

# Simulation Voting System



Justin ter Horst - 1786019  
Jason de Mey - 1772284  
Menno Oud - 1749070  
Utrecht, 21-12-21  
Hogeschool Utrecht, HBO-ICT

Inhoudsopgave	
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Introductie</b>	<b>4</b>
<b>Onderzoeksvragen/hypothese</b>	<b>5</b>
3.1 Onderzoeksvragen	5
3.2 Hypothese	5
<b>Vooronderzoek</b>	<b>6</b>
<b>Plan van Aanpak en toolkeuze</b>	<b>7</b>
5.1 Suitability	7
5.2 Feasibility	7
5.3 Conclusie toolkeuze	7
<b>Design van het experiment</b>	<b>8</b>
6.1 Gedrag model en agents	9
<b>Resultaten van het experiment</b>	<b>11</b>
7.1 Resultaten T-toets	12
7.2 Resultaten Anova (variantieanalyse)	14
<b>Conclusie</b>	<b>19</b>
<b>Discussie</b>	<b>20</b>
<b>Bronvermelding</b>	<b>21</b>

# 1. Abstract

In dit document wordt ingegaan op de realisatie van een voting simulatie. Er wordt gekeken naar de effecten van plurality voting ten opzichte van approval voting. Met name de invloed van beide methodes op het aantal mensen dat niet op zijn of haar eerste voorkeur stemt.

De werking van de simulatie wordt toegelicht met het gedrag van het model en de agents. De data die hieruit voortkomt wordt geanalyseerd aan de hand van twee verschillende toetsen: de T-toets en de Anova (ANalysis Of VAriance) toets.

Tot slot worden er conclusies getrokken uit deze analyse en start er een open gesprek over toekomstige verbeteringen in het hoofdstuk “discussie”.

## 2. Introductie

Zoals eerder genoemd, worden twee verschillende stelsystemen onder de loep genomen aan de hand van een simulatie. Bij een plurality voting systeem, mag men op een enkele partij stemmen. Elke stemmer heeft dus maar één vote om uit te brengen.

Bij Approval voting kan men op zoveel partijen stemmen als gewenst. Ook kan men kiezen om juist géén stem uit te brengen op bepaalde partijen. In beide gevallen is het mogelijk dat een stemmer strategisch stemt. (Helps, 2020)

## 3. Onderzoeksvragen/hypothese

### 3.1 Onderzoeksvragen

De vraag die beantwoord gaat worden aan de hand van de simulatie is als volgt:

- Wat is het effect van plurality voting ten opzichte van approval op het aantal mensen dat niet op zijn eerste voorkeur kiest?

### 3.2 Hypothese

De resultaten van plurality voting ten opzichte van approval voting zullen leiden tot een hoger aantal mensen dat stemt op zijn of haar tweede keuze.

Zodra men via approval voting stemt ten opzichte van plurality voting, zullen er meer tevreden stemmers zijn.

## 4. Vooronderzoek

Voor het bouwen aan de simulatie is eerst door het gehele team de video van Primer, het aanbevolen youtubefilmpje goed onder de loep genomen. (Helps, 2020)

Deze video schetst een goed beeld van de verschillende voting systems en geeft daarbij ook direct een mogelijke vorm van implementatie weer.

In de video is te zien dat de mening van een stemmer gerepresenteerd wordt door een tweedimensionaal grid. Hetzelfde geldt voor de partijen.

In het geval van plurality voting, wordt er gesproken over het “spoiler effect”, waarbij in eerste instantie twee partijen zijn. Beide partijen hebben veel stemmen, maar partij A wint net van partij B. Wanneer partij C erbij komt, pakt deze stemmen af van partij A, waardoor partij B wint. Ook al hadden de stemmers van partij C liever partij A zien winnen.

Bij approval voting, waarbij men dus op enkele, meerdere of juist geen partij kan stemmen, kan het “spoiler effect” niet plaatsvinden, omdat men op zowel op partij A en C kan stemmen, zodat de minst favoriete partij, B niet wint. Echter moet iedereen wel eerlijk stemmen, dus niet strategisch. Dit kan leiden tot het “chicken dilemma”, waarbij men uiteindelijk zijn of haar stem op andere partijen opgeeft, om te voorkomen dat deze met een kleine marge wint. Dit kan leiden tot het tegenovergestelde effect van wat de stemmer wilt.

## 5. Plan van Aanpak en toolkeuze

In het plan van aanpak zijn de drie verschillende tools: Netlogo, Mesa & Unity, onder de scope genomen aan de hand van twee tabellen die scoren op Suitability en Feasibility.

### 5.1 Suitability

Stemmers / partijen (Agents) kunnen in alle drie de tools aangemaakt worden. Daarom hebben we deze beide drie punten gegeven.

