

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Automatische bepaling beeld- verschuiving Argus

Gebruikershandleiding Versie 2

Handleiding

November 2000

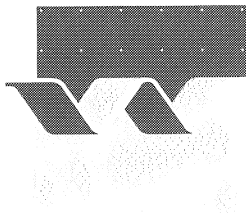
Automatische bepaling beeld- verschuiving Argus

Gebruikershandleiding Versie 2

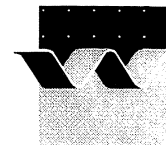
T. van Kessel en S.G.J. Aarninkhof

Handleiding

November 2000



wl | delft hydraulics



OPDRACHTGEVER: DG Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
 Postbus 20907
 2500 EX Den Haag

TITEL: Automatische Bepaling Beeldverschuiving Argus

SAMENVATTING:

In het kader van het project ‘Automatische verwerking en analyse Argus videobeelden’, onderdeel van het VOP 2000-2004 van het Generiek Kust Onderzoek, is door WL | Delft Hydraulics gewerkt aan de ontwikkeling en operationalisering van methodieken ten behoeve van de nabewerking en analyse van Argus videobeelden. De in deze notitie beschreven methodiek behelst de detectie en kwantificering van beeldverschuivingen ten gevolge van cameraverplaatsing. Bepaling van beeldverschuiving is van belang omdat dergelijke veranderingen een nieuwe geometrie-oplossing noodzakelijk maken, die gebruikt wordt bij het bepalen van het verband tussen beeld- en veldcoördinaten. De voor dit project ontwikkelde MATLAB-routine, genaamd autogeom.m, verzorgt automatisch de drie genoemde taken:

1. detectie van beeldverschuiving;
2. kwantificering van beeldverschuiving;
3. bepaling van een nieuwe geometrie-oplossing.

Met de ontwikkelde routine is het mogelijk om zonder veel inspanning van de Argus-gebruiker over een lange periode de validiteit van bestaande geometrie-oplossingen te beoordelen en zo nodig nieuwe oplossingen te genereren. Deze notitie geeft een beknopte toelichting op het gebruik van de applicatie autogeom, en de verdere ontwikkeling hiervan in het afgelopen jaar. De belangrijkste ontwikkeling in 2000 is dat de karakteristieke beeldelementen, op basis waarvan de bestaande geometrie-oplossing wordt gecontroleerd en indien noodzakelijk een nieuwe geometrie-oplossing wordt gemaakt, niet meer door de gebruiker behoeven te worden gekozen, maar worden ingelezen uit een gegevensbestand dat een verzameling karakteristieke beeldelementen bevat van de Nederlandse Arguslocaties Noordwijk, Egmond Jan van Speijk en Egmond COAST3D.

REFERENTIES: Opdrachtbon nr. 22001287

VER.	AUTEUR	DATUM	OPMERK.	REVIEW	GOEDKEURING
1	T. van Kessel S.G.J Aarninkhof	07/11/2000		M. Stive 7/11/00	A.Roelfzema

