

Johanna Mustonen

# **Kylmäleivontaa hyödyntävän leivän leivontaprosessin tuotekehitys**

Case Pirjon Pakari

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Yleinen elintarviketeknologia

Tekijä: Johanna Mustonen

Työn nimi: Kylmäleivontaa hyödyntävän leivän leivontaprosessin tuotekehitys

Ohjaaja: Pekka Maijala

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 30

Liitteiden lukumäärä: 7

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ciabattalle rapeampi kuori. Toimeksiantaja oli Pirjon Pakari Oy. Aihetta tutkittiin ensin teorian kautta, sen jälkeen siirryttiin leivontakokeisiin. Leipäkokeissa tehtiin variaatioita pakkausmateriaalille, paistotiheydelle ja höyrytyksen määrälle teoriasta saatujen tietojen perusteella. Variaatioina vaihdettiin muovinen pakkausmateriaali paperipussiin, paistettiin leipiä harvemmassa ja annettiin leiville paiston alussa tavallista enemmän höyryä

Leipien kuorta tutkittiin rakennemittarilla TA-XT2. Rakennemittari on helppo ja nopea tapa mitata tuotteen fyysisiä ominaisuuksia, kun on tarpeellista arvioida tuotetta aistinvaraista mittausta perusteellisemmin. Mittauksista saatiin selville kuoren kannalta paras tapa paistaa ja pakata rapeakuorinen ciabatta.

Tuloksista havaittiin, että koesarjassa, jossa uunin alkulämpötila oli korkeampi, saatiin ciabattalle kovempi kuori. Pussin merkitys kuoren kovuuteen oli, että paperipussi hengittää muovia paremmin ja leipä säilyttää rapeutensa.

Avainsanat: leipä, tuotekehitys, prosessi, ciabatta, kylmäleivonta

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Food Processing and Biotechnology

Specialisation: General Food Technology

Author: Johanna Mustonen

Title of thesis: Product Development of the Bread Baking Process which Utilises Cold Fermentation

Supervisor: Pekka Maijala

Year: 2017

Number of pages: 30

Number of appendices: 7

---

The aim of this thesis was to develop a more crunchy crust for ciabatta. The principal of this thesis was Pirjon Pakari Oy. Initially the theory of this subject was studied and then it proceeded to baking experiments. In the baking experiments variations were made with the packaging material, density of baking and the amount of steaming needed; which was based on the information obtained in the theory part. As variations the plastic package material was changed to a paper bag, the breads were baked more lightly and given more steam at the beginning of baking.

The crust of the breads were studied using a texture analyser TA-XT2. The texture analyser is an easy and fast way to measure the physical characteristics of a product when it is necessary to evaluate the product more comprehensively than by sensory analysing. Using these measurements, the best way to bake and package a crusty ciabatta was discovered.

From the results, it was found that the test series in which the starting temperature of the oven was higher a harder crust was obtained on the bread.

The significance of the bag with regard to the hardness of the crust was that a paper bag is more breathable than a plastic bag and the bread retains its crispiness.

Keywords: bread, product development, process, ciabatta, cold baking

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Työn tausta.....	7
1.2 Työn tavoite.....	7
1.3 Työn rakenne.....	7
1.4 Yhteistyöyritys Pirjon Pakari Oy.....	8
2 LEIVÄN LEIVONNAN VALMISTUSPROSESSI.....	9
2.1 Yleisesti viljoista.....	9
2.2 Leivän leivontaprosessi.....	9
3 LEIVONTA-AJAN PIDENTÄMINEN KYLMÄLEIVONNALLA.....	11
3.1 Kylmäleivonnassa huomioitavia seikkoja suoraleivontaan verrattuna.....	11
4 LEIVÄN PAISTAMINEN.....	12
4.1 Paistamisen vaikutus leivän rakenteeseen.....	12
4.2 Leivän kuoren muodostuminen ja uuninisuus.....	12
4.3 Höyrytyksen merkitys kuoren muodostumiselle.....	12
4.4 Paistamisen jälkeen.....	13
5 TUOTEKEHITYSPROSESSI LEIPOMOSSA.....	14
5.1 Tuotekehityksen teoriaa.....	14
5.2 Ciabattan alkuperä.....	15
6 LEIVONTAKOKEET, PROSESSIN VIEMINEN LEIPOMOON.....	16
6.1 Nykyinen prosessi.....	16
6.2 Leivontakokeet.....	16
7 RAKENTEEN ANALYSOINTI.....	17
7.1 Rakennetutkimus mittarilla ja menetelmä mittaukseen.....	17
7.2 Rakennemittari TA-XT2.....	18

7.3 Tuotteen rakennemittaukset.....	19
7.4 Leipien dokumentointi .....	19
7.4.1 Aistinvarainen rakennemittaus .....	22
<b>8 TULOKSET .....</b>	<b>23</b>
8.1 Leivontakokeiden tulokset, nostatuskorilla .....	23
8.2 Leivontakokeiden tulokset, nostatus ilman koreja .....	23
8.3 Eri käsittelyjen vaikutukset leivän kuoren kovuuteen .....	25
8.4 Eri käsittelyjen vaikutukset kuoren kovuuteen, tarkat arvot.....	27
<b>9 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>28</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>31</b>

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Höyrytyksen merkitys kuoren muodostuksessa .....	13
Kuva 2. Esimerkki rakennemittauksesta .....	17
Kuva 3. Esimerkki rakennemittauksesta, muutos.....	17
Kuva 4. Rakennemittari TA-XT2. ....	19
Kuva 5. Ciabatta, ensimmäinen erä. ....	20
Kuva 6. Ciabatta, toinen erä. ....	20
Kuva 7. Rustiikkiset ciabatat, kolmas erä.....	21
Kuva 8. Ciabatta, kolmas erä. ....	21
Kuva 9. Ciabatta neljäs erä.....	22
Kuva 10. Leipä, nostatettu korilla. ....	23
Kuvio 1. Höyrykäsittelyn vaikutus kuoren kovuuteen. ....	25
Kuvio 2. Pakkausmateriaalin vaikutus kuoren kovuuteen. ....	26
Kuvio 3. Paistotiheyden vaikutus kuoren kovuuteen. ....	26
Taulukko 1. Rakennemittarin tekniset tiedot .....	18
Taulukko 2. Tulos höyryn määrän mukaan. ....	27
Taulukko 3. Tulos pakkausmateriaalin mukaan. ....	27
Taulukko 4. Tulos paistotiheyden mukaan.....	27

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Ciabatta</b>	Italialaista alkuperää oleva vehnäleipä. Nimi viittaa leivän muotoon, joka tarkoittaa italiaksi 'tohvelia'.
<b>Kylmäleivonta</b>	Kylmäleivonta tarkoittaa leivonnassa tuotetta, jonka leivonnan ja paiston väli on tavallista pidempi kylmiössä tapahtuvan useiden tuntien levon takia.
<b>Sakoluku</b>	Sakoluku mittaa viljan entsyymiaktiivisuutta.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Leipomoiden on koko ajan kehitettävä uusia tuotteita, jotta voidaan vastata kuluttajien vaatimuksiin. Lisäksi leipomon tuotteiden on oltava korkealaatuisia tiukassa kilpailutilanteessa. Pirjon Pakari leipoo kerran viikossa ciabatta-leipää, mutta toivoo kehitysehdotuksia leivän kuoren rakenteeseen.

## 1.2 Työn tavoite

Tässä työssä esitetään kehitysehdotuksia ciabatta-leivän kuoren rapeuttamiseen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on

- prosessin tuotekehitys
- leivottavan leivän tekemiseen osallistuminen
- leivän analysointi rakennemittarilla.

## 1.3 Työn rakenne

Johdannon jälkeen toisessa luvussa käsitellään yleisesti leivän leivonnan prosessia. Leivonta-ajan pidentämistä kylmäleivonnalla käsitellään kolmannessa luvussa. Leivän paistamista prosessina käsitellään neljännessä luvussa, jonka jälkeen perehdytään leipomon tuotekehitysprosessiin. Kuudes luku kertoo koeleivonnoista ja prosessin viemisestä leipomoon. Sen jälkeen kerrotaan rakenteen analysoinnista, tuotteen rakennemittauksesta ja viimeisessä luvussa kerrotaan tuloksista.



## 1.4 Yhteistyöyritys Pirjon Pakari Oy

Pirjon Pakarin perustivat yhdessä Pirjo ja Hannu Malmivaara. Pirjon Pakarin ensimmäinen leipomo on perustettu 1985 Honkajoelle. Leipää leivotaan toisessa polvessa, ja Pirjon Pakarin mottona on tarjota uunituoretta, käsin leivottua laadukasta leipää. Pirjon Pakarin intohimona on kehittää tuotteista maukkaampia, terveellisempiä ja laadukkaampia. Uusien makujen syntyminen ei ole sattumaa, vaan ne ovat tarkkaan harkittuja ja tuotteiden raaka-aineet ovat lähellä tuotettuja. Pirjon Pakari tunnetaan myös laadukkaista Hannun 100 % gluteenittomista sämpylöistä. Palkintoja Pirjon Pakarilla on mm. Vuoden gluteeniton yritys (2007), Vuoden gluteeniton tuote (2014) ja finalistina arvostetussa Vuoden suomalainen elintarvike-kilpailussa vuonna 2015. Pirjon Pakarin arvoja ovat tuoreus, lisäaineettomuus, lähellä tuotettu, puhtaus, terveellisyys, paikallisuus sekä korkea laatu. (Pirjon Pakari, [Viitattu 21.3.2017].)