2D grid / coördinaten kunnen in alle drie de tools worden weergegeven. Unity leek ons iets te uitgebreid voor dit doeleind, daarom gaat onze voorkeur uit naar Netlogo of Mesa.

Dataverzameling is het makkelijkst voor Mesa, omdat er met Python wordt gewerkt. Er zijn genoeg libraries beschikbaar om data te verzamelen en analyseren zoals pandas. Data exporteren zal moeilijker gaan met de andere tools.

Data weergeven in een grafiek borduurt verder op het vorige punt. Echter is het in Netlogo toegankelijk om een widget met een grafiek toe te voegen aan de GUI. Voor Python en dus Mesa zijn er veel libraries.

### 5.2 Feasibility

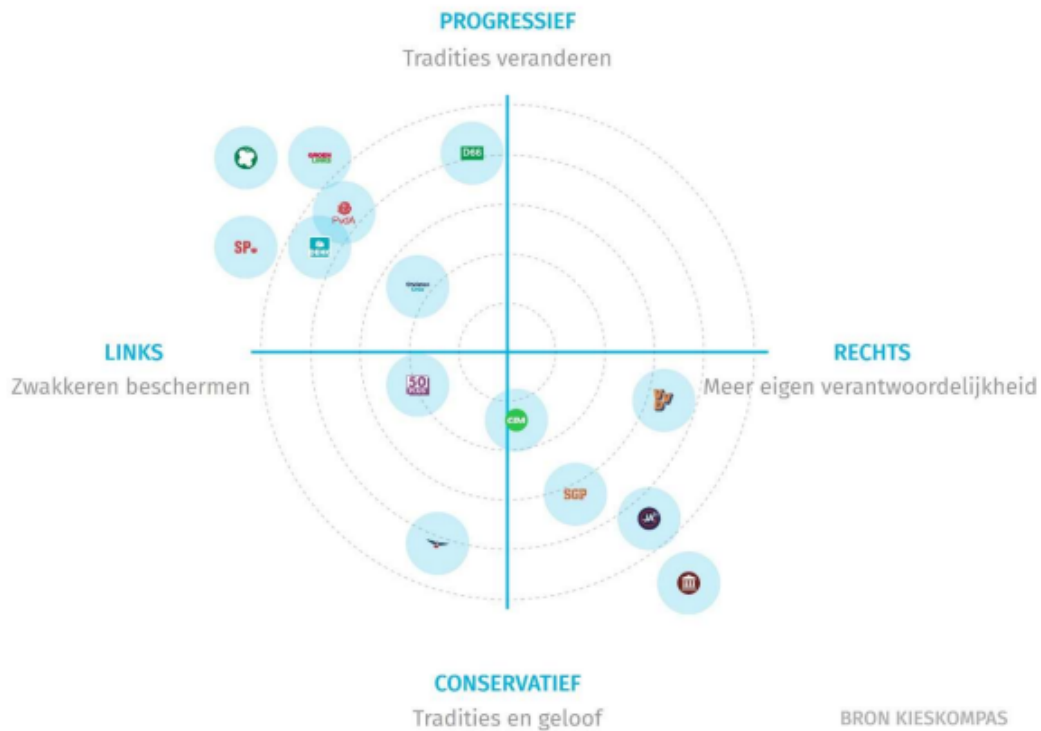
Omtrent de feasibility, het team is niet vaardig genoeg in OOP om hier in korte tijd een volwaardige simulatie in te bouwen.

### 5.3 Conclusie toolkeuze

Volgens de berekeningen komt Netlogo uit als de nummer 1 keuze omtrent geschikte tools binnen de scope van dit project. Met name de ervaring van het team en de haalbaarheid binnen de gegeven tijd hebben de doorslag gegeven.

## 6. Design van het experiment

Zoals eerder beschreven, wordt de mening van de partijen en de stemmers gerepresenteerd door hun plaatsing op een 2D grid. Het grid is gebaseerd op Nederlandse politieke partijen, zoals te zien is op onderstaande afbeelding. (ProDemos, 2021)



Afbeelding 6.1: Nederlandse politieke partijen in een assenstelsel.



## 6.1 Gedrag model en agents

Voor het verloop van de simulatie, kiest met 3 verschillende partijen uit. Zoals op onderstaande afbeelding te zien is, zijn de partijen op hun respectievelijke plaats gezet in het grid. Men kiest een aantal stemmers, deze worden op een willekeurige plek gezet in het grid. Na het bevestigen hiervan, kan een voting system gekozen worden.

Hiernaast zijn de widgets te zien waarmee men kan spelen, om verschillende uitkomsten te zien van de simulatie.

