tuotetta luonnosteltiin ja suunniteltiin yksityiskohtia sekä koitettiin etsiä parhaita ratkaisuja. Lopputuloksena syntyi käyttöohjeet mallien skannaukseen ja kruunujen suunnitteluun. Voidaan myös ymmärtää niin, että toiminnallinen opinnäytetyöprosessi on itsessään jo tuotekehitysprosessi.

Tuotekehityshanke voidaan jakaa käynnistämiseen, luonnosteluun, kehittämiseen ja viimeistelyyn (Jokinen 2010, 14). Samoja vaiheita on myös tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä. Tässä opinnäytetyössä käynnistysvaiheella tarkoitetaan opinnäytetyön aloittamispäätöstä ja aiheen valintaa. Luonnosteluvaiheessa kokeiltiin erilaisia tapoja tehdä käyttöohjeita. Jokisen (2010, 14) mukaan kokonaistoiminto kannattaa jakaa osatoimintoihin. Tässä käyttöohjeiden tekeminen vaiheistettiin kuvien ottamiseen ja ohjeen sommitteluun. Kehittämisvaiheessa koitettiin löytää paras vaihtoehto

käyttöohjeen tekemiseen ja viimeistelyvaiheessa kiinnitettiin huomiota käyttöohjeen ulkoasuun, jotta se olisi opiskelijoille mahdollisimman hyvä.

Jokinen (2010, 14) kuvaa tuotekehitysprojektin käynnistämistä kuvan 3 mukaisesti, jolloin tuotekehitysprojektin käynnistymisen edellytyksenä on tarve ja idea projektin toteuttamismahdollisuuksista. Tässä opinnäytetyössä oli selvä tarve käyttöohjeille, koska uusi jyrsinlaitteisto oli monimutkainen ja siihen tarvittiin ohjeet.



Kuva 3. Tuotekehitysprojektin käynnistäminen (Jokinen 2010).

Myös Korpela (2002) tuo esille käyttöohjeen ja tuotteen suhteen. Tuote ei hänen mukaansa ole pelkkä tavara, vaan siihen kuuluvat myös markkinointi, esittelyt, myynti, neuvonta, huolto, korjaus ja valitusten asiallinen käsittely. Käyttöohje on siis tuotteen olennainen osa. Huono käyttöohje saattaa pilata koko tuotteen markkinoinnin.

5 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ

Toiminnallinen opinnäytetyö on yksi ammattikorkeakoulun opinnäytetyön muoto, jolla tavoitellaan käytännön toiminnan ohjeistamista ja opastamista sekä toiminnan järjestämistä ja järjeistämistä. Siihen kuuluu aina produkti eli toiminnallinen osuus ja raportti. (Airaksinen 2009.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä kehittämistoiminnan tuloksena tehdään esim. tuote, malli, kuvaus, ohje, opas, kirja, esite, toimintapäivä tai kansio. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on eri vaiheita, jotka ovat aloitus-, suunnittelu-, työstö- ja viimeistelyvaihe. Aloitusvaiheeseen kuuluu kehittämistarpeen löytäminen, alustavan kehittämistehtävän hahmotteleminen ja kehittämisessä mukana olevien ihmisten määrittäminen. Suunnitteluvaiheessa tehdään toiminnasta kirjallinen suunnitelma, jossa kerrotaan toiminnan tavoitteet, kehittämistehtävä, toimintaympäristö, työskentelyvaiheet, toimijat, menetelmät, materiaalit ja aineistot sekä raportointi. (Salonen 2012, 27 - 28.)

Tässä opinnäytetyössä tehtiin käyttöohje, joten opinnäytetyö on tyypiltään toiminnallinen. Työn aihe, CAD/CAM -jyrsintälaitteen käyttöohjeet, tuli käytännön tarpeesta, koska ohjeet selventäisivät jyrsintälaitteistolla työskentelyä. Kehittämistehtävää hahmoteltiin opinnäytetyön suunnitelmassa, jossa kirjallisesti kerrottiin toiminnan tarkoitus ja tavoite sekä miten toiminnassa edetään. Opinnäytetyö tehtiin yksilötyönä, mutta siihen sisältyi vuoropuhelua työelämän ja ohjaajien kanssa. Toiminnasta kirjoitettiin raportti.

Toiminnallisen opinnäytetyön työstövaiheessa toimitaan kohti tavoitetta ja tuotosta. Tämä vaihe on tekijälleen ammatillisesti tärkeä. Tekijän tulee olla suunnitelmallinen, vastuullinen, itsenäinen, vuorovaikutteinen, sitkeä ja hänen tulee sietää epävarmuutta, mutta pystyä kehittämään silti itseään. Tässä vaiheessa ohjaus, vertaistuki ja palaute ovat tärkeitä. Viimeiseen vaiheeseen eli viimeistelyvaiheeseen tulisi varata riittävästi aikaa, sillä siinä viimeistellään tuotos ja raportti sekä esitellään tuotosta käyttäjille, työntekijöille ja muille ulkopuolisille. Heiltä voi kerätä myös palautetta. (Salonen 2012, 27 - 28).

Tämän opinnäytetyön tekijän oli tarkoitus oppia uutta CAD/CAM -jyrsintälaitteiston käytöstä ja soveltaa tietojaan ohjeita tehdessään. Toiminnalliseen opinnäytetyöhön

kuuluukin se, että tekijä käyttää alan tutkittua tietoa työnsä tietoperustan rakentamiseen, hänellä on opinnoissa karttunutta tietoperustaa, jota hän syventää, ja opinnäytetyössä ratkaistaan jokin toiminnallinen pulma (Airaksinen 2014). Tähän toimintaan tarvitaan kokonaisuudessaan monipuolista palautetta.

Suunnitelmaa on esitetty joulukuussa 2017 ja keväällä 2018 omalle luokalle. Tällöin opponoiijat, muut opiskelijat ja opettaja ovat antaneet työstä palautetta. Työstä on myös keskusteltu ohjaajien kanssa ohjeita tehdessä. Työtä on kehitetty saadun palautteen pohjalta.

6 TOIMINNALLINEN OSUUS

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluvat aloitus-, suunnittelu-, työstö- ja viimeistelyvaihe (Salonen 2012, 27-28). Tässä kappaleessa kerrotaan käyttöohjeiden teon ideointi- ja suunnitteluvaihe, toteutusvaihe ja ohjeen arviointi.

6.1 Ideointi- ja suunnitteluvaihe

Käyttöohjetta ideoitiin tutustumalla PM3- ja PM7-jyrsimien internetsivuihin <https://www.ivoclardigital.com/en/laboratory/equipment-and-cam/programill-pm3> ja <https://www.ivoclardigital.com/en/laboratory/equipment-and-cam/programill-pm7>.

Internetistä löytyi myös paljon erilaisia ohjeita erilaisiin hammasteknisiin laitteisiin. Osa oli liian yksinkertaisia ja tarkoitettu lähinnä tuotteiden markkinointiin. Osassa oli vain tekstiä tai vain kuvia.

Seuraavaksi löydettiin CAD/CAM Workflow –ohjeet - “Workflow guide for scanning and designing in PlanCAD 5.5.” (PlanCAD 5.5 Workflow Sheet. 2014) kruunujen tekoon. Näissä ohjeissa oli pieniä värillisiä kuvia ja englanninkielinen teksti. Koko ohje oli koottu yhdelle vaakasuorassa olevalle A4-sivulle. Ohje vaikutti aluksi hyvältä, mutta tarkemman tarkastelun jälkeen huomattiin, että ohje oli liian yleinen. Käyttöohjeessa oli kuitenkin hyvä jako skannaukseen (scan), marginaaliviivoihin (margin), suunnitteluun (design) ja jyrsintään (mill).

Käyttöohjeen muodon valinta vei aikaa. Pitäisikö tehdä yleisempi vai yksityiskohtaisempi ohje? Miten saadaan sellainen ohje, joko auttaisi jyrsinlaitteiston käytössä? Onko alkuperäissuunnitelman mukainen posterimuoto liian yleinen, koska siihen ei mahdu paljoa kuvia ja tekstiä? Mietittiin myös vihon tai pienimuotoisen kirjan tekemistä. Pohdinnan jälkeen päädyttiin A4 -kokoisen useampisivuisen käyttöohjeen tekemiseen PowerPoint -ohjelmalla. Tästä toivottiin saatavan tarpeeksi selkeä. Huomattiin, että käyttöohjetta voitaisiin näyttää myös diasarjana, koska ne tehtiin PowerPoint-ohjelmalla. Näin dioja olisi mahdollista päivittää. Diat voisivat myös toimia opetuksen yhtenä havainnollistamismenetelmänä esimerkiksi silloin, kun ensimmäisen kerran tutustutaan jyrsimen käyttöön.

6.2 Toteutusvaihe

Tukesin (2016, 7) ohjeistuksen mukaan käyttöohjeista koitettiin tehdä mahdollisimman yksinkertaiset ja ymmärrettävät, erikoisterminologiaa pyrittiin välttämään ja erikoistermit pyrittiin selittämään. Ohjeessa käytettiin yksinkertaista kieltä ja lyhyitä lauseita. Yksi asia sisällytettiin yhteen lauseeseen ja aktiivimuotoa käytettiin passiivimuodon sijaan aina, kun se oli mahdollista. Turhia ohjeistuksia pyrittiin välttämään.

Käyttöohjeiden laadinnassa pyrittiin noudattamaan Suomen Standardisoimisliiton ohjeistusta hyvillä käyttöohjeille. Sen mukaan käyttöohjeiden tarkoituksena on antaa tuotteen käyttäjille tuotteen oikeaa ja turvallista käyttötapaa koskevaa tietoa. Tämä voidaan esittää tekstinä, sanoina, merkkeinä, symboleina, kaavioina, kuvina tai kuuloon tai näköön perustuvana tietona. (Viitanen 2001.)

Toteutusvaiheessa skannauksesta ja suunnittelusta otettiinkin erittäin paljon valokuvia, jotta käyttöohjeista saataisiin mahdollisimman havainnolliset ja selkeät. Myös Tukesin (2016, 7) ohjeiden mukaan kannatta miettiä värien ja kontrastien, kuvituksen, selkeän asetelun sekä erilaisten kirjainkokojen ja -tyylien käyttämistä. Erilaiset kirjainkoot- ja tyylit muotoutuivat käyttöohjeeseen ohjeita tehdessä.

Käyttöohje ajateltiin ensin jakaa skannaukseen, marginaaliviivoihin, suunnitteluun ja jyrksintään liittyviin ohjeisiin. Työ aloitettiin skannauksen käyttöohjeen laatimisella. Tätä varten otettiin lähes 100 kuvaa, joista valittiin käyttöohjeeseen 45 sopivaa kuvaa. Opinnäytetyön tekijä skannasi samalla, kun otti valokuvia, joten skannauksen vaiheet olivat todellisia. Kuvat aseteltiin oikeaan työjärjestykseen siten, että kullekin sivulle tuli kaksi kuvaa. Kuvatekstiksi kirjoitettiin lyhyt ja selkeä teksti aktiivimuotoon.

Toteutusvaiheessa huomattiin, että skannausvaiheesta kannattaa tehdä oma käyttöohje, koska skannaukseen kuuluu paljon erilaisia työvaiheita. Tässä vaiheessa käyttöohjeita näytettiin ohjaajille. Ohjaajien kanssa käydyn keskustelun jälkeen päädyttiin tekemään käyttöohjeet myös suunnitteluun (design). Tämä tarkoitti sitä, että kuvia tarvittiin paljon lisää. Ohjaajat suosittelivat myös Snipping Tool -ohjelman käyttöä. Tällöin tietokoneella käytetään leikkaustyökalua, jolloin kuvista tulee paljon selvempiä kuin tabletilla otetuista kuvista.

Kruunujen suunnitteluun tarkoitettu käyttöohje tehtiin Snipping Tool -ohjelmalla, joten kuvat otettiin suoraa tietokoneelta. Kuvat aseteltiin PowerPoint -ohjelmassa niin, että

yhdelle sivulle tuli vain yksi iso kuva ja lyhyt teksti. Käyttöohje voidaan tulostaa A4 -muodossa ja esimerkiksi A5 -kokoisena vihkona. Kumpiakin muotoja voidaan käyttää opetuksen tukena.

Lopuksi myös skannauksen käyttöohjeet tehtiin osittain Snipping Tool –ohjelmalla, joka tarkoitti sitä, että opinnäytetyön tekijä kävi uudelleen skannausvaiheen läpi ja otti uudet leikekuvat. Nyt suurin osa kuvista tuli suunnitteluohjelman tavoin yhdelle sivulle. Jotkut valokuvat sijoitettiin leikekuvien sisälle tai viereen. Käyttöohjeen teksti kirjoitettiin myös uudelleen. Käyttöohjeet mallien skannaukseen (liite 1) ja kruunujen suunnitteluun (liite 2) ovat tämän opinnäytetyön lopussa.

6.3 Arviointi

Käyttöohjeiden tekeminen osoittautui vaativaksi ja aikaa vieväksi työksi. Aikataulullisesti käyttöohjeiden tekemisen aloittaminen viivästyi, koska uusi jrsintälaitteisto saatiin koulullemme vasta helmikuussa. Laitteiston käyttöönottoon meni oma aikansa, vaikka laitevalmistaja piti laitteeseen liittyvää koulutusta. Toisaalta oli mielenkiintoista päästä kokeilemaan aivan uutta laitteistoa. Opinnäytetyön tekijä teki ensimmäistä kertaa ohjeita, joten kokemuksen puute vaikutti työskentelyyn. Ohjetta teki yksi opinnäytetyön tekijä, joten kokemusten ja ajatusten jakaminen ei ollut mahdollista.

Edelleen jäätin pohtimaan sitä, miten laajojen ohjeiden olisi pitänyt olla? Jokainen myös ymmärtää asioita eri tavoin ja monet sanat ja lauseet voidaan ymmärtää monella tavalla (Korpela 2002). Kuvat yleensä selkeyttävät asiaa ja kuva kertoo enemmän kuin pelkät sanat, joten väärinymmärryksen mahdollisuus pienenee, kun käytetään kuvia. Toisaalta kuva voi olla epäselvä.

Skannausvaiheen kuvat otettiin aluksi tabletilla, joten kuvien taso ei ollut kovinkaan korkea. Ne tulostettiin värikuvina, jotta niiden selkeys parani. Ohjauksen jälkeen skannausvaiheen kuvissa käytettiin Snipping Tools -ohjelmaa, jotta käyttöohjeista (skannaus ja suunnittelu) tulisi yhtenäiset ja ne olisivat selkeämmät. Käyttöohjeiden tekstistä tehtiin hyvin yksinkertaista, jotta väärinymmärrys minimoitaisiin. Toisaalta voidaan pohtia, onko teksti niin yksinkertaista, että sitä ei ymmärrä kunnolla? Ohjeet olisi voinut testata opiskelijoilla, mutta käyttöohjeita ei saatu valmiiksi kuin vasta kesällä, joten opiskelijat olivat jo kesälomalla.

7 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Tieteellinen tutkimus on eettisesti hyväksyttävää ja luotettavaa ja tulokset uskottavia, jos tutkimus on tehty hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen. Tällöin tutkimuksessa noudatetaan rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta. Näitä noudatetaan tutkimustyön teossa, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimusten ja niiden tulosten arvioinnissa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Tutkimuksen tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmät pitää olla eettisesti oikein ja muiden tutkijoiden työtä tulee kunnioittaa. Esimerkiksi toisten tutkimustuloksiin tulee viitata asianmukaisesti ja tuloksia tulee tulkita oikein. Tutkimus suunnitellaan, toteutetaan ja raportoidaan ja syntyneet aineistot tallennetaan vaatimusten edellyttävällä tavalla. Tutkimusluvut ovat kunnossa. Ennen tutkimuksen aloittamista sovitaan eri osapuolien oikeuksista, vastuista, velvollisuuksista ja aineiston säilyttämisestä sekä tietosuojaan liittyvistä asioista. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Tässä opinnäytetyössä noudatettiin soveltaen Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita. Lähdemateriaalia on pyritty etsimään luotettavista lähteistä ja niitä on tulkittu asianmukaisesti. Tosin englanninkielisten tutkimusten kääntäminen koettiin työlääksi ja haasteelliseksi ja tästä syystä tulkinnan luotettavuus voi kärsiä. Lähdemerkinnät on koitettu tehdä oikein. Työ on koitettu tehdä huolellisesti. Tähän opinnäytetyöhön ei tarvittu lupia. Plagiointia vältettiin eli lähteiden asia kirjoitettiin työhön omin sanoin.

Arenen (2017) ohjeiden mukaan opinnäytetyöissä tulisi määritellä se, kuka omistaa aineiston. Jos projektissa on muita osapuolia, pitäisi varmistua siitä, että aineistojen omistus- ja käyttöoikeuksista on sovittu. Jos käyttää kolmannen osapuolen aineistoa, pitäisi huolehtia käyttöoikeuksista. Tässä opinnäytetyössä käyttöohjeen kuvat opinnäytetyön tekijä otti itse, joten lupaa toisten ottamiin kuviin ei tarvittu eikä omistussuhteista tarvinnut sopia. Kuvat on otettu siten, että opinnäytetyön tekijä on itse käyttänyt skanneria ja suunnitteluohjelmaa ja on näin käynyt skannauksen ja suunnittelun läpi vaihe vaiheelta, joten kuvauksessakaan ei ollut muita osapuolia.

Opinnäytetyöhön tulee valita laadukkaita lähteitä (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2013). Käytetyt lähteet ovat pääosin tuoreita ja alle 10 vuotta vanhoja. Mallien skannauksesta ja kruunujen suunnittelusta oli vaikea löytää tutkittua tietoa. Tästä syystä käytettiin materiaalina myös ammattilehtiä ja käyttöohjeita.

Toiminnallisessa opinnäytetyössä on tärkeää kunnioittaa henkilöitä kenelle työ tehdään. Käyttöohjeen tekstityksessä on pyritty huomioimaan Valviran, Tukesin ja Suomen Standardisoimisliiton ohjeistuksia.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata CAD/CAM (Computer Aided De-sign/Computer Aided Manufacturing) -jyrsintäprosessia erityisesti siihen kuuluvaa mallien skannausta ja kruunujen suunnittelua. Tavoitteena oli tehdä käyttöohjeet hammasteknikko-opiskelijoille, jotta he oppivat skannaamaan malleja ja suunnittelemaan kruunuja CAD/CAM -laitteistolla. Tiedonhakua ohjaavat kysymykset olivat 1. Millainen on kruunujen CAD/CAM -jyrsintäprosessi? 2. Millaiset ovat hyvät käyttöohjeet mallien skannaukseen ja kruunujen suunnitteluun?

Opinnäytetyön teoriaosuudessa kuvattiin CAD/CAM -jyrsintäprosessia ja kruunujen tekoa. Jyrsintäprosessi muodostuu skannauksesta, suunnittelusta ja jyrsinnästä. Koko prosessi on yksi hammasteknikon työhön sisältyvä taito, joka opitaan koulutuksessa harjoittelemalla. Tässä harjoittelussa auttaa, jos toimintaan on selkeät käyttöohjeet. Tässä opinnäytetyössä luotiin käyttöohjeet kruunujentekoon liittyvään skannaukseen ja suunnitteluun.

Viimeisimpien aiheeseen liittyvien tutkimusten löytäminen oli vaikeaa, koska tutkimusta asiasta ei ole tehty tarpeeksi. Toisaalta ala kehittyy myös koko ajan vauhdilla, joten vanhojen tutkimusten etsimistä ei nähty perustelluksi. Monessa tutkimuksessa todettiin, ettei yhden tutkimuksen perusteella voida tehdä laajoja tulkintoja. Esimerkiksi Joda ym. (2017) totesivat, että olisi hyvä verrata vanhojen ja uusien digitaalisten tekniikoiden kliinisiä ja taloudellisia tuloksia keskenään. Myös Ridhert ym. (2017) totesivat, että ylivoimaisesti parasta skannaustekniikkaa ei vielä ole olemassa ja tällaisen löytämiseen tarvittaisiin skannaustekniikkaa vertailevan tutkimuksen lisäämistä. Tämä helpottaisi skannereiden hankinnassa, koska on todella vaikeaa vertailla laitteistoja ja päättää, mikä laitteisto olisi paras juuri itselle.

Opinnäytetyötä tehdessä oli selvitettävä, miten jyrsinlaitteistolla valmistetaan kruunuja ja oli itse tehtävä kruunuja laitteistolla. Havaittiin, että kokonaisuus on laaja ja skannaus ja suunnittelu jo itsessään ovat aikaa vieviä vaiheita. Tämän takia käyttöohjeet tehtiin skannaus- ja suunnitteluvaiheeseen eikä enää jyrsintään. Toisaalta ammattikorkeakoulu todennäköisesti saa piakkoin uuden jyrsimen, joten vanhalle jyrsimelle ei ollut tarkoituksenmukaista tehdä ohjeita.

Hyvän käyttöohjeen tekoon liittyvät ohjeet (Valvira, Tukes, Suomen Standardisoimisliitto) auttoivat ohjeiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Opinnäytetyötä tehdessä huomattiin, että on tärkeää miettiä sitä, kenelle ohjeet tehdään (Korpela 2002). Nämä käyttöohjeet tehtiin hammasteknikko-opiskelijoille eli opiskelija teki ohjeita toisille saman alan opiskelijoille juuri, kun ensin itse oli oppinut toimimaan laitteiston kanssa. Tämä auttoi opinnäytetyön tekijääkin oppimaan asiasta lisää.

Korpela (2002) toteaa, että olisi hienoa, jos ihmiset lukisivat ohjeita, koska aina näitä ei lueta. Huonoja ohjeita on hänen mielestään myös paljon. Ohjeita on liikaa tai niitä on useita yhtä laitetta kohden. Käännökset ovat huonoja tai suomenkielisiä ohjeita ei ole ollenkaan. Opinnäytetyönä tehdyt käyttöohjeet koottiin kuvien avulla, joten toivotaan, että ne houkuttelisivat lukemaan ja käyttämään ohjeita.

Lopuksi voidaan todeta, että CAD/CAM -jyrsintälaitteistoon liittyvää tutkimusta tulisi lisätä. Tutkimusta voisi tehdä enemmän myös kruunujen tekoprosessiin liittyen. Hyvä käyttöohje lisää tuotteen arvoa ja on osa tuotekehitysprosessia tai on itsessään jo tuote, joten käyttöohjeiden sisältöön ja ulkoasuun kannattaisi kiinnittää huomiota.

Itselleni opinnäytetyön tiedonhaku, tekstin tuottaminen ja muotoilu oli raskasta, mutta skannaaminen, suunnittelu ja jyrsiminen sekä muiden opiskelijoiden opastaminen oli mieluista. Opinnäytetyössä opin myös käyttämään Snipping Tool -ohjelmaa. Toiminnallinen opinnäytetyö ja ohjeiden tekeminen oli hyvä valinta opinnäytetyöksi, koska olen ihminen, joka haluaa tehdä ja oppii samalla.

LÄHTEET

Airaksinen, T. 2014. Toiminnallinen opinnäytetyö kehittää ammattitaitoa ja ammattitaitoja. Artikkelijulkaisu Virkkeessä 3/2009. Viitattu 11.11.2017 https://issuu.com/tiinu/docs/toiminnallinen_opinnaytety_kehitys

Airaksinen, T. 2009. Toiminnallisen opinnäytetyön kirjoittaminen – Toiminnallinen opinnäytetyö tekstinä. Viitattu 11.11.2017 <https://www.slideshare.net/TiinaMarjatta/toiminnallinen-opinnaytety-tekstin>

Arene. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Aineiston hallinta opinnäytetyössä. <http://www.arene.fi/fi/arene/uutisia/ammattikorkeakoulujen-opinnaytetoiden-eettiset-suositukset>

Beuer, F., Schweiger, J. & Edelhoff, D. 2008. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *BDJ* volume 204, pages 505–511. <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2008.350>

Brown, C. 2015. Which is the Highly Competent Dental Lab Technology Use Today. *WebDental*. <http://www.webdental.com/profiles/blogs/which-is-the-highly-competent-dental-lab-technology-use-today>

Ekonomivalmennus. 2018. Viitattu 7.5.2018. <https://www.ekonomivalmennus.com/opiskelijapalaute/oppimistavat-ja-oppimistyyli/visuaalinen-oppimistyyli>

Gaselli. Tekniikka hoidon tukena. Viitattu 9.5.2018. <https://www.gasellinhammaslaakarit.fi/artikkelit/tekniikka-hoidon-tukena/cerec-keramiset-paikkaukset-ja-kruunut/>

IPS e.max ZirCAD for PrograMill. Viitattu 23.2.2018. <http://www.ivoclarviva-dent.com/en/festsitzende-prothetik/ips-emax-zircad -> IPS e.max System – Technicians>.

Joda, T.; Zarone, F. & Ferrari, M. 2017. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health* BMC series. 17:124. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0>

Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. Aalto yliopisto. Teknillinen korkeakoulu. URL: <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>

Jyväskylän yliopisto. 2010. Koppa. Viitattu 7.5.2018. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/mit/tietotekniikan-opetuksen-perusteet/oppiminen/oppimistyyli-ja-strategiat>

Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2013. Tutkimus hoitotieteessä. 3. uusittupainos. Helsinki: SanomaPro Oy.

Kinnunen, V. 2012. CAD/CAM tekniikan kannattavuus hammastekniikassa. Opinnäytetyö. Hammastekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012113017520>

Korpela, J. 2002. Kirjoita asiaa. Arkisen asiakirjoittamisen opas. Viitattu 5.5.2018 <http://jkorpela.fi/kirj/all.html>

Lebon, N., Tapie, L., Duret, F. & Attal, JP. 2016. Understanding dental CAD/CAM for restorations-dental milling machines from a mechanical engineering viewpoint. Part B: labside milling machines. *Int J Comput Dent*. 2016;19(2):115-34.

Markkanen, H., Maury, S., Niinikoski, E. & Westerholm, J. 2014. CAD-laitteistojen käytettävyys hammastekniikassa. Opinnäytetyö. Hammastekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu.

Nordlund, T. 2017. Optinen jäljentäminen hammasproteetikassa. Syventävien opintojen kirjallinen työ. Turun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201708158117>

Nazzal, R. 2012. CAD Scanners and Design Software. Viitattu 11.5.2018. <https://www.aegisdentalnetwork.com/idx/2012/08/cad-scanners-and-design-software>

PlanCAD 5.5 Workflow Sheet. 2014. Workflow guide for scanning and designing in PlanCAD 5.5. Viitattu 23.2.2018. <https://e4d.com/wpdm-package/plancad-workflow-sheet/>

PrograMill PM3. Ivoclar digital. Viitattu 23.2.2018. <https://www.ivoclardigital.com/en/laboratory/equipment-and-cam/programill-pm3>

PrograMill PM7. Ivoclar digital. Viitattu 23.2.2018. <https://www.ivoclardigital.com/en/laboratory/equipment-and-cam/programill-pm7>

Rajavaara, T. 2016. Eri aistit apuna oppimisessa. Viitattu 26.5.2018. <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/02/26/eri-aistit-apuna-oppimisessa>

Ridhert, R.; Goujat, A.; Venet, L.; Viguie, G.; Viennot, S.; Ropinson, P.; Farges, J-C.; Fages, M. & Ducret, M. 2017. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. Journal of Healthcare Engineering. Article ID 8427595. September 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8427595>

Salonen, K. 2012. Kehittämistoiminnan konstruktivistinen malli. Teoksessa Hautala, T.; Ojalehto, M. & Saarinen, J. (toim.). Työelämää kehittämässä. Ammattikorkeakoulu projektimaisen kehittämisen kumppanina. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 67. Tampere. Juvenes Print Oy, 22 – 31. Saatavilla <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522162625.pdf>

SFS-EN 82079-1: Käyttöohjeiden laatiminen. Jäsentäminen, sisältö ja esittäminen. Osa 1: Yleiset periaatteet ja yksityiskohtaiset vaatimukset. 2012. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/8/199978.html.stx>

Suomen Hammaslääkäriliitto. 2013. Viitattu 26.5.2018. Hammasproteesit, kruunut, sillat ja laminaatit. <https://www.hammaslaakariliitto.fi/fi/suunterveys/suunhoitotoimenpiteet/hammasproteesit-kruunut-sillat-ja-laminaatit#.WwmqyU0UnIU>

Terveysteknologia. 2009. Päivitetty 2017. Viitattu 23.2.2018. <http://www.valvira.fi/terveydenhuolto/terveysteknologia>

Therapia Odontologica. 2017. Kruunu- ja siltaproteettisen hoidon suunnittelu. Viitattu 26.5.2018. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.turkuamk.fi/dtk/tod/koti>

Tukes. 2016. Tuotteiden käyttöohjeet ja turvallista käyttöä koskevat merkinnät. Kilpailu- ja kuluttajavirasto, sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto. http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tuotteiden_kaytto-ohjeet_opas.pdf (16.9.2017)

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 19.11.2017 www.tenki.fi

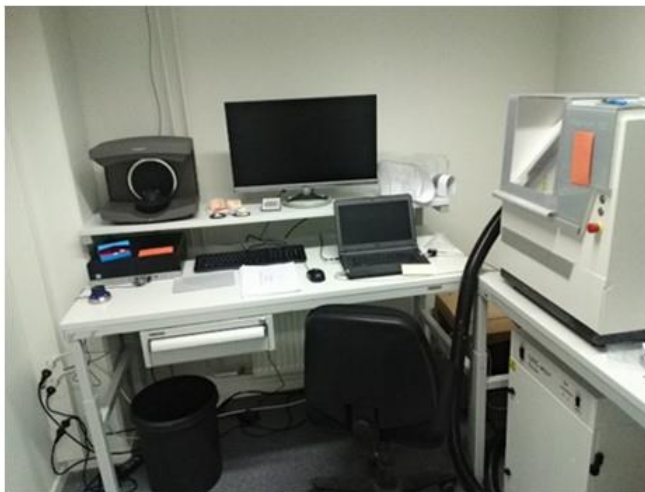
Viitanen, T. 2001. Parempia käyttöohjeita luvassa. Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys SESKO ry. <http://web.archive.org/web/20040617183635/http://www.sfs.fi/standard/20011218.html>

Vult von Steyern, P., Ekstrand, K., Svanborg, P. & Örtorp, A. 2014. Digitaaliset tekniikat purennan kuntoutuksen työkaluna. Hammaslääkärilehti 4/2014, 23 - 31.

