



AANBESTEDEN EN RELATIEVE BEOORDELING: EEN GOED HUWELIJK?

Een theoretische en empirische studie van veelgebruikte relatieve scoringsmethodes voor gunningscriteria voor supplier selection

Bachelorthesis Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente
Begeleider: Prof. Dr. Jan Telgen
Tweede begeleider: Dr. Ir. Fredo Schotanus

Auteur: Gijsbert van den Engh
S1177664

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie waarmee ik mijn bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde afrond. Gedurende drie maanden ben ik bezig geweest met een dataverzameling en data-analyse, om zo te kunnen achterhalen welke pijnpunten er optreden bij de beoordeling in het aanbestedingsproces. Hiervoor is data afkomstig van inkoopadviesbureau PSI, bedrijf Y, de bachelorthesis van Wouter Merckel uit 2015 en bedrijf X. Bij laatstgenoemde moest de dataverzameling nog plaatsvinden.

De data-analyse heb ik mogen uitvoeren met de hulp van inkoopadviesbureau PSI. Hier heb ik een werkplek gekregen zodat ik altijd de mogelijkheid had om vragen te stellen over het aanbestedingsproces. De introductiepresentatie van Herwin van Schot en Lennard Zuiderwijk zorgden voor een perfecte start in mijn missie om zo veel mogelijk kennis over aanbestedingen te vergaren. Door Jesse van de Weerd is deze start doorgezet doordat ik een aantal voorbeelden van gunnen op waarde en een marktconsultatie heb mogen inzien. In het bijzonder wil ik Rachel Heeringa en Edith Weersink bedanken die mij erg vriendelijk hebben opgevangen binnen het bedrijf en nogmaals Rachel voor haar kritische blik op mijn verslaglegging.

Ik heb ook feedback ontvangen van mijn meelezer Fredo Schotanus. Fredo heeft in een vroeg stadium aangegeven welke weg Yoran en ik moesten inslaan bij de dataverzameling en heeft ook inzichten gegeven voor mijn onderzoeksmethodologie. Dit heeft me ook in een later stadium geholpen, hartelijk dank hiervoor.

Ten slotte wil ik uiteraard mijn begeleider Jan Telgen bedanken. Jan is een expert in inkoop in de publieke sector en heeft me in korte tijd enorm veel geleerd. Hij heeft vervolgens gezien hoe ik twijfelde over het doel van mijn onderzoek; en achteraf zie ik in dat het niet verstandig was om grootheidswaanzin te tonen bij het verzinnen van een mogelijke oplossing voor het beschreven probleem. Door Jan heb ik snel kunnen bijsturen en heb ik meer focus gelegd op de resultaten van mijn data-analyse. Daarnaast heb ik een prachtig college over juridische en inkoop-technische aspecten van gunningsmethodieken mogen bijwonen.

Gijsbert van den Engh
Enschede, 13 juli 2017

Samenvatting

Aanleiding

Het is voor de Nederlandse publieke sector verplicht om Europese aanbestedingen te gunnen door gebruik te maken van de economisch meest voordeligste inschrijving (EMVI). Hierbij scoort men de inschrijvers op de beste prijs/kwaliteitsverhouding. De aanbesteder kan ook gebruik maken van de laagste prijs of de laagste levenscycluskosten, mits correct gemotiveerd. Wanneer de aanbesteder gebruik maakt van de EMVI methode, kan hij ervoor kiezen om prijs- en kwaliteit afzonderlijk te scoren. Prijs- en kwaliteit krijgen een wegingsfactor toegewezen. De gewogen scores voor prijs en kwaliteit bepalen vervolgens de totaalscore.

Voor de prijsbeoordeling wordt vaak een relatieve scoringsmethode gebruikt. Hier wordt de score voor een inschrijver beoordeeld aan de hand van de laagste prijs geboden door hemzelf, of een alternatieve inschrijver. Vanuit de wetenschap is meermaals het advies gegeven om geen gebruik te maken van relatieve scoringsmethodes. Mede vanwege het optreden van rank reversal. Dit is een fenomeen dat optreedt wanneer de inschrijver met de laagste prijs zich terugtrekt na het scoringsproces. Relatieve scoringsmethodiek wordt echter nog veelvuldig toegepast, omdat er in de praktijk een gebrek aan inzicht is in de frequentie waarmee rank reversal kan optreden is bij gebruik van relatieve beoordelingsmethodiek.

Doel

Het doel van dit onderzoek is om middels een theoretische en empirische studie aan te tonen wat de werkelijke bezwaren zijn van relatieve beoordelingsmethodiek. Hiervoor zijn gegevens van historische aanbestedingen verzameld en geanalyseerd. De volgende hoofdvraag dient beantwoord te worden: Onder welke voorwaarden/kenmerken heeft een beslissing van een derde partij gevolgen voor de winnaar van een aanbesteding binnen de verzamelde aanbestedingen waarbij relatief beoordeeld is?

Methode

Er is begonnen met een dataverzameling. Per datapunt is bepaald wat de kenmerken zijn van de soort opdracht, de scoringsmethodiek, de inschrijvers en het resultaat. Aanbestedingen waarbij er op meerdere (sub)criteria relatief beoordeeld wordt, zijn uitgesloten van analyse. Om aan te tonen wat de invloed is geweest van de relatieve scoringsmethodiek op de uitkomst van gunning zijn de volgende vragen gesteld:

1. Is het mogelijk om een nieuwe winnaar aan te wijzen door het toevoegen van een fictieve inschrijver met een nieuwe laagste prijs die de aanbesteding niet gegund krijgt?
2. Is het mogelijk een nieuwe winnaar aan te wijzen door het verwijderen van een inschrijver aan wie de aanbesteding in eerste instantie niet is gegund?
3. Kan het voorkomen dat de nummer twee de aanbesteding niet gegund krijgt als de winnaar zich terugtrekt en er opnieuw beoordeeld wordt?

Vervolgens is gekeken of de volgende factoren van invloed zijn bij het resultaat van bovenstaande vragen:

- Scoringsmethode
- Gewicht van prijs
- Aanwezigheid van een minimale kwaliteitseis
- Het verschil tussen de laagste en een-na-laagste prijs geboden
- Het aantal inschrijvingen

Ten slotte zijn opmerkelijke resultaten ten gevolge van de scoringsmethodiek geïdentificeerd en uiteengezet in een theoretische studie.

Resultaat

Er is een analyse uitgevoerd op basis van 214 aanbestedingen waarbij één criterium relatief gescoord is. Hierbij zijn drie verschillende formules geïdentificeerd, namelijk de standaard-, lineaire- en staffel relatieve scoringsmethode. Deze zijn vervolgens uiteengezet om voorwaarden en kenmerken te bepalen waarbij een rank reversal veroorzaakt wordt. De standaard relatieve scoringsmethode is het meest gebruikt. Bij deze methode wordt de prijsscore van een inschrijver berekend door het maximaal aantal te behalen punten te vermenigvuldigen met de laagste prijs en te delen door geboden prijs van de inschrijver.

Het resultaat is dat bij 29 aanbestedingen is aangetoond dat de winnaar bepaald kan worden door invloed van een non-competitieve inschrijver. Dit gebeurt het meest wanneer er gebruik is gemaakt van de standaard relatieve scoringsmethode. Uit de data blijkt dat deze nieuwe laagste prijs niet veel lager hoeft te liggen dan de oorspronkelijke laagste prijs. Bij 8 van deze gevallen hoeft de prijs niet meer dan 25% te dalen. Verder komt het bij 1 van de 86 mogelijke aanbestedingen voor dat niet de oorspronkelijke nummer 2 wint, wanneer de winnaar die de laagste prijs heeft geboden zich terugtrekt.

Naarmate het aantal inschrijvers toeneemt, neemt de kans op een nieuwe winnaar door het toevoegen van een non-competitieve inschrijver toe. Deze kans is enkel aanwezig als het gewicht van prijs tussen 10% en 60% ligt. Een kwaliteitsminimum verkleint de kans op een nieuwe winnaar, maar dient op een juiste manier toegepast te worden.

Een eerste conclusie is dat het mogelijk is om een strategische inschrijving te plaatsen om op die manier de kans op gunning voor een ander te vergroten. De invloed van de onderzochte factoren laat zien dat het erg moeilijk is om de kans op rank reversal uit te sluiten. Uit de historische data blijkt echter dat de kans op problematiek, ten gevolge van terugtrekking, voor de aanbesteders zeer klein is.

Toch wordt in deze scriptie duidelijk dat het scoreverloop of scoreverschil bij de gehanteerde prijsscoringsmethodes weinig logica kent. Bij de standaard-, lineaire- en staffel relatieve scoringsmethode worden de vooraf bedachte wegingsfactoren beïnvloed door een inschrijver met de laagste prijs. Hierdoor is het duidelijk dat een aanbesteder geen grip heeft op de scoring van inschrijvers op het moment dat men gebruik maakt van relatieve scoringsmethodes. Men gaat in bepaalde mate een loting aan, waarbij de uitslag mogelijk beïnvloed kan worden door een non-competitieve inschrijver. Verder kan het scoreverloop van de onderzochte relatieve scoringsmethodes niet onderbouwt worden met logische beweegredenen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting	2
Hoofdstuk 1: Achtergrond	6
Hoofdstuk 2: Onderzoeksvragen	8
Hoofdstuk 3: Onderzoeksmethodologie	9
Hoofdstuk 4: Overzicht gebruikte relatieve scoringsmethodes	11
4.1 Standaard relatieve scoringsmethode	11
4.2 Lineair relatieve scoringsmethode.....	13
4.3 Staffel relatieve scoringsmethode	14
Hoofdstuk 5: Voorwaarden voor een nieuwe winnaar.....	17
5.1 Toevoeging van inschrijver T bij de standaard relatieve scoringsmethode.....	17
5.2 Toevoeging van inschrijver T bij de lineaire relatieve scoringsmethode.....	18
5.3 Toevoeging van inschrijver T bij de staffel relatieve scoringsmethode.....	21
5.4 Het verwijderen van een non-competitieve bieding	21
5.5 Een nieuwe nummer 2 na het verwijderen van de winnaar.....	21
Hoofdstuk 6: Data-analyse.....	22
6.1 Onderzochte data	22
6.2 Analyse nieuwe winnaars na het toevoegen van een nieuwe inschrijver	22
6.2.1 Scoringsmethode	23
6.2.2 Gewicht van prijs.....	23
6.2.3 Aanwezigheid $Q_{\min}$	24
6.2.4 Het verschil tussen de laagste en een-na-laagste prijs.....	25
6.2.5 Aantal inschrijvingen.....	25
6.3 Analyse nieuwe winnaars na het verwijderen van een inschrijver.....	26
6.3.1 Een non-competitieve inschrijver	26
6.3.2 Een nieuwe nummer 2 na het verwijderen van de winnaar	26
Hoofdstuk 7: Wiskundige bijzonderheden en gevolgen	27
7.1 De standaard relatieve scoringsmethode.....	27
7.2 Een minimale kwaliteitseis.....	28
7.2.1 Theoretisch gevolg	28
7.2.2 Gevolg in de praktijk	29
Hoofdstuk 8: Conclusies.....	30

Referenties.....	31
Appendix A: Symbolenlijst	32
Appendix B: Uitwerking formules hoofdstuk 5.....	33
Appendix C: Resultaten hoofdstuk 6 & 7	35

Hoofdstuk 1: Achtergrond

Op grond van artikel 2.114 uit de Aanbestedingswet 2012 (2012) zijn aanbestedende diensten (hierna ook: aanbesteder) verplicht om Europese aanbestedingen te gunnen op basis van de economisch meest voordeligste inschrijving. Alleen in te motiveren gevallen mag gebruik gemaakt worden van de laagste prijs of de laagste levenscycluskosten. Bij de economische meest voordelige inschrijving (hierna: EMVI) wordt bepaald welke inschrijver de beste prijs/kwaliteit verhouding heeft. De aanbesteder moet bepalen welke methodiek gebruikt wordt om een score toe te kennen aan de prijs en kwaliteit van een inschrijver. In de praktijk komt het veelal voor dat er gebruik wordt gemaakt van relatieve scoringsmethodes om een score te berekenen voor prijs en/of kwaliteit.