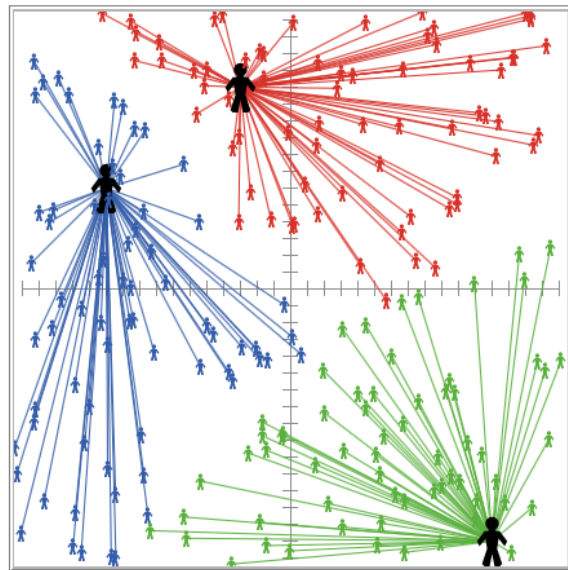
Tijdens het uitvoeren van de simulaties viel op dat wanneer een partij zich in het midden van het grid bevond, deze altijd won. Dit was te verwachten, aangezien de keuze voor een stem is gebaseerd op de afstand tussen stemmers en partijen.

Verder is op onderstaande partijen te zien hoe verschillende voting systems kunnen leiden tot een andere winnaar.

The image shows a control panel for a simulation. It includes a 'setup' button, three dropdown menus for selecting parties (partij1: D66, partij2: Denk, partij3: FVD), a slider for 'number\_of\_voters' set to 200, a 'Bevestig gekozen partijen' button, a slider for 'radius' set to 18, and a grid of voting system buttons: 'Plurality voting', 'Plurality strategic vote', 'Approval voting', 'Approval strategic vote', and 'Instant Runoff'.

Hoe wordt een strategische stem ingezet? Dit is een arbitraire keuze geweest. Bij approval voting kan men op meerdere partijen stemmen. In plaats van dat een stemmer op alle mogelijke partijen stemt waar hij of zij zich bij aansluit, stemt deze niet op de laatste keuze hiervan. Bij plurality voting mag men maar een stem uitbrengen, wanneer de partijen bij elkaar in de buurt liggen op het grid, kiest een stemmer ervoor om voor de zekerheid op diens tweede keuze te stemmen.

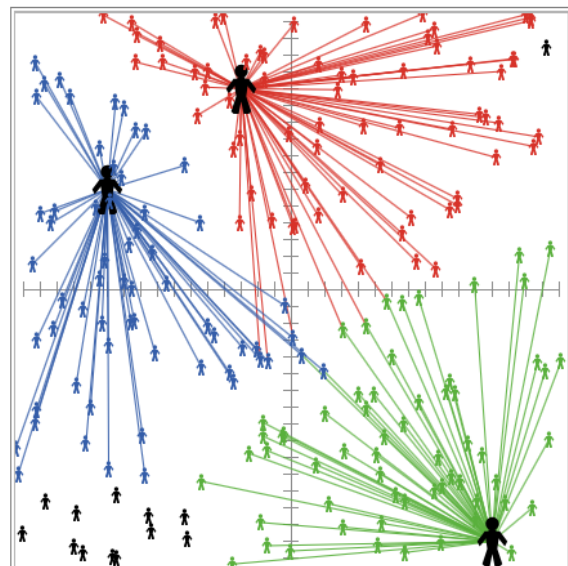
Op afbeelding 6.1.1 is het resultaat te zien van plurality voting. In dit geval wint de blauwe partij (Denk) met 76 stemmen. Op de tweede plek komt de rode partij (D66) en als laatste de groene partij (FVD). Er is hierbij gekozen voor 200 stemmers.



Afbeelding 6.1.1: Simulation voting system, plurality vote.

Op de volgende afbeelding, 6.1.2, is dezelfde verdeling te zien van de gekozen 200 stemmers. Echter wint in dit geval de rode partij (D66) met 72 stemmen. Daaropvolgend zijn de groene partij (FVD) met 62 stemmen en de blauwe partij (Denk) met 61 stemmen.

