

Discussion Paper

Vergelijking seizoencorrectiemethoden CAMPLET en X-13ARIMA- SEATS

The views expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect the policies of Statistics Netherlands.

2015 | 09

Pim Ouwehand

Inhoudsopgave

1. Onderzoeksopzet	3
1.1 Doelstelling	3
1.2 Opzet	3
2. Datagenererende processen	4
2.1 Eisen	4
2.2 Datagenererende processen (DGP's) 1	4
2.3 Datagenererende processen (DGP's) 2	6
3. Vergelijking tussen de twee methoden	7
3.1 Uitgangspunten	7
3.2 Kwaliteitsmaten	7
4. Simulatie en seizoencorrectie	9
4.1 Simulatie van reeksen – 1	9
4.2 Simulatie van reeksen – 2	10
4.3 Seizoencorrectie	10
5. Resultaten	11
5.1 Simulaties – 1	11
5.2 Simulaties – 2	15
6. Quasi Real Time-analyse BBP	18
7. Conclusies	21
Referenties	21
Appendix: Voorbeelden van gesimuleerde reeksen	22

1. Onderzoekopzet

1.1 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is om de seizoencorrectiemethode CAMPLET (Abeln en Jacobs, 2014) te vergelijken met een van de meestgebruikte methoden in de praktijk, X-13ARIMA-SEATS (US Census Bureau, 2012). Deze laatste methode combineert de methoden X-12-ARIMA en TRAMO-SEATS, welke de facto de wereldwijde standaardmethoden voor seizoencorrectie vormen, en in een grote variëteit aan praktijksituaties worden toegepast.

De onderzoeksvraag voor dit onderzoek luidt daarom:

Hoe is de kwaliteit van seizoencorrectie van beide methoden voor verschillende typen reeksen?

1.2 Opzet

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden kiezen we voor een simulatiestudie. Simulatie heeft als voordeel dat we een groot aantal reeksen en scenario's systematisch met elkaar kunnen vergelijken. Daarnaast biedt het het grote voordeel dat we de seizoengecorrigeerde reeksen kunnen vergelijken met de 'werkelijke' seizoenvrije reeks, en zo een idee kunnen krijgen van de nauwkeurigheid van de beide seizoencorrectiemethoden.

De simulatiestudie is als volgt opgebouwd:

- We simuleren een groot aantal reeksen volgens een aantal datagenererende processen (DGP's). Deze DGP's worden beschreven in hoofdstuk 2.
- De kwaliteit van beide methoden vergelijken we aan de hand van een aantal kwaliteitsmaten. Deze worden toegelicht in hoofdstuk 3.
- We corrigeren alle gesimuleerde reeksen met beide methoden en berekenen de kwaliteitsmaten (hoofdstuk 4).
- We vergelijken de uitkomsten van de simulatiestudie (hoofdstuk 5).

Naast deze simulatiestudie doen we ook een zogenoemde 'Quasi-real time analyse' (hoofdstuk 6). In deze analyse simuleren we het verloop van seizoencorrectie door de tijd als een reeks elke periode wordt uitgebreid met een extra waarneming. Dit doen we voor een van de meest belangrijke reeksen van het CBS, namelijk het BBP op kwartaalbasis.

2. Datagenererende processen

In dit hoofdstuk bespreken we de tijdreeksmodellen die we hebben gebruikt om reeksen te simuleren.

2.1 Eisen

Om de methoden te kunnen testen aan de hand van realistische data, hebben we bij de keuze voor de datagenererende processen rekening gehouden met:

1. Een expliciet seizoenpatroon, zodat we de ‘werkelijke’ seizoenvrije reeks kennen, en kunnen bepalen welke methode hier het dichtst bij komt.
2. De DGP's moeten voldoende variatie bieden. De DGP's moeten een realistische weergave geven van reeksen uit de praktijk. Te denken valt dan aan bedrijfsreeksen (omzet), macro economische reeksen, sociale statistieken (bijv. werkloosheidscijfers). We willen daarom variatie in:
 - a. Volatiliteit van de reeks (hoeveelheid ruis t.o.v. het seizoenpatroon)
 - b. Mate van nonstationariteit van de reeks (verandert de reeks voldoende door de tijd heen?)
 - c. Volatiliteit/verandering in het seizoenpatroon
 - d. Verstoringen in de reeks (uitbijters en level shifts)

We hebben niet gevarieerd in lengte van de reeks en type reeks. We hebben een vaste lengte gekozen en zijn alleen uitgegaan van kwartaaldata. Het gaat namelijk niet zo zeer om het aantal perioden in de reeks of het aantal seizoenfactoren, maar om de relatieve hoeveelheid ruis en de mate van verandering in de reeks. Deze laatste factoren maken het makkelijker of moeilijker voor een methode om de tijdreekscomponenten goed te schatten en het seizoenpatroon te extraheren. Deze twee variaties zijn hierboven afgedekt.

Op basis van bovenstaande eisen formuleren we hieronder een modellen om mee te simuleren. Deze bieden mogelijkheden om de hoeveelheid ruis, aantal uitbijters, en mate van verandering in seizoenpatroon gecontroleerd te kunnen variëren en de invloed hiervan te onderzoeken.

2.2 Datagenererende processen (DGP's) 1

Uitgangspunt is het volgende state space model:

$$\begin{aligned}y_t &= \mu_t + \gamma_t + \sum_{i=1}^k \beta_i d_{i,t} + \varepsilon_t & \varepsilon_t &\sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2) & t = 1, \dots, n \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \eta_t & \eta_t &\sim NID(0, \sigma_\eta^2) \\ \gamma_t &= -\gamma_{t-1} - \gamma_{t-2} - \gamma_{t-3} + \omega_t & \omega_t &\sim NID(0, \sigma_\omega^2)\end{aligned}$$

met y_t de reeks, μ_t het niveau van de reeks, γ_t de seizoenfactoren, k het aantal uitbijters. Verder is β_i de grootte van uitbijter i en $d_{i,t}$ geeft aan wanneer deze

uitbijter plaatsvindt. Voor een additieve uitbijter is $x_{i,t} = 0$ voor alle t behalve voor de periode van de uitbijter, daar is hij gelijk aan 1. Voor een level shift is hij 0 tot aan de periode van de level shift en 1 daarna.

