

Telaketju – Kauppakassien vetolujuuskokeet

1 JOHDANTO

Testien tarkoituksena on tutkia erilaisten kauppakassien kestävyyttä kahdella eri menetelmällä. Ensimmäisessä menetelmässä tutkitaan kassien kestävyyttä tavallisessa arkielämän tilanteessa, missä kasseihin laitetaan tietty painomäärä ja niitä kannetaan ennalta määrätty matka. Tämän jälkeen kasseille tehdään visuaalinen tarkastelu. Toisessa vaiheessa kauppakasseille tehdään vetolujuuskokeet, joissa kassien kestävyys asetetaan äärirajoille. Testeissä vertaillaan 5 erilaista kauppakassia. Jokaista kassia on 2 kappaletta, minkä takia kummassakin testivaiheessa käytetään vain yhtä näytettä.

Taulukko 1: Vertailtavat kauppakassit

Kauppakassit		Materiaali
1	Banderollikassi (lippukangas)	Polyesteri, PES
2	PP Woven	Polypropeeni, PP
3	PP Non-woven	Polypropeeni, PP
4	RPET, woven	Polyetyleenitereftalaatti, PET
5	Essi-kassi	Polyetyleni, LDPE

Ensimmäisellä testivaiheella varmistetaan kassien soveltuvuus päivittäiseen käyttöön ja todetaan mahdolliset kassien heikot kohdat. Vetolujuuskokeilla saadaan tarkkaa tietoa kassien kantokyvystä sekä sen, kuinka paljon ne kestävät rasitusta ilman vaikutusta kassien laatuun olennaisesti.

2 KÄVELYTESTI

Ensimmäisessä testissä kauppakassit altistettiin pidempiaikaiselle rasitukselle, minkä tarkoituksena oli matkia täyden kauppakassin kantamista kaupasta kotiin. Jokaiseen kassiin laitettiin vedellä täytettyjä 1 l maitotölkkejä niin monta kuin niihin mahtui. Tämän jälkeen kasseja kannettiin 150 metriä, minkä aikana kauppakasseja liikuteltiin hieman vertikaalisesti matkien rappusissa kulkemista. Ennen ja jälkeen kävelytestin, kauppakasseille tehtiin visuaalinen tarkastelu, jotta pystyttiin määrittelemään, oliko testillä havaittavaa vaikutusta kassien laatuun ja ominaisuuksiin.



Kuva 1: Kävelytestin alkuasetelma kassille PP non-woven

Ennen testiä oletuksena oli, että kassit 1-4 tulevat kestävämmän rasitusta kohtalaisen hyvin mutta Essi-kassissa saattaisi näkyä jonkinlaista muutosta. Kassit 1-3 ja 5 olivat laadullisesti hyviä, eikä niissä näkynyt selviä naarmuja, reikiä tai muita mahdollisesti heikkoja kohtia. RPET-kassissa oli toisen reunan sauma vinossa, jonka takia samanpuoleinen kahva ei ollut symmetrinen, vaan hiukan vino.



Kuva 2: RPET kassin oikeanpuoleinen sauma ja kahvan vinous

Kauppakasseihin laitettiin maitopurkkeja (1 kg) tasaisesti pohjalle pystyyn. Kasseihin 1, 3, 4 ja 5 laitettiin 8 kg ja kassiin 2 laitettiin 10 kg sen ollessa hiukan leveämpi kuin muut. Kasseissa 1-4 ei havaittu minkäänlaisia muutoksia rasituksen jälkeen. Essi-kassissa havaittiin jälkiä. Kassin sivuilla oli selkeitä painaumia, joissa muovin laatu oli heikentynyt, kuten kuvassa 3 näkyy. Painauma on todennäköisesti peräisin maitopurkkien aiheuttamasta suorasta kontaktista eikä niinkään muovin heikentymisestä rasituksen alla.



