

Juuso Ahvenus ja Kalle Haapaniemi

TIETOKONEOHJATTU MATERIAALIEN TYÖSTÖ

HAMMASPROTETIIKASSA

Kyselytutkimus hammaslääkäreille ja hammaslaboratorioille

Syventävien opintojen kirjallinen työ
Kevätlukukausi 2020
Vastuhenkilö: Timo Närhi

*Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin
OriginalityCheck -järjestelmällä.*

TURUN YLIOPISTO

Hammaslääketieteen laitos

JUUSO AHVENUS, KALLE HAAPANIEMI: Tietokoneohjattu materiaalien työstö hammasprotetiikassa

Syventävien opintojen kirjallinen työ
Protetiikan- ja purentafysiologian oppiala
Maaliskuu 2020

Syventävien opintojemme kirjallinen työ käsittelee tietokoneohjattua materiaalien työstöä hammasprotetiikassa. Tutustuimme kirjallisuuteen tietokoneavusteisesta työstöstä hammaslääketieteen alalla, jonka pohjalta kirjoitimme kirjallisuuskatsauksen. Työmme toisessa osassa teimme kaksi kyselytutkimusta tietokoneohjattujen laitteiden käyttöä koskien. Kyselytutkimusten tarkoituksena oli kartoittaa tämänhetkistä tietokoneavustettujen tekniikoiden hyödyntämistä sekä niiden käytön laajuutta hammaslääkärien ja -laboratorioiden osalta.

Ensimmäinen kyselytutkimus toteutettiin Tyksin erityisvastuualueen (ERVA) hammaslääkäreille, mihin kuuluvat Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri ja Satakunnan sairaanhoitopiiri. Kysely välitettiin julkisena linkkinä sähköpostin välityksellä kohderyhmälle. Kyselylinkit lähetettiin 30.11.2017 ja vastausaikaa oli 20.12.2017 asti. Muistutusviesti lähetettiin 13.12.2017. Toinen kyselytutkimus toteutettiin suomalaisille hammaslaboratorioille. Sähköpostiosoitelistaa ei ollut saatavilla, joten vastaanottajat etsittiin Fonecta Finderista. Hakukriteerinä oli yli 400 000€ vuosittainen liikevaihto rajataksemme tutkimuskohortin alan suurempiin toimijoihin. Kysely laadittiin Webropol -ohjelmistolla. Kysely välitettiin julkisena linkkinä sähköpostin välityksellä kohderyhmälle. Kyselylinkit lähetettiin 18.11.2018 ja vastausaikaa oli 9.12.2018 asti. Muistutusviesti lähetettiin 27.11.2018. Kyselyt laadittiin ja käsiteltiin Webropol -ohjelmistolla.

Digitaalisia jäljennöslaitteita on käytössä noin kolmasosalla Tyksin erityisvastuualueen (ERVA) hammaslääkäreistä painottuen vahvasti yksityiselle sektorille. Osalle näistä hammaslääkäreistä digitaalisten jäljennöslaitteiden kanssa työskentely on jo arkipäivää ja todennäköisesti vain lisääntyy tulevina vuosina. Suurimmalla osalla digitaalisten jäljennöslaitteiden ohessa on käytössä myös jyrsin. Tästä syystä moni hammaslääkäri suunnittelee ja jyrsii työnsä itse. 3D-tulostimet eivät olleet vielä laajassa käytössä hammaslääkäreiden vastaanotoilla.

Hammaslaboratoriot ovat työskennelleet tietokoneavusteisten laitteiden kanssa jo useampia vuosia. Lähes kaikki kyselyyn osallistuneista hammaslaboratorioista omistivat 3D-skannerin ja noin puolella oli lisäksi myös laboratoriojyrsin. 3D-tulostimia oli käytössään noin kolmasosalla. Hammaslaboratorioilla oli useamman eri valmistajan laitteita ja suunnitteluohjelmia käytössään, mikä edellyttää avoimia järjestelmiä sekä

niiden yhteensopivuutta. Hammaslaboratorioiden yhteistyö oli suosittua niin kotimaisten kuin ulkomaistenkin yhteistyökumppaneiden kesken. Vastausten perusteella tietokoneavusteinen materiaalien työstö on tullut jäädäkseen. Lähes kaikki kyselyyn vastanneet hammaslaboratoriot tulevat käyttämään tietokoneavusteisia menetelmiä lähitulevaisuudessa.

Avainsanat: CAD/CAM, tietokoneavusteinen työstö, 3D-tulostin, jyrsin, suuskanneri, hammasprotetiikka

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TIETOKONEAVUSTEISET TYÖSTÖMENETELMÄT	7
2.1 Jyrsintäteknikka vastaanotolla	7
2.2 Jyrsintäteknikka hammaslaboratoriossa	8
2.3 3D-tulostaminen vastaanotolla sekä laboratoriossa.....	9
3 TIETOKONEAVUSTEISESSA TYÖSTÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT	11
3.1 Metallit	12
3.2 Keraamit	12
3.3 Polymeerit ja komposiitit	13
4 TIETOKONEAVUSTEISEN MATERIAALIN TYÖSTÖN EDUT JA HAITAT	15
4.1 Digitaalinen jäljentäminen.....	15
4.2 Digitaalinen työmalli.....	15
4.3 Laitteiston käyttöön liittyvät rajoitukset	16
4.4 Skannauksen rajoitukset.....	16
4.5 Materiaalin työstöön liittyvät rajoitukset.....	17
5 YHTEENVETO JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	18
LÄHTEET	20
KYSELYTUTKIMUS OSA I: TIETOKONEAVUSTEISET JÄLJENNÖS- JA TYÖSTÖMENETELMÄT – KYSELY HAMMASLÄÄKÄREILLE	22
Tutkimuksen tausta	22
Tutkimuksen tarkoitus	23
Aineisto ja menetelmät	23
TULOKSET	24
POHDINTA JA PÄÄTELMÄT	27
KYSELYTUTKIMUS OSA II: DIGITALISAATION TUOMAT HAASTEET JA MAHDOLLISUUDET – KYSELY HAMMASLABORATORIOILLE	28
Tutkimuksen tausta	28
Tutkimuksen tarkoitus	28
Aineisto ja menetelmät	28
TULOKSET	30
POHDINTA JA PÄÄTELMÄT	34
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Hammasproteettinen hoito elää voimakasta murrosvaihetta alan digitalisoitumisen vuoksi. Perinteisten jäljennösten avulla valettujen kipsimallien ja niiden päälle vahaamalla ja valamalla valmistettavien proteettisten rakenteiden valmistus on vähentynyt. Valutekniikan tilalle on viimeisten vuosien aikana tullut tietokoneohjattujen jyrsinlaitteiden käyttö. Jyrsimet mahdollistavat useiden erilaisten materiaalien käyttämisen, joita ei ole valutekniikkaa käytettäessä voitu hyödyntää. Jyrsintekniikan rinnalle on hiljattain tullut myös 3D-printtaukseen pohjautuva valmistusmenetelmä, joka on saavuttamassa suurta suosiota erityisesti hammasimplanttien kanssa käytettävien proteettisten rakenteiden valmistuksessa.

Tietokoneavusteisten tekniikoiden käyttäminen edellyttää, että suussa tehdyistä hammaspreparoinneista tai implanttien asemasta saadaan digitaalinen malli. Malli voidaan valmistaa skannaamalla perinteisen jäljennöksen avulla valmistettu kipsimalli hammaslaboratoriossa tai ottamalla optinen jäljennös suuskannerilla suoraan potilaan suusta. Digitaalisen tekniikan käyttöä on kuitenkin rajoittanut erilaisten laitteiden ja järjestelmien yhteensopimattomuus, mikä johtuu valmistajien patenttien aiheuttamista laitevaatimuksista. Viime aikoina yhä useampi laitevalmistaja on kuitenkin siirtynyt käyttämään avoimia tiedostoja, minkä arvellaan lisäävän uusien tekniikoiden käyttöä.

Tämä työ on jaettu kahteen eri osioon. Ensimmäinen osa on kirjallisuuskatsaus, jossa perehdytään tietokoneavusteisiin työstömenetelmiin ja materiaaleihin. Toinen osa koostuu kahdesta kyselytutkimuksesta, joista ensimmäinen on suunnattu hammaslääkäreille ja toinen hammaslaboratorioille.

Optinen jäljentäminen ja erityisesti siihen pohjautuva jyrsintätekniikka ovat olleet hammaslääkäreiden käytössä jo jonkin aikaa, mutta tietokoneavusteisten tekniikoiden käytön laajuudesta ei ole tutkittua tietoa saatavilla. Kyselytutkimuksen ensimmäisessä osuudessa selvitettiin Webropol-kyselyn avulla tietokoneavusteisten tekniikoiden käyttöä hammaslääkäreiden vastaanotoilla, vertaillen julkista ja yksityistä sektoria. Tarkoituksena on myös selvittää miten hammaslääkäreiden koulutustausta vaikuttaa uusien menetelmien soveltamisessa.

Tietokoneavusteinen materiaalien työstö on ollut hammaslaboratorioissa laajalti käytössä jo useita vuosia, eikä perinteiseen valumenetelmään pohjautuvaan

tekniikkaan olla enää moderneissa laboratorioissa panostettu. Laboratoriotyöskentely pohjautuu kuitenkin vahvasti laboratorioskannereiden käyttöön, jonka avulla laboratorio tuottaa itse digitaalisen mallin omaan käyttöönsä. Optisten jäljennösten yleistyessä on odotettavissa, että laboratoriot joutuvat jatkossa työstämään hammasproteettiset työnsä hammaslääkäriltä saatavan digitaalisen tiedoston pohjalta.

Laboratorioiden valmiudesta vastaanottaa ja käyttää optisten jäljennösten tiedostoja ei ole tutkittua tietoa saatavilla. Laboratorioiden toiveista ja vaatimuksista ei myöskään ole kattavaa selvitystä olemassa. Kyselytutkimuksen toisessa osuudessa Suomessa toimiville hammaslaboratorioille suunnattiin Webropol-kysely digitalisaation tuomista haasteista ja mahdollisuuksista hammasproteettisten rakenteiden laboratoriotyössä.

2 TIETOKONEAVUSTEISET TYÖSTÖMENETELMÄT

Termiä CAD/CAM käytetään nykyään hammaslääketieteessä synonyyminä jysintäteknologialla valmistetuille proteeseille. Tämä ei kuitenkaan aivan pidä paikkaansa. Lyhenne CAD (computer aided design) tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua, kun taas CAM (computer aided manufacturing) tarkoittaa tietokoneavusteista valmistusta. Termistä 'CAD/CAM' ei saa täydellistä tietoa tuotteen valmistustavasta. (Beuer et al., 2008)

CAD/CAM esiteltiin hammaslääketieteen alalla 1970-luvulla. Ensimmäiset hammaslääkärit, jotka kehittivät CAD/CAM:ia hammaslääketieteen alalle soveltuvaksi olivat ranskalainen Francois Duret ja amerikkalainen Jack D. Preston. Tätä työtä jatkoi 1980-luvulla sveitsiläinen Werner Mörmann, mikä johti CEREC-ohjelmiston kehittymiseen. CAD/CAM:sta on nykyään tullut laajalti käytetty teknologia moderneissa hammaslaboratorioissa ja joidenkin hammaslääkäreiden vastaanotoilla. (Van Noort, 2012)

CAD/CAM -laitteet koostuvat pääasiassa kolmesta pääosasta: (1) yksikkö, joka rekisteröi kaiken kuvaamansa datan. Optinen jäljennös saadaan tässä vaiheessa suoralla tai epäsuoralla menetelmällä. (2) Tietojenkäsittelyohjelmisto, joka muodostaa kerätyn tiedon pohjalta virtuaalisen restauraation ja luo kaikki tarvittavat jysintäparametrit. (3) Automatisoitu jysintälaitte, joka valmistaa restauraation valitusta materiaalista. CAD/CAM järjestelmät voidaan käyttöpaikan perusteella jakaa kahteen eri luokkaan: vastaanotolla tai laboratoriossa tapahtuva työstäminen. (Beuer et al., 2008)

2.1 Jysintäteknikka vastaanotolla

Laitteisto sijaitsee hammaslääkärin vastaanotolla. Restaurationit voidaan täten valmistaa vastaanotolla ilman hammaslaboratorion palveluita. Suuskannerilla kuvattu digitaalinen jäljennös korvaa tässä tapauksessa perinteisen jäljennöksen. Tämä säästää aikaa, ja mahdollistaa potilaalle valmiin restauraation yhdellä vastaanottokäynnillä. (Beuer et al., 2008)

Hammaslääkäri voi myös ottaa digitaalisen jäljennöksen suuskannerilla jo vastaanotolla ja lähettää sen laboratorioon. Tässä tapauksessa kipsimalleja ei tarvita ja laboratorioissa päästään suoraan suunnitteluvaiheeseen. (Beuer et al., 2008)

Vastaanotolla sijaitsevat CAD/CAM laitteistot voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin. Ensimmäinen on laitteisto, jossa laitteen valmistavalla yrityksellä on sekä skanneri että jyrsin. Toinen on laitteisto, jossa laitevalmistajalla on vain skanneri, jossa ei ole suunnitteluohjelmistoa. Tällöin skanneri täytyy olla yhteydessä avoimeen laboratorioskanneriin, jotta restaurointi saadaan suunniteltua. (Alghazzawi, 2016)

CAD/CAM voidaan jakaa myös avoimiin ja suljettuihin järjestelmiin. Suljetussa järjestelmässä koko työn kulku täytyy tehdä saman yrityksen valmistamilla laitteistoilla skannaamisesta jyrsimiseen. Kaikki työn vaiheet ovat integroituna yhteen järjestelmään, eikä muiden valmistajien laitteita voida käyttää missään työn vaiheessa. Avoimessa järjestelmässä skannattu tiedosto on sellaisessa muodossa, että myös muiden valmistajien laitteet pystyvät sitä lukemaan ja täten työssä voidaan käyttää eri valmistajien laitteita eri vaiheissa. (Alghazzawi, 2016)

2.2 Jyrsintäteknikka hammaslaboratoriossa

Tämä menetelmä vastaa perinteistä työkulkua (workflow) hammaslääkärin ja –laboratorion välillä. Hammaslääkäri lähettää perinteisen jäljennöksen laboratorioon, jossa jäljennöksestä valetaan kipsimallit. Laboratorioskannerin avulla luodaan kolmiulotteinen digitaalinen tiedosto kipsimallin pohjalta. Suunnitteluohjelmalla (dental design software) käsitellään digitaalinen tiedosto ja suunnitellaan restaurointi. Työ lähetetään jyrsimelle, joka valmistaa restauroinnin oikeissa mittasuhteissa. Lopuksi se sovitetaan kipsimallille ja tarvittaessa viimeistellään joko kerrostamalla tai prässämällä rakenteeseen keraaminen pinta. (Beuer et al., 2008)

	Four axes milling unit	Five axes milling unit
Dry/wet	It can be wet (chairside) or dry (laboratory)	Always dry and wet
Maintenance	Low	High
Weight	Lighter	Heavier
Applications	General dentistry: veneers, inlays, onlays, copings/frameworks, crowns, fixed partial dentures	In addition to general dentistry, it can mill attachments, implant abutments, telescope crowns, splints, models, bars, screw retained implant crown and FPD, surgical drill guide
Linear movement and rotations	Three spatial directions X, Y, Z and tension bridge A (rotation around X axes)	Three spatial directions X, Y, Z, tension bridge A (rotation around X axes) and milling spindle B (rotation around Y axes)
Cost	Cheaper	More expensive
Milling of sharp angles and undercuts	Yes (one direction which is less accurate)	Yes (different directions which are more accurate)
Number of cutting tools	Less	More
Milling time	Short	Long
Milling accuracy	Low	High
Chairside milling unit	Yes	No
Laboratory milling unit	Yes	Yes
Processing material: block	Yes (chairside and laboratory)	Yes
Processing material: disc	Yes (laboratory only)	Yes

Taulukko 1. Jyrsintälaitteiden luokittelu ja vertailu akselien mukaan (Alghazzawi, 2016).

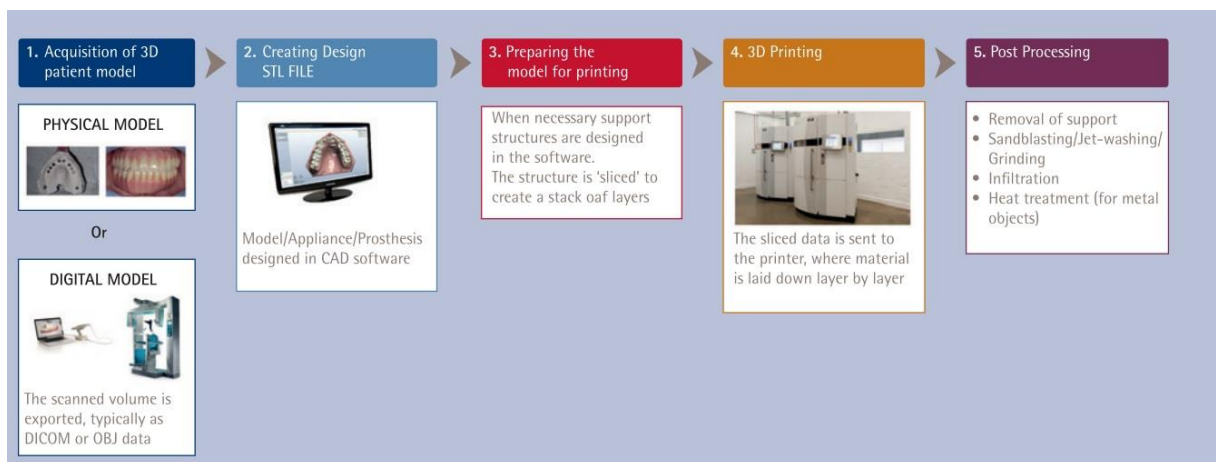
2.3 3D-tulostaminen vastaanotolla sekä laboratoriossa

CAD/CAM-tekniikka perustuu nykyään paljolti jyrsintäteknologiaan, jossa työ jyrsitään käytettävästä materiaalikappaleesta. Tietokoneen ohjaama jyrsin työstää kappaletta, josta se poistaa materiaalia erilaisten terien avulla siten, että haluttu geometria saadaan aikaiseksi. Tätä keinoa käyttäen työn valmistusaika perinteiseen menetelmään nähden pienenee huomattavasti. Tämänkaltainen valmistustapa kuitenkin tuhlaa paljon materiaalia, koska alkuperäisestä kappaleesta menee enemmän materiaalia hukkaan, kuin mitä lopullisessa työssä sitä on. (Van Noort, 2012)

Termiä 3D-tulostus käytetään yleisesti valmistustavasta, jossa valmistetaan haluttu muoto yksi kerros kerrallaan. Kun useita kerroksia lisätään toistensa päälle, saadaan muodostettua halutunlainen kappale. Tätä kutsutaan additiiviseksi menetelmäksi. (Dawood et al., 2015)

Additiivisten menetelmien käyttö töiden valmistuksessa on hyödyllistä, koska monet jyrsintäteknologiaan liittyvät ongelmat ovat sen avulla helposti ratkaistavissa. Additiivisen teknologian avulla voidaan valmistaa töihin tarkkuutta vaativia muotoja, muun muassa allemenoja, tyhjiä tiloja sekä vaikeita sisäisiä geometrioita. (Van Noort, 2012)

Kehitys tietokoneteknologian ja ohjelmistojen saralla ovat luoneet pohjan kehitykselle, joka on tapahtunut 3D-tulostimissa ja josta saamme nauttia tänä päivänä. Hammaslääketieteessä ja kirurgiassa pystytään hyödyntämään mm. kartiokeilatietokonetomografia (KKTT) -tiedostoja ja optista kuvantamista suunnitteluapuna. Optiseen kuvantamiseen kuuluvat suu- tai laboratorioskannerin käyttö. Viimeaikaiset muutokset KKTT ja optisen kuvantamisen tekniikoissa ovat mullistaneet hammaslääketieteen alaa. Tämä on tuonut monia uusia näkökulmia korjaavaan hammashoittoon sekä implantologiaan. Nykypäivänä nämä tekniikat ovat yleisesti hammaslääkärien sekä -tekniikoiden käytössä, mutta niiden käyttö vaatii myös teknologista sekä moniammatillista osaamista. (Dawood et al., 2015)

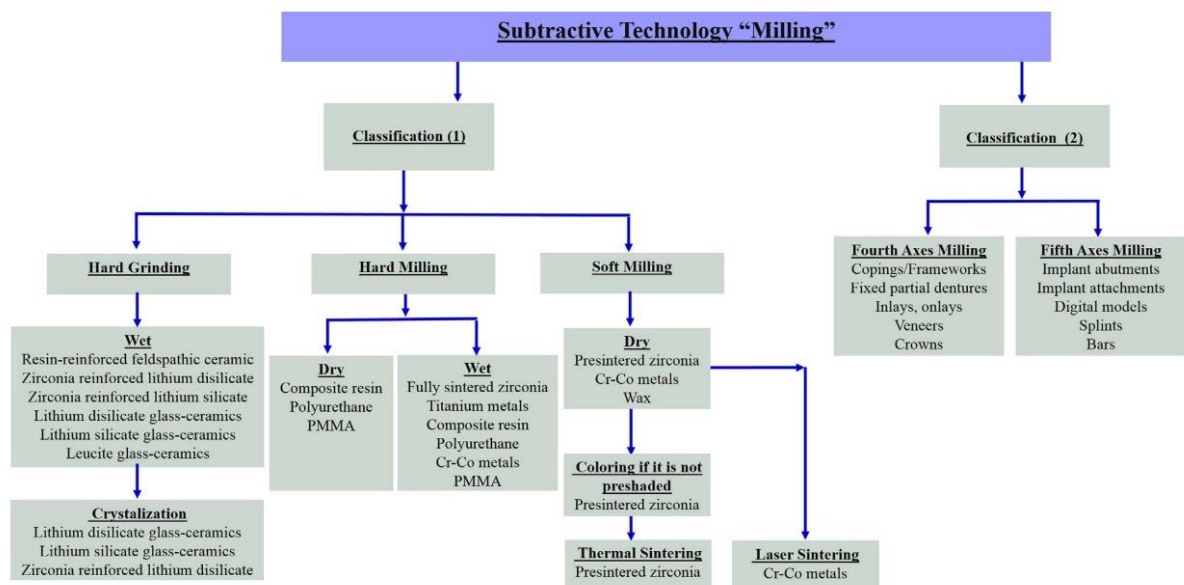


Kuva 1. 3D-tulostuksen työnkulku. (Dawood et al., 2015)

Suurin osa 3D-tulostettavista materiaaleista, joita käytetään hammaslääketieteen alalla voidaan luokitella metalleihin, komposiitteihin ja keraameihin. Hammaslääketieteessä käytettävät komposiittirakenteet tulostetaan yleensä SLA (Stereolithography) tekniikalla, jossa UV-valon tai laserin avulla kovetetaan haluttu kerrosrakenne. Keraamien 3D-tulostamista tutkitaan parhaillaan, mutta vielä tällä hetkellä 3D-tulostetut keraamit eivät ole kliinisessä käytössä. Niissä on liikaa ongelmia tulostamisen jälkeisen käsittelyn aiheuttamassa kutistumisessa, sekä tulostamisen aikana tulevasta porrusefektistä. Metalleja sen sijaan voidaan tulostaa 3D- lasersintraustekniikan avulla. Tulostettavista metalleista titaani ja kobolttikromi ovat tällä hetkellä kliinisessä käytössä. (Barazanichi et al., 2017)

3 TIETOKONEAVUSTEISESSA TYÖSTÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT

Hammasmateriaalitieteen biomateriaalitutkimuksessa tutkitaan materiaalien rakennetta ja ominaisuuksia, sekä kuinka ne käyttäytyvät ympäristön kanssa. Hammaslääkärit käyttävät paljon aikaa uransa aikana materiaalien käsittelyyn. Onnistumiset tai epäonnistumiset monissa eri hoidoissa pohjautuvat oikeaan materiaalin valintaan ja sen oikeaoppiseen käsittelyyn. Hammaslääketieteessä biomateriaalit ovat luonnollista kudosta tai synteettisiä aineita, joilla on tarkoitus restauroida tai korvata karioituneita, rikkoutuneita, lohjenneita tai puuttuvia hampaita. Yleisimmät hammaslääketieteen alalla käytössä olevat synteettiset materiaaliryhmät ovat metallit, keraamit ja polymeerit, joihin kuuluvat myös komposiittirakenteet. (Zandparsa, 2014) Suurta osaa näistä materiaaleista voidaan myös työstää tietokoneavusteisesti. (Strub et al., 2006)



Kuva 2. Jyrsintäteknologian jaottelu. Materiaalityyppi määrittää pehmeän ja kuivajyrsinnän tarpeen. Restauration muoto määrittää jyrsimen akselien määrän. (Alghazzawi, 2016)

3.1 Metallit

Yleisin tietokoneavusteisessa työstössä käytettävä metallilejeerinki on kobolttikromi (CoCr). Koboltti tuo kovuutta ja kromi estää korroosion ja parantaa mekaanisia ominaisuuksia. Kobolttikromilejeerinkiä käytetään kiinteässä protetiikassa sekä rankaproteesien metallirungoissa. Nämä voidaan valmistaa valamalla, lasersintraamalla tai jyrsimällä. (Kocaağaoğlu et al., 2016)

Metallintyöstötekniologia on kehittynyt viimevuosien aikana. Kobolttikromilejeeringit ovat vaikeita työstää materiaalin kovuuden vuoksi. Viimevuosina on alettu valmistamaan esisintrattuja, pehmeitä CoCr-lejeerinkikappaleita, joita on helppo jyrsiä. Tämä tekniikka rasittaa vähemmän työstössä käytettäviä jyrsimiä ja välineitä pidentäen näiden käyttöikää verrattuna koviin CoCr kappaleisiin. Myös jyrsimään käytetty aika on lyhyempi. Valmistusprosessin vaiheet ovat metallilejeerinkikappaleilla vastaavanlaiset kuin zirkoniakappaleilla. Jyrsimisen jälkeen työstetty metallinen runko sintrataan argon-kaasussa korkeassa lämpötilassa. Lopputulos kutistuu noin 11%. (Kocaağaoğlu et al., 2016)

Titaania pystytään myös jyrsimään ja sitä käytetään mm. kruunuissa, keinojuurissa sekä keinojuurien jatkeissa (Papadiochou & Pissiotis, 2018).

Lasersintraus on uusi additiivinen tuotantotapa hammaslääketieteessä. Tämä saattaa tulevaisuudessa syrjäyttää perinteisen valmistustavan. Tämä perustuu nopeaan tuotantotapaan, jossa korkealämpötilainen laserin avulla muodostetaan kolmiulotteinen metallinen runko. Laserin osuessa metallihiukkasiin ne sulavat ja muodostavat kerros kerrokselta halutun tuotteen. (Kocaağaoğlu et al., 2016)

3.2 Keraamit

Keraamit luokitellaan kolmeen pääluokkaan koostumuksensa mukaan:

1. Lasikeraami, joka muodostaa mikroskooppisesti amorfisen rakenteen.

Lasikeraamien optiset ominaisuudet ovat keraameista lähimpänä kiilteen ja dentiinin ominaisuuksia. Lasikeraamit valmistetaan maasälvästä ja pohjautuvat silikaattiin ja alumiiniin. Maasälvästä koostuvat keraamit vastustavat kristallisoitumista polton aikana, niillä on laajat polttoalueet ja ovat bioyhteesopivia.

2. Fillereillä vahvistettu lasi, joka sisältää lasimatriksiin lisättyjä filleripartikkeleita kuten leusiittia. Nämä vahvistavat materiaalin mekaanisia ominaisuuksia ja näillä pystytään vaikuttamaan läpinäkyvyyteen ja väriin. Toinen etu leusiitin lisäämisessä lasimatriksiin on sen lähes samanlaiset optiset ominaisuudet maasälvän kanssa.

3. Monikiteinen keraami. Nämä eivät sisällä lasia vaan matriksi on alumiinioksidia tai zirkoniumoksidia. Monikiteiset keraamit ovat vahvempia kuin lasi-pohjaiset keraamit. (Zandparsa, 2014)

Eri materiaaliyhdistelmät ja restauraatioiden tyypit vaikuttavat halutun tuotteen valmistustapaan (ks. Kuva 2. Jyrsintäteknologian jaottelu). Esimerkiksi posliinipohjaiset keraamit, joissa käytetään kovia zirkoniapohjaisia materiaaleja, ovat erittäin vaikeita työstää. Myös monet CAD/CAM -järjestelmät, jotka käyttävät jyrsintäteknologiaa, muokkaavat tällaisia materiaaleja sen osittain sintratussa muodossa. (Strub et al., 2006)

Tämän jälkeen restauraatio lämpökäsitellään ja sintrataan, joka tekee materiaalista täysin kovan ja restauraatiosta tulee erityisen vahva. Sintrausprosessi mahdollistaa restauraation värin ja varjostuksen muokkaamisen ennen sintrauksen viimeistä vaihetta parantaen siten restauraation ulkonäköä. Jyrsin tekee esisintratusta restauraatiosta hieman liian ison, mikä kompensoi kutistumista sintrausprosessin aikana. (Strub et al., 2006)

3.3 Polymeerit ja komposiitit

Resiini-komposiitit koostuvat fillereillä vahvistetusta polymeerimatriksista. Fillerit voivat olla inorgaanisia (keraamisia, lasikeraamisia tai lasia), orgaanisia tai komposiitteja. (Ferracane, 2011)

Jyrsinnässä käytettävät porasarjat ovat suhteellisen kalliita. Tästä syystä suuri etu komposiiteissa on niiden helppo työstettävyys. Samanlaisella hiontasetillä pystytään jyrsimään noin 10-20 kertainen määrä komposiittikruunuja verrattuna keraamisiin kruunuihin. Komposiittitäytteiden pienten puutosten korjaaminen kliinisesti potilaan suussa on huomattavasti helpompaa, kuin metallisten tai keraamisten täytteiden. (Ruse & Sadoun, 2014)

Polymeereja voidaan käyttää muotteina perinteisten valmistustekniikoiden tukena tai tehdä diagnostisia ”vahauksia” esimerkiksi monimutkaisia proteettisia töitä varten. Tässä tapauksessa diagnostinen ”vahausta” suunnitellaan tietokoneavusteisesti ja valmis malli tulostetaan polymeerista. Tietokoneavusteisesti tällaisia töitä tehdessä käytetään yleensä SLA 3D-tulostimia. Polymeerien väriin ja jäykkyyteen pystytään helposti vaikuttamaan sekä niitä voidaan sekoittaa bioyhteensopiviin ja bioaktiivisiin ainesosiin, kuten bioaktiiviseen lasiin. (Barazanchi et al., 2017)

4 TIETOKONEAVUSTEISEN MATERIAALIN TYÖSTÖN EDUT JA HAITAT

4.1 Digitaalinen jäljentäminen

Digitaalinen jäljentäminen poistaa monia aikaavieviä osioita perinteiseen jäljentämiseen verrattuna. Digitaalinen jäljentäminen poistaa muun muassa jäljennöslusikan sovittamisen, jäljennösmateriaalien käsittelyn, desinfiktion ja toimituksen hammaslaboratorioon. Digitaalinen jäljentäminen on myös pitkällä aikavälillä kustannustehokasta poistaen kokonaan jäljennöslusikat ja -materiaalit sekä jäljennösten kuljetuskustannukset. Digitaalisen tiedoston voi helposti säilyttää ja käyttää mahdollisesti tulevaisuudessa uudelleen.

