

TARTU ÜLIKOOL

LOODUS- JA TÄPPISTEADUSTE VALDKOND

MATEMAATIKA JA STATISTIKA INSTITUUT

Triinu Aug, Aleksandra Rammul

**Erinevast materjalist küünalde põlemisaegade  
võrdlemine**

Projekt aines katseplaneerimise teooria

TARTU 2021

# Sisukord

<b>Sissejuhatus</b>	<b>3</b>
<b>1 Metoodika</b>	<b>5</b>
1.1 Katse eesmärk . . . . .	5
1.2 Katse planeerimine . . . . .	5
1.3 Katse läbiviimine . . . . .	6
<b>2 Tulemuste analüüs</b>	<b>8</b>
2.1 Kirjeldav analüüs . . . . .	8
2.2 Dispersioonanalüüs . . . . .	11
2.3 Analüüs Kruskal-Wallise meetodiga . . . . .	12
<b>Kokkuvõte</b>	<b>16</b>
<b>Kasutatud allikad</b>	<b>17</b>
<b>Lisa 1. Mõõtmistulemused</b>	<b>18</b>
<b>Lisa 2. Dispersioonanalüüsi programmi väljatrükid</b>	<b>19</b>
<b>Lisa 3. Programmi tekst</b>	<b>22</b>

## Sissejuhatus

Küünalde põletamine on tänapäeval väga levinud viis kodus hubase valguse ja meeleolu loomiseks, eriti pimedal ajal. Küünlaid valmistatakse aga väga paljudest erinevatest materjalidest, näiteks parafiinist, mesilasvahast või rapsivahast, millest mõni on keskkonnasõbralikum kui teine.

Parafiin on kõige levinum küünalde tooraine, mida valmistatakse naftatööstuse jääkainetest. Naftatööstuses aga keskkonnale erilist tähelepanu ei pöörata, seega ei ole parafiinist küünlad keskkonnasõbralikud. Lisaks on parafiinist küünlaid, mis eraldavad põledes õhku vääveldioksiidi, mis on sisse hingates kahjulik ja ei sobi tundlikele inimestele. [4]

Mesilasvahast küünlad on valmistatud noorte töomesilaste vahanäärmete eritisest. Seega mesilasvaha tekkimise protsess pole keskkonnale kahjulik ning see on kodumaist päritolu, kuid näiteks veganitele mesilasvaha siiski ei sobi, sest nemad ei pea õigeks seda, et mesilasi peetakse selleks, et inimestele toota mett, mesilasvaha ja muud. [2]

Rapsivaha see eest on looduslik ja põhjamine tooraine, millest küünalde valmistamine on loomade sõbralik ning ka väga väikese ökoloogilise jalajäljega. Rapsi kasvatamisega on võimalik tõsta mulla viljakust, see ei põhjusta monokultuuri tekitamist ning ei oma kahju keskkonnale ega suurenda eba-võrdsust vaesemates riikides nagu juhtub tootes teisi looduslikke vahasid - soja- ja palmivaha. [3]

Keskkonnale on sõbralikum ka, kui üks küünal põleb võimalikult kaua, sest siis tekib vähem prügi. Küünalde põlemisaegade kohta aga ühene informatsioon puudub. Seega antud pilootuuringu eesmärgiks on läbi viia katse, mis uurib, kas erinevatest materjalidest küünlad põlevad erineva kiirusega ning

milline oleks materjali päritolu ja põlemisaega arvesse võttes kõige keskkon-  
nasõbralikum variant.

Meeskonna tööjaotus:

Triinu	katse planeerimine, katse läbi viimine, tulemuste analüüs SAS-is, peatükk 1. Metoodika
Aleksandra	katse läbi viimine, tulemuste analüüs SAS-is, peatükk 2. Tulemuste analüüs

# 1 Metoodika

## 1.1 Katse eesmärk

Katse eesmärk on välja selgitada, kas erinevast materjalist küünlad põlevad erineva kiirusega. Täpsemalt uuritakse, kas põlemisaja erinevus leidub parafiinist, mesilasvahast ja rapsivahast küünalde vahel, sest need on Eestis levinud ning küllaltki erineva profiiliga küünlavalmistamise materjalid.

Kuna uuritavaid tunnuseid on üks ning katse läbi viimisel kasutatakse võimalikult palju juhuslikkust, on tegu ühe fakotrilise randomiseeritud plaaniga.

Uuritavad hüpoteesid on:

$$H_0 : \mu_{\text{parafiin}} = \mu_{\text{mesilas}} = \mu_{\text{rapsi}}$$

$$H_1 : \exists i, j \in \{\text{parafiin, mesilas, rapsi}\} \text{ nii, et } \mu_i \neq \mu_j,$$

kus  $\mu_k$  on materjalist  $k$  valmistatud küünalde keskmine põlemisaeg.