Wollstèn, A., Kariluoto, T. & Rakkolainen, T. 2011. Kysymyksiä ja vastuksia. Hammasteknikko 2/2011, 4 - 8.

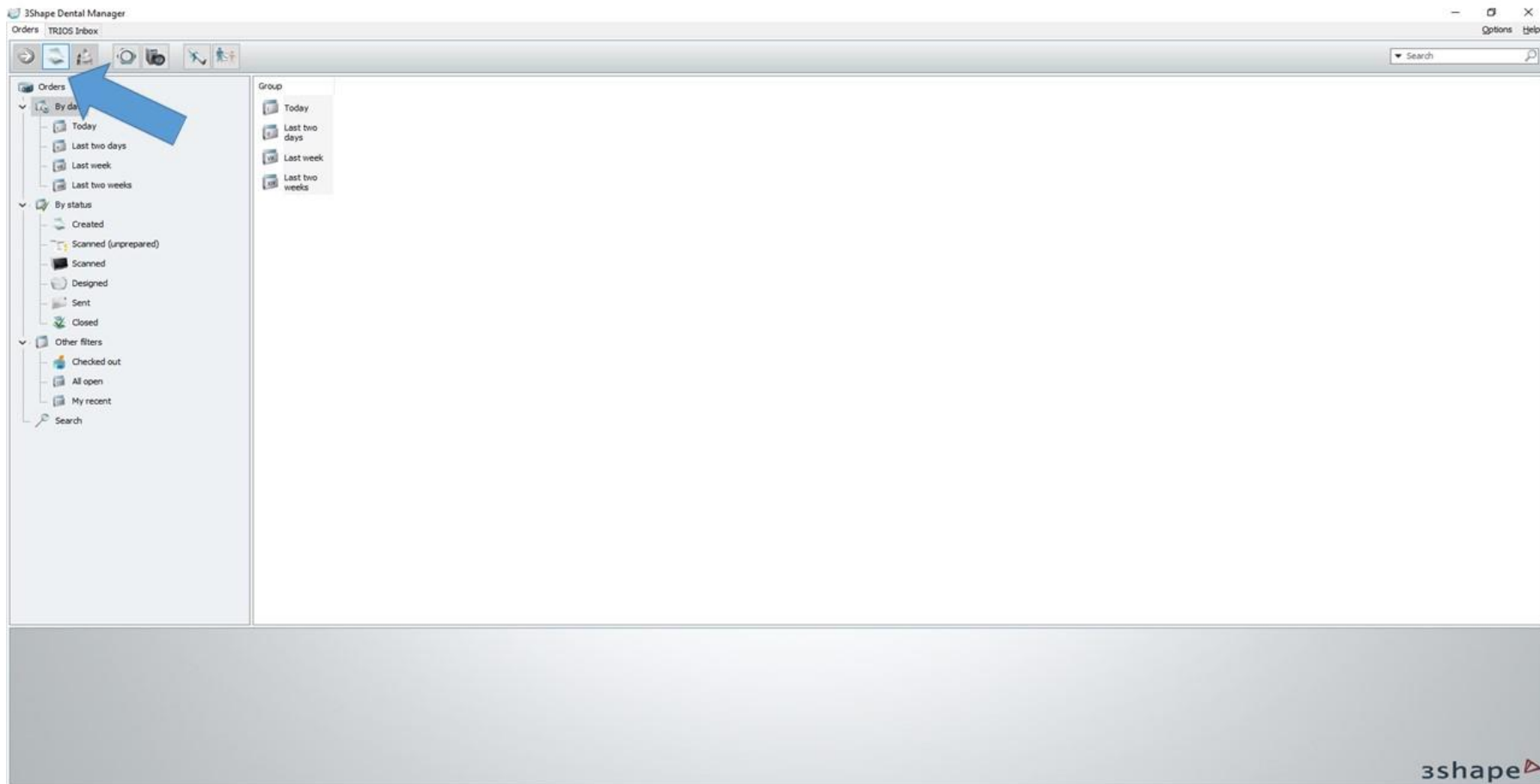
KÄYTTÖOHJE MALLIEN SKANNAUKSEEN 3SHAPE-OHJELMALLA

Kalle Lindholm kevät 2018



Yleisiä asioita:

- Tämä käyttöohje on tarkoitettu hammasteknikko-opiskelijoille, jotta he oppivat skannaamaan työmallin kruunun tekoa varten.
- Skannauksen lisäksi kruunujen tekoon kuuluu hampaan suunnittelu ja jysintä.
- Skannauksen tarkoituksena on saada digitaalinen versio työmalleista.
- Aloita skannaaminen laittamalla tietokoneet päälle (skanneri) -> avaa niiden ohjelmat



Paina "New Design".

The screenshot displays the 'Order Form' software interface. The main window is divided into several sections:

- Lab information:** Operator: Kalle (highlighted with a blue arrow), External Lab Info: Kalle, External Lab: Kalle, Customer information: 6863657177.
- Order settings:** Order number: Kalle_20180515_1511, Importance: Normal, Design Module: DentalDesigner 2017.
- Scan settings:** Object type: Model, Antagonist: None, Neighborhood scan: None.
- Order details:** A large central area showing a 3D dental arch model.
- Right sidebar:** A vertical menu with icons for Anatomy, Frame, Abutment, Misc, Bridge, Gingiva, Removable, Model, Appliance, and Implant Studio.
- Bottom:** Buttons for Scan, OK, and Cancel.

Valitse "Operator".

Order Form

Lab information
Operator: Kalle

External Lab Information
External Lab: - none -

Customer information
Customer: 6863657177
Contact person:
Create date: 15/05/2018
Shipping date: 17/05/2018
Send information

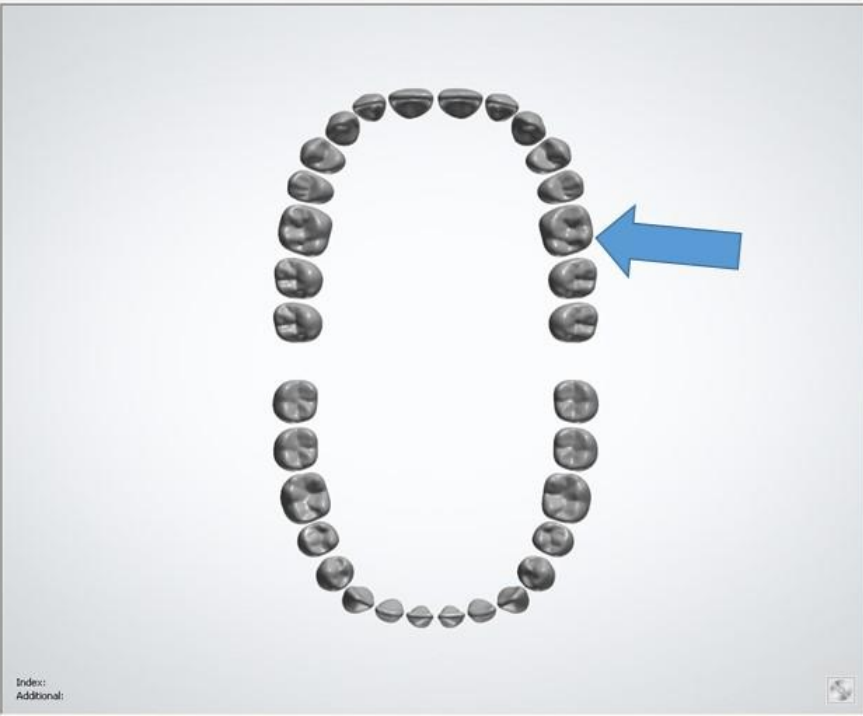
Patient information
Last name:
First name:
Clinical photos:

Comments

Order settings
Order number: Kalle_20180515_1508
Importance: Normal
Design Module: DentaDesigner 2017

Scan settings
Object type: Model
Antagonist: None
Neighborhood scan: None

Order details

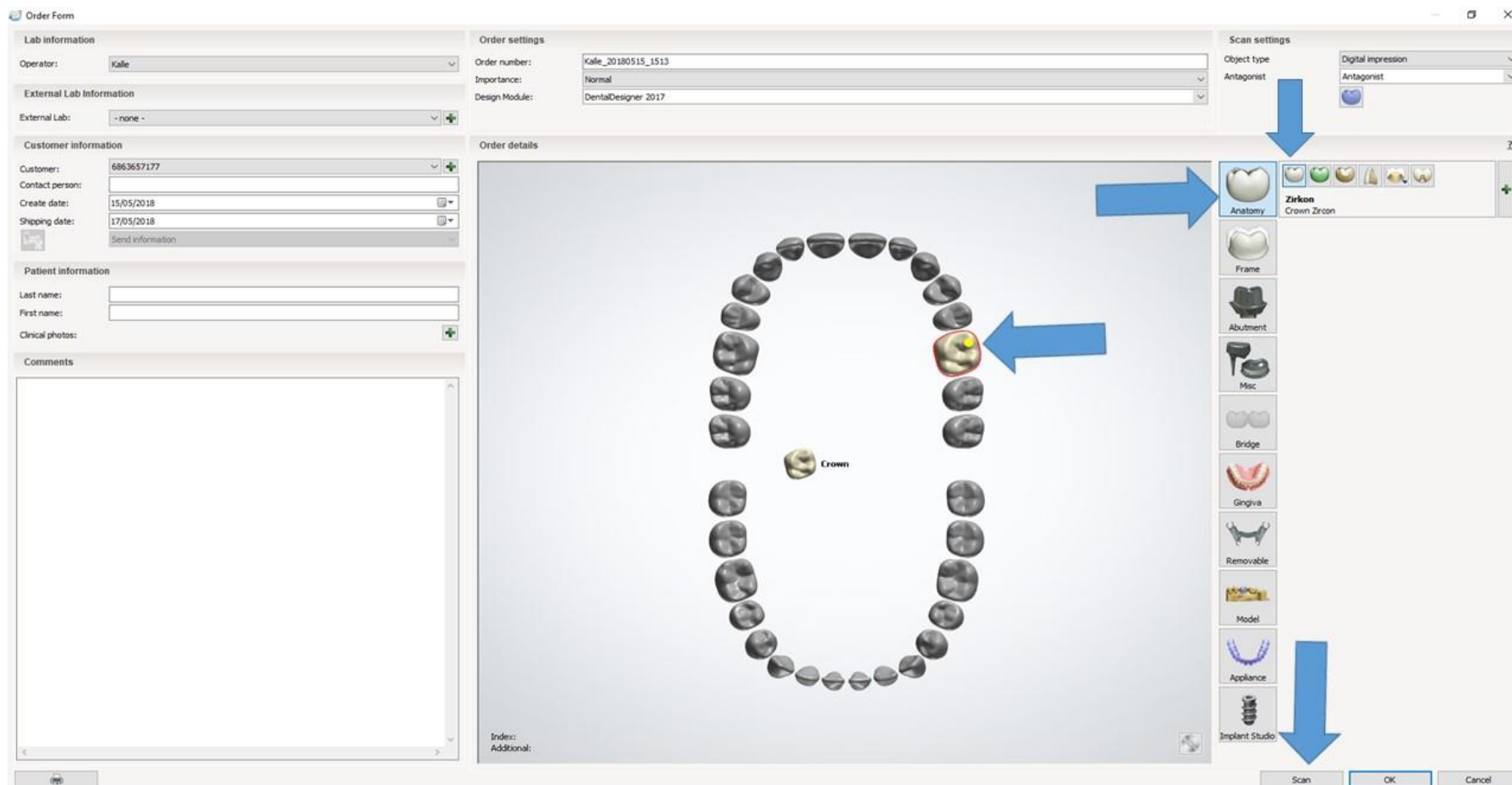


Index:
Additional:

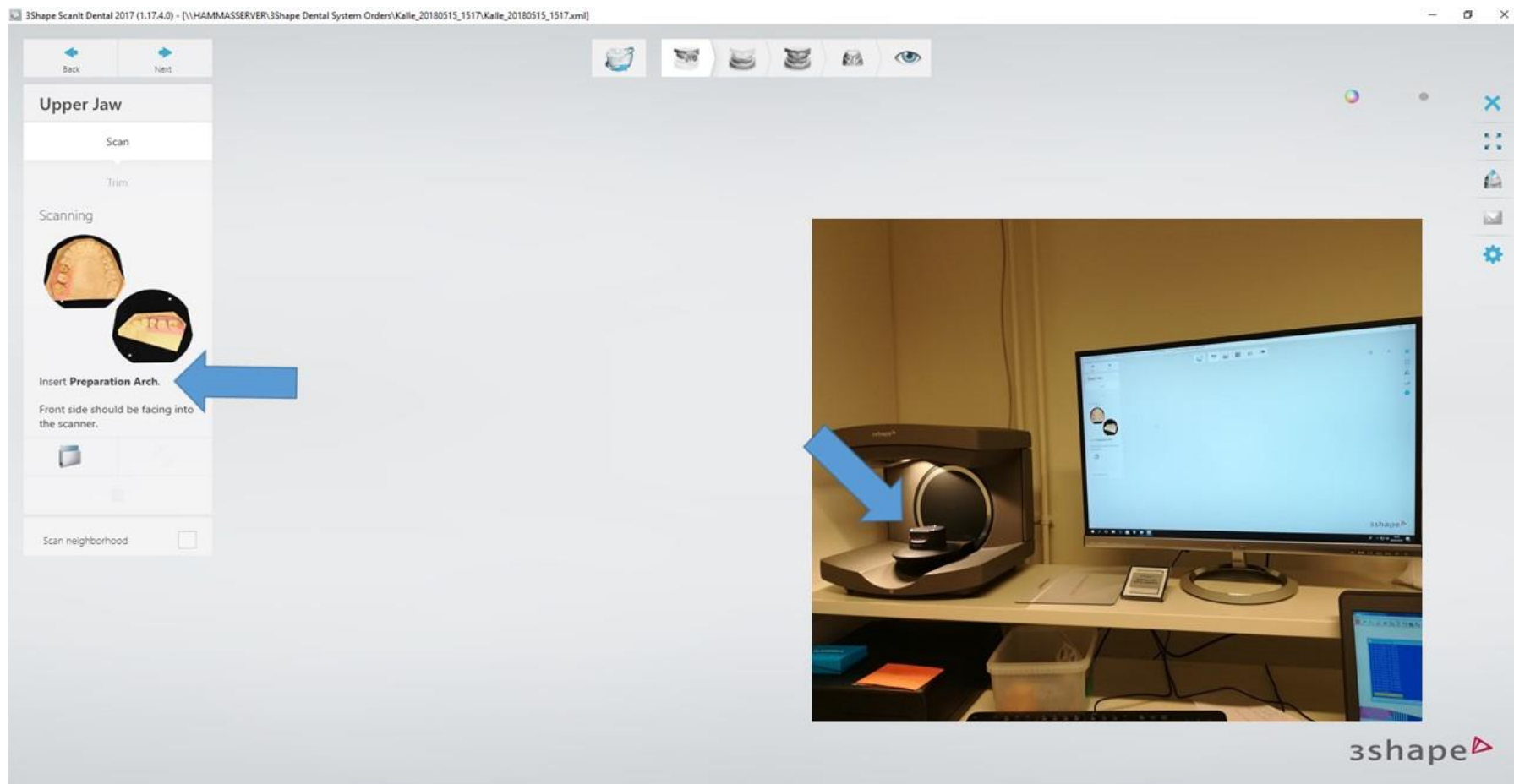
Anatomy
Frame
Abutment
Misc
Bridge
Gingiva
Removable
Model
Appliance
Implant Studio

Scan OK Cancel

Valitse hammas.



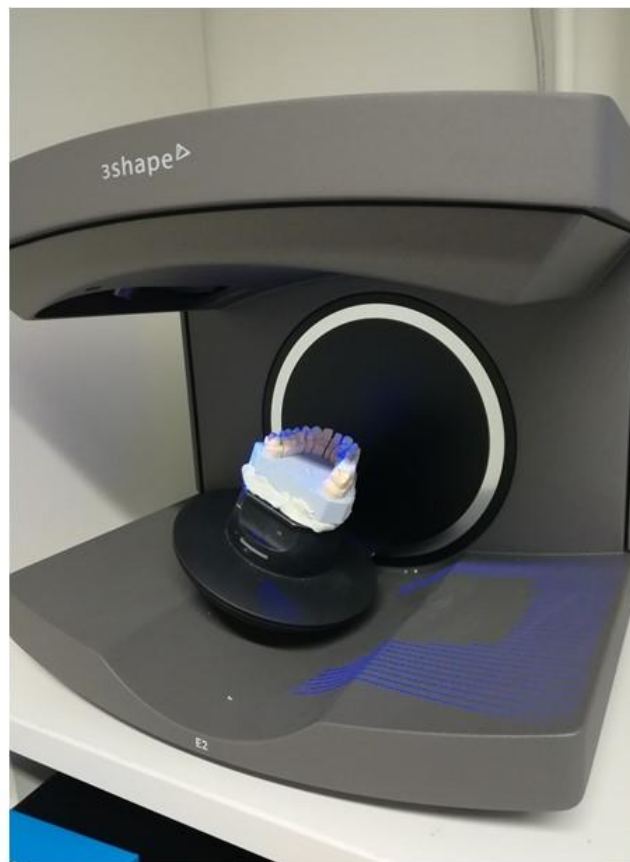
Valitse "Anatomy"-ikoni ja esim. "Zirkon Crown Zircon". Paina "Scan".



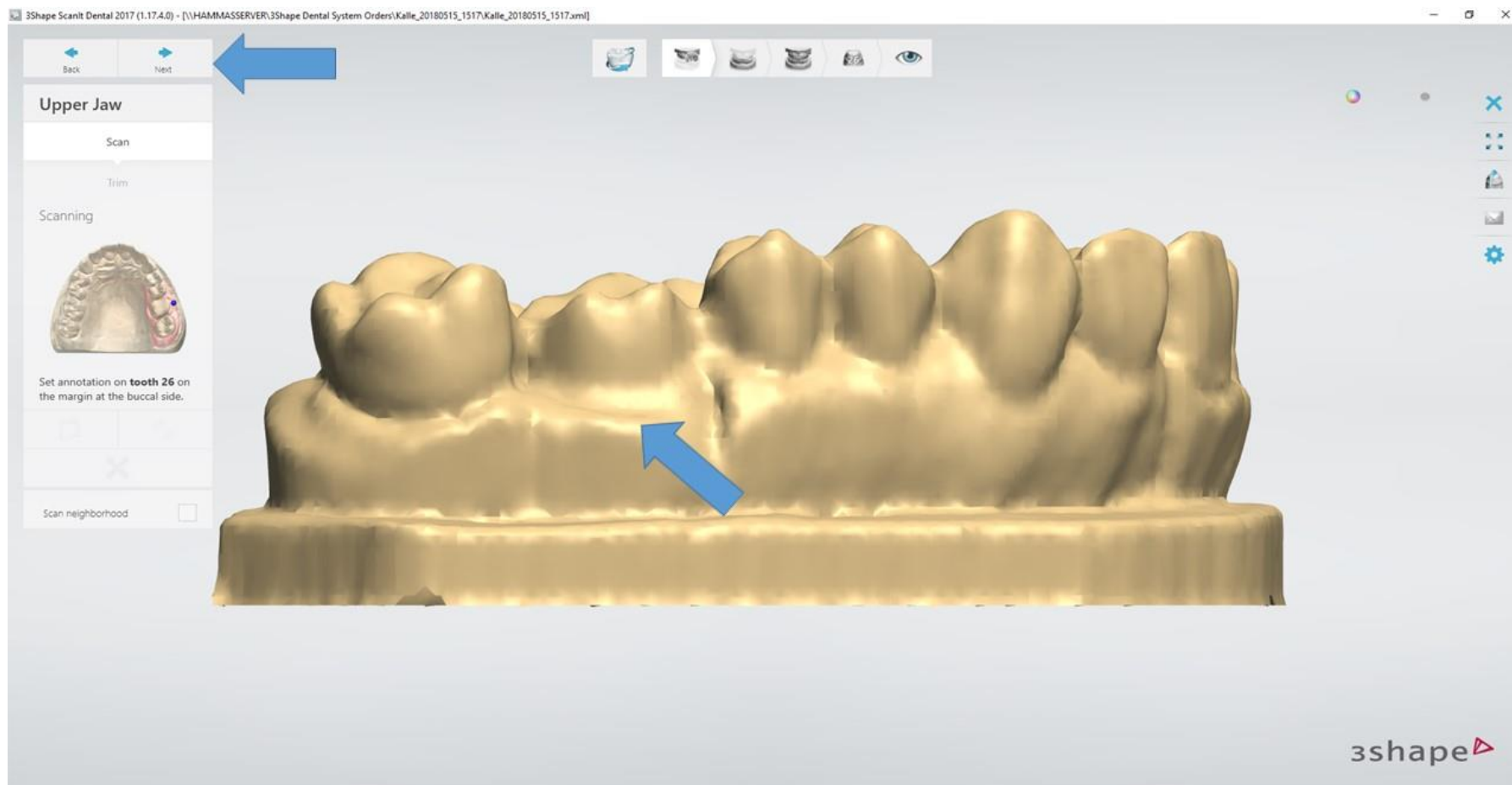
Näytöllä "Insert Preparation Arch". Tarkoituksena on laittaa ylämalli kiinni näytön vieressä olevaan skanneriin.



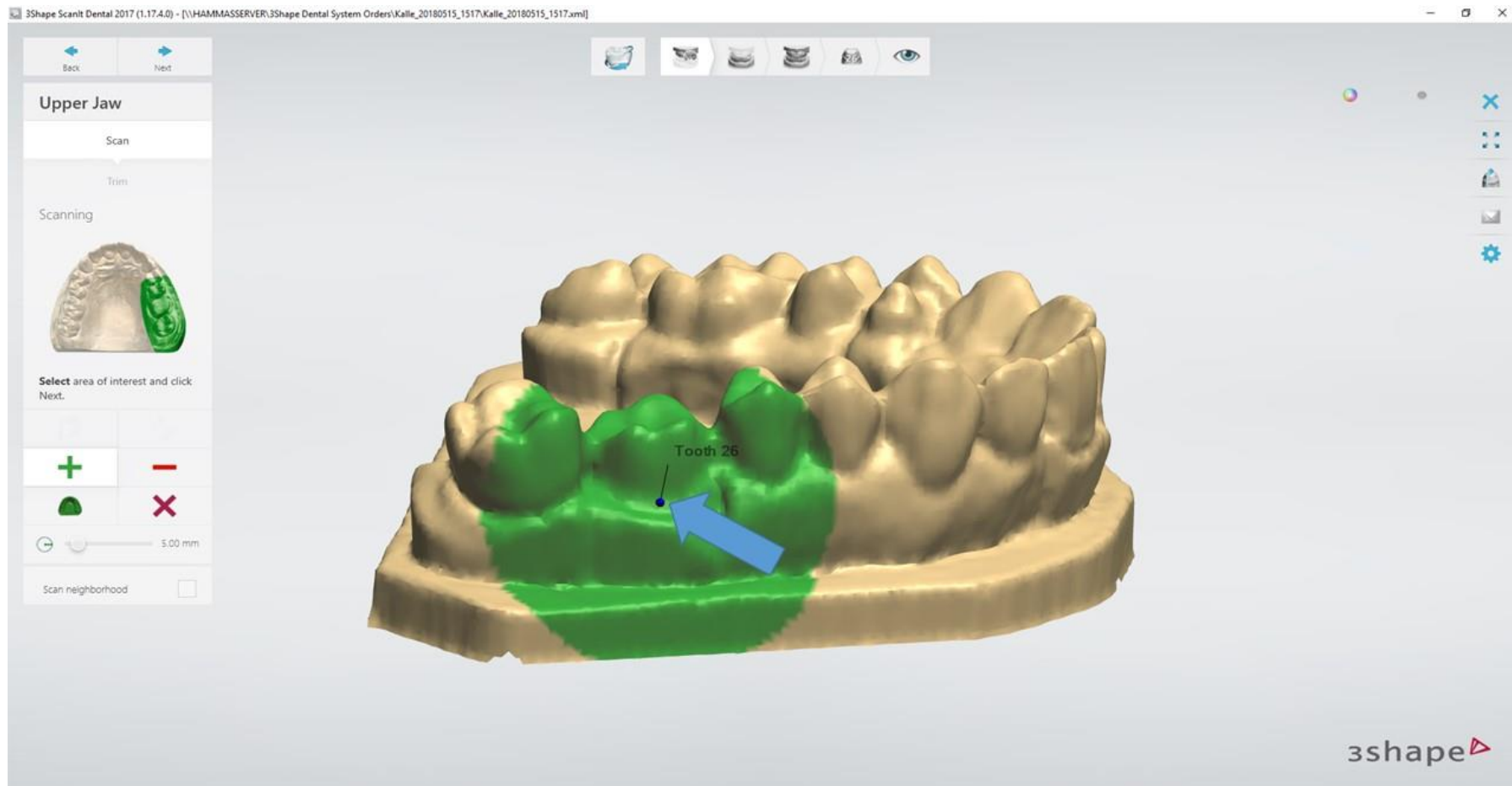
Kiinnitä malli levyyn muoviluvahan avulla.
Laita ylämalli kiinni skanneriin.



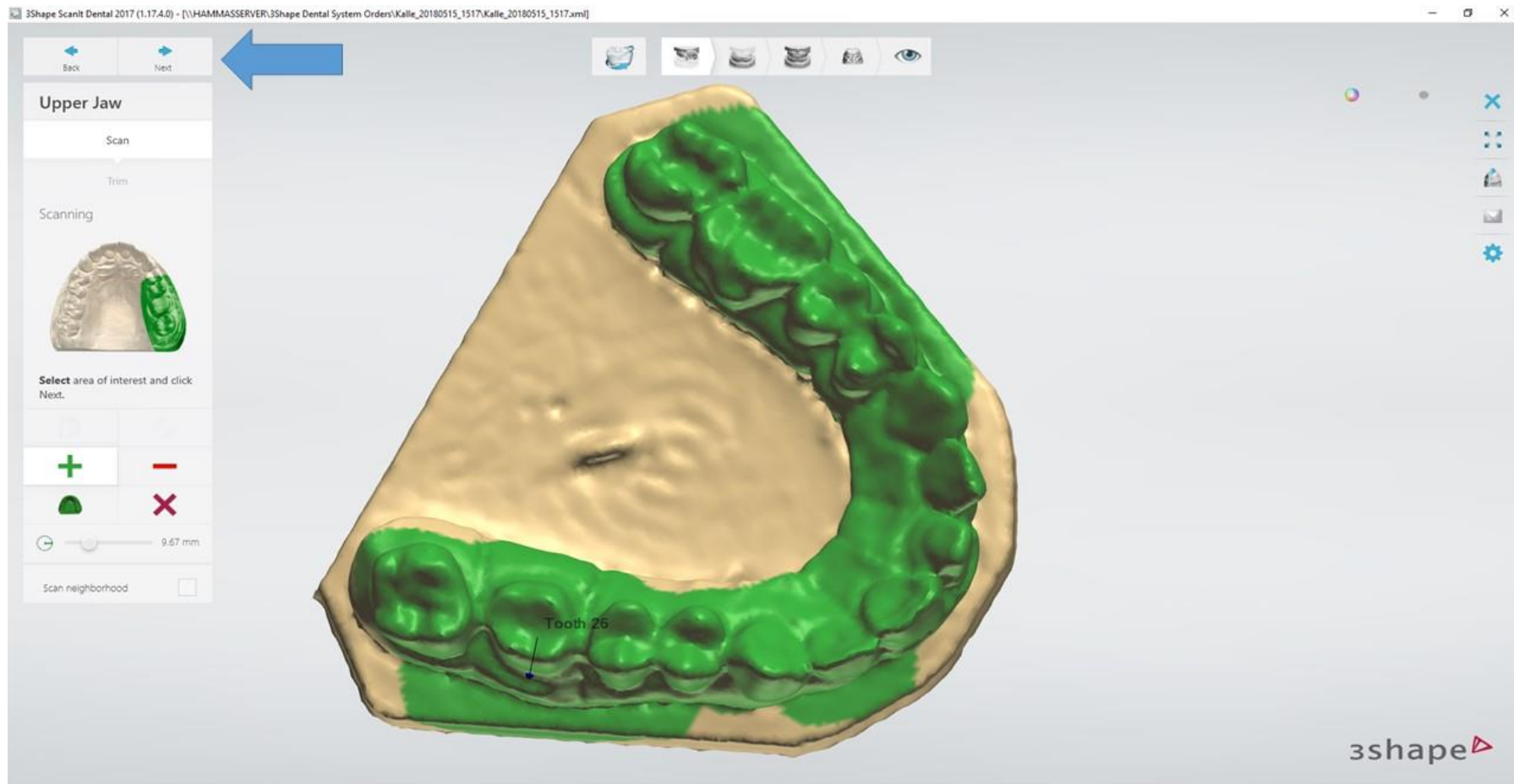
Mallia skannataan.



Näytöllä skannaustulos. Määrittele hampaan skannauspiste marginaaliviivaan ja paina "Next".



