

# Kvantitatiivsed mudelid käitumisteadustes (SHPH.00.004). 2. praktikum: Joonised

*Martin Kolnes, Dmitri Rozgonjuk, Karin Täht*

*28 veebruar 2017*

## Praktikumi eesmärgid

- Andmete lugemine R'i
  - read.csv ja read.csv2 - csv formaadis failide lugemiseks
  - read.xlsx - Exceli failide lugemiseks
  - read.spss - SPSS-i failide lugemiseks
- Eksploratiivsed joonised paketiga ggplot2
- Ülesanded: eelmise praktikumi teemad; eksploratiivsed joonised

Laadige alla praktikumi kood ja andmefailid (Kysimustik.csv, Kysimustik.xls ja PISA2009.sav).

## Andmete sisselugemine Excelist ja SPSS-ist

Eelmises praktikumis olid andmed RData-formaadis olemas. Enamasti jõuavad andmed meieni mõnes teises formaadis. Vaatame, kuidas saada andmed kätte kahest teisest programmist, millega võite kõige tõenäolisemalt kokku puutuda: Excelist ja SPSS-ist.

### Töökausta määratlemine

Alustuseks peaksime rääkima sellisest mõistest nagu R-i töökaust. Kui me RStudio käivitame, määrab R ära kausta, millest ta vaikinisi faile otsima hakkab. Kui tahame salvestada andmeid või jooniseid, siis salvestatakse ka need vaikinisi just sinna kausta. Seda kausta nimetatakse R-i töökaustaks. Windowsi arvutis on vaikinisi töökaustaks *My Documents*. Andmefailid, mida me laadida tahame, paiknevad tõenäoliselt mõnes muus kaustas või alamkaustas. R-i töökausta muutmiseks peaksime otsima RStudio *Files*-paneeli (akna alumises parempoolses nurgas) abil üles selle kausta, milles meid huvitav andmefail paikneb. Seejärel peaksime muutma selle kausta R-i töökaustaks, vajutades *Files*-paneeli ülaosas asuvat nuppu *More* ja valides avanevast menüüst *Set As Working Directory*.

*Joonis 1. Töökausta määramine*

### Excel

Andmete Excelist R-i saamiseks on mitu erinevat võimalust. Vaatame kõige tüüpilisemalt kasutatavat viisi, mis ei eelda lisamooduli kasutamist. Selleks tuleks avada andmed kõigepealt Excelis ja salvestada need komaga eraldatud csv-formaadis (nimetus tuleb sõnadest *comma separated variable*). Nüüd saame andmed csv-failist R-i lugeda funktsiooni *read.csv()* abil.

```
kysimustik <- read.csv("KMKI/2praktikum/Kysimustik.csv", header=TRUE) #lisaargumendiga "header" anname
```

Koodirida paigutab andmed tabelisse nimega *kysimustik*. Funktsiooni *read.csv()* argument *header=TRUE* ütleb, et csv-faili esimeses reas paiknevad muutujate nimed. Environment-paneelis näeme, et sisseloetud andmestikus on R-i arvates 24 rida ja ainult 1 tulp. Tundub, et midagi on natuke valesti läinud.

Antud juhul on asi selles, et csv-faile on kahte tüüpi: nii-öelda Euroopa ja Ameerika tüüpi. Mandri-Euroopa maades, kasutatakse murdarvude puhul kümnendosa eraldajana koma. Seetõttu ei saa koma csv-failis väljade eraldajana enam kasutada ja selle asemel on kasutusel hoopis semikoolon. Kui meil on eestikeelne Excel, siis tõenäoliselt salvestab see csv-faile just semikoolonitega variandis. Kui klõpsame Environment-paneelis tabeli nime peal ja meile avaneb andmestik, siis on seal tõepoolest näha üsna palju semikooloneid. R-is on 2 csv-failide lugemise funktsiooni:

- 1) *read.csv* - Ameerika tüüpi csv-failide jaoks, milles kümnendkohta eraldab punkt ja andmevälju koma ning
- 2) *read.csv2* - Euroopa tüüpi csv-failide jaoks, milles kümnendkohta eraldab koma ja andmevälju semikoolon. Praegu lähebki meil vaja hoopis funktsiooni *read.csv2*.

Meie probleemi lahendamiseks on kaks võimalust.

Esiteks saame kasutada funktsiooni *read.csv2()*, kus on juba vaikimisi määratud andmevälju eemaldavaks tunnuseks semikoolon. See on eriti kasulik juhul, kui andmetest eraldab kümnendkohti koma.

```
kysimustik <- read.csv2("KMKT/2praktikum/Kysimustik.csv", header=TRUE) #andmevälju eraldab semikoolon
```

Teiseks saame anda funktsioonile *read.csv()* lisaargumendiga teada, et meie andmetes eraldab andmevälju semikoolon.

```
kysimustik <- read.csv("KMKT/2praktikum/kysimustik.csv", header = TRUE, sep = ";") #Argument "sep" võimaldab
```

## Uue mooduli installeerimine

Kui kasutate sageli Excelist pärinevaid andmeid, võib csv-failidega majandamine minna natuke tüütuks. Sellisel juhul on abi lisamooduli *xlsx* funktsioonist *read.xlsx*, mis oskab lugeda Exceli *xls* ja *xlsx* failiformaate otse R-i. Lisamoodul *xlsx* tuleb aga kõigepealt installida.

```
install.packages("xlsx")
```

Nüüd tuleb natuke oodata kuni R moodulit installib. Seejärel saame lisamooduli laadida. Mooduli laadimine R-is tagab moodulis olevatele funktsioonidele juurdepääsu.

```
library(xlsx) #mooduli aktiveerimine - tagab mooduli funktsioonidele juurdepääsu
```

Seejärel saame funktsiooni *read.xlsx* abil andmestiku sisse lugeda.

```
kysimustik <- read.xlsx("KMKT/2praktikum/Kysimustik.xls", sheetIndex=1)
```

Kuna Exceli failides võib olla mitu töölehte, tuleb funktsioonile argumendi *sheetIndex* abil öelda, mitmendat töölehte me sisselugeda soovime. Selle asemel võib kasutada ka argumenti *sheetName* ja töölehe nimetust. Funktsiooni *read.xlsx* puhul on argumendi *header* väärtus juba vaikimisi *TRUE*, nii et seda me praegusel juhul täpsustama ei pea. (Kui me ei taha, et R kohtleks esimese rea andmeid muutujate nimedena, tuleks seda talle öelda *header=FALSE* abil)

## SPSS

SPSS-i andmefaile saab R-i lugeda lisamooduli *foreign* funktsiooni *read.spss* abil. Lisamoodul *foreign* tuleb R-i installatsiooniga kaasa, seetõttu pole seda vaja eraldi installida. Küll aga peab selle laadima.

```
library(foreign)
pisa <- read.spss("KMKT/2praktikum/PISA2009.sav", to.data.frame=TRUE, use.value.labels=FALSE)
```

Funktsiooni `read.spss` sagedamini vajaminevad lisaargumendid on:

- 1) `to.data.frame=TRUE` - ütleb, et soovime andmeid laadida andmetabeli kujul;
- 2) `use.value.labels=FALSE` - kasulik, kui meil on SPSS-is Likerti tüüpi andmete puhul määratud iga väärtuse jaoks mingi silt nt 1="täiesti vale". Sellisel juhul ütleb see argument, et soovime andmeid laadida numbrilisel mitte tekstilisel kujul.

Lõpetuseks veel töökausta määramisest. Põhimõtteliselt on võimalik jätta ka töökaust määramata ja valida fail interaktiivselt. Seda saab teha kui kirjutada sisselugemiseks kasutatavasse funktsiooni faili nime argumendi väärtuseks `file.choose()`. Näiteks niimoodi:

```
pisa <- read.spss(file.choose(), to.data.frame=TRUE, use.value.labels=FALSE)
```

Peaks avanema aken (NB! See ei pruugi olla esiplaanil), mis võimaldab andmefaili valida ja kui me valime praegusel juhul sellesama faili PISA2009.sav, peaks ka lõpptulemus olema sama. On maitse küsimus, kas eelistada töökausta määramist Files-paneeli abil või kasutades viimati mainitud `file.choose()` meetodi.

## Kordamine

Eelmise praktikumi teemade koradamine. Kasutame andmestikku PISA.

1. Leia uuringus osalenute keskmine vanus?

```
mean(pisa$AGE) # keskmise arvutamiseks sai kasutada funktsiooni mean()
```

```
## [1] 15.81886
```

```
#summary(pisa)#annab ülevaate tervest andmestikust
```

2. Kui palju tüdrukuid ja poisse oli uuringus? (andmetes: 1 = tüdruk, 2 = poiss)

```
table(pisa$Gender)
```

```
##
```

```
## 1 2
```

```
## 345 401
```

3. Kui palju õpilasi oli erinevates klassides?

```
table(pisa$GR)
```

```
##
```

```
## 7 8 9
```

```
## 15 202 529
```

4. Milline on korrelatsioon matemaatik (PV1MATH), lugemise (PV1READ) ja loodusteaduste (PV1SCIE) alateaduste tulemuste vahel?

```
#saab teha paarikauapa:
```

```
cor.test(pisa$PV1MATH, pisa$PV1READ)
```

```
##
```

```
## Pearson's product-moment correlation
```

```
##
```

```
## data: pisa$PV1MATH and pisa$PV1READ
```

```
## t = 33.213, df = 744, p-value < 2.2e-16
```

```
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
```

```
## 95 percent confidence interval:
```

```
## 0.7421848 0.8001879
```

```
## sample estimates:
```

```
##          cor
## 0.7727951

#maatriksi saab kätte cor() funktsiooniga või corr.test funktsiooniga paketist psych
cor(pisa[,c("PV1MATH", "PV1READ", "PV1SCIE")]) #annab sisendiks nimetatud veerud

##          PV1MATH  PV1READ  PV1SCIE
## PV1MATH 1.0000000 0.7727951 0.8265235
## PV1READ 0.7727951 1.0000000 0.8437376
## PV1SCIE 0.8265235 0.8437376 1.0000000

library(psych)#pakett tuleb enne installeerida
corr.test(pisa[,c("PV1MATH", "PV1READ", "PV1SCIE")])

## Call:corr.test(x = pisa[, c("PV1MATH", "PV1READ", "PV1SCIE")])
## Correlation matrix
##          PV1MATH PV1READ PV1SCIE
## PV1MATH      1.00      0.77      0.83
## PV1READ      0.77      1.00      0.84
## PV1SCIE      0.83      0.84      1.00
## Sample Size
## [1] 746
## Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)
##          PV1MATH PV1READ PV1SCIE
## PV1MATH         0         0         0
## PV1READ         0         0         0
## PV1SCIE         0         0         0
##
## To see confidence intervals of the correlations, print with the short=FALSE option
```