Dit model voldoet aan de gestelde eisen omdat:

- Hier het seizoenpatroon expliciet gemodelleerd is, en we dus makkelijk de ‘werkelijke’ seizoenvrije reeks kunnen achterhalen
- We vrij makkelijk gecontroleerd kunnen variëren, door te variëren met de ruistermen ε_t , ξ_t , ω_t (de ‘schokjes’ die respectievelijk op de reeks zitten, of waarmee het niveau of het seizoen langzaam veranderen)

We genereren voor elke DGP 1 000 reeksen met telkens 35 jaar aan data. De eerste 10 jaar worden vervolgens weggegooid om afhankelijkheid van de resultaten van gekozen startwaarden te voorkomen. De te corrigeren reeksen hebben dus een lengte van 25 jaar, ofwel 100 kwartalen.

Parameterkeuze:

- $\mu_0 = 100$
- Seizoenfactoren voor $t=0,..,4$: een random seizoenpatroon, met $\{\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3\} = \{kw1, kw2, kw3\}$ getrokken uit een uniforme verdeling met $(\min, \max) = (-20, 20)$, en $\gamma_4 = -\gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3$ (ofwel $kw4 = kw1 - kw2 - kw3$). Hierdoor hebben alle gesimuleerde reeksen een ander seizoenpatroon.

Variaties:

- σ_ε krijgt 2 verschillende waarden, om een reeks met weinig en veel ruis te simuleren
- σ_η krijgt 2 verschillende waarden, om een reeks met een langzame en sterke ontwikkeling in het niveau van de reeks te simuleren
- σ_ω krijgt 2 verschillende waarden, om een reeks met en zonder constante seizoenen te modelleren. Daarnaast simuleren we een seizoenbreuk in een willekeurige periode tussen periode 10 en 90. Dit doen we door opnieuw een random seizoenpatroon te genereren, dat in werking treedt vanaf een uniform getrokken periode tussen 10 en 90.
- De genoemde waarden worden proefondervindelijk vastgesteld, z.d.d. dat 1000 realistische reeksen gesimuleerd worden.
- Vervolgens voegen we nog uitbijters toe.
- De reeksen worden niet opnieuw gesimuleerd, om het zuivere effect van uitbijters te kunnen analyseren.
- We simuleren 1 level shift in een random periode in de reeks, maar tussen periode 10 en 90 (anders heeft een methode te weinig data om de level shift goed te kunnen schatten), plus 5 eenmalige uitbijters (=5% van de perioden) in een random periode tussen periode 0 en 100
- De grootte van de additieve uitbijters wordt uniform getrokken uit $(\min, \max) = \pm (2\sigma_\varepsilon, 5\sigma_\varepsilon)$, zodat ze duidelijk groter dan de ruis in de reeks zijn. Een level-shift is meestal een uitzonderlijke gebeurtenis en wordt daarom uniform getrokken uit $(\min, \max) = \pm (4\sigma_\varepsilon, 5\sigma_\varepsilon)$.

We krijgen zo de volgende DGP's:

2.2.1 Parameterinstellingen DGP's

DGP	σ_ε	σ_η	σ_ω	Seizoensbreuk	Uitbijters
1	Laag	Laag	0	Nee	Nee
2	Hoog	Laag	0	Nee	Nee
3	Laag	Laag	>0	Nee	Nee
4	Hoog	Laag	>0	Nee	Nee
5	Laag	Laag	0	Ja	Nee
6	Hoog	Laag	0	Ja	Nee
7	Laag	Hoog	0	Nee	Nee
8	Hoog	Hoog	0	Nee	Nee
9	Laag	Hoog	>0	Nee	Nee
10	Hoog	Hoog	>0	Nee	Nee
11	Laag	Hoog	0	Ja	Nee
12	Hoog	Hoog	0	Ja	Nee
13	Laag	Laag	0	Nee	Ja
14	Hoog	Laag	0	Nee	Ja
15	Laag	Laag	>0	Nee	Ja
16	Hoog	Laag	>0	Nee	Ja
17	Laag	Laag	0	Ja	Ja
18	Hoog	Laag	0	Ja	Ja
19	Laag	Hoog	0	Nee	Ja
20	Hoog	Hoog	0	Nee	Ja
21	Laag	Hoog	>0	Nee	Ja
22	Hoog	Hoog	>0	Nee	Ja
23	Laag	Hoog	0	Ja	Ja
24	Hoog	Hoog	0	Ja	Ja

σ_ε bepaalt de ruis op de reeks.

σ_η bepaalt de mate van verandering in het niveau van de reeks.

σ_ω bepaalt de mate van verandering in het seizoenpatroon.

2.3 Datagenererende processen (DGP's) 2

Het hierboven gedefinieerde model gaat er van uit dat de tijdreekscomponenten (niveau, seizoen) zich onafhankelijk van elkaar ontwikkelen, en dus onafhankelijke storingstermen σ_η en σ_ω hebben. In de praktijk is het echter goed mogelijk dat deze componenten wel degelijk gecorreleerd zijn.

Naast onafhankelijke storingstermen simuleren we ook gecorreleerde storingstermen. Hierbij nemen we aan dat er een negatieve correlatie bestaat tussen trend en seizoen. Hierdoor hebben de storingstermen de volgende covariantiestructuur:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \eta_t \\ \omega_t \end{bmatrix} \sim NID(\mathbf{0}, \mathbf{\Sigma}) \text{ met } \mathbf{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_\varepsilon^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_\eta^2 & \sigma_{ts} \\ 0 & \sigma_{ts} & \sigma_\omega^2 \end{bmatrix}$$

In paragraaf 4.2 beschrijven we keuzes voor de correlaties en de resulterende DGP's.

3. Vergelijking tussen de twee methoden

In dit hoofdstuk beschrijven we de kwaliteitsmaten die we gebruiken om de methoden met elkaar te vergelijken.

3.1 Uitgangspunten

- Hoewel seizoencorrectiemethoden worden toegepast op een reeks in zijn geheel, is er in de praktijk vaak de meeste aandacht voor de laatste paar waarnemingen. Er moeten dus kwaliteitsmaten komen die iets over de correctie van de hele reeks zeggen, en daarnaast kwaliteitsmaten die iets over de laatste paar perioden zeggen.
- Aangezien we de werkelijke seizoenvrije reeks kennen, willen we kwaliteitsmaten die de seizoengecorrigeerde reeks met deze reeks vergelijken.
- De kwaliteitsmaten moeten realistisch zijn. Bij de keuze voor een seizoencorrectiemethode is het belangrijk dat de methode kwalitatief goede seizoencorrecties levert (over de hele reeks gemeten, maar met name ook voor het uiteinde van de reeks), bij voorkeur kleine revisies kent, en dat er geen breuk met de bestaande reeks optreedt door overstap op een andere methode. Dat eerste is wat we in deze studie ook bekijken.