Kuva 3: Essi-kassi - Painauma testin jälkeen

3 VETOLUJUUSKOKEET

Vetolujuuskoetta varten kehitettiin oma menetelmä testejä varten. Kauppakassit eivät sovellu suoraan testattavaksi laitteella ja siinä olevilla kiinnittimillä. Tästä syystä joitakin kauppakasseja jouduttiin muokkaamaan, jotta ne saatiin testattua. Olettamuksena oli, että kauppakassien heikoin kohta olisi kahvat ja niiden ompelukohdat. Tästä syystä kassien asetteluun kiinnitettiin erityisesti huomiota. Kassit taiteltiin pystysuoraan 2 kertaa siten, että kahvat olisivat keskeisesti näytekappaleessa. Mikäli näin ei olisi, saattaisi testitulokset vääristyä rasituksen vaikuttaessa vinosti. Kassin kiinnityksen jälkeen, se kiristettiin lähelle testialueen aloituskohtaa, kuitenkin siten, että siihen ei vielä tässä kohtaa kohdistunut mitattavia rasituksia. Testiasetelma vetolujuuskokeille esitetty alla kuvassa 4.



Kuva 4: Banderollikassi – testiasetelma

Essi- ja banderollikassia jouduttiin muokkaamaan testiä varten, kummastakin leikattiin n. 20 cm alareunasta pois. Tämä tehtiin siitä syystä, että kassit olivat suhteellisen pitkiä ja niitä mitattaessa olisi laitteen fyysiset rajat tulleet vastaan. Vaikka kasseja 1 ja 2 lyhennettiin, edustavat ne silti alkuperäistä versiota eikä muokkauksen pitäisi vaikuttaa lopputulokseen.



Kuva 5: Banderollikassi – kassin alaosan leikkaus

Testejä varten, laitteen nopeudeksi asetettiin 100 mm/min. Ennen varsinaista testiä, asetettiin Pre-test nopeudeksi 2 mm/min 5 N:iin asti. Toisin sanoen, ennen varsinaista mittausta, laite venyttää näytettä kyseisellä nopeudella, kunnes se saavuttaa 5 N voiman, jonka jälkeen varsinainen mittaus alkaa. Tällä tavoin näyte saadaan kiristettyä sopivasti, eikä testin alkuosa vääristy.

Kauppakassien hajoamiskohta vaihteli näytteiden välillä. Kassit 1-3 repeytyivät horisontaalisesta saumasta, joka oli kassien yläreunassa kahvojen kohdalla. Tämän lisäksi 3. kassin (PP non-woven) toinen kahva repeytyi keskeltä poikki. Kasseissa RPET ja Essi-kassi kahvat eivät olleet irtonaisia osia, kuten muissa, vaan olivat osa samaa kokonaisuutta. RPET-kassi oli kestävyydeltään paljon vahvempaa kuin mitkään muut kassit ja hajoamiskohta oli yllättäen kassin alareunassa, joka repeytyi kiinnittimien kohdalta. RPET-kassin kahvat ja muut saumat pysyivät ehjinä ilman suurempaa muutosta. Essi-kassin hajoamiskohta oli keskellä kahvoja.

Vetolujuuskokeilla saatiin ymmärrys siitä, kuinka paljon rasitusta kukin kassi kestää hajoamiskohtaan asti. Kasseilla 1 ja 2, eli Banderolli ja PP woven hajoaminen tapahtui selkeästi ja nopeasti mutta kasseilla 3-5 hajoaminen tapahtui hitaammin, esim. Kassissa 3 eli PP non-woven tapahtui 3 osittaista hajoamista saumoissa ja kahvoissa kunnes näyte petti lopullisesti, tämä näkyy selkeästi näytteen kuvaajassa, kuva 13.

Kasseista yritettiin määrittää myös myötölujuus, joka kuvaa sitä pistettä, jossa materiaalissa alkaa tapahtua pysyvää muutosta. Koska kassit eivät olleet standardin mukaisia näytteitä ja ne koostuivat useista osista (kassi ja kahvat) sekä ne olivat taiteltu, ei testeistä voitu määrittää tarkkaa myötölujuutta. Tästä syystä myötölujuus arvioitiin kuvaajista silmämääräisesti. Tulokset

ja kuvaajat on esitetty tulokset-osiassa. Testeistä saatavat tulokset muunnettiin massaksi Newtonin II lain mukaan:

$$F = m * a$$

Jossa $a = 9,80665 \text{ m/s}^2$



Kuva 6: Banderollikassin hajoamiskohta



Kuva 7: PP woven hajoamiskohta



Kuva 8: PP non-woven hajoamiskohta



Kuva 9: RPET-kassin hajoamiskohta



Kuva 10: Essi-kassin hajoamiskohta

4 TULOKSET

Taulukko 2: Kävelytestin tulokset

Näyte	matka	paino	Visuaalinen tarkastelu
Banderollikassi	150 m	8 kg	Ei muutosta
PP Woven	150 m	10 kg	Ei muutosta
PP Non-woven	150 m	8 kg	Ei muutosta
RPET	150 m	8 kg	Ei muutosta
Essi-kassi	150 m	8 kg	Vähäistä venymää, kassin reunassa painaumia/viiruja