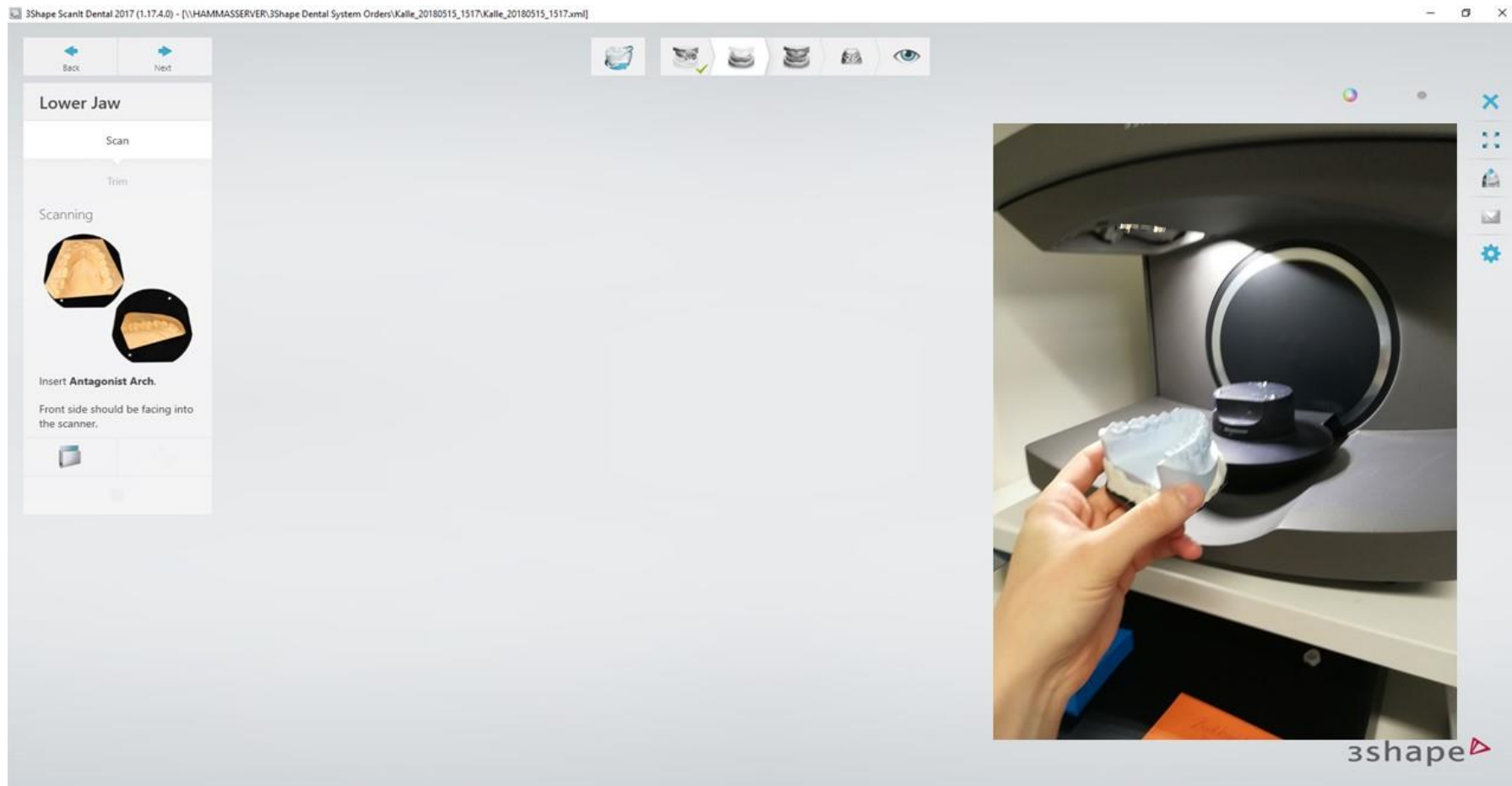
Piste hampaan marginaalirajassa. Aloita hampaan maalaaminen vihreäksi.



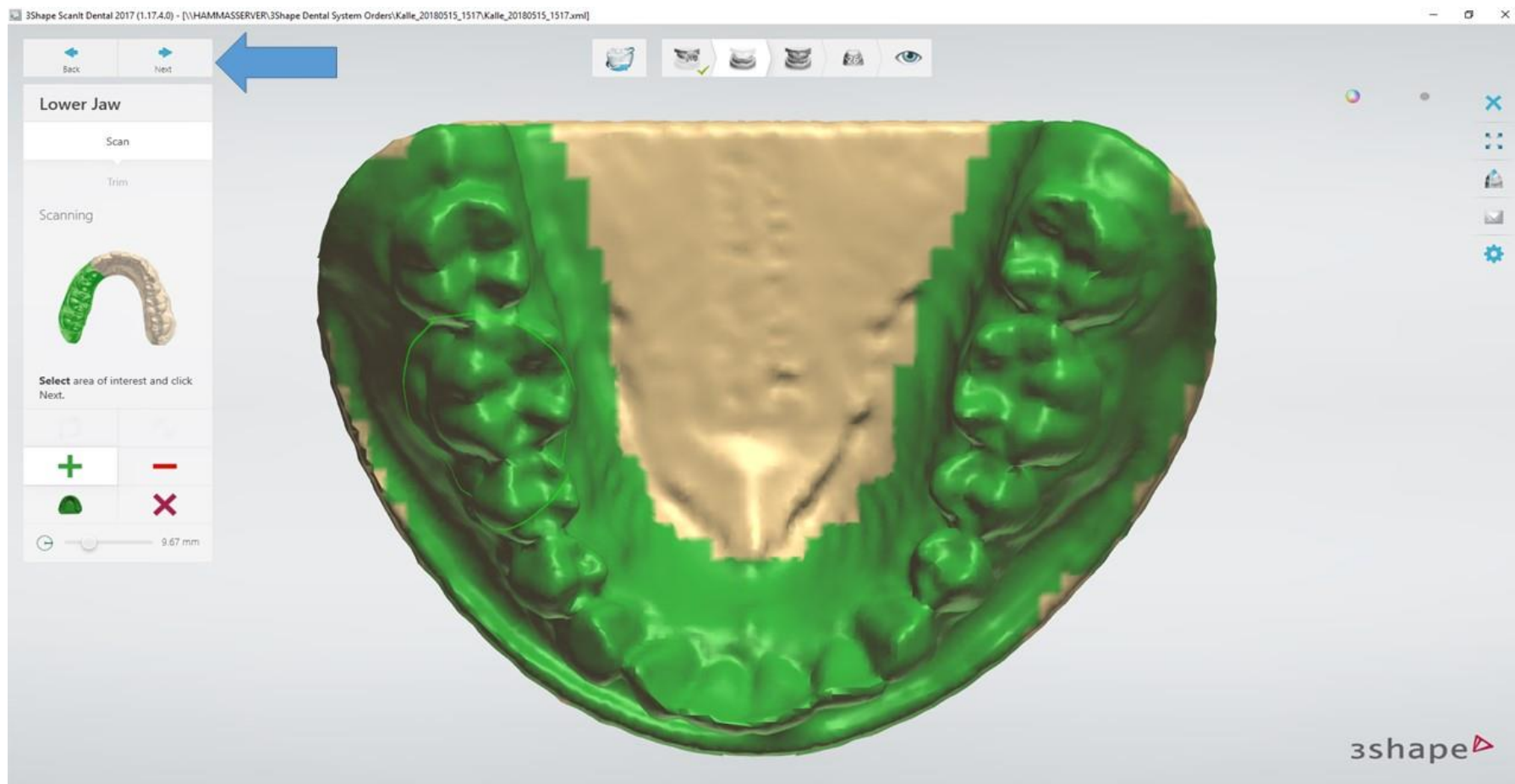
Kuvassa maalattu alue. Tämän tulisi olla purenta-alueella. Paina "Next".



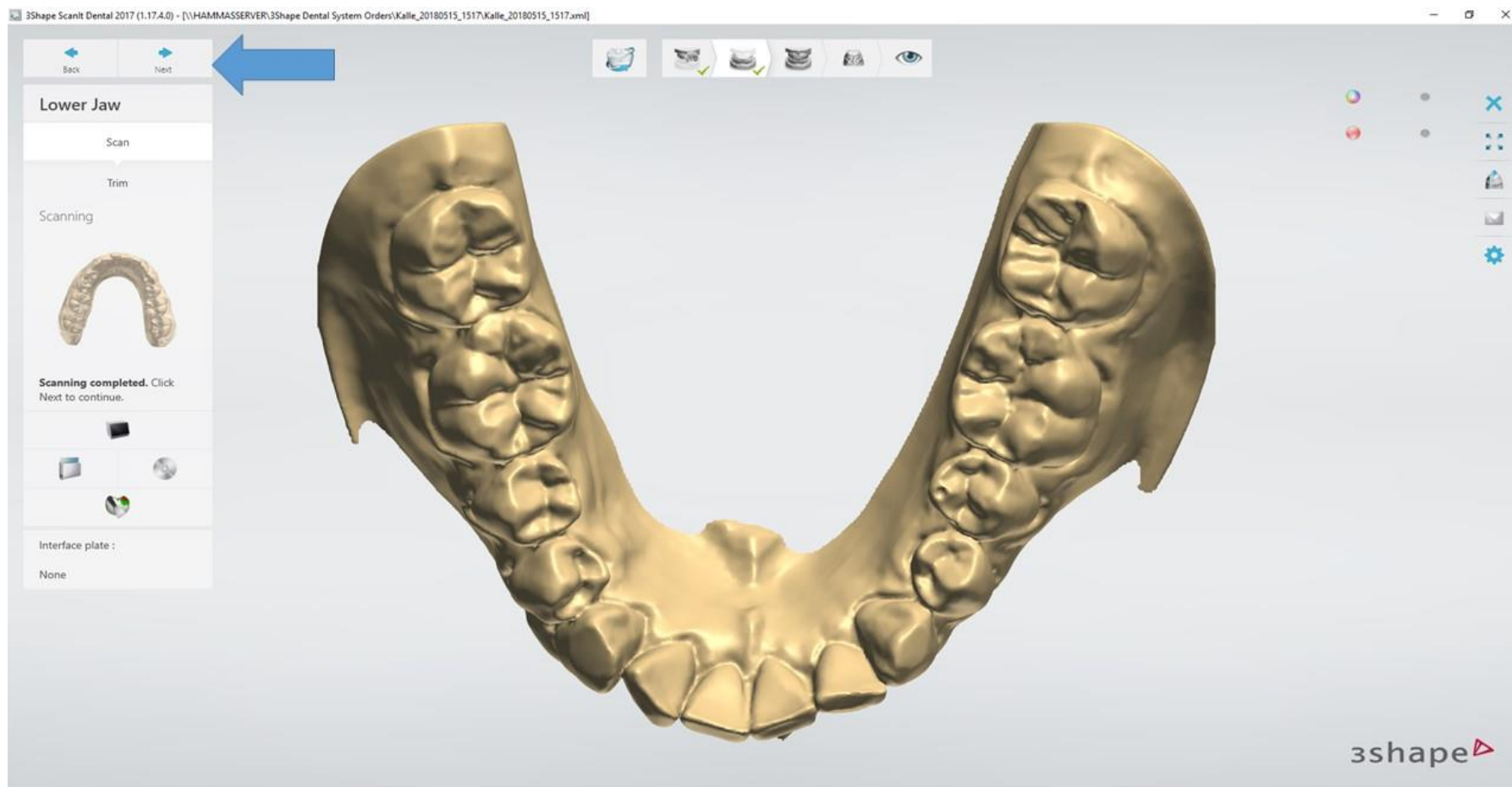
Skannauksen tarkempi lopputulos. Paina "Next".



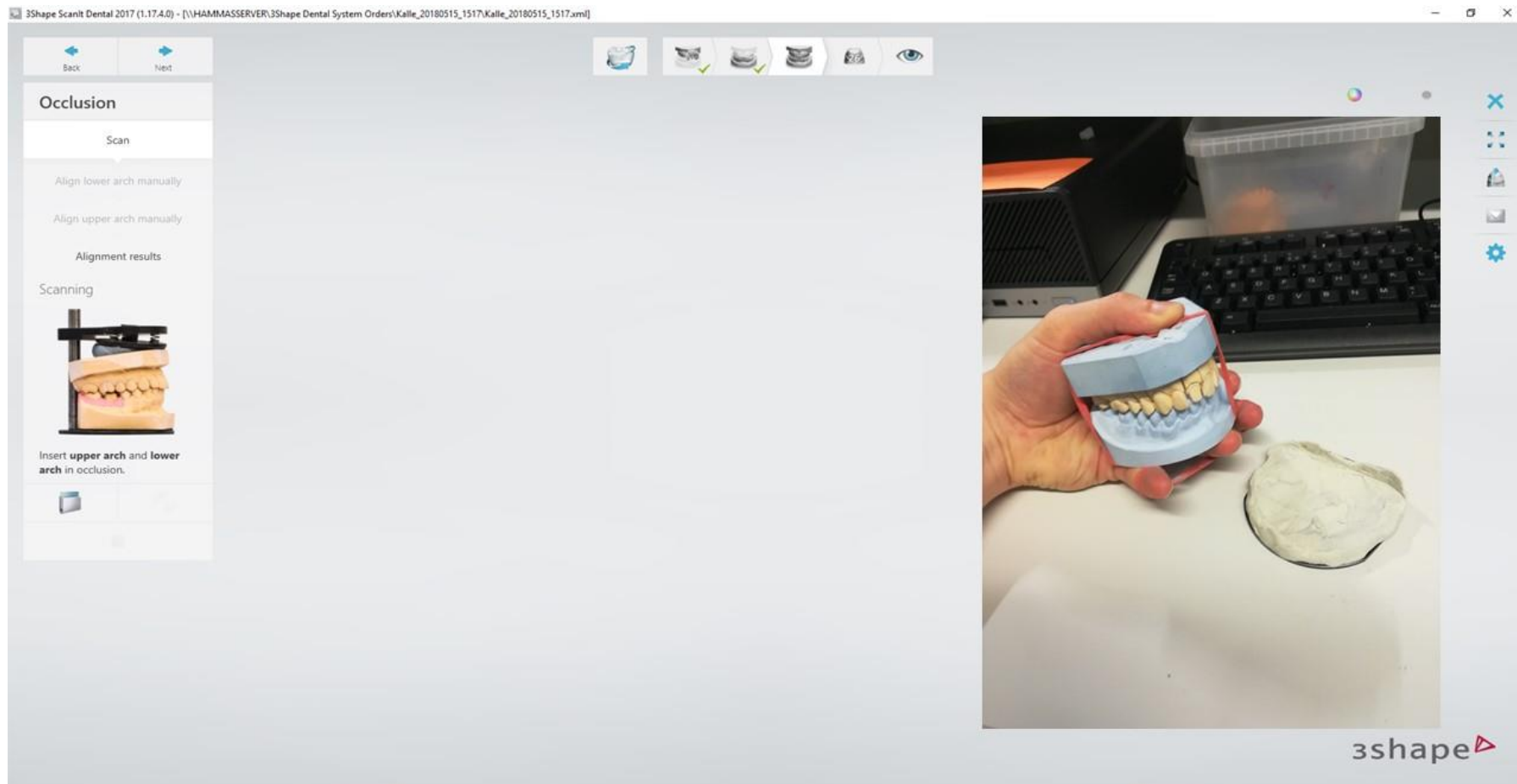
Poista skannerista ylämalli ja laita tilalle alamalli.



Maalaa skannattavat kohdat tarkemmin vihreällä värillä. Tämän tulisi olla purenta-alueella. Paina "Next".



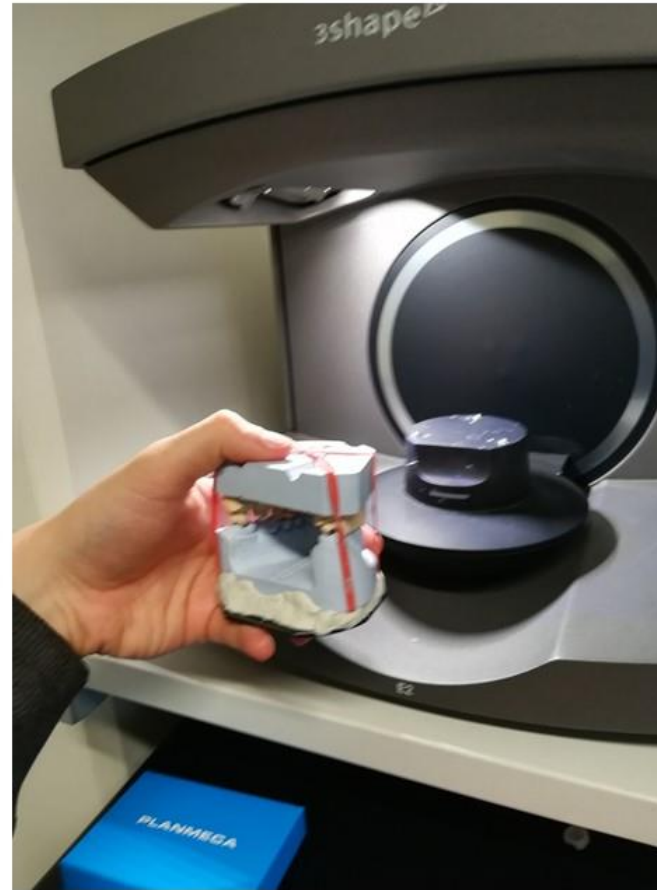
Tarkempi skannaustulos. Paina "Next".



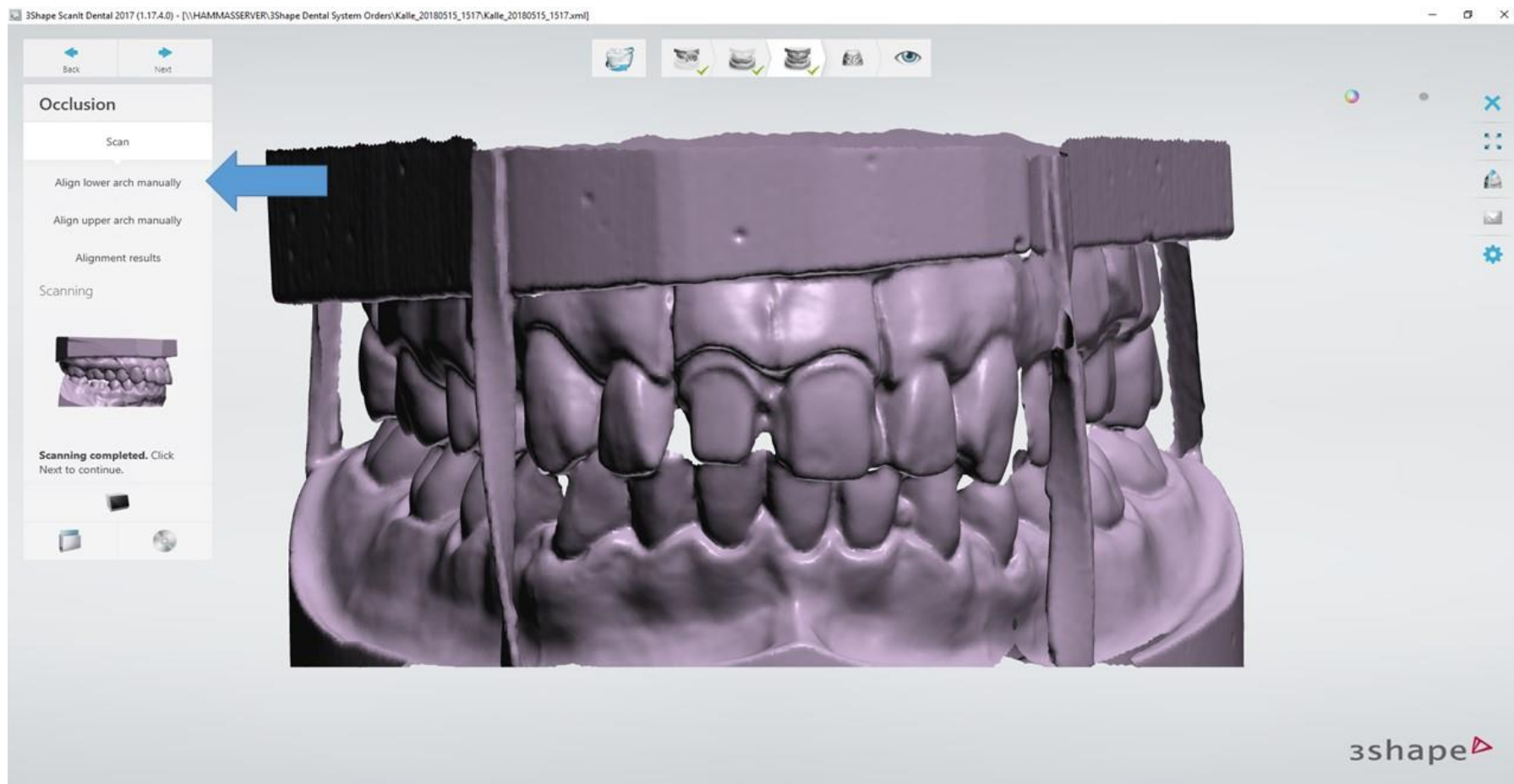
Skanneri pyytää ylä- ja alaleukaa yhdessä. Kiinnitä ylä- ja alaleuka yhteen kuminauhalla.



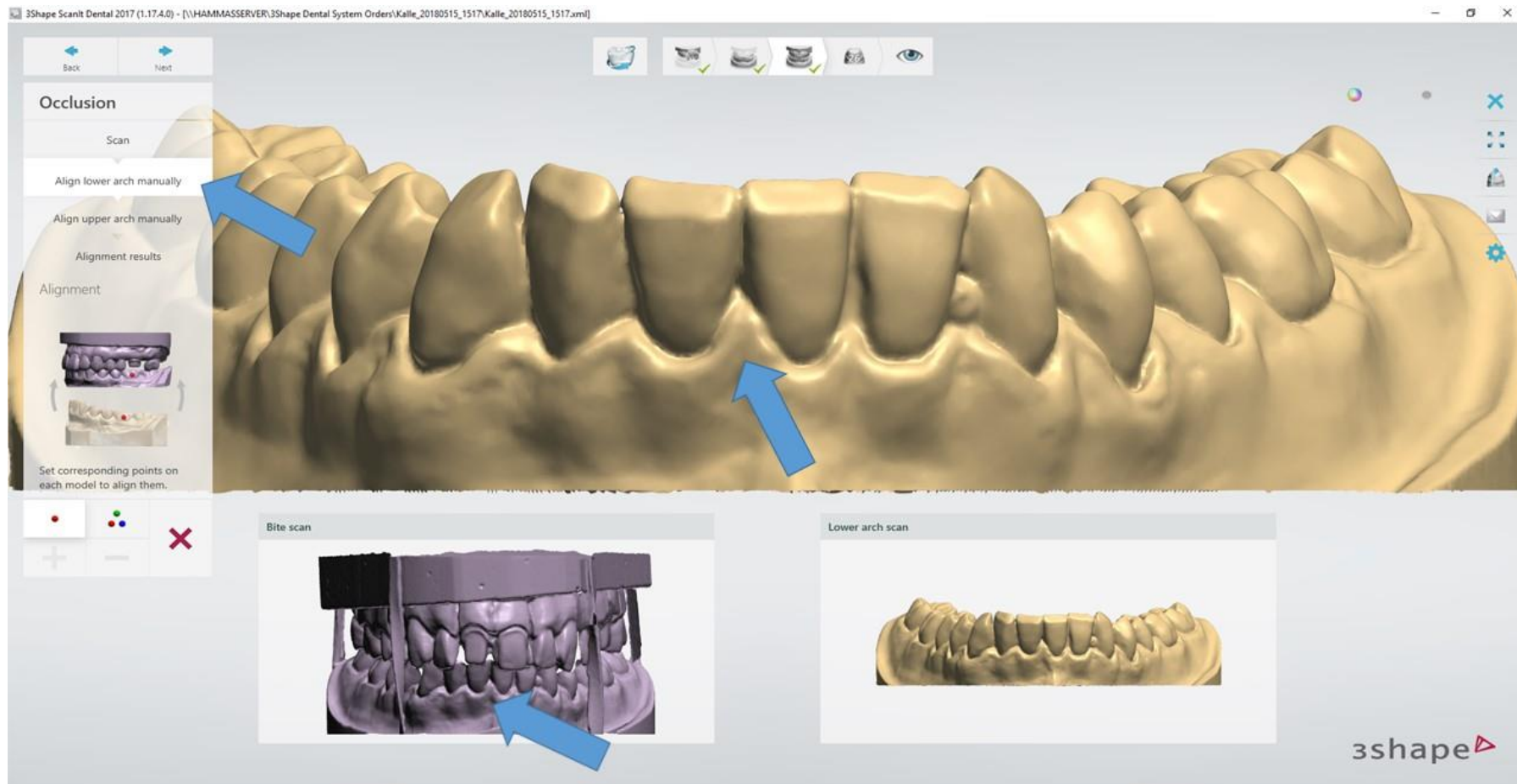
Kiinnitä työmallit ja muovailuvaha yhteen, jotta ne pysyvät levyssä kiinni.



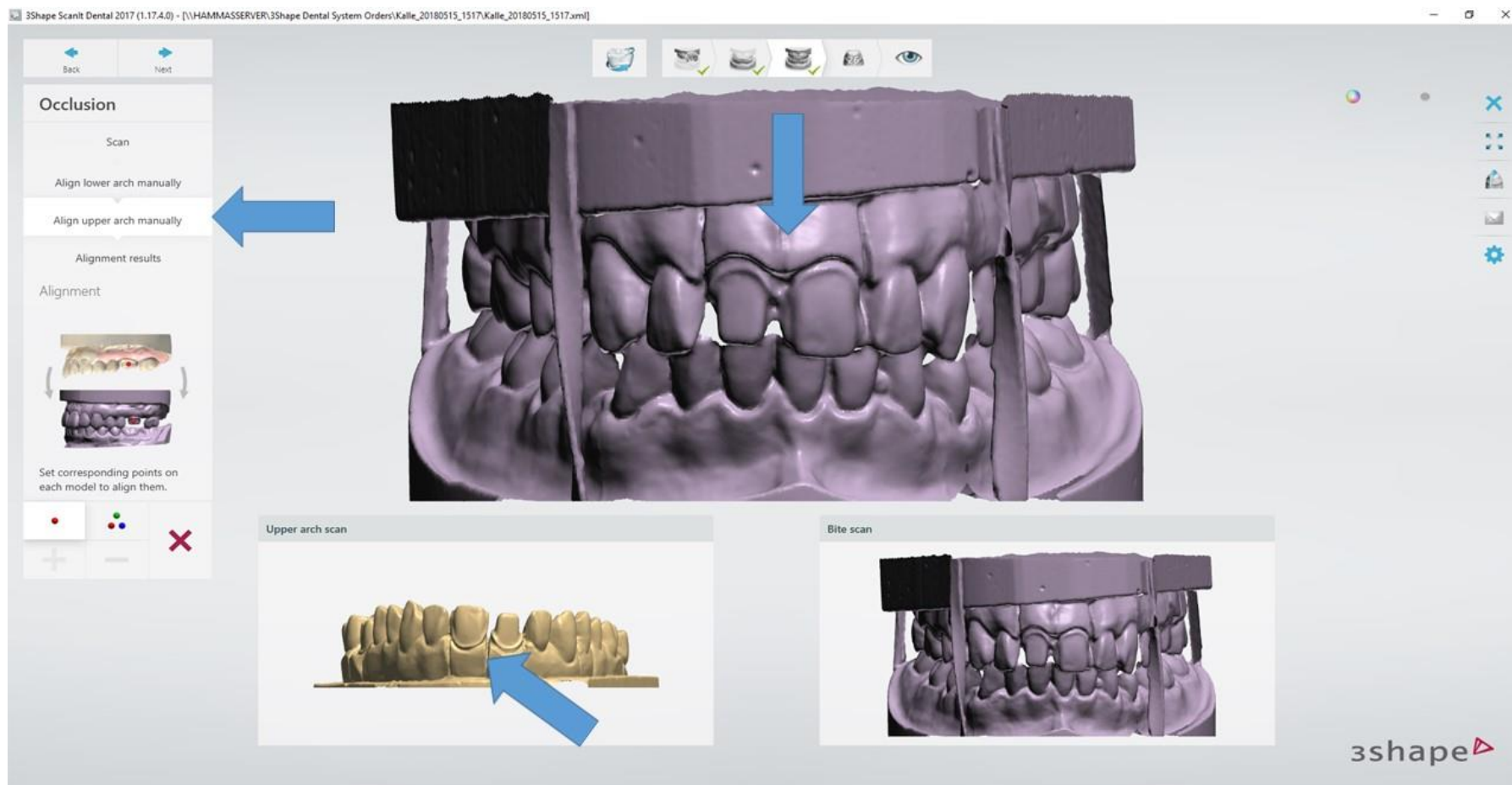
Aseta skanneriin.