3.2 Kwaliteitsmaten

Van elke reeks hebben we de beschikking over:

- Een originele reeks y_t .
- Een originele reeks zonder seizoen $y'_t = y_t - s_t$.
- Een seizoengecorrigeerde reeks $\tilde{y}_t$. Idealiter is $\tilde{y}_t = y'_t$.

We kunnen nu bepalen hoe goed het seizoenpatroon is verwijderd uit de reeks door naar de afwijking van de werkelijke seizoenvrije reeks te kijken: $\tilde{y}_t - y'_t$. Op basis hiervan berekenen we de volgende maten:

Root Mean Squared Error:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\tilde{y}_t - y'_t)^2}$$

Mean Absolute Percentage Error:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{\tilde{y}_t - y'_t}{y'_t} \right| * 100\%$$

Ook kunnen we bekijken of één van beide methoden structureel te veel of te weinig seizoenen verwijdert:

Mean Error:

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\tilde{y}_t - y'_t)$$

Idealiter is ME=0

De index t loopt hierbij over:

- alle waarden van de reeks (dus t=1...N, N=100)
- alleen de laatste 4 waarden van de reeks (dus t=97...100, N=4)
- alleen de allerlaatste waarde (is in de praktijk vaak het belangrijkste) (dus t=100, N=1).

Aangezien we deze kwaliteitsmaten over 1 000 reeksen berekenen, willen we daar vervolgens ook over samenvatten. We berekenen daarom (met KM=kwaliteitsmaat):

$$KM1_N = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} RMSE_i$$

$$KM2_N = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} MAPE_i$$

$$KM3_N = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} |ME_i|$$

Met N=100, 4 of 1, en i de index van de reeks. Totaal levert dit 9 kwaliteitsmaten. Bij de derde kwaliteitsmaat hierboven hebben we de absolute waarde van de ME genomen. Als we dit niet zouden doen, zou deze maat op nul uit kunnen komen, en zouden we niet weten of de resultaten perfect zuiver zijn of dat ze bij toeval tot nul optellen.

Naast deze gemiddelden berekenen we ook de spreiding (standaarddeviatie) over de 1 000 reeksen. Als laatste bepalen we naast deze gemiddelden ook per DGP het percentage van de 1 000 reeksen waarvoor CAMPLET een lagere waarde van elk van de kwaliteitsmaten heeft dan X13.

4. Simulatie en seizoencorrectie

4.1 Simulatie van reeksen – 1

We simuleren per data-genererend proces 1 000 kwartaalreeksen met telkens 55 jaar aan data. De eerste 5 jaar worden vervolgens weggegooid om afhankelijkheid van de resultaten van gekozen startwaarden te voorkomen. De code hiervoor is geprogrammeerd in de programmeertaal R. De uitvoer bestaat uit een aantal bestanden met telkens 1 000 reeksen.

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven moeten de precieze parameterinstellingen zo gekozen worden dat de 24 DGP's realistische reeksen opleveren en voldoende variatie bieden. Door met de parameterinstellingen te experimenteren, en grafieken van de resulterende reeksen te bestuderen, zijn we gekomen tot de in onderstaande tabel weergegeven instellingen. In de appendix geven we middels een aantal grafieken enkele voorbeelden van deze DGP's.

4.1.1 Parameterinstellingen DGP's

DGP	σ_ε	σ_η	σ_ω	Seizoensbreuk	Uitbijters
1	3	1	0	0	0
2	7	1	0	0	0
3	3	1	2	0	0
4	7	1	2	0	0
5	3	1	0	1	0
6	7	1	0	1	0
7	3	10	0	0	0
8	7	10	0	0	0
9	3	10	2	0	0
10	7	10	2	0	0
11	3	10	0	1	0
12	7	10	0	1	0
13	3	1	0	0	1
14	7	1	0	0	1
15	3	1	2	0	1
16	7	1	2	0	1
17	3	1	0	1	1
18	7	1	0	1	1
19	3	10	0	0	1
20	7	10	0	0	1
21	3	10	2	0	1
22	7	10	2	0	1

DGP	σ_ε	σ_η	σ_ω	Seizoensbreuk	Uitbijters
23	3	10	0	1	1
24	7	10	0	1	1

Voor de parameters 'seizoensbreuk' en 'uitbijters' betekent 0 dat deze elementen niet aanwezig zijn, en 1 dat ze wel aanwezig zijn.

4.2 Simulatie van reeksen – 2

Naast bovenstaande reeksen onderzoeken we ook de variant met gecorreleerde storingstermen. We modelleren dit als variant op DGP's 10 en 22. Deze hebben immers relatief veel ruis (σ_ε) en grote waarden voor σ_η en σ_ω , zodat het effect van de correlatie duidelijk aanwezig zal zijn in de reeksen. We kiezen voor correlaties tussen σ_η en σ_ω van -0,3, -0,5, -0,7 en -0,9.

4.2.1 DGP's met gecorreleerde storingstermen

DGP	σ_ε	σ_η	σ_ω	Seizoensbreuk	Uitbijters	$\rho_{\varepsilon\omega}$
10a	7	10	2	0	0	-0,3
10b						-0,5
10c						-0,7
10d						-0,9
22a	7	10	2	0	1	-0,3
22b						-0,5
22c						-0,7
22d						-0,9

4.3 Seizoencorrectie

De gesimuleerde reeksen worden gecorrigeerd:

- Met CAMPLET. Dit pakket behoeft geen parameterinstellingen en werkt geheel automatisch.
- Met de methode X-13ARIMA-SEATS, middels het pakket JDemetra+ 2.0.0 (Grudkowska, 2015). Dit is de Eurostat-software voor seizoencorrectie, en biedt een schil rondom o.a. X-13.

We roepen X-13 aan met zoveel mogelijk automatische instellingen:

- Automatische keuze type decompositie (additief of multiplicatief).
- Automatisch bepaling van het ARIMA-model.
- We laten X-13 geen werkdagpatronen detecteren.
- Uitbijters automatisch laten bepalen. Als kritische grens kiezen we 3,5. We laten X13 additieve uitbijters, levels shifts, en seizoensbreuken (plotseling veranderd seizoenpatroon) detecteren.
- Lengte seizoen- en trendfilter worden automatisch gekozen.

