

“When you see a good move, look for a better one.”

- Emanuel Lasker



VALSSPELERS DETECTEREN IN HET SCHAKEN

VIA EEN STATISTISCH DATA-MODEL

Bachelorproef Toegepaste Wiskunde

Lucas De Clerck

Begeleider: Tim Verdonck

Universiteit Antwerpen

2025

Samenvatting

Valsspelen in het schaken, zowel online als over-the-board (OTB), is een groeiend probleem dat de integriteit van de sport bedreigt. In deze bachelorproef ontwikkelen we een statistisch data-model om valsspelers te detecteren aan de hand van zeven onafhankelijke functies, afgeleid uit uitgebreide PGN-data van schaakpartijen. Het model vergelijkt de prestaties van een potentiële valsspeler met een controlegroep van eerlijke spelers, bestaande uit de topgrootmeesters Magnus Carlsen, Fabiano Caruana, Anish Giri en Arjun Erigaisi. Deze paper is uniek in zijn methode; het is het eerste model dat ook verdachte patronen in tijdsgebruik detecteert. Valsspelers die geoefend zijn om standaard modellen, gebaseerd op engine analyses, te omzeilen, zullen hierdoor mogelijks toch opgemerkt worden. We bieden voornamelijk een solide basis voor de verzameling van data die van cruciaal belang is, en staan open voor geavanceerde technieken om deze bekomen data te analyseren. Bij het begin van deze paper bekijken we de wiskunde achter elo-ratings en de zogenaamde toernooi-prestatie-rating. Dit biedt de juiste context aan lezers voor wie schaken nieuw is en vormt een basis voor de definiëring van bepaalde detectiefuncties.

In deze bachelorproef onderzochten we de mogelijkheid tot online valsspelen bij drie schakers: Hans Niemann, Daniel Naroditsky en Lucas De Clerck. Deze laatste is bedoeld als test voor de werking van het model; hij heeft namelijk bewust vals gespeeld op de site Lichess.com, zonder dat hun intern model iets doorhad. De resultaten tonen aan dat Niemann licht tot significant afwijkt op vijf van de zeven parameters, wat consistent is met eerdere beschuldigingen, maar geen waterdicht antwoord geeft. Naroditsky vertoont daarentegen geen verdachte patronen, wat Kramniks beschuldigingen weerlegt. De testcase van Lucas De Clerck bevestigt de effectiviteit van het model, met extreme afwijkingen in alle parameters.

INHOUDSOPGAVE

1	Elo-ratings	3
1.1	Wiskunde achter elo-aanpassing	4
1.2	De TPR	8
2	De data van schaakpartijen	12
2.1	Gebruikte data controlegroep	12
2.2	Gebruikte data (potentiële) valsspelers	13
2.3	de uitgebreide PGN	17
3	Tactische Detectiefuncties voor Valsspeldetectie op Basis van PGN-data	18
3.1	f_1 : Eerste 10 zetten	18
3.2	f_2 : Laatste 15 zetten	18
3.3	f_3 : TPR min de werkelijke elo	19
3.4	f_4 : De nauwkeurigheid	20
3.5	f_5 : Verschil in nauwkeurigheid	20
3.6	f_6 : Procent Misstappen	21
3.7	f_7 : Procent super snel	22
4	Resultaten	22
4.1	Hans Niemann	22
4.1.1	Verdere analyse f_1	26
4.2	Daniel Naroditsky	28
4.3	Lucas De Clerck	32
4.3.1	Verdere analyse f_4	35
5	Methodologische beperkingen en mogelijke verbeteringen voor verder onderzoek	37
5.1	Verbetering van de controlegroep	37
5.2	Een cruciale extra detectiefunctie: f_8	38

1 ELO-RATINGS

Om valsspelers in het schaken te detecteren hebben we een maatstaf nodig die de sterkte van een schaker objectief weergeeft. Pas dan kunnen we nagaan of de prestaties van deze schaker overeenkomen met zijn werkelijke sterkte. Gelukkig bestaat er al exact zo een maatstaf: een elo-rating. We gaan er in deze paper vanuit dat schaker x vanaf een bepaald tijdstip t_0 potentieel begint vals te spelen en we alle data vòòr t_0 als objectief en eerlijk kunnen beschouwen.

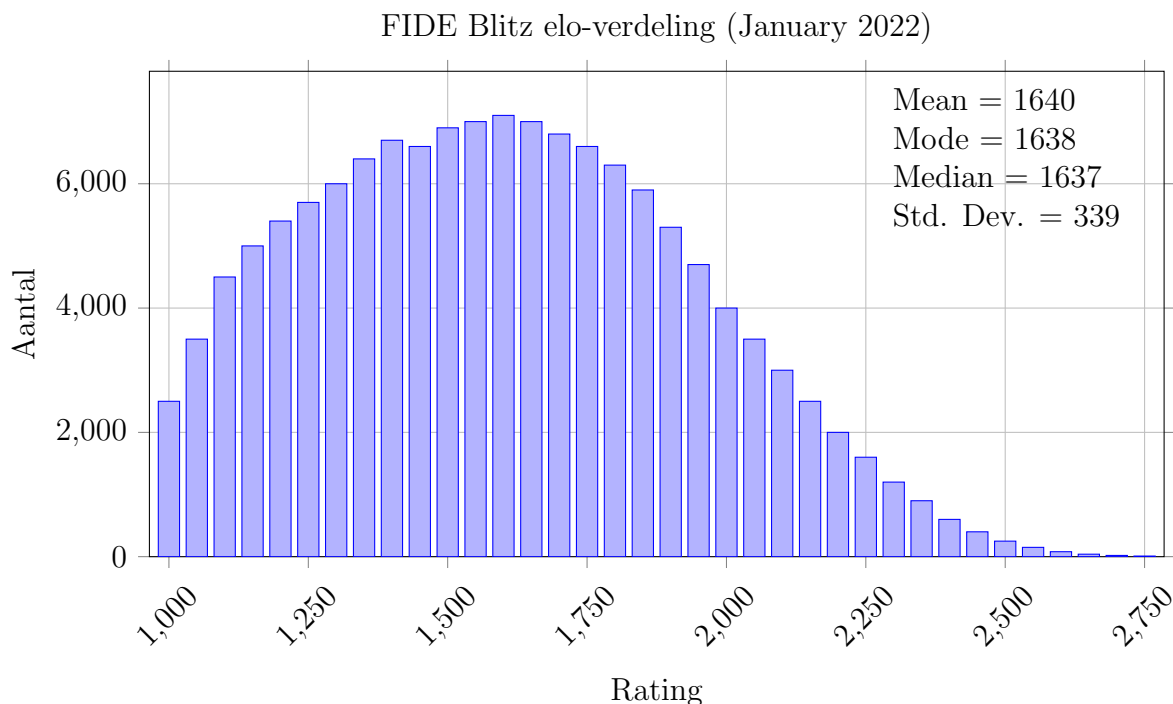
Informeel kunnen we stellen dat als $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ meetbare kwaliteiten van een schaker x zijn, zoals tactisch inzicht, positioneel inzicht, calculatie, 'time-management',... we $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \in \mathbb{N}$ de elo-rating van x noemen. De elo-rating geeft hierbij de 'sterkte' aan van schaker x . Verder geldt:

$$1000 \leq y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 3642$$

1000 is het minimum, dit stelt dus een beginner voor. In realiteit zal een volwassen speler die de schaakregels leert bijna zeker een aantal maanden op deze minimum elo blijven steken, omdat je om te stijgen al weldegelijk iets van het spel moet beheersen. 3642 is een elo-rating dat een mens nooit zal kunnen behalen, het is de elo-rating van de sterkste schaak-engine op het moment van het schrijven van deze paper, Stockfish 17.1.

Om een idee te geven van de schaaksterkte van mensen:

- Een goede clubspeler in België heeft een elo van +-2000.
- Vanaf een elo van 2400 krijg je de titel van Internationaal Meester (IM), er zijn 4027 IM's wereldwijd.
- Vanaf een elo van 2500 krijg je de titel van Grootmeester (GM), er zijn 1813 GM's wereldwijd.
- Vanaf 2700+ wordt informeel van 'Supergrootmeester' gesproken, al is dit geen officiële titel. Dit gaat over nog maar 33 spelers wereldwijd. De mogelijkheid van valsspelers in deze groep wordt het meest gevreesd.
- De Noorse GM Magnus Carlsen heeft op dit moment de hoogste elo (als menselijke schaker) van 2837. Hij heeft tevens het record van hoogste elo ooit van een mens op zijn naam, 2882.



Figuur 1: Voorbeeld van een elo-verdeling

1.1 WISKUNDE ACHTER ELO-AANPASSING

Natuurlijk wordt de elo-rating van een schaker aangepast aan de hand van zijn score tegen andere schakers. Schaken is een sport tussen twee spelers en met drie mogelijke uitkomsten: een overwinning, weergegeven met 1, een gelijkspel, weergegeven met $\frac{1}{2}$ en een nederlaag, weergegeven met 0. De eerst genoemde speler speelt altijd met de witte stukken. Bijvoorbeeld:

Magnus Carlsen - Fabiano Caruana: 1-0

Arjun Erigaisi - Anish Giri: 1/2 - 1/2

Stel nu dat we twee spelers x en y hebben die tegen elkaar schaken. Speler x heeft een elo-rating r_1 en speler y heeft een elo-rating r_2 , met $r_1, r_2 \in \mathbb{N}$. We definiëren $\Delta r = |r_1 - r_2|$. Stel zonder verlies aan algemeenheid dat $r_1 \leq r_2$, dan noteren we met $z_H \in \{0, \frac{1}{2}, 1\}$ het resultaat van schaker y die de hogere elo heeft en met $z_L \in \{0, \frac{1}{2}, 1\}$ het resultaat van schaker x die de lagere elo heeft. Dan wordt de verwachte waarde van z_H en z_L gegeven door volgende formules:

$$E[z_H] = \frac{1}{1 + 10^{\frac{-\Delta r}{400}}}$$

$$E[z_L] = \frac{1}{1 + 10^{\frac{\Delta r}{400}}}$$

In praktijk wordt altijd de tabel gebruikt op de volgende pagina om de (afgeronde) verwachte waarden te bepalen:

TABEL MET VERWACHTE SCORES:

Δr	$E[z_H]$	$E[z_L]$	Δr	$E[z_H]$	$E[z_L]$
0–3	0.50	0.50	198–206	0.76	0.24
4–10	0.51	0.49	207–215	0.77	0.23
11–17	0.52	0.48	216–225	0.78	0.22
18–25	0.53	0.47	226–235	0.79	0.21
26–32	0.54	0.46	236–245	0.80	0.20
33–39	0.55	0.45	246–256	0.81	0.19
40–46	0.56	0.44	257–267	0.82	0.18
47–53	0.57	0.43	268–278	0.83	0.17
54–61	0.58	0.42	279–290	0.84	0.16
62–68	0.59	0.41	291–302	0.85	0.15
69–76	0.60	0.40	303–315	0.86	0.14
77–83	0.61	0.39	316–328	0.87	0.13
84–91	0.62	0.38	329–344	0.88	0.12
92–98	0.63	0.37	345–357	0.89	0.11
99–106	0.64	0.36	358–374	0.90	0.10
107–113	0.65	0.35	375–391	0.91	0.09
114–121	0.66	0.34	392–411	0.92	0.08
122–129	0.67	0.33	412–432	0.93	0.07
130–137	0.68	0.32	433–456	0.94	0.06
138–145	0.69	0.31	457–484	0.95	0.05
146–153	0.70	0.30	485–517	0.96	0.04
154–162	0.71	0.29	518–559	0.97	0.03
163–170	0.72	0.28	560–619	0.98	0.02
171–179	0.73	0.27	620–735	0.99	0.01
180–188	0.74	0.26	>735	1.00	0.00
189–197	0.75	0.25			

Nu zijn we bijna klaar voor de berekening van de werkelijke aanpassing. Een laatste belangrijk element is iets wat we de K -factor noemen. De K -factor is een natuurlijk getal $10 \leq K \leq 40$ dat invloed heeft op je elo-stijging. Meestal krijgen jonge spelers of zwakkere spelers een hogere K -factor omdat hun schaak-sterkte nog snel zou kunnen veranderen. We noteren de nieuwe elo van speler x met r_1^* en de nieuwe elo van speler y met r_2^* . Dan geldt:

$$\begin{aligned} r_1^* &= r_1 + K \cdot (z_L - E[z_L]) \\ r_2^* &= r_2 + K \cdot (z_H - E[z_H]) \end{aligned} \tag{1.1}$$

Belangrijk is natuurlijk dat de totale som van elo-punten van alle schakers gelijk blijft. We bewijzen daarom dat $r_1 + r_2 = r_1^* + r_2^*$:

Bewijs. Als we de som nemen van beide gelijkheden uit (1.1), verkrijgen we:

$$r_1^* + r_2^* = r_1 + r_2 + K \cdot (z_L - E[z_L]) + K \cdot (z_H - E[z_H])$$

Er rest ons dus enkel te bewijzen dat

$$\begin{aligned} K \cdot (z_L - E[z_L]) + K \cdot (z_H - E[z_H]) &= 0 \\ \iff z_L - E[z_L] + z_H - E[z_H] &= 0 \\ \iff z_L + z_H &= E[z_L] + E[z_H] \end{aligned}$$

Het linkerlid is gelijk aan 1 voor alle mogelijke uitslagen van de partij. Het volstaat dus te bewijzen dat het rechterlid gelijk is aan 1:

$$\begin{aligned} E[z_L] + E[z_H] &= \frac{1}{1 + 10^{\frac{-\Delta r}{400}}} + \frac{1}{1 + 10^{\frac{\Delta r}{400}}} \\ &= \frac{(1 + 10^{\frac{-\Delta r}{400}}) + (1 + 10^{\frac{\Delta r}{400}})}{(1 + 10^{\frac{-\Delta r}{400}}) \cdot (1 + 10^{\frac{\Delta r}{400}})} \\ &= \frac{2 + 10^{\frac{\Delta r}{400}} + 10^{\frac{-\Delta r}{400}}}{2 + 10^{\frac{\Delta r}{400}} + 10^{\frac{-\Delta r}{400}}} \\ &= 1 \end{aligned}$$

□

In deze paper onderzoeken we het valsspelen in zowel online¹ schaken als OTB² schaken. We onderzoeken valsspelen in drie verschillende elo-systemen. We geven een kort overzicht met een tabel die alle data bevat die relevant is.

¹De schakers schaken hierbij vanuit een privé locatie, al dan niet anoniem, op een computer.

²Staat voor 'over the board' schaken, we bedoelen dus dat de schaker en zijn tegenstander allebij fysiek aanwezig zijn tijdens de partij op éénzelfde plaats, aan een fysiek schaakbord.

1. FIDE³

Tabel 1: FIDE K-factor regels

Voorwaarde	K-factor
Nieuwe speler (minder dan 30 partijen)	40
Speler jonger dan 18 jaar en rating < 2300	40
Speler met rating < 2400	20
Speler met rating $\geq$ 2400	10

2. KBSB⁴

Tabel 2: KBSB K-factor regels

Voorwaarde	K-factor
Nieuwe speler	32
Speler met 101–300 partijen	24
Meer dan 300 partijen en rating $\leq$ 2000	16
Rating tussen 2001–2200	12
Rating > 2200	10

3. Chess.com⁵ gebruikt een totaal ander rating systeem: Glicko 2. Dit is een rating systeem waarbij het van belang is hoe actief je bent op de site. Hoe meer partijen men speelt in een korte tijdspanne, hoe 'lager de K-factor'. Hoe minder je speelt, hoe minder zeker chess.com is van de accuraatheid van je rating, de 'K factor' zal dan net hoger zijn. Men kan dit zelf per partij gaan berekenen, maar deze methode is zeer complex en wordt door chess.com automatisch gedaan. Aangezien dit mogelijks voor een deel blackbox is, beschouwen we de data en het elo-systeem van chess.com als betrouwbaar.

³Fédération Internationale des échecs: dit is het overkoepelende orgaan van de nationale schaakbonden. Zij organiseren alle grote internationale toernooien zoals het WK, bovendien reguleren zij alle officiële schaaktitels (IM,GM).

⁴Koninklijke Belgische Schaakbond: zij reguleren de nationale (belgische) elo en organiseren de Belgische Interclub.

⁵De meest populaire en betrouwbare site voor online-schaken. Organiseert wekelijks online toernooien voor top-spelers met geldprijzen, 'titled-tuesdays' genaamd.

1.2 DE TPR

De TPR⁶ van een speler over een bepaald aantal partijen of over een bepaald toernooi is een zeer belangrijk element in onze latere analyse en is volledig gebaseerd op elo-ratings. De TPR van een speler over n -partijen is een bepaalde elo rating met de volgende eigenschap: moest de speler deze elo-rating hebben gehad bij het begin van de n partijen, dan zou zijn elo na deze partijen exact gelijk gebleven zijn. Het is logisch dat de TPR niet bestaat wanneer een speler n/n of $0/n$ scoort, bij elke andere score is de TPR uniek bepaald. Een TPR die aanzienlijk hoger ligt dan de speler zijn werkelijke elo wijst er dus op dat de speler aanzienlijk beter speelde dan zijn elo doet vermoeden.

