

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Matemaatika ja statistika instituut

## Tugevate maaväriinate esinemine aastatel 1965 – 2016

Projekt aines LTMS.00.016 Rakendustarkvara: R

Elina Kuusma

Tartu 2020

## Sissejuhatus

Projekti eesmärk on uurida, millised seaduspärasused esinevad tugevate maaväriinate toimumise vahel. Juba toimunud maaväriinate uurimine väga oluline, sest nõnda on võimalik ennustada, millal ja kus võib toimuda järgmine maavärin ning seetõttu sai teema ka käesoleva projekti jaoks valitud.

Projekti jaoks on püstitatud hüpoteesid:

1. väga tugevaid maaväriinaid esineb harva;
2. maaväriinate sagedus on aja jooksul kasvanud.

Projekti jaoks on püstitatud uurimisküsimused:

1. Kui tugevad maaväriinad on kõige sagedasemad?
2. Kui palju on andmetes valeinfot, s.t kui suur osa sündmustest ei ole tegelikult maaväriinad?
3. Kuidas erineb maaväriinate esinemine kuude/aastate kaupa?

## Andmestiku kirjeldus

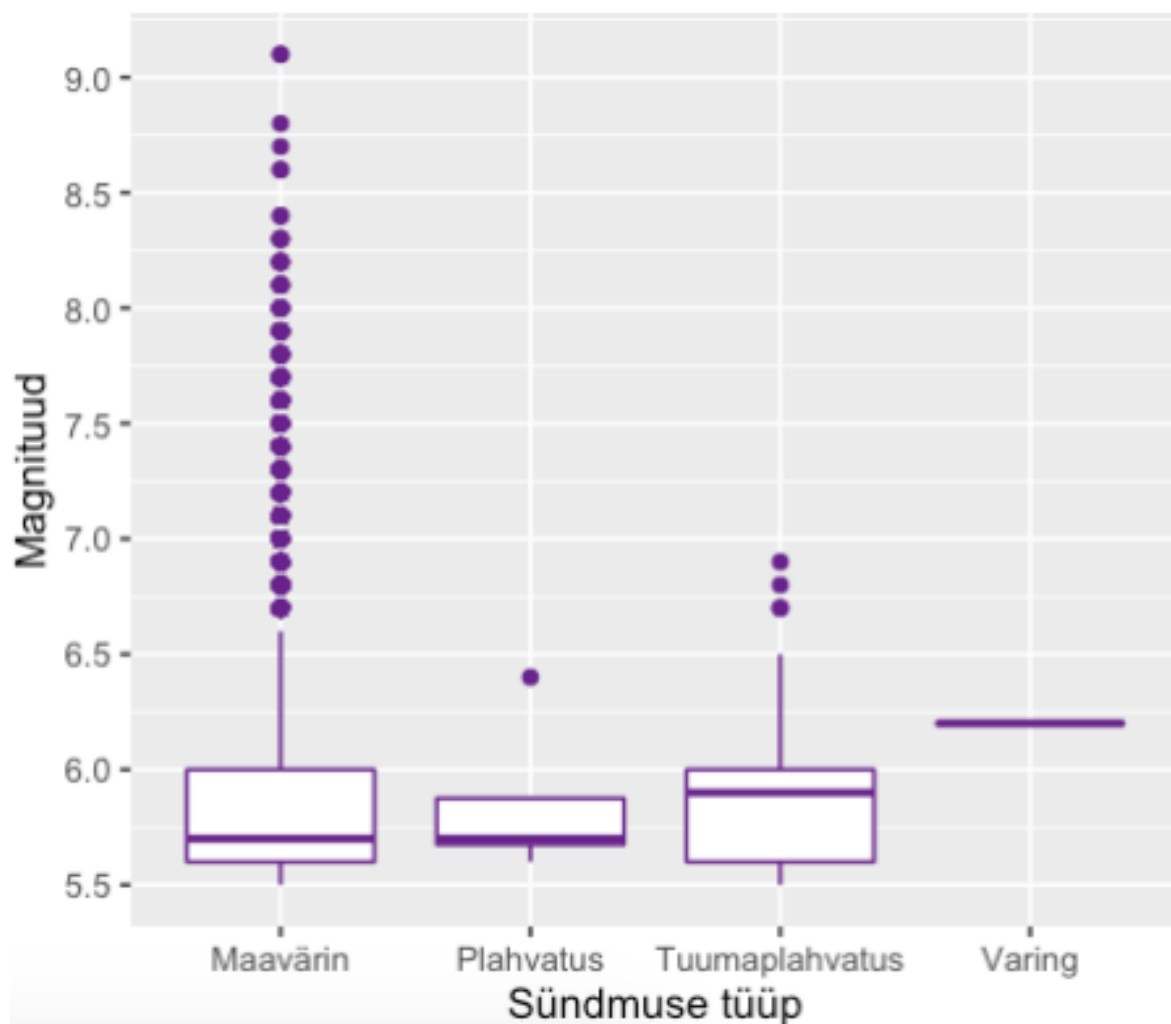
Kasutatud andmestik pärineb saidilt *kaggle.com* (<https://www.kaggle.com/usgs/earthquake-database>) ning hõlmab kõiki aastatel 1965 – 2016 registreeritud maavärinaid, mille tugevus oli vähemalt 5,5 magnituudi. Andmestikus oli kokku 21 tunnust, millest osa eemaldati töö alguses puuduvate väärtuste tõttu ja seepärast pole neid tunnuseid ka antud projektis välja toodud. Andmestikku jäi alles 13 tunnust, milleks olid sündmuse toimumise kuupäev (Date), kellaeg (Time), laiuskraad (Latitude), pikkuskraad (Longitude), sündmuse tüüp (Type), sündmuse sügavus maapinnalt (Depth), magnituud (Magnitude), magnituudi tüüp (Magnitude Type), sündmuse ID (ID), allikas (Source), asukoha allikas (Location Source), magnituudi allikas (Magnitude Source) ja staatus (Status).