## 2 LEIVÄN LEIVONNAN VALMISTUSPROSESSI

Leivän valmistus on periaatteessa aina samanlainen prosessi: taikinan valmistus, muokkaus paloiksi ja paisto valmiiksi tuotteeksi. Nämä vaiheet ovat valmistuspai-koissa aina samat, vaikka taikinaerän koko ja tuotannon automaatio vaihtelisi ko-tona leivotusta yhdestä leivästä aina isojen leipomoiden kymmenien litrojen taiki-noihin, jotka kulkevat koneellisesti uuniin paistettaviksi.

### 2.1 Yleisesti viljoista

Viljojen kokonaistuotanto on kasvanut tällä vuosikymmenellä. Eniten Suomessa tuotetaan ohraa, seuraavaksi tulee vehnä, kaura ja vähäisimpänä ruis. Suurin osa ohrasta ja kaurasta käytetään eläinten rehuksi, noin 2 % menee elintarviketeollisuu-teen. Mallasohralla on iso merkitys ohran tuotannossa. (Leipätiedotus [Viitattu 18.01.2017].)

Leivät jaotellaan yleensä käytetyn viljan mukaisesti vehnä-, ohra-, kaura-, ruis- tai sekaleipiin. Täysjyväviljaa suositaan aiempaa enemmän, voidaan puhua jopa tren-distä. Uudet teknologiat ovat mahdollistaneet täysjyväleipien valmistuksen. Muutok-sia on tullut muun muassa myllyjen toimintaan sekä leivontaan. Tätä nykyä kuitu- ja ravintoainepitoisuutta voidaan nostaa lisäämällä leipään jyvän kuitujakeita. Kuituja-keet tuovat leipään myös makua. (Leipätiedotus [Viitattu 17.1.2017].)

Suomalaisten ravintosuositusten mukaan viljavalmisteen suositeltu päiväannos on naisille kuusi annosta ja miehille yhdeksän annosta. Enemmän kuin puolet käy-tetystä viljasta pitäisi olla täysjyvää. (Leipätiedotus [Viitattu 19.1.2017].)

### 2.2 Leivän leivontaprosessi

Leivän taikinan leipominen alkaa sekoittamalla hiiva veteen. Veteen voidaan lisätä hieman sokeria myös leivän valmistuksessa, hiivan toiminnan käynnistämiseksi, li-säksi lisätään jauhoja ja suolaa. Sekoituksen loppuvaiheessa lisätään mausteet ja muut nopeasti sekoitettavat aineet kuten siemenet, rusinat ja hedelmät. Taikinan

täytyy antaa levätä vaivauksen jälkeen kulhossa peitettynä, kuivumiselta ja vedolta suojattuna, jotta taikina hieman pehmenee ja kohoaa. Levon jälkeen tulee paloittelu eli leipurien kielellä ylöslyönti, jossa taikina pilkotaan oikean kokoisiksi paloiksi. Kun taikinapalat on paloitetu, leivät nostatetaan. Leipomossa paloitetut taikinapalat vietään nostatuskaappiin. Tämä vaihe voidaan myös korvata vaihtoehtoisesti kylmänostatuksella eli silloin leivät laitetaan lepäämään kylmiöön tai jääkaappiin, esimerkiksi yön yli. Kylmänostatuksen jälkeen täytyy ottaa huomioon isot lämpötilavaihtelut ja tuotteiden täytyy antaa lämmitä huoneenlämmössä ennen uuniin laittamista.

### 3 LEIVONTA-AJAN PIDENTÄMINEN KYLMÄLEIVONNALLA

#### 3.1 Kylmäleivonnassa huomioitavia seikkoja suoraleivontaan verrattuna

Leivonta-ajan pidentäminen kylmäleivonnalla on yhä tärkeämpi ja yleisempi leivontamuoto, koska sitä voidaan pitää leipomon järjestelyjä helpottavana ja kalliita yötyön tunteja säästävänä vaihtoehtona (Jussila 2014, 24). Kylmäleivottavassa taikinassa on huomioitava useita seikkoja, kuten reseptimuutokset, prosessimuutokset ja tuoteryhmän rajoitukset (Jussila 2014, 27).

**Reseptimuutokset.** Kylmäleivonta tarvitsee suoraleivontaa kovemman taikinan, eli nestettä lisätään vähemmän. Taikina saattaa tarvita gluteenilisää, mikäli kyseessä on kovin rouheinen taikina. Myös jauhонparanteita saatetaan tarvita. (Jussila 2014, 27.)

**Prosessimuutokset.** Suoraleivontaan verrattuna kylmäleivonta vaatii kylmemmän taikinan, jolla estetään hiivan liian aikainen ja tehokas toiminta. Taikina on vaivaimisvaiheessa vaivattava täyteen sitkoa, ylöslyönnissä on oltava normaalia pienempi taikinakoko lämpiämisen estämiseksi. Normaali taikinalepo voidaan jättää kokonaan pois. (Jussila 2014, 27.)

**Rajoitukset tuoteryhmässä.** Sakoluvultaan matalia jauhoja sekä rouheita ja siemeniä tulee välttää (Jussila 2014, 27).

## **4 LEIVÄN PAISTAMINEN**

Paistaminen on prosessina tuotteen kypsentämistä, siinä tapahtuu paljon muutakin, kuten esimerkiksi leipätaikinan paistamisessa leivän rakenteesta tulee huokoinen, pinta saa kauniin ruskean värinsä ja leipään muodostuu aromiaineita (Salovaara 2014, 28).

### **4.1 Paistamisen vaikutus leivän rakenteeseen**

Paistettaessa leipää noin 200 celsiusasteessa leivän sisälämpötila nousee 95–98 asteeseen ja taikinasta haihtuu 8–15 % vettä. Uuninouslyksi kutsutussa ilmiössä kaasurakkuloiden seinämät venyvät ja tilavuus kasvaa, kun sitko menettää elastisuutensa kypsymisen edetessä, noin 50–70 asteessa rakkuloiden seinämät hajoavat ja vapauttavat kaasut. Paistamisessa lämpöä siirtyy taikinaan sisäpinnoista lämpösäteilyllä, pohjan tai vuoan kautta johtumalla sekä kuljettumalla ja massansiirron avulla erityisesti paistohöyrytyksessä. (Salovaara 2014, 28–29.)

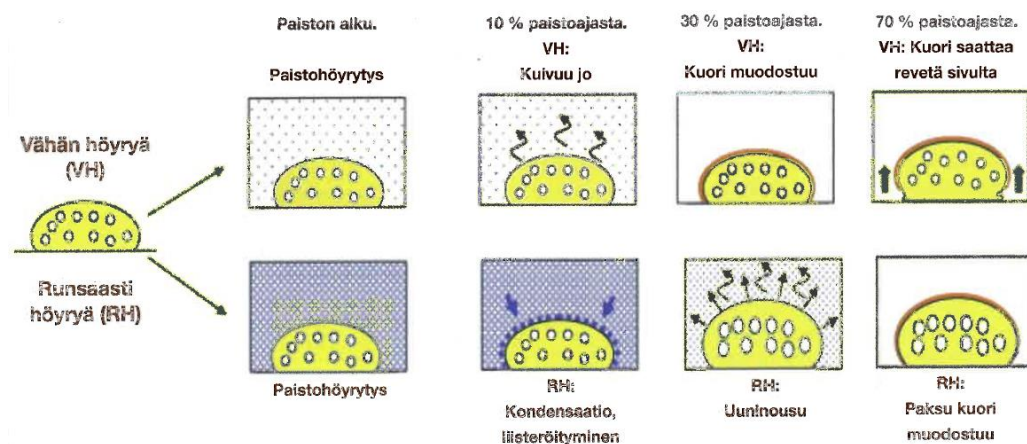
### **4.2 Leivän kuoren muodostuminen ja uuninously**

Paistettaessa leipään muodostuu kuori, kun leivän pintalämpötila on 130–180 °C. Leivän pintaosassa syntyy myös väri- ja aromiaineita Maillard-reaktion kautta. (Salovaara 2014, 28.) Maillardin reaktiossa aminohapot reagoivat pelkistävien sokereiden kanssa muodostaen ruskeaa väriä ja aromeja (Fellows, 2009, 57). Uuninouslyssa taikinapalan tilavuus kasvaa nopeasti, johtuen hiivan toiminnan kiihtymisestä, sen tuottaneen hiilidioksidin vapautumisesta nesteestä ja hiilidioksidikaasun lämpölaajenemisesta (Salovaara 2013, 32).