Seega plaanitakse hüpoteeside kontrollimiseks kasutada ühe faktoriga dispersioonanalüüsi mudelit

$$y_{ij} = \mu + \mu_i + \varepsilon_{ij},$$

kus  $\mu$  on mõõtmiste üldkeskmine,  $\mu_i$  on  $i$ -nda taseme mõju ehk materjalist  $i$  valmistatud küünla keskmine põlemisaeg ning  $\varepsilon_{ij}$  on mudeli viga.

## 1.2 Katse planeerimine

Katses põletatavate küünalde suuruseks valiti teeküünal, sest sellises suuruses küünlad põletatakse tavaliselt ühe korraga ja seega on põlemisaega kõige lihtsam mõõta. Kuna varasemalt pole sarnast uuringut läbiviidud, pole või-

malik arvutada ka valimimahtu, mis annaks soovitud testi võimsuse. Seega valiti testitavate küünalde arv nii, et katses oleks pigem palju mõõdetavaid, kuid nii, et katse ei muutuks liialt kulukaks. Seega osteti katse läbiviimiseks igast materjalist 10 teeküünalt, kokku 30 küünalt.

Selleks, et tausttunnuste mõju vähendada valiti kõik küünlad lõhnatud, värvitud, samasuguse 100% puuvillast tahiga ning ilma ümbriseta. Selleks, et katse oleks tuleohutu, osteti kõigile küünaldele eraldi samasugune metallist teeküünla ümbris.

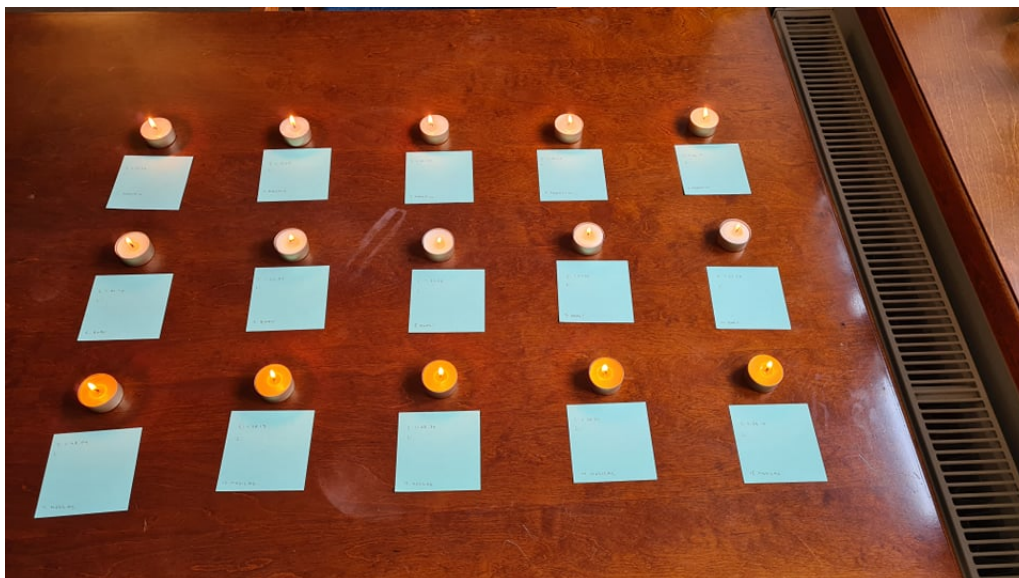
Kuna ostetud teeküünlad polnud kõik täpselt ühe suurusega, mõõdeti ka nende ruumala ning otsustati lisaks tervete küünalde põlemisajale analüüsida ka  $1\text{ cm}^3$  põlemisaega. Kogu teeküünla põlemisaja analüüs annab infot küünla kui teeküünla põlemisaja kohta ning  $1\text{ cm}^3$  põlemisaja analüüs annab infot küünla kui materjali põlemisaja kohta.

Katseühikud jaotati kahe katse läbiviija vahel nii: kumbki mõõtja sai igast materjalist 5 küünalt, küünlad ühele mõõtjale valiti juhuslikult, teine mõõtja sai ülejäänud.

### 1.3 Katse läbiviimine

Katse läbiviimisel piirduti pilootkatsega. Katse viidi läbi 2 erinevas kohas, kuid mõlemas loodi võimalikult sarnased katse tingimused:

- ruumi aknad ei ole olnud avatud ehk puudus tuuletõmbus, suur õhu liikumine;
- üks küünal oli teistest vähemalt  $15\text{ cm}$  kaugusel, et ühe küünla põlemissoojus ei mõjutaks teiste põlemist (vt Joonis 1).