Tunnused on andmestikus toodud sõnetunnustena. Vaatlusi on tabelis kokku 23 412.

## Kirjeldav analüüs

Andmestik sisaldab lisaks maavärinatele tunnuse „sündmuse tüüp (Type)“ all veel kolme tüüpi sündmusi, mis on põhjustanud tugeva maapinna liikumise, s.t on jäänud mulje, nagu oleks tegemist maavärinaga. Kuna soov on uurida vaid maavärinaid, on tegu nõ vale taustinfoga, mis pigem häirib tööd. Sellegipoolest vaatame lähemalt, mitmel juhul on tegu maavärinast erineva sündmusega.

Analüüs näitab, et ühel juhul on tegu kaevanduses toimunud varinguga, neljal juhul on toimunud mingisugune plahvatus, 175 juhul on tegu tuumaplahvatusega ja 23 232 juhul on tegu maavärinaga.



Joonis 1. Registreeritud sündmused tüübi ja tugevuse (magnituudi) kaupa.

Joonisel 1 on karpdiagrammina välja toodud, millised sündmuse tüübid andmestikus kajastuvad ja millise tugevusega sündmused on toimunud. Karpdiagrammi ruut näitab 25% ja 75% kvartiile ning ruudus asuv joon näitab mediaani. Üksikud punktid illustreerivad üksikuid väärtusi. Joonisel 1 on näha, et maavärinate tugevus varieerub vahemikus 5,5 – 9,1 magnituudi, kui enamus maavärinaid on siiski skaala alumises osas ja keskmine maavärina tugevus on 5,88 magnituudi. Tuumaplahvatused jäävad vahemikku 5,5 – 6,9 magnituudi ning ekstreemseid väärtusi on vähe. Plahvatuste ja varingute hindamiseks pole karpdiagramm ilmselt parim vahend, kuna mõlemad sündmused on esinenud väga vähe, kuid sündmuste varieeruvuse näitlikustamiseks on nad joonisel välja toodud. Plahvatused jäävad vahemikku 5,7 – 6,4 magnituudi ning ainukese varingu tugevus oli 6,2 magnituudi.

Kuna antud projekti põhiline eesmärk on siiski uurida maavärinaid, jätame edaspidi muud sündmused kõrvale ja tegeleme vaid maavärinaid puudutavate andmetega.