5. Võrdle meeste ja naiste keskmisi t-testiga:

```
t.test(sõltuv muutuja ~ sõltumatu muutuja)
```

5.1. lugemine

```
t.test(pisa$PV1READ ~ pisa$Gender)
```

```
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: pisa$PV1READ by pisa$Gender
## t = 7.251, df = 735.99, p-value = 1.049e-12
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 29.83468 51.98782
## sample estimates:
## mean in group 1 mean in group 2
##      513.5414      472.6302
```

5.2. matemaatika

```
t.test(pisa$PV1MATH ~ pisa$Gender)
```

```
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: pisa$PV1MATH by pisa$Gender
## t = -2.4794, df = 726.74, p-value = 0.01339
```

```
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -25.273729 -2.936305
## sample estimates:
## mean in group 1 mean in group 2
##      498.0201      512.1252
```

5.3.loodusteadus

```
t.test(pisa$PV1SCIE ~ pisa$Gender)
```

```
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: pisa$PV1SCIE by pisa$Gender
## t = -0.37242, df = 728.92, p-value = 0.7097
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -13.866146  9.444211
## sample estimates:
## mean in group 1 mean in group 2
##      525.7908      528.0017
```

6. Millised olid alatestide keskmised väärtused?

```
#keskmised väärtused saame kätte funktsiooni t.test() väljundist (mõlema grupi kohta eraldi)
# üldise keskmise väärtuse saame funktsiooniga mean -> mean(pisa$PV1READ)
#Ka funktsiooniga tapply() saab arvutada keskmisi kategoriseeriva tunnuse alusel:
tapply(pisa$PV1MATH, pisa$Gender, mean, na.rm = TRUE)
```

```
##      1      2
## 498.0201 512.1252
```

## Joonised paketi ggplot2

Jooniste tegemiseks kasutame paketti *ggplot2*. See on populaarne R'i pakett, mis võimaldab vähese vaevaga teha ilusaid jooniseid. Selles pakettis on kaks funktsiooni jooniste tegemiseks: *ggplot()* ja *qplot()*. Meie soovime kasutada funktsiooni *ggplot()*, sest see on paindlikum ja võimaldab erinevaid andmestikke ühele joonisele lisada.

Ülevaade paketi võimalustest - <http://docs.ggplot2.org/current/>

Esmalt tutvustame funktsiooni *ggplot()* struktuuri. Nagu kõikide R'i funktsioonide puhul tuleb tutvuda funktsioonile antavate argumentide järjekorra ja sisuga.

```
library(ggplot2) # esmalt aktiveerime paketi. NB! pakett peab olema enne installeeritud
ggplot(andmed, aes(x = tunnus1, y = tunnus2)) #See on struktuur, mida saate alati joonise tegemisel kas
```

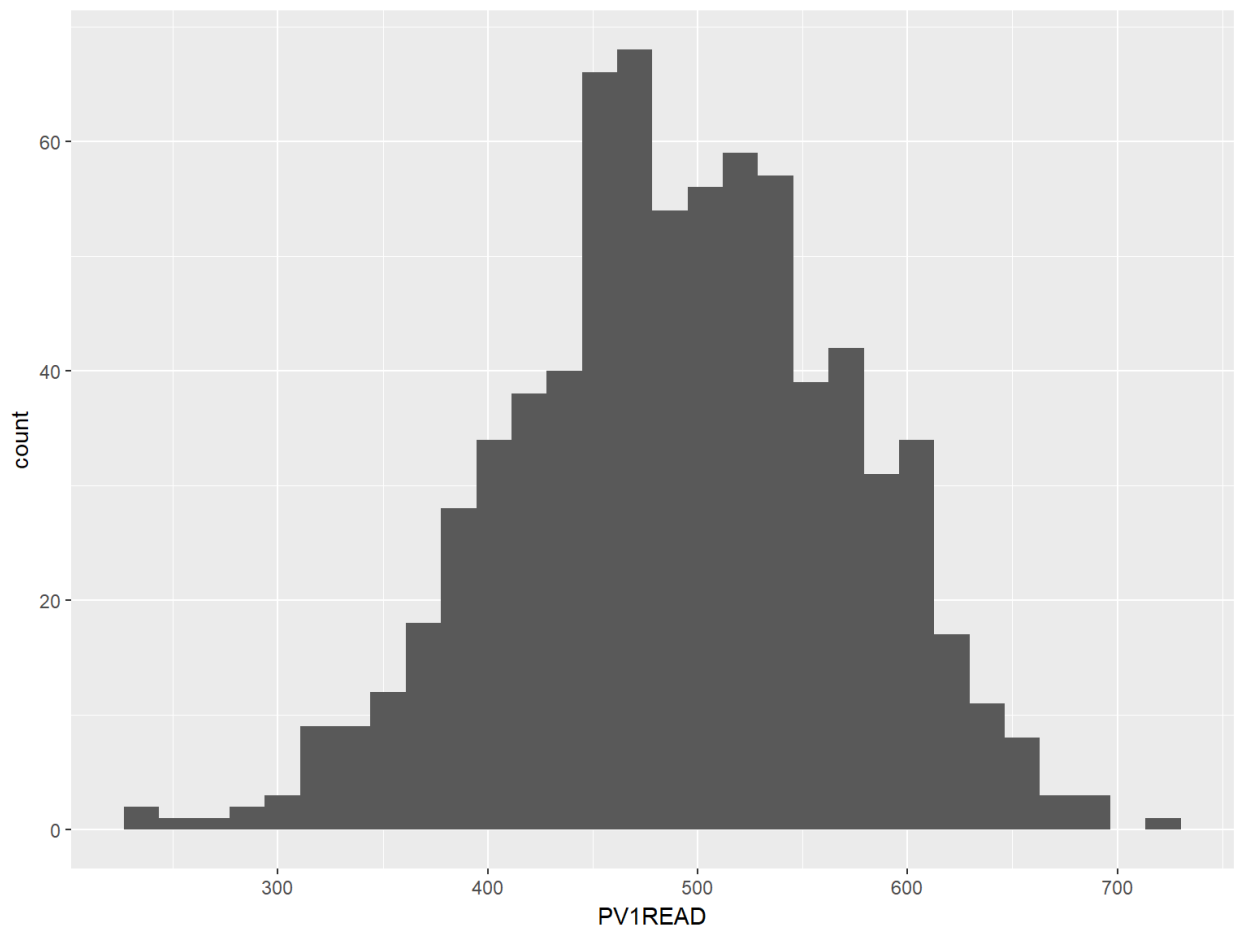
Sellisel kujul me veel ei näe joonist. Joonise ehitamine *ggplot()* funktsiooniga toimub kihtide alusel. Me peame lisama kihi, mis loob x ja y elementidest vastava struktuuri (sõltub sellest kas tahame tunnuseid näha punktidenä, tulpadena, ühendatud joontega jne.). Tulpade joonistamiseks peaksime lisama *geom\_bar()*:

```
ggplot(andmed, aes(x = tunnus1, y = tunnus2)) +
  geom_bar()
```

## Histogramm

Numbriliste tunnuste puhul soovime sageli uurida, milline on tunnuse väärtuste jaotus. Näiteks et teada saada, kas tunnus on enam-vähem normaaljaotusega või kas esineb üksikuid, teistest äärmuslikult eristuvaid väärtusi. Sellisel juhul on abi tunnuse histogrammist, mille R-is saab funktsiooni `hist` abil. Ülalpool lugesime sisse faili `PISA2009.sav` ja paigutasime andmed tabelisse nimega `pisa`. Andmestikus sisaldab PISA uuringu andmeid, milles uuritakse põhikooliealiste õpilaste sooritust kolmes valdkonnas: lugemine (skoor muutujas nimega `PV1READ`), matemaatika (`PV1MATH`) ja loodusteadused (`PV1SCI`). Teeme histogrammi lugemise alatesti skooride jaotuse kohta.

```
ggplot(pisa, aes(x=PV1READ))+  
  geom_histogram()
```



Histogrammi välimuse muutmiseks saab funktsioonile lisada erinevaid argumente. Sagedamini kasutatavad neist on:

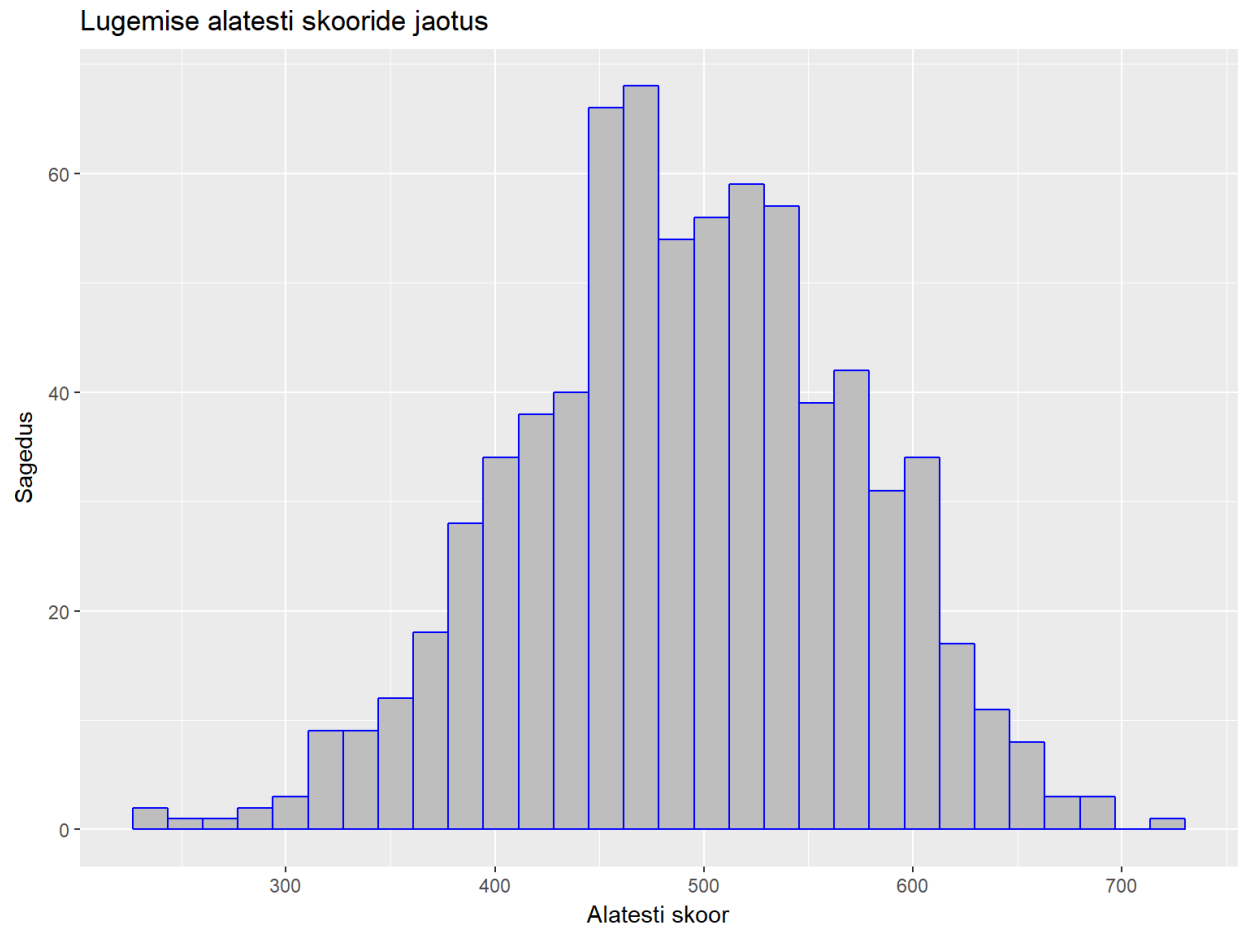
- `labs()` - võimaldab muuta joonise pealkirja, x-ja y-telje nimesid (`labs(title= "jooniuse pealkiri", x = "x-telje nimi", y = "y-telje nimi")`).
- `xlim()` - horisontaaltelje otspunktide väärtused. Otspunktide väärtused tuleb anda funktsiooni `c()` sees, nt nii: `xlim(c(100, 800))`
- `ylim()` - vertikaaltelje otspunktide väärtused, samal kujul nagu argument `xlim`.
- `col` - tulpade värv. See argument lisatakse tavaliselt joonise struktuuri täpsustava kihi juurde (näiteks `geom_histogram(col = "blue", fill = "green")`). Värv väärtuse saab määrata mitut moodi. Lihtsama

värvi saab kirjutada ingliskeele nimetusega, nt “grey”, “red”, “blue”. Peenemaid värvitoone saab muuhulgas värvi heksadetsimaal koodi abil (nt #FF0000 on punase värvi kood). Värvide koodide teada saamiseks guugeldage *hexadecimal* color codes.

- vormide kasutamine - joonisele saab lisada juba eelnevalt seadistatud vormi, mis kujundab joonise välimust. Näiteks argument `theme_bw()` annab joonisele valge tausta. Mõned klassikalised vormid - <https://www.r-bloggers.com/ggplot2-themes-examples/>.

Kui sooviksime teha ülalolevat histogrammi natuke ilusamaks, võiks kood välja näha näiteks selline:

```
ggplot(pisa, aes(x=PV1READ))+  
  geom_histogram(col = "blue", fill = "gray")+  
  labs(title = "Lugemise alatesti skooride jaotus", x = "Alatesti skoor" , y = "Sagedus")
```



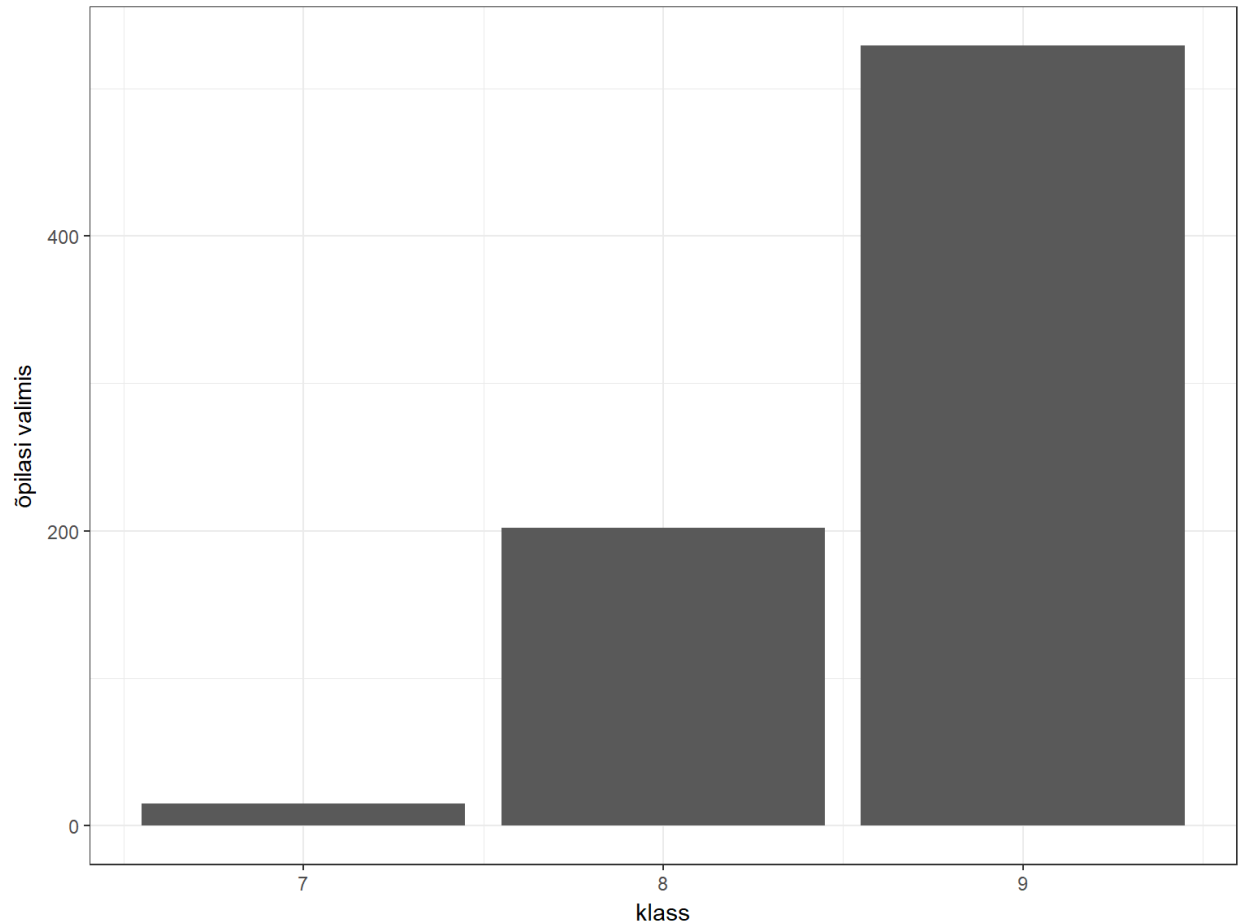
Koodilugemise lihtsuse huvides on ülalolevas koodijupis argumendid paigutatud eraldi ridadele, aga samahästi võib kõik argumendid ka ühele reale kirjutada. (Mitmerealise koodijupi konsoolile saatmiseks tuli read hiirega siniseks teha ja seejärel vajutada Run-nuppu või Ctrl+Enter klahvikombinatsiooni) Joonist saab suuremal kujul vaadata vajutades RStudio Plots-paneelil nuppu Zoom ning pildifailina salvestada vajutades kõrvalasuvat nuppu Export ja valides avanevast menüüst Save as Image.

## Tulpdiagramm (*barplot*)

Histogrammi analoog kategooriatest koosneva tunnuse jaoks on tulpdiagramm, mille saab R-is funktsiooni `barplot` abil. Funktsioonile `barplot` tuleks ette anda kategooriaalse tunnuse sagedustabel, mille sai funktsiooni

table abil. Andmestiku pisa tulbas nimega GR (*grade*) on kirjas mitmendas klassis õpilane käib. Teeme selle tunnuse kohta tulpdiagrammi:

```
ggplot(pisa, aes(GR))+  
  geom_bar()+  
  labs(x="klass" , y = "õpilasi valimis")+  
  theme_bw()
```



Enamik antud valimis olevatest õpilastest käivad 8. või 9. klassis, aga üksikud ka seitsmendas. Väikese kategooriate arvu korral (nagu praegu) tulpdiagramm sagedustabelile midagi erilist juurde ei anna, aga suurema gruppide arvu korral on jooniselt kergem infot lugeda ja teistest eristuvaid gruppe kindlaks teha. Tulpdiagramm võib marjaks ära kuluda ka siis, kui soovime jagada mingi numbrilise tunnuse kategooriatest koosneva tunnuse abil gruppideks ja võrrelda neid gruppe näiteks keskmise, mediaani või standardhälbe osas. Gruppide kaupa kirjeldava statistika näitaja saame kätte funktsiooni *tapply* abil.