Digitaalinen jäljentäminen poistaa monia perinteiseen jäljentämiseen liittyviä materiaalitekniisiä ongelmia, kuten väärän pehmytkudosten käsittelyn, väärän jäljennöslusikan käytön, jäljennösaineen käyttöön liittyvät ongelmat, kuten jäljennökseen jääneet ilmakuplat, jäljennösaineen repeämät, kahden jäljennösaineen välisen huonon sidostumisen ja jäljennösaineen muodon muuttumisen ennen työmallin valamista sekä jäljennöksen ottamisessa tapahtuvat virheet (väärä jäljennöslusikan asemointi). Digitaalinen jäljentäminen on myös potilaalle mukavampaa, koska perinteiseen jäljennöksen ottoon verrattuna skannaaminen on nopeampi toimenpide eikä se vaadi jäljennöslusikoiden käyttöä, mikä puolestaan vähentää yökkäysrefleksiä.

Kliinikko voi itse tarkastella ja arvioida digitaalista jäljennöstä tietokoneelta, jonka jälkeen hiontaan voi tarpeen vaatiessa tehdä heti tarvittavia muutoksia. Uuden skannauksen voi myös tehdä heti, jos sille on tarvetta ennen valmiin tiedoston lähettämistä laboratorioon. (Alghazzawi, 2016)

4.2 Digitaalinen työmalli

Digitaalinen työmalli poistaa perinteisen kipsimallin tekemiseen liittyviä ongelmia, kuten jäljennöksen kutistumisen, kipsin kovettumisen odottamisen ja kipsin

laajentumisen kovettuessa. Digitaalinen työmalli poistaa myös aikaa vieviä vaiheita, kuten kipsimallin pohjan valamisen, mallien osittamisen ja radeerausten teon.

Digitaalisissa työmallissa hiontarajat voidaan paljastaa tietokoneavusteisesti, jolloin mahdolliset käsityöstä johtuvat epätarkkuudet poistuvat. Suunnitteluohjelmalla voidaan myös siistiä malli, joten kipsimallin käsin siistimisessä mahdollisesti tulevia virheitä ei esiinny. (Alghazzawi, 2016)

4.3 Laitteiston käyttöön liittyvät rajoitukset

Skannauslaitteiston ja suunnitteluohjelman hinta on vielä suhteellisen korkea, ja klinikon tulee käyttää myös aikaa ja rahaa niiden käytön harjoitteluun. Hammaslääkäreillä tulee myös olla paljon laitteistojen avulla tehtäviä töitä, jotta ne maksavat oman hintansa takaisin. (Davidowitz & Kotick, 2011)

4.4 Skannauksen rajoitukset

Suuskannerit pystyvät kuvaamaan vain sen mikä on kameran linssille näkyvillä. Täten rakenteita, jotka ovat syljen, veren tai pehmytkudoksen peitossa ei pysty tarkasti jäljentämään. Koko hammaskaaren jäljentämistarkkuus on myös tällä hetkellä vielä heikompaa kuin perinteisillä menetelmillä. (Alghazzawi, 2016)

Oikea skannausreitti on vielä tämän hetken tekniikalla tärkeää, jotta saadaan tarkin mahdollinen jäljennös taltioitua. Tämä tarkoittaa sitä, että jäljennettävä alue täytyy skannata tietystä järjestyksessä, jotta virtuaalisesta työmallista tulee mahdollisimman tarkka. Oikea skannausreitti on erityisen tärkeää huomioida, jos jäljennettävä alue on laaja. Oikea skannausreitti vaihtelee eri laitevalmistajien laitteistojen välillä. (Reich et al., 2015)

Hampaattomien sekä jyrkästi alaspäin kallistuvien alueiden jäljentäminen on myös vielä nykytekniikalla epätarkkaa (Reich et al., 2015).

4.5 Materiaalin työstöön liittyvät rajoitukset

Kerros kerrokselta -tyyppinen additiivinen tekniikka jättää vielä lopputuotteeseen porrasedektin, jos kerrostuspaksuutta ei ole asetettu pienimpään mahdolliseen resoluutioon. Tällöin kuitenkin rakenteen valmistukseen menee huomattavasti enemmän aikaa. (Barazanchi et al., 2017)

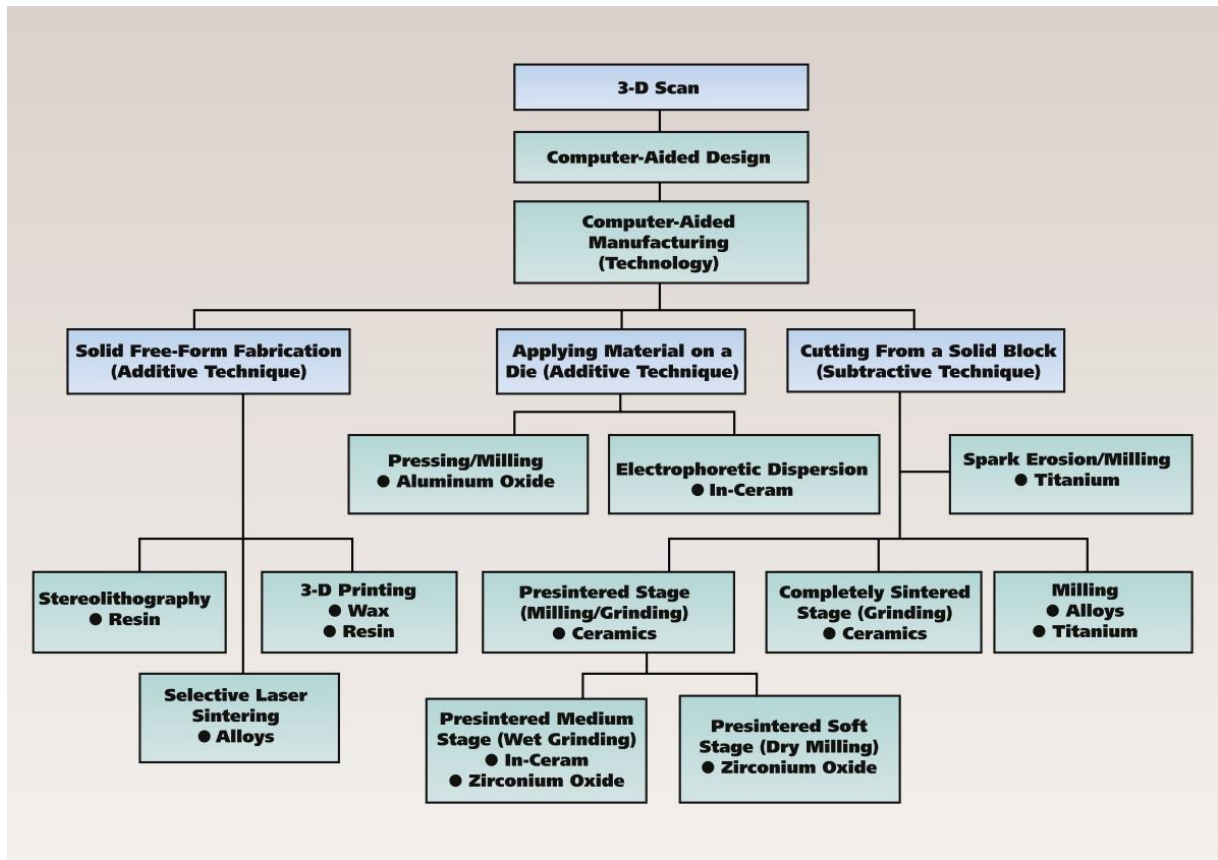
Lasikeraameja ei voida vielä 3D-tulostaa, vaan tulostaminen on rajoittunut metalleihin ja polymeerisiin materiaaleihin (Alghazzawi, 2016). Keraamisten rakenteiden 3D-tulostamista ollaan saatu hieman kehitettyä, mutta rakenteita täytyy vielä käsitellä jälkeensä. Jälkikäsitely taas aiheuttaa rakenteiden liiallista kutistumista. Tämän vuoksi keraamien jyrsiminen on vielä järkevämpää. (Barazanchi et al., 2017)

Tämän hetken CAD/CAM-järjestelmiä ei myöskään voida järkevästi käyttää massatuotantoon, koska niillä voidaan jyrsiä vain yhtä työtä kerrallaan (Van Noort, 2012). Myöskään 3D-tulostimien tehokkuus ei ole vielä halutulla tasolla, vaikka nopeus ja tarkkuus kehittyvät koko ajan. Kun tarkkuus paranee, tulostuksen nopeus yleensä hidastuu lisääntyneiden tulostuskerrosten myötä. (Barazanchi et al., 2017)

Rakenteiden 3D-tulostamisprosessissa tarvitaan vielä valmistusvaiheessa tukirakenteita, jotka lisätään manuaalisesti tai ohjelmoidaan tulostin tekemään ne ensin. Tulostuksen jälkeen ne poistetaan valmiista tuotteesta. Tukirakenteet tukevat valmistettavaa tuotetta tulostusprosessin aikana. (Barazanchi et al., 2017)

3D-tulostustekniikka on vielä niin tuoretta hammaslääketieteen alalla, joten suurin osa nykyään saatavilla olevista tulostimista eivät vielä ole niin optimoituja hammaslääketieteen tarpeisiin vastaavalla tavalla kuin jyrsimet. Muutamia isoa yrityksiä kuitenkin valmistavat jo 3D-tulostimia pelkästään hammaslääketieteelliseen käyttöön. Tosin jyrsintäteknologiallakin kesti kauan juurtua hammaslääketieteen alalle. (Barazanchi et al., 2017)

5 YHTEENVETO JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT



Kuva 3. Yhteenveto CAD/CAM -tekniikan käytöstä hammaslääketieteessä. (Strub et al., 2006)

Lähitulevaisuudessa, kun hinnat laskevat ja hammaslääkärit oppivat tuntemaan uuden teknologian paremmin, voidaan olettaa tietokoneavusteisten menetelmien käytön kasvavan. Samana päivänä valmistettavat restauraatiot tulevat yleistymään, ja tekniikka tulee laajentumaan myös irroitettaviin proteeseihin. Yksi kehityskohde on myös leukojen liikkeen simuloiminen suunniteluohjelmilla. On odotettavissa, että skannaus-, suunnittelu- ja jyrsintälaitteet tulevat myös olemaan tulevaisuudessa entistä helppokäyttöisempiä. (Davidowitz & Kotick, 2011)

Lähivuosina voitaneen ottaa jäljennöksiä ultraääniäaltojen avulla. Ääniaallot läpäisevät ienkudoksen vahingoittamatta sitä, eikä ientaskulankoja hiontarajojen paljastamiseen enää tarvita. Myöskään syljestä, verestä tai ientaskunesteestä ei tarvitse välittää, mikä johtaa siihen, että jäljentämistilanteesta tulee potilaalle

entistäkin helpompaa. Jäljennettäviä rakenteita ei tarvitse pitää kuivana eikä niitä tarvitse puhdistaa. Tulevaisuudessa työt voitaneen valmistaa laserjyrsimillä tai suoraan 3D-tulostamalla. (Vollborg, 2014 ks. Abdullah et al., 2018)

LÄHTEET

- Abdullah, A., Muhammed, F., Zheng, B., & Liu, Y. (2018). An Overview of Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) in Restorative Dentistry. *Mashhad University of Medical Sciences*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.22038/JDMT.2017.26351.1213>
- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>
- Barazanchi, A., Li, K. C., Al-Amleh, B., Lyons, K., & Waddell, J. N. (2017). Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. *Journal of Prosthodontics*, 26(2), 156–163. <https://doi.org/10.1111/jopr.12510>
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, 204(9), 505–511. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>
- Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55(3), 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.011>
- Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219(11), 521–529. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite - State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Kocaağaoğlu, H., Kılınç, H. İ., Albayrak, H., & Kara, M. (2016). In vitro evaluation of marginal, axial, and occlusal discrepancies in metal ceramic restorations produced with new technologies. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(3), 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.03.013>
- Papadiochou, S., & Pissiotis, A. L. (2018). Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(4), 545–551. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.07.001>
- Reich, S., Zimmermann, M., Mehl, A., Mörmann, W. H., Reich, S., Zimmermann, M., & Pyri, C. O. (2015). Intraoral scanning systems – a current overview
Intraoralscanner: eine aktuelle Übersicht. *International Journal of Computerized Dentistry*, 1818(22), 101–129.
- Ruse, N. D., & Sadoun, M. J. (2014). Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *Journal of Dental Research*, 93(12), 1232–1234. <https://doi.org/10.1177/0022034514553976>

Strub, J. R., Rekow, E. D., & Witkowski, S. (2006). Computer-aided design and fabrication of dental restorations: Current systems and future possibilities. *Journal of the American Dental Association*, 137(9), 1289–1296. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0389>

Van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials*, 28(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.014>

Zandparsa, R. (2014). Digital imaging and fabrication. *Dental Clinics of North America*, 58(1), 135–158. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2013.09.012>

KYSELYTUTKIMUS OSA I: TIETOKONEAVUSTEISET JÄLJENNÖS- JA TYÖSTÖMENETELMÄT – KYSELY HAMMASLÄÄKÄREILLE

Tutkimuksen tausta

Optinen jäljentäminen ja erityisesti siihen pohjautuva jyrinätekniikka ovat olleet hammaslääkäreiden käytössä jo jonkin aikaa, mutta tietokoneavusteisten tekniikoiden käytön laajuudesta ei ole tutkittua tietoa saatavilla.

Hammasproteettinen hoito elää voimakasta murrosvaihetta alan digitalisoitumisen vuoksi. Perinteisten jäljennösten avulla valettujen kipsimallien ja niiden päälle vahaamalla ja valamalla valmistettävien proteettisten rakenteiden valmistus on vähentynyt. Valutekniikan tilalle on viimeisten vuosien aikana tullut tietokoneohjattujen jyrinlaitteiden käyttö. Jyrimet mahdollistavat useiden erilaisten materiaalien käyttämisen, mitä ei ole valutekniikkaa käytettäessä voitu hyödyntää. Jyrinätekniikan rinnalle on hiljattain tullut myös 3D-printtaukseen pohjautuva valmistusmenetelmä, joka on saavuttamassa suurta suosiota erityisesti hammasimplanttien kanssa käytettävien proteettisten rakenteiden valmistuksessa. Tietokoneavusteisten tekniikoiden käyttäminen edellyttää, että suussa tehdyistä hammaspreparoinneista tai implanttien asemasta saadaan digitaalinen malli. Malli voidaan valmistaa skannaamalla perinteisen jäljennöksen avulla valmistettu kipsimalli hammaslaboratoriossa tai ottamalla optinen jäljennös suuskannerilla suoraan potilaan suusta. Digitaalisen tekniikan käyttöä on kuitenkin rajoittanut erilaisten laitteiden ja järjestelmien yhteensopimattomuus, mikä johtuu valmistajien patenttien aiheuttamista laitevaatimuksista. Viime aikoina yhä useampi laitevalmistaja on kuitenkin siirtynyt käyttämään avoimia tiedostoja, minkä arvellaan lisäävän uusien tekniikoiden käyttöä.

Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Webropol-kyselyn avulla, kuinka paljon tietokoneavusteisia tekniikoita käytetään hammaslääkäreiden vastaanotoilla, niin julkisella kuin yksityisellä sektorilla. Tarkoituksena oli myös selvittää, miten hammaslääkäreiden koulutustausta vaikuttaa uusien menetelmien soveltamisessa.

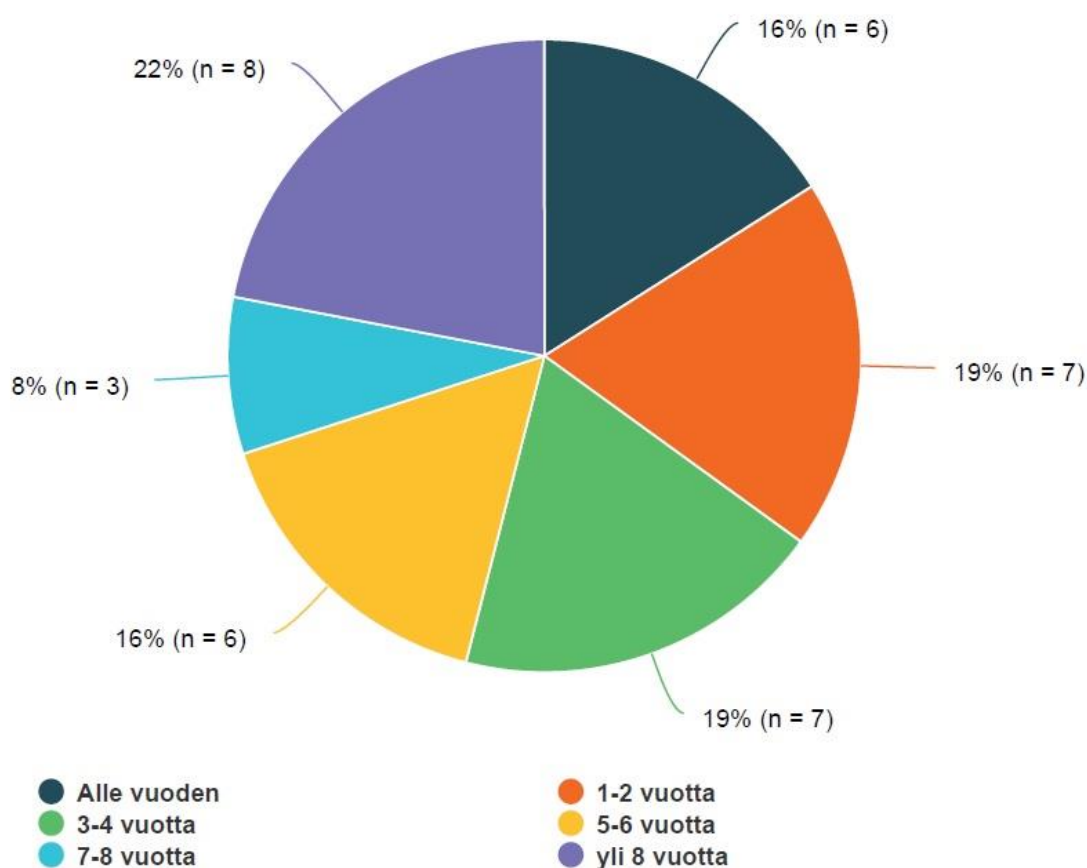
Optinen jäljentäminen ja erityisesti siihen pohjautuva jyräntekniikka ovat olleet hammaslääkäreiden käytössä jo jonkin aikaa, mutta tietokoneavusteisten tekniikoiden käytön laajuudesta ei ole tutkittua tietoa saatavilla. Tässä työssä selvitettiin Webropol -kyselyn avulla tietokoneavusteisten tekniikoiden käyttöä hammaslääkäreiden vastaanotoilla, vertaillen julkista ja yksityistä sektoria. Tarkoituksena oli myös selvittää miten hammaslääkäreiden koulutustausta vaikuttaa uusien menetelmien soveltamisessa.

Aineisto ja menetelmät

Kyselytutkimus toteutettiin Tyksin erityisvastuualueen (ERVA) hammaslääkäreille, mihin kuuluvat Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri ja Satakunnan sairaanhoitopiiri. Kysely välitettiin julkisena linkkinä sähköpostin välityksellä kohderyhmälle. Kyselylinkit lähetettiin 30.11.2017 ja vastausaikaa oli 20.12.2017 asti. Muistutusviesti lähetettiin 13.12.2017. Kyselyt laadittiin ja tulokset käsiteltiin Webropol-ohjelmistolla.

TULOKSET

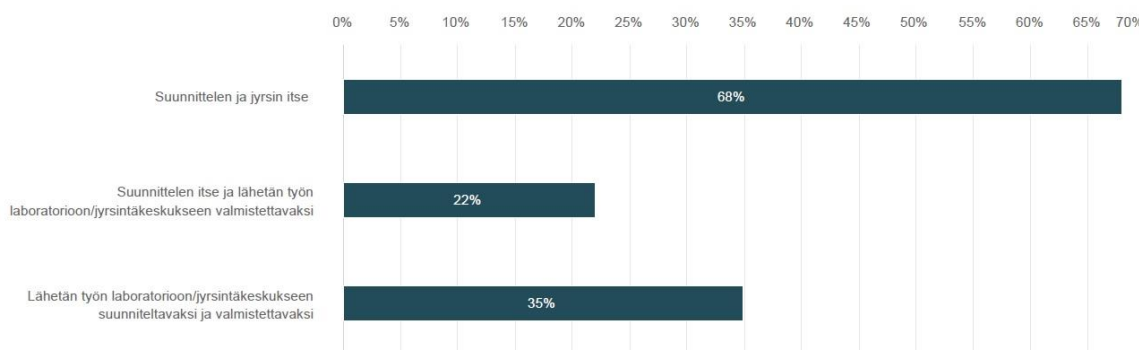
Kyselytutkimus lähetettiin 689 hammaslääkärille ja kyselyyn vastasi 120. Kyselyn vastausprosentti oli 17,6%. Vastaajia oli kaikista ikäryhmistä suhteellisen tasaisesti, mutta 35-44 vuotioiden vastaajien osuus oli pienempi kuin muiden. Suurin osa vastaajista oli hammaslääketieteen lisensiaatteja ja viidesosa oli myös hammaslääketieteen tohtoreita, erikoishammaslääkäreitä tai molempia. Vastaajista hieman alle puolet työskenteli julkisella sektorilla, reilu kolmasosa yksityisellä sektorilla ja kuudesosa molemmilla. Kyselyyn vastanneista noin kolmasosa käytti tai on käyttänyt digitaalisia jäljennöslaitteita. Seuraavana käsittelemme kyseisen joukon tietokoneavusteisten laitteiden käyttöä.



Kuva 1. Kuinka kauan olet käyttänyt työssäsi digitaalisia jäljennöslaitteita?

Aika, jolloin digitaaliset jäljennöslaitteet ovat olleet käytössä, jakautui tasaisesti alle vuoden ja yli kahdeksan vuoden välillä (ks. Kuva 1). Yhdeksän kymmenestä hammaslääkäristä, jotka vastasivat käyttävänsä tietokoneavusteisia menetelmiä, käyttävät niitä yksityisellä sektorilla. Kolmasosa käyttää digitaalisia jäljennöslaitteita

yli kymmenen kertaa kuukaudessa. Suuskannerin lisäksi noin kolmella neljästä oli käytössä myös jyrsin ja yhdellä vastaajalla oli käytössä 3D-tulostin. Suuskanneri on pääosin käytössä protetiikan apuvälineenä. Kyselystä huomattiin myös, että muutamalla hammaslääkärillä laite on käytössä myös ortodontian ja kirurgian tarpeisiin. Selvästi yleisin käytössä oleva suuskanneri on Cerec (Sirona, USA), joka on noin neljällä viidestä. Planmecan (Suomi) ja 3Shapen (Tanska) valmistamia suuskannereita oli myös muutamalla hammaslääkärillä käytössä.



Kuva 2. Digitaalisen työn suunnittelu ja valmistaminen.

Suurin osa hammaslääkäreistä suunnittelee ja jysii skannaamisen jälkeen työnsä itse. Skannattujen tiedostojen lähettäminen hammaslaboratorioon tai jyrsintakeskukseen on myös suosittua (ks. Kuva 2). Kyselytutkimuksen mukaan suurin osa käyttää suljetun järjestelmän laitteistoja. Jyrsimistä suosituin on Cerec, joka on lähes jokaisella jyrsintä käytävällä käytössä. Liitännäispalveluiden käyttö, kuten Smile design, pilvipalvelu tai älypuhelinsovellus, on vielä vähäistä.

Tietokoneavusteisia jäljennös- ja/tai työstömenetelmiä käyttävät hammaslääkärit perustelivat niiden käyttöä kestävämmillä paikoilla, työn tarkkuudella ja nopeutumisella, kustannustehokkuudella, miellyttävyydellä sekä potilaalle että hammaslääkärille ja nykyaikaisuudella.

Hammaslääkärit, jotka eivät käytä tietokoneavusteisia jäljennös- ja/tai työstömenetelmiä taas perustelivat asiaa laajojen töiden vääristymillä ja epätarkkuuksilla, laitteen puuttumisella vastaanotolta, koulutuksen puutteella, laitteiston liian korkealla hinnalla tai hammaslaboratorion kykenemättömyydellä valmistaa töitä digitaalisten jäljennösten pohjalta. Osa ei myöskään koe laitteiston käyttöä työssään tarpeelliseksi. Moni kuitenkin käyttäisi, jos siihen olisi mahdollisuus.

Tulevaisuudessa laitteiden käytön todennäköisyyteen liittyvät vastaukset, kahden tai viiden vuoden sisällä, eivät juurikaan eronneet toisistaan. Vastaukset jakautuivat suurimmaksi osaksi ”todennäköisesti en käytä” ja ”todennäköisesti käytän” - vastauksiin. Perusteluina tulevaisuuden käyttöön olivat lähinnä aiemmat positiiviset käyttökokemukset, tekniikan kehitys, digitaalisten töiden ja laitteiden määrän lisääntyminen, kustannustehokkuus ja laitteistojen hintojen mahdollinen laskeminen. Perustelut laitteiden käyttämättä jättämiselle tulevaisuudessa olivat uuden tekniikan opettelu, julkisen sektorin laitteistojen puute, eläköitymisen lähestyminen tai laitteilla ei ole tarkoituksenmukaista käyttöä omassa työssä.

POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

Digitaalisia jäljennöslaitteita on käytössä noin kolmasosalla Tyksin erityisvastuualueen (ERVA) hammaslääkäreistä painottuen vahvasti yksityiselle sektorille. Osalle näistä hammaslääkäreistä digitaalisten jäljennöslaitteiden kanssa työskentely on jo arkipäivää ja todennäköisesti vain lisääntyy tulevina vuosina. Suurimmalla osalla digitaalisten jäljennöslaitteiden ohessa on käytössä myös jrsin. Tästä syystä moni hammaslääkäri suunnittelee ja jrsii työnsä itse. On mielenkiintoista seurata, tuleeko tämä muuttumaan tulevina vuosina avointen järjestelmien lisääntyessä.

3D-tulostimet eivät olleet vielä laajassa käytössä hammaslääkäreiden vastaanotoilla. Tulostimien ja materiaalien kehittyessä tämä tulee kuitenkin muuttumaan. Tällä hetkellä tietokoneavusteisia laitteita käytetään pääasiassa restoratiivisen hoidon apuvälineenä. Ajan kuluessa niillä lienee olevan enemmän käyttöä myös muilla erikoisaloilla. Liitännäispalveluiden käyttö, kuten Smile design, pilvipalvelu tai älypuhelinsovellus, on vielä kyselyn perusteella vähäistä, mutta moni hammaslääkäri käyttänee tietämättään laitevalmistajan pilvipalvelua tiedon siirtämiseen. Laitevalmistajista Sirona (Cerec) hallitsee markkinoita tällä hetkellä niin suuskannerien kuin jrsintenkin osalta.

KYSELYTUTKIMUS OSA II: DIGITALISAATION TUOMAT HAASTEET JA MAHDOLLISUUDET – KYSELY HAMMASLABORATORIOILLE

Tutkimuksen tausta

Tietokoneavusteinen materiaalien työstö on ollut hammaslaboratorioissa laajalti käytössä jo useita vuosia, eikä perinteiseen valumenetelmään pohjautuvaan tekniikkaan olla enää moderneissa laboratorioissa panostettu. Laboratoriotyöskentely pohjautuu kuitenkin vahvasti laboratorioskannereiden käyttöön, jonka avulla laboratorio tuottaa itse digitaalisen mallin omaan käyttöönsä. Optisten jäljennösten yleistyessä on odotettavissa, että laboratoriot joutuvat jatkossa työstämään hammasproteettiset työnsä hammaslääkäriltä saatavan digitaalisen tiedoston pohjalta. Laboratorioiden valmiudesta vastaanottaa ja käyttää optisten jäljennösten tiedostoja ei ole tutkittua tietoa saatavilla. Laboratorioiden toiveista ja vaatimuksista ei myöskään ole kattavaa selvitystä olemassa.

Tutkimuksen tarkoitus

Tässä kyselyssä selvitettiin digitalisaation tuomat haasteet ja mahdollisuudet hammaslaboratorioiden näkökulmasta. Tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa tutkittua tietoa hammaslaboratorioiden valmiuksista vastaanottaa, suunnitella ja työstää hammasproteettisia töitä tietokoneavusteisesti. Kyselyn avulla halusimme saada myös hammaslaboratorioiden toiveet ja vaatimukset selville hammaslääkärien kuvaamien optisten jäljennösten suhteen.

