



**LAUREA**  
AMMATTIKORKEAKOULU  
*Yhdessä enemmän*

# Instrumentaaliset hiustenmuotoilu- tuotteiden testausmenetelmät

Terhi Rouhiainen

2018 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

## **Instrumentaaliset hiustenmuotoilutuotteiden testausmenetelmät**

Terhi Rouhiainen  
Kauneudenhoitoalan koulutus  
Opinnäytetyö  
Marraskuu, 2018

Terhi Rouhiainen

### Instrumentaaliset hiustenmuotoilutuotteiden testausmenetelmät

Vuosi 2018 Sivumäärä 58

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa erilaisia hiustenmuotoilutuotteiden testausmenetelmiä sekä niihin liittyvää laitteistoa ja käytäntöjä. Tavoitteena oli löytää ammattikorkeakoulu Laurealle sopiva laitekokonaisuus, joka palvelisi korkeakoulun tarpeita kauneudenhoitoalan koulutusohjelmissa mahdollisimman monipuolisesti. Laitehankinta avaisi Laurealle mahdollisuuksia yhteistyöhön hiusalalan toimijoiden kanssa. Lisäksi laitteen avulla voitaisiin syventää opiskelijoiden asiantuntemusta tuotekehityksestä sekä hiustenhoito- ja muotoilutuotteiden toiminnasta. Testausmenetelmien lisäksi opinnäytetyöhön koottiin perustietoja hiusten rakenteesta ja ominaisuuksista, kosmetiikkamainonnan väittämistä sekä hiustenmuotoilutuotteiden toiminnasta ja keskeisistä raaka-ainesta.

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Lähdemateriaalina käytettiin alan kirjallisuutta sekä kosmetiikka-alan tutkijoiden julkaisemia tutkimusartikkeleja hiustenmuotoilutuotteiden yleisimpiä ominaisuuksia tutkivista menetelmistä. Opinnäytetyöhön valituissa menetelmissä otettiin huomioon Laurean resurssit. Opinnäytetyöhön kartoitetuista instrumentaalisista testausmenetelmistä monipuolisimmaksi laitepohjaksi havaittiin Dia-Stronin valmistama MTT175 Miniature Tensile Tester, joka voidaan erillisillä lisäosilla muokata useimpien hiustenmuotoilutuotteiden ominaisuuksien tutkimiseen. MTT175 Miniature Tensile Testerin ehdotomana etuna oli sen monipuolisuus sekä pieni koko verrattuna useimpiin opinnäytetyössä esiteltyihin laitteisiin. Laite oli lisäksi teknisesti yksinkertaisempi kuin useimmat tässä työssä esitellyt laitteet.

Opinnäytetyön selvityksestä seuraavana askeleena olisi markkinoiden kartoittaminen vastaavien monipuolisten ja muokattavissa olevien laitteiden osalta. Markkinakartoituksen lisäksi tulisi selvittää mahdolliset yhteistyökumppanit tutkimuksissa tarvittavien materiaalien osalta, kuten esimerkiksi testeissä käytetyt hiukset.

Asiasanat: hiustenmuotoilutuotteet, instrumentaaliset testausmenetelmät, kosmetiikkaväittämien tukeminen, muotoilutuotteiden tuotekehitys

Terhi Rouhiainen

Instrumental testing of hair styling products

Year	2018	Pages	58
------	------	-------	----

---

The aim of this Bachelor's thesis was to examine instrumental testing equipment and methods for hair styling products. The target was to find multifunctional equipment that Laurea University of Applied Sciences could use in their Degree Programme in Bachelor of Beauty and Cosmetics. Laurea's ability to perform instrumental testing on hair products could open co-operation possibilities with companies in the hairdressing industry. Instrumental testing equipment could also give students a possibility to deepen their expertise in product development and functions of hair styling products. In addition to the introduction of the instrumental testing methods, the thesis contains basic knowledge of the structure and the properties of hair, claims in cosmetic advertising as well as functions and main ingredients in hair styling products.

This thesis was executed as a literature review. The data consisted of cosmetics industry literature and research papers on methods for instrumental testing of styling products. Laurea's resources were taken in consideration when methods for this thesis were chosen. It was discovered that the most multifunctional and versatile equipment in this thesis was MTT175 Miniature Tensile Tester from Dia-Stron. With attachments MTT175 Miniature Tensile Tester could be modified to perform several different tests of the most common properties of hair styling products. The versatility and small size of MTT175 Miniature Tensile Tester were the advantages of this equipment. Also MTT175 Miniature Tensile Tester was not technically as challenging as most pieces of the equipment presented in this thesis.

Future studies could discuss the instrumental testing equipment market for similar products as MTT175 Miniature Tensile Tester. Cooperating with companies that can deliver material used in instrumental testing, like hair tresses, should be considered.

Keywords: hair styling products, instrumental testing, claim substantiation, product development of styling products

## Sisällys

1	Johdanto .....	6
2	Kosmetiikkamainonnan väittämät .....	7
3	Hiuksen rakenne .....	8
3.1	Hiuksen fysikaaliset ominaisuudet .....	10
3.2	Hiuksen kemialliset ominaisuudet .....	10
4	Muotoilutuotteet ja niiden keskeisimmät raaka-aineet .....	11
4.1	Muotovaahdot.....	12
4.2	Hiuslakat ja kampausteet .....	13
4.3	Hiusvahat, pomadet ja geelit.....	14
4.4	Muotoilutuotteiden keskeisimmät raaka-aineet .....	15
5	Instrumentaaliset testausmenetelmät .....	16
5.1	Kammattavuus.....	16
5.2	Joustavuutta ja jäykkyyttä mittaavat menetelmät .....	22
5.2.1	Three-point bending.....	23
5.2.2	Two-point bending .....	27
5.2.3	Omega loop .....	29
5.3	Volyymi .....	33
5.3.1	Kuva-analyysi .....	33
5.3.2	Maksimihalkaisija .....	35
5.3.3	Kolmiulotteinen laserstereometri.....	37
5.4	Kiilto .....	40
6	Muut kuin instrumentaaliset testausmenetelmät .....	44
6.1	Kuluttaja- ja asiantuntijapaneelit .....	44
6.2	Ei-instrumentaalinen pidon tutkiminen .....	45
7	Yhteenveto .....	47
8	Pohdinta.....	48
	Lähteet .....	50
	Kuviot .....	54
	Taulukot .....	56
	Liitteet.....	57

## 1 Johdanto

”Finest diffusion. Fastest drying. 48h flexible hold.” Näin sanotaan uudessa Syoss Fiber Flex -hiuskiinnemainoksessa yrityksen verkkosivuilla (liite 1 Syoss Fiber Flex -mainos). Nämä ovat kosmetiikka-alan tyypillisiä mainoslupauksia, jotka yrityksen tulee pystyä todentamaan tieteellisin tutkimustuloksin. Tämän työn tavoitteena on aukaista hiustenmuotoilutuotteiden tuotekehityksen ja kilpailijaseurannan vaiheita, joissa erilaisten mekaanisten laitteiden ja menetelmien avulla tehdään mainosväittämiä tukevia tutkimuksia. Instrumentaalisilla testausmenetelmillä saadaan vertailukelpoista, numeraalista informaatiota tuotteiden ominaisuuksista, joiden avulla vertailu kilpailevien tuotteiden kesken on mahdollista. Tuotteiden ominaisuuksien arvottaminen on hyödyllistä myös tuotekehitysvaiheessa, jolloin niillä voidaan arvioida tuoteformuloinnin ja tuotteen ominaisuuksien kehitystä haluttuun suuntaan. Tavoitteena on antaa kattava kokonaiskuva laitteilla suoritettujen mittausten mahdollisuuksista, toiminnasta ja haasteista. Laurea toimii työn yhteistyökumppanina ja työn tarkoituksena on kartoittaa monipuolisimmat mittauslaitteistot, joita ammattikorkeakoulu Laurea voisi kauneudenhoitoalan koulutuksessa hyödyntää.

Työn alussa käydään läpi, millaisia erilaisia väittämiä kosmetiikkamarkkinoilla esiintyy ja minäkalaiset väitteet yritysten tulee tutkimusten avulla todentaa. Tämän lisäksi perehdytään hiuksen rakenteeseen ja ominaisuuksiin, joiden ymmärtäminen on perustana työn pääaiheen eli tutkimuslaitteistojen eri käyttösovelluksiin. Koska työn tarkoituksena on perehtyä hiusten muotoilutuotteiden ominaisuuksien mittaamiseen, käydään läpi lyhyesti erilaisten muotoilutuotteiden tarkoitusta sekä niiden keskeisimpiä raaka-aineita. Työhön on kerätty muotoilutuotteiden keskeisimpiä ja yleisimpiä ominaisuuksia mittaavia laitteita. Työssä käydään laitekohtaisesti läpi niiden toimintaperiaatteita, millaisia mittauksia niillä voidaan suorittaa ja kuinka niiden tuloksia voi mainonnassa ja tuotekehityksessä hyödyntää.

## 2 Kosmetiikkamainonnan väittämät

Mainonnassa väittämien avulla pyritään ohjaamaan kuluttajaa tekemään ostopäätöksiä. Tuotteesta tehdyn väittämän tarkoituksena on kertoa kuluttajalle mahdollisimman tehokkaasti, mitä tuote tekee ja kuinka se toimii. Kosmetiikkayritysten velvollisuutena on välittää kuluttajalle mahdollisimman selkeitä ja totuudenmukaisia viestejä ja väittämiä, koska väittämillä on niin merkittävä rooli kuluttajan päätöksiä ohjaavana tekijänä. Väittämien tukemiseksi käytetyt menetelmät ovat kehittyneet myös kosmetiikka-alan kehittyessä. Lisäksi alati kasvava ymmärrys esimerkiksi hiuksen rakenteesta sekä fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista on kehittänyt testausmenetelmiä, joilla tukea hiustuotteiden mainosväittämiä. (Aust 1998, 21-22.)

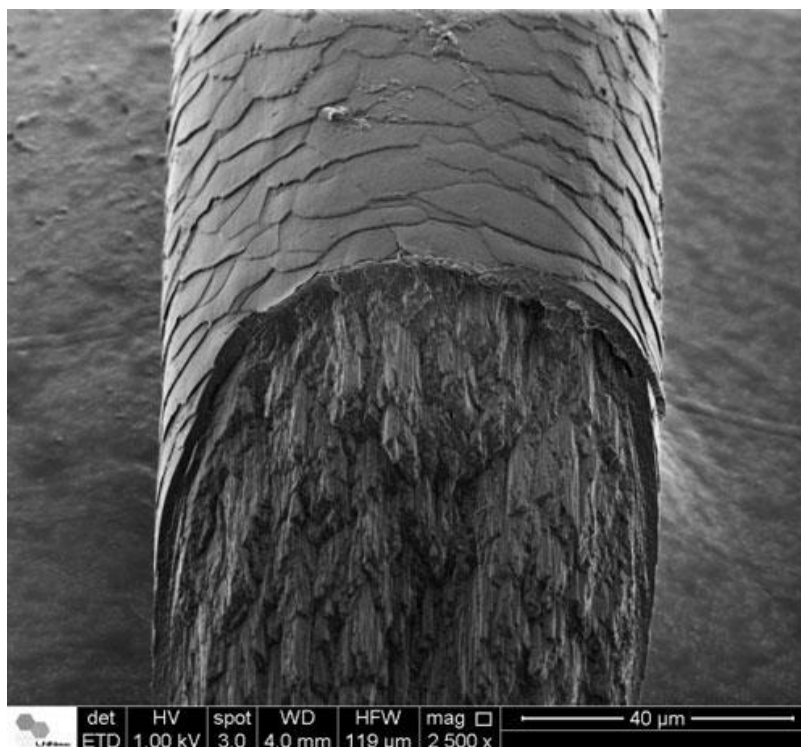
Kosmetiikkamainonnassa voidaan käyttää monia erityyppisiä väittämiä. Osa väittämistä tulee todistaa tieteellisin keinoin, kuten esimerkiksi laboratorio-olosuhteissa suoritetuilla tutkimuksilla ja testeillä. Tieteellistä tukea tarvitsevia väitteitä kutsutaan objektiivisiksi väitteiksi. Objektiivinen väite voisi olla esimerkiksi ”Toimii imeyttämällä proteiineja jokaiseen hiuskuituun”. Objektiivinen väite voi myös olla kyseiselle tuoteryhmälle niin ominainen, että sen perustelemiseen tarvitaan hyvin minimaalinen tutkimusnäyttö tai ei väittämättä tutkimusta ollenkaan. Tällainen perustelua tarvitsematon objektiivinen väite voisi olla esimerkiksi shampooista: ”Puhdistaa hiukset”. (Aust 1998, 21-22.)

Subjektiivisiksi väitteiksi kutsutaan väitteitä, jotka ovat niin yleisiä, liioittelevia tai epämääräisiä, että kuluttaja ymmärtää ne väittämiksi, joita ei tarvitse erikseen todentaa. Subjektiivisiä väitteitä ovat esimerkiksi väittämät: ”Saa sinut tuntemaan itsesi kauniiksi koko päivän” tai ”Yhtä kauniit hiukset kuin kampaajalla käydessä”. Raja subjektiivisen ja objektiivisen väitteen välillä on varsin häilyvä ja väittämien sanavalinnoilla sekä sanojen asettelulla on suuri merkitys siinä, kumman väittämätyyppin suuntaan väittäminen kallistuu. Väittämien rooli on merkittävä alati kasvavilla kosmetiikkamarkkinoilla. Aggressiiviset ja jännittävät mainosväittämät kiinnittävät kuluttajan huomion, mutta luovat samalla yrityksille haasteita väittämien tukemiseen. Tässä opinnäytetyössä keskitytään objektiivisiin, tieteellistä tutkimusta vaativiin väittämiin. (Aust 1998, 24.)

### 3 Hiuksen rakenne

Valkoisen eli värittömän hiuksen kuivapaino koostuu arviolta 91 prosentista kovettunutta keratiiniproteiinia, joka kuuluu skleroproteiineihin, 4,7 prosentista proteiiniin sitoutunutta rikkiä, neljästä prosentista lipidejä, joita löytyy lähinnä soluja toisistaan erottavilta solukalvoilta sekä pienistä määristä sokereita, tuhkaa ja sinkkiä. Hiukselle värin antavaa pigmenttipienhiukkasta, melaniinia, voi olla jopa neljä prosenttia hiuksen kuivapainosta. (Evans & Wickett 2012, 2-3.)

Hiuksen rakenteen voidaan yksinkertaisimmillaan kuvata koostuvan kolmesta eri kerroksesta: pintakerroksesta, josta usein puhutaan suomukerrosena, keskimmäisenä olevasta kuitukerroksesta sekä sisimpänä sijaitsevasta ytimestä. Kuitukerros on hiuksen kerroksista paksuin. (Robbins 2012, 3-4.)

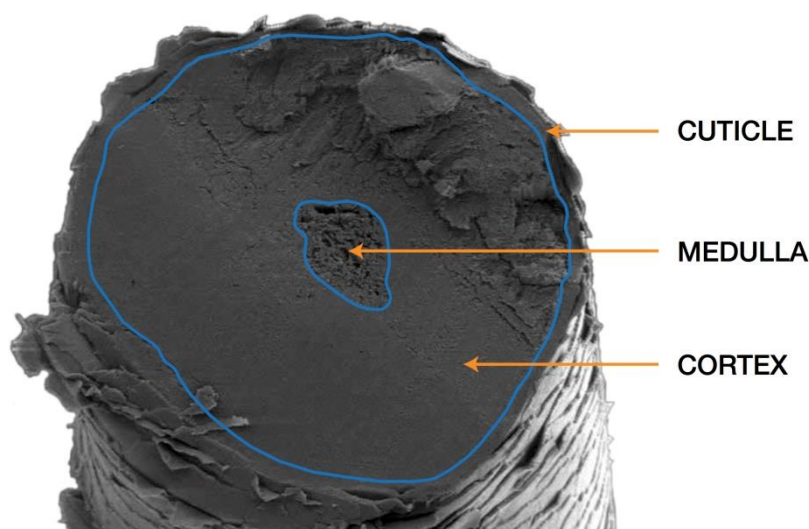


Kuvio 1: Elektromikroskooppikuva poikkileikatusta hiuksesta (Nano Werk 2015)

Hiuksen uloin kerros, suomukerros, koostuu toistensa päälle limittäin asettuvista suomumaisista rakenteista. Limittäisiä kerroksia voi olla yksi tai useampia. (Robbins 2012, 3-4.) Eräässä aasialaista ja kaukasialaista hiusta vertailevassa tutkimuksessa suomukerrosien keskiarvoinen määrä aasialisessa hiuksessa oli 7,13 ja kaukasialaisessa hiuksessa 6,55 (Takashi, Hayashi, Okamoto & Inoue 2006, 333). Suomut ovat asettuneet hiuspituuteen niin, että niiden avoin reuna on suuntautunut hiuksen latvaan päin. Tästä johtuu selkeästi havaittavissa oleva kitkaero, jonka huomaa esimerkiksi liu'uttamalla sormia ensin tyvestä latvaan päin ja sitten toisin päin. (Robbins 2012, 43.)



Ehjässä, käsittelemättömässä hiuksessa lähellä hiuspohjaa suomujen reunat ovat siistit eivätkä ne rakoile. Mekaaninen rasitus, kuten kampaaminen ja harjaaminen, shampooesut ja kemialliset käsittelyt, kuten hiusten värjäys, vahingoittavat hiuksen suomukerrosta, jolloin suomujen reunat alkavat rikkoutua ja suomujen välit rakoilla. Paljon käsitellyissä hiuksissa osia suomukerroksesta on voinut irrota kokonaan. Erittäin pintavaurioitunut hius saattaa halkeilla muodostaen kaksihaaraisia. Yksi litteä suomukerroksen somu on kooltaan noin 0,5 µm paksu ja 45-60 µm pitkä. (Robbins 2012, 3-4.) Takashin ja Hardyn aasialaista ja kaukasialaista hiusta vertailevassa tutkimuksessa somun keskimääräiseksi paksuudeksi mitattiin aasialaisilla 0,45 µm ja kaukasialaisilla 0,43 µm (Takashi ym 2006, 333). Suomukerroksen tehtävä on toimia hiuksen kuitukerroksen ja ytimen suojana (Robbins 2012, 3-4).



Kuvio 2: Poikkileikkaus hiuksesta (Permanence 2018)

Kuitukerros on hiuksen paksuin kerros. Suurin osuus hiuksen massasta, jopa 90 % koostuu kuitukerroksesta. Kuitukerros määrittelee hiuksen vahvuuden, värin, joustavuuden ja elastisuuden. (Halal 2002, 60.) Kuitukerros koostuu hiuksen pituussuunnassa yhdensuuntaisesti asettuneista pilarin mallisista soluista sekä solukalvokompleksista, joka sitoo soluja yhteen (Robbins 2012, 3-4). Kuitukerroksen solut koostuvat makrofibrilleistä, jotka koostuvat spiraalimaisesti toisiinsa kietoutuneista mikrofibrilleistä, jotka taas koostuvat välikokoisten filamenttien muodostamista säikeistä, jotka ovat suurimmaksi osaksi keratiinia (Robbins 2012, 58-59).

Hiuksen ydinosa on hiuskuidun keskiosaan sijoittuva huokoinen alue, joita paksussa karkeassa hiuksessa voi olla yksi tai useampi ja sen paksuus voi vaihdella eri kohdissa hiuspituutta (Robbins 2012, 90). Hennossa hiuksessa ydintä ei välttämättä ole ollenkaan (Halal 2002, 60). Hiuksen ytimellä uskotaan olevan hyvin vähän, jos olleenkaan, vaikutusta hiuksen fysikaalisiin tai kemiallisiin ominaisuuksiin (Menkart, Wolfram & Mao 1966, 771).

### 3.1 Hiuksen fysikaaliset ominaisuudet

Hiuksen fysikaaliset ominaisuudet vaikuttavat hiuksen muotoon sekä sen rakenteeseen, kuten suomukerrokseen ja kuitukerrokseen. Kuitukerros keratiini tekee hiuskuiduista erittäin kestäviä ja vahvoja. Lisäksi tarvitaan ehjä ja terve suomukerros, jotta hius pystyy parhaiten vastustamaan ulkoisia rasitustekijöitä. Vahingoittunut suomukerros heikentää hiusta merkittävästi ja jos lisäksi kuitukerros on vaurioitunut, on hiuksen elastisuus ja kestävyys huomattavasti ehjää hiusta heikompi. Vahingoittuneet hiuksen kerrokset voivat johtaa kaksiahaaraisiin ja hiusten katkeiluun. (Baki & Alexander 2015, 457.)

Elastisuus on yksi hiuksen tärkeimmistä fysikaalisista ominaisuuksista. Elastisuus mahdollistaa hiuksen palautumisen alkuperäiseen muotoon ja mittaan ilman vaurioita mekaanisen rasituksen, kuten kampaamisen, jälkeen. Tämän ominaisuuden vuoksi terve hius pystyy tiettyyn pisteeseen asti kestävästi rasitusta, jossa esimerkiksi sen muotoa muutetaan väliaikaisesti. (Baki & Alexander 2015, 457.) Terve, ehjä hius voi vedellä kasteltaessa ja hallitusti venytettäessä venyä jopa 40-50 % alkuperäiseen pituuteensa nähden ja silti kuivuttuaan palamaan alkuperäiseen pituuteensa (Halal 2002, 66). Paksumpi hius pyrkii vastustamaan venyttämistä enemmän kuin ohut hius, jonka vuoksi ohut hius on alttiimpi venymisen aiheuttamille vaurioille (Baki & Alexander 2015, 457).

Hius sisältää luonnostaan jonkin verran vettä, sen tarkka määrä kuitenkin vaihtelee riippuen hiuksen ympärillä vallitsevasta ilmankosteudesta. Hius tarvitsee kosteutta näyttääkseen terveeltä ja hyvinvoivalta. Jotta hius näyttäisi terveeltä, sen tulisi sisältää yleensä vähintään noin 17 % vettä, hius voi kuitenkin sisältää jopa 35 % vettä. Hiuksen vesipitoisuuden kasvaessa sen kuitukerros turpoaa ja suomukerros suomusolujen reunat nousevat, jolloin hius on hetkellisesti huokoisempi ja karheampi. Tällöin hius myös vaurioituu herkemmin ulkoisesta rasituksesta, kuten harjaamisesta. (Baki & Alexander 2015, 456.)

Hiuksen luonnollinen sähkövaraus vaikuttaa paljon siihen, millaisia hiuksille suunnitellut tuotteet ovat ja minkälaisia raaka-aineita ne sisältävät. Hiuksen varaus on yleensä negatiivinen, jolloin kationiset molekyylit tarttuvat hiuksiin helpoimmin. Negatiivisen varauksen voimakkuus vaihtelee hiuksen eri pituuksissa. Hiusten latvoissa negatiivinen varaus on suurempi, sillä latvat ovat altistuneet pisimpään ulkoisille rasitustekijöille, kuten UV-valolle, harjaamiselle tai kampaamiselle sekä erilaisille käsittelyille. (Baki & Alexander 2015, 456.)