Joonis 1: Pilt küünalde paiknemisest katse ajal.

Küünlad süüdati võimalikult järjest, vähemalt 2 minuti jooksul. Iga küünla süütamisel märgiti üles süütamise hetke kellaaeg sekundi täpsusega. Selleks, et mitte maha magada küünla kustumise hetke, seati üles kaamera, mis filmis küünlaid ning samal ajal salvestas ka kellaaega sekundi täpsusega. Videolt tuvastati küünla kustumise hetk selle järgi, millal hakkas küünla tupsist tulema suitsuvine. See kellaaeg märgiti samuti üles ning hiljem arvutati iga küünla põlemisaeg minutites. Mõõtmistulemused on näha tabelis 3 (vt Lisa 1).

## 2 Tulemuste analüüs

Kogu andmete analüüs on tehtud rakendustarkvara SAS abil. Kasutatud programmi tekst on Lisas 3.

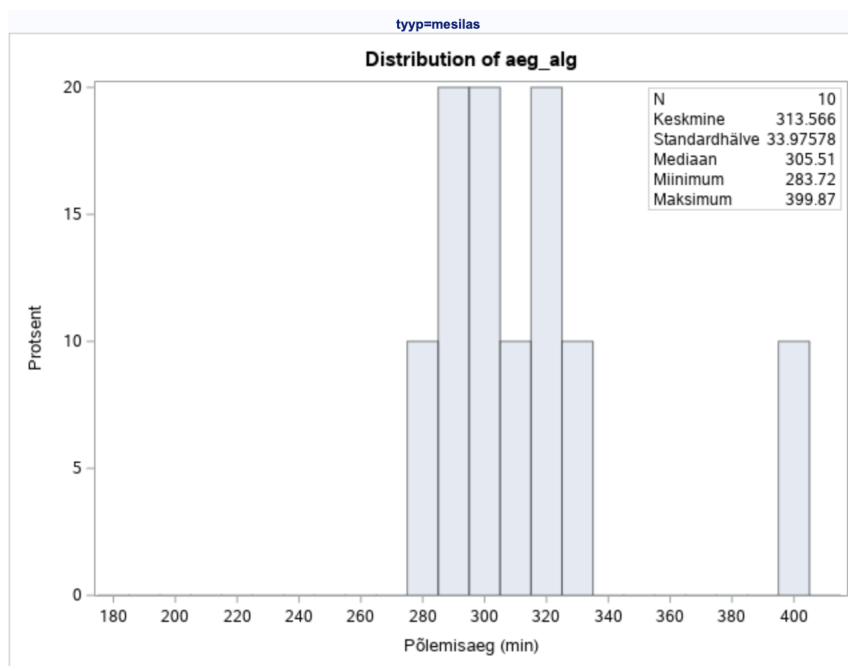
### 2.1 Kirjeldav analüüs

Andmestikus on iga katseühiku kohta teada, mis tüüpi küünlaga on tegemist, selle ruumala, põlemisaeg ja aeg, mis kulus 1  $cm^3$  põlemiseks. Kaks viimast tunnust on mõõdetud käesoleva töö põhieesmärgi silmas pidades, et välja selgitada, kas erinevast materjalist küünalde põlemisaeg erineb.

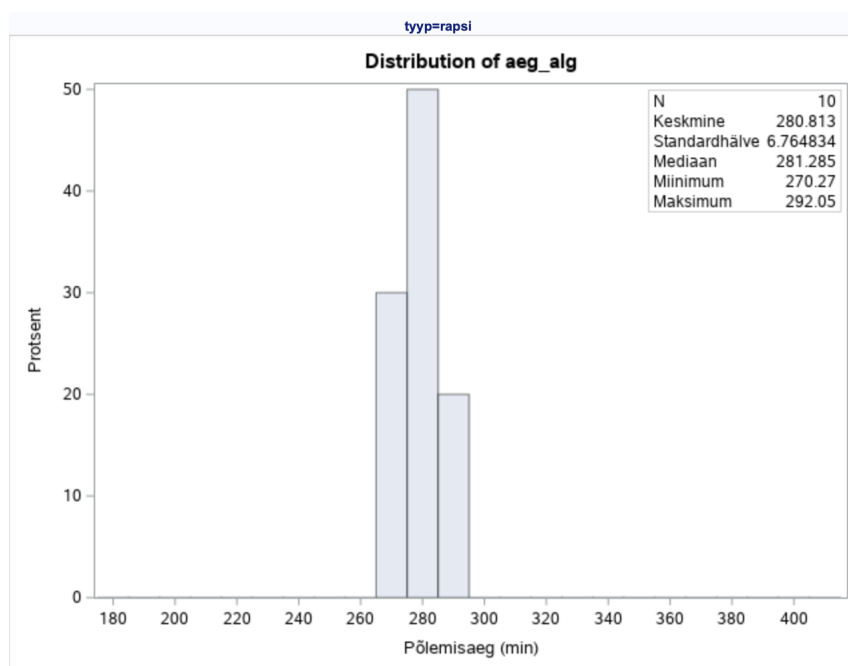
Mõõtmistulemustest on näha, et katseühikute põlemisaeg varieerub vahemikus 192,17 minutit ehk 3,2 tundi kuni 399,87 minutit ehk 6,66 tundi. Parafiinküünlad põlevad ära kõige kiiremini, keskmiselt 218,29 minuti ehk 3,6 tunniga (vt Joonis 3), rapsivahast küünalde põlemisaeg on keskmiselt 280,81 minutit ehk 4,68 tundi (vt Joonis 4) ja mesilasvahast küünalde puhul 313,57 minutit ehk 5,23 tundi (vt Joonis 2).

