

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Aki Tahvanainen

LÄMPÖTILAN AIHEUTTAMAT VAIKUTUKSET SUOJASPIRAALIN  
MATERIAALIN OMINAISUUKSIIN

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2017



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2017**  
**Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
013 260 600

Tekijä  
Tahvanainen Aki

Nimeke  
Lämpötilan aiheuttamat vaikutukset suojaspiraalin materiaalin ominaisuuksiin

Toimeksiantaja  
Hassinen Veljekset Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, kuinka suojaspiraalin valmistusmateriaalit käyttäytyvät vaihtelevissa lämpötiloissa. Tavoitteena oli saada selville, miten väriaineet vaikuttavat lopputuotteen ominaisuuksiin. Työ toteutettiin Hassinen Veljekset Oy:n toimeksiannosta.

Työssä tutustuttiin suurtiheyspolyeteenin ominaisuuksiin, ruiskuvalamiseen, vetokokeiden tekemiseen ja lopputuloksien vertailuun. Käytännönkokeet suoritettiin Karelia ammattikorkeakoulun tiloissa. Kokeiden tuloksia verrattiin eri värien kesken sekä raaka-aineen valmistajan ilmoittamiin tuloksiin.

Kokeiden tuloksissa käy ilmi, että valmiin värillisen tuotteen laatu on tasaisempaa kuin väriaineettoman, vaikka lujuus hieman kärsiikin. Suojaspiraalilla on pitkä käyttöikä ja se joutuu kovaan rasitukseen, siksi tuotteen tasalaatuisuus on tärkeää.

Kieli

suomi

Asiasanat

suojaspiraali, ruiskuvalu, suurtiheyspolyeteeni

Sivuja 23

Liitteet 1



**THESIS**  
**May 2017**  
**Mechanical Engineering**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+358 13 260 600

Author  
Aki Tahvanainen

Title  
Impact of temperature on the material features of hose protector spiral

Commissioned by  
Hassinen Veljekset Oy

Abstract

The aim of this thesis was to investigate how the raw material of hose protector spiral is affected by temperature changes. The objective was to examine how colourants affect the properties of the product. The thesis is commissioned by Hassinen Veljekset Oy.

In this thesis high density polyethylene's features, injection molding, tensile testing and comparison of test results are presented. The testings are made in premises of Karelia University of Applied Sciences. The test results were compared between different colours as well as with the numbers presented by the manufacturer of the raw material.

The test results show that the quality of the coloured product is more stable than the one of neutral product, even though the coloured one is less firm. The hose protector spiral has a long usage age and it faces a lot of strain, which makes the stable and homogeneous quality important.

Language

Pages 23

Finnish

Appendices 1

Keywords

hose protector spiral, injection molding, high-density polyethylene

## Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Opinnäytetyön taustat.....	5
1.2	Toimeksiantaja.....	5
1.3	Tuote.....	6
1.4	Tavoite.....	6
2	Spiraalin raaka-aineet.....	7
2.1	Pääraaka-aine.....	7
2.2	Väriaineet.....	8
2.2.1	Keltainen.....	8
2.2.2	Musta.....	9
3	Raaka-aineiden testaus.....	10
3.1	Vetosauva.....	10
3.2	Vetosauvojen valmistus.....	11
3.3	Vetokoe.....	13
4	Tulokset.....	15
4.1	Lämpötila 23°C.....	15
4.2	Lämpötila 60°C.....	17
4.3	Lämpötila -20°C.....	20
4.4	Vertailu.....	22
4.4.1	Väriaineen vaikutus.....	22
5	Yhteenveto.....	24
6	Pohdinta.....	25
	Lähdeluettelo.....	26

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön taustat

Aihe opinnäytetyöhön tuli Hassinen Veljekset Oy:ltä (myöhemmin Havel), jolla ilmeni tarve saada pitkäaikaisesta tuotteestaan lisää tietoa tuotekehityksen ja myynnin tueksi. Yrityksen valmistamia tuotteita käytetään vaihtelevissa sääolosuhteissa ja lämpötiloissa ympäri maailman, mikä luo omat vaatimuksensa tuotteen ominaisuuksille, erityisesti kestäväyydelle.

Opinnäytetyön tarkoituksena on suorittaa valmistusraaka-aineille kokeita, joiden tuloksia voidaan verrata valmistajan ilmoittamiin arvoihin ja saada selvyys vaikuttaako pääraaka-aineen joukkoon sekoitettu väriaine lopputuloksiin. Kokeiden avulla saadaan tärkeää tietoa Havelin käyttöön tulevaisuuden raaka-ainevalintojen tueksi.

## 1.2 Toimeksiantaja

Havel on Ilomantsissa toimiva metalli- ja muovituotteita valmistava perheyritys, joka aloitti toimintansa yli 40 vuotta sitten metsäkoneurakoinnilla. Vuodesta 1989 alkaen yritys on kehittänyt omassa metallipajassa ja muoviyksikössä innovatiivisia tuotteita, joita on voitu testata yrityksen omilla metsäkone- ja kuljetuskalustolla. [1]

Nykyaikaisissa yli 2500 neliömetrin toimitiloissa valmistuu tuotteita yli 20 maahan. [1] Havelin tavoitteena on kasvattaa vientiä sekä laajentaa sitä uusille toimialoille, mikä osaltaan lisää yrityksen tarvetta tuotetestaukselle ja tietoisuudelle tuotteen käyttäytymisestä erilaisissa olosuhteissa. [2] Yrityksen päätuote on muovisuojauspiraali, jonka raaka-aineeseen tämä opinnäytetyö pohjautuu. [1]

### 1.3 Tuote

Suojaspiraali (kuva 1.) on aikanaan kehitetty yrityksen omiin tarpeisiin ja on vuosien kehityksen lopputulos. Suuritiheyspolyeteenistä muotoon puristamalla saadaan hyvin lämpötilavaihteluita kestävä tuote. Spiraalin tehtäviin kuuluu suojata putkia ja johtoja ulkoiselta kulumiselta, hankaukselta ja kolhuilta. Lisäksi erilaisten työkoneiden spiraalilla niputetut johdot ja putket ovat paremmin suojassa esimerkiksi takertumisilta puunoksiin.



Kuva 1. Havel-suojaspiraali (Hassinen Veljekset Oy 2017)

### 1.4 Tavoite

Tämän opinnäytetyön päätarkoitus ja tutkimustehtävä on saada lisää tietoa suojaspiraalin soveltuvuudesta vaihteleviin sääolosuhteisiin tutkimalla raaka-aineen käyttäytymistä erilaisissa lämpötiloissa. Lisäksi tavoitteena on selvittää onko väriaineilla vaikutusta tuotteen ominaisuuksiin. Tutkimuskysymyksenä on siis kuinka muoviraaka-aine käyttäytyy eri lämpötiloissa.

## 2 Spiraalin raaka-aineet

### 2.1 Pääraaka-aine

Pääraaka-aineena on väritön suurtiheuspolyeteeni (HDPE). Polyeteeni on osakiteinen valtamuovi, joka sisältää pelkästään hiiltä ja vetyä ja on yksi eniten käytetyistä polymeereistä. Syitä polyeteenin valintaan raaka-aineeksi ovat sen alhainen hinta ja ominaispaino, erinomainen kemikaalien kesto, merkityksetön kosteuden imeytyminen, saatavilla elintarvikehyväksyttynä, iskuluja alhaisissa lämpötiloissa, hyvä kulumisen kesto ja helppo värjättävyys. Polyeteenin heikkouksia ovat heikko jäykkyys ja heikko vetolujuus, matala lämmönkesto ja huono maalattavuus. [3]

Pääraaka-aineen valmistaa korealainen yritys Lotte Chemical Uzbekistanissa sijaitsevassa tehtaassa. Kyseisen HDPE-granulaatin (kuva 2.) tunnus on BL5200. [4]



Kuva 2. HDPE BL5200 (Kuva: Aki Tahvanainen 2017)

## 2.2 Väriaineet

### 2.2.1 Keltainen

Keltaisen väriaineen (kuva 3.) valmistaa ruotsalainen yritys Plasticolor Sweden Ab. Väriin tunnus on PE 7A413 L. [5] Väriaine on masterbatchiä, joka on kesto-  
muovien lisäaine. Valmistaja ei ilmoita sivuillaan väriaineen ominaisuuksia.