### **4.3 Höyrytyksen merkitys kuoren muodostumiselle**

Paistohöyrytyks on varsinkin paiston alussa tehokas tapa siirtää lämpöä taikinan pintaan, koska höyry kondensoituu taikinan pinnalle luovuttaen samalla lämpöenergi-

aansa ja nopeuttaen taikinän lämpenemistä. Tämä on erityisen tärkeää, kun halutaan valmistaa patongin tai polakan tyyppisiä paksukuorisia leipiä. Tiivistyvä höyry säilyttää taikinän pinnan elastisena pidempään ja edistää taikinapalan tilavuuden kasvamista ja siten uuninousua. Kondensoituvaa höyryä vaikuttaa myös leivän pinnalla olevan tärkkelyksen liisteröitymiseen, sillä mitä enemmän höyryä on, sitä enemmän tärkkelyksellä on vettä käytettäväänään. Tämäkin on hyödyllinen tieto, kun halutaan saada leipään kova ja kiiltävä kuori. Tästä havainnollistava kuvasarja on Höyrytyksen merkitys kuoren muodostuksessa (kuva 1). (Salovaara & Kanerva 2015, 29–30; Salovaara 2014, 29–30.)



Kuva 1. Höyrytyksen merkitys kuoren muodostuksessa (Salovaara 2014, 30).

#### 4.4 Paistamisen jälkeen

Paistamisen jälkeen leivät tulee jäähdyttää huolellisesti ennen pakkaamista, sillä haihtuva kosteus pussissa pehmentää kuoren. Rei'itetty eli perforoitu pussi tai paperinen pussi auttaa pitämään kuoren rapeampana kuin muovipussi. (Leipätiedotus [Viitattu 8.4.2017].)

## 5 TUOTEKEHITYSPROSESSI LEIPOMOSSA

### 5.1 Tuotekehityksen teoriaa

Jussilan (2013, 20) mukaan ”*Tuotekehityksen tavoitteena on kokonaan uusien tuotteiden synty tai nykyisten tuotteiden parantaminen vastaamaan entistä paremmin asiakkaiden tarpeita.*”

Yrityksen toiminnalle on tärkeää pystyä kehittämään tai uudistamaan tuotteitaan, sillä tuotteiden elinkaaret ovat lyhentyneet koko ajan. Yrityksen on ”haistettava” uudet trendit. On tärkeää lähteä niihin nopeasti mukaan, ettei kilpailija ehdi edelle tai koko trendi ole mennyt jo ohi. (Jussila 2013, 20.)

Valmistajalla on eri kanavia, joita kautta tuotteita voidaan jakaa asiakasryhmille, jotka myyvät tuotteen kuluttajille. Tässä tapauksessa leipomo on valmistaja, joka myy tuotettaan vähittäiskaupalle tai suoraan kuluttajalle. Välissä voi olla myös tukkukauppa, jos valmistaja tai maahantuojat tuottaa isompia eriä tai raaka-aineita. (Jussila 2013, 20.)

Tuotesuunnittelu on osa markkinointisuunnittelua. Sen tavoitteena on löytää toteutettavissa oleva valmistustapa tuoteidealle ja samalla löytää sellaista lisäarvoa, joka tekee ajattelulle kohderyhmälle tuotteesta mahdollisimman hyödyllisen ja houkuttelevan. (Jussila 2013, 20–21.)

Markkinoinnin kilpailukeinoja tuotteen ohella ovat hinnalla kilpailu, tuotteen saatavuus ja markkinointiviestintä, jota kutsutaan myös 4P-malliksi. Lyhenne tulee sanoista Product, Price, Place ja Promotion. (Jussila 2013, 21.)

Tuotekehityksen onnistumisen kannalta tärkeitä kohtia ovat muun muassa ideoiden määrä, mitä uutta idea tuo kuluttajalle, ja kehitysohjelman sujuvuus. Tuoteideasta kannattaa kirjoittaa tai piirtää kuvaus paperille, sen jälkeen leivotaan monia versioita ja näistä koeleivonnosta valitaan paras. Aikataulun pitävyys ja eri osa-alueiden eteneminen on hyvä tarkistaa säännöllisin väliajoin. Koemaistatukset ovat tärkeitä. On syytä varmistaa, että kaikki työntekijät ovat tietoisia tuotteesta ja että päätöksenteko on riittävän selkeää. (Jussila 2013, 21.)

## 5.2 Ciabattan alkuperä

Ciabatta on alun perin peräisin Italiasta. Arnaldo Cavallari, mylläri, väittää keksineensä uuden leivän 1982. Hän kutsui leipää nimellä Ciabatta Polesano. Cavallari rekisteröi nimen Ciabatta Italiana itselleen vuonna 1989. Joidenkin lähteiden mukaan ciabatta-leipä on ollut olemassa jo paljon aiemmin. Cavallari lisäsi patonkitaikinaan paljon vettä niin että taikinasta tuli erittäin pehmeä ja liukas. Ciabatta muistuttaa hieman ylisuurta patonkia. Cavallari painottaa vanhanaikaisen leivän makua. Vuonna 1985 Marks & Spencer toi myyntiin ciabattan ensimmäisenä Isossa-Britanniassa. (Stummer 1999.)



## 6 LEIVONTAKOKEET, PROSESSIN VIEMINEN LEIPOMOON

### 6.1 Nykyinen prosessi

Pirjon Pakarilla leivotaan ciabattaa tällä hetkellä kerran viikossa. Reseptissä laiteetaan litraan vettä 1,5 kg vehnä jauhoa, 40 g kuivahiivaa sekä 104 g suolaa. Tätä vaivataan 20 minuuttia, kunnes taikina on saatu täyteen sitkoon. Taikina paloitellaan leiviksi palakoneella, mutta paloja ei riivata riivauskoneella turhaan.

Prosessin kohdalla oleellisimpia kohtia ovat nostatus, paistaminen, jäähdytys ja pakkaaminen. Nostatus tapahtuu paloiteltuna nostatuskoreissa pelleille valmiiksi aseteltuna pinnavaunussa, kylmiössä hupulla suojattuna. Leivät saavat nousta kylmiössä 18 tuntia, kunnes ne nostetaan huoneenlämpöön pariksi tunniksi lämpiämään ennen uuniin laittamista. Uunissa leipiä paistetaan 15–20 minuuttia automaattihöyrytyksellä ja 10–15 minuuttia ilman höyryä, höyrypelti avattuna. Neljän litran taikinasta tulee noin 24 leipää, jotka laitettiin neljälle pellille keskelle pinnavaunua parhaan paistotuloksen saamiseksi.

### 6.2 Leivontakokeet

Leivän kuoren rapeuden lisäämiseksi leipomossa suoritettiin leivontakokeita, joissa kutakin erää kohtaan muutettiin tiettyjä tekijöitä. Kokeet suoritettiin

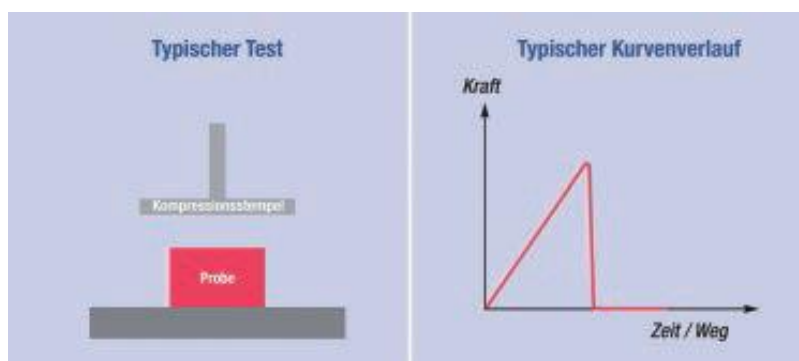
- pakkausmateriaalille
- paistotiheydelle
- höyrytyksen määrälle paistossa.

## 7 RAKENTEEN ANALYSOINTI

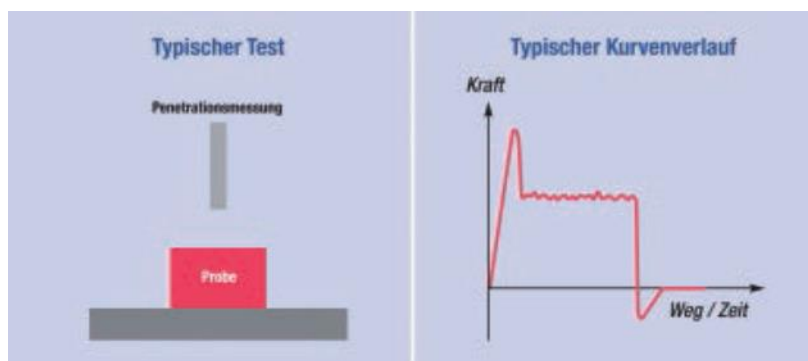
### 7.1 Rakennetutkimus mittarilla ja menetelmä mittaukseen

**Valmistautuminen mittaukseen.** Tuotteiden rakenteen epätasaisuuden takia oikeanlaiset koevalmistelut ovat ratkaisevaa onnistumiselle. Tämä on yksi olennaisimmista vaikeuksista mittauksissa. Perustan mittauksen onnistumiselle muodostavat näytteiden yhtenäisyys sekä mittauksen asianmukainen ja huolellinen valmistelu. Näytteen koon ja otannan tulee olla riittävä kartoittamaan rakennetta, jota ollaan tutkimassa. Monesti voi olla parempi käyttää mittauksessa kokonaista tuotetta pienen näytepalan sijaan. (DLG. [Viitattu 28.3.2017.], 4.)