Chen (2005) en Chen (2008) beschrijven de zogenaamde rangordeparadox (ook wel rank reversal genoemd) bij het scoren van inschrijvers. Chen beschrijft verschillende casussen waar een verschil in rang ontstaat tussen inschrijvers wanneer er, om welke reden dan ook, een bieding verwijderd wordt. De oorzaak van deze rangordeparadox is het toepassen van relatieve scoringsmethodes. De meest gebruikte is de volgende:

$$S_i = \frac{L}{P_i} * w_P \quad (1)$$

In formule 1 is S_i de prijsscore voor aanbieder i , P_i de geboden prijs door aanbieder i , L de laagste geboden (beste) prijs van alle inschrijvers en w_P de wegingsfactor voor het prijscriterium.

Om aan te tonen dat rank reversal kan plaatsvinden, zal de volgende situatie geanalyseerd worden waarbij er drie inschrijvers een bieding doen. Prijs en kwaliteit worden even zwaar gewogen.

Inschrijver	Prijs (score)	Kwaliteit	Totaal
A	\$1000 (7.5)	8.5	16
B	\$750 (10)	6.5	16.5
N.A.			

Tabel 1: Situatie 1

Inschrijver	Prijs (score)	Kwaliteit	Totaal
A	\$1000 (5)	8.5	13.5
B	\$750 (6.67)	6.5	13.17
C	<u>\$500</u> (10)	3	13

Tabel 2: Situatie 2

In de tabellen 1 en 2 is te zien dat in situatie 1 de aanbesteding aan inschrijver B gegund zal worden. Echter wordt er in situatie 2 een inschrijver toegevoegd die ervoor zorgt dat er een nieuwe laagste prijs is. De laagste prijs is nu \$500 in plaats van de \$750 in situatie 1. Hierdoor wordt het verschil in prijsscore tussen inschrijvers A en B kleiner, waardoor nu inschrijver A de aanbesteding gegund krijgt. Hetzelfde zou kunnen plaatsvinden wanneer tabel 2 een initiële situatie beschrijft, waarbij inschrijver C zich op het laatste moment terugtrekt. Waar eerst inschrijver A de aanbesteding gegund zou krijgen, krijgt nu inschrijver B de aanbesteding gegund.

Een inschrijver die een non-competitieve bieding doet heeft hierdoor invloed op de winnaar van de aanbesteding. Om deze reden raden Chen (2005) en later Telgen (2007) aan om geen gebruik te maken van relatieve scoringsmethodes. Anno 2017 wordt er nog steeds veel gebruik gemaakt van relatieve scoringsmethodes, vooral voor het berekenen van de prijsscore. Dit is te verklaren door de voordelen die relatieve scoringsmethodes kennen. Zo hoeft de aanbesteder geen marktonderzoek te doen om te analyseren welke prijzen verwacht kunnen worden.

Het is geen gegeven dat rank reversal zal voorkomen wanneer men gebruik maakt van relatieve scoringsmethodes. Het voorkomen van rank reversal is afhankelijk van de biedingen die binnenkomen. Buiten de mogelijke problematiek van rank reversal heeft Hoogeveen (2014) bij overheidsopdrachten tussen 2010 en 2014 geconcludeerd dat het gebruik van relatieve scores gevoeliger is voor vragen of klachten bij de Commissie van Aanbestedingsexperts of uiteindelijk een rechtszaak. Dit kan leiden tot veel werk en hectiek voor de aanbesteder wat niet wenselijk is.

Telgen & Timmer (2016) geven voor formule 1 een aantal voorwaarden die bepalen of er wel of geen rank reversal heeft kunnen plaatsvinden wanneer de kwaliteitsscore en absolute prijs van alle inschrijvers bekend is. Het gaat hierbij om het optreden van rank reversal wanneer er een nieuwe bieding aan een bestaande set biedingen wordt toegevoegd. Hierdoor wordt het inzichtelijk wanneer een bepaalde set inschrijvers meerdere mogelijke winnaars kent. Voltooide aanbestedingen zijn echter nog niet in groten getale getoetst op deze voorwaarden. Merckel (2015) heeft een dataset van 19 aanbestedingen geanalyseerd. Dit is een laag aantal waarbij het tevens aanbestedingen betrof met een klein aantal inschrijvers.

Omdat er nog onvoldoende grootschalig onderzoek is uitgevoerd bestaat er een aanzienlijke kans dat relatieve scoringsmethodes nog lange tijd gebruikt zullen worden vanwege de gemakken die het kent. Het kernprobleem kan als volgt beschreven worden: er is in de praktijk een gebrek aan inzicht in de frequentie waarmee rank reversal kan optreden bij gebruik van relatieve beoordelingsmethodiek.

Hoofdstuk 2: Onderzoeksvragen

Om het kernprobleem op te lossen zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld.

Hoofdvraag:

Onder welke voorwaarden/kenmerken heeft een beslissing van een derde partij gevolgen voor de winnaar van een aanbesteding binnen de verzamelde aanbestedingen waar minimaal één criterium relatief beoordeeld is?

Deelvragen:

- 1) Algemeen:
 - a) Welke vormen van relatief beoordelen worden toegepast bij het uitvoeren van de aanbestedingen in de dataset?
 - b) Hoe kan er een nieuwe winnaar aangewezen worden bij deze vormen van relatieve beoordeling?
- 2) Data-analyse:
 - a) Bij hoeveel procent van de datapunten is het mogelijk om een bieding te genereren die als gevolg heeft dat er een nieuwe winnaar zal zijn?
 - b) Bij hoeveel procent van de datapunten is het mogelijk om een bieding te verwijderen met als gevolg dat er een nieuwe winnaar zal zijn?
 - c) Bij hoeveel procent van de datapunten kan het voorkomen dat de nummer twee niet de aanbesteding gegund zal krijgen als de winnaar zich terugtrekt en er opnieuw beoordeeld wordt?
 - d) Welke voorwaarden/kenmerken zorgen voor de bepaalde fenomenen uit deelvragen 2a, 2b en 2c.
 - e) Zijn er andere bijzonderheden te detecteren bij de gehanteerde scoringsmethodiek?
- 3) Conclusie:
 - a) Welke conclusies moet een aanbestedende dienst trekken uit resultaten van deelvragen 2a, 2b, 2c, 2d en 2e?

Hoofdstuk 3: Onderzoeksmethodologie

Het onderzoek bestaat uit een kwantitatieve data-analyse met een kwalitatieve onderbouwing. Om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de mogelijke pijnpunten bij aanbestedingen is een grote hoeveelheid data nodig om eventuele trends te identificeren. Deze data wordt verzameld bij vier verschillende instanties. Het doel is om een groot aantal aanbestedingen te verzamelen die relatief beoordeeld zijn. De volgende aanbestedingen worden uitgesloten:

Aanbestedingen waarbij er op meerdere (sub)criteria relatief beoordeeld wordt.

Dit is vanwege de intensieve verzameling en analyse die hiervoor nodig is. Er moeten in zulke gevallen meerdere prijzen met verschillende gewichten per (sub)criteria worden verzameld. Verder onderzoek, wat later wordt beschreven, is vervolgens afhankelijk van vele combinaties van verschillende toevoegingen of verwijderingen van inschrijvers.

Tijdens de verzameling van data wordt een lijst opgesteld van gebruikte scoringsmethodes zodat een antwoord gegeven wordt op deelvraag 1a. Vervolgens wordt wiskundig bepaald hoe een nieuwe winnaar aangewezen kan worden bij elke aanwezige vorm van relatieve beoordeling.

Om tot een antwoord te komen op deelvragen 2a, 2b en 2c wordt per aanbesteding de volgende vraag gesteld:

1. Is het mogelijk om een nieuwe winnaar aan te wijzen door het toevoegen van een fictieve inschrijver met een nieuwe laagste prijs die de aanbesteding niet gegund krijgt?
2. Is het mogelijk een nieuwe winnaar aan te wijzen door het verwijderen van een inschrijver aan wie de aanbesteding in eerste instantie niet is gegund?
3. Kan het voorkomen dat de nummer twee de aanbesteding niet gegund krijgt als de winnaar zich terugtrekt en er opnieuw beoordeeld wordt?

Vragen 1 en 2 laten zien wat de invloed is van een non-competitieve inschrijver. Vraag 3 geeft invulling aan een scenario dat in de praktijk als eerste voelbaar is voor de inschrijvers en aanbesteders. Om de toetsing foutloos doch spoedig te laten verlopen, worden per scoringsmethode voorwaarden bepaald waaronder een nieuwe winnaar aangewezen kan worden. Voor vraag 1 moet dit de hoogst mogelijke prijs opleveren voor de toegevoegde inschrijver die zal zorgen voor een nieuwe winnaar. Vragen 2 en 3 worden getoetst door een inschrijver te verwijderen en de situatie vooraf en de situatie achteraf te vergelijken.

Na deze kwalitatieve bepaling per scoringsmethode worden macro's geprogrammeerd in Microsoft Excel die een overzichtelijke weergave geven van de fenomenen die optreden. Direct hierna wordt een antwoord gezocht op deelvraag 2d. Hiervoor wordt gekeken of de volgende factoren van invloed zijn op het wel of niet kunnen aanwijzen van een nieuwe winnaar:

- Scoringsmethode
- Gewicht van prijs
- Aanwezigheid van een minimale kwaliteitseis
- Het verschil tussen de laagste en een-na-laagste prijs geboden
- Het aantal inschrijvingen

Vóór de dataverzameling bestond het plan om de onderstaande factoren ook te onderzoeken. Er is alleen onvoldoende of juist te veel variatie in de data gevonden om deze factoren te laten meewegen. Het gaat om:

- Soort aanbesteding: werk, dienst of levering (Onvoldoende variatie: voornamelijk diensten)
- CPV code: Deze code geeft de categorie waar de aanbestedingsopdracht mee te identificeren is. Hierin is te veel variatie aanwezig.

Na de analyse van de onderzochte factoren is de kwantitatieve studie voltooid. De verwachting is dat er nog meerdere wiskundige bijzonderheden aangetroffen zullen worden (deelvraag 2e). Deze worden zodanig uiteengezet dat ook aanbesteders zonder wiskundige achtergrond het kunnen volgen.

De kwantitatieve en kwalitatieve analyse moeten gezamenlijk een conclusie geven over de kenmerken en gevolgen van het gebruik van de aangetroffen relatieve scoringsmethodes om zo aan te tonen of er sprake is van een praktisch probleem.

Hoofdstuk 4: Overzicht gebruikte relatieve scoringsmethodes

Deze inleiding geeft een overzicht van de aangetroffen relatieve scoringsmethodes Deze zijn te vinden in tabel 1. De volgende symbolen zijn gebruikt:

S_i	Score prijs voor inschrijver i
L	Laagste prijs
w_P	Maximaal te behalen score voor prijs
P_i	Geboden prijs door inschrijver i

Relatieve scoringsmethode	Formule
Standaard	$S_i = \frac{L}{P_i} \times w_P$
Lineair (x)*	$S_i = w_P - w_P \frac{P_i - L}{(x-1)L}$ met $x > 1$ en $S_i \geq 0$
Staffel (y,z)	$L = \text{Max}; \text{Elke } y\% \text{ boven } L \text{ geeft } z \text{ minpunten}$

Tabel 3: Formules van scoringsmethodes

*Factor x zorgt dat prijs P_i een score van nul krijgt wanneer deze prijs gelijk is aan $P_i = x * L$

In dit hoofdstuk wordt in secties 4.1, 4.2 en 4.3 respectievelijk het scoringsverloop van de standaard-, lineaire- en staffel relatieve scoringsmethode beschreven aan de hand van voorbeelden uit de verzamelde data.