Kuva 3. Keltainen masterbatch PE 7A413 L (Kuva: Aki Tahvanainen 2017)



### 2.2.2 Musta

Mustan väriaineen (kuva 4.) valmistaa isobritannialainen yritys Abbey Masterbatch Ltd. Väriin tunnus on PE91461F. [6] Väriaine on masterbatchiä, joka on kestopuovien lisäaine. Valmistaja ei ilmoita sivuillaan väriaineen ominaisuuksia.



Kuva 4. Musta masterbatch PE91461F (Kuva: Aki Tahvanainen 2017)

### 3 Raaka-aineiden testaus

#### 3.1 Vetosauva

Vetosauvat tämän opinnäytteen testausosiota varten valmistettiin ruiskuvaluna. Valmistusmenetelmänä ruiskuvalu soveltuu hyvin suurille tuotantomäärille ja testattavalle raaka-aineelle.

Karelia ammattikorkeakoululla oli varastossa valmis ruiskuvalumuotti vetosauvoille (kuva 5.), joka täyttää standardin ISO 527-R ja sitä käytettiin sauvojen valmistuksessa. Sauvojen kokonaispituus on 167 mm, josta kapean kuormituskohdan pituus on 80 mm ja loput 87 mm on vetokoneen kiinnitysleuoille tarkoitettua leveämpää pintaa. Sauvan leveys kuormituskohdassa on 10 mm ja leveämpi kiinnityskohta on 20 mm. Sauvan paksuus on 4 mm.



Kuva 5. Valmiit vetosauvat (Kuva: Aki Tahvanainen 2017)

### 3.2 Vetosauvojen valmistus

Vetosauvojen valmistuksen aloitin mittaamalla raaka-aineet valmiiksi. Toimeksiantaja on käyttänyt väriainetta reilun desilitran yhtä väriaineetonta granulaattisäkkiä kohden, joka painaa 25 kg. Keltaisen väriaineen paino on noin 95 grammaa / dl ja mustanväriaineen noin 75 g / dl. Vetosauvoihin on käytetty väriainetta noin 1,5 dl / 25 kg, jotta väri ei jää liian himmeäksi.

Keltaisien sauvojen sekoitussuhde:

$$m_{keltainen} = \frac{95 \text{ g}}{\text{dl}} * 1,5 \text{ dl} = 143 \text{ g}$$

Väritöntä raaka-ainetta käytettiin 1000 g ( $\frac{25000 \text{ g}}{25} = 1000 \text{ g}$ ), jolloin väriainetta tarvittiin 5,72 g ( $\frac{143 \text{ g}}{25} = 5,72 \text{ g}$ ).

Mustien sauvojen sekoitussuhde:

$$m_{musta} = \frac{75 \text{ g}}{\text{dl}} * 1,5 \text{ dl} = 113 \text{ g}$$

Väritöntä raaka-ainetta käytettiin 1000 g ( $\frac{25000 \text{ g}}{25} = 1000 \text{ g}$ ), jolloin mustaa väriainetta tarvittiin 4,52 g ( $\frac{113 \text{ g}}{25} = 4,52 \text{ g}$ ).

Materiaalien painot punnittiin PJ Precisa Junior 5000D vaa'alla (kuva 6.). Ensiksi taarattiin vaaka mitta-astian kanssa, jonka jälkeen lisättiin 1000 g väritöntä ryyniä ja lopuksi lisättiin tarvittava määrä väriainetta. Väriaineet sekoitettiin väriaineettoman sekaan ja kaadettiin ruiskuvalukoneen raaka-ainesuppiloon.



**Kuva 6. Vaaka PJ Precisa Junior 5000D (Kuva: Aki Tahvanainen 2016)**

Vetosauvat valmistettiin Krauss Maffei KM80-160/55CZ ruiskuvalukoneella (kuva 7.) Karelia-ammattikorkeakoulun tiloissa.



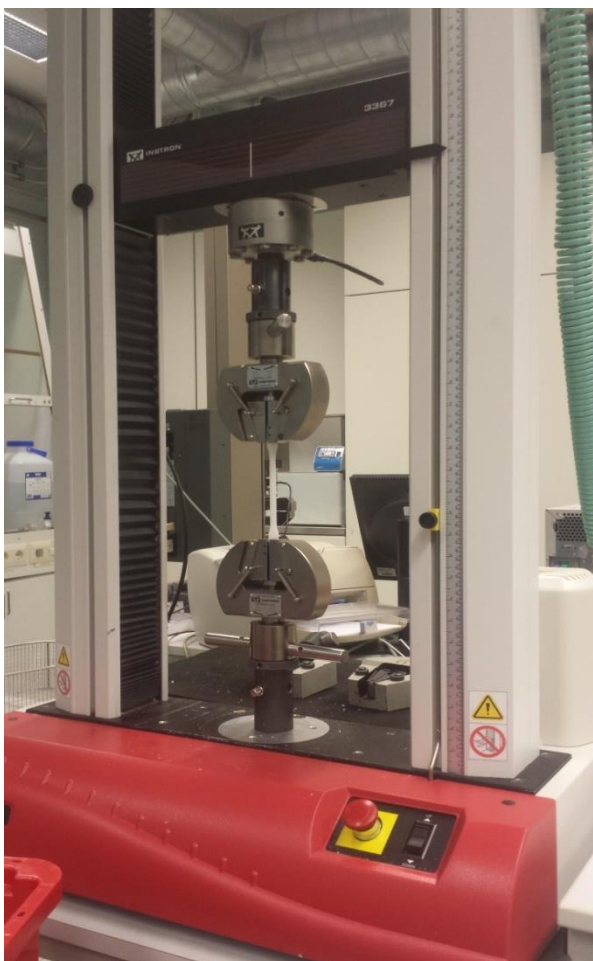
**Kuva 7. Krauss Maffei KM80-160/55CZ ruiskuvalukone (Kuva: Aki Tahvanainen 2016)**

### 3.3 Vetokoe

Vetokokeessa selvitetään materiaalien vetolujuutta. Vetolujuudella tarkoitetaan testattavan kappaleen vastustusta vastakkaisista suunnista tapahtuvia vetovoimia vastaan. [5]

Kokeen tuloksista analysoidaan murtolujuutta  $R_m$ , sekä murtovenymää  $A$ . Murtolujuus on vetokokeessa saatava suurin jännityksen arvo. Murtovenymä saadaan vähentämällä palautuva venymä murtohetken venymästä. [5]

Vetokoe suoritettiin Instron 3367 vetolujuuskoneella (kuva 8.) Karelia-ammattikorkeakoulun tiloissa. Vetonopeus oli 50,0 mm/min ja testien aikana huoneen lämpötila oli +23°C ja kosteusprosentti 50 %. Jännitys annetaan megapascalina (MPa) yksiköissä ja venymä prosentteina.



Kuva 8. Instron 3367 vetolujuuskone, vedettävänä väriaineeton vetosauva (Kuva: Aki Tahvanainen 2016)

Ensiksi vedettiin huoneenlämpöiset sauvat seuraavanlaisessa järjestyksessä: väritön (15 kpl), keltainen (15 kpl) ja musta (15 kpl). Seuraavaksi vedettiin sauvat, jotka olivat reilun vuorokauden (26 tuntia) uunissa +60°C lämpötilassa ja vetojärjestyksessä: väritön (15 kpl), keltainen (15 kpl) ja musta (15 kpl). Lopuksi oli vuorossa kolme viikkoa pakastimessa olleet sauvat, joiden lämpötila oli -20°C ja työjärjestys edelleen sama: väritön (15 kpl), keltainen (15 kpl) ja musta (15 kpl).