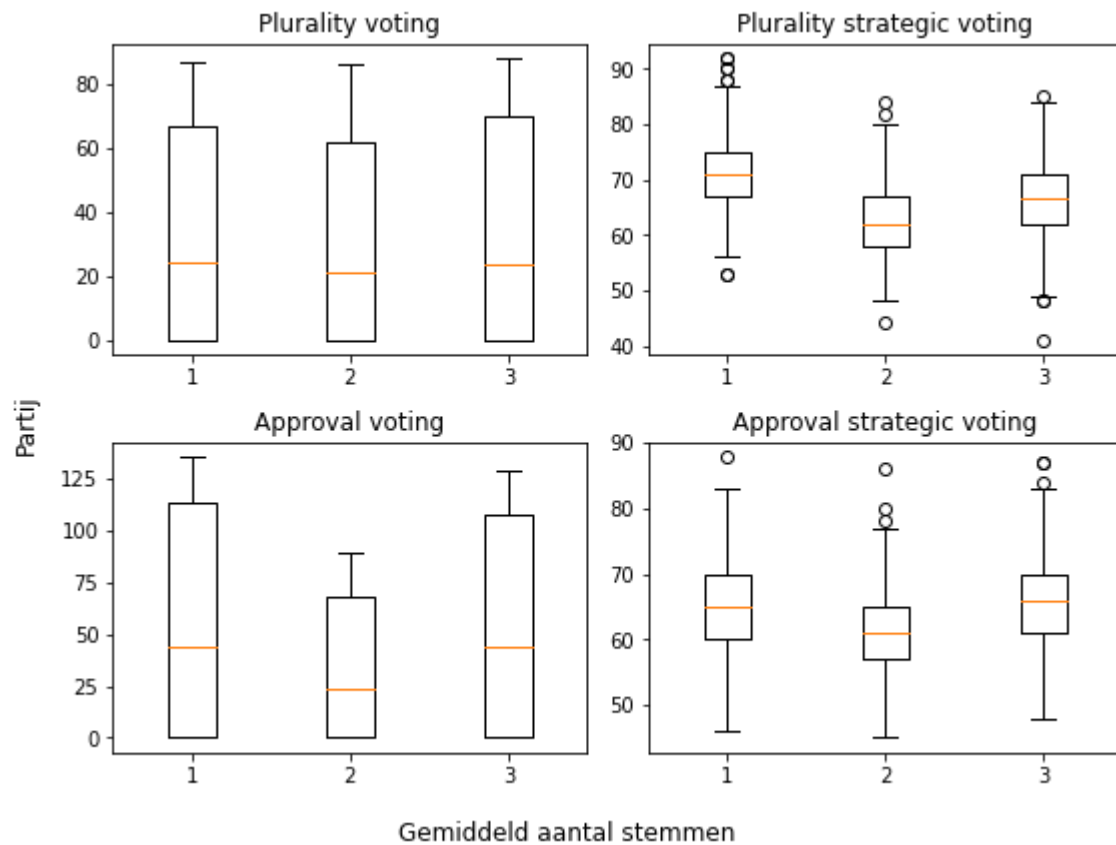
Wat daarnaast opvalt is dat 99 mensen hebben gestemd op hun tweede keuze.



Afbeelding 6.1.2: Simulation voting system, approval strategic vote.

## 7. Resultaten van het experiment

De verschillende voting systems zijn ieder 500 keer door de simulatie uitgevoerd en de resultaten zijn weergegeven in boxplot zoals op onderstaande afbeelding te zien is:



Afbeelding 7.0.1: Boxplots van het gemiddeld aantal stemmen per partij per voting system.

Ten eerste valt op dat, wanneer men besluit een arbitraire strategische stem in te zetten, de spreiding van het gemiddeld aantal stemmen afneemt.

## 7.1 Resultaten T-toets

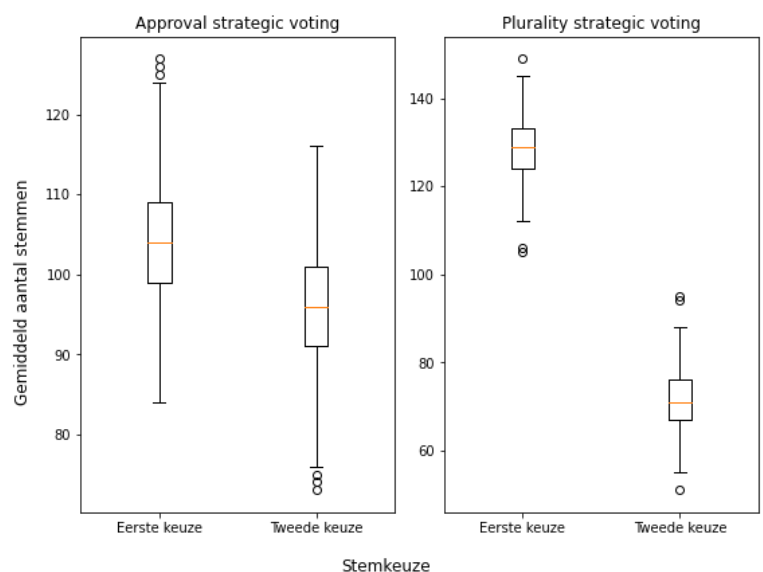
In onderstaand tabel staan de resultaten weergegeven van de T-toets van het aantal mensen dat op diens tweede keuze heeft gestemd per voting system. De twee voting systems die hier zijn vergeleken zijn “plurality” en “approval”, in acht genomen dat men strategisch stemt.