5. Resultaten

5.1 Simulaties – 1

Onderstaand presenteren we tabellen met de samenvattende kwaliteitsmaten, en bespreken deze resultaten. We beginnen met de RMSE, MAPE, en ME. Deze maten zijn telkens per reeks berekend over de laatste 100 (de hele reeks dus), 4 of 1 waarneming(en). Vervolgens hebben we het gemiddelde berekend over alle 1 000 reeksen. In tabel 5.1.1 staan de maten voor CAMPLET, in 5.1.2 die voor X-13. In de tabellen is met een rode arcering aangegeven wanneer CAMPLET beter presteert dan X-13. Voor tabellen 5.1.1 t/m 5.1.4 geeft rood aan dat CAMPLET een lagere waarde voor de gemiddelde kwaliteitsmaat heeft.

5.1.1 Kwaliteitsmaten CAMPLET

DGP	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
1	1,61	1,30	0,01	1,46	1,27	0,27	1,26	1,28	1,26
2	3,92	3,17	0,04	3,61	3,16	0,63	3,11	3,18	3,11
3	3,13	2,50	0,05	2,91	2,55	0,56	2,66	2,70	2,66
4	5,07	4,13	0,06	4,60	4,06	0,84	3,95	4,07	3,95
5	4,29	2,14	0,10	1,54	1,34	0,29	1,26	1,28	1,26
6	6,07	4,10	0,11	3,86	3,38	0,62	3,27	3,34	3,27
7	4,08	26,51	0,05	3,68	9,87	0,77	3,24	6,58	3,24
8	5,33	25,86	0,06	4,75	9,00	0,84	4,28	9,23	4,28
9	5,26	31,37	0,07	4,87	35,70	1,00	4,17	28,33	4,17
10	6,36	80,42	0,08	5,88	22,67	1,01	5,09	29,87	5,09
11	6,15	61,83	0,11	3,83	65,97	0,84	3,22	9,87	3,22
12	7,19	34,41	0,12	5,01	28,19	0,95	4,30	29,44	4,30
13	1,98	1,56	0,02	1,70	1,50	0,31	1,44	1,47	1,44
14	4,64	3,97	0,04	4,00	4,08	0,65	3,38	3,96	3,38
15	3,44	2,77	0,05	3,17	2,81	0,59	2,85	2,94	2,85
16	18,52	17,28	0,08	20,25	20,73	0,41	21,43	25,04	21,43
17	4,49	2,44	0,10	1,84	1,64	0,35	1,51	1,58	1,51
18	6,77	5,04	0,12	4,45	4,52	0,69	3,75	4,45	3,75
19	4,28	36,72	0,05	3,82	14,42	0,80	3,30	9,97	3,30
20	5,92	23,99	0,07	5,13	22,75	0,88	4,48	25,72	4,48
21	5,45	37,97	0,07	5,01	74,86	0,98	4,29	12,97	4,29
22	6,98	52,25	0,08	6,30	21,60	1,09	5,41	19,83	5,41
23	6,31	31,20	0,11	3,96	11,65	0,85	3,40	12,64	3,40
24	7,76	45,59	0,13	5,56	16,71	0,98	4,68	17,69	4,68

5.1.2 Kwaliteitsmaten X-13

DGP	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
1	1,05	0,86	0,01	1,07	0,93	0,05	0,98	0,99	0,98
2	2,38	1,96	0,03	2,48	2,19	0,12	2,25	2,31	2,25
3	2,25	1,80	0,05	2,33	2,04	0,40	2,25	2,28	2,25
4	3,33	2,70	0,06	3,69	3,28	0,44	3,25	3,34	3,25
5	1,76	1,20	0,23	1,27	1,11	0,08	1,11	1,13	1,11
6	3,17	2,43	0,21	2,89	2,53	0,15	2,49	2,54	2,49
7	2,39	28,89	0,02	2,47	7,57	0,06	2,34	5,51	2,34
8	3,24	17,19	0,03	3,32	6,98	0,07	3,14	7,18	3,14
9	3,31	21,97	0,06	3,84	20,80	0,40	3,62	21,68	3,62
10	4,04	76,04	0,06	4,69	17,27	0,41	4,18	17,89	4,18
11	3,20	21,77	0,17	2,89	60,34	0,08	2,61	8,53	2,61
12	4,04	22,14	0,15	3,81	20,51	0,09	3,50	22,01	3,50
13	1,19	0,96	0,02	1,16	1,02	0,05	1,04	1,07	1,04
14	2,67	2,34	0,03	2,77	2,82	0,11	2,46	2,95	2,46
15	2,44	1,96	0,06	2,57	2,27	0,41	2,42	2,48	2,42
16	3,69	3,20	0,07	4,09	4,22	0,45	3,51	4,17	3,51
17	2,00	1,37	0,22	1,44	1,29	0,09	1,27	1,31	1,27
18	3,60	2,92	0,20	3,29	3,35	0,14	2,78	3,28	2,78
19	2,52	18,51	0,02	2,59	10,05	0,06	2,42	6,26	2,42
20	3,58	15,21	0,04	3,72	11,01	0,08	3,48	12,62	3,48
21	3,43	30,27	0,06	3,96	36,72	0,40	3,68	11,89	3,68
22	4,40	86,36	0,07	4,96	18,19	0,41	4,41	14,71	4,41
23	3,34	21,10	0,16	3,04	9,14	0,08	2,77	11,37	2,77
24	4,46	32,40	0,16	4,23	14,42	0,10	3,86	17,22	3,86

Naast het gemiddelde over 1 000 reeksen, bepalen we ook de standaarddeviaties voor alle maten. Deze zijn te vinden in 5.1.3 voor CAMPLET, en 5.1.4 voor X-13.

5.1.3 Standaarddeviaties van de kwaliteitsmaten CAMPLET

DGP	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
1	0,23	0,22	0,01	0,63	0,61	0,23	0,98	1,03	0,98
2	0,64	0,63	0,03	1,61	1,54	0,62	2,45	2,58	2,45
3	0,35	0,39	0,03	1,28	1,22	0,47	2,15	2,23	2,15
4	0,70	0,70	0,05	1,99	1,92	0,78	3,11	3,35	3,11
5	1,67	0,53	0,08	0,71	0,64	0,29	0,99	1,02	0,99
6	1,83	0,95	0,08	2,22	2,14	0,66	3,13	3,29	3,13
7	0,71	217,96	0,04	1,74	51,56	0,73	2,66	14,21	2,66
8	1,01	127,99	0,05	2,27	24,60	0,90	3,36	37,35	3,36
9	0,77	141,06	0,06	2,00	511,66	0,84	3,26	228,96	3,26