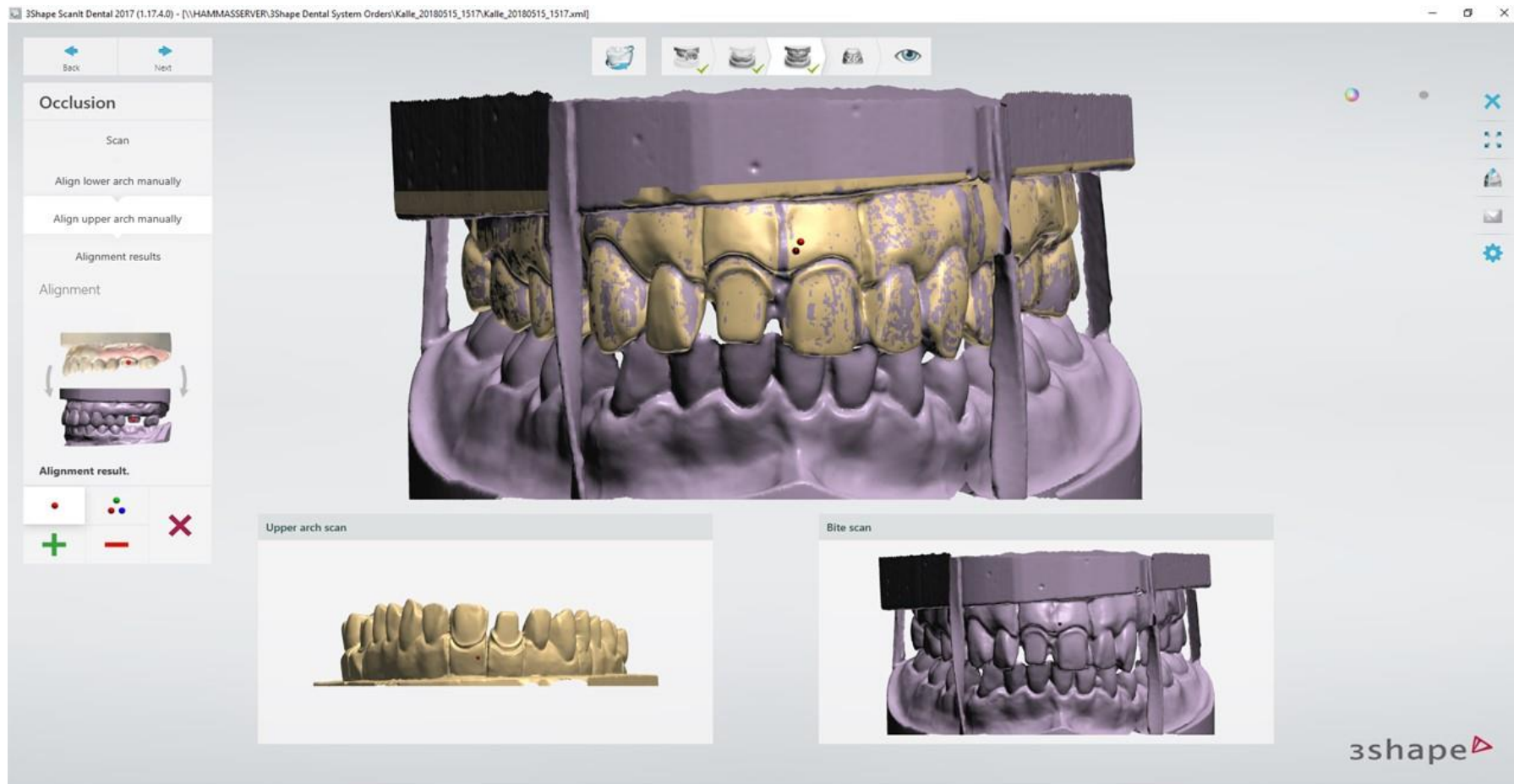
Skannaus onnistui. Paina "Next", mutta jos purenta ei näytä hyvältä, kohdistetaan purenta manuaalisesti. Paina silloin "Align lower arch manually".



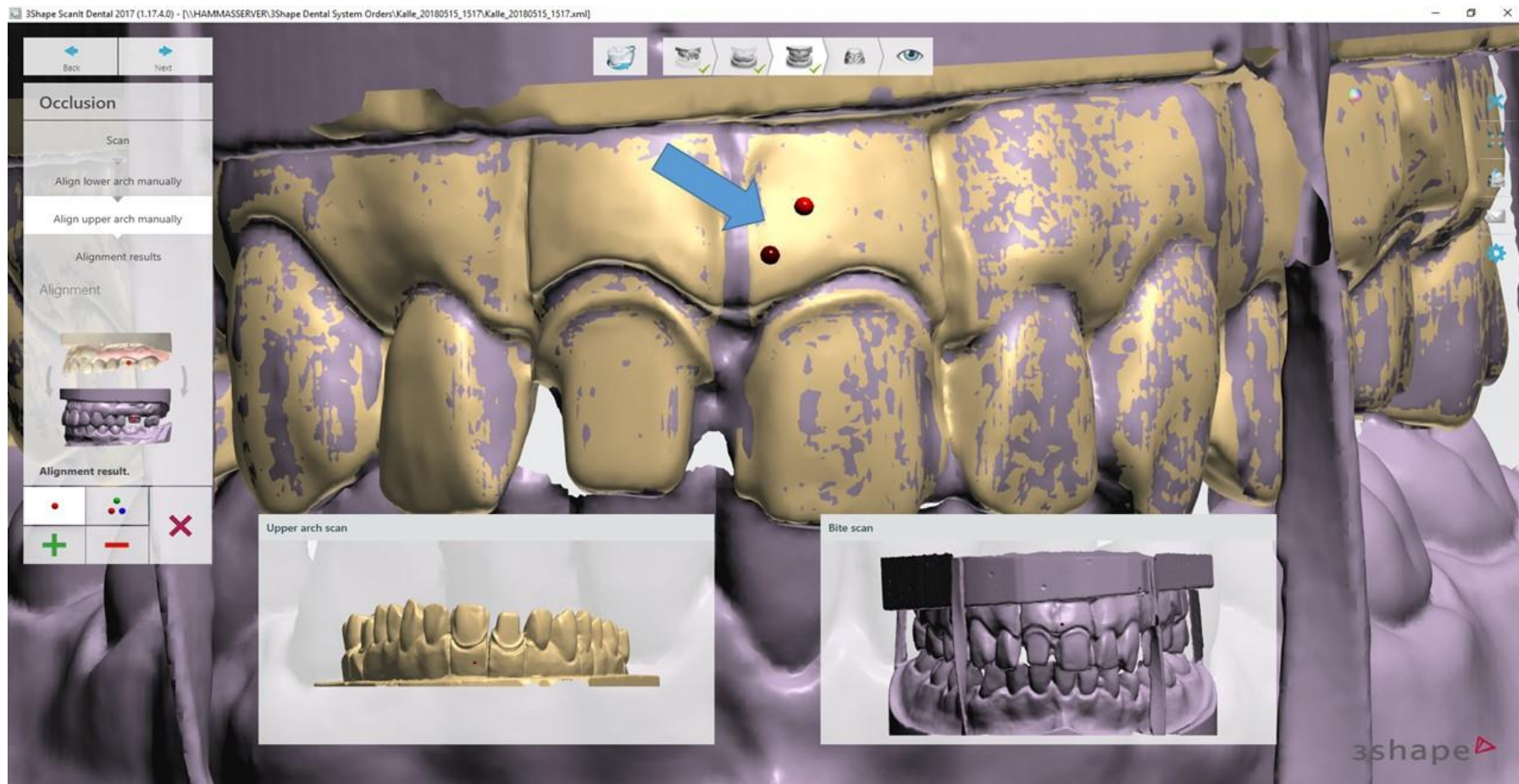
Luo piste klikkaamalla ikeneen ja klikkaa samaan kohtaan "Bite scan" -mallissa.



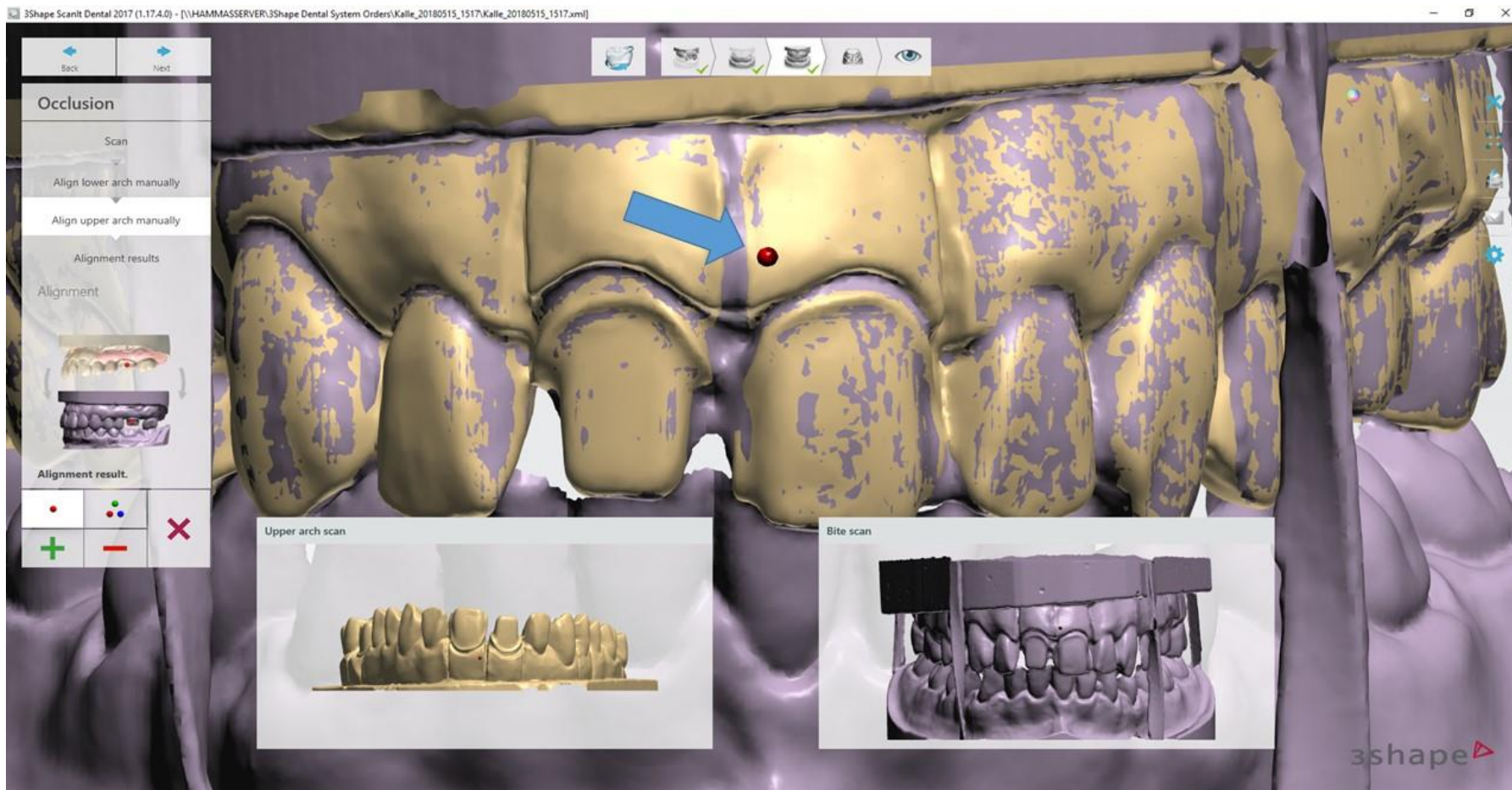
Tee samoin ylämalliin. Paina ” Align upper arch manually”.



Pisteet luotuna.



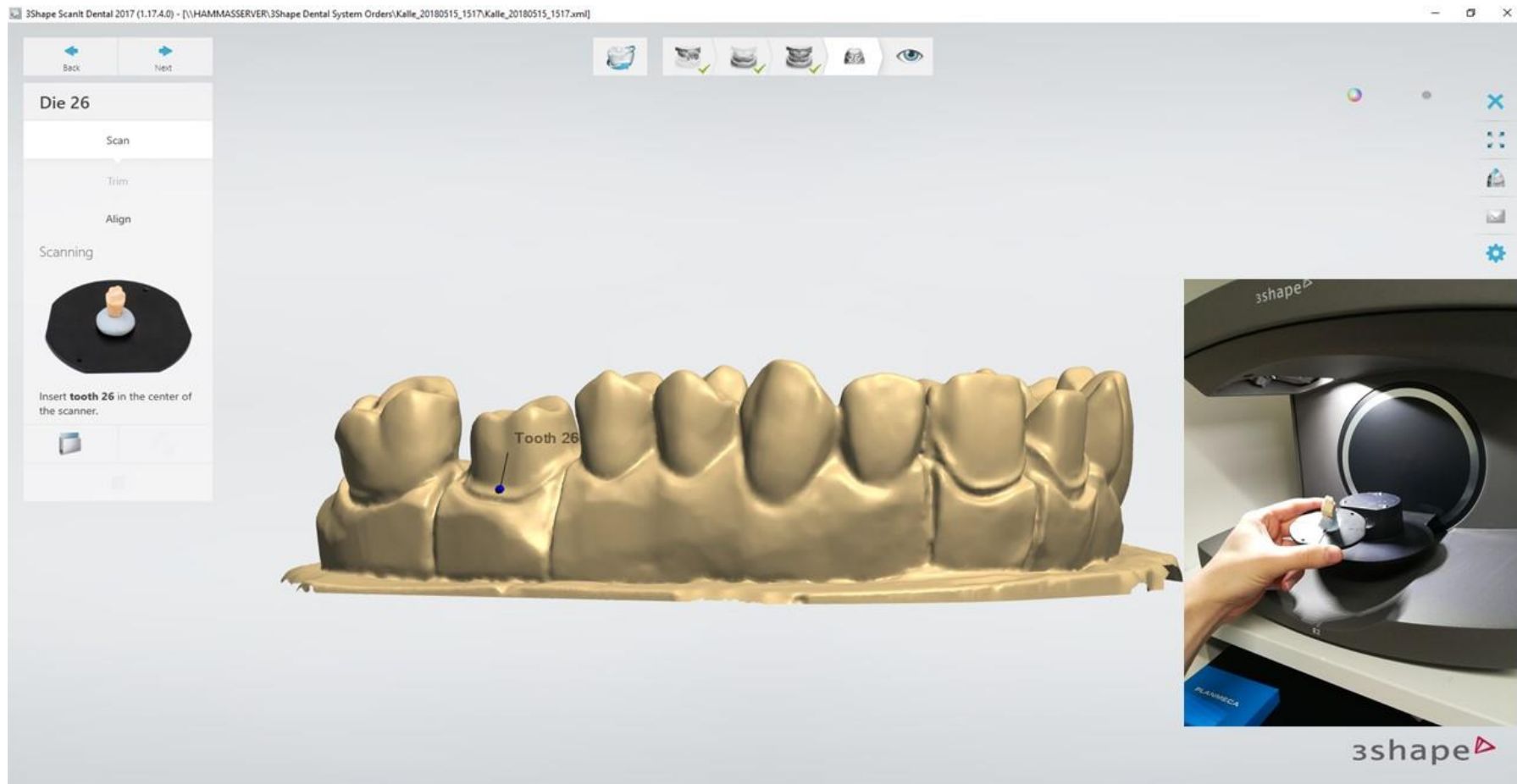
Aseta pisteet päällekkäin.



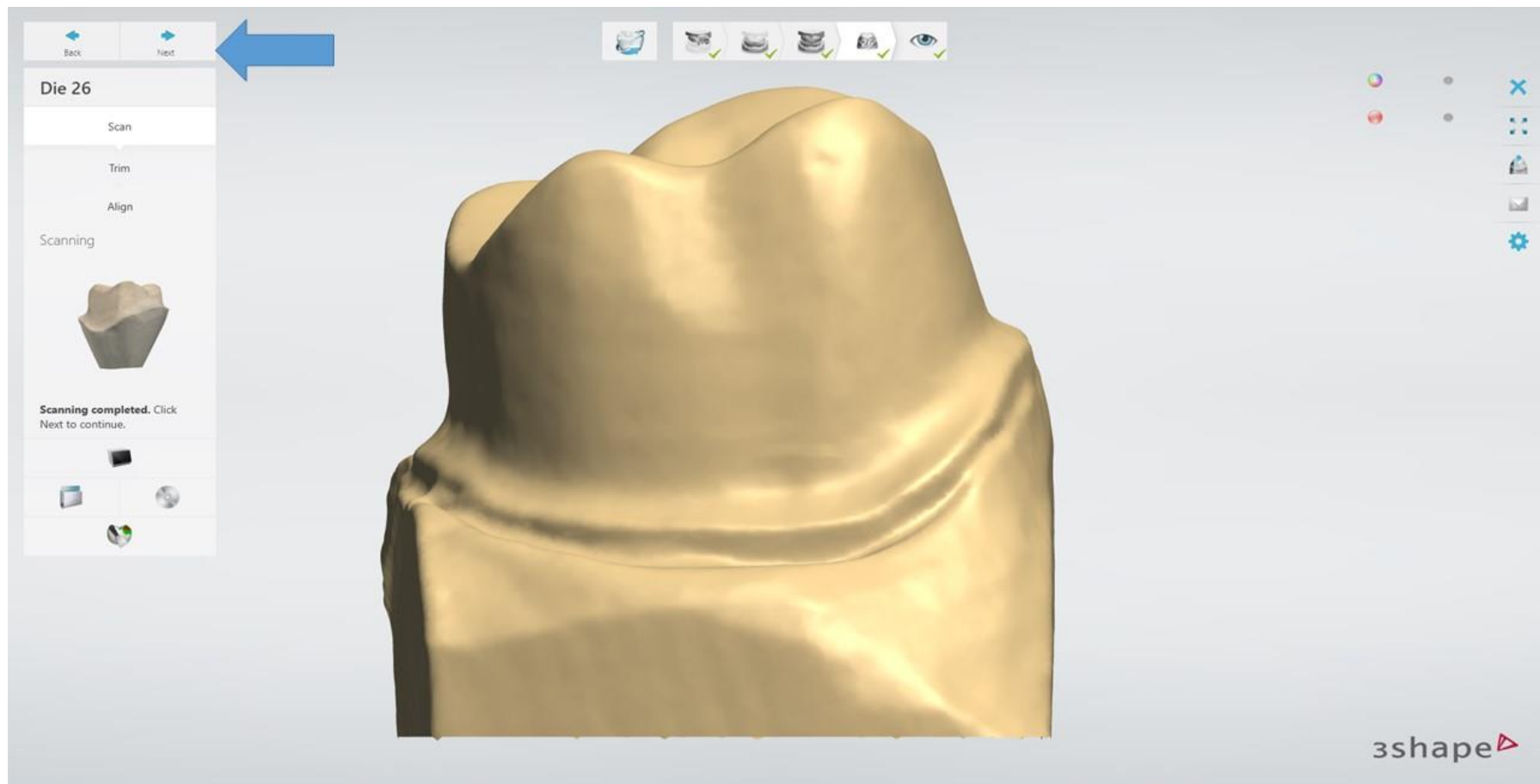
Pisteet asetettu päällekkäin.



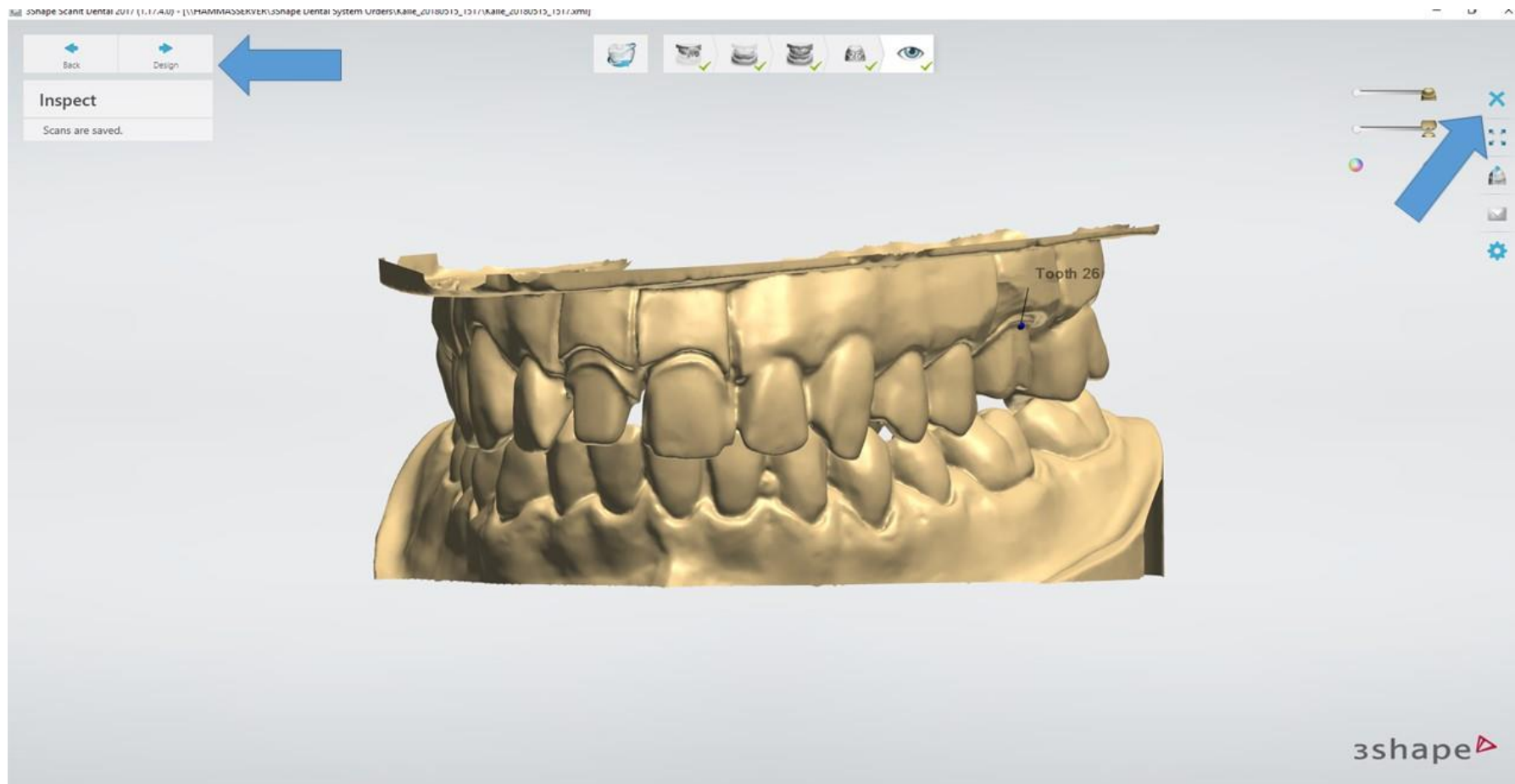
Paina "Alignment results". Paina "Next".



Ohjelma pyytää asettamaan preparoidun hampaan/pilarin skanneriin.



Skannaus onnistui. Paina "Next".

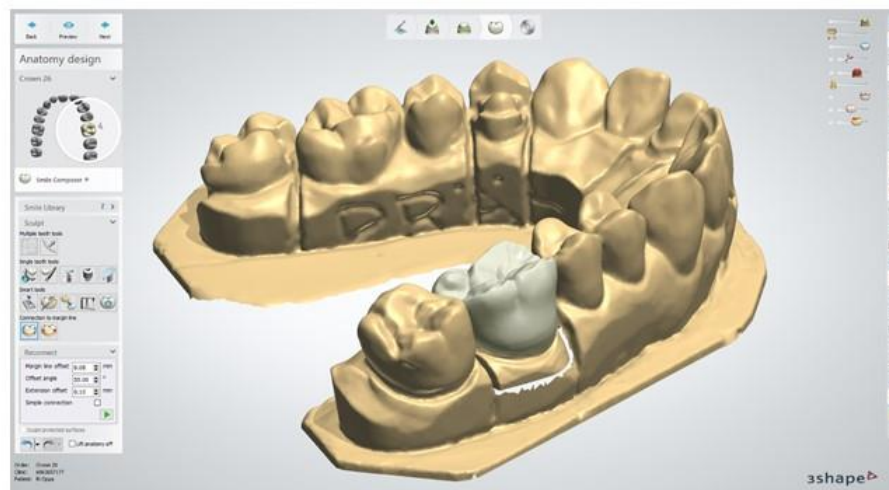


Skannaus on valmis. Paina "Design", jos haluat jatkaa suunnitteluun tai paina X ("Save and Close"), jos haluat lopettaa.

- Käyttöopas on osa toiminnallista opinnäytetyötä:
Käyttöohjeet skannaukseen ja kruunujen suunnitteluun
CAD/CAM -laitteistolla
- Tekijä: Kalle Lindholm (hammastekniikka)
- Koko opinnäytetyö ja lähteet saatavilla: <http://www.theseus.fi/>

KÄYTTÖOHJE KRUUNUJEN SUUNNITTELUUN 3SHAPE-OHJELMALLA

Kalle Lindholm kevät 2018

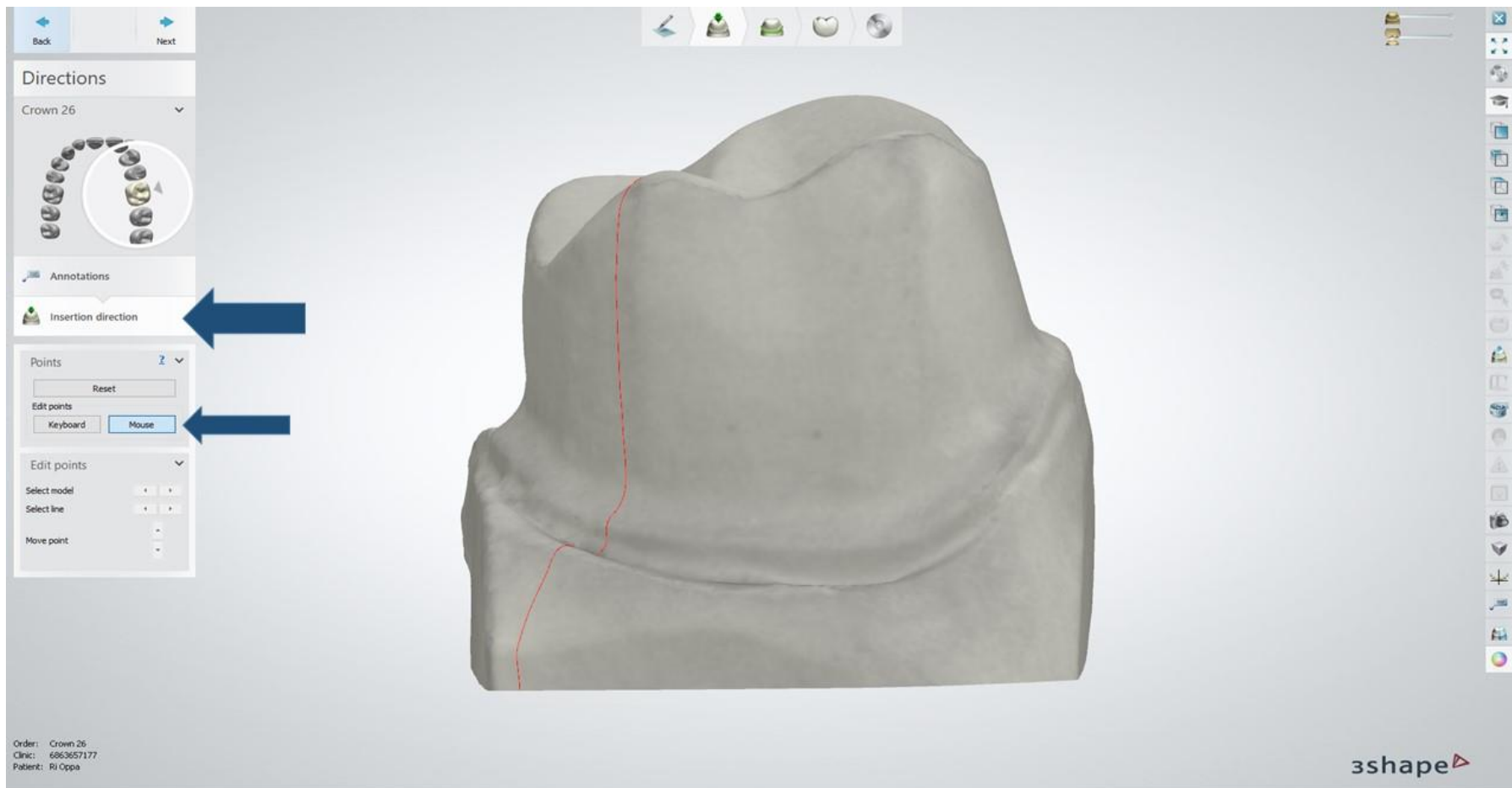


Yleisiä asioita:

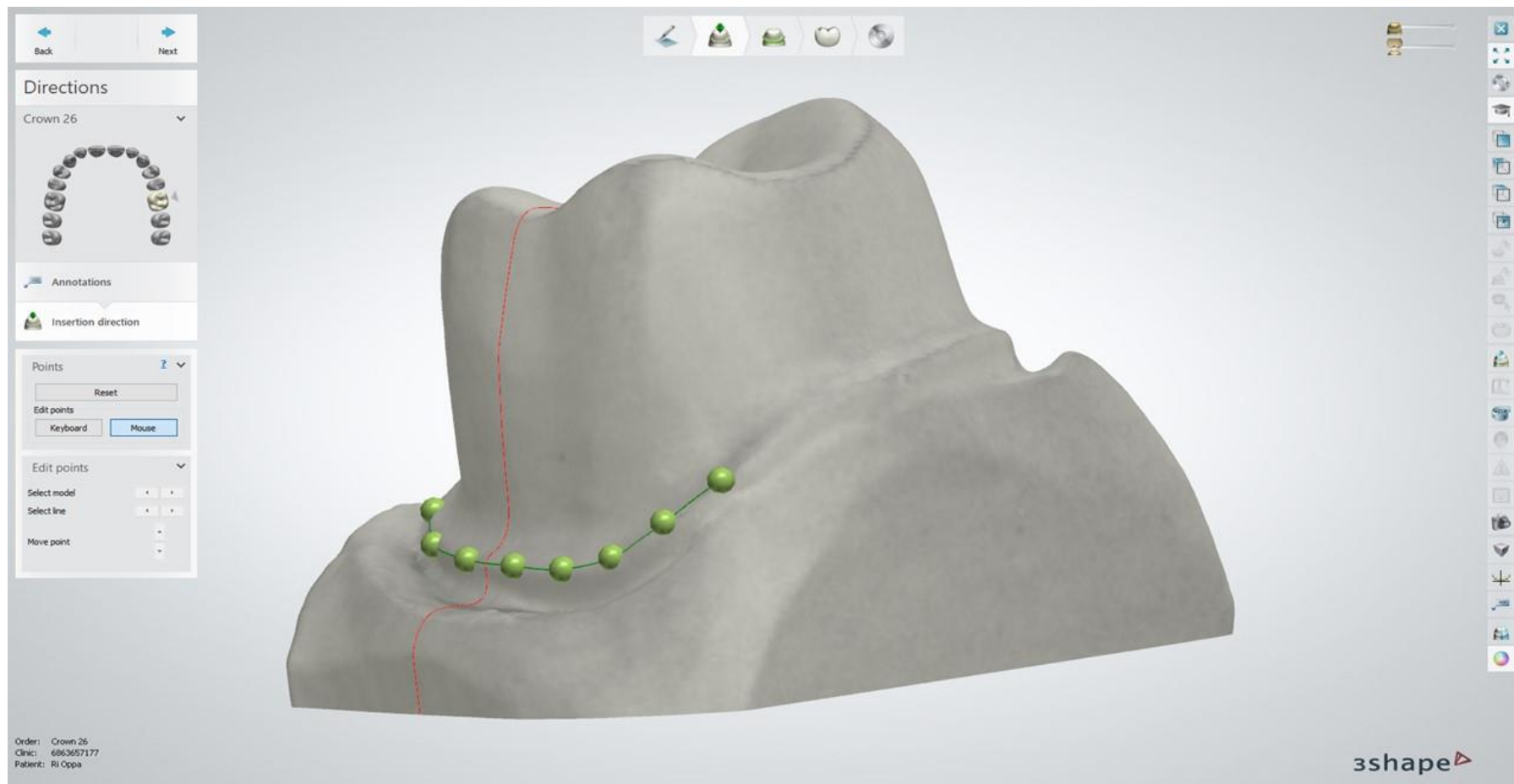
- Tämä ohje on tarkoitettu hammasteknikko-opiskelijoille, jotta he oppivat suunnittelemaan kruunuja.
- Suunnittelun lisäksi kruunujen tekoon kuuluu skannaus ja jysintä.
- Suunnittelun tarkoituksena on suunnitella toimiva hammas.