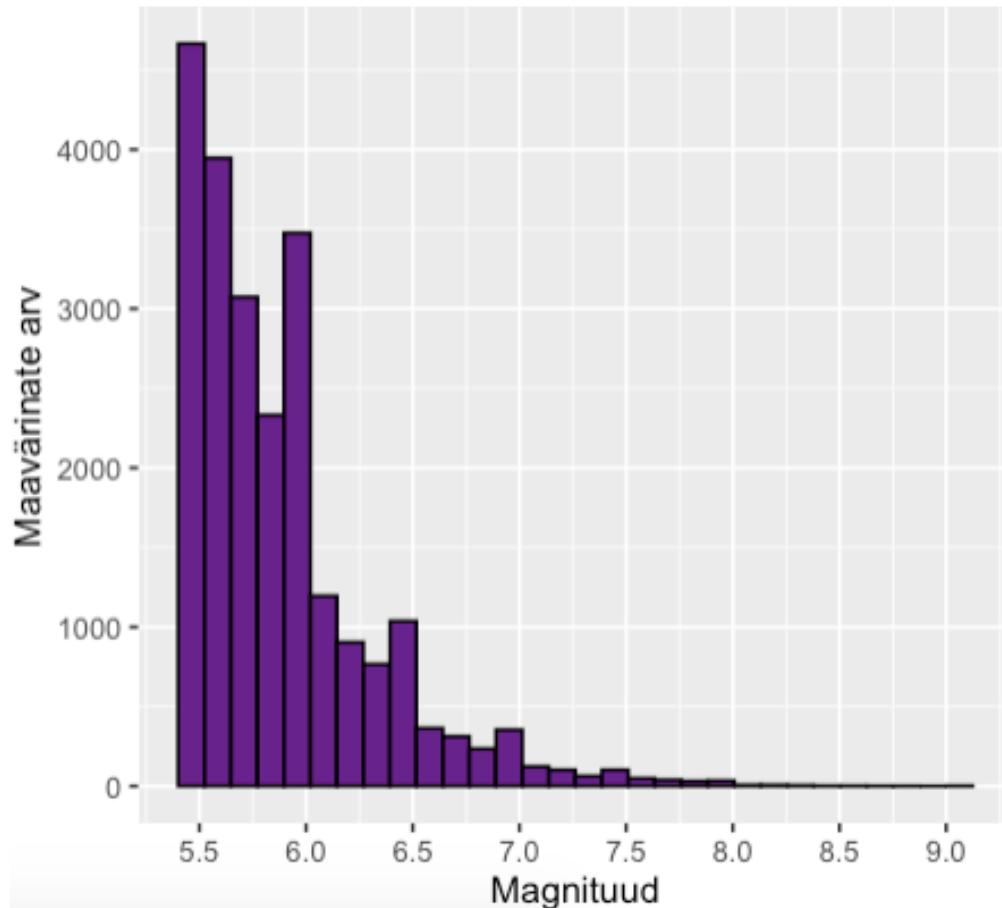
Järgnevalt uurime tugevate maavärinate esinemissagedust, mis on välja toodud ka huvipakkuva uurimisküsimusena ja mille kohta on püstitatud üks projekti hüpoteesidest. Tabelis 1 on sagedustabelina toodud, kui palju maavärinaid vastavalt mõõdetud tugevusele on toimunud. Väga tugevaid maavärinaid (üle 8 magnituudi) on toimunud võrreldes väiksema tugevusega väga harva – kokku 40 juhtu. Kõige rohkem maavärinaid (4669) on toimunud kõige madalama tabelis toodud tugevuse (5,5 magnituudi) juures.

*Tabel 1. Maavärinate esinemine tugevuse (magnituudi) kaupa.*

Tugevus (magnituud)	Maavärinate arv
5,5	4669
5,6	3948
5,7	3070
5,8	2332
5,9	1917
6,0	1559
6,1	1195
6,2	904
6,3	766
6,4	575
6,5	463