	Variable	N	Mean	SD	SE	95% Conf.	Interval
0	Approval	4.0	76.534000	44.348576	22.174288	5.965519	147.102481
1	Plurality	3.0	66.666667	3.902623	2.253180	56.972014	76.361319
2	combined	7.0	72.305143	31.879355	12.049264	42.821657	101.788629

Zoals af te lezen is, stemt gemiddeld een hoger aantal mensen op diens tweede keuze, wanneer er via een approval systeem wordt gestemd. Vervolgens is af te lezen aan onderstaande tabel dat de T-waarde  $\sim 0,3571$  is. Hoe dichterbij de nul zit, hoe kleiner de kans is dat er een significant verschil is tussen de twee keuzes. (Minitab, 2016)

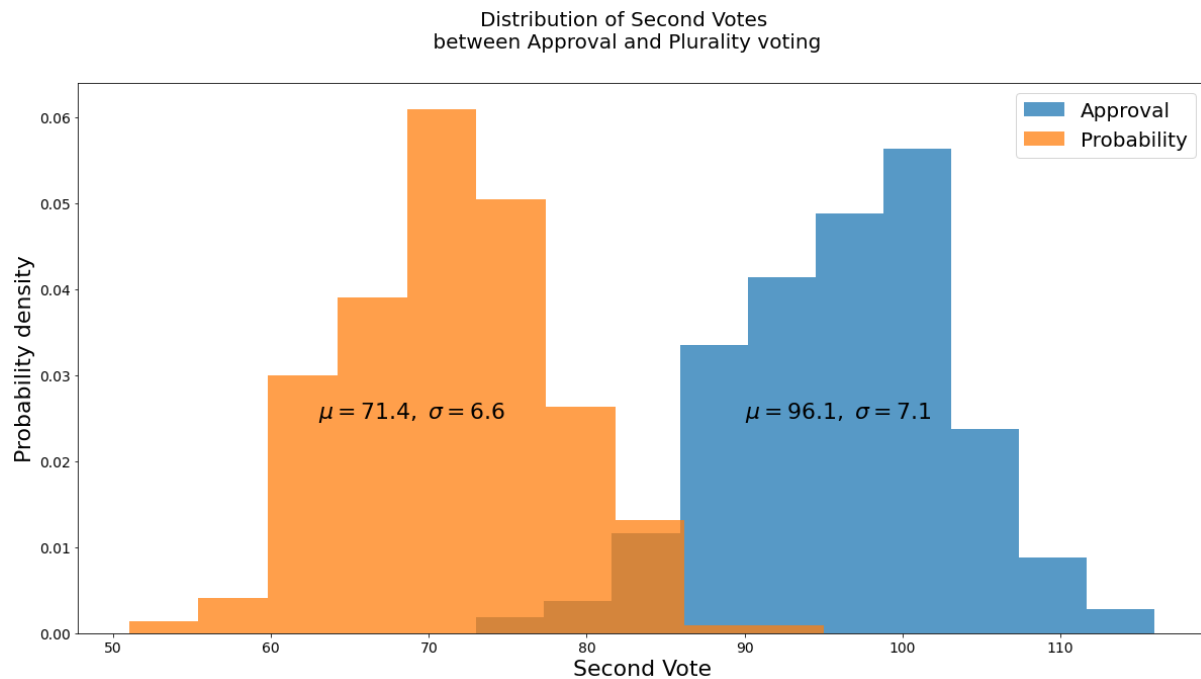
Verder is in onderstaand boxplot het gemiddeld aantal mensen dat op diens eerste of tweede keuze heeft gestemd te zien.

	Independent t-test	results
0	Difference (Approval - Plurality) =	9.8673
1	Degrees of freedom =	5.0000
2	t =	0.3751
3	Two side test p value =	0.7230
4	Difference < 0 p value =	0.6385
5	Difference > 0 p value =	0.3615
6	Cohen's d =	0.2865
7	Hedge's g =	0.2413
8	Glass's delta =	0.2225
9	Pearson's r =	0.1654



Afbeelding 7.1.1: Boxplots van het gemiddeld aantal mensen dat op hun eerste of tweede keuze heeft gestemd.

Tot slot is in onderstaand histogram een verdeling te zien van de waarschijnlijkheid kans dat een gemiddeld aantal stemmen voorkomt, met op de x-as het gemiddelde aantal. Hierbij worden wederom beide stelsystemen vergeleken. Wat opvalt aan dit model, is dat de twee normaalverdelingen deels overlappen.



Afbeelding 7.1.2: Verdeling van aantal mensen dat op diens tweede keuze heeft gestemd.