Taulukko 3: Vetolujuuskokeet - maksimiarvot

	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Maksimivoima (N)	2366	817	430	3125	221
Maksimikantokyky (kg)	241	83	44	319	23
Venymä maksimivoiman kohdalla (%)	36	9	22	27	21

Taulukko 4: vetolujuuskokeet - ensimmäisen murtumiskohdan arvot

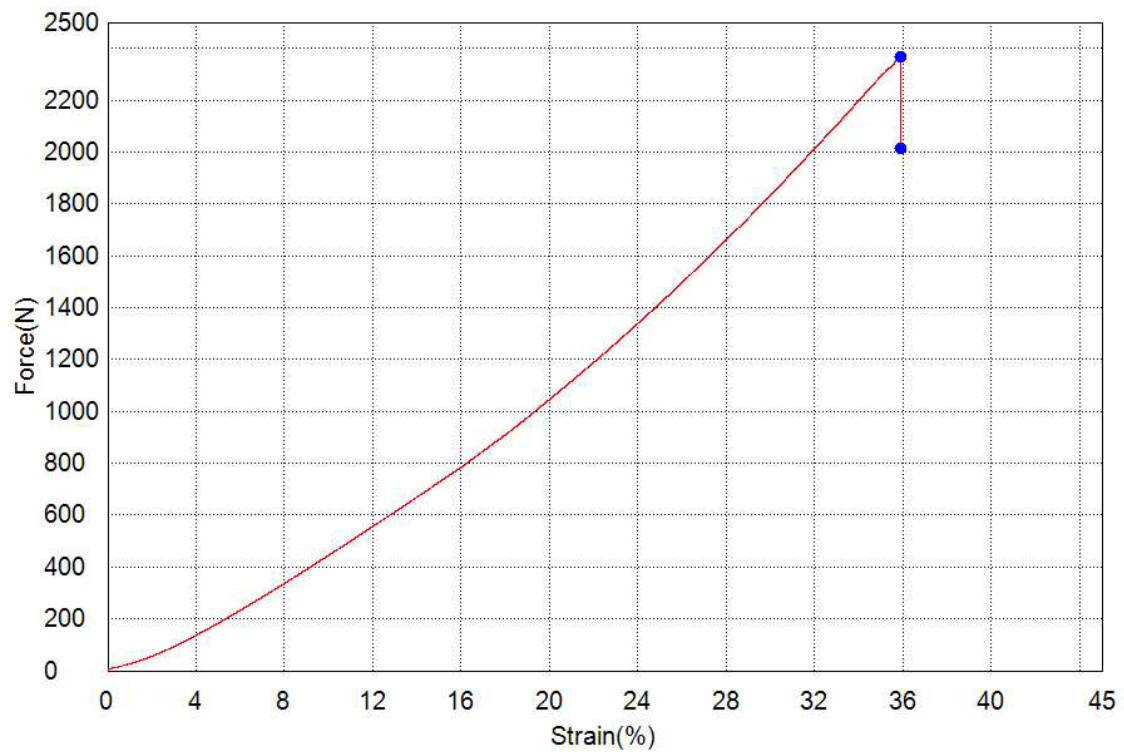
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Ensimmäinen hajoamiskohta (N)	2366	817	350	1840	220
Ensimmäinen hajoamiskohta (kg)	241	83	36	188	22
Venymä (%)	36	9	13,5	17	17
Venymä (mm)	162	34	65	59	59