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
10	0,99	1 000,20	0,06	2,45	127,06	0,97	3,91	444,42	3,91
11	1,65	927,83	0,09	1,94	1367,7	0,83	2,68	40,04	2,68
12	1,81	180,18	0,09	2,50	221,37	1,03	3,50	324,87	3,50
13	0,36	0,33	0,02	0,85	0,86	0,29	1,19	1,27	1,19
14	0,91	1,34	0,04	2,09	2,91	0,69	2,81	3,75	2,81
15	0,43	0,52	0,04	1,43	1,46	0,50	2,32	2,52	2,32
16	6,78	7,91	0,06	8,78	13,41	0,32	16,01	22,37	16,01
17	1,65	0,64	0,08	1,00	0,94	0,36	1,32	1,42	1,32
18	1,92	1,69	0,09	2,56	3,67	0,80	3,53	5,50	3,53
19	0,74	447,85	0,04	1,71	136,84	0,75	2,58	57,66	2,58
20	1,17	88,08	0,05	2,43	303,67	0,95	3,50	482,38	3,50
21	0,81	215,75	0,05	2,09	1866,6	0,87	3,28	52,08	3,28
22	1,20	425,23	0,06	2,77	84,02	1,08	4,34	175,05	4,34
23	1,66	270,93	0,09	1,98	46,27	0,82	2,78	82,54	2,78
24	1,90	410,16	0,10	2,91	56,53	1,10	4,26	121,86	4,26

5.1.4 Standaarddeviaties van de kwaliteitsmaten X-13

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
1	0,23	0,21	0,01	0,49	0,45	0,07	0,80	0,84	0,80
2	0,56	0,51	0,04	1,12	1,06	0,18	1,75	1,89	1,75
3	0,24	0,25	0,06	0,95	0,89	0,30	1,69	1,74	1,69
4	0,44	0,44	0,08	1,53	1,48	0,37	2,55	2,72	2,55
5	0,68	0,36	0,31	0,59	0,55	0,11	0,88	0,92	0,88
6	0,67	0,54	0,29	1,31	1,20	0,20	2,06	2,11	2,06
7	0,52	488,56	0,02	1,16	41,90	0,05	1,84	18,65	1,84
8	0,73	93,65	0,03	1,57	20,85	0,08	2,44	34,05	2,44
9	0,45	109,60	0,06	1,59	213,79	0,29	2,74	241,34	2,74
10	0,64	1516,4	0,06	2,04	96,29	0,32	3,25	170,57	3,25
11	0,71	271,78	0,19	1,35	1079,7	0,12	2,10	30,56	2,10
12	0,80	158,46	0,14	1,78	170,78	0,11	2,72	227,09	2,72
13	0,29	0,26	0,02	0,60	0,58	0,08	0,84	0,89	0,84
14	0,68	0,88	0,06	1,43	1,92	0,19	2,16	3,25	2,16
15	0,29	0,32	0,13	1,10	1,09	0,32	1,89	1,97	1,89
16	0,61	0,92	0,15	1,83	2,90	0,37	2,80	4,16	2,80
17	0,72	0,40	0,30	0,76	0,73	0,14	1,04	1,12	1,04
18	0,85	1,03	0,28	1,66	2,47	0,25	2,47	3,60	2,47
19	0,55	150,82	0,02	1,19	67,13	0,05	1,89	22,24	1,89
20	0,84	55,59	0,07	1,92	75,79	0,11	2,84	119,30	2,84
21	0,50	314,38	0,05	1,70	786,48	0,29	2,82	74,19	2,82
22	0,72	1687,9	0,06	2,23	81,62	0,32	3,49	80,62	3,49

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
23	0,71	261,23	0,17	1,40	31,96	0,12	2,20	76,59	2,20
24	0,88	275,15	0,20	2,13	74,47	0,12	3,30	207,50	3,30

Verder hebben we per DGP voor alle 1 000 reeksen bepaald of de waarde van de kwaliteitsmaat per reeks van CAMPLET kleiner is dan voor X13, en vervolgens berekend voor welk gedeelte van de 1 000 reeksen dat het geval was. Deze resultaten staan in tabel 5.1.5. Een RMSE-waarde van bijv. 0,4 wil zeggen dat bij 40% van de 1 000 reeksen de RMSE van CAMPLET kleiner was dan die van X13. In tabel 5.1.5 geeft rood aan dat CAMPLET voor meer dan 50% van de reeksen een lagere waarde heeft van de kwaliteitsmaat. De ME (mean error) kan positief of negatief zijn. Om hier de relatieve score te bepalen hebben we gekeken of de absolute waarde van ME van CAMPLET kleiner is dan die van X13.

5.1.5 Relatieve kwaliteitsmaten

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
1	0,0%	0,1%	37,1%	18,0%	20,8%	11,2%	36,0%	36,0%	36,0%
2	0,3%	0,2%	36,2%	18,6%	20,0%	13,3%	35,2%	35,2%	35,2%
3	0,4%	0,4%	49,7%	25,6%	26,8%	38,8%	39,9%	39,9%	39,9%
4	0,3%	0,5%	45,3%	28,8%	29,8%	32,7%	40,5%	40,5%	40,5%
5	0,1%	0,8%	66,3%	32,4%	32,6%	15,2%	43,5%	43,5%	43,5%
6	0,4%	0,5%	60,7%	28,0%	29,9%	16,0%	39,3%	39,3%	39,3%
7	1,1%	4,6%	25,4%	19,9%	21,6%	6,7%	34,5%	34,5%	34,5%
8	1,1%	5,6%	26,8%	21,5%	21,9%	7,5%	34,8%	34,8%	34,8%
9	0,3%	3,1%	42,4%	25,0%	27,9%	24,7%	40,1%	40,1%	40,1%
10	0,9%	4,5%	36,3%	27,7%	30,7%	25,5%	39,4%	39,4%	39,4%
11	0,2%	4,6%	59,6%	26,8%	28,1%	7,5%	40,2%	40,2%	40,2%
12	0,6%	5,7%	53,4%	30,4%	30,9%	9,4%	40,4%	40,4%	40,4%
13	1,0%	0,5%	38,6%	17,9%	19,5%	10,8%	35,5%	35,5%	35,5%
14	1,3%	0,9%	33,3%	20,7%	22,2%	12,4%	36,3%	36,3%	36,3%
15	0,8%	0,9%	49,5%	28,1%	28,6%	37,3%	41,0%	41,0%	41,0%
16	0,1%	0,0%	41,2%	1,9%	1,9%	51,9%	10,0%	10,0%	10,0%
17	0,4%	0,8%	65,8%	32,3%	32,1%	15,8%	42,4%	42,4%	42,4%
18	0,3%	1,0%	58,6%	30,1%	30,0%	14,3%	40,0%	40,0%	40,0%
19	0,9%	4,9%	24,3%	19,7%	20,3%	5,5%	33,8%	33,8%	33,8%
20	1,7%	6,3%	26,7%	23,1%	23,9%	8,9%	39,3%	39,3%	39,3%
21	0,3%	3,1%	41,8%	25,3%	27,7%	25,8%	39,8%	39,8%	39,8%
22	0,8%	5,7%	38,5%	29,6%	30,6%	25,8%	41,2%	41,2%	41,2%
23	0,1%	3,9%	59,5%	30,8%	31,3%	7,7%	40,4%	40,4%	40,4%
24	0,8%	5,3%	53,0%	29,7%	29,0%	9,9%	41,5%	41,5%	41,5%