Mesilasvahast küünalde põlemisaeg on väga suure hajuvusega, standardhälvega ca 38 minutit (vt Joonis 2), mis võiks viidata sellele, et mesilasvahast küünlad on ebaühtlase kvaliteediga. Eriti kui arvesse võtta, et parafinist küünalde põlemisaja standardhälve on ainult 6,76 minutit (vt Joonis 3) ning rapsivahast küünalde põlemisaja standardhälve 10,53 minutit (vt Joonis 4).

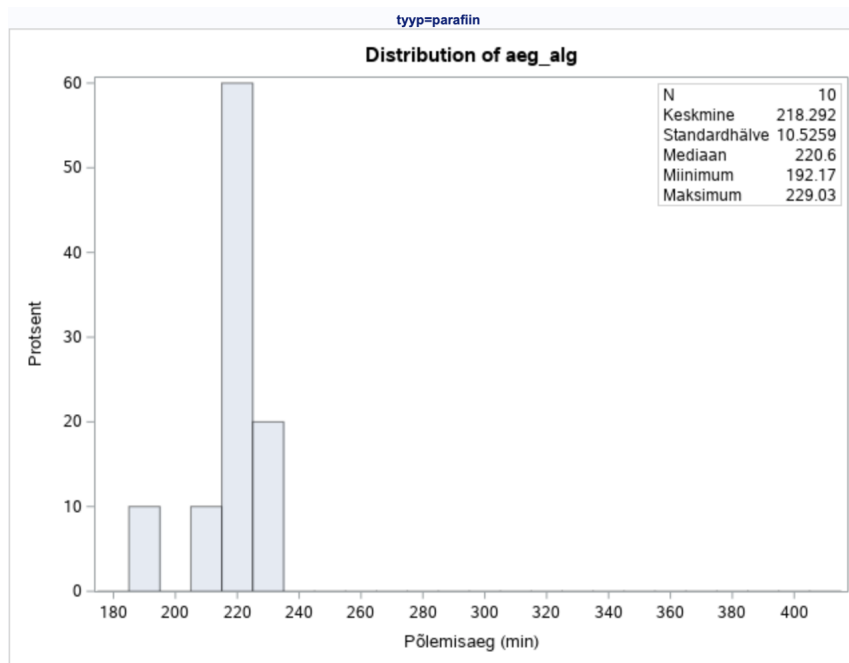




Joonis 2: Mesilasvahast küünalde põlemisaeg.

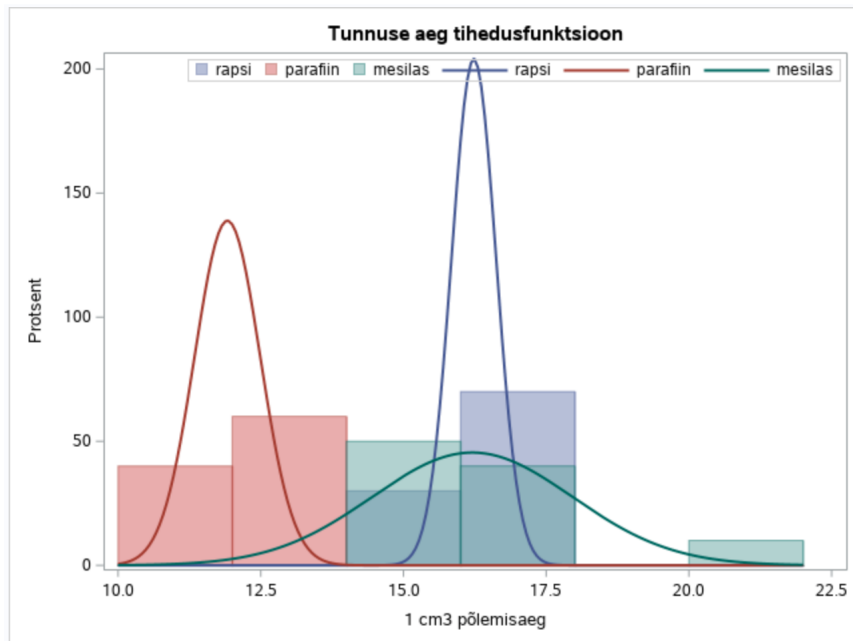


Joonis 3: Parafiinküünalde põlemisaeg.