Kokeessa oli tarkoitus vetää jokaista sauvaa suunnilleen yhtä pitkään, tai katkeamiseen saakka. Taulukoissa esiintyvä teksti (EI VEDETTY LOPPUUN ASTI) tarkoittaa sitä, että sauvat tai osa sauvoista olisi voinut venyä sen 500 % ja siksi jätetty kesken. Sauvat asennettiin vetokoneeseen pitelemällä sauvojen päistä kiinni ja käyttämällä paksuja hansikkaita, jotta kehon lämpötilan vaikutus sauvaan olisi mahdollisimman pieni.

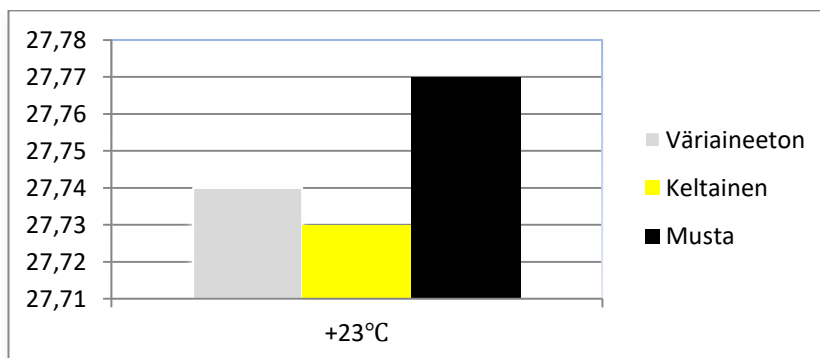
## 4 Tulokset

### 4.1 Lämpötila 23°C

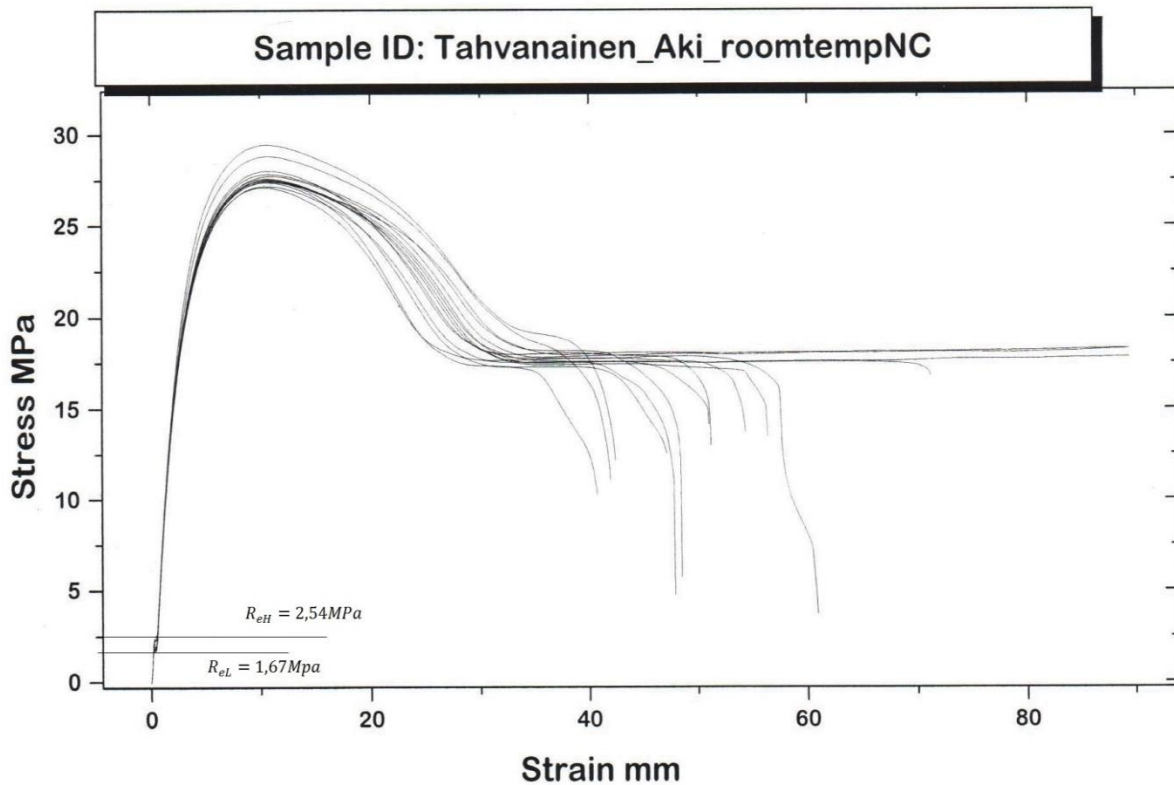
Huoneenlämpöisissä sauvoissa ei murtolujuudessa ole suuria heittoja (kuvio 1.), vaan ero muodostuu keskihajonnasta (taulukko 1.). Väriaineellisten keskihajonta on pienempi, kuin väriaineettoman. Tämän voi hyvin huomata piirtyneistä vetokäyristä (kuvat 9–11).

Taulukko 1.

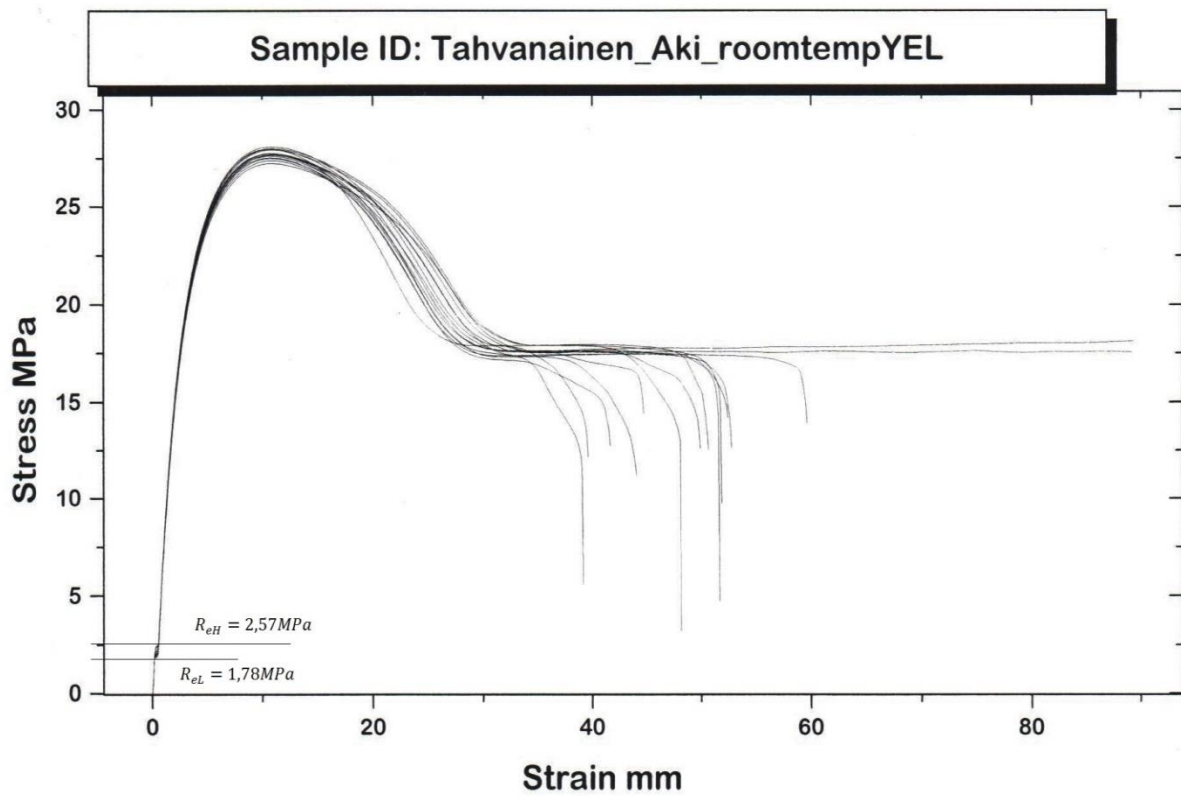
LÄMPÖTILA 23°C	VÄRIINEETON	KELTAINEN	MUSTA
MURTOLUJUUS (MPa)	27,74	27,73	27,77
KESKIHAJONTA (MPa)	0,63	0,25	0,15
VENYMÄ (%)	EI VEDETTY	LOPPUUN	ASTI
KESKIHAJONTA (%)	EI VEDETTY	LOPPUUN	ASTI
KATKENNEET SAUVAT	11/15	13/15	14/15



Kuvio 1. Murtolujuus (MPa) lämpötilassa 23°C.

