
**ESISELVITYS ELINTARVIKKEIDEN
3D-TULOSTAMISESTA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Hämeenlinna, kevät 2015

Arno Teva



Hämeenlinna
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä	Arno Teva	Vuosi 2015
Työn nimi	Esiselvitys elintarvikkeiden 3D-tulostamisesta	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia esiselvitys 3D-tulostamisesta elintarvikealalla. 3D-tulostaminen on uusi ja jatkuvasti kehittyvä ala, joka tulee vaikuttamaan myös elintarvikealan kehittymiseen. Työn tarkoituksena oli selvittää elintarvikenäkökulmasta 3D-tulostamiseen liittyviä tekijöitä. Aiheen toimeksiantajana oli Hämeen ammattikorkeakoulu ja kohderyhmänä elintarvikealan Pk-yritykset.

Opinnäytetyössä esitellään yleisimpiä 3D-tulostusmenetelmiä ja selvitetään 3D-tulostamista tietokoneen kannalta ja huomioidaan tekniikan mahdollisuuksia. Elintarvikenäkökulmasta opinnäytetyössä on esitelty kaksi olemassa olevaa laitetta, selvitetty keskeisiä asioita koskien elintarvikkeiden käyttöä 3D-tulostamisessa ja esitelty tekniikan käyttömahdollisuuksia.

Opinnäytetyötä varten suoritettiin kyselytutkimus, jossa pyrittiin selvittämään kuluttajien mielipiteitä 3D-tulostamisesta ja 3D-tulostetuista elintarvikkeista. Opinnäytetyön tulokset perustuvat kyselytutkimuksen tuloksiin, internet- ja kirjallisiin lähteisiin.

Opinnäytetyön avulla elintarvikealan yritys voi arvioida 3D-tulostamista laajentumisvaihtoehtona toiminnalleen. 3D-tulostimen hankinta yritykselle on edullinen tapa laajentaa tuotevalikoimaa ja palveluita asiakkaille. Elintarvikkeiden 3D-tulostaminen uudistaa elintarvikkeiden maun, muodon, terveystrendit, suunnittelun sekä mahdollistaa vielä monia muita tuntemattomia tekijöitä.

3D-tulostaminen Suomessa vielä suurelta osin tuntematon valmistusmenetelmä, elintarvikealalla vielä täysin hyödyntämätön menetelmä. Tuntemattomana menetelmänä 3D-tulostetut elintarvikkeet vaatisivat paljon onnistunutta mainontaa menetelmästä ja sen tuomista ominaisuuksista elintarvikkeelle.

Avainsanat 3D-tulostaminen, elintarvikeala, elintarvikkeiden ominaisuudet

Sivut 34 s. + liitteet 18 s.

Hämeenlinna
Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Meat and Convenience Food Technology

Author	Arno Teva	Year 2015
Subject of Bachelor's thesis	Preliminary study of food 3D printing	

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis was to draw up a preliminary report about 3D printing in the food industry. 3D printing is a new and evolving area, which will also affect the development of the food industry. The purpose was to examine the factors related to 3D printing from the perspective of food industry. 3D Printing in Finland is still a largely unknown manufacturing method, and in the food industry still a completely non-utilized method. The thesis was commissioned by HAMK University of Applied Sciences and the target group was small and medium sized food companies.

The thesis presents the most common 3D printing methods and explores 3D printing from the point of view of a computer and takes into account the technological possibilities. Two existing devices were presented in the thesis from the perspective of food industry. In addition, the key points concerning the use of foods in 3D printing and the possibilities of the technology in the food industry were discussed.

A survey was conducted to find out consumer opinions on 3D printing and 3D printed foods. The results of the thesis are based on the survey results and the Internet and literary sources.

With the help of the thesis food companies can evaluate 3D printing as an expansion alternative for their operations. A 3D printer is an affordable way for a company to expand the range of products and services to customers. 3D Printing foods will renew the taste, shape, health trends, designing and many still unknown factors. As 3D printing is an unknown method, 3D-printed food would require a lot of successful advertising about the method and added properties for the food.

Keywords 3D printing, food, food features

Pages 34 p. + appendices 18 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	3D-TULOSTAMINEN.....	2
3	TEORIA	3
3.1	FDM-tulostustekniikka.....	3
3.2	SLA-tulostustekniikka.....	4
3.3	SLS-tulostustekniikka	4
3.4	Inkjet-tulostustekniikka.....	4
4	3D-TULOSTAMINEN TIETOKONEEN KANNALTA	6
4.1	Mallin luonti.....	6
4.2	Digitaalisten 3D-mallien jakaminen.....	7
5	ELINTARVIKKEIDEN 3D-TULOSTAMINEN	8
5.1	Olemassa olevia kokoonpanoja.....	8
5.2	Tulostusraaka-aine	9
5.3	Raaka-aineen vaatimukset.....	9
5.4	Muoto ja rakenne.....	10
5.5	Ravintosisältö.....	10
5.6	Maku.....	11
5.7	Synteettiset elintarvikkeet	11
5.8	Tulostaminen alhaisessa lämpötilassa.....	11
6	ESISELVITYS	12
6.1	3D-tulostustoiminta pienyrityksessä	12
6.2	Kyselytutkimus.....	12
6.2.1	Kyselyn rakenne	12
6.2.2	Kyselyn tulokset	13
6.2.3	Merkitsevyysanalyysi	26
7	POHDINTA.....	30
7.1	Lisäaineet	30
7.2	Kyselyn johtopäätökset	30
7.3	Pakkausmerkintä	31
7.4	Mahdollisuudet.....	31
7.5	Kehitystyö	32
	LÄHTEET	33
	KUVALÄHTEET.....	34
Liite 1	Sähköpostikysely	
Liite 2	Facebook-kysely	

TERMISTÖ JA LYHENTEET

AM	Additive Manufacturing, materiaalia lisäävä valmistusmenetelmä
CAD	Computer Aided Desing, tietokone avustettu suunnittelu
FDM	Fused Deposit Modelling, tulostusmenetelmä, kuumaliimapistoolimainen materiaalin syöttö
InkJet	Tulostusmenetelmä, jossa materiaalin kovetus jauhedillä sidosaineen avulla, tunnetaan myös nimellä Powder Bed Printing
SLA	Stereolitografia, tulostusmenetelmä, nestemäisen materiaalin kovetus UV-valon avulla
SLS	Selective Laser Sintering, tulostusmenetelmä, materiaalin kovetus jauhedillä laserilla sintraamalla
STL	Standard Tessellation Language, 3D-mallin standardi tallennusmuoto
Thermoplastisuus	Materiaalin lämpömuovautuvuus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia esiselvitys 3D-tulostamisesta elintarvikekäytössä. 3D-tulostaminen on kehittyvä ala, joka muuttuu jatkuvasti. Alalle syntyy uusia pienyrityksiä ja on jo muodostunut muutamia suurempia yrityksiä. 3D-tulostaminen ei tule mullistamaan vain teollisuutta vaan useat yritykset suunnittelevat kuluttajille tarkoitettuja kotikäyttöisiä 3D-tulostimia. 3D-tulostaminen on vallannut alaa monella teollisuuden alalla, miksi ei myös elintarvike alalla. Työssä selvitetään, millaisia mahdollisuuksia pienikokoisilla yrityksillä olisi parantaa toimintaansa 3D-tulostimen tarjoamilla mahdollisuuksilla.

Opinnäytetyössä esitellään eräitä elintarvikekäytössä olevia 3D-tulostusmenetelmiä. 3D-tulostamista on myös tarkasteltu tietokoneen kannalta, miten tietokone ja 3D-tulostin toimivat yhteistyössä. Myös 3D-tulostamistekniikasta seuraavia megatrendejä on arvioitu.

Opinnäytetyössä pyrittiin keskittymään 3D-tulostamiseen elintarvikkeiden kannalta. Työssä pyrittiin selvittämään, miten elintarvike soveltuu tulostusmateriaaliksi ja millaisia haasteita elintarvikkeiden tulostamiseen liittyy. Työssä on läpikäyty erilaisia tulostusmateriaalina käytettävän elintarvikkeen ominaisuuksia ja mahdollisia ratkaisuja ongelmien poistamiseksi. Työssä on esitelty kaksi markkinoille tämän vuoden aikana tulevaa kotikäyttöistä elintarvike-3D-tulostinta. Opinnäytetyötä varten suoritettiin kyselytutkimus. Kyselytutkimuksessa selvitettiin vastaajien ennakkokäsityksiä 3D-tulostamisesta ja esiteltiin viisi 3D-tulostettua elintarviketuotetta.

3D-tulostaminen on nyt ja tulevaisuudessa vakavasti ottava vaihtoehto elintarvikealan yritykselle laajentaa tuotevalikoimaansa ja palveluitaan. 3D-tulostamisen kehittyminen on nyt vasta alkanut ja tulevaisuuden mahdollisuudet ovat vielä tuntemattomat. Elintarvikkeiden 3D-tulostaminen on ajankohtainen aihe ja herättää varmasti kiinnostusta tulevaisuudessa.

2 3D-TULOSTAMINEN

3D-tulostaminen on valmistustekniikka, jossa tulostettava malli rakennetaan kerros kerrallaan materiaalia lisäämällä. 3D-tulostaminen kuuluu AM-tekniikkoihin (Additive Manufacturing) eli materiaalia lisääviin menetelmiin. Tulostusprosessissa tietokone ohjaa 3D-tulostinta. Tietokone syöttää tulostusohjeita tulostimelle 3D-mallinnusohjelmalta (CAD eli Computer Aided Design) saamiensa käskyjen mukaisesti. (Additive Manufacturing 2014.)

3D-tulostaminen on mallin rakentamista kerros kerrallaan. Tulostettavana materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi muovia, metallia, betonia, elintarvikkeita tai keinotekoisista solukudosta. Kattava tulostusmateriaalien skaala mahdollistaa lähes minkä tahansa tavaran valmistamisen. Muovista ja metallista voidaan tulostaa käyttöesineitä ja työkaluja käyttövalmiina, betonista rakennuksia ja solukudoksesta eläviä elimiä. Elintarvikkeita tulostusmateriaalina käytettäessä voidaan tulostaa lähes minkäläistä ja muotoista ruokaa. 3D-tulostamisen mahdollisuudet ovat siis lähes rajoittamattomat ja tekniikka on muuttanut käsitystämme teollisuudesta, patenttilainsäädännöstä, ekonomiasta ja elämästämme erilaisten tavaroiden kanssa. (Additive Manufacturing 2014; Lipson & Kurman 2013.)

Ensimmäisen 3D-tulostimen kehitti ja rakensi Charles Hull vuonna 1984. Tämän ensimmäisen 3D-tulostimen menetelmä perustui stereolitografiaan (SLA), jossa muovia kovetetaan UV-valon avulla kerroksittain. Hull keksi, että muovia kovettava UV-laser voitaisiin kytkeä tietokoneohjatuksi ja näin voitaisiin tulostaa tietokoneella suunniteltuja malleja. Vuonna 1986 Hull patentoi keksintönsä ja perusti 3D Systems yrityksen kaupallistaakseen ideansa. (Hickey 2014; Paukku 2013; Mims 2013.)

3D-tulostimen historia voidaan jäljittää vuoteen 1976, jolloin mustesuihkutulostin keksittiin. Ensimmäinen SLA-menetelmällä toimiva tulostin 3D Systemsiltä tuli myyntiin 1992. Vuonna 2000 tulostettiin munuainen, joka onnistuneesti saatiin siirrettyä eläimelle. Vuonna 2008 valmistettiin ensimmäinen 3D-tulostin, joka pystyi tulostamaan itsestään kopion. Tämä mahdollisti tulostimen omistavien henkilöiden tulostaa uusia tulostimia tuttavilleen, mikä auttoi 3D-tulostustekniikan leviämisessä ja kehittämisessä avoimena alustana. Samana vuonna tulostettiin ensimmäinen proteesi, kokonainen jalka, jonka kaikki osat olivat 3D-tulostettuja. Vuonna 2011 suunniteltiin ja tulostettiin kokonainen lentokone osissa Southamptonin yliopistossa. (Dale 2012.)

3 TEORIA

3D-tulostaminen on valmistustekniikka, jossa tulostettava malli tulostetaan kerros kerrokselta. Mallin tarkkuudesta riippuen tulostettavia kerroksia voi olla jopa useita tuhansia. Tuhansien kerrosten tulostaminen vie aikaa, mutta jatkuvasti kehittyvät tulostusmenetelmät ja -ratkaisut luhentävät tulostusaikaa. Uudet menetelmät pyrkivät myös helppokäyttöisyyteen ja automaattisuuteen, jolloin ihmisen ei tarvitse vain vahtia tulostusprosessia siihen puuttumatta.

Tässä työssä esitellään vain elintarvikkeiden tulostamisessa käytettäviä tulostusmenetelmiä. Menetelmät on esitelty toimintaperiaatteellisesti. 3D-tulostetun mallin laatu riippuu tulostustarkkuudesta, jonka määrittävät tulostettavan kerroksen paksuus (resoluutio) ja tulostinpään liikkeen virhetoleranssi. Käytetty yksikkö tulostustarkkuudesta on mikrometri, eli metrin miljoonasosa. Vuoden 2015 alkupuolella kymmenessä parhaiten arvostellussa pöytäkokoisessa 3D-printeterissä resoluutio vaihteli 20 ja 500 mikrometrin välillä, virhetoleranssi oli väliltä 6–200 mikrometriä. Tulostusnopeus on millisiä sekunnissa (mm/s), nopeudet vaihtelivat 15–300 mm/s. (Gordon 2015.)

3.1 FDM-tulostustekniikka

FDM-tulostimissa (Fused Deposit Modelling) suuttimesta syötetään tulostusalustalle materiaalia, jolloin muodostuu tietokoneen ohjeistuksen mukaisesti ensimmäisen kerros mallista. Kerroksen valmistuttua suutin nousee ylöspäin ja syöttää uuden kerroksen materiaalia vanhan päälle. Myös tulostusalusta voi liikkua alaspäin. Suuttimen läpi syötettävä materiaali sulatetaan suuttimessa olevien lämpövästusten avulla ja syötön jälkeen materiaali jähmettyy lämpötilan laskiessa. Tästä johtuen tulostusmateriaalilta usein vaaditaan tarkat sulamislämpötilaominaisuudet. Jähmettyessään materiaali muodostaa sidoksen alemman kerroksen kanssa. Toistamalla prosessia malli rakentuu kerros kerrallaan. Materiaalin syöttö tapahtuu joko suutinta liikuttamalla tai suuttimen pysyessä paikallaan, tulostusalustan liikuessa. FDM-tekniikka on yleisesti halvempaa verrattuna muihin menetelmiin. Tulostettavan mallin laatu on riippuvainen syötettävän kerroksen paksuudesta. Tavallisesti tulostusresoluutio vaihtelee 75 ja 300 mikrometrin välillä. FDM-tulostimia on myös suurempi suuttimisia isompien, karkeampien mallien tulostamiseen nopeammin. Käytettävät materiaalit ovat kuitumaisia, termoplastisten ja orgaanisten materiaalien sekoituksia. Orgaanisista materiaaleista käytetyin on maissitärkkelys, joka on halpa ja soveltuu käyttöön hyvin. Usein käytettyjä muovisia tulostusmateriaaleja ovat esimerkiksi muoviyhdisteet ABS, PLA ja PC. Yksi haaste sulatettaessa muovia on siitä aiheutuva haju. Termoplastisten muovimassojen sekaan voidaan sekoittaa esimerkiksi puuta tai kiveä, jolloin saadaan suhteellisen halpaa tulostusmateriaalia. (THRE3D 2014.)

3.2 SLA-tulostustekniikka

SLA-tulostimissa (Stereolitografia) nestemäinen fotopolymeeriliuos täyttää astian, jossa on tulostusalusta. Laserin avulla valitaan ne kohdat kerroksesta, jotka halutaan kovettaa. Laserissa käytetään UV-valoa, joka reagoi valoherkän fotopolymeerin kanssa muodostaen kovettuneen kerroksen, eli yhden kerroksen tulostettavasta mallista. Kerroksen valmistuttua tulostusalusta liikkuu astiassa alaspäin. Näin uutta kovettumatonta fotopolymeeriä saadaan kovettuneen kerroksen päälle ja laserin avulla voidaan kovettaa uusi kerros. Näin malli tulostuu kerros kerrokselta toistamalla prosessia. Stereolitografia on hidas tulostusmenetelmä, mutta sillä voidaan tulostaa korkearesoluutioisia malleja. Tulostusresoluutio on tyypillisesti 30 mikrometrin luokkaa. Menetelmällä tulostetuissa malleissa on yleensä vähemmän näkyviä kerroksia, kuin menetelmissä, joissa käytetään suutinta materiaalin lisäämiseen ja kerrosten muodostamiseen. SLA-menetelmällä saadaan tulostettua malleja, joilla on lukuisia ominaisuuksia. Ominaisuuksiin kuuluu mm. vedenpitävyys, taipuisuus, kestävyys, jäykkyys, kirkkaus, iskun- ja lämmönkestävyys. (THRE3D 2014.)

3.3 SLS-tulostustekniikka

SLS-menetelmä (Selective Laser Sintering) on yksi menetelmä jauhepetitulosmenetelmistä (Powder bed printing, PBP). Valikoivassa laserintrauksessa tulostusalustalle levitetään ohut, tasainen kerros jauhemaista tulostusmateriaalia, kuten termoplastinen muovi- tai metallijauhetta. Tulostimen tietokoneohjatulla laserilla sintrataan jauhekerroksesta haluttu alue. Jauhe kovettuu sintrattaessa. Valmiin kovettuneen kerroksen päälle levitetään uusi jauhekerros ja prosessi toistetaan. Tulostusprosessin valmistuttua, ylimääräinen jauhe poistetaan. Tämä tapahtuu vakuumoimalla jauhe talteen uudelleen käyttöä varten. Sintrauksessa tulostusmateriaalia ei sulateta kokonaan. Materiaalia lämmitetään laserilla vain sen verran, että se lujittuu. SLS-menetelmä on sekä nopea, että halpa menetelmä. Jauhemaista tulostusmateriaalia on edullista ja kerroksen sintraus laserilla tapahtuu nopeasti. Tulostusmateriaaliksi kelpaa myös laaja valikoima eri aineita, kuten esimerkiksi sokeri. Tulostusmateriaalina voidaan käyttää myös kaksikomponenttista jauhetta. Tällöin tulostettavalle mallille saadaan lisää kestävyyttä ja muita ominaisuuksia, kuten vedenpidätyskykyä. (THRE3D 2014.)