Taulukko 5: vetolujuuskokeet - myötölujuuden arvot silmämääräisesti mitattuna

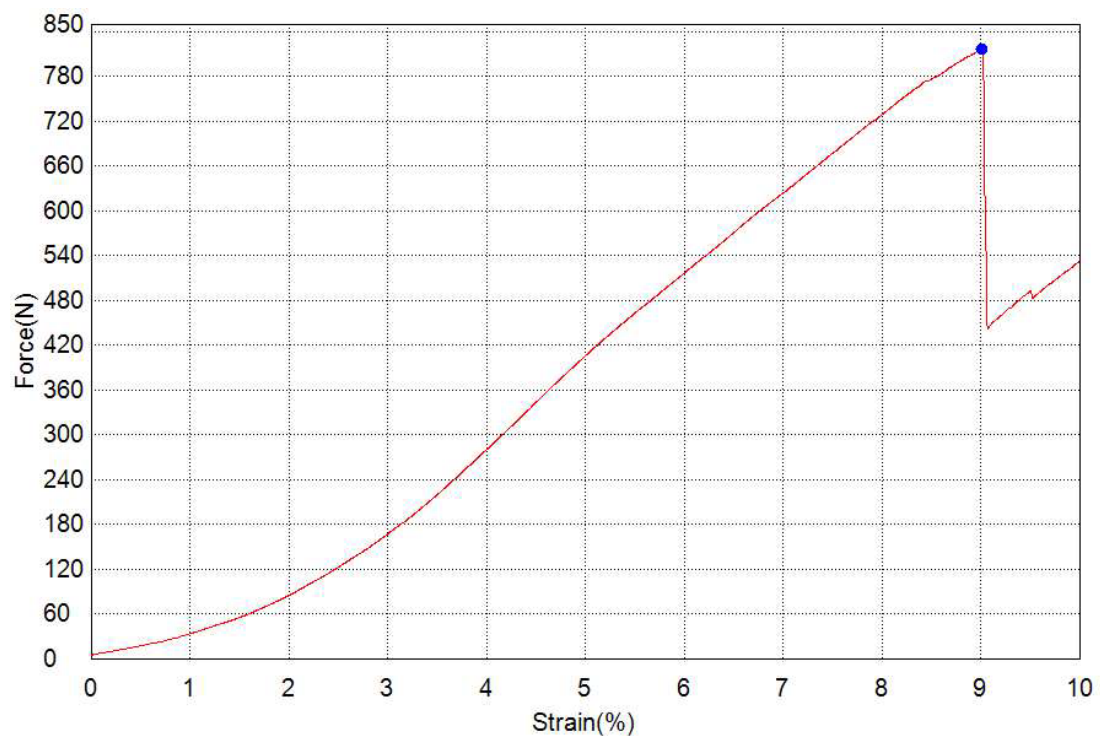
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Myötölujuus (N)	400 - 600	200 - 300	160 - 200	600 - 800	80 - 120
Myötölujuus (kg)	41 - 61	20 - 31	16 - 20	61 - 82	8 - 12
Venymä, myötölujuus (%)	9,5 - 13	3,3 - 4,2	5 - 6,2	7,5 - 9,5	3,3 - 3,9
Venymä, myötölujuus (mm)	43 - 59	13 - 16	24 - 30	26 - 33	11 - 14