### 3.2 Hiuksen kemialliset ominaisuudet

Hiuksen kemialliset sidokset koostuvat vahvoista ja heikoista sidoksista. Hiuksen vahvat sidokset ovat disulfididoksia eli rikkisidoksia. (Baki & Alexander 2015, 455-456.) Nämä kovalenttiset rikkisidokset muodostuvat keratiinin kahden kysteiniiniaminohappomolekyylin rikkiatomien välille muodostaen kystiinimolekyylin (Halal 2002, 67). Hiuksen vahvat sidokset vaikuttavat suuresti hiuksen muotoon, kestävyteen ja tekstuuriin. Rikkisidoksiin voidaan vaikuttaa aino-

astaan kemiallisesti. Rikkisidokset siis säilyvät ehjinä, vaikka hius kastellaan vedellä. Rikkisidosten katkaisua ja uudelleen muodostamista hyödynnetään esimerkiksi permanenttikäsittelyissä, jolloin hius saa pysyvästi uuden muodon. (Baki & Alexander 2015, 455-456.)

Muotoilutuotteista puhuttaessa tärkeämmässä asemassa ovat kuitenkin hiuksen heikot sidokset, jotka katkeavat, kun hius kastellaan vedellä ja muodostuvat uudestaan hiuksen kuivuttua. Heikot sidokset reagoivat myös erilaisten lämpölaitteiden kanssa. Usein näitä veden tai lämpölaitteiden avulla saatuja hiuksen uusia, väliaikaisia muotoja pyritään muotoilutuotteilla tukemaan. (Baki & Alexander 2015, 455-456.)

Hiuksessa olevia heikkoja sidoksia ovat vetysidokset, ionisidokset sekä dispersiovoimat. Näihin kaikkiin voidaan vaikuttaa sekä lämmöllä että vedellä. Kun hiuksia muotoillaan hyödyntäen vettä tai lämpölaitteita, syntyy hiusten uusi muoto pääosin purkautuvien ja uudelleen muodostuvien vetysidosten ansiosta. Vaikka yksittäinen vetysidos on varsin heikko, niitä on hiuksen sidoksista kaikkein eniten, jolloin niiden yhteisvaikutus hiuksen vahvuuteen ja muotoon on merkittävä. Ionisidokset, samoin kuin vetysidokset, ovat yksittäin myös varsin heikkoja, mutta määränsä puolesta vaikuttavat kuitenkin hiuksen lujuuteen. Ionisidokset ovat herkkiä pH arvon vaihteluille. Ne rikkoutuvat herkästi emäksisen tai happaman tuotteen vaikutuksesta. Dispersiovoimat eli van der Waalsin voimat ovat hiuksen sidoksista heikoimpia ja ovat myös helposti katkaistavissa veden tai lämmön vaikutuksesta. (Baki & Alexander 2015, 455-456.)

#### 4 Muotoilutuotteet ja niiden keskeisimmät raaka-aineet

Hiukset ovat olleet tärkeä osa ihmisen itseilmaisua ja identiteettiä kautta historian. Jo muinaisessa Egyptissä käytettiin kampauksien ja hiustyylien säilyttämisen apuna erilaisia siihen soveltuvia aineita, kuten mehiläisvahaa ja rasvapohjaisia geelejä. Muinaisessa Egyptissä keksittiin lisäksi käyttää lämpöä hiusten väliaikaiseen muotoiluun. Hiukset käärittiin puisille rullille ja annettiin kuivua paahtavassa auringossa, jolloin saatiin väliaikaiset kiharat. Myös Antiikin Roomassa kiharat olivat eritoten miesten suosiossa, naisten hiukset puolestaan olivat yleensä pitkät ja nostettu nutturalle. Kampauksen ja hiustyylin tarkoituksena on kohentaa kantajansa ulkonäköä. Antiikin Roomassa kampaus lisäksi kuvasti kantajansa varallisuutta ja yhteiskunnallista asemaa. Koska hiukset ja niiden erilaiset muotoilut ovat aina olleet hyvin tärkeä osa ihmisen identiteettiä, ei olekaan ihme, että muotoilun avuksi on kehitetty monia eri tarpeisiin suunnattuja tuotteita. (Baki & Alexander 2015, 491-492.)

Hiusten muotoilutuotteiden tarkoituksena on auttaa hiusta pysymään toivotussa muodossa, parantaa hiusten tuuheutta, lisätä hiuksiin kiiltoa, pehmentää hiusta tai tehdä hiuksesta jäykempi (Baki & Alexander 2015, 490). Hyvä muotoilutuote ei jätä hiuksia tahmeaksi, kuivuu sopivassa ajassa, kampaantuu helposti pois, eikä kammatessa hilseile (Halal 2002, 128). Muotoilutuotteiden vaikutus on väliaikainen, sillä ne eivät vaikuta hiuksen vahvointiin sidoksiin. Muotoilutuotteet muodostavat heikkoja sidoksia, jonka vuoksi ne ovat usein poistettavissa

mekaanisesti kampaamalla, harjaamalla tai pesemällä vedellä tai tensidejä sisältävällä tuotteella. (Baki & Alexander 2015, 490.)

Erään karkean jaottelutavan mukaan hiusten muotoilutuotteet voidaan jakaa kahteen ryhmään niiden merkittävimmän raaka-aineen mukaan: polymeeripohjaiset tuotteet ja emolienttipohjaiset tuotteet. Polymeeripohjaisia tuotteita ovat esimerkiksi hiuslakat, muotoiluvaahdot, geelit ja kampaustesteet. (Baki & Alexander 2015, 490.) Pitoa antavissa tuotteissa polymeerit ovat tuotteen toiminnan kannalta merkittävin ainesosa (Halal 2002, 128). Emolienttipohjaisia tuotteita ovat esimerkiksi useimmat vahat, pomadet, kiiltosuihkeet, öljysuihkeet ja muotoiluvoiteet. Tuotteet, jotka kuuluvat polymeeripohjaisiin muotoilutuotteisiin, tekevät hiuksesta jäykemmän ja sitovat yksittäisiä hiussuortuvia toisiinsa lisäten näin kampauksen kestoa. Polymeerit tekevät hiusten pinnalle ohuen kalvon ja muodostavat sidoksia hiussuortuvien välille, tuoden pitoa hiuksiin asetettuun muotoon. (Baki & Alexander 2015, 490.)

Useimpien emolienttipohjaisten tuotteiden tarkoituksena on vähentää kitkaa hiussuortuvien välillä, jolloin ne asettuvat helpommin linjaan toisiinsa nähden, vähentäen näin sähköisyyttä, pörröisyyttä ja takkuuntumista. Emolienttipohjaisilla tuotteilla voidaan myös lisätä hiusten kiiltoa ja niillä voi olla hiusta hoitavia ominaisuuksia. Useat tämän ryhmän tuotteet antavat hoitovaikutuksen lisäksi myös pitoa, kuten esimerkiksi vahat. Polymeeripohjaisista tuotteista löytyy myös tuoteryhmiä, joilla usein on pidon lisäksi hoitavia ominaisuuksia, kuten esimerkiksi muotovaahdot. (Baki & Alexander 2015, 490.)

#### 4.1 Muotovaahdot

Muotovaahdoja käytetään apuna hiusten muotoilussa, sillä ne auttavat säilyttämään tehdyn kampauksen ja tekevät hiuksesta muotoiluvaiheessa helpommin hallittavan. Muotovaahdoja käytetään yleensä pyyhekuivattuihin hiuksiin, mutta niiden käyttö kuiviin hiuksiin on myös mahdollista. (Schrader & Domsch 2005a, 299.)

Muotovaahdon tuoma hyvä hiusten kammattavuus lisää käyttömukavuutta, kun hiukset on tarkoitus muotoilla hiustenkuivaajan ja harjan avulla (Baki & Alexander 2015, 497). Tämän vuoksi muotovaahdojen kammattavuustestit ovat tärkeitä. Muotovaahdon pito riippuu siinä käytettyjen polymeerien tyypistä ja määrästä. Liian nopeasti kuivuva tai liian paljon pitoa antavia polymeerejä sisältävä muotovaahdo saattaa tehdä hiuksesta tahmean, jolloin muotoilu harjan ja hiustenkuivaajan kanssa voi olla haastavaa ja epämukavaa. Hoitavuutta ja sileyttä hiuksiin saadaan lisäämällä erilaisia kalvonmuodostajia muotovaahdoon. Kationiset kalvonmuodostajat yhdessä muiden hoitavien aineiden kanssa tekevät hiuksista helpommin kammatavat ja paremman tuntuiset. (Schrader & Domsch 2005a, 299.) Myös erilaiset pinta-aktiiviset aineet ovat muotovaahdon käyttömukavuuden kannalta olennaisia, sillä ne määrittelevät vaahdon stabiiliuden ja kuohkeuden. Pinta-aktiiviset aineet eivät kuitenkaan vaikuta muotovaahdon pito-ominaisuuksiin. (Baki & Alexander 2015, 507.) Muotovaahdot ovat useimmiten aerosoleja, kuten hiuslakat, mutta niitä löytyy myös ponneaineettomina. Nestemäinen muo-

toiluaineseos tarvitsee ponnekaasun päästäkseen ulos painesäiliöstä. Neste vaahtoutuu sen sekoittuessa ilmaan suuttimen muotoilun ansiosta. (Baki & Alexander 2015, 497.)

#### 4.2 Hiuslakat ja kampausnesteet

Hiuslakkoja tai hiuskiinteitä on saatavilla aerosolituotteina sekä ilman aerosoleja. Kumpaakin näistä käytetään yleensä kuiviin hiuksiin muotoilun viimeisenä vaiheena. Hiuslakan tarkoitus on antaa jo muotoilulle kampaukselle vahva viimeistelevä pito, jonka jälkeen hiusta saattaa olla hankala muotoilla uudestaan. (Baki & Alexander 2015, 497.) Hiuslakan hienojakoiset pisarat peittävät hiukset kalvolla, joka kovettuu nopeasti (Schrader & Domsch 2005a, 297).

Aerosolilakat ovat lakoista yleisimpiä sekä kuluttajien että kampaajien keskuudessa (Baki & Alexander 2015, 497). Aerosolilakoissa tuote saadaan ulos pakkauksesta, joka on yleensä alumiinia, ponnekaasun avulla. Ponnekaasu luo aerosolipakkaukseen painetta, minkä avulla tuote suihkuu pakkauksesta venttiilin auetessa (European Commission 2018). Ponnekaasun ansiosta tuote saadaan suihkuamaan hyvin pieninä pisaroina, jopa sumun kaltaisena. Pienet pisarat kuivuvat nopeasti eivätkä jää näkyviksi hiuksen pinnalle. Aerosolittomissa tuotteissa ei ole ponnekaasuja, vaan tuotteen suihku saadaan aikaiseksi erilaisten suihkusuuttimien avulla. Suihkutettavien pisaroiden koko riippuu suuttimesta. Aerosolittomissa tuotteissa pisarat ovat usein suurempia kuin ponnekaasuja sisältävien tuotteiden pisarat, joka saattaa johtaa niiden näkymiseen hiuksen pinnalla sekä pidempään kuivumisaikaan. (Baki & Alexander 2015, 497.)

Kuten muotovaahdoissa, myös hiuslakoissa yleisimmät pitoa antavat raaka-aineet ovat polymeerit (Schrader & Domsch 2005a, 297-299). Vahvaa pitoa antavissa, paljon polymeerejä sisältävissä tuotteissa ongelmana saattaa olla lakkapisaroiden näkyminen valkoisina hiutaleina tai pisteinä. Tämä johtuu runsaasta polymeerien määrästä. Polymeerien määrää ja laatua vaihtelemalla voidaan luoda tuotteita, jotka soveltuvat paremmin joustavaan muotoiluun ja pitoon tai vahvaan ja pakoilleen jähmettävään pitoon. (Baki & Alexander 2015, 497.)

Kampausnesteet levitetään usein pyyhekuivattuihin hiuksiin suihkepullosta tai kaatonokallista pullosta. Tuotteen levityksen jälkeen hiukset yleensä rullataan kampausrullille ja hiusten annetaan kuivua tai ne kuivatetaan kuivauslaitteessa, tämän jälkeen rullat avataan ja hiukset kammataan hellävaraisesti haluttuun muotoon. Kampausnesteiden tarkoituksena on päällystää jokainen yksittäinen hius. Hiuksessa kampausnesteiden levityksen aikana oleva vesi avustaa tuotteen levittymistä tasaisesti koko hiuspituuteen. Kampausneste ei kiinnitä yksittäisiä hiuksia toisiinsa kuten esimerkiksi muotovaahdo ja hiuslakka, vaan sen tarkoitus on lisätä kitkaa yksittäisten hiusten välillä, jolloin ne eivät liu'u toisensa lomitse ja näin ollen antaa pitoa kampaukselle. Yksittäisen hiuksen peittäminen kokonaan kampausnesteellä myös estää hiusta joltain osin absorboimasta vettä itseensä, joka jälleen lisää kampausten kestoa. (Baki & Alexander 2015, 497.)

Lämpölaitteiden yleistyminen hiustenmuotoilussa on luonut tarpeen tuotteelle, joka suojaa hiuksia lämmöltä ja auttaa niiden muotoilua lämpölaitteiden avulla. Tähän tarpeeseen on kehitetty lämpösuojasuihkeet. Lämpösuojasuihkeet suihkutetaan tyypillisesti kuivaan hiukseen ennen lämpölaitteen käyttämistä, mutta myös kosteisiin hiuksiin suihkutettavat tuotteet ovat mahdollisia. Lämpösuojasuihkeet on suunniteltu suojelemaan hiuksen proteiineja lämpölaitteiden vaikutuksilta sekä auttamaan hiusten muotoilussa vähentämällä kitkaa, jolloin laite liukuu helpommin hiusta pitkin sekä antamalla tukea ja elastisuutta hiukselle. (Baki & Alexander 2015, 500.)

Kiiltoa antavat suihkeet antavat nimensä mukaisesti hiuksille kaunista kiiltoa. Niitä käytetään usein kampausten viimeistelyssä tuomaan kaunis, terveen näköinen kiilto hiuksiin. Kiiltosuihkeilla harvoin on pitoa antavia ominaisuuksia, vaan ne koostuvat usein öljyistä ja silikoneista. Kiiltosuihkeet tuovat myös helpotusta hiusten sähköisyyteen, tekemättä niitä kuitenkaan liikkaisen tai rasvaisen näköisiksi. (Baki & Alexander 2015, 499.)

#### 4.3 Hiusvahat, pomadet ja geelit

Hiusvahvoja ja kuituvahvoja käytetään useimmiten lyhyissä hiuksissa, joita halutaan nostaa ylös hiuspohjasta ja mahdollisesti muotoilla uudelleen päivän aikana. Hiusvahvat voivat antaa voimakasta pitoa, mutta pysyvät silti uudelleen muotoiltavina eivätkä kovetu. Vahat voidaan levittää pyyhekuiviin sekä kuiviin hiuksiin. Pakkaukset ovat usein purkkeja, joista tuote otetaan ja levitetään sormin hiuksiin. Useimmat vahvat saattavat vaatia ennen levitystä lämmitystä käsien välissä, jotta koostumus notkistuu ja on helpompi levittää hiuksiin. (Baki & Alexander 2015, 497.)

Hiusgeelien pito vaihtelee äärimmäisestä pidosta hyvin kevyeen pitoon riippuen tuotteesta. Hiusgeelit voidaan levittää pyyhekuiviin hiuksiin tai kuiviin hiuksiin halutusta lopputuloksesta riippuen. Pyyhekuiviin hiuksiin laitettaessa hiusgeelit antavat pitoa esimerkiksi rullaukseen tai föönauksella haettuun kampaukseen. Kuiviin hiuksiin laitettaessa geelit toimivat parhaiten lyhyessä hiuksessa, jolloin hiukset voidaan muotoilla vahvan pidon sisältävällä geelillä lähes mihin tahansa haluttuun muotoon. Geelit pakataan yleensä purkkeihin tai tuubeihin, mutta myös suihkutettavia geelejä löytyy. Suihkutettavien geelien koostumus on vähemmän viskoosi kuin tuubissa tai purkissa olevien, ja niiden pito on yleensä myös heikompi. (Baki & Alexander 2015, 497.)

Pomadet ovat voidemaisia kevyen pidon ja loistavan kiillon antavia tuotteita, jotka koostuvat erilaisista vahoista ja öljyistä. Pomadet ovat useimmiten hiusta hoitavia ja kosteuttavia, jolloin ne tuovat apua sähköisten ja karheiden hiusten hallintaan sekä muotoiluun. Pomadet voidaan levittää pyyhekuiviin ja kuiviin hiuksiin. Pomadet ovat verrattavissa hiusvoiteisiin, joille myös on tyypillistä kevyt pito ja korkea kiilto. Hiusvoiteet sisältävät myös öljyjä ja vahoja, mutta ovat kuitenkin usein joko O/W tai W/O emulsioita eli sisältävät jonkin verran vettä. (Baki & Alexander 2015, 499.)

#### 4.4 Muotoilutuotteiden keskeisimmät raaka-aineet

Muotoilutuotteiden tarkoituksena on antaa erilaisille kampauksille tukea, pitoa ja pysyvyyttä. Tämän vuoksi hiuksia toisiinsa sitovat ja hiusten luonnollista liukumista toistensa lomitse estävät raaka-aineet ovat muotoilutuotteiden tärkeimpiä raaka-aineita. Erilaiset polymeerit ovat muotoilutuotteissa yksi yleisimmin käytetyistä hiuksia toisiinsa sitovista raaka-aineista. Polymeerit kovettavat hiusta ja antavat kampaukselle hyvän tuen. Polymeerien konsentraatiolla ja erilaisilla polymeerityypeillä voidaan määritellä tuotteen pitoa, hoitavuutta ja kammattavuutta. Polymeerejä voidaan käyttää lähes kaikissa muotoilutuotteissa, yleisimpiä ovat hiuslakat, muotovaahdot, kampausrasteet ja hiusgeelit. (Baki & Alexander 2015, 495-499.) Tutkimuksissa on havaittu, että polymeerit eivät pysty lisäämään yksittäisen hiuksen jäykkyyttä lähes lainkaan, vaan niiden teho perustuu hiusten välille muodostuneisiin sidoksiin. Sidoksien määrä ja laatu määrittelevät kuinka jäykkä tai joustava polymeerifilmi on. (Jachowicz 2002, 255.)

Yksi ensimmäisiä käytettyjä polymeerejä oli PVP eli polyvinyylipyrrolidoni. Polyviinylipyrrolidonilla on hyvät kalvonmuodostajaominaisuudet ja se voidaan formuloida vesi- ja alkoholipohjiin. Se kestää kuitenkin huonosti kosteutta, joka saa sen muuttumaan tahmeaksi ja menettämään pito-ominaisuutensa. Useimmiten polyvinyylipyrrolidonia käytetäänkin sekoitettuna esimerkiksi vinyylisetaattien kanssa, jolloin sen kosteudenkesto paranee. (Baki & Alexander 2015, 495.) Muotoilutuotteen tulee kestää ilmankosteuden vaihtelua, etenkin ilmankosteuden nousua. Samaan aikaan, kun tuotteilta vaaditaan pysyvyyttä kosteissa oloissa, niiden tulisi olla helposti pestävissä pois vesipohjaisilla pesuaineilla. (Robbins 2012, 510.)

Muotoilutuotteissa yleisesti käytettyjä ovat myös kopolymeerit eli erilaisten monomeerien yhdistelmät. Polymeerit voivat olla myös hoitavia ainesosia, kuten esimerkiksi muotovaahdoissa käytetään polykvaterium nimisiä polymeerejä, joiden muodostamat ristisidokset ovat kationisia. (Baki & Alexander 2015, 495.) Positiivisen varauksen vuoksi ne tarttuvat hyvin negatiivisesti varautuneeseen hiukseen ja yhdessä muiden hoitavien ainesosien kanssa parantavat hiusten kammattavuutta (Baki & Alexander 2015, 495, Schrader & Domsch 2005a, 299). Kationisten polymeerien tuoma hiusten parempi kammattavuus on toivottu ominaisuus muotovaahdoissa. Tämän vuoksi esimerkiksi kationiset polymeerit, kuten polykvaternium-4 ja polykvaternium-11, ovat suosittuja muotovaahdoissa. Pinta-aktiivisia aineita käytetään muotovaahdoissa alentamaan tuotteen pintaajännitystä, jolloin polymeerikalvo levittyy tasaisemmin hiusten pinnalle. Pinta-aktiiviset aineet lisäksi tukevat vaahdon muodostumista. (Robbins 2012, 516.)

## 5 Instrumentaaliset testausmenetelmät

### 5.1 Kammattavuus

Usein jo yhdellä kamman vedolla teemme päätelmiä siitä, kuinka hoidetut hiuksemme ovat. Tunnumme kädessämme, kuinka paljon vastustusta kampa kokee liukuessaan hiusta alaspäin. Jos kampa ei liu'u, yleinen päätelmä on, että hiukset ovat huonossa kunnossa tai huonosti hoidetut. (Wolfram 1999, 182.) Hiusten kammattavuutta mittaavat testit ovat yleisimpiä kosmetiikka-alalla käytettyjä hoitavuutta mittaavia testejä (Baki & Alexander 2015, 480). Kammattavuustestien avulla saadaan helposti verrattavissa olevaa informaatiota tuotteiden hoitavista vaikutuksista, jonka vuoksi se sopiikin erinomaiseksi työkaluksi myös kilpailija-analyysien teossa.

Yleinen ajattelutapa on, että hiusten hyvä kammattavuus on suoraan verrannollinen hyvin hoidettujen hiusten kanssa, jonka vuoksi hyvästä kammattavuudesta on tullut tärkeä myyntiargumentti kaikkiin hoidollisiin hiustuotteisiin (Wolfram 1999, 182). Hiusten hoitoaineiden ja shampoiden lisäksi kammattavuustesteillä voidaan siis arvioida muitakin tuotteita, joilla on hiusten hoitavuuteen liittyviä myyntiargumentteja. Tällaisia ovat esimerkiksi monet muoto-vaahdot.

Kosmetiikkateollisuudessa ei ole standardoitua tutkimusmenetelmää tuotteen hoitavuuden tutkimiseen. Kammattavuutta testaavia laitteita on kuitenkin käytetty laajasti kosmetiikkateollisuudessa testaamaan hoitavien tuotteiden vaikutusta. (Baki & Alexander 2015, 480.) Peruseriaate lähes kaikissa kammattavuutta mittaavissa laitteissa on sama (Wolfram 1999, 182). Hiusnauha kiinnitetään vakaasti mittauslaitteen yläosaan riippumaan niin, että nauhan hiukset riippuvat vapaasti suoraan alaspäin lähellä kampa (Baki & Alexander 2015, 480). Automatisoitu kampa liukuu hiuspituuden läpi tyvestä latvaan, ennen testiä asetetulla vakionopeudella, jolloin laitteessa oleva voima-anturi mittaa kamman alas viemiseen tarvittavan voiman määrän eli kamman liikkeestä aiheutuvan kitkan (Wolfram 1999, 182; Aust 1998, 29).