PROJECTNUMMER: Z2919

TREFWOORDEN: Argus, beeldverwerking, automatische geometrie-oplossing, ACP

INHOUD: TEKST 14 TABELLEN 3 FIGUREN 15 APPENDICES 1

STATUS: VOORLOPIG CONCEPT DEFINITIEF

I Inleiding

In het kader van het project ‘Operationalisering Argus kustmonitoring techniek’ (overeenkomst RKZ-710) is door WL | DELFT HYDRAULICS en RWS/RIKZ in nauwe samenwerking gewerkt aan de ontwikkeling c.q. operationalisering van methodieken ten behoeve van de nabewerking en analyse van Argus videobeelden. Dit heeft in 1999 geleid tot een viertal MATLAB-applicaties, welke respectievelijk bedoeld zijn voor het automatisch vaststellen van geometrie oplossingen (autogeom), het detecteren van de waterlijn op tijdgemiddelde beelden (findWL), het automatisch aanmaken van compositiebeelden (automerge) en het automatisch genereren van stapelbeelden (autostack). Deze notitie geeft een beknopte toelichting op het gebruik van de applicatie autogeom, en de verdere ontwikkeling hiervan in het jaar 2000. De belangrijkste ontwikkeling in 2000 is dat de karakteristieke beeldelementen, op basis waarvan de bestaande geometrie-oplossing wordt gecontroleerd en indien noodzakelijk een nieuwe geometrie-oplossing wordt gemaakt, niet meer door de gebruiker behoeven te worden gekozen, maar worden ingelezen uit een databestand dat een verzameling karakteristieke beeldelementen bevat voor de Nederlandse Arguslocaties Noordwijk, Egmond Jan van Speijk en Egmond COAST3D. Zowel dag- als nachtbeelden kunnen hiermee worden geanalyseerd. Voor de genoemde locaties is de nieuwe versie van autogeom getest voor een periode variërend van enkele maanden tot meer dan een jaar.

2 Achtergrond concept

De binnen Argus voor beeldontschanking noodzakelijke geometrie-oplossing wordt momenteel nog handmatig uitgevoerd. Aangezien de hoeveelheid beelddata steeds groter wordt, kost de bepaling van de geometrie-oplossing steeds meer werk. Daarom wordt binnen dit project een concept aangedragen voor een geautomatiseerde bepaling van deze oplossing. Hierbij zijn twee aspecten van belang:

1. detectie van beeldverschuiving om te bepalen wanneer een nieuwe geometrie-oplossing noodzakelijk is;
2. het maken van een nieuwe geometrie-oplossing op basis van de gemeten beeldverschuivingen.

Beeldverschuiving kan zowel door natuurlijke als menselijke factoren worden veroorzaakt. Natuurlijke factoren kunnen onder andere zijn een storm of een geleidelijke deformatie (kruip) van het bevestigingssysteem van de camera. De belangrijkste menselijke factor is het wegnemen van de camera voor onderhoud en vervolgens terugplaatsing op niet exact dezelfde positie als de oorspronkelijke.

De hier gepresenteerde techniek voor automatische detectie van beeldverschuiving en het op basis hiervan maken van een nieuwe geometrie-oplossing leidt tot een grotere gebruikersvriendelijkheid en efficiëntie van de Argus-programmatuur. Voor meer informatie over de Argus-techniek wordt verwezen naar Aarninkhof (1999).

Het in MATLAB geschreven programma (autogeom.m) doorloopt de volgende procedure:

1. inlezen van het door de gebruiker op te geven referentiebeeld (zie ook Afbeelding 2a);
2. omkaderen van een aantal specifieke visuele kenmerken op het referentiebeeld, naar keuze afkomstig uit een databestand of op te geven door de gebruiker (zie Afbeelding 2a);
3. inlezen van het doelbeeld (zie ook Afbeelding 2b);
4. bepaling van de verschuiving van de geselecteerde beeldkaders in het doelbeeld ten opzichte van het referentiebeeld met behulp van een kruiscorrelatietechniek;
5. indien de verschuiving significant is: bepaling van een nieuwe geometrie-oplossing op basis van de berekende verschuiving; het doelbeeld wordt nu het nieuwe referentiebeeld;
6. inlezen van het volgende doelbeeld (tijdstap: 1 dag);
7. herhaling van deze procedure totdat de door de gebruiker op te geven einddatum is bereikt.

Hieronder worden een aantal aspecten van de beschreven procedure in meer detail belicht.