Stel dat een schaker x met een elo van r_0 , n partijen speelt tegen n verschillende schakers met elo $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ en k/n scoort met $k \in \frac{1}{2}\mathbb{Z}$ en $0 < k < n$. Dan geldt (door gebruik te maken van (1.1)):

$$\begin{aligned} \text{TPR}(x) &= \text{TPR}(x) + K \cdot \left(k - \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_i - \text{TPR}(x)}{400}}} \right) \\ \iff k &= \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_i - \text{TPR}(x)}{400}}} \end{aligned}$$

We noteren het rekenkundig gemiddelde van de elo ratings van de n tegenstanders als

$$R := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i$$

en we benaderen de uitdrukking rechts door alle r_i gelijk te stellen aan R , zo verkrijgen we:

$$k \approx n \cdot \frac{1}{1 + 10^{\frac{R - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

Hieruit volgt:

$$\begin{aligned} \frac{k}{n} &\approx \frac{1}{1 + 10^{\frac{R - \text{TPR}(x)}{400}}} \iff 10^{\frac{R - \text{TPR}(x)}{400}} \approx \frac{n}{k} - 1 \iff \frac{R - \text{TPR}(x)}{400} \approx \log_{10} \left(\frac{n}{k} - 1 \right) \\ \iff \text{TPR}(x) &\approx R - 400 \cdot \log_{10} \left(\frac{n}{k} - 1 \right) \end{aligned}$$

Deze formule laat toe om $\text{TPR}(x)$ zeer eenvoudig te berekenen aan de hand van enkel de gemiddelde tegenstand R en de behaalde score k . In praktijk wordt de TPR altijd op deze manier berekend. Men zou zich echter kunnen afvragen in welke mate deze benadering accuraat is. We zullen nu aantonen dat deze benadering buitengewoon nauwkeurig is, onder een zeer zwakke aanname.

⁶afkorting voor: Toernooi-Prestatie-Rating

Foutanalyse van de benadering. Zoals al eerder vermeldt is de exacte waarde van $\text{TPR}(x)$ gelijk aan de oplossing van de volgende gelijkheid:

$$\iff k = \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_i - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

Voor de foutanalyse zoeken we een minimale constante $C \in \mathbb{R}^+$ zodat:

$$\Delta \text{TPR} = |\text{TPR} - \text{TPR}_{\text{benaderd}}| \leq C \quad \text{Elo - punten}$$

Zonder verlies aan algemeenheid stellen we dat $n = 2^m$ voor een zekere $m \in \mathbb{N}$. Dit vergemakkelijkt het algoritme dat we gebruiken. Is dit niet het geval dan kunnen we het algoritme hieraan aanpassen.

Beschouw het volgend algoritme:

1. We beginnen met de uitdrukking

$$k = \sum_{i=1}^n \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_i - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

We maken $n/2$ tupels die er als volgt uitzien: $(r_1, r_2), (r_3, r_4), \dots, (r_{n-1}, r_n)$. We definiëren:

$$r_{i,i+1} = \frac{r_i + r_{i+1}}{2} \quad \text{voor alle } i \equiv 1 \pmod{2}$$

En gebruiken een eerste benadering van k :

$$k_1 = 2 \cdot \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_{2i-1,2i} - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

2. We maken $n/4$ tupels die er als volgt uitzien: $(r_{1,2}, r_{3,4}), (r_{5,6}, r_{7,8}), \dots, (r_{n-3,n-2}, r_{n-1,n})$. We definiëren:

$$r_{i,i+1,i+2,i+3} = \frac{r_{i,i+1} + r_{i+2,i+3}}{2} \quad \text{voor alle } i \equiv 1 \pmod{4}$$

En gebruiken een tweede benadering van k :

$$k_2 = 4 \cdot \sum_{i=1}^{\frac{n}{4}} \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_{4i-3,4i-2,4i-1,4i} - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

We herhalen dit proces in totaal exact m keer waarbij de m -de benadering gelijk is aan:

$$k_m = n \cdot \frac{1}{1 + 10^{\frac{R - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

Merk op dat we aangezien $n/2 + n/4 + n/8 + \dots + 1 = n - 1$ We juist $n - 1$ keer de volgende benadering voor het paar (r_x, r_y) gebruiken:

$$\frac{1}{1 + 10^{\frac{r_x - \text{TPR}(x)}{400}}} + \frac{1}{1 + 10^{\frac{r_y - \text{TPR}(x)}{400}}} \approx \frac{2}{1 + 10^{\frac{r_{x,y} - \text{TPR}(x)}{400}}}$$

Stel $h = \frac{r_y - r_x}{2}$, dan volgt dat $r_x = r_{x,y} - h$ en $r_y = r_{x,y} + h$. We gebruiken nu een tweede orde Taylorreeks voor de gladde functie $f(r) := \frac{1}{1 + 10^{\frac{r - \text{TPR}(x)}{400}}}$ rond $r = r_{x,y}$:

$$f(r_x) = f(r_{x,y} - h) \approx f(r_{x,y}) - h \cdot f'(r_{x,y}) + \frac{h^2}{2} \cdot f''(r_{x,y})$$

$$f(r_y) = f(r_{x,y} + h) \approx f(r_{x,y}) + h \cdot f'(r_{x,y}) + \frac{h^2}{2} \cdot f''(r_{x,y})$$

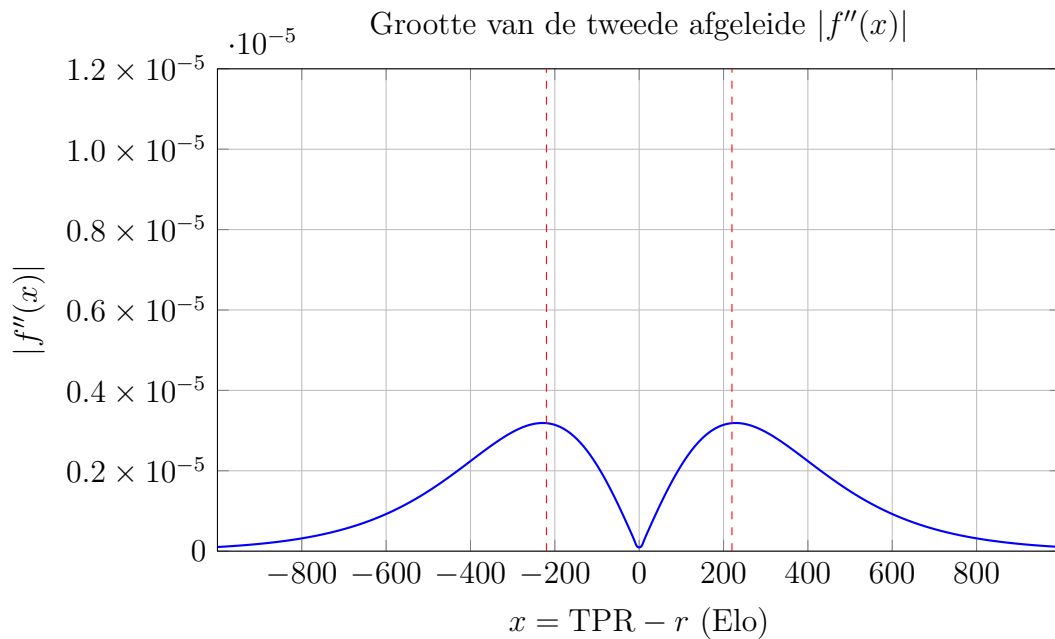
$$\iff f(r_x) + f(r_y) \approx 2 \cdot f(r_{x,y}) + h^2 \cdot f''(r_{x,y})$$

$$\iff |f(r_x) + f(r_y) - 2 \cdot f(r_{x,y})| \approx h^2 \cdot f''(r_{x,y})$$

We gebruiken de zeer ruime voorwaarde dat $h \leq 100$, die in praktijk zeker zal gelden. We berekenen de tweede afgeleide van f :

$$f''(r) = \left(\frac{\ln 10}{400} \right)^2 \cdot \frac{10^{\frac{r - \text{TPR}}{400}} \left(10^{\frac{r - \text{TPR}}{400}} - 1 \right)}{\left(1 + 10^{\frac{r - \text{TPR}}{400}} \right)^3}$$

PLOT VAN $|f''(x)|$



Merk op dat $|f''(r)| \leq 0,0000035$. Hieruit volgt dat

$$|f(r_x) + f(r_y) - 2 \cdot f(r_{x,y})| \approx 100^2 \cdot 0,0000035 = 0,035$$

We voeren deze operatie $n - 1$ keer uit en verkrijgen dus volgende ongelijkheid:

$$\Delta k = |k - k_m| \leq (n - 1) \cdot 0,035 \leq 0,035 \cdot n$$

Door gebruik te maken van deze benadering van k vinden we nu:

$$\text{TPR}(x) = R - 400 \cdot \log_{10} \left(\frac{n}{k} - 1 \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{d\text{TPR}}{dk} = \frac{400}{\ln 10} \cdot \frac{n}{k \cdot (n - k)}$$

Stel nu dat we een behaalde score van $a = \frac{k}{n} \in]0, 1[$ aannemen. Dan volgt hieruit dat

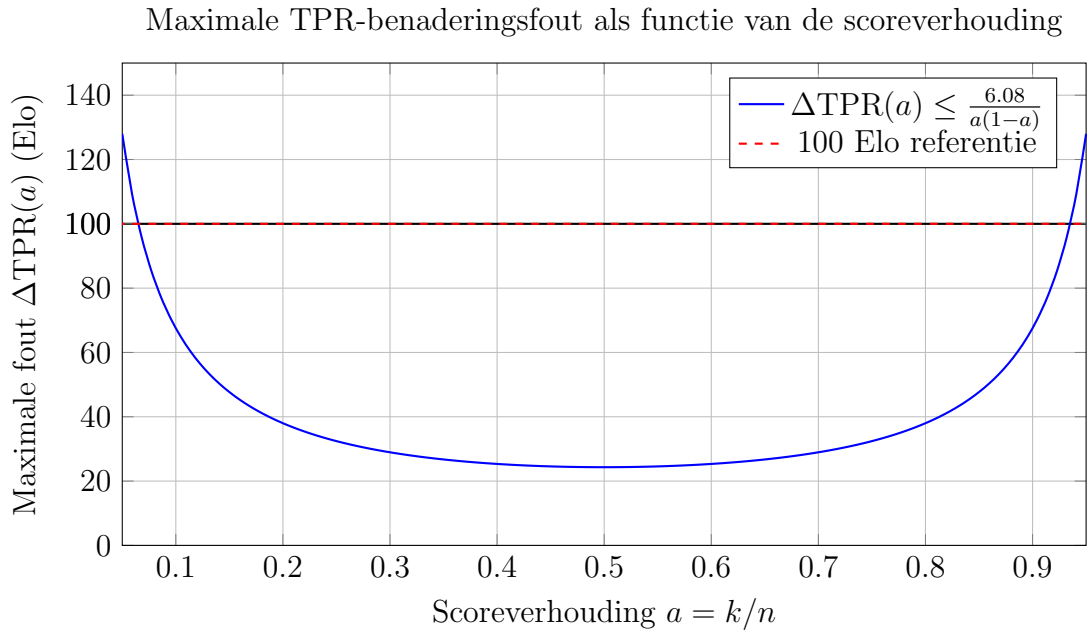
$$\frac{d\text{TPR}}{dk} = \frac{400}{\ln 10 \cdot n} \cdot \frac{1}{a \cdot (1 - a)}$$

We concluderen dat

$$\Delta\text{TPR}(a) \leq \left| \frac{d\text{TPR}}{dk} \right| \cdot |\Delta k| = \frac{400}{\ln 10 \cdot n} \cdot \frac{1}{a \cdot (1 - a)} \cdot 0.035n$$

Vereenvoudigd:

$$\Delta\text{TPR}(a) \leq \frac{6,08}{a(1 - a)} \text{ Elo}$$



Voor de verdere data analyse gebruiken we dus de volgende formule om de TPR te berekenen, aangezien we nu bewezen hebben dat deze op een betrouwbare manier de prestatie van een schaker weergeeft:

$$\text{TPR}(x) := R - 400 \cdot \log_{10} \left(\frac{n}{k} - 1 \right)$$

2 DE DATA VAN SCHAAKPARTIJEN

Het data-model dat we in deze paper voorstellen is voornamelijk van toepassing op online-schaken, maar kan ook uitgebreid worden tot OTB-schaken. het model is gebaseerd op een controlegroep, hiermee bedoelen we een groep schakers waarmee met zekerheid gezegd kan worden dat ze niet valsspelen. Op basis van 7 verschillende onafhankelijke parameters vergelijken we dan de data van een potentiële valsspeler met de data uit de controlegroep. Idealiter zijn de partijen van de controlegroep gespeeld met uiterst strikt toezicht zodat we 100 procent zeker zijn dat het eerlijke data is.

2.1 GEBRUIKTE DATA CONTROLEGROEP

Aangezien we niet aan de hierboven beschreven striktheid van de controlegroep kunnen voldoen, hebben we gekozen voor data van vier supergrootmeesters die zich al heel hun carrière OTB bewezen hebben en waarvoor het potentieel valsspelen hun carrière volledig zou beëindigen en dus hoogst onwaarschijnlijk is. Alle gebruikte data zijn online blitz partijen van 3 minuten met 0 seconden increment en zijn gespeeld op de website 'Chess.com'. Het beschreven model in deze paper is enkel geschikt om valsspelen in deze exacte tijdscontrole te detecteren. Voor het onderzoeken van valsspelen in andere tijdscontroles is dus andere data van de controlegroep. De gebruikte data:

- **GM Magnus Carlsen:**

MagnusCarlsen - amintabatabaei	1-0	28 Maart 2025	} 50 partijen
:			
MagnusCarlsen - wqws	1-0	11 Mei 2025	

- **GM FabianoCaruana:**

Neferpitou27 - FabianoCaruana	1-0	29 April 2025	} 50 partijen
:			
FabianoCaruana - icecreamiscream	1/2-1/2	15 Mei 2025	

- **GM Anish Giri:**

TwitchElhamBlitz05 - AnishGiri	1/2-1/2	12 September 2022	} 50 partijen
:			
DanielNaroditsky-AnishGiri	0-1	2 Augustus 2025	

- **GM Arjun Erigaisi:**

GHANDEEVAM2003 - GMDmitrij 1-0 14 Februari 2025	} 50 partijen
⋮	
GANDEEVAM2003 - legendinaction1 1-0 27 Februari 2025	

2.2 GEBRUIKTE DATA (POTENTIËLE) VALSSPELERS

We onderzoeken het mogelijks valsspelen van drie schakers: grootmeester Hans Niemann, grootmeester Daniel Naroditsky en clubschaker Lucas De Clerck. We geven per speler de aanleiding van dit onderzoek en de gebruikte data:

1. Hans Niemann:

Aanleiding

Grootmeester Hans Niemann is zonder twijfel de 'meest verdachte schaker' uit de top 100 al het over valsspelen gaat. Deze reputatie heeft hij in de eerste plaats te danken aan een misstap op veertienjarige leeftijd: hij speelde vals op chess.com in evenementen waar geld mee te winnen viel, en verdiende op deze manier een honderd-tal euro's. Dit kwam aan het licht en Niemann gaf toe valsgespeeld te hebben. Dit zorgde ervoor dat vele super-grootmeesters op hun hoede waren tegen Niemann.

Het grotere drama dat het grote publiek heeft bereikt vond plaats op de Sinquefeld Cup 2022, een schaaktoernooi georganiseerd door de Saint-Louis-chessclub met een klassieke tijdscontrole en voor de beste schakers van de wereld. Op 4 september verloor regerend wereldkampioen Magnus Carlsen met de witte stukken van Niemann waarna Carlsen uit het toernooi stapte vanwege zijn wantrouwen tegenover Niemann.



De befaamde partij Carlsen-Niemann

Opvallend was dat vanwege dit voorval Chess.com Niemann's account genaamd 'HansCoolNiemann' verbande van hun site. Later pas kwamen ze met een rapport dat deze beslissing zou staven en 112 partijen waarin Niemann volgens hen 'bijna,

zeker, hoogst waarschijnlijk' valsgespeeld in zou hebben. In deze paper gebruiken we de data van 50 van deze partijen die een tijdscontrole van 3+0 hebben. Zo gaan we na of onze methode overeenkomt met het 'Hans Niemann report' van Chess.com. De data:

- **GM Hans Niemann:**

GM Benjamin Bok - IM Hans Niemann	1-0	9 Augustus 2020	} 50 partijen
:			
Hans CoolNiemann - Daniel Naroditsky	1-0	11 April 2020	

2. Daniel Naroditsky:

Aanleiding

Grootmeester Naroditsky staat bekend als een schaker die opvallend goed online schaakt maar OTB van zich laat afweten. Met een classical elo van 2619 (1 Mei 2025) valt hij buiten de top 100, maar online is hij in zowel bullet als blitz zonder increment consequent bij de 10 beste ter wereld. Volgens velen is dit grote verschil te wijten aan zijn speelstijl: tactisch, agressief en met veel offers, en aan zijn aangepaste skills voor online schaken: muis-snelheid, pre-moves,... anderen beweren dat dit een duidelijk teken is van online valsspelen van Naroditsky.