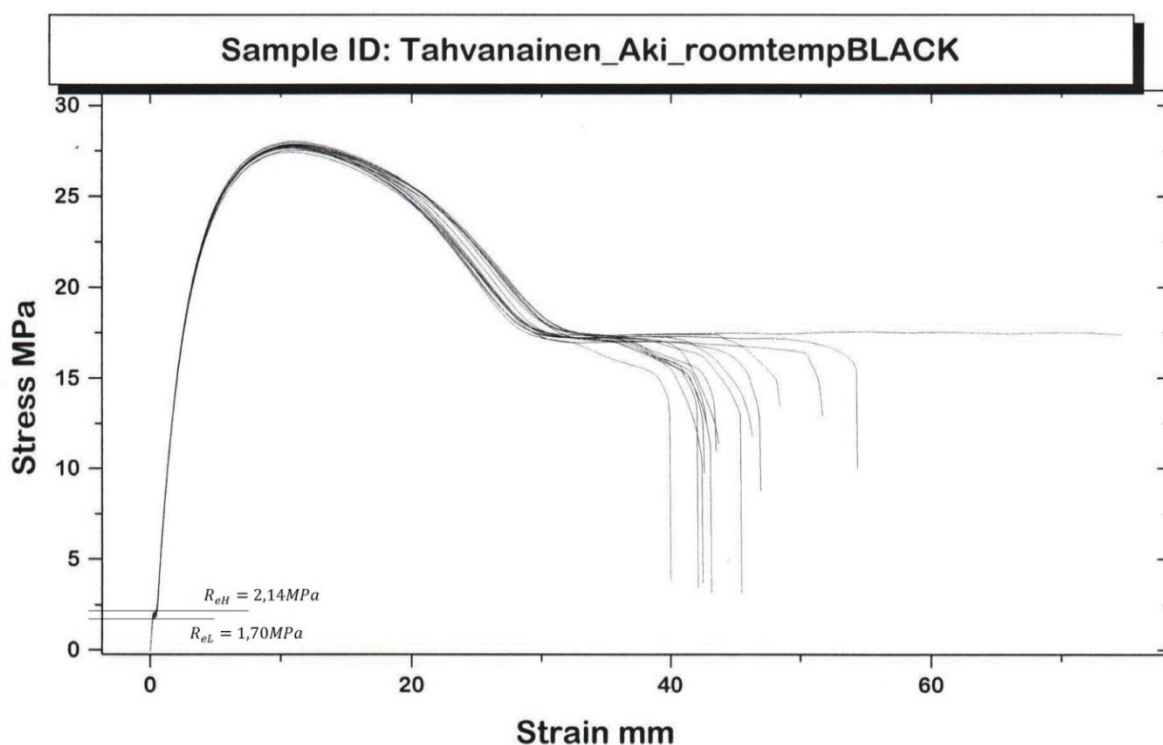


Kuva 9. Väriaineettoman vetokäyrät.



Kuva 10. Keltaisen vetokäyrät.





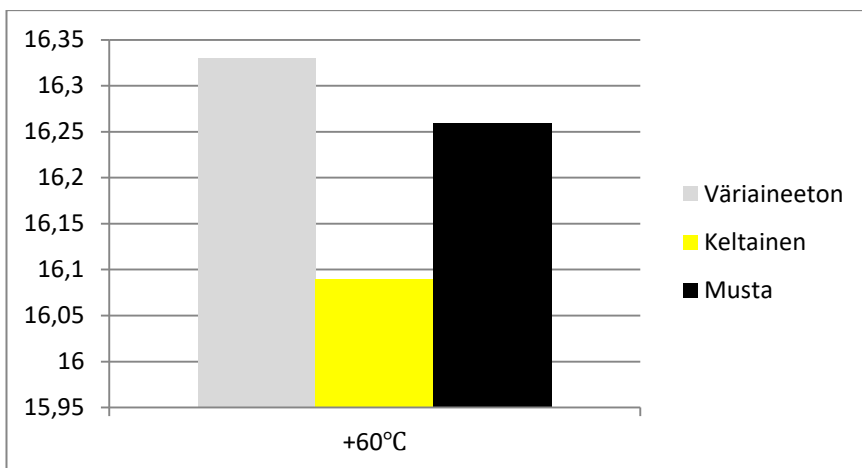
Kuva 11. Mustan vetokäyrät.

#### 4.2 Lämpötila 60°C

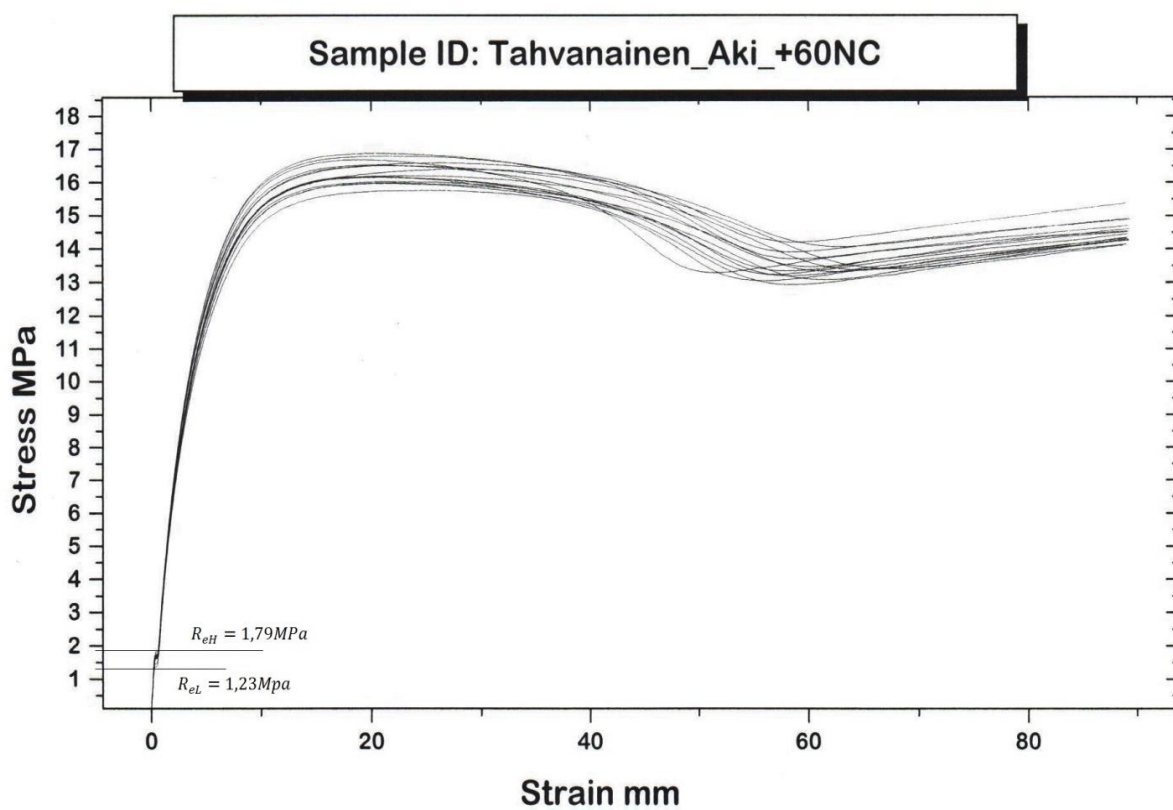
Lämmitettyjen sauvojen välillä murtolujuudessa ei tullut suuria eroja (kuvio 2.). Väriaineeton oli lujin, mutta keskihajontakin oli suurin (taulukko 2.). Hajonnan huomaa hyvin piirittyneistä vetokäyristä (kuvat 12–14.).