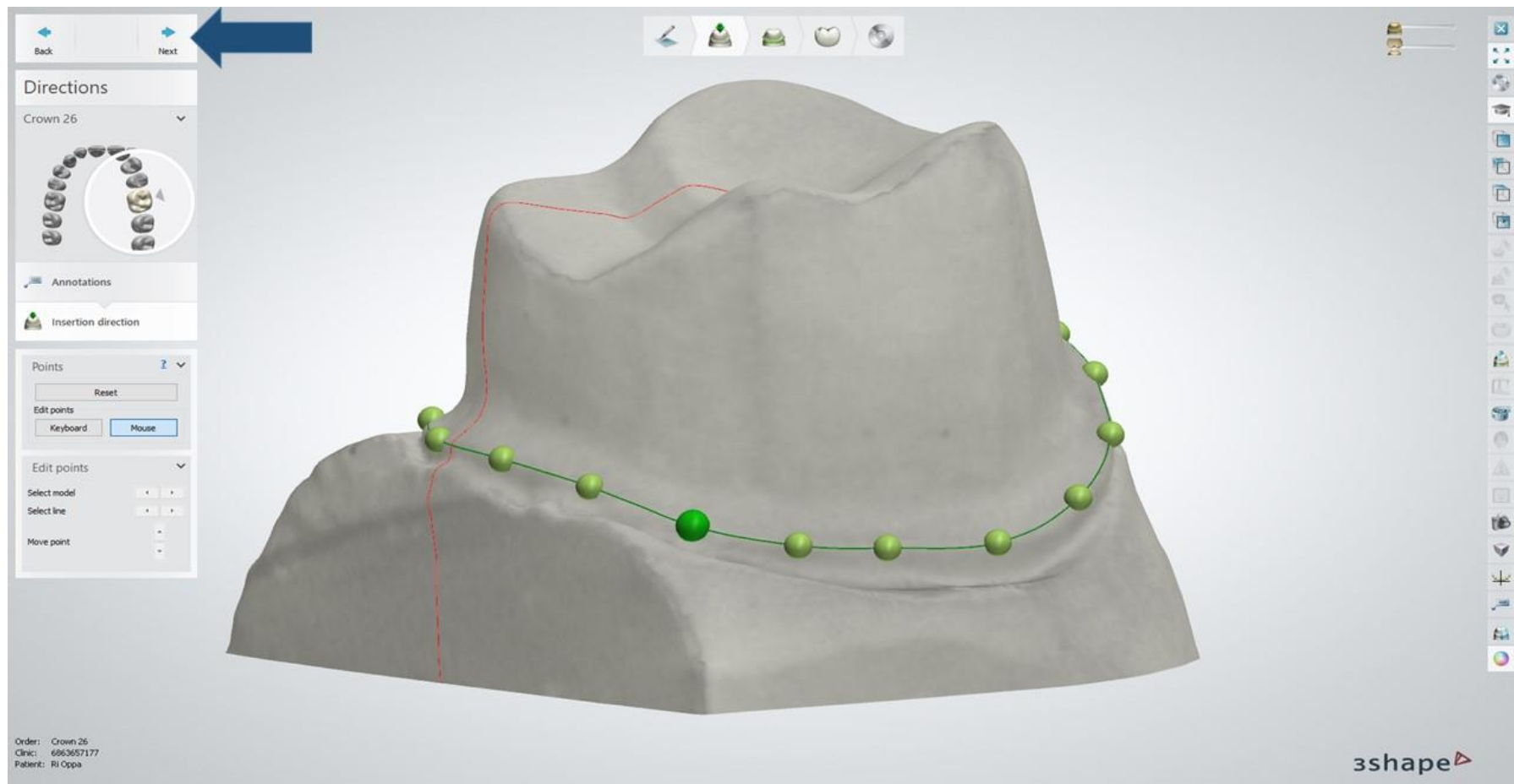
Aloituskäyttö.



Paina "insertion direction" ja "Mouse".



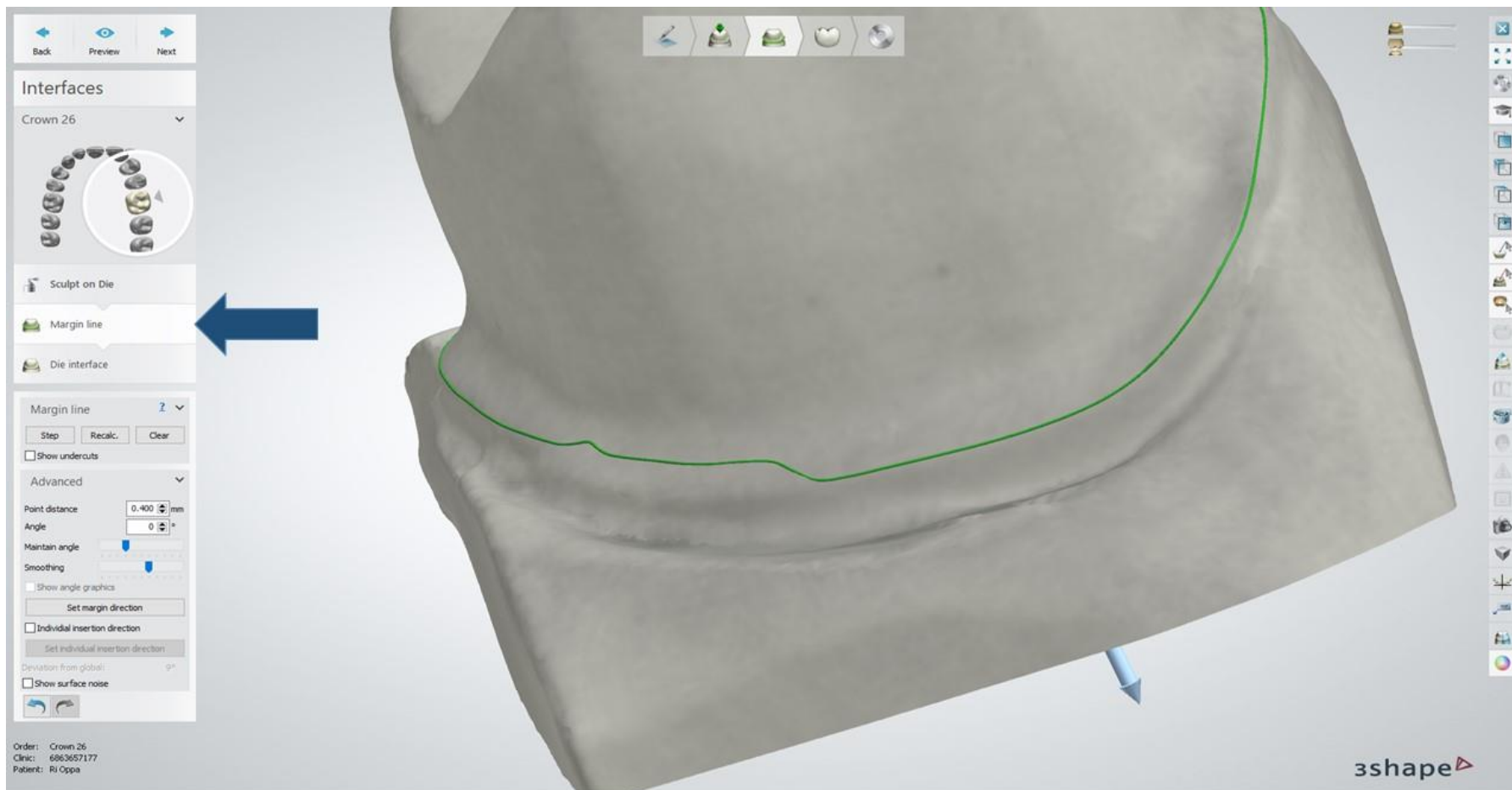
Lisää vihreitä palloja klikkaamalla hiirellä hiontarajaa pitkin.



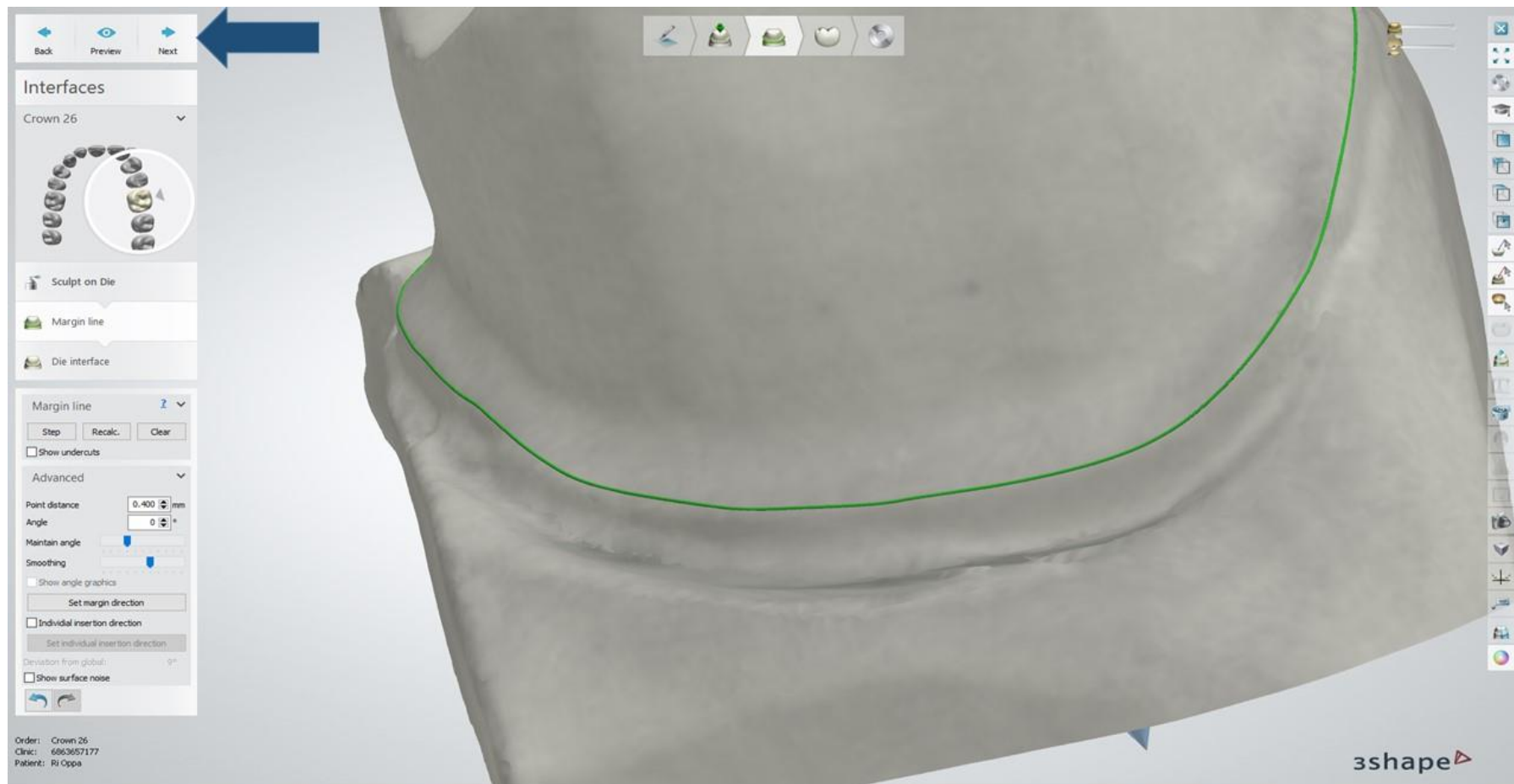
Kierrä palloilla pilarin hiontaraja. Klikkaa viimeinen pallo ensimmäiseen palloon yhdistäen pallot. Paina "Next".



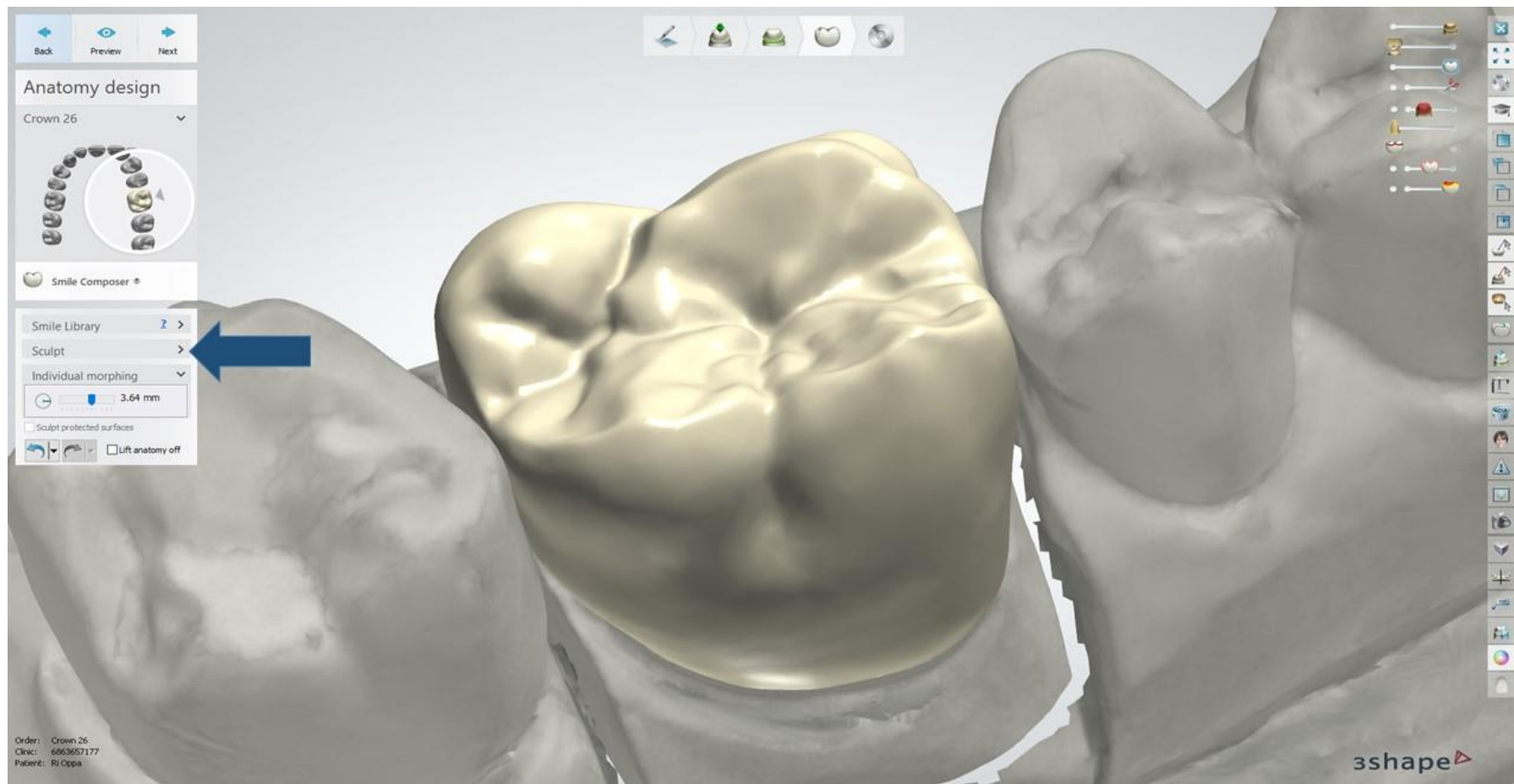
Ohjelma luo syöttökulman = sisäänsovitussuunnan. Paina "Next".



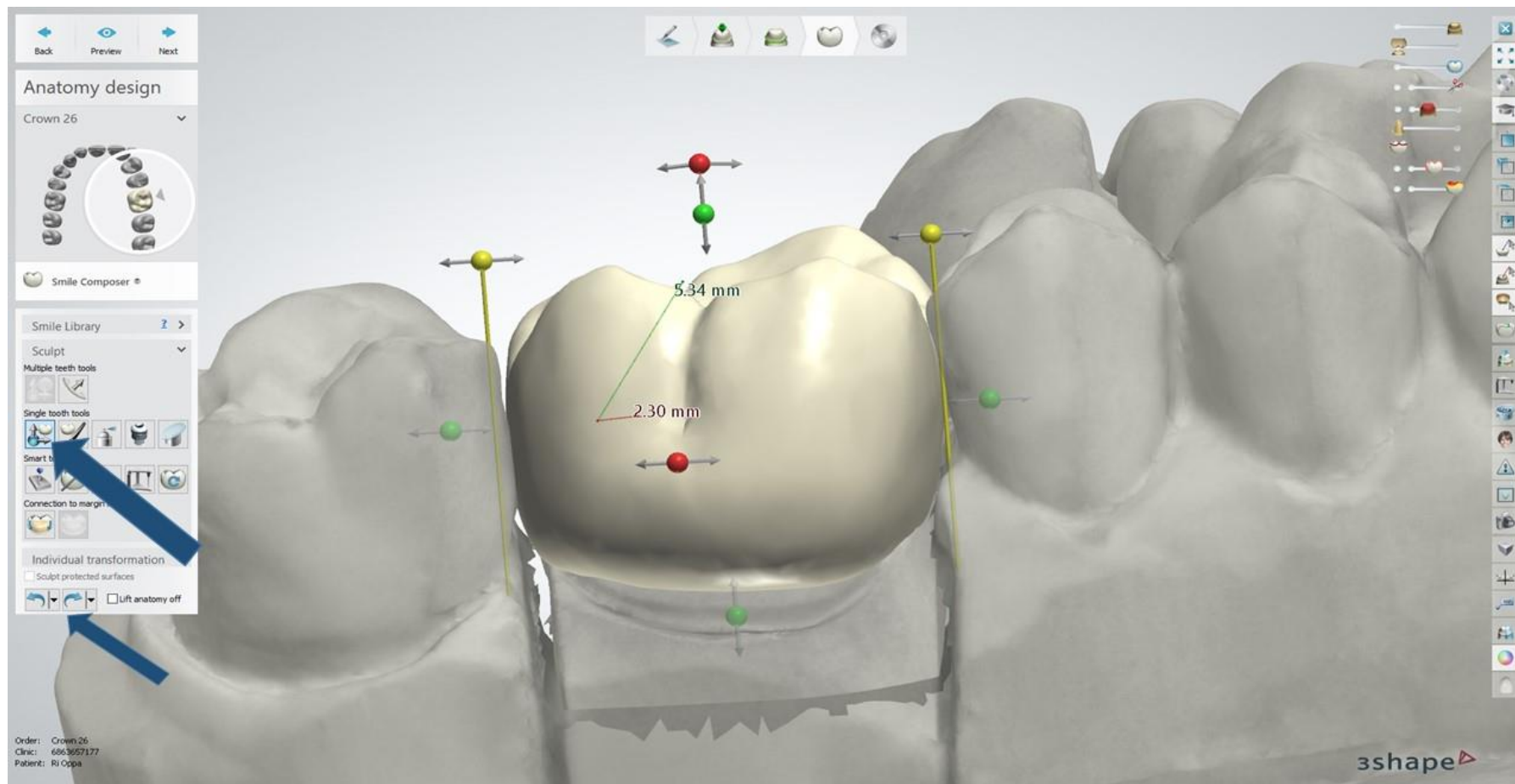
Paina "Margin Line". Tarkista marginaaliviiva. Piirrä se uudelleen tarvittaessa.



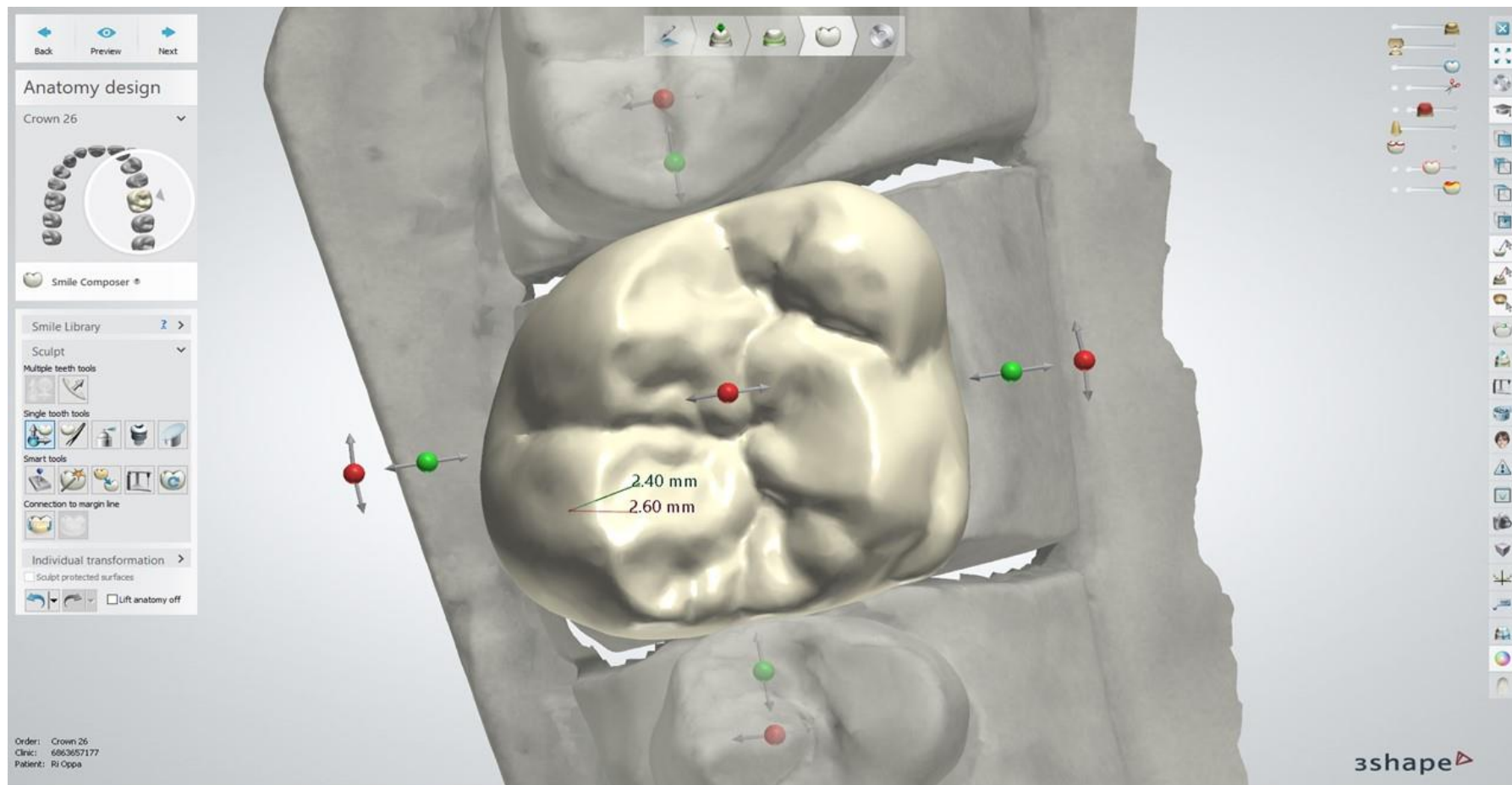
Korjattu marginaaliviiva. Paina "Next".



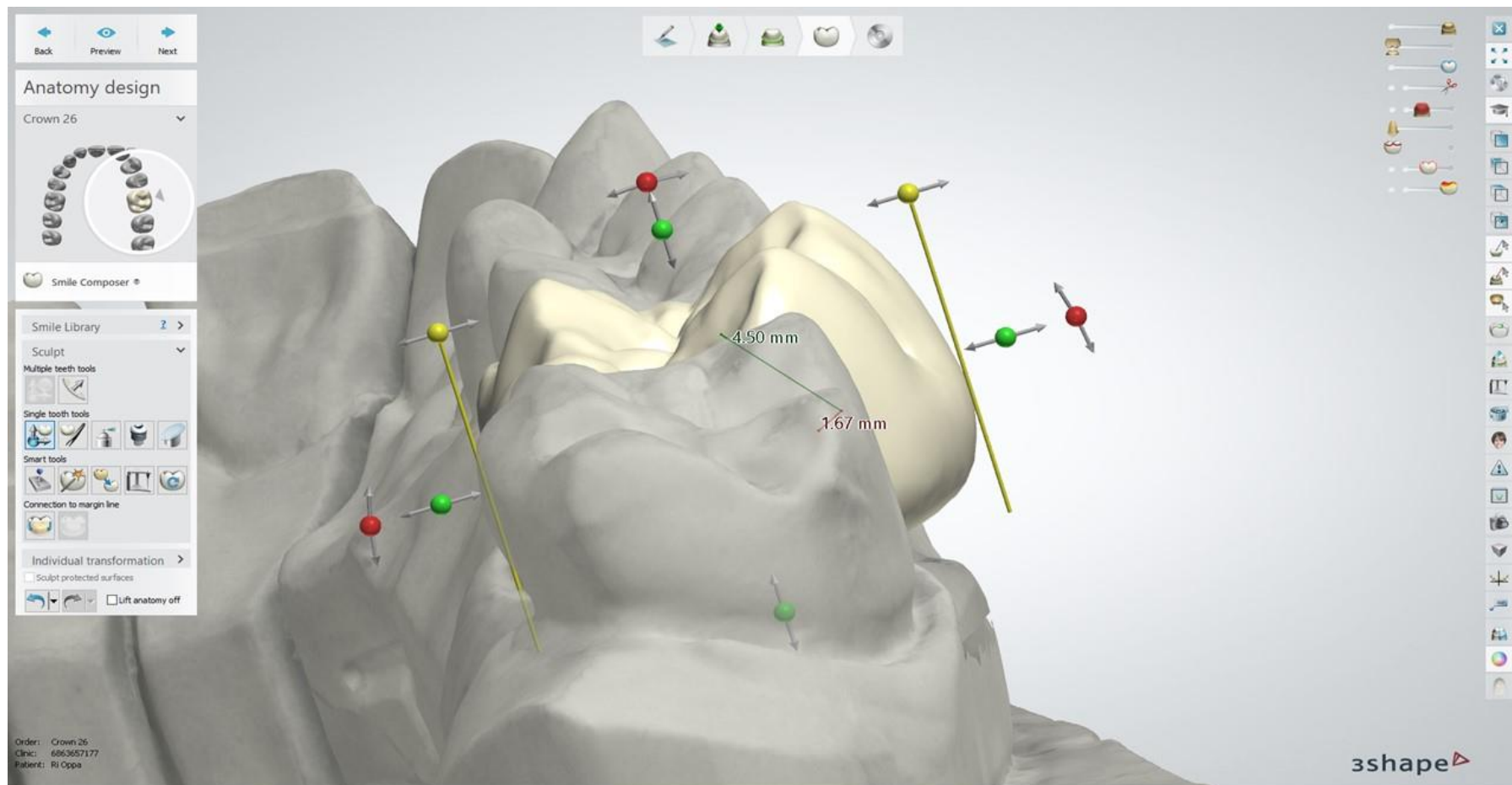
Suunnitteluvaihe: Ohjelma luo oletushampaan pilarille. Paina "Sculpt". Oikealla yläkulmassa on painikkeita, joilla voi tukea suunnittelua.