4.1 Standaard relatieve scoringsmethode

De formule voor de standaard relatieve scoringsmethode luidt:

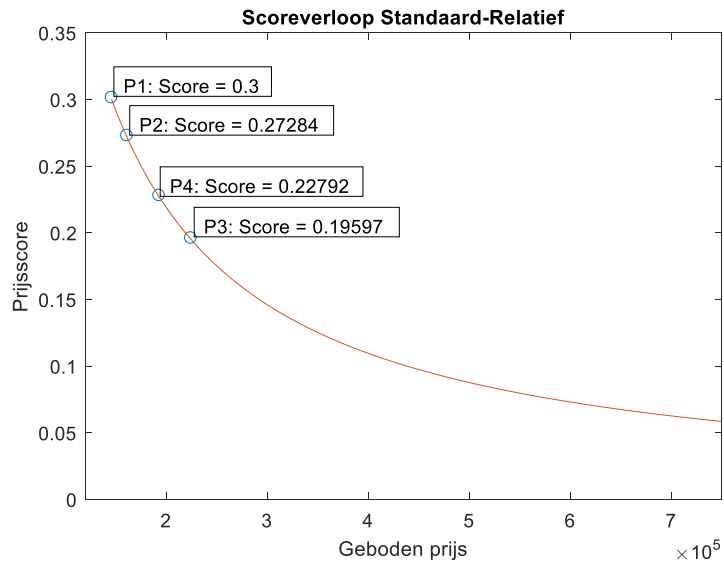
$$S_i = \frac{L}{P_i} * w_P \quad (1)$$

Om het scoreverloop grafisch weer te geven wordt het volgende voorbeeld genomen uit de verzamelde data, waarbij Q_i de kwaliteitsscore geeft voor inschrijver i :

w_P	w_Q	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	P_4	Q_4
0.30	0.70	<u>146,050</u>	0.60262	161,290	0.62882	224,560	0.41921	193,080	0.22792

Tabel 4: Voorbeeld 1 van aanbesteding; standaard relatief

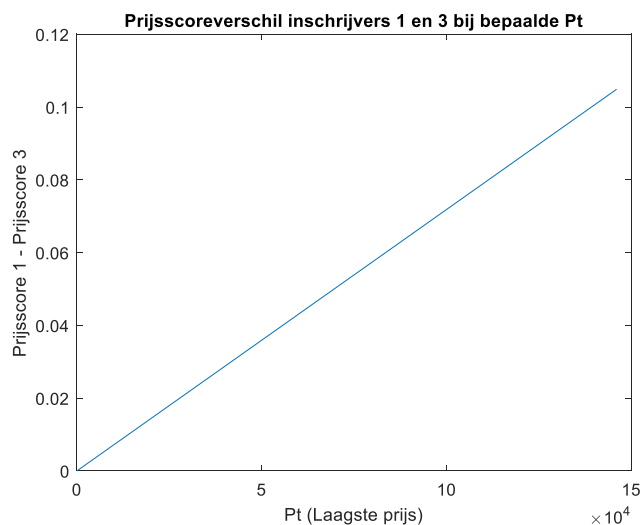
Het is belangrijk om in tabel 4 duidelijk onderscheid te maken tussen de absolute prijs (P) en de kwaliteitsscore (Q) die te allen tijde zal liggen tussen 0 en w_Q . In tabel 4 is de laagste prijs onderstreept, zodat de prijsscores berekend kunnen worden en grafisch worden weergegeven in de volgende figuur:



Figuur 1: Scoreverloop standaard relatieve scoringsmethode (prijzen uit voorbeeld 1)

Uit formule 1 en figuur 1 is af te leiden dat het scoreverloop via een kromme verloopt. Deze asymptotische kromme begint met een richtingscoëfficiënt van $-w_p \cdot L$ en beweegt zich langzaam richting 0. Verder valt op dat de helft van de punten pas bereikt wordt als de geboden prijs twee maal zo hoog is als de laagste prijs. Dit is terug te zien in de prijsscores voor inschrijvers 1 t/m 4 die binnen een relatief klein interval vallen. Zoals in de achtergrond (hoofdstuk 1) is besproken, zullen de verschillen in prijsscores tussen inschrijvers 1 t/m 4 veranderen wanneer er een nieuwe laagste prijs gegeven wordt.

De oorzaak is de variërende richtingscoëfficiënt die afhankelijk is van de laagste prijs. Een gevolg is dat een nieuwe winnaar aangewezen kan worden bij het veranderen van de laagste prijs. Deze uitspraak wordt ondersteund door figuur 2, waarin het prijsscoreverschil tussen inschrijvers 1 en 3 is bepaald bij een nieuwe laagste prijs.



Figuur 2: Prijsscoreverschil inschrijvers 1 en 3 bij bepaalde P_T ; voorbeeld 1

4.2 Lineair relatieve scoringsmethode

Bij de lineair relatieve scoringsmethode wordt de volgende formule gebruikt voor de bepaling van de prijsscore:

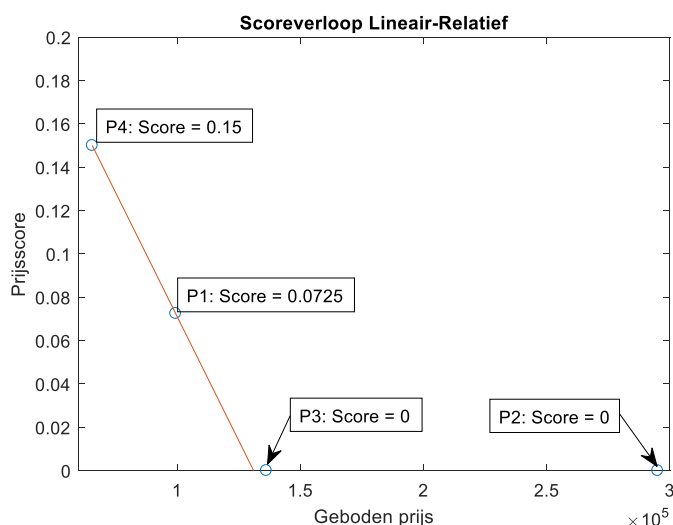
$$S_i = w_P - w_P \frac{P_i - L}{(x-1)L} \text{ met } x > 1 \text{ en } S_i \geq 0 \quad (2)$$

Bij deze formule bepaalt factor x hoeveel een geboden prijs hoger mag zijn dan de laagste prijs voordat de score voor een geboden prijs 0 zal zijn. Om het scoreverloop grafisch weer te geven wordt in tabel 5 het volgende voorbeeld gegeven uit de verzamelde data:

w_P	w_Q	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	P_4	Q_4
0.15	0.85	99345	0.65533	295000	0.49433	136150	0.611	<u>65500</u>	0.541

Tabel 5: Voorbeeld 2 van aanbesteding; lineair relatief

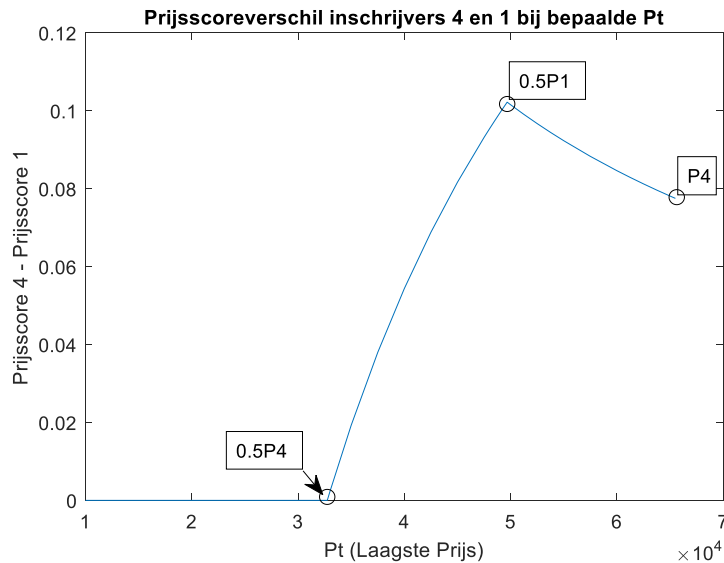
Ook hier is het belangrijk om in tabel 5 duidelijk onderscheid te maken tussen de absolute prijs (P) en de kwaliteitsscore (Q) die zal liggen tussen 0 en w_Q . Bij deze aanbesteding zal een bieding van twee maal de laagste prijs resulteren in nul punten. Factor x staat dus gelijk aan 2. In tabel 5 is de laagste prijs wederom onderstreept, zodat de prijsscores grafisch kunnen worden weergegeven in de volgende figuur:



Figuur 3: Scoreverloop lineair relatieve scoringsmethode (prijzen uit voorbeeld 2). $x=2$

Uit formule 2 en figuur 3 is af te leiden dat het scoreverloop lineair verloopt met een negatieve richtingscoëfficiënt van $-w_P/(x*L-L)$ die constant blijft totdat een prijsscore van 0 is bereikt bij een prijs van $x*L$. Hierdoor is er geen verschil in prijsscore bij geboden prijzen hoger dan $x*L$. Aangezien de richtingscoëfficiënt afhankelijk is van de laagste prijs is het mogelijk om het prijsscoreverschil tussen inschrijvers 1 en 4 groter te maken door een nieuwe (en lagere) laagste prijs te kiezen. De richtingscoëfficiënt neemt namelijk toe in absolute zin op het moment dat L kleiner wordt.

Uit de vorige alinea blijkt dat het prijsscoreverschil tussen inschrijvers 1 en 4 groter gemaakt kan worden door het toevoegen van een inschrijver (T), die ervoor zorgt dat zijn geboden prijs (P_T) de nieuwe laagste prijs is. Dit prijsscoreverschil kan ook kleiner gemaakt worden, namelijk op het moment dat de nieuwe laagste prijs er voor zorgt dat de geboden prijs van inschrijver 1 voldoende groter is dan $x*P_T$. Op dat moment scoort inschrijver 1 een prijsscore van 0 en zal de prijsscore van inschrijver 4 richting nul dalen, totdat ook inschrijver 4 buiten het domein $[L, x*L]$ valt en een prijsscore van 0 zal behalen. In figuur 4 is dit opmerkelijke verband te zien bij het prijsscoreverschil ($S_4 - S_1$) en een nieuwe laagste prijs: P_T .



Figuur 4: Prijscoreverschil inschrijvers 4 en 1 bij bepaalde P_T ; voorbeeld 2

In figuur 4 is te zien dat een nieuwe winnaar door aanpassing van de laagste prijs een inschrijver kan zijn die een hogere ofwel lagere prijs heeft geboden. De verspringen in de grafiek treden op wanneer inschrijver 1 een prijscore van nul behaald ($0.5P_1$) en als inschrijver 4 ook een prijscore van nul behaald ($0.5P_4$).

Mocht men niet willen dat een grafiek voor het prijscoreverschil tussen twee inschrijvers dergelijke frappante vormen aanneemt, moet men negatieve prijscores toestaan. Het prijscoreverschil zal dan niet teniet gedaan kunnen worden.

4.3 Staffel relatieve scoringsmethode

Bij de staffel relatieve scoringsmethode wordt de volgende formule gebruikt voor de bepaling van de prijscore:

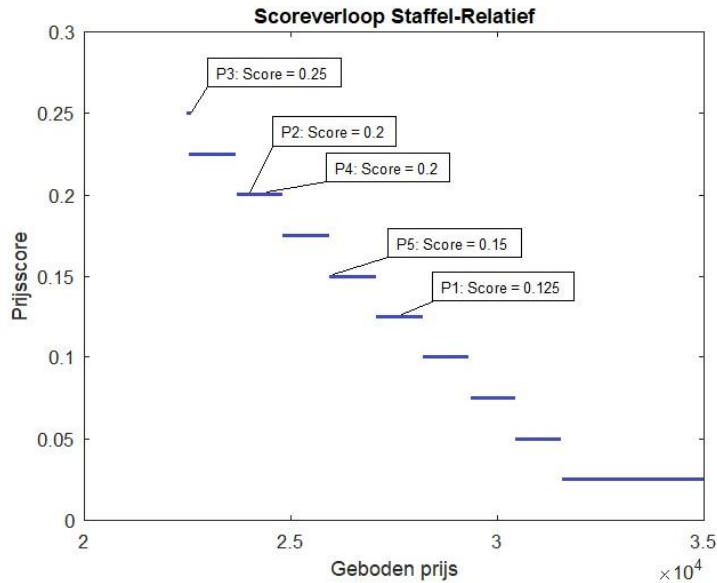
$$L = \text{Max}; \text{Elke } y\% \text{ boven } L \text{ geeft } z \text{ minpunten} \quad (3)$$

Bij deze formule horen een aantal intervallen van prijs waarbij een aantal punten toegekend worden. Per geanalyseerde aanbesteding verschillen deze waarden voor y en z . Voor een bepaalde aanbesteding luiden de wegingsfactoren en inschrijvers als volgt:

w_P	w_Q	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	P_4	Q_4	P_5	Q_5
0.25	0.75	27757	0.5213	23898	0.5325	<u>22555</u>	0.645	24799	0.4725	26053	0.6