Voor de meerderheid van de DGP's zijn de kwaliteitsmaten van X-13 lager dan die van CAMPLET. Wel zien we enkele uitzonderingen:

- De ME over de hele reeks. Het blijkt dat bij alle DGP's in een aantal gevallen CAMPLET een lagere ME heeft gemiddeld over alle 1000 reeksen, in combinatie met een lagere standaarddeviatie, en ook in maximaal 66% van de individuele gevallen een lagere ME heeft. De RMSE en MAPE zijn weliswaar niet lager, maar kennelijk levert CAMPLET kleinere structurele afwijkingen omhoog of omlaag. Dit is in alle DGP's waar een seizoenbreuk optreedt. Met name de standaarddeviatie is voor een groot aantal DGP's kleiner dan bij X-13.
- Over de hele lengte van de reeksen genomen levert CAMPLET gemiddeld genomen hogere RMSE's en MAPE's. In maximaal 6,3% van de gevallen zijn deze maten kleiner voor CAMPLET dan voor X13. Als we naar de laatste 4 perioden van de reeksen kijken, neemt dit toe tot maximaal 32,6%. Als we alleen naar de meest recente periode kijken van alle reeksen, levert CAMPLET voor maximaal 43,5% van de reeksen een nauwkeurigere seizoencorrectie.
- Als we alleen naar de laatste waarden kijken, blijkt dat CAMPLET voor een flink aantal DGP's in minimaal 40% van de gevallen een betere MAPE, RMSE en ME heeft. Dit zijn altijd DGP's waar enige vorm van stochastiek in het seizoenpatroon aanwezig is (breuk of veranderend seizoenpatroon).
- Zowel voor X-13 als CAMPLET geldt dat alle kwaliteitsmaten er op achteruit gaan als we de DGPs met en zonder uitbijters vergelijken. De verschillen zijn echter vaak kleiner voor X-13 dan voor CAMPLET, met name voor RMSE en MAPE. Eenmalige afwijkingen zijn dus nadelig voor CAMPLET bij de huidige kwaliteitsmaten.

5.2 Simulaties – 2

Hieronder presenteren we dezelfde kwaliteitsmaten als in de vorige paragraaf, maar dan voor de DGP's met gecorreleerde storingstermen.

5.2.1 Kwaliteitsmaten CAMPLET

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
10a	6,40	40,77	0,08	5,81	311,48	1,08	5,11	14,08	5,11
10b	6,48	27,07	0,08	6,06	23,55	1,13	5,17	30,44	5,17
10c	6,59	26,69	0,08	5,93	21,40	1,13	5,09	21,83	5,09
10d	6,59	28,84	0,08	6,07	31,25	1,11	5,19	30,52	5,19
22a	7,02	32,80	0,08	6,26	19,60	1,11	5,32	24,39	5,32
22b	7,04	31,78	0,08	6,38	20,61	1,12	5,40	19,94	5,40
22c	7,13	30,53	0,09	6,33	23,78	1,16	5,42	18,23	5,42
22d	7,17	31,02	0,08	6,57	26,34	1,12	5,63	15,35	5,63

5.2.2 Kwaliteitsmaten X-13

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
10a	3,97	18,32	0,06	4,59	75,24	0,42	4,18	12,69	4,18
10b	3,95	15,24	0,06	4,63	17,97	0,42	4,23	26,85	4,23
10c	3,95	15,53	0,06	4,61	16,14	0,43	4,23	16,61	4,23
10d	3,95	17,73	0,06	4,87	27,91	0,42	4,52	22,66	4,52
22a	4,35	19,55	0,06	4,93	14,06	0,42	4,41	12,66	4,41
22b	4,34	18,19	0,07	5,04	15,81	0,42	4,59	14,09	4,59
22c	4,30	19,25	0,06	4,92	18,82	0,43	4,54	15,39	4,54
22d	4,32	21,16	0,07	5,21	17,49	0,42	4,79	13,13	4,79

5.2.3 Standaarddeviaties van de kwaliteitsmaten CAMPLET

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
10a	1,00	386,57	0,06	2,41	9300,9	1,02	3,88	39,81	3,88
10b	0,97	65,45	0,06	2,55	121,06	1,05	4,05	344,80	4,05
10c	1,04	93,67	0,06	2,56	126,33	1,05	3,85	199,21	3,85
10d	1,04	115,09	0,06	2,50	169,26	1,01	3,91	231,19	3,91
22a	1,15	125,44	0,06	2,72	96,27	1,08	4,18	307,39	4,18
22b	1,13	142,08	0,06	2,80	71,25	1,09	4,34	107,73	4,34
22c	1,17	101,76	0,07	2,75	114,27	1,07	4,20	86,30	4,20
22d	1,23	95,63	0,06	2,80	139,39	1,06	4,41	46,42	4,41

5.2.4 Standaarddeviaties van de kwaliteitsmaten X-13

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
10a	0,59	87,75	0,05	1,90	1919,6	0,33	3,29	63,32	3,29
10b	0,59	35,37	0,04	1,95	98,97	0,33	3,33	325,10	3,33
10c	0,64	68,85	0,05	1,99	91,48	0,32	3,32	143,41	3,32
10d	0,62	63,97	0,07	2,14	224,29	0,31	3,48	171,87	3,48
22a	0,72	119,31	0,05	2,12	63,93	0,32	3,45	76,24	3,45
22b	0,72	78,82	0,06	2,28	54,10	0,34	3,69	61,38	3,69
22c	0,72	93,90	0,05	2,20	115,23	0,31	3,51	69,33	3,51
22d	0,72	104,13	0,06	2,32	69,67	0,31	3,66	45,46	3,66