Voima-anturi voi sijaita hiusnauhan kiinnityskohdassa tai kammanliikkeestä syntyvää kitkaa voidaan mitata tähän tarkoitukseen suunnitellulla elektronisella kammalla, joka mittaa kamman liikkeestä aiheutuvaa värinää (Schrader & Domsch 2005b, 220). Tämän jälkeen kampa palaa automaattisesti takaisin aloitusasentoon, jolloin se on valmis aloittamaan uuden mittauksen (Baki & Alexander 2015, 480).





Kuvio 3: Kammattavuutta mittaava Dia-Stron Miniature Tensile Tester (Dpro Scientific 2018)

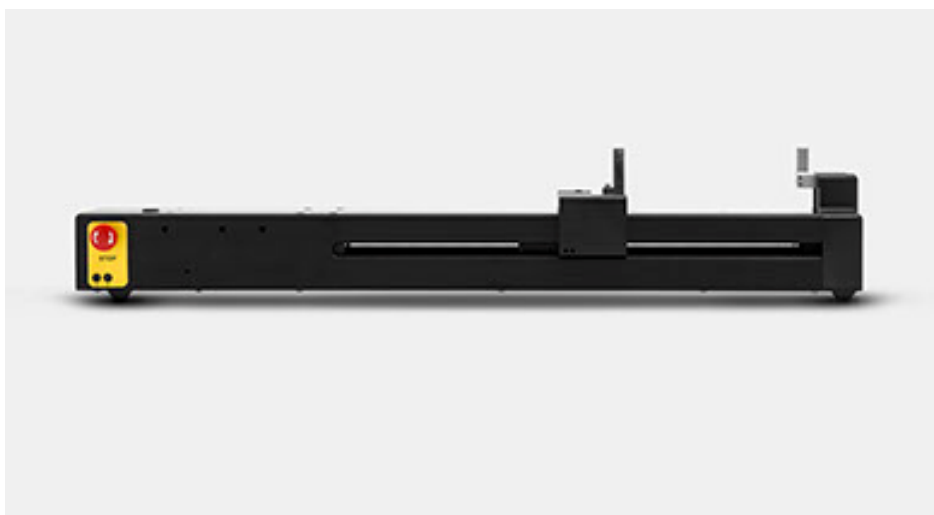
Mittauksesta saatavan informaation muuntamiseen tulkittavaan muotoon tarvitaan fyysisen mittaustilanteiston lisäksi tietokoneohjelmisto. Ohjelmistoja löytyy markkinoilta useita. Eräs mittaustilanteistoja myyvä yritys suosittelee sivuillaan UVW -nimistä ohjelmistoa, joka on mahdollista personoida moniin erilaisiin mittauksiin ja laitteisiin sopivaksi. (Dpro Scientific 2018; pg instruments 2018.)

Mittausinformaatiosta saadaan muutamia helposti verrattavissa olevia arvoja, joilla saadaan hyvä yleiskuva tuotteen vaikutuksesta hiuksiin sekä hiuksen yleiskunnosta. Saatuja arvoja ovat kuormitushuippu, keskikuormitus ja kokonaisenergiankulutus. Keskikuormitusarvosta voidaan päätellä hiuksen fysikaalinen yleiskunto. Keskikuormitusarvo on keskiarvo kamman kokemasta kitkasta sen liikuessa hiusnauhan tyvestä latvaan. Hiusvauriot, kuten rakoileva suomukerros, johtaa korkeampaan keskiarvoon, sillä kampaaminen on vaikeampaa hiuksen ollessa karhea ja epätasainen. Mitä vaurioituneempi hius on, sitä suurempi on keskikuormitusarvo. (Aust 1998, 29.)

Kuormitushuippu kertoo suurimman tarvittun voiman määrän kamman kulkiessa hiusnauhaa tyvestä latvaan. Kuormitushuippu saadaan yleensä mittauszyklin ensimmäisellä kierroksella, jolloin hius kammataan ensimmäisen kerran. Kokonaisenergiankulutus kertoo kokonaisuudessaan hiuksen kampaamiseen tarvittun energian määrän. Näitä arvoja pyritään parantamaan

hiuksen pintaa silottavilla tuotteilla, esimerkiksi muotovaahdon tulisi helpottaa kosteiden hiusten kampaamista. (Aust 1998, 29.)

Markkinoilla on saatavilla monia laitteita, jotka voidaan muokata soveltuvaksi kammattavuusmittauksiin. Isobritannialaisen Dia-Stron laitevalmistajan MTT175 Miniature Tensile Tester -laite on pelkistetty, pieni kooltaan ja helposti muunneltavissa oleva erilaisia mittauksia varten. Laitteessa on perusrunko, joka voidaan muokata erilaisilla lisäosilla soveltuvaksi moniin erilaisiin mittauksiin, kuten kammattavuuteen. Kammattavuusmittauksia varten MTT175 Miniature Tensile Tester tarvitsee kammat, kamman kiinnikkeet sekä hiusnauhan kiinnikkeet. (Dpro Scientific 2018.)



Kuvio 4: MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen perusrunko (Dpro Scientific 2018)



Kuvio 5: MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen lisäosat kammattavuusmittauksiin (Dpro Scientific 2018)

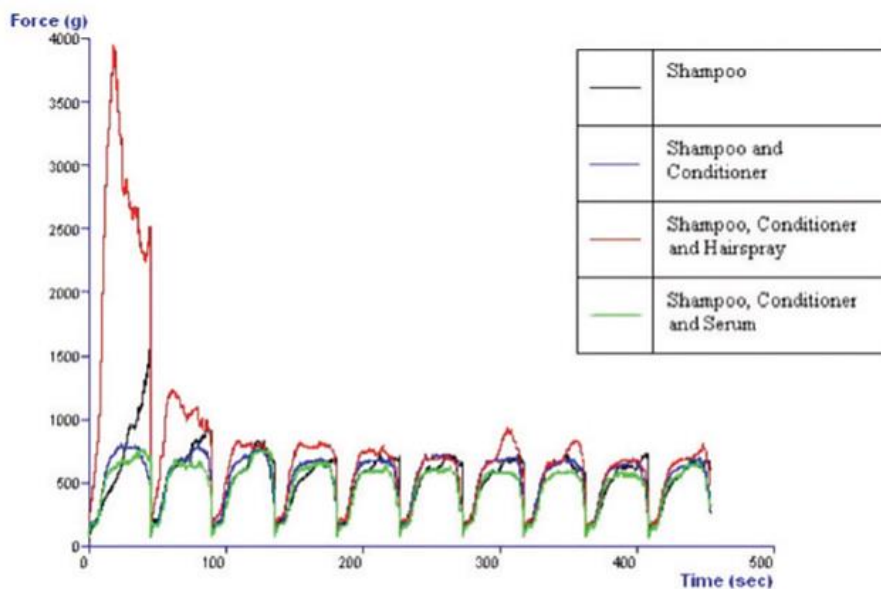
Stable Micro Systems (SMS) tarjoaa kammattavuusmittauksiin laitteen, joka ottaa hyvin huomioon kammattavuusmittausten haasteet sekä ohjelmiston, jolla mittauksista saatua informaatiota voidaan kattavasti analysoida. SMS TA.XT.plus Texture Analyser - laitteen toimintaperiaate on samanlainen kuin muissakin kammattavuutta mittaavissa laitteissa: hiusliuska ripustetaan roikkumaan yläreunasta, kampa asetetaan tyveen, josta se liukuu ennalta määrättyllä nopeudella alas kohti latvaa. Kampa irrotetaan mekaanisesti hiusliuskasta ja siirretään takaisin aloitusasentoon, jolloin kampa viedään jälleen hiusliuskasta tyveen uutta kierrosta varten. (Stable Micro Systems 2018.)

Dia-Stronin laitteesta poiketen SMS on lisännyt laitteeseen hiusta ohjaavat tangot kamman ylä- ja alapuolelle. Tankojen tarkoituksena on estää hiusta karkaamasta kammasta ja näin vääristämästä tuloksia. Tankojen avulla varmistetaan, että kamman läpi kulkee aina sama määrä hiuksia, joka on testin toistettavuuden ja toisiinsa verrattavissa olevien tulosten kannalta erittäin tärkeää. Vähäisempi määrä hiuksia tarvitsee vähemmän voimaa kamman läpiviemiseen, jonka vuoksi mittaustulos on kammattavuuden kannalta parempi. Tämän ongelman vuoksi on myös tärkeää käyttää tasalaatuista hiusmateriaalia. Hiusliuskosten tulisi aina olla samanpituisia ja -painoisia sekä tasalaatuisia myös vaurioiltaan. SMS:n laitteessa olevat tangot varmistavat, että jokainen hiusliuska kammataan kokonaisuudessaan. (Stable Micro Systems 2018.)



Kuvio 6: Stable Micro Systems TA.XT.plus Texture Analyzer - kammattavuuteen personoitu laite. Lähikuvassa kamman ylä- ja alapuolella hiusta ohjaavat tangot. (Stable Micro Systems 2018)

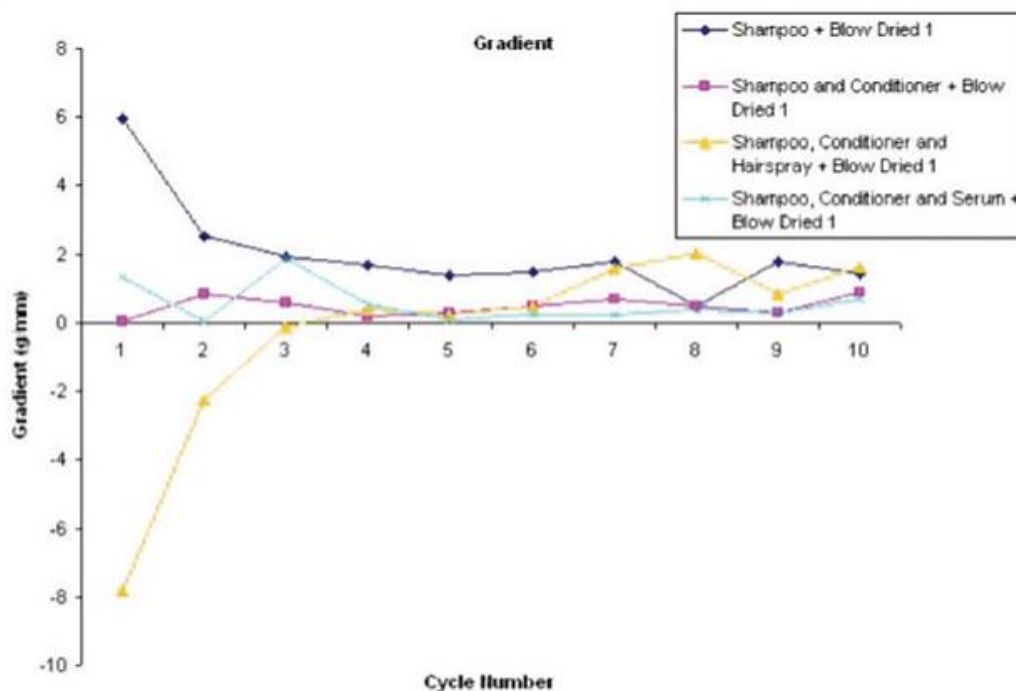
SMS:n esimerkkinä tekemissä testeissä on mitattu eri tavoilla käsiteltyjen hiusten kammattavuutta. Kuvioissa 7,8 ja 9 nähdään esimerkiksi pelkästään shampooilla sekä shampooilla, hoitoaineella ja hiuslakalla käsiteltyjen hiusten kammattavuuteen liittyviä tuloksia. Jokainen hiusliuska on mittauksessa kammattu läpi kymmenen kertaa. (Stable Micro Systems 2018.)



Kuvio 7: Hiusliuskan kampaamisen tarvittu voima ajan funktiona (Stable Micro Systems 2018)

Kuviossa 7 nähdään jokaista kampauskierrosta varten tarvittu voima ajan funktiona (g/s). Kaaviossa on selvästi nähtävillä jokaista kampauskierrosta kuvaava kaari. Kaaviosta on pääteltävissä, että ensimmäisellä kampauskierroksella on lähes kaikkien testikohteiden kohdalla vaadittu eniten voimaa kamman hiusten läpiviemiseksi. Huomattavaa on etenkin shampooilla, hoitoaineella ja hiuskiinteellä sekä pelkällä shampooilla käsitellyn hiuksen kampaamiseen tarvittu voima. Jos kampaamiseen vaaditun voiman arvo on korkea, voidaan päätellä, että asiakkaan käyttäessä testin tuotteita samalla tavoin, tämä kokisi kampaamisen haastavaksi ja epämiellyttäväksi, sillä kampa ei liu'u hiuksissa vaivattomasti. (Stable Micro Systems 2018.)

Kuviosta voidaan myös huomata, että kampa kokee usein enemmän vastustusta hiusten latvassa kuin tyvessä. Tämä näkyy kampauskierrosta kuvaavassa kaarella takakaareen muodostuvana huippuna. Sama ilmiö on huomattavissa normaalissa hiusten kampaamisessa, jossa takut kasaantuvat ja tiukentuvat kamman liikkuaessa tyvestä kohti latvaa. Kuviossa 8 on kuvattu tätä ilmiötä SMS:n tekemän mittauksen kohdalla. Voimakkaasti negatiivinen tulos viittaa kamman vastustukseen hiუსliuskan tyvessä kun taas voimakkaasti positiivinen tulos kertoo kamman kokemasta vastustuksesta hiუსliuskan latvassa. Kuviosta 8 voidaan huomata, kuinka

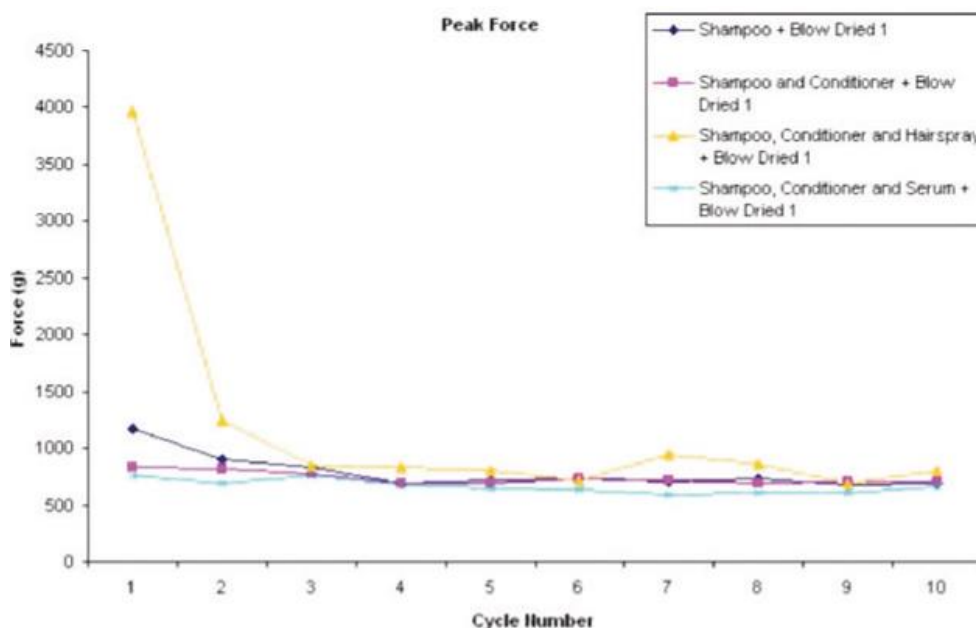


Kuvio 8: Kuvaaja kamman mittaamasta vastustuksesta eri kohdissa hiუსpituutta (Stable Micro Systems 2018)

shampoolla, hoitoaineella ja hiუსlakalla käsitelty hius on vaikeasti kammattavissa tyvestä lähtien. Tämä johtuu hiუსlakan hiuksen pinnalle muodostamasta polymeerikalvosta, jonka tarkoituksena on sitoa hiuksia yhteen. Hiუსlakan voidaan nähdä vaikuttavan kuitenkin vain

kahdella ensimmäisellä kampauskierroksella, jonka jälkeen kaikkien hiუსliuskojen tulokset ovat lähes samalla tasolla. Kammattavuusmittauksilla voidaankin arvioida hiუსlakan poisharjattavuutta, jota pidetään yhtenä hiუსlakan tärkeänä ominaisuutena. Pelkällä shampooa hoidetussa hiუსliuskassa kampa koki eniten vastustusta hiusten latvassa, joka nähdään korkeana positiivisena tuloksena ensimmäisellä kampauskierroksella. (Stable Micro Systems 2018.)

Kuviossa 9 nähdään jokaisen kampauskierroksen aikana tarvittu maksimivoima (peak force). Eniten voimaa on tarvittu hiusliuskassa, joka oli käsitelty shampooilla, hoitoaineella ja hiuslakalla. Huomattavaa kuitenkin on, että hiuslakan polymeerikalvon vaikutus näkyy maksimivoimassa vain kahdella ensimmäisellä kierroksella, jonka jälkeen tarvittavan voiman määrä on laskenut samalle tasolle muilla tavoin hoidettujen hiusliuskosten tasolle. (Stable Micro Systems 2018.)



Kuvio 9: Kierroskohtainen maksimivoima kammattavuusmittauksessa (Stable Micro Systems 2018)

## 5.2 Joustavuutta ja jäykkyyttä mittaavat menetelmät

Hiuslakkojen, hoitonesteiden ja muotovaahtojen polymeerejä eli tuotteen pidon antavia aineita voidaan tutkia sekä testata monilla erilaisilla laitteilla ja menetelmillä. Hiuskiinteissä, muotovaahdoissa, hiusgeeleissä sekä erilaisissa kampaustesteissä käytettävien polymeerien tuoma pito kampaukselle on yksi niiden tärkeimpiä tehtäviä ja syitä, miksi niitä käytetään kosmetiikassa. Tämän vuoksi polymeerien muodostamien kalvojen lujuuden ja elastisuuden testaaminen on tuotekehityksessä erityisen tärkeää. Tässä osassa käsittelemässäni testeissä mitataan muutamia erilaisia keinoja polymeerikalvojen ominaisuuksia sekä normaaleissa ilmastolosuhteissa, että vaativimmissa, kosteammassa ilmastolosuhteissa.

Jotkin menetelmät vaativat useiden testinäytteiden valmistamista käsin, jotta tilastollisesti merkittävien tulosten saaminen olisi mahdollista. Usein lisäksi vaaditaan tutkijan visuaalista arviota, jolloin ihmisten virheiden mahdollisuus kasvaa. (Jachowicz & Yao 2001, 65.)

Hiusliuskan valmistelussa testattavia tuotteita voidaan viedä hiukseen muutamilla eri tavoilla. Hiuslakkaa voidaan viedä hiukseen joko liuksena, jolloin ennalta määritelty määrä levitetään hiusliuskan päälle tasaisesti pipetillä, tai tuote voidaan viedä hiuksiin suihkeena, jolloin suihkutettu määrä määritetään esimerkiksi suihkepakkauksen painon avulla. (Schrader & Domsch 2005b, 223-224.) Hiusgeeli voidaan viedä hiuksiin sellaisenaan tai veteen liotettuna (Hoessel ym 2010, 346). Muotovaahdot voidaan viedä hiuksiin suoraan pakkauksesta, jolloin se on vaahtoa tai vaahdon voidaan antaa laskeutua, jolloin se voidaan viedä hiuksiin nesteenä.

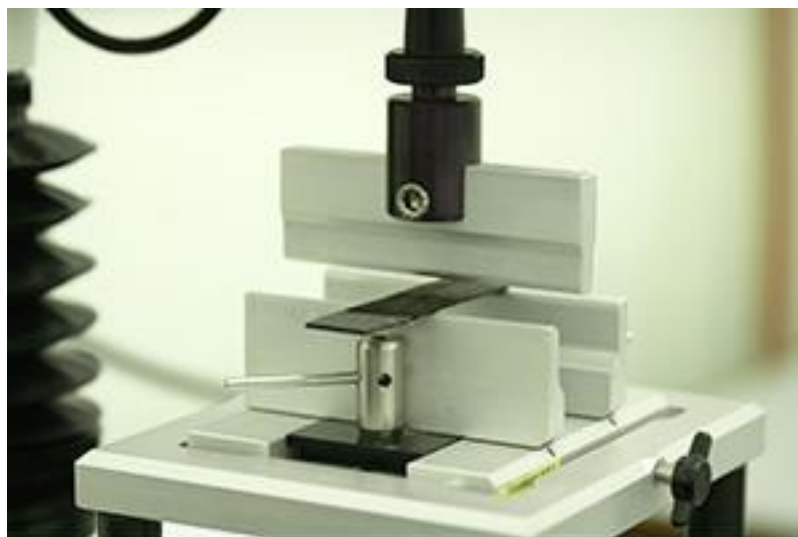
Hiusliuskan valmistelu ja kuivuminen tulee suorittaa kontrolloiduissa olosuhteissa, jotta hius-ten esivalmistelu on toistettavissa uusia tutkimuseriä varten ja tulokset pysyvät tasalaatuisina sekä luotettavina. Tämä tarkoittaa, että ilman lämpötila sekä ilmankosteus on oltava säädeltävissä ja vallitsevat olosuhteet tulee kirjata ylös ja raportoida tutkimuksen yhteydessä. Lisäksi on huomioitava, että esimerkiksi kova ilmavirtaus ilmastointilaitteesta saattaa vaikuttaa merkittävästi esimerkiksi hiuslakan kuivumisaikaan. (Schrader & Domsch 2005b, 223-224.) Normaaleina olosuhteina voidaan käyttää esimerkiksi 20 °C ja 65 % suhteellista ilmankosteutta (Hoessel ym 2010, 344). Nämä tutkimuksen valmistelua koskevat käytännöt on otettava huomioon kaikissa testeissä ja tutkimuksissa (Schrader & Domsch 2005b, 223-224).

### 5.2.1 Three-point bending

Kemian alan yritys BASF on kehittänyt testin, jolla voidaan mitata muotoilutuotteen hiusten pinnalle luoman polymeerifilmin rikkomiseen tarvittava voima newtoneina. Jotta saaduista tuloksista voidaan nähdä tilastollisesti selkeitä tuloksia, tulisi testiä varten valmistella noin kymmenen eri hiusliuskaa samalla muotoilutuotteella käsiteltynä. Kymmenellä hiusliuskalla tehdyn testin keskihajonta ei yleensä ole enempää kuin 15 %, jolloin sitä voidaan pitää luotettavana johtopäätöksiä varten. BASF:n suunnittelemaa testiä varten lakka levitetään hiusliuskoihin liuksena ja hiusten annetaan kuivua suorana. Kuivunut hiusliuska asetetaan kahden, samalla korkeudella olevien rullien tai palkkien päälle, joiden väliin jää noin 90 mm rako. Hiusliuskan yläpuolelta liikkuu alaspäin anturi, joka painaa hiusliuskaa keskeltä alaspäin mita-ten tarvittavan voiman, kunnes polymeerikalvo rikkoutuu ja hiusliuska taipuu, tätä menetelmää kutsutaan nimellä three-point bending. Nimitys tulee testin asettelusta, jossa hiusliuskalla on kolme ulkoista kosketuskohtaa: kaksi rullaa tai palkkia, joiden päälle hiusliuska asetetaan ja kolmas, joka on hiusta painava anturi. Muotoilutuotteita voidaan testin tuloksien avulla arvioida esimerkiksi ohessa olevan taulukon mukaan (taulukko 1). (Schrader & Domsch 2005b, 224.)