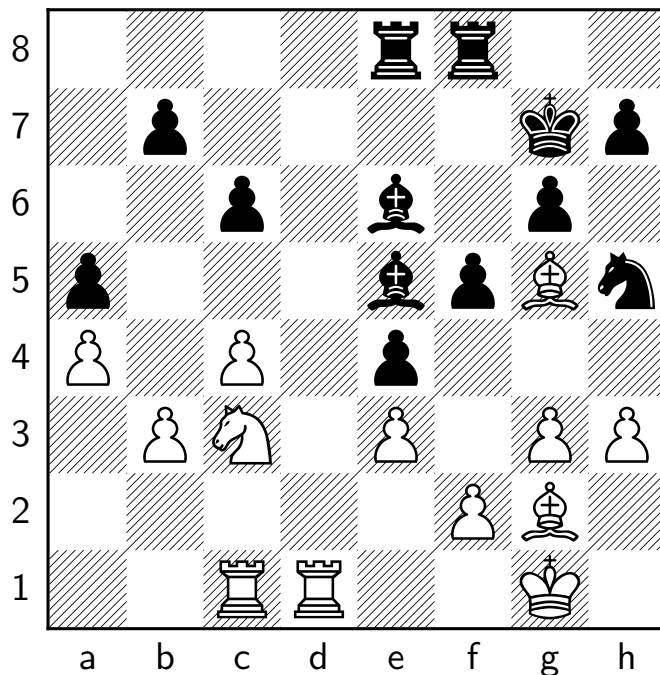
Iemand die rots overtuigd is van het vals spel van Naroditsky is ex-wereldkampioen Vladimir Kramnik. Vanaf 2022 is Kramnik een voorvechter voor het aan het licht brengen van vals spel in het schaken. Jammer genoeg zijn zijn antijgingen nooit echt objectief gegrond. De consensus van vele schakers is dat Kramnik veel te ver gaat in zijn verdenkingen en door zijn extreme focus op potentiële valsspelers de zin met de realiteit volledig kwijt is op dit vlak.



Naroditsky (12) bij zijn idool Kramnik, die hem later zou verdenken van valsspelen

Een groot argument van Kramnik dat door andere topspelers zoals Ian Neponiacht-

chi ook als bizar werd beschouwd was de live commentaar van Naroditsky bij de volgende stelling in een 'title-tuesday' partij op 16 Augustus 2022. Naroditsky speelde h6 in de stelling, de beste zet maar een logische zet. Hij vermeldde echter ook tijdens de partij (live gestreamed op twitch) de zet Lc8 als optie. Deze zet is eigenaardig want het 'doet' niets. het werd dan ook door Kramnik weggezet als een zet waar een mens nooit zou opkomen. Nu blijkt deze zet volgens de computer weldegelijk de tweede beste zet te zijn.



Omwille van dit meest verdachte voorval onderzoeken we het valsspelen over 25 partijen 3+0 blitz gespeeld door Naroditsky op 16 en 17 Augustus 2022. De data

- **GM Daniel Naroditsky:**

DanielNaroditsky - KazakhFighter04	1-0	16 Augustus 2022	} 25 partijen
⋮			
wanderingexplorer - DanielNaroditsky	1/2-1/2	17 Augustus 2022	

3. Lucas De Clerck

Aanleiding

Om zeker te zijn dat de methodes om valsspelen te detecteren werken, hebben we ook partijen nodig waarin met zekerheid is vals gespeeld. Hiervoor heeft de schrijver van deze paper, Lucas De Clerck, een clubschaker met een elo van 2000, bewust vals gespeeld in 10 blitz partijen op de tweede populairste online schaaksite Lichess.

Lichess heeft het account niet gebanned en heeft dit dus niet gemerkt. De data:

- **Lucas De Clerck:**

Lucaschess2003 - HAVOCCreator 1-0 15 Mei 2025

⋮

Lucaschess2003 - moshkosh 1-0 15 Mei 2025

} **10 partijen**

2.3 DE UITGEBREIDE PGN

PGN staat voor Portable Game Notation en is een vorm van schaaknotatie waarbij de gegevens van schaakpartijen worden opgeslagen in plattetekstbestanden. Het is in de jaren tachtig bedacht door een groep internetgebruikers die beoogden de uitwisselbaarheid van gegevens tussen schaaksoftware te vergroten. In het online schaken spreekt men soms over de 'uitgebreide PGN', dit is een normale PGN met als uitbreiding dat de tijd op de klok op de moment van de gemaakte zet ook neergeschreven wordt. Hieronder een voorbeeld van hoe een uitgebreide PGN eruit ziet van een partij van Carlsen:

```
[Event "Live Chess"][Site "Chess.com"][Date "2025.05.18"][Round "?"][White "MagnusCarlsen"]
[Black "DanielNaroditsky"][Result "1-0"][TimeControl "180"][WhiteElo "3256"][BlackElo "3097"]
[Termination "MagnusCarlsen won by resignation"][ECO "B27"][EndTime "12:18:15 GMT+0000"]
[Link "https://www.chess.com/game/live/138591635778?username=magnuscarlsen"]

1. e4 {[%clk 0:02:59.9][%timestamp 1]} 1... c5 {[%clk 0:02:59.6][%timestamp 4]}
2. Nf3 {[%clk 0:02:59.1][%timestamp 8]} 2... g6 {[%clk 0:02:59.3][%timestamp 3]}
3. c3 {[%clk 0:02:57.9][%timestamp 12]} 3... d5 {[%clk 0:02:58.4][%timestamp 9]}
4. e5 {[%clk 0:02:57.5][%timestamp 4]} 4... Bg4 {[%clk 0:02:57.2][%timestamp
12]} 5. Bb5+ {[%clk 0:02:56.4][%timestamp 11]} 5... Nc6 {[%clk
0:02:55.9][%timestamp 13]} 6. d4 {[%clk 0:02:46.6][%timestamp 98]} 6... Qb6
{[%clk 0:02:54.2][%timestamp 17]} 7. Bxc6+ {[%clk 0:02:43.3][%timestamp 33]}
7... Qxc6 {[%clk 0:02:54.1][%timestamp 1]} 8. O-O {[%clk 0:02:42.6][%timestamp
7]} 8... Bh6 {[%clk 0:02:51.6][%timestamp 25]} 9. Bxh6 {[%clk
0:02:36.4][%timestamp 62]} 9... Nxb6 {[%clk 0:02:51.5][%timestamp 1]} 10. Nbd2
{[%clk 0:02:35.7][%timestamp 7]} 10... Nf5 {[%clk 0:02:51.2][%timestamp 3]} 11.
h3 {[%clk 0:02:31][%timestamp 47]} 11... Bxf3 {[%clk 0:02:50.7][%timestamp 5]}
12. Nxf3 {[%clk 0:02:30][%timestamp 10]} 12... O-O {[%clk 0:02:49.8][%timestamp
9]} 13. Re1 {[%clk 0:02:23.9][%timestamp 61]} 13... cxd4 {[%clk
0:02:48.3][%timestamp 15]} 14. e6 {[%clk 0:02:19.7][%timestamp 42]} 14... dxc3
{[%clk 0:02:40.6][%timestamp 77]} 15. exf7+ {[%clk 0:02:18.1][%timestamp 16]}
15... Kg7 {[%clk 0:02:27.6][%timestamp 130]} 16. Rc1 {[%clk
0:02:16.9][%timestamp 12]} 16... Qf6 {[%clk 0:02:12.9][%timestamp 147]} 17. Rxc3
{[%clk 0:02:15.6][%timestamp 13]} 17... Qxf7 {[%clk 0:02:10.2][%timestamp 27]}
18. Ng5 {[%clk 0:02:13.5][%timestamp 21]} 18... Qf6 {[%clk 0:02:07.4][%timestamp
28]} 19. Ne6+ {[%clk 0:02:10.8][%timestamp 27]} 19... Kh6 {[%clk
0:02:05.4][%timestamp 20]} 20. Rf3 {[%clk 0:02:05.6][%timestamp 52]} 20... Rfc8
{[%clk 0:01:53.3][%timestamp 121]} 21. g4 {[%clk 0:02:04.4][%timestamp 12]} 1-0 (93.4, 79.0)
```

Figuur 2: Voorbeeld Uitgebreide PGN

Het tuplel (94.3, 79.0) rechtsonder hoort niet standaard bij de PGN maar hebben we in deze paper er altijd manueel bijgezet. Het geeft de nauwkeurigheid in procent weer van (wit, zwart). Dit wordt berekend door Chess.com, zij geven echter wel niet prijs hoe ze aan deze procenten komen. Merk op dat deze PGN en de manuele toevoeging alle mogelijke info en data geeft die we kunnen gebruiken om valsspelen te detecteren. De data van de controlegroep bestaat dus uit een document met 200 van deze lange uitgebreide PGN's achter elkaar geplakt.

Tot onze beschikking:

1. De elo van beide spelers
2. Het resultaat van de partij
3. De tijdscontrole
4. Het tijdsgebruik van beide spelers

5. De zetten van beide spelers
6. Het aantal zetten van de partij
7. De nauwkeurigheid van beide spelers

3 TACTISCHE DETECTIEFUNCTIES VOOR VALS-SPELDETECTIE OP BASIS VAN PGN-DATA

We gebruiken zeven functies met als input de uitgebreide PGN zoals eerder beschreven. De functies zijn tactisch gekozen zodat mogelijks een significant verschil te zien is tussen eerlijke online schakers en valsspelende online schakers. In dit hoofdstuk verduidelijken we de keuze en de werking van de zeven functies.

3.1 f_1 : EERSTE 10 ZETTEN

1. Definitieëring:

Zij x en y twee schakers die een partij 3+0 blitz spelen en we onderzoeken speler x . Uit de PGN kunnen we de kloktijden van x aflezen. Noem de verzameling van de kloktijden van schaker x bij de eerste 10 zetten T_x en stel:

$$T_x = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}\}$$

Dan definiëren we met $t_0 = 180.0$ sec:

$$f_1(x, \text{PGN}) := \frac{\sum_{i=1}^{10} (t_{i-1} - t_i)}{10}$$

In woorden geeft f_1 de gemiddeld gebruikte tijd per zet weer voor de eerste 10 zetten van de partij voor schaker x .

2. Verklaring van de werking:

Deze functie is gebaseerd op de volgende observaties die elkaar versterken:

- Eerlijke spelers zullen zeker in blitz heel snel hun vertrouwde opening spelen om zo weinig mogelijk tijd in de opening te verliezen. Het is een automatisme voor hen, hun gemiddelde zal dus heel laag liggen voor de eerste 10 zetten.
- Valsspelers zullen in deze eerste 10 zetten tijd verliezen met naar de engine te kijken op een tweede scherm of met een smartphone. Bovendien moeten zij de zetten dubbel ingeven, zowel op het bord als in de engine, wat meer tijd kost.

Conclusie: Een significant hoge waarde voor f_1 is verdacht.

3.2 f_2 : LAATSTE 15 ZETTEN

1. Definitieëring:

Zij x en y twee schakers die een partij 3+0 blitz spelen en we onderzoeken speler x . Uit de PGN kunnen we de kloktijden van x aflezen. Noem de verzameling

van de kloktijden van schaker x bij de laatste 15 zetten van de hele partij T_x en stel:

$$T_x = \{t_1, t_2, \dots, t_{14}, t_{15}\}$$

Zij V_x dan de verzameling van de verschillen, waarmee we dus de tijd gebruikt per zet bedoelen voor de laatste 15 zetten, weer is $t_0 = 180.0$ sec:

$$V_x = \{t_0 - t_1, t_1 - t_2, \dots, t_{13} - t_{14}, t_{14} - t_{15}\}$$

We definiëren:

$$f_2(x, \text{PGN}) := \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{15} \left((t_{i-1} - t_i) - \frac{t_0 - t_{15}}{15} \right)^2$$

In woorden geeft f_2 de variantie weer van de gebruikte tijd per zet van de laatste 15 zetten van de partij voor speler x .

2. Verklaring van de werking:

Deze functie is gebaseerd op de volgende observatie in verband met tijdsgebruik:

- Eerlijke spelers zullen bij de laatste 15 zetten van de partij vaak heel snel spelen bij gemakkelijke zetten en hun tijd nemen voor kritieke en moeilijke zetten of beslissingen. Het eindspel in schaken is namelijk van nature zo dat de stelling enorm eenvoudig of enorm complex is voor mensen, en dat vaak afwisselend. Dit zorgt voor grote verschillen in tijdsgebruik bij eerlijke spelers.
- Valsspellers zullen voor de laatste 15 zetten de engine enorm goed in de gaten houden. Een versimpelde positie met weinig stukken op het bord zal dus zorgen voor een routine van 'kijken naar de engine, gevolgd door het spelen van één van de beste zetten'. Globaal genomen is het tijdsgebruik voor de laatste 15 zetten dus vrij constant bij valsspellers, zelfs bij de overgang van een extreem complex pionnen eindspel naar een zeer triviaal pionnen eindspel in éénzelfde partij.

Conclusie: De variantie is een perfecte maatstaf voor deze functie. Een significant lage waarde voor f_2 is verdacht.

3.3 f_3 : TPR MIN DE WERKELIJKE ELO

1. Definiëring

Zij x een schaker met een elo-rating r bij het begin van een reeks partijen. Stel dat schaker x n partijen speelt tegen spelers $y_1, \dots, y_n$ met respectievelijke elo-ratings $r_1, \dots, r_n$. Stel dat x k/n scoort in de n partijen. Merk op dat we al deze informatie kunnen afleiden van de PGN's van de partijen. We definiëren dan:

$$f_3(x, \text{PGN}_1, \dots, \text{PGN}_n) := \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i - 400 \cdot \log_{10} \left(\frac{n}{k} - 1 \right) \right) - r$$

In woorden geeft f_3 het verschil van de TPR over de n partijen en de begin-rating van schaker x weer.

2. Verklaring van de werking:

Het is logisch dat een significant hoge waarde van f_3 verdacht is. Dit wil namelijk zeggen dat speler x beduidend meer wint dan je zou verwachten. Dit correleert met de sterkte van schaker x en wijst dus op mogelijke externe hulp.

3.4 f_4 : DE NAUWKEURIGHEID

1. Definiëring:

Bij deze functie vertrouwen we op een percentage gegenereerd door Chess.com van een partij. Zij x en y twee schakers die een partij 3+0 blitz spelen en we onderzoeken speler x . Dan geeft Chess.com een zogenaamde 'accuracy' van x over heel de partij. Zij $g(x, \text{PGN})$ deze score van Chess.com. Zij n het aantal zetten van de partij, we kunnen dit uit de PGN afleiden. Dan definiëren we:

$$f_4(x, \text{PGN}) = \begin{cases} g(x, \text{PGN}) & \text{als } 20 < n < 60 \\ \text{niet gedefinieerd} & \text{als } n \leq 20 \text{ of } n \geq 60 \end{cases}$$

2. Verklaring van de werking:

- Bij het onderzoeken van deze nauwkeurigheds-score van Chess.com valt op dat extreem lange partijen en extreem korte partijen vaak een bijzonder hoge score krijgen van Chess.com. Daarom kiezen we er in deze paper voor om deze functie enkel te gebruiken als een partij tussen de 20 en 60 zetten bevat. Als schaker y snel blundert en schaker x hier heel gemakkelijk van kan profiteren, is de partij snel gedaan en heeft x een gigantisch hoge, niet verdiende accuracy. Anderzijds in een heel lange partij, komt het heel vaak voor dat schakers x en y in een eindspel belanden van bijvoorbeeld toren tegen toren. Zelfs een beginner kan dit 30 zetten lang spelen zonder fouten. Deze enorm lange eindspelen zorgen dus ook voor een heel hoge accuracy-score die niet terecht is. Het op deze manier beperken van de functie, maakt ze dus een pak meer betrouwbaar.
- Een beduidend hoge waarde voor f_4 van schaker x is verdacht, het geeft namelijk aan dat Chess.com besluit dat x beduidend accurater speelt dan anderen.

3.5 f_5 : VERSCHIL IN NAUWKEURIGHEID

1. Definiëring:

We definiëren deze functie analoog aan f_4 . Zij x en y schakers en $g(x, \text{PGN})$ de nauwkeurigheid van x en $g(y, \text{PGN})$ de nauwkeurigheid van y in hun gespeelde partij. Dan is:

$$f_5(x, \text{PGN}) = \begin{cases} g(x, \text{PGN}) - g(y, \text{PGN}) & \text{als } 20 < n < 60 \\ \text{niet gedefinieerd} & \text{als } n \leq 20 \text{ of } n \geq 60 \end{cases}$$

2. Verklaring van de werking:

Een beduidend hoge waarde van f_5 is verdacht. Dit betekent namelijk dat een speler beduidend accurater speelt dan zijn tegenstander.

3.6 f_6 : PROCENT MISSTAPPEN

1. Definiëring:

Voor deze functie maken we gebruik van de specifieke zetten die in de partij staan in de PGN. Zij x en y twee schakers die een partij 3+0 blitz spelen en we onderzoeken speler x . Zij n het aantal zetten van de partij en zij a_i de schaakpositie na zet i van schaker x en b_i de schaakpositie na zet i van y . Zij $\text{Stockfish12}(z)$ de engine evaluatie van Stockfish op diepte 12 van schaakpositie z . Neem zonder verlies aan algemeenheid aan dat speler y de eerste zet speelt. We definiëren een misstap als:

*Zet i van speler x noemen we een **misstap** $\iff \text{Stockfish12}(b_i) - \text{Stockfish12}(a_i) > 1$. In woorden is zet i van speler x een misstap als de engine evaluatie meer dan 1.0 zakt in het nadeel van speler x .*

1.0 punt in 'engine-evaluatie-taal' komt ongeveer overeen met de waarde van een pion. Zij nu $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n\}$ de verzameling van zetten van speler x en $M \subset X$ de verzameling van misstappen. Dan geldt:

$$f_6(x, \text{PGN}) := \frac{100 \cdot |M|}{|X|} = \frac{100 \cdot |M|}{n}$$

In woorden geeft f_6 het percentage misstappen van schaker x weer.