Taulukko 6: kauppakassien kantokyky

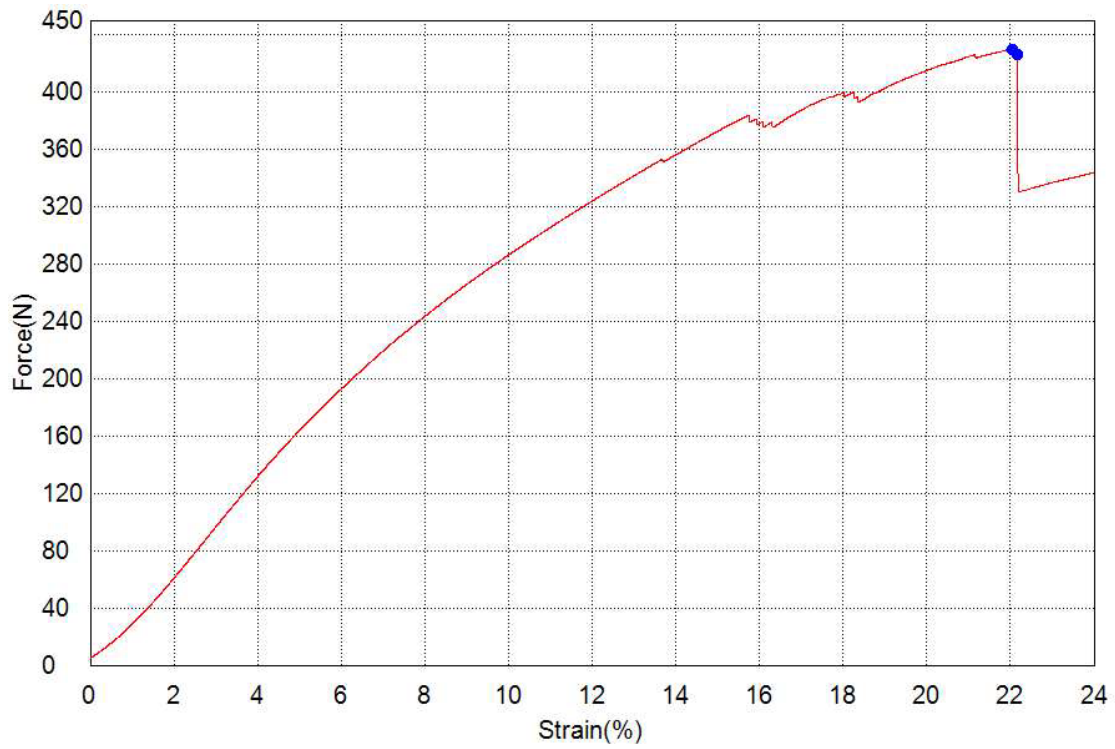
	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Maksimivoima (kg)	241	83	44	319	23
Ensimmäinen hajoamiskohta (kg)	241	83	36	188	22
Myötölujuus (kg)	41 - 61	20 - 31	16 - 20	61 - 82	8 - 12