Taivutuskestävyys	Pito
< 0,5 N	Heikko pito
0,5 - 1,0 N	Hyvä pito
1,0 N <	Erittäin hyvä pito

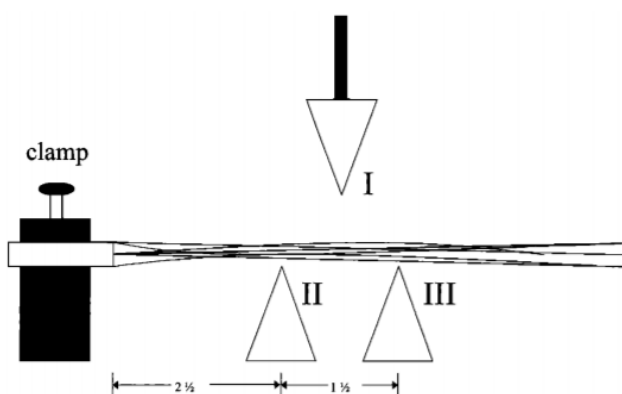
Taulukko 1: Polymeerien pidon arviointi BASF:n suunnitteleman testin tulosten mukaan (Schrader & Domsch 2005b, 224)



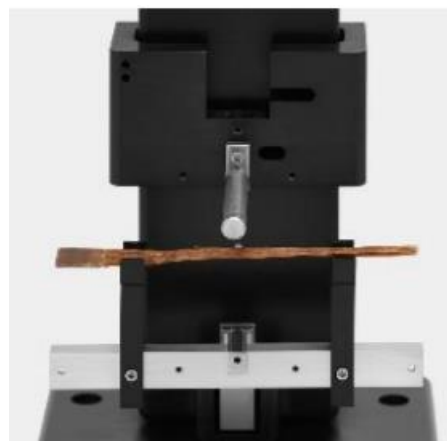
Kuvio 10: BASF:n three-point bending menetelmän testilaitte (Carecreations BASF 2018)

Jachowiczin ja McMullenin suorittamissa three-point bending -mittauksissa tutkittiin polymeerikalvojen kestävyyttä ja elastisuutta. He hyödynsivät sitä varten three-point bending -menetelmää texture analyzer -laitteella, joka vastaa BASF:n käyttämää laitetta (kuvio 10). Jachowiczin ja McMullenin testissä mittaus etenee vaiheittain seuraavasti: anturi lasketaan ensin kalibrointikorkeuteen, jonka jälkeen se laskeutuu alas koskettaen hiusnäytteen pintaa. Anturi laskeutuu alaspäin, kunnes havaitsee 2,0 g vastustusvoiman. Tämän jälkeen anturi on ohjelmoitu laskeutumaan alaspäin vielä 5 mm. Anturi voidaan ohjelmoida laskeutumaan 3 mm, 5 mm tai 10 mm testin luonteesta riippuen. Jokaisen laskeutumiskerran jälkeen anturi palaa kalibrointikorkeuteen ja toistaa laskeutumisen yleensä kymmenen kierroksen verran. (Jachowicz & McMullen 2002, 350.) Dia-Stronin valmistama MTT175 Miniature Tensile Tester -laite (kuvio 12) voidaan kammattavuuden lisäksi muokata lisävarusteiden avulla suorittamaan three-point bending -mittauksia (Dia-Stron 2018).



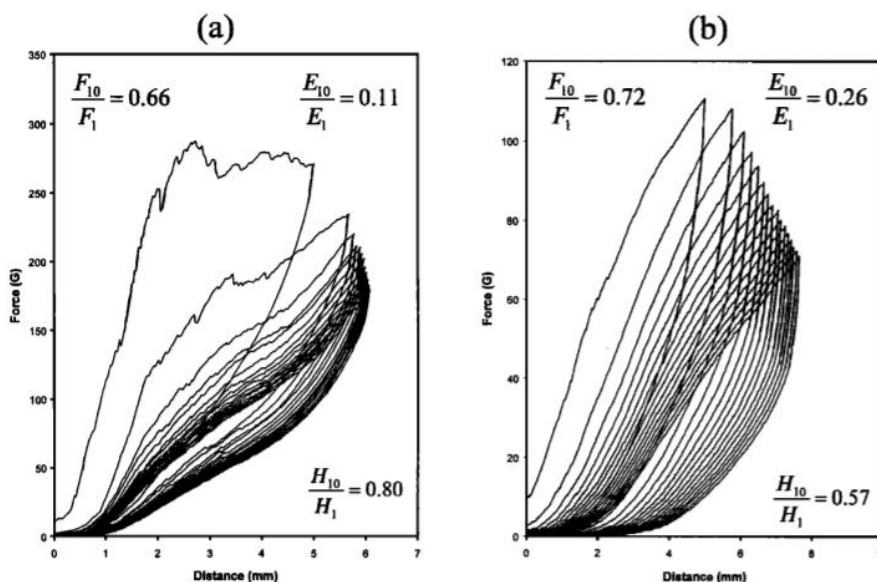


Kuvio 11: Kaaviokuva three-point bending -menetelmästä Jachowiczin ja McMullenin mukaan (2002, 351)



Kuvio 12: Dia-Stronin MTT175 Miniature Tensile Tester muokattuna three-point bending -mittauksiin (Dia-Stron 2018)

Kuviossa 13 nähdään esimerkki three-point bending -mittauksella saatavista tuloksista. Tulokset on ilmoitettu voima (g) etäisyyden (mm) funktiona. Kuvissa on nähtävissä kaksi hyvin eritavoin käyttäytyvää muotoilutuotetta. Kuvassa a oleva tuote antaa voimakkaan pidon, joka on nähtävissä ensimmäisen kierroksen maksimivoimassa, joka on lähes 300 g. Ensimmäisellä painalluskierroksella polymeerikalvo kuitenkin murtuu ja seuraavilla kierroksilla tarvittavan voiman määrä on selvästi laskenut ensimmäiseen kierrokseen verrattuna. Tämä kertoo hauraasta ja epäjoustavasta muotoilutuotteesta. Kuvan b muotoilutuote on hyvin joustava ja palauttaa muotonsa kohtuullisen hyvin. Anturin laskeminen 5 mm ei kuitenkaan vaadi kovin suurta voimaa, maksimivoiman ollessa 110 g, joten tämä muotoilutuote antaa pehmeän, kevyemmän pidon verrattuna kuvan a tuotteeseen. (Jachowicz & McMullen 2002, 355.)

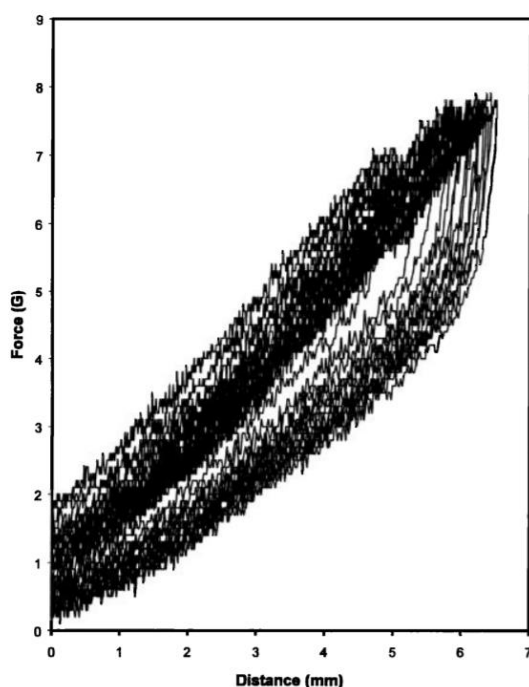


Kuvio 13: Esimerkki three-point bending -menetelmällä saaduista tuloksista (Jachowicz & McMullen 2002, 355)

Kuviossa 13 nähtävät  $F_{10}/F_1$ ,  $E_{10}/E_1$  ja  $H_{10}/H_1$  ovat muotoilutuotteen joustavuutta, jäykkyyttä, murtumisen vastustamista sekä plastisuutta kuvaavia parametrejä, jotka voidaan laskea mittauksen ensimmäisellä ja viimeisellä kierroksella saaduista arvoista.  $F_{10}/F_1$  -arvo on ensimmäisen kierroksen maksimivoiman ( $F_1$ ) suhde viimeisen kierroksen maksimivoimaan ( $F_{10}$ ) ja se kuvaa polymeerikalvon jäykkyyttä.  $E_{10}/E_1$  -arvo antaa tietoa näytteen elastisuudesta ensimmäisen ja viimeisen kierroksen välillä. (Jachowicz & McMullen 2002, 345-350.)

$H_{10}/H_1$  -arvo kuvaa näytteen epämuodostumista ja plastisuutta testikierrosten aikana.  $H_1$  -arvo kuvaa hiusliuskan (tai myöhemmin hiuskierteen) alkuperäistä korkeutta, esimerkiksi 4 mm, jonka laite määrittää automaattisesti koskettaessaan hiusta.  $H_{10}$  -arvo lasketaan lisäämällä  $H_1$  -arvoon hiusliuskan/kierteen epämuodostuma viimeisellä kierroksella eli kuinka monta millimetriä liuska tai kierre on painautunut alapäin referenssikorkeudesta  $H_1$ .  $H_{10}/H_1$  -arvo lasketaan  $\{(2H_1 - H_{10})/H_1\}$ . Mitä lähempänä  $H_{10}/H_1$  -arvo on 1,0 sitä vähemmän epämuodostumista on tapahtunut. Kun  $H_{10} = H_1$  epämuodostumista ei ole tapahtunut ollenkaan eli kierteen tai liuskan korkeus on täsmälleen sama ensimmäisellä ja viimeisellä kierroksella. Jos  $H_{10}/H_1 = 0$  on epämuodostuma kaksinkertaistunut eli  $2H_1 = H_{10}$ . (Jachowicz & McMullen 2002, 345-350.)

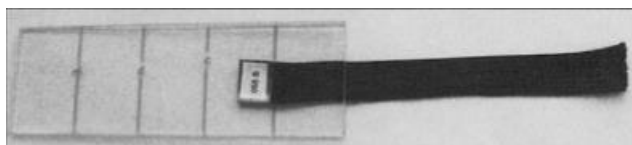
Vertailukohteena kuviossa 14 nähdään three-point bending -testi suoritettuna käsittelemättömille hiuksille. Kuvasta voidaan nähdä kuinka käyrä pysyy varsin samanlaisena jokaisella testikierroksella, sillä hiuksissa ei ole muotoilutuotetta, jonka muodostama kalvo muuttuisi rasituksen alla. Anturin alas vientiin tarvittava maksimivoima, noin 8 g, on varsin pieni verrattuna polymeereillä käsiteltyjen hiusten tuloksiin. Huomattavaa on kuitenkin se, että käsittelemättömän hiuksen palautuessa takaisin alkuperäiseen muotoonsa, kuvion 13 polymeerikäsitellyt hiukset muuttavat muotoaan palautumattomasti mekaanisen rasituksen seurauksena. (Jachowicz & McMullen 2002, 353.)



Kuvio 14: Three-point bending -testi suoritettuna käsittelemättömille hiuksille (Jachowicz & McMullen 2002, 353)

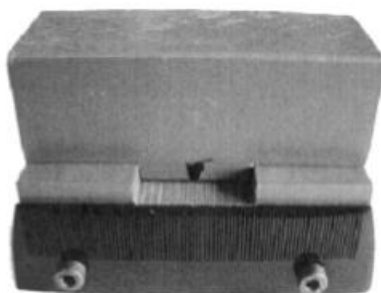
### 5.2.2 Two-point bending

Toisessa BASF:n tutkijoiden suorittamassa ja suunnittelemassa testissä hiusliuska on puristettuna kahden lasilevyn väliin niin, että hiusliuskan latvaosa jää vapaasti roikkumaan testin aikana (Hoessel ym 2010, 346). Kyseisessä tutkimuksessa tutkittiin hiusgeelien ja hiuskiinteiden muotoiluominaisuuksia two-point bending -nimisen menetelmän avulla (Hoessel ym 2010, 346). Two-point bending nimitys on johdettu samalla tavalla tutkimusasettelusta kuin three-point bending -menetelmänkin. Two-point bending -menetelmässä hiusliuskalla on kaksi ulkoista kosketuskohtaa: lasilevyt, joiden välissä hiusliuska on kiinni sekä hiusta painava anturi. Suoralla hiusliuskalla suoritettava two-point bending -menetelmä suunniteltiin, koska huomattiin, että perinteisemmän three-point bending -menetelmän ja BASF:n paneelin sensoristen testien välisten tulosten poikkeavan merkittävästi toisistaan (Hoessel ym 2010, 351). Tämän tutkimuksen mukaan two-point bending menetelmän tulokset korreloivat selkeämmin paneelin tulosten kanssa (Hoessel ym 2010, 351).



Kuvio 15: Lasilevyjen väliin aseteltu hiusliuska (Hoessel ym 2010, 347)

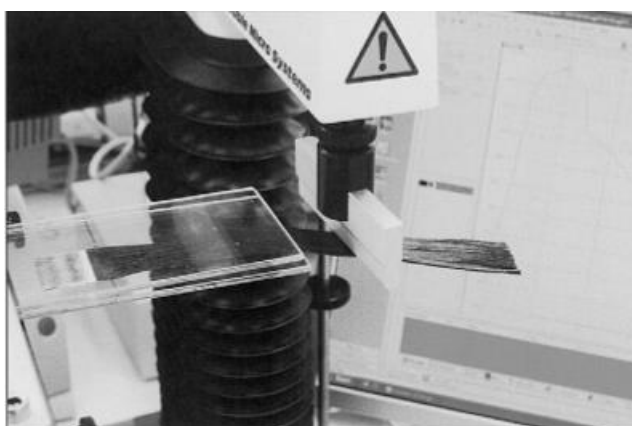
BASF on halunnut lisäksi minimoida hiusliuskosten valmistelussa inhimillisten erehdysten määrää lisäämällä valmisteluun vaiheen, jossa testattavalla tuotteella käsitelty hiusliuska viedään hiukset linjaan kampaavan apuvälineen läpi (Hoessel ym 2010, 351). Kampauseräapuvälineen etuna on kaikkien valmistettujen hiusliuskosten tasalaatuisuus (Hoessel ym 2010, 351). BASF:n tutkijat kuitenkin huomasivat, että hiuskiinteiden sensoristen testien, joissa kampauseräapuvälinettä ei käytetty, ja instrumentaalisten testien, jossa apuvälinettä käytettiin, väliset tulokset eivät korreloineet keskenään samalla tavalla kuin geelien kanssa suoritettujen testien (Hoessel ym 2010, 351). Tämän pääteltiin johtuvan siitä, että sensorisessa testissä hiuskiinne suihkutettiin suihkepullosta suoraan hiuksiin ja sen annettiin kuivua luonnostaan, jolloin tuote on



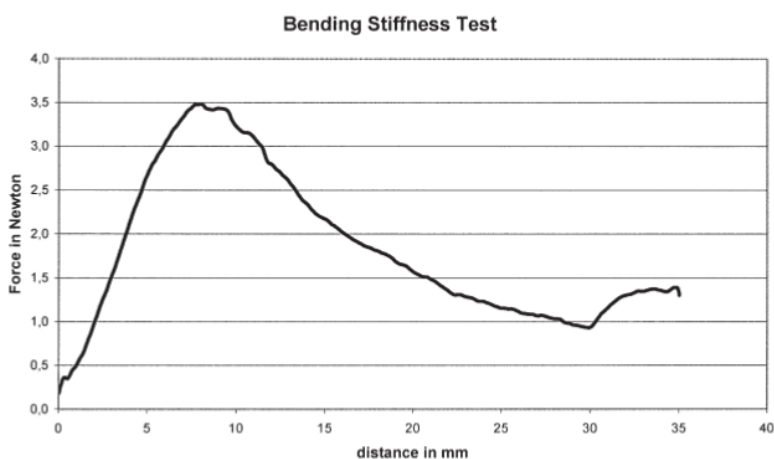
Kuvio 16: BASF:n käyttämä kampauseräapuväline (Hoessel ym 2010, 346)

levittänyt hiuksiin pieninä pisaroina (Hoessel ym 2010, 351). Instrumentaalisessa testissä hiusliuska vietiin kampaasapuvälineen läpi hiuskiinteen suihkutuksen jälkeen, jolloin hiuksiin suihkutetut pisarat leviävät tasaisemmin hiuksiin muodostaen tukevamman polymeerikalvon eli vahvemman pidon (Hoessel ym 2010, 351).

Hiusgeeliä testaavaa testiä varten hiusliuskat kastetaan geelin ja veden liuokseen, jossa on 50 g geeliä ja 140 g vettä, ylimääräisen geeli-vesiliuoksen poistamiseksi hiukset painetaan suodatinpaperiin ja lopuksi hiukset vietään hiukset linjaan kampaavan apuvälineen läpi (kuvio 16). Hiusliuskoja valmistellaan yhteensä kymmenen kappaletta. Hiusgeelillä käsiteltyjä hiusliuskoja taivutetaan yhteensä neljästä eri kohdasta. Hiusliuskaa liikutetaan lasilevyjen välissä niin, että ensimmäinen painaumakierros suoritetaan lähimpänä tyveä ja viimeinen lähimpänä latvaa. (Hoessel ym 2010, 346).



Kuvio 17: two-point bending -mittauslaite Texture Analyzer TA.XTPLUS (Hoessel ym 2010, 347)



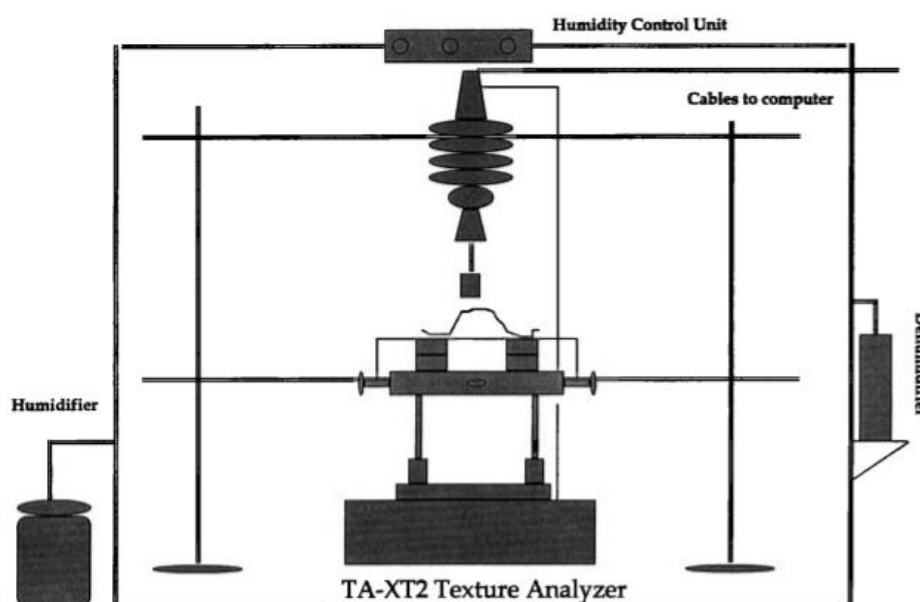
Kuvio 18: two-point bending -menetelmällä saatu polymeerikalvon rikkoutumiseen tarvittavaa voimaa kuvaava käyrä (Hoessel ym 2010, 348)

Hiuskiinteillä hiusliuskat käsitellään pystyasennossa suihkuttamalla kiinnettä suoraan pak-kauksesta niin, että hiusten ja kiinteeseen suuttimen väliin jää noin 20 cm tilaa. Hiuskiinnettä suihkutetaan yhteensä kymmenen grammaa. Samoin kuin geelillä käsitellyt hiusliuskat, myös hiuskiinteellä käsitellyt hiusliuskat viedään kampaussapuvälineen läpi, jotta hiukset ovat mahdollisimman suorassa linjassa toisiinsa nähden. Hiuskiinteellä käsiteltyjä liuskoja valmistellaan seitsemän kappaletta ja niitä taivutetaan vain yhdestä kohdasta, lähempänä latvaa kuin ty-veä. Geelillä ja kiinteellä käsiteltyjen hiusliuskojen annetaan kuivua yön yli 20 °C lämpötilas-sa ja 65 % suhteellisessa ilmankosteudessa. (Hoessel ym 2010, 346).

Kuviossa 17 two-point bending -testin tulokset on ilmoitettu voima (N) etäisyyden (mm) funk-tiona. Kuviossa nähdään polymeerikalvon rikkoutumispiste noin 8 mm kohdalla ja sen rikkou-tumiseen tarvittava voima on ollut 3,5 newtonia. Tämän jälkeen tarvittavan voiman määrä laskee merkittävästi aina 30 mm kohdalle saakka, jolloin nähdään vielä pieni, mutta ei kui-tenkaan merkittävä voimapiikki. Anturia on kokonaisuudessaan viety alas 35 mm. (Hoessel ym 2010, 348)

### 5.2.3 Omega loop

Elastisuus on noussut yhdeksi tärkeäksi pitoa antavien hiustenmuotoilutuotteiden ominaisuu-deksi. Esimerkiksi hiuskiinteiltä kaivataan yhä enemmän joustavaa pitoa, jäykän ja kovan hiukset paikalleen jähmettävän kalvon sijaan. Tuotteen kampaukselle tuoman tuen halutaan kestävän tuulesta, vartalon liikkeistä ja johonkin asti jopa hiuksiin kohdistuvasta mekaanises-ta rasituksesta, kuten kampaamisesta, huolimatta. Edellisessä luvussa kuvaillut two-point



Kuvio 19: Kaaviokuva TA-XT2 Texture Analyzer -laitteella suoritettavasta omega loop -mittauksesta. (Jachowicz & McMullen 2002, 348)

peding ja three-point bending -tutkimusmenetelmät sopivat hyvin polymeerikalvojen kovuuden ja jäykkyyden tutkimiseen eli kuinka paljon voimaa tarvitaan polymeerifilmin rikkomiseen. Niiden rinnalle kuitenkin tarvitaan myös menetelmiä, joilla voidaan tutkia polymeerien joustavuutta ja elastisuutta. Elastisuus määritellään aineen kyvyksi palautua alkuperäiseen muotoon tai kokoon deformaation jälkeen. Joustavan aineen määritellään kestävästi kiertämistä ja venymistä rikkoutumatta. Juuri näitä ominaisuuksia muotoilutuotteiden toivotaan kamppaukselle tuovan. (Jachowicz & McMullen 2002, 345-346.)