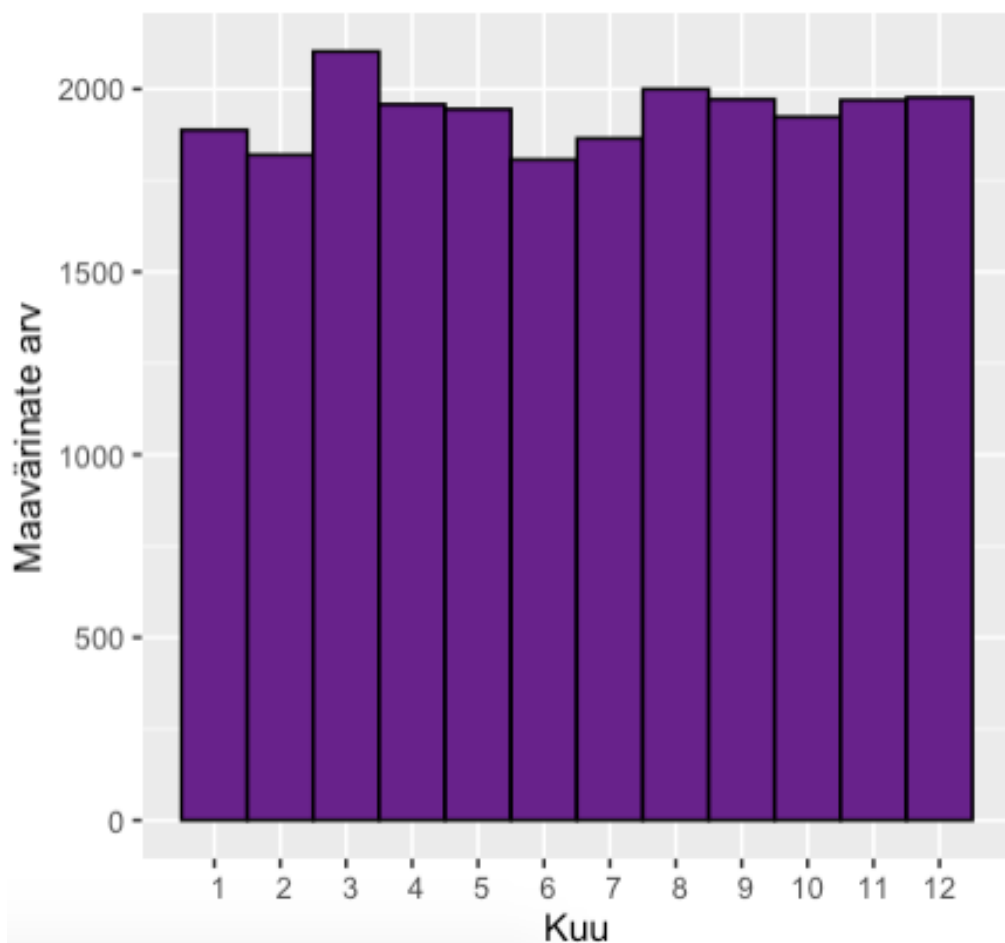
6,6	363
6,7	312
6,8	235
6,9	186
7,0	168
7,1	123
7,2	102
7,3	63
7,4	59
7,5	43
7,6	49
7,7	39
7,8	31
7,9	21
8,0	13
8,1	7
8,2	7
8,3	5
8,4	2
8,6	2
8,7	1
8,8	1
9,1	2

Vaatleme maavärinate esinemise ja tugevuse seoseid ka histogrammil. Joonisel 2 näeme, et kuigi esinevad mõned kõrvalekalded, väheneb maavärinate arv magnituudi kasvades. Seega leiab kinnitust meie esimene hüpotees, mis väitis, et tugevaid maavärinaid esineb harva.



Joonis 2. Seos maavärinate toimumise ja maavärinate tugevuse (magnituudi) vahel.