Funktsiooni *tapply* argumentideks on 1) numbriline tunnus, 2) grupeeriv tunnus, 3) kirjeldava statistika funktsiooni nimetus (nt mean, median, sd), 4) na.rm=TRUE juhul kui andmetes esineb puuduvaid väärtusi.

```
tapply(sõltuv tunnus, grupeeriv tunnus, kasutatav funktsioon)
```

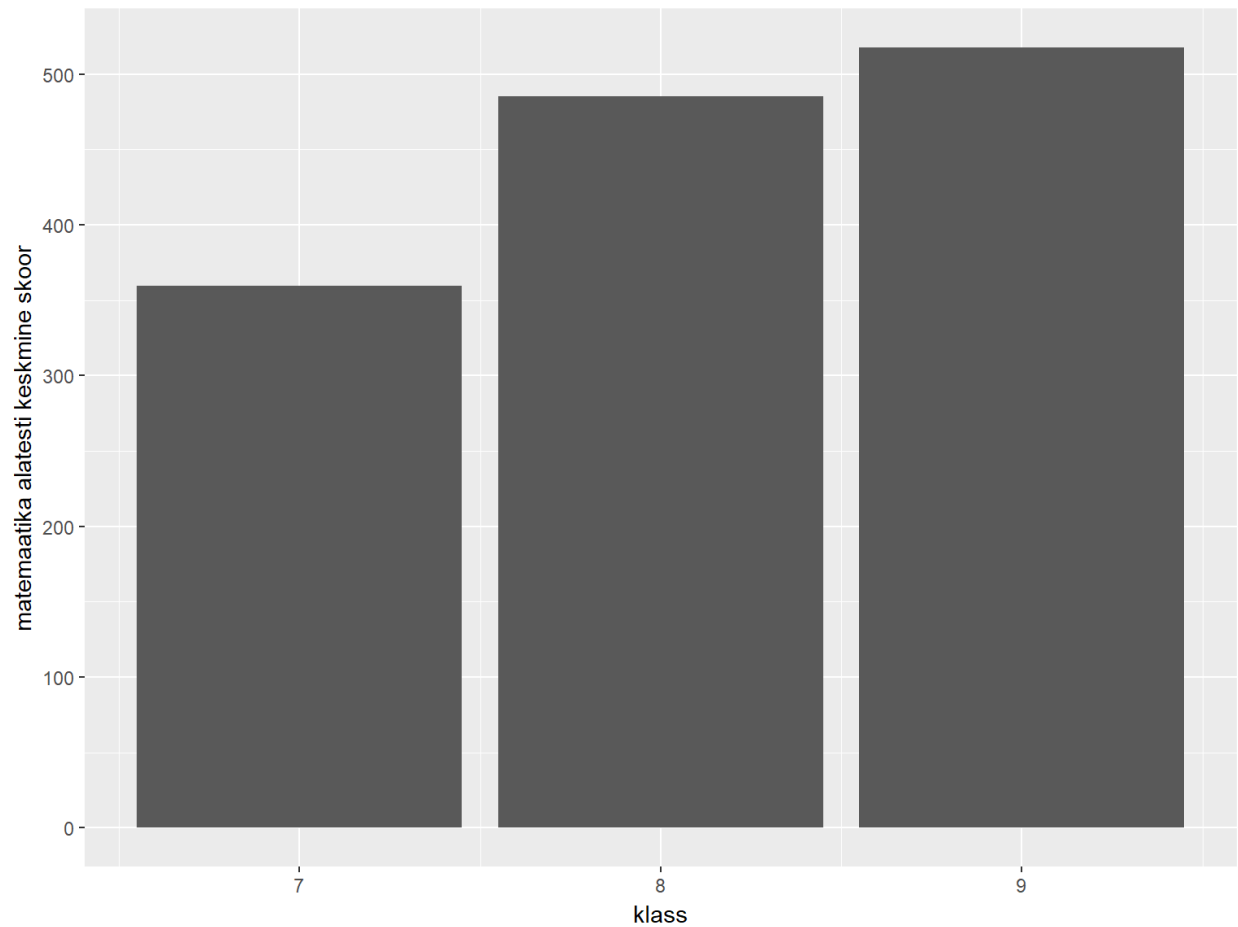
```
tapply(pisa$PV1MATH, pisa$GR, mean, na.rm=TRUE)
```

```
##      7      8      9  
## 359.4100 485.1533 517.5558
```

Funktsiooniga ggplot() saame neid tulemusi suurema vaevata ka graafiliselt kujutada:



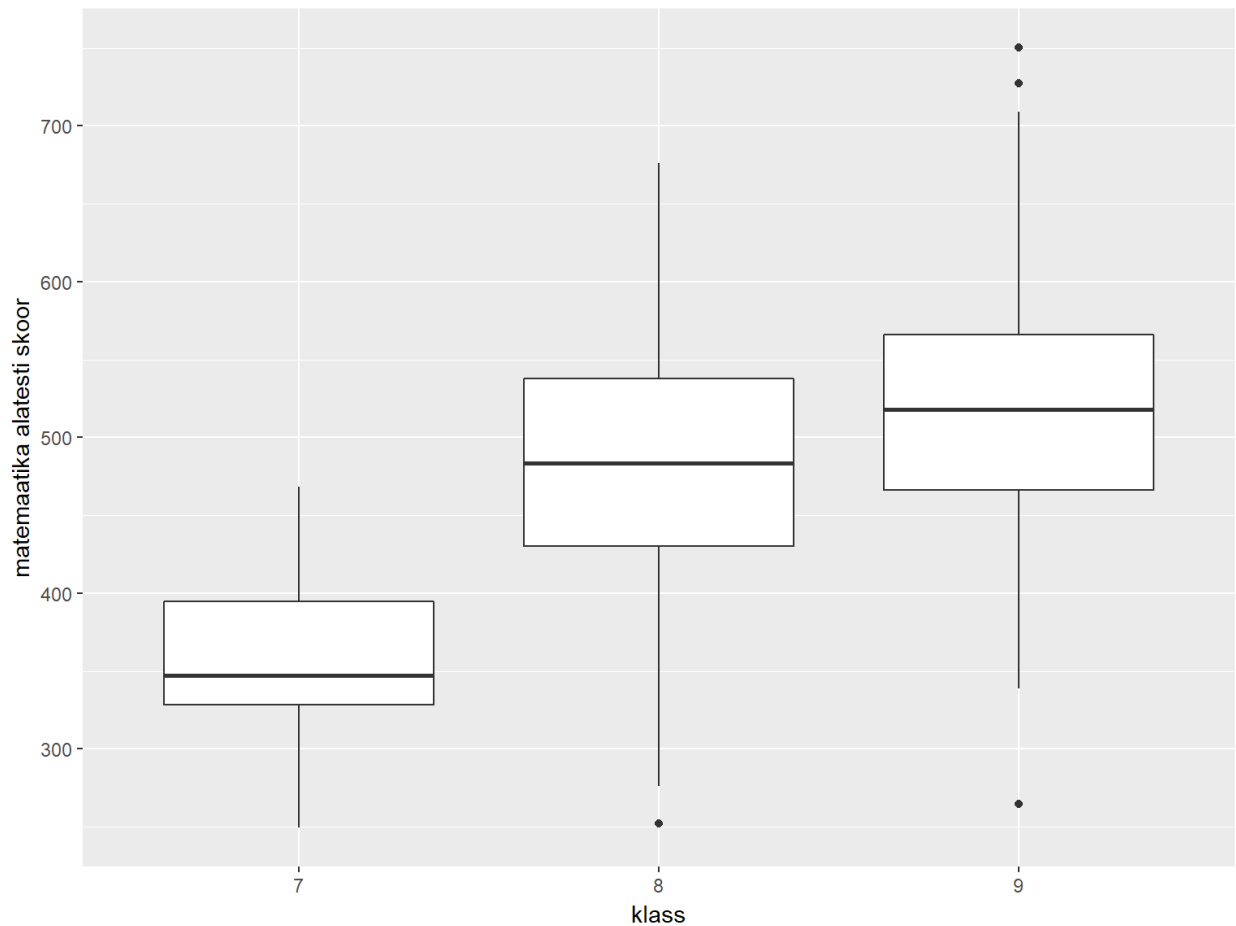
```
ggplot(pisa, aes(y=PV1MATH, x = GR))+
  geom_bar(aes(group = GR), stat = "summary", fun.y = "mean") +
  labs(x = "klass" , y = "matemaatika alatesti keskmine skoor")
```



## Karpdiagramm (*boxplot*)

Gruppide võrdlemisel osutub kasulikuks ka karpdiagramm. Selle saame R-is funktsiooni boxplot abil, millele anname valemi kujul numbriline tunnus ~ grupeeriv tunnus. Võtame numbriliseks tunnuseks matemaatika alatesti skoori ja grupeerivaks tunnuseks klassi.

```
ggplot(pisa, aes(y = PV1MATH, x = as.factor(GR)))+
  geom_boxplot()+
  labs(x = "klass", y = "matemaatika alatesti skoor")
```