Aineisto ja menetelmät

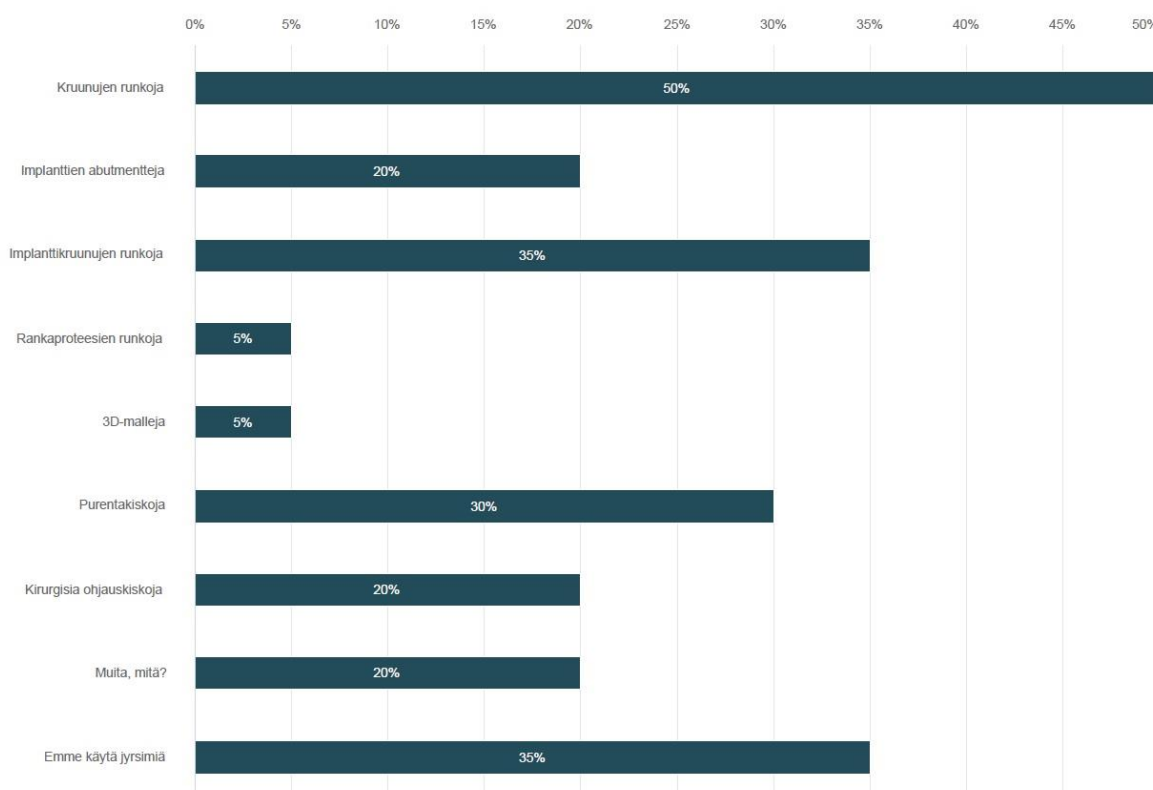
Kyselytutkimus toteutettiin suomalaisille hammaslaboratorioille.

Sähköpostiosoitelistaa ei ollut saatavilla, joten vastaanottajat etsittiin Fonecta Finderista. Hakukriteerinä oli yli 400 000€ vuosittainen liikevaihto rajataksemme tutkimuskohortin alan suurempiin toimijoihin. Kysely välitettiin julkisena linkkinä sähköpostin välityksellä kohderyhmälle. Kyselylinkit lähetettiin 18.11.2018 ja

vastausaikaa oli 9.12.2018 asti. Muistutusviesti lähetettiin 27.11.2018. Kyselyt laadittiin ja tulokset käsiteltiin Webropol-ohjelmistolla.

TULOKSET

Kyselytutkimus lähetettiin 48 hammaslaboratoriolle tai -teknikolle. Kyselyyn vastasi 21 henkilöä. Kyselyn vastausprosentti oli 43,8%. Hammaslaboratoriot ympäri Suomen vastasivat kyselyyn ja suuri osa näistä sijaitsi pääkaupunkiseudulla. Hammaslaboratorioiden henkilömäärä vaihteli yhden ja yhdeksän välillä (mediaani neljä henkilöä). Laboratorioiden perustamisvuodet vaihtelivat tasaisesti 1981 ja 2017 välillä. Lähes kaikilla oli käytössä 3D-skanneri ja noin puolella laboratoriojyrsin. 3D-tulostimia oli käytössään hieman yli kolmasosalla. Vain yhdellä kymmenestä hammaslaboratoriosta ei ollut tietokoneavusteisia CAD/CAM -laitteita käytössään.



Kuva 1. Mitä töitä valmistatte jyrsimällä?

Lähes puolet tietokoneavusteisia laitteita käyttäneistä laboratorioista ovat käyttäneet niitä yli kahdeksan vuotta. Suosituin suunnitteluohjelma (CAD-software) oli 3Shapen, joka oli puolilla vastaajista. Käytössä oli myös Sirona, Dental Wings, ExoCAD sekä muutaman muun laitevalmistajan ohjelmisto. Laboratoriot jyrsivät pääasiassa kiinteitä restauraatioita, mutta myös purentakiskoja ja kirurgisia ohjauskiskoja (ks. Kuva 1). Jyrsittäviä materiaaleja oli useita käytössä (ks. Kuva 2). Laboratoriot itse valmistivat 3D-tulostamalla pääasiassa malleja, purentakiskoja sekä kirurgisia ohjauskiskoja. Myös kruunuja valmistettiin tulostamalla. Liitännäispalveluista pilvipalvelu ja

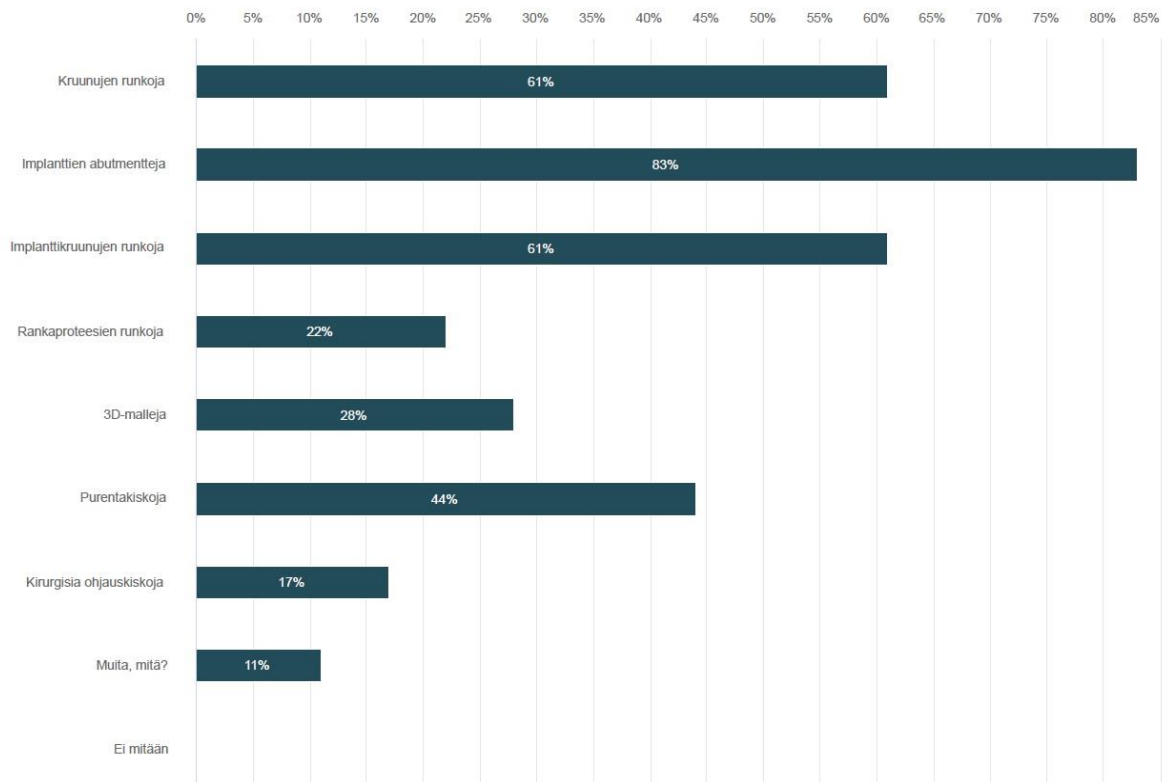
älypuhelinsovellus oli noin kolmasosalla hammaslaboratorioista käytössä. Yhdellä vastaajista oli käytössä myös Smile design.



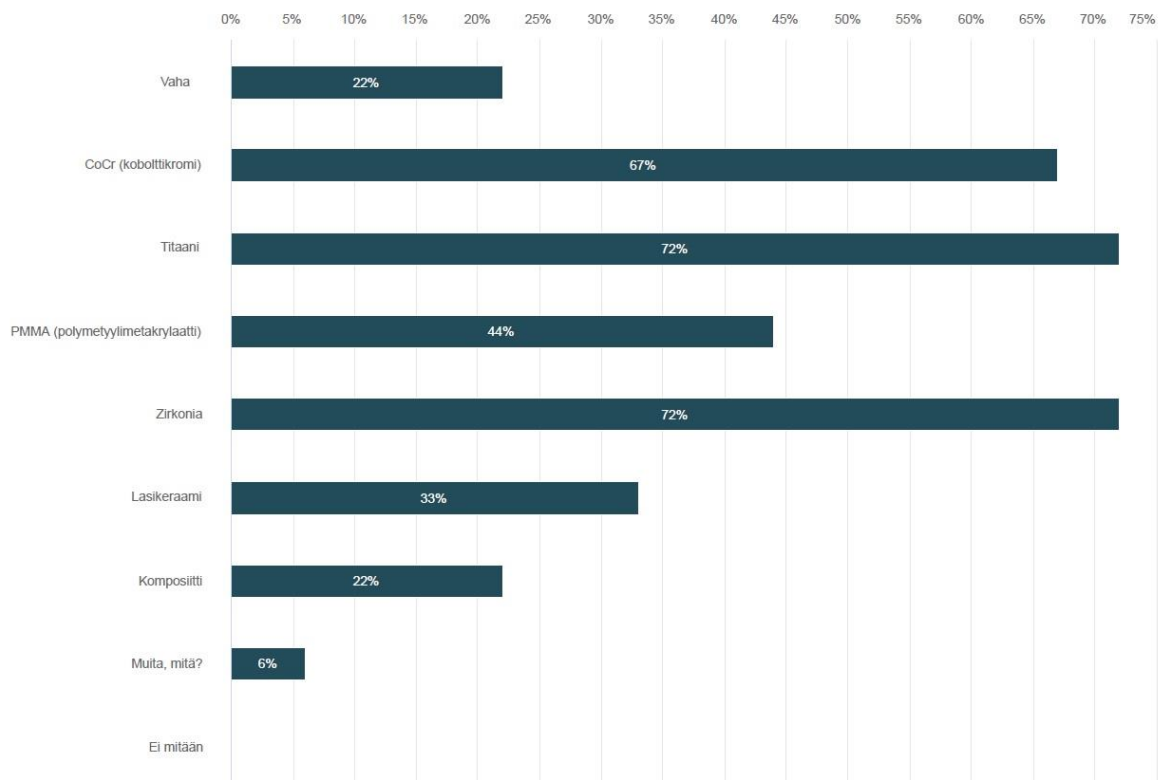
Kuva 2. Mitä materiaaleja jyrсите?

Lähes kaikki hammaslaboratoriot tekivät yhteistyötä muiden laboratorioden tai jyrsintäkeskusten kanssa tietokoneavusteisten menetelmien parissa.

Hammaslaboratoriot teettivät tietokoneavusteisia töitä niin kotimaassa kuin ulkomailla. Yhteistyökumppanit jyrсivät pääasiassa kruunujen runkoja sekä implanttien jatkeita (ks. Kuva 3). Yhteistyökumppaneiden jyrсimiä materiaaleja oli useita, mutta painottui pääasiassa koboltti-kromiin, titaaniin sekä zirkoniaan (ks. Kuva 4). Yli puolet kysymykseen vastanneista hammaslaboratorioista teki yhteistyötä myös 3D-tulostamisen parissa. Lähes kaikki näistä laboratorioista tilasivat tulostettuja malleja.



Kuva 3. Mitä töitä yhteistyökumppaninne jyrää teille?



Kuva 4. Mitä materiaaleja yhteistyökumppaninne jyrää teille?

Hammaslaboratoriot perustelivat tietokoneavusteisten menetelmien käyttöä pääasiassa työskentelyn nopeutumisella, tarkkuudella, tasalaatuisuudella, toistettavuudella, esteettisyydellä, helppokäyttöisyydellä ja kustannustehokkuudella. Tietokoneavusteisten menetelmien käyttämättömyyttä taas perusteltiin paremmalla lopputuloksella perinteisiä menetelmiä käyttäen ja jysintäpalveluiden korkealla hinnalla. Lähes kaikki kyselyyn vastanneet hammaslaboratoriot tulevat todennäköisesti käyttämään tietokoneavusteisia menetelmiä lähitulevaisuudessa.

Hammaslaboratorioiden toiveet hammaslääkärien kuvaamien optisten jäljennösten suhteen olivat seuraavat: ymmärrys hiontojen merkityksestä konetyöstetyissä töissä, jäljennöksen tulisi olla mahdollisimman hyvälaatuinen sekä tarpeeksi laaja ilman ylimääräistä muokkaamista tai parantelua. Laajemmalla jäljennöksellä tekniikko saa enemmän tietoa purennasta ja morfologiasta. Jäljennökset tulisi olla nimetty tunnistettavasti. Kaikki järjestelmät eivät ole yhteensopivia, vaikka laitevalmistajat antavat näin ymmärtää.

POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

Hammaslaboratoriot ovat työskennelleet tietokoneavusteisten laitteiden kanssa jo useampia vuosia. Lähes kaikki kyselyyn osallistuneista hammaslaboratorioista omistivat 3D-skannerin ja noin puolella oli lisäksi myös laboratoriojyrsin. 3D-tulostimia oli käytössään noin kolmasosalla, mutta niiden määrä tulee kasvamaan tekniikan kehittyessä. Hammaslaboratorioilla oli useamman eri valmistajan laitteita ja suunnitteluohjelmia käytössään, mikä edellyttää avoimia järjestelmiä sekä niiden yhteensopivuutta.

Hammaslaboratoriot jyräsivät pääasiassa kiinteitä restauroitioita useasta eri materiaalista, joista suosituimmat olivat lasikeraami ja zirkonia. 3D-tulostimien käyttö painottui pääasiassa työmalleihin, purentakiskoihin ja kirurgisiin ohjauskiskoihin. Laittevalmistajien liitännäispalveluista pääosin pilvipalvelu ja älypuhelinsovellus olivat käytössä.

Hammaslaboratorioiden yhteistyö oli suosittua niin kotimaisten kuin ulkomaistenkin yhteistyökumppaneiden kesken. Kyselyyn vastanneet teettivät yhteistyökumppaneillaan pääasiassa kruunujen runkoja ja implanttien jatkeita, sekä 3D-malleja. Yleisimmät yhteistyökumppaneilla jyrätyt materiaalit olivat koboltti-kromi, titaani ja zirkonia.

Vastausten perusteella tietokoneavusteinen materiaalien työstö on tullut jäädäkseen. Lähes kaikki kyselyyn vastanneet hammaslaboratoriot tulevat käyttämään tietokoneavusteisia menetelmiä lähitulevaisuudessa. Tietokoneavusteiset menetelmät nopeuttavat työskentelyä sekä tuottavat toistettavuudellaan tasaisen laadun. Näillä on kuitenkin omat käyttötarkoituksensa ja ne eivät tule korvaamaan täysin perinteisiä menetelmiä ainakaan vielä lähitulevaisuudessa.

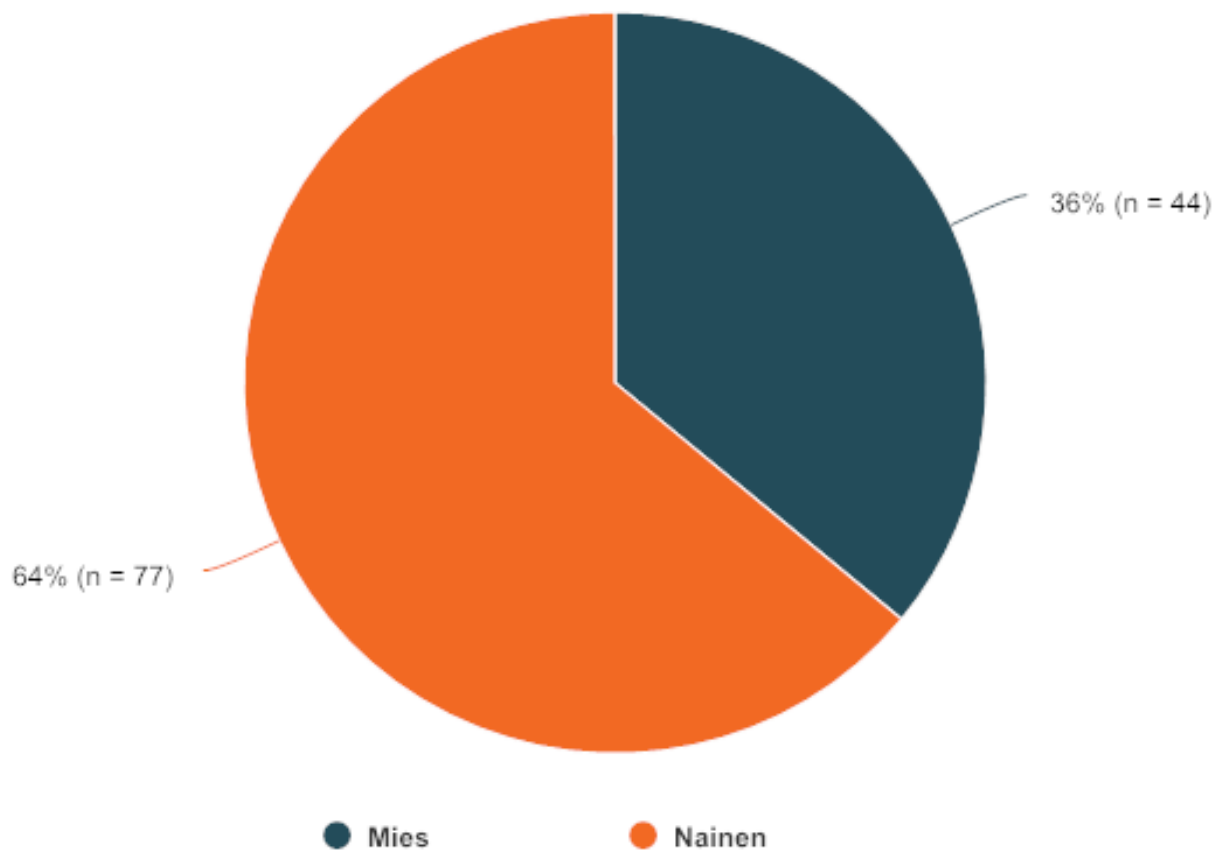
LIITTEET

Kysely hammaslääkäreille: Tietokoneavusteiset jäljennös- ja työstömenetelmät

Vastaajien kokonaismäärä: 121

1. Sukupuoli

Vastaajien määrä: 121



	n	Prosentti
Mies	44	36,36%
Nainen	77	63,64%

2. Paikkakunta

Vastaajien määrä: 121

Turku
Turku
Salo
Turku
Vehmaa
pori
Turku
vaasa
Pori
Rauma
Satakunta
Turku
Pori
Turku
uusikaupunki
Sastamala
Rauma
Pietarsaari
Turku
Pori
Raisio
Turku
Helsinki
Vaasa
Pori
Eura
Pietarsaari

Somero
Turku
Turku
Pietarsaari
Turku
Närpiö
turku
Turku
Rauma
Turku
turku
Pietarsaari
Kemiö
Tampere
Kemiönsaari
Pietarsaari
Pori
Turku
Somero
Helsinki
Turku
Turku
Somero
Vaasa
Turku
Ulvila
Turku
Pori
Kaarina
Rauma
Turku

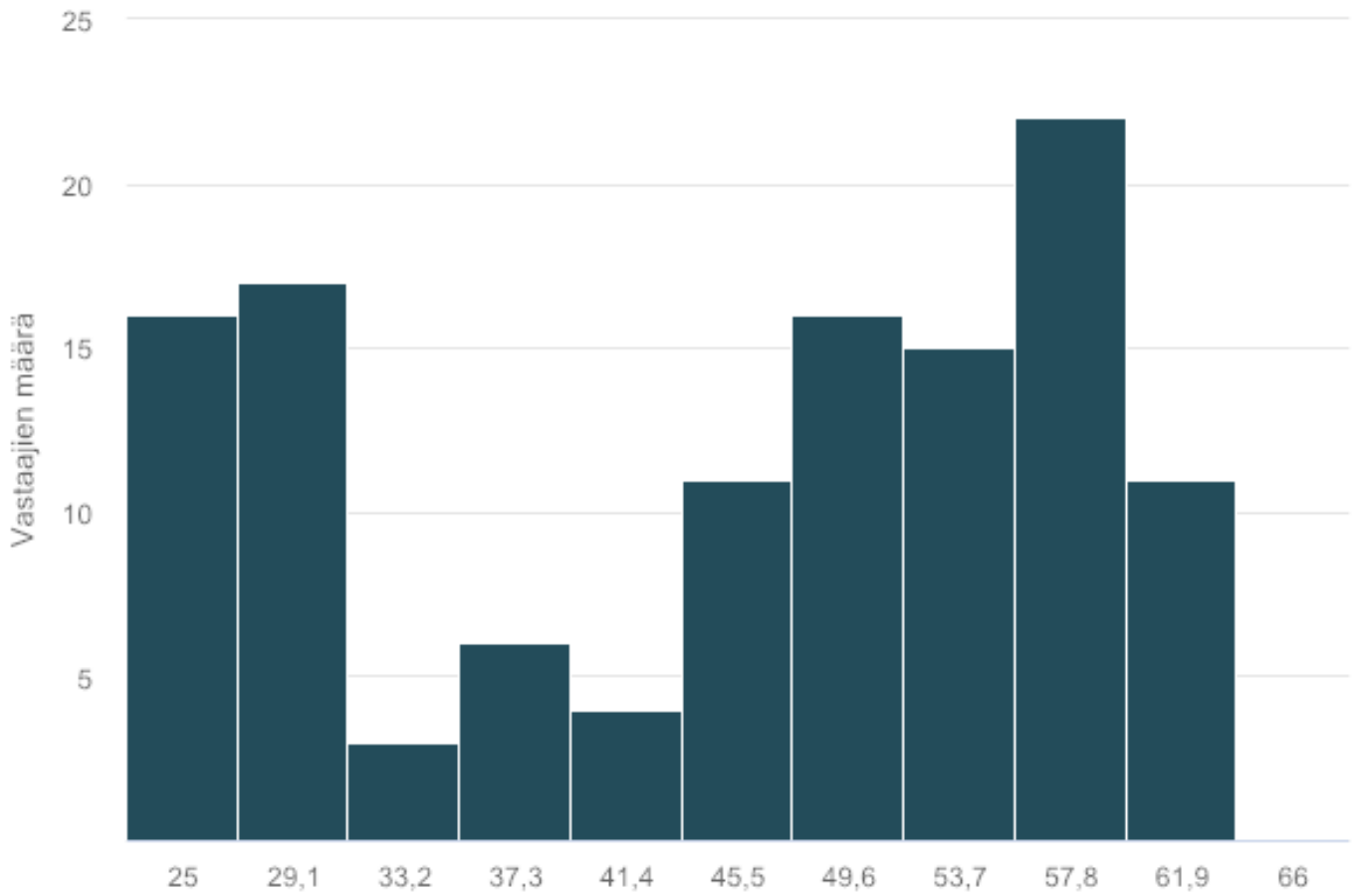
Pori
Turku
Parainen
Turku
Pori
turku
Pori
Somero
Rauma
Turku
Turku
Koski TL
Turku
Eura
Raisio
Pori
Salo
Turku
Salo
Pori
turku
Rauma
Turku
Pori
Turku
loimaa
Laihia
turku
Pori
Loimaa
Jakobstad

Närpes
Kokemäki
Vaasa
Pietarsaari
Parainen
Rauma
Turku
Turku
Vaasa
Turku
Pohjanmaa
Turku
Turku
vaasa
TURKU
Raisio
TURKU
Turku
Vaasa
Turku
Turku
Turku
Kaarina
turku
Kaarina
Pori
Turku
Turku
Rauma
Raisio
Turku

SALO

3. Ikä

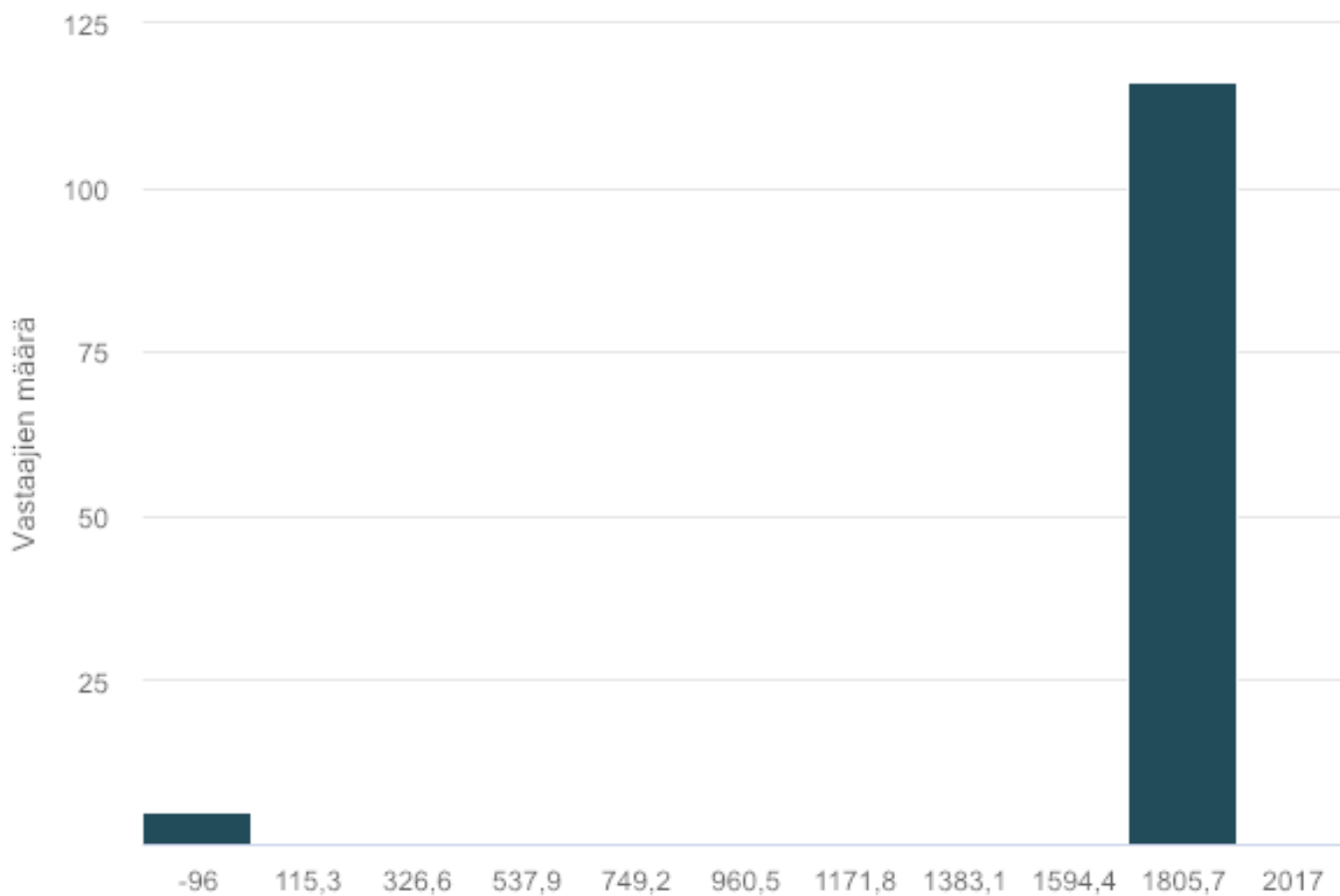
Vastaajien määrä: 121



	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani
	25	66	47,01	51

4. Valmistumisvuosi

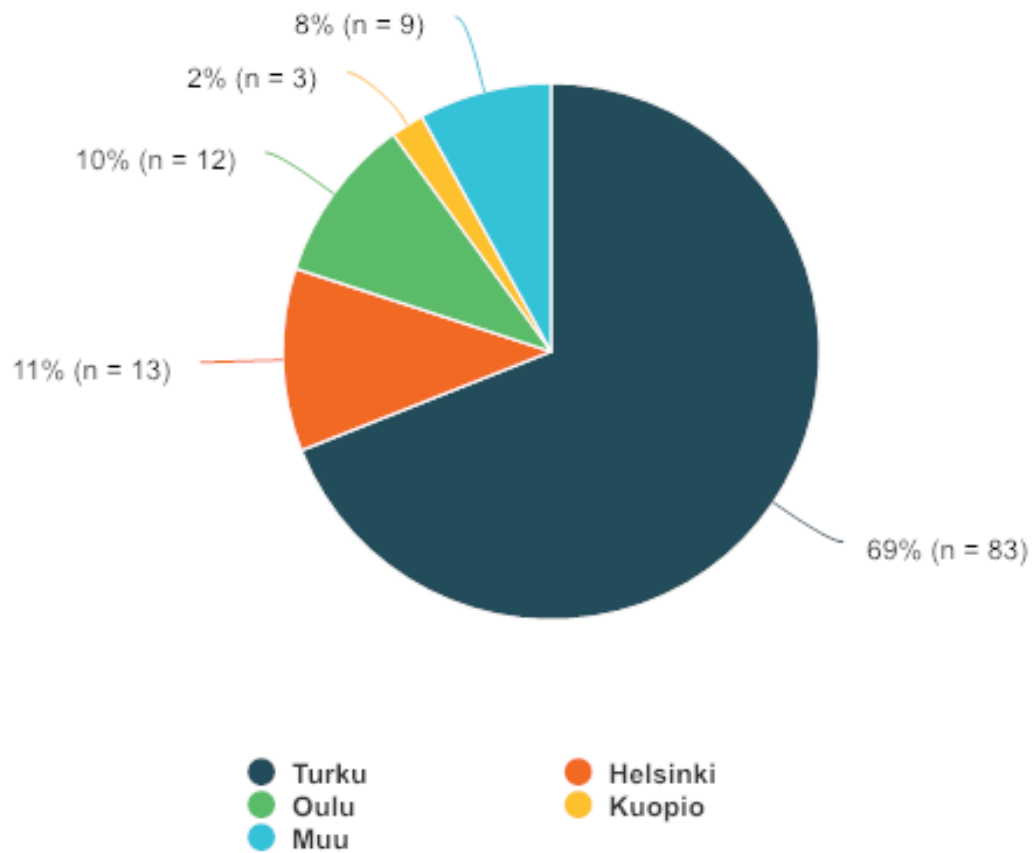
Vastaajien määrä: 121



	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani
	-96	2017	1915,64	1993

5. HLL-tutkinnon suorituspaikka

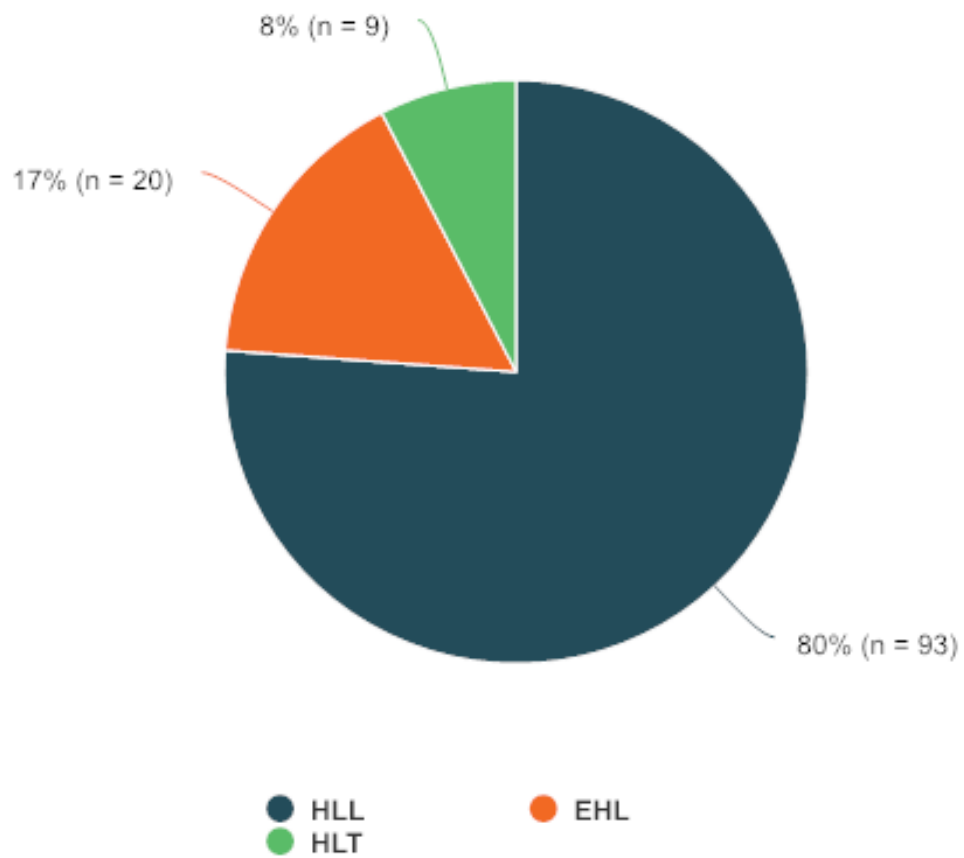
Vastaajien määrä: 120



	n	Prosentti
Turku	83	69,17%
Helsinki	13	10,83%
Oulu	12	10%
Kuopio	3	2,5%
Muu	9	7,5%