Taulukko 2.

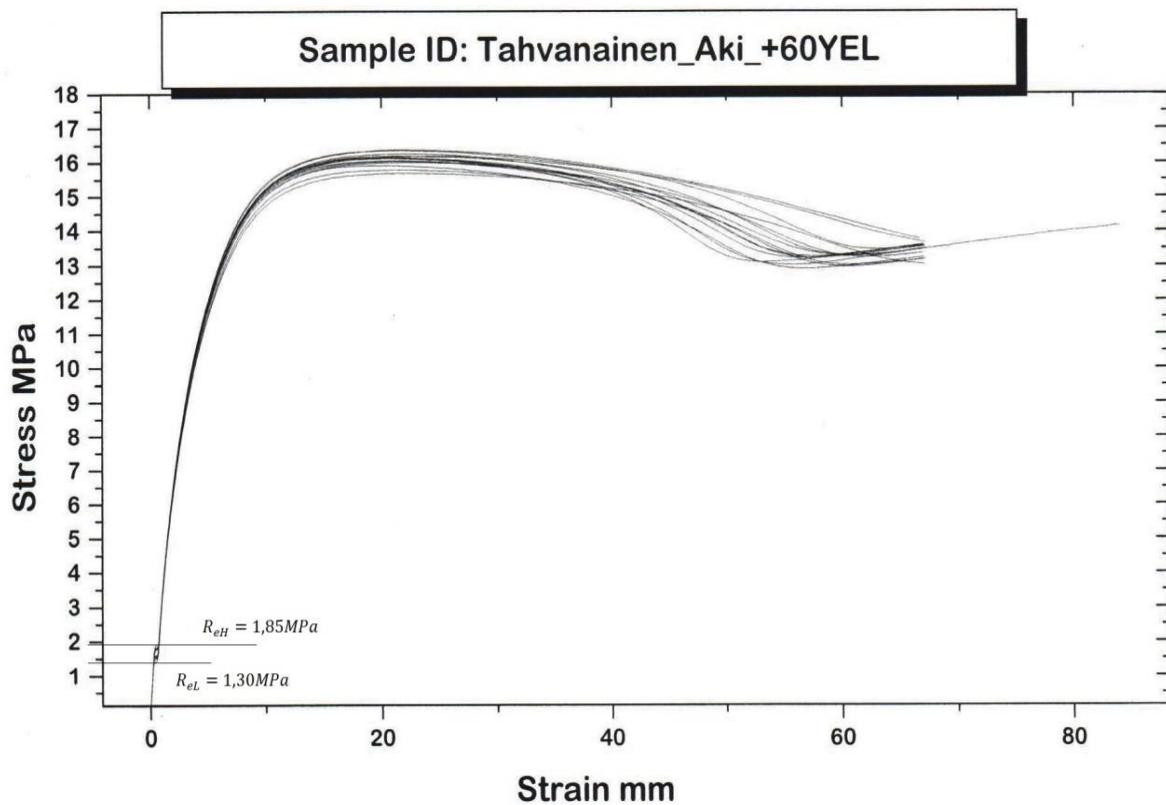
LÄMPÖTILA 60°C	VÄRIAINETON	KELTAINEN	MUSTA
MURTOLUJUUS (MPa)	16,33	16,09	16,26
KESKIHAJONTA (MPa)	0,33	0,19	0,18
VENYMÄ (%)	EI VEDETTY	LOPPUUN	ASTI
KESKIHAJONTA (%)	EI VEDETTY	LOPPUUN	ASTI



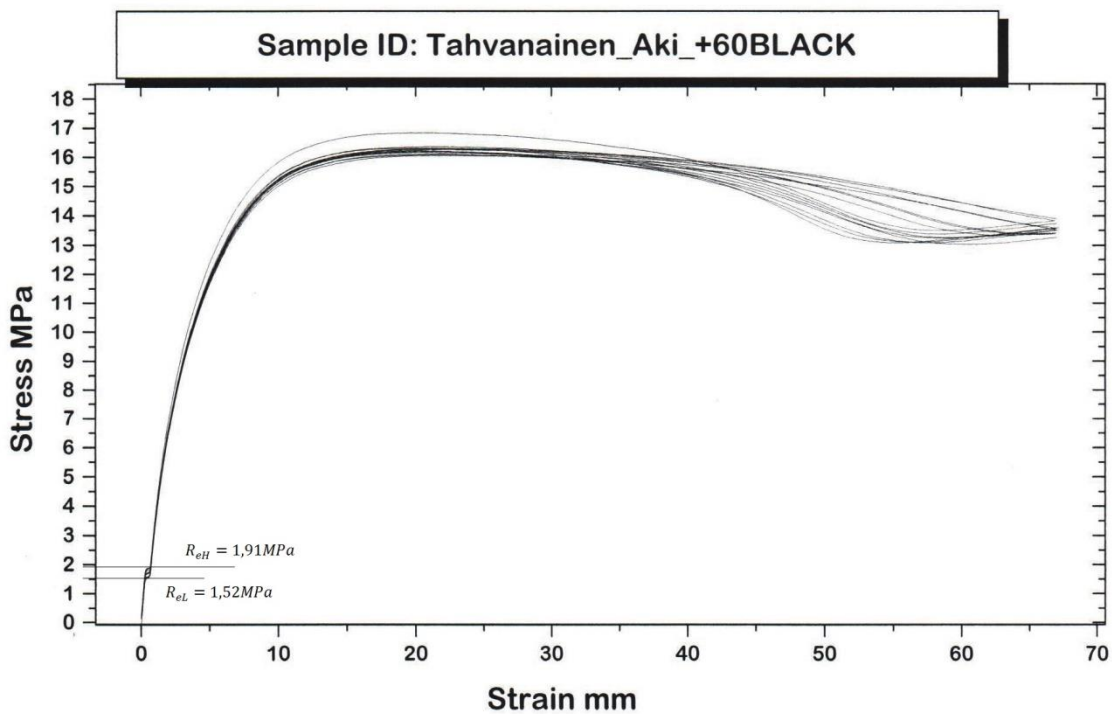
Kuvio 2. Murtolujuus (MPa) lämpötilassa 60°C.



Kuva 12. Väriaineettoman vetokäyrät (60°C).



Kuva 13. Keltaisen vetokäyrät (60°C).



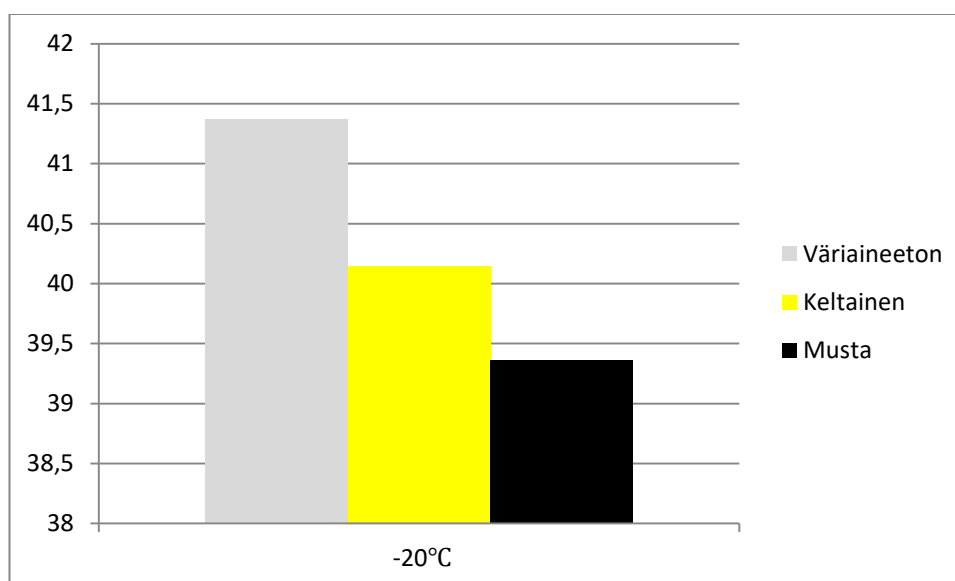
Kuva 14. Mustan vetokäyrät (60°C).