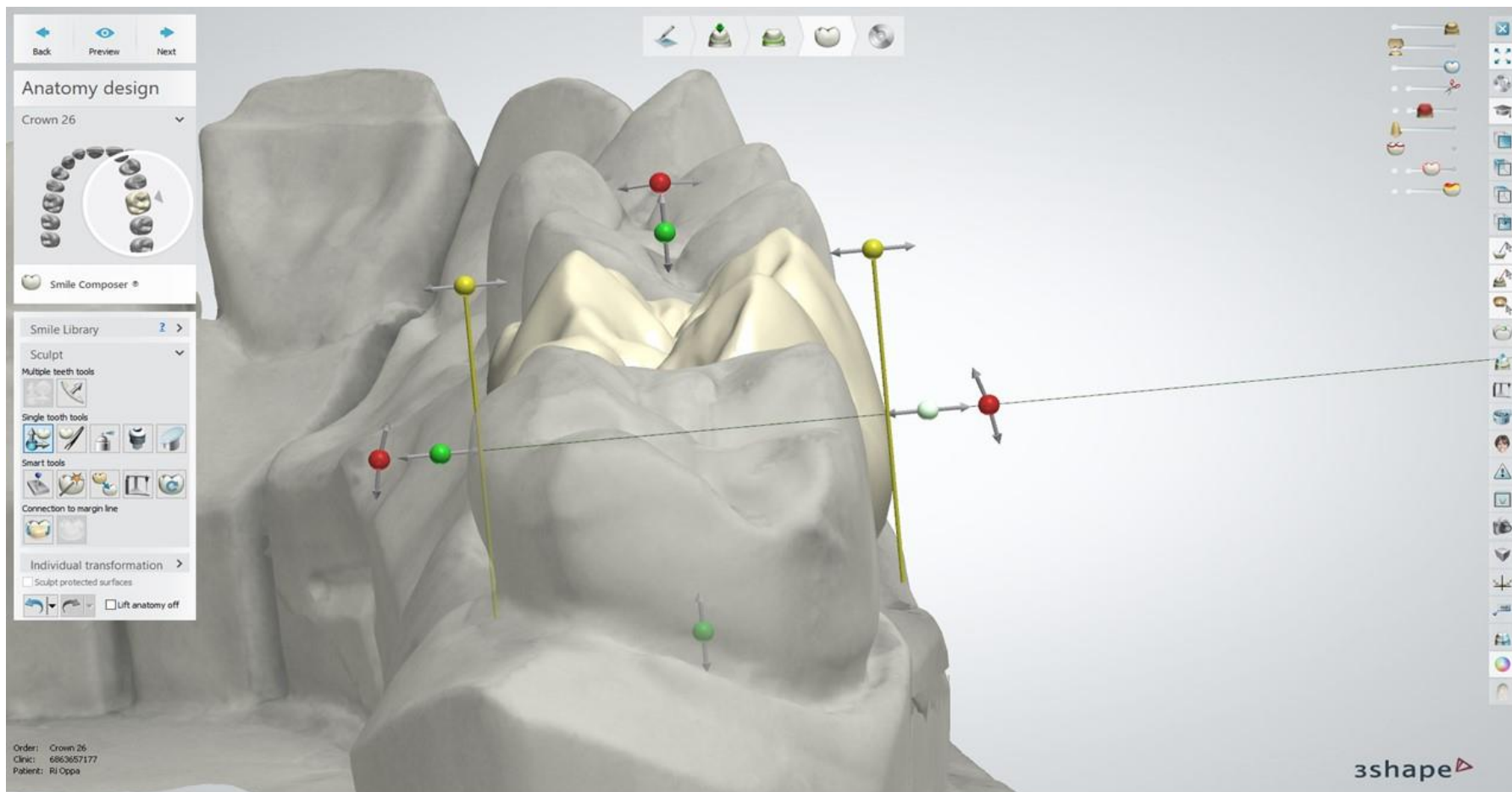
Paina "Single tooth tools" riviltä "Individual transformation" (katso nuoli). Punaisella pallolla väännetään. Vihreällä paksunnetaan/laihennetaan. Keltaisella laajennetaan/supistetaan kokonaisvaltaisesti hammasta. Käytä Undoa tarvittaessa.



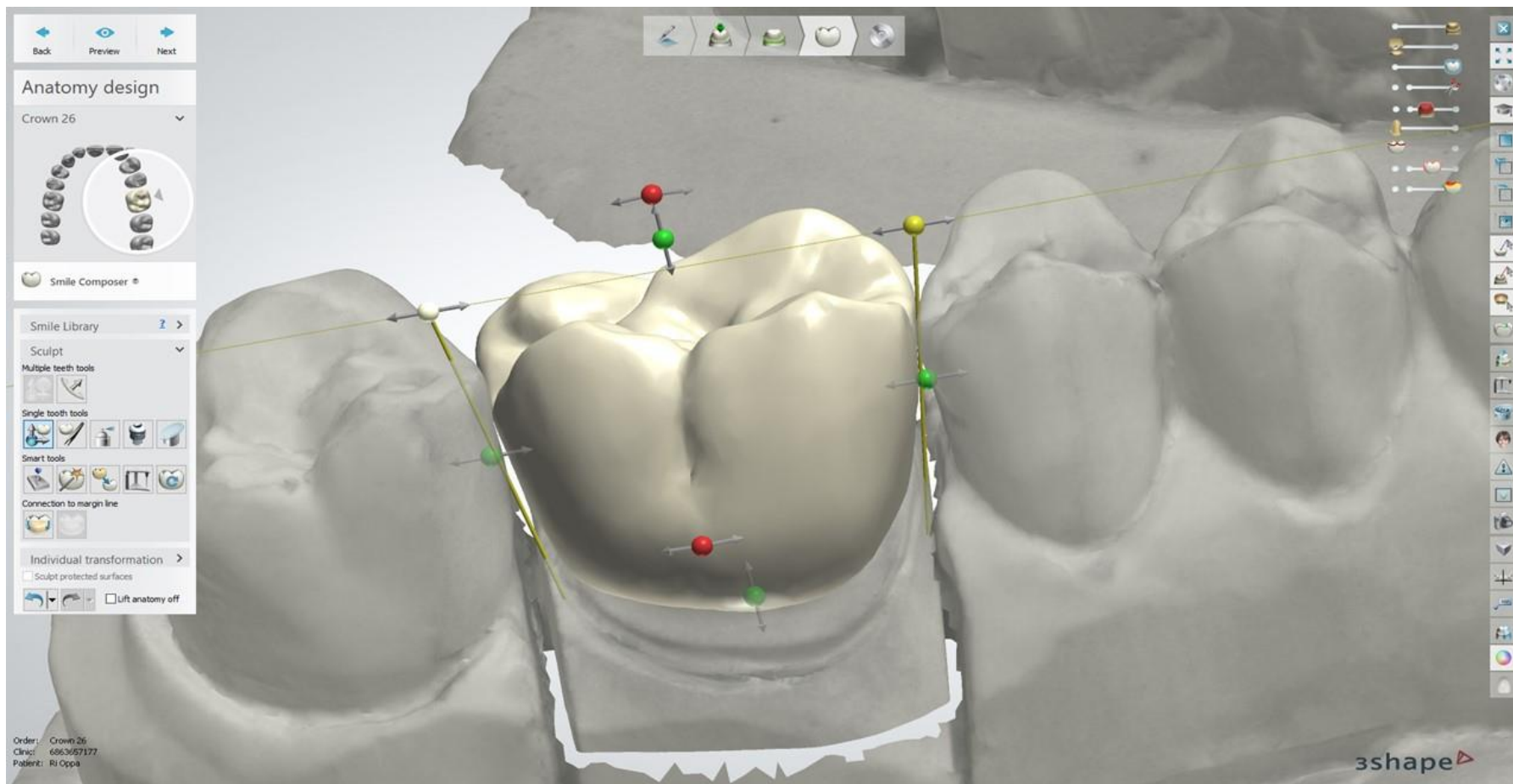
Katso hammasta eri kulmista ja väännä sitä oikeaan kohtaan. Tavoitteena on, että hammas on hammaskaaren mukaisesti. Käytä Undoa tarvittaessa.



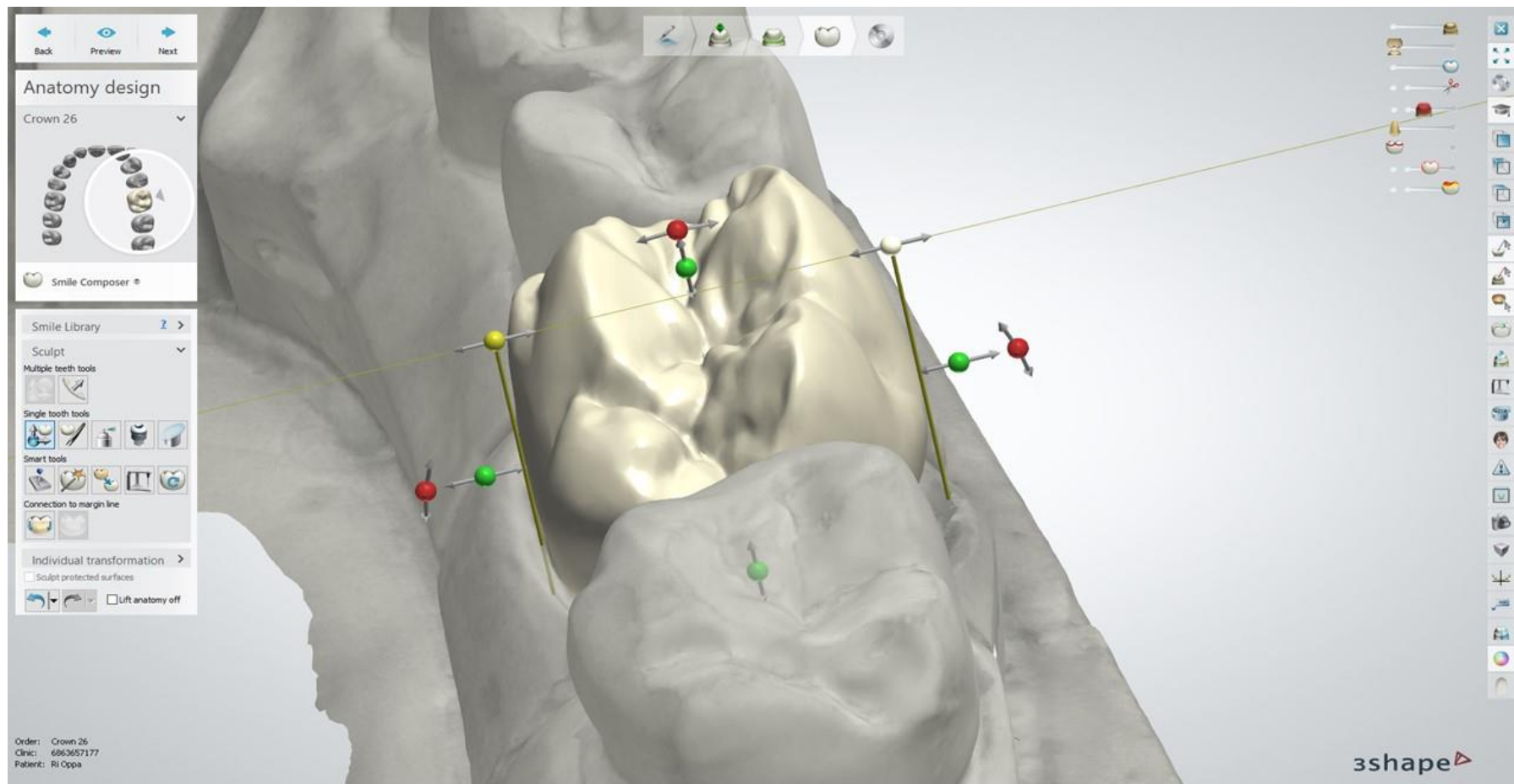
Muokkaa hammasta hammaskaaren mukaisesti. Käytä Undoa tarvittaessa.



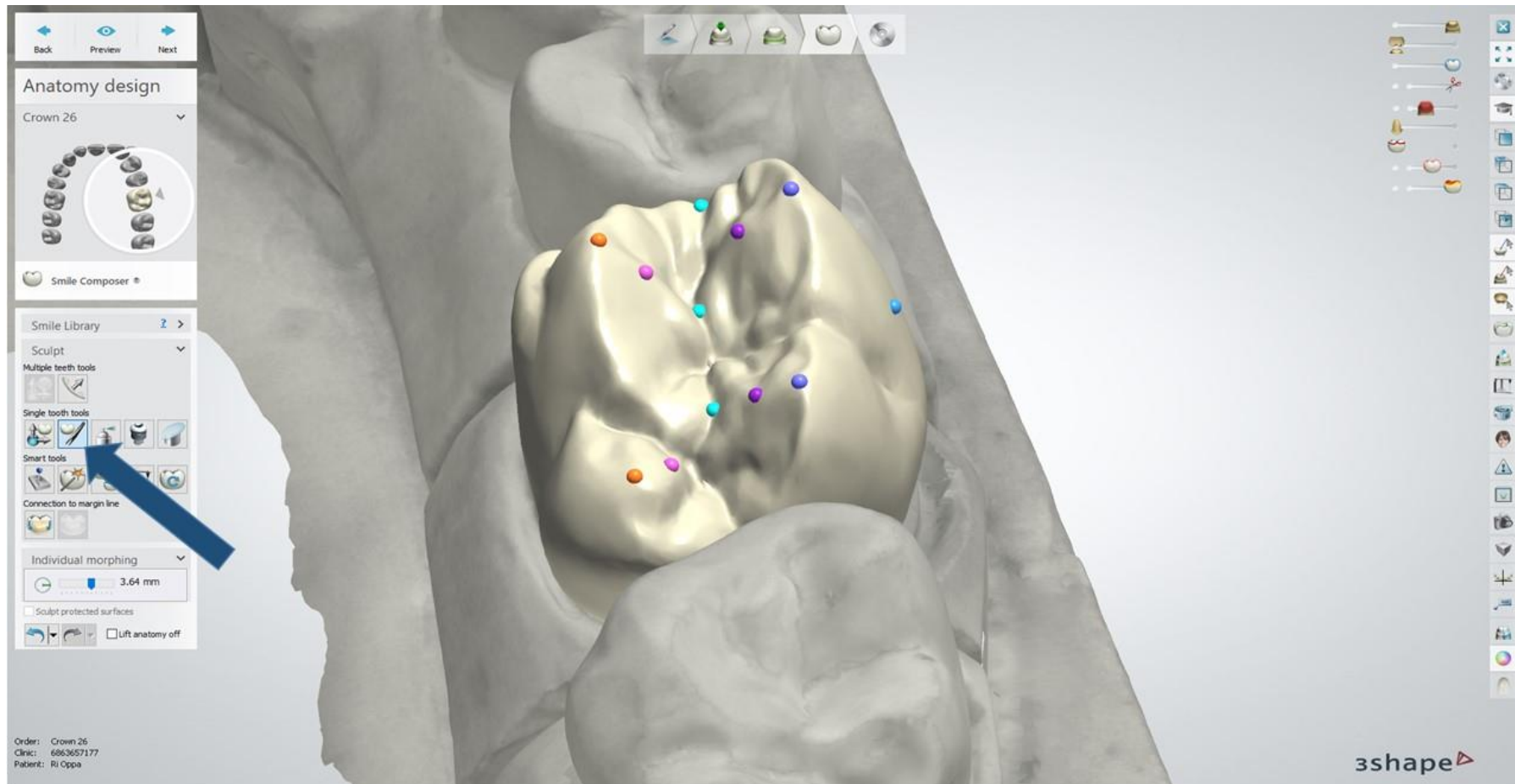
Muokkaa hammasta.



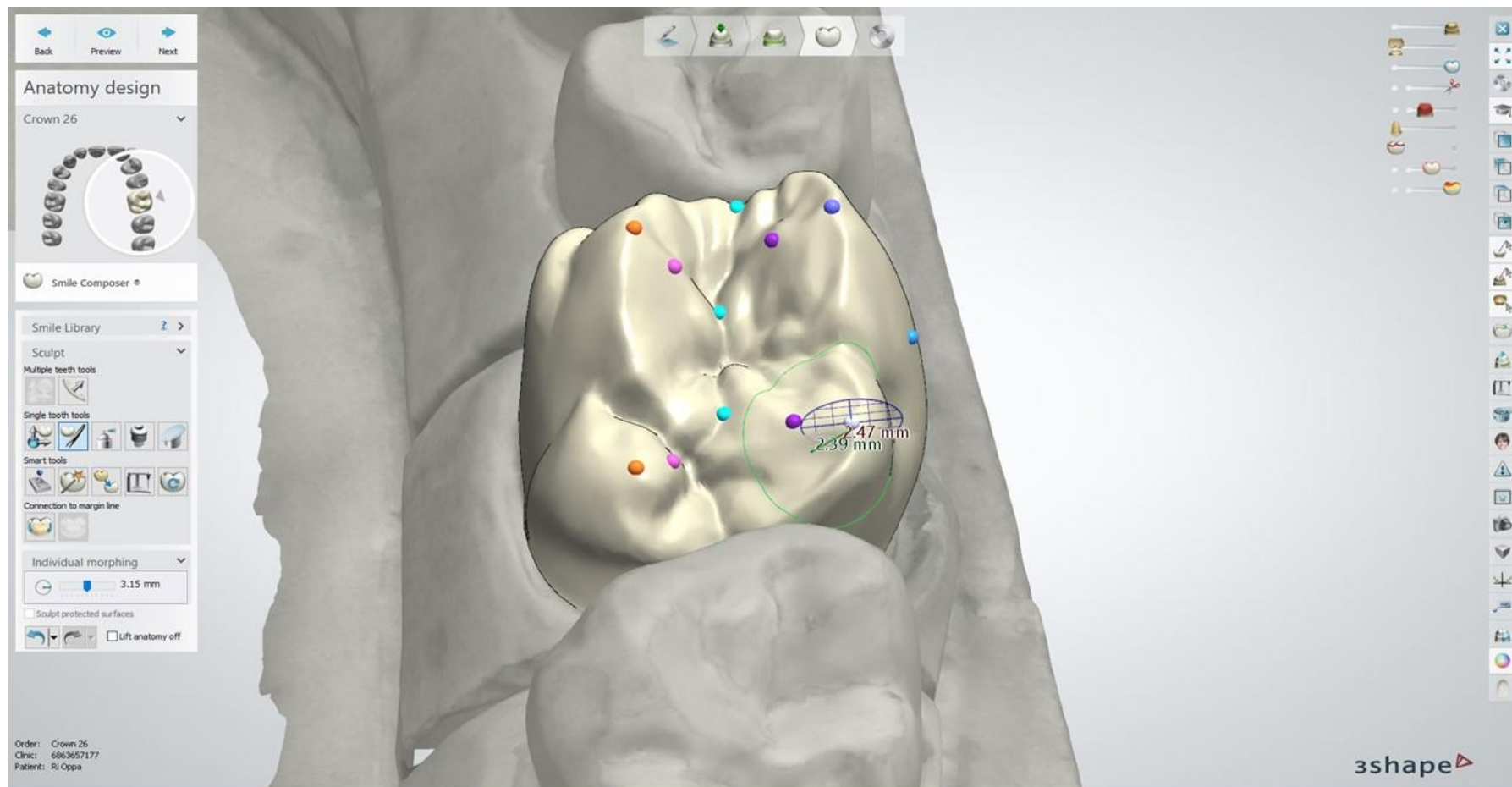
Muokkaa hammasta.



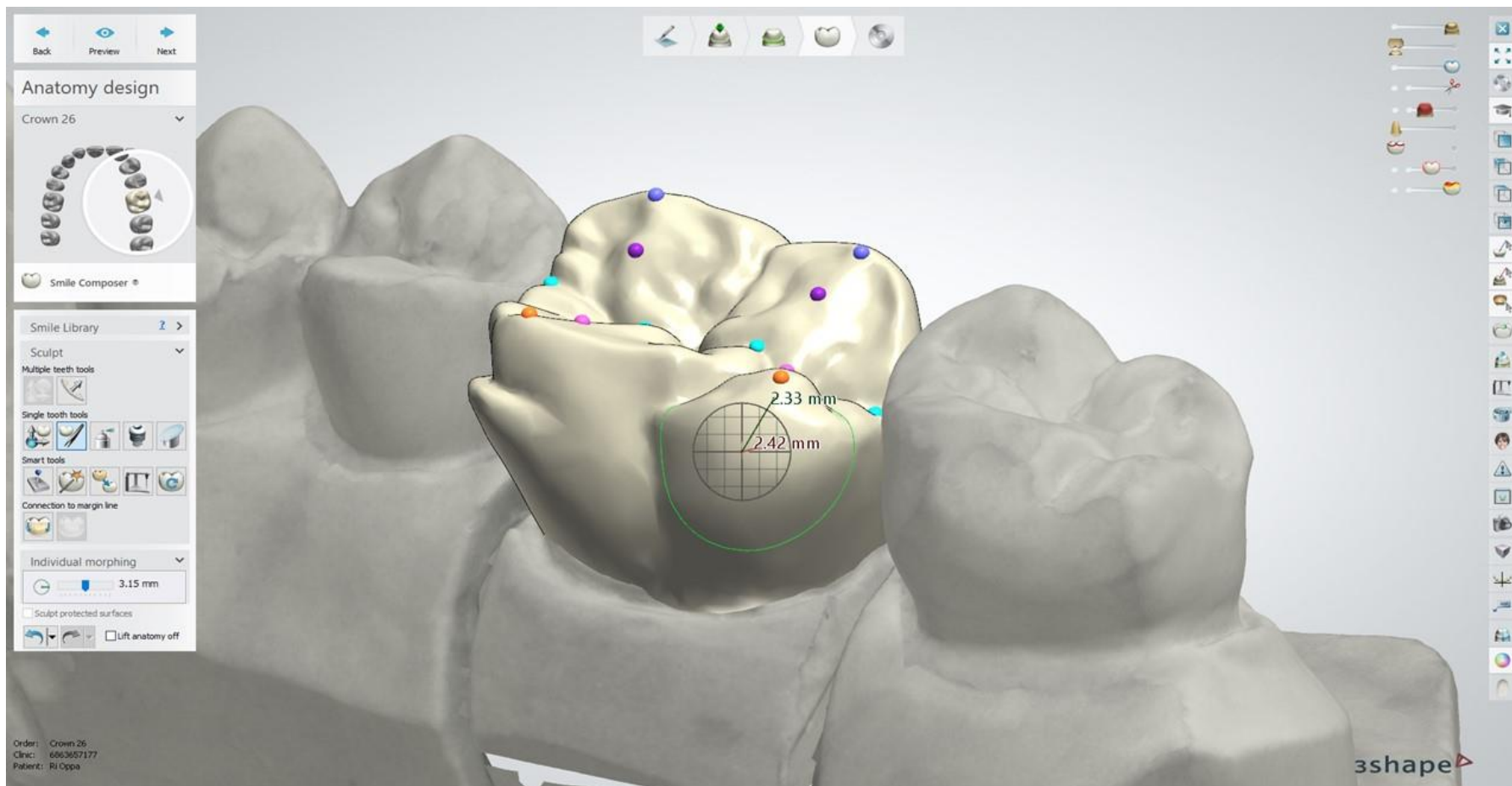
Muokkaa hammasta.



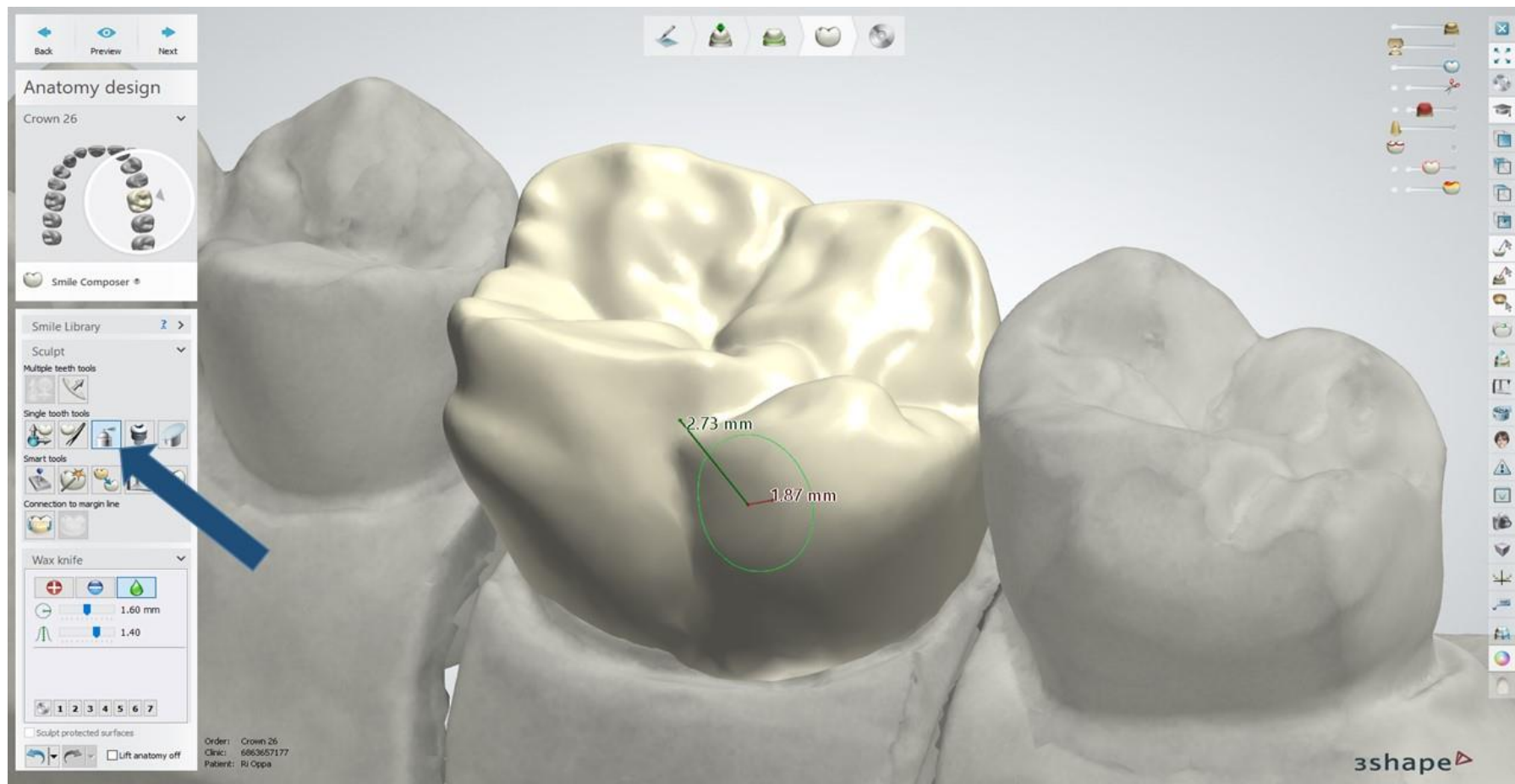
Paina "Single tooth tools" -riviltä "Individual morphing" (katso nuoli). Muokkaa hammasta. Muokkaa kuspeja, jotta hammas on hammaskaaren mukainen. Tartu hiirellä palloon tai hampaaseen.



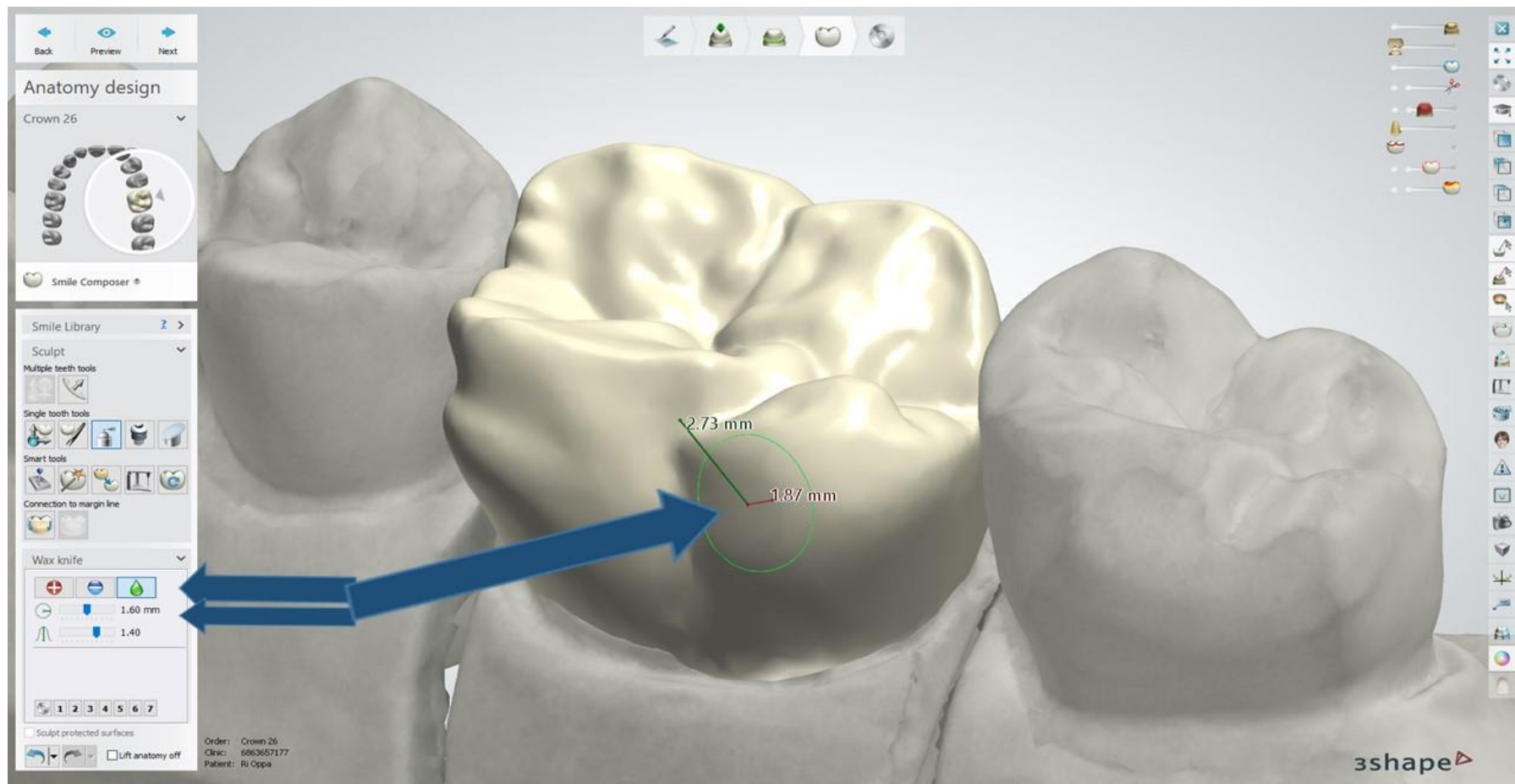
Muokkaa kuspeja.