Rakennemittauksessa paikan, suunnan, leikkauksen ja muodon pitäisi olla joka mittauksessa samanlaisia. Ratkaisevaa on, tässä tapauksessa painekokeissa, että rakennemittauksissa on yhtenäiset leikkausvoimat eikä tuloksia pidä vääristää esimerkiksi muuttamalla mittaustapaa. (DLG. [Viitattu 28.3.2017.], 4.) Kuvassa 2 ja 3 on esimerkit kahdesta erilaisesta mittauspäädystä ja niiden vaikutuksista tuloksiin.



Kuva 2. Esimerkki rakennemittauksesta.



Kuva 3. Esimerkki rakennemittauksesta, muutos.

## 7.2 Rakennemittari TA-XT2

Koepaistojen leipien rakennetta analysoitiin rakennemittarilla. Rakennemittari on helppo ja nopea tapa mitata tuotteen fyysisiä ominaisuuksia, kun halutaan arvioida tuotetta aistinvaraista mittausta perusteellisemmin (Texture Technologies. [Viitattu 14.4.2017]).

Taulukko 1. Rakennemittarin tekniset tiedot. (Stable Micro Systems [Viitattu 9.5.2017])

Koko	640*280*400 mm
Paino	16,5 kg
Nopeus	0,1 – 10 mm/s
Nopeuden virheettömyys (marginaali)	0,01% (0,1–5 mm/s) 0,1% (5– 10 mm/s)
Mittausvälin virheettömyys	0,1% yli 100 mm mittauksissa
Näytteen testaus-alue	100*90 mm
Kapasiteetti (erottelukyky)	5 kg (0,1 g) 50 kg (0,1 g)
Ohjelmisto	Exponent
Esitettävät tiedot	Nopeus, etäisyys ja voima



Kuva 4. Rakennemittari TA-XT2.

### 7.3 Tuotteen rakennemittaukset

Mittauksissa on otettava huomioon rakennemittarin rajoitukset, sillä tuotteiden on oltava mittausvaiheessa tasakorkuisia. Lisäksi on tärkeää huomioida leipien mitausajankohta paistosta. Lopullisen tuotteen rakennemittausta on tarkoitus verrata alkuperäisellä prosessilla valmistettuun ciabattaan. Jotta mittaukset ovat yhteneviä ja luotettavia, mittaukset on tehtävä aina samalla tavalla. Leipien valmistuksessa on otettava huomioon mittaukseen vaikuttavat asiat, kuten paistotiheys, -lämpötila, -höyrytys ja -aika sekä jäähdytys ja pakkausmateriaali.

### 7.4 Leipien dokumentointi

Kuva ciabattan leivontakokeen ensimmäinen erästä (kuva 3).



Kuva 5. Ciabatta, ensimmäinen erä.

Toisesta leivontakoe-erästä leipiä rakennemittauksissa mitattiin muovi- ja paperipussin vaikutusta leipiin (kuva 4).

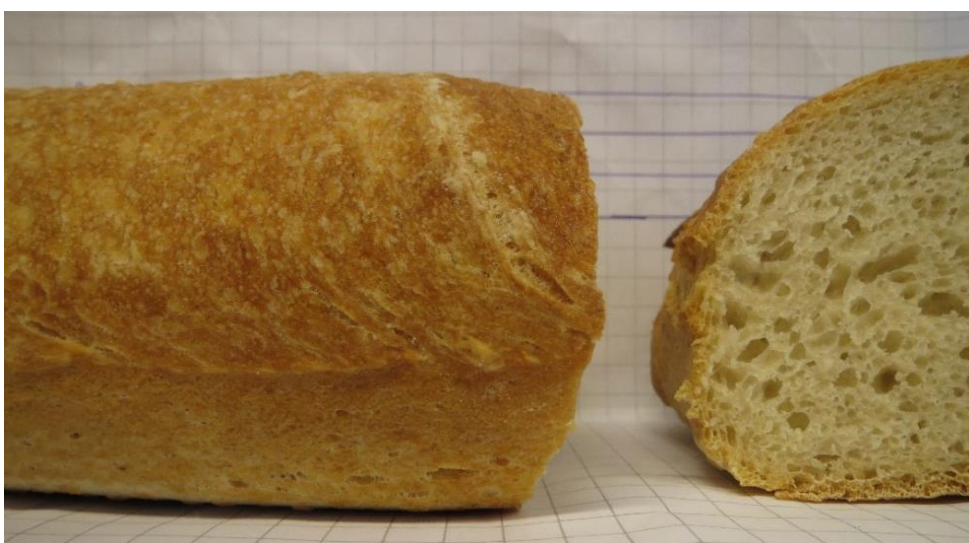


Kuva 6. Ciabatta, toinen erä.

Kolmannelle ja neljännelle leivontakoe-erälle tehtiin rakennemittaukset, joista saatiin prosessin muutoksella nostatuksen jälkeen paloittelemalla rustiikkisen ja yksilöllisen näköisiä ciabatta-leipiä (kuva 5).



Kuva 7. Rustiikkiset ciabatat, kolmas erä.



Kuva 8. Ciabatta, kolmas erä.



Kuva 9. Ciabatta, neljäs erä.

#### **7.4.1 Aistinvarainen rakennemittaus**

Tuotetta voidaan arvioida myös ihmisaistein ilman konetta. Näitä rakenteen ominaisuuksia voidaan arvioida suutuntumalla tai sormituntumalla, mittaustavasta riippuen, verraten tuotteen muihin ominaisuuksiin. Aistinvaraiset arviot keskittyvät rakenteen tai koostumuksen ominaisuuksiin, joita voidaan kuvata sanallisesti esimerkiksi taulukossa 3. kuvatulla sanastolla. Kuvaavia sanoja aistinvaraiselle mittaukselle ovat esimerkiksi rapeus, pehmeys, tiiviys, kimmoisuus ja tahmeus. (DLG. [Viitattu 28.3.2017], 3.)

## 8 TULOKSET

### 8.1 Leivontakokeiden tulokset, nostatuskorilla

Ensimmäisissä leivontakokeissa leivät tehtiin nostatuskoreihin, joissa leivät nostattiin. Tämän jälkeen leivät saattoi vain laittaa paistopelleille ja uuniin. Leivistä tuli koneella paloittelun ansiosta tasakokoisia ja -näköisiä. Jauhotus koreissa toi leipiin kauniin kuvion (kuva 10.).



Kuva 10. Leipä, nostatettu korilla.

Liitteessä 3 on esitetty toisen leivontakokeen leipien eroavaisuudet paperipussien (käyrät 1–7) ja muovipussien (käyrät 8–15) osalta. Leivät on mitattu rakennemittarilla joka kerta päästä päähän. Liitteessä 2 on kerrottu tarkemmat arvot.

### 8.2 Leivontakokeiden tulokset, nostatus ilman koreja

Viimeisissä leivontakokeissa leivät tehtiin ilman nostatuskoreja, laittamalla taikina vuorokaudeksi muovilaatikossa kylmiöön ja seuraavana päivänä se kaadettiin pöydälle nurin päin mahdollisimman kevyesti ja vähin käsittelyin. Taikinasta mitattiin sarjaleikkurilla tasakokoisia paloja noin 20–24 kappaletta ja vaa'alla tarkistettiin



vielä painojen oikeellisuus. Kolmannessa koeleivonnassa oli neljä leipää pellillä pinnavaunussa. Leiville annettiin höyrytystä 1\*4 sekuntia. Harvemmassa paistamisella ei kuitenkaan havaittu olevan merkittävää vaikutusta kuoreen, enemmän vaikutusta oli leipien pakkaamisella paperipussiin.