6. Koulutus

Vastaajien määrä: 116, valittujen vastausten lukumäärä: 122



	n	Prosentti
HLL	93	80,17%
EHL	20	17,24%
HLT	9	7,76%

7. Mikäli olet erikoistunut tai erikoistumassa, mikä on erikoisalasi?

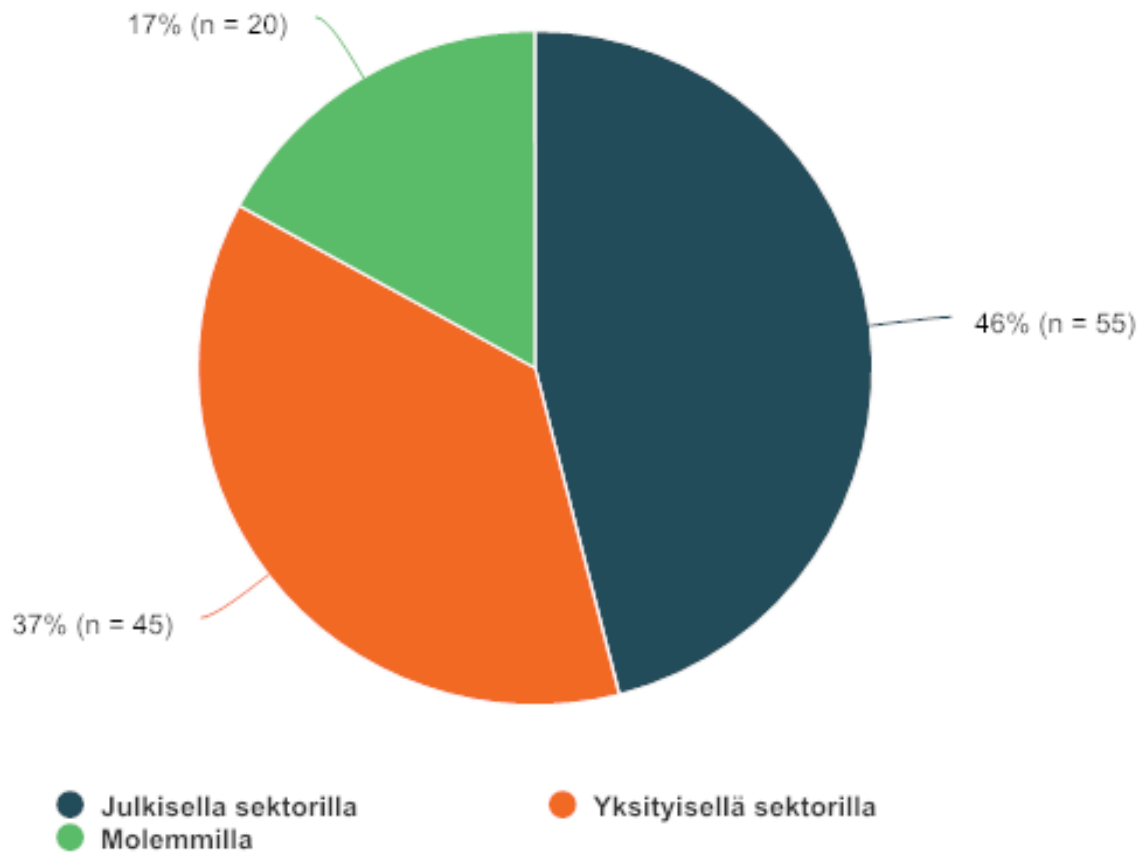
Vastaajien määrä: 31

en ole erikoistunut
Radiologia
terveydenhuolto
protetiikka/purentafysiologia, sivuosa-alueena endodontia
oikomishoito
ortodontia
Lasten hammashoito
Oikomishoito
Kliininen Hammashoito
Protetiikka
Kar-endo
Suu- ja leukakirurgia
protetiikka ja parentafysiologia
suugerontologia
ortodontia
-
Oikomishoito
protetiikka
prote + pur.fys.
Parodontologia
-
Kariologia ja endodontia
protetiikka parentafysiologia
protetiikka
protetiikka ja parentafysiologia
kar/endo
Protetiikka

kliin/prot-purfys
Protetiikka
Ort
protetiikka

8. Työskenteletkö julkisella-, yksityisellä- vai molemmilla sektoreilla?

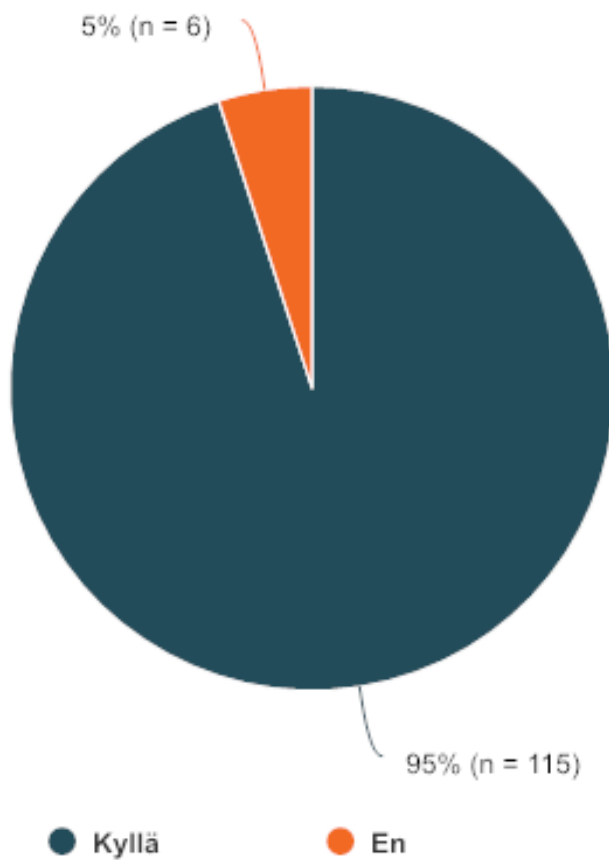
Vastaajien määrä: 120



	n	Prosentti
Julkisella sektorilla	55	45,83%
Yksityisellä sektorilla	45	37,5%
Molemmilla	20	16,67%

9. Teetkö tällä hetkellä kliinistä työtä?

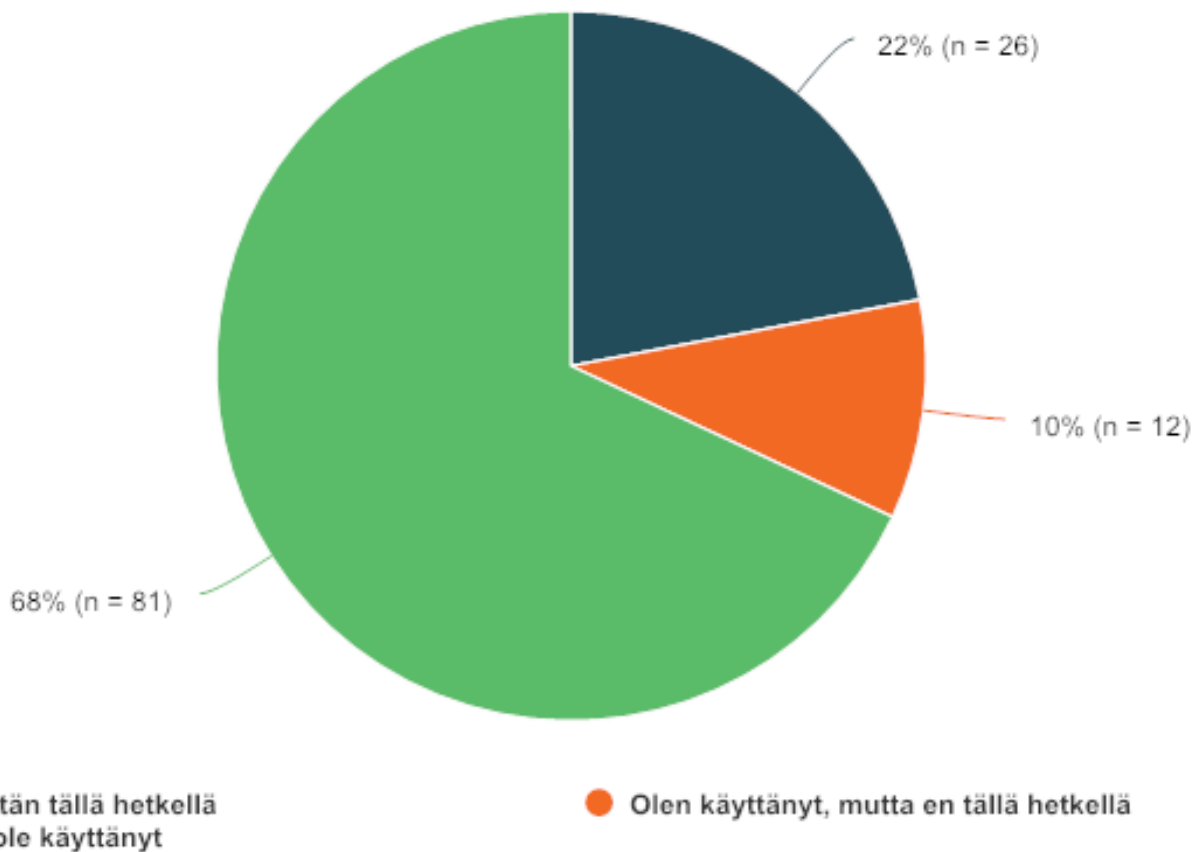
Vastaajien määrä: 121



	n	Prosentti
Kyllä	115	95,04%
En	6	4,96%

10. Oletko käyttänyt/käytätkö kliinisessä työssäsi digitaalisia jäljennöslaitteita? Jos vastaat "En ole käyttänyt", niin siirry kysymykseen 22.

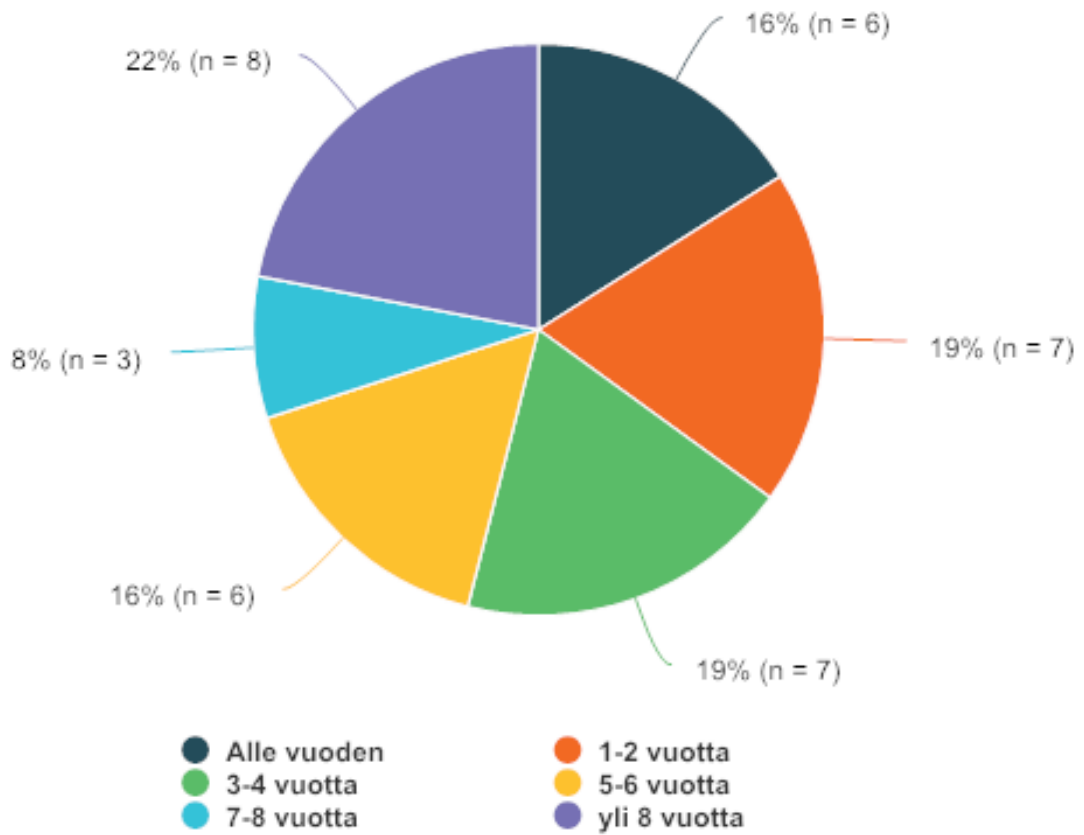
Vastaajien määrä: 119



	n	Prosentti
Käytän tällä hetkellä	26	21,85%
Olen käyttänyt, mutta en tällä hetkellä	12	10,08%
En ole käyttänyt	81	68,07%

11. Kuinka kauan olet käyttänyt työssäsi digitaalisia jäljennöslaitteita?

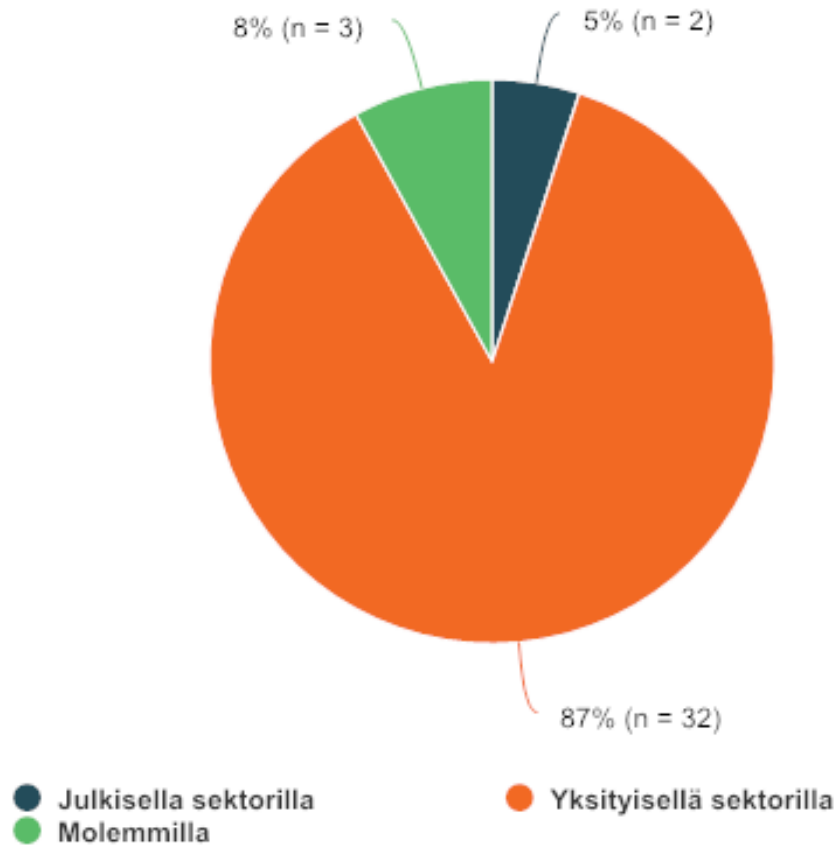
Vastaajien määrä: 37



	n	Prosentti
Alle vuoden	6	16,21%
1-2 vuotta	7	18,92%
3-4 vuotta	7	18,92%
5-6 vuotta	6	16,22%
7-8 vuotta	3	8,11%
yli 8 vuotta	8	21,62%

12. Käytätkö tietokoneavusteisia jäljennös/työstömenetelmiä työskennellessäsi julkisella-, yksityisellä- vai molemmilla sektoreilla?

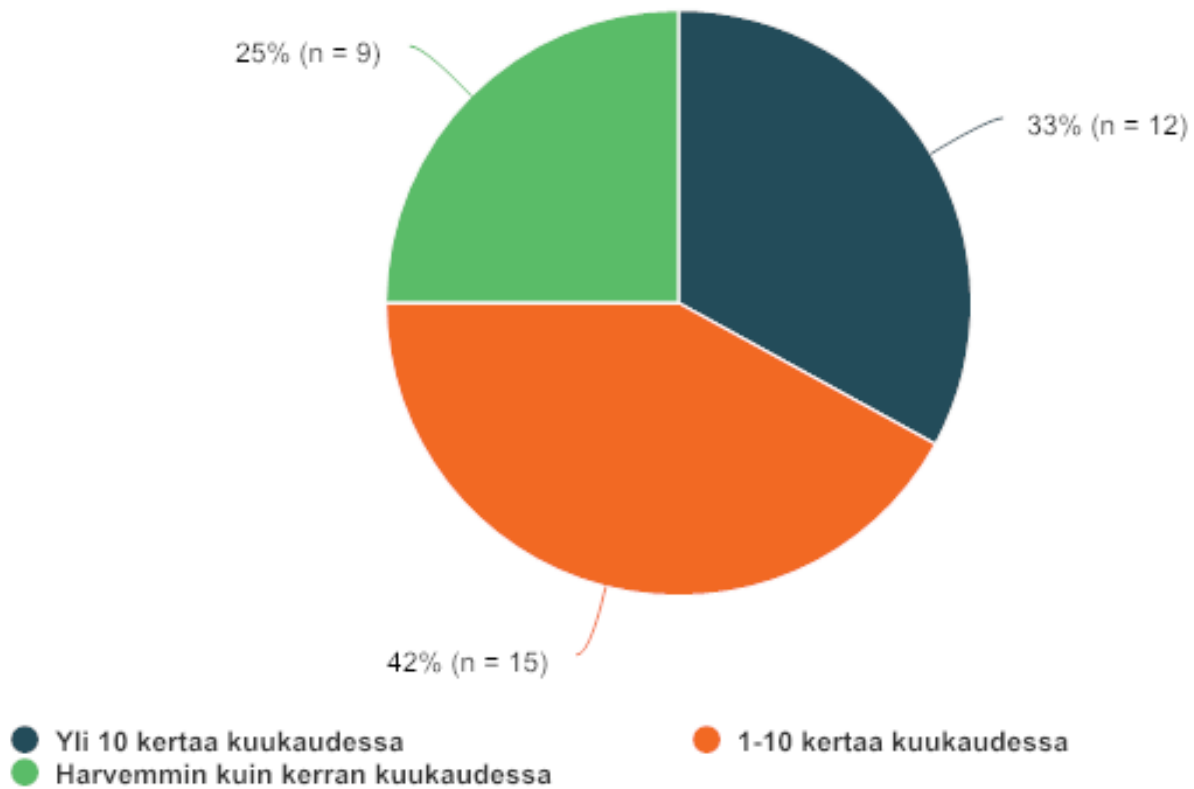
Vastaajien määrä: 37



	n	Prosentti
Julkisella sektorilla	2	5,4%
Yksityisellä sektorilla	32	86,49%
Molemmilla	3	8,11%

13. Kuinka usein käytät digitaalisia jäljennöslaitteita?

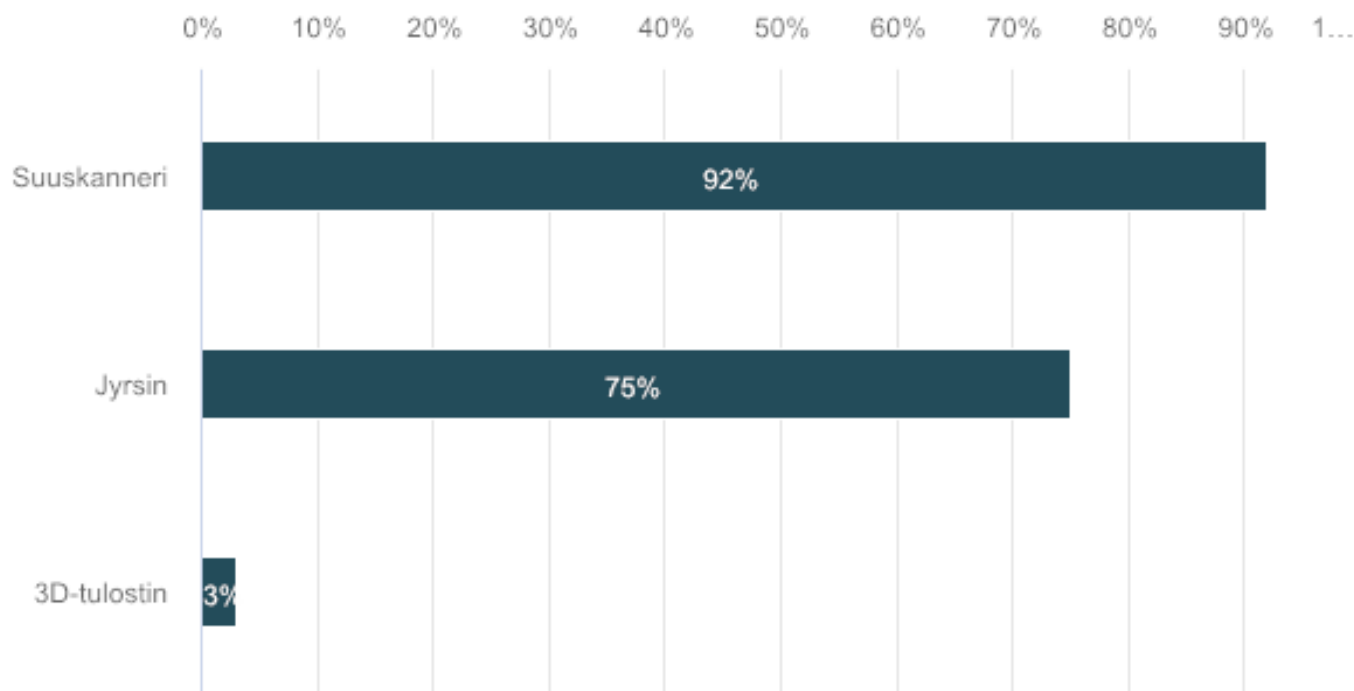
Vastaajien määrä: 36



	n	Prosentti
Yli 10 kertaa kuukaudessa	12	33,33%
1-10 kertaa kuukaudessa	15	41,67%
Harvemmin kuin kerran kuukaudessa	9	25%

14. Mitä laitteita käytät työssäsi?

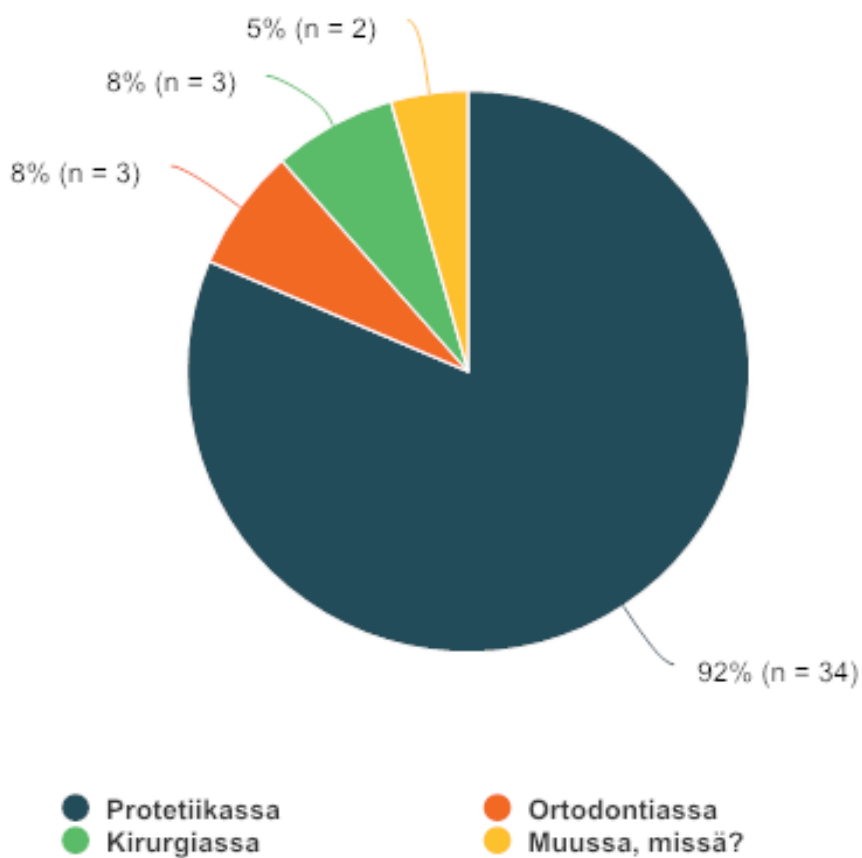
Vastaajien määrä: 36, valittujen vastausten lukumäärä: 61



	n	Prosentti
Suuskanneri	33	91,67%
Jyrsin	27	75%
3D-tulostin	1	2,78%

15. Missä käytät suuskanneria?

Vastaajien määrä: 37, valittujen vastausten lukumäärä: 42



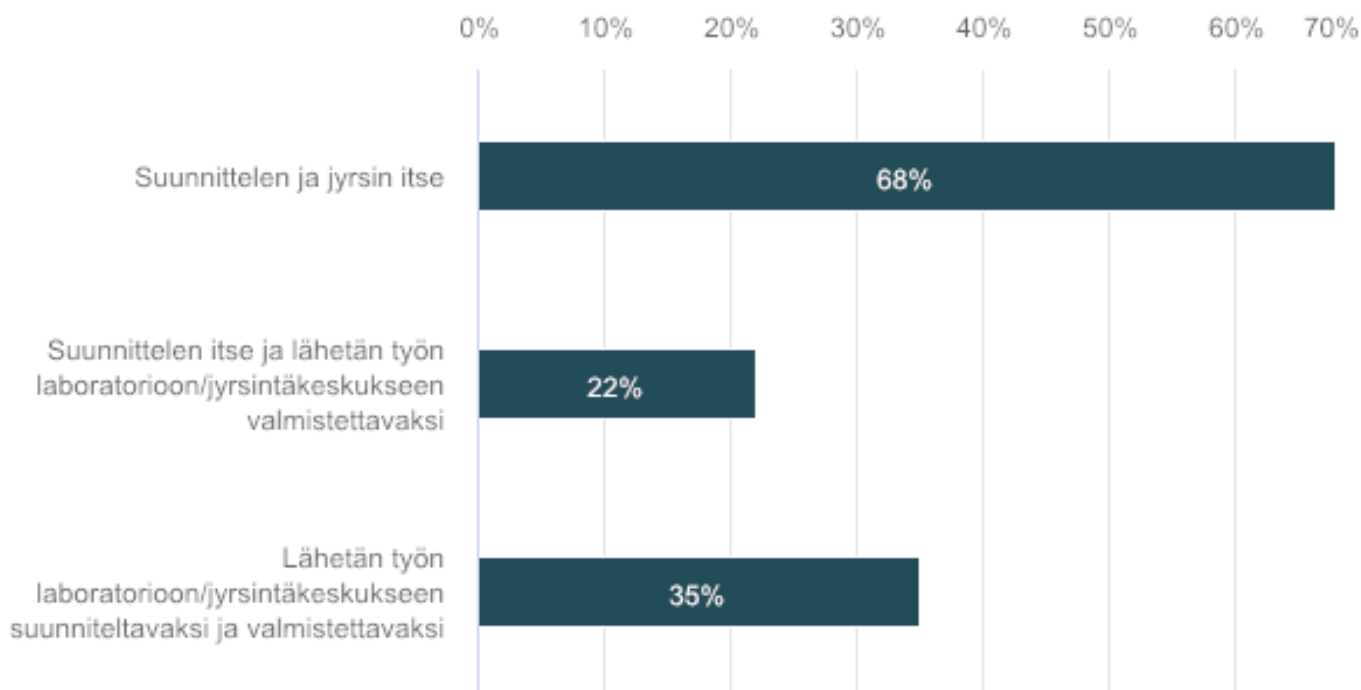
	n	Prosentti
Protetiikassa	34	91,89%
Ortodontiassa	3	8,11%
Kirurgiassa	3	8,11%
Muussa, missä?	2	5,41%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muussa, missä?	kariologiassa
Muussa, missä?	paikkaus