Tabel 6: Voorbeeld 3 van aanbesteding; staffel

Bij deze aanbesteding bepaalt de scoringsmethodiek dat de laagste prijs het maximaal aantal punten krijgt. Vervolgens zorgt elke 5% prijsverhoging ten opzichte van de laagste prijs voor 0.025 punten aftrek. Dit gebeurt totdat een laagste score van 0.025 punten is bereikt, die vervolgens aan ieder wordt gegeven waarvan de geboden prijs meer dan 40% duurder is dan de laagste prijs. De laagste prijs uit tabel 6 zal de volgende prijscores geven:



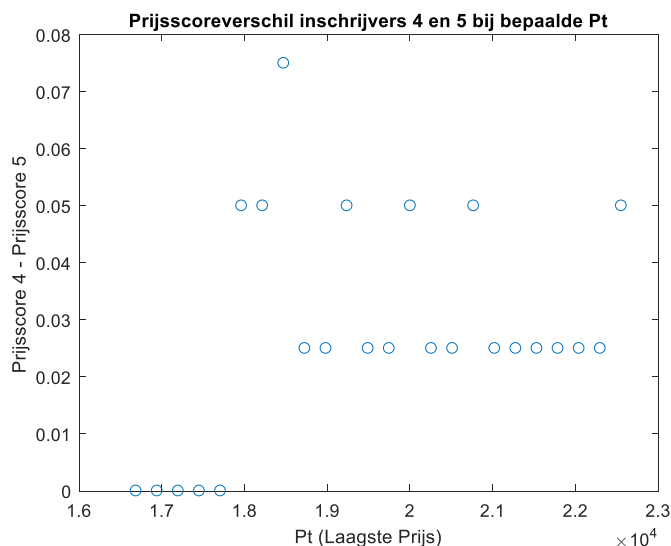
Figuur 5: Scoreverloop staffel relatieve scoringsmethode (prijzen uit voorbeeld 3)

In figuur 5 is te zien dat de onderlinge prijsscores willekeurig zijn en sterk afhangen van de laagste prijs. Een verschil van 1 cent meer of minder kan ervoor zorgen dat een inschrijver 0.025 punten meer of minder scoort. Door een richtingscoëfficiënt van 0 na iedere verspringsing, is het tevens mogelijk dat twee inschrijvers met dezelfde kwaliteit, maar verschillende prijzen, dezelfde totaalscore toegewezen krijgen.

Ook bij deze scoringsmethode is het mogelijk de onderlinge prijsscoreverschillen te beïnvloeden. De volgende situatie treedt op bij een nieuwe inschrijver met een nieuwe laagste prijs van ($P_3/1.4 = 16,110.71$):

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = S_5 = 0.025 \text{ punten}$$

Een gevolg is dat een nieuwe winnaar aangewezen kan worden door het verwijderen van een bestaande inschrijver, of het toevoegen van een inschrijver met een nieuwe laagste prijs. In de volgende grafiek wordt het prijsscoreverschil tussen inschrijvers 4 en 5 weergegeven bij een variërende laagste prijs:



Figuur 6: Prijsscoreverschil inschrijvers 4 en 5 bij bepaalde P_T ; voorbeeld 3

Bovenstaande figuur laat zien dat het prijsscoreverschil tussen inschrijvers 4 en 5 0.05 punten bedraagt op het moment dat inschrijver 3 nog beschikt over de laagste prijs. Wanneer een inschrijver toegevoegd wordt, kan dit prijsscoreverschil zowel toenemen (tot 0.075) als afnemen (tot 0). Dit is het gevolg van het “ladderkarakter” van de staffel relatieve scoringsmethode.

Hoofdstuk 5: Voorwaarden voor een nieuwe winnaar

Per scoringsmethode kan berekend of beschreven worden welke voorwaarden moeten optreden om aan te tonen dat er een nieuwe winnaar aangewezen wordt. Dit zal per paragraaf gescheiden worden in het toevoegen van een nieuwe inschrijving of het weghalen van een bestaande. Hiervoor zullen de volgende type inschrijvingen voorkomen:

- Inschrijver O: Aan deze inschrijver is de opdracht gegund; de winnaar van de aanbesteding
- Inschrijver T: Dit betreft een non-competitieve en fictieve inschrijver die wordt toegevoegd aan de inschrijvers, of een bestaande non-competitieve inschrijver die wordt verwijderd.
- Inschrijver M: Deze inschrijver is een mogelijke winnaar na het toevoegen van inschrijver T of het verwijderen van een inschrijver met de laagste prijs.

Deze inschrijvers worden gescoord op kwaliteit (**Q**) en prijs (**S**) die opgeteld leiden tot een totaalscore. Kwaliteit en prijs kennen respectievelijk weegfactor w_Q en w_P waarvoor geldt dat $w_Q, w_P \leq 1$ en $w_Q + w_P = 1$. Letter **P** geeft de absolute prijs weer geboden door inschrijver O, T, of M.

Bij een groot aantal aanbestedingen is gebruik gemaakt van een minimale kwaliteitsgrens ($Q_{\min}$), wanneer deze niet gegeven is, zal gelden: $Q_{\min} = 0$. Deze en andere uitwerkingen en verbanden worden nader toegelicht in appendix B.

5.1 Toevoeging van inschrijver T bij de standaard relatieve scoringsmethode

Zoals beschreven door Telgen & Timmer (2016) kan er een nieuwe winnaar aangewezen worden door het toevoegen van een nieuwe inschrijver T onder bepaalde voorwaarden. Let wel op: in deze scriptie worden andere symbolen en variabelen gebruikt dan in de studie van Telgen & Timmer (2016). Voor de analyse moeten allereerst mogelijke winnaars (inschrijver M's) worden aangewezen in ieder datapunt. Figuur 2 in sectie 4.1 laat zien dat het prijsscoreverschil tussen twee inschrijvers verkleind kan worden door het toevoegen van een inschrijver met een nieuwe laagste prijs.

Een bestaande inschrijver kan in dit geval enkel een voordeel behalen ten opzichte van de huidige winnaar op het moment dat de prijs van de inschrijver hoger is dan de prijs van inschrijver O. Daarnaast moet inschrijver M beschikken over een hogere kwaliteitsscore, aangezien het anders onmogelijk is om een hogere totaalscore te krijgen dan inschrijver O. In figuur 3, sectie 4.1 is immers niet te zien dat de prijsscore van inschrijver 3 uit het bijbehorende voorbeeld hoger wordt dan de prijsscore van inschrijver 1.

Voor de bepaling of een inschrijver een mogelijke winnaar is, gelden de volgende voorwaarden:

1. $P_M > P_O$
2. $Q_M > Q_O$
3. $Q_T = Q_{\min}$
4. Inschrijver M kent een hogere totaalscore dan inschrijver T

De bepaling van de prijs die maximaal nodig is om van inschrijver M de nieuwe winnaar te maken gaat als volgt:

$$S_M + Q_M > S_O + Q_O$$

$$Q_M - Q_O > \left(\frac{P_T}{P_O} - \frac{P_T}{P_M} \right) * w_P$$

$$P_T < \frac{P_O P_M}{w_P} * \frac{Q_M - Q_O}{P_M - P_O} \quad (4)$$

Formule 4 geeft aan wat de bovengrens van de prijs van inschrijver T is, die ervoor zal zorgen dat inschrijver M een hogere totaalscore zal kennen dan inschrijver O. Er zal echter ook een ondergrens berekend moeten worden die de voorwaarde geeft waarbij inschrijver T niet de hoogste totaalscore zal kennen in een nieuwe situatie. Q_T zal hiervoor gelijk gesteld worden aan Q_{min} .

$$S_M + Q_M > S_T + Q_T$$

$$\frac{P_T}{P_M} * w_P + Q_M > w_P + Q_{min}$$

$$P_T > \frac{P_M}{w_P} (w_P + Q_{min} - Q_M) \quad (5)$$

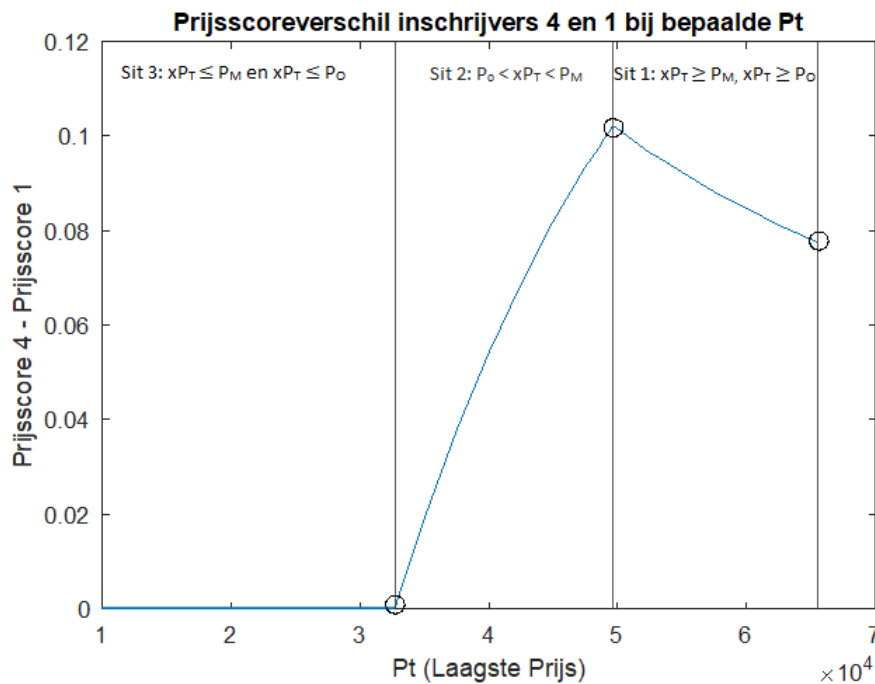
Nota bene: Prijsscore S_T zal een maximale score kennen en zal daarom gelijk zijn aan w_P .

Worden formules 4 en 5 gecombineerd met voorwaarden 1 en 2, is er een nieuwe winnaar aan te wijzen door het toevoegen van inschrijver T als:

$$\frac{P_O P_M}{w_P} * \frac{Q_M - Q_O}{P_M - P_O} > \frac{P_M}{w_P} (w_P + Q_{min} - Q_M) \text{ als: } Q_M > Q_O \text{ en } P_M > P_O \quad (6)$$

5.2 Toevoeging van inschrijver T bij de lineaire relatieve scoringsmethode

Evenals bij de standaard relatieve scoringsmethode kan een nieuwe winnaar aangewezen worden door het toevoegen van een nieuwe inschrijver T. Hiervoor zullen allereerst mogelijke winnaars moeten worden aangewezen in ieder datapunt. Aangezien er bij de lineaire relatieve scoringsmethode een prijsscore van nul bereikt kan worden zijn er drie verschillende situaties mogelijk. Om deze situaties duidelijk kenbaar te maken worden deze in een vereenvoudigde weergave van figuur 4 uit sectie 4.2 aangewezen:



Figuur 7: Situatieaanduiding binnen voorbeeld 2 uit sectie 4.2

Situatie 1: $Q_M + S_M > Q_O + S_O$ na het toevoegen van inschrijver T wanneer geldt dat $xP_T \geq P_M$ en $xP_T \geq P_O$.

Figuur 7 laat zien dat een nieuwe winnaar bij de betreffende scoringsmethode kan worden vervangen door een inschrijver met een lagere óf hogere bieding. In situatie 1 wordt het verschil in prijsscore tussen de bieding met de lagere prijs (inschrijver 4) en de bieding met de hogere prijs (inschrijver 1) groter. De inschrijver met de lagere geboden prijs ondervindt het voordeel van een afname van de laagste prijs, en wordt dus tot de groep van mogelijke winnaars beschouwd. Voorwaarden voor inschrijver M luiden daarom:

1. $S_M > S_O$ en dus $P_O > P_M$
2. $xP_T \geq P_O$ waardoor automatisch geldt dat $xP_T \geq P_M$
3. Inschrijver M kent een hogere totaalscore dan inschrijver T
4. $Q_T = Q_{min}$

Wanneer het verschil tussen prijsscores groter wordt dan het verschil in kwaliteit, zal inschrijver M een hogere totaalscore kennen dan inschrijver O. Om te bepalen welke prijs er maximaal nodig is om van inschrijver T de nieuwe winnaar te maken zal die uitspraak als startpunt genomen worden:

$$Q_M + S_M > Q_O + S_O$$

$$(w_P - w_P \frac{P_M - P_T}{(x-1)P_T}) - (w_P - w_P \frac{P_O - P_T}{(x-1)P_T}) > Q_O - Q_M$$

$$P_T < \frac{w_P}{(x-1)} \frac{P_O - P_M}{Q_O - Q_M} \quad (7)$$

Hierbij moet echter gelden dat inschrijver T geen hogere totaalscore kent dan de nieuwe winnaar (voorwaarde 3). Er moet dus gelden:

$$Q_M + S_M > Q_T + S_T$$

$$Q_M + w_P - w_P \frac{P_M - P_T}{(x-1)P_T} > Q_{min} + w_P$$

$$P_T > \frac{w_P P_M}{w_P + (x-1)(Q_M - Q_{min})} \quad (8)$$

Worden formules 7 en 8 gecombineerd met voorwaarden 1 en 2, is er een nieuwe winnaar aan te wijzen in situatie 1 als geldt dat:

$$\frac{w_P}{(x-1)} \frac{P_O - P_M}{Q_O - Q_M} > \frac{w_P P_M}{w_P + (x-1)(Q_M - Q_{min})} \text{ als } x * P_T \geq P_O \quad (9)$$

Situatie 2: $Q_M + S_M > Q_O + S_O$ na het toevoegen van inschrijver T wanneer geldt dat $xP_T < P_M$ en $xP_T > P_O$.