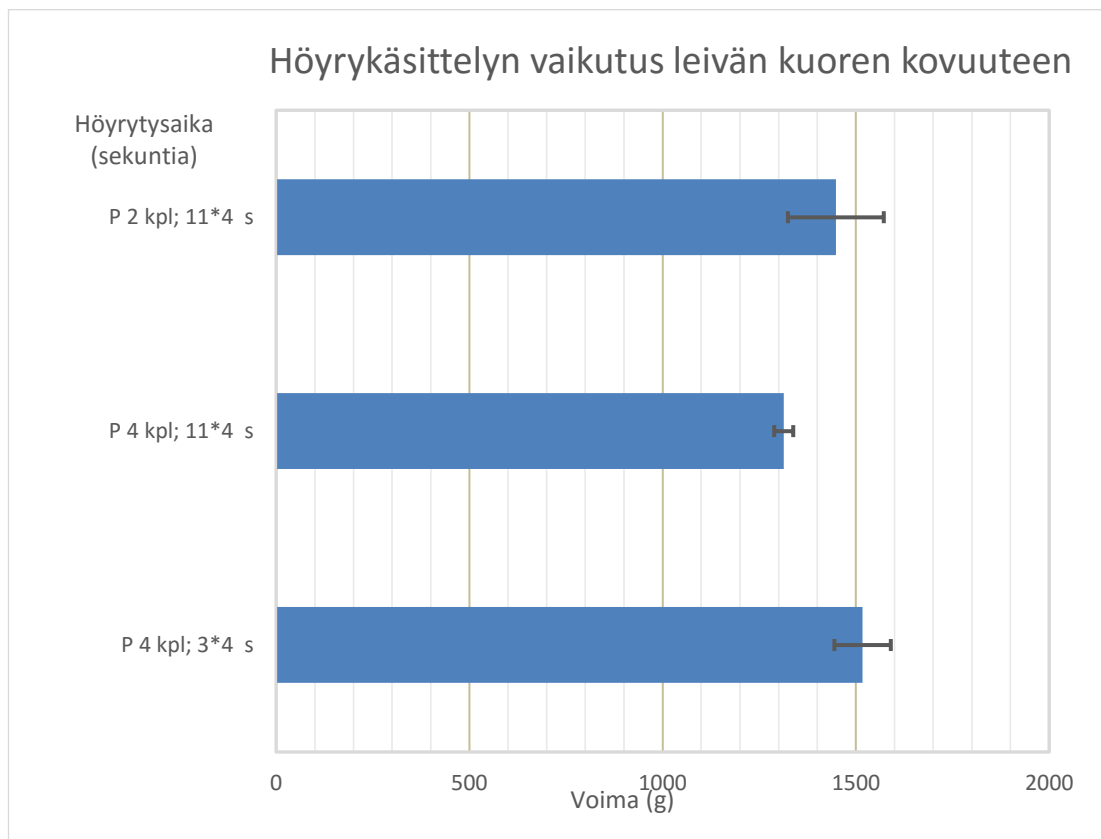
Viimeisessä, neljännessä leivontakokeessa oli kahdessa erässä leipiä, ensimmäiselle erälle annettiin höyryä vain 3\*4 sekuntia, ensimmäisen 15 minuutin aikana. Toiselle erälle annettiin huomattavasti enemmän höyryä, 11\*4 sekuntia ensimmäisen 1,5 minuutin aikana. Ulkonäöltään näistä leivistä tuli erinäköisiä kuin ensimmäisen ja toisen koeleivonnassa leivotuista leivistä, johtuen prosessin muuttamisesta. Leivät olivat keskenään eri näköisiä, pituisia ja kokoisia.

Liitteessä 6 on esitettyä neljännessä leivontakokeesta neljän leivän mittaukset, ciabatta ja ciabatta2 ovat ensimmäisestä paistosta, jossa leiville annettiin vähän höyryä, 3\*4 sekuntia. Ciabatta3 ja ciabatta4 (mittaukset 12–24) ovat toisesta paistosta, joissa leiville annettiin enemmän höyryä, 11\*4 sekuntia ensimmäisen minuutin aikana, mutta neljättä leipää on paistettu 2 kpl / pelti, kun muita on paistettu 4 kpl/pelti. Liitteessä 7 näkyvät mittaustulokset 17, 21–24, jotka poikkeavat muista mittauksista, ovat leivän päistä mitattuja tuloksia. Esimerkiksi mittaustulos nro 23, jonka käyrä laskee ja nousee korkeimmalle, mitattiin kohdasta, jossa oli ilmatasku kuoressa. Vierekkäiset tulokset 21 ja 22 (turkoosi ja ylempi pinkki) ovat myös mitattu kohdasta, jossa oli ilmatasku. Tulos 17 on leivän toisesta päästä ensimmäinen mitaus.

Mittausalustan rajallisuuden takia leikatusta leivästä tuli virheelliset tulokset numero 19 ja 20 (vihreä ja punainen), jotka näkyvät kuviossa alimpana ja kolmanneksi alimpana käyränä. Käyrät ovat läheltä leikkauskohtaa mitattuja ja tuottivat näin pienemällä voimalla saadun käyrän. Viimeinen tulos, numero 24, on mitattu kohdasta, jossa leivän pää on jo laskenut ja kaventunut, eikä mittari ole koskettanut leipää kunnolla. Samalla päässä oleva kuori on vaatinut enemmän voimaa anturilta, joten mittaustulos nro 24 (keltainen) nousee ja laskee eri tavalla kuin muut tulokset. Näistä tuloksista voidaan päätellä, että höyrytyksen määrällä tässä mittakaavassa tai paistotiheydellä ei ollut suurta merkitystä rakenteeseen kuoren rapeuden kannalta.

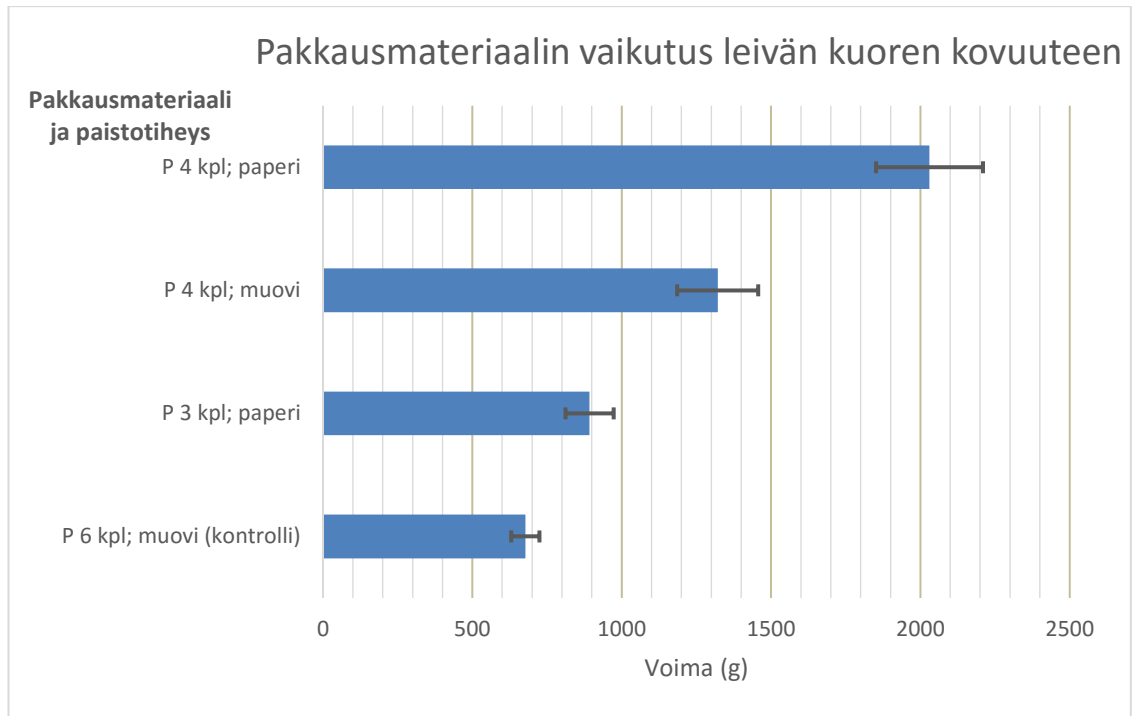
### 8.3 Eri käsittelyjen vaikutukset leivän kuoren kovuuteen

Seuraavissa kuvioissa on esitetty höyrykäsittelyn ja pakkausmateriaalin vaikutukset leivän kuoreen. Kuviossa 1 on esitetty höyrykäsittelyn vaikutusta kovuuteen. Odotuksena oli, että runsaampi höyry saa aikaan paksumman kuoren kuin vähäisempi höyrytys. Tällä näytti tulosten perusteella olevan päinvastainen vaikutus: samalla paistotiheydellä vertailukelpoisesti vähäisempi höyrytys tuotti kovemman kuoren.



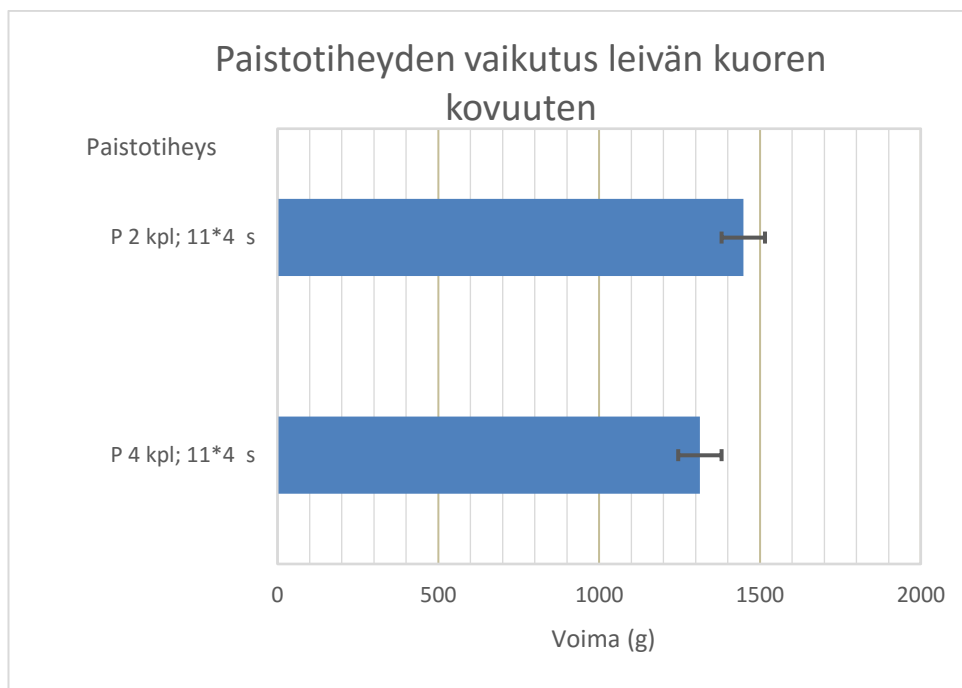
Kuvio 1. Höyrykäsittelyn vaikutus kuoren kovuuteen.