### 4.3 Lämpötila -20°C

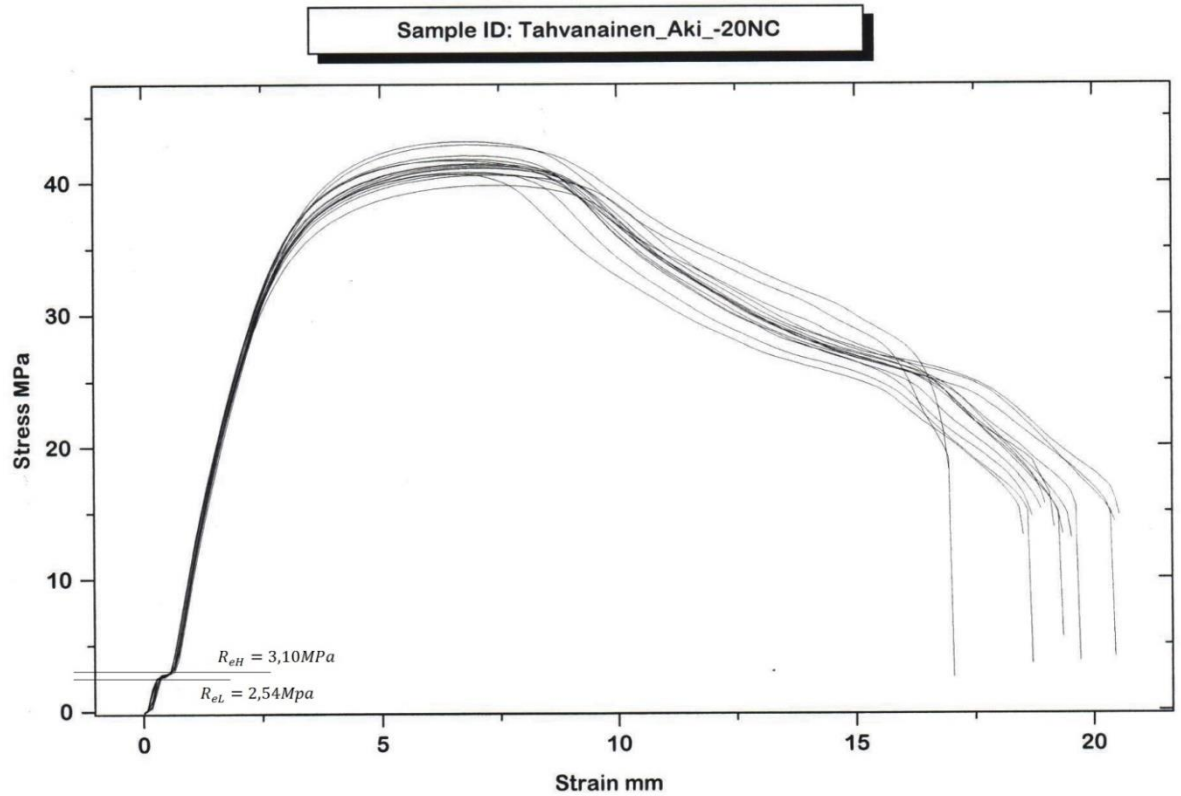
Vetokokeiden suurimmat murtolujuuserot tulivat pakastettujen sauvojen välille (kuvio 3.). Väriaineeton saavutti suurimman murtolujuuden ja keskihajonnan, mutta venymässä hävisi väriaineellisille (taulukko 3.). Keskihajonnan erot näkyvät hyvin piirtyneissä vetokäyrissä (kuvat 15–17.).

Taulukko 3.

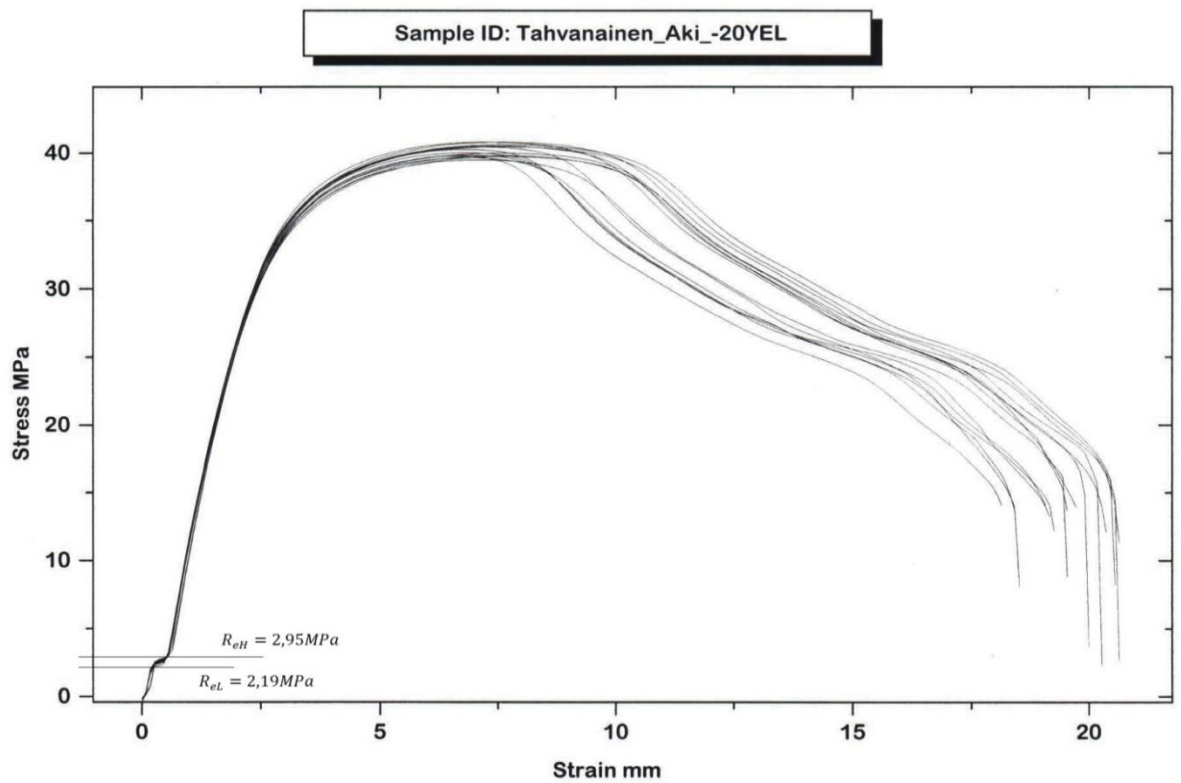
LÄMPÖTILA -20°C	VÄRIINEETON	KELTAINEN	MUSTA
MURTOLUJUUS (MPa)	41,37	40,15	39,36
KESKIHAJONTA (MPa)	0,88	0,44	0,36
VENYMÄ (%)	18,598	19,143	19,162
KESKIHAJONTA (%)	1,079	0,804	1,255