3.4 Inkjet-tulostustekniikka

InkJet-menetelmä on hyvin samantapainen SLS-menetelmän kanssa. Erona tulostusmenetelmässä on tulostukseen käytettävän jauheen kovettaminen sidonta-aineella laserin sijaan. Tulostusalustalle levitetään tasainen kerros jauhemaista tulostusmateriaalia. Tämän jälkeen kerros kovetetaan syöttämällä tietokoneohjatun suuttimen kautta sidonta-ainetta. Sidonta-aine riippuu tulostusmateriaalista. Jos tulostusmateriaalina käytetään esimerkiksi sokeria, sidonta-aineeksi kelpaa pelkkä vesi. Kun sidonta-aine on kovetettanut jauhekerroksen, uusi kerros levitetään vanhan päälle ja prosessi toistetaan. Tulostus-sykli, joka koostuu yhden kerroksen tulostamisesta vastaa paljon tavallisen mustesuihkutulostimen paperitulostamista. Tästä johtuu

menetelmän nimi. Menetelmästä voidaan käyttää myös nimitystä Powder bed printing (PBP), eli jauhepetitulostus. Tulostusprosessin päätyttyä ylimääräinen jauhe poistetaan vakuumilla tai paineilmalla ja voidaan uudelleen käyttää. Valmis malli huuhdellaan vielä vedellä, jolloin kaikki jauhe saadaan poistettua. Malli voidaan myös vahvistaa kastelemalla sitä vielä sidonta-aineella. Tulostusmateriaaliksi soveltuvat monenlaiset aineet. Yhdistetyillä kaksikomponenttisilla jauheilla mallille saadaan useita ominaisuuksia. Menetelmä soveltuu erinomaisesti värillisten mallien tulostamiseen. Käyttämällä tulostukseen värillisiä sidonta-aineita, voidaan malli värittää halutun väriseksi. (THRE3D 2014; 3DSystems 2014.)

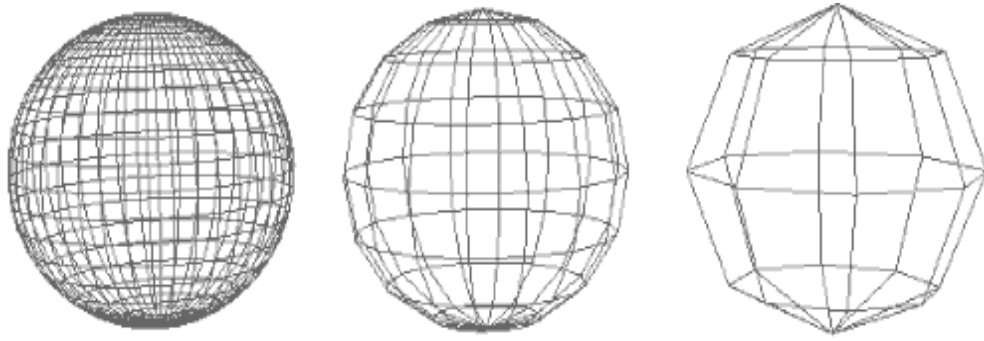
4 3D-TULOSTAMINEN TIETOKONEEN KANNALTA

3D-tulostin toimii tietokoneella toimivan tulostusohjelman ohjeiden mukaisesti. 3D-tulostin ei toteuta tulostustapahtumaa itse vaan tarvitsee tietokoneelta toimintaohjeet. 3D-tulostimen toimintaperiaate on hyvin lähellä mustetulostinta, joka tarvitsee kirjoitusohjelmalta käskyt, jotta osaa tulostaa käyttäjän haluamaa tekstiä. 3D-tulostin saa toimintaohjeensa tulostusohjelmalta, joka lukee tulostettavan mallin mallinnustiedostoa. Ohjelma antaa tulostimelle ohjeita syöttää materiaalia tietty määrä ja liikuttaa tulostuspäätä paikasta toiseen tiedetyllä nopeudella. Tulostin jakaa mallitiedoston tulostettavan mallin ohuisiin kerroksiin ja alkaa tulostaa ohjeiden mukaan kerrosta kerroksen jälkeen. Malli kasvaa hitaasti tulostimen rakentaessa kerroksia vanhojen kerrosten päälle. (Ylä-Jääsi, 2014, 76–81; THREE3D 2014.)

4.1 Mallin luonti

3D-tulostettava malli voidaan suunnitella täysin tietokoneella tai skannata oikeasta ympäristöstä ja siirtää tietokoneelle viimeistelyä varten. Viimeistelyllä tarkoitetaan mallin muokkaamista tulostamisystävälliseen muotoon ja esimerkiksi tulostustapahtumaan mallia tukevien tulostettavien tukirakenteiden suunnittelua. Mallin skannaukseen on olemassa siihen tarkoitettuja laitteita ja joissain 3D-tulostimissa on mukana skannaustoiminto. Mallin skannaus onnistuu helposti myös älypuhelimeen hankittavan ohjelman avulla. (123D Catch 2014; Sense 2014.)

Mallin luomiseen voidaan käyttää erilaisia CAD-ohjelmistoja. Ohjelmat tallentavat tiedoston muotoon, jota tulostin osaa lukea ja joka on mahdollinen tulostaa. Tulostin ei pysty tulostamaan täydellisen pyöreää palloa vaan sitä varten ohjelmisto suunnittelee pallosta karkeistetun mallin. Kolmiulotteinen digitaalinen malli tallennetaan STL-tiedostoksi (Standard Tessalation Language), jossa malli on yksinkertaistettu haluttuun tarkkuuteen erilaisten kaksikulotteisten muotojen (polygonien) rakennelmaksi. Kuvassa 1 (sivu 7) kolmiulotteinen malli on esitetty eri resoluutioissa. Mallia luotaessa on huomioitava tulostustekniset seikat, kuten ettei tulostettavassa mallissa ei ole kohtia, joita ei ole tuettu. Tällaisen ongelman jotkin mallinluontiohjelmat osaavat itse korjata ja automaattisesti suunnittelevat mallin tulostamista varten tukirakenteet tulostettavaksi mallin kanssa. Elintarvikekäytössä pehmeä tulostusraaka-aine voi rajoittaa mallin tulostamista entisestään. Korkeiden elintarvike-3D-tulosteiden toteuttamisen helpottamiseksi malli voidaan puolittaa ja tulostaa esimerkiksi kyljellään kahdessa osassa. (OpenSCAD 2014; Defining Geometry in 3-D 2002.)



Kuva 1. Kolmeulotteinen pallo mallinnettuna polygoneina (Defining Geometry in 3-D 2002.)

Mallin luonnissa voidaan käyttää tietokonetta hyödyksi myös optimoimalla malli. Ei ole järkeä tulostaa kokonaista palloa, kun voidaan tulostaa onnto kustannustehokkaammin ja lyhemmällä tulostusajalla. Tietokoneohjelma prosessoi digitaalisen 3D-mallin mahdollisimman kestäväksi mutta samalla mahdollisimman kevyeksi tai materiaaleja säästäväksi. Tietokoneohjelmalla voidaan siis optimoida tulostettava malli käyttötarkoitukseen mahdollisimman sopivaksi. Optimointia on käytetty hyväksi esimerkiksi tulostettaessa titaanista uusi leukaluu potilaalle, jolloin mallin kestävyys ja keveys ovat olleet kriittisiä tekijöitä. STL-tiedostomuoto ei ole ainut mallinnusmuoto, jota käytetään, mutta se on tällä hetkellä standardi. Se tulee todennäköisesti syrjäytymään tulevaisuudessa tai ainakin kehittymään. (Lipson & Kurman 2013.)

4.2 Digitaalisten 3D-mallien jakaminen

3D-tulostamisen uskotaan tulevaisuudessa yleistyvän. Kolmiulotteisen mallin luomisen helppous mahdollistaa tekniikan jokaiselle käyttäjälle. Tämä tulee johtamaan tulevaisuudessa kolmiulotteisten mallien jakamiseen. Esimerkiksi sosiaalisessa mediassa olisi mahdollista jakaa itsetehtyjä malleja tuttavilleen tulostettavaksi kotikäyttöisillä 3D-tulostimilla. Oman luomuksen tai 3D-malleja netissä jakavalta sivustolta ladatun mallin voi myös viedä 3D-tulostuspajalle tulostettavaksi vaativissa tapauksissa, jos itsellä ei ole 3D-tulostinta. Netistä löytyy lukuisia 3D-mallikirjastoja, jonne käyttäjät ovat ladanneet itsetekemiään malleja vapaaseen käyttöön. Esimerkiksi grabcad.com-sivustolla voi selata ja ladata tulostusvalmiita malleja. Malleista on sivustolla kuvia tulostetuista esineistä ja kommentteja tulostustapahtuman onnistuneisuudesta.

3D-tulostaminen tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan tekijänoikeus-lainsäädäntöön. Kuka tahansa pystyy skannaamaan tuotteen ja tulostaamaan sen itse. Tästä syntyy samanlaisia ongelmia, kuin digitaalisten tekijänoikeuksien kanssa, kuten piratismi. Kuinka yritykset suojaavat tuotteensa jatkossa? Onko oman kopion tekeminen sallittua? Voidaanko kaikki tulostaa ja enää vain materiaalilla olisi arvoa? Aiheeseen liittyviin ongelmiin tulisi jo nyt puuttua tai alkaa valmistautua. (Ylä-Jääsi 2014, 76–81.)

5 ELINTARVIKKEIDEN 3D-TULOSTAMINEN

Elintarvikkeiden 3D-tulostaminen mahdollistaa paljon asioita, joita muilla valmistusmenetelmillä ei voitaisi saavuttaa. Tulostustekniikka on kuitenkin vielä alkeellista. Tulostustekniikan tulee kehittyä ja alalle tulla uusia innovaatioita, jotta 3D-tulostettu ruoka olisi yhteiskunnassa esiintyvä normi. Elintarvikkeita voidaan jo tulostaa ja kotikäyttöisiä elintarvikkeiden tulostamiseen tarkoitettuja 3D-tulostimia on tulossa markkinoille vuonna 2015. Elintarvikkeiden 3D-tulostaminen ei kuitenkaan ole vielä saavuttanut pysyvää asemaa. 3D-tulostamista voidaan hyödyntää elintarviketeollisuudessa myös tuotantokoneiden osien tuottamisessa ja esimerkiksi muottien tekemisessä.

5.1 Olemassa olevia kokoonpanoja

Vuonna 2015 ilmestyviksi markkinoidaan kotikäyttöisiä 3D-elintarviketulostimia. Natural Machinesin Foodini ja 3D Systemsin ChefJet ovat kuvassa 2. Foodini on FDM-tulostin ja ChefJet käyttää FDM- ja Inkjet-tekniikoita. Foodinilla voidaan tulostaa erilaisia ruokakomponentteja, kuten lihapullia tai pizza. Laitteen tulostamat raa'at tuotteet paistetaan uunissa tulostamisen jälkeen. ChefJet pystyy samaan ja lisäksi laite voidaan muuntaa jauhepetitulosimeksi, jolloin sillä voidaan tulostaa esim. sokerista tuotteita. Tulostusraaka-aineena tulostimiin myydään valmistajan omia raaka-ainekapseleita, mutta ainakin Foodini tukee käyttäjän itsevalmistamia raaka-aineita. Tulostimet liitetään USB-yhteydellä tietokoneeseen, jossa tulostusohjelma lukee internetistä ladattuja valmistusreseptejä. (Natural Machines 2015; 3D Systems 2015.)



Kuva 2. ChefJet ja Foodini, kotikäyttöiset 3D-tulostimet elintarvikkeiden käyttöön (Natural Machines 2015; 3D-Systems 2015.)

Foodinin ja ChefJetin käyttö tapahtuu tietokoneella. Tulostettavan elintarvikkeen muoto ja raaka-aines valitaan tulostusohjelmaa käyttämällä. Kuvassa 3 (sivu 9) on erilaisia Foodinilla tulostettuja elintarvikkeita. Tavoitteena kotikäyttöisissä 3D-elintarviketulostimissa olisi helppokäyttöinen käyttöliittymä, jossa valitaan tulostettavaksi mallipohja ja siihen tulostusmateriaalit. Tulostetut raa'at tuotteet kuten jauhelihapihvit täytyy tulostamisen jälkeen kypsentää uunissa.



Kuva 3. Foodinilla tulostettuja erilaisia elintarvikkeita: perunatarjotin, kasvispihvi, jauhelihapihvi, suklaakeksi (Natural Machines 2015)

5.2 Tulostusraaka-aine

3D-tulostettujen elintarvikkeiden monimuotoisuus on hyvin suuri, koska käytettäviä tulostusmateriaaleja elintarvikkeiden 3D-tulostamiseen on lähes rajattomasti. Tulostusmateriaalina voidaan käyttää perinteisiä elintarvikkeita hienonnettuna tai taikinaksi valmistettuna. Eri tulostusraaka-aineden määrä kasvaa entisestään, kun tulostimella tulostetaan erilaisia elintarvikkeiden yhdistelmiä, yhdistetään kaksi raaka-ainetta keskenään luoden täysin uudenlaisia elintarvikkeita. Kahdella suuttimella varustettu 3D-tulostin voisi tulostaa tällaisia täysin uusia tuotteita. Uudet yhdistelmät toisivat uusia aistillisia ominaisuuksia perinteisten elintarvikkeiden rinnalle täysin uudella tavalla, uusia makuja ja rakenteellisia ratkaisuja. Monipuolisten tulostusmateriaalien spektri mahdollistaa myös tulostettavan elintarvikkeen ravintosisällön täydellisen suunnittelun. (Lipson & Kurman 2013.)

5.3 Raaka-aineen vaatimukset

Tulostusmenetelmästä ja tulostettavasta elintarvikkeesta riippuen, tulostettavalta massalta vaaditaan erilaisia ominaisuuksia. Ekstruuderin suuttimella varustetun tulostimen tulee kyetä puristamaan tulostettava massa suuttimen läpi. Tällöin massan juoksevuutta tulee voida kontrolloida esimerkiksi lisäaineiden avulla. Massan tulee olla myös tarpeeksi jämää, että se levityksen jälkeen jähmettyy paikoilleen; vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila ja massan termoplastisuus. Tulostusmateriaalin ominaisuuksia muutettaessa elintarvikkeissa tulee aina huomioida maun muuttuminen. Niinpä oikeanlaisen elintarvikkeelle sopivan tulostusmateriaalin löytäminen on jatkuvaa tasapainottelua ominaisuuksien ja maun välillä. (Lipson & Kurman 2013.)

5.4 Muoto ja rakenne

3D-tulostimella voidaan käytettävästä menetelmästä riippuen tulostaa lähes minkä tahansa muotoisia malleja. Tämä on mahdollista myös elintarvikkeilla oikeanlaisilla tulostusraaka-aineilla. Kerros kerrallaan tulostettuna voidaan tulostaa muilla menetelmillä mahdollisia muotoja. Esimerkiksi muotoja, joita esiintyy vain luonnossa eli mallin sisäisiä onttoja muotoja. Kuvassa 4 on esimerkki 3D-tulostetusta mallista, joka olisi muilla menetelmillä haastava valmistaa huokoisen ja onton rakenteensa vuoksi. InkJet-menetelmällä voidaan esim. sokerista tulostaa kakunkoristeeksi minkä tahansa muotoinen sokeriveistos. Ainut rajoitus on tulostimen koko, mutta aina voidaan rakentaa isompi tulostin. Tulostettavan elintarvikkeen muodolla ei siis ole rajoituksia. Myöskään sillä ei ole rajoitteita, että tulostettaisiin eri raaka-aineita samaan malliin. Näin voitaisiin tulostaa esimerkiksi normaalin kakun sisälle kirjaimia käyttäen suklaakakkua. (Lipson & Kurman 2013.)



Kuva 4. 3D-tulostettu ontto ja huokoinen kappale (Nervous Systems 2014)

5.5 Ravintosisältö

3D-tulostamisen ominaisuuksiin kuuluu, että tulostettava tuote on tietokoneella täysin suunniteltavissa. Suunnitelmaa voidaan vapaasti muokata jälkeenpäin, jotta päästään halutunlaiseen lopputulokseen. Käytettävän tulostusmateriaalin suunnittelu mahdollistaa elintarvikkeen ja samalla ruokavaliion täydellisen suunnittelun. Ihmiset, jotka ovat kiinnostuneita ruokavaliostaan, voivat suunnitella ateriansa koon, energiapitoisuuden, makroravinteiden suhteet ja tarvittavien vitamiinien määrän 3D-tulostimelle tulostettavaksi. 3D-tulostimen käyttäjä siis määrittelee itse, mistä raaka-aineista tulostettava ruoka-annos koostuu. Tämä olisi täydellinen vaihtoehto urheilijoille, diabeetikoille, vanhainkodin keittiölle, terveysintoilijoille, laihduttajille ja kaikille, joita kiinnostaa, mitä he kehoonsa laittavat. Suunniteltu ravintosisältö luo täsmällisyyttä ruokavaliioon ja helpottaa ruokavaliostaan kiinnostuneiden elämää. Tulostin on mobiililaitteella olevan applikaation avulla ohjelmoitavissa ja tallentaa muistiin kaiken, mitä on tulostettu ja sitten syöty. Tämä tekee painon hallinnasta hyvin helppoa. 3D-tulostetuista

elintarvikkeista voi tulla tulevaisuudessa hyvinkin suuri terveystrendi. (Lipson & Kurman 2013.)

5.6 Maku

3D-tulostettujen elintarvikkeiden maku on tarkkaan ohjelmoitavissa ja helposti suunniteltavissa ja muokattavissa tekemällä muutoksia reseptiin. 3D-tulostimen toimintatapa mahdollistaa vain yhden kappaleen kyseistä tuotetta valmistettavan, eli prototyypin, ilman suuria testieriä tuotannossa verrattuna nykypäivän tuotantolaitteisiin. Raaka-aineita sekoittamalla valmistetut uudet yhdistelmät tuovat uusia ennen näkemättömiä makuja markkinoille. Myös erikoisuutena on mahdollisuus tulostaa elintarvikkeita muodossa, joka ei muistuta alkuperäistä makua, esimerkiksi banaanin makuisia sieniä. Erimakuisilla muodoilla voi olla suuret markkinamahdollisuudet. (Lipson & Kurman 2013.)