## 7.2 Resultaten Anova (variantieanalyse)

### 7.2.1 Approval voting

OLS model:

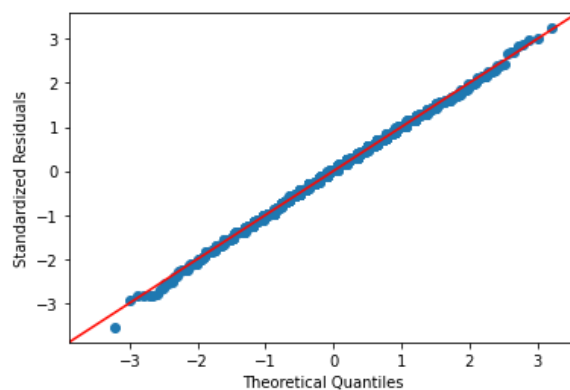
	sum_sq float64	df float64	F float64	PR(>F) float64
C(Part ijen)	614714.75733331 77	2	6148.6076314766 87	0
Residu al	74832.226000000 02	1497	nan	nan

Turkey's HSD Test:

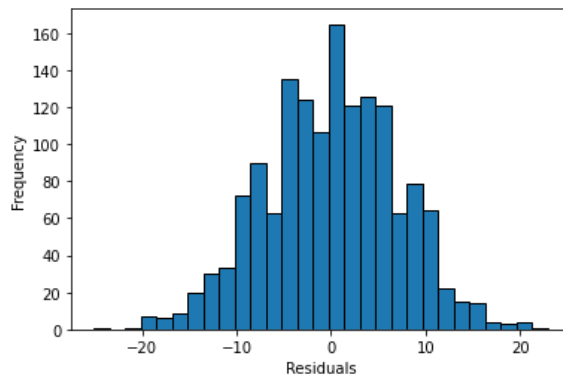
	group1 object	group2 object	Diff float64	Lower float64	Upper float64	q-value float64	p-value float64
0	D66	Denk	45.291999999999 99	44.242929753198 96	46.341070246801 02	143.24288813608 92	0.001
1	D66	FVD	5.1639999999999 87	4.1149297531989 55	6.2130702468010 2	16.331941056583 126	0.001
2	Denk	FVD	40.128	39.078929753198 97	41.177070246801 03	126.91094707950 607	0.001

Alle p-values < 0.05 dus het verschil is significant.

QQ Plot



In de grafiek hierboven valt op dat alle waarden ongeveer op een 45 graden lijn liggen, dus de residuals zijn normaal verdeeld



## 7.2.2 Approval strategic voting

OLS model:

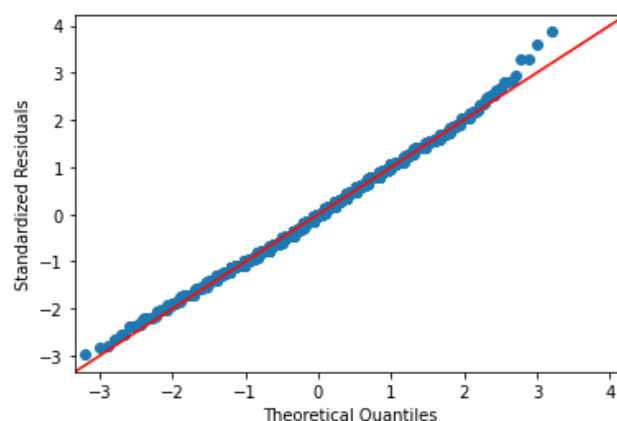
	sum_sq float64	df float64	F float64	PR(>F) float64
C(Part ijen)	6147.2413333325 04	2	75.045593506378 08	8.7168874533707 29e-32
Residu al	61312.195999999 98	1497	nan	nan

Turkey's HSD Test:

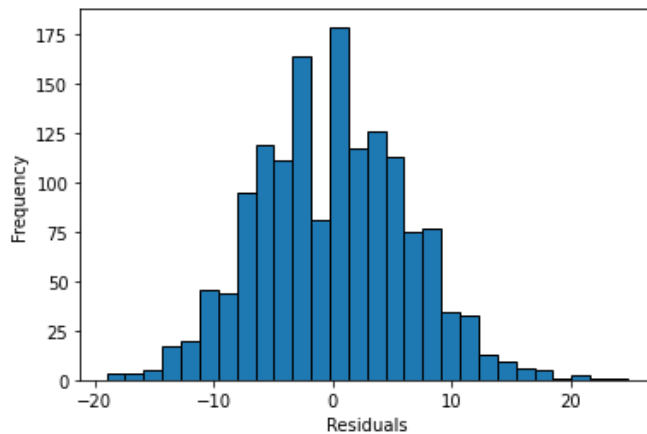
	group1 object	group2 object	Diff float64	Lower float64	Upper float64	q-value float64	p-value float64
0	D66	Denk	3.7979999999999 947	2.8484153764010 287	4.7475846235989 61	13.270198738609 851	0.001
1	D66	FVD	0.8620000000000 09	-0.087584623598 95702	1.8115846235989 75	3.0118249901742 57	0.0843361530652 662
2	Denk	FVD	4.6600000000000 04	3.7104153764010 377	5.6095846235989 7	16.282023728784 107	0.001

Alle p-values < 0.05 dus het verschil is significant.