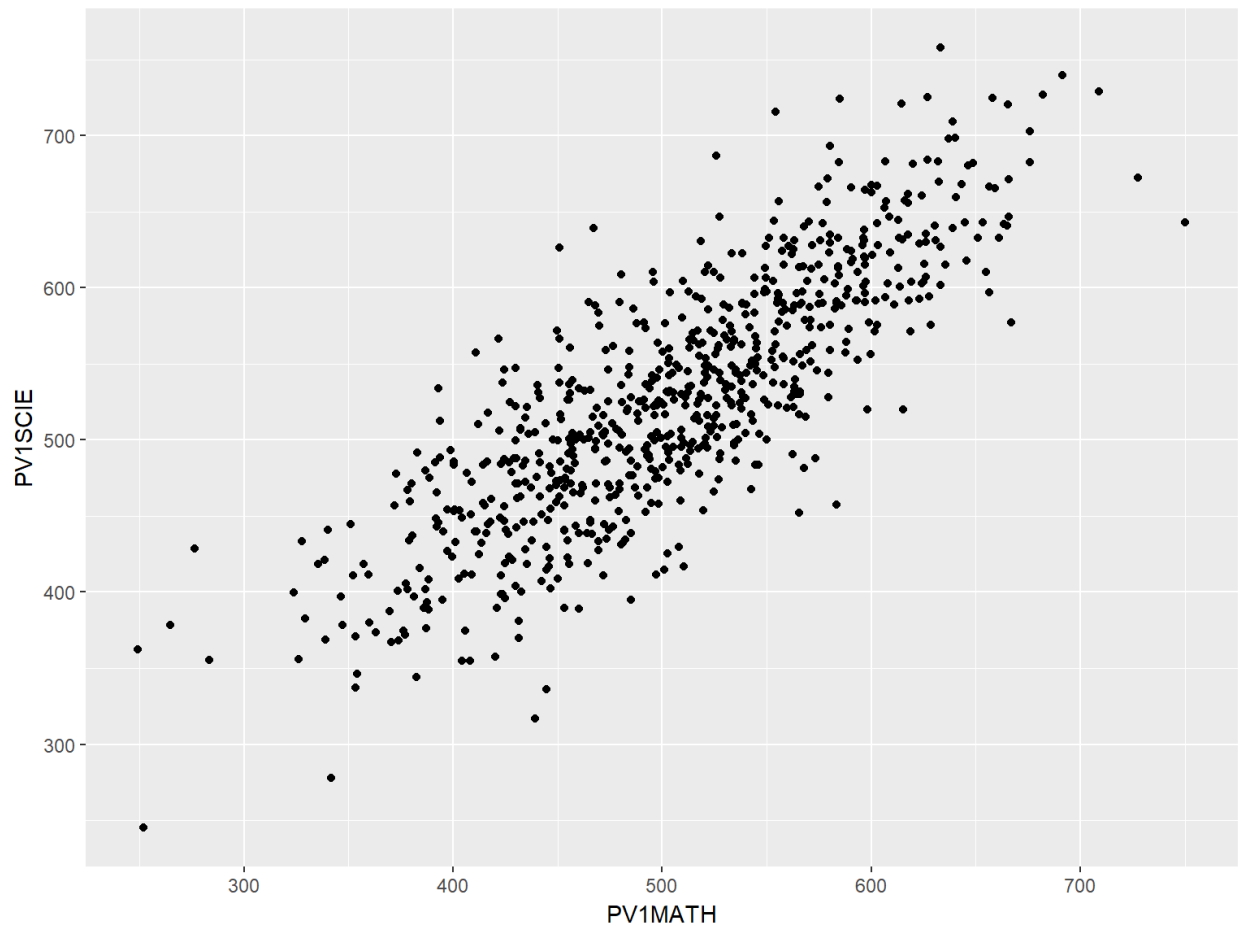


Mida karpdiagrammi osad tähistavad? Karbi keskel olev joon on grupi mediaanväärtus (pooled väärtused on sellest suuremad ja pooled väiksemad). Karp ise tähistab kvartiilhaaret ehk keskmist 50% väärtustest. Juhul kui eraldi punktidenä välja toodud äärmuslikke väärtusi ei esine, tähistavad vuntsid vastavalt grupi kõige suuremat ja kõige väiksemat väärtust. äärmuslike erindite erinemise korral tähistab vunts kõige suuremat/väiksemat “mõistlikku” väärtust (st viimane andmepunkt, mis jääb karbi servast mitte rohkem kui 1,5-kordse kvartiilhaarde võrra üles- või allapoole). Kuidas gruppidevahelisi erinevusi tõlgendada? Kui kahe grupi karbid omavahel ei kattu, võib üsna julgelt öelda, et need grupid erinevad vaadeldava tunnuse osas. Kui karbid kattuvad ja mõlema grupi puhul jääb mediaan teise grupi karbi sisse, võib öelda et grupid ei erine tunnuse osas. Kui karbid kattuvad, aga vähemalt ühe grupi mediaan jääb väljapoole teise grupi karpi, võib aga ei pruugi oluline seos esineda. Sellisel juhul tuleks erinevust täpsemalt uurida mõne muu meetodiga nt t-testi või ANOVA-ga. Lisaks gruppidevahelistele erinevustele aitab karpdiagramm gruppide siseselt aimu saada ka jaotuse sümmeetrisuse kohta. Kui karbi mediaanist ülespoole jääv osa on suurem kui allapoole jääv osa või üks vunts suurem kui teine, ei ole tunnus päris sümmeetriselt jaotunud.

## Hajuvusdiagramm (*scatterplot*)

Kahe pideva jaotusega numbrilise tunnuse vahelist seost kujutava hajuvusdiagrammi saame funktsiooni plot abil. Lisaks seose olemuse iseloomustamisele aitab hajuvusdiagramm kindlaks teha, kas nende kahe muutuja puhul esineb üksikujuhtumeid, mis teistest väga selgelt eristuvad ja seeläbi meie analüüside tulemusi tugevalt mõjutada võivad. Teeme hajuvusdiagrammi kasutades matemaatika ja loodusteaduste alatesti skoori.

```
ggplot(pisa, aes(x= PV1MATH, y = PV1SCIE))+  
  geom_point()
```



Vaikimisi tähistavad hajuvusdiagrammil andmepunkte mustad punktid. Nende kuju saame muuta kui lisame kihile `geom_smooth` arugmendi `shape = ....` Selle argumendi väärtus määrab nende punktide kuju:

Vahel soovime hajuvusdiagrammile lisada muutujatevahelise seose tugevust ja suunda näitava regressioonisirge. Seda saab teha, kui lisada uus kiht nimega `geom_smooth()`, argumendiks anname `method = lm`:

```
ggplot(pisa, aes(x= PV1MATH, y = PV1SCIE))+
  geom_point(shape=1) +      # shape = 1 - tühjad ringid
  geom_smooth(method=lm,     # lisab regressioonisirge
              se=FALSE)      # SE = FALSE - ei lisa usalduspiire
```

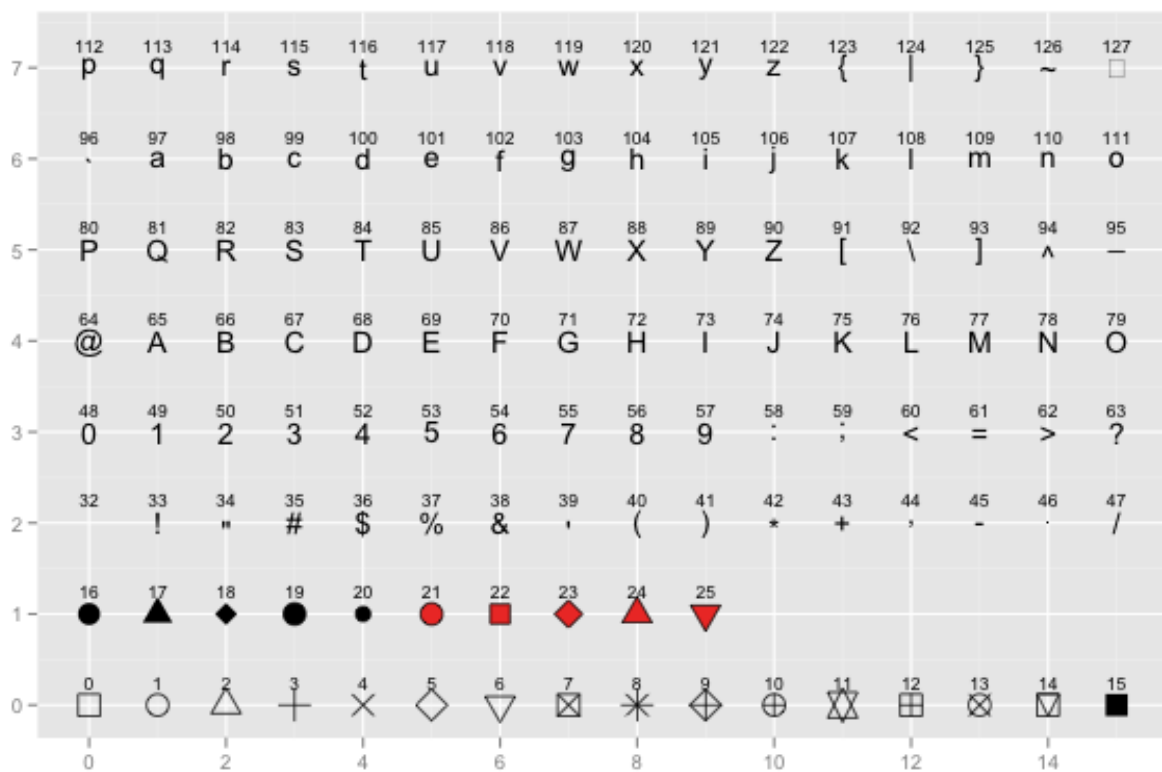
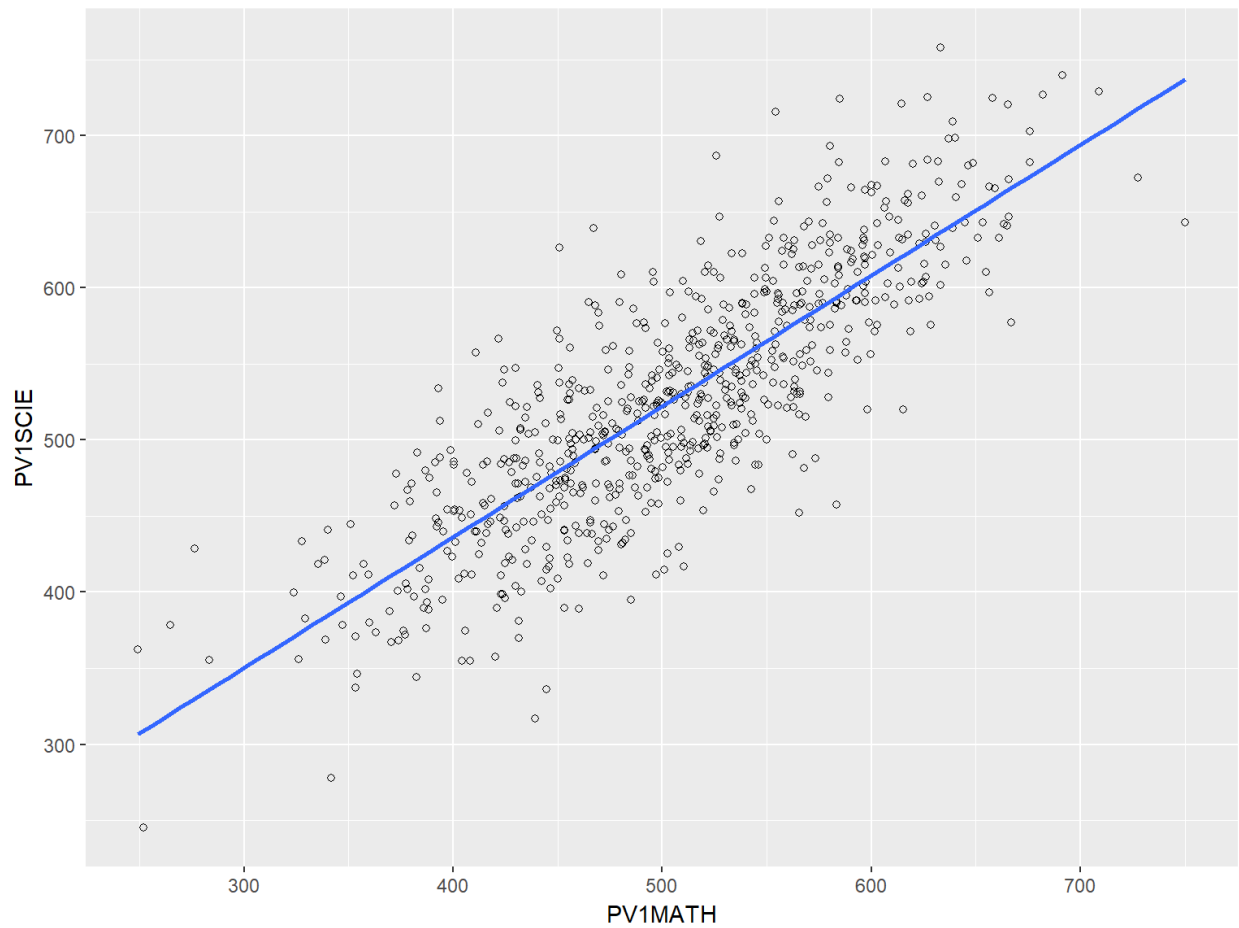