5.7 Synteettiset elintarvikkeet

Toinen mahdollisuus tulostusmateriaaliksi oikeiden elintarvikkeiden sijaan on synteettisesti valmistetut tulostusmateriaalit. Synteettiseksi tulostusmateriaaliksi luetaan täysin laboratoriotiloissa valmistetut elintarvikkeet, sekä esimerkiksi levästä tai hyönteisistä valmistetut massat. Synteettisten elintarvikkeiden käyttö ei tällä hetkellä ole kovin yleistä ja herättää paljon vastustusta, mutta tulevaisuudessa se nähdään lähes ainoana vaihtoehtona ravinnonlähteeksi vaikeissa olosuhteissa, kuten avaruudessa. Synteettisten elintarvikkeiden valmistaminen olisi myös edullinen vaihtoehto taloudellisesti, sekä ekologisesti. (Myers 1964; Lipson & Kurman 2013.)

5.8 Tulostaminen alhaisessa lämpötilassa

Perinteisesti FDM-menetelmällä tulostettaessa tulostusmateriaalin tulee jäähmettyä huonelämpötilassa mallin tulostamisen aikana. Elintarvikkeita käsiteltäessä, huonelämpötila ei ole yleensä paras mahdollinen elintarvikkeiden säilymisen kannalta. Toinen vaihtoehto tulostuslämpötilaksi olisi alhaisempi lämpötila, jopa alle 0 °C. Tämä mahdollistaisi mallin koossa pysymisen ja samalla laskisi mikrobiologista vaaraa. Esimerkiksi makkaramassasta tulostettu muoto pysyisi koossa siihen asti, kunnes se pääsisi uuniin pikapaistoon. (Maula 2012.)

6 ESISELVITYS

Opinnäytetyön käytännönsuudessa tarkoituksena oli laatia esiselvitys 3D-tulostettujen elintarvikkeiden mahdollisuuksista osana pienyrityksen toimintaa. Työn toimeksiantajana toimi Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli kuluttajien ja 3D-tulostimella tulostettavien tuotteiden kohtaaminen.

6.1 3D-tulostustoiminta pienyrityksessä

Tampereella toimiva 3D-tulostuskahvila 3D Chrush on ensimmäinen laatuaan Suomessa. Yrityksen toimintaperiaatteena on tällä hetkellä tarjota asiakkaille mahdollisuus tulostaa omia 3D-mallejaan tai liikkeen omasta valikoimasta tarjolla olevia malleja. Asiakkaalla on mahdollisuus käyttää kahvilan palveluita odottaessaan tulostumisen valmistumista. Tulevaisuudessa 3D Chrush aikoo hankkia muovikäyttöisten FDM-tulostimien lisäksi sokerikäyttöisen tulostimen, jolla mahdollista tulostaa syötäviä sokeriveistoksia. Mallien tulostaminen on minuuttihinnoiteltu. Yritys tarjoaa nettisivuillaan ohjeet mallien hakemiseen internetistä ja opastaa millä ohjelmilla mallien luonti onnistuu omakätisesti. (3D Crush 2015.)

6.2 Kyselytutkimus

Esiselvitystä varten tehtiin kyselytutkimus. Kysely toteutettiin nettikyselynä Webropol-kyselytyökalulla. Kyselyyn osallistui yhteensä 127 vastaajaa. Kyselyyn vastaajat kutsuttiin nettikyselyyn sähköpostitse ja avoimesti Facebook-sivuston kautta. Sähköpostitse kyselyyn osallistui 73 Hämeen ammattikorkeakoulun opiskelijaa kuudesta eri koulutusohjelmasta. Sähköpostitse kutsuttuina kyselyyn vastasi myös neljä yritystä. Facebook-sivustolla olleen linkin kautta vastaajia oli 49. Kyselyn tulokset ovat opinnäytetyön liitteenä, sähköpostikyselyyn vastanneet liitteessä 1 ja Facebook-sivuston kautta vastanneet liitteessä 2. Kyselyssä ei selvitetty kyselyyn vastanneiden ikäjakaumaa tai alueellista sijaintia.

6.2.1 Kyselyn rakenne

Kysely koostui 34 kysymyksestä ja se oli jaettu kolmeen osioon, alkutiedon keräykseen, viiden eri 3D-tulostetun tuotteen esittelyyn ja arviointiin, sekä jälkitiedon keräykseen. Kyselyssä haluttiin nähdä, millaisia ennakkokäsityksiä vastaajilla oli aiheesta ja miten ennakkokäsitykset muuttuvat, kun vastaajalle on esitelty 3D-tulostettuja tuotteita. Alkuosiossa pyrittiin selvittämään kyselyyn vastaavan pohjatiedot 3D-tulostamisesta, elintarvikkeiden käytöstä 3D-tulostamisessa ja ostohalukkuutta 3D-tulostettuja tuotteita kohtaan. Seuraavaksi esiteltiin viisi 3D-tulostettua tuotetta kerrallaan, kuvassa 5 ovat kyselyssä mukana olleet tuotteet (sivu 13). Esiteltävät esimerkituotteet olivat järjestyksessä 3D-tulostettu sokerikaramelli, 3D-tulostettu pizza, 3D-tulostettu suklaakuvio, 3D-tulostettu kalkkuna-annos ja 3D-tulostettu kakkukoriste. Esittelyyn kuului tuotteen kuva ja nimi. Tuotteen arvioinnissa tiedusteltiin vastaajan mielenkiintoa ja ostohalukkuutta tuotetta

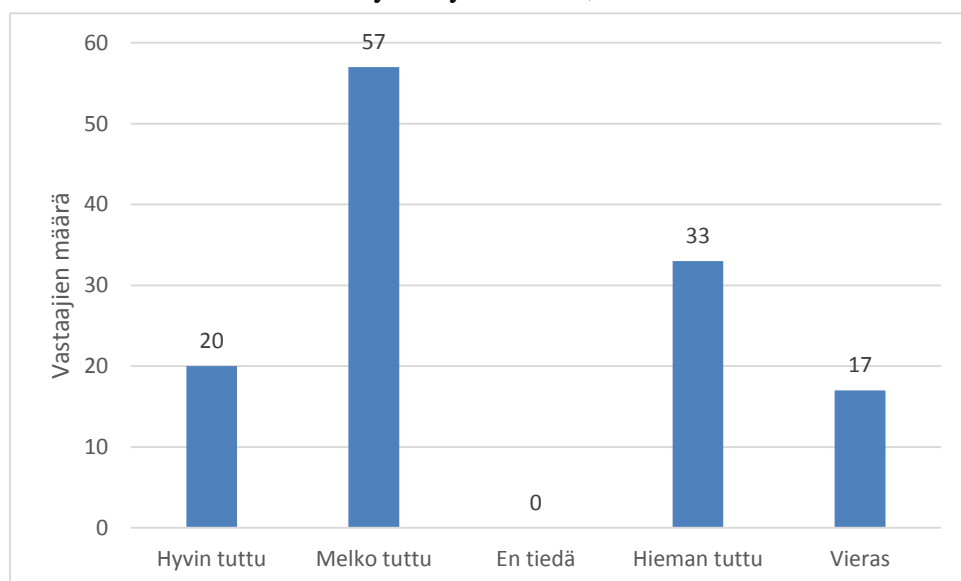
kohtaan ja tuoteturvallisuutta. Viimeisessä osiossa kysyttiin uudestaan ostohalukkuutta 3D-tulostettuja tuotteita kohtaan. Osiossa kysyttiin myös tulisiko 3D-tulostetuissa tuotteissa olla pakkausmerkintä 3D-tulostamisesta ja miten se vaikuttaisi ostopäätökseen. Lisäksi kyselyn loppuun oli mahdollisuus jättää yhteystietonsa saadakseen lisätietoa 3D-tulostamisesta ja mahdollisuus osallistua elokuvaalippujen arvontaan.



Kuva 5. Kyselytutkimuksessa esitellyssä olleet tuotteet: karamelli, pizza, suklaakuvio, kalkkuna-annos ja kakkukoriste (3D Systems 2014; Foodini 2014; Choc Edge 2014; Biozoon 2014.)

6.2.2 Kyselyn tulokset

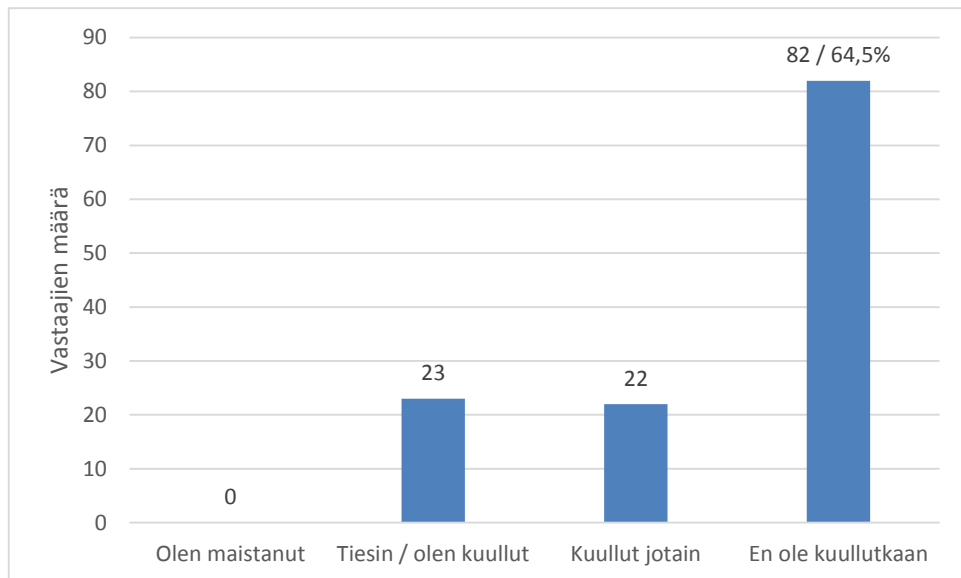
Kyselytutkimuksen ensimmäisessä osiossa arvioitiin vastaajien pohjatietoa 3D-tulostamisesta. Vastaukset (kuviossa 1) vaihtelivat tasaisesti, osalle tuttu mutta suurelle osalle myös täysin vieras, tulos on ristiriitainen.



Kuvio 1. Onko 3D-tulostamien sinulle tuttu käsite?

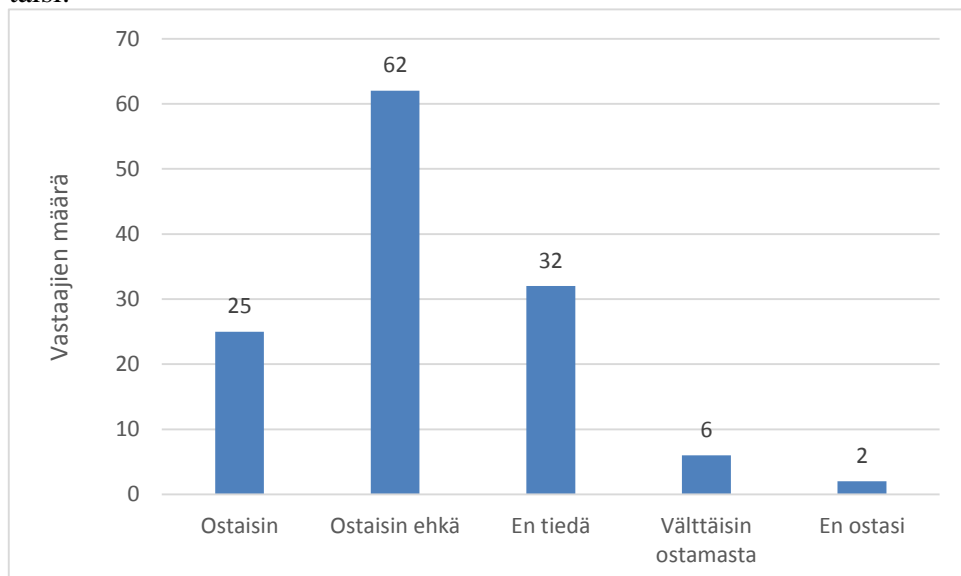
Enemmistö vastaajista, 60 % on jakautunut tutun käsitteen puolelle. Suuri osa vastasi, ettei ole kuullutkaan elintarvikkeiden 3D-tulostamisesta, vain pieni osa vastasi tietävänsä aiheesta. Tulos osoittaa, että vastaajakunta on hyvin kirjava.

Yli 64 % vastanneista ei ollut kuullutkaan tulostettavista elintarvikkeista (kuvio 2). Vastaukset ”Tiesin” ja ”Kuullut jotain” saivat molemmat 18 %. Kukaan vastaajista ei ollut maistanut 3D-tulostettuja elintarvikkeita. Tulos osoittaa 3D-tulostamisen olevan vieras ja tuntematon elintarvikepuolella.



Kuvio 2. Tiesitkö, että 3D-tulostimella voidaan myös tulostaa elintarvikkeita?

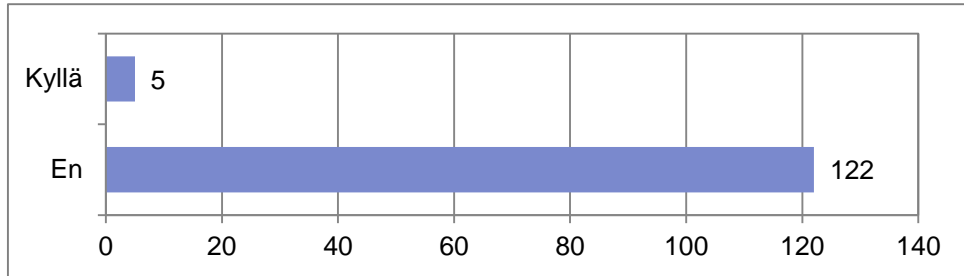
Eniten vastauksia sai ”Ostaisin ehkä”, 48 %, mutta myös suuri osa vastasi ”En tiedä”, 25 % (kuvio 3). Vain 6 vastaajaa välttäisi ostamasta ja 2 ei ostaisi.



Kuvio 3. 3D-tulostimella voidaan tarjota monenlaisia tuotteita ja palveluita. Olisitko halukas ostamaan 3D-tulostettuja tuotteita/palveluja?

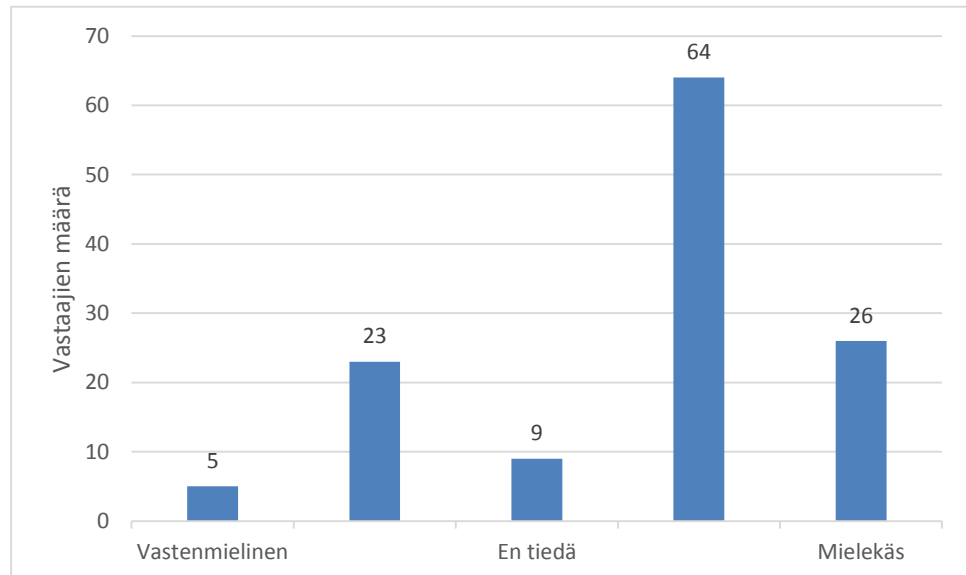
Tuloksesta voi tehdä johtopäätöksen, että 3D-tulostetuille voi olla kysyntää, mutta niistä tiedetään kuitenkin hyvin vähän. 3D-tulostamiselle on vähäinen vastustus.

Yli 95 % vastasi, ettei ole aikasemmin nähnyt 3D-karamellia vastaavaa tuotetta (kuvio 4).



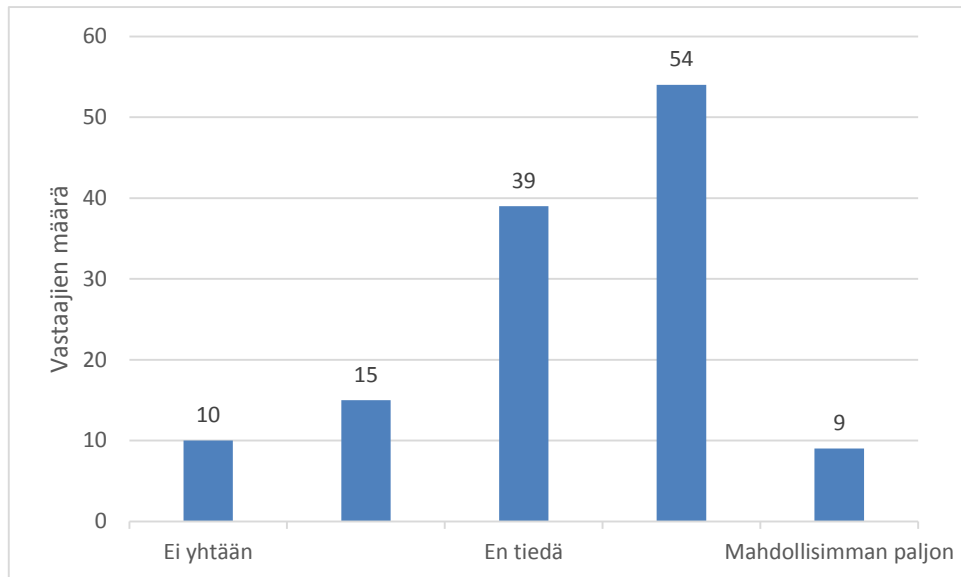
Kuvio 4. 3D-karamelli. Oletko nähnyt aikasemmin vastaavaa tuotetta?

3D-tulostettua karamellia useimmat pitivät mielekkäänä tuotteena (kuvio 5).