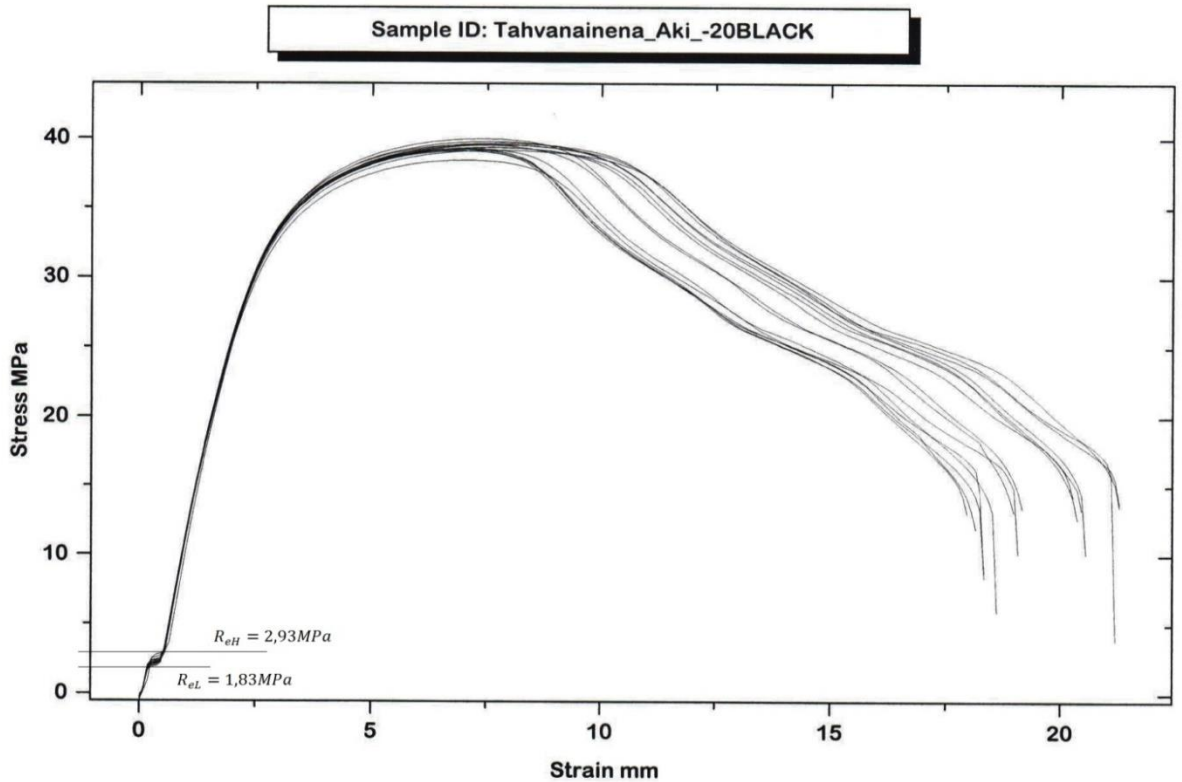
Kuvio 3. Murtolujuus (MPa) lämpötilassa -20°C.



Kuva 15. Väriaineettoman vetokäyrät (-20°C).



Kuva 16. Keltaisen vetokäyrät (-20°C).



Kuva 17. Mustan vetokäyrät (-20°C).

#### 4.4 Vertailu

Lotte Chemical ilmoittaa pääraaka-aineen murtolujuudeksi  $R_m = 28,4 MPa$  ja murtovenymäksi  $A \geq 500 \%$  +23°C lämpötilassa (liite 1.). [4]

Väriaineettoman vetokokeessa murtolujuudeksi tuli  $R_m = 27,74 MPa$ . Murtovenymän mittauksessa tulokset olivat kaukana ilmoitetusta arvosta, koska 11kpl sauvoista katkesi ja loppuja sauvoista ei vedetty 500 % asti.

ValuAtlas ilmoittaa HDPE-muovien murtolujuudeksi  $R_m = 15 - 25 MPa$ , joten Lotte Chemicalin BL5200 on laadultaan luja. [3]

##### 4.4.1 Väriaineen vaikutus

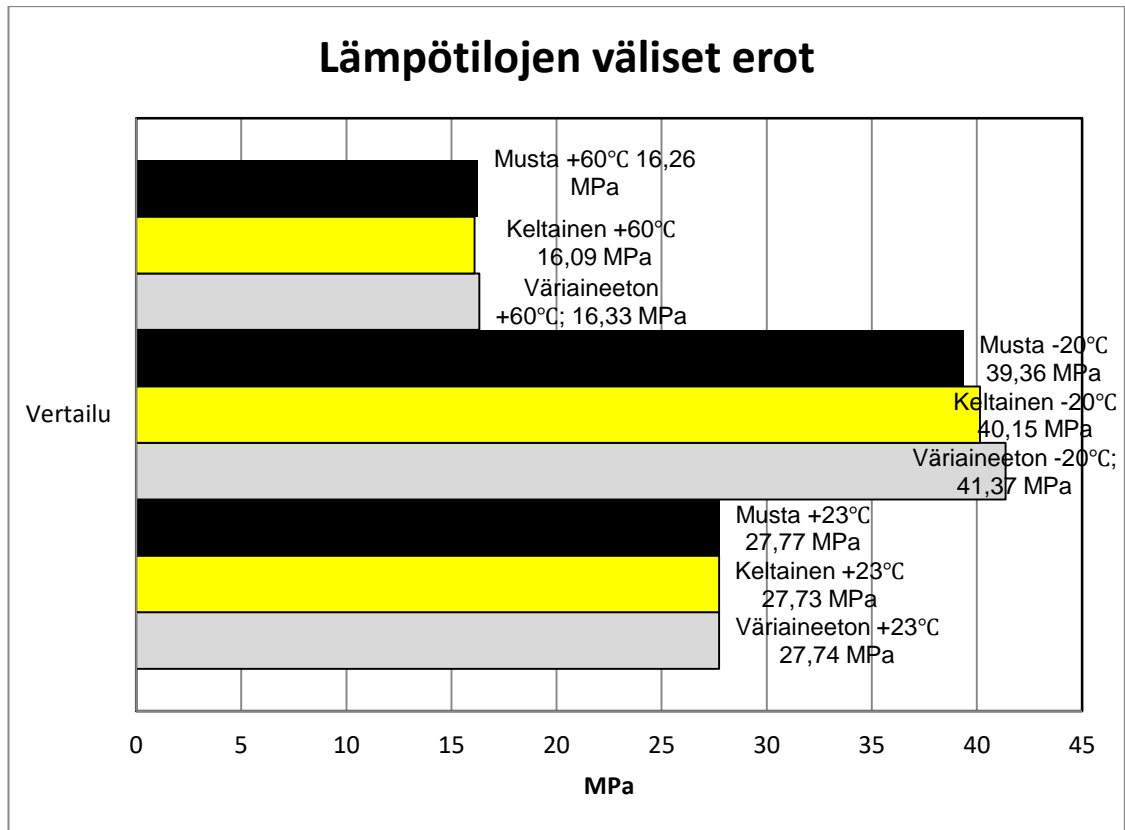
Huoneenlämmössä tehdyissä testeissä lujimmaksi osoittautuivat mustat vetosauvat, joiden murtolujuuden keskihajonta oli pienin. Väriaineet selkeästi vaikut-

tavat tuotteen tasalaatuisuuteen, joka käy hyvin ilmi piirtyneistä vetokäyristä (kuvat 9–11.). Väriaineellisten tasalaatuisuudesta puhuu myös katkenneiden sauvojen määrä (musta 14/15 ja keltainen 13/15). Väriaineettoman keskihajonta oli ryhmän suurin ja sauvoja katkesi 11kpl 15:sta, vaikka tulokset olivat muuten keltaisen kanssa samaa luokkaa. Väriaineet vähensivät lopputuotteen sitkeyttä, mutta tekivät lopputuotteesta tasalaatuisempia.

Uunissa olleista sauvoista lujimmat tulokset sai väriaineeton, mutta keskihajonta oli myös suurin. Väriaineellisista musta oli lujempi ja samalla tasalaatuisin kaikista lopputuotteista pienimmällä keskihajonnalla. Väriaineet parantavat lopputuotteen tasalaatuisuutta korkeammissa lämpötiloissa, joka käy hyvin ilmi piirtyneissä vetokäyrissä (12–14.).