5.2.5 Relatieve kwaliteitsmaten

	Laatste 100 waarnemingen			Laatste 4 waarnemingen			Laatste 1 waarneming		
DGP	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME	RMSE	MAPE	ME
10a	0,003	0,035	0,38	0,273	0,292	0,243	0,377	0,377	0,377
10b	0,002	0,023	0,365	0,228	0,253	0,244	0,401	0,401	0,401
10c	0	0,022	0,38	0,265	0,281	0,242	0,411	0,411	0,411
10d	0,003	0,042	0,386	0,248	0,285	0,203	0,418	0,418	0,418
22a	0,004	0,038	0,395	0,283	0,305	0,253	0,405	0,405	0,405
22b	0,008	0,039	0,402	0,266	0,276	0,238	0,419	0,419	0,419
22c	0,006	0,043	0,383	0,257	0,271	0,224	0,408	0,408	0,408
22d	0,005	0,047	0,376	0,276	0,301	0,223	0,413	0,413	0,413

Als we deze resultaten voor gecorreleerde componenten vergelijken met die voor ongecorreleerde componenten (dus DGP 10a t/m 10d vergelijken met DGP 10, en DGP 22a t/m 22d met DGP 22) valt op dat de MAPE berekend over de gehele reeks een stuk lager is voor zowel X13 als voor CAMPLET. Voor de andere kwaliteitsmaten zijn de waarden soms lager, soms hoger, maar zijn er geen grote verschillen met de eerdere resultaten.

De MAPE over de laatste 4 waarnemingen (en ook de MAPE over de gehele reeks) bij DGP 10a wordt verklaard door één reeks met een extreem grote procentuele fout (de fout is 8,73 en de seizoenvrije waarde van de reeks is 0,0007, waardoor de fout 294130% is).

6. Quasi Real Time-analyse BBP

Als cijfers eenmaal met CAMPLET gecorrigeerd zijn, zijn deze meteen definitief, bijstellingen van gecorrigeerde cijfers ontbreken dus. Methoden zoals X-13 corrigeren telkens opnieuw de gehele reeks zodra de reeks wordt uitgebreid met nieuwe waarnemingen, en kennen dus bijstellingen. De vraag hierbij is of CAMPLET ook meteen de meest nauwkeurige schatting oplevert voor een bepaalde periode, of dat de extra informatie die X-13 gebruikt ook tot betere schattingen leidt.

We willen dus voor elke periode van een reeks de werkelijke seizoenvrije waarden vergelijken met de schattingen volgens CAMPLET en de initiële en bijgestelde schatting van X-13. Hieronder doen we zo een ‘quasi real time’-analyse voor een van de belangrijkste reeksen van het CBS, namelijk het Bruto Binnenlands Product (BBP) op kwartaalbasis. We gaan er hierbij vanuit dat er geen revisies plaatsvinden, en nemen de BBP-reeks zoals die op dit moment beschikbaar is.

De instellingen voor X-13 zijn hetzelfde als hierboven bij de gesimuleerde reeksen, maar nu laten we X-13 ook de aanwezigheid van een werkdagpatroon detecteren. We berekenen voor alle kwartalen van 2005 t/m 2011 de seizoengecorrigeerde waarde volgens CAMPLET, en de 12 opeenvolgende waarden voor diezelfde periode volgens X-13, wanneer de reeks wordt uitgebreid. We krijgen dan bijvoorbeeld de volgende seizoengecorrigeerde waarden:

6.1.1 BBP in miljoenen, seizoengecorrigeerde waarden voor 2008Q2 als de reeks wordt aangevuld met waarden uit latere kwartalen.

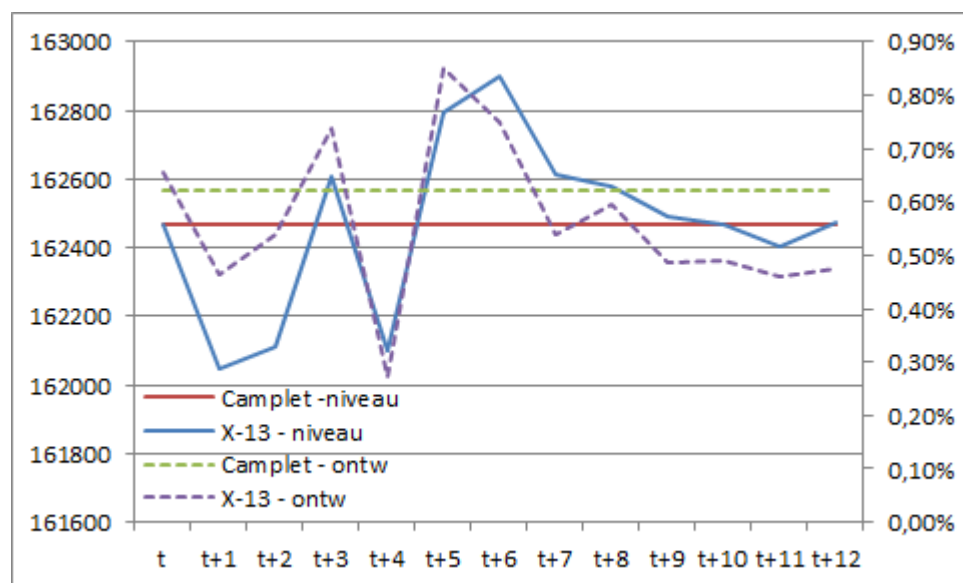
	Gecorrigeerde waarden met informative t/m.								
	t	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6	t+7	t+8
Niveau									
CAMPLET	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469
X13	162 466	162 044	162 110	162 608	162 100	162 796	162 900	162 615	162 578
Periode-op-periodeontwikkeling									
CAMPLET	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%	0,62%
X13	0,66%	0,47%	0,54%	0,74%	0,27%	0,85%	0,75%	0,54%	0,60%

Hierbij betekent kolom t dat de reeks loopt tot 2008Q2, kolom t+1 dat de reeks loopt tot 2008Q3, en t+8 dat de reeks loopt tot 2011Q2.

Onderstaand volgen enkele grafieken om te laten zien hoe de waarde van X-13 verandert ten opzichte van die van CAMPLET. De niveaus staan telkens op de linker y-as, de ontwikkelingen op de rechter y-as.