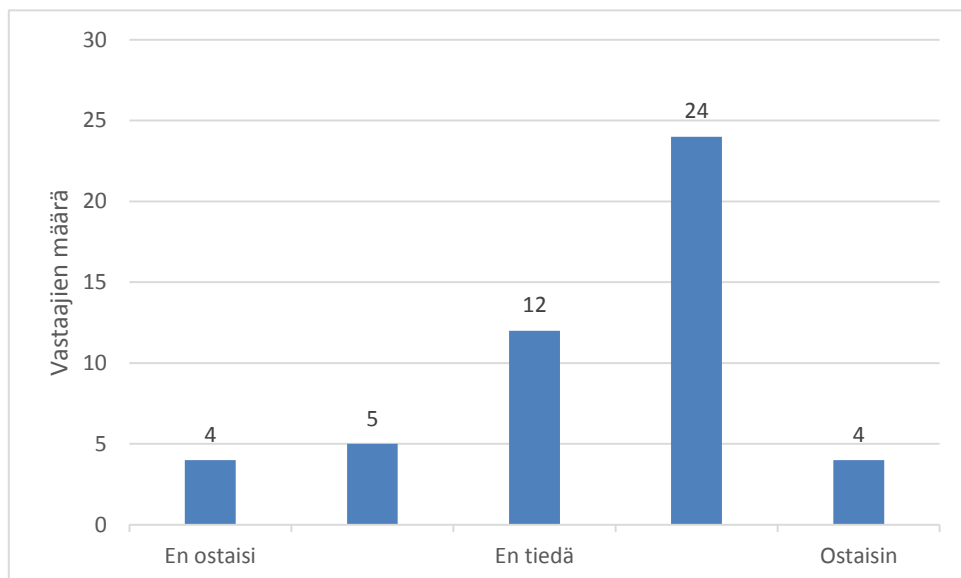
Kuvio 5. 3D-karamelli. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajat toivoisivat 3D-karamellia vastaavia tuotteita kaappoihin (kuvio 6, sivu 16).



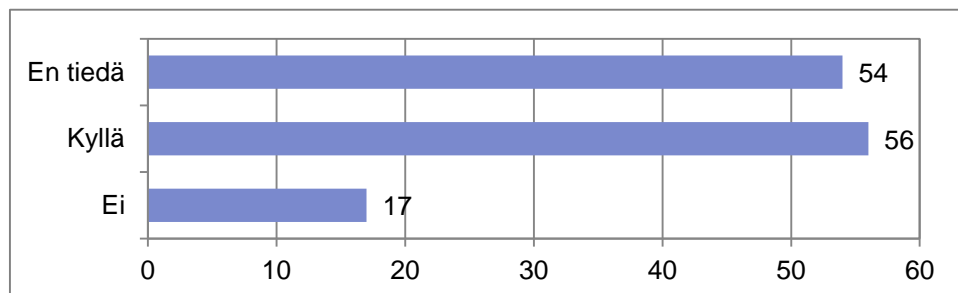
Kuvio 6. Haluaisitko, että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Enemmistö ostaisi tuotetta kaupasta (kuvio 7).



Kuvio 7. 3D-karamelli. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta

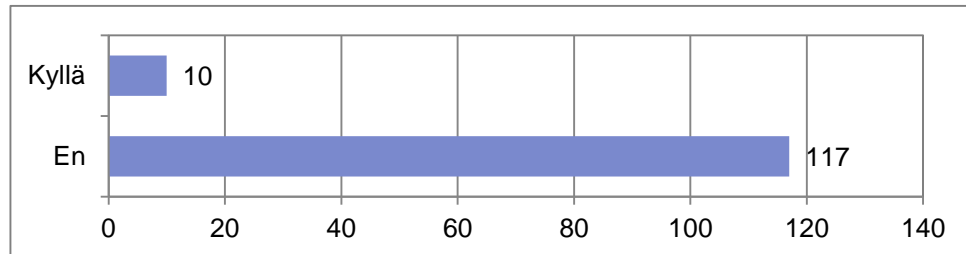
Enemmistö piti tuotetta turvallisenä syödä (kuvio 8).



Kuvio 8. 3D-karamelli. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

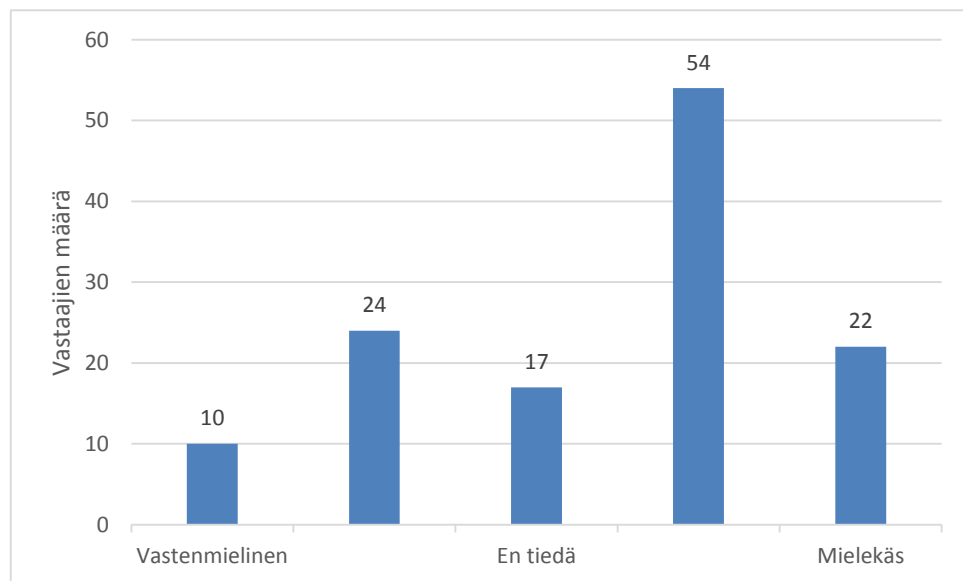
Tuloksista voi tehdä johtopäätöksen, että 3D-tulostettava karamelli on helposti lähestyttävä tuote, se on helppo omaksua 3D-tulostimella valmistettavaksi. Tuotteeseen suhtaudutaan enemmän positiivisesti, kuin negatiivisesti.

Vastaajista 92 % ei ollut nähnyt 3D-tulostettua pizzaa vastaavaa tuotetta (kuvio 9).



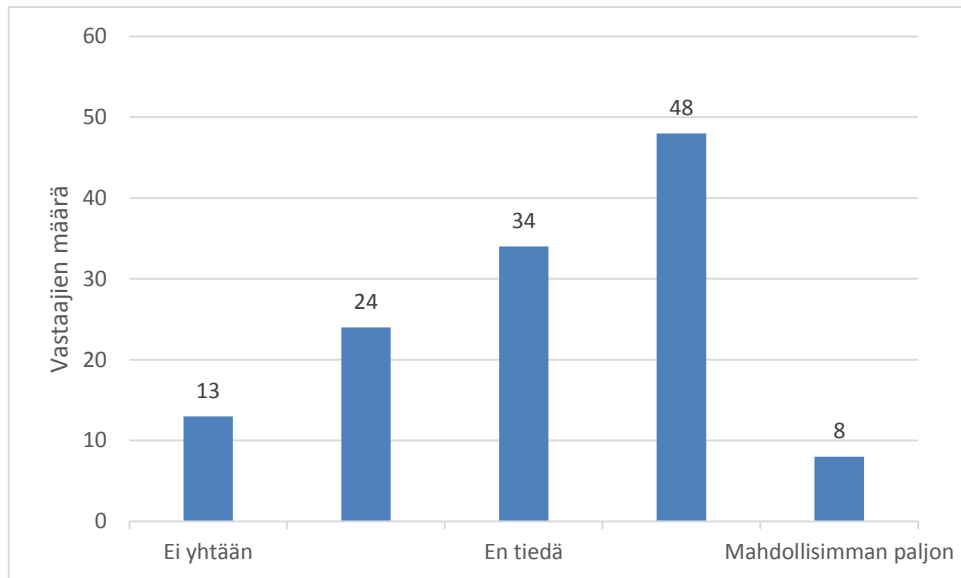
Kuvio 9. 3D-pizza. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

3D-tulostettua pizzaa pidettiin enemmistön mielestä mielenkiintoisena, mutta osasta vastenmielisenä, vastaukset jakauteneet ristiriitaisesti, mutta 59 % vastaajista sijoittunut mielekkään puolelle (kuvio 10).



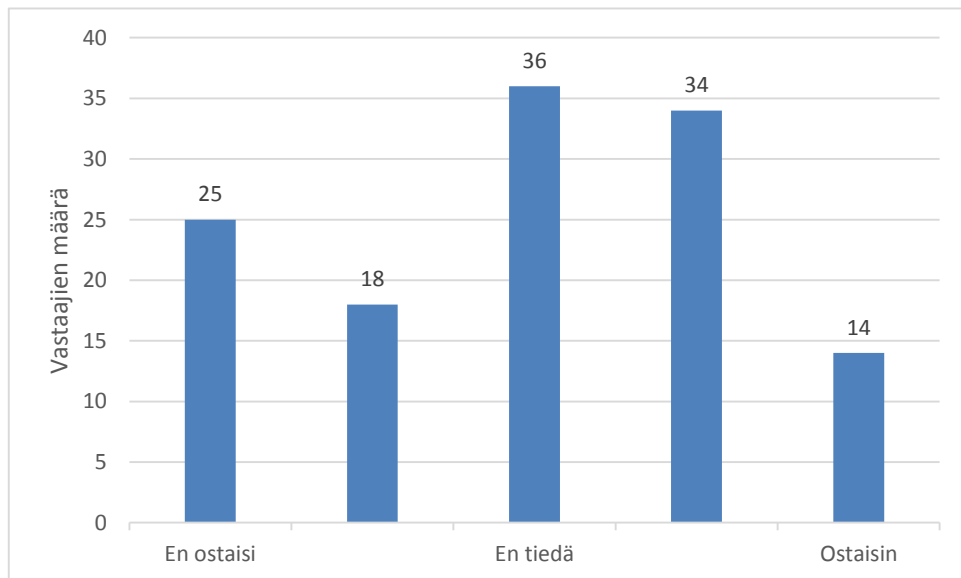
Kuvio 10. 3D-pizza. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Kysyttäessä haluttaisiinko kyseisenlaista tuotetta löytyvän kaupasta, ei löytynyt selvää enemmistöä, kuviossa 11 nähtävissä jakauma (sivu 18). 44 % toivoisi tuotteita löytyvän kaupasta mutta ristiriitaisuutta aiheuttaa suuri ”En tiedä” –vastausten määrä, 26 % vastauksista.



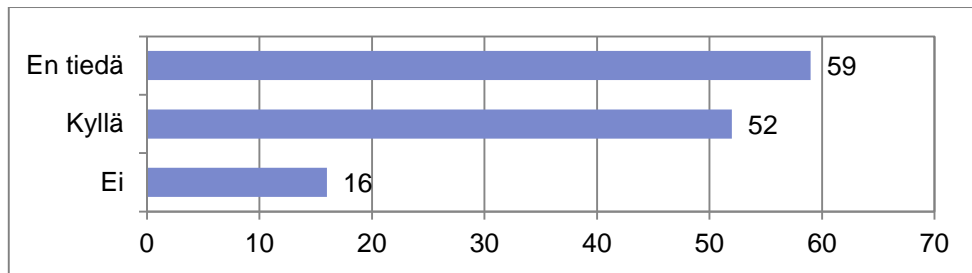
Kuvio 11. 3D-pizza. Haluaisitko, että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Selvää enemmistöä ei löytynyt, kun kysyttiin tuotteen ostohalukkuutta (kuvio 12), vastaukset jakautuneet hyvin tasaisesti, sekä ”En tiedä” vastausten suuri määrä, 28 % vastaajista.



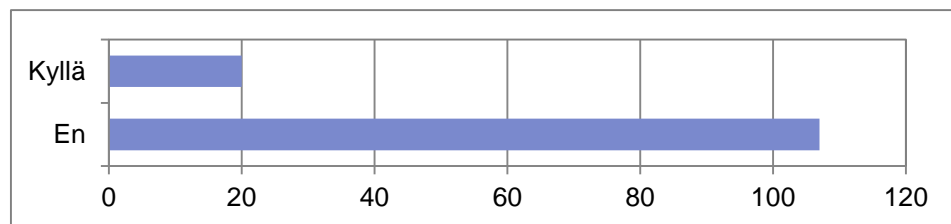
Kuvio 12. 3D-pizza. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Eniten vastauksia tuoteturvallisuudesta sai ”En tiedä”, eli 46 % vastaajista (kuvio 13, sivu 19).



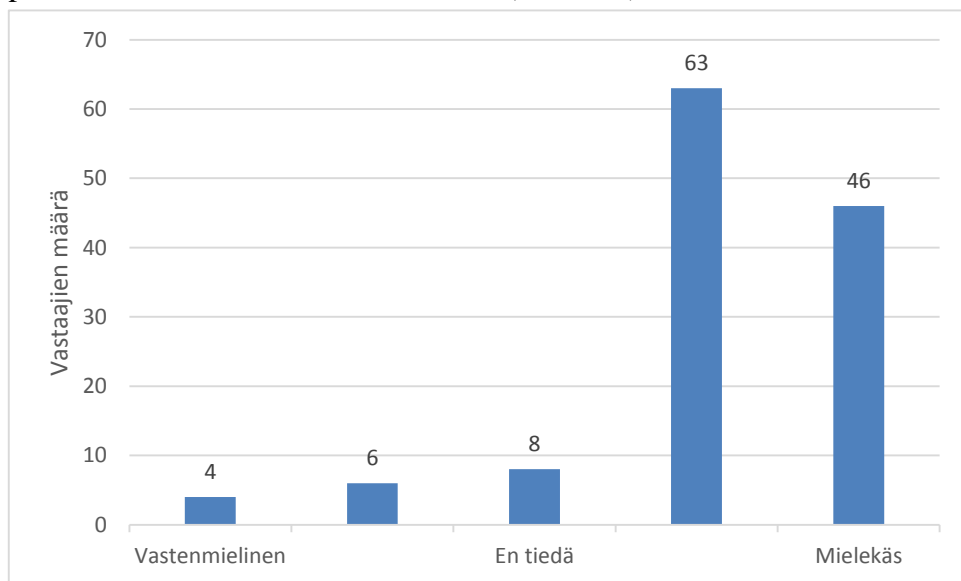
Kuvio 13. 3D-pizza. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Suklaakuvio oli kyselyssä esiintyneistä tuotteista kaikkein tutuin entuudestaan vastaajille, 18 % vastaajista oli nähnyt vastaavan tuotteen aikaisemmin (kuvio 14).



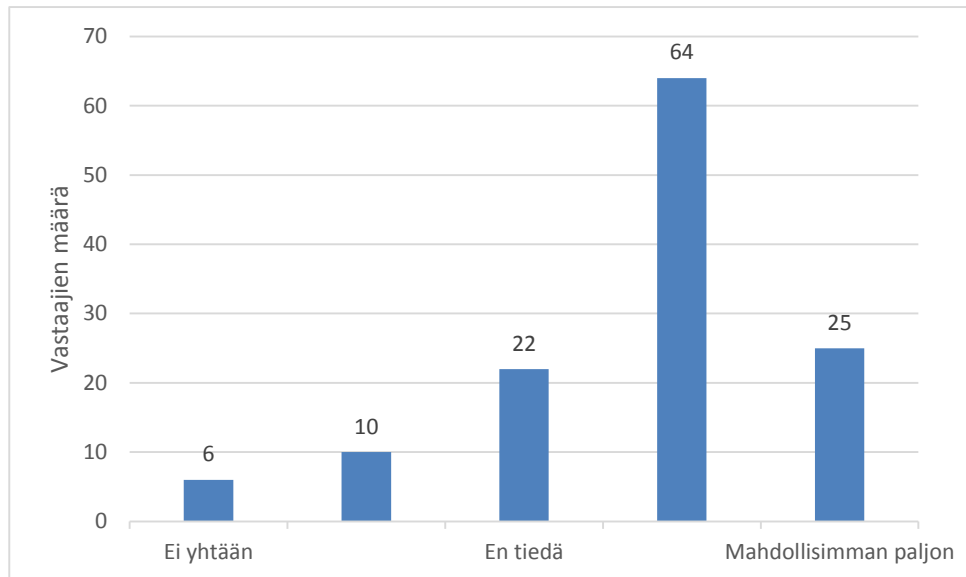
Kuvio 14. Suklaakuvio. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajista 85 % piti suklaakuviota tuotetta miekkäänä, mikä oli kyselyn paras tulos kaikkien tuotteiden kesken (kuvio 15).



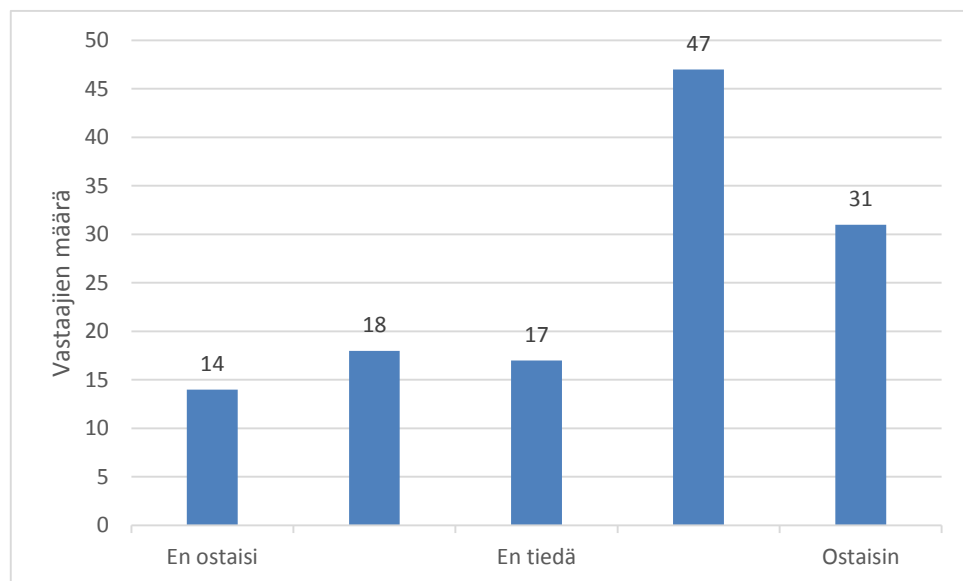
Kuvio 15. Suklaakuvio. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Useimmat toivoivat suklaakuviota vastaavaa tuotetta löytyvän kaupasta, 70 % vastaajista (kuvio 16, sivu 20).