Pakastetut sauvat tarjosivat suurimmat erot keskihajonnoissa. Lujimmaksi osoittautuivat väriaineettomat vetosauvat, joissa oli suurin keskihajonta, sekä pienin venymä. Keltaiset sauvat olivat lujempia, kuin mustat ja niiden keskihajontakin oli suurempi. Suurin venymä oli mustilla vetosauvoilla, tosin venymän keskihajonta oli lopputuotteista suurin. Väriaineet tekevät lopputuotteista tasalaatuisempia, sekä sitkeämpiä matalissa lämpötiloissa. Kylmyys kasvatti kaikkien sauvojen keskihajonnan heittelyä, verrattuna lämpimämpien sauvojen testeihin, mikä näkyy hyvin taulukoissa 1–3, sekä piirtyneissä vetokäyrissä (kuvat 9–17.).

Suoritettujen testien murtolujuuksien tulokset on koottu kuvioon 4. Kuviosta 4 erottuu hyvin kylmien sauvojen väliset erot verrattuna lämpimämpiin sauvoihin.



Kuvio 4. Murtolujuuksien vertailu.

## 5 Yhteenveto

Tuloksia vertaamalla nähdään väriaineen vaikuttavan positiivisesti tuotteen ta-salaatuisuuteen. Tulos on suotuisa suuria määriä valmistettavalle ankariin ja vaihteleviin sääolosuhteisiin suunnitellulle tuotteelle, koska Havel voi luottaa tarjoavansa asiakkaalle lupaamansa laadukkaan suojaspiraalin.

Vetokokeissa suurimman yllätyksen tarjosi huoneenlämmössä suoritettut testit, sillä valmistaja lupasi yli 500 %:n murtovenymän, mutta näihin tuloksiin oli mah-dollista päästä vain muutamalla vetosauvalla. Suurin osa sauvoista katkesi jo reilusti ennen 500 %:n venymää, mikä kertoo materiaalin hauraudesta.

Vetokokeet tukevat suuritiheyspolyeteenin valintaa suojaspiraalin raaka-aineeksi. Polyeteenin helpon saatavuuden ja verrattain alhaisen hankintahinnan lisäksi vetokokeilla todetut muovin ominaisuudet ja käyttäytyminen eri lämpöti-loissa ovat tarkoituksenmukaisia suojaspiraalin käyttöä ajatellen. Tekemieni testien perusteella voin suositella Havelia jatkamaan suojaspiraalien valmista-



mista polyeteenistä. Mikäli Havel haluaisi lisävarmistusta muoviraaka-aineen ominaisuuksista ja käyttäytymisestä, suositteluni on suorittaa vastaavat vetokokeet kilpailevan muovivalmistajan raaka-aineella.

Vetokokeiden suoritustavoissa ja välineissä olisi ollut parannettavaa, koska lämmitetyn ja jäädytetyn vetosauvan lämpötila kerkesi hivenen muuttua kiinnitystilanteessa. En kuitenkaan usko näiden seikkojen vaikuttaneen niin merkittävästi, että tulokset olisivat epäluotettavia.

## **6 Pohdinta**

Tämä opinnäytetyö tukee vaihtoehtoisten raaka-aineiden tutkimista suojaspiraalien valmistuksessa. Toimeksiantaja on kiinnostunut edullisemmista raaka-aineista, mutta kuitenkin säilyttäen tuotteen ominaisuudet ja laadun.

Työtä voisi jatkaa käyttämällä erivärisiä masterbatchejä, kokeilla valmistaa spiraalialia erilaisilla pääraaka-aineilla ja lisäämällä testejä, kuten esimerkiksi iskulujuustesti.

**Lähdeluettelo**

1. Hassinen Veljekset Oy. 2017. Internet sivusto.  
<https://havel.fi/fi/yritys>
2. Hassinen, Suvi. Vientimyynti ja markkinointi. Hassinen Veljekset Oy. 2017. Haastattelu 1.6.2016.
3. ValuAtlas. 2017. Internet sivusto.  
[http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics\\_PE\\_FI.pdf](http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PE_FI.pdf)
4. Lotte Chemical. 2017. Internet sivusto  
[http://english.lottechem.com/contents/product/productGuide\\_view.asp?code=C201](http://english.lottechem.com/contents/product/productGuide_view.asp?code=C201)
5. Plasticolor Sweden Ab. 2017. Internet sivusto.  
<http://www.plasticolor.se/>
6. Abbey Masterbatch. 2017. Internet sivusto.  
<http://www.abbeymb.com/products/black-masterbatch/>
7. Valtanen, Esko. 19. painos 2012. Tekniikan taulukkokirja. Mikkeli: Genesis-Kirjat Oy
8. Nuutamo, Vesa. Materiaalin valinta. Luentomateriaali. Karelia-ammattikorkeakoulu. 2016.

**HIVOREX BL5200**
**High Density Polyethylene**
**General Information**
**Description**

- ◆ HIVOREX BL5200 is produced by slurry process technology.
- ◆ This resin is ideally suited for use in blow molding application.
- ◆ HIVOREX BL5200 is designed to offer high stiffness, excellent impact resistance, good resistance at low temp and chemicals resistance.

**Applications**

- ◆ Bottle and industrial chemicals bottle, a toy, etc.

Properties <sup>1</sup>					
Physical	Test Method	Nominal Values			
Melt Flow Index (190°C, 2.16kg)	ASTM D 1238	0.30	g/10min		
Density	ASTM D 1505	0.963	g/cm <sup>3</sup>		
Mechanical					
Tensile Stress (Yield)	ASTM D 638	290	kgf/cm <sup>2</sup>	28.4	MPa
Tensile Strain (Break)	ASTM D 638	≥500	%	≥500	%
Flexural Modulus	ASTM D 790	13,500	kgf/cm <sup>2</sup>	1,324	MPa
Impact					
Notched IZOD Impact Strength (23°C)	ASTM D 256	30	kgf-cm/cm	294	J/m
Thermal					
VICAT Softening Point	ASTM D 1525	125	°C		
Additional					
ESCR	ASTM D 1693	30	F <sub>50</sub> Hours		

**NOTE**

ISO 9001, 14001, /TS 16949

<sup>1</sup> Properties : these are not to be construed as specifications

[www.lottechem.com](http://www.lottechem.com)

**HIVOREX BL5200**
**High Density Polyethylene**
**General Information**
**Description**

- ◆ HIVOREX BL5200 is produced by slurry process technology.
- ◆ This resin is ideally suited for use in blow molding application.
- ◆ HIVOREX BL5200 is designed to offer high stiffness, excellent impact resistance, good resistance at low temp and chemicals resistance.

**Applications**

- ◆ Bottle and industrial chemicals bottle, a toy, etc.

Properties <sup>1</sup>				
Physical	Test Method	Nominal Values		
Melt Flow Index (190°C, 2.16kg)	ISO 1133	0.30	g/10min	
Density	ISO 1183	0.963	g/cm <sup>3</sup>	
<b>Mechanical</b>				
Tensile Stress (Yield)	ISO 527	290	kgf/cm <sup>2</sup>	28.4 MPa
Tensile Strain (Break)	ISO 527	≥500	%	≥500 %
Flexural Modulus	ISO 178	10,000	kgf/cm <sup>2</sup>	981 MPa
<b>Impact</b>				
Notched IZOD Impact Strength (23°C)	ISO 180	28	kgf-cm/cm	275 J/m
<b>Thermal</b>				
VICAT Softening Point	ISO 306	125	°C	
<b>Additional</b>				
ESCR	ASTM D 1693	30	F <sub>50</sub> Hours	

**NOTE**

ISO 9001, 14001, /TS 16949

<sup>1</sup> Properties : these are not to be construed as specifications

[www.lottechem.com](http://www.lottechem.com)