ad 2. omkaderen beeldkenmerken

Een aantal beeldkenmerken wordt geselecteerd op basis waarvan de beeldverschuiving tussen referentie- en doelbeeld wordt berekend. Selectie van deze kenmerken vindt plaats hetzij op basis van een databestand waarin de coördinaten van een aantal geschikte

beeldkenmerken voor iedere locatie en camera zijn opgeslagen, hetzij interactief met de muis. Geschikte beeldkenmerken zijn contrastrijke tweedimensionale vormen. Lijnen zijn niet geschikt, omdat de pixelverschuiving in de richting van de lijn hiermee niet eenduidig kan worden vastgesteld. Ook op zich geschikte, maar zich op korte afstand herhalende patronen vallen af. Contrastrijke punten (met name verlichting 's nachts) zijn daarentegen juist wel weer geschikte beeldkenmerken. Een eis die aan de beeldkenmerken wordt gesteld is dat ze onveranderlijk moeten zijn. Zo is een geparkeerde auto een ongeschikt beeldkenmerk, omdat deze een dag later vaak verdwenen is. Strandtenten die 's zomers dikwijls een ideaal beeldkenmerk vormen, zijn 's winters niet aanwezig. Verlichting wil in bepaalde perioden nog wel eens uitgeschakeld zijn. Naarmate het aantal en de grootte van de geselecteerde beeldkenmerken toeneemt, neemt ook de rekentijd om de kruiscorrelatie te bepalen toe.

Niet door beeldverschuiving veroorzaakte beeldveranderingen leiden tot een minder betrouwbare verschuivingsdetectie. Het weer is hierin de belangrijkste factor. Variaties in de zonnestand worden geminimaliseerd door dagelijkse beelden van het zelfde tijdstip te analyseren. Mist en regen kunnen ertoe leiden dat detectie van beeldverschuiving onbetrouwbaar is. Defect rakende straatverlichting bemoeilijkt de verplaatsingsdetectie met behulp van nachtbeelden.

ad 4a. covariantietechniek

De pixelverschuiving van een beeldkenmerk wordt bepaald met behulp van de kruiscorrelatie tussen dit kenmerk op het referentiebeeld en het doelbeeld. Hierbij wordt het beeldkader rond het beeldkenmerk op het doelbeeld aan alle zijden met een door de gebruiker op te geven aantal pixels n_{\max} vergroot. Hiermee ligt de maximale pixelverschuiving die nog gedetecteerd kan worden vast; naarmate n_{\max} groter wordt gekozen, neemt de rekentijd toe. Vervolgens wordt het (kleinere) beeldkader van het referentiebeeld pixelgewijs over het (grotere) beeldkader van het doelbeeld geschoven, waarbij de covariantie s_{xy} van het overlappende gebied wordt bepaald volgens (zie bijvoorbeeld Kreyszig, 1993):

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})$$

waarin n het aantal pixels is, x_j de waarde van pixel j in het referentiebeeld, y_j de waarde van pixel j in het doelbeeld en \bar{x} en \bar{y} de gemiddelden van x en y . Het resultaat van deze berekening is een covariantiematrix van met de dimensies $(2n_{\max}+1 \times 2n_{\max}+1)$. Daar waar de beelden perfect overlappen, is de covariantie maximaal. Uit het maximum van de covariantiematrix is derhalve de beeldverschuiving af te leiden. Indien het maximum beneden een door de gebruiker op te geven waarde ligt, wordt de berekende verschuiving als zijnde onbetrouwbaar verworpen.

Met behulp van Fouriertransformatie kan de covariantiematrix ook in het golflengte- of frequentiedomein worden toegepast in plaats van in het plaatsdomein. Deze techniek, die minder rekenintensief is dan covariantiebepaling in het plaatsdomein, is voor de huidige toepassing niet succesvol gebleken. Detectie van fijnschalige, minder contrastrijke patronen blijkt vaak niet mogelijk. Bovendien blijft de rekentijd benodigd voor de covariantietechniek bescheiden. Daarom is ook een andere minder rekenintensieve techniek, met behulp van een niet-lineaire solver, niet toegepast.

ad 4b. subpixelresolutie

De resolutie van de aldus bepaalde verschuiving bedraagt 1 pixel. Deze resolutie kan worden verhoogd door het aantal pixels in de beeldkaders in zowel horizontale als verticale richting te vergroten met een factor n_{scale} met behulp van een interpolatietechniek. Hiermee wordt lokaal opnieuw een covariantiematrix berekend, waardoor de nauwkeurigheid van de berekende verschuiving wordt vergroot tot een fractie $1/n_{\text{scale}}$ van een pixel. Er wordt geadviseerd om n_{scale} niet groter te kiezen dan 5 omdat de nauwkeurigheid van een nog grotere interpolatie twijfelachtig is.