In figuur 6 is te zien dat een inschrijver met een hogere geboden prijs dan de huidige winnaar zal profiteren van een afname van de laagste prijs, het prijsverschil wordt namelijk kleiner tussen de inschrijvers. Voorwaarden voor inschrijver M luiden daarom:

1. $S_M < S_O$ en dus $P_M > P_O$
2. $xP_T < P_M$ en $xP_T > P_O$
3. Inschrijver M kent een hogere totaalscore dan inschrijver T
4. $Q_T = Q_{min}$

Door het toevoegen van inschrijver T moet inschrijver M een hogere score krijgen dan inschrijver O:

$$Q_M + S_M > Q_O + S_O$$

$$Q_M - Q_O > w_P - w_P \frac{P_O - P_T}{(x-1)P_T} - 0$$

$$P_T < \frac{w_P P_O}{xw_P + (x-1)(Q_O - Q_M)} \quad (10)$$

Nota bene: S_M kan gelijk gesteld worden aan nul, want: $P_M > xP_T$ en $S_i \geq 0$

Hierbij moet gelden dat inschrijver T geen hogere totaalscore kent dan de nieuwe winnaar:

$$Q_M + S_M > Q_T + S_T$$

$$Q_M + 0 > Q_{min} + w_P \quad (11)$$

Voorwaarden 1 en 2 sommen samen met formules 10 en 11 de eisen op waaraan inschrijvers M en T aan moeten voldoen om ervoor te zorgen dat inschrijver M als nieuwe winnaar kan worden aangewezen na het toevoegen van inschrijver T.

Situatie 3: $Q_M + S_M > Q_O + S_O$ na het toevoegen van inschrijver T wanneer geldt dat $xP_T \leq P_M$ en $xP_T \leq P_O$.

Bij situatie 3 zullen inschrijver M én inschrijver O nul punten score op het prijs criterium aangezien beide prijzen groter zijn dan xP_T . Het prijscoreverschil zal teniet worden gedaan. Inschrijver M hoeft hierdoor enkel te beschikken over een hogere kwaliteitsscore dan inschrijver O. Al met al moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan om inschrijver M als nieuwe winnaar aan te wijzen:

$$Q_M > Q_O \text{ en } Q_M > Q_{min} + w_P \text{ als } x * P_T \leq P_M \text{ en } x * P_T \leq P_O \quad (12)$$

5.3 Toevoeging van inschrijver T bij de staffel relatieve scoringsmethode

Sectie 4.3 toont aan middels figuur 6 dat een initieel prijsscoreverschil tussen twee inschrijvers zowel vergoot als verkleind kan worden. Aangezien de y- en z-waarden flink verschillen per aanbesteding, loont het niet om verschillende situaties met bijbehorende voorwaarden op te stellen. De onderzoeker zal zich bewust moeten zijn van de variërende prijsscoreverschillen (zowel toenemend als afnemend) die te creëren zijn door het toevoegen of verwijderen van een inschrijver T. Met dit in het achterhoofd zal per aanbesteding de laagste prijs veranderd worden zodat er bepaald kan worden of er een nieuwe winnaar gevonden kan worden.

5.4 Het verwijderen van een non-competitieve bieding

Bij alle drie de scoringsmethodes is het ook mogelijk om een nieuwe winnaar aan te wijzen door het verwijderen van een non-competitieve bieding (ook hier inschrijver T). In hoofdstuk 4 is per scoringsmethode beschreven dat de laagste prijs van invloed is op het prijsscoreverschil tussen twee inschrijvers. Voor de analyse moeten allereerst mogelijke inschrijver T's geïdentificeerd worden waarbij het terugtrekken van deze bestaande non-competitieve bieding van invloed is op de winnaar. Voor inschrijver T geldt:

$$P_T \leq P_i \quad \forall i$$

$$S_T + Q_T < S_O + Q_O$$

Deze inschrijver T kan worden verwijderd. Vervolgens wordt de winnaar van de oude situatie met de winnaar in de nieuwe situatie vergeleken. Op het moment dat de winnaars niet dezelfde zijn, is er sprake van rank reversal bij de winnaar.

5.5 Een nieuwe nummer 2 na het verwijderen van de winnaar.

In de praktijk kan het voorkomen dat de aangewezen winnaar uiteindelijk toch niet voldoet aan de minimale eisen. Hierdoor zal de aangewezen winnaar uitgesloten worden en zal de nummer 2 aangewezen worden als winnaar. Het kan voorkomen dat de "oude winnaar" beschikt over de laagste prijs. Het is daarom mogelijk dat niet de "oude nummer 2" de nieuwe winnaar is, maar bijvoorbeeld de nummer 3, 4, etc. De inschrijver T die verwijderd dient te worden is:

$$P_T \leq P_i \quad \forall i$$

$$S_T + Q_T \geq S_i + Q_i \quad \forall i$$

Deze inschrijver T zal worden verwijderd. Vervolgens kan bepaald worden of de oude nummer 2 de nieuwe winnaar is. Zo niet, dan treedt er een rank reversal op bij de nummer 2.

Hoofdstuk 6: Data-analyse

Dit hoofdstuk zal de resultaten presenteren die zijn verkregen na het toepassen van de theorie uit hoofdstuk 5 om het aantal nieuwe mogelijke winnaars te bepalen. Het aantal aanbestedingen waarbij een nieuwe winnaar of nummer 2 aangewezen kan worden, worden gepresenteerd. Vervolgens wordt geanalyseerd of de volgende factoren invloed hebben op dit aantal:

- Scoringsmethode
- Gewicht van prijs
- Aanwezigheid van een minimale kwaliteitseis
- Het verschil tussen de laagste en een-na-laagste prijs
- Aantal inschrijvingen

6.1 Onderzochte data

De aanbestedingen die zijn onderzocht kunnen als volgt worden ingedeeld:

Beoordeling:	Standaard	Lineair	Staffel	Relatief met >1 subcriterium	Absoluut	Totaal
Bedrijf X	116	44	3	30	20	213
Bedrijf Y	26	0	0	1	0	27
Merckel (2015)	15	5	0	0	0	20
PSI	5	0	0	2	0	7
Totaal	162	49	3	33	20	267

Tabel 7: Aantal aanbestedingen verzameld per beoordelingsmethodiek en herkomst

Zoals men ziet, is een groot aandeel van de onderzochte data afkomstig van bedrijf X. De beschikbare data is daarom in bepaalde mate eenzijdig te noemen. Toch valt dit in zeker zin mee, omdat bedrijf X opdrachten uitvoert voor verschillende ministeries en dus verschillende overheidsopdrachten. Wel moet gezegd worden dat de data vooral aanbestedingen voor diensten en leveringen betreft, en weinig werken.

Voor de data-analyse zijn aanbestedingen uit de groen gearceerde kolommen gebruikt. Zoals in hoofdstuk 3 is vermeld, worden aanbestedingen waarbij er op meer dan één prijs criterium is gescoord uitgesloten van analyse.

6.2 Analyse nieuwe winnaars na het toevoegen van een nieuwe inschrijver

Voor deze analyse zijn een aantal aanbestedingen verzameld die allen standaard, lineair of staffel relatief gescoord zijn bij vier verschillende instanties. Het gaat om de volgende aantallen per instantie:

Herkomst	Aantal aanbestedingen	Andere winnaar mogelijk?
Bedrijf X	163	21 (21.9%)
Bedrijf Y	26	5 (19.2%)
Merckel (2015)	20	3 (15%)
PSI	5	0
Totaal	214	29 (13.6%)

Tabel 8: Herkomst van relatief gescoorde aanbestedingen en mogelijkheden tot nieuwe winnaars

Van de 214 aanbestedingen zou het mogelijk zijn om bij 29 van deze aanbesteding een nieuwe winnaar aan te wijzen binnen de aanwezige inschrijvers door het toevoegen van een bepaalde inschrijver T. De kenmerken van deze toegevoegde inschrijvers zullen in sectie 6.2.4 verder worden behandeld.

Bij de 214 aanbestedingen kon op voorhand al bepaald worden dat de rang van inschrijvers niet beïnvloed kon worden door een nieuwe laagste prijs. De eerste reden is dat er slechts één inschrijver is. Een tweede reden is dat een inschrijver over zowel de laagste prijs, als de best getoetste kwaliteit beschikt. Een dergelijke inschrijver zou bij iedere scoringsmethodiek de aanbesteding gegund krijgen.

Scoringsmethode	Eén inschrijver	Beste P, beste Q (excl. één inschrijver)	Totaal
Standaard	6 (3.7%)	53 (32.7%)	59
Lineair	3 (6.1%)	22 (44.9%)	25
Staffel	0	1 (33.3%)	1
Totaal	9	76	85

Tabel 9: Aanbestedingen met slechts één inschrijving of een inschrijver met de laagste prijs en beste kwaliteit

Hierdoor was er een restant van 129 aanbestedingen die onderzocht dienden te worden. Toch wordt dit niet in het resultaat meegenomen, aangezien men niet mag aannemen dat de inschrijver dezelfde bieding zou plaatsen in het geval dat de inschrijver kennis heeft van een andere gunningsmethodiek.

6.2.1 Scoringsmethode

In deze sectie zal worden onderzocht of de gebruikte scoringsmethode (standaard, lineair of staffel) invloed heeft op het aantal nieuwe winnaars dat aan te wijzen is. De volgende tabel is gevormd om dit effect zichtbaar te maken:

Scoringsmethode	Aanbestedingen	Andere winnaar mogelijk?
Standaard	162	23 (14.2%)
Lineair	49	5 (10.2%)
Staffel	3	1 (33.3%)
Totaal	214	29 (13.6%)

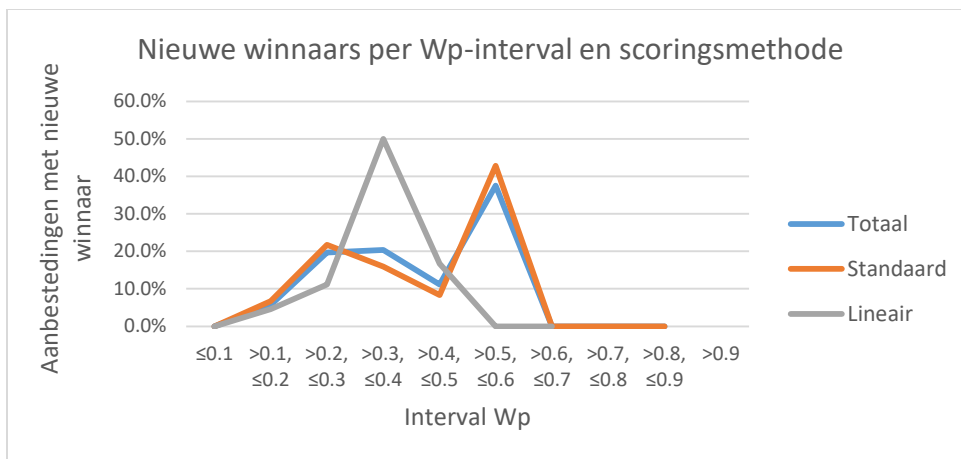
Tabel 10: Mogelijkheden van aanbestedingen waarbij een nieuwe winnaar aangewezen kan worden door het toevoegen van een nieuwe laagste prijs, per scoringsmethode

In tabel 10 is te zien dat het vaker mogelijk is een andere winnaar aan te wijzen bij de standaard relatieve scoringsmethode dan bij de lineaire relatieve scoringsmethode. De staffel relatieve scoringsmethode kent onvoldoende data om een conclusie aan te verbinden.