16. Digitaalisen työn suunnittelu ja valmistaminen

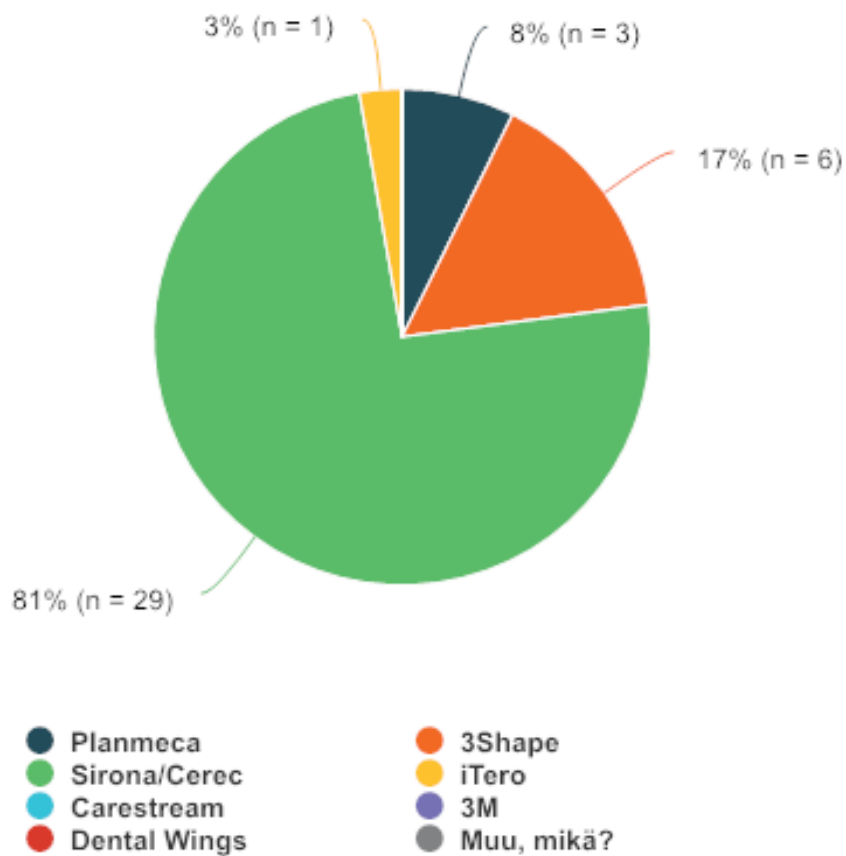
Vastaajien määrä: 37, valittujen vastausten lukumäärä: 46



	n	Prosentti
Suunnittelen ja jyrsin itse	25	67,57%
Suunnittelen itse ja lähetän työn laboratorioon/jyrsintäkeskukseen valmistettavaksi	8	21,62%
Lähetän työn laboratorioon/jyrsintäkeskukseen suunniteltavaksi ja valmistettavaksi	13	35,14%

17. Mitä suuskanneria käytät?

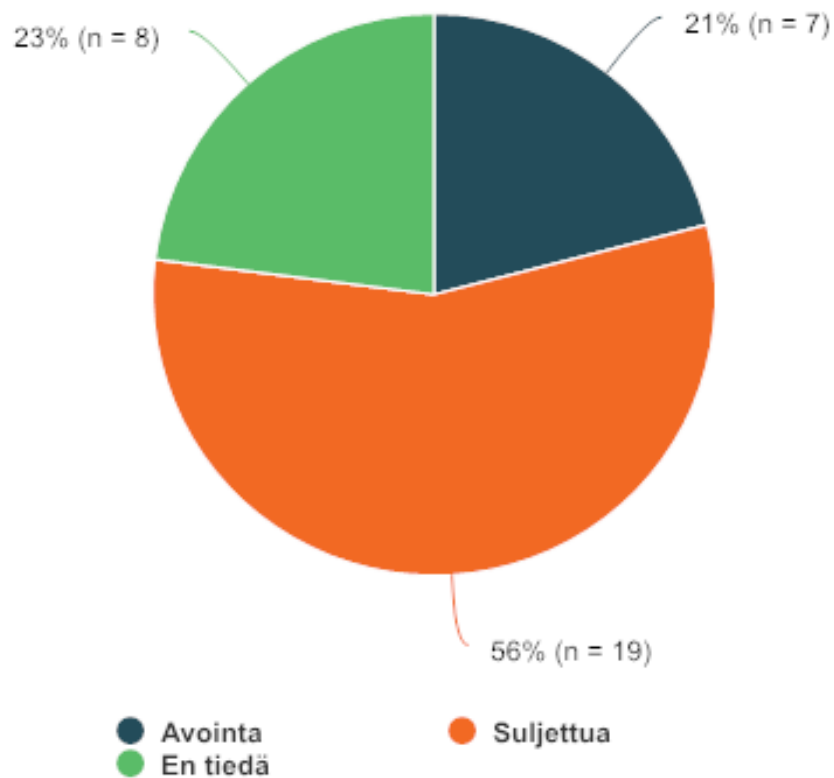
Vastaajien määrä: 36, valittujen vastausten lukumäärä: 39



	n	Prosentti
Planmeca	3	8,33%
3Shape	6	16,67%
Sirona/Cerec	29	80,56%
iTero	1	2,78%
Carestream	0	0%
3M	0	0%
Dental Wings	0	0%
Muu, mikä?	0	0%

18. Käytätkö avoimen vai suljetun systeemin suuskanneria?

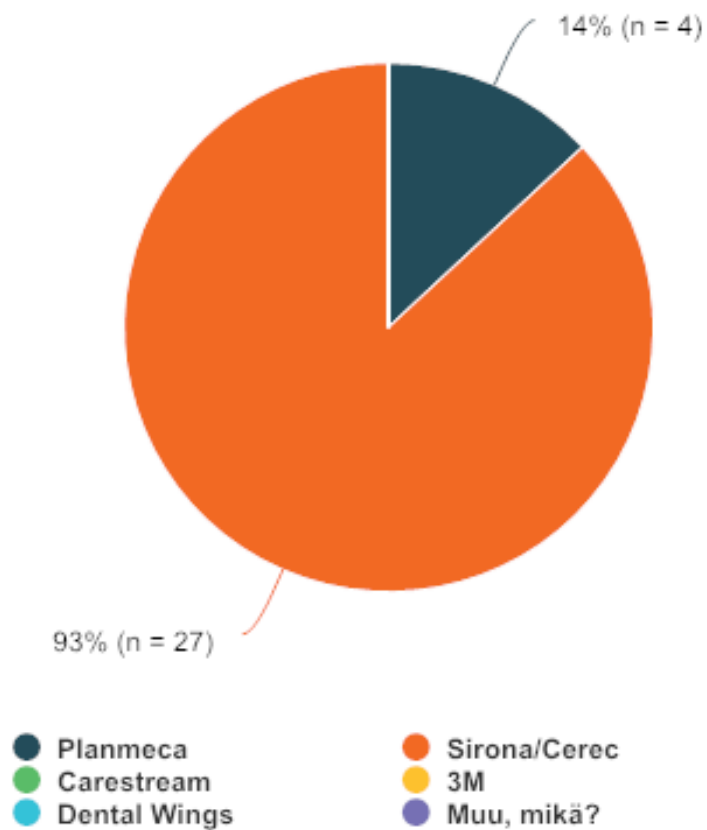
Vastaajien määrä: 34



	n	Prosentti
Avointa	7	20,59%
Suljettua	19	55,88%
En tiedä	8	23,53%

19. Jos käytät jysintä, niin mitä jysintä käytät?

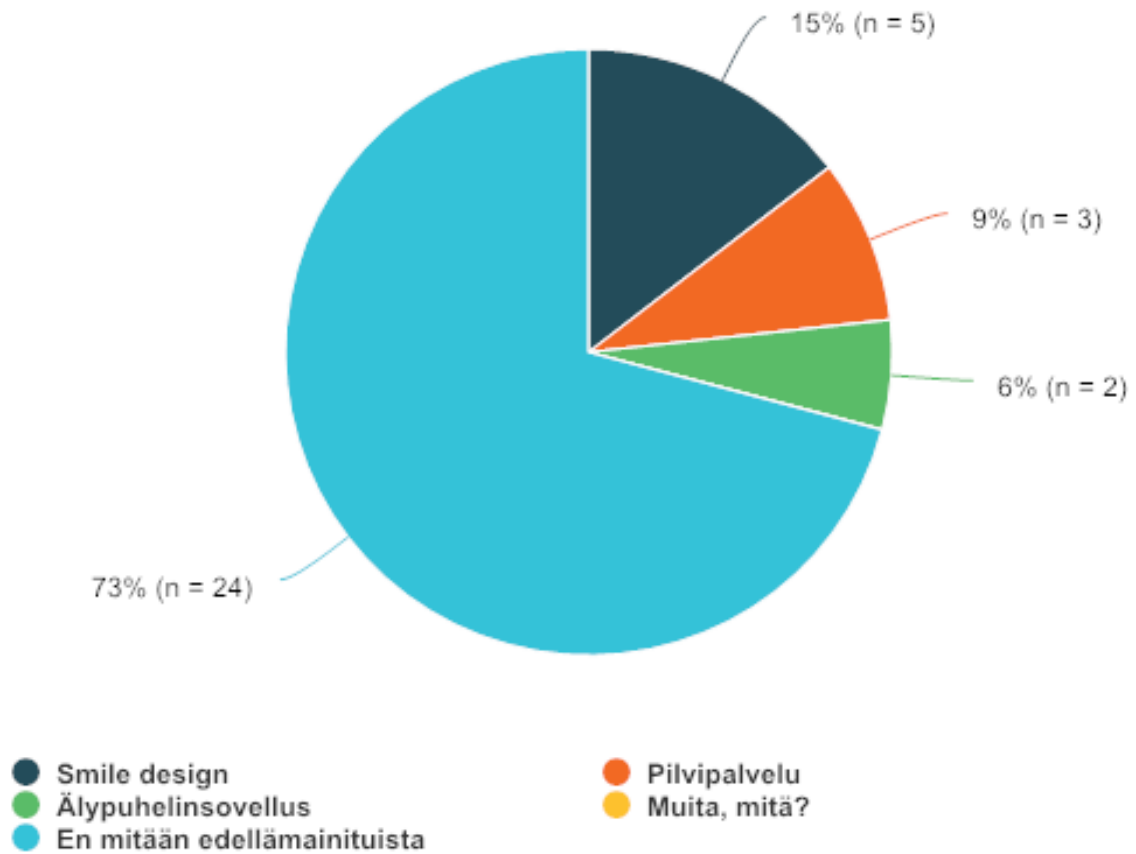
Vastaajien määrä: 29, valittujen vastausten lukumäärä: 31



	n	Prosentti
Planmeca	4	13,79%
Sirona/Cerec	27	93,1%
Carestream	0	0%
3M	0	0%
Dental Wings	0	0%
Muu, mikä?	0	0%

20. Käytätkö jotain seuraavista laitteenvalmistajan tarjoamista liitännäispalveluista?

Vastaajien määrä: 33, valittujen vastausten lukumäärä: 34



	n	Prosentti
Smile design	5	15,15%
Pilvipalvelu	3	9,09%
Älypuhelinsovellus	2	6,06%
Muita, mitä?	0	0%
En mitään edellämainituista	24	72,73%

21. Miksi käytät tietokoneavusteisia jäljennös/työstömenetelmiä?

Vastaajien määrä: 27

Vastaukset
Kestävämpää paikkausta
Helpottaa työtä. Helppo visualisoida potilaalle suun tila ja suunnitelma. Oppii itse aika paljon kun joutuu pätkäilemään kruunujen/paikkojen/implanttien asemointia ja muotoilua. Kustannustehokkuus on myös hyvä.
Onlay-paikoista tulee kestäviä, monin verroin laadukkaampia kuin suuret muovitäytteet. Suunnittelen, valmistan ja karakterisoin etualueen kruunut ja laminaatit pitkissä istunnoissa alusta loppuun valmiiksi potilaan ollessa vastaanotolla. Se tulee potilaalle edulliseksi, vältetään väliaikaisten restauraatioiden haitat ja ennenkaikkea tekee kliinisen työskentelyn mielekkääksi, hauskaksi ja haastavaksi. Hieno lopputulos ja onnellinen potilas ovat ammatin iloja.
Chairside-tekniikka mahdollistaa laajojenkin töiden toteutuksen ilman välivaiheita. Myös immediaattityöt ovat kasvavassa määrin käytössä. Hinta on potilaalle halvempi ja työ ei ole välttämättä aidottu hammasteknikon panokseen
Haluan oppia käyttämään sitä sujuvasti työssäni ja valmistaa itse ns. helpot kruunut.
Parempaan ja kustannustehokkaampaan työhön vuoksi.
Pääsee itse tekemään protetiikka(kruunut,sillat), potilaalle huomattavasti helpompi tapa "jäljentää", kustannukset voi itse säätää esim. jos ei muuta olisi tehtävissä kuin kruunu, mutta potilaalla ei olisi varaa, niin voin laskuttaa "halvemmin"
Tällä tavoin saadaan tarjottua keraamiset kruunut potilaille yhdellä käynnillä suuhun. Samalla myös kustannukset ovat potilaalle selkeästi alhaisemmat.
Hauskaa. Nopeuttaa prot.töitä. Keraamit muovia kestävämpiä ja parempia isoissa paikkauksissa.
Nopeus, tiedonsiirto
Nopea,tarkka- hyvä lopputulos
Helppo, nykyaikainen, nopeuttaa prosessia
Yksittäisten kruunujen teko kerralla valmista
Uusi tekniikka kiinnostaa. Työntarkkuus on hyvä. Työ saadaan nopeasti laboratorioon
parempi vaihtoehto muoveille silloinkin kun matriisitekniikka menisi hankalaksi/mahdottomaksi

Nopeaa, tarkkaa ja miellyttävää. Nykyaikaa.
potilaan herkän nielun vuoksi, seurattava kehitystä
nykyaikaa
Nopeus, helppokäyttöinen, kustannustehokkuus.
Helppo, nopea ja potilaalle miellyttävämpi
1) nopeuttaakseni työn kulkua. Saan keraamisen paikan jyrsimestä vaikka samana päivänä suuhun. 2) toisinaan kulujen pienentämiseksi 3) saan työn laboratorion haluamaani paikkaan jyrittäväksi
Tulevaisuudessa tulee olemaan arkipäivää, haluan tietää siitä jonkin verran vaikka itse tulen loppuunani pitäytymään pääosin perinteisissä menetelmissä
Pysyäkseen mukana alan kehityksessä. Valikoiduissa tapauksissa informaation siirtäminen hammaslaboratorioon on näillä menetelmillä joustavampaa ja kattavampaa.
Laadukas ja kestävä hoitovaihtoehto tarjolla potilaille, lisännyt työn mielekkyyttä huomattavasti.
Lisää työn mielekkyyttä. Työstä tullut mukava harrastus. Labralasku merkittävästi pienempi. Potilaat tykkäävät, kun työn saa nopeammin ja ilman jäljennösaineita.
tätä päivää
Hankin kokemusta työskentelytavasta.

22. Miksi et käytä tietokoneavusteisia jäljennös/työstömenetelmiä?

Vastaajien määrä: 93

Vastaukset
Pitkissä silloissa ei tarkkuus riitä.
Ei ole edes mahdollista terveyskeskuksessa
Olen radioligi
Ei ole vastaanotolla
Työpaikalla ei ole tietokoneavusteisia jäljennöslaitteita
vastaanotolla ei ole käytössä ohjelmaa
Julkisella puolella ei ole mahdollisuutta
Tällä hetkellä ohjelman vanha päivitys tekee käytöstä haastavan, mutta tarkoitus olisi jatkaa ohjelman käyttöä päivityksen jälkeen.
en ole kokenut tarpeelliseksi. Perinteinen jäljentäminen on hyvä
Ei ole olemassa vastaanotolla
Työpaikoillani ei ole ollut siihen mahdollisuutta. Opiskeluaikana opetusklinilalla käytin jonkin verran.
Ei ole mahdollisuutta, ei laitteita
Nykyisessä työpaikassa ei tällä hetkellä mahdollisuutta digitaaliseen jäljennökseen
Työnantaja ei ole hankkinut tietokoneavusteisia jäljennös/työstömenetelmiä käyttöömmee
Työnantajani ei suostu hankkimaan laitteita. Ilmeisesti kustannus kysymys. Haluaisin kyllä käyttää.
Työnantaja ei salli.
Olen kokeillut Cerec laitetta ja olin hankkimassa. Sen jälkeen tutkin markkinat saksassa, sieltä olisi saanut hälyttävän halvalla joten jäin miettimään. Nyt valmistan teknikon avulla aika paljon keramiikkaa, ja käytän yhdistelmämuoviratkaisuja aina kun on järkevää. Säästetään potilaan rahaa
Menetelmiä ei ole käytettävissä työpaikallani
en ole perehtynyt asiaan
Koska meidän terveyskeskuksessa tehdään perushoitoa. Muuhun ei ole aikaa.
Työpisteessäni ei tällä hetkellä ole mahdollisuutta siihen, sillä digitaaliset ohjelmat ja välineet puuttuvat.
Olen pärjännyt jäljentämällä

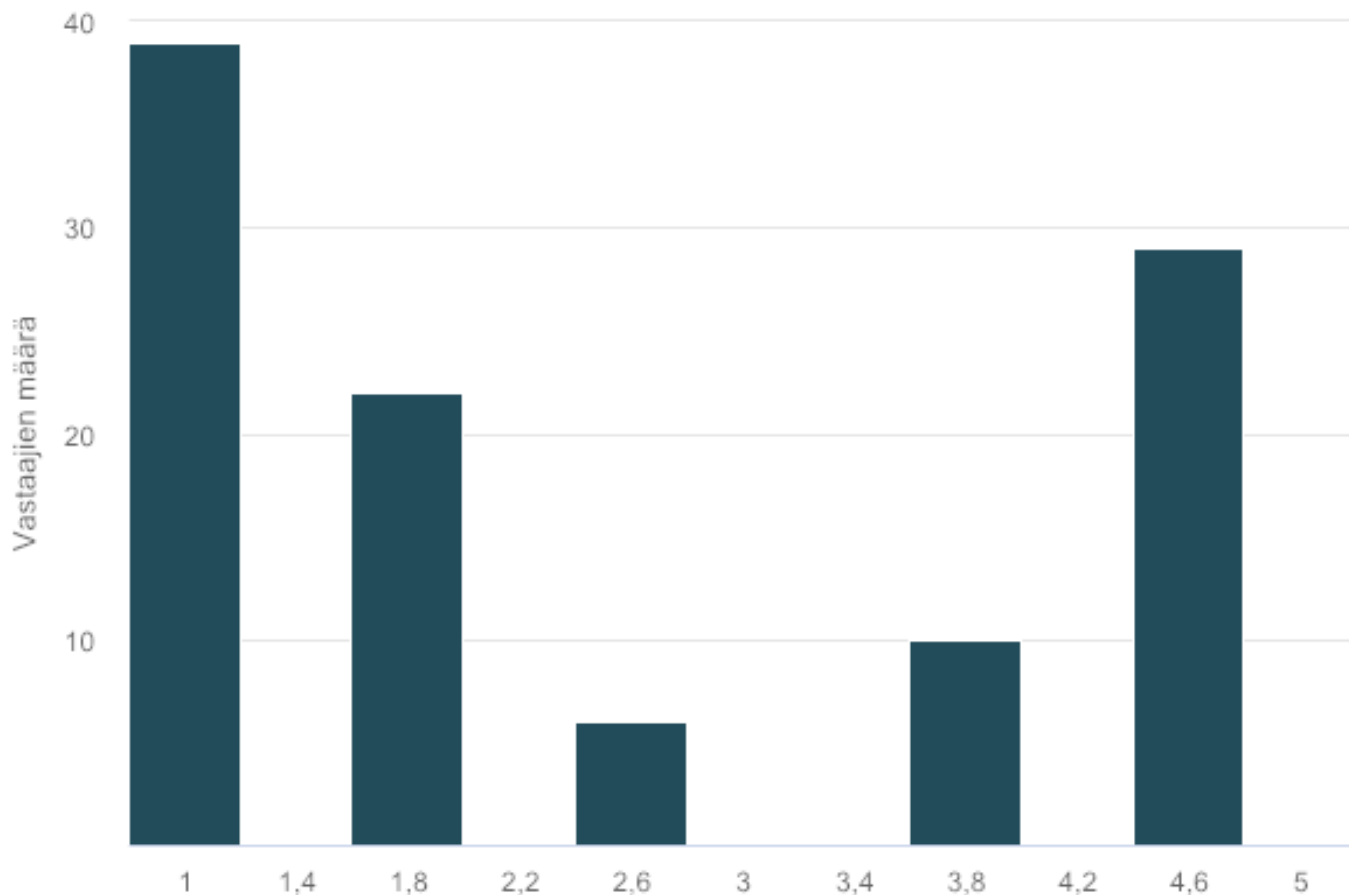
Näitä ei ole tarjolla terveystieteiden keskuksessamme
Työpaikallani ei ole digitaalista jäljennösmenetelmää.
Turha investointi tässä vaiheessa
Niitä ei ole käytössä julkisella puolella ainakaan Turussa
Ei ole ollut tarvetta.
Pienessä kunnassa ei (vielä) mahdollisuutta, käytännössä kiinteä protetiikka toteutetaan ostopalveluna.
Ei ole tällä hetkellä saatavilla vastaanotolla
Laitetta ei ole käytettävissä.
En ole syventynyt asiaan koska olen lopettelemassa toimintaa
Laitteiden hinta on korkea ja niiden kehitys on vielä kovin kesken. Laitteiden koko, liikuteltavuus, tekniset puutteet (rajoitukset) ja tietokonesidonnaisuus myös ohjelmistolisenssien yms. osalta ei vielä houkuttele niiden käyttöön.
työpaikallani ei ole niitä vielä käytössä
ko menetelmiä ei ole käytössä työpaikallani
Ei ole kunnalla käytössä. Käyttäisin jos olisi.
Jäljennöstä voisin käyttää ja se on ollut harkinnassa. Työstömenetelmä on liikaa aikaavievä ja joutuisin pidentämään työpäivääni entisestään. Hammasteknikon kanssa on monien vuosien sujuva yhteistyö.
Ei ole
Ei ole välineitä julkisella puolella
Kallis hinta
Ei ole ollut aikaa opetella käyttöä.
Työpaikalla ei ole tarvittavia laitteita
Työpaikalla ei ole laitteistoa
Koska käytössämme ei ole vielä skanneria (tulossa kyllä). Käytämme kyllä digitaalista suunnittelua ortognaattiskirurgisten bimaksillaarileikkausten yhteydessä. Näissä mallit skannataan, mutta ei meidän vastaanotolla.
Hinta
ei ole hankittu, eikä ole suunnitteillakaan
Ei ole työpaikalla.
Olen päässyt kokeilemaan niitä kursseilla, mutta laitteet kallita, joten ei ole ollut varaa hankkia uudelle vastaanotolle

Kallis investointi. Vastaanotolla ei niitä ole ja on totuttu perinteisiin jäljennösmenetelmiin.
En ole tutustunut uusimpiin menetelmiin. Aiemmissa oli lopputuloksessa moitittavaa
en tee protetiikkaa tai muita soveltuvia töitä. Laitetta ei myöskään ole työpaikallani
En toimi hammaslääketieteen alalla
Ei ole ollut aikaa opetella ja tarvitsi käytännön ohjausta
Sitä ei tk:ssamme ole käytössä. Hankintana koetaan suhteellisen kalliiksi-ainakin toistaiseksi näin. Mietitty kuitenkin on. Sotelait yms haittavat myös tällaisia kehittämisiä-jos niille ei sitten olekaan käyttöä...
Vastaanotollamme on tehty sen verran vähän sellaisia hoitotoimenpiteitä, joihin em. menetelmät sopisivat, ettei ole kannattanut investoida laitteisiin ja ohjelmiin.
Työnantajalla ei ole tarjolla tietokoneavusteisia jäljennösvälineitä.
ei ole saatavilla
En tee protetiikka
ei ole laitteita
Vastaanotto, jolla työskentelen on yhden huoneen/ yksikön yritys, joten laitteiston hankkiminen tulisi kohtuuttoman kalliiksi vielä tällä hetkellä / hammaslääkäri / työ. Raumalla kiinteän protetiikan kysyntä ei ole kovin suurta
Työnantaja ei tarjoa skanneria.
En tee protetiikkaa
teknolabra ei pysty nyt toimittamaan digitaalisia jäljennösmenetelmillä tehtyjä töitä. Toisen teknikon kanssa harjoitellaan
Laitteet puuttuvat
Ei ole toimipisteissä ollut tarjolla.
Hankinta ei ole mahtunut budjettiin
Håller på trappan ner verksamheten på grund av att pensioneringen närmar sig.
Kallis laite
Potilaat valitsevat muovitäytteet.
Se ei ole työpaikallani mahdollista.
Meillä ei ole sitä TK:ssa
Ei ole laitteita/valmiutta vastaanotolla. En tarvitse endodontiassa.
Ei ole mahdollisuutta, eikä kiinnostusta.
Välillä kone on tyhmä.