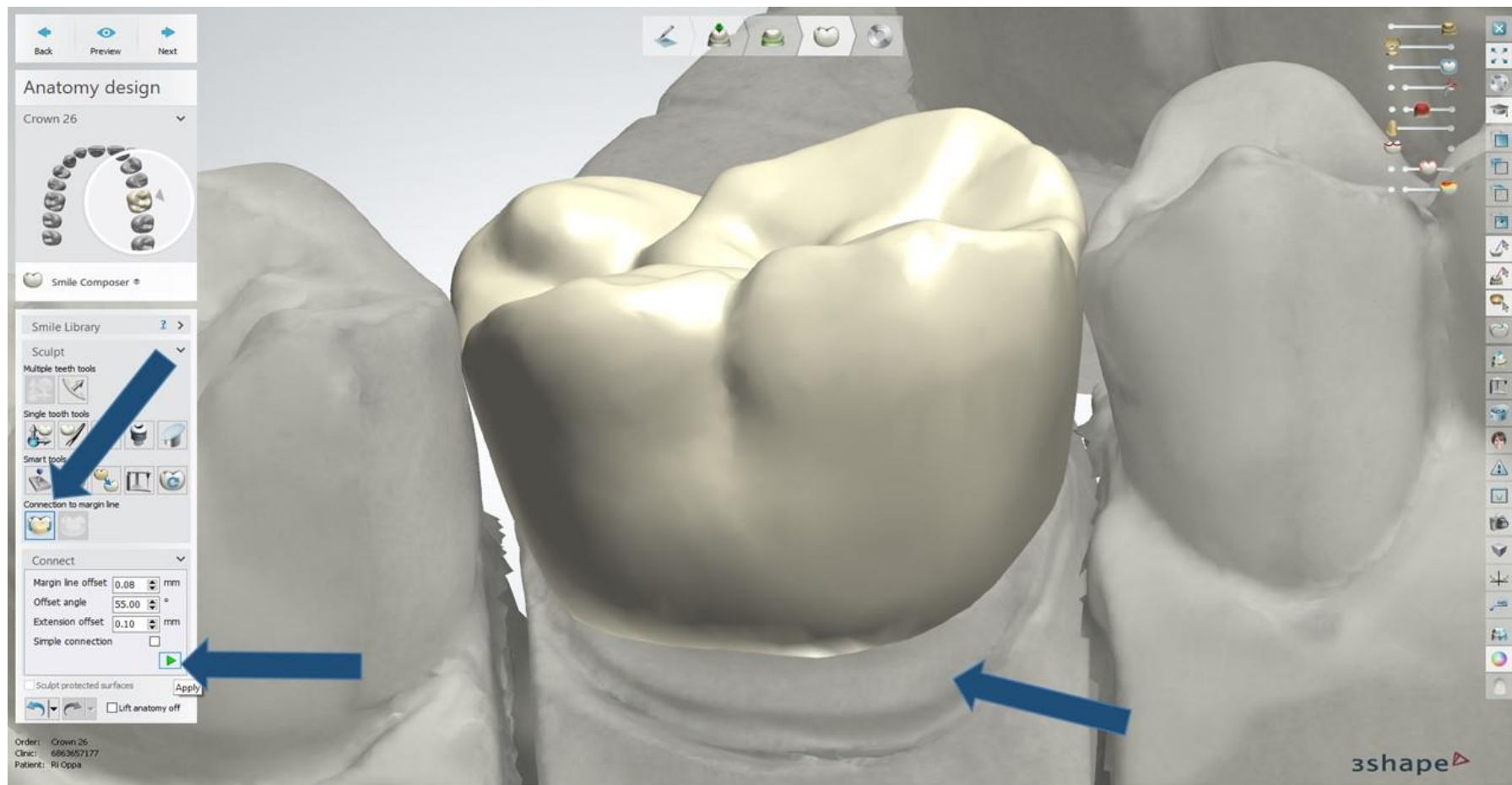
Muokkaa hammasta.



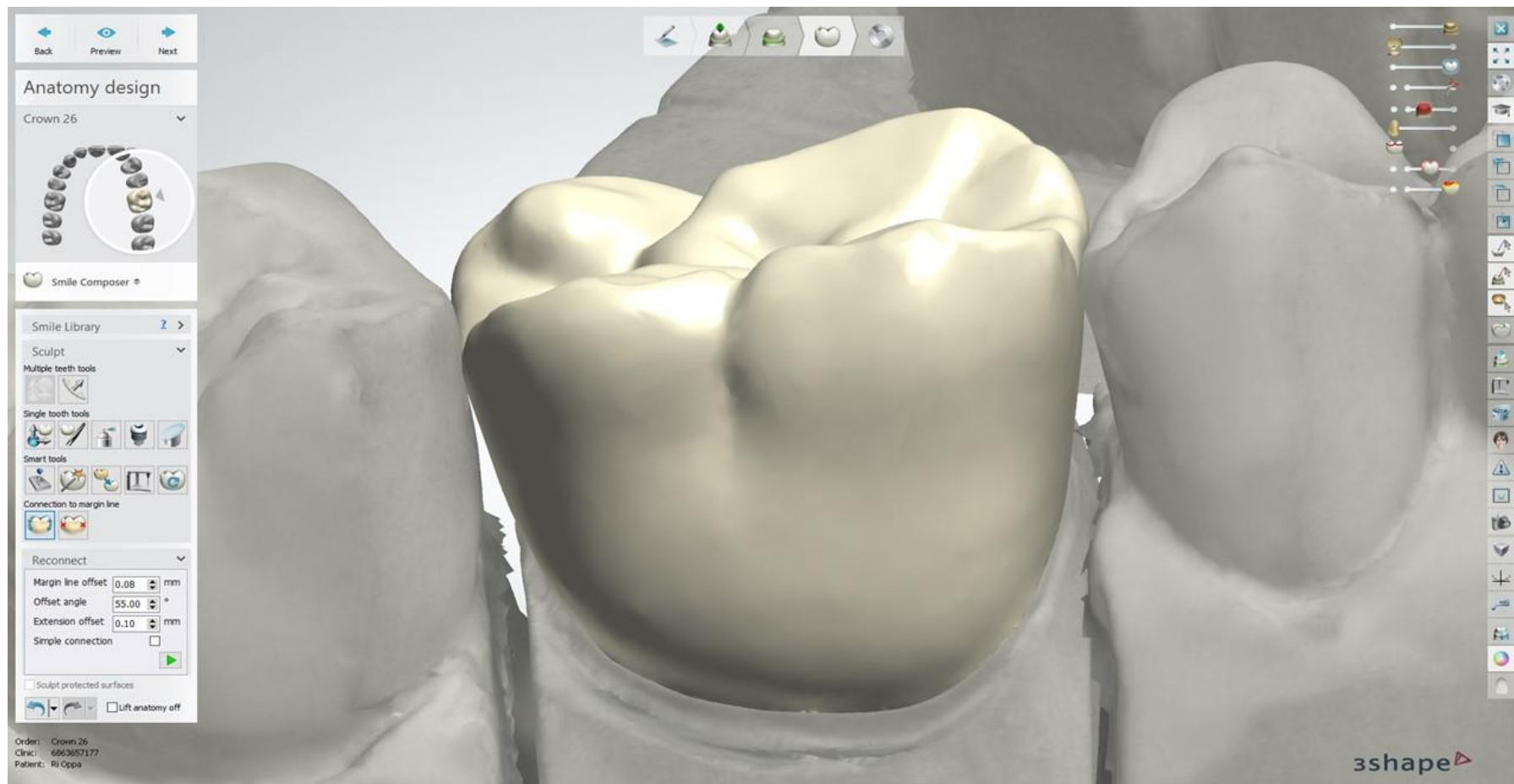
Paina "Single tooth tools" riviltä "Add/Remove/Smooth" (katso nuoli). Tasoita hammasta, jotta sitä on helpompi jyrsiä. Huolehdi, että hampaassa on tarpeeksi materiaalia ja se on hyvässä purennassa (katso oikealta ylhäältä).



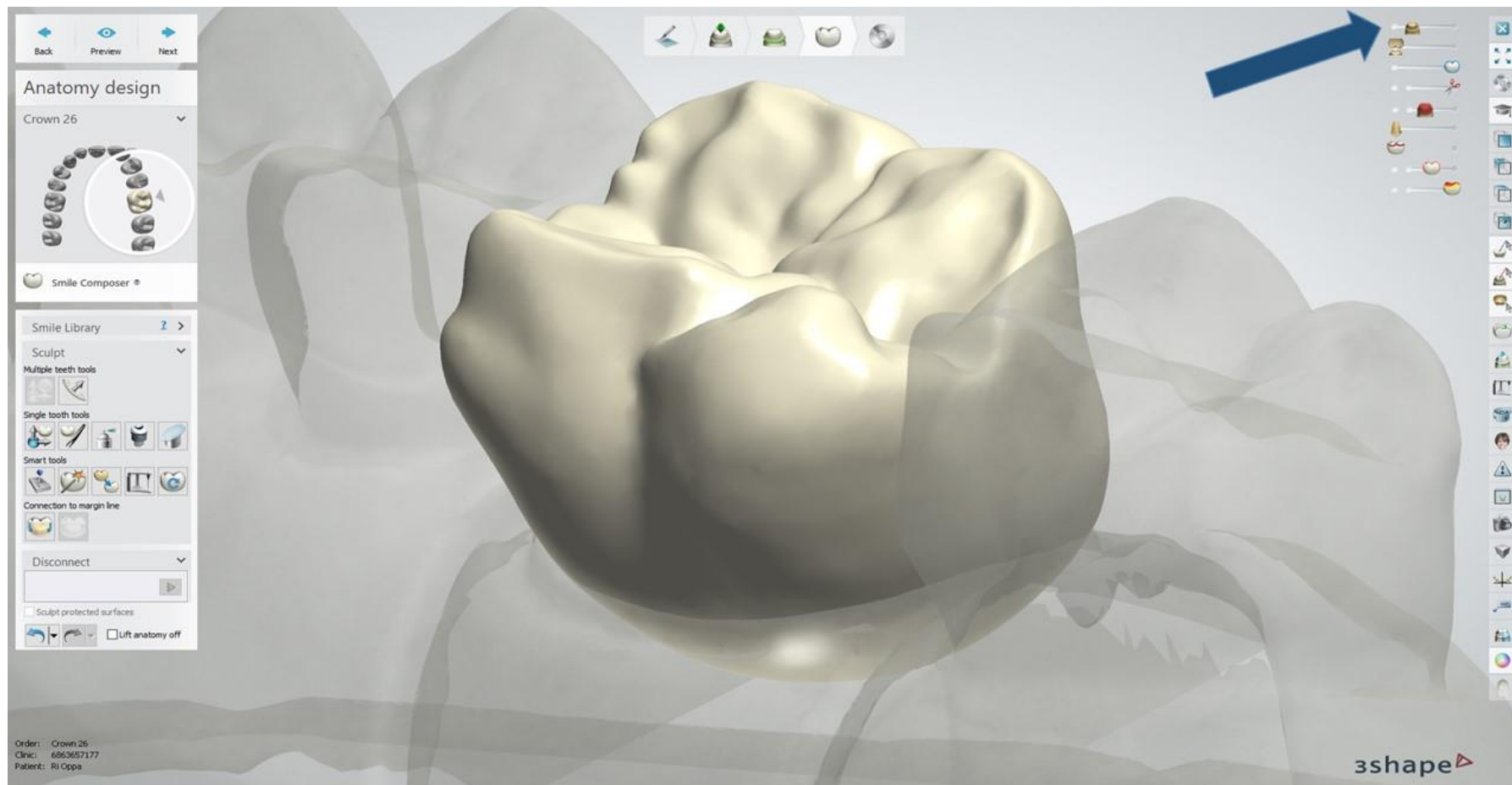
Punainen plus-ikoni = lisää materiaalia, sininen minus-ikoni = poista materiaalia, vihreä pisara = tasoita materiaalia. Radius = määrittelee alueen koko. Level = kuinka voimakkaasti muokataan.



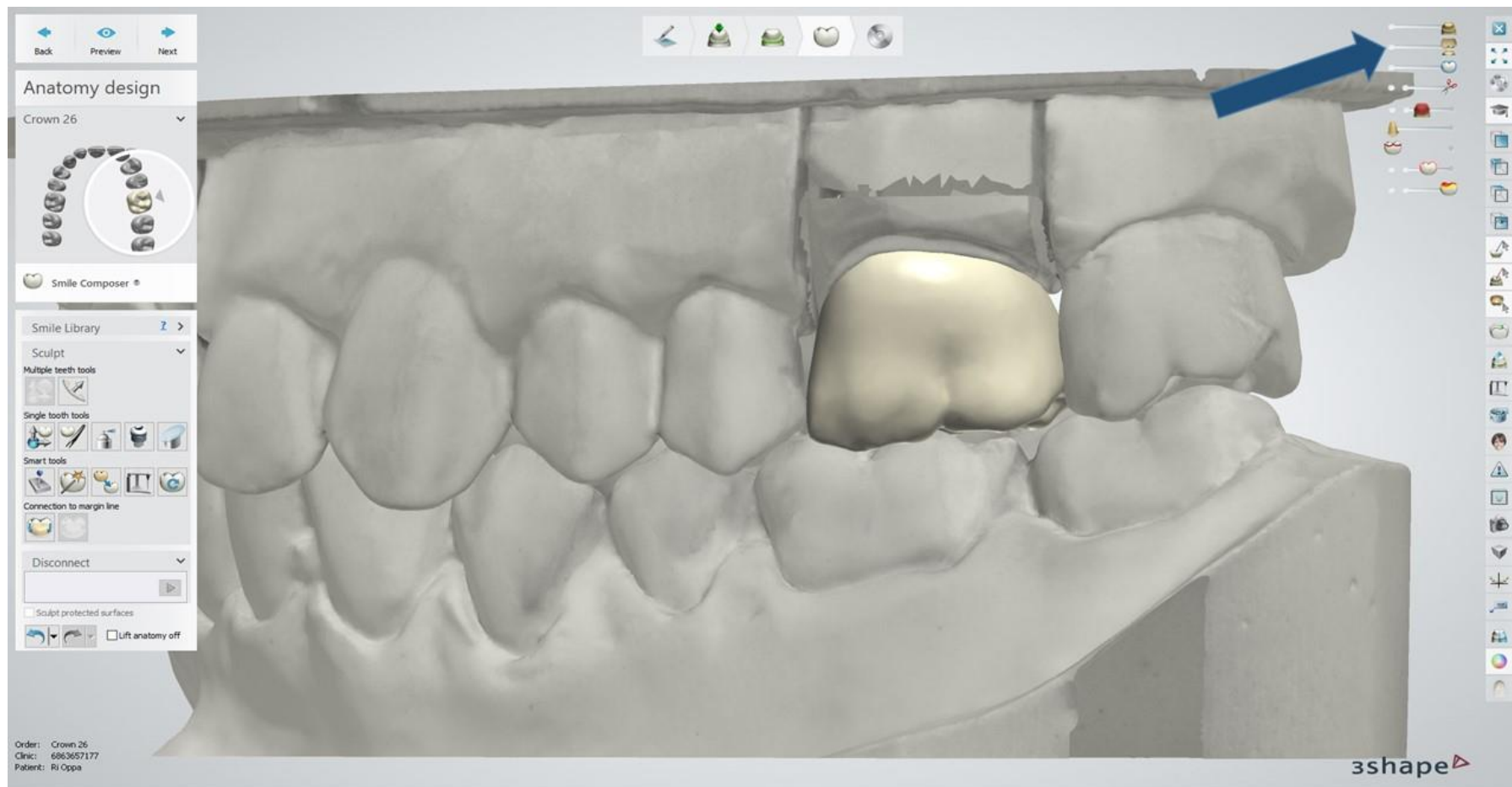
Paina "Connection to margin line". Paina Apply-näppäintä.



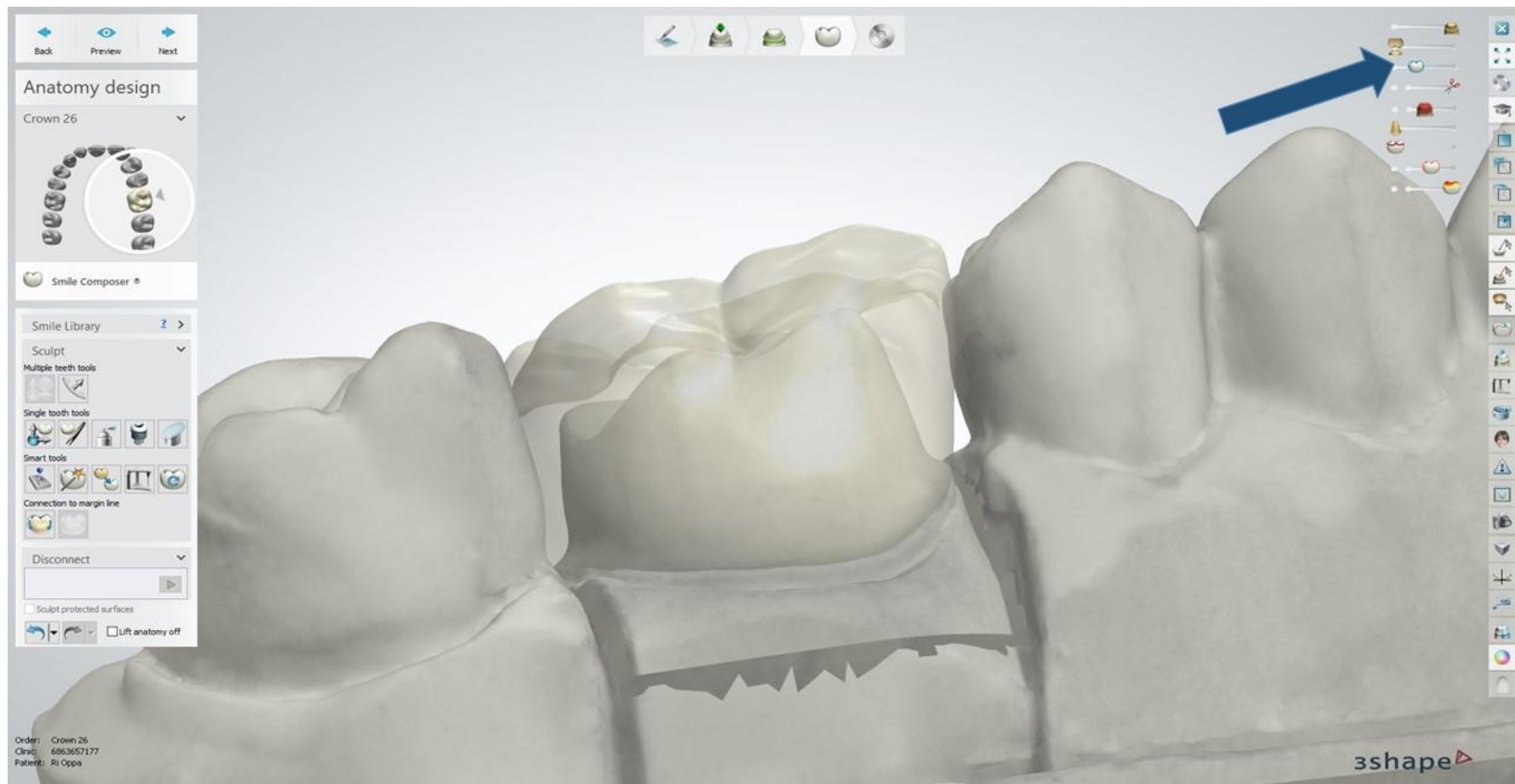
Materiaalia tulee marginaaliviivaan asti.



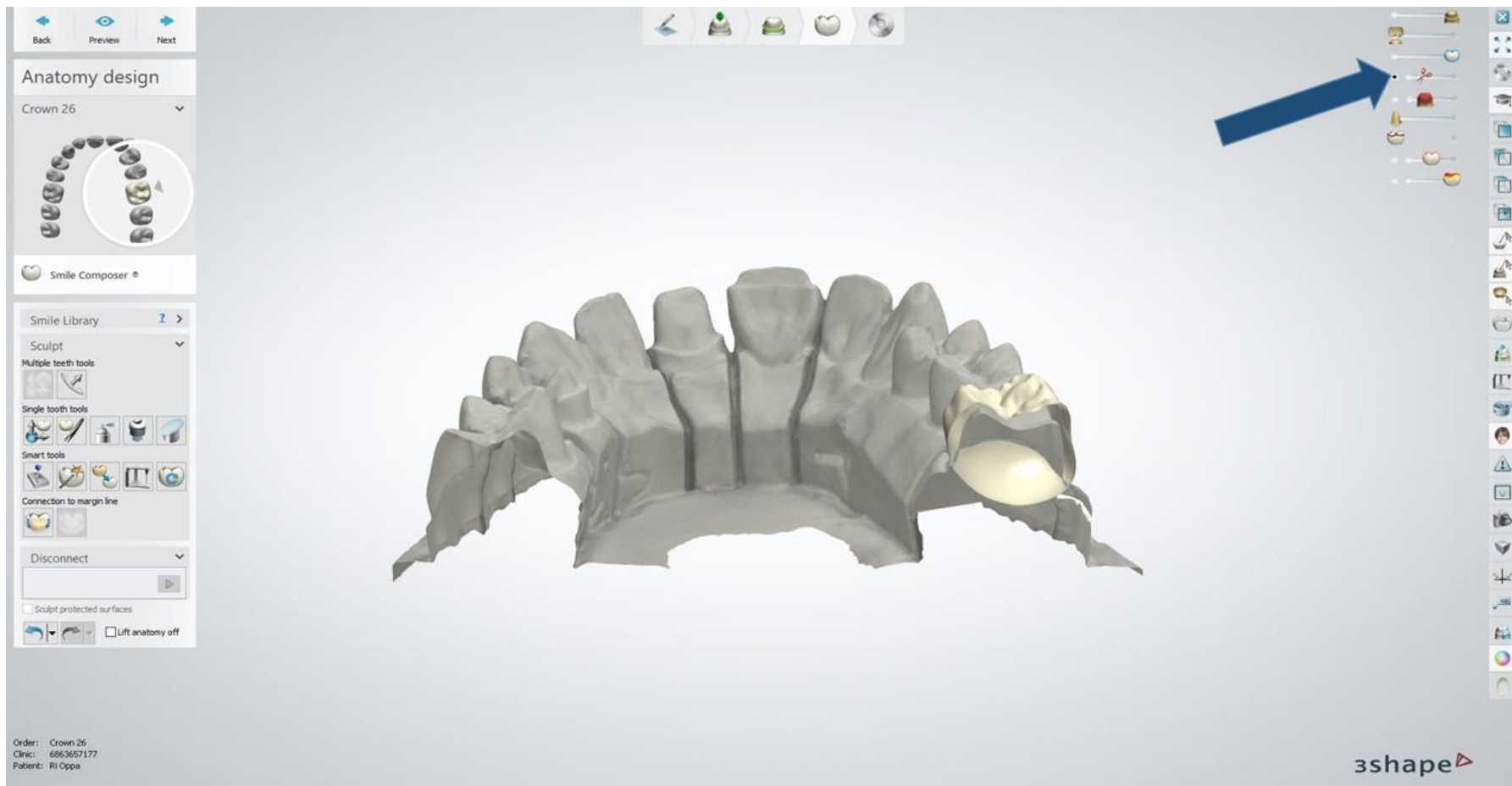
Oikealla yläkulmassa olevilla painikkeilla voit saada erilaisen näkymän mallista. "Preparation"-työkalu (1): voit säätää työmallin läpinäkyvyyttä. Näitä painikkeita selvitetään seuraavissa kuvissa.



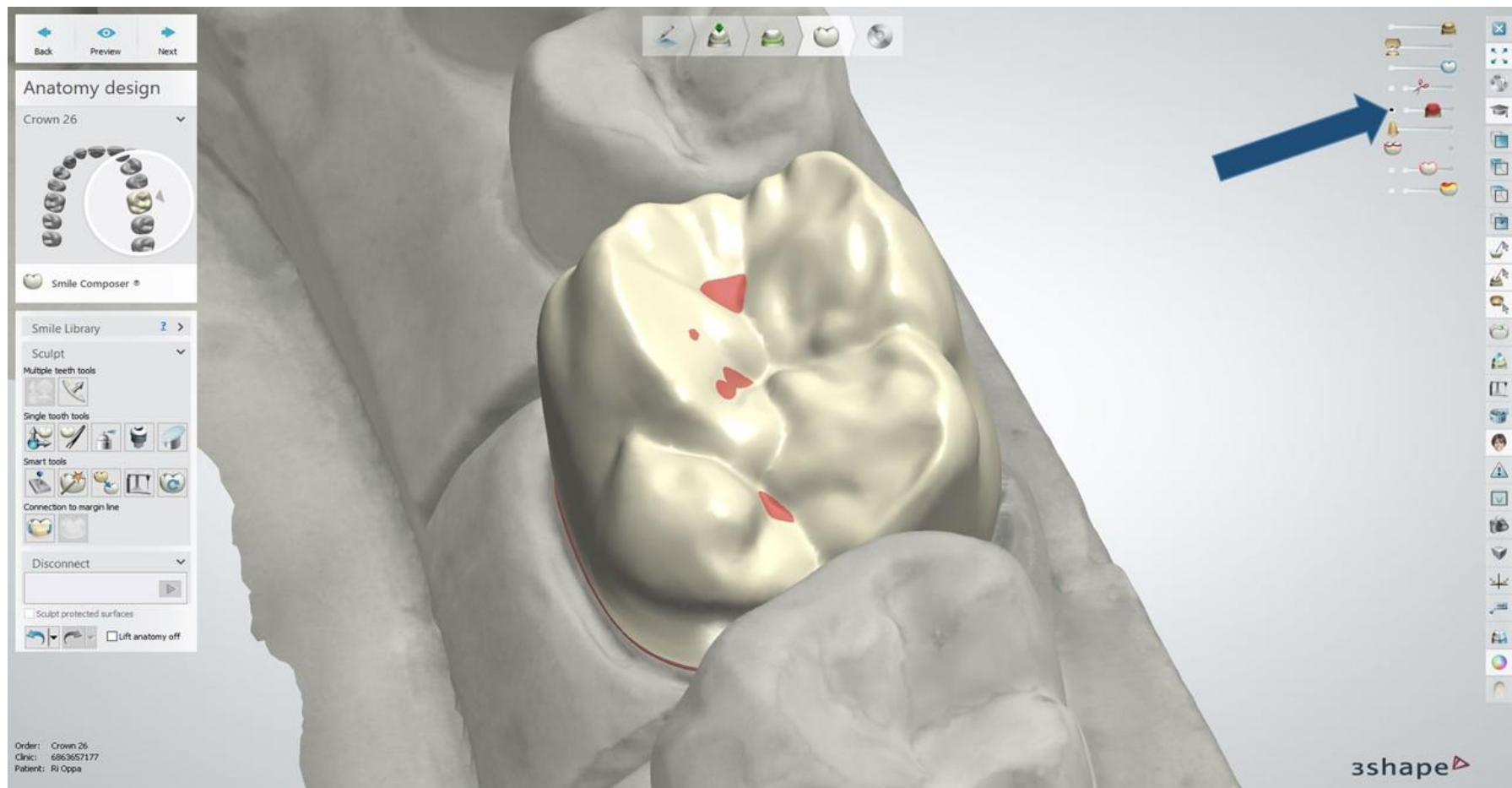
"Antagonist" -työkalu (2): saat näkyviin vastapurennan.