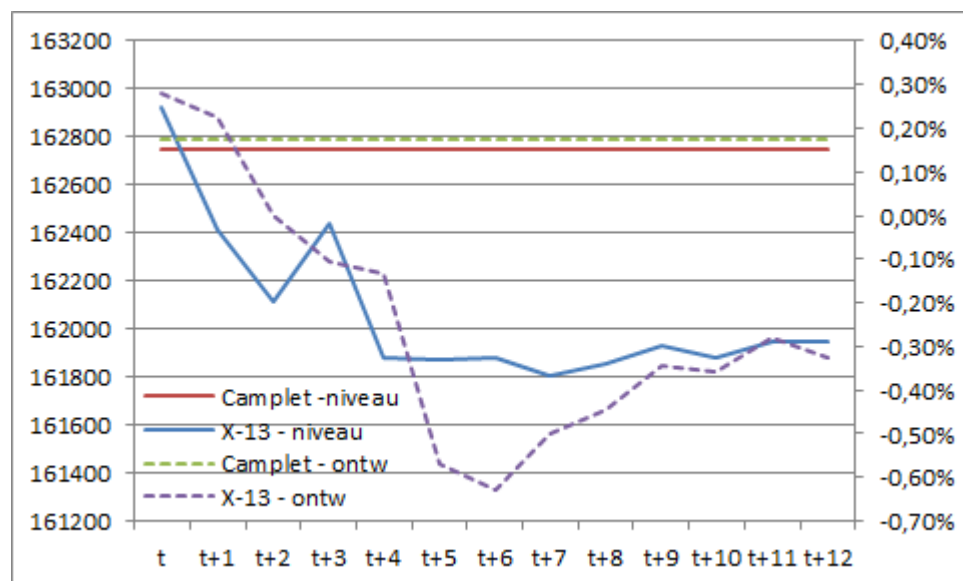
Voor 2008Q2 bewegen de waarden van X13 duidelijk rondom die van CAMPLET, en is de vraag of de extra informatie waarover X-13 beschikt veel toevoegt aan de kwaliteit van de seizoencorrectie.

6.1.2 Seizoengecorrigeerde waarden voor 2008Q2



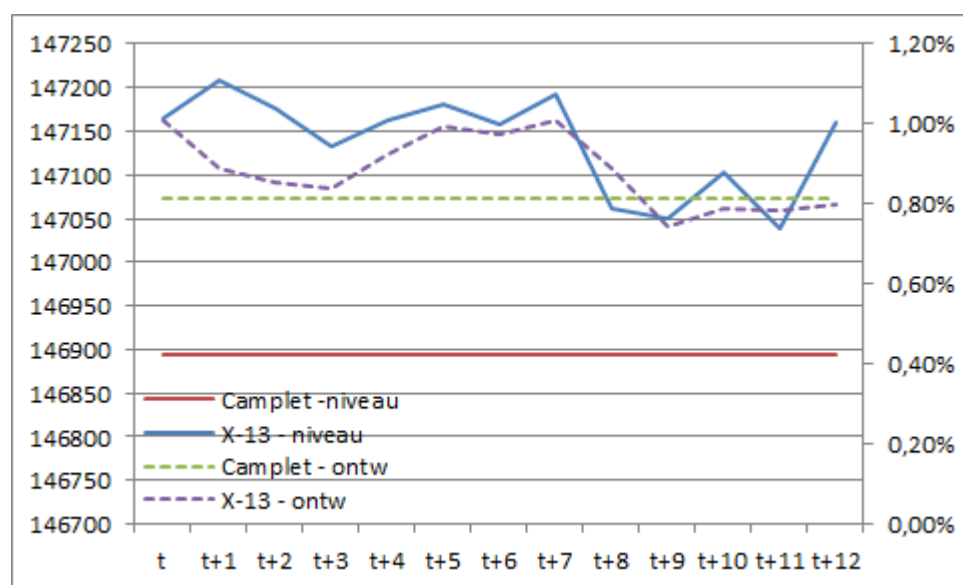
Er zijn echter ook voorbeelden van kwartalen waar de waarden van X13 en CAMPLET op hetzelfde niveau beginnen, maar vervolgens duidelijk uit elkaar bewegen, zoals 2008Q3.

6.1.3 Seizoengecorrigeerde waarden voor 2008Q3



Voor veel kwartalen geldt dat X-13 relatief constante waarden oplevert, maar zich op een ander niveau begeeft dan CAMPLET, zoals 2005Q3 (zie figuur 6.1.4). Voor ongeveer de helft van de onderzochte kwartalen stabiliseert de seizoengecorrigeerde waarde van X-13 zich, zoals in figuur 6.1.3. Vaak ook blijft de waarde veranderen als de reeks zich uitbreidt.

6.1.4 Seizoengecorrigeerde waarden voor 2005Q3



Het beeld verschilt dus van kwartaal tot kwartaal. De uiteindelijke waarden van niveau en ontwikkeling na 12 perioden zijn weliswaar anders voor beide methoden, maar de afwezigheid van bijstellingen is een voordeel van CAMPLET.

7. Conclusies

We hebben in dit onderzoek CAMPLET en X-13 met elkaar vergeleken in een gecontroleerde omgeving. De simulatie heeft als voordeel dat we een groot aantal typen reeksen hebben kunnen bekijken. Dit heeft laten zien dat in enkele gevallen CAMPLET betere waarden van de kwaliteitsmaten heeft dan X-13. Een van de verklaringen hiervoor ligt in de kwaliteitsmaten, waarbij bijvoorbeeld afwijkingen gekwadrateerd worden en deze snel uitvergroot worden.

Hoewel de gesimuleerde reeksen een behoorlijke variëteit aan reeksen beslaan, zullen de methoden in de praktijk met reeksen te maken krijgen die andere eigenschappen kunnen hebben. Wellicht zou met nadere analyse beter bepaald kunnen worden voor welke situaties (DGP's of praktijkreeksen) CAMPLET beter presteert dan X-13.

Bij de uitgevoerde quasi real time analyse kennen we niet de werkelijke seizoenvrije reeks. We kunnen dus niet beoordelen of CAMPLET meteen een goede correctie levert, en X13 pas een aantal perioden later een vergelijkbare kwaliteit bereikt. Om deze reden is het interessant een dergelijke analyse te herhalen met gesimuleerde data waarbij we het seizoenpatroon kennen. Ook zouden we een seizoenbreuk kunnen toevoegen of een level shift, en op die manier bijvoorbeeld een economische crisis nabootsen. We kunnen dan bepalen welk van de twee methoden deze verandering het snelste en beste oppikt.

Referenties

Abeln, B en J.P.A.M. Jacobs (2015), Seasonal adjustment with and without revisions: A comparison of X-13ARIMA-SEATS and CAMPLET, mimeo University of Groningen.

Grudkowska, S. (2015), JDemetra+ User Guide, January 2015.

US Census Bureau (2012), X-13ARIMA-SEATS reference manual, version 1.0.

Appendix: Voorbeelden van gesimuleerde reeksen

We geven hier een aantal voorbeeldgrafieken voor het DGP met de meest extreme parameterinstellingen, nl. DGP 24.