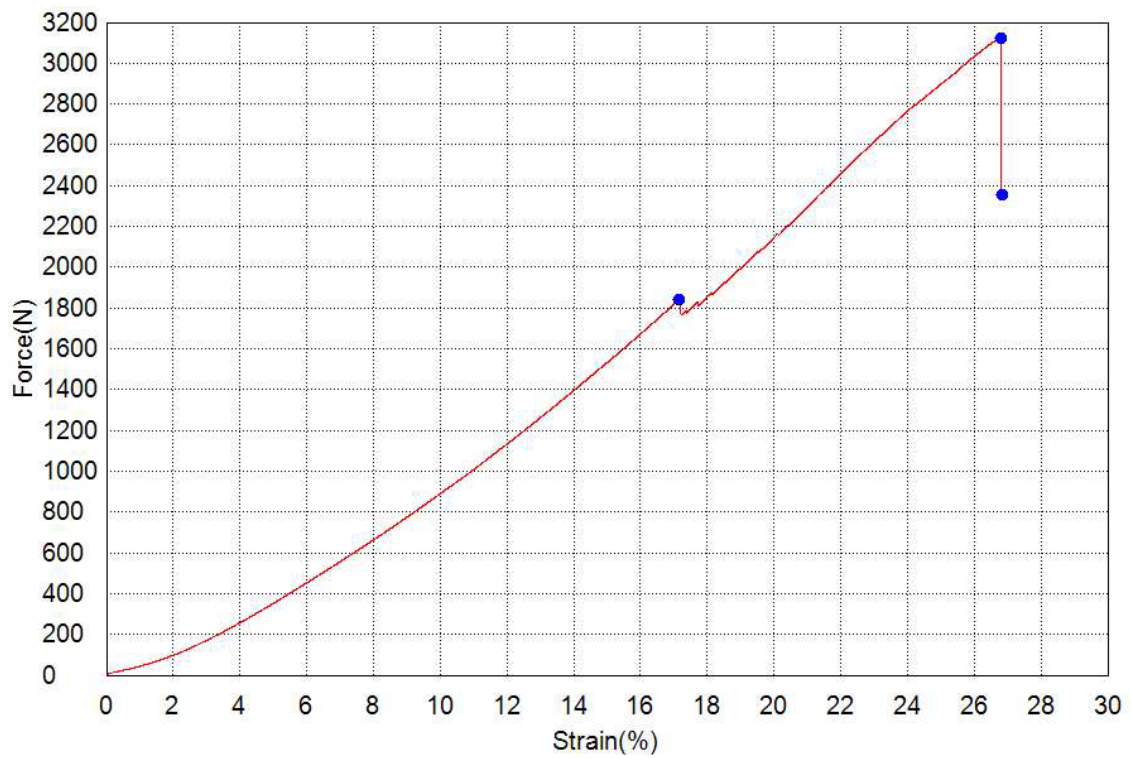
Kuva 11: Näyte 1 kuvaaja, bänderlikassi



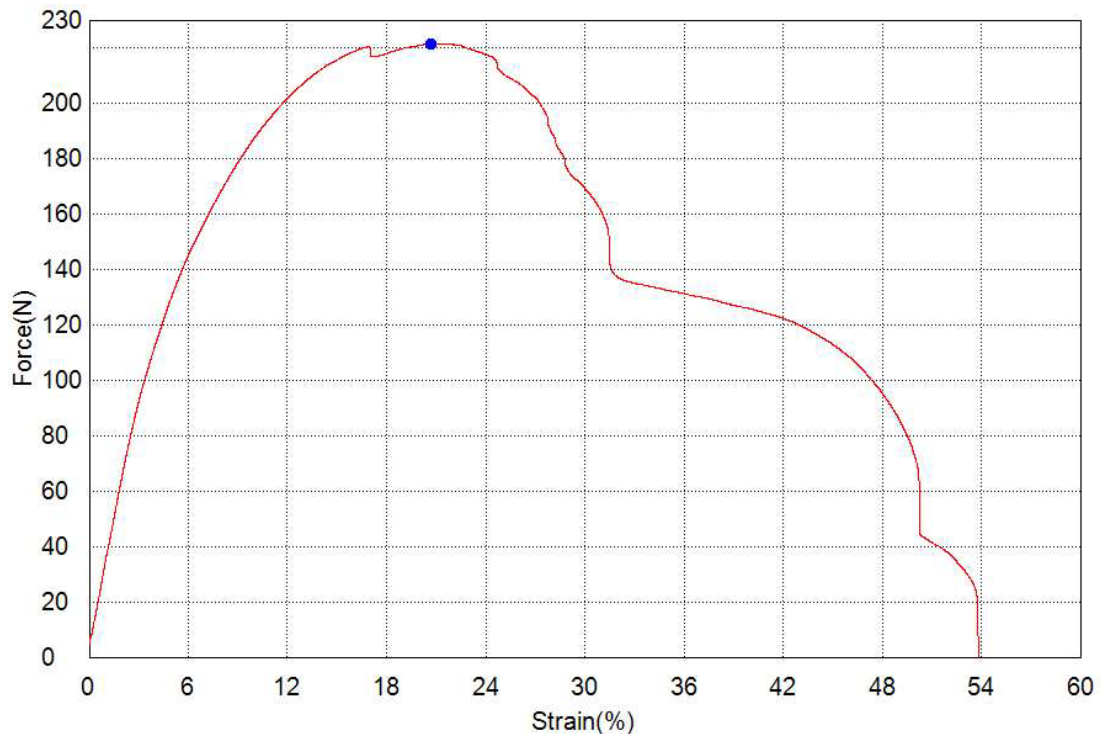
Kuva 12: Näyte 2 kuvaaja, PP woven



Kuva 13: Näyte 3 kuvaaja, PP non-woven



Kuva 14: Näyte 4 kuvaaja, RPET



Kuva 15: Näyte 5 kuvaaja, Essi-kassi

5 VIRHETARKASTELU

Tuloksia on katseltava kriittisesti, sillä mittaustapa ja materiaalit poikkeavat huomattavasti standardeista. Normaalisti vetolujuuslaitteella määritetään materiaalien lujuuksia standardin mukaisista näytekappaleista mutta tässä työssä haluttiin mitata kauppakassien kokonaislujuus. Tästä syystä tuloksia ei voida suoraan verrata kirjallisuuslähteistä saataviin muovien arvoihin. Lisäksi jokaisesta kauppakassista testattiin vain 1 näytekappale, jolloin virheiden minimointi vaikeutuu huomattavasti.