2. Verklaring van de werking:

Enkele observaties over de functie f_6

- Om deze functie te implementeren hebben we Stockfish lokaal gebruikt in Python zonder af te hangen van online sites zoals Lichess of Chess.com. We kozen diepte 12 omdat dit diep genoeg is en nog net snel genoeg resultaat leverde.
- De functie is speciaal gekozen om ook heel slimme valsspelers te detecteren die niet alleen de eerste lijn van de engine spelen, maar ook de vierde of vijfde lijn kiezen die misschien ook nog een voordeel behoudt. Een zet die echter -1 nadeel oplevert zullen valsspelers heel zelden bewust spelen.
- Eerlijke spelers spelen vaak, onbewust natuurlijk, net wel zetten die de engine -1 in hun nadeel laat evolueren. In een complexe stelling is dat bijna onvermijdelijk als eerlijke speler.

Conclusie: Een beduidend lage waarde van f_6 is verdacht en wijst potentieel op slim engine-gebruik en dus valsspelen.

3.7 f_7 : PROCENT SUPER SNEL

1. Definiëring:

Zij x en y twee schakers die een partij 3+0 blitz spelen en we onderzoeken speler x . Uit de PGN kunnen we de kloktijden van x aflezen. Zij n het aantal zetten van de partij. Zij $t_1, t_2, \dots, t_{n-1}, t_n$ de kloktijden van speler x na zijn i -de zet. Er geldt dus ook $t_0 = 180$ sec. Stel $V = \{t_0 - t_1, t_1 - t_2, t_2 - t_3, \dots, t_{n-1} - t_n\}$. Definieer de volgende functie: $\mu(z) = \begin{cases} 0 & z > 1 \\ 1 & z \leq 1 \end{cases}$. Stel nu $p = \sum_{z \in V} \mu(z)$. Dan definiëren we:

$$f_7(x, \text{PGN}) = \frac{100 \cdot p}{n}$$

In woorden geeft f_7 het percentage van zetten die in sneller dan of gelijk aan 1 seconde gespeeld zijn door x .

2. Verklaring van de werking:

Redenen voor de functie:

- Eerlijke spelers zullen in blitz heel vaak 'pre-moven', dat wil zeggen hun zet al spelen nog voor ze aan de beurt zijn; Chess.com rekent hier 0.1 sec voor aan. Ook zullen geoefende blitzers vaak op intuïtie hun zet binnen de 1 sec spelen.
- Valsspeleren zullen, door vaak naar de engine te kijken en de zetten dubbel te spelen, langer over de zetten doen. Vaak zitten zij boven die één seconde per zet.

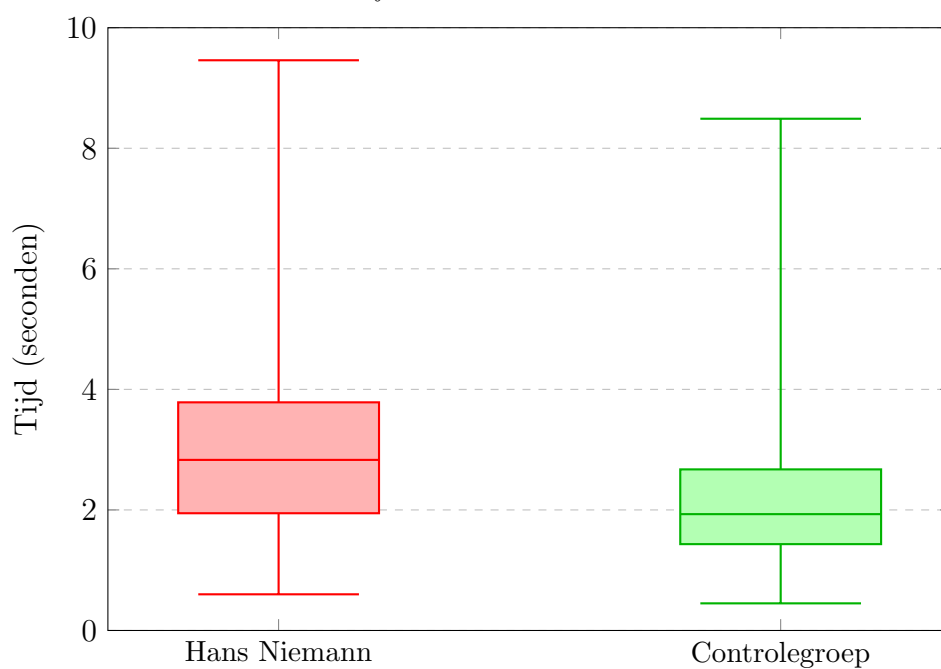
Conclusie: Een beduidend lage waarde voor f_7 is verdacht.

4 RESULTATEN

We Vergelijken eerst de box-plots van de functies van de verdachten met die van de controlegroep. f_3 , de functie die de TPR gebruikt laten we in onze analyse achterwege vanwege onze beperkte controlegroep van 4 Grootmeesters. Voor de f_i 's waar iets verdachts opvalt doen we een verdere analyse met een benadering van een normaalverdeling en betrouwbaarheidsintervallen.

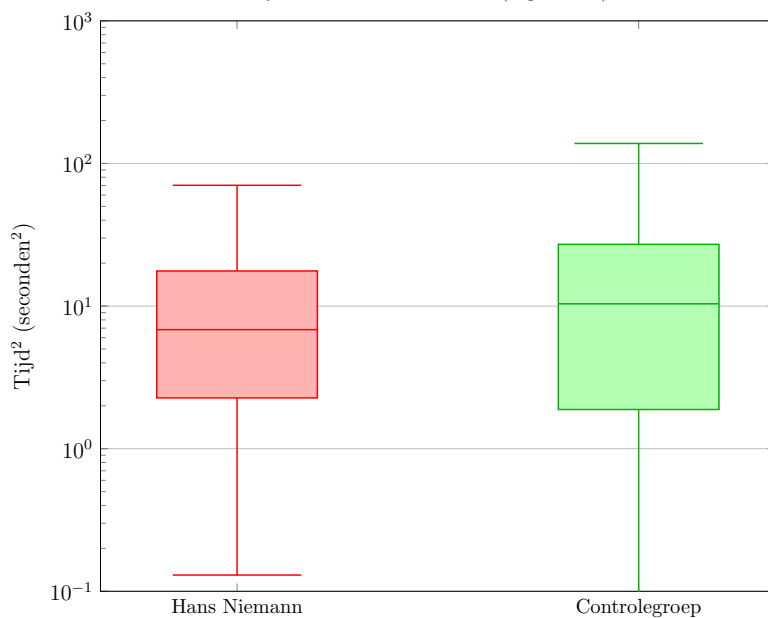
4.1 HANS NIEMANN

f_1 : De eerste 10 zetten



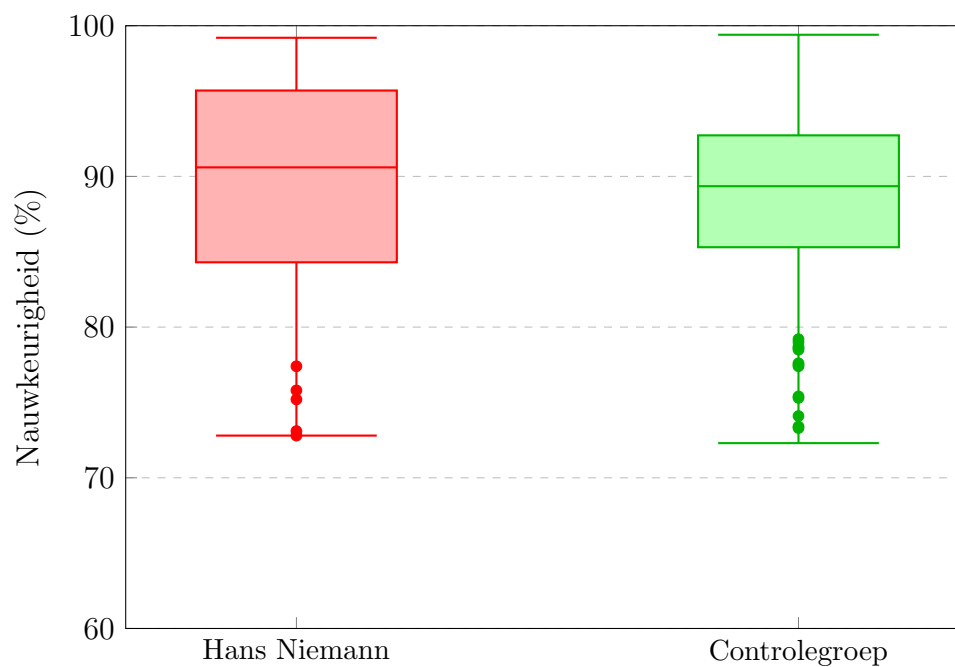
	Gemiddelde	Mediaan
Hans Niemann	3.07 s	2.83 s
Controlegroep	2.27 s	1.93 s

f_2 : De laatste 15 zetten (log-schaal)



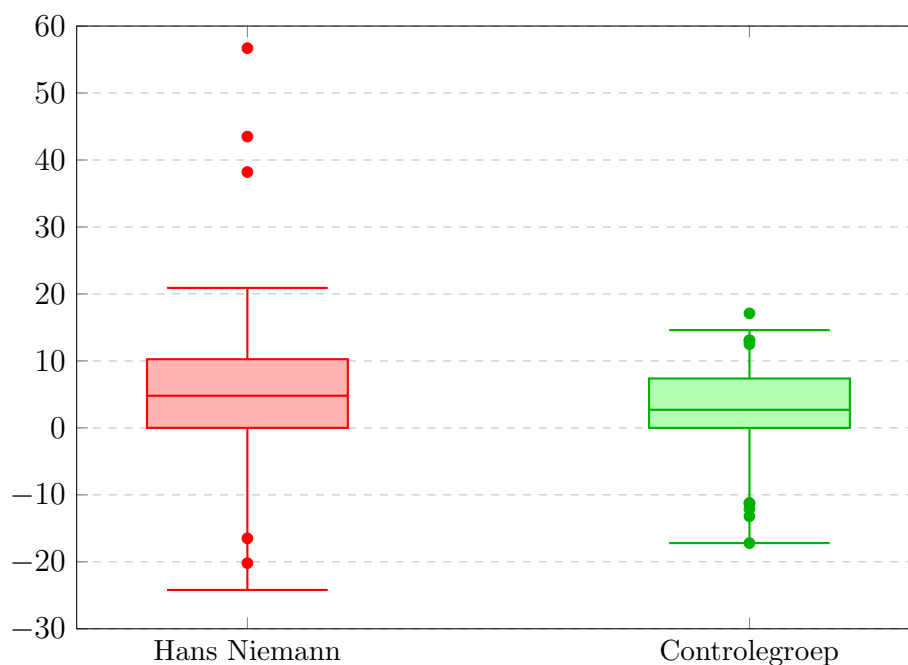
	Gem.	Med.
Hans Niemann	14.20 s^2	6.84 s^2
Controlegroep	22.41 s^2	10.37 s^2

f_4 : De nauwkeurigheid



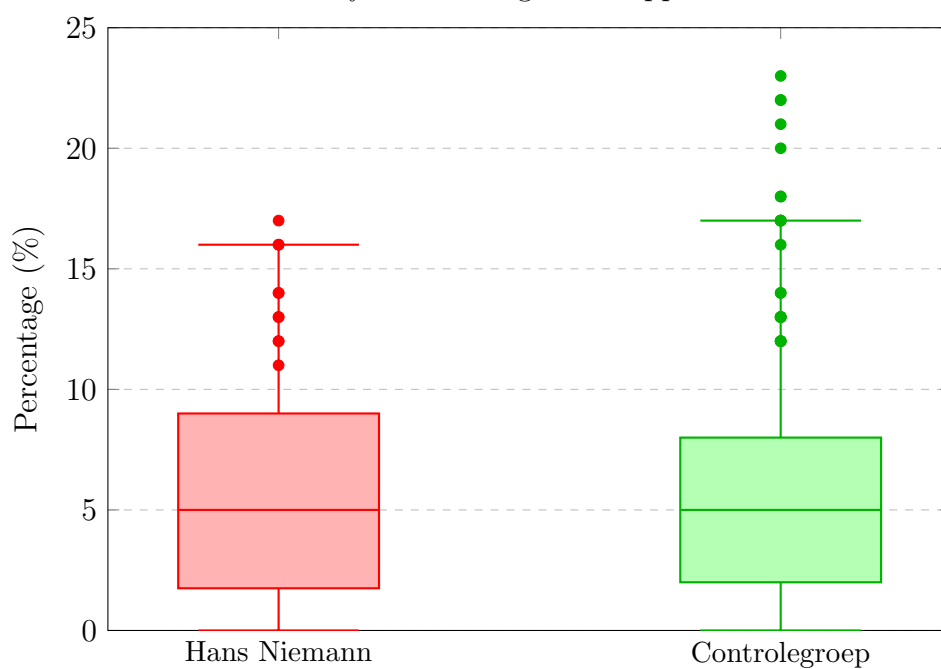
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Hans Niemann	89.54%	90.60%	72.8-99.2%
Controlegroep	88.52%	89.35%	72.3-99.4%

f_5 : Verschillen in nauwkeurigheid



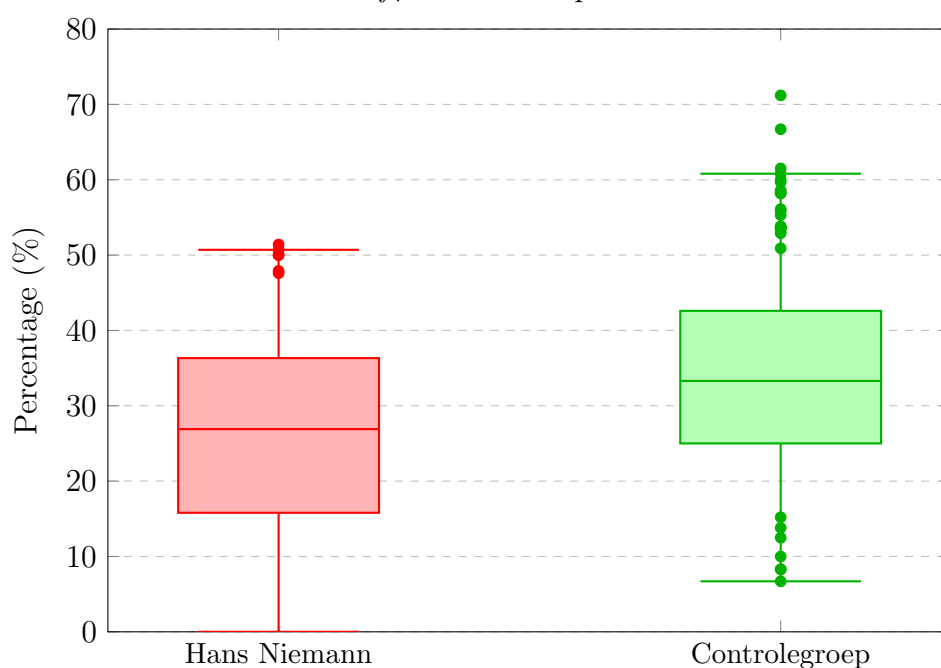
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Hans Niemann	6.52	4.80	-24.2 tot 56.7
Controlegroep	2.38	2.70	-17.2 tot 17.1

f_6 : Percentage misstappen



	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Hans Niemann	5.8%	5.0%	0-17%
Controlegroep	5.91%	5.0%	0-23%

f_7 : Procent super snel



	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Hans Niemann	27.55%	26.90%	0.0-51.4%
Controlegroep	34.88%	33.30%	6.7-71.2%

De meeste functies lijken relatief goed overeen te komen met de controlegroep. We moeten echter wel beseffen dat Hans Niemann in 2020 nog een Internationaal Meester was met een FIDE-elo van 2465 en we hem vergelijken met top 10 grootmeesters met een gemiddelde FIDE-elo van 2784.5.

De TPR van Niemann over de 50 partijen is 3353, wat opmerkelijk veel is. Zijn Chess.com elo bij de eerste partij is 2916. Er geldt dus:

$$f_3(\text{Niemann}, \text{PGN}_1, \dots, \text{PGN}_{50}) = 3353 - 2916 = 437$$

Dit is ook opmerkelijk hoog, maar kan te verklaren zijn door het feit dat Chess.com specifiek de 'matchen' heeft gekozen waar Hans goed in scoorde, al bestaat de data wel uit $+5$ groepen van $+10$ opeenvolgende partijen, waaruit blijkt dat Chess.com dus niet bewust specifieke partijen heeft willen negeren.

- $\overline{f_1(\text{Niemann})} \gg \overline{f_1(\text{Controlegroep})}$, dit is vrij verdacht.
- $\overline{f_2(\text{Niemann})} \ll \overline{f_2(\text{Controlegroep})}$, dit is vrij verdacht.
- $f_3(\text{Niemann})$ is zeer hoog, dit is vrij verdacht.
- $\overline{f_4(\text{Niemann})} > \overline{f_4(\text{Controlegroep})}$, dit is licht verdacht.
- $\overline{f_5(\text{Niemann})} \gg \overline{f_5(\text{Controlegroep})}$, dit is vrij verdacht.
- $\overline{f_6(\text{Niemann})} \approx \overline{f_6(\text{Controlegroep})}$, dit is niet verdacht.
- $\overline{f_7(\text{Niemann})} \ll \overline{f_7(\text{Controlegroep})}$, dit is vrij verdacht.