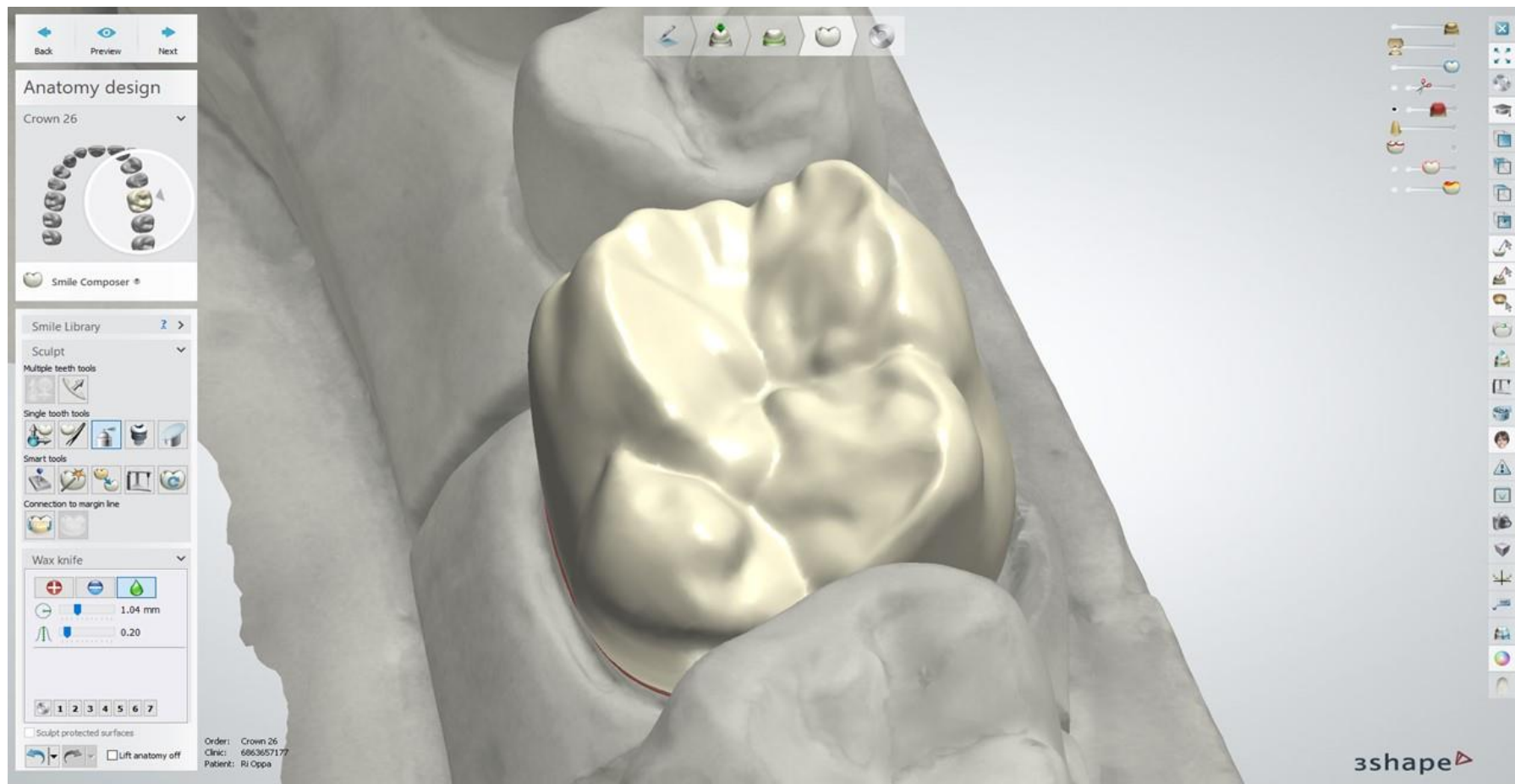
"Active item" -työkalu (3): voit säätää kruunun läpinäkyvyyttä.



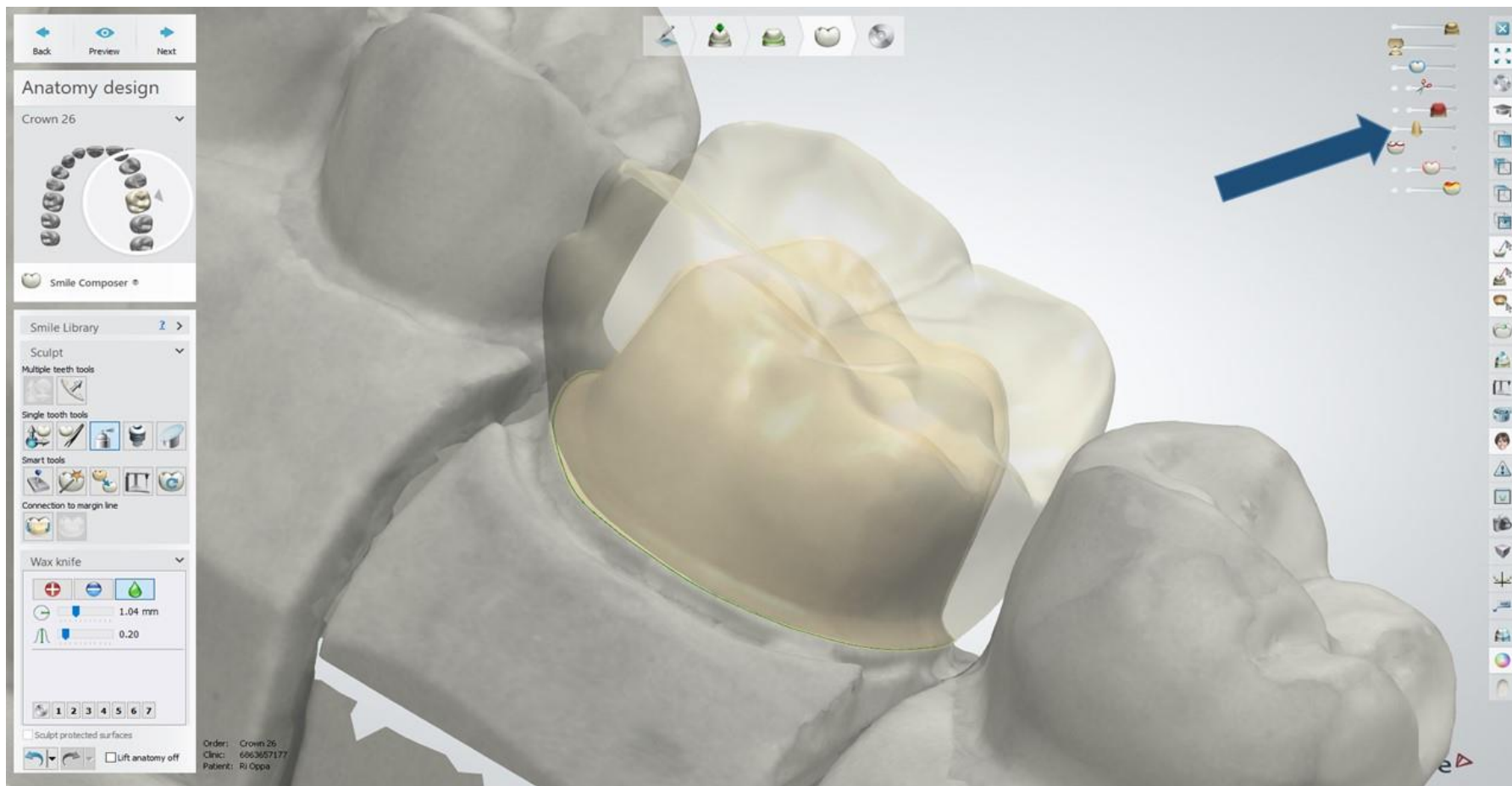
”Cut neighbors” -työkalu (4): saat läpileikkausnäkyvän työmallista.



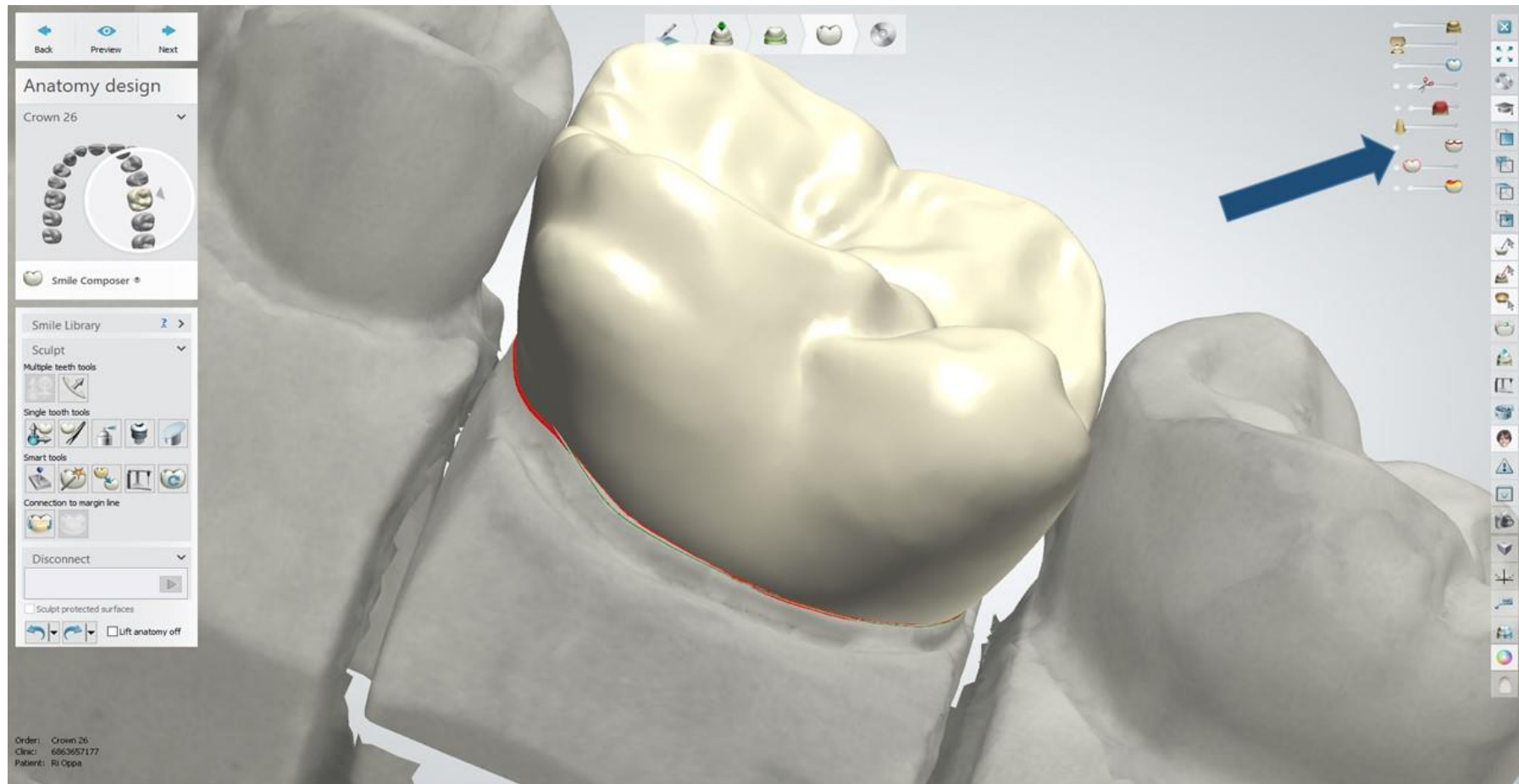
”Minimum thickness” -työkalu (5): näyttää materiaalin minimipaksuudet punaisella, jotka korjataan seuraavassa kuvassa.



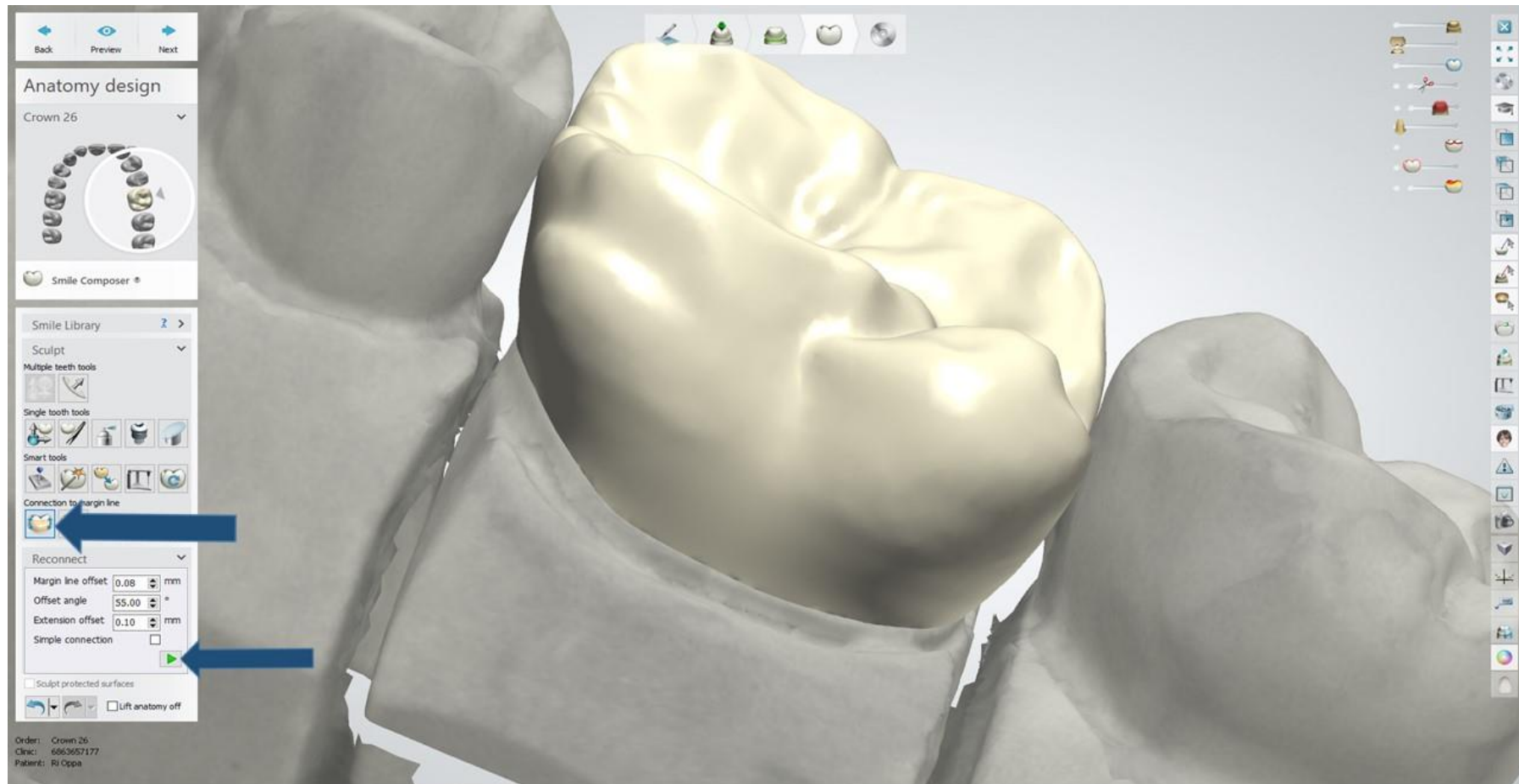
Korjaus "Minimum thickness": "Add/Remove/Smooth" -työkalulla "Add" lisää materiaalia punaisiin kohtiin ja "Smooth" tasoitetaan kohdat.



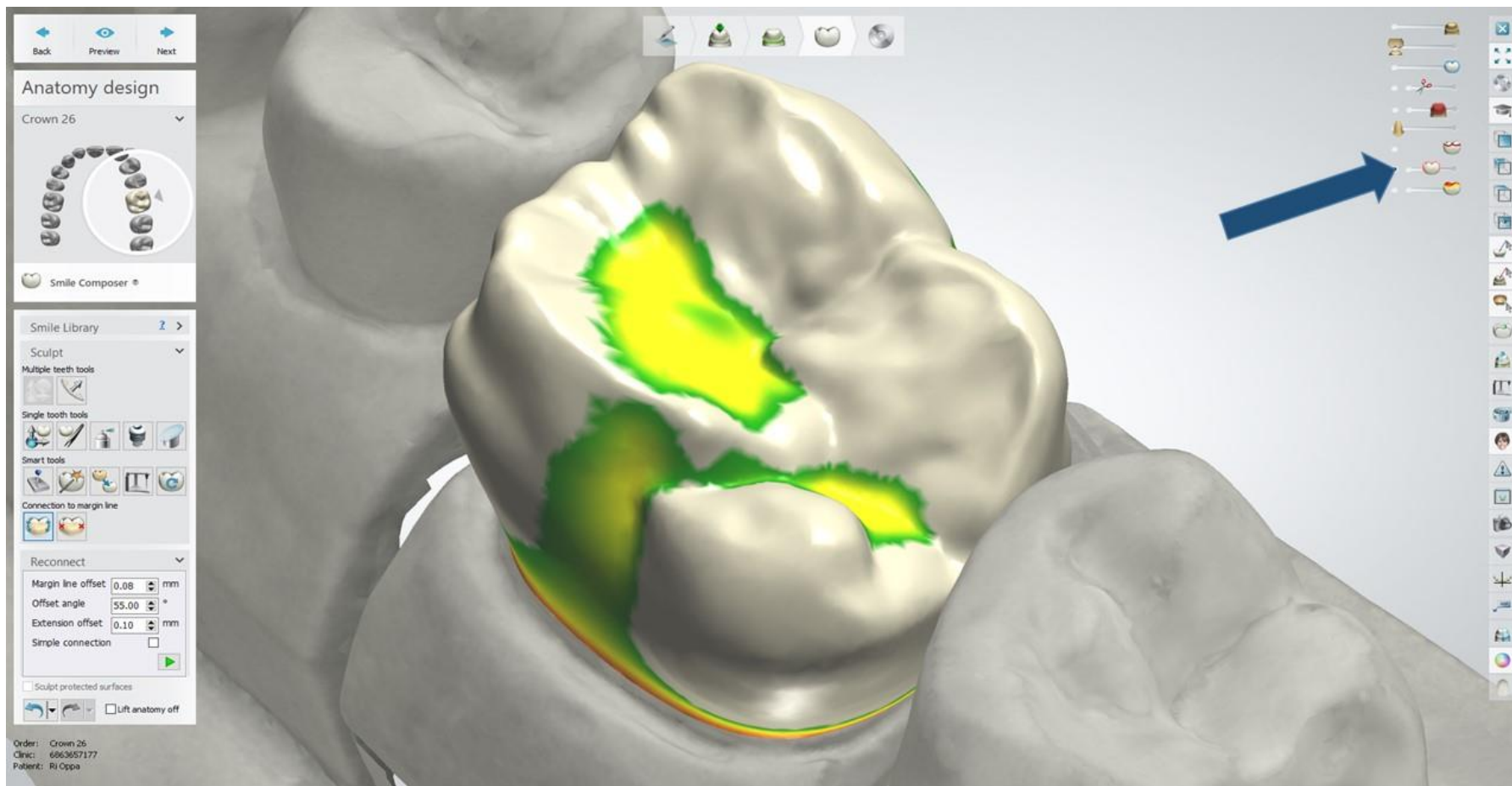
Die interface -työkalu (6): näet pilarin ja kruunun väliseen tilan.



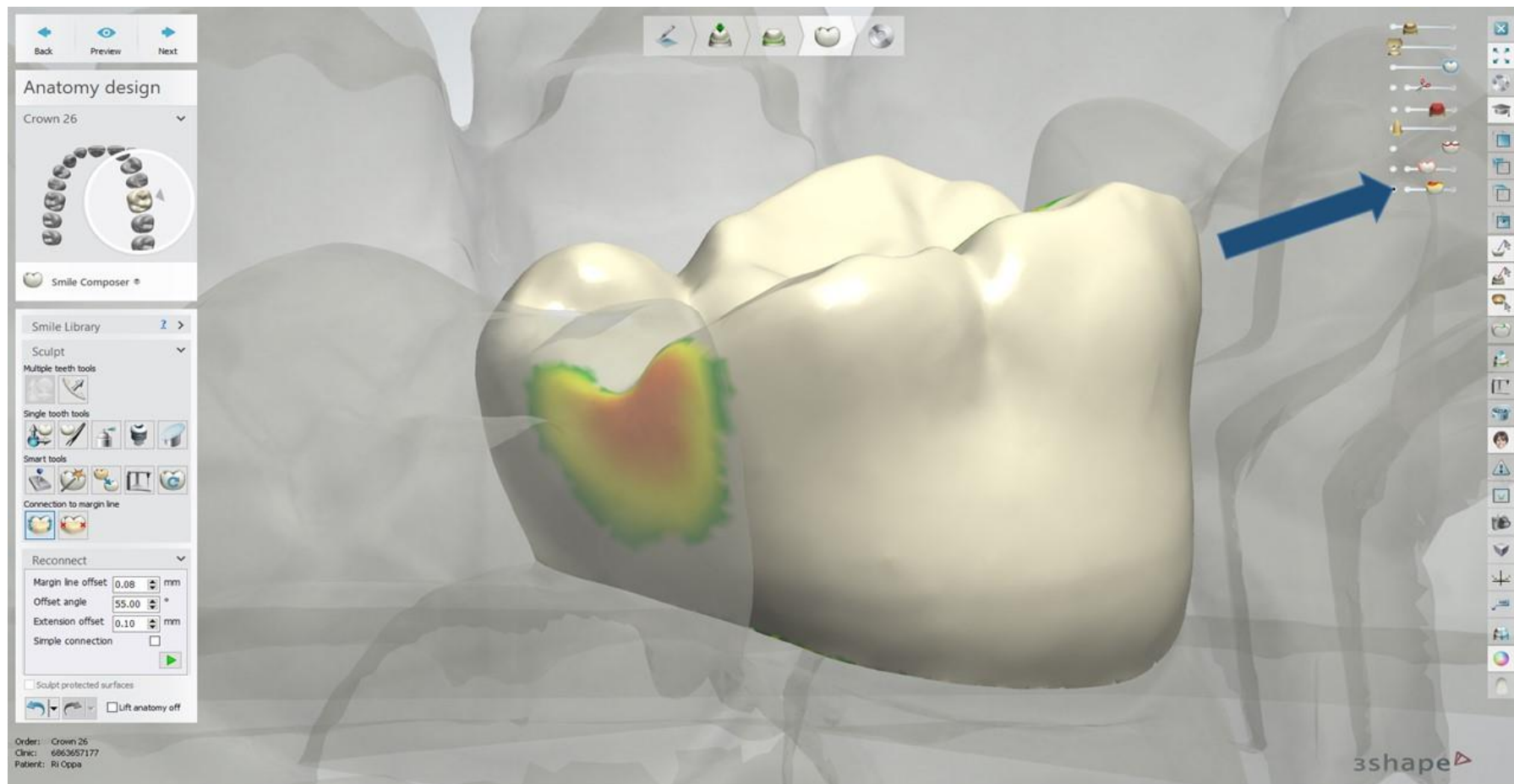
Collision lines -työkalu (7): näet marginaaliviivojen puutteet.



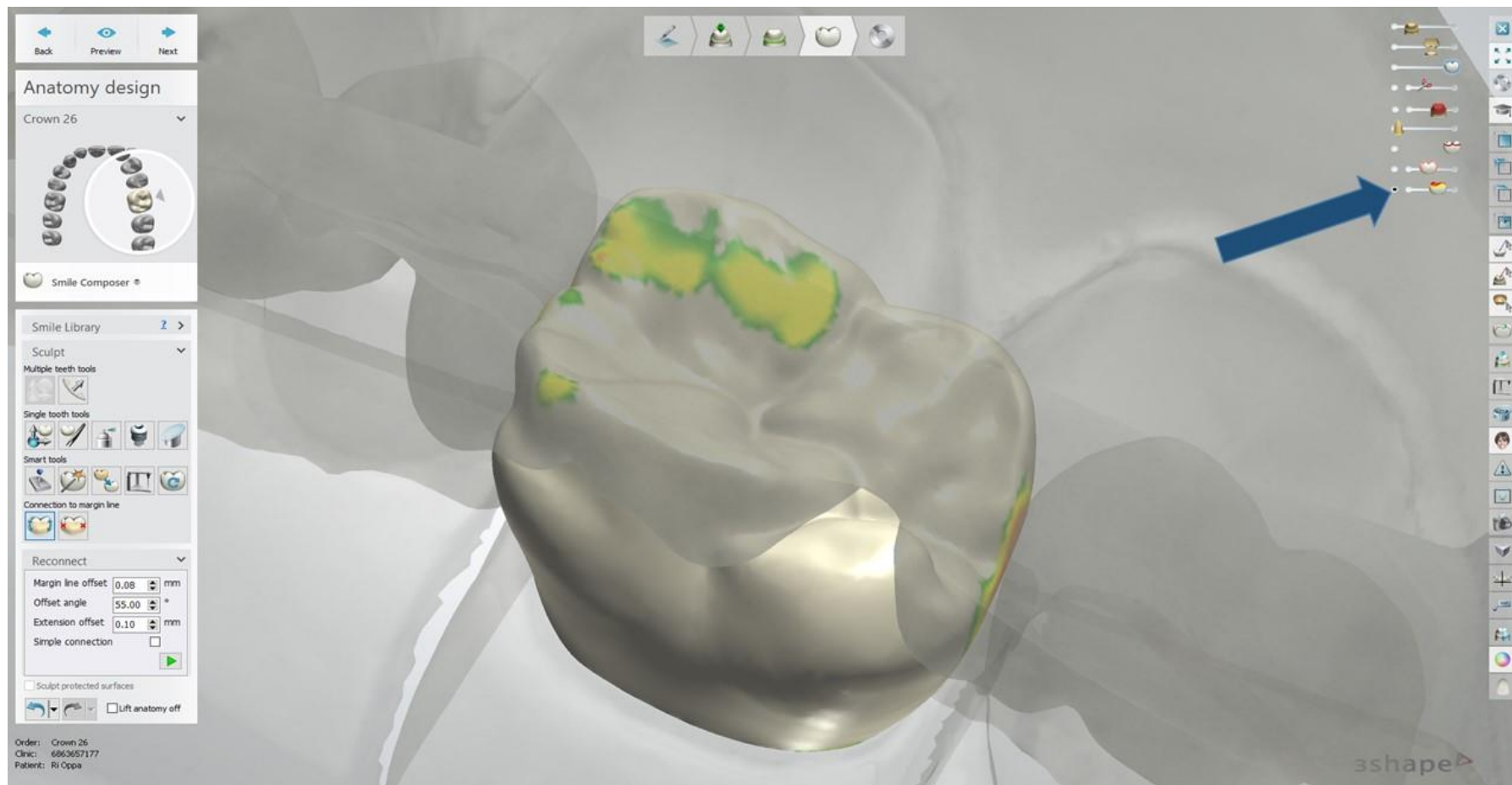
Korjaus: "Connection to margin line" ja "Apply".



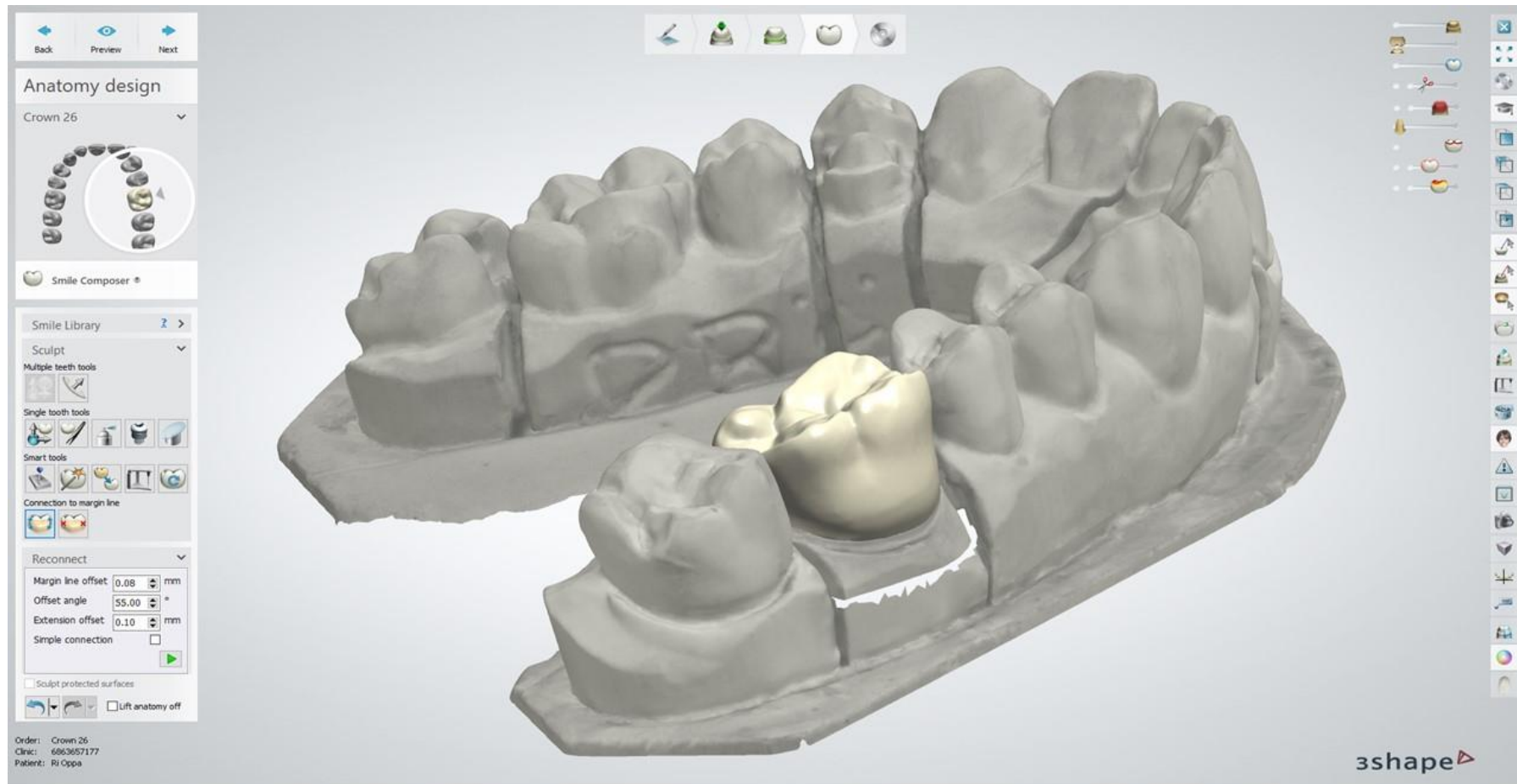
Tickness map -työkalu (8): paksuuskartta.



”Distance map” -työkalu (9): näet ylipurennan ja hammasvälien kosketusetäisyyden. Vihreä, keltainen ja oranssi: etäisyys hyvä. Punainen on liikaa.



Purenta voisi olla lähempänä vastapurentaa.



Valmis hammas.

- Käyttöopas on osa toiminnallista opinnäytetyötä:
Käyttöohjeet skannaukseen ja kruunujen suunnitteluun
CAD/CAM –laitteistolla
- Tekijä: Kalle Lindholm (hammastekniikka)
- Koko opinnäytetyö ja lähteet saatavilla: <http://www.theseus.fi/>