Joonis 4: Rapsivahast küünalde põlemisaeg.

Kuna erinevat tüüpi küünlad on veidi erineva suurusega uuriti lisaks tervete küünalde põlemisajale veel küünalde  $1\text{ cm}^3$  põlemisaega. Tänu teisendusele tulemused natukene muutusid. Nii on jooniselt 5 näha, et kõige vähem aega kulus  $1\text{ cm}^3$  parafiinküünalde põletamiseks. Mesilasvahast ja rapsivahast küünaalde  $1\text{ cm}^3$  põletamisele kulus pea samapalju aega, kuid mesilasvahast küünalde puhul jääb põlemisaja hajuvus siiski päris suureks.



Joonis 5: 1  $\text{cm}^3$  põlemisaeg.

## 2.2 Dispersioonanalüüs

Käesolevas uuringus võrreldakse rohkem kui kahe (täpsemalt kolme) üldkogumi keskväärtusi, seega kõige mõistlikum oleks statistilise meetodina kasutada dispersioonanalüüsi. Enne statistilise otsuse langetamist kontrollitakse dispersioonanalüüsi eeldusi [1]:

1. juhuslikud vead on sõltumad ja normaalse jaotusega;
2. juhuslike vigade keskväärtus on 0 ja dispersioon on kõikidel faktori tasemetel ühesugune.

Eeldatakse, et tulemused analüüsides uuritavat tunnust enne ja pärast teisendamist tulevad erinevad, seega koostatakse ja kontrollitakse kaks mudelit. Mõlemad mudelid lükkavad nullhüpoteesi ümber, kuid kummagi mudeli puhul pole mõlemad eeldused täidetud, seega nende mudelite põhjal ei ole

võimalik ka statistilist otsust teha. Vastavad programmi väljundid on näha lisas 2.

Tulemus on oodatav, sest nagu ka ülalpool juba mainitud, mesilasvahast küünalde põlemisaja hajuvus erineb väga palju ülejäänud kahest ja selle tihedusfunktsioon ei ole joonise järgi normaaljaotusest pärit. Juhul, kui dispersioonanalüüsi klassikalised eeldused ei ole täidetud statistilise meetodina võib kasutada Kruskal-Wallise mitteparameetrilist testi, mida käsitletakse järgmises alapeatükis.

## 2.3 Analüüs Kruskal-Wallise meetodiga

Kruskal-Wallise H-test on mitteparameetiline alternatiiv ühefaktorilisele dispersioonanalüüsile. Selle testiga võrreldakse enam kui kahte sõltumatut valimit ja vaatluste otseste väärtuste asemel kasutatakse nende astakuid. Selle testi korral on ainsaks nõudeks, et sõltuv tunnus oleks pidev või omaks küllalt palju väärtusi. [1]

Kontrollitavad hüpoteesid on:

$$H_0 : \mu_{\text{parafiin}} = \mu_{\text{mesilas}} = \mu_{\text{rapsi}}$$

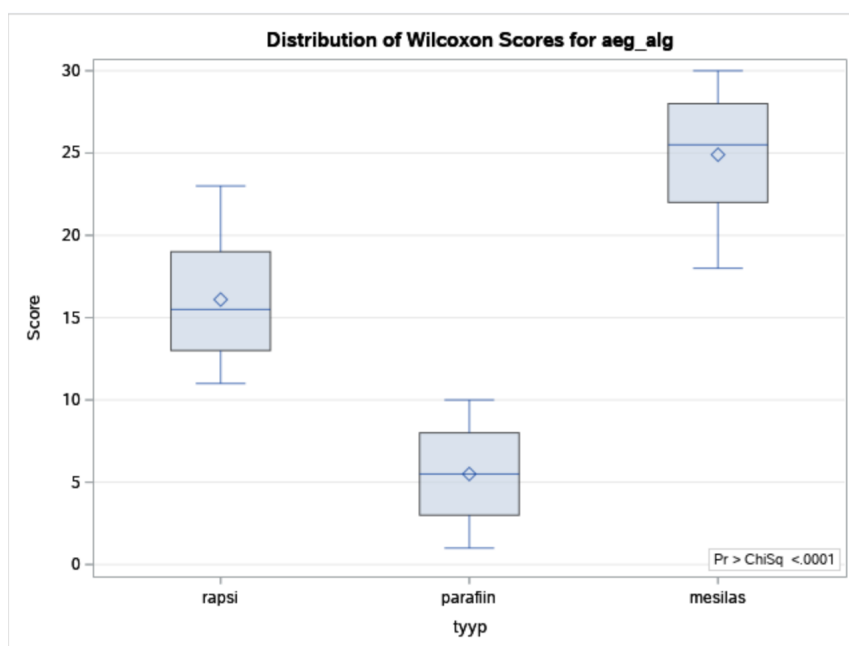
$$H_1 : \text{leidub paar } \mu_i \neq \mu_j,$$