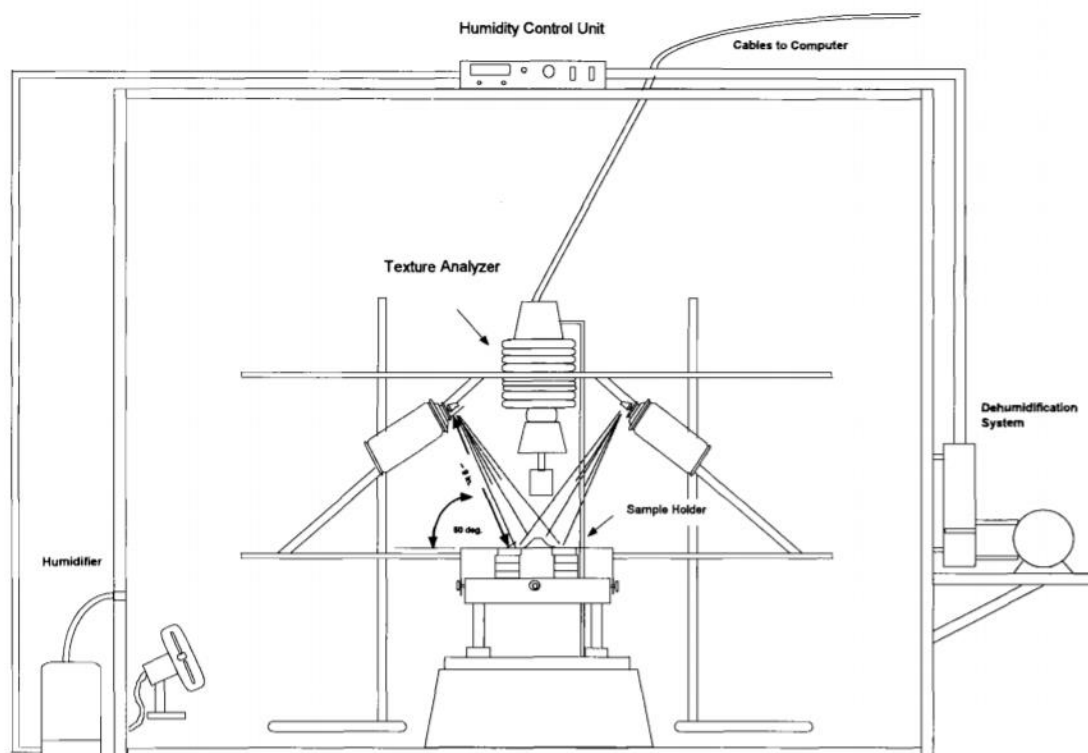
Omega loop -menetelmällä voidaan tutkia, kuinka paljon polymeerifilmi joustaa rikkoutumatta sekä kuinka hyvin hiuksiin tehty muoto palautuu mekaanisen rasituksen jälkeen. Tutkimusmenetelmä on nimetty sen mukaan, miten hiukset muotoillaan testiä varten omega -merkin ( $\Omega$ ) mallisesti. Omega-muoto mahdollistaa tehokkaasti hiusten palautumisen ja elastisuuden arvioinnin. (Jachowicz & McMullen 2002, 345-346.)

Testiä varten hiusliuska liimataan kummastakin päästä tukevasti muovilevyjen väliin. Päiden väliin jäävien hiusten mitta riippuu halutun omega-kierteen koosta. Esimerkiksi tutkimuksessa, jossa vertailtiin käsittelemättömän hiuksen ja polymeerikäsitellyn hiuksen ominaisuuksia omega loop -menetelmällä, oli hiuksen pituudeksi määritetty 3,5 tuumaa eli noin 8,89 cm. (McMullen ym 2013, 360.)

Hiusliuska kastellaan ja muotoillaan esimerkiksi alumiini- tai muovirullan päälle ja kiinnitetään, jotta saadaan haluttu omega-muoto. Tutkimuksesta riippuen hiuksiin voidaan lisätä muotoilutuote ennen hiusten muotoilua omega-kierteeksi tai vaihtoehtoisesti muotoilun jälkeen, esimerkiksi suihkuttamalla tai nesteinä pipetillä. (McMullen ym 2013, 360.)

Hiuksen pinnalle muodostuneen muotoilutuotteen kerroksen paksuuden on tutkittu vaikuttavan selvästi polymeerifilmin jäykkyyteen ja kestävyys, jonka vuoksi käytettävän muotoilutuotteen määrä tulisi pitää kohtuullisena ja käytännönläheisenä sekä eri testien välillä samana, jotta saadut tulokset ovat vertailukelpoisia (Jachowicz 2002, 255). Hiusten annetaan kuivua muotoilutuotteen kanssa, tai ilman, jos halutaan tutkia käsittelemättömän hiuksen ominaisuuksia, noin 12 tuntia 50 % suhteellisessa ilmakesteydessä ja huoneenlämmössä (McMullen ym 2013, 360).

Kuivumisen jälkeen rulla poistetaan omega-kierteen sisältä varoen taivuttamasta hiuksia, jotta hiuslakan muodostamaa kalvoa ei rikota ennen testiä. Testin laitteisto on usein asennettu ilmastokaapin sisään, jolloin testejä voidaan suorittaa kontrolloiduissa ilmastolosuhteissa. Muotoilutuotteita tulisi testata normaaleissa huoneisto-olosuhteissa sekä kosteassa ilmastossa, sillä ilmakestäys vaikuttaa usein negatiivisesti muotoilutuotteen suorituskykyyn, kuten myös kamppaukseen ilman muotoilutuotteita. (McMullen ym 2013, 360.)



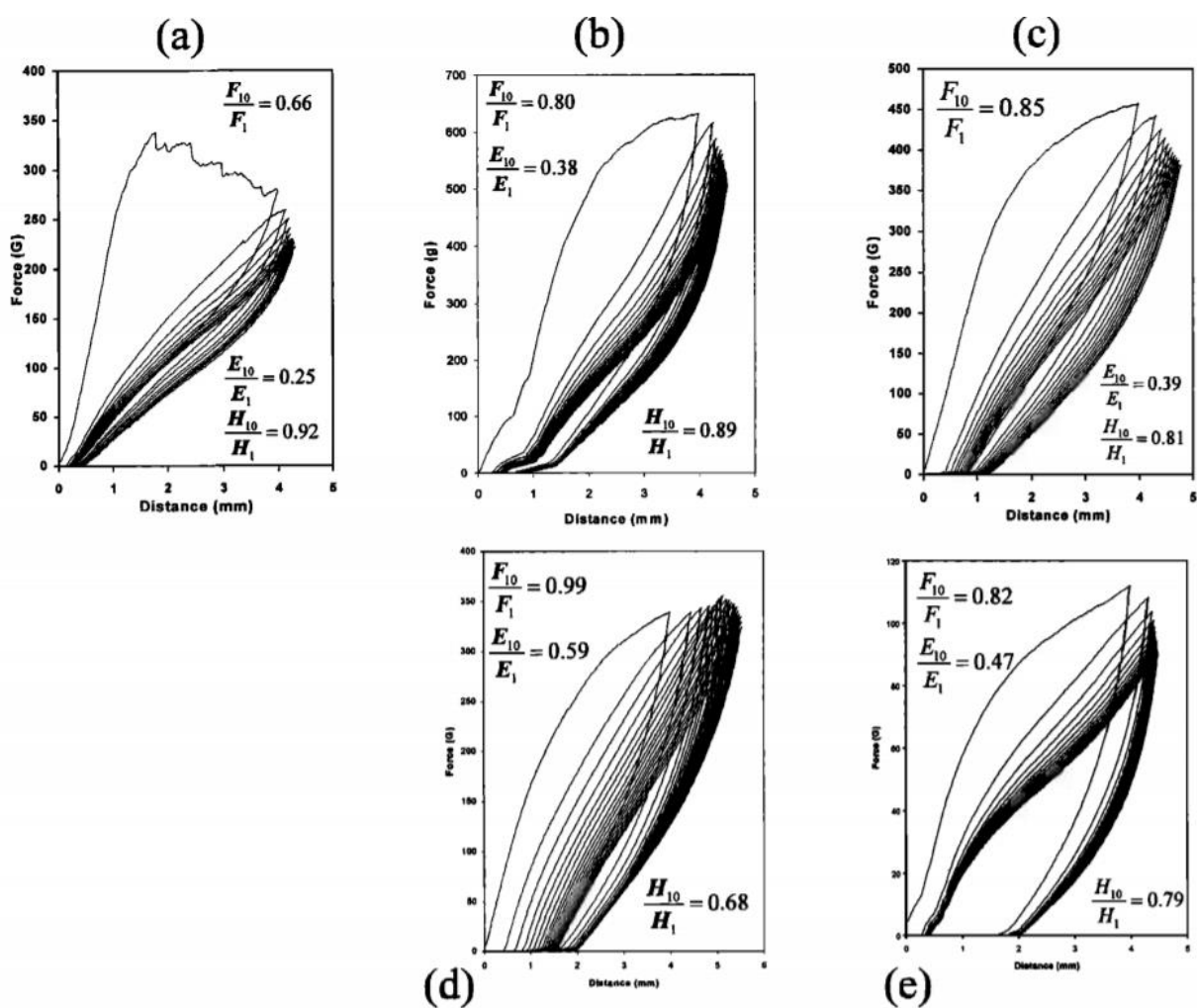
Kuvio 20: Kaaviokuva pleksilaiseen ilmastokaappiin rakennetusta mittausteistosta, jossa hiuslakka suihkutetaan hiukseen mittauspaijalla (Jachowicz & Yao 1996, 76)

Jachowichin ja Yaon (1996, 76) käyttämä pleksilaiseen ilmastokaappiin rakennettu mittausteistosta (kuvio 19) mahdollistaa perinteisen omega loop -mittauksen lisäksi testin tekemisen erilaisissa ilmasto-olosuhteissa sekä hiuslakan kuivumisajan mittaamisen. Jachowichin ja Yaon mittausteistossa hiuslakka suihkutetaan hiukseen suoraan mittauspaijalla, jolloin testikierrokset voidaan aloittaa heti suihkutuksen jälkeen. Kuivumisaikaan eli siihen kuinka pitkään hius tuntuu tahmealta hiuslakan suihkuttamisen jälkeen, vaikuttaa merkittävästi hiuslakkapisaroiden koko sekä millaiseen liuotinpohjaan hiuslakka on valmistettu. Vesipohjaiset tuotteet kuivuvat kauemmin kuin alkoholipohjaiset tuotteet, sillä alkoholi haihtuu nopeammin kuin vesi. (Jachowicz & Yao 1996, 74-76)

Jachowiczin ja Yaon teistossa hiuslakan suihkuttamista varten hiuslakkasäiliöt on kiinnitetty 22,86 cm päähän hiusliuskasta, 60° kulmaan ja kummassakin säiliössä on 100 g samaa hiuslakkaa. On tärkeää, että lakkaa on kummassakin hiuslakkasäiliössä sama määrä, sillä lakka saattaa suihkuta erilaisella paineella säiliön ollessa täynnä tai lähes tyhjä, jolloin lakka ei muodosta tasaista kerrosta hiusnäytteen päälle. Lakkaa suihkutetaan kummastakin säiliöstä samanaikaisesti yhteensä kahden sekunnin ajan. Suihkutetun lakan määrä punnitaan hiuksesta vasta testin jälkeen, jolloin saadaan hiuksiin kiinnittyneen lakan kuivapaino, jolla tarkoitetaan tuotteen painoa ilman vesi- tai alkoholipohjaa, johon muut hiuslakan raaka-aineet on liuotettu. (Jachowicz & Yao 1996, 74-76)

Kuviossa 20 nähdään Jachowiczin ja McMullenin omega loop -mittauksissa saatuja tuloksia muotoilutuotteista erilaisilla ominaisuuksilla. Näytteen d muotoilutuotteen muodostama polymeerikalvo on hyvin joustava ja plastinen. Erityisen huomiota herättävää on kuinka hyvin d -näytteen polymeerikalvo vastustaa rikkoutumista vastustamalla mekaanista rasitusta jokaisella kierroksella lähes yhtä paljon. Tämä näkyy  $F_{10}/F_1$  -arvosta, joka on lähellä ihannearvoa  $F_{10}/F_1=1$ , jolloin polymeerikalvo on jokaisella kierroksella vastustanut mekaanista rasitusta yhtä paljon. (Jachowicz & McMullen 2002,354.)

Näytteen a polymeerikalvo on haurain, joka näkyy  $F_{10}/F_1$  ja  $E_{10}/E_1$  -arvojen alhaisuutena sekä kuviokäyrässä selkeänä murtumiskohtana ensimmäisellä testikierroksella. Kierroksilla 2-10 tarvittavan voiman määrä on selvästi laskenut ensimmäiseen kierrokseen nähden. Näytteen a  $H_{10}/H_1$  -arvo on kuitenkin testatuista näytteistä korkein, mikä kertoo omega-kierteen palautumisesta lähelle referenssikorkeutta  $H_1$ , mekaanisesta rasituksesta huolimatta. (Jachowicz & McMullen 2002,354.)



Kuvio 21: Omega loop -menetelmällä saatuja tuloksia ilmoitettuna voima etäisyyden funktiona. (Jachowicz & McMullen 2002,354)

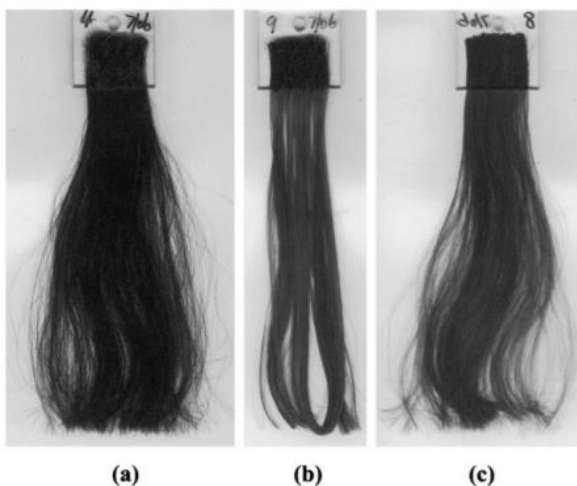


### 5.3 Volyyymi

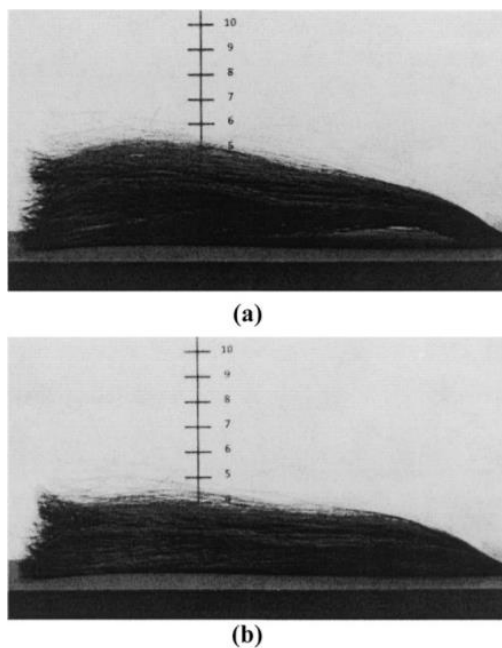
Hiusten volyyymi ja tuuheus ovat yhdet tärkeimmistä ominaisuuksista hiustuotteiden käyttäjille. Hiusten tuuheus on monimutkainen ilmiö, jolla tarkoitetaan hiusten kolmiulotteista tilaa, johon vaikuttavat useat hiusten mekaaniset ominaisuudet. Yhden hiuksen tuuheuteen vaikuttavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi hiuksen kaarevuus tai kiharuus, karheus, jäykkyys, paino sekä halkaisija. (McMullen, Zisa & Jachowicz 2009, 171)

#### 5.3.1 Kuva-analyysi

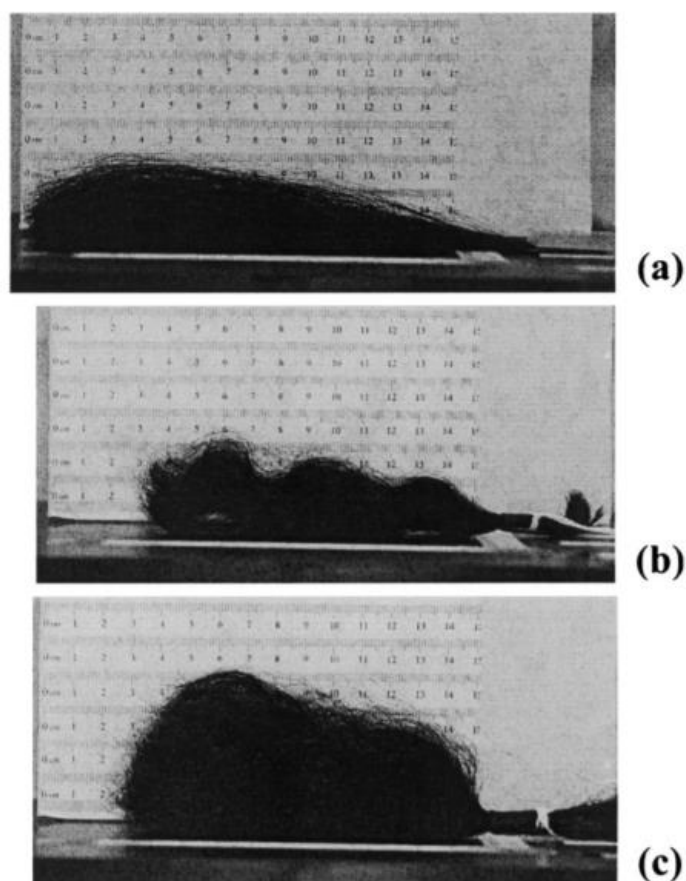
Yksinkertaisimmillaan hiusten volyymia voidaan tutkia kuva-analyysin avulla. Kuva-analyysiä varten tarvitaan tarkkuudeltaan hyvä kamera, kameraajalusta, tasainen valaistus, hiusliuskoja, mitta-asteikkoja sekä kuvaustavasta riippuen taso tai hiusten ripustusmahdollisuus. Hiusliuskat puhdistetaan ja käsitellään halutulla tavalla. Kosteisiin hiuksiin voidaan esimerkiksi viedä tuuheutta lupaava muotovahto, jonka jälkeen hiukset voidaan kuivata hiustenkuivaajalla tai antaa kuivua vapaasti. (McMullen ym 2009, 171-177)



Kuvio 22: Vasemmalla kuvassa käsittelemättömät kaukasialaiset, ruskeat hiukset, keskellä samat hiukset vaalennuskäsittelyn jälkeen ja oikealla samat hiukset käsiteltynä polykvaternium -55:llä (McMullen ym 2009, 177)



Kuvio 23: Polyvinyylipyrrolidoni K-30:llä käsitellyt hiukset ylhäällä normaali huoneisto-olosuhteissa ja alla altistettuna 90 % suhteelliselle ilmankosteudelle (McMullen ym 2019, 183)



Kuvio 24: Erilaisten hiuslaatuojen volyymin arviointia kuva-analyysin avulla (McMullen ym 2009, 175)

Hiukset voidaan kuva-analyysiä varten kuvata vapaasti roikkuvana edestäpäin (kuvio 22) tai ne voidaan asettaa vaakasuoraan tasolle ja kuvata sivustapäin (kuvio 23 ja 24). Kummassakin tapauksessa kuvaus voidaan tehdä mitta-asteikon kanssa tai ilman. Ilman mitta-asteikkoa kuvatessa kuvien analysointi tehdään silmämääräisesti, jolloin pienimpien erojen havaitseminen voi olla haastavaa, eikä tulkinasta saada tarkkaa numeerista informaatiota. Mitta-asteikon kanssa kuvatessa asteikko asetetaan hiუსliuskan taakse. Esimerkiksi vaakatasossa kuvattavasta hiუსliuskasta nähdään silloin, kuinka monta senttimetriä tai millimetriä hiusten korkeus on. Kuva-analyysin avulla voidaan tutkia myös kosteuden vaikutusta hiusten tuuhteuteen. Kuviossa 23 suorat hiukset on käsitelty polyvinyylipyrrolidoni K-30:llä. Ylemmässä kuvassa (a) hiukset on kuvattu normaaleissa huoneisto-olosuhteissa, alemmassa kuvassa (b) hiukset on altistettu 90 % suhteelliselle ilmankosteudelle. Kuvasta nähdään, kuinka ilmankosteus on vaikuttanut negatiivisesti hiusten tuuhteuteen. (McMullen ym 2019, 171-183.)

### 5.3.2 Maksimihalkaisija

Vuonna 1984 Colgate Palmolive Companyn tutkijat Robbins ja Crawford (1984, 369-370) kehittivät olemassa olevien hiusten volyyymia ja tuuheutta tutkivien menetelmien rinnalle oman, jonkin verran muita menetelmiä yhdistelevän testausmetodin (tästä eteenpäin MTD eli maximum tress diameter), jonka tarkoituksena on mitata hiusnäytteen maksimihalkaisija (Robbins & Crawford 1984, 369-377). Robbinsin ja Crawfordin menetelmää on hyödynnetty ja sitä on sovellettu tähän päivään asti. Esimerkiksi Dia-Stronin valmistama MTT175 Miniature Tensile Tester (kuvio 25 ja 26) voidaan muokata hiusten volyyymia mitatessa lähes samaa periaatetta hyödyntäväksi (Dia-Stron 2018.) Mainittava on, että samoihin aikoihin Robbinsin ja Crawfordin kanssa kehitettiin Saksan Woolresearch Instituutissa samalla periaatteella toimivaa metodia (Robbins & Crawford 1984, 369-370).



Kuvio 26: MTT175 Miniature Tensile Tester muokattuna hiusten volyymin mittaukseen (Dia-Stron 2018)

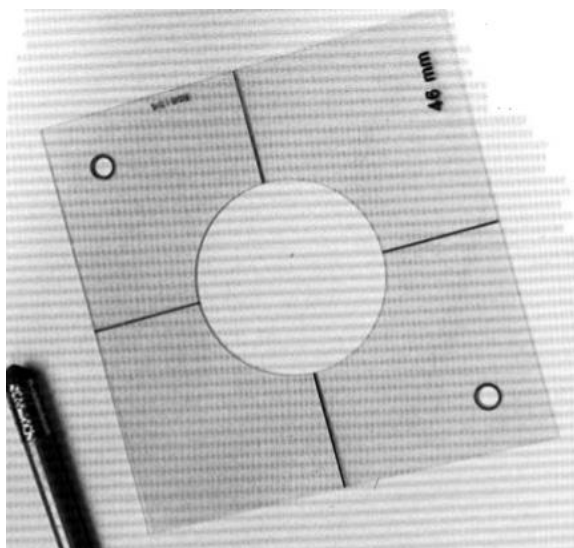


Kuvio 25: Hiusten volyyymia mittaava MTT175 Miniature Tensile Tester sivusta päin (allbiz 2018)

MTD -metodissa hyödynnettiin Instron Tensile Tester -laitetta (kuvio 28), joka muokattiin volyymitestiin sopivaksi. Metodien tarkoituksena on arvioida hiusnäytteen maksimihalkaisija mittaamalla, kuinka paljon voimaa tarvitaan vetämään hiusnippu erittäin ohuissa levyissä (kuvio 27) olevien aukkojen läpi, joissa seuraavan aukon halkaisija on aina edellistä pienempi. Alkuperäisen laitteen runkoon on rakennettu teline ja pidike levyjä varten. Levyt ovat kooltaan  $10,2 \times 10,2$  cm ja paksuudeltaan 0,076 cm. Levyjen aukon koot alkavat 10 mm ja nousevat kolmen millimetrin korotuksin 76 mm saakka. (Robbins & Crawford 1984, 369-370.)