Kuviossa 2 on vertailtu pakkausmateriaalin vaikutusta leivän kuoreen. Paperipussiin pakatuissa leivissä on nähtävissä eroa, kun vertaillaan keskenään paistotiheydellä neljä kappaletta muoviin ja paperiin pakattuja leipiä sekä paistotiheydellä kolme ja kuusi kappaletta muoviin ja paperiin pakattuja leipiä. Taulukossa on samalla leipomuksen alkuperäinen tapa, kontrollituote, valmistaa ja pakata leipää (P 6 kpl, muovi).



Kuvio 2. Pakkausmateriaalin vaikutus kuoren kovuuteen.

Kuviossa 3 on esitettyä paistotiheyden vaikutus kuoren kovuuteen. Eri paistotiheyksillä on yhtäläinen höyrykäsittely. Kuoren kovuudessa havaittiin eroa.



Kuvio 3. Paistotiheyden vaikutus kuoren kovuuteen.

#### 8.4 Eri käsittelyjen vaikutukset kuoren kovuuteen, tarkat arvot

Seuraavissa taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty arvot, joiden perusteella on piirretty kuvat 1, 2 ja 3.

Taulukko 2. Tulos höyryn määrän mukaan.

Tulos höyryn määrän mukaan									
Paisto- tiheys	Pakkaus- tapa	Paisto- lämpö- tila ja - aika	Höyry- tysaika (sekun- tia)	Mittaus- tulosten lkm (n)	Keski- arvot	Keski- hajonta	Keski- virhe ±	Virheen alaraja	Virheen yläraja
4	Paperi	200 C, 30min	3*4	11	1517	242	73	1444	1590
4	Paperi	200 C, 30min	11*4	5	1313	55	25	1289	1338
2	Paperi	200 C, 30min	11*4	7	1448	328	124	1324	1572

Taulukko 3. Tulos pakkausmateriaalin mukaan.

Tulos pakkausmateriaalin mukaan, paperi/muovi									
Paisto- tiheys	Pakkaus- tapa	Paisto- lämpö- tila ja - aika	Höyry- tysaika (sekun- tia)	Mittaus- tulosten lkm (n)	Keski- arvot	Keski- hajonta	Keski- virhe ±	Virheen alaraja	Virheen yläraja
6	Muovi	200 C, 30 min	1*4	8	677	125	47	630	725
3	Paperi	200 C, 30 min	1*4	7	892	213	81	812	973
4	Muovi	210 C, 10 min 200 C, 20 min	1*4	5	1321	303	136	1186	1457

Taulukko 4. Tulos paistotiheyden mukaan.

Tulos paistotiheyden mukaan									
Paisto- tiheys	Pakkaus- tapa	Paisto- lämpö- tila ja - aika	Höyry- tysaika (sekun- tia)	Mittaus- tulosten lkm (n)	Keski- arvot	Keski- hajonta	Keski- virhe ±	Virheen alaraja	Virheen yläraja
4	Paperi	200 C, 30min	11*4	5	1313	55	25	1289	1338
2	Paperi	200 C, 30min	11*4	7	1448	328	124	1324	1572
3	Paperi	200 C, 30 min	1*4	7	892	213	81	812	973

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kokeet leipomossa osoittivat, että korissa nostattaminen toimii eikä taikinaa pidä mennä paloitlemaan nostatuksen jälkeen, sillä leivästä tulee likilaskuinen ja kuoresta elastisempi kuin korissa nostatettuna. Myös leivän painoa on helpompi säätää korissa nostatetussa leivässä. Toisaalta harvemmassa paistaen leipien kuoresta tulee samalla tavalla tasaisen värinen ja kullanuskea. Aistinvaraisesti ei ole havaittavissa paksumpaa kuorta eri tiheyksillä paistettaessa. Paperipussiin pakkaaminen muovin sijaan auttaa kuorta säilymään pidempään rapeampana erityisesti, jos leipä pakataan yhtään lämpimänä, sillä pussin sisäpintaan kondensoituva kosteus pehmittää leivän kuorta. Suositeltavaa olisi, jos leivät pakattaisiin vasta ostotilanteessa ja pussiin suu voisi olla kevyesti kiinni.

Mittaustuloksista pakkausmateriaalin mukaan havaittiin, että koesarjassa, jossa alkulämpötila oli korkeampi, saatiin ciabattalle kovempi kuori. Pieni paistolämpötilan nousu ei silmämääräisesti vaikuttanut leivän väriin. Korkeampi paistolämpötila saattaisi olla ratkaisu kovempaan kuoreen.

Pussin merkitys kuoren kovuuteen oli, että paperipussi hengittää ja leipä säilyttää rapeutensa muovia paremmin, mutta leipä ei kuitenkaan kuivu.

Tuloksista havaittiin myös, että höyrykäsittelystä oli hyötyä leivän kuoren kovuuteen, 3\*4 sekunnin höyrytyksellä saatiin parempia tuloksia kuin 11\*4 sekunnin höyrytyksellä, mutta molemmilla saatiin kovempi kuori kuin alkuperäisellä 1\*4 sekunnin höyrytyksellä.

Paistotiheydellä havaittiin olevan vaikutusta kuoreen, mutta lisäksi on huomioitavaa leipomon olosuhteet, jossa leipiä paistetaan mahdollisimman taloudellisesti.

Tuloksista kävi myös ilmi korkeamman paistonlämpötilan paiston alussa vaikuttavan positiivisesti kuoren kovuuteen. Myöhemmin tutkittuna tätä tukivat myös leipurien kokemukset. Paiston aloittaminen esimerkiksi 250 celsiusasteessa, jonka jälkeen uuni jäähdytettäisiin normaaliin paistolämpötilaan, pitäisi tutkia vielä lisää.

## LÄHTEET

- DLG. Ei päiväystä. Instrumental sensory testing in the food industry. [Verkkopublication]. [Viitattu 28.3.2017]. Saatavana: [http://2015.dlg.org/fileadmin/downloads/food/Expertenwissen/Lebensmittelsensorik/e\\_2015\\_3\\_Expertenwissen\\_Mechanical\\_Texture.pdf](http://2015.dlg.org/fileadmin/downloads/food/Expertenwissen/Lebensmittelsensorik/e_2015_3_Expertenwissen_Mechanical_Texture.pdf)
- Evira. 6.4.2016. Sakoluku. [Verkkolähde]. Evira. [Viitattu 10.4.2017]. Saatavana: <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/viljan-laatu/laatutekijat/sakoluku/>
- Fellows, P.J. 2009. Food processing technology. 3rd edition. CRC Press.
- Jussila, A. 2013. Leipomon tuotekehitysprosessi. Leipuri 111 (2), 20–25.
- Jussila, A. 2014. Kylmä- ja pakasteleivonta ruokaleipien valmistuksessa. Leipuri 112 (2). 24–27.
- Leipätiedotus. Ei päiväystä. Leipien valmistustavat. [Verkkolähde]. Helsinki: Leipätiedotus ry. [Viitattu 17.1.2017] Saatavana: <http://www.leipätiedotus.fi/tietoa-leivasta/leipa-elintarvikkeena/leivan-valmistus/leipien-valmistustavat.html>
- Leipätiedotus. Ei päiväystä. Leivän vanhenemisilmiöitä. [Verkkolähde]. Helsinki: Leipätiedotus ry. [Viitattu 8.4.2017] Saatavana: <http://www.leipätiedotus.fi/tietoa-leivasta/leipa-elintarvikkeena/leivan-sailytys/leivan-vanhenemisilmiöita.html>
- Leipätiedotus. Ei päiväystä. Viljan syöntisuositukset. [Verkkolähde]. Helsinki: Leipätiedotus ry. [Viitattu 19.1.2017] Saatavana: <http://www.leipätiedotus.fi/leiparavitsemuksessa/ravitsemussuositukset/viljan-syontisuositukset.html>
- Leipätiedotus. Ei päiväystä. Viljan tuotanto Suomessa. [Verkkolähde]. Helsinki: Leipätiedotus ry. [Viitattu 18.1.2017] Saatavana: <http://www.leipätiedotus.fi/tietoa-leivasta/pelloilta-poytaan/viljan-tuotanto/suomessa.html>
- Pirjon Pakari. Ei päiväystä. Tarinamme. [Verkkosivu]. Pirjon Pakari. [Viitattu 21.3.2017]. Saatavana: <http://www.netikka.net/pirjonpakari/index.php/fi/tarinamme/>
- Salovaara, H. & Kanerva, P. 2015. Leivän paistaminen: paistovaiheet, kuoren muodostuminen ja akryyliamidi. Leipuri 113 (1), 28–33.
- Salovaara, H. 2013. Taikinan uuninousu. Leipuri 111 (6), 32–35.
- Salovaara, H. 2014. Leivän paistaminen: lämmön siirtymistavat. Leipuri 112 (7), 28–31.