De na te streven nauwkeurigheid is de maximale nauwkeurigheid van een geometrie-oplossing. Volgens Lippmann and Holman (1989) bedraagt deze maximaal 0.5° voor de azimut ϕ , neiging τ (in het Engels: 'tilt') en rotatie φ . Hieruit kan worden afgeleid dat een bescheiden subpixelresolutie voldoende is (bijvoorbeeld $n_{\text{scale}} = 1$ tot 4). De fout in de berekende rotatie zal groter zijn dan die van veranderingen van de azimut en 'tilt', omdat deze laatste twee leiden tot een pixelverschuiving die voor alle beeldpunten gelijk is, terwijl de grootte en richting van de pixelverschuiving van beeldpunten ten gevolge van rotatie afhankelijk is van de positie van deze punten ten opzichte van het rotatiecentrum. Indien de geselecteerde beeldkenmerken alle dichtbij het rotatiecentrum liggen, zal de nauwkeurigheid van de bepaling van de rotatie hieronder lijden.

ad 5. bepaling nieuwe geometrie-oplossing

De volgende stap is het bepalen van een nieuwe geometrie-oplossing op basis van de berekende beeldverschuivingen van de geselecteerde beeldkenmerken. Deze moet natuurlijk alleen plaatsvinden indien de waargenomen verschuivingen significant zijn. Indicatoren voor significantie zijn:

1. pixelverschuiving: een verschuiving van 1 pixel valt binnen de nauwkeurigheidsgrenzen van de techniek;
2. covariantie tussen de beeldkenmerken in het referentie- en doelbeeld. Deze moet voldoende hoog zijn. Indien de covariantie te laag is (lager dan Cov_{min}), wordt niet de berekende (onbetrouwbare) pixelverschuiving uitgevoerd, maar 'NaN'.
3. consistentie: het verschuivingspatroon van de verschillende beeldkenmerken moet consistent zijn. Als slechts één kenmerk verschuift terwijl de andere op hun plaats blijven, moet getwijfeld worden aan de betrouwbaarheid van de berekende verschuiving.

Alle drie criteria zijn in het programma verwerkt. Het verdient de aanbeveling om in de toekomst niet alle beeldkenmerken te gebruiken bij het bepalen van een nieuwe geometrie-oplossing, zie §6.

3 Overzicht benodigde invoer

De benodigde invoergegevens worden gedeclareerd in het bestand `autogeom.m`. Hieronder volgt een opsomming van alle invoerparameters. De eerste categorie geeft aan *wat* er gedaan moet worden (welk station, welke periode, welke camera), de tweede geeft aan *hoe* dat dient te gebeuren (settings model parameters):

- *startdate*: de begindatum, i.e. de datum van het (eerste) referentiebeeld; b.v. '19981027'
- *enddate*: de einddatum, i.e. de datum van het laatste doelbeeld; b.v. '19981127'
- *imgdate*: de datum van het eerste referentiebeeld, bv. '19980929'. De geometrie-oplossing van deze dag dient van een zeer goede kwaliteit te zijn (bv. '19990531' voor dagbeelden van Egmond station Jan van Speijk, '19980917' voor station Noordwijk en '19981015' voor Egmond station Coast3D. Default instelling is dat *imgdate* gelijk is aan *startdate*.
- *imghr*: het GMT opname-uur van de beelden (voor alle beelden gelijk); b.v. '09'
- *site*: de naam van het Argus station. Dit is de naam zoals gedefinieerd in de Argus database, bv. 'nordzee1', 'egmond', 'jvspeijk', 'argus02a' (= Duck), etc.
- *camid*: het nummer van de camera; b.v. 'c1'

Settings van model parameters:

- *userframe*: keuzeknop (0 of 1) om op te geven of de gebruiker interactief de beeldkenmerken opgeeft (*userframe* = 1) dan wel de beeldkenmerken put uit de Argus database (*userframe* = 0).
- *nframe*: het aantal beeldkenmerken per beeld waarvan de verplaatsing wordt bepaald, b.v. 2. Deze parameter is uitsluitend relevant in het geval *userframe* = 1. Bij gebruik van standaard beeldkenmerken (*userframe* = 0) is *nframe* impliciet vastgelegd door het aantal in de database beschikbare elementen.
- *maxshift*: de maximaal te detecteren verplaatsing (in aantal pixels); b.v. 10
- *pmax*: ondergrens van de beeldverplaatsing (in aantal pixels) voor het bepalen van een nieuwe geometrie-oplossing; b.v. 1.4
- *Covmin*: minimale covariantie voor acceptatie van de berekende beeldverschuiving; b.v. 0.6. Bij covarianties lager dan *covmin* wordt de berekende verschuiving niet betrouwbaar geacht. Een waarde lager dan 0.6 wordt afgeraden, terwijl een waarde groter dan 1.0 vanzelfsprekend niet mogelijk is.
- *nscale*: maat voor subpixelresolutie. Een waarde *nscale* = 2 betekent dat de verschuiving van elk beeldkenmerk bepaald wordt met een nauwkeurigheid van een halve pixel (en idem dito, een derde pixel voor *nscale* = 3, etc)

Bij de keuze van het referentiebeeld (*imgdate*) zijn twee zaken van groot belang. Allereerst moet de beeldkwaliteit acceptabel zijn, omdat selectie van een regen- of mistbeeld zal leiden tot een lage correlatie met de vervolgbeelden. Bovendien moet de geometrie-oplossing van de camera op de gekozen datum nauwkeurig bekend zijn, omdat `autogeom` alleen kijkt naar beeldverschuivingen en niet naar absolute positie. Beginnen met een

verkeerde geometrie-oplossingen betekent daarom dat ook de vervolgooplossingen foutief zullen zijn.

De benodigde rekentijd per beeldvergelijking wordt voornamelijk bepaald door de volgende parameters: *nframe*, *maxshift* en *nscale*. Kleinere getalswaarden leiden tot een kortere rekentijd. Hiernaast is ook de grootte van de karakteristieke beeldkader bepalend. Een karakteristieke rekentijd per beeldvergelijking is 1 à 10 s.

4 Overzicht uitvoer

De volgende parameters worden uitgevoerd:

- beeldverschuiving van ieder geselecteerd beeldkenmerk voor ieder doelbeeld;
- maximale covariantie tussen doel- en referentiebeeld voor ieder beeldkenmerk (dit is een maat voor kwaliteit van de berekening van de beeldverschuiving);
- data van nieuwe geometrie-oplossingen en oplossingen zelf.

Bovengenoemde parameters worden uitgevoerd naar een bestand genaamd 'autogeom_dbdata.mat'. De hierin weggeschreven structuurvariabele `all_autogeom` bevat alle bovengenoemde parameters. Hiernaast wordt er per sessie een logfile aangemaakt met de meest relevante gegevens voor de gebruiker; een voorbeeld van een dergelijke logfile wordt in Appendix B gepresenteerd. Deze wordt in §5.3 nader besproken.