QQ Plot



In de grafiek hierboven valt op dat alle waarden ongeveer op een 45 graden lijn liggen, dus de residuals zijn normaal verdeeld



### 7.2.3 Plurality voting

OLS model:

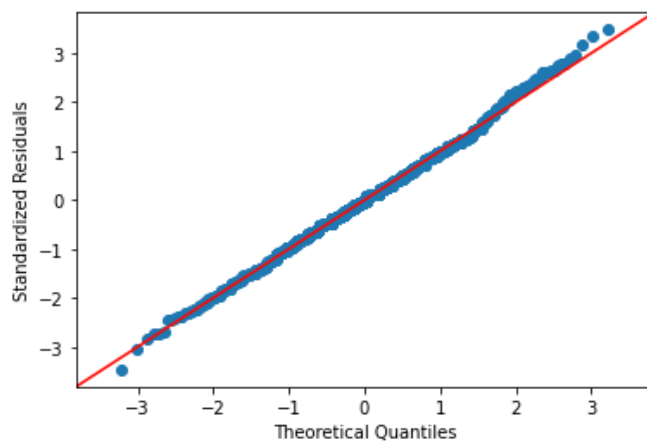
	sum_sq float64	df float64	F float64	PR(>F) float64
C(Part ijen)	15230.465333330 741	2	168.11965216700 057	1.3613706807425 93e-66
Residu al	67808.868000000 03	1497	nan	nan

Turkey's HSD Test:

	group1 object	group2 object	Diff float64	Lower float64	Upper float64	q-value float64	p-value float64
0	D66	Denk	4.5599999999999 95	3.5613725835922 265	5.5586274164077 64	15.150169712372 405	0.001
1	D66	FVD	3.2060000000000 03	2.2073725835922 344	4.2046274164077 72	10.651632477602 199	0.001
2	Denk	FVD	7.7659999999999 98	6.7673725835922 3	8.7646274164077 68	25.801802189974 6	0.001

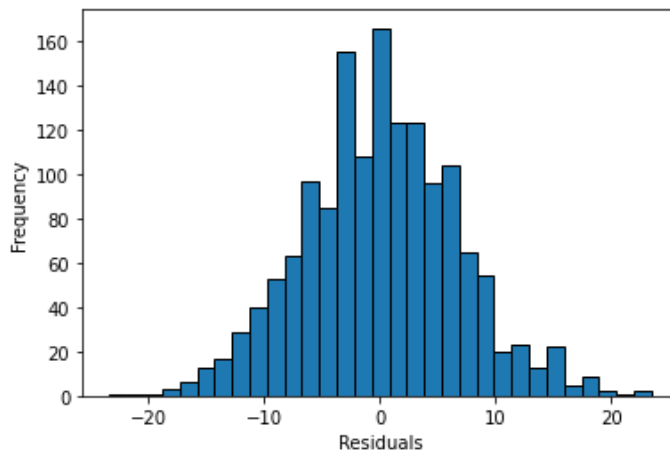
Alle p-values < 0.05 dus het verschil is significant.

QQ Plot



In de grafiek hierboven valt op dat alle waarden ongeveer op een 45 graden lijn liggen, dus de residuals zijn normaal verdeeld





## 7.2.4 Plurality strategic voting

OLS model:

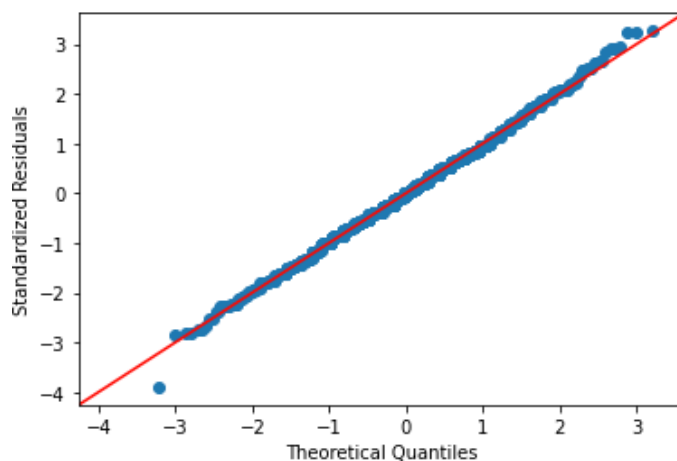
	sum_sq float64	df float64	F float64	PR(>F) float64
C(Part ijen)	16902.2893333333 92	2	197.34132310568 287	8.5620972282157 97e-77
Residu al	64109.0439999999 994	1497	nan	nan

Turkey's HSD Test:

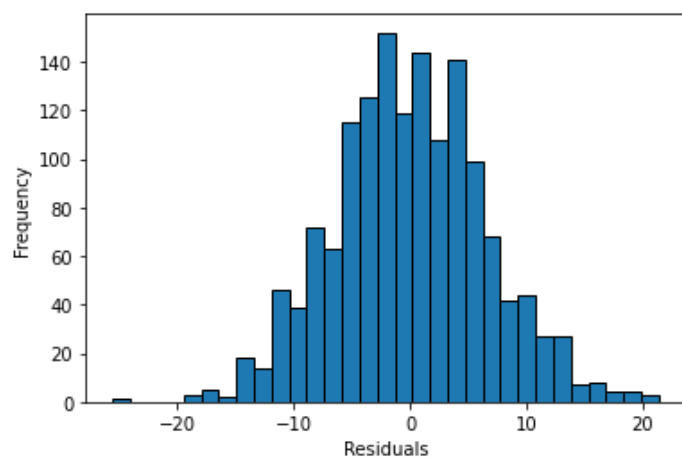
	group1 object	group2 object	Diff float64	Lower float64	Upper float64	q-value float64	p-value float64
0	D66	Denk	8.21799999999999 96	7.2469985281327 77	9.1890014718672 15	28.080341741985 432	0.001
1	D66	FVD	4.34399999999999 94	3.3729985281327 75	5.3150014718672 13	14.843149735602 896	0.001
2	Denk	FVD	3.87400000000000 023	2.9029985281327 83	4.8450014718672 22	13.237192006382 536	0.001

Alle p-values < 0.05 dus het verschil is significant.

QQ Plot



In de grafiek hierboven valt op dat alle waarden ongeveer op een 45 graden lijn liggen, dus de residuals zijn normaal verdeeld



## 8. Conclusie

De hoofdvraag die in dit document beantwoord wordt luidt nogmaals:

- Wat is het effect van plurality voting ten opzichte van approval op het aantal mensen dat niet op zijn eerste voorkeur kiest?

Ten eerste is te zien in hoofdstuk 7.1, dat bij het stelsysteem “approval voting” gemiddeld meer mensen op hun tweede keuze stemmen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat, wanneer men niet op hun eerste keuze heeft gestemd, zij minder tevreden zijn met de resultaten. Onder tevreden stemmers wordt verstaan: Het laagst aantal mensen dat stemt op hun tweede keuze, dus een lager aantal strategische votes.

Verder zijn er twee hypothesen opgesteld, namelijk:

- De resultaten van plurality voting ten opzichte van approval voting zullen leiden tot een hoger aantal mensen dat stemt op zijn of haar tweede keuze.
- Zodra men via approval voting stemt ten opzichte van plurality voting, zullen er meer tevreden stemmers zijn.

Zoals is gebleken uit de T-toets, kan de eerste hypothese verworpen worden. Approval voting leidt gemiddeld tot een hoger aantal mensen dat op hun tweede keuze stemt.

Dit leidt wederom tot het aantal tevreden stemmers, die aannemelijk liever op hun eerste keuze stemt. Ook de tweede hypothese kan verworpen worden, omdat bij plurality voting meer mensen stemmen op hun eerste keuze.

## 9. Discussie

Met meer onderzoek naar de perfecte radius in de praktijk en voorafgaand aan de definitieve stem een peiling ronde, zou de simulatie dichterbij de werkelijkheid komen. De radius en de strategieën zijn namelijk arbitrair gekozen.

In het vervolg zou er eerst een peiling ronde plaatsvinden, waarop vervolgens de populariteit van een partij gebaseerd kan worden. Hierop volgend kan er een kans op een strategische stem mee worden gegeven aan een stemmer. Hoe hoger de populariteit is van de eerste keuze tegenover de tweede keuze, hoe groter de kans dat men strategisch stemt.

Tot slot bleek bij het uitvoeren van de Anova analyse dat het lastig kan zijn om de juiste parameters mee te geven, om een gewenst resultaat te verkrijgen dat leidt tot een antwoord op de hypothese.

## 10. Bronvermelding

- Helps, J. [Primer]. (2020, 2 november). *Simulating alternate voting systems* [video]. YouTube. Geraadpleegd op 20 december 2021, van <https://www.youtube.com/watch?v=yhO6jfHPFQU>
- ProDemos, (2021). *Het assenstelsel* [Afbeelding]. ProDemos. Geraadpleegd op 21 december 2021, van <https://prodemos.nl/wp-content/uploads/2019/12/Handleiding-Assenstelsel.pdf>
- Minitab. (2016, 4 november). *What are T Values and P Values in Statistics?* Minitab. Geraadpleegd op 22 december 2021, van <https://blog.minitab.com/en/statistics-and-quality-data-analysis/what-are-t-values-and-p-values-in-statistics>