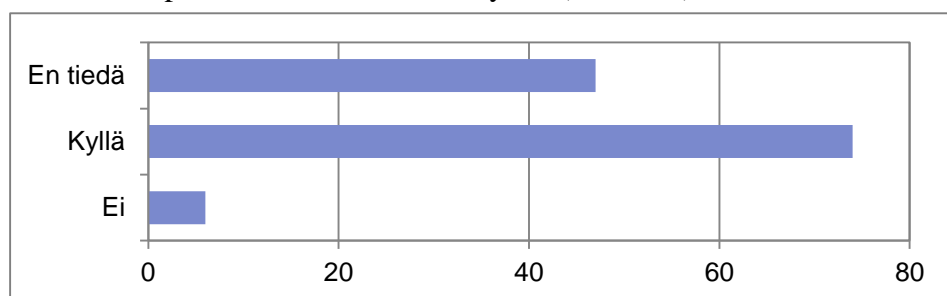
Kuvio 16. Suklaakuvio. Haluaisitko, että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Samoin ostohalukkuus suklaakuviolle oli korkea. Vastaajista 61 % vastasi oli valmis ostamaan tuotetta (kuvio 17).



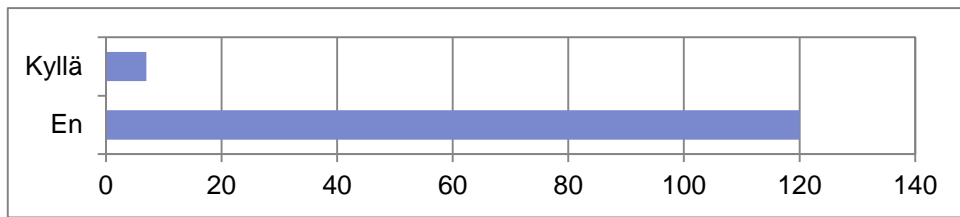
Kuvio 17. Suklaakuvio. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Enemmistö piti tuotetta turvallisena syödä (kuvio 18).



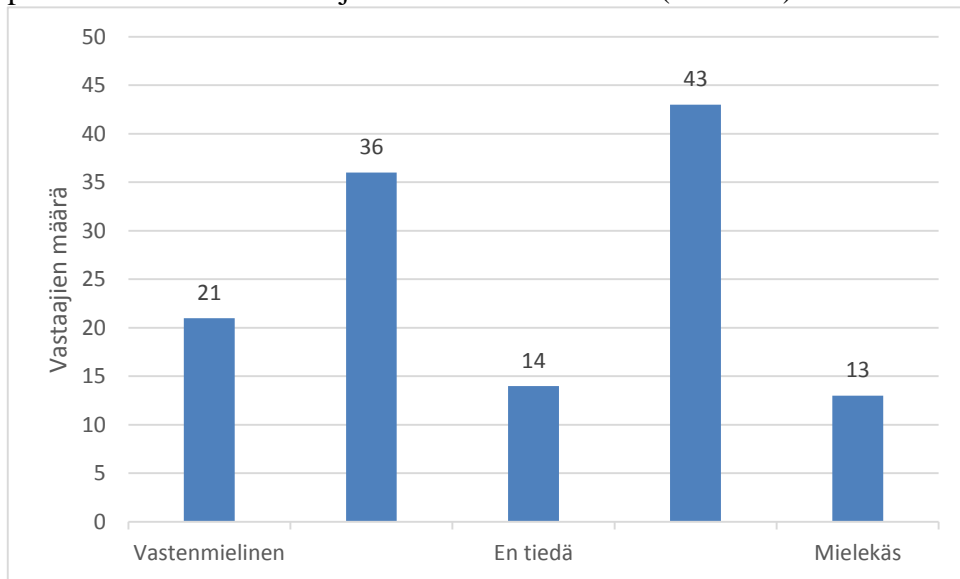
Kuvio 18. Suklaakuvio. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Enemmistö ei ollut aikaisemmin nähnyt kalkkuna-annosta vastaavaa tuotetta (kuvio 19).



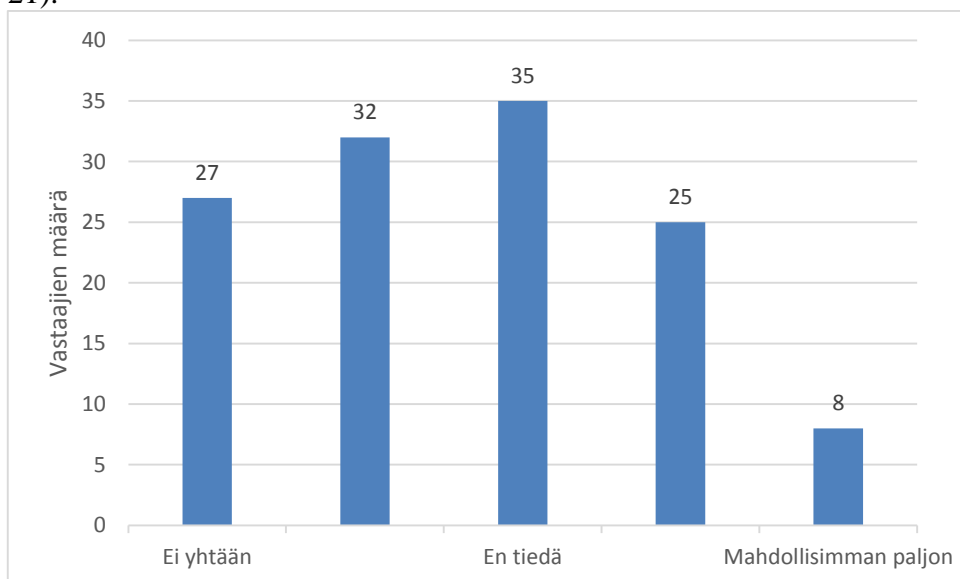
Kuvio 19. Kalkkuna-annos. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Tuotteen mielenkiintoisuudesta ei löytynyt enemmistöä, vastaajista 44 % piti tuotetta mielekkäänä ja 44 % vastenmielisenä (kuvio 20).



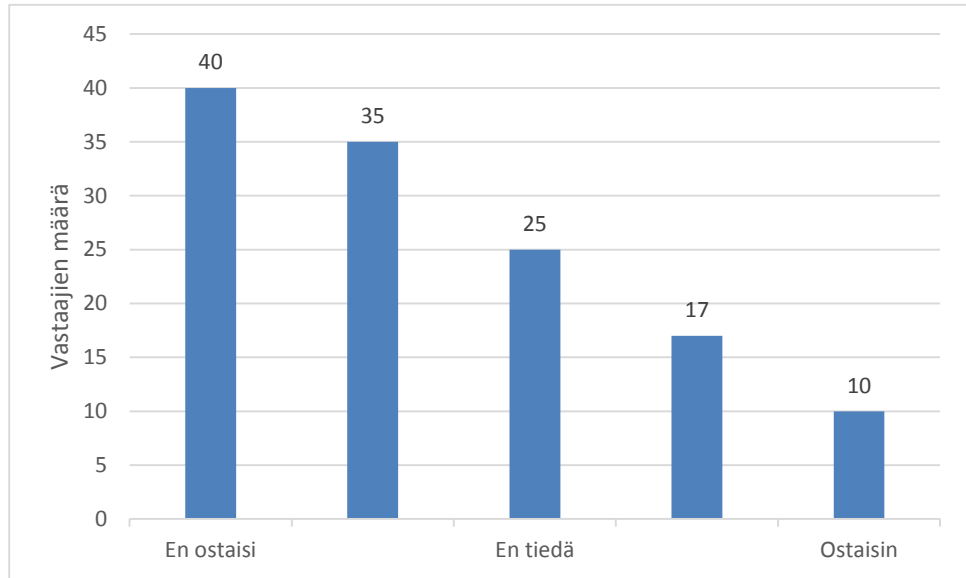
Kuvio 20. Kalkkuna-annos. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Tuotetta ei haluttaisi kauppaan, vastaajista 46 % vastasi kieltävästi (kuvio 21).



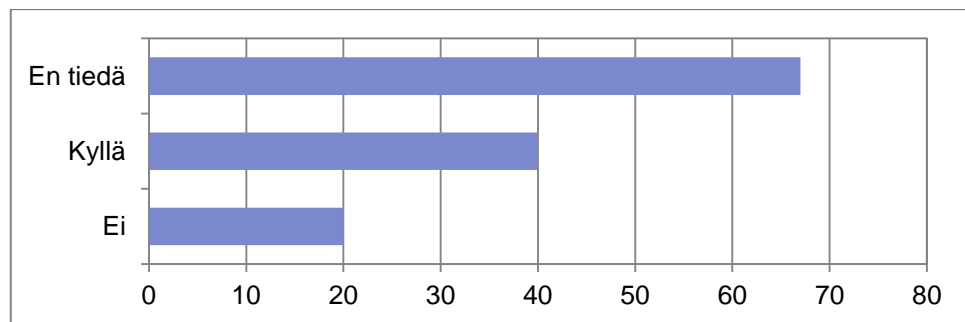
Kuvio 21. Kalkkuna-annos. Haluaisitko, että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Enemmistö vastaajista 59 % ei ostaisi tuotetta kaupasta (kuvio 22).



Kuvio 22. Kalkkuna-annos. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

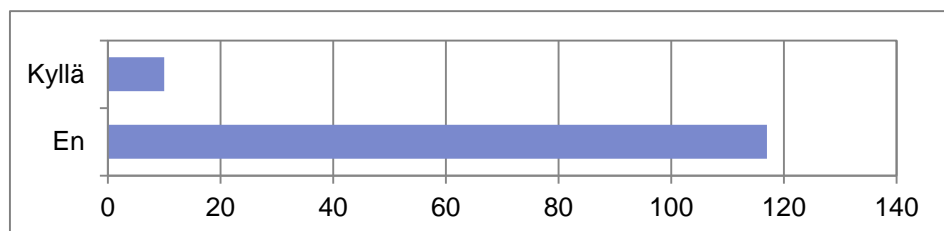
Yli puolet vastasivat ”En tiedä” kysyttäessä tuoteturvallisuutta. Tuotteen kuva kyselyssä ei ollut houkutteleva (kuvio 23).



Kuvio 23. Kalkkuna-annos. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

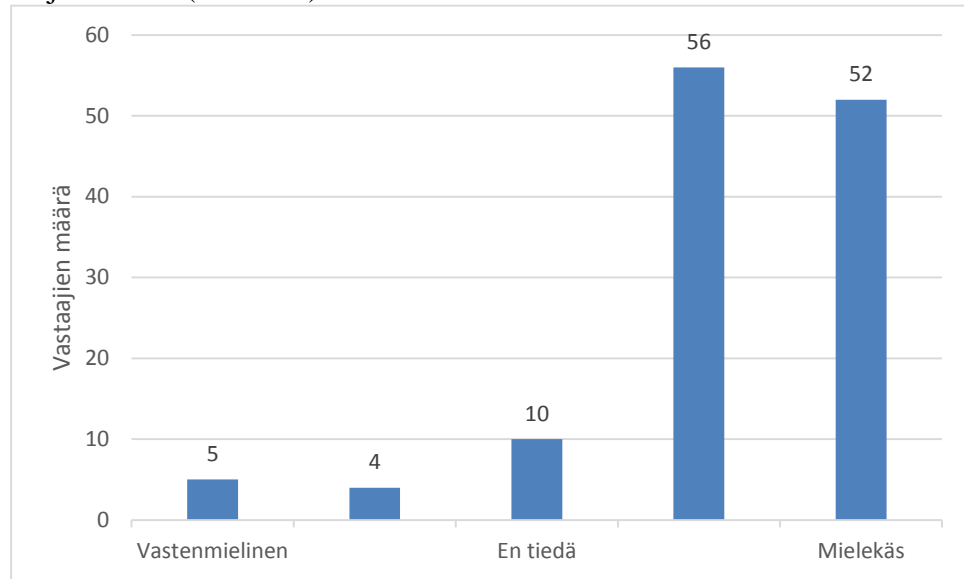
Tuotteesta voi tehdä johtopäätöksen, että kalkkuna-annos ei ole kuluttajia houkutteleva tuote 3D-tulostettuna. Kalkkunamedaljonkiannos pärjäsi kyselyn tuotteista heikoiten. Perinteisenä ruoka-annoksena 3D-tulostettu kalkkunamedaljonki herättää kuluttajassa kysymyksiä.

Enemmistö ei ollut nähnyt 3D-tulostettua kakkukoristetta vastaavaa tuotetta (kuvio 24).



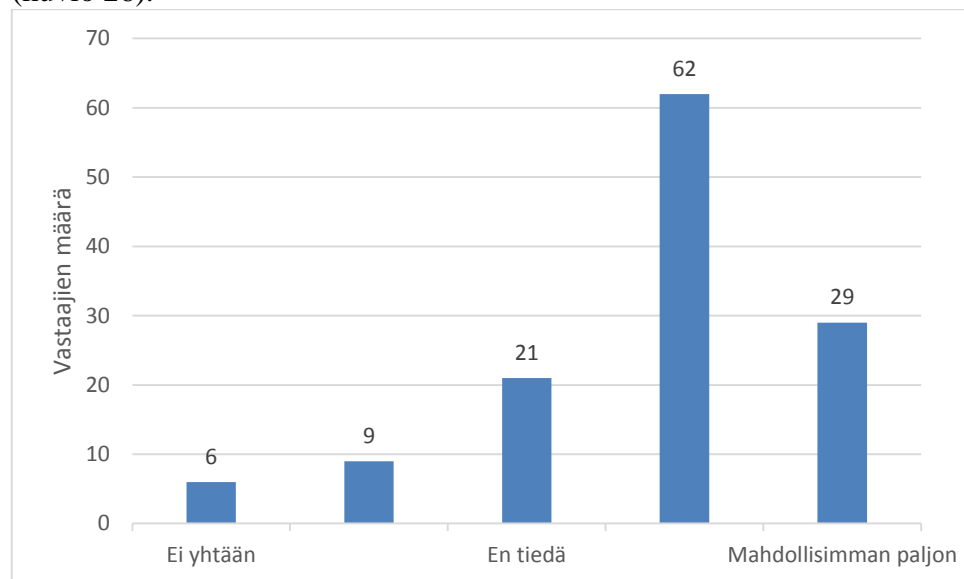
Kuvio 24. Kakkukoriste. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Suuri enemmistö piti 3D-tulostettua kakkukoristetta mielenkiintoisena, vastaajista 85 % (kuvio 25).



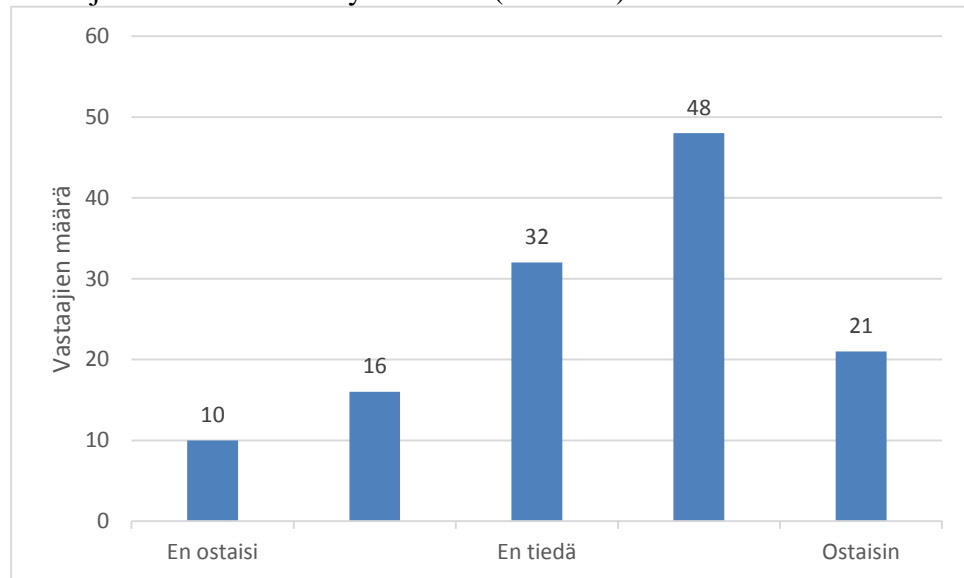
Kuvio 25. Kakkukoriste. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Tuotetta toivotaan löytyvän kaupasta, vastaajista 71 % vastasi myöntävästi (kuvio 26).



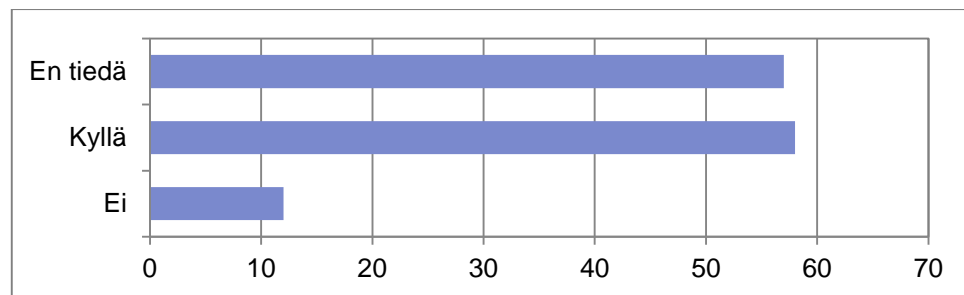
Kuvio 26. Kakkukoriste. Haluaisitko, että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Enemmistö myös vastasi olevansa valmis ostamaan kakkukoriste-tuotetta, vastaajista 54 % vastasi myönteisesti (kuvio 27).



Kuvio 27. Kakkukoriste. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

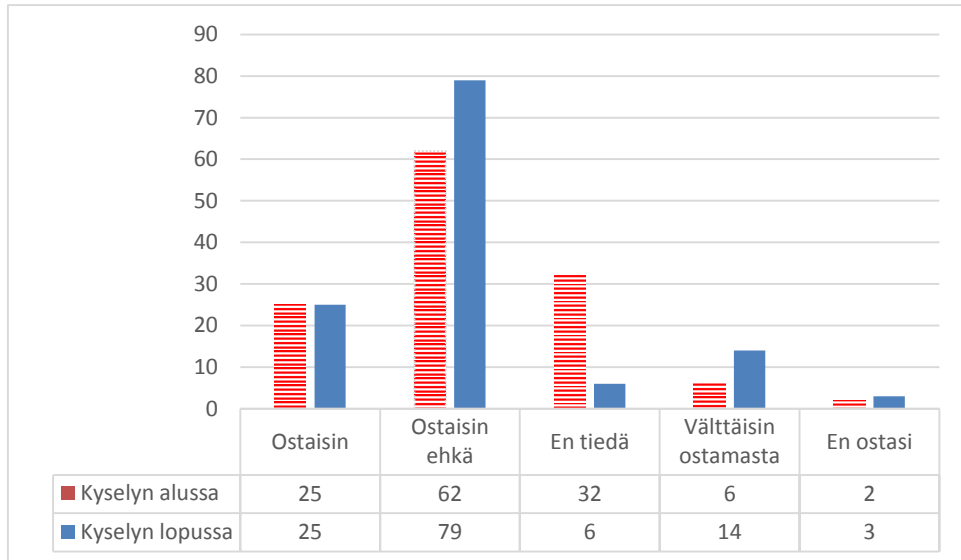
Tuoteturvallisuudesta ei löytynyt selvää enemmistöä, eniten vastauksia saivat vastaukset ”En tiedä” ja ”Kyllä” (kuvio 28).