We zien dus dat Niemann maar op één functie niet verdacht is. Daarom onderzoeken we één van de meest verdachte functies in detail:

4.1.1 VERDERE ANALYSE f_1

Stel dat een speler x , n partijen speelt die we onderzoeken en de controle groep bevat m partijen data. Om onze verdere analyse te doen verdelen we dan de partijen van de controlegroep op in $k = \lfloor \frac{m}{n} \rfloor$ groepen van n partijen. Deze k groepen hebben dus exact dezelfde vorm als de data van de onderzochte potentiële valsspeler. Noem de k groepen $X_1, X_2, \dots, X_k$ en stel $x_i = f_j(X_i)$. Dit is dan onze steekproef en $y = f_j(\text{Niemann})$ de te onderzoeken waarde.

1. $f_1 : k = 4$:

We hebben de volgende dataset:

$$x_1 = 2.528, \quad x_2 = 2.4434, \quad x_3 = 2.1846, \quad x_4 = 1.9408.$$

We willen onderzoeken of de waarde $y = 3.07$ statistisch gezien een uitschieter is in vergelijking met deze steekproef.

BESCHRIJVENDE STATISTIEK

Eerst berekenen we het steekproefgemiddelde ($\bar{x}$) en de steekproefstandaardafwijking (s):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{2.528 + 2.4434 + 2.1846 + 1.9408}{4} = 2.2742,$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.266.$$

TOETSEN OF $y = 3.07$ EEN UITSCHIETER IS

We beoordelen of y een uitschieter is aan de hand van:

1. GESTANDAARDISEERDE SCORE (T-SCORE)

Omdat de steekproef klein is ($n = 4$), gebruiken we de t -statistiek:

$$t = \frac{y - \bar{x}}{s} = \frac{3.07 - 2.2742}{0.266} \approx 2.99.$$

Voor een eenzijdige toets met significantieniveau $\alpha = 0.025$ (overeenkomend met een 97.5% betrouwbaarheidsinterval), is de kritieke t -waarde met $df = 3$ vrijheidsgraden:

$$t_{0.975,3} \approx 3.182.$$

Omdat $t = 2.99 < 3.182$, **verwerpen we de nulhypothese niet** bij $\alpha = 0.025$. Echter, $t = 2.99$ ligt zeer dicht bij de kritieke waarde, wat suggereert dat $y = 3.07$ bijna extreem is.

2. P-WAARDE BEREKENING

De eenzijdige p -waarde voor $t = 2.99$ met $df = 3$ is:

$$p \approx 0.029.$$

Dit betekent:

- Bij $\alpha = 0.05$ is y statistisch significant ($p < 0.05$).
- Bij $\alpha = 0.025$ is y niet statistisch significant ($p > 0.025$).

3. 97.5% BETROUWBAARHEIDSINTERVAL

De bovenlimiet van het 97.5% betrouwbaarheidsinterval (eenzijdig) voor het gemiddelde is:

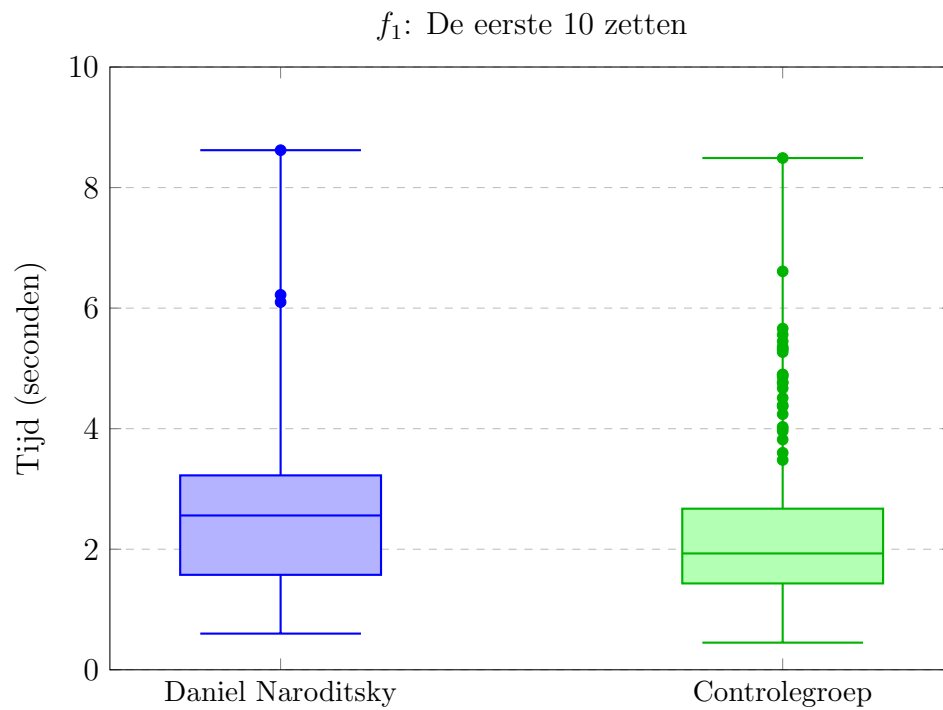
$$\bar{x} + t_{0.975,3} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = 2.2742 + 3.182 \cdot \frac{0.266}{2} \approx 2.697.$$

Aangezien $y = 3.07 > 2.697$, ligt het buiten het 97.5% betrouwbaarheidsinterval, wat aangeeft dat het een extreme waarde is.

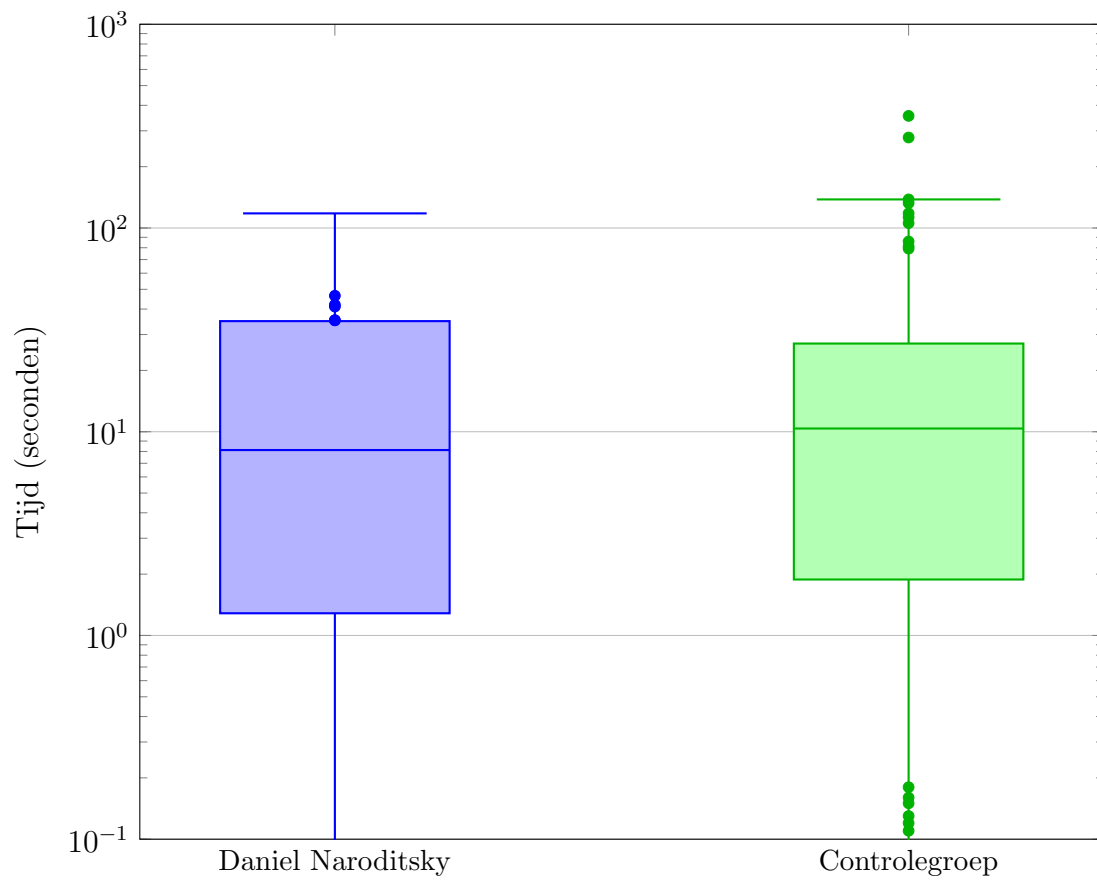
CONCLUSIE

Hoewel $y = 3.07$ geen statistisch significante uitschieter is bij $\alpha = 0.025$, ligt het zeer dicht bij de grens. Bij $\alpha = 0.05$ zou het wel als significant worden beschouwd.

4.2 DANIEL NARODITSKY

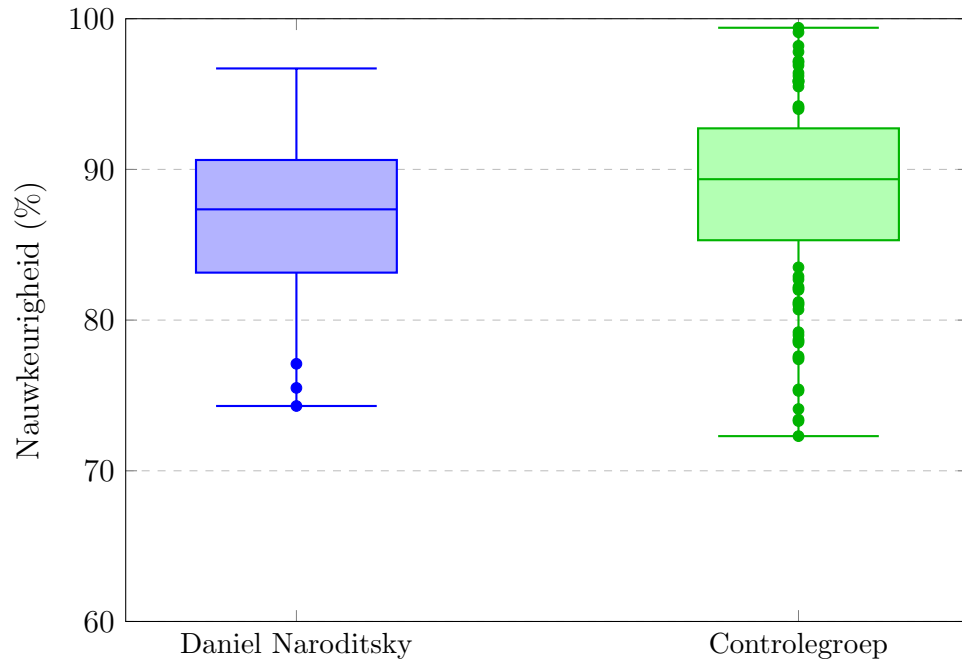


f_2 : De laatste 15 zetten (log-schaal)



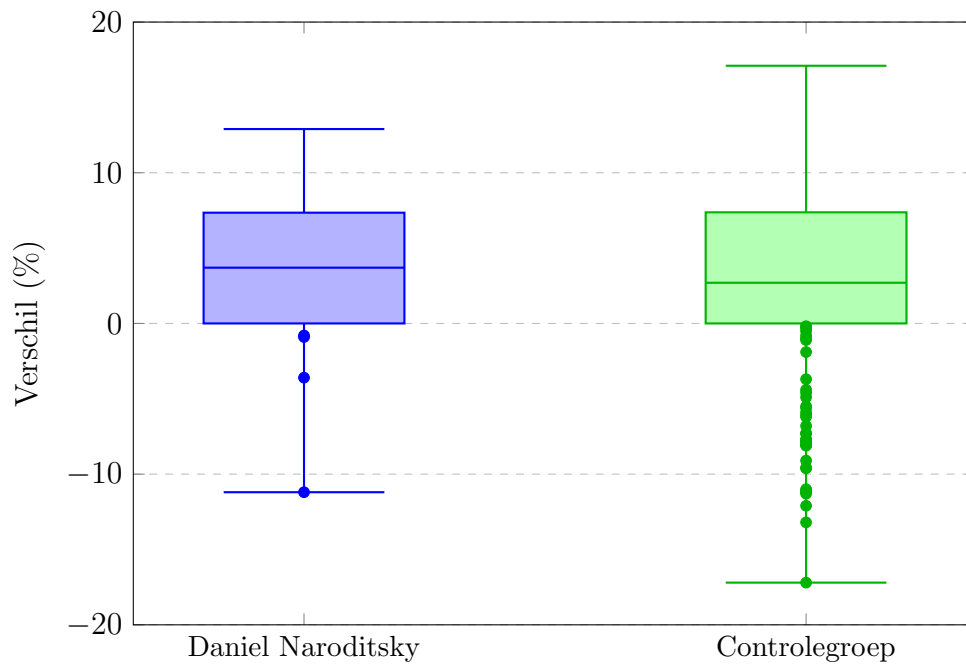
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Daniel Naroditsky	18.83 s	8.13 s	0.04-117.96 s
Controlegroep	22.41 s	10.37 s	0.01-355.04 s

f_4 : De nauwkeurigheid



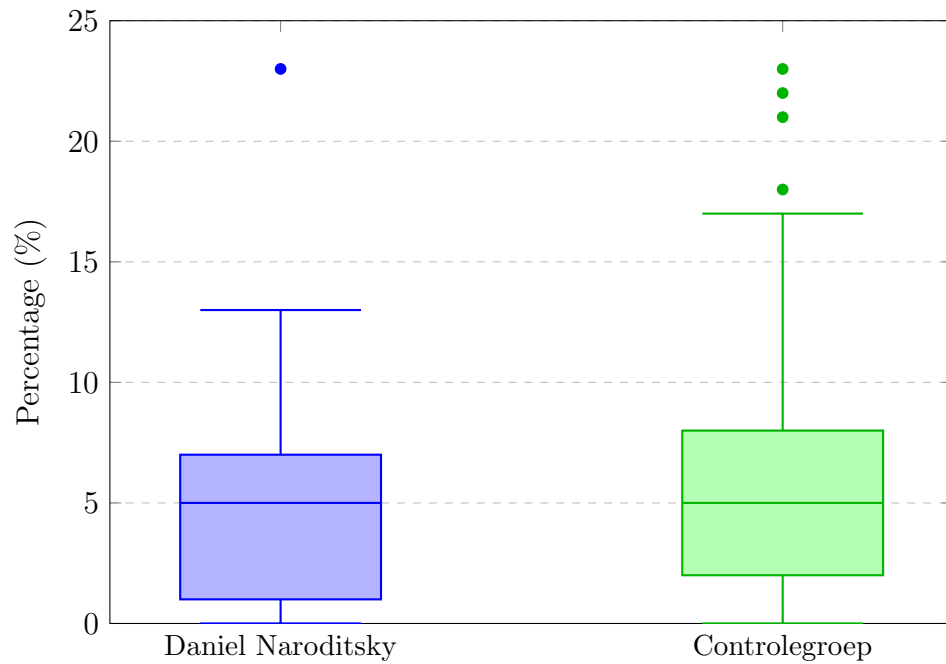
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Daniel Naroditsky	86.60%	87.35%	74.3-96.7%
Controlegroep	88.52%	89.35%	72.3-99.4%

f_5 : Verschil in nauwkeurigheid



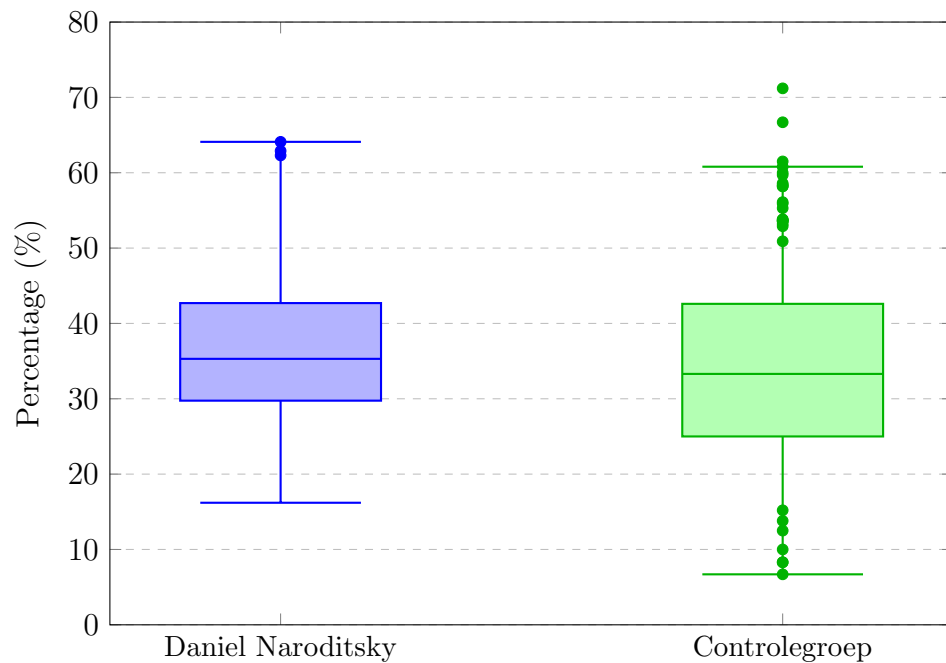
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Daniel Naroditsky	3.63%	3.7%	-11.2-12.9%
Controlegroep	2.38%	2.7%	-17.2-17.1%

f_6 : Percentage misstappen



	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Daniel Naroditsky	5.28%	5.0%	0-23%
Controlegroep	5.91%	5.0%	0-23%

f_7 : Procent super snel



	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Daniel Naroditsky	37.34%	35.30%	16.2-64.1%
Controlegroep	34.88%	33.30%	6.7-71.2%