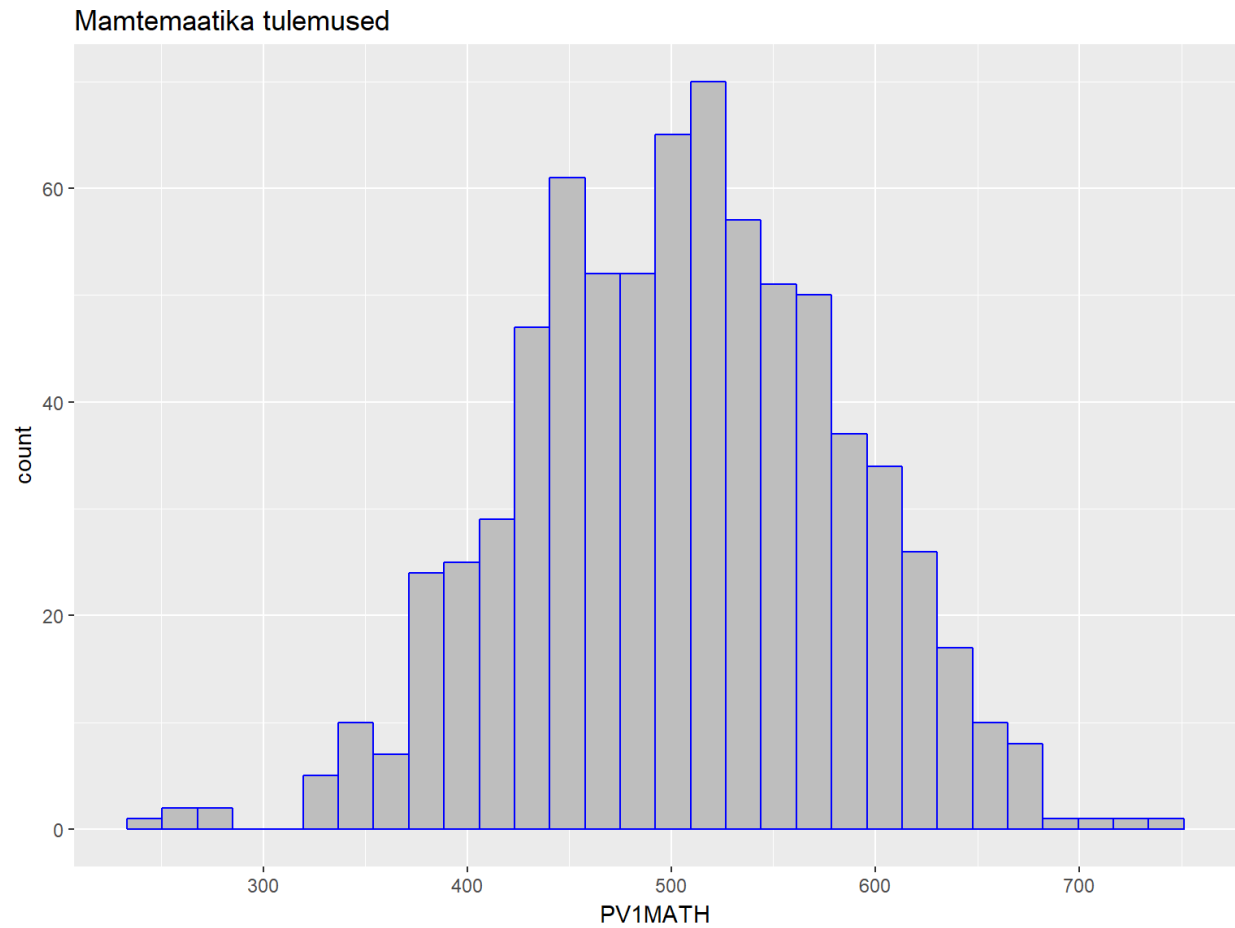
Figure 1: Joonis 2. Argumendis shape väärtused



## Ülesanded - Joonised

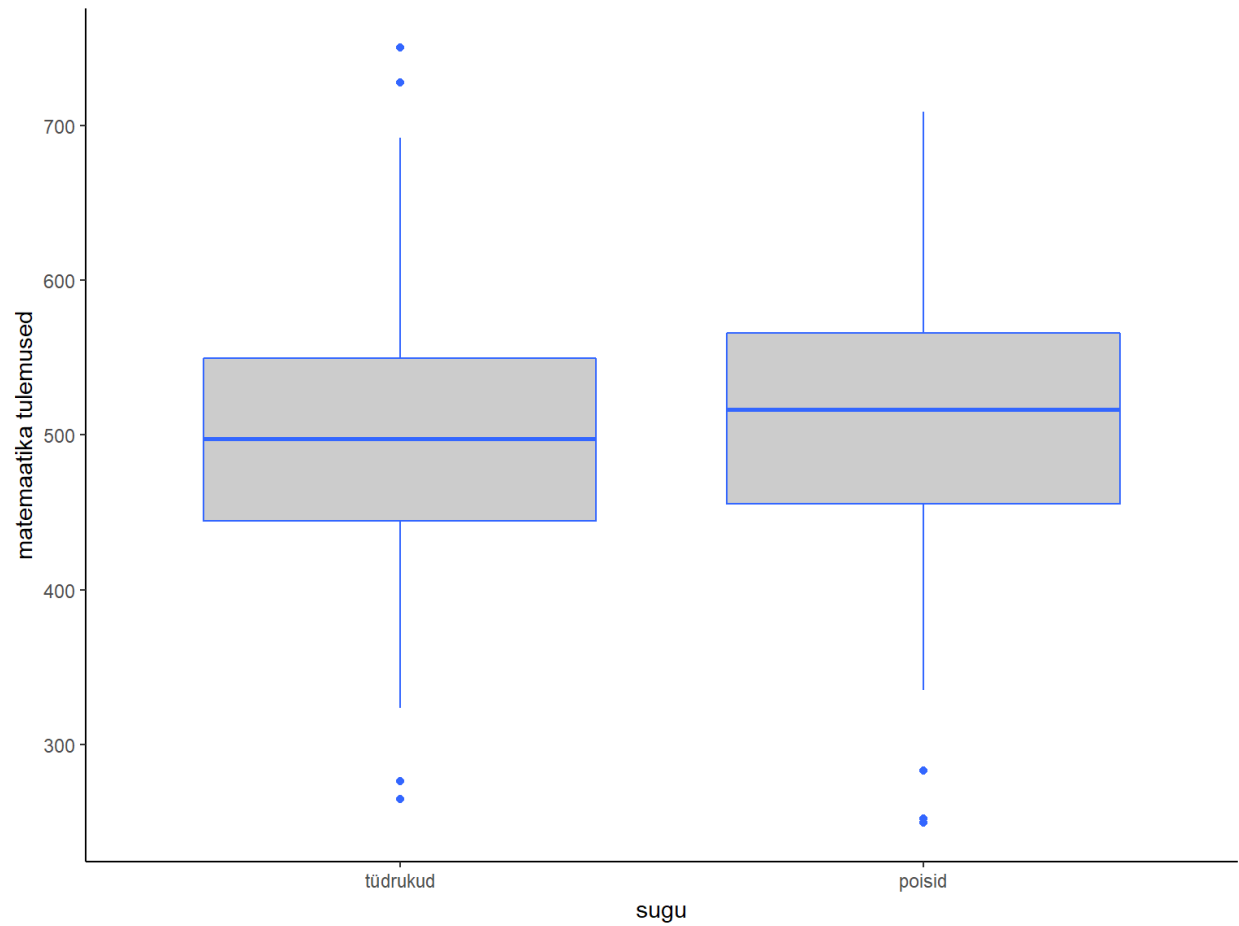
1. Histogramm matemaatika alatesti tulemuste kohta (lisa joonisele pealkiri):

```
ggplot(pisa, aes(PV1MATH))+  
  geom_histogram(col = "blue", fill = "gray")+  
  labs(title = "Matemaatika tulemused")
```