6.2.2 Gewicht van prijs

Voor iedere scoringsmethode geldt dat wanneer w_P een erg lage waarde kent, de nieuwe laagste prijs voor een minder groot verschil zorgt in totaalscore dan wanneer w_P een hoge waarde kent. Volgens die redenering zouden er meer nieuwe winnaars aangewezen kunnen worden naarmate het gewicht van prijs toe zal nemen.

Dit gebeurt echter tot op een bepaalde waarde. Op het moment dat w_P een zeer hoge waarde kent, wordt de kans groter dat inschrijver T uiteindelijk de winnaar zal worden. Inschrijver T zal door de nieuwe laagste prijs immers de maximale score toegewezen krijgen. Men kan dus verwachten dat er relatief veel nieuwe winnaars aan te wijzen zijn bij aanbestedingen waar de wegingsfactor w_P erg laag noch erg hoog is. Deze verwachting wordt bevestigd in figuur 8:



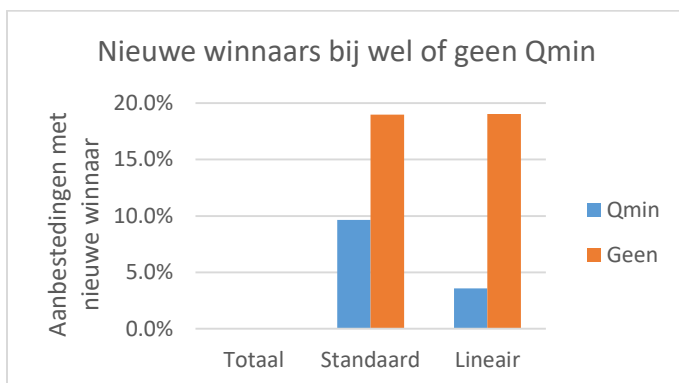
Figuur 8: Percentage nieuwe winnaars bij waarden voor w_p , per scoringsmethode

In figuur 8 is te zien dat er enkel nieuwe winnaars aan te wijzen bij biedingen waar een w_p gehanteerd is die ligt hoger dan 0.10, tot en met een gewicht gelijk aan 0.60. De tabellen van de drie grafieken zijn te vinden in appendix C.

6.2.3 Aanwezigheid Q_{min}

Bedrijf X hanteert bij 112 van de 163 aanbestedingen een minimale kwaliteitseis (Q_{min}). Deze kwaliteitseis is in de meeste gevallen 60% van de maximaal te behalen score met uitschieters naar 40% en 70%. De laagst mogelijke prijs voor inschrijver T, waarbij inschrijver T niet de nieuwe winnaar is, is sterk afhankelijk van deze minimale kwaliteitseis. Dit is duidelijk te zien in formules 6, 9, 11 en 12. Een Q_{min} groter dan 0 zorgt voor een grotere waarde van de ondergrens en uiteindelijk een kleinere kans om te voldoen aan de voorwaarden.

De verwachting is dan ook dat er meer nieuwe winnaars aan te wijzen zijn door het toevoegen van een inschrijver op het moment dat er geen minimale kwaliteitseis aanwezig is. Dit wordt bevestigd door de verzamelde data gepresenteerd in figuur 9:



Figuur 9: Percentage nieuwe winnaars bij wel of geen gebruik van Q_{min} , per scoringsmethode

In figuur 9 is een duidelijk verschil te zien tussen de mogelijkheden om een nieuwe winnaar aan te wijzen bij biedingen waar wel of geen kwaliteitsminimum vereist is. Voor een inzicht in de aantallen wordt figuur 9 verduidelijkt in de tabellen van appendix C.

De eerder gestelde verwachting is bevestigd. Er kan geconcludeerd worden dat een kwaliteitsminimum zoals aanwezig bij de controlegroep de mogelijkheid tot een nieuwe winnaar aanzienlijk verminderd bij het toepassen van de standaard relatief gescoorde biedingen. Er zijn echter wel bijzonderheden opgemerkt bij het toepassen van een kwaliteitsminimum door bedrijf X. Dit wordt behandeld in sectie 7.2.

6.2.4 Het verschil tussen de laagste en een-na-laagste prijs

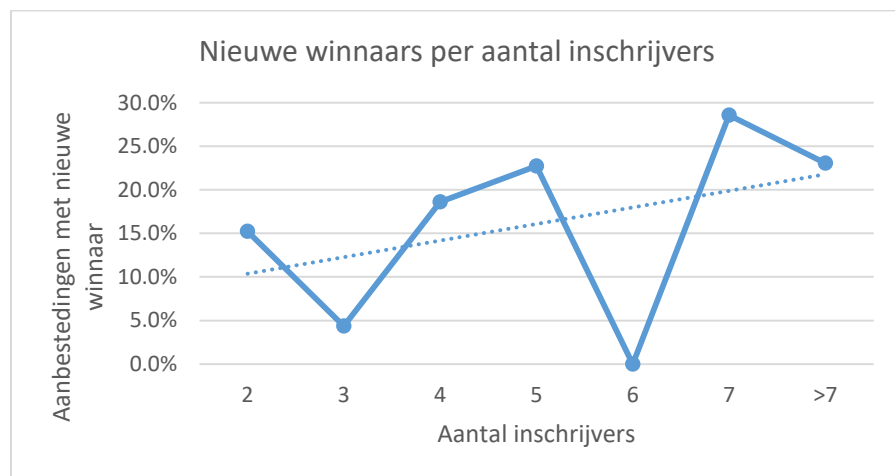
Bij het toevoegen van een inschrijver T is het verschil tussen de laagste en een-na-laagste prijs een resultaat van het onderzoek, en geen factor die het resultaat beïnvloed. Een volledige lijst met aanbestedingen waarbij een nieuwe winnaar aan te wijzen is, is te vinden in appendix C: Tabel C.7.

In tabel C.7 is te zien dat over alle 29 aanbestedingen, waarbij een nieuwe winnaar aangewezen kan worden door het toevoegen van een nieuwe laagste prijs, er een nieuwe laagste prijs nodig is die gemiddeld 42.3% lager is dan de “oude” laagste prijs. De mediaan is 33.8% en de standaarddeviatie 28.5%. Er is dus een flinke variantie te vinden in het resultaat. De helft van de aanbestedingen kent een nieuwe laagste prijs die niet lager is dan 33.8% van de “oude” laagste prijs.

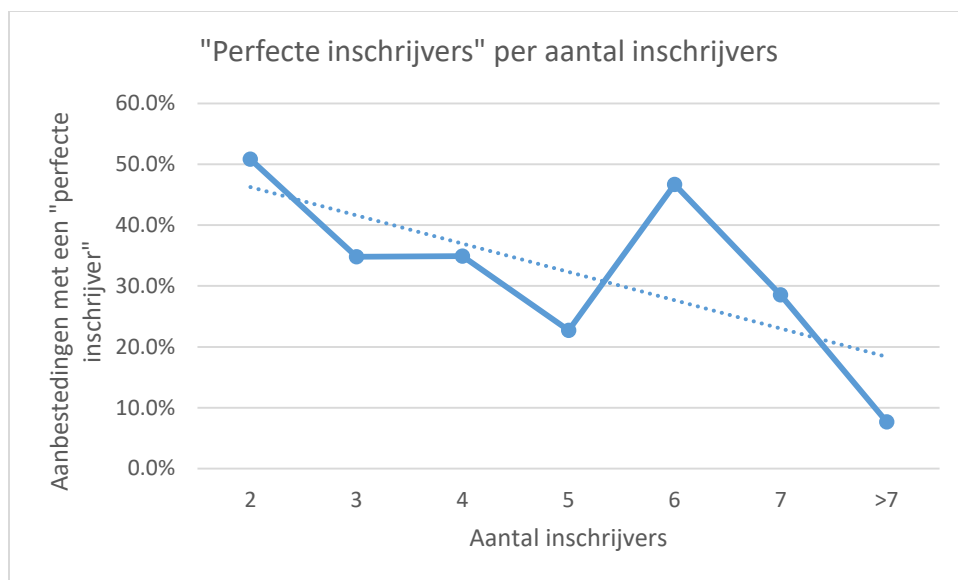
6.2.5 Aantal inschrijvingen

Bij deze analyse worden de aanbestedingen met slechts één inschrijver buiten beschouwing gelaten. Dit aangezien het niet mogelijk is om een mogelijke winnaar te identificeren, er zijn namelijk geen andere kandidaten. In figuur 10 en tabel C.8 uit appendix C is te zien dat er een positieve correlatie bestaat tussen het aantal inschrijvers en de ratio aanbestedingen met een mogelijke nieuwe winnaar.

Een mogelijke verklaring voor dit verschijnsel is dat de kans op een “perfecte inschrijver” kleiner wordt naarmate het aantal inschrijvers toeneemt. Een perfecte inschrijver beschikt over de laagste prijs en hoogste kwaliteit. Deze verklaring wordt bevestigd door figuur 11.



Figuur 10: Percentage nieuwe winnaars mogelijk bij aanbestedingen per aantal inschrijvers



Figuur 11: Ratio perfecte inschrijvers per aantal inschrijvers

6.3 Analyse nieuwe winnaars na het verwijderen van een inschrijver

6.3.1 Een non-competitieve inschrijver

Van de 214 aanbestedingen zijn 60 aanbestedingen waarbij de winnaar niet over de laagste prijs beschikt en er minstens 3 inschrijvers hebben ingeschreven. Van deze 60 aanbestedingen is het bij geen enkele aanbesteding mogelijk om een nieuwe winnaar aan te wijzen door een van de inschrijvers (die niet al de winnaar is) te verwijderen. De genoemde factoren aan het begin van dit hoofdstuk zullen daarom ook niet behandeld worden.

Dit resultaat betekent dat dergelijke inschrijver T's die toegevoegd worden voor een beantwoording van deelvraag 2a binnen de 60 aanbestedingen niet voorkomen. Dit leidt tot een reden om te concluderen dat het rangordeprobleem geen praktisch probleem vormt bij de onderzochte data als men kijkt naar de casus van deze sectie.

6.3.2 Een nieuwe nummer 2 na het verwijderen van de winnaar

Van de 214 aanbestedingen zijn 86 aanbestedingen waarbij de winnaar over de laagste prijs beschikt en er minstens 3 inschrijvers hebben ingeschreven. In die gevallen is het mogelijk om de winnaar te verwijderen en te analyseren of er een andere inschrijver dan de oude nummer 2 wint. Dit fenomeen treedt op bij 1 aanbesteding:

w_Q	w_P	Q_{min}	Methode	#1q	#1p	#2q	#2p	#3q	#3p
0.6	0.4	0	Standaard	0.51	0.4	0.39	0.35414	0.365	0.36916

Tabel 11: Een nieuwe nummer 2 bij het wegvallen van de nummer 1

Het resultaat is daarom, dat bij 1.2% (1/86) van de onderzochte aanbestedingen, een andere winnaar zal zijn dan de nummer 2 bij het wegvallen van de nummer 1. Aangezien het slechts om één aanbesteding gaat, zal net als in sectie 6.3.1 geen analyse plaatvinden.

Hoofdstuk 7: Wiskundige bijzonderheden en gevolgen

Tijdens het verzamelen en verwerken van data zijn een aantal bijzonderheden naar boven gekomen. Er is gemerkt dat in de beschrijvende documenten van de aanbestedingen motivatie gegeven wordt over hoe de prijs- en kwaliteit gescoord wordt en welke wegingsfactoren hierbij horen. Echter zorgt in vele gevallen de gekozen scoringsmethode er voor dat er in de praktijk iets anders gebeurt dan dat de aanbesteder wellicht verwacht.