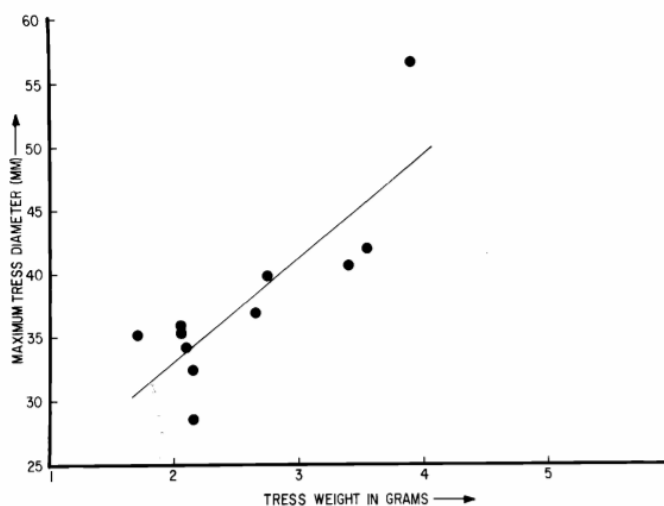


Kuvio 28: Instron Tensile Tester muokattuna hiusten volyymin mittaamiseen (Robbins & Crawford 1984, 370)



Kuvio 27: Robbinsin ja Crawfordin (1984, 371) hiusten volyymin mittaavaa laitetta varten valmistettu levy

Robbins ja Crawford tutkivat laitteen soveltuvuutta hiusten volyymin mittaukseen kokeilemalla laitetta muutamien hypoteesien pohjalta. Tutkijat testasivat eripainoisia mutta samanpituisia hiusnippuja nähdäkseen, korreloiko korkeampi näytteen paino volyymin eli kasvaneen maksimihalkaisijan ja voimantarpeen kanssa. Tutkijoiden hypoteesi oli, että jos laiteella saadaan mitattua hiusten volyymin, tulisi kasvaneen näytepainon, ja sitä kautta kasvaneen hiusten massan, sekä mitatun maksimihalkaisijan koossa nähdä korrelaatio. Kuvio 29 nähdään, että korrelaatio hiusnäytteen painossa ja maksimihalkaisijassa on todettavissa, jolloin voitiin päätellä, että MTD -metodi soveltuu hiusten volyymin arvioimiseen. (Robbins & Crawford 1984, 372-374.)



Kuvio 29: Hiusten painon vaikutus maksimihalkaisijaan (Robbins & Crawford 1984, 374)

MTD -metodi ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton. Robbins ja Crawford testasivat muutamia markkinoilla olevia shampoita, joiden tuoteväittäjänä oli volyymin lisääminen. Markkinoilla olevien shampoojen lisäksi heillä oli testissä mukana kontrollishampoo ja yksi kokeellinen tuote. Ainoastaan kokeellisella tuotteella oli selvä vaikutus hiusnäytteen maksimihalkaisijaan (kuvio 30). Tästä Robbins ja Crawford päättelivät, että joko MTD -metodi ei välttämättä ole tarpeeksi herkkä havaitsemaan pieniä eroja hiusten volyymissa tai testattavilla tuotteilla ei ollut lupaamansa hiusten volyymin kasvattavaa vaikutusta. Tutkijat pitivät myös mahdollisena, että testausolosuhteet eivät olleet MTD -metodille optimaaliset. (Robbins & Crawford 1984, 376.)

Table II  
Effect of Various Hair Treatments on MTD

Product <sup>‡</sup>	Ave. MTD (mm)	Difference (mm <sup>§</sup> )
Cleaning Shampoo A <sup>†</sup>	53	-1
Body Shampoo B <sup>†</sup>	53	-1
Cleaning Shampoo C <sup>†</sup>	56	+2
Control Shampoo	54	-
Experimental Product	60*	+6

\* MTD significantly different from all others at the  $\alpha = 0.05$  level.

<sup>†</sup> Advertised as a shampoo that provides hair body.

<sup>§</sup> vs. control shampoo.

Kuvio 30: MTD -metodilla testatut lisää volyymin hiuksiin lupaavat shampoot (Robbins & Crawford 1984, 376)

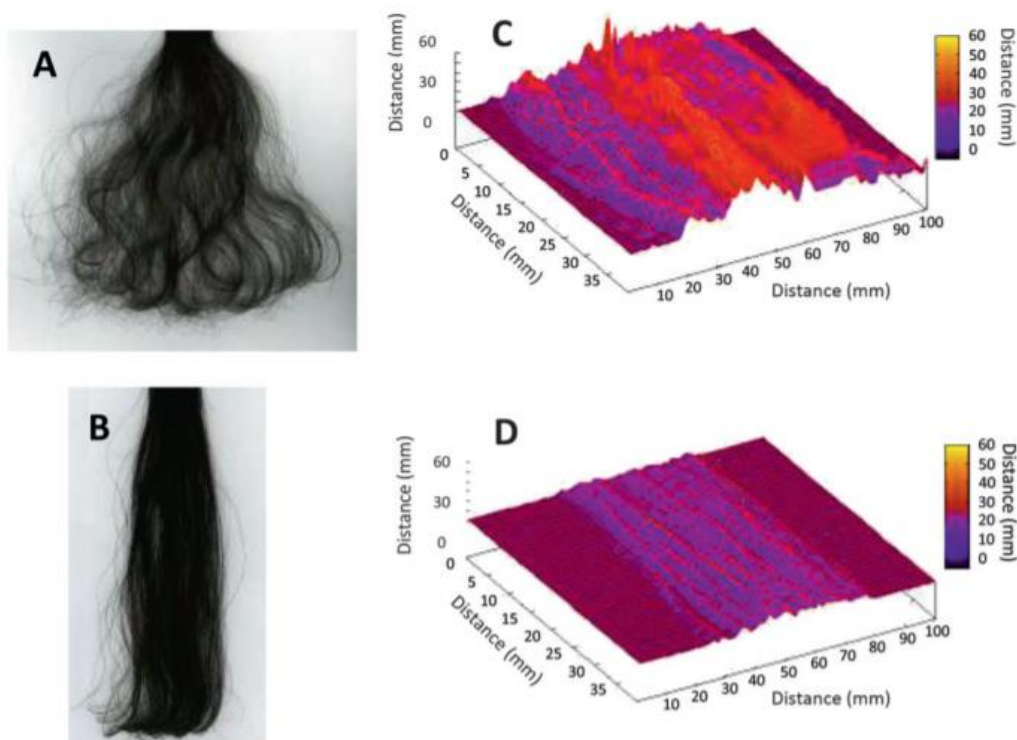
### 5.3.3 Kolmiulotteinen laserstereometri

Hiusten volyymin voidaan tutkia myös laserteknologian avulla. Kolmiulotteisella laserstereometrimittauksella saadaan tarkkaa numeerista tietoa sekä visuaalista arviointia varten kolmiulotteista kuvaa hiusnäytteen ulottuvuuksista. Tässä metodissa hiusten kaksiulotteinen mittaaminen x-y-akseleilla yhdistyy laserstereometrin lisäämään syvyyteen eli z-akseliin. Syvyys-



Kuvio 31: Kolmiulotteinen laserstereometri (McMullen ym 2009, 172)

data kerätään hyödyntämällä triangulaatiota. Lasertriangulaation periaatteena on laserdiodin, mitattavan kohteen ja CCD-kennon (charge-coupled device) välille punaisen laservalon muodostama kolmio. Muodostuneen kolmion avulla voidaan määrittellä mitattavan kohteen etäisyys laserdiodista. (McMullen ym 2009, 172-173.)

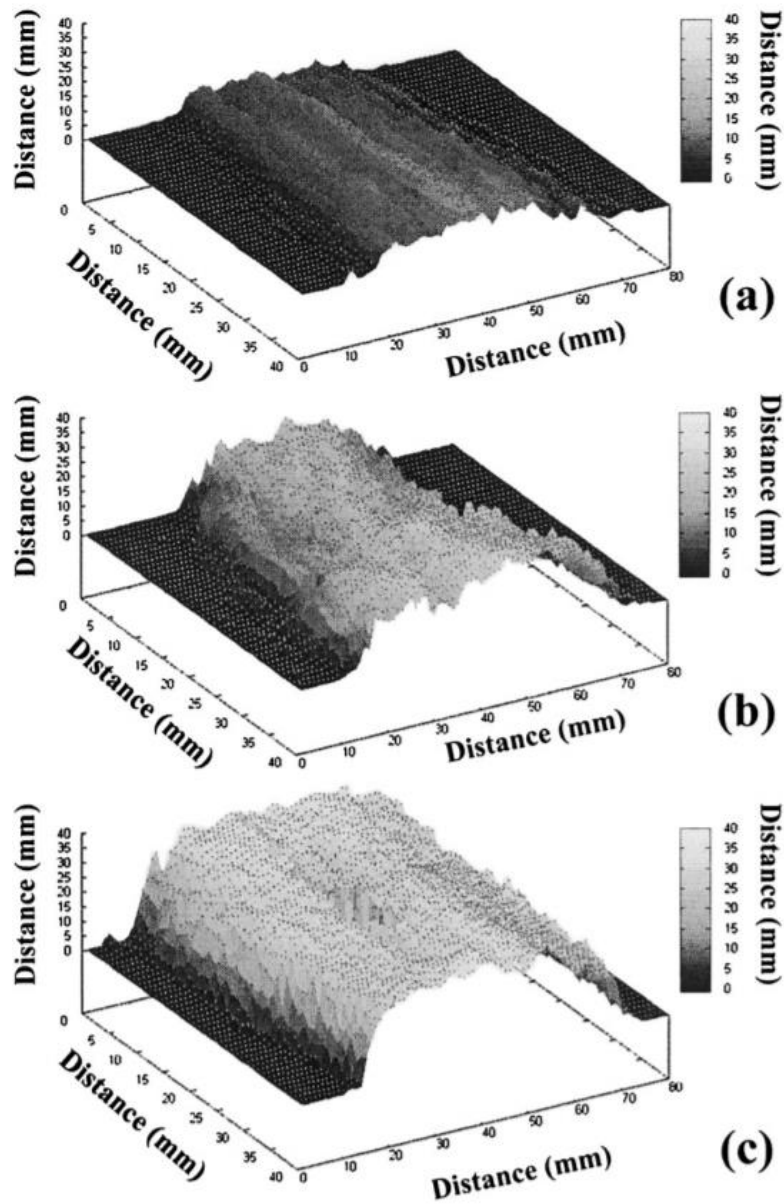


Kuvio 32: Luonnonkihara hius (A) ja sama hius suoristuskäsittelyn jälkeen (B) kuvattuna kolmiulotteisella laserstereometrillä (C,D) (McMullen ym 2015, 385)

Laservalo lähetetään liikkeelle laserdiodista lasersensorin päästä kohti mitattavaa kohdetta, josta se heijastuu takaisin sensoria kohti. Sensorissa se ohjataan kohdistettujen linssien avulla CCD-kennoon. (McMullen ym 2009, 172-173.) CCD-kenno muuntaa siihen osuvan valon elektroniseksi signaaliksi eli digitaaliseen muotoon (The Nobel Prize in Physics 2009 press release 2009). Laserdiodin ja CCD-kennon välinen matka muodostaa kolmion lyhyen sivun, kun taas näiden kahden komponentin etäisyys mitattavaan kohteeseen luovat kolmion kaksi muuta sivua (McMullen ym 2009, 172-173). Hiukset eivät luo yhtä tasaista mitattavissa olevaa pintaa, siksi jokainen z-ulottuvuuden lukema on keskiarvo useista eri syvyisistä mittaustuloksista samasta kohdasta (McMullen, Zhang & Gillece 2015, 384). Laser liikkuu mitattavan kohteen yläpuolella automaattisesti keräten dataa mitattavan kohteen ulottuvuuksista saaden aikaan kolmiulotteisen kuvan kohteesta (McMullen ym 2009, 172-173).

Kolmiulotteisella laserstereometrillä voidaan tarkastella kaikkien hiuksen muotoon vaikuttavien tuotteiden vaikutuksia. Vaikka laite toimii erinomaisesti varsinkin hiusten volyymin tar-

kasteluun, voidaan sillä lisäksi tarkastella hiusta silottavien muotoilutuotteiden vaikutuksia (Kuvio 32). Etenkin sähköisyyttä ja pörröisyyttä vähentävistä tuotteista saadaan kolmiulotteisella laserstereometrillä tarkkaa ja hyödyllistä informaatiota niin tuotekehitystä kuin tuoteväärittämiä varten. (McMullen ym 2015, 384.)



Kuvio 33: Kuvion 22 eri hiuslaadut kuvattuna kolmiulotteisella laserstereometrillä (McMullen ym 2009, 176)

#### 5.4 Kiilto

Kiillolla tarkoitetaan hiuksen kykyä heijastaa valoa. Valo voi heijastua tai taittua hiuksen pintakerroksesta. (Robbins 2012, 677.) Hiuksen pinnasta heijastuva valo säilyttää alkuperäiset optiset ominaisuutensa eli täyden värispektrin sekä alkuperäisen polarisaation (Hagens, Wiersbinski, Becker, Weisshaar, Schreiner & Wenck 2011, 455). Valo voi myös penetroitua hiuskuidun sisälle, jolloin osa siitä imeytyy melaniiniin ja osa heijastuu ja taittuu takaisin valon osuessa hiuskuidun vastakkaiselle puolelle (Robbins 2012, 677). Hiukseen penetroitunut ja sieltä takaisin heijastunut valo on menettänyt osan alkuperäisistä optisista ominaisuuksistaan. Hiuskuidun sisältä heijastuvan valon värispektri on muuttunut melaniiniabsorption vuoksi ja lisäksi sen polarisaatio on muuttunut. (Hagens ym 2011, 455.)

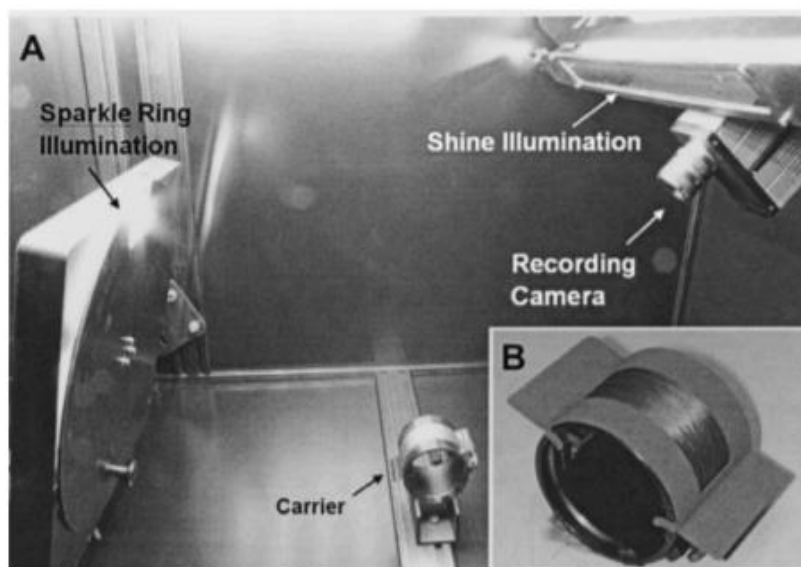
Kokonaisuudessaan hiusten kiilto koostuu suorasta valon heijastumisesta, hajanaisesta ja taittuneesta valon heijastumisesta, hiuskuitujen yhdensuuntaisuudesta sekä hiusten väristä (Hagens ym 2011, 453-454). Tumma hius vaikuttaa usein kiiltävämmältä kuin vaalea hius. Tämä johtuu runsaasta valon hajanaisesta taittumisesta ja heijastumisesta hiuksen sisältä. Tummassa hiuksessa hiuskuidun sisällä on enemmän epäsäännöllisyyttä kuin vaaleassa hiuksessa johtuen esimerkiksi korkeammasta melaniinin määrästä. Epäsäännöllisyyksien vuoksi valo on palatessaan hajaantunut ja levittänyt laajemmalle alueelle. (Robbins 2012, 687.) Hiuksen värin merkittävä vaikutus kiiltoon on havaittu myös tutkimuksissa, joissa on pyritty löytämään instrumentaalisia menetelmiä hiusten kiillon arvioimiseen. Värin merkitys hiusten kiillolle asettaa kiillon instrumentaaliselle mittaukselle haasteita testin toistettavuudessa ja vertailukelpoisuudessa eri hiusnäyte-erien välillä. (Kaplan, Park, Qi & Yang 2009, 119-122.)

Hiusten kiiltoa on tutkittu paljon kuluttaja- ja asiantuntijapaneelien avulla. Paneelien avulla on saatu käyttäjäläheisempää tietoa tuotteista, mutta saatu informaatio toimii vertailussa vain saman testin sisällä oleviin tuotteisiin. Kiillon tutkiminen instrumentaalisesti niin, että saataisiin paneelien kanssa yhteneväisiä tuloksia, on ollut haasteellista. Saksalainen valaistukseen erikoistunut yritys Opsira sekä Display Metrology & Systems ovat yhdessä hiusalan tutkijoiden kanssa kehittäneet metodin kiillon tarkkaan mittaamiseen. Metodissa käytetään Opsiran ja Display Metrology & Systemsin valmistamaa laitteistokokonaisuutta, jota kutsutaan nimellä Opsira Shine-Box. Opsira Shine-Boxin hyödyt kuluttajapaneelisiin verrattuna ovat sen nopeus, numeerinen data, testien toistettavuus, vaaditun työmäärän vähyys, luotettavuus, herkkyys sekä mahdollisuus erottaa ja mitata kiiltoon liittyviä erilaisia ominaispiirteitä. (Hagens ym 2011, 453-454.)

Opsira Shine-Boxissa on käytössä CCD-kennollinen, 12-bittinen harmaasävy, luminanssia mittaava kamera, jota kutsutaan nimeltä luca. Kameran parina toimii Opsiran kehittämä tietokoneohjelma luca'tool. Kameralla pystytään tutkimaan valon suoraa heijastumista, hajanaista taittunutta heijastumista, hiusten yhdensuuntaisuutta, hiustenväriä sekä säihkettä. Kameran ja linssin väliin on mahdollista asettaa värillisiä filtereitä, jotka auttavat hiustenvärin mää-

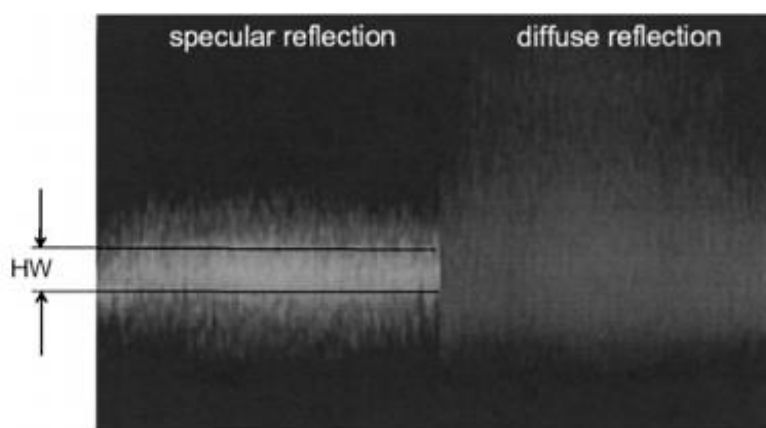


rittelyssä. Kuvauksessa on mahdollista käyttää myös valoa polarisoivia filttareita sekä kamerassa että valonlähteessä. Polarisoivan filtlerin avulla saadaan vain haluttuun suuntaan, horisontaalisesti tai vertikaalisesti, värähtelevää valoa. (Hagens ym 2011, 453-454.)



Kuvio 34: Opira Shine-Box kuvattuna sisältä (Hagens ym 2011, 455)

Opira Shine-Boxissa on kaksi erilaista valoa, jotta voidaan tutkia kaikkia hiusten kiiltoon liittyviä ominaisuuksia. Perinteisempää kiillon mittausta varten laitteen yläreunassa on pitkänmallinen valonlähde (kuviossa 34 "shine illumination"). Pitkänmallisen lampun eteen voidaan laittaa vertikaalisesti sekä horisontaalisesti polarisoivat filttarit. Hiuksen pinnasta heijastuva (kuviossa 35 "specular reflection") ja hiuksen sisältä heijastuva valo (kuviossa 35 "diffuse reflection") voidaan erottaa näiden eri tavoin valoa polarisoivien filttareiden avulla. Hiuksen pintaheijastusta kuvattaessa käytetään valoa horisontaalisesti polarisoivaa filtteriä, kun taas hiuksen sisältä tulevaa heijastusta varten käytetään valoa vertikaalisesti polarisoivaa filtteriä. (Hagens ym 2011, 455.)



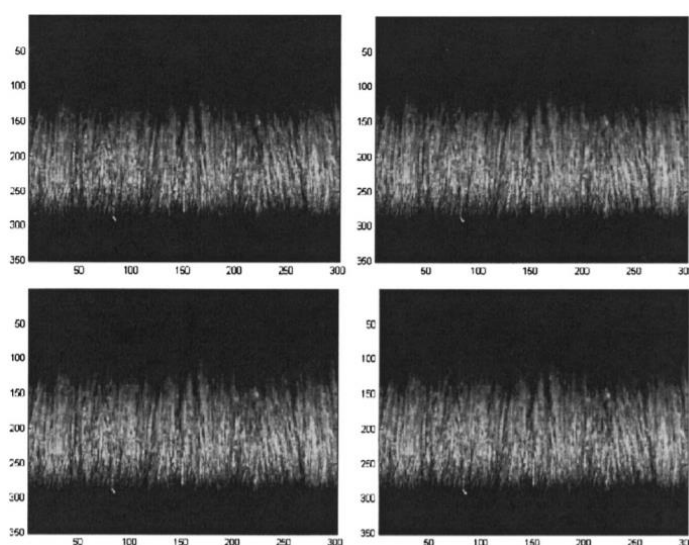
Kuvio 35: Vasemmalla kuvattuna pintaheijastuma, oikealla hiuksen sisältä heijastunut valo (Hagens ym 2011, 456)

Hiusten kiillolle voidaan laskea arvo kuvion 36 kaavan mukaisesti, jossa  $RS$  on pinnasta heijastuneen valon intensiteetti,  $RD$  on hiuksen sisältä heijastuneen valon intensiteetti,  $HW_{\text{standard}}$  on hiustelineen optimaalinen heijastus ilman hiuksia,  $HW_{\text{specular}}$  on kuvattavien hiusten pintaheijastuksen optimaalinen heijastusalue (kuviossa 35 rajattuna). (Hagens ym 2011, 456.)

$$L = \frac{RS \times HW_{\text{standard}}}{RD \times HW_{\text{specular}}}$$

Kuvio 36: Kaava kiillon arvon laskemiseen (Hagens ym 2011, 456)

Ospira Shine-Boxilla voidaan tutkia myös hiuksen säihkettä. Säihkeellä tarkoitetaan ajoittaista, lyhytaikaista ja täydellistä valon heijastumista hiuksen pinnasta katsojan suuntaan, joka havaitsee nämä heijastumat hiuksissa kirkkaina pisteinä, toisin sanoen kimalteluna tai säihkeenä. Hiusten kimaltelu on hyvin riippuvainen valon tulosuunnasta, hiuksen geometrisestä muodosta sekä katsojan asemasta hiuksiin nähden. Tämän vuoksi hiusten kimaltelu on helpoiten havaittavissa hiusten liikkuaessa. Ospira Shine-Boxissa hiuksiin saadaan kimaltusta eri kulmista tulevalle valolle (Kuviossa 34 ”Sparkle Ring Illumination”). Kuvauslaatikon perimmäisellä seinällä on ympyrän muotoinen lamppu, josta  $340^\circ$  on peitetty motorisoidulla, liikkuvalla levyllä. Jäljellejääneellä  $20^\circ$  voidaan valaista testattavaa hiusta erilaisista kulmista. Kimaluksen määrittelmän mukaisesti kimallepisteen tulisi näkyä vain yhdestä kulmista, tämän vuoksi hiuksesta otetaan yleensä neljä kuvaa eri kulmista, joista kimallepisteet määritellään ja lasketaan. Kuviossa 37 nähdään neljä kuvaa testattavasta hiuksesta, missä jokaisessa valo tulee eri kulmista. Kuviossa 38 nähdään kuvion 36 neljästä kuvasta määritellyt kimallepisteet. (Hagens ym 2011, 455-458.)