Vaikeat hionnat + vaikea purenta niin kone ei tajua.
Siihen ei ole mahdollisuutta tai välineitä tällä hetkellä.
Koska työpaikalla vain 1 1/2 hml tekee protetiikkaa, ja enimmäkseen konsultaatioita, ei ole vielä ollut mahdollista hankkia skanneria. Jatkossa tarvetta on, etenkin myös korvaamaan alg.jäljennöstä.
Kallis ohjelma
Sellaista ei ole käytettävissä työpaikallani.
Jos haluan tarkkuutta lisää, teetän työn kokonaan teknikolla käsityönä.
vastaanotolla ei ole tähän mahdollisuutta
vastaanotolla ei ole laitteita
Sellaista ei ole tarjolla
Tekniikkani perinteisillä menetelmillä on hyvin nopea ja toimintavarma, yhteistyö laboratorion kanssa on luotettavaa, sekä lopputulos paremmin ennustettavissa kuin CAD/CAM menetelmällä.
Laajemmissa implanttitoissa, joissa skannaus voi aiheuttaa vääristymää tai epätarkkuutta purentaan määrittämiseen
Työnkuva on suurimmaksi osaksi erilainen. Vähäisen protetiikan teen perinteisellä menetelmällä, en halua satsata kalliisiin laitteisiin.
En näe niitä tarpeelliseksi ja niiden käyttö on hidasta
Ei ole vastaanotolla
Hankinnat julkisella puolella hankalat.
Vastaanotolla ei ole ko laitetta.
Työpaikalla ei ole välineitä
Hinta liian korkea
Ei ole mahdollisuutta terveyskeskuksessa
Nykyinen laite alkaa olla vanha. Työskentely on hidasta, mahdollisuudet rajallisia.
Ei varoja vielä

23. Kuinka todennäköisesti tulet käyttämään tietokoneavusteisia jäljennös/työstömenetelmiä seuraavan 2 vuoden sisällä?
 1=todennäköisesti en käytä ja 5=todennäköisesti käytän

Vastaajien määrä: 106

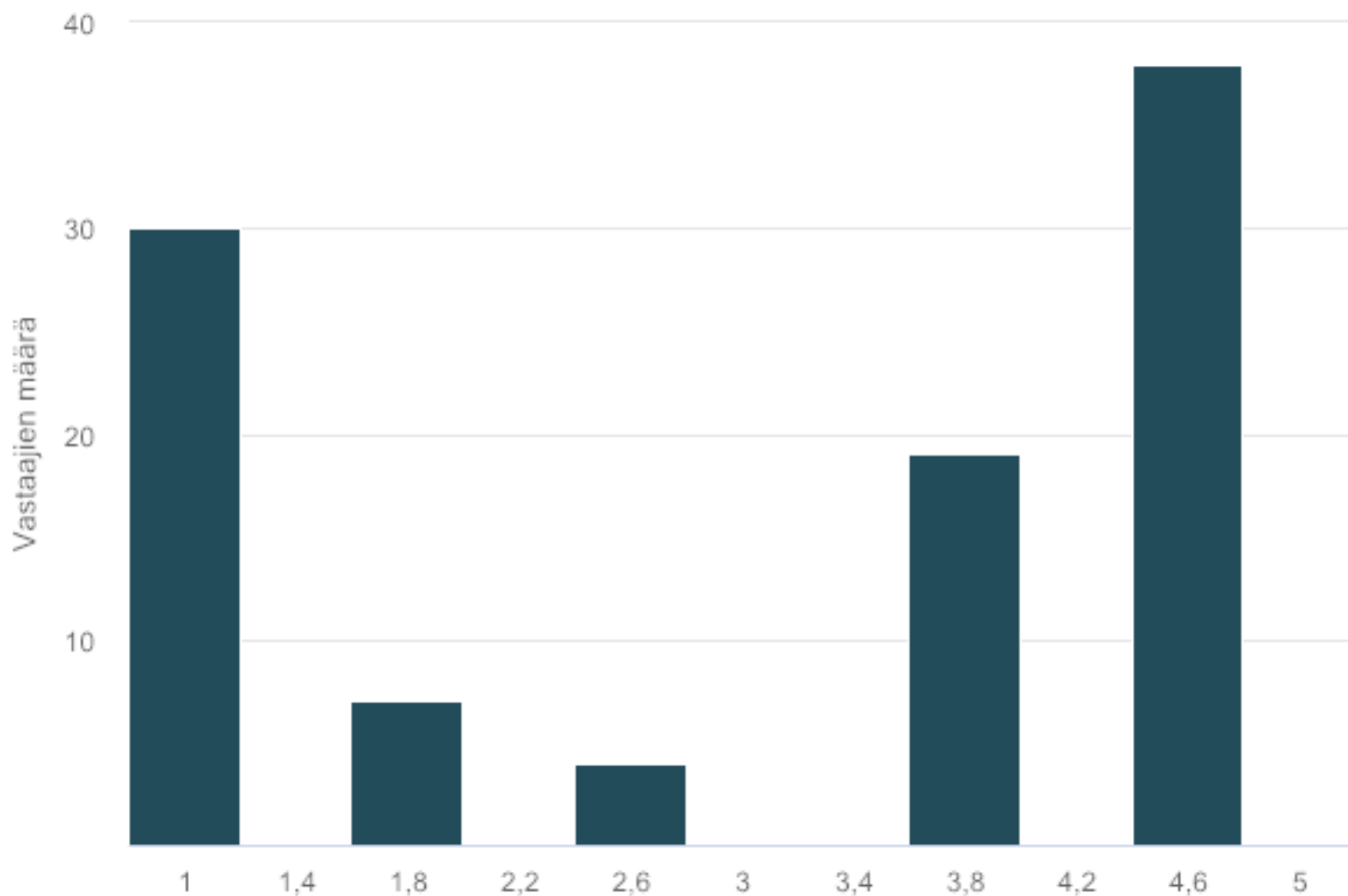


Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
1	5	2,7	2	286	1,67

Liukukytken arvon lukumäärä	n	Prosentti
1	39	36,79%
2	22	20,76%
3	6	5,66%
4	10	9,43%
5	29	27,36%

24. Kuinka todennäköisesti tulet käyttämään tietokoneavusteisia jäljennös/työstömenetelmiä seuraavan 5 vuoden sisällä?
1=todennäköisesti en käytä ja 5=todennäköisesti käytän

Vastaajien määrä: 98



Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
1	5	3,29	4	322	1,73

Liukukytken arvon lukumäärä	n	Prosentti
1	30	30,61%
2	7	7,14%
3	4	4,08%
4	19	19,39%
5	38	38,78%

25. Perustele vastauksesi kysymyksiin 23 ja 24.

Vastaajien määrä: 96

Vastaukset
Hyvä tekniikka
Olen tehnyt koko ajan enemmän ja enemmän töitä Cerecillä ja luulen että jatkossa työt vaan lisäänty
Enää ei ole intoa oppia näin mullistavaa uutta tekniikkaa.
Julkisella sektorilla laahataan kehityksessä jäljessä, koska rahat tulevat veronmaksajien kukkarosta.
Koska käytän sitä työssäni säännöllisesti, enkä ajatellut enää ennen eläköitymistäni lopettaa sen käyttöä.
Uskon että ne yleistyvät työpaikoilla
jään eläkkeelle 2-3 vuoden kuluessa
Tekniikka kehittyy hurjaa vauhtia ja vääjäämättä digitaalitekniikalla tullaan saavuttamaan parempia tuloksia kuin perinteisesti tulevaisuudessa (nyt jo osittain).
En tee kliinistä työtä.
Uskon, että ohjelmat kehittyvät jatkuvasti ja koen saavani siitä kustannustehokasta hyötyä omaan työhöni.
Tarvitsen ko.laitetta lähes päivittäin.
Työn tekemisen miellyttävyyden vuoksi, potilaalle mukavampaa ja usien myös nopeampaa
Käytän Cerec-laitteistoa säännöllisesti.
Käytän jo nyt.
Jämässä kohta eläkkeelle
Olen hakeutumassa töihin myös yksityiselle sektorille, joten mahdollista on, että järjestelmiä on siellä käytössä.
Riippuu täysin tulevasta työpaikasta. Haluaisin kyllä!
Työpaikassani käydään keskustelua digitaalisen jäljentämisen aloittamisesta
Olen itse motivoitunut ottamaan kyseiset laitteet käyttöön, jos vain työnantaja sellaiset hankkii. Toivon, että tämä tulee tapahtumaan lähitulevaisuudessa.
Joko aloitan erikoistumisen protetiikkaan kohta tai sitten. Aihdan yksityispuolelle, josta kyseiset älineet jo löytyvät.
Työnantaja ei salli.

olisin valmis käyttämään tietokoneavusteisiä jäljennösmenetelmiä koska tahansa mutten työstöä varten. Jään kohta eläkkeelle joten muut saavat jatkaa. Meillä on yhteisvastaanotto joten tämä kyllä tapahtuu
En pysty ennustamaan miten työpaikkani investoin laitteisiin. Omaan kiinnostusta kyllä on
Kehitys kehittyy
en tee kiinteää protetiikkaa
Koska en näe että tulevaisuudessakaan satsattaisiin protetiikkaan.
Uskon, että alamme on menossa kohti digitaalisia sovelluksia ja tällä hetkellä olemme hieman jälkijunassa kehityksessä 3D-tekniikan osalta.
Suunnitelmissa on
Käyttäisin heti jos olisi tarjolla, mutta ainakaan toistaiseksi ei ole tk:n hankintalistalla
Turha investointi tässä vaiheessa
Ei ole tarvetta.
Käytän heti, kun valmius on saatavilla
Siirryn eläkkeelle noin soten toteutumisaikoihin
Ktys kohta 22.
En usko niiden halpenevan/kehittyvän tarpeeksi kahdessa vuodessa. Viidessä vuodessa tilanne voi jo muuttua, varsinkin jos labrapäässä niistä on hyötyä esim. töiden valmistumisen nopeuttamiseksi.
Ehkä nämä menetelmät tulevat käyttöön myös julkisella puolella ennen pitkää
Riippuu siitä, mitä työnantajani tarjoaa
Helppoa ja nopeaa, kustannussäästö
Uskon että tietokoneavusteinen jäljentäminen menetelmänä tarkentuu/kehittyy entistä toimivammaksi/nopeammaksi. Suunnittelen edelleen jatkavani jäljentämistä vaativien toimenpiteiden tekemistä kliinisessä työssäni.
Kuntien talous tuskin kohenee...
Tällä hetkellä olen ylityöllistetty enkä ehdi paneutua asiaan lähitulevaisuudessa. Odotan vielä parempia laitteita.
Käytän nyt jo ja käyttö ja käyttökohteet vain lisääntyvät koko ajan.
Eläkkeelle jääminen jo aika lähellä
Riippuu pitkälti työpaikasta ja siellä saatavilla olevista välineistä.
Riippuu siitä hankkiiko vastaanoton omistaja tarvittavat laitteet

En usko että työpaikallani laitteistoa
Heti kun klinikallamme tulee skanneri, alan käyttää sitä ortodonttisen hoidon suunnittelussa ja dokumentoinnissa. En tee protetiikkaa tai korjaavaa hoitoa, joten en tule tarvitsemaan ko. menetelmää niiden valmistukseen.
ei ole suunnitteilla tällä hetkellä hankkia laitteistoa, mutta...
Ei ole edes keskusteltu asiasta.
Olen vaihtamassa työpaikkaa, nyt sairaslomalla, todennäköisesti pääsen takaisin työelämään viimeistään vuoden kuluttua. Uskon että laitteet ja tekniikka tulee lisääntymään ainakin pitkällä aikavälillä.
Menetelmät paranevat koko ajan
Tämä on tulevaisuutta, tarkkuus parempi kuin tavallisessa jäljennöksessä, potilaalle mielenkiintoista nähdä oma hampaisto ruudulla.
Julkisella sektorilla tuskin hankitaan näitä laitteita.
Jään yksilölliselle eläkkeelle 4-5 vuoden sisällä
Ehkä jo viiden vuoden kuluttua kuuluu isomman vastaanoton "normaaliarkeen"
on jo käytössä ja hyväksi todettu
Hammaslääkäriketju, johon hoitolamme kuuluu, on alkanut panostaa tähän asiaan ja luultavasti meillekin tulee jatkossa nämä käyttöön.
Toivoisin, että voisin hyödyntää enemmän nykyaikaista teknologiaa työssäni, mutta kunnallisella sektorilla se ei ole todennäköistä.
jään eläkkeelle vuoden päästä
En tee protetiikkaa
Julkisella puolella töissä, ei ole ollut puhetta että laitteita hankittaisiin
Mahdollinen siirtyminen isompaan yksikköön vastaanoton myynnin tms järjestelyn myötä vaikuttaa hankintamahdollisuuteen
Skannausten määrä lisääntyy jatkuvasti ja laitteet tulevat edullisemmaksi.
Koska en tee protetiikkaa
uudempien tekniikoiden hyväksikäyttäminen kuuluu jokaisen hmlääkäriin velvollisuuksiin, itsensä kehittäminen
Toimipisteeseeni julkisella sektorilla ollaan hankkimassa skanneria ensi vuodelle.
nykyaikaa
--
Kollega käyttää jo
En usko potilaiden kiinnostuvan asiasta.

Kliinisen työn osuus työajastani lisääntyy ja tietokoneavusteisen työstömenetelmät ovat tätä päivää.
Julkisella sektorilla tehdään niin vähän kiinteää protetiikkaa että ei kannata hankkia.
Jään vuodenvaihteessa eläkkeelle.
Vrt. kysymys 22.
Käytän jo nyt, ei syytä lopettaa.
Julkisella puolella saattaa tulla mahdollisuus tähän.
SOTEa odotellessa...nyt hankinnat jäissä. Kun/jos tulee isompi yhteisvastaanotto hankimme todennäköisesti skannerin.
Rippuu jos ohjelman hinta laskee
Uskon että myös kunnalliselle puolelle hankitaan tulevaisuudessa tällaisia laitteita.
Miksi luopuisin hyväksi havaitusta. Nopeus ja mahdollisuudet toivottavasti paranee entisestään.
riippuu ketjun halukkuudesta satsata tähän
tulen jäämään eläkkeelle muutaman vuoden kuluttua
Tuskin sellaista sote-myrskyn alla terveyskeskukseen saadaan hankittuakaan
Vastaaotollemme on hankinnassa suuskanneri ja labrassamme on jo tri-shape labraskanneri, soveltuvien osien tulen varmasti käyttämään yksittäisiin töihin helppoissa suuolosuhteissa.
Yhteisvastaanotto jolla työskentelen yksityissektorilla on aikeissa hankkia suuskannerin.
Laitteet ovat jo kovassa käytössä
Jos Sironan kkt laitteseen tulee juurkanavaohjurimahdollisuus, saatan käyttää sitä luutuneissa kanavissa joskus.
Laitteiden käyttäminen vaatii liian paljon rutinoitumista. Hankintahinnat ovat järjettömät yksityisyritykselle.
Julkinen puoli tuskin satsaa kalliisiin laitteisiin.
huomista päivää
SOTE tuoma tulevaisuus hyvin epävarma. Maakunnan tuottamille palveluille tuskin luodaan tällainen mahdollisuus.
Työskentelen isolla asemalla ns vuokrasuhteessa, joten vastaanoton varusteisto vaikuttaa valittavissa oleviin työskentelymetodeihin. Teen lisäksi paljon kirurgiaa, joten protetiikan osuus työstä on pienempi.
5 vuoden päästä työpaikallani saattaa olla välineitä

Eläkeikä lähellä, ei enää investointeja

Digitaaliset jäljennösmenetelmät ovat kehittyneet hurjasti viimeisen 5 vuoden aikana, joten seuraavan 5 vuoden aikana todennäköisesti käyttö ja käytettävyys ovat myös kehittyneet niin, että menetelmässä on enemmän etuja kuin haittoja perinteiseen jäljentämiseen verrattuna.

Vastaanotolle todennäköisesti hankitaan laitteisto vuoden 2018 aikana

Kysely hammaslaboratorioille: Digitalisaation tuomat haasteet ja mahdollisuudet

Vastaajien kokonaismäärä: 21

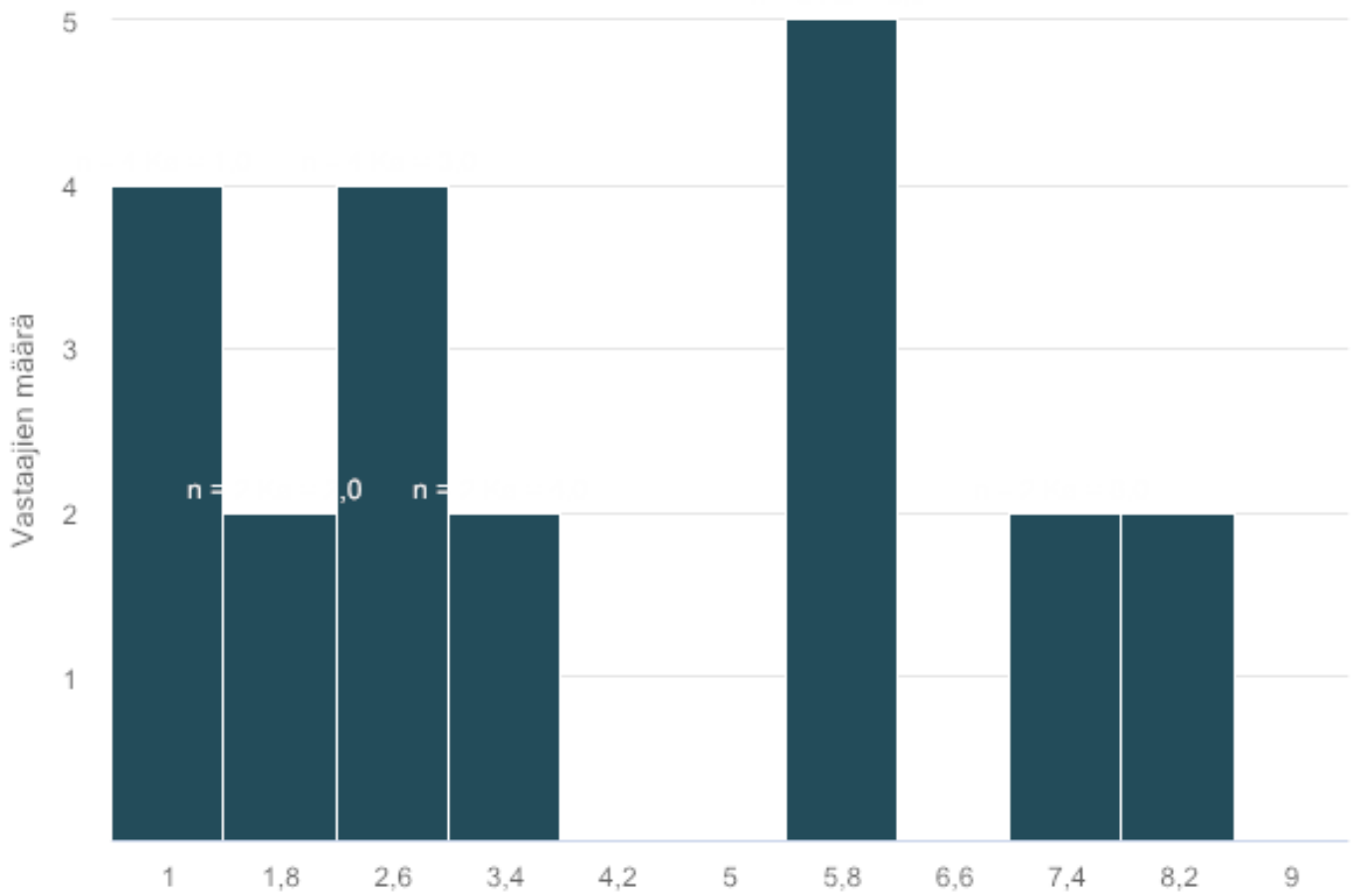
1. Laboratorion paikkakunta

Vastaajien määrä: 21

Turku
Tampere
Kotka
Espoo
Vantaa
Espoo
Helsinki
Kuopio
Heinola
Kouvola
Espoo
Rovaniemi
oulu
Joensuu
Helsinki
Helsinki
oulu
Helsinki
Lahti
Tampere
Helsinki

2. Laboratorion henkilömäärä

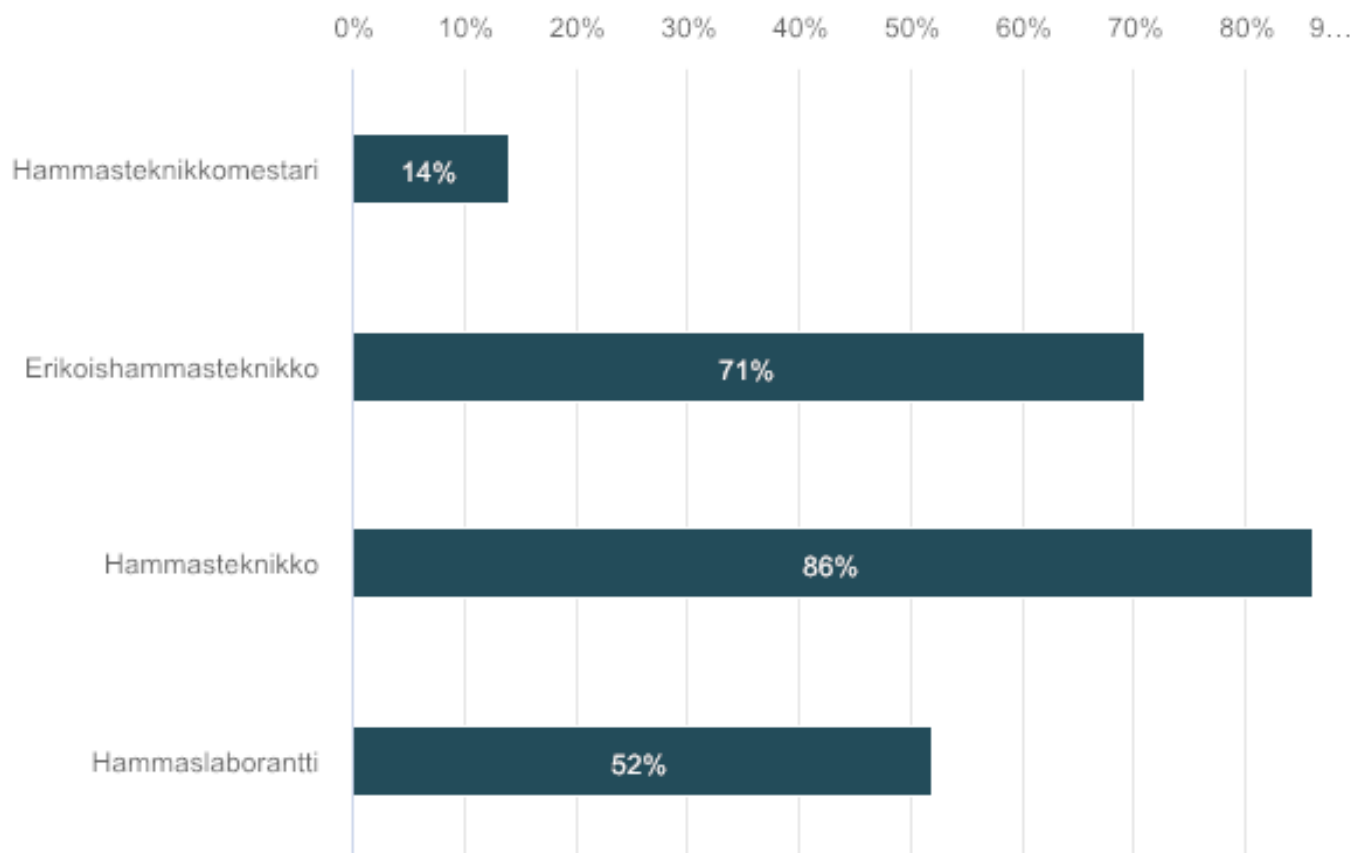
Vastaajien määrä: 21



	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani
	1	9	4,38	4

3. Laboratoriossa työskentelee

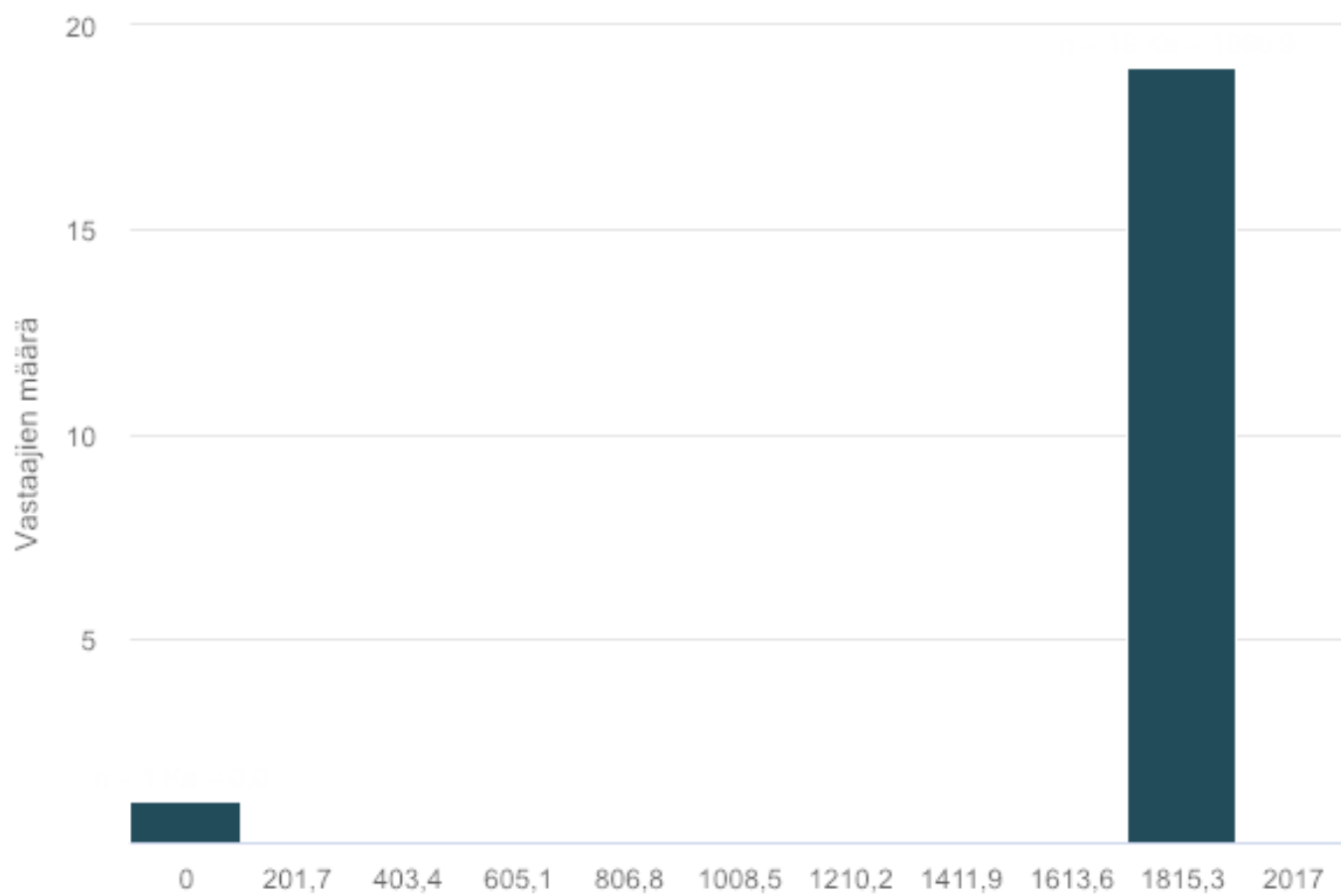
Vastaajien määrä: 21, valittujen vastausten lukumäärä: 47



	n	Prosentti
Hammasteknikkomestari	3	14,29%
Erikoishammasteknikko	15	71,43%
Hammasteknikko	18	85,71%
Hammaslaborantti	11	52,38%

4. Laboratorion perustamisvuosi

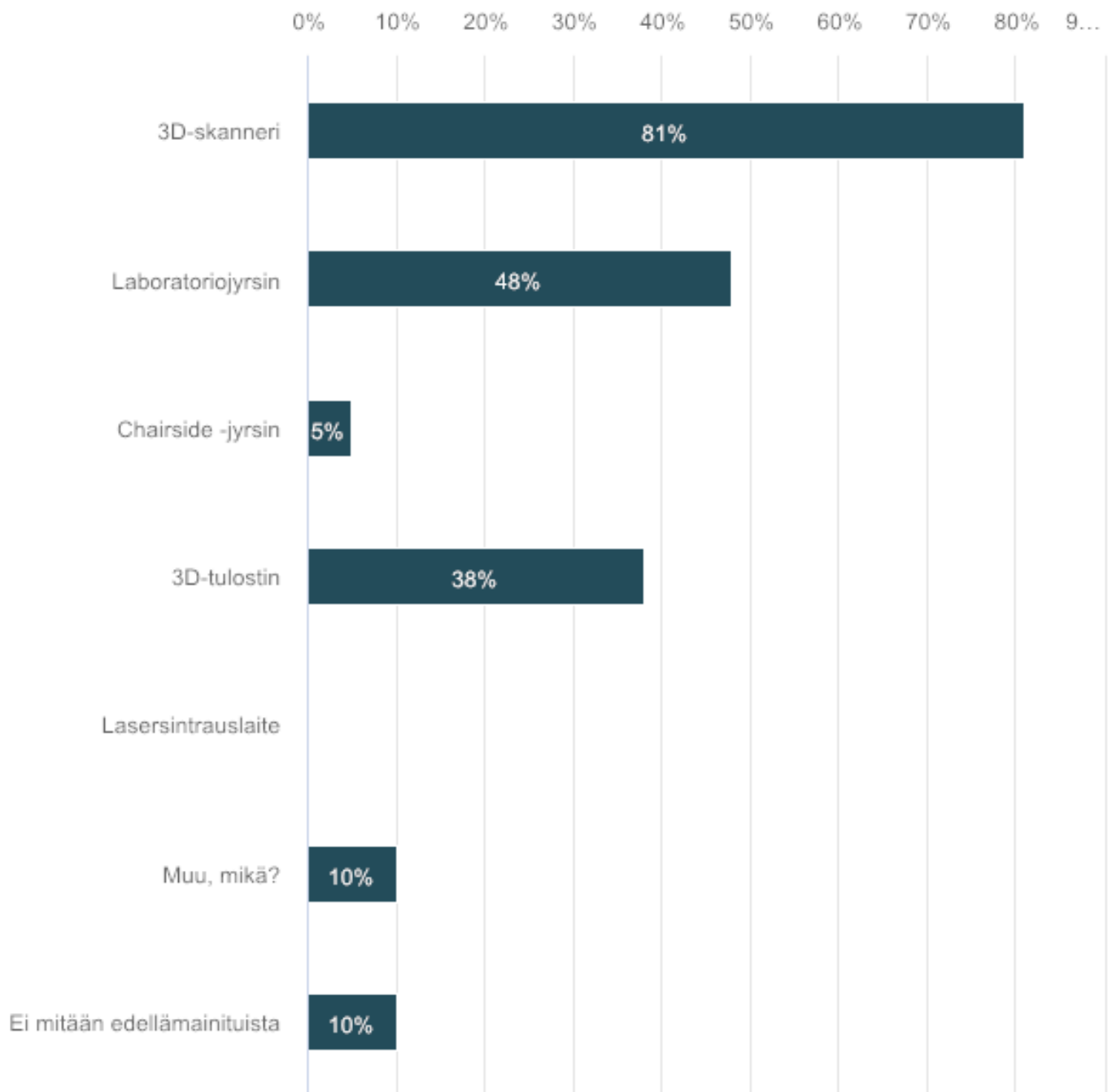
Vastaajien määrä: 20



	Minimiarvo	Maksimiarvo	Mediaani
	0	2017	1996

5. Mitä seuraavista tietokoneavusteisista laitteista laboratorion on? Mikäli vastasit "Ei mitään edellämainituista", siirry kysymykseen 13.