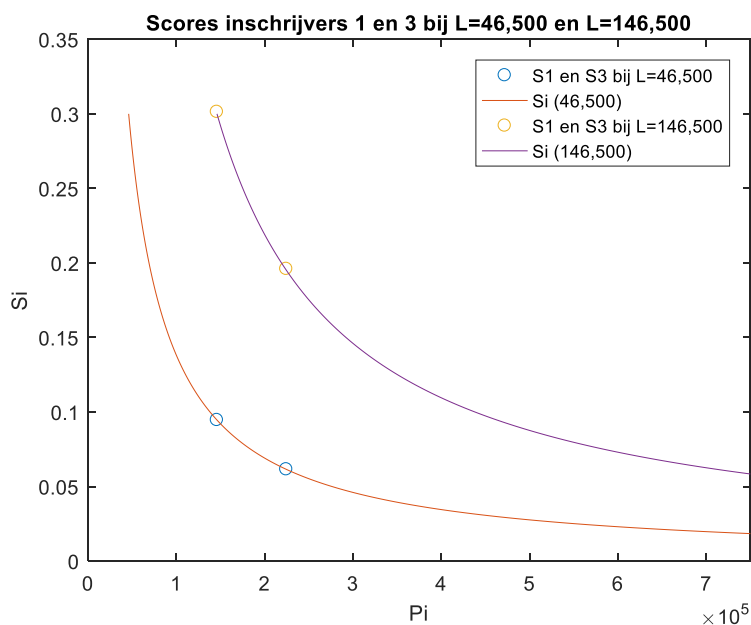
7.1 De standaard relatieve scoringsmethode

Middels deze eerste paragraaf zal er een argument gegeven worden waarom de standaard relatieve scoringsmethode zeer onlogisch is voor aanbesteder om te gebruiken.

Voordat deze scoringsmethode door de aanbesteder wordt gekozen, zal hij met een eventuele adviseur beredeneren in hoeverre de prijscriteria en kwaliteitscriteria belangrijk zijn voor de betreffende dienst/werk/levering. Uit de data en praktijkervaring blijkt dat dit natte vingerwerk is. Een argument dat kwaliteit belangrijker is en wel in de verhouding 70/30 ten opzichte van de prijs is vaak voldoende om tot een w_Q van 70% en een w_P van 30% te komen. Dit impliceert in het algemeen dat de aanbesteder vindt dat een prijsverhoging van 10% gecompenseerd kan worden met een kwaliteitsimpuls van $(10\% \cdot 30/70 =) 4.3\%$; een lineair verband.

Echter geldt deze redenering met bijbehorend verband niet meer wanneer men beslist om de prijs te scoren door de laagste (beste) prijs te delen door de prijs van de inschrijvers. Er is in de beschreven situatie ineens niet meer een kwaliteitsimpuls van 4.3% nodig op het moment dat een inschrijver een prijs kent die 10% hoger is dan een andere prijs. De kwaliteitsimpuls benodigd om van een andere inschrijver te winnen hangt geheel af van de laagste prijs die geboden wordt.

De aanbesteder bepaalt de gehanteerde wegingsfactoren dus niet. Deze worden bepaald door de laagste inschrijver. Hieruit volgt de conclusie dat de wegingsfactoren tussen inschrijvers geheel afhangen van de laagste prijs en dat deze slechts gedeeltelijk beïnvloed worden door de aanbesteder. Bovenstaande uitleg wordt visueel ondersteund in figuur 12.



Figuur 12: Prijsscores voor inschrijvers 1 en 3 uit voorbeeld 1, sectie 4.1 bij een laagste prijs van 46,500 en 146,050.

In figuur 12 zijn twee prijsscoregrafieken te zien waarbij gebruik is gemaakt van de standaard relatieve scoringsmethode. Te zien is dat inschrijver 3 bij een laagste prijs van 146,050 een flink betere kwaliteit van **0.105 punten** moet hebben dan inschrijver 1. Bij een laagste prijs van 46,050 is dit verschil nog maar **0.033 punten**. En dit terwijl het verschil tussen de geboden prijzen van inschrijvers 1 en 3 gelijk blijft.

7.2 Een minimale kwaliteitseis

Zoals in sectie 6.2.3 geanalyseerd is, kan een minimale kwaliteitseis fungeren als een effectief middel om de invloed van een non-competitieve inschrijver op het bepalen van de winnaar te verkleinen. De aanbesteder zal op die manier ervoor zorgen dat er geen abnormaal lage prijzen worden geboden door partijen die tegelijkertijd weinig kwaliteit beloven.

Bedrijf X hanteert voornamelijk een kwaliteitsminimum van 60%. De inschrijvers worden op de kwaliteitscriteria gescoord alvorens er naar de prijs gekeken wordt. Inschrijvers die minder dan 60% scoren op de kwaliteitscriteria zullen daardoor niet in aanmerking komen voor een eventuele gunning. Dit lijkt een zeer goede handelswijze te zijn, maar er is ook een flinke valkuil aanwezig is. Deze is te identificeren via het volgende voorbeeld:

Een aanbesteder schrijft een offerteaanvraag uit voor een dienst/werk/levering. Voor de dienst/werk/levering is een goede kwaliteit nodig, de prijs is minder belangrijk. De aanbesteder kiest er daarom voor om maximaal 0.60 punten toe te kennen aan de kwaliteitsscore en 0.40 punten toe te kennen aan de prijsscore. Aangezien de aanbesteder niet opgezegd wil worden met een aannemer die een slordige kwaliteit levert, kiest de aanbesteder ervoor om de eis te stellen dat iedere inschrijver minstens 60% van het maximaal aantal te behalen punten voor de kwaliteit moet scoren. Gebeurt dit niet, dan valt deze inschrijver af en wordt hij niet verder beoordeeld. Hoe de prijs beoordeeld gaat worden is niet bekend en verder niet van belang in dit voorbeeld.

7.2.1 Theoretisch gevolg

Voordat het voorbeeld wordt toegelicht, zal eerst de aannahme gemaakt worden dat er geen sterke correlatie tussen de geboden kwaliteit en prijs is van een inschrijver. Door de scoringsmethode die de aanbesteder kiest in het bovenstaande voorbeeld scoort de aanbesteder niet volgens de eigen beredenering die het bedrijf stelt. De poule van mogelijke winnaars scoren allen minimaal ($0.60 * 0.60 =$) 0.36 punten voor kwaliteit.

Dit betekent dat de inschrijvers zich enkel kunnen onderscheiden van elkaar met maximaal 0.24 punten voor kwaliteit. En dit terwijl men 0.40 punten kan scoren met de geboden prijs. De gekozen wegingsfactoren schuiven daardoor van 60% kwaliteit, 40% prijs naar 37.5% kwaliteit, 62.5% prijs. De geboden prijs zal daardoor zwaarder wegen dan de geboden kwaliteit.

Wil de aanbesteder uit het voorbeeld dezelfde wegingsfactoren houden, kan het gebruik maken van de volgende scoringsformule:

$$Q_i = \begin{cases} \text{Uitgesloten} & \text{als } q_i < 6 \\ \frac{(q_i - 6)}{4} * 0.60 & \text{als } q_i \geq 6 \end{cases} \quad (13)$$

In formule 13 geeft de aanbesteder eerst een rapportcijfer tussen 0 en 10 punten aan elke inschrijver voor kwaliteit (q_i). Vervolgens zal een inschrijver 0 punten scoren wanneer het een 6 scoort (60%). Het aantal punten zal lineair toenemen tot het maximale rapportcijfer van 10 punten voor q_i . Hier zal Q_i gelijk zijn aan 0.60 punten. Ook bij deze methode vallen inschrijvers af die geen q_i lager dan een 6 scoren.

Een andere optie voor de aanbesteder is om de minimale kwaliteitseis op te delen in verschillende eisen en toe te voegen aan het programma van minimale eisen in de offerteaanvraag.

Mocht men er toch niet voor kiezen om deze methodiek aan te passen is de verwachting dat prijs onbedoeld zwaarder zal wegen dan kwaliteit. Het zal in dat geval vaker voorkomen dat de inschrijver met de laagste prijs wint op het moment dat er een minimale kwaliteitseis gehanteerd wordt. Dit is dan ook onderzocht binnen de beschikbare data:

$Q_{\min}$?	Aanbestedingen	Winnaars met laagste prijs	Ratio	Gemiddelde w_P
$Q_{\min}$	112	69	0.616	0.296
Geen	102	69	0.676	0.367

Tabel 12: Aantal aanbestedingen waarbij de inschrijver met de laagste prijs wint

In tabel 12 wordt juist waargenomen dat de inschrijver met de laagste prijs vaker wint als er geen kwaliteitsminimum wordt gebruikt. Hierbij is het echter zo dat het gemiddelde gewicht van prijs bij de aanbestedingen zonder minimale kwaliteitseis hoger is dan het gemiddelde gewicht van prijs bij de aanbestedingen mét minimale kwaliteitseis. Hierdoor neemt de kans toe dat de inschrijver met de laagste prijs de aanbesteding krijgt gegund, waardoor de controlegroepen niet gelijk aan elkaar zijn. De hypothese kan dus bevestigd noch ontkracht worden.

7.2.2 Gevolg in de praktijk

De aanbesteder geeft de transparantie in het voorbeeld van sectie 7.2.1 dat het de inschrijvers zal beoordelen op kwaliteit en prijs, respectievelijk met 60 en 40 punten. In de uitwerking blijkt echter dat de inschrijvers tijdens de beoordeling slechts 24 punten kunnen scoren voor kwaliteit en 40 punten voor prijs. De aanbesteder doet in dit geval niet wat het beloofd. Als de aanbesteder doet wat hij zelf aangeeft, zal hij gebruik moeten maken van formule 13.

Hoofdstuk 8: Conclusies

Gedurende dit onderzoek is empirisch en theoretisch in kaart gebracht wat bezwaren kunnen zijn tegen relatieve scoringsmethodiek. Er zijn drie verschillende relatieve scoringsmethodes gevonden die gebruikt zijn voor het scoren van de onderzochte aanbestedingen. Per scoringsmethode is onderzocht aan de hand van voorbeelden hoe en waarom een verschil in prijsscore tussen twee inschrijvers met een constante prijs varieert, waardoor uiteindelijk een nieuwe winnaar aangewezen kan worden. Aanbestedingen waarbij men slechts één criterium relatief heeft beoordeeld zijn onderzocht.

Binnen dit onderzoek wordt getracht de volgende hoofdvraag te beantwoorden:

Onder welke voorwaarden/kenmerken heeft een beslissing van een derde partij gevolgen voor de winnaar van een aanbesteding binnen de verzamelde aanbestedingen waarbij relatief beoordeeld is?

Om tot een antwoord te komen is gekeken of het mogelijk is om een non-competitieve inschrijver toe te voegen of te verwijderen om zo een nieuwe winnaar aan te kunnen wijzen. Daarnaast is onderzocht of de nummer 2 uiteindelijk niet de winnaar is op het moment dat de winnaar zich terugtrekt uit het gunningsproces.

Hoofdstuk 6 laat zien dat bij 29 van de 214 aanbestedingen het mogelijk is om een non-competitieve inschrijver toe te voegen zodat een nieuwe winnaar kan worden aangewezen. Het was dus mogelijk geweest bij historische aanbestedingen de uitslag te beïnvloeden door een strategische inschrijving te doen. Sectie 6.3.1 laat zien dat er binnen de data geen dergelijke succesvolle strategische inschrijver gedetecteerd is. Het fenomeen waar niet de nummer 2 wint bij het terugtrekken van de winnaar, heeft eenmaal plaatsgevonden.

Het optreden van een nieuwe winnaar door het toevoegen van een non-competitieve inschrijver blijkt af te hangen van een aantal factoren. Allereerst is de kans groter bij de standaard relatieve scoringsmethode dan bij de lineair relatieve scoringsmethode. Voor de staffel relatieve scoringsmethode is onvoldoende data beschikbaar om tot een conclusie te komen. Het gewicht van prijs is een volgende factor, wanneer deze tussen 0.1 en 0.6 ligt is er de mogelijkheid geweest een nieuwe winnaar aan te wijzen. Daarbuiten niet.

Naarmate het aantal inschrijvingen toeneemt (bijvoorbeeld binnen een concurrerende markt), zal de kans op een mogelijke nieuwe winnaar toenemen. Het gebruik van een kwaliteitsminimum zorgt ervoor dat de kans op een mogelijke winnaar significant afneemt. Maar men moet zich realiseren na het lezen van sectie 7.2 dat het hanteren van een kwaliteitsminimum gevolgen kan hebben voor de gewichten van prijs en kwaliteit. Wil de aanbesteder vasthouden aan de wegingsfactoren, moet hij gebruik maken van formule 13.

De nieuwe biedingen die nodig zijn om een nieuwe winnaar aan te wijzen zijn terug te vinden in appendix C, tabel C.7. Hier kan men zien dat het soms om irreëel lage prijzen gaat, maar ook om prijzen die gering lager zijn dan de laagste prijs van de werkelijke inschrijvers.