Esimesena uuritakse kolme erinevat tüüpi tervete küünalde põlemisaegasid. Kuna olulisustõenäosus on väga väike  $p < 0,0001$  (vt Tabel 1), võib sisuka hüpoteesi lugeda tõestatuks, mis tähendab, et erinevast materjalist valmistatud küünlad põlevad erineva kiirusega.

Kruskal-Wallis Test	
Chi-Square	24.3510
DF	2
Pr > Chi-Square	<.0001

Tabel 1: Erinevast materjalist teeküünalde põlemisaja erinevuse testimine Kruskal-Wallise testiga - testi tulemus.

Nüüd aga jääb siiski lahtiseks, milliste keskväärtuste erinevust saab tõestada. Selle välja selgitamiseks võrreldakse märgisumma usaldusintervalle (vt Joonis 6). Saadud tulemuste põhjal võime järeldada, et oluline erinevus on parafiinküünalde ja rapsivahast küünalde vahel ja parafiinküünalde ja mesilasvahast küünalde vahel. Lühemalt öeldes parafiinküünalde põlemisaeg erineb teistest.



Joonis 6: Erinevast materjalist teeküünalde põlemisaja erinevuse testimine Kruskal-Wallise testiga - Wilcoxon astakmärgistesti põhjal leitud usaldusintervallid.

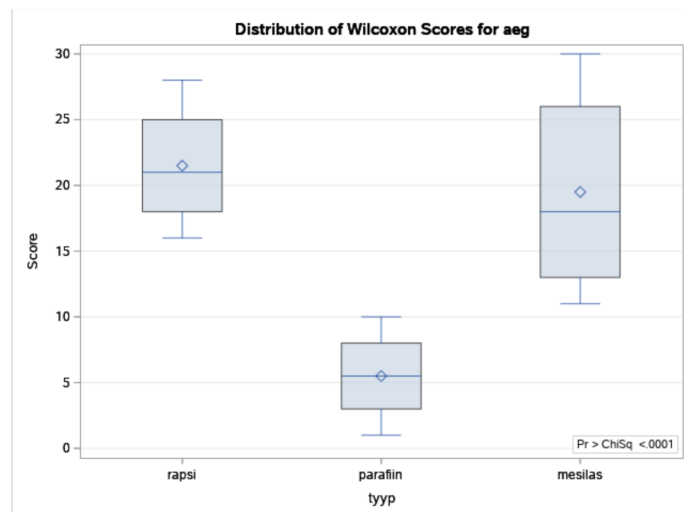
Küünalde veidi erineva suuruse mõju ebaolulisuse kindlaks tegemiseks kont-

rollitakse ka kolme erinevat tüüpi küünalde  $cm^3$  põlemisaegsid. Lükkame jällegi nullhüpoteesi ümber ( $p < 0,0001$  (vt Tabel 2)), mis viitab sellele, et erinevast materjalist küünalde  $1 cm^3$  põleb erineva aja.

Kruskal-Wallis Test	
Chi-Square	19.6129
DF	2
Pr > Chi-Square	<.0001

Tabel 2: Erinevast materjalist teeküünalde  $cm^3$  põlemisaja erinevuse testimine Kruskal-Wallise testiga.

Joonisel 7 on näha, et parafiinküünla  $cm^3$  põlemisaja usaldusintervall ei kattu rapsivahast ega mesilasvahast küünalde usaldusintervallidega, kuid rapsivahast küünalde  $cm^3$  põlemisaja usaldusintervall kattub mesilasvahast küünalde põlemisaja usaldusintervalliga. See tähendab, et parafiinküünla  $1 cm^3$  põleb teistest kiiremini.



Joonis 7: Erinevast materjalist teeküünalde  $cm^3$  põlemisaja erinevuse testimine Kruskal-Wallise testiga - Wilcoxon'i astakmargistesti põhjal leitud usaldusintervallid.