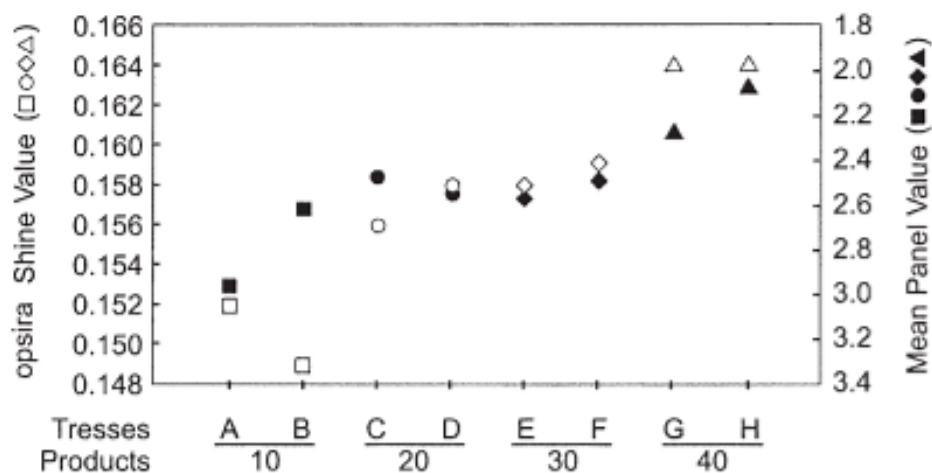


Kuvio 37: Hiusten kimalteen määrittelyä varten neljästä eri valon tulokulmasta otetut kuvat (Hagens ym 2011, 458)



Kuvio 38: Kuvion 37 kuvista määritellyt kimalluspisteet (Hagens ym 2011, 458)

Tutkijat saivat Ospira Shine-Boxilla hyvin samankaltaisia tuloksia kuluttajapaneelien avulla tehtyjen testien kanssa. Kuviossa 39 nähdään vertailu Ospira Shine-Boxilla ja kuluttajapaneelin avulla tehtyjen testien tuloksista, joissa testattiin yhteensä neljää eri tuotetta. Ospira Shine-Boxin kiiltoa kuvaavissa arvoissa korkeampi lukema tarkoittaa kiiltävämpää hiusta. Kuluttajapaneelin subjektiivisessa kiillon arvioinnissa pienempi arvo tarkoittaa kiiltävämpää hiusta. Vertailussa on selvästi nähtävillä korrelaatio Ospira Shine-Boxilla saaduissa tuloksissa ja kuluttajapaneelin arvioineissa. (Hagens ym 2011, 460.)



Kuvio 39: Ospira Shine-Boxilla saadut tulokset neljästä eri shampooa rinnakkain kuluttajapaneelin tulosten kanssa (Hagens ym 2011, 460)

## 6 Muut kuin instrumentaaliset testausmenetelmät

Muilla testausmenetelmillä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä menetelmiä, joita voidaan suorittaa ilman mittaukseen varsinaisesti suunniteltua laitteistoa tai hyvin pienellä määrällä tarvikkeita. Näissä menetelmissä ihminen toimii havainnoitsijana. Havainnoitsija voi olla tutkimuksen tekijä, asiantuntijapaneelin jäsen tai kuluttaja.

### 6.1 Kuluttaja- ja asiantuntijapaneelit

Asiantuntijapaneelin ja kuluttajapaneelin käytöllä saadaan tuotteen loppukäyttäjän kannalta tärkeää tietoa. Paneelit pystyvät antamaan tietoa tuotteen käytännön haasteista ja toisaalta myös onnistumisista. Paneelien näkökulma kuvastaa usein hyvin tuotteen loppukäyttäjän kokemuksia tuotteen kanssa. Kuluttajapaneeleissa testiin osallistujia tarvitaan yleensä hyvin paljon, jotta saavutetaan tilastollisesti merkittäviä tuloksia. Kuluttajapaneelit antavat kuitenkin selkeimmän indikaation tuotteen soveltuvuudesta markkinoille. Kuluttajapaneelien haasteena on niiden kalleus sekä testiolosuhteiden vaikea hallittavuus, varsinkin pidempiaikaisissa testeissä. (Fluhr 2010, 53-56.)

Kuluttaja- ja asiantuntijapaneelien testatessa itse varsinaista tuotetta on tärkeää, että testattavien tuotteiden ulkomuodosta karsitaan mahdolliset mielipiteeseen vaikuttavat tekijät. Testattavat tuotteet tulisi mahdollisuuksien mukaan siirtää samanlaisiin yksinkertaisiin pakkauksiin, joissa tuotteen annostelu tapahtuu kaikissa samalla tavalla. Jos tuotteen siirto alku- peräisestä pakkauksesta ei ole mahdollista, esimerkiksi painepakkaukset, tulisi pakkaus peittää läpikuultamattomalla materiaalilla mahdollisimman hyvin. Testattavien tuotteiden numerointi tulisi lisäksi pitää neutraalina ja tapana onkin usein suosia kolminumeroisia numerokodeja. Neutraali numerointi vähentää alitajuisten miellelyhtymien syntymistä. Kuluttajapaneelien kanssa voidaan käyttää esimerkiksi yhdeksän portaista asteikkoa, jonka ääripäissä ovat ”pidän erittäin paljon” ja ”en pidä ollenkaan”. Keskellä asteikkoa voi olla kohta ”en osaa sanoa”. (Aust 1998, 56-57.)

Neutraalien numerokoodien käyttö on myös tärkeää silloin, jos paneelit arvioivat esimerkiksi hiusliuskoja, jotka ovat käsitelty testattavilla tuotteilla. Arvioitavien näytteiden valmistelu on avainasemassa hiusliuskoja tai muita samantapaisia näytetyyppejä käytettäessä. Näytteet tulisi kaikki valmistella tarkasti samalla tavalla. Näytteen valmistelun toistettavuus tulee ottaa huomioon tutkimuksen suunnittelussa. Hiusliuskojen käytön etuna on niiden edullisuus sekä mahdollisuus useampien tuotteiden testaamiseen samanaikaisesti. (Aust 1998, 56-57).

Asiantuntijapaneelien etuna on pienempi ryhmäkoko verrattuna kuluttajapaneeliin, mutta asiantuntijoiden kouluttaminen ja koulutuksen ylläpitäminen vaatii paljon aikaa ja lisää kustannuksia. Koska standardoitua koulutusjärjestelmää ei ole, tulokset eri asiantuntijapaneelien välillä voi vaihdella paljonkin. Paneelien avulla on vaikea saada tarkkaa numeerista informaatiota. (Fluhr 2010, 53-56.)

Hiusten kiiltoa tutkivassa paneelitutkimuksessa haluttiin selvittää neljän eri shampooon vaikutuksia hiusten kiiltoon. Paneelissa oli yhteensä 25 jäsentä. Jokaisella shampooilla valmisteltiin kaksi eri hiusnäytettä, jolloin näytteitä oli yhteensä kahdeksan. Hiusnäytteet esitettiin paneelisteille sattumanvaraisessa järjestyksessä pareittain. Jokainen näyte esitettiin panelistille ainakin kolme kertaa eri kombinaatiossa muiden näytteiden kanssa. Testissä saadut tulokset ovat nähtävillä kuviossa 39. (Hagens ym 2011, 460.)

Eräässä toisessa asiantuntijapaneelia käyttävässä tutkimuksessa tutkittiin kahden shampooon hoito-ominaisuuksia. Paneeli oli koulutettu arvioimaan hiusten kammattavuutta märkänä sekä kuivana, hiusten tuntumaa kuivana sekä sähköisyyttä. Testissä käytettiin pakotetun valinnan periaatetta, jossa panelistin tulee valita kahdesta näytteestä parempi jokaisen ominaisuuden kohdalla. Testissä suoritettiin yhteensä 36 vertailua vähintään kolmen panelistin avulla. (Le-pilleur, Mullay, Kyer. McCalister & Clifford 2011,165.)

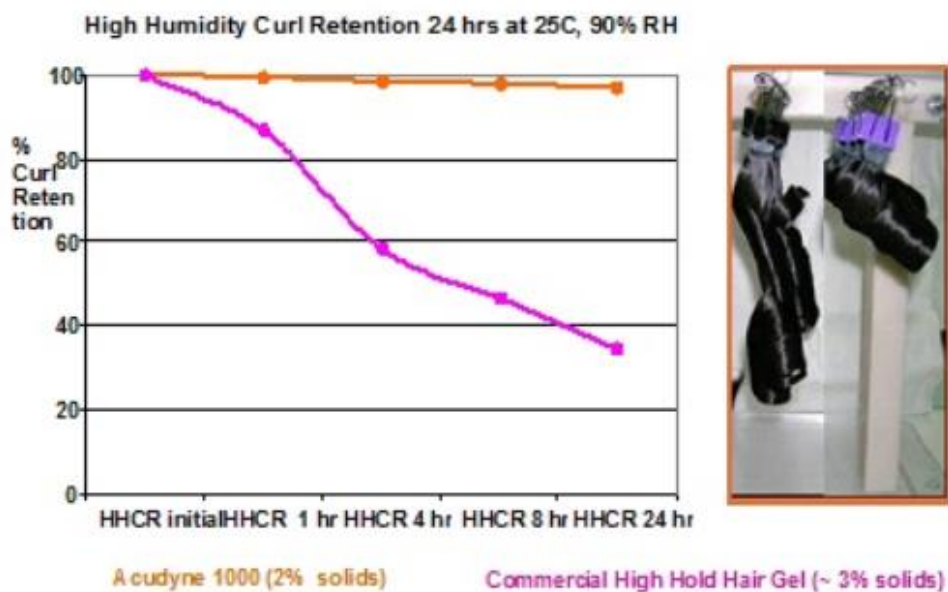
## 6.2 Ei-instrumentaalinen pidon tutkiminen

Geelien, hiuskiinteiden, kampausteiden ja muotovaahtojen pitoa voidaan testata myös varsin vähäisillä tarvikkeilla. Testiä varten tarvitaan hiusliuskoja, teline mitta-asteikolla, leveäpiikkinen kampa sekä halkaisijaltaan sopivia rullia tai tankoja, joiden avulla hiukset saadaan kiharrettua. Kosteisiin hiusliuskoihin levitetään ennalta määritelty määrä testattavaa tuotetta, jonka jälkeen ne kierretään rullien ympärille kuivumaan. Kuivat hiuskiehkurat poistetaan rullasta liu'uttamalla ne varovasti rullan toisesta päästä, rikkomatta kiharan muotoa. Kiharat ripustetaan telineeseen roikkumaan ja niiden pituus tarkistetaan telineen mitta-asteikosta ja kirjataan ylös. Tämän jälkeen kampa viedään kerran kiharoiden läpi ja niiden pituus tarkistetaan uudelleen mitta-asteikon avulla. Tuotteen pito-ominaisuuksille voidaan laskea prosenttiarvo (curl retention %) alla olevan kaavan mukaan. (Baki & Alexander 2015, 510.)

$$\%pito = \frac{\text{kihartamattoman hiuksen pituus} - \text{kammatun hiuksen pituus}}{\text{kihartamattoman hiuksen pituus} - \text{kiharan pituus ennen kampaamista}} \times 100$$

Samalla periaatteella voidaan testata muotoilutuotteiden pitoa kosteassa ilmassa tai niiden pitoa pitkällä aikavälillä huoneisto-olosuhteissa. Hiusliuskosten valmistelu voidaan suorittaa samalla tavalla kuin edellisessä testissä. Kampaamisen sijaan teline, jossa kiharat roikkuvat, voidaan asettaa ilmastokaappiin tai sen voidaan antaa olla normaalissa huoneistoilmassa ennalta määritellyn ajan. Ilmastokaappiin on asetettu normaaleja huoneisto-olosuhteita korkeampi suhteellinen ilmankosteus, jolloin muotoilutuotteiden suorituskykyä kosteassa ilmassa voidaan arvioida (high humidity curl retention). Kiharoiden pituus kirjataan ylös ennen ilmastokaappiin laittoa, tietyin aikavälein testin aikana sekä kun hiukset poistetaan ilmastokaapist. (Baki & Alexander 2015, 510.)

Kuviossa 40 nähdään esimerkki kosmetiikan raaka-ainevalmistajan Dow:n tekemästä testistä, jossa ilmastokaappia on hyödynnetty. Testissä on vertailtu Dow:n valmistamaa polymeeriä, Acudyne 1000, markkinoilla olevaan voimakkaan pidon lupaavaan geeliin. Verrattavilla tuotteilla käsitellyt kiharat pidettiin 24 tuntia, 25 °C lämpötilassa ja 90 % suhteellisessa ilmankosteudessa. Sekä kuvasta, että kaaviosta nähdään, että Acudyne 1000 antaa paremman pidon kosteissa olosuhteissa kuin vertailtava tuote. (Dow 2018.)



Kuvio 40: Korkeassa ilmankosteudessa tehty pitoa vertaileva testi (Dow 2018)

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyöhön saatiin tiivistettyä melko kattava valikoima erilaisia hiustenmuotoilutuotteiden instrumentaalisia testausmenetelmiä, joista Laurea sekä Laurean kauneudenhoitoalan koulutusohjelmien (AMK, YAMK) opiskelijat voisivat hyötyä. Tällainen laitehankinta avaisi Laurealle yhteistyömahdollisuuksia hiusalan yritysten kanssa. Laurea voisi toteuttaa yhdessä opiskelijoiden ja hiusalan yritysten kanssa projekteja liittyen hiustenmuotoilutuotteiden tuotekehitykseen tai markkinatutkimukseen.

Monet laitteista on suunniteltu tietynlaisia mittauksia varten, jolloin niiden käyttöalue jää varsin suppeaksi. Laurean edunmukaista olisi laitehankinta, joka mahdollisimman vähällä panostuksella olisi muokattavissa erilaisiin tutkimustarpeisiin. Monitoimisemman laitteen ansiosta Laurea pystyisi tarjoamaan yhteistyökumppaneille useampia tuoteominaisuuksia testaavia tutkimuksia, jolloin yhteistyömahdollisuudet lisääntyvät.

Monille laitteista on ominaista niiden raskas ja tilaa vievä rakenne, joka ahtaissa koululaboratorion tiloissa voi osoittautua laitteen hankinnan estäväksi tekijäksi. Opiskelijoiden vaihtuvuuden vuoksi laite ei saisi olla teknisesti liian haastava käyttää, jotta laitteen käyttökoulutus ja käytön ohjaaminen kuluttaisi mahdollisimman vähän henkilökunnan resursseja. Teknisesti yksinkertaisempi laite saattaa lisäksi olla anteeksiantavampi vasta-alkajalle kuin teknisesti haastavampi kokonaisuus.

Laurean tarpeet huomioon ottaen nousee tässä opinnäytetyössä esitellyistä laitteista monipuolisimmaksi MTT175 Miniature Tensile Tester. MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen perusrunko on muokattavissa lisäosilla useisiin erilaisiin mittauksiin. MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen voi muokata hiusten volyymin määrittelyyn, three-point bending -mittauksiin ja kammattavuuden mittaamiseen. Lisäksi se voidaan lisäosilla muokata omega loop -menetelmää vastaaviin mittauksiin. Näistä jokaiselle löytyy oma laite, jolla saatetaan saada tarkempia ja monipuolisempia tuloksia, mutta koulutuskäytössä MTT175 Miniature Tensile Tester on varmasti täysin riittävä. Edellä mainittujen menetelmien lisäksi MTT175 Miniature Tensile Tester -laite on mahdollista muokata tuotteen tahmeutta ja tuotteen tuomaa kitkaa mittaavaksi.

MTT175 Miniature Tensile Tester on perusrungoltaan varsin kevyt ja pienirakenteinen, jolloin sen sijoittaminen varsin ahtaisiinkin tiloihin on mahdollista. Perusrunkoon erikseen lisättävien lisäosien ansioista Laurealla on mahdollisuus päättää, mitä mittauksia kokee tarpeelliseksi sekä mahdollisuus tarpeen vaatiessa hankkia lisäosia.

## 8 Pohdinta

Tämän työn tarkoituksena oli etsiä Ammattikorkeakoulu Laurealle tietoa erilaisista hiustenmuotoilutuotteiden tuotekehityksessä käytettävistä instrumentaalisista testausmenetelmistä ja laitteista. Tavoitteena oli löytää Laurean tarpeisiin sopiva laite, joka palvelisi mahdollisimman monipuolisesti kauneudenhoidon koulutusohjelmien tarpeita. Tarve suomenkieliselle yhteenvedolle instrumentaalisista testausmenetelmistä oli selvä, sillä niistä oli varsin vaikea löytää tarkempaa sekä vapaasti saatavilla olevaa tietoa edes englanniksi. Monet laitteita valmistavat yritykset eivät myöskään olleet kiinnostuneita vastaamaan sähköpostiin, josta ilmeni kyselijän olevan opiskelija, eikä tällöin välttämättä potentiaalinen asiakas. Pätevän kirjallisuuden puuttuessa päädyin ratkaisuun ostaa itselleni jäsenyys Society of Cosmetic Chemists -yhteisöön, jonka kautta sain käyttööni Journal of Cosmetic Science -julkaisun, johon huomasin monen alamme oppikirjan viittaavan. Journal of Cosmetic Science koostuu kosmetiikka-alan tutkijoiden julkaisemista tutkimusartikkeleista ja se ilmestyy kuusi kertaa vuodessa. Julkaisun verkkoarkisto ulottuu aina vuoteen 1949 saakka. Ilman Journal of Cosmetic Science -julkaisun käyttömahdollisuutta tämän opinnäytetyön toteuttaminen olisi ollut erittäin haastavaa. Lähdemateriaalin hankala saatavuus kertoo tämän opinnäytetyön kaltaisen yleiskartoituksen tarpeesta.

Tiedon yhteen kokoamisen lisäksi opinnäytetyön tarkoituksen oli vastata Laurean tarpeeseen kartoittaa mahdollisuuksia laitehankintaa varten. Tuotekehitys ja kilpailijaseuranta ovat merkittävä osa kosmetiikkateollisuutta. Laitehankinnan avulla Laurea voisi tarjota kauneudenhoitoalan opiskelijoilleen käytännön näkökulman hiustenhoito- ja muotoilutuotteiden tuotekehitysvaiheeseen sekä jo markkinoilla olevien tuotteiden tutkimiseen. Laitehankinnalla Laurea pystyisi myös laajentamaan yhteistyömahdollisuuksiaan hiusalan toimijoiden kanssa, mikä tarjoaa opiskelijoille jälleen käytännön näkökulman sekä työelämälähtöisen lähestymistavan hiusalaan. Uskon opinnäytetyöstäni olevan hyötyä kauneudenhoitoalan koulutuksen kehittämässä sekä opiskelijoiden ammattitaidon syventämisessä hiustuotteiden tuotekehityksessä.

Opinnäytetyöhön kartoitetuista laitteista nousi monipuolisuudellaan esille MTT175 Miniature Tensile Tester -laitepohja, joka voidaan lisäosien avulla muokata moniin erilaisiin mittauksiin sopivaksi. Laite on perusrungoltaan varsin pieni, mikä vaikutti myös sen suositteluun Laurealle. Pienen kokonsa vuoksi niitä olisi mahdollista sijoittaa useampi Laurean laboratoriotiloihin, jolloin useampi opiskelija voisi työskennellä niiden parissa samaan aikaan. Muokattavuuden ansiosta Laurea voisi valita tarpeellisiksi kokemansa testit ja tehdä hankinnat niiden pohjalta. MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteella on mahdollista tutkia myös joitain sellaisia ominaisuuksia, joita tässä työssä ei käyty läpi, kuten esimerkiksi tuotteen tahmeus.

Vaikka opinnäytetyöhön saatiin koottua varsin hyvä valikoima erilaisia testausmenetelmiä, on kuitenkin hyvä pitää mielessä, että erilaisia laitteita ja sovelluksia niiden käytöstä löytyy lukemattomia. Työhön on koottu perinteisimpiä testausmenetelmiä, jotka ovat alalla hyvin



yleisesti tunnettuja. Tämän vuoksi suositellulle MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteelle saattaa markkinoilta löytyä hyviä kilpailevia laitteita samoilla tai useammilla ominaisuuksilla. Tämän vuoksi olisikin suositeltavaa, että seuraava askel tästä työstä olisi markkinoiden kar-toittaminen vastaavien laitteiden osalta sekä niiden välisten erojen määrittely.

Itse fyysisen laitteen lisäksi Laurea tarvitsee tietokoneohjelmistot, joilla ajaa testejä sekä oheismateriaalit testien suorittamiseen. Tietokoneohjelmistot hankitaan usein laitteiston suunnittelijalta. Oheismateriaalilla tarkoitetaan esimerkiksi testeissä käytettyjä hiuksia. Tes-teissä käytetyillä hiuksilla voi olla merkittävä vaikutus testien tuloksiin, jonka vuoksi niiden laatuun ja etenkin laadun tasaisuuteen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Esimerkiksi tehtaalla vaurioitetussa hiuksessa vaurioiden tason tulisi pysyä samana hiuserästä riippumat-ta. Tämän vuoksi luotettavan ja pätevän hiusta toimittavan yrityksen löytäminen on validien testien suorittamisen kannalta tärkeää.