Het uiteindelijke resultaat is daarom dat het mogelijk is om een strategische inschrijving te plaatsen om op die manier de kans op gunning voor een ander te vergroten. De invloed van de onderzochte factoren laten zien dat het erg moeilijk is om de kans op rank reversal uit te sluiten. De resultaten van deelvragen 2b en 2c laten zien dat de kans op problematiek, ten gevolge van terugtrekking, voor de aanbesteders zeer klein is.

Naast de praktische conclusies laten de figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6 en 12 zien dat het scoreverloop of scoreverschil bij de gehanteerde prijsscoringsmethodes weinig logica kent. Bij de standaard-, lineaire- en staffel relatieve scoringsmethode worden de vooraf bedachte wegingsfactoren beïnvloed door een inschrijver met de laagste prijs.

Al met al is het duidelijk dat een aanbesteder geen grip heeft op de scoring van inschrijvers op het moment dat men gebruik maakt van relatieve scoringsmethodes. Men gaat in bepaalde mate een loting aan, waarbij de uitslag mogelijk beïnvloed kan worden door een non-competitieve inschrijver. Verder kan het scoreverloop van de onderzochte relatieve scoringsmethodes moeilijk onderbouwt worden met logische beweegredenen.

Referenties

- Aanbestedingswet 2012*. (2016, 1 juli). Opgehaald van <http://wetten.overheid.nl/BWBR0032203/2016-07-01> op 30-5-2017
- Chen, T.H. (2005). Wiskundige eigenschappen van gunningssystemen en hun juridische consequenties. *Aanbestedingsrecht maart*, 51-61.
- Chen, T.H. (2008). An economic approach to public procurement. *Journal of Public Procurement* 8, 407-430.
- Hoogeveen, R. J. L. (2014). *Some award methods are more prone to problems than others: an empirical analysis of the relationship between award methods in the economically most advantageous tender and problems in Dutch public procurement* (Master's thesis, University of Twente).
- Merckel, W. B. (2015). *Een andere winnaar bij een EMVI aanbesteding?* (Bachelor's thesis, University of Twente).
- Telgen, J. (2007). De risico's van gunningssystemen. *2007*(november), 1-3.
- Telgen, J., & Timmer, J. B. (2016). *Conditions for rank reversal in supplier selection*. (Memoranda; No. 2055). Enschede: University of Twente, Department of Applied Mathematics.

Appendix A: Symbolenlijst

S_i : Prijsscore voor inschrijver i

P_i : Geboden prijs van inschrijver i

L : Laagst geboden prijs binnen de aanbesteding

w_p : Weging van prijs

w_Q : Weging van kwaliteit

q_i : Rapportcijfer kwaliteit voor inschrijver i

Q_i : Kwaliteitsscore voor inschrijver i

Appendix B: Uitwerking formules hoofdstuk 5

Formule 4:

$$S_M + Q_M > S_O + Q_O$$

$$Q_M - Q_O > \left(\frac{P_T}{P_O} - \frac{P_T}{P_M} \right) * w_P$$

$$\frac{Q_M - Q_O}{w_P} > \frac{P_T P_M}{P_O P_M} - \frac{P_T P_O}{P_O P_M}$$

$$P_O P_M \frac{Q_M - Q_O}{w_P} > P_T (P_M - P_O)$$

$$P_T < \frac{P_O P_M}{w_P} * \frac{Q_M - Q_O}{P_M - P_O} \quad (4)$$

Formule 5:

$$S_M + Q_M > S_T + Q_T$$

$$\frac{P_T}{P_M} * w_P + Q_M > S_T + Q_T$$

De prijscore voor inschrijver T kan vervangen worden voor w_P . Inschrijver T zal namelijk de laagste prijs bieden en dus de maximale punten voor prijs scoren. De geboden kwaliteit van inschrijver T zal minimaal zijn, dus gelijk aan de minimale kwaliteitsgrens die bij de aanbesteding is opgesteld.

$$\frac{P_T}{P_M} * w_P > w_P + Q_{min} - Q_M$$

$$P_T > \frac{P_M}{w_P} (w_P + Q_{min} - Q_K) \quad (5)$$

Formule 7:

$$Q_M + S_M > Q_O + S_O$$

$$(w_P - w_P \frac{P_M - P_T}{(x-1)P_T}) - (w_P - w_P \frac{P_O - P_T}{(x-1)P_T}) > Q_O - Q_M$$

$$w_P (P_O - P_T - P_M + P_T) > (x-1)P_T (Q_O - Q_M)$$

$$P_O - P_M > \frac{(x-1)P_T}{w_P} (Q_O - Q_M)$$

$$P_T < \frac{w_P}{(x-1)} \frac{P_O - P_M}{Q_O - Q_M} \quad (7)$$

Formule 8:

$$Q_M + S_M > Q_T + S_T$$

De prijsscore voor inschrijver T kan vervangen worden voor w_P . Inschrijver T zal namelijk de laagste prijs bieden en dus de maximale punten voor prijs scoren. De geboden kwaliteit van inschrijver T zal minimaal zijn, dus gelijk aan de minimale kwaliteitsgrens die bij de aanbesteding is opgesteld.

$$Q_M + w_P - w_P \frac{P_M - P_T}{(x-1)P_T} > Q_{min} + w_P$$

$$-w_P \frac{P_M - P_T}{(x-1)P_T} > Q_{min} - Q_M$$

$$P_T w_P - P_M w_P > (x-1)P_T(Q_{min} - Q_M)$$

$$P_T \left(\frac{w_P}{(x-1)} + Q_M - Q_{min} \right) > \frac{w_P P_M}{(x-1)}$$

$$P_T > \frac{w_P P_M}{w_P + (x-1)(Q_M - Q_{min})} \quad (8)$$

Formule 10:

$$Q_M + S_M > Q_O + S_O$$

De prijsscore voor inschrijver M kan vervangen worden door nul.

$$Q_M + 0 > Q_O + (w_P - w_P \frac{P_O - P_T}{(x-1)P_T})$$

$$Q_M - Q_O > w_P - w_P \frac{P_O - P_T}{(x-1)P_T}$$

$$(x-1)P_T(Q_M - Q_O - w_P) > -w_P P_O + w_P P_T$$

$$P_T((x-1)Q_M - (x-1)Q_O - (x-1)w_P - w_P) > -w_P P_O$$

$$P_T((x-1)Q_O - (x-1)Q_M + xw_P) < w_P P_O$$

$$P_T < \frac{w_P P_O}{xw_P + (x-1)(Q_O - Q_M)} \quad (10)$$

Appendix C: Resultaten hoofdstuk 6 & 7

Tabellen figuur 8:

w_p	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
$0 \leq w_p \leq 0.1$	15	0	0%
$0.1 < w_p \leq 0.2$	53	3	5.7%
$0.2 < w_p \leq 0.3$	56	11	19.6%
$0.3 < w_p \leq 0.4$	49	10	20.4%
$0.4 < w_p \leq 0.5$	18	2	11.1%
$0.5 < w_p \leq 0.6$	8	3	37.5%
$0.6 < w_p \leq 0.7$	11	0	0%
$0.7 < w_p \leq 0.8$	3	0	0%
$0.8 < w_p \leq 0.9$	1	0	0%
$0.9 < w_p \leq 1$	0	0	-
Totaal	214	29	13.6%

Tabel C.1: Mogelijkheid nieuwe winnaar per w_p interval, alle data

w_p	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
$0 \leq w_p \leq 0.1$	13	0	0%
$0.1 < w_p \leq 0.2$	30	2	6.7%
$0.2 < w_p \leq 0.3$	46	10	21.7%
$0.3 < w_p \leq 0.4$	44	7	15.9%
$0.4 < w_p \leq 0.5$	12	1	8.3%
$0.5 < w_p \leq 0.6$	7	3	49.9%
$0.6 < w_p \leq 0.7$	6	0	0%
$0.7 < w_p \leq 0.8$	3	0	0%
$0.8 < w_p \leq 0.9$	1	0	0%
$0.9 < w_p \leq 1$	0	0	-
Totaal	162	23	14.2%

Tabel C.2: Mogelijkheid nieuwe winnaar per w_p interval, standaard relatief

w_p	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
$0 \leq w_p \leq 0.1$	2	0	0%
$0.1 < w_p \leq 0.2$	22	1	4.5%
$0.2 < w_p \leq 0.3$	9	1	11.1%
$0.3 < w_p \leq 0.4$	4	2	50%
$0.4 < w_p \leq 0.5$	6	1	16.7%
$0.5 < w_p \leq 0.6$	1	0	0%
$0.6 < w_p \leq 0.7$	5	0	0%
$0.7 < w_p \leq 0.8$	0	0	-
$0.8 < w_p \leq 0.9$	0	0	-
$0.9 < w_p \leq 1$	0	0	-
Totaal	49	5	10.2%

Tabel C.3: Mogelijkheid nieuwe winnaar per w_p interval, lineair relatief

Tabellen figuur 9:

Qmin?	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
Qmin	112	9	8%
Geen	102	20	19.6%
Totaal	214	29	13.6%

Tabel C.4: Mogelijkheid nieuwe winnaars bij Q_{min} , alle data

Qmin?	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
Qmin	83	8	9.6%
Geen	79	15	19%
Totaal	162	23	14.2%

Tabel C.5: Mogelijkheid nieuwe winnaars bij Q_{min} , standaard relatief

Qmin?	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
Qmin	28	1	3.6%
Geen	21	4	19%
Totaal	49	5	10.2%

Tabel C.6: Mogelijkheid nieuwe winnaars bij Q_{min} , lineair relatief

Tabel sectie 6.2.4:

w_p	Q_{min}	Scoring	Laagste prijs	Nieuwe laagste prijs	Daling laagste prijs
0.3	0	Standaard	0.3*	0.20919	30.3%
0.6	0	Standaard	0.6*	0.40632	32.3%
0.6	0	Standaard	0.6*	0.44832	25.3%
0.6	0	Standaard	0.6*	0.39506	34.2%
0.3	0	Standaard	0.3*	0.05492	81.2%
0.5	0	Standaard	480,200	113,713	76.3%
0.4	0	Lineair (1.3)	60.79	47.22	22.3%
0.4	0	Lineair (1.2)	758,586	644,724	15%
0.2	0	Standaard	59.88	23.01	61.6%
0.4	0	Standaard	278,931	88,171	68.4%
0.25	0	Standaard	420	176.32	58%
0.301	0.42	Standaard	146,050	134,408	8%
0.4	0	Standaard	67.78	4.21	93.4%
0.4	0.36	Standaard	721,533	437,503	39.4%
0.294	0	Standaard	17,145	364.24	97.9%
0.3	0.42	Standaard	146,534	130,361	11%
0.3	0.42	Standaard	7,775	5,335.26	31.4%
0.4	0	Standaard	208.3	3.30	98.4%
0.4	0	Standaard	247.5	230.57	6.8%
0.4	0	Standaard	247.5	242.09	2.2%
0.25	0.42	Standaard	50,595	11,312.4	77.6%
0.3	0.42	Standaard	20.54	10.03	51.2%
0.2	0	Standaard	5,229.23	3,461.66	33.8%
0.3	0.455	Standaard	338,500	288,520	14.8%
0.3	0.49	Standaard	92	73.44	20.2%
0.2	0.48	Lineair (2)	237,327	161,100	32.1%
0.27	0	Lineair (2)	150,904	89,744.7	40.5%
0.5	0	Lineair (2)	35	25.91	26%
0.4	0	Staffel	0.4*	0.25	37.5%
				Gemiddeld:	42.3%

Tabel C.7: "Oude" en toegevoegde laagste prijzen benodigd voor nieuwe winnaar

**De betreffende data is afkomstig van een bron waar enkel de prijsscores inzichtelijk zijn, en niet de absolute prijzen. Hierdoor is gebruik gemaakt van w_p als laagste prijs.*

Resultaten

- Gemiddelde: 42.3%
- Mediaan: 33.8%
- Standaarddeviatie 28.5%
- Bereik: 96.2%

Tabel figuur 10

Aantal inschrijvers	Aanbestedingen	Nieuwe winnaar mogelijk?	Percentage
1	9	-	-
2	59	9	15.3%
3	46	2	4.3%
4	43	8	18.6%
5	22	5	22.7%
6	15	0	0%
7	7	2	28.6%
>7	13	3	23.1%
Totaal	214	29	13.6%

Tabel C.8: Mogelijkheid op nieuwe winnaar per aantal inschrijvers