Stable Micro Systems. Ei päiväystä. Reference Manual. Accessories for Texture Analysis. [Tulostettu versio]. Stable Micro Systems. [Viitattu 9.5.2017]

Stummer, R. 30.4.1999. The secret life of ciabatta. [Verkkolehtiartikkeli]. The Guardian. [Viitattu 4.4.2017] Saatavana: <https://www.theguardian.com/theguardian/1999/apr/30/features11.g24>

Texture Technologies. Ei päiväystä. Test virtually any product imaginable with the TA.XTPlus. [Verkkolähde]. Texture Technologies. [Viitattu 14.4.2017]. Saatavana: <http://texturetechnologies.com/texture-analyzers/>

## LIITTEET

Liite 1. Ciabatta-leivän resepti

Liite 2. Rakennemittauksen tulokset Exponent, toinen leivontakoe-erä

Liite 3. Leivontakokeiden toisen erän rakennemittauksen tulokset esitettynä Exponent-ohjelmalla

Liite 4. Rakennemittauksen tulokset Exponent, kolmas leivontakoe-erä

Liite 5. Leivontakokeiden kolmannen erän rakennemittauksen tulokset esitettynä Exponent-ohjelmalla

Liite 6. Rakennemittauksen tulokset Exponent, neljäs leivontakoe-erä

Liite 7. Leivontakokeiden neljännen erän rakennemittauksen tulokset esitettynä Exponent-ohjelmalla



## LIITE 1. Ciabatta-leivän resepti

1 litra	vettä
1,500 kg	vehnä jauhoja
0,010 kg	kuivahiivaa
0,026 kg	suolaa

Taikinaa vaivataan 20 minuuttia, kunnes taikina on saatu täyteen sitkoon. Taikina paloitellaan 450g kokoisiin taikinapaloihin palakoneella ja palat asetellaan vuokiin, jotka laitetaan paistopellille ja pinnavaunuun. Pinnavaunu peitetään hupulla ja siirretään noin 18 tunnin ajaksi kylmiöön, jossa leivät saavat nousta.

Seuraavana päivänä leivät otetaan paria tuntia ennen uuniin laittamista huoneenlämpöön lämpiämään tasaisemman paistotuloksen saamiseksi.

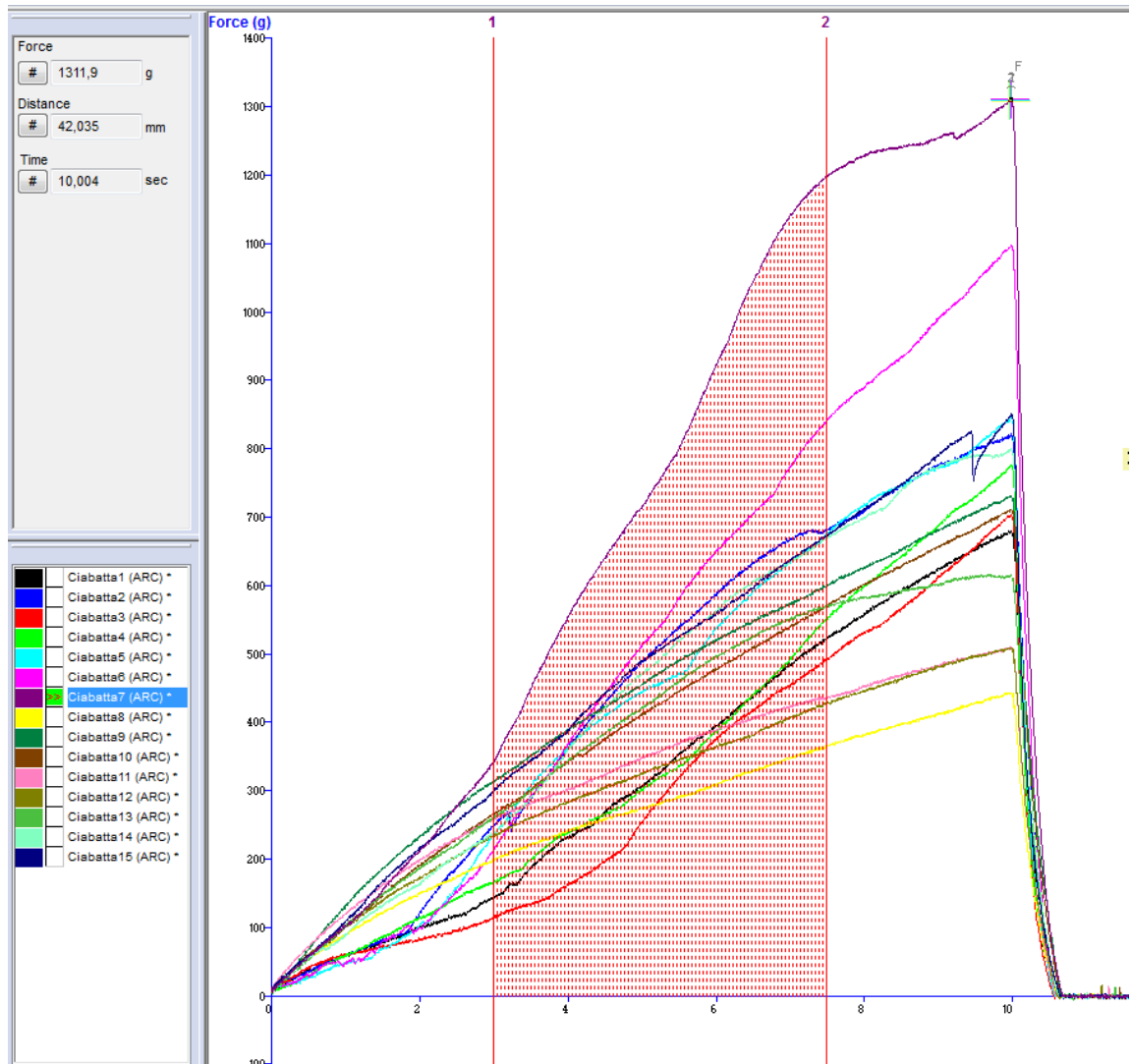
Leipiä paistetaan 4–6 kappaletta pellillä, mielellään pinnavaunun keskiosassa sopivasti tilaa jättäen, noin 25–30 minuuttia 200 ° Celsiusta. Paiston alussa annetaan voimakas höyrytys, höyrypelti suljettuna paistetaan 15 minuuttia. Tämän jälkeen avataan höyrypelti ja leipiä paistetaan vielä noin 10–15 minuuttia.

Leipien annetaan jäähtyä viileässä tilassa, pinnavaunussa harvennettuna noin puoli tuntia.

## LIITE 2. Rakennemittauksen tulokset Exponent, toinen leivontakoe-erä

Testi ID	Batch		Frosting & Upper Pastry g	Filling Softness gsec	Pastry Base Firmness g
			Force 1	Area F-T 1:2	Force 2
Start Batch Viäpelti_5,5h	Viäpelti_5,5h				
Ciabatta1	Viäpelti_5,5h		681,947	1499,88	681,947
Ciabatta2	Viäpelti_5,5h		823,283	2230,917	823,283
Ciabatta3	Viäpelti_5,5h		705,31	1309,238	705,31
Ciabatta4	Viäpelti_5,5h		777,715	1509,366	777,715
Ciabatta5	Viäpelti_5,5h		847,172	2106,243	847,172
Ciabatta6	Viäpelti_5,5h		1100,061	2422,338	1100,061
Ciabatta7	Viäpelti_5,5h		1311,907	3515,898	1311,907
End Batch Viäpelti_5,5h	Viäpelti_5,5h				
Average	Viäpelti_5,5h (F)	AVERAGE("BATCH")	892,485	2084,84	892,485
S.D.	Viäpelti_5,5h (F)	STDEV("BATCH")	213,266	702,906	213,266
C.V.	Viäpelti_5,5h (F)	STDEV("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100	23,896	33,715	23,896
Start Batch Alapeltii_5,5h muovipussi	Alapeltii_5,5h muovipussi				
Ciabatta8	Alapeltii_5,5h muovipussi		445,16	1281,656	367,178
Ciabatta9	Alapeltii_5,5h muovipussi		732,567	2106,44	732,567
Ciabatta10	Alapeltii_5,5h muovipussi		713,414	1912,198	713,414
Ciabatta11	Alapeltii_5,5h muovipussi		511,566	1600,072	436,425
Ciabatta12	Alapeltii_5,5h muovipussi		511,145	1506,121	429,374
Ciabatta13	Alapeltii_5,5h muovipussi		618,173	1951,889	570,921
Ciabatta14	Alapeltii_5,5h muovipussi		801,394	2159,099	801,394
Ciabatta15	Alapeltii_5,5h muovipussi		853,381	2238,227	853,381
End Batch Alapeltii_5,5h muovipussi	Alapeltii_5,5h muovipussi				
Average	Alapeltii_5,5h muovipussi (F)	AVERAGE("BATCH")	648,35	1844,463	613,082
S.D.	Alapeltii_5,5h muovipussi (F)	STDEV("BATCH")	139,874	322,056	174,911
C.V.	Alapeltii_5,5h muovipussi (F)	STDEV("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100	21,574	17,461	28,53