Suurimmat ongelmat testeissä aiheutuivat vetolujuuslaitteen soveltumattomuudella testattaville kasseille. Laite ja siinä käytettävät kiinnittimet soveltuvat pääasiassa vain standardin mukaisiin näytekappaleisiin. Koska kauppakassit olivat leveitä ja pitkiä, oli venymän ja sen myötä hajoamiskohdan määräytyminen vaikeaa laitteen maksimiliikkuvuuden takia. Kiinnittimissä olevat terävät pinnat todennäköisesti aiheuttivat RPET-kassin hajoamisen ja irtoamisen kiinnittimistä. Tämä ei kuitenkaan oleellisesti vaikuttanut kassin tuloksiin, sillä sen lujuusarvot olivat paljon korkeammat kuin muilla näytteillä. Muissa kasseissa ei havaittu kiinnittimien pintojen aiheuttamaa vauriota. Banderollikassi ja Essi-kassi jouduttiin testejä varten lyhentämään pituutensa takia. Lyhentämisen ei pitäisi vaikuttaa tuloksiin, sillä molempien näytteiden heikoin kohta oli kahvoissa.

Testien kuvaajat poikkeavat huomattavasti normaaleista vetolujuustestien kuvaajista. Esimerkiksi kaikista näytteistä ei pystytä selkeästi erottamaan lineaarista ja epälineaarista aluetta. Tämä vaikeuttaa huomattavasti myötölujuuden määrittämistä tarkasti sekä myös silmämääräisesti. Tästä syystä tuloksissa ilmoitetut myötölujuudet ovat vain suuntaa-antavia.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuloksista voidaan todeta, että RPET-kassi oli kaikkein vahvin. Sen ensimmäinen hajoaminen tapahtui 188 kg kohdalla ja lopullinen hajoaminen 319 kg kohdalla. On todennäköistä, että tulos olisi vieläkin suurempi, sillä näytekappale rikkoontui ja irtosi kiinnittimistä kesken testin. RPET-kassille oli vaikeaa määrittää tarkkaa myötölujuuden rajaa, mikä siis kuvaa voimaa, jonka kappale maksimissaan kestää ilman pysyvää muutosta kappaleessa. Tästä syystä myötölujuudeksi määritettiin arvio 61-82 kg.

Toiseksi vahvin kassi oli banderollikassi, jonka kantokyky hajoamispisteessä oli 241 kg. Se oli myös muihin kasseihin verrattuna paljon venyvämpää. Heikoin tutkittavista näytteistä oli Essi-kassi. Sen maksimikantokyvyksi saatiin 23 kg. Kahvat alkoivat pikkuhiljaa repeytyä yksi toisensa jälkeen 22 kg kohdalla. Essi-kassin vetolujuustestin tulos vastaa kävelytestin tulosta. Kävelytestissä jo 8 kg kantokyvyn rasitus sai aikaan hyvin lieviä vaurioita kassissa.

Kassien hajoamiskohdan ja kuvaajien perusteella voidaan päätellä, että kassien heikoimmat kohdat ovat kahvat sekä ommellut saumat. Essi-kassi hajosi pelkästään kahvoista, ja banderollikassi ja PP woven hajosivat yläreunan saumasta. 3. kassi eli PP non-woven hajosi sekä yläreunan saumasta että kahvoista, kuten kuvassa 8 on esitetty. RPET-kassi yllätti suuresti tuloksellaan. Näytteessä ei ole ommeltuja kahvoja, vaan kahvat ovat osa koko kassia. Tästä syystä sillä ei ollut tarkkaa heikkoa kohtaa.

Molemmissa testivaiheissa on paljon ongelmakohtia, jotka aiheuttavat epävarmuutta tuloksien oikeellisuudesta. Esimerkiksi kävelytestiä voisi parantaa tutkimalla lyhytaikaista virumista vetolujuuslaitteella ja sen vaikutusta materiaaliin ja kassien kahvoihin. Vetolujuustestiä varten pitäisi saada paremmin soveltuvat kiinnittimet laitteeseen. Uudet osat eivät silti todennäköisesti poista testiasetelman ongelmia. Testiasetelma herättää kysymyksiä siitä, kuinka hyvin se edustaa koko kassia, toisin sanoen vastaavatko saadut tulokset kassien oikeaa kantokykyä.

Koska vetokokeet tehtiin vain yhdestä kassista, on tuloksissa myös epävarmuutta riippuen siitä, kuinka kassi on ommeltu tai kuinka laadukas käytetty kierrätysmateriaalierä on. Tämän takia, mikäli jatkotutkimuksille on tarvetta, on syytä perehtyä tarkemmin mm. testiasetelmaan sekä rinnakkaisnäytteiden määrään.