Opinnäytetyön tekijä huomasi tiedonhankinnan haastavaksi, sillä lähdemateriaalia oli saata-villa suomeksi ja ilmaiseksi varsin niukasti. Tieteellisten artikkelien tutkiminen muulla kuin omalla äidinkielellä lisäsi työn haastavuutta. Lähdemateriaalia etsiessä työn tekijä sai katta-van kuvan siitä, mitä hiusalalla tällä hetkellä tutkitaan ja miten hiustuotteet ovat vuosien aikana kehittyneet. Työn tekijän kiinnostus tuotekehitystä kohtaan alkoi työharjoittelussa hiustuotteiden raaka-aineita valmistavassa yrityksessä, joka tarjosi lisäksi ulkopuolisille yri-tyksille instrumentaalisia mittauksia palveluna. Työn tekijä pääsi opinnäytetyön kautta syven-tämään työharjoittelussa saamiaan tietoja instrumentaalisista testausmenetelmistä. Opinnäy-tetyön kautta tekijä perehtyi aiheisiin esimerkiksi tekniikan ja fysiikan osa-alueilla, joihin ei ehkä muuten olisi perehtynyt. Opinnäytetyön tekijä pitikin työn tekoa kokonaisvaltaisena oppimistilaisuutena.

Lähteet

Painetut

Aust, L. 1998. *Cosmetic Claims Substantiation*, Cosmetic Science Technology Series Volume 18. New York: Marcel Dekker

Baki, G., Alexander, K. 2015. *Introduction to cosmetic formulation and technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Evans, T. & Wickett, R. 2012. *Practical Modern Hair Science*. Carol Stream: Allured Business Media

Fluhr, J. 2010. *Practical Aspects of Cosmetic Testing*. Berlin: Springer

Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. *Journal of Cosmetic Science*. vol 62. 453-467

Halal, J. 2002. *Hair Structure and Chemistry simplified*. Fourth Edition. Albany, NY: Milady, Thomson Learning.

Hoessel, P., Riemann, S., Knebl, R., Schroeder, J., Schuh, G., Castillo, C. 2010. Assessment of styling performance in hair gels nad hair sprays by means of a new two-point stiffness test. *Journal of Cosmetic Science*. vol 61, 343-352.

Jachowicz, J. 2002. Dynamic hairspray analysis III. Theoretical considerations. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53, 249-261.

Jachowicz, J., McMullen, R. 2002. Mechanical analysis of elasticity and flexibility of virgin and polymer-treated hair fiber assemblies. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53. 345-361.

Jachowicz, J., Yao, K. 2001. Dynamic hairspray analysis. II. Effect of polymer, hair type, and solvent composition. *Journal of Cosmetic Science*. vol 52. 281-295.

Jachowicz, J., Yao, K. 1996. Dynamic hairspray analysis. I. Instrumentation and preliminary results. *Journal of Cosmetic Science*. vol 47. 73-84.

Kaplan, P., Park, K., Qi, J., Yang, K. 2009. The shine problem in hair: Review of imaging methods and measures for luster. *Journal of Cosmetic Science*. vol 60. 111-123.

Lepilleur, C., Mully, J., Kyer, C., McCalister, P., Clifford, T. 2011. Use of statistical modeling to predict the effect of formlulation composition on coacervation, silicone deposition, and conditioning sensory performance of cationic cassia polymers. *Journal of Cosmetic Science*. vol 62. 161-177.

McMullen, R., Laura D., Chen S., Koelmel D., Zhang G., Gillece T. 2013. Determination of physicochemical properties of delipized hair. *Journal of Cosmetic Science*. vol 64, 355-370.

McMullen, R., Zhang, G., Gillece, T. 2015. Quantifying hair shape and hair damage induced during reshaping of hair. *Journal of Cosmetic Science*. Vol 66. 379-409.

McMullen R., Zisa, F., Jachowicz, J. 2009. Measurements of Hair Volume by Laser Stereometry. *Journal of Cosmetic Science*. vol. 60. 171-185.

Menkart, J., Wolfram, L. & Mao, I. 1966. Caucasian Hair, Negro Hair, and Wool: Similarities and Differences. *Journal of Cosmetic Science*. vol. 17. 796-787.

Robbins, C. 2012. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*, 5th Edition. Berlin: Springer

Robbins, C., Crawford, R. 1984. A method to evaluate hair body, Journal of Cosmetic Science. vol 35. 369-377.

a. Schrader, K. & Domsch, A. 2005. Cosmetology- Theory and Practice Volume 3. Ausburg: H. Ziolkowsky GmbH.

b. Schrader, K. & Domsch, A. 2005. Cosmetology- Theory and Practice Volume 1. Ausburg: H. Ziolkowsky GmbH.

Takashi, T., Hayashi, M., Okamoto, M. & Inoue, S. 2006. Morphology and properties of Asian and Caucasian hair. Journal of Cosmetic Science. vol. 57 .327-338

Wolfram, L. 1999. Methods for Claim Support in Cosmetology: Hair Cosmetics. Teoksessa Elsner, P., Merk, H. & Maibach, H. Cosmetics- Controlled Efficacy Studies and Regulation. 175-185. New York: Springer

#### Sähköiset

Dia-stron, MTT175 Miniature Tensile Tester Brochure. Viitattu 29.10.2018.  
<https://www.diastron.com/app/uploads/2018/06/Dia-Stron-MTT175-Brochure-V2.pdf>

Dow, What is the performance of the ACUDYNE™ 1000 Hair Styling Polymer? Viitattu 1.11.2018. [https://dowac.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/14892/related/1](https://dowac.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/14892/related/1)

Dpro Scientific, MTT175 Miniature Tensile Tester. Viitattu 9.5.2018.  
<http://www.dproscientific.com/dia-stron-mtt175.html>

European Commission, CosIng List of Functions. Viitattu 23.8.2018.  
[http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/index.cfm?fuseaction=ref\\_data.functions](http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/cosing/index.cfm?fuseaction=ref_data.functions)

pg Instruments, UvWin Instruction Manual UV/Visible Spectrophotometer Version 5.0. Viitattu 9.5.2018.  
[http://www.tresser-instruments.de/files/uvwin\\_50\\_software\\_operation\\_manual\\_v2.pdf](http://www.tresser-instruments.de/files/uvwin_50_software_operation_manual_v2.pdf)

The Nobel Prize in Physics 2009 Press release. Viitattu 31.10.2018.  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2009/press-release/>

#### Julkaisemattomat

Stable Micro Systems 2018. Hair Combing Rig, Texture Analysis with the TA.XT.plus Texture Analyzer.

#### Kuviolähteet

Kuvio 1: Elektromikroskooppikuva poikkileikatusta hiuksesta. Nano Werk. 2015. Electron microscopy leads to discovery of new structural features of human hair.  
<https://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/newsid=40919.php>

Kuvio 2: Poikkileikkaus hiuksesta. Permanence, How hair grows. Viitattu 9.5.2018.  
<http://permanence.com.au/about-electrolysis-2/how-hair-grows/>

Kuvio 3: Kammattavuutta mittaava Dia-Stron Miniature Tensile Tester. Dpro Scientific, MTT175 Miniature Tensile Tester. viitattu 9.5.2018. <http://www.dproscientific.com/dia-stron-mtt175.html>

Kuvio 4: MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen perusrunko. Dpro Scientific. MTT175 Miniature Tensile Tester. viitattu 9.5.2018. <http://www.dproscientific.com/dia-stron-mtt175.html>

Kuvio 5: MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen lisäosat kammattavuusmittauksiin. Dpro Scientific. viitattu 9.5.2018. <http://www.dproscientific.com/dia-stron-mtt175.html>

Kuvio 6: Stable Micro Systems TA.XT.plus Texture Analyzer - kammattavuuteen personoitu laite. Lähikuvassa kamman ylä- ja alapuolella hiusta ohjaavat tangot. Stable Micro Systems 2018. Hair Combing Rig, Texture Analysis with the TA.XT.plus Texture Analyzer.

Kuvio 7: Hiusliuskan kampaamiseen tarvittu voima ajan funktiona. Stable Micro Systems 2018. Hair Combing Rig, Texture Analysis with the TA.XT.plus Texture Analyzer.

Kuvio 8: Kuvaaja kamman kohtaamasta vastustuksesta eri kohdissa hiuspituutta. Stable Micro Systems 2018. Hair Combing Rig, Texture Analysis with the TA.XT.plus Texture Analyzer.

Kuvio 9: Kierroskohtainen maksimivoima kammattavuusmittauksessa. Stable Micro Systems 2018. Hair Combing Rig, Texture Analysis with the TA.XT.plus Texture Analyzer.

Kuvio 10: BASF testilaite. Carecreations BASF. Viitattu 20.9.2018. [https://www.carecreations.basf.com/images/default-source/science-excellence/claim-support/claim-support\\_content1.jpg?sfvrsn=da60f960\\_2](https://www.carecreations.basf.com/images/default-source/science-excellence/claim-support/claim-support_content1.jpg?sfvrsn=da60f960_2)

Kuvio 11: Kaaviokuva three-point bending - menetelmästä Jachowiczin ja McMullenin mukaan. Jachowicz, J., McMullen, R. 2002. Mechanical analysis of elasticity and flexibility of virgin and polymer-treated hair fiber assemblies. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53

Kuvio 12: Dia-Stronin MTT175 Miniature Tensile Tester muokattuna three-point bending -mittauksiin. Dia-stron, MTT175 Miniature Tensile Tester Brochure. Viitattu 29.10.2018. <https://www.diastron.com/app/uploads/2018/06/Dia-Stron-MTT175-Brochure-V2.pdf>

Kuvio 13: Esimerkki three-point bending - menetelmällä saaduista tuloksista. Jachowicz, J., McMullen, R. 2002. Mechanical analysis of elasticity and flexibility of virgin and polymer-treated hair fiber assemblies. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53

Kuvio 14: Three-point bending - testi suoritettuna käsittelemättömille hiuksille. Jachowicz, J., McMullen, R. 2002. Mechanical analysis of elasticity and flexibility of virgin and polymer-treated hair fiber assemblies. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53

Kuvio 15: Lasilevyjen väliin aseteltu hiusliuska. Hoessel, P., Riemann, S., Knebl, R., Schroeder, J., Schuh, G., Castillo, C. 2010. Assessment of styling performance in hair gels nad hair sprays by means of a new two-point stiffness test. *Journal of Cosmetic Science*. vol 61, 343-352.

Kuvio 16: BASF käyttämä kampauseräväline. Hoessel, P., Riemann, S., Knebl, R., Schroeder, J., Schuh, G., Castillo, C. 2010. Assessment of styling performance in hair gels nad hair sprays by means of a new two-point stiffness test. *Journal of Cosmetic Science*. vol 61, 343-352.

Kuvio 17: two-point- bending mittauslaite Texture Analyzer TA.XTPLUS. Hoessel, P., Riemann, S., Knebl, R., Schroeder, J., Schuh, G., Castillo, C. 2010. Assessment of styling performance in hair gels nad hair sprays by means of a new two-point stiffness test. *Journal of Cosmetic Science*. vol 61, 343-352.

Kuvio 18: two-point bending menetelmällä saatu voimakäyrä. . Hoessel, P., Riemann, S., Knebl, R., Schroeder, J., Schuh, G., Castillo, C. 2010. Assessment of styling performance in hair gels nad hair sprays by means of a new two-point stiffness test. *Journal of Cosmetic Science*. vol 61, 343-352.

Kuvio 19: Kaaviokuva TA-XT2 Texture Analyzer -laitteella suoritettavasta omega loop -mittauksesta. Jachowicz, J., McMullen, R. 2002. Mechanical analysis of elasticity and flexibility of virgin and polymer-treated hair fiber assemblies. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53. 345-361

Kuvio 20: Kaaviokuva pleksilasiseen ilmastokaappiin rakennetusta mittaustaitteistosta, jossa hiuslakka suihkutetaan hiukseen mittaustaikalla. Jachowicz, J., Yao, K. 1996. Dynamis hair-spray analysis. I. Instrumentation and preliminary results. *Journal of Cosmetic Science* vol 47. 73-84.

Kuvio 21: Omega loop - menetelmällä saatuja tuloksia ilmoitettuna voima etäisyyden funktiona. Jachowicz, J., McMullen, R. 2002. Mechanical analysis of elasticity and flexibility of virgin and polymer-treated hair fiber assemblies. *Journal of Cosmetic Science*. vol 53. 345-361

Kuvio 22: Vasemmalla kuvassa käsittelemättömät kaukasialaiset ruskeat hiukset, keskellä samat hiukset vaalennuskäsittelyn jälkeen ja oikealla samat hiukset käsiteltynä polykvaaternium -55:llä. McMullen R., Zisa, F., Jachowicz, J. 2009. Measurements of Hair Volume by Laser Stereometry. *Journal of Cosmetic Science*. vol. 60. 171-185.

Kuvio 23: Polyvinyylipyrrolidoni K30:llä käsitellyt hiukset ylhäällä normaali huoneistolosuhteissa ja alla altistettuna 90 % suhteelliselle ilmankosteudelle. McMullen R., Zisa, F.,

Kuvio 24: Erialaisten hiuslaatuojen volyymin arviointia kuva-analyysin avulla. McMullen R., Zisa, F., Jachowicz, J. 2009. Measurements of Hair Volume by Laser Stereometry. *Journal of Cosmetic Science*. vol. 60. 171-185.

Kuvio 25: MTT175 Miniature Tensile Tester muokattuna hiusten volyymin mittaukseen. Diastron, MTT175 Miniature Tensile Tester Brochure. Viitattu 30.10.2018. <https://www.diastron.com/app/uploads/2018/06/Dia-Stron-MTT175-Brochure-V2.pdf>

Kuvio 26: Hiusten volyymin mittaukseen muokattu MTT175 Miniature Tensile Tester sivusta päin. allbiz MTT175 Hair Tensile Machine. Viitattu 30.10.2018. <https://my.all.biz/mtt175-hair-tensile-machine-g66193>

Kuvio 27: Robbinsin ja Crawfordin (1984, 371) hiusten volyymin mittaavaa laitetta varten valmistuttama levy. Robbins, C., Crawford, R. 1984. A method to evaluate hair body, *Journal of Cosmetic Science*. vol 35. 369-377.

Kuvio 28: Instron Tensile Tester muokattuna hiusten volyymin mittaukseen. Robbins, C., Crawford, R. 1984. A method to evaluate hair body, *Journal of Cosmetic Science*. vol 35. 369-377.

Kuvio 29: Hiushipun painon vaikutus maksimihalkaisijaan . Robbins, C., Crawford, R. 1984. A method to evaluate hair body, *Journal of Cosmetic Science*. vol 35. 369-377.

Kuvio 30: MTD -metodilla testatut lisää volyymin hiuksiin lupaavat shampooot. Robbins, C., Crawford, R. 1984. A method to evaluate hair body, *Journal of Cosmetic Science*. vol 35. 369-377.

Kuvio 31: Kolmiulotteinen laserstereometri. McMullen R., Zisa, F., Jachowicz, J. 2009. Measurements of Hair Volume by Laser Stereometry. *Journal of Cosmetic Science*. vol. 60. 171-185.

Kuvio 32: Luonnonkihara hius (A) ja sama hius suoristuskäsittelyn jälkeen (B) kuvattuna kolmiulotteisella laserstereometrillä (C,D). McMullen, R., Zhang, G., Gillece, T. 2015. Quantifying hair shape and hair damage induced during reshaping of hair. *Journal of Cosmetic Science*. Vol 66. 379-409.

Kuvio 33: Kuvion 22 eri hiuslaadut kuvattuna kolmiulotteisella laserstereometrillä. McMullen R., Zisa, F., Jachowicz, J. 2009. Measurements of Hair Volume by Laser Stereometry. Journal of Cosmetic Science. vol. 60. 171-185.

Kuvio 34: Ospira Shine-Box kuvattuna sisältä. Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. Journal of Cosmetic Science. vol 62. 453-467

Kuvio 35: Vasemmalla kuvattuna pintaheijastuma, oikealla hiuksen sisältä heijastunut valo. Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. Journal of Cosmetic Science. vol 62. 453-467

Kuvio 36: Kaava kiillon arvon laskemiseen. Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. Journal of Cosmetic Science. vol 62. 453-467

Kuvio 37: Hiusten kimalteen määrittelyä varten neljästä eri valon tulokulmasta otetut kuvat. Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. Journal of Cosmetic Science. vol 62. 453-467

Kuvio 38: Kuvion 37 kuvista määritellyt kimallepisteet. Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. Journal of Cosmetic Science. vol 62. 453-467

Kuvio 39: Ospira Shine-Boxilla saadut tulokset neljästä eri shampoosta rinnakkain kuluttajapaneelin tulosten kanssa. Hagens, R., Wiersbinski, T., Becker, M., Weisshaar, J., Schreiner, V., Wenck, H. 2011. Qualification of an automated device to objectively assess the effect of hair care products on hair shine. Journal of Cosmetic Science. vol 62. 453-467

Kuvio 40: Korkeassa ilmankosteudessa tehty pitoa vertaileva testi. Dow, What is the performance of the ACUDYNE™ 1000 Hair Styling Polymer? Viitattu 1.11.2018.  
[https://dowac.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/14892/related/1](https://dowac.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/14892/related/1)

## Kuviot

Kuvio 1: Elektromikroskooppikuva poikkileikatusta hiuksesta (Nano Werk 2015) .....	8
Kuvio 2: Poikkileikkaus hiuksesta (Permanence 2018) .....	9
Kuvio 3: Kammattavuutta mittaava Dia-Stron Miniature Tensile Tester (Dpro Scientific 2018)	17
Kuvio 4: MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen perusrunko (Dpro Scientific 2018) .....	18
Kuvio 5: MTT175 Miniature Tensile Tester -laitteen lisäosat kammattavuusmittauksiin (Dpro Scientific 2018).....	18

Kuvio 6: Stable Micro Systems TA.XT.plus Texture Analyzer - kammattavuuteen personoitu laite. Lähikuvassa kamman ylä- ja alapuolella hiusta ohjaavat tangot. (Stable Micro Systems 2018) .....	19
Kuvio 7: Hiusliuskan kampaamisen tarvittu voima ajan funktiona (Stable Micro Systems 2018)	20
Kuvio 8: Kuvaaja kamman mittaamasta vastuksesta eri kohdissa hiuspituutta (Stable Micro Systems 2018) .....	21
Kuvio 9: Kierroskohtainen maksimivoima kammattavuusmittauksessa (Stable Micro Systems 2018) .....	22
Kuvio 10: BASF:n three-point bending menetelmän testilaitte (Carecreations BASF 2018) .....	24
Kuvio 11: Kaaviokuva three-point bending -menetelmästä Jachowiczin ja McMullenin mukaan (2002, 351) .....	25
Kuvio 12: Dia-Stronin MTT175 Miniature Tensile Tester muokattuna three-point bending -mittauksiin (Dia-Stron 2018) .....	25
Kuvio 13: Esimerkki three-point bending -menetelmällä saaduista tuloksista (Jachowicz & McMullen 2002, 355).....	25
Kuvio 14: Three-point bending -testi suoritettuna käsittelemättömille hiuksille (Jachowicz & McMullen 2002, 353).....	26
Kuvio 15: Lasilevyjen väliin aseteltu hiusliuska (Hoessel ym 2010, 347).....	27
Kuvio 16: BASF:n käyttämä kampaussapuväline (Hoessel ym 2010, 346) .....	27
Kuvio 17: two-point bending -mittauslaitte Texture Analyzer TA.XTPLUS (Hoessel ym 2010, 347).....	28
Kuvio 18: two-point bending -menetelmällä saatu polymeerikalvon rikkoutumiseen tarvittavaa voimaa kuvaava käyrä (Hoessel ym 2010, 348) .....	28
Kuvio 19: Kaaviokuva TA-XT2 Texture Analyzer -laitteella suoritettavasta omega loop -mittauksesta. (Jachowicz & McMullen 2002, 348) .....	29
Kuvio 20: Kaaviokuva pleksilasiseen ilmastokaappiin rakennetusta mittauslaitteistosta, jossa hiuslakka suihkutetaan hiukseen mittauspaikalla (Jachowicz & Yao 1996, 76).....	31
Kuvio 21: Omega loop -menetelmällä saatuja tuloksia ilmoitettuna voima etäisyyden funktiona. (Jachowicz & McMullen 2002,354) .....	32
Kuvio 22: Vasemmalla kuvassa käsittelemättömät kaukasialaiset, ruskeat hiukset, keskellä samat hiukset vaalennuskäsittelyn jälkeen ja oikealla samat hiukset käsiteltynä polykvaternium -55:llä (McMullen ym 2009, 177) .....	33
Kuvio 23: Polyvinyylipyrrolidoni K-30:llä käsitellyt hiukset ylhäällä normaali huoneisto-olosuhteissa ja alla altistettuna 90 % suhteelliselle ilmankosteudelle (McMullen ym 2019, 183)	33
Kuvio 24: Eriolaisten hiuslaatuojen volyymin arviointia kuva-analyysin avulla (McMullen ym 2009, 175).....	34

Kuvio 25: Hiusten volyymia mittaava MTT175 Miniature Tensile Tester sivusta päin (allbiz 2018) .....	35
Kuvio 26: MTT175 Miniature Tensile Tester muokattuna hiusten volyymin mittaukseen (Dia-Stron 2018).....	35
Kuvio 27: Robbinsin ja Crawfordin (1984, 371) hiusten volyymia mittaavaa laitetta varten valmistuttama levy .....	36
Kuvio 28: Instron Tensile Tester muokattuna hiusten volyymin mittaukseen (Robbins & Crawford 1984, 370).....	36
Kuvio 29: Hiusnipun painon vaikutus maksimihalkaisijaan (Robbins & Crawford 1984, 374) ...	36
Kuvio 30: MTD -metodilla testatut lisää volyymia hiuksiin lupaavat shampoot (Robbins & Crawford 1984, 376).....	37
Kuvio 31: Kolmiulotteinen laserstereometri (McMullen ym 2009, 172) .....	37
Kuvio 32: Luonnonkihara hius (A) ja sama hius suoristuskäsittelyn jälkeen (B) kuvattuna kolmiulotteisella laserstereometrillä (C,D) (McMullen ym 2015, 385).....	38
Kuvio 33: Kuvion 22 eri hiuslaadut kuvattuna kolmiulotteisella laserstereometrillä (McMullen ym 2009, 176) .....	39
Kuvio 34: Opsira Shine-Box kuvattuna sisältä (Hagens ym 2011, 455).....	41
Kuvio 35: Vasemmalla kuvattuna pintaheijastuma, oikealla hiuksen sisältä heijastunut valo (Hagens ym 2011, 456).....	41
Kuvio 36: Kaava kiillon arvon laskemiseen (Hagens ym 2011, 456) .....	42
Kuvio 37: Hiusten kimalteen määrittelyä varten neljästä eri valon tulokulmasta otetut kuvat (Hagens ym 2011, 458).....	42
Kuvio 38: Kuvion 37 kuvista määritellyt kimallepisteet (Hagens ym 2011, 458).....	43
Kuvio 39: Opsira Shine-Boxilla saadut tulokset neljästä eri shampoosta rinnakkain kuluttajapaneelin tulosten kanssa (Hagens ym 2011, 460) .....	43
Kuvio 40: Korkeassa ilmastosteudessa tehty pitoa vertaileva testi (Dow 2018) .....	46

#### Taulukot

Taulukko 1: Polymeerien pidon arviointi BASF:n suunnitteleman testin tulosten mukaan (Schrader & Domsch 2005b, 224) .....	24
---	----



Liitteet  
58

Liite 1: Syoss Fiber Flex -mainos ..... 58

Liite 1: Syoss Fiber Flex -mainos