Vastaajien määrä: 21, valittujen vastausten lukumäärä: 40



	n	Prosentti
3D-skanneri	17	80,95%
Laboratoriojyrsin	10	47,62%

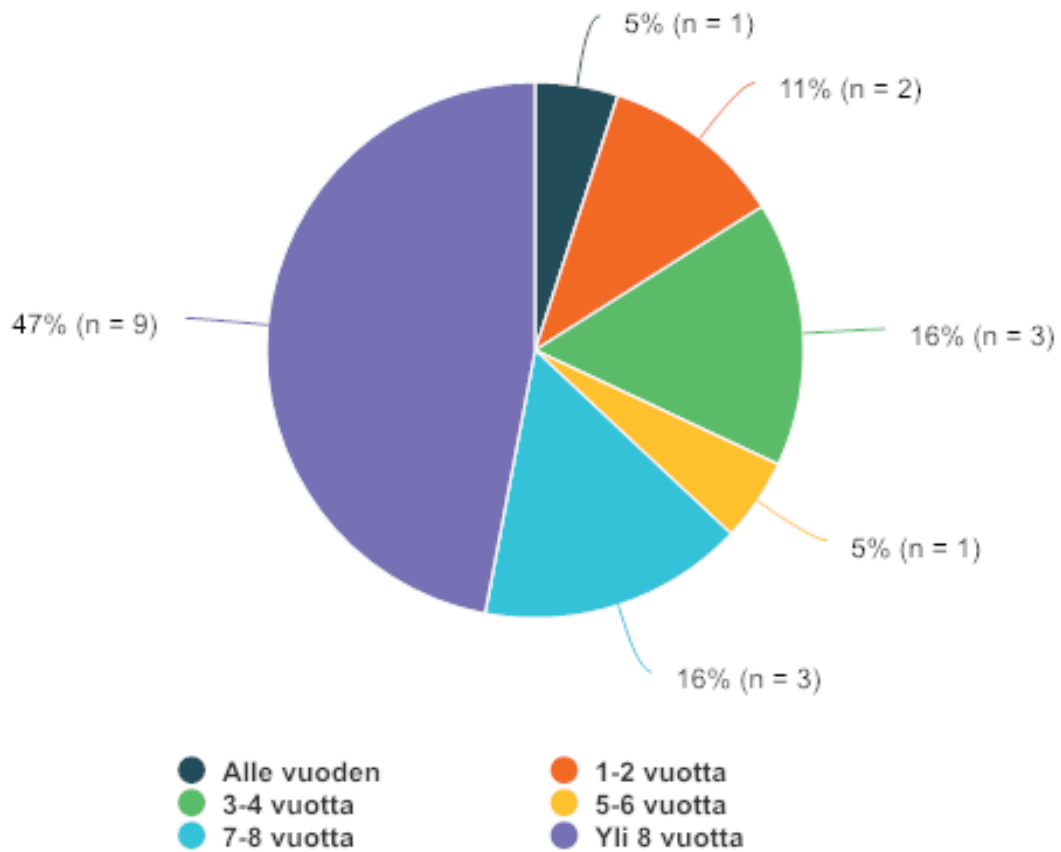
Chairside -jyrsin	1	4,76%
3D-tulostin	8	38,1%
Lasersintrauslaite	0	0%
Muu, mikä?	2	9,52%
Ei mitään edellämainituista	2	9,52%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muu, mikä?	sirona jyrsin
Muu, mikä?	cerec sirona

6. Kuinka kauan laboratorionne on käyttänyt tietokoneavusteisia laitteita?

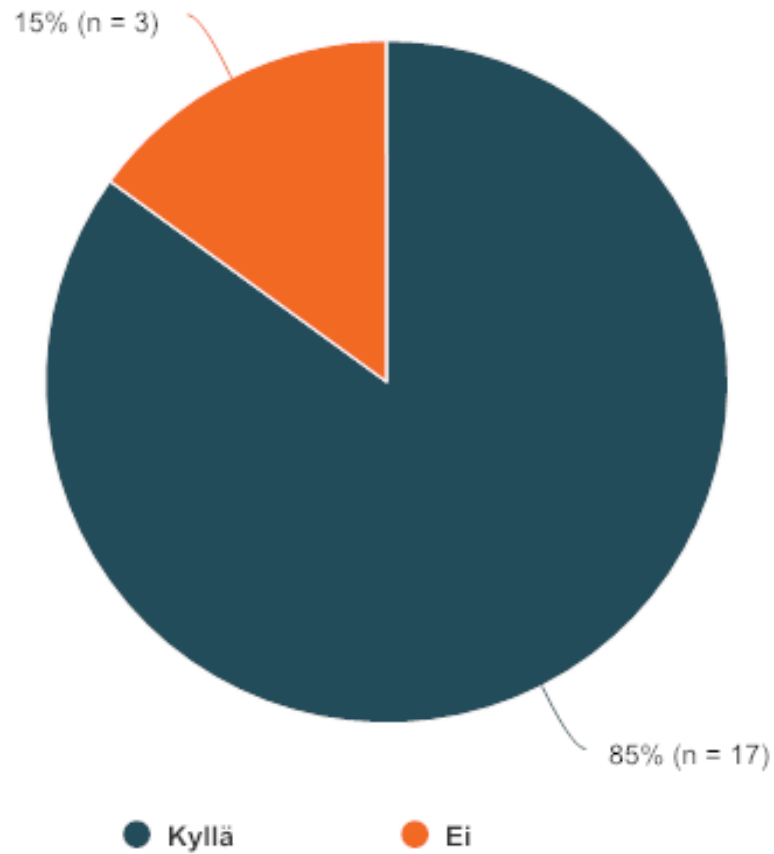
Vastaajien määrä: 19



	n	Prosentti
Alle vuoden	1	5,26%
1-2 vuotta	2	10,53%
3-4 vuotta	3	15,79%
5-6 vuotta	1	5,26%
7-8 vuotta	3	15,79%
Yli 8 vuotta	9	47,37%

7. Onko teillä mahdollisuus vastaanottaa ja käsitellä hammaslääkärin kuvaama, avoimen tiedostomuodon (.stl), optinen jäljennös?

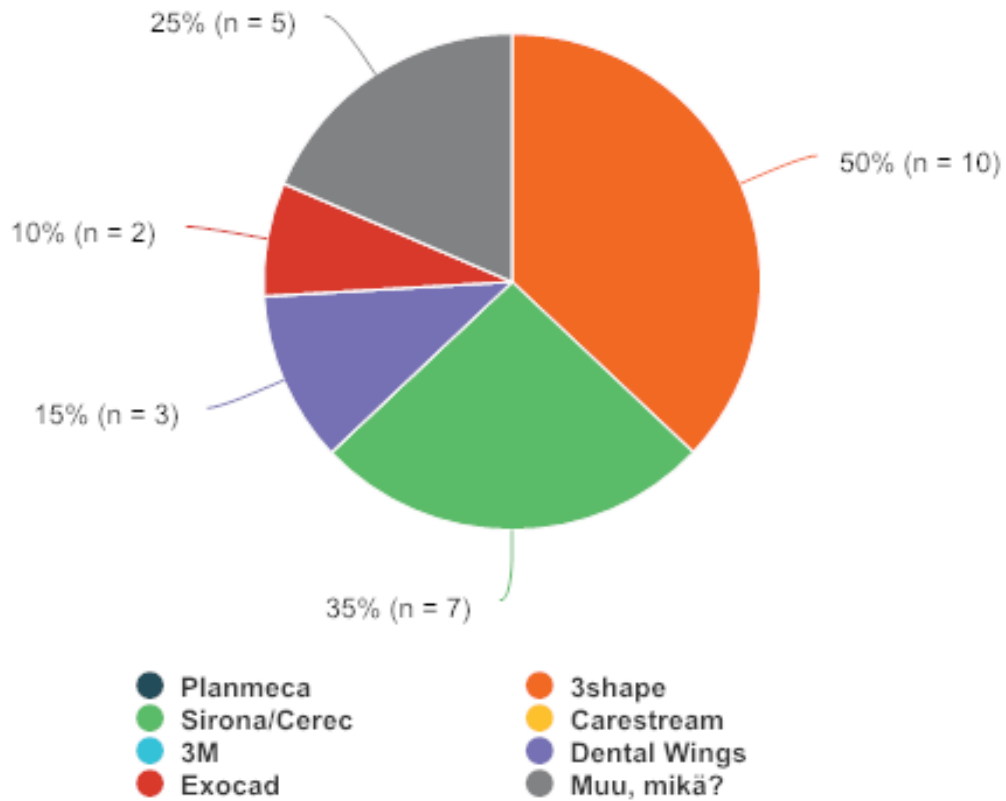
Vastaajien määrä: 20



	n	Prosentti
Kyllä	17	85%
Ei	3	15%

8. Minkä valmistajan suunnitteluohjelma (CAD) teillä on käytössä?

Vastaajien määrä: 20, valittujen vastausten lukumäärä: 27



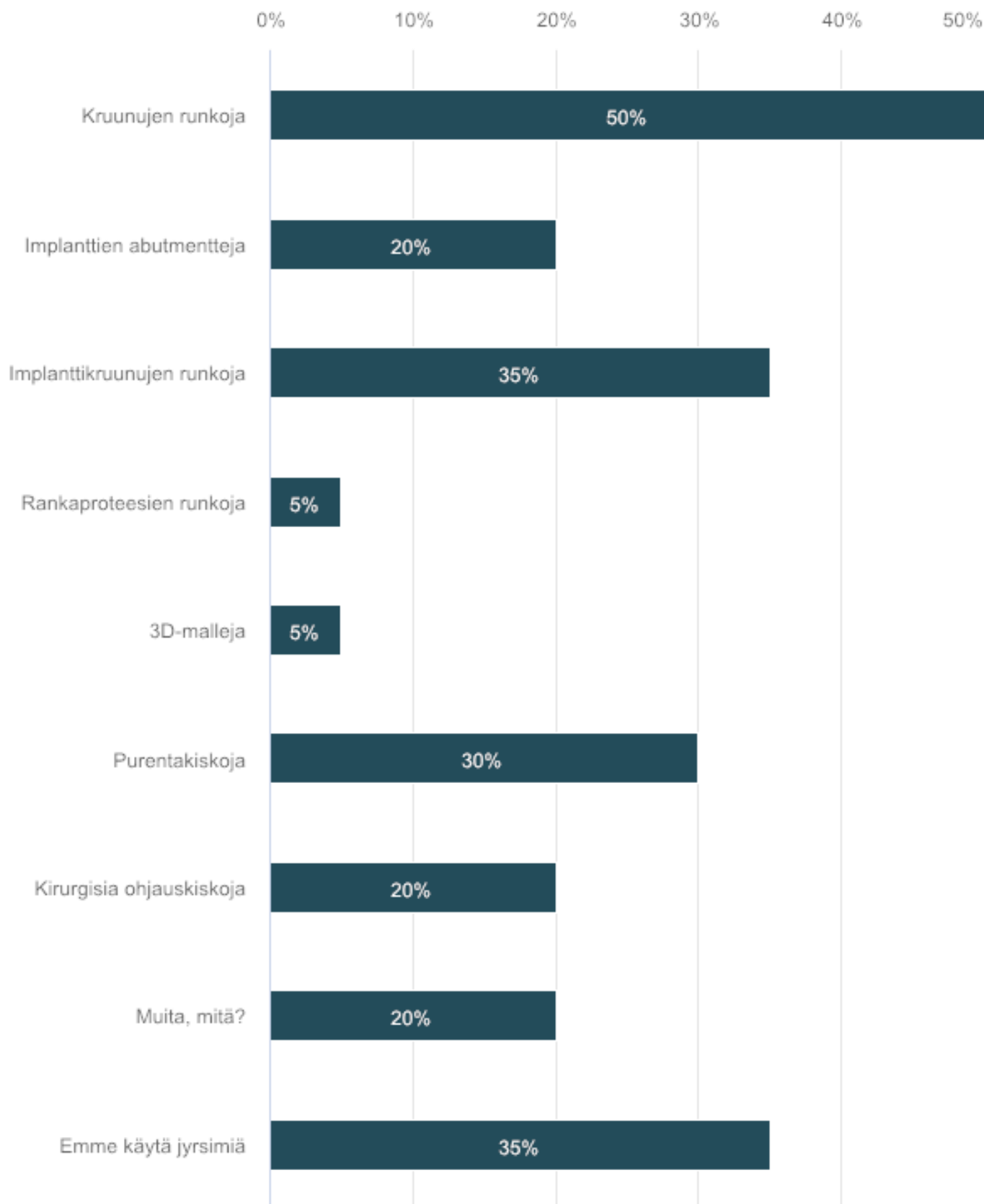
	n	Prosentti
Planmeca	0	0%
3shape	10	50%
Sirona/Cerec	7	35%
Carestream	0	0%
3M	0	0%
Dental Wings	3	15%
Exocad	2	10%
Muu, mikä?	5	25%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muu, mikä?	NobelBiocare/Exocad
Muu, mikä?	Maestro 3D
Muu, mikä?	Degudent
Muu, mikä?	Zirkonzahn
Muu, mikä?	etelä-korealainen

9. Mitä töitä valmistatte jyrsimällä?

Vastaajien määrä: 20, valittujen vastausten lukumäärä: 44



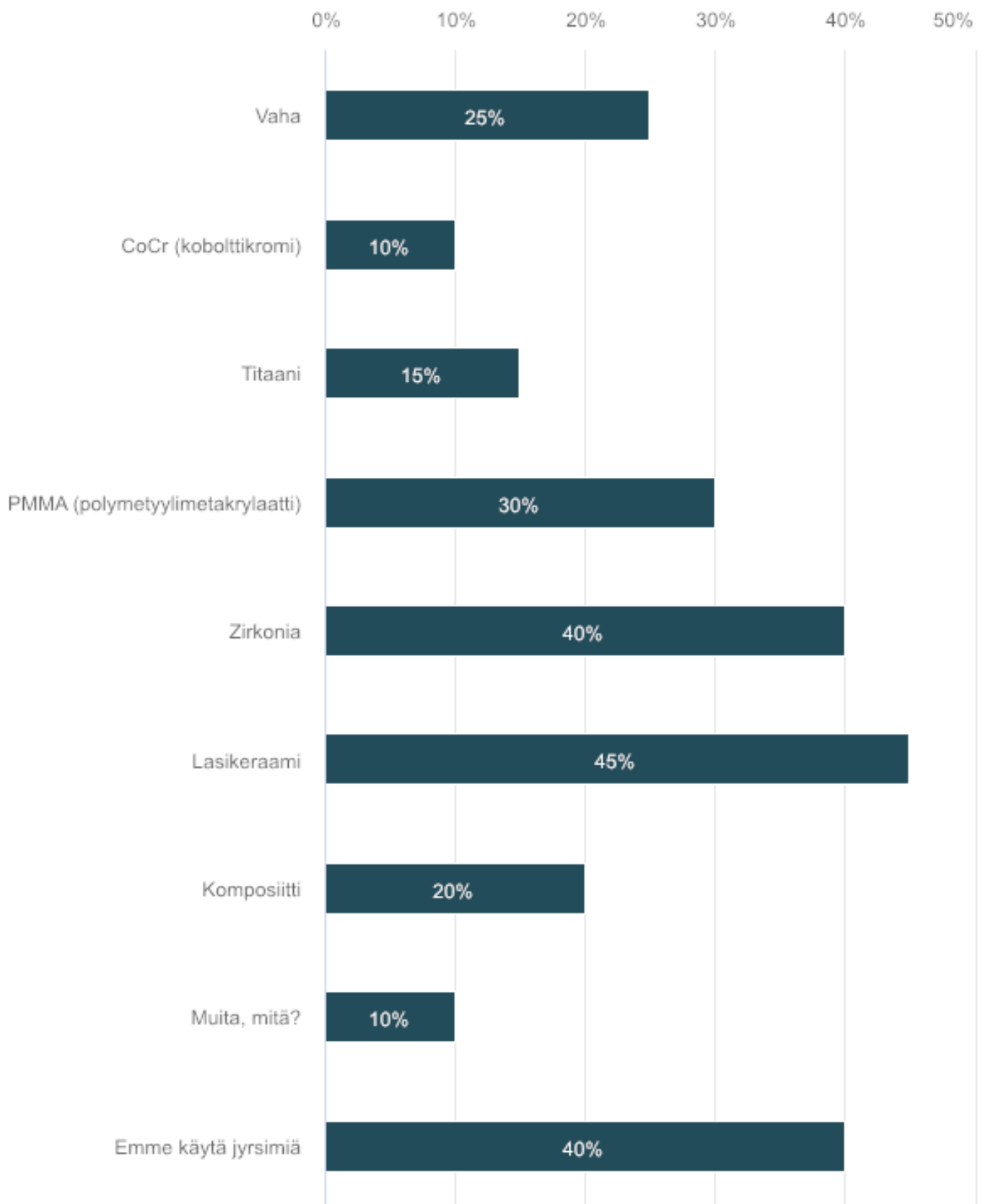
	n	Prosentti
Kruunujen runkoja	10	50%
Implanttien abutmentteja	4	20%
Implanttikruunujen runkoja	7	35%
Rankaproteesien runkoja	1	5%
3D-malleja	1	5%
Purentakiskoja	6	30%
Kirurgisia ohjauskiskoja	4	20%
Muita, mitä?	4	20%
Emme käytä jyrsimiä	7	35%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muita, mitä?	Jyrsittävät työt alihankintana esin Plandent Easy Mill, Atlantis
Muita, mitä?	paikkoja
Muita, mitä?	paikat ja kruunut
Muita, mitä?	Titaanikiskoja

10. Mitä materiaaleja jyrсите?

Vastaajien määrä: 20, valittujen vastausten lukumäärä: 47



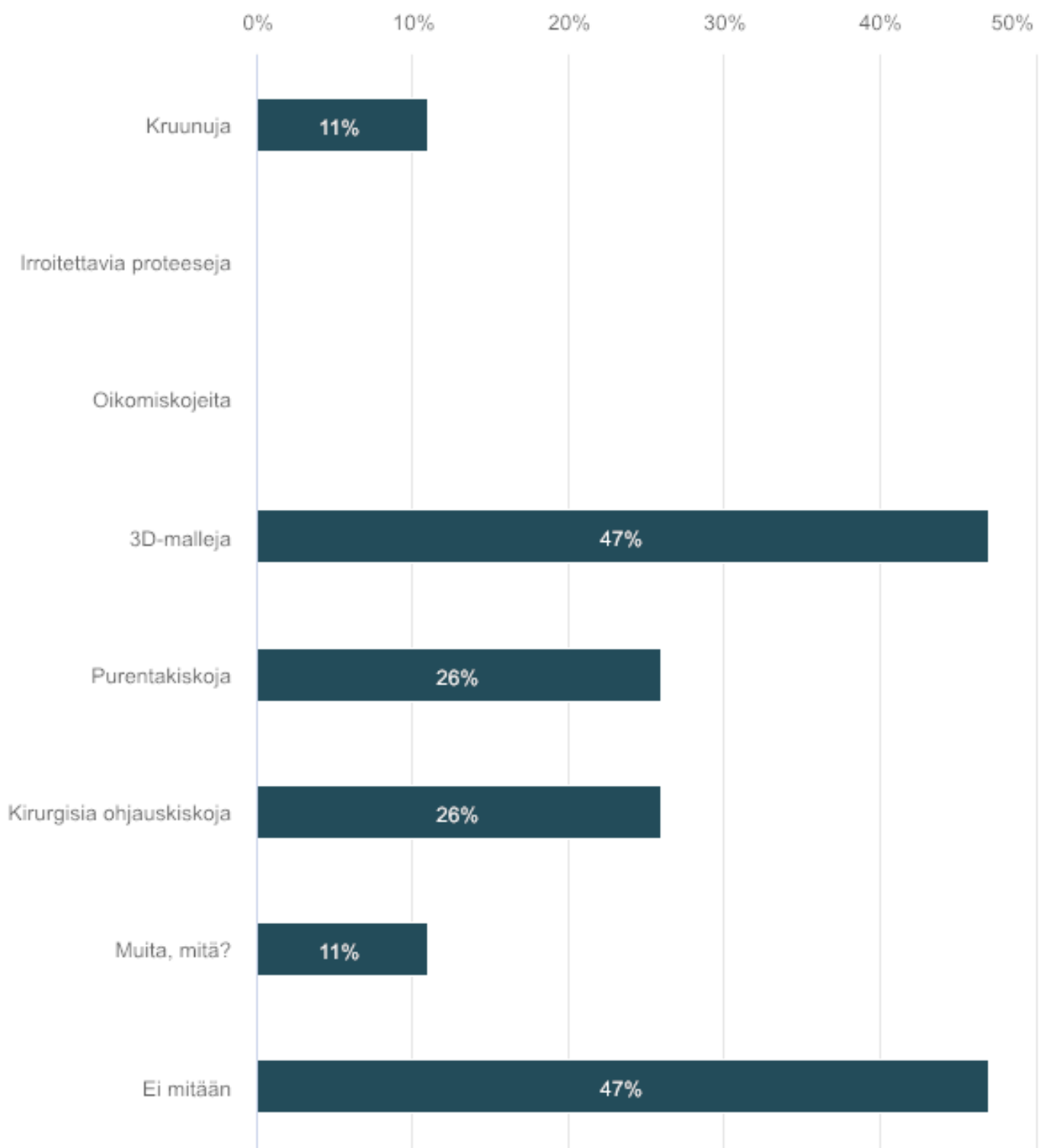
	n	Prosentti
Vaha	5	25%
CoCr (kobolttikromi)	2	10%
Titaani	3	15%
PMMA (polymetyylimetakrylaatti)	6	30%
Zirkonia	8	40%
Lasikeraami	9	45%
Komposiitti	4	20%
Muita, mitä?	2	10%
Emme käytä jyrsimiä	8	40%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muita, mitä?	Lithiumdisilikaattia, E.max
Muita, mitä?	Sintermetal

11. Mitä töitä valmistatte tulostamalla?

Vastaajien määrä: 19, valittujen vastausten lukumäärä: 32



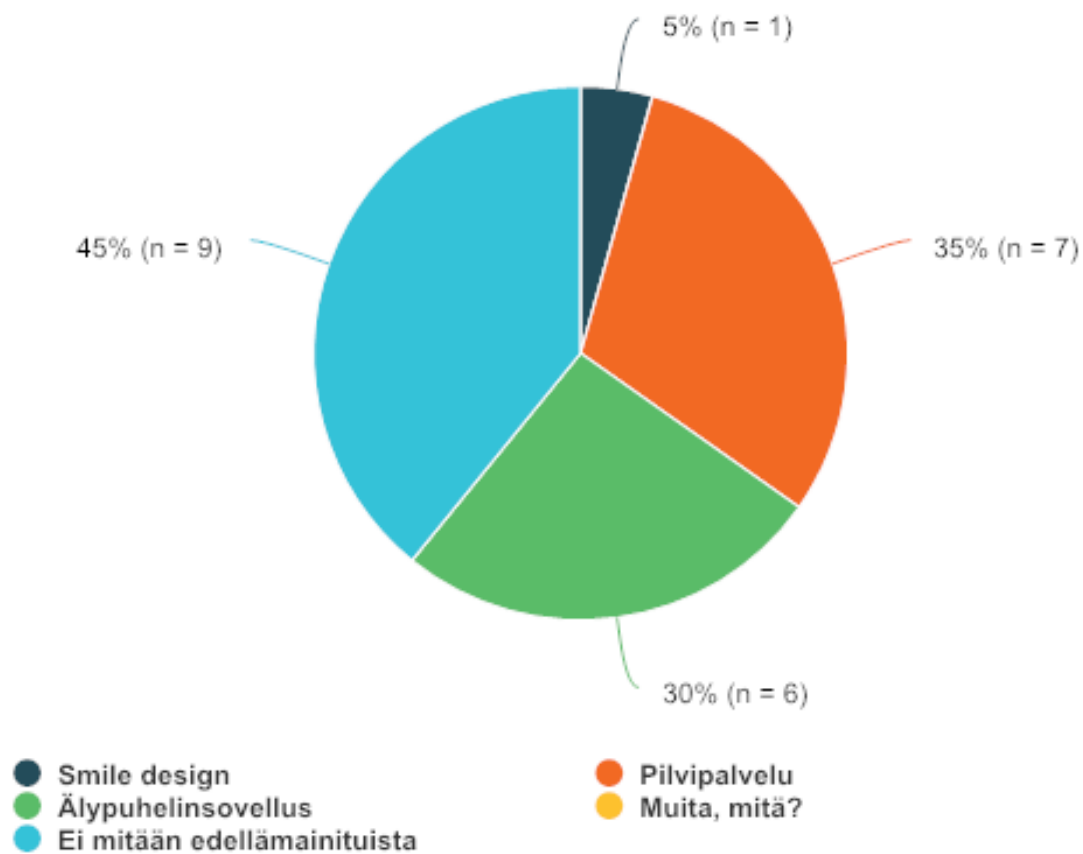
	n	Prosentti
Kruunuja	2	10,53%
Irroitettavia proteeseja	0	0%
Oikomiskojeita	0	0%
3D-malleja	9	47,37%
Purentakiskoja	5	26,32%
Kirurgisia ohjauskiskoja	5	26,32%
Muita, mitä?	2	10,53%
Ei mitään	9	47,37%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muita, mitä?	Rankoj
Muita, mitä?	malleja

12. Käytättekö jotain seuraavista laitteenvalmistajan tarjoamista liitännäispalveluista?

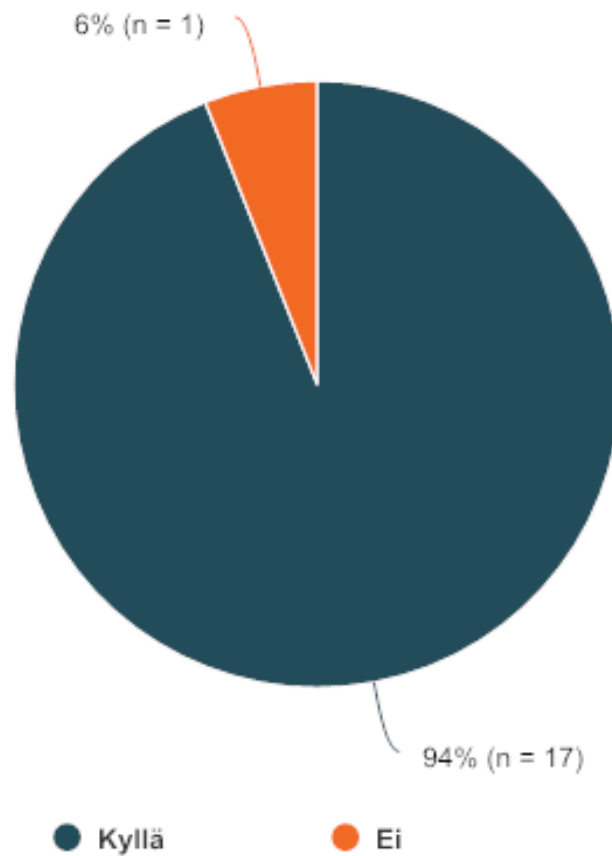
Vastaajien määrä: 20, valittujen vastausten lukumäärä: 23



	n	Prosentti
Smile design	1	5%
Pilvipalvelu	7	35%
Älypuhelinsovellus	6	30%
Muita, mitä?	0	0%
Ei mitään edellämaituista	9	45%

13. Teettekö yhteistyötä muiden laboratorioden/jyrsintäkeskusten kanssa tietokoneavusteisten skannaus/työstömenetelmien parissa? Jos ette, siirry kysymykseen 18.