Kuvio 28. Kakkukoriste. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

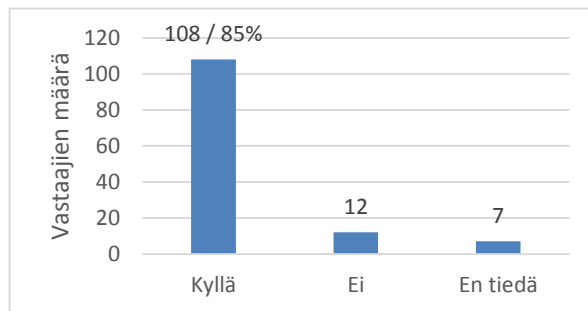
Kakkukoristeiden saamista tuloksista voi tehdä johtopäätöksen, että 3D-tulostaminen on tuoteelle hyvä valmistusratkaisu.

Kyselytutkimuksen loppupuolella kysyttiin uudestaan ostohalukkuudesta 3D-tulostettuja tuotteita kohtaan, kuviossa 29 on esitetty vertailumuodossa kyselyn alku- ja loppupuolella kyselyn vastaukset ostohalukkuudesta. Aiemmin suuri ”En tiedä” vastausten ryhmä oli pienentynyt ja siirtynyt ostohalukkaiden puolelle. Ostohalukkuusvastauksien keskiarvo oli parantunut verrattuna aiempaan samaan kysymykseen.



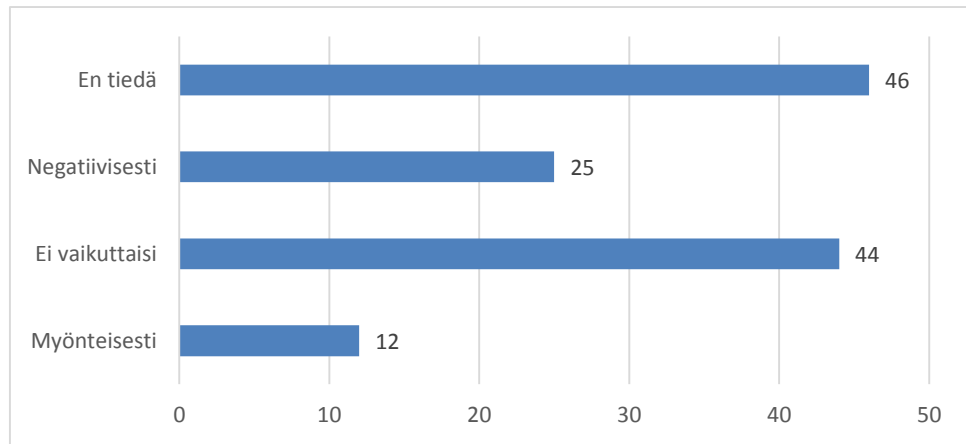
Kuvio 29. Olisitko halukas ostamaan 3D-tulostettuja tuotteita, ennen ja jälkeen.

Melkein kaikki vastasivat haluavansa 3D-tulostettujen tuotteiden pakkaukseen merkinnän 3D-tulostamisesta, 85 % vastaajista oli merkinnän kannalla (kuvio 30).



Kuvio 30. Tulisiko 3D-tulostetun tuotteen pakkauksessa olla merkintä, että tuote on ”3D-tulostettu”?

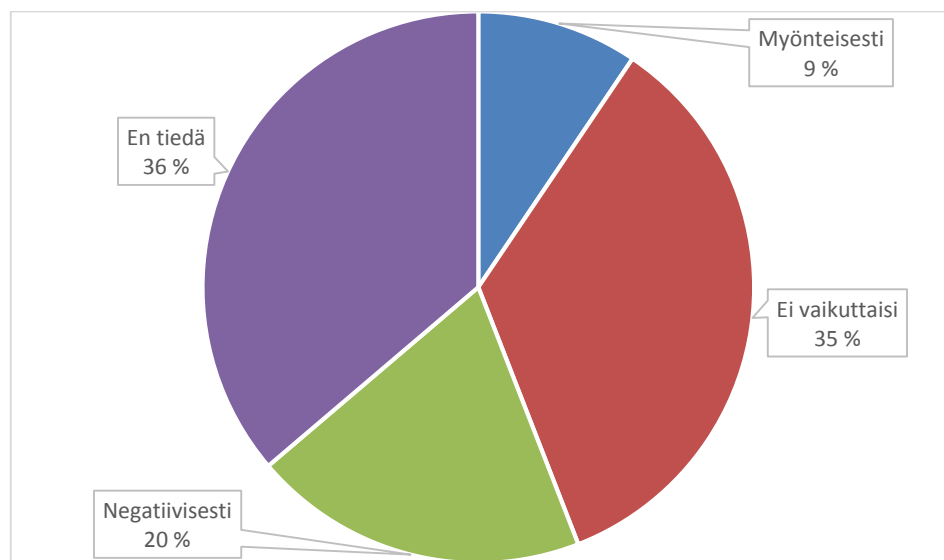
Kysymykseen vaikuttaisiko merkintä 3D-tulostamisesta ostopäätökseen, sai vastauksia tasaisesti sekä myönteisesti, että negatiivisesti, vastausten jakautuminen esitetty kuviossa 31 (sivu 26). Pakkausmerkinnän vaikutuksesta saaduista vastauksista päätettiin laatia merkitsevyysanalyysi.



Kuvio 31. Jos tuotepakkauksessa olisi merkintä 3D-tulostamisesta, vaikuttaisiko se ostopäätökseesi myönteisesti vai negatiivisesti?

6.2.3 Merkitsevyysanalyysi

Kysymyksestä vaikuttaisiko merkintä 3D-tulostamisesta ostopäätökseen saatujen vastausten epäselvästä hajaantumisesta johtuen, kysymyksen merkitsevyydestä päätettiin tehdä merkitsevyys analyysi. Kuviossa 32 on esitetty piirakkakaaviomuodossa vastausten jakautuminen.



Kuvio 32. Vastausten jakautuminen kysymykseen ”Jos tuotepakkauksessa olisi merkintä 3D-tulostamisesta, vaikuttaisiko se ostopäätökseesi myönteisesti vai negatiivisesti?”

Kysymyksen tuloksia päätettiin tarkastella luottamusvälin avulla. Seuraavaksi ovat esitetty kaava, jolla luottamusvälin prosenttiosuus on selvitetty ja kaavoissa esiintyvät muuttujat (sivu 26).

$$p - z_{p/2} * \sqrt{\frac{p * q}{n}} \leq p \leq p + z_{p/2} * \sqrt{\frac{p * q}{n}}$$

p = otoksesta laskettu suhteellinen frekvenssi

$q = 1 - p$

n = otoksen koko

$z_{p/2}$ = luottamustasoon liittyvä kriittinen arvo

Kaikkien vastausvaihtoehtojen jakautumisesta 95% luottamusväliä laskettiin kaavan mukaisesti taulukossa 1 esitettyjen arvojen mukaisesti. $z_{p/2}$ -arvo määrittyi 95% varmuusasteesta.

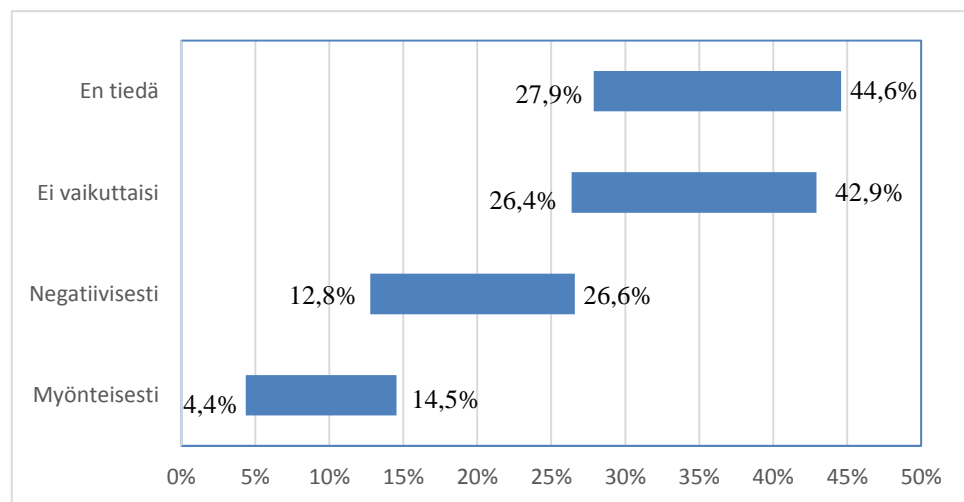
Taulukko 1. Luottamusvälin laskemisessa käytetyt arvot

	Myönteisesti	Ei vaikuttaisi	Negatiivisesti	En tiedä
p	0,094	0,346	0,196	0,362
q	0,905	0,653	0,803	0,637
n	127	127	127	127
$z_{p/2;0,025}$	1,96	1,96	1,96	1,96

Luottamusväliä lasketaan sijoittamalla arvot kaavaan. Vaihtoehtojen lasketut luottamusväliä on laskettu taulukossa 2 ja esitetty graafisesti kuviossa 33.

Taulukko 2. Vastausten luottamusväliä

Luottamusväli	Myönteisesti	Negatiivisesti	Ei vaikuttaisi	En tiedä
Ala	0,044	0,128	0,264	0,279
Ylä	0,145	0,266	0,429	0,446



Kuvio 33. Vastausten luottamusväliä graafisesti esitettynä

Vertaillaan myönteisesti- ja negatiivisesti-vastauksien luottamusvälejä ja havainnoidaan graafista esitystä. Voidaan todeta, ettei voida varmuudella sanoa vaikuttaako pakkausmerkintä kummalla tavalla. Vastausvaihtoehto ”Ei vaikuttaisi” vaikuttaisi todennäköisimmältä. ”En tiedä”-vastausta ei analysoida, koska se ei anna mitään tulosta.

Koska analyysistä ei saatu selviä vastauksia, laadittiin vastauksista uusi analyysi. Uudessa esityksessä vaihtoehdot jaettiin seuraavasti: 3D-pakkausmerkinnällä on vaikutusta ostopäätökseen tai ei ole vaikutusta. Vaihtoehtojen 95% luottamusvälit laskettiin taulukossa 3 esitetyillä arvoilla samalla tavalla, kuin ensimmäisessä analyysissä.

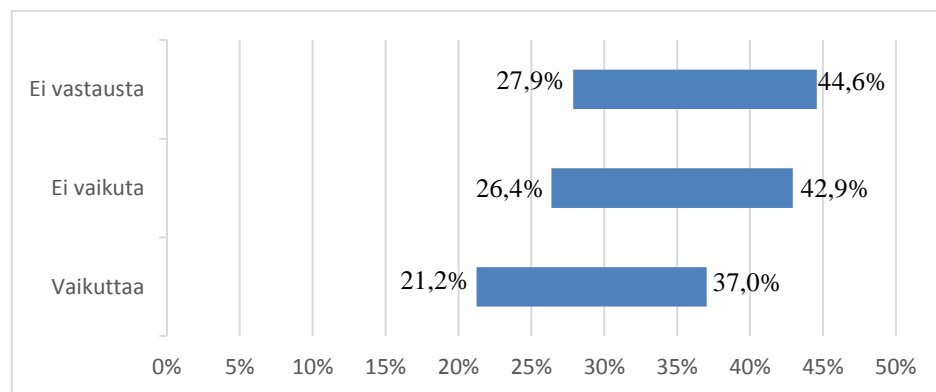
Taulukko 3. Luottamusvälien laskemiseen käytetyt arvot

	Vaikuttaa	Ei vaikuta	Ei vastausta
p	0,291	0,346	0,362
q	0,708	0,653	0,637
n	127	127	127
z _{p/2} , 0,025	1,96	1,96	1,96

Luottamusväli lasketaan sijoittamalla arvot kaavaan. Vaihtoehtojen lasketut luottamusvälit on laskettu taulukossa 4 ja esitetty graafisesti kuviossa 34.

Taulukko 4. Vastausten luottamusvälit

Luottamusväli	Vaikuttaa	Ei vaikuta	Ei vastausta
ala	0,212	0,264	0,279
ylä	0,370	0,429	0,446



Kuvio 34. Vastausten luottamusvälit graafisesti esitettynä

Vertaillaan ei vaikuta- ja vaikuttaa- vaihtoehtojen luottamusvälejä ja havainnoidaan graafista esitystä. Tuloksista voidaan päätellä, ettei voida varmuudella sanoa onko pakkausmerkinnällä vaikutusta ostopäätökseen. Edellä käytetty kaava luottamusvälin laskemiseksi ei sovellu täydellisesti kyselytutkimuksen otoskoko. Selkeämpiä tuloksia saataisiin, kun otoskoko n olisi ollut yli 200, tässä kyselytutkimuksessa vastauksia vain 127. Tarkkoja arvoja kyselytutkimus olisi antanut vasta kun otoskoko n olisi lähestynyt arviolta 1500 vastaajaa.

Lasketaan kuinka suuri otoskoko n tulisi olla, jotta kyselytutkimus olisi tuottanut tarkkoja tuloksia seuraavan kaavan mukaisesti.

$$n = \frac{z_{p/2}^2 * p * q}{e^2}$$

p = otoksesta laskettu suhteellinen frekvenssi

$q = 1 - p$

n = otoksen koko

$z_{p/2}$ = luottamustasoon liittyvä kriittinen arvo

e = sallittu virheiden enimmäismäärä desimaalilukuna

Tarvittava otoskoko laskettiin käyttäen 95 % varmuusasetetta ja ± 2 % enimmäisvirhettä. Kaikilla vastausvaihtoehdoilla lasketut tulokset taulukossa 5.

Taulukko 5. Laskettu otoskoko vastausvaihtoehdottain

	Myönteisesti	Ei vaikuttaisi	Negatiivisesti	En tiedä
Otoskoko n	821,7	2174,5	1518,3	2218,6

Tarkastelemalla kaavan antamia otoskokoja, voi tehdä johtopäätöksen, että kyselytutkimuksen otoskokoon olisi oltava vähintään 2200 tilastoyksikköä, jotta haluttuun tarkkuuteen päästäisiin.

7 POHDINTA

3D-tulostaminen ei ole vielä päässyt kunnolla vauhtiin, puhumattakaan elintarvikkeiden tulostamisesta. Esteenä 3D-tulostimen saapumiselle joka kotiin on alhainen tulostusnopeus, laitteiden korkea hinta sekä varsinaisen tarpeen puute 3D-tulostimelle. Lisäksi kuluttaja vaatii 3D-tulostimelta täydellistä lopputulosta, mutta samalla laitteessa tulisi olla yksinkertainen käyttöliittymä. Mallien luonnin ja tulostamisen tulisi olla helppoa, napin painalluksella toimivaa. Tositilanteessa laitteita joudutaan säätämään ja luotua mallia, joudutaan muokkaamaan toteutuskelpoiseksi, sekä mallin tulostaminen kestää useita tunteja. (Dillow 2013.)

Elintarvikekäytössä haasteellisuutta lisää vielä korkea tarve hygienialle ja laitteen puhdistamiselle käytön jälkeen. Suomessa valmiiksi korkea hygienian taso elintarviketehtaissa tulee olemaan avuksi, mutta 3D-tulostimelle tarvitaan rankkoja perusteellisia muutoksia, jotta se saadaan elintarviketollisuudessa käteväksi tuotantolaitteeksi. Esimerkiksi huoltokatkosten poisto ja pesuhelpous ovat vielä vaikeita haasteita.

7.1 Lisäaineet

Uusi ruokateknologia tulee varmasti aiheuttamaan vastustusta. Elintarvikkeissa jo nyt esiintyvät lukuisat E-koodit herättävät kuluttajassa negatiivisia ajatuksia. 3D-tulostetuissa elintarvikkeissa on jo pelkästään massan rakenteen vuoksi oltava suuri määrä lisäaineita. Toinen vaihtoehto massan ominaisuuksien säilyttämiseksi on kehittää luonnollinen resepti, joka täyttää massan vaatimukset, maun ja ravintosisällön. Tällainen kehitystyö on aikaa vievää ja kallista, varsinkin pienyritykselle, jolla ei välttämättä ole edes kunnollista koekeittiötä.

7.2 Kyselyn johtopäätökset

Kyselytutkimuksessa ilmeni, että 3D-tulostaminen ja elintarvikkeiden tulostaminen oli kyselyyn vastanneille aiemmin melko tuntematon aihe. Kuitenkin kyselyssä esiintyneille uusille tuotteille löytyi heti kysyntää vastausten perusteella. Kyselyssä esiintyneisiin tuotteisiin suhtauduttiin positiivisesti, osasta oltiin jopa innoissaan. Kuluttajilla on mielenkiintoa uusia 3D-tulostettuja tuotteita kohtaan, tuotteita ei vain ole tarjolla eikä niistä ole tietoa. Kyselytutkimuksessa parhaiten pärjäsivät karamelli, suklaakuvio, ja kakkukoriste, eli ns. makeat tuotteet. Suolaiset tuotteet, pizza ja kalkkuna-annos, eivät saaneet yhtä paljoa suosiota. Hyvin pärjänneet makeat tuotteet ovat helpommin lähestyttävämpiä, kuin suolaiset tuotteet, vertaa 3D-karkkia tulostettuun ruoka-annokseen. Perinteisempien ruokakomponenttien, kuten esim. perinteisten lihapullien rinnalle on todennäköisesti vaikeampi päästä 3D-tulostetuilla vaihtoehdoilla, kuin makeilla tuotteilla. Varsinaisen ruuan 3D-tulostaminen koetaan vielä vieraaksi, vastustusta herättäväksi. Kyselyn alussa ja lopussa kysyttiin ostohalukkuutta 3D-tulostettuja tuotteita kohtaan. Ostohalukkuus nousi kun vastaajille oli esitelty 3D-tulostettuja tuotteita. Tämä osoittaa, ettei tuotteista ole aiempaa tietoa. 3D-tulostetuilla tuot-

teilla olisikin pinnalle päästäkseen suuri tarve mainonnalle ja tuotteille mahdollisten ominaisuuksien esille tuomiselle. 3D-tulostettujen tuotteiden ominaisuuksien esiintuominen vaatii kuluttajille aiheesta tiedottamista, eli tietoa tarjoavaa mainontaa. Suuri ”En tiedä”-vastausten määrä tukee oletusta mainonnan aiheellisuudesta ja tarpeellisuudesta. Kyselyssä esiintyneet suklaa- ja sokerileivokset sopisivat hyvin esimerkiksi kahvilan tai pienleipomon sivutoiminnaksi, asiakkaan toiveiden mukaisten kustomoitujen tuotteiden valmistaminen.