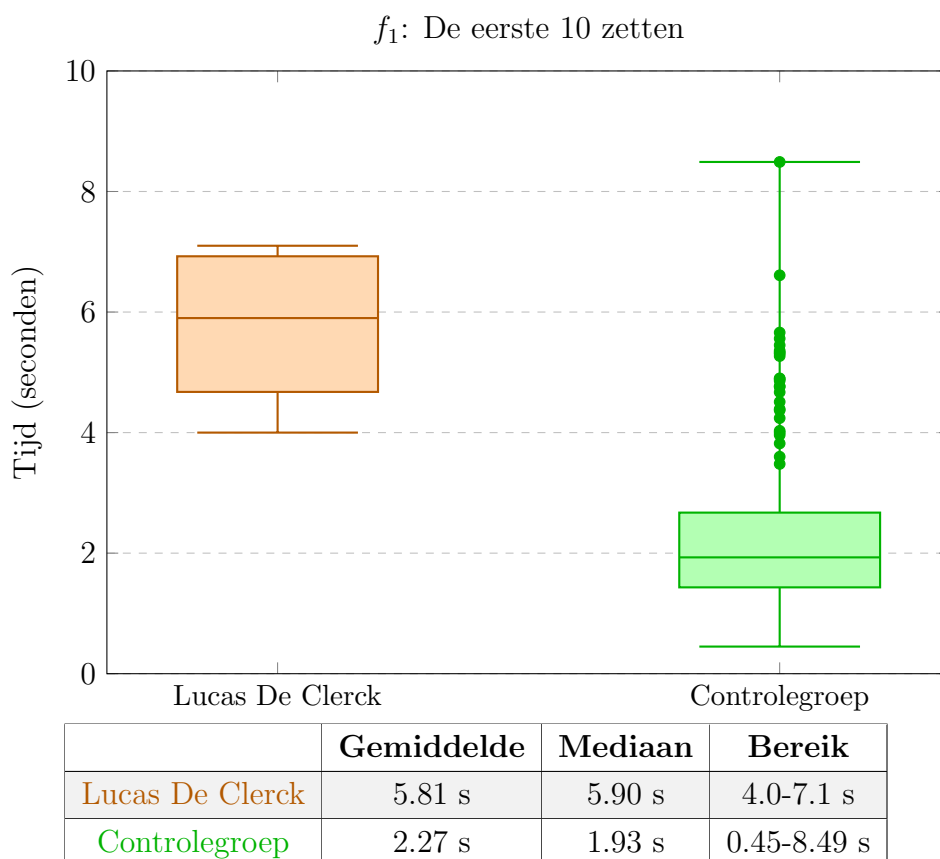
We merken quasi niets uitzonderlijk aan de bot-plot's. Bovendien is de TPR van Naroditsky over de 25 partijen gelijk aan 3126. Zijn start-elo bij de eerste partij is 3163. Er volgt dus dat $f_3(\text{Naroditsky}, \text{PGN}_1, \dots, \text{PGN}_{25}) = -37$. Merk ook op:

- $\overline{f_1(\text{Naroditsky})} > \overline{f_1(\text{Controlegroep})}$, dit is licht verdacht.
- $\overline{f_2(\text{Naroditsky})} < \overline{f_2(\text{Controlegroep})}$, dit is licht verdacht.
- $f_3(\text{Naroditsky})$ is negatief, dit is absoluut niet verdacht.
- $\overline{f_4(\text{Naroditsky})} < \overline{f_4(\text{Controlegroep})}$, dit is niet verdacht.
- $\overline{f_5(\text{Naroditsky})} > \overline{f_5(\text{Controlegroep})}$, maar de Interkwartielafstand is gelijk, dit is niet verdacht.
- $\overline{f_6(\text{Naroditsky})} < \overline{f_6(\text{Controlegroep})}$, maar de Medianen zijn gelijk, dit is niet verdacht.
- $\overline{f_7(\text{Naroditsky})} > \overline{f_7(\text{Controlegroep})}$, dit is niet verdacht.

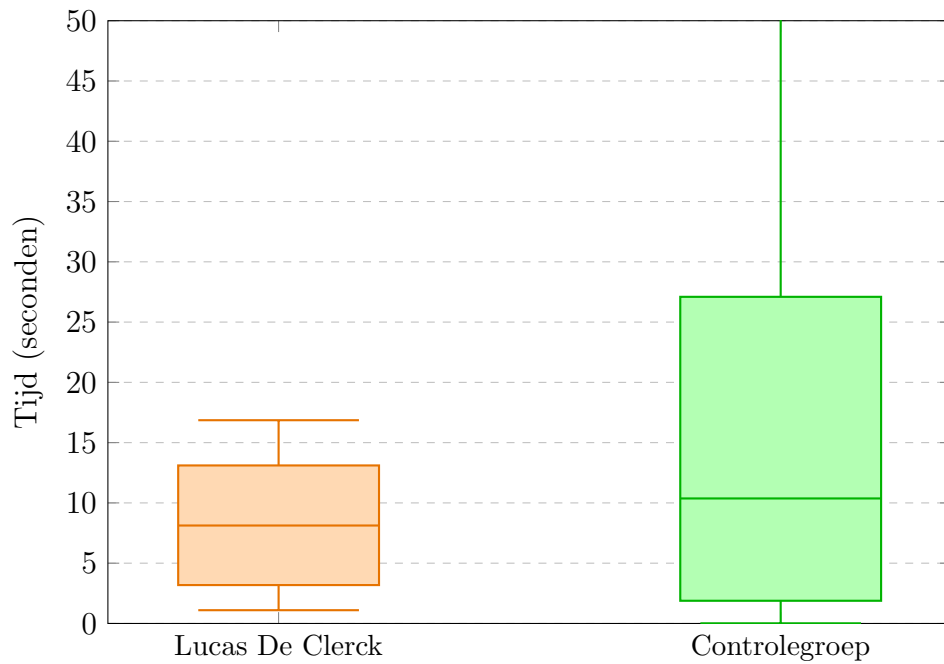
Conclusie:

Aan álle data merken we dat Daniel Naroditsky niet valsspeelt en dat Vladimir Kramnik's beweringen over hem totaal onjuist zijn. Ook de vermelding van de Lc8 zet die als 'computerzet' bestempeld wordt is niet verdacht; beschuldigingen hier omtrent zijn ongegrond. Er is geen reden tot verder onderzoek.

4.3 LUCAS DE CLERCK

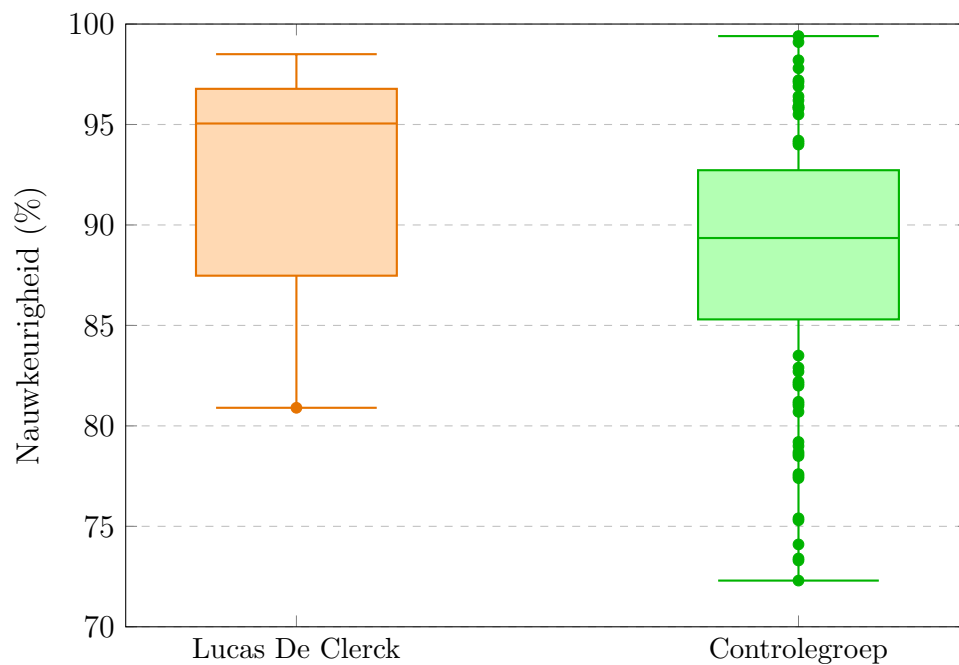


f_2 : De laatste 15 zetten



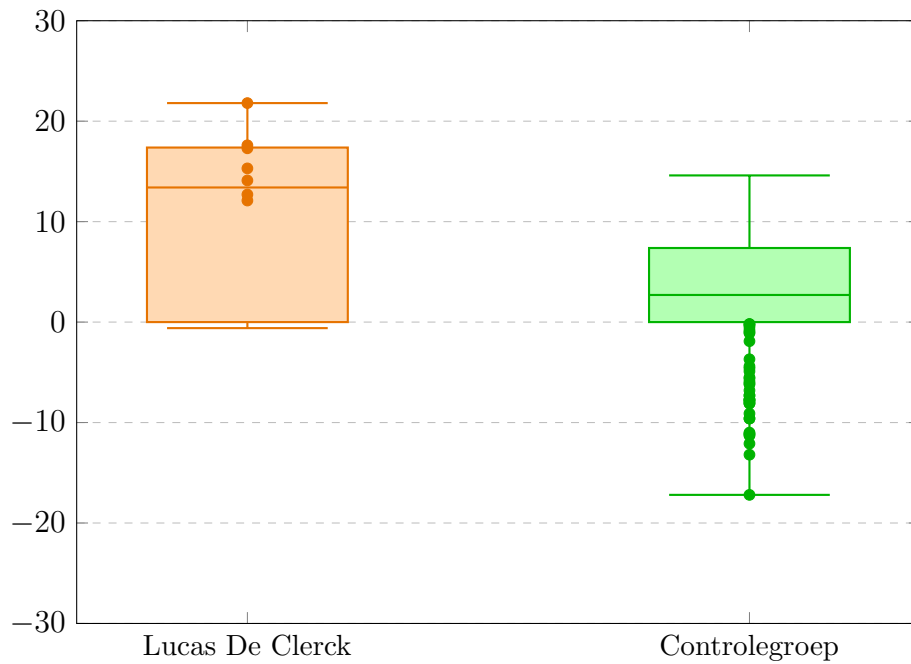
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Lucas De Clerck	8.14 s	8.13 s	1.1-16.86 s
Controlegroep	22.41 s	10.37 s	0.01-355.04 s

f_4 : De nauwkeurigheid



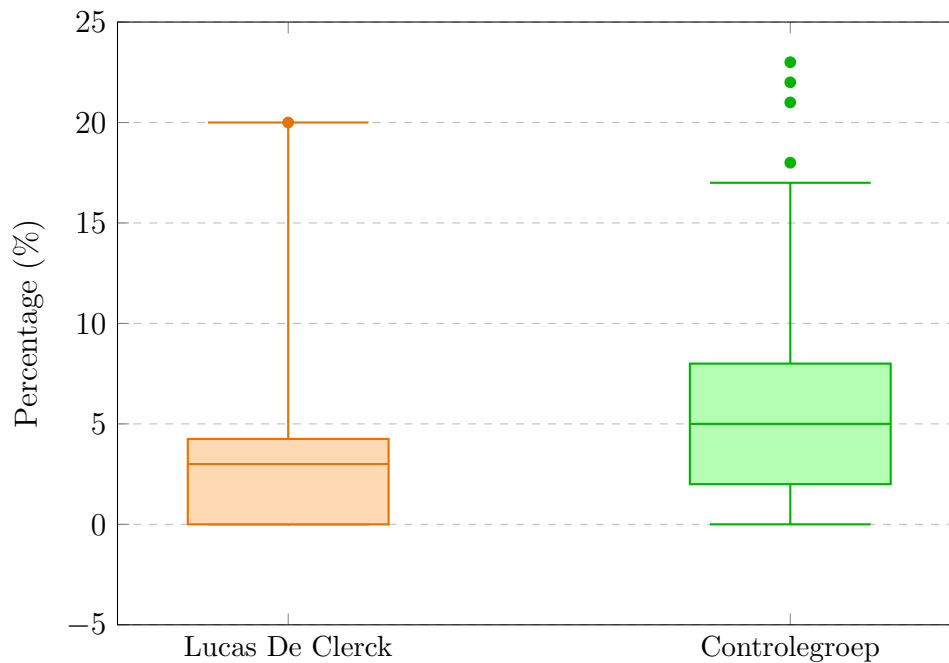
	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Lucas De Clerck	92.34%	95.05%	80.9-98.5%
Controlegroep	88.52%	89.35%	72.3-99.4%

f_5 : Verschil in nauwkeurigheid

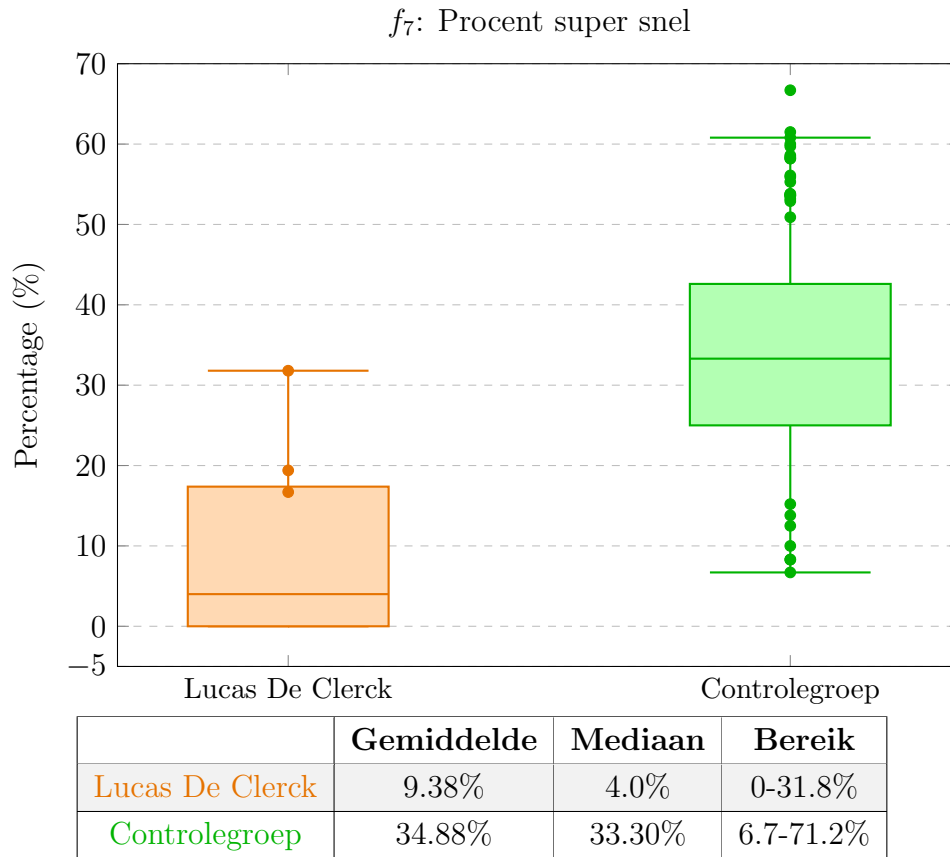


	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Lucas De Clerck	11.03	13.40	-0.6 tot 21.8
Controlegroep	2.38	2.70	-17.2 tot 17.1

f_6 : Percentage misstappen



	Gemiddelde	Mediaan	Bereik
Lucas De Clerck	3.9%	3.0%	0-20%
Controlegroep	5.91%	5.0%	0-23%



We zien overduidelijk dat clubschaker Lucas De Clerck op alle parameters enorm afwijkt in de richting die we zouden verwachten van valsspelers. Hij speelt nauwkeuriger en met minder misstappen dan de beste grootmeesters ter wereld. Ook speelt hij een pak trager maar blijven zijn laatste 15 zetten een relatief constante snelheid behouden.

: We analyseren de meest verdachte functie afzonderlijk, analoog aan de analyse bij Hans Niemann.