Nagu on eespool näidatud küüinalde erinevad suurused testi tulemust väga ei mõjutanud. Kuna teeküüinalde suurused on juba tootjaga fikseeritud võib neid antud juhul võrdseteks lugeda.

## Kokkuvõte

Läbiviidud pilootkatse tulemuste analüüsist selgus, et erinevast materjalist küünlad põlevad erineva kiirusega. Kusjuures erinevast materjalist küünalde ära põlemiseks kuluv aeg on niivõrd erinev, et väike teeküünla ruumala erinevus ei mõjuta tulemust.

Täpsemalt sai statistilist kinnistust see, et loodussõbralikud, nimelt rapsivahast ja mesilasvahast küünlad põlevad keskmiselt kauem, kui parafiinküünlad. Seega on mesilas- ja rapsivahast küünlad mitmeski mõttes keskkonnale kasulikumad kui parafinist küünlad.

Lisaks selgus ka see, et mesilasvahast küünlad on kõige ebastabiilsema kvaliteediga - põlemisaeg varieerus 38 minutit. Seega on soovitatav eelistada rapsivahast küünlaid, kui on oluline, et küünlad põleksid enamvähem sama kaua. Keskkonnale mõeldes on nii rapsi- kui mesilasvahast küünlad hea valik.



## Kasutatud allikad

- [1] E. Käärik A.-M. Parring M. Vähi. *Statistilise andmetötluse algõpetus*. Tartu Ülikooli kirjastus, 1997.
- [2] *Mesilasvaha* – *Vikipeedia*. URL: <https://et.wikipedia.org/wiki/Mesilasvaha>. (accessed: 15.10.2021).
- [3] *Rapsivaha eelised* – *Võhma valgusevabrik*. URL: <https://www.valgusevabrik.ee/rapsivaha-eelised/>. (accessed: 15.10.2021).
- [4] *Paraffin wax* – *Wikipedia*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Paraffin\\_wax](https://en.wikipedia.org/wiki/Paraffin_wax). (accessed: 15.10.2021).

## Lisa 1. Mõõtmistulemused

teeküünla materjal (tüüp)	teeküünla põlemisaeg minutites (aeg_alg)	teeküünla ruumala (ruumala)	1 kuupsentimeetri põlemisaeg minutites (aeg)
rapsi	282,15	17,30	16,31
rapsi	278,35	17,30	16,09
rapsi	284,53	17,30	16,45
rapsi	270,27	17,30	15,62
rapsi	274,63	17,30	15,87
rapsi	274,33	17,30	15,86
rapsi	281,95	17,30	16,30
rapsi	280,62	17,30	16,22
rapsi	289,25	17,30	16,72
rapsi	292,05	17,30	16,88
parafiin	221,95	18,32	12,12
parafiin	219,22	18,32	11,97
parafiin	220,25	18,32	12,02
parafiin	210,42	18,32	11,49
parafiin	218,85	18,32	11,95
parafiin	221,80	18,32	12,11
parafiin	228,28	18,32	12,46
parafiin	220,95	18,32	12,06
parafiin	192,17	18,32	10,49
parafiin	229,03	18,32	12,50
mesilas	291,27	19,35	15,05
mesilas	399,87	19,35	20,66
mesilas	329,52	19,35	17,03
mesilas	287,83	19,35	14,88
mesilas	315,97	19,35	16,33
mesilas	296,08	19,35	15,30
mesilas	283,72	19,35	14,66
mesilas	314,12	19,35	16,23
mesilas	296,90	19,35	15,34
mesilas	320,38	19,35	16,56

Tabel 3: Katse mõõtmistulemused ja põlemisaja teisendus.

## Lisa 2. Dispersioonanalüüsi programmi väljatrükkid

terve küünla põlemise aja sõltuvus tüübist					
The GLM Procedure					
Dependent Variable: aeg_alg					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	46862.56509	23431.28254	53.62	<.0001
Error	27	11798.19721	436.97027		
Corrected Total	29	58660.76230			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	aeg_alg Mean
0.798874	7.716715	20.90383	270.8903

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tyyp	2	46862.56509	23431.28254	53.62	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tyyp	2	46862.56509	23431.28254	53.62	<.0001

Tabel 4: Dispersioonanalüüsi mudel. Terve küünla põlemisaja sõltuvus küünla tüübist.

terve küünla põlemise aja sõltuvus tüübist					
The GLM Procedure					
Brown and Forsythe's Test for Homogeneity of aeg_alg Variance ANOVA of Absolute Deviations from Group Medians					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
tyyp	2	1878.0	939.0	3.71	0.0378
Error	27	6841.5	253.4		

Tabel 5: Terve küünla põlemisaja sõltuvus küünla tüübist. Eelduste kontroll. Hajuvuse uurimine.