7.3 Pakkausmerkintä

Kyselytutkimuksessa kysyttiin tulisiko 3D-tulostetun tuotteen pakkauksessa olla merkintä 3D-tulostamisesta. Vastaajista 85 % oli sitä mieltä, että merkintä tulisi olla pakkauksessa. Lakisääteisesti 3D-tulostaminen on valmistusmenetelmä, eikä sitä tarvitse tuotepakkaukseen merkitä. (Evira, 2014.)

Pakkausmerkinnän vaikutuksista ostopäätökseen tehdyt analyysit ovat tuloksettomia. Ensimmäisen analyysin perusteella ei voida varmuudella sanoa vaikuttaako pakkausmerkintä miten ostopäätökseen. Toisen analyysin perusteella ei voida sanoa vaikuttaako pakkausmerkintä ostopäätökseen lainkaan. Analyysien puutteelliseen tarkkuuteen vaikuttivat todennäköisesti vastaajien liian pieni otoskoko ja kysymykseen vastanneiden suuri ”En tiedä”-vastausten määrä. Kysymyksen asettelu oli myös ongelmallinen vastaajalle. 3D-pakkausmerkintää ei ole olemassa, eikä vastaajilla ole kokemukseen perustuvaa tietoa 3D-tulostettujen elintarvikkeiden ostamisesta. Suuresta ”En tiedä”-vastausten määrästä voidaan myös olettaa, että 3D-tulostaminen on tuntematon alue kuluttajille. Analyysien perusteella voitaisiin toisaalta myös olettaa, ettei vastaajien mielestä merkinnällä ole merkitystä ostopäätökseen. Kyseessä on kuitenkin vain valmistusmenetelmä ja kuluttajalle tärkeintä on itse tuote, ei valmistustapa. Tulevaisuudessa 3D-merkinnällä voitaisiin kertoa jotain tuotteesta ja sen ominaisuuksista, jolloin merkinnällä olla positiivinen vaikutus. Pakkausmerkintään on mahdollista ottaa myös toisenlainen lähestymistapa ja käyttää sitä positiivisena markkinointia edistävänä leimana.

7.4 Mahdollisuudet

Perinteisiä elintarvikkeita tulostettaessa vielä tällä hetkellä esiin nousee prosessitekniisiä vaikeuksia tulostaa tarkkoja kopioita olemassa olevista elintarvikkeista. Lipson & Kurman kirjassaan *Fabricated* kuvailee esimerkiksi kuinka haastavaa olisi tulostaa realistisen näköinen ja makuinen tomaatti. Oikean rakenteen ja maun saavuttamiseksi jouduttaisiin käytettävästä tulostusmateriaalista tekemään lukemattomia testiversioita, jotta löydettäisiin maistuva ja muotonsa pitävä yhdistelmä. Ongelma voitaisiin kuitenkin ohittaa tulostamalla perinteinen elintarvike ns. sarjakuvamaisen, esim. lapsia miellyttävän näköisenä. Miksi koittaa replikoida täysin tomaattia, kun siitä voidaan tehdä vielä vetävämmän näköisen. Tulostettavien elintarvikkeiden muodon ja rakenteen mahdollisuudet avaavat täysin uudenlaisen markkina-

alueen kustomoiduille elintarvikkeille. Kuka tahansa voi itse suunnitella tulostettavan elintarvikkeen halutunlaiseksi ja tulostaa tai jakaa sen. (Lipson & Kurman 2013.)

7.5 Kehitystyö

3D-tulostaminen on valtavalla nopeudella kehittyvä ala ja sille syntyy jatkuvasti uusia mikroyrityksiä, jotka luovat omat 3D-tulostimensa ja ohjelmistonsa tai uudistavat vanhoja. Tämänlainen vapaamarkkinakilpailu on hyödyksi 3D-tulostamiselle, koska se ajaa alaa kehittymään vapaasti. 3D-tulostimia ei suunnitella vain teollisuuden laitteiksi vaan myös erityisesti kotikäyttöön. Tällaiset kotikäyttöiset 3D-tulostimet eivät välttämättä eroa mitenkään teollisuuskäyttöisistä. 3D-tulostimien kehitys ratkaisee, tuleeko siitä joka miehen työkalu vai yleistyvätkö esimerkiksi tulostuspajat ja muut keskittyneemmät ratkaisut.

LÄHTEET

- 123D Catch. 2014. Viitattu 8.12.2014. <http://www.123dapp.com/catch>
- 3D Crush. 2015. Viitattu 26.2.2015. <http://www.3dcrush.fi/index.html>
- 3DSystems. 2014. Viitattu 7.12.2014. www.3dsystems.com/press-releases/3d-systems-sweetens-its-offering-new-chefjettm-3d-printer-series
- Additive Manufacturing. 2014. Viitattu 4.11.2014. <http://additivemanufacturing.com/basics/>
- Dale, J. 2012. The History of 3D Printing [#Infographic]. Viitattu 12.11.2014. <http://www.statetechmagazine.com/article/2013/08/history-3d-printing-infographic>
- Dillow, C. 2013. 5 reasons 3-D printing isn't quite ready for prime time. Viitattu 26.2.2015. <http://fortune.com/2013/09/03/5-reasons-3-d-printing-isnt-quite-ready-for-prime-time/>
- Evira. 2015. Elintarvikkeiden pakkausmerkinnät. Viitattu. 23.2.2015. <http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/valmistus+ja+myynti/pakkausmerkinnat/>
- Gordon, B. 2015. 3D Printers review. Viitattu. 27.2.2015. <http://3d-printers.toptenreviews.com/>
- Hickey, S. 2014. Chuck Hull: the father of 3D printing who shaped technology. The Guardian. Viitattu 27.2.2015. <http://www.theguardian.com/business/2014/jun/22/chuck-hull-father-3d-printing-shaped-technology>
- Holopainen, M. 1992. Tilastomatikan perusteet. Helsinki: WSOY.
- Holopainen, M. 2013. Tilastolliset menetelmät. Vantaa: WSOY.
- Kuusela, V. 2000. Tilastografiikan perusteet. Helsinki: Edita.
- Laininen, P. 2001. Tilastollisen analyysin perusteet. Helsinki: Otatieto.
- Lipson, H. & Kurman, M. 2013. Fabricated: the new world of 3D printing. Indianapolis: Wiley
- Maula, K. 2012. Lihan mikrobiologia. Hämeen ammattikorkeakoulu. Kursimateriaali 2012.
- Mims, C. 2013. Get Ready: 3D Printing Will Explode Next Year, When Key Patents Expire. The Atlantic. Viitattu 7.5.2015. <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2013/07/get-ready-3d-printing-will-explode-next-year-when-key-patents-expire/278008/>
- Myers, J. 1964. Use of algae for support of the human in space. Viitattu 8.4.2015 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11881654>

Natural Machines. 2015. Viitattu 17.2.2015. <http://www.naturalmachines.com/>

OpenSCAN. 2014. Viitattu 8.12.2014. <http://www.openscad.org/>

Paukku, T. 2013. Kymmenen uutta ihmettä. Tampere: Gaudeamus.

Sense. 2014. Viitattu 8.12.2014. <http://cubify.com/en/Products/Sense>

THRE3D. 2014. Viitattu 15.10.2014. www.thre3d.com

Ylä-Jääsi, V. 2014. Kolmiulotteista pursotusta. Tekniikan Maailma 20, 76-81.

KUVALÄHTEET

Defining Geometry in 3-D. 2002. Viitattu 8.12.2014. http://viz.aset.psu.edu/gho/sem_notes/3d_fundamentals/html/geometry_def.html

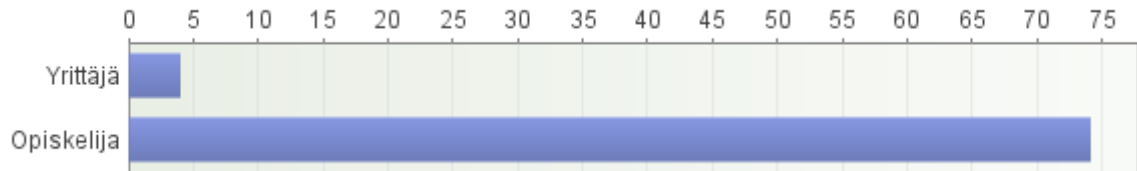
Kyselytutkimuksessa esitellyt tuotteet. 2014. Viitattu 27.2.2015. 3D Systems 2014; Foodini 2014; Choc Edge 2014; Biozoon 2014.

Kuva 4, Nervous Systems. 2014. Viitattu 17.3.2015. <http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/content/hyphae-1/>

KYSELYTUTKIMUS 3D-TULOSTAMISESTA, SÄHKÖPOSTIKYSELY

1. Kyselytutkimukseen osallistuu elintarvikealan yrittäjiä ja HAMKin opiskelijoita. Oletko yrittäjä vai opiskelija?

Vastaajien määrä: 78



2. Onko 3D-tulostamisen sinulle tuttu käsite?

Vastaajien määrä: 78

	Hyvin tuttu	Melko tuttu	En tiedä	Hieman tuttu	Vieras	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostaminen	6	33	0	26	13	78	3,09

3. Tiesitkö että 3D-tulostimella voidaan myös tulostaa elintarvikkeita?

Vastaajien määrä: 78

	Olen maistanut	Tiesin / olen kuullut	Kuullut jotain	En ole kuullutkaan	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostettuja elintarvikkeita	0	13	14	51	78	3,49

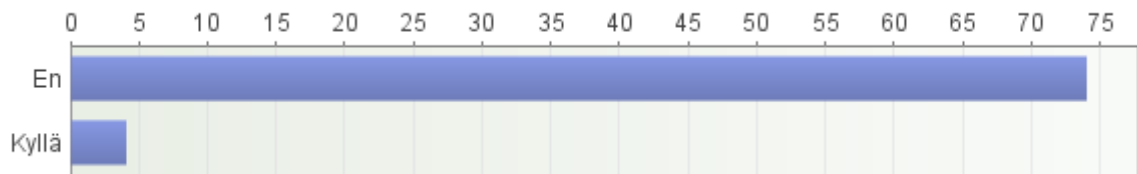
4. 3D-tulostimella voidaan tarjota monenlaisia tuotteita ja palveluita. Olisitko halukas ostamaan 3D-tulostettuja tuotteita/palveluja?

Vastaajien määrä: 78

	Ostaisin	Ostaisin ehkä	En tiedä	Välttää- sin osta- masta	En os- tasi	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostettuja tuotteita/palveluja	10	41	21	5	1	78	2,31

5. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 78



6. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	1	17	5	42	13	Mielekäs	78	3,63

7. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	6	10	27	30	5	Mahdollisim- man paljon	78	3,23

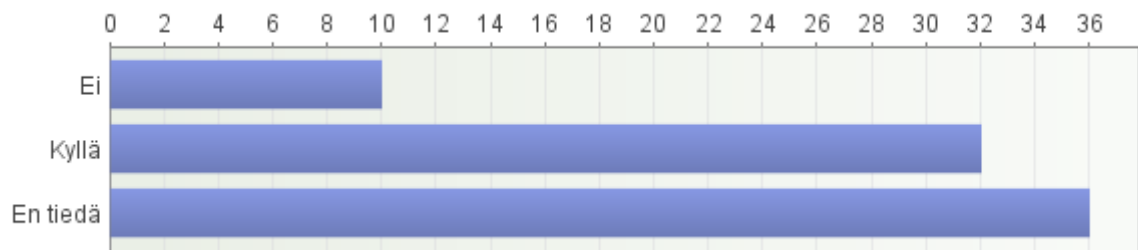
8. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	11	14	14	32	7	Ostaisin	78	3,13

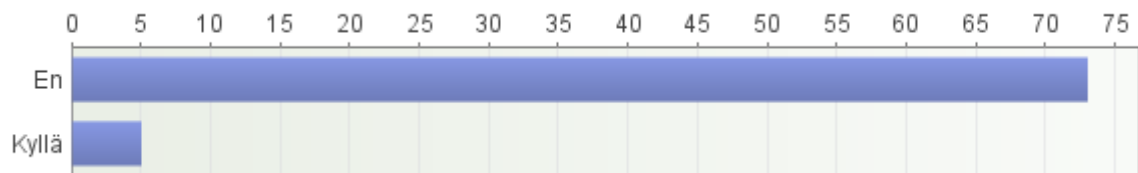
9. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 78



10. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 78



11. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	5	18	11	33	11	Mielekäs	78	3,35

12. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	10	15	22	27	4	Mahdollisimman paljon	78	3

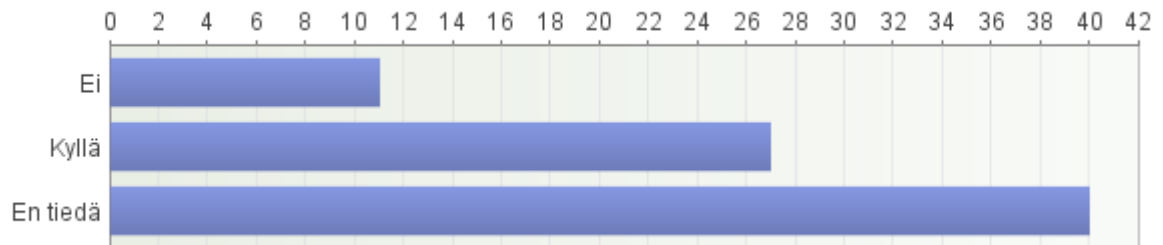
13. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	16	12	25	18	7	Ostaisin	78	2,85

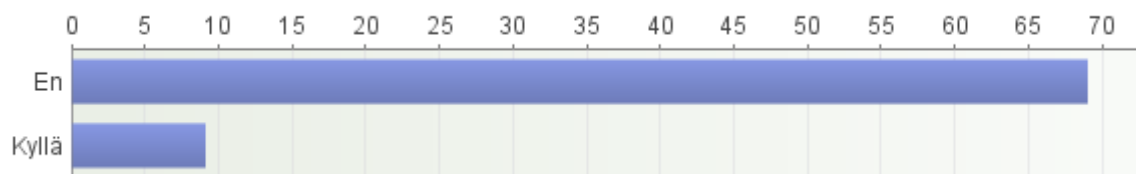
14. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 78



15. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 78



16. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	0	5	4	40	29	Mielekäs	78	4,19

17. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	2	9	13	42	12	Mahdollisimman paljon	78	3,68

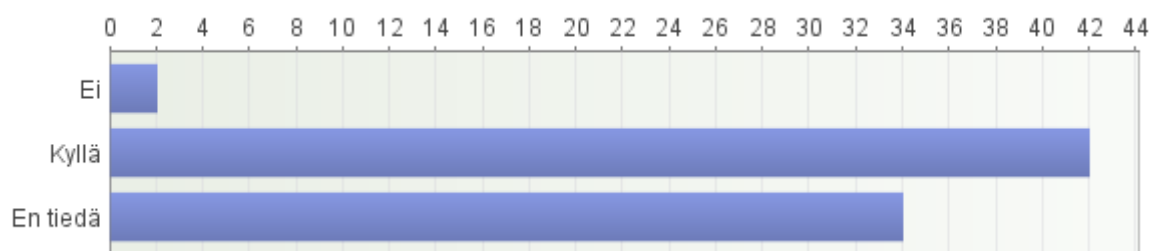
18. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	8	12	10	31	17	Ostaisin	78	3,47

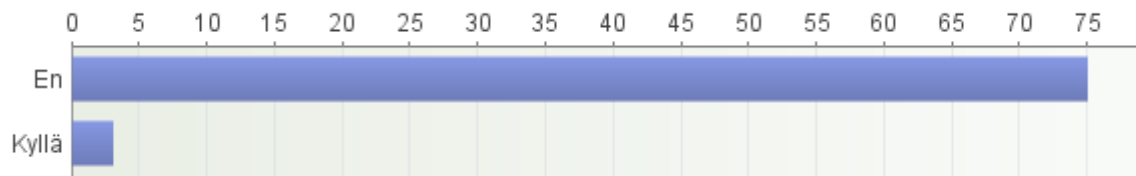
19. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 78



20. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 78



21. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	13	28	6	27	4	Mielekäs	78	2,76

22. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	17	25	21	12	3	Mahdollisimman paljon	78	2,47

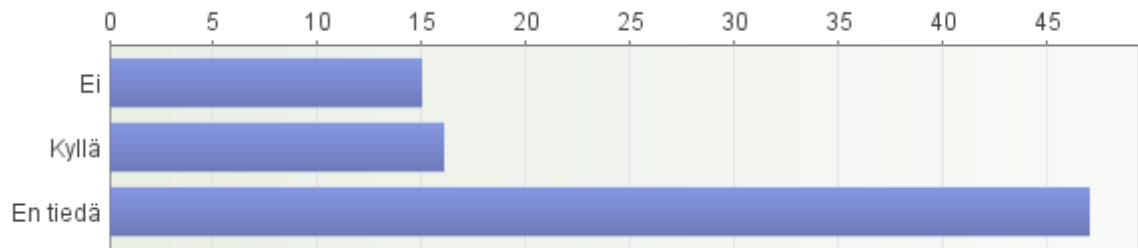
23. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	26	25	17	7	3	Ostaisin	78	2,18