4.3.1 VERDERE ANALYSE f_4

De mediaan van Lucas De Clerck is gelijk aan 95.05%. Deze mediaan is gebaseerd op 8 partijen. Voor de controlegroep hebben we 158 waarden voor f_4 , we schrappen de laatste 6 waarden zodat we $\frac{152}{8} = 19$ groepen van 8 partijen verkrijgen, net zoals de groep van Lucas De Clerck. We bekomen de volgende medianen per groep:

$$\begin{array}{lll}
 x_1 = 88.9, & x_2 = 89.9, & x_3 = 89.1, \\
 x_4 = 88.9, & x_5 = 90.8, & x_6 = 86.3, \\
 x_7 = 92.75, & x_8 = 90.3, & x_9 = 86.7, \\
 x_{10} = 90.05, & x_{11} = 82.45, & x_{12} = 86.3, \\
 x_{13} = 89.45, & x_{14} = 91.15, & x_{15} = 87.85, \\
 x_{16} = 90.4, & x_{17} = 85.45, & x_{18} = 91.6, \\
 x_{19} = 92.95
 \end{array}$$

Dit is de steekproef waarin wij de waarde $y = 95.05$ onderzoeken.

$$\bar{x} = \frac{1}{19} \sum_{i=1}^{19} x_i \approx 89.24 \quad (\text{gemiddelde})$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{18} \sum_{i=1}^{19} (x_i - \bar{x})^2} \approx 2.60 \quad (\text{standaardafwijking})$$

NORMALE BENADERING

We benaderen de steekproef met een normale verdeling $\mathcal{N}(\mu = 89.24, \sigma = 2.60)$.

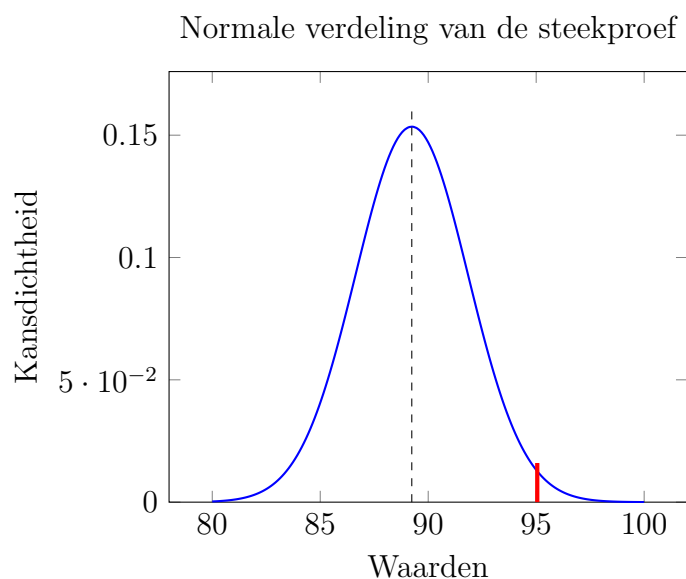
KANSBEREKENING

De kans dat een waarde groter is dan $y = 95.05$:

$$P(Y > 95.05) = 1 - \Phi\left(\frac{95.05 - 89.24}{2.60}\right) = 1 - \Phi(2.235) \approx 0.0127 \quad (1.27\%)$$

Dit is een extreem lage kans, wat suggereert dat y een uitschieter is.

VISUELE WEERGAVE



Een clubspeler met een elo van 2000 die 8 partijen speelt waarvan de mediaan van zijn nauwkeurigheid behoort tot de beste 1.27% van supergrootmeesters, dat is onmogelijk. We concluderen dat Lucas De Clerck, alleen al gebaseerd op f_4 , een valsspeler is en door de mand valt.

5 METHODOLOGISCHE BEPERKINGEN EN MOGELIJKE VERBETERINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

In dit hoofdstuk laten we zien hoe de ontwikkelde methode kan bijdragen tot verder onderzoek naar valsspel in het schaken. We gaan dieper in op welke vlakken onze methode tekort schiet en hoe men dit in de toekomst kan aanpakken.

5.1 VERBETERING VAN DE CONTROLEGROEP

We beschrijven eerst hoe onze controlegroep eruitziet en vervolgens hoe de ideale controlegroep eruitziet:

1. Onze controlegroep

Onze controlegroep bestaat uit partijen van de volgende grootmeesters:

- Magnus Carlsen (2837 FIDE)
- Arjun Erigaisi (2782 FIDE)
- Fabiano Caruana (2776 FIDE)
- Anish Giri (2738 FIDE)

Merk op dat zij qua FIDE-elo allen in het interval $[2700, 2850]$ zitten. Toch hebben we alle potentiële valsspelers met deze groep vergeleken, ongeacht hun sterkte. We gebruikten 50 partijen van elk van deze grootmeesters, dit zorgt voor een totaal van 200 partijen.

2. De ideale controlegroep:

Idealiter vergelijken we de data van een speler met een FIDE elo van x , met data van eerlijke spelers met een elo in de buurt van x . Daarom werken we best met controlegroepen waarbij we de rij kiezen waarvoor geldt $x \in [a, a + 100]$:

FIDE elo	Aantal verschillende spelers	Totaal aantal partijen
[2700–2800]	1000	50000
[2600–2700]	1000	50000
[2500–2600]	1000	50000
[2400–2500]	1000	50000
[2300–2400]	1000	50000
[2200–2300]	1000	50000
[2100–2200]	1000	50000
[2000–2100]	1000	50000
[1900–2000]	1000	50000
[1800–1900]	1000	50000
[1700–1800]	1000	50000
[1600–1700]	1000	50000
[1500–1600]	1000	50000
[1400–1500]	1000	50000
[1300–1400]	1000	50000
[1200–1300]	1000	50000
[1100–1200]	1000	50000

Tabel 3: De ideale controlegroep

Met op deze manier een controlegroep van grootte 50000 zullen statistische methoden zoals betrouwbaarheidsintervallen ook veel nauwkeuriger zijn.

5.2 EEN CRUCIALE EXTRA DETECTIEFUNCTIE: f_8

We kunnen f_8 'procent correcte kritieke zet' noemen. Deze functie zou berusten op meer rekenkracht en sterkere engines.

1. Definiëring:

Zij x en y twee schakers die een partij 3+0 blitz spelen en we onderzoeken speler x . Zij n het aantal zetten van de partij en zij a_i de schaakpositie na zet i van schaker x en b_i de schaakpositie na zet i van y . Zij $\text{Stockfish40a}(z)$ een functie met als invoerwaarde een positie z en als uitvoerwaarde v waarbij $v \in \mathbb{R}$ de engine evaluatie is op diepte 40 die bij de **beste zet** w hoort. Zij $\text{Stockfish40b}(z)$ een functie met als uitvoerwaarde v' waarbij $v' \in \mathbb{R}$ de engine evaluatie is op diepte 40 die bij de **tweede beste zet** w hoort. We hebben dus een engine nodig die meerdere lijnen geeft, (minstens twee).

Stel zonder verlies aan algemeenheid dat speler y begint. We definiëren nu $\mu(z) = \begin{cases} 1 & z > 1.5 \\ 0 & z \leq 1.5 \end{cases}$ en we stellen $k = \sum_{i=1}^n \mu(\text{Stockfish40a}(b_i) - \text{Stockfish40b}(b_i))$.

Stel nu r het aantal zetten van speler x waarvoor geldt: voor het spelen van de i -de zet geldt $\mu(\text{Stockfish40a}(b_i) - \text{Stockfish40b}(b_i))$ én de zet die speler x speelt is gelijk aan (de beste zet) w . Dan definiëren we:

$$f_8(x, \text{PGN}) := \frac{100 \cdot r}{k}$$

In woorden kunnen we dit zien als het percentage van zetten van x waarbij, als er een kritiek moment in de positie is, speler x de juiste keuze maakt.

2. Verklaring van de werking:

Deze functie is specifiek gemaakt om valsspelers door te hebben, ze focust namelijk alleen op de ideale momenten in de partij om vals te spelen. Dat zijn namelijk momenten waarbij er één zet duidelijk veel beter is dan de rest. Een citaat van wereld nummer 1 Magnus Carlsen op de Joe Rogan Experience podcast:

*If I started cheating, you would never know. I would get a move here and there, that's all I need. I get a system where I get somebody to signal me when there is a **critical moment**, if there is a certain move that is much better than the others. That's all I would need to be practically unbeatable.*

Deze functie zou dus deze slimme techniek om maar één of maar enkele zetten vals te spelen toch ook nog kunnen detecteren, de constante 1.5 kan uiteraard nog aangepast worden indien nodig.

2700chess, 2025Wikipedia NL, 2025aCarlsen, 2023Chess.com, 2025Wikipedia, 2025aWikipedia, 2025a/, 2025ChessBase, 2023ChessBase, 2023FIDE, 2025FRBE-KBSB, 2025Hout, 2022Regan en Macieja, 2011Kramnik, 2025Reddit r/chess, 2024Chess.com Team, 2022Wikipedia NL, 2025bWikipedia, 2025bStockfish Development Team, 2025Chessdom, 2023Verdonck, 2023Wikipedia, 2025c

REFERENTIES

- /. (2025). fotoblitzverdeling [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://forums.ageofempires.com/t/what-makes-age-of-empires-2-very-new-player-unfriendly-too-high-starting-elo-huge-moderate-and-hard-difficulty-gap-no-multiple-difficulties-in-the-same-game/261602>
- 2700chess. (2025). 2700chess [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://2700chess.com/>
- Carlsen, M. (2023). Magnus Carlsen over kritieke zetten [YouTube Short]. <https://www.youtube.com/shorts/utRhHEeKQ8c>
- ChessBase. (2023). FIDE Ethics Commission fines Carlsen 10,000 euros [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://en.chessbase.com/post/fide-ethics-commission-fines-carlsen-10-000-euros>
- Chess.com. (2025). Chess.com Official Website [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://www.chess.com/home>
- Chess.com Team. (2022). *Hans Niemann Report*. Chess.com. <https://www.chess.com/blog/CHESScom/hans-niemann-report>
- Chessdom. (2023). Complete Performance Rating (CPR) [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://www.chessdom.com/complete-performance-rating-cpr-instead-of-tournament-performance-rating-tpr/>
- FIDE. (2025). FIDE Official Website [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://www.fide.com/>
- FRBE-KBSB. (2025). FRBE-KBSB Officiële Blog [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://blog.frbe-kbsb-ksb.be/nl/>
- Hout, K. I. (2022). *Dictaat Numerieke Analyse* [Cursusmateriaal]. Universiteit Antwerpen.
- Kramnik, V. (2025). Vladimir Kramnik's official X account [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://x.com/vbkramnik>
- Reddit r/chess. (2024). Kramnik posing with 12-year-old FM Daniel [Geraadpleegd op 23-05-2025]. https://www.reddit.com/r/chess/comments/1g992hb/kramnik_posing_with_12_year_old_fm_daniel/
- Regan, K. W., & Macieja, B. (2011). *Efficiently Computing the Maximum Probability of Cheating in Chess and Other Games* (tech. rap.). University at Buffalo. <https://cse.buffalo.edu/~regan/papers/pdf/ReHa11c.pdf>
- Stockfish Development Team. (2025). Stockfish Chess Engine [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://stockfishchess.org/>
- Verdonck, T. (2023). *Cursus Wiskundige Statistiek* [Cursusmateriaal]. Universiteit Antwerpen.
- Wikipedia. (2025a). Elo rating system [Geraadpleegd op 23-05-2025]. https://en.wikipedia.org/wiki/Elo_rating_system
- Wikipedia. (2025b). pgn [Geraadpleegd op 23-05-2025]. https://nl.wikipedia.org/wiki/Portable_Game_Notation

Wikipedia. (2025c). Wikipedia Stockfish [geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Stockfish>

Wikipedia NL. (2025a). Betrouwbaarheidsinterval [Geraadpleegd op 23-05-2025]. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Betrouwbaarheidsinterval>

Wikipedia NL. (2025b). Normale Verdeling [Geraadpleegd op 23-05-2025]. https://nl.wikipedia.org/wiki/Normale_verdeling

BIJLAGE: VOLLEDIGE DATASETS

DATAFORMAAT

Elk element representeert één partij in de vorm:

$$(f_1, f_2, f_3, (f_4, f_5), f_6, f_7)$$

MAGNUS CARLSEN

Partijdata

(1.27, 7.65, 3265, (91.8, 4.0), 5, 27.9)
(1.12, 5.61, 3265, (82.7, 0.9), 13, 36.8)
(1.87, 0.19, 3265, (0.0, 0.0), 11, 39.7)
(2.62, 16.34, 3265, (88.9, 7.6), 6, 20.0)
(2.42, 8.65, 3265, (94.7, 7.3), 0, 18.5)
(2.64, 52.42, 3265, (72.3, -13.2), 22, 12.5)
(2.0, 18.51, 3265, (88.9, 4.0), 14, 22.7)
(1.64, 0.4, 3265, (91.8, -0.3), 4, 47.1)
(1.32, 20.75, 3265, (85.1, -6.0), 5, 38.7)
(4.86, 10.31, 3265, (91.1, 9.5), 0, 25.0)
(6.61, 6.66, 3265, (89.6, 4.6), 8, 21.1)
(2.04, 1.35, 3265, (94.3, 8.3), 7, 30.4)
(1.54, 51.15, 3265, (97.2, 8.1), 0, 23.7)
(2.95, 24.57, 3265, (90.2, 6.4), 0, 21.9)
(1.98, 9.68, 3265, (88.7, 7.4), 5, 13.8)
(1.05, 20.95, 3265, (80.4, -0.8), 10, 21.3)
(5.27, 2.33, 3265, (87.7, 3.5), 7, 21.9)
(5.33, 0.33, 3265, (92.8, 3.0), 0, 25.6)
(3.44, 14.85, 3265, (87.1, 6.2), 9, 27.8)
(1.58, 79.22, 3265, (90.5, 5.4), 0, 23.1)
(2.55, 41.94, 3265, (94.5, 0.2), 2, 42.4)
(2.85, 6.23, 3265, (87.7, 3.7), 4, 23.1)
(2.61, 13.73, 3265, (86.4, 6.8), 2, 18.8)
(1.82, 78.42, 3265, (94.1, 8.7), 3, 30.8)
(3.75, 25.0, 3265, (80.7, -8.1), 5, 22.9)
(1.42, 5.44, 3265, (93.0, 6.9), 3, 33.3)
(4.9, 0.84, 3265, (86.2, 9.4), 4, 39.5)
(1.36, 0.25, 3265, (0.0, 0.0), 6, 42.6)
(2.41, 13.19, 3265, (92.4, -0.3), 2, 33.3)

(1.85, 3.1, 3265, (0.0, 0.0), 0, 28.6)
 (2.24, 20.8, 3265, (96.9, 13.1), 0, 18.2)
 (4.15, 9.52, 3265, (90.3, 9.0), 7, 18.2)
 (2.21, 14.69, 3265, (84.3, 6.1), 6, 8.3)
 (5.36, 2.36, 3265, (87.5, 5.0), 3, 18.2)
 (4.24, 15.95, 3265, (82.0, -7.3), 12, 31.4)
 (4.03, 0.09, 3265, (86.5, 8.5), 5, 46.8)
 (2.2, 16.19, 3265, (90.4, 3.6), 3, 30.4)
 (0.69, 25.01, 3265, (85.9, 6.5), 3, 40.0)
 (2.03, 10.35, 3265, (98.2, 0.4), 0, 31.4)
 (1.67, 3.38, 3265, (91.2, 6.0), 1, 19.1)
 (2.5, 4.79, 3265, (89.3, 9.4), 3, 27.3)
 (2.4, 0.13, 3265, (0.0, 0.0), 3, 58.4)
 (1.12, 16.97, 3265, (92.6, 8.4), 9, 36.0)
 (1.27, 1.59, 3265, (0.0, 0.0), 0, 53.8)
 (1.88, 11.74, 3265, (93.1, 5.9), 3, 29.5)
 (1.26, 8.43, 3265, (85.5, 4.3), 4, 55.3)
 (1.67, 1.16, 3265, (0.0, 0.0), 8, 44.2)
 (2.68, 16.21, 3265, (90.0, -4.9), 4, 17.9)
 (2.26, 8.75, 3265, (89.7, 2.8), 11, 31.8)
 (1.47, 0.03, 3265, (0.0, 0.0), 10, 53.6)

Partijdata
(0.81, 18.56, 3214, (82.1, -1.1), 3, 37.0)
(1.67, 0.21, 3214, (0.0, 0.0), 3, 71.2)
(1.9, 8.82, 3214, (87.8, 7.7), 5, 38.7)
(5.45, 1.42, 3214, (0.0, 0.0), 6, 44.4)
(1.56, 3.52, 3214, (82.2, 2.7), 14, 29.3)
(1.44, 10.39, 3214, (89.4, 4.3), 5, 32.6)
(2.99, 0.44, 3214, (0.0, 0.0), 3, 28.6)
(1.08, 0.11, 3214, (0.0, 0.0), 6, 53.6)
(2.43, 24.86, 3214, (89.7, 6.0), 7, 28.6)
(2.77, 17.04, 3214, (85.6, 7.1), 9, 30.6)
(1.52, 0.5, 3214, (0.0, 0.0), 10, 56.1)
(1.39, 16.59, 3214, (77.4, -12.1), 8, 24.1)
(1.6, 13.38, 3214, (87.0, -9.6), 0, 24.0)
(1.65, 19.23, 3214, (78.6, 3.9), 13, 29.5)
(1.93, 9.14, 3214, (99.1, 3.6), 0, 41.0)
(1.93, 9.14, 3214, (79.2, -4.4), 0, 41.0)
(1.95, 36.18, 3214, (91.7, 8.2), 6, 36.0)
(0.67, 9.25, 3214, (0.0, 0.0), 0, 60.0)
(2.02, 46.23, 3214, (73.3, -5.6), 12, 18.2)
(1.82, 20.72, 3214, (90.0, 6.3), 6, 46.4)
(1.69, 28.0, 3214, (93.0, 9.5), 8, 44.8)
(1.69, 19.88, 3214, (86.1, -5.9), 3, 34.1)
(1.03, 32.86, 3214, (88.9, 2.0), 0, 34.6)
(1.37, 4.23, 3214, (87.8, 7.1), 2, 32.5)
(1.04, 27.78, 3214, (91.7, 1.4), 0, 34.8)
(0.45, 12.16, 3214, (91.8, 8.0), 0, 47.8)
(4.77, 1.45, 3214, (0.0, 0.0), 8, 40.4)
(1.22, 19.82, 3214, (89.9, 0.4), 2, 37.1)
(4.39, 0.01, 3214, (0.0, 0.0), 11, 60.8)
(1.33, 6.99, 3214, (90.3, -6.1), 3, 42.6)
(4.67, 57.85, 3214, (73.4, -8.1), 22, 10.0)
(0.96, 138.12, 3214, (90.5, 0.0), 3, 48.0)
(4.76, 60.46, 3214, (99.4, 11.3), 0, 16.7)
(1.48, 8.77, 3214, (95.8, 8.8), 0, 42.1)
(1.75, 36.8, 3214, (96.5, -0.2), 0, 39.5)
(4.37, 278.07, 3214, (86.6, -7.3), 7, 22.7)
(5.31, 6.87, 3214, (84.5, -7.7), 11, 24.1)