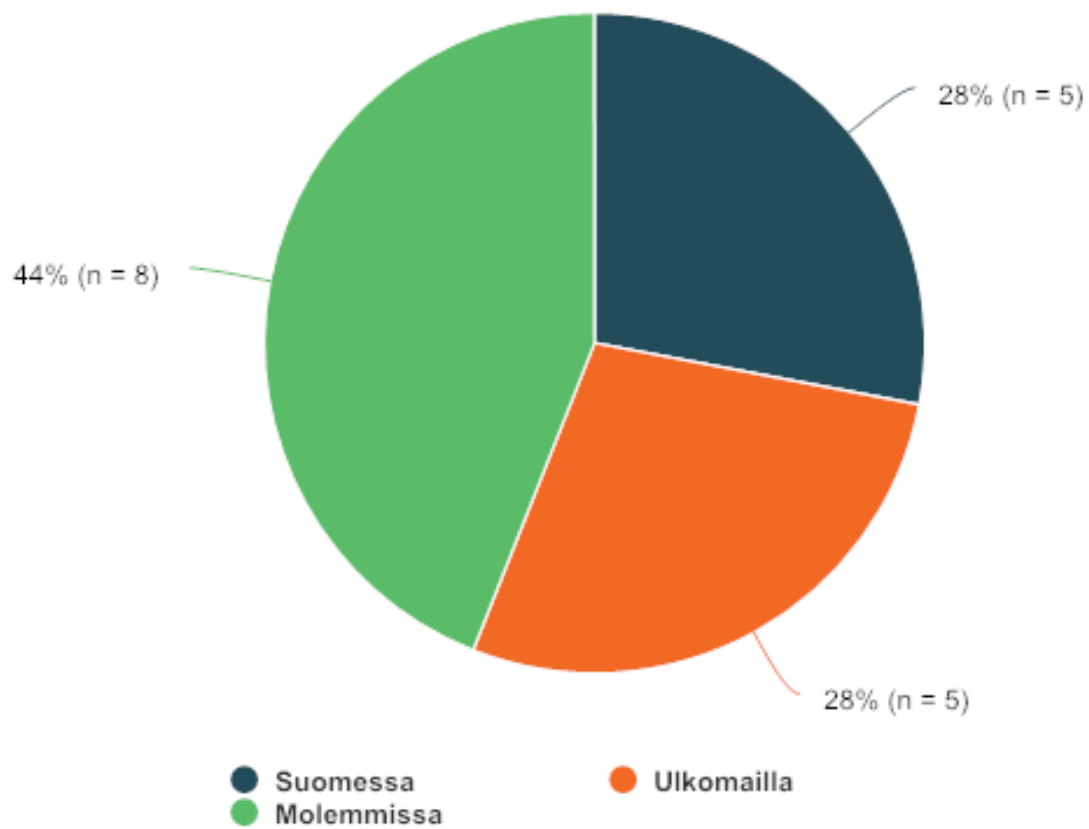
Vastaajien määrä: 18



	n	Prosentti
Kyllä	17	94,44%
Ei	1	5,56%

14. Teetättekö tietokoneavusteisia töitä?

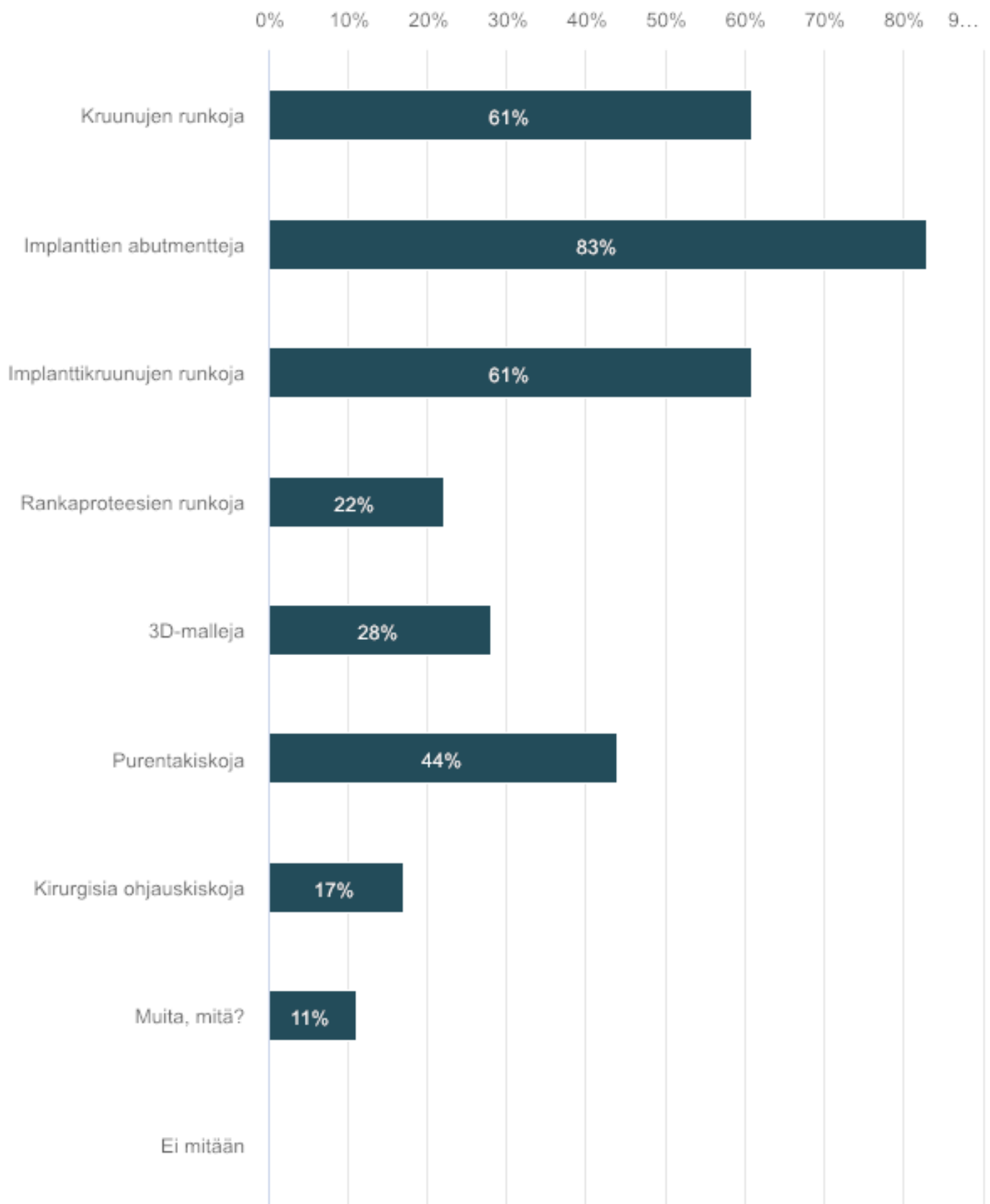
Vastaajien määrä: 18



	n	Prosentti
Suomessa	5	27,78%
Ulkomailla	5	27,78%
Molemmissa	8	44,44%

15. Mitä töitä yhteistyökumppaninne jyrää teille?

Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 59



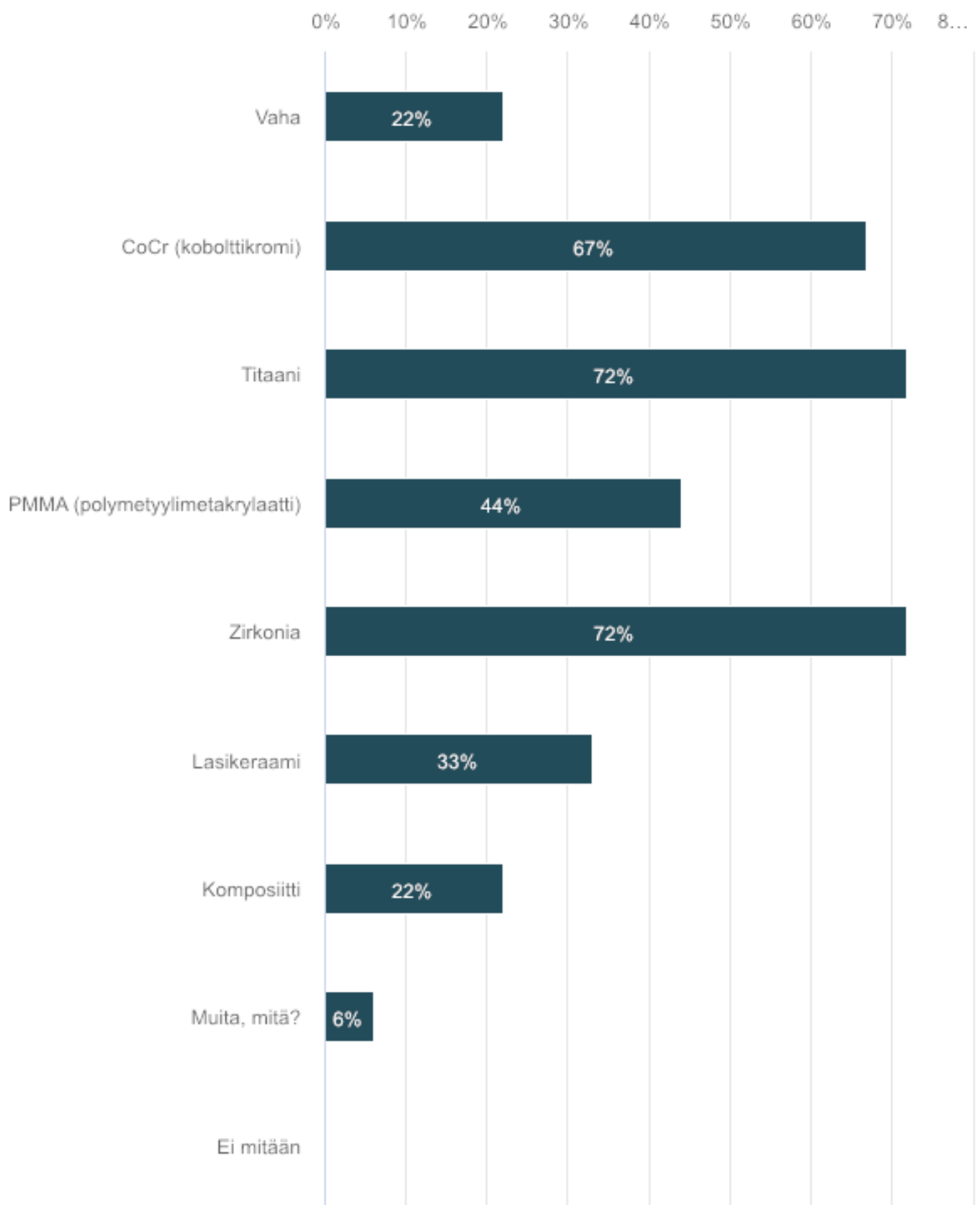
	n	Prosentti
Kruunujen runkoja	11	61,11%
Implanttien abutmentteja	15	83,33%
Implanttikruunujen runkoja	11	61,11%
Rankaproteesien runkoja	4	22,22%
3D-malleja	5	27,78%
Purentakiskoja	8	44,44%
Kirurgisia ohjauskiskoja	3	16,67%
Muita, mitä?	2	11,11%
Ei mitään	0	0%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muita, mitä?	Valuaihioita
Muita, mitä?	Siltojen runkoja

16. Mitä materiaaleja yhteistyökumppaninne jyrää teille?

Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 61



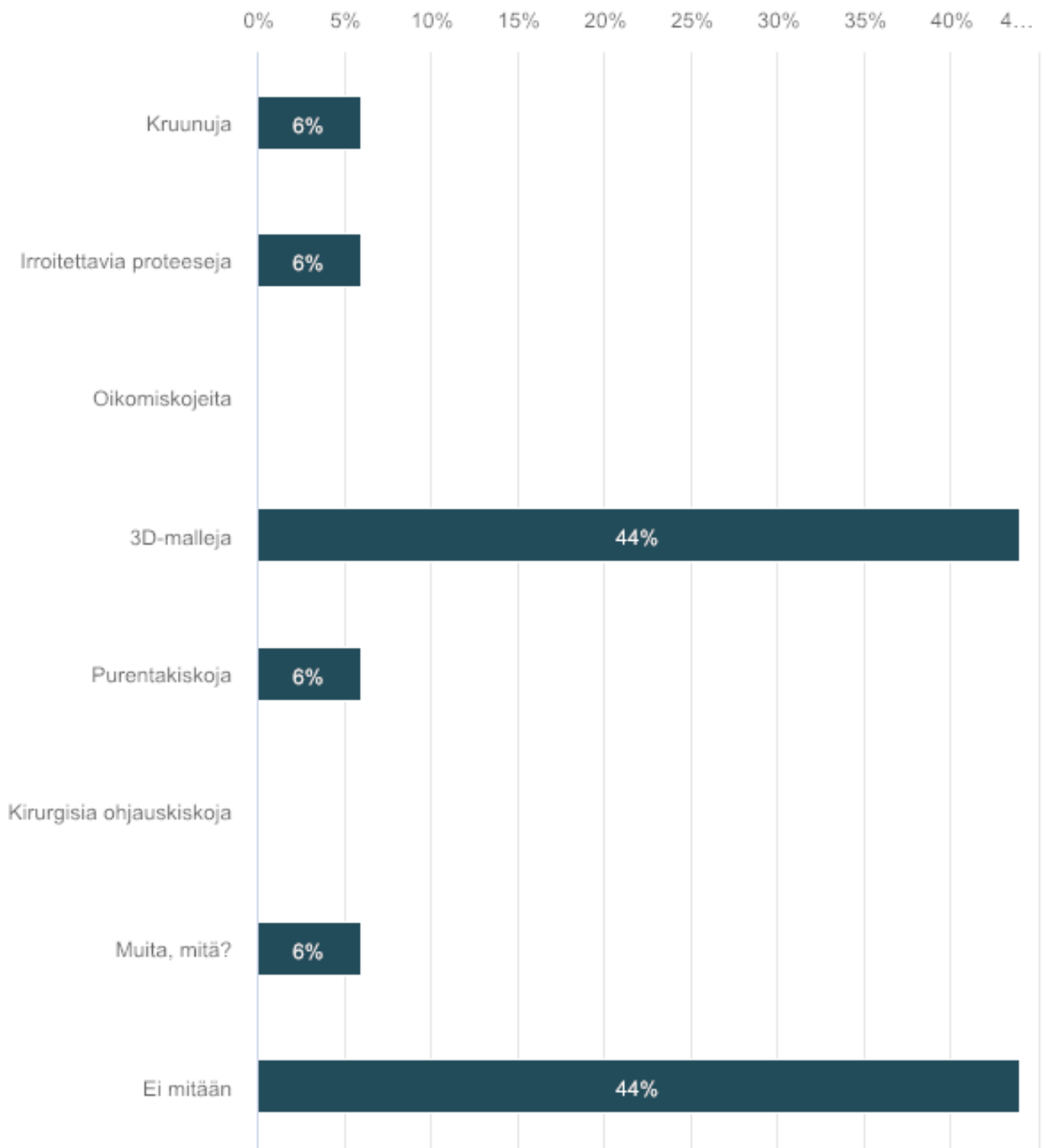
	n	Prosentti
Vaha	4	22,22%
CoCr (kobolttikromi)	12	66,67%
Titaani	13	72,22%
PMMA (polymetyylimetakrylaatti)	8	44,44%
Zirkonia	13	72,22%
Lasikeraami	6	33,33%
Komposiitti	4	22,22%
Muita, mitä?	1	5,56%
Ei mitään	0	0%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muita, mitä?	Sintermetal

17. Mitä töitä yhteistyökumppaninne tulostaa teille?

Vastaajien määrä: 18, valittujen vastausten lukumäärä: 20



	n	Prosentti
Kruunuja	1	5,56%
Irroitettavia proteeseja	1	5,56%
Oikomiskojeita	0	0%
3D-malleja	8	44,44%
Purentakiskoja	1	5,56%
Kirurgisia ohjauskiskoja	0	0%
Muita, mitä?	1	5,56%
Ei mitään	8	44,44%

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

Vastausvaihtoehdot	Teksti
Muita, mitä?	implanttisillan runkoja

18. Miksi käytätte tietokoneavusteisia skannaus-/työstömenetelmiä?

Vastaajien määrä: 20

Vastaukset
Vähemmän inhimillisiä virheitä
Työajan säästö,
Materiaali mahdollisuudet ja tietyt työn rakenne mahdollisuudet, tarkkuus, kustannustehokkuus,
Tarkkuus, toistettavuus, vähemmän virheitä, kustannustehokasta
Laboratoriomme Kiinassa käyttää CAD/CAM tekniikkaa luotettavuuden ja kustannustehokkuuden vuoksi.
Lähinnä siksi, että hammaslääkärit haluavat lähettää meille stl-tiedostoja. Joissain töissä kipsimallin skannauksesta ja tietokoneavusteisesta työn kulusta on oikeasti hyötyä (kalvo-oikominen). Lähes kaikissa muissa töissä (oikominen) työmallin tulostaminen intraoraaliskannauksen perusteella nostaa kustannuksia merkittävästi. Todellinen haaste tulovaisuudessa on, miten saadaan tulostettua kymmeniä malleja päivässä.
Tasainen laatu
Tarkkuus, helppous, luotto kehittyvään alaan, tiedonsiirron nopeus vrt fyysisten objektien logistiikka.
Zirkoniarunkoiset kruunut ja sillat ovat metallokeräämisiä esteettisempiä ja miellyttävämpiä valmistaa.
Tarkkuuden ja varmuuden takia. Työt tehdään tehdasvalmiista materiaaleista, jolloin materiaalin laatu pysyy tasaisena ja varmana, kun ei valmisteta itse materiaaleja laboratoriossa.
Työ on tehostunut digitalisaation myötä. Työt ovat tasalaatuisempia.
tulee tarkempia töitä
Teetämme lähinnä abutmentteja ja implantti rakenteiden runkoja
Tarkkuus Nopeus Sitoo vähemmän työvoimaa
Nopeuttaa työskentelyä ilman, että laatu huononee.
nykyaikaa käyttäisin enemmänkin jos olisi kattavammat laitteet
Nopeus, toistettavuus, taloudellisuus.
Vaivattomin tapa ja itsellä ei ole välineitä
Vain jos työllä on kiire

Nopeuttaa ja helpottaa tiettyjen töiden tekemistä. Esimerkiksi silta - ja implanttitoissa todella käyttökelpoinen.

19. Miksi ette käytä tietokoneavusteisia skannaus-/työstömenetelmiä?

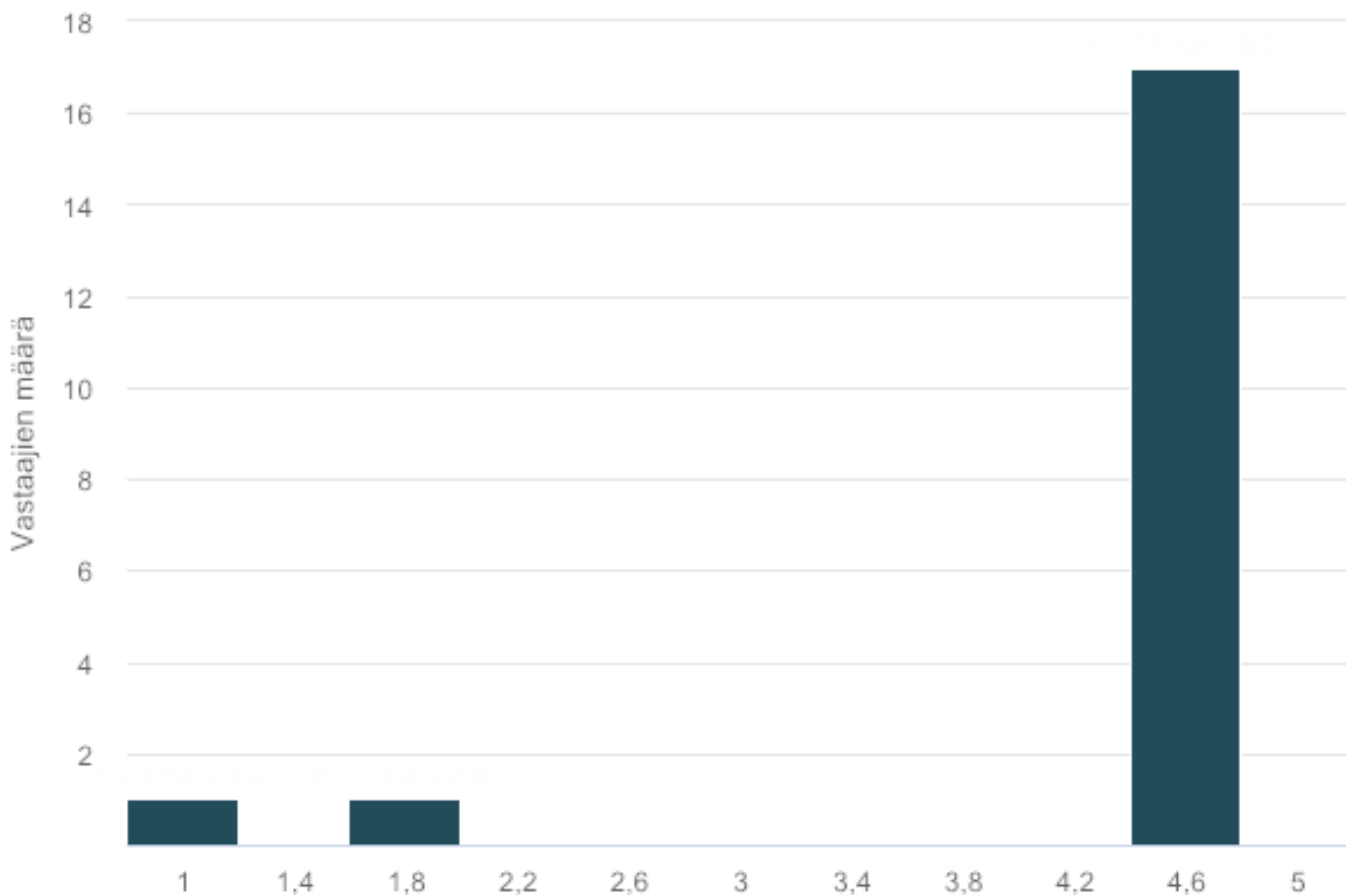
Vastaajien määrä: 4

Vastaukset
Jos jokin muoto tai materiaali voi aiheuttaa jyritynä tai printattuna rakenteellista heikkoutta tai huonoa istuvuutta, emme käytä CAD/CAM -tekniikkaa valmistukseen.
Suunnitteluohjelmistot ovat toistaiseksi puutteellisia ja surkeita, puunkiskon suunnitteleminen onnistuu vaivoin, mutta valmistaminen on järkevää vain jyrityksellä, 3D-tulostusmateriaalit kelpaavat vain työmallien valmistukseen.
Käsityö monessa parempi
Monesti perinteisellä menetelmällä päästään parempaan lopputulokseen. Tietyissä töissä jyrityspalveluiden hinta on liian korkea.

20. Kuinka todennäköisesti tulette käyttämään tietokoneavusteisia skannaus-/työstömenetelmiä seuraavan 2 vuoden aikana?

1= Todennäköisesti en käytä ja 5= Todennäköisesti käytän

Vastaajien määrä: 19

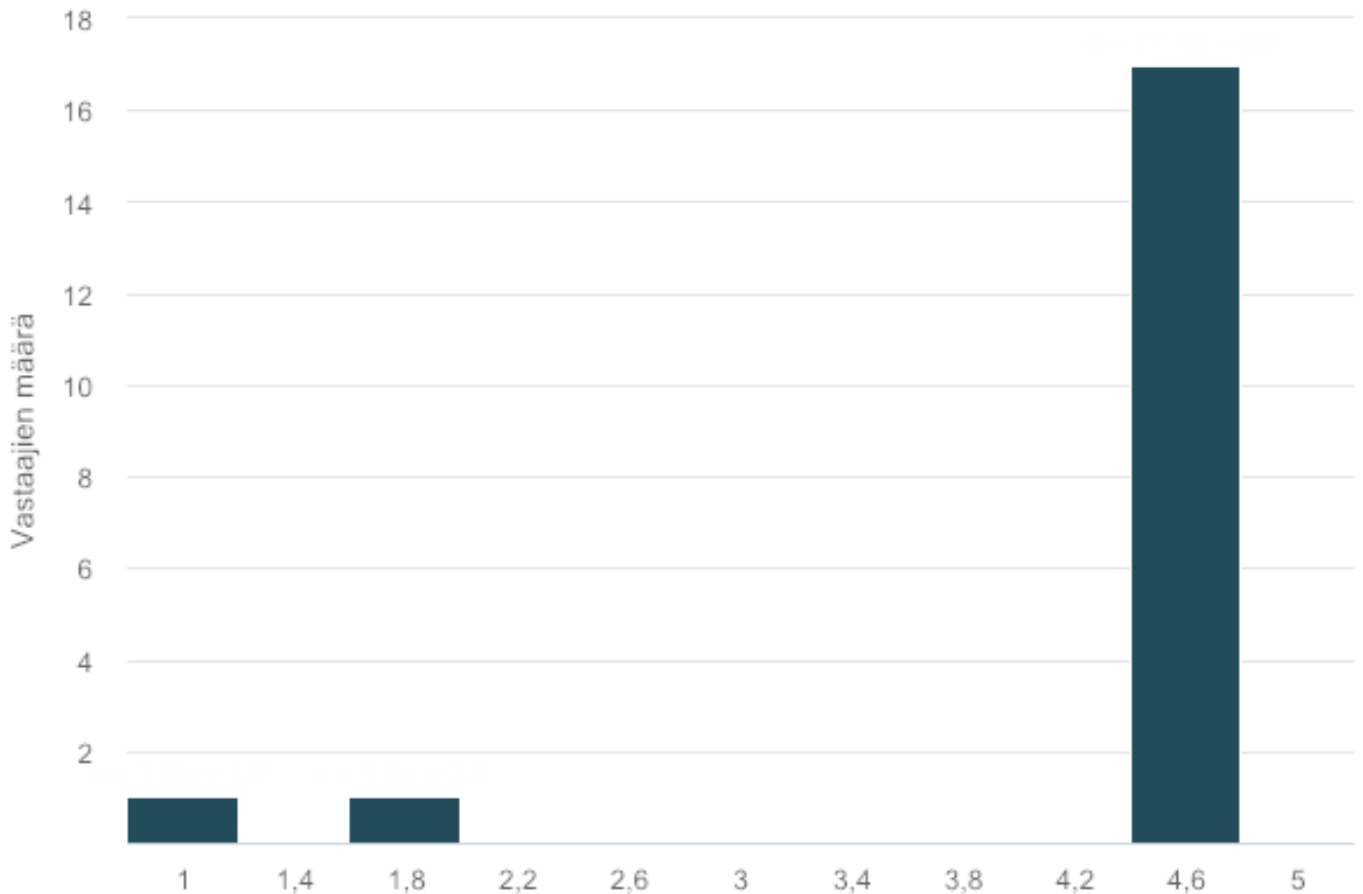


Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
1	5	4,63	5	88	1,12

Liukukytkimien arvon lukumäärä	n	Prosentti
1	1	5,26%
2	1	5,26%
3	0	0%
4	0	0%
5	17	89,48%

21. Kuinka todennäköisesti tulette käyttämään tietokoneavusteisia skannaus-/työstömenetelmiä seuraavan 5 vuoden aikana? 1=Todennäköisesti en käytä ja 5=Todennäköisesti käytän

Vastaajien määrä: 19



Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
1	5	4,63	5	88	1,12

Liukukytkimen arvon lukumäärä	n	Prosentti
1	1	5,26%
2	1	5,26%
3	0	0%
4	0	0%
5	17	89,48%

22. Perustele vastauksesi kysymyksiin 18 ja 19.

Vastaajien määrä: 11

Vastaukset
Tämä on jokapäiväinen osa työtämme
Materiaali mahdollisuudet ja tietyt työn rakenne mahdollisuudet, tarkkuus, kustannustehokkuus,
kts 18
Esimerkiksi porakompensaatio saattaa viedä ahtaassa purennassa kallisarvoista tilaa materiaalivahvuudelta.
Vaikka 3D-tulostaminen nostaa merkittävästi työmallin valmistuskustannuksia verrattuna kipsimalliin, toisaalta tietyt työt esim. kalvo-oikominen eivät onnistu kunnolla ilman skannausta/3D-tulostamista.
Nykytekniikassa on oltava mukana, että saan luovutettua laboratorin seuraavalle yrittäjälle.
<ul style="list-style-type: none">- Implanttien abutmenteissa ja rungoissa varsinkin käsityötarkkuus ei vastaa jyrsintarkkuutta. Isot jyrsinkeskukset implanttivalmistajien omistamia tai sertifioituja.- Vielä monesti digitaalinen työnkulku ei ole paras vaihtoehto, täytyy osata yhdistellä digitaalisuutta ja käsin tekemistä.
18. Kone tekee töitä myös iltaisin ja viikonloppuisin. Data on tallessa, jos tarvitsee tehdä jokin työ uudelleen.
19. Monimutkaiset muodot ovat myrkkyyä jyrsimille. Tietyissä tapauksilla on helpompi esim. vahata kruunu ja prässätä se. Joskus myös hammas ei mahdu jyrsintäpalikkaan. Muovin jyrsiminen ei ole kovin järkevää. Tulevaisuudessa tulostaminen on irrotettavissa muovitoissa parempi vaihtoehto.
Käytettäessä CadCam laitteistoa voidaan resursseja vapauttaa muihin laboratorion töihin. Työt voidaan aina tehdä uudestaan ja samalla tavalla." In house" toteutuksena saadaan kustannussäästöä, kun ei tarvitse maksaa työn tekemisestä ulkopuoliselle.
Ei ole paljoa sellaisia töitä
Me vaan skannataan muut tekee työt

23. Mitä toiveita laboratoriollanne on hammaslääkäreiden kuvaaman optisen jäljennöksen suhteen?

Vastaajien määrä: 16

Vastaukset
Keskittyminen auttaa aina ja tämäkään ei tee viisaaksi
Laboratorio ei voi olla vastuussa työn istuvuudesta
Hammaslääkäreiden tulisi ymmärtää hiontojen merkitys konetyöstetyissä töissä. Muistaa ettei optisilla jäljennösmetodeilla eikä -skannereilla ole röntgenominaisuutta.
Kaikki käy
Mahdollisimman hyvä laatuinen, ei reikiä eikä ylimääräisiä reikaleitä. Jäljennös pitäisi nimetä tunnistettavasti esim. potilaan nimen mukaan. Jäljennös pitäisi olla valmis suoraan tulostettavaksi ilman ylimääräistä jäljennöksen muokkaamista, parantelua tai sokkelin tekemistä.
Tarkistakaa scannauksenne ennen lähetystä ja muistakaa lähettää ne
Tarpeeksi isot skannit, repaleita ja reikiä mahd vähän. Käytännön tieto käytettyjen järjestelmien yhteensopivuuksista ja heikkouksista. Kaikki järjestelmät eivät sovellu yhteen varsinkaan isoja/monimutkaisempia töitä tehdessä, vaikka yhteinen .stl -formaatti ja ohjelmistojen valmistajat antavat näin ymmärtää. Ts. ymmärrys siitä, mitä voi/kannattaa kameralla tehdä, ja mitä perinteisellä jäljennöksellä.
Kuvatut jäljennökset ovat yleensä hyviä. Vain langan ientaskuun tunkemisessa on joskus puutteita. Hionnat voisivat olla sileämpiä ja kaarrosolkapäät leveämpiä.
Toistaiseksi skannattu aina kipsimallista.Ei vielä kokemusta intraoraaliskannauksen laadusta.
Asiakkaat kenellä on suuskannerit, eivät lähetä töitä, vaan jyršivät ne itse / lähettävät Kiinaan
- Skannatkaa riittävän paljon, saadaan enemmän infoa purennasta ja morfologiasta. - Huolellisuutta - Kaikki pitää näkyä, valo ei mene ientaskuihin tai kulmien taakse
Kannattaa skannata mahdollisimman monta hammasta, jolloin kokonaisuuden hahmottaminen helpottuu. Skannauksessa olevat reiät ja muut vääristymät aiheuttavat laboratoriossa ongelmia, joita ei pysty kiertämään. Kone ns. jumittaa. Jäljennös on otettava uudestaan.
tarkkuutta, tarkkuutta ja tarkkuutta
Käyttäkää kuvantamiseen riittävästi aikaa.

Ottais perinteisesti jäljennösaineella. Tietokoneet on perseestä

Muistakaa tarkistaa, että kuvattava ala on riittävän suuri, eikä siinä ole reikiä.
Tarkistakaa purenta vielä tarkasti näytöltä ennen kuin lähetätte tiedoston. Esim. jos purenta osuu pehmeälle limakalvolle voi se vääristää purentaa.