### LIITE 3. Leivontakokeiden toisen erän rakennemittauksen tulokset esitettynä Exponent-ohjelmalla

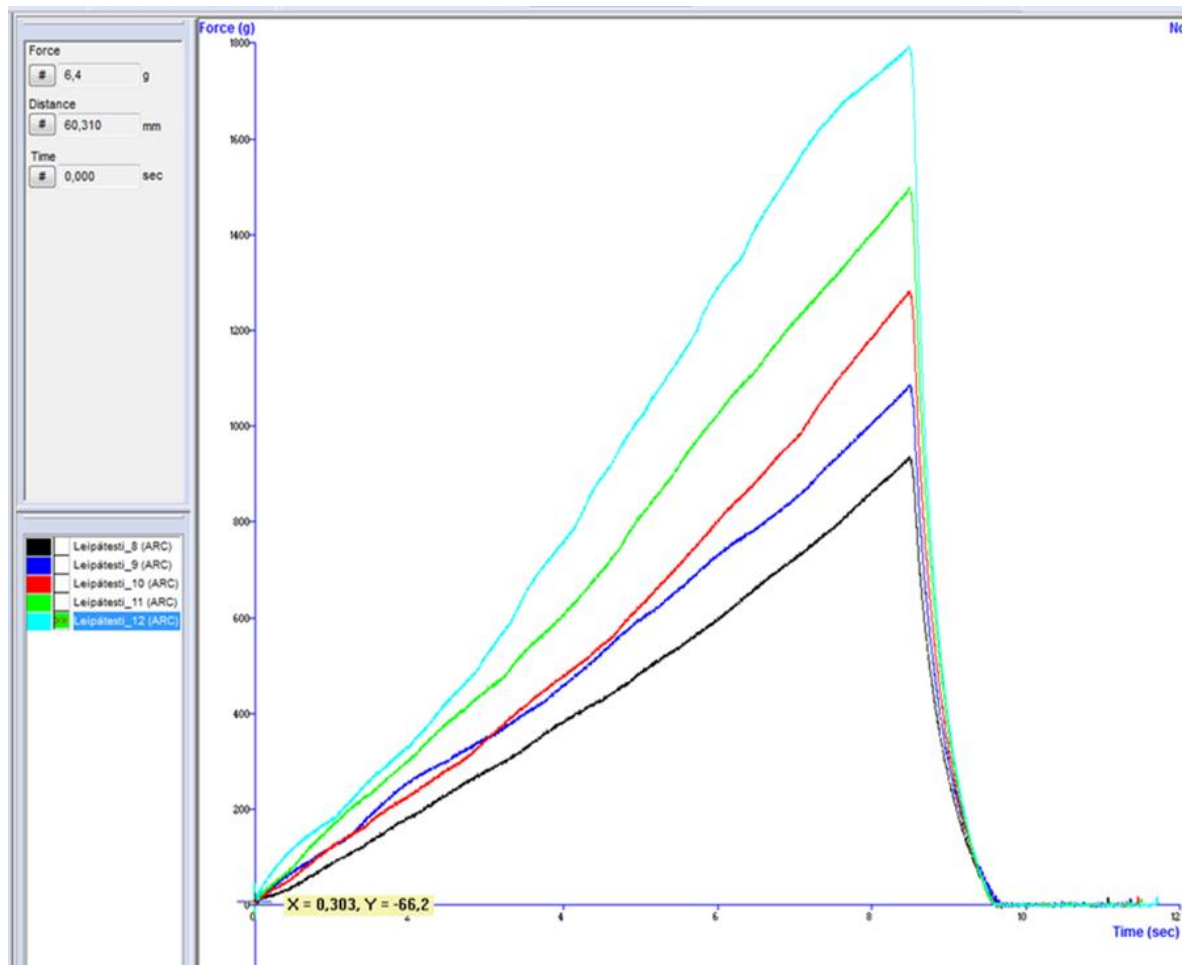


## LIITE 4. Rakennemittauksen tulokset Exponent, kolmas leivontakoe-erä

Pakkaus muovi & paperi, 4kpl

Test ID	Batch	Hardness	Work of Shear
		<b>g</b>	<b>gsec</b>
		<b>Force 1</b>	<b>Area F-T 1:2</b>
Start Batch Muovipussi	Muovipussi		
Leipätesti_8	Muovipussi	<b>937,046</b>	3956,564
Leipätesti_9	Muovipussi	<b>1088,906</b>	4783,566
Leipätesti_10	Muovipussi	<b>1283,703</b>	5220,14
Leipätesti_11	Muovipussi	<b>1502,073</b>	6504,618
Leipätesti_12	Muovipussi	<b>1794,848</b>	7975,491
End Batch Muovipussi	Muovipussi		
Average	Muovipussi (F)	<b>AVERAGE("BATCH")</b>	
S.D.	Muovipussi (F)	<b>STDEVP("BATCH")</b>	
C.V.	Muovipussi (F)	<b>STDEVP("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100</b>	
Start Batch Paperipussi	Paperipussi		
Leipätesti_1	Paperipussi	<b>848,12</b>	3632,76
Leipätesti_2	Paperipussi	<b>1410,41</b>	5860,374
Leipätesti_3	Paperipussi	<b>1599,419</b>	7359,99
Leipätesti_4	Paperipussi	<b>1966,808</b>	8380,713
Leipätesti_5	Paperipussi	<b>2208,647</b>	9314,925
Leipätesti_6	Paperipussi	<b>2266,212</b>	10917,499
Leipätesti_7	Paperipussi	<b>2731,789</b>	13766,187
End Batch Paperipussi	Paperipussi		
Average	Paperipussi (F)	<b>AVERAGE("BATCH")</b>	
S.D.	Paperipussi (F)	<b>STDEVP("BATCH")</b>	
C.V.	Paperipussi (F)	<b>STDEVP("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100</b>	

## LIITE 5. Leivontakokeiden kolmannen erän rakennemittauksen tulokset esitettyinä Exponent-ohjelmalla



## LIITE 6. Rakennemittauksen tulokset Exponent, neljäs leivontakoe-erä

Test ID	Batch		Hardness	Work of Shear
			g	gsec
			Force 1	Area F-T 1:2
Start Batch 1. erä,	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä			
Ciabatta_1	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1735,598	7615,618
Ciabatta_2	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1734,23	7634,319
Ciabatta_3	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1692,977	7396,836
Ciabatta_4	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1549,01	7482,676
Ciabatta_5	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1906,19	9436,641
Ciabatta2_6	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1004,925	4684,102
Ciabatta2_7	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1216,14	5856,951
Ciabatta2_8	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1450,401	7272,955
Ciabatta2_9	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1471,659	6821,108
Ciabatta2_10	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1494,917	6945,323
Ciabatta2_11	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä		1434,405	6013,455
End Batch 1. erä, 4	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä			
Average	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä (F)	AVERAGE("BATCH")	1517,314	7014,544
S.D.	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä (F)	STDEVP("BATCH")	242,144	1162,263
C.V.	1. erä, 4 kpl, 3*4 sek höyryä (F)	STDEVP("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100	15,959	16,569
Start Batch 2. erä,	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä			
Ciabatta3_12	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä		1319,589	5482,899
Ciabatta3_13	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä		1321,063	5880,015
Ciabatta3_14	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä		1405,78	6666,873
Ciabatta3_15	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä		1279,599	6065,573
Ciabatta3_16	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä		1240,134	5411,165
End Batch 2. erä, 4	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä			
Average	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä (F)	AVERAGE("BATCH")	1313,233	5901,305
S.D.	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä (F)	STDEVP("BATCH")	55,03	453,615
C.V.	2. erä, 4 kpl, 11*4 sek höyryä (F)	STDEVP("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100	4,19	7,687
Start Batch 2. erä,	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä			
Ciabatta4_17	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		1528,804	8297,09
Ciabatta4_18	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		1276,757	5797,716
Ciabatta4_19	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		1065,438	4721,341
Ciabatta4_20	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		906,738	4061,739
Ciabatta4_21	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		1218,35	5324,896
Ciabatta4_22	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		1386,942	6337,106
Ciabatta4_23	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		2163,71	9667,245
Ciabatta4_24	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä		1497,022	2483,394
End Batch 2. erä, 2	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä			
Average	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä (F)	AVERAGE("BATCH")	1380,47	5836,316
S.D.	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä (F)	STDEVP("BATCH")	355,282	2147,08
C.V.	2. erä, 2 kpl, 11*4 sek höyryä (F)	STDEVP("BATCH")/AVERAGE("BATCH")*100	25,736	36,788

## LIITE 7. Leivontakokeiden neljännen erän rakennemittauksen tulokset esitettyinä Exponent-ohjelmalla