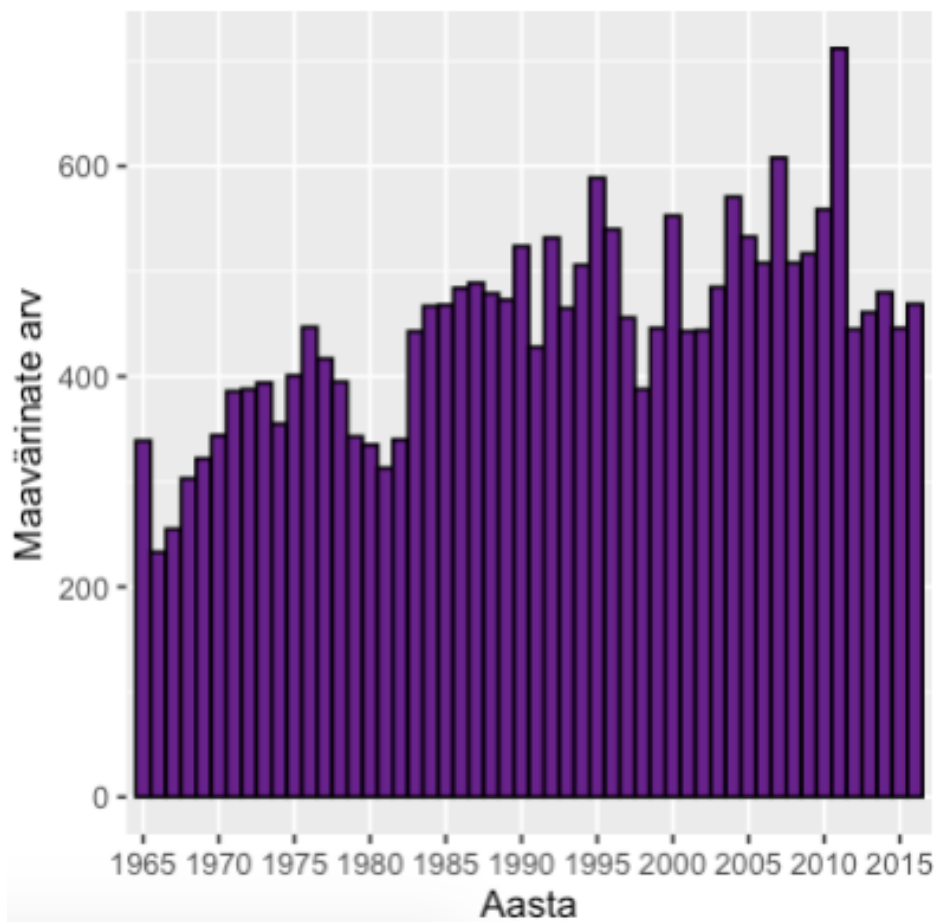
Kasutatav andmestik kajastab maavärinate toimumise andmeid üle väga pika ajaperioodi. Seetõttu uurime, kas maavärinate toimumise puhul on märgata ka ajalisi seoseid. Vaatleme joonisel 3 maavärinate arvu kuude kaupa. Märgata on, et esinevad väikesed erinevused, kuid üldiselt on maavärinate esinemissagedus üsna ühtlane ja selgelt ei joonistu välja, et mõni kuu oleks maavärinate osas märkimisväärselt tulemuslikum kui mõni teine. Saame vaid öelda, et märtsikuu on toimunud teiste kuudega võrreldes pisut rohkem maavärinaid ning kõige vähem on maavärinaid toimunud veebruaris ja juunis.



Joonis 3. Maaväriinate esinemine kuude kaupa.

Uurime sama seost ka aastate kaupa. Joonisel 4 on näidatud maaväriinate esinemine aastate kaupa. On näha, et aastal 2011 toimus kõige rohkem maaväriinaid, seevastu kõige vähem maaväriinaid esines aastal 1966. Võrreldes andmetes kajastuvaid esimesi ja viimaseid aastaid, mil mõõtmisi tehti, tundub, et maaväriinate esinemine on mingil määral sagenenud. Samas aga kõiki aastaid vaadates on märgata, et esineb perioode, kus maaväriinate esinemine on hoopis langenud. Seega ei saa kindlalt öelda, et meie teine hüpotees, mis väitis, et maaväriinate esinemissagedus on tõusnud, tõene oleks.





Joonis 4. Maaväirinate esinemine aastate kaupa.

## **Kokkuvõte**

Antud projektis uuriti tugevate maaväriinate esinemissagedust ja tugevust ning nendevahelisi seoseid. Andmestikus kajastuvad andmed aastatest 1965 – 2016.

Projekti jaoks püstitati kaks hüpoteesi, millest üks leidis kinnitust ja teise puhul polnud võimalik täpselt öelda, kas hüpotees oli tõene või väär. Kõigile püstitatud küsimustele leiti töö käigus vastused.

Andmestik pakkus huvitavaid seoseid, mida uurida, kuid tulevikus võiks kasutada veidi laiemat andmestikku, et oleks võimalik rohkem tunnuseid analüüsida.