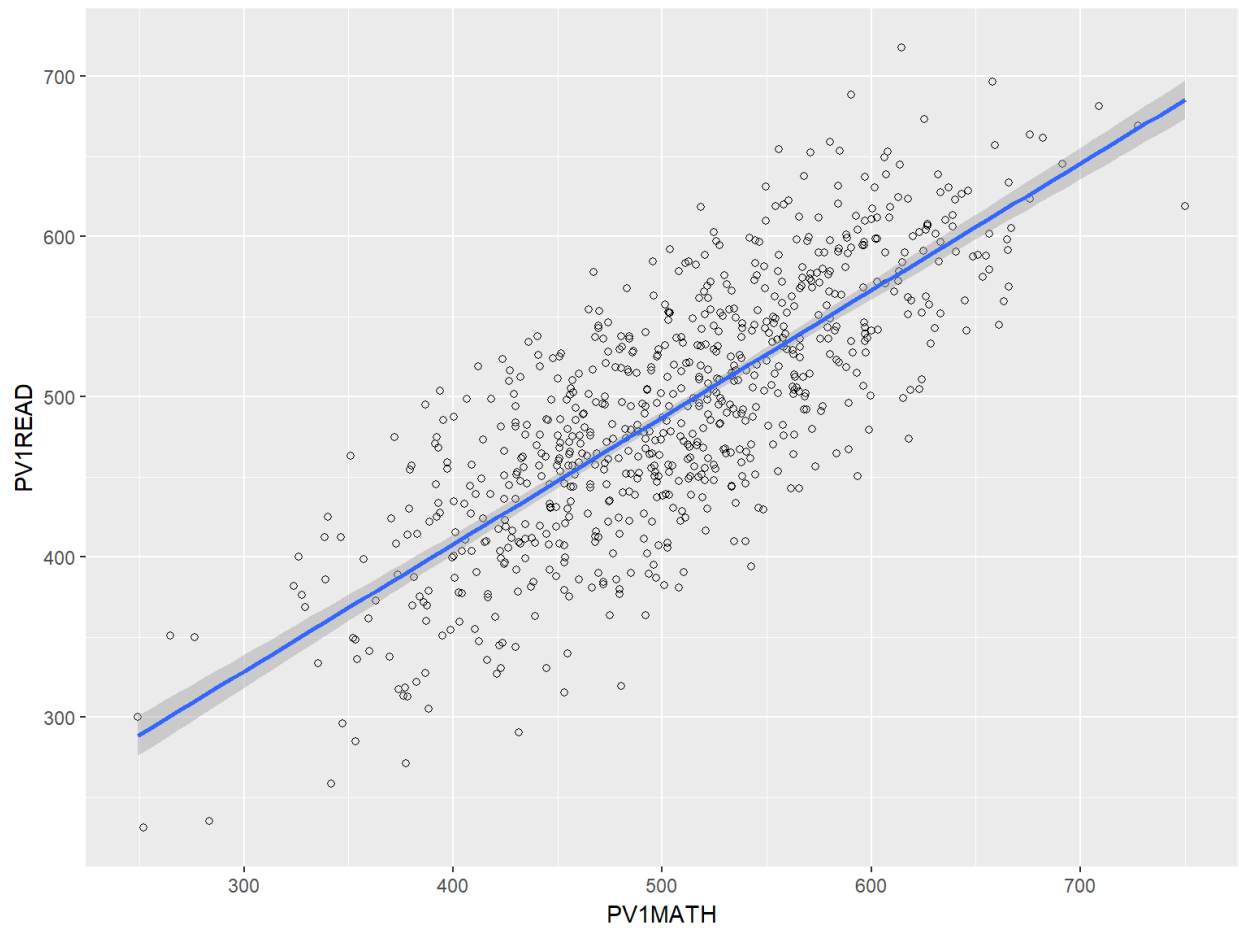
2. Tee karpdiagramm, mis illustreerib meeste ja naiste matemaatika alatestide skooride

```
ggplot(pisa, aes(x = as.factor(Gender), y = PV1MATH))+ #kui joonis ei tee eraldi tulpasi, siis tuleb li
  geom_boxplot(fill = "grey80", colour = "#3366FF")+ #värvisin karpide sisu hallikaks ja karpide
  scale_x_discrete(labels = c("tüdrukud", "poisid"))+
  labs(x = "sugu", y = "matemaatika tulemused")+
  theme_classic() #lisasin juba töödeldud vormi joonisele
```



3. Matemaatika ja lugemise alateestide tulemuste seos (lisa joonisele regressioonisirge)

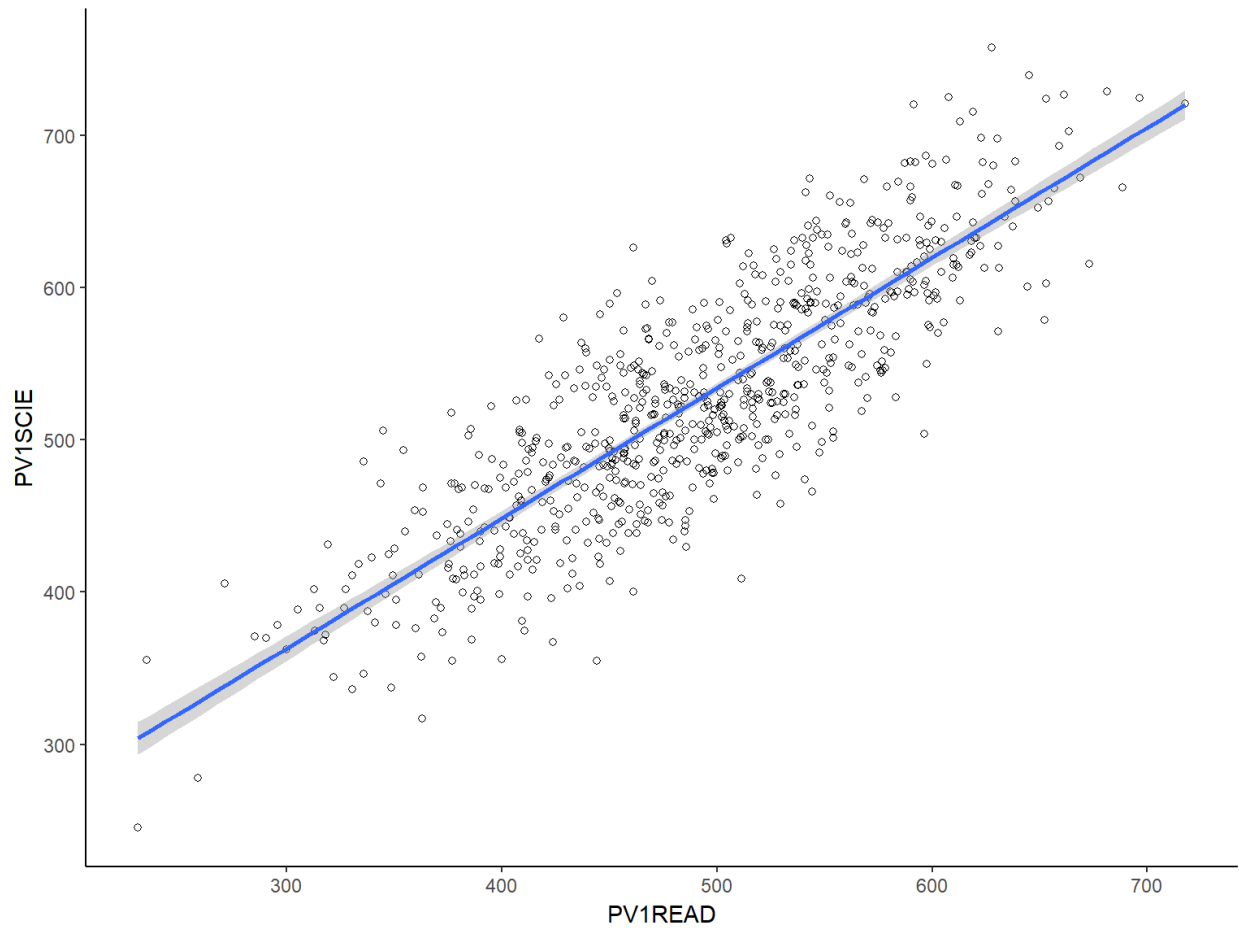
```
ggplot(pisa, aes(x= PV1MATH, y = PV1READ))+
  geom_point(shape=1) +      # shape = 1 - tühjad ringid
  geom_smooth(method=lm, se=TRUE)    # lisab regressioonisirge, se = TRUE - lisab usalduspiire
```



4. Lugemise ja loodusteaduste alatestide tulemuste seos (lisa joonisele regressioonisirge)

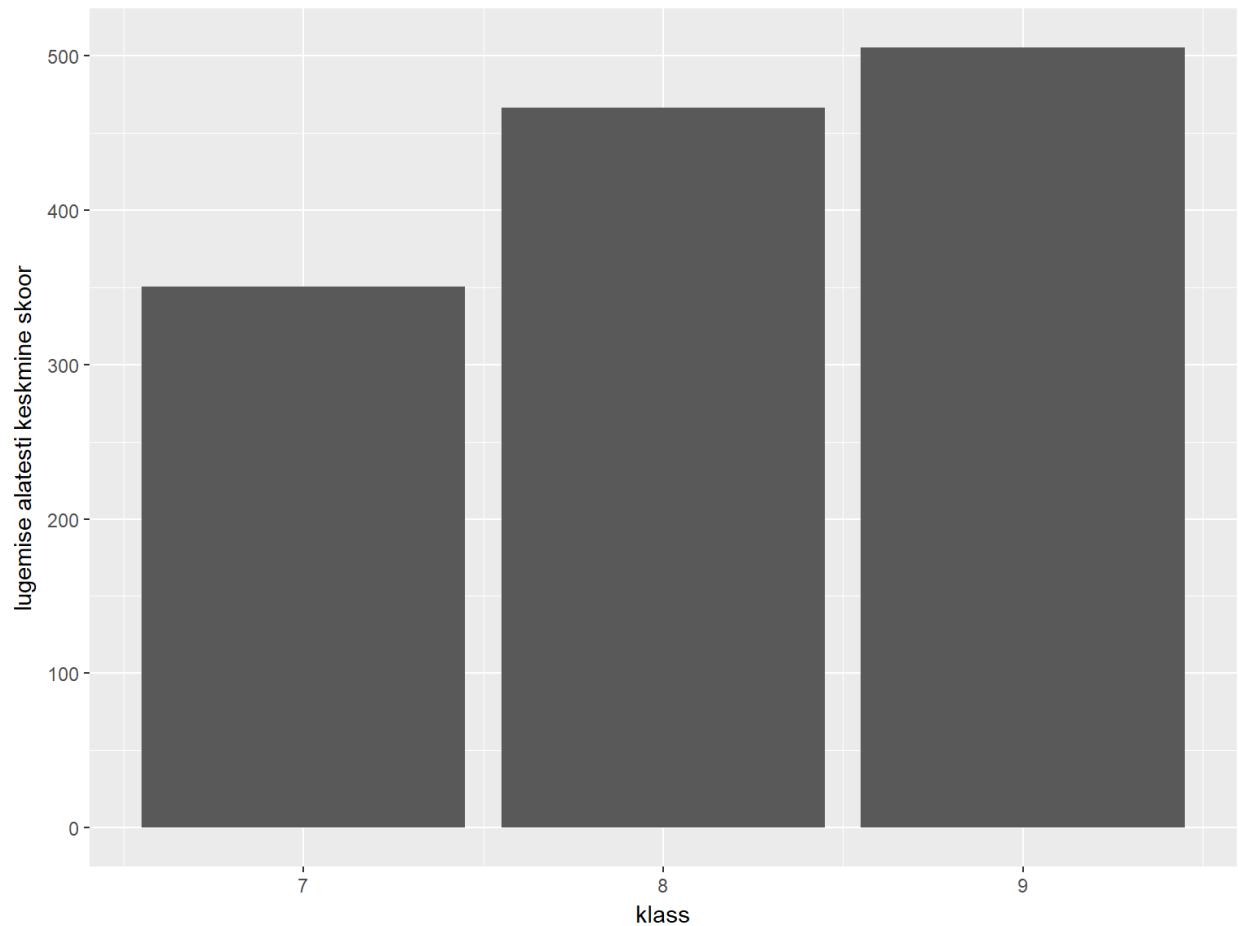
```
ggplot(pisa, aes(x= PV1READ, y = PV1SCIE))+
  geom_point(shape=1) +      # shape = 1 - tühjad ringid
  geom_smooth(method=lm, se=TRUE) +  # lisab regressioonisirge, se = TRUE - lisab usalduspiire
  theme_classic()
```