(2.42, 35.43, 3214, (96.5, 5.0), 0, 26.7)
(3.27, 21.86, 3214, (86.4, 3.3), 8, 28.2)
(1.61, 45.19, 3214, (89.0, -4.6), 3, 24.0)
(2.4, 1.08, 3214, (95.4, -0.2), 0, 25.0)
(3.37, 0.61, 3214, (86.7, -3.7), 10, 35.4)
(1.42, 24.04, 3214, (92.0, 9.8), 6, 32.1)
(1.55, 72.55, 3214, (93.6, 6.5), 5, 38.7)
(3.48, 22.11, 3214, (74.1, -6.8), 18, 22.6)
(1.64, 12.08, 3214, (92.6, 8.7), 0, 41.7)
(1.57, 10.21, 3214, (87.5, 9.5), 12, 33.3)
(0.88, 36.49, 3214, (77.5, -11.0), 9, 50.0)
(1.92, 36.27, 3214, (93.3, 6.8), 5, 31.2)
(2.84, 28.96, 3214, (89.2, 9.8), 5, 46.9)

Partijdata

(1.07, 0.18, 3180, (0.0, 0.0), 17, 45.7)
 (2.34, 6.14, 3180, (83.8, 10.1), 6, 27.5)
 (5.56, 5.27, 3180, (81.1, 2.7), 13, 50.0)
 (2.28, 24.16, 3180, (75.4, -11.1), 20, 16.7)
 (2.49, 6.67, 3180, (91.5, 7.6), 3, 30.0)
 (1.15, 13.33, 3180, (87.1, 7.5), 5, 40.9)
 (1.63, 0.15, 3180, (0.0, 0.0), 10, 44.0)
 (1.58, 9.34, 3180, (90.3, 8.5), 0, 21.4)
 (3.35, 0.36, 3180, (0.0, 0.0), 7, 40.0)
 (3.31, 0.53, 3180, (83.8, 3.9), 9, 32.6)
 (5.66, 42.67, 3180, (90.7, 10.3), 2, 23.5)
 (1.9, 49.18, 3180, (94.5, 13.0), 2, 20.7)
 (1.68, 1.55, 3180, (91.0, 11.6), 2, 28.6)
 (3.88, 4.45, 3180, (95.1, 0.1), 0, 50.0)
 (1.8, 44.32, 3180, (97.8, 0.1), 0, 42.1)
 (2.31, 0.27, 3180, (0.0, 0.0), 8, 45.1)
 (2.08, 40.64, 3180, (97.1, 7.3), 0, 31.2)
 (1.22, 3.36, 3180, (0.0, 0.0), 2, 40.6)
 (1.96, 31.95, 3180, (92.7, 9.1), 3, 21.7)
 (2.16, 53.86, 3180, (89.1, 12.5), 3, 13.0)
 (1.35, 39.12, 3180, (84.5, 6.9), 5, 27.6)
 (2.76, 355.04, 3180, (95.9, 17.1), 3, 16.0)
 (2.08, 112.92, 3180, (81.0, -0.4), 17, 20.8)
 (4.51, 4.62, 3180, (91.3, 5.9), 2, 29.4)
 (3.82, 34.14, 3180, (96.8, 10.2), 0, 35.7)
 (2.5, 33.8, 3180, (89.3, -7.3), 7, 39.1)
 (2.45, 3.96, 3180, (0.0, 0.0), 0, 6.7)
 (3.55, 3.79, 3180, (83.5, -7.8), 8, 28.6)
 (3.0, 0.18, 3180, (0.0, 0.0), 5, 59.7)
 (1.53, 8.9, 3180, (88.4, 4.2), 4, 29.7)
 (2.65, 0.36, 3180, (90.7, 0.4), 5, 49.0)
 (1.14, 66.53, 3180, (82.9, -9.6), 17, 31.4)
 (3.14, 53.98, 3180, (86.9, 3.9), 5, 24.1)
 (3.45, 27.26, 3180, (86.4, 5.2), 12, 19.2)
 (3.59, 66.74, 3180, (86.5, -9.1), 16, 36.0)
 (1.49, 24.29, 3180, (91.0, 11.2), 2, 30.3)
 (1.82, 17.17, 3180, (84.1, 5.1), 7, 30.3)

(1.99, 81.27, 3180, (86.0, 10.0), 7, 15.2)
(2.23, 14.23, 3180, (94.0, 9.3), 3, 8.3)
(2.78, 9.17, 3180, (85.3, 8.4), 14, 20.0)
(1.08, 41.76, 3180, (86.8, 10.1), 9, 27.8)
(2.3, 10.81, 3180, (95.9, 8.0), 0, 38.9)
(0.77, 21.73, 3180, (93.3, 8.8), 3, 50.0)
(1.61, 72.03, 3180, (94.7, 9.3), 3, 29.2)
(1.51, 0.08, 3180, (0.0, 0.0), 23, 49.3)
(3.76, 4.51, 3180, (82.7, -11.3), 2, 15.6)
(1.5, 8.18, 3180, (91.0, 7.1), 8, 25.0)
(2.0, 49.24, 3180, (79.0, 3.6), 13, 30.6)
(1.51, 1.23, 3180, (85.3, -0.2), 7, 47.7)
(4.89, 1.51, 3180, (75.3, -7.8), 17, 43.5)

Partijdata

(2.41, 0.12, 3141, (0.0, 0.0), 8, 55.9)
 (0.81, 43.82, 3141, (91.6, 8.7), 4, 35.9)
 (1.42, 0.17, 3141, (0.0, 0.0), 7, 43.3)
 (1.94, 17.98, 3141, (95.5, -0.5), 2, 36.8)
 (1.61, 0.16, 3141, (0.0, 0.0), 3, 61.5)
 (1.11, 13.43, 3141, (0.0, 0.0), 13, 41.5)
 (0.84, 0.32, 3141, (0.0, 0.0), 9, 50.9)
 (1.65, 11.1, 3141, (0.0, 0.0), 0, 25.0)
 (0.91, 1.89, 3141, (0.0, 0.0), 7, 58.6)
 (1.22, 1.1, 3141, (0.0, 0.0), 0, 50.0)
 (0.77, 28.24, 3141, (84.4, -8.0), 17, 47.1)
 (3.6, 0.21, 3141, (0.0, 0.0), 6, 52.9)
 (1.49, 0.42, 3141, (0.0, 0.0), 5, 38.6)
 (1.23, 18.67, 3141, (93.7, 8.5), 0, 54.2)
 (2.28, 67.14, 3141, (80.7, -11.2), 13, 29.0)
 (2.13, 105.64, 3141, (78.7, -17.2), 17, 41.7)
 (1.8, 0.08, 3141, (0.0, 0.0), 5, 58.2)
 (1.9, 13.37, 3141, (77.6, 3.2), 11, 32.4)
 (1.35, 57.53, 3141, (96.2, 8.5), 6, 25.9)
 (1.39, 0.85, 3141, (86.5, -5.5), 5, 42.6)
 (8.49, 57.44, 3141, (85.5, -7.7), 3, 23.8)
 (2.04, 132.5, 3141, (85.4, 10.9), 4, 33.3)
 (2.34, 6.26, 3141, (93.8, 4.8), 2, 29.3)
 (1.74, 5.12, 3141, (96.7, 7.4), 5, 41.4)
 (3.76, 2.14, 3141, (0.0, 0.0), 9, 53.8)
 (1.43, 26.19, 3141, (91.4, 14.6), 6, 22.2)
 (2.77, 28.82, 3141, (81.2, 4.7), 12, 46.3)
 (0.88, 0.36, 3141, (0.0, 0.0), 8, 50.0)
 (2.16, 0.33, 3141, (91.8, 7.1), 5, 42.0)
 (1.3, 0.28, 3141, (0.0, 0.0), 5, 37.3)
 (1.04, 2.94, 3141, (0.0, 0.0), 4, 37.3)
 (2.16, 11.0, 3141, (96.4, 5.0), 0, 29.3)
 (2.28, 0.05, 3141, (0.0, 0.0), 21, 50.0)
 (1.78, 26.6, 3141, (94.2, 8.1), 6, 53.6)
 (2.03, 0.37, 3141, (91.2, 8.1), 3, 40.4)
 (1.23, 14.04, 3141, (92.4, 5.5), 2, 31.8)
 (1.14, 12.77, 3141, (90.0, -6.2), 7, 38.2)

(1.92, 9.06, 3141, (86.9, 0.4), 6, 35.1)
(4.0, 0.11, 3141, (0.0, 0.0), 17, 58.2)
(1.93, 19.55, 3141, (96.7, 8.9), 4, 35.7)
(1.48, 5.51, 3141, (93.5, 1.4), 0, 36.7)
(0.92, 1.87, 3141, (95.8, -0.3), 0, 53.2)
(0.78, 1.88, 3141, (0.0, 0.0), 0, 66.7)
(1.02, 4.7, 3141, (78.5, -1.9), 18, 31.7)
(2.29, 4.78, 3141, (84.6, 6.7), 6, 18.4)
(2.54, 9.49, 3141, (83.4, -1.0), 7, 27.7)
(1.75, 85.84, 3141, (77.5, -11.1), 10, 41.2)
(2.82, 41.03, 3141, (88.4, 0.4), 5, 28.1)
(1.2, 1.08, 3141, (89.4, 5.2), 1, 41.7)
(3.96, 0.28, 3141, (0.0, 0.0), 3, 54.8)

Partijdata

(0.6, 0.62, 3353, (95.6, 12.4), 6, 34.1)
(5.13, 2.37, 3353, (91.6, 6.2), 1, 31.4)
(4.03, 2.68, 3353, (95.0, 3.2), 0, 35.7)
(1.75, 0.19, 3353, (0.0, 0.0), 5, 47.6)
(5.45, 44.0, 3353, (85.1, 14.7), 12, 35.0)
(3.26, 2.4, 3353, (89.6, 4.8), 10, 25.0)
(2.45, 6.91, 3353, (84.3, 6.6), 9, 14.3)
(3.09, 17.74, 3353, (75.8, 0.1), 17, 15.8)
(1.97, 69.93, 3353, (84.3, 7.8), 16, 26.9)
(0.65, 10.97, 3353, (90.5, 8.5), 7, 50.0)
(3.54, 29.02, 3353, (84.1, 13.5), 13, 33.3)
(1.9, 1.97, 3353, (87.9, 3.4), 7, 28.9)
(1.23, 1.29, 3353, (0.0, 0.0), 7, 25.5)
(5.13, 2.37, 3353, (91.6, 6.2), 1, 31.4)
(3.62, 0.21, 3353, (81.6, -1.9), 12, 40.8)
(0.9, 70.3, 3353, (97.7, 20.9), 3, 50.0)
(3.34, 1.62, 3353, (96.1, 9.9), 0, 9.5)
(2.69, 0.16, 3353, (0.0, 0.0), 8, 47.9)
(5.05, 5.32, 3353, (98.5, 1.7), 0, 27.5)
(4.68, 22.69, 3353, (93.5, 43.5), 3, 17.4)
(2.48, 3.81, 3353, (88.1, 5.1), 1, 17.8)
(3.29, 1.01, 3353, (0.0, 0.0), 6, 43.4)
(2.99, 7.25, 3353, (93.5, 12.0), 0, 5.3)
(2.24, 7.55, 3353, (99.2, -0.1), 0, 20.7)
(3.73, 0.2, 3353, (0.0, 0.0), 2, 50.7)
(1.44, 0.13, 3353, (0.0, 0.0), 9, 51.4)
(2.08, 4.53, 3353, (91.6, 4.2), 2, 18.2)
(0.75, 32.6, 3353, (98.8, 56.7), 0, 42.9)
(2.33, 7.64, 3353, (92.1, 4.8), 6, 22.5)
(3.11, 36.82, 3353, (79.4, -16.5), 14, 13.6)
(1.22, 2.68, 3353, (0.0, 0.0), 2, 28.8)
(3.27, 31.4, 3353, (72.8, -24.2), 14, 10.7)
(4.06, 0.17, 3353, (0.0, 0.0), 2, 39.4)
(2.72, 0.58, 3353, (0.0, 0.0), 4, 33.3)
(3.41, 17.06, 3353, (75.2, -20.2), 5, 15.6)
(1.65, 9.57, 3353, (95.7, 11.9), 8, 15.8)
(2.1, 8.01, 3353, (97.2, 12.1), 9, 31.1)

(1.56, 2.41, 3353, (0.0, 0.0), 0, 50.0)
(2.63, 6.15, 3353, (90.4, 11.3), 0, 12.1)
(1.55, 12.69, 3353, (86.8, 7.0), 5, 26.5)
(3.95, 6.76, 3353, (90.6, 16.0), 6, 8.3)
(9.46, 64.63, 3353, (95.2, 38.2), 13, 0.0)
(2.79, 64.91, 3353, (89.6, 9.5), 2, 17.9)
(3.67, 2.7, 3353, (77.4, 8.1), 11, 31.6)
(2.73, 33.5, 3353, (73.1, 9.5), 16, 23.1)
(1.96, 7.9, 3353, (0.0, 0.0), 3, 25.5)
(5.11, 9.63, 3353, (97.3, 4.3), 3, 14.8)
(2.87, 3.26, 3353, (88.7, 7.6), 0, 13.5)
(7.34, 14.18, 3353, (98.4, 4.8), 3, 26.9)
(4.58, 17.59, 3353, (98.3, 2.2), 7, 38.2)

DANIEL NARODITSKY

Partijdata
(3.3, 13.01, 3126, (90.4, 11.3), 0, 35.3)
(3.15, 3.16, 3126, (90.1, 4.5), 2, 30.3)
(0.77, 2.69, 3126, (0.0, 0.0), 13, 52.4)
(1.91, 41.15, 3126, (93.9, 4.4), 2, 39.3)
(1.76, 42.0, 3126, (75.5, -11.2), 23, 33.3)
(2.86, 46.51, 3126, (87.6, 7.3), 5, 34.5)
(1.04, 0.04, 3126, (0.0, 0.0), 2, 62.3)
(1.58, 34.63, 3126, (87.1, -3.6), 6, 46.4)
(3.31, 5.97, 3126, (89.1, 2.5), 3, 37.2)
(2.74, 20.53, 3126, (86.6, 3.1), 5, 44.1)
(2.8, 12.16, 3126, (0.0, 0.0), 0, 35.7)
(2.77, 11.13, 3126, (83.6, 7.4), 5, 31.4)
(6.22, 0.09, 3126, (0.0, 0.0), 7, 64.1)
(1.57, 35.19, 3126, (96.7, 12.6), 0, 25.0)
(1.95, 0.16, 3126, (0.0, 0.0), 5, 62.9)
(0.88, 117.96, 3126, (83.0, 7.6), 12, 25.0)
(2.2, 0.95, 3126, (90.7, -0.8), 7, 41.3)
(0.6, 7.45, 3126, (87.0, 9.9), 5, 35.3)
(2.56, 4.55, 3126, (93.3, 6.2), 0, 16.2)
(3.44, 1.62, 3126, (77.1, 6.2), 8, 29.2)
(8.62, 0.73, 3126, (74.3, 2.7), 13, 22.2)
(1.18, 0.9, 3126, (85.2, 5.0), 5, 39.6)
(6.1, 8.13, 3126, (82.0, 3.7), 4, 26.3)
(2.91, 24.72, 3126, (87.9, 12.9), 0, 30.8)
(1.68, 35.31, 3126, (90.9, -0.9), 0, 33.3)

LUCAS DE CLERCK

Partijdata
(5.9, 16.86, 2339, (94.2, 17.6), 4, 0.0)
(6.9, 7.98, 2339, (80.9, 17.3), 20, 0.0)
(7.0, 14.81, 2339, (96.8, 14.1), 4, 4.3)
(7.1, 5.24, 2339, (88.6, -0.6), 3, 19.4)
(6.3, 12.54, 2339, (98.5, 15.3), 3, 3.6)
(5.9, 8.27, 2339, (95.9, 21.8), 0, 4.0)
(4.6, 1.1, 2339, (0.0, 0.0), 0, 0.0)
(4.0, 3.54, 2339, (96.7, 12.1), 0, 4.0)

(4.7, 8.97, 2339, (0.0, 0.0), 0, 16.7)

(5.7, 2.12, 2339, (87.1, 12.7), 5, 31.8)