Tests for Normality				
Test	Statistic		p Value	
Shapiro-Wilk	W	0.526428	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.321498	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.737148	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	4.106038	Pr > A-Sq	<0.0050

Tabel 6: Terve küünla põlemisaja sõltuvus küünla tüübist. Eelduste kontroll. Normaalkaotuse testimine.

cm <sup>3</sup> põlemise aja sõltuvus tüübist					
The GLM Procedure					
Dependent Variable: aeg					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	123.4402740	61.7201370	51.92	<.0001
Error	27	32.0939210	1.1886637		
Corrected Total	29	155.5341950			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	aeg Mean
0.793654	7.374522	1.090259	14.78413

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tyyp	2	123.4402740	61.7201370	51.92	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tyyp	2	123.4402740	61.7201370	51.92	<.0001

Tabel 7: Dispersioonanalüüsi mudel. 1 cm<sup>3</sup> põlemisaja sõltuvus küünla tüübist.

cm <sup>3</sup> küünla põlemise aja sõltuvus tüübist					
The GLM Procedure					
Brown and Forsythe's Test for Homogeneity of aeg Variance ANOVA of Absolute Deviations from Group Medians					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
tyyp	2	4.7275	2.3637	3.43	0.0469
Error	27	18.5796	0.6881		

Tabel 8: Küünla 1  $cm^3$  põlemisaja sõltuvus küünla tüübist. Eelduste kontroll. Hajuvuse uurimine.

Tests for Normality				
Test	Statistic		p Value	
Shapiro-Wilk	W	0.543976	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.302249	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.682503	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	3.855684	Pr > A-Sq	<0.0050

Tabel 9: Küünla 1  $cm^3$  põlemisaja sõltuvus küünla tüübist. Eelduste kontroll. Normaalkaotuse testimine.

## Lisa 3. Programmi tekst

```
/*Andmete sisselugemine*/  
proc import out=work.kyynlad  
datafile='kuunlad.xlsx'  
DBMS=EXCEL REPLACE;  
getnames=yes;  
run;quit;  
  
title 'Põlemisaegade kirjeldav analüüs';  
*Histogramm (tunnus aeg);  
ods noproctitle;  
ods graphics / imagemap=on;  
  
proc sort data=WORK.KYYNLAD out=Work.SortTempTableSorted;  
by tyyp;  
run;  
  
proc univariate data=Work.SortTempTableSorted;  
ods select Histogram;  
var aeg_alg;  
histogram aeg_alg/midpoints=180 to 410 by 10 vaxislabel= "Protsent";  
label aeg_alg = "Põlemisaeg (min)";  
INSET N MEAN="Keskmine" STD="Standardhälve"  
MEDIAN="Mediaan" min="Miinimum" max="Maksimum"/ POSITION = ne;  
by tyyp;  
run;
```

```
proc delete data=Work.SortTempTableSorted;
run;
```

```
title 'Põlemisaegade tihedusfunktsioonid';
proc sgplot data=kyynlad;
  title "Tihedusfunktsioon";
  histogram aeg/ group=tyyp transparency=0.5 ;
  density aeg/ group=tyyp;
  keylegend / location=inside position=topright;
run;
title;
```

```
title 'terve teeküünla põlemise aja sõltuvus tüübist';
proc glm data=kyynlad;
class tyyp;
model aeg_alg = tyyp;
means tyyp / hovtest=BF;
output out=jaagid rstudent=jaak;
run;quit;
```

```
title 'Terve küünal, kontroll, kas jäägid on normaaljaotusega';
proc univariate data=jaagid normal;
class tyyp;
var jaak;
```

```
run;quit;
```

```
title 'Terve küünal, kontroll, kas jäägid on normaaljaotusega';  
proc univariate data=jaagid normal;  
class tyyp;  
var jaak;  
run;quit;
```

```
title 'cm3 põlemise aja sõltuvus tüübist';  
proc glm data=kyynlad;  
class tyyp;  
model aeg = tyyp;  
means tyyp / hovtest=BF;  
output out=jaagid rstudent=jaak;  
run;quit;
```

```
title 'cm3, kontroll, kas jäägid on normaaljaotusega';  
proc univariate data=jaagid normal;  
class tyyp;  
var jaak;  
run;quit;
```

```
title 'cm3, Kontroll, kas jäägid on normaaljaotusega';  
proc univariate data=jaagid normal;  
class tyyp;  
var jaak;  
run;quit;
```



```
title 'Kruskal-Wallise meetod, terve küünal';  
proc npar1way data=kyynlad;  
class tyyp;  
var aeg_alg;  
run;quit;
```

```
title 'Kruskal-Wallise meetod, cm3';  
proc npar1way data=kyynlad;  
class tyyp;  
var aeg;  
run;quit;
```