5. Tulpdiagramm erinevate klasside lugemise alatesti skooride kohta

```
ggplot(pisa, aes(y=PV1READ, x = GR))+
  geom_bar(aes(group = GR), stat = "summary", fun.y = "mean") +
  labs(x ="klass" , y = "lugemise alatesti keskmine skoor")
```



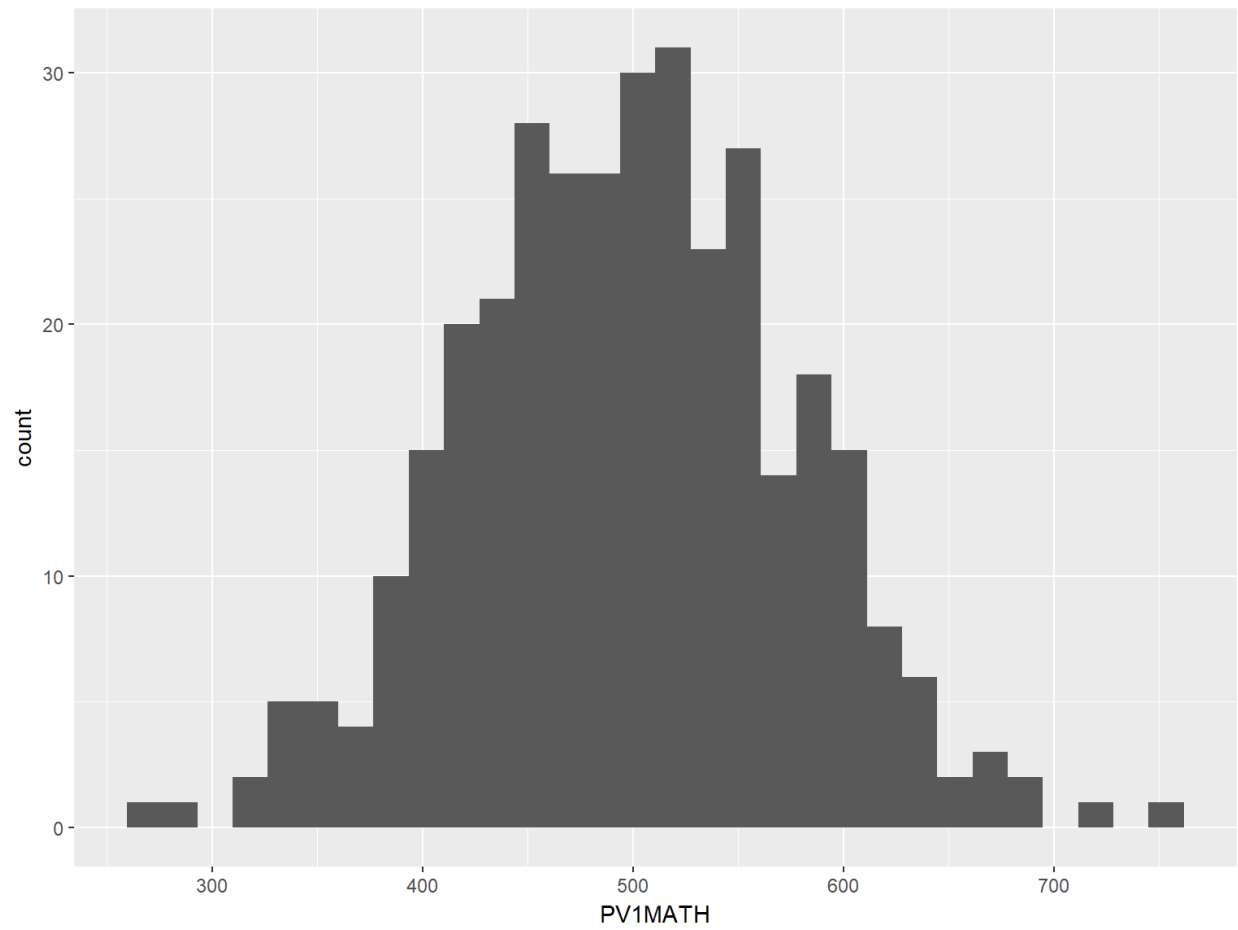
```
#kontrollime funktsiooniga tapply() kas saime joonisele õiged tulemused:
tapply(pisa$PV1READ, pisa$GR, mean, na.rm =TRUE)
```

```
##          7          8          9
## 350.5693 466.1382 505.2515
```

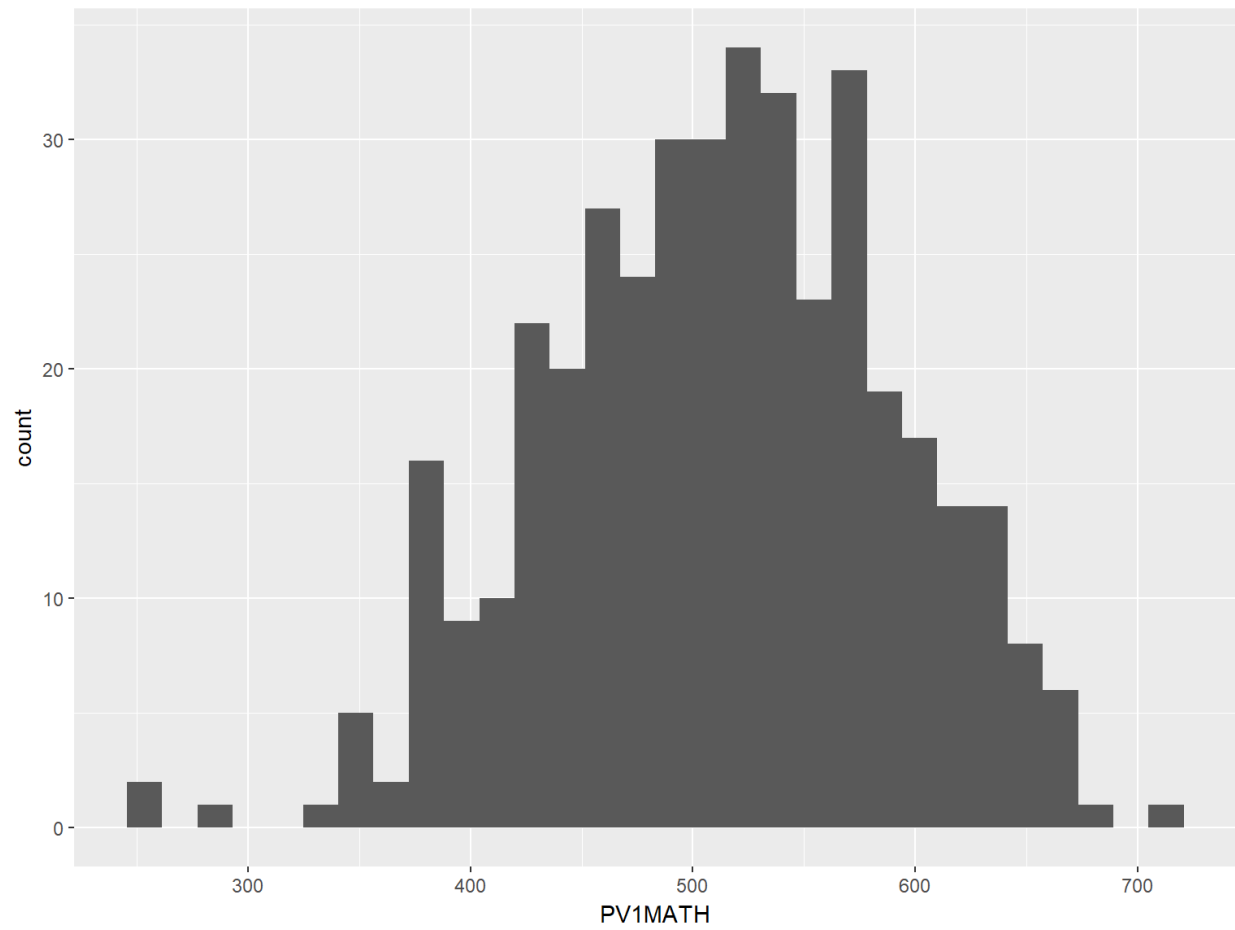
6. Tee eraldi histogramm naiste ja meeste matemaatika alatesti tulemuste kohta:

```
#Selle ülesande lahendamiseks on mitu võimalust.
# Esiteks saate teha uued andmestikud funktsiooniga subset ja kasutada neid andmestikke jooniste koostamiseks.
pisa_tydrukud <- subset(pisa, Gender == 1)
pisa_poisid <- subset(pisa, Gender == 2)

# Teiseks saate kasutada ka joonise koostamise ajal funktsiooni subset:
ggplot(subset(pisa, Gender == 1), aes(x=PV1MATH))+
  geom_histogram()+
  labs(tilte = "Tüdrukute tulemused")
```



```
ggplot(subset(pisa, Gender == 2), aes(x=PV1MATH))+  
  geom_histogram()+  
  labs(tilte = "Poiste tulemused")
```



```
#Kolmandaks saate kasutada ggplot'i kihti nimega facet_wrap()  
ggplot(pisa, aes(x=PV1MATH))+  
  geom_histogram()+  
  facet_wrap(~Gender)#selle kihiga saab lisada kategoriseeriva tunnuse joonisele
```