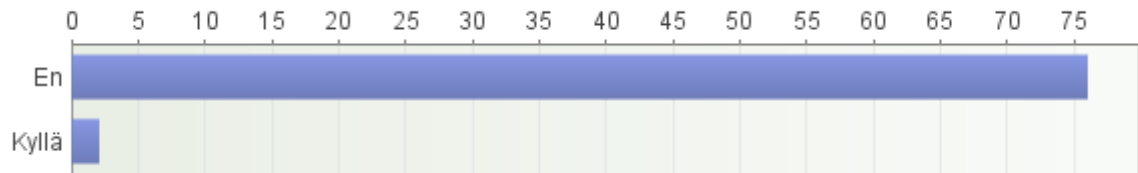
24. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 78



25. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 78



26. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	2	3	4	39	30	Mielekäs	78	4,18

27. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	5	8	25	29	11	Ostaisin	78	3,42

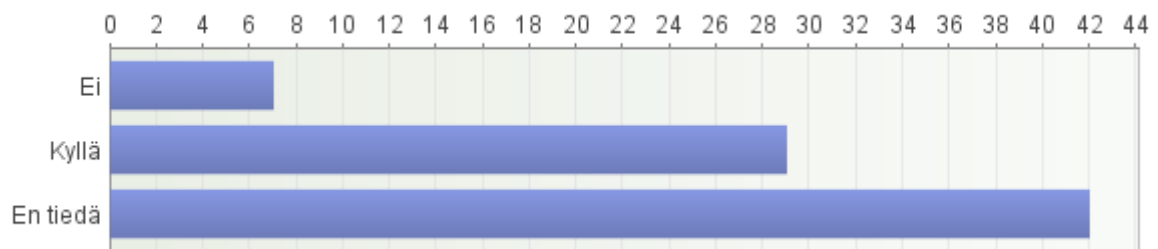
28. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 78

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	2	6	16	40	14	Mahdollisimman paljon	78	3,74

29. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 78



30. Olisitko nyt halukas ostamaan 3D-tulostettuja tuotteita?

Vastaajien määrä: 78

	Ostaisin	Ostaisin ehkä	En tiedä	Välttävistä ostamasta	En ostasi	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostettuja tuotteita/palveluja	13	50	3	10	2	78	2,21

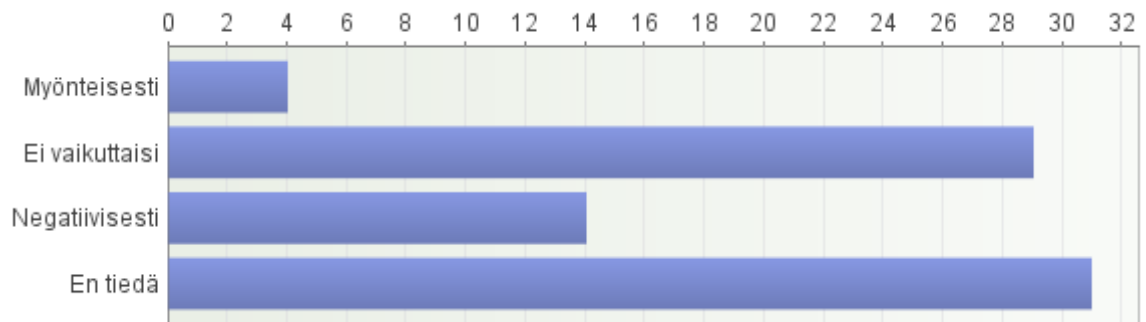
31. Tulisiko 3D-tulostetun tuotteen pakkauksessa olla merkintä, että tuote on ”3D-tulostettu”?

Vastaajien määrä: 78

	Kyllä	Ei	En tiedä	Yhteensä	Keskiarvo
Pakkausmerkintä	66	7	5	78	1,22

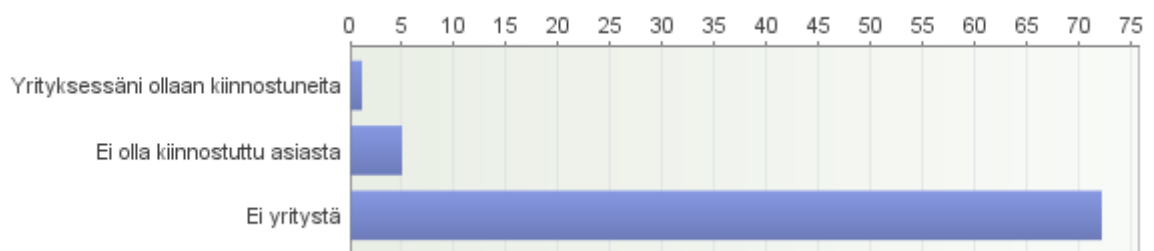
32. Jos tuotepakkauksessa olisi merkintä 3D-tulostamisesta, vaikuttaisiko se ostopäätökseesi myönteisesti vai negatiivisesti?

Vastaajien määrä: 78



33. Ollaanko yrityksessänne kiinnostuneita 3D-tulostetuista tuotteista?

Vastaajien määrä: 78



34. Jos olet kiinnostunut 3D-tulostettujen elintarvikkeiden mahdollisuuksista ja uusimmista trendeistä jätä yhteystietosi alla olevaan kohtaan.

Vastaajien määrä: 6

Vastanneiden yhteystietoja ei ole esitelty opinnäytetyön liitteessä

KYSELYTUTKIMUS 3D-TULOSTAMISESTA, FACEBOOK-KYSELY

1. Onko 3D-tulostamien sinulle tuttu käsite?

Vastaajien määrä: 49

	Hyvin tuttu	Melko tuttu	En tiedä	Hieman tuttu	Vieras	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostaminen	14	24	0	7	4	49	2,24

2. Tiesitkö että 3D-tulostimella voidaan myös tulostaa elintarvikkeita?

Vastaajien määrä: 49

	Olen maistanut	Tiesin / olen kuulunut	Kuullut jotain	En ole kuullutkaan	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostettuja elintarvikkeita	0	10	8	31	49	3,43

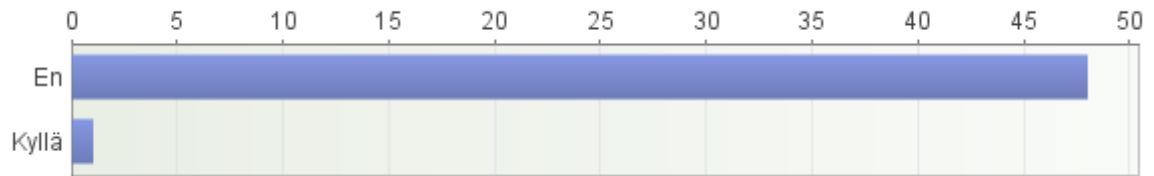
3. 3D-tulostimella voidaan tarjota monenlaisia tuotteita ja palveluita. Olisitko halukas ostamaan 3D-tulostettuja tuotteita/palveluja?

Vastaajien määrä: 49

	Ostaisin	Ostaisin ehkä	En tiedä	Välttäisin ostamasta	En ostasi	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostettuja tuotteita/palveluja	15	21	11	1	1	49	2,02

4. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 49



5. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	4	6	4	22	13	Mielekäs	49	3,69

6. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	4	5	12	24	4	Mahdollisimman paljon	49	3,39

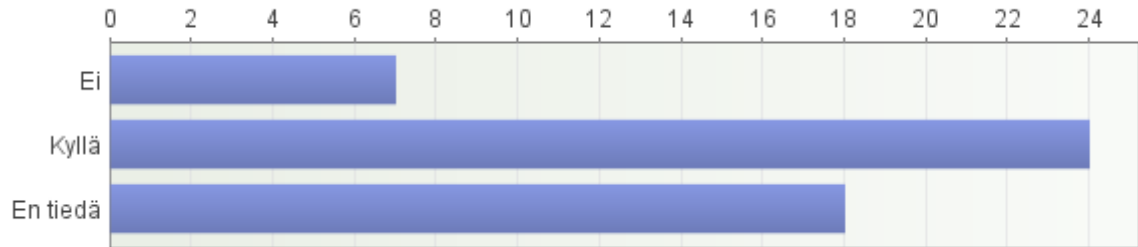
7. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	9	6	9	17	8	Ostaisin	49	3,18

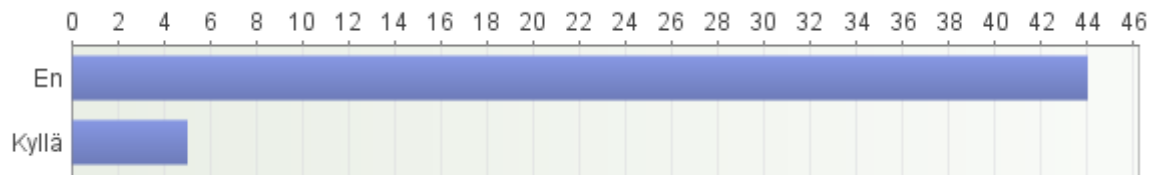
8. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 49



9. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 49



10. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	5	6	6	21	11	Mielekäs	49	3,55

11. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	3	9	12	21	4	Mahdollisimman paljon	49	3,29

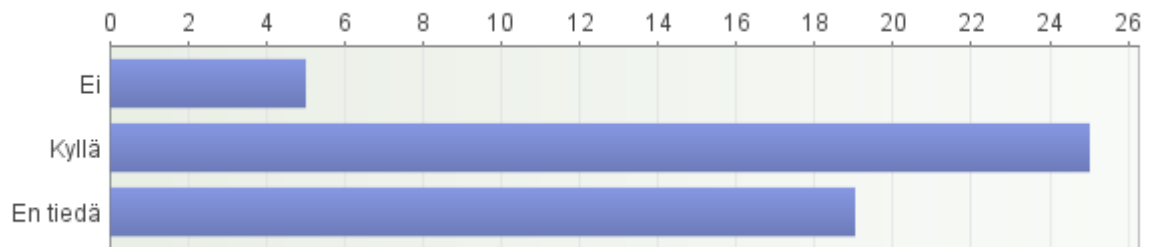
12. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	9	6	11	16	7	Ostaisin	49	3,12

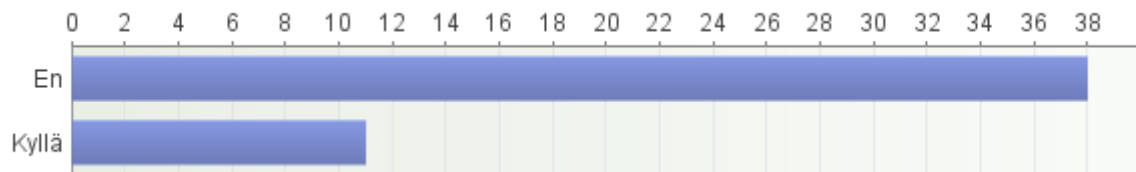
13. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 49



14. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 49



15. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	4	1	4	23	17	Mielekäs	49	3,98

16. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	4	1	9	22	13	Mahdollisimman paljon	49	3,8

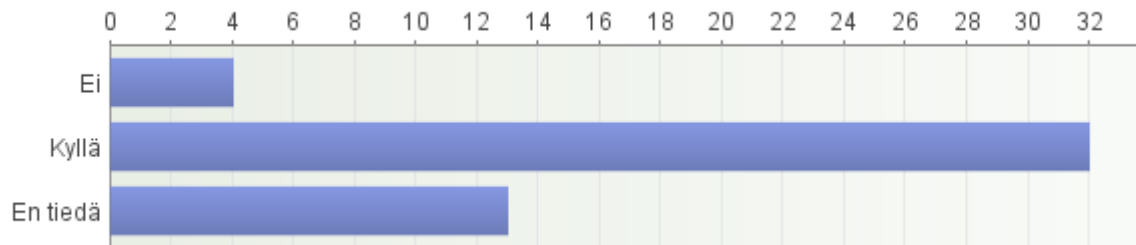
17. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	6	6	7	16	14	Ostaisin	49	3,53

18. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 49



19. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 49



20. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	8	8	8	16	9	Mielekäs	49	3,2

21. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	10	7	14	13	5	Mahdollisimman paljon	49	2,92

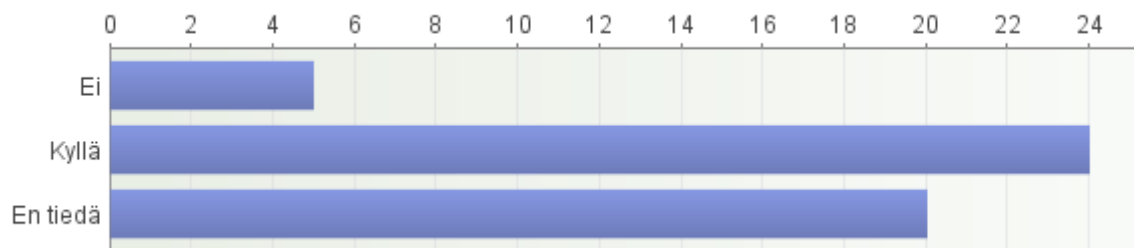
22. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	14	10	8	10	7	Ostaisin	49	2,71

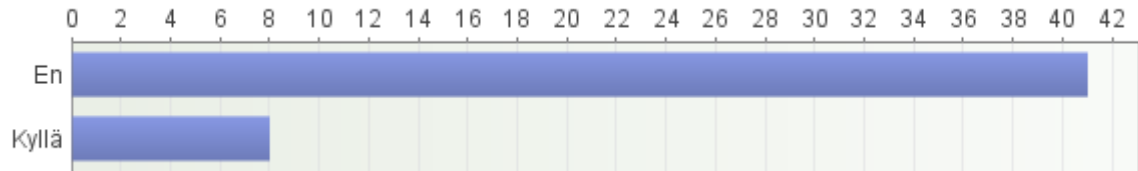
23. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 49



24. Oletko nähnyt aikaisemmin vastaavaa tuotetta?

Vastaajien määrä: 49



25. Onko tuote sinusta mielenkiintoinen?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Vastenmielinen	3	1	6	17	22	Mielekäs	49	4,1

26. Haluaisitko että kyseisenlaisia tuotteita löytyisi kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
Ei yhtään	4	3	5	22	15	Mahdollisimman paljon	49	3,84

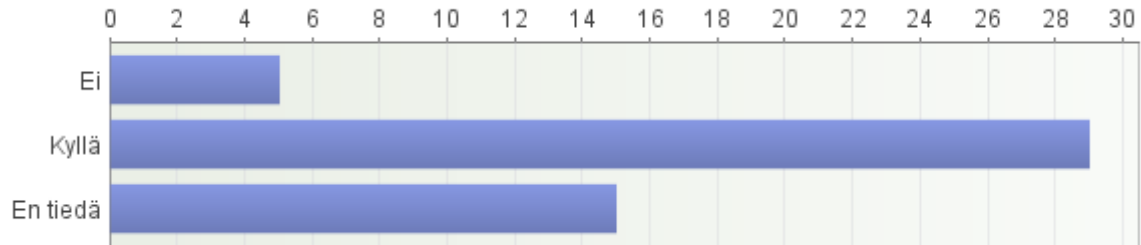
27. Ostaisitko kyseistä tuotetta kaupasta?

Vastaajien määrä: 49

	1	2	En tiedä	4	5		Yhteensä	Keskiarvo
En ostaisi	5	8	7	19	10	Ostaisin	49	3,43

28. Onko tuote mielestäsi turvallinen syödä?

Vastaajien määrä: 49



29. Olisitko nyt halukas ostamaan 3D-tulostettuja tuotteita?

Vastaajien määrä: 49

	Ostaisin	Ostaisin ehkä	En tiedä	Välttäisin ostamasta	En ostasi	Yhteensä	Keskiarvo
3D-tulostettuja tuotteita/palveluja	12	29	3	4	1	49	2,04

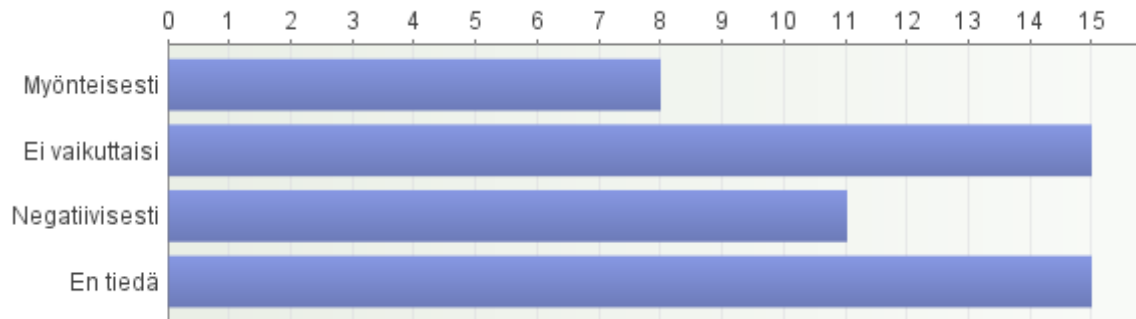
30. Tulisiko 3D-tulostetun tuotteen pakkauksessa olla merkintä, että tuote on ”3D-tulostettu”?

Vastaajien määrä: 49

	Kyllä	Ei	En tiedä	Yhteensä	Keskiarvo
Pakkausmerkintä	42	5	2	49	1,18

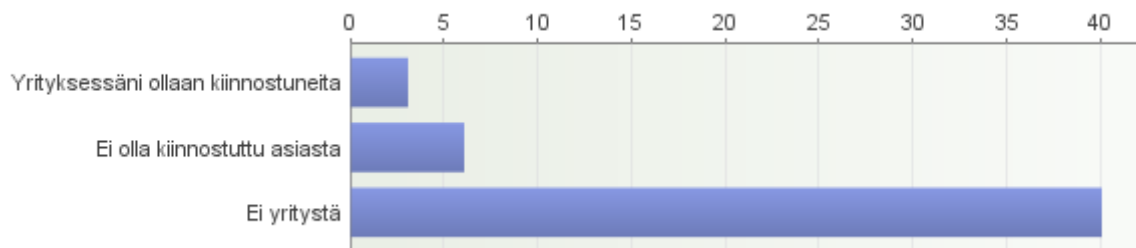
31. Jos tuotepakkauksessa olisi merkintä 3D-tulostamisesta, vaikuttaisiko se ostopäätökseesi myönteisesti vai negatiivisesti?

Vastaajien määrä: 49



32. Ollaanko yrityksessänne kiinnostuneita 3D-tulostetuista tuotteista?

Vastaajien määrä: 49



33. Jos olet kiinnostunut 3D-tulostettujen elintarvikkeiden mahdollisuuksista ja uusimmista trendeistä jätä yhteystietosi alla olevaan kohtaan.

Vastaajien määrä: 3

Vastanneiden yhteystietoja ei ole esitelty opinnäytetyön liitteessä