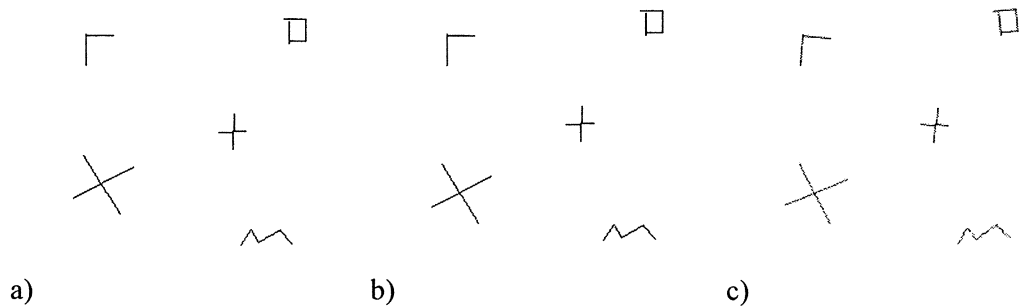
5 Resultaten

5.1 Geschematiseerde afbeeldingen

De werking van het programma is allereerst getest aan de hand van een drietal afbeeldingen waarvan een aantal beeldkenmerken een bekend aantal pixels ten opzichte van elkaar zijn verschoven of geroteerd over een bekende hoek (5°). Uit Tabel 1 blijkt dat de berekende pixelverschuiving perfect overeenkomt met de opgelegde pixelverschuiving. Indien de objecten over een hoek van 5 graden worden geroteerd, wordt de verschuiving ook nog betrouwbaar berekend. Een grotere rotatie treedt bij Arguscamera's niet snel op. Het programma berekent overigens alleen de translatie en niet de rotatie van afzonderlijke beeldelementen. De rotatie van het gehele beeld wordt berekend uit de translatieverschillen van een aantal beeldelementen.

Object no.	a) verschuiving	b) berekende verschuiving	c) berekende verschuiving met 5° rotatie
1	(4, 1)	(4, 1)	(4, 1)
2	(2, 7)	(2, 7)	(2, 7)
3	(0, -6)	(0, -6)	(0, -7)
4	(-6, -6)	(-6, -6)	(-6, -6)
5	(5, -4)	(5, -4)	(5.5, -4)

Tabel 1: Opgelegde en berekende pixelverschuivingen van diverse objecten (zie ook Afbeelding 1).



Afbeelding 1: a) gebruikte objecten voor validatie beeldverschuiving; b) objecten na verschuiving volgens Tabel 1; c) objecten na verschuiving en rotatie volgens Tabel 1.

5.2 Noordwijk c1 rond 27 oktober 1998

Hiernaast is een reël geval getest, namelijk de beeldverschuiving van camera c1 locatie Noordwijk op 27 oktober 1998 veroorzaakt door cameraonderhoud (zie Afbeeldingen 2a en 2b). De voor de beeldverschuiving geselecteerde beeldelementen (aangegeven met een kader) worden in het verschoven beeld goed teruggevonden. De verschuiving is bijna uitsluitend horizontaal; uit Tabel 1 blijkt dan ook dat de azimut het sterkste veranderd is. De met de routine autogeom berekende azimut komt uitstekend overeen met de onafhankelijk handmatig berekende azimut. Dit is een bemoedigend resultaat, temeer daar de verschuiving aanzienlijk is (20 pixels) en het tweede beeld onscherp is door het slechte weer. Hiermee is de werking van het concept afdoende aangetoond. Bovendien moet worden gerealiseerd dat de handmatige geometrie-bepaling ook een zekere onnauwkeurigheid kent.



Afbeelding 2a: camerabeeld (referentiebeeld) voorzien van beeldkaders vóór de verschuiving.



Afbeelding 2b: camerabeeld (doelbeeld) na de verschuiving. Beeldkaders niet verschoven.



Afbeelding 2c: camerabeeld (doelbeeld) na de verschuiving. Beeldkaders verschoven volgens de met autogeom bepaalde nieuwe geometrie-oplossing.

	20-10-1998	31-12-1998	autogeom
tilt	80.8366	80.878	80.84
azimuth	14.1304	15.0745	15.025
field of view	28.0203	27.9094	28.02 ¹
roll	0.11575	0.72909	0.162

Tabel 2: Handmatig en automatisch berekende geometrie-oplossingen behorende bij de Afbeeldingen 2a en 2b.

5.3 Tests gedurende lange periodes met ACPs

Na uitbreiding, in het jaar 2000, van het gegevensbestand met een verzameling 'AutoControlPoints' (ACPs) voor de locaties Noordwijk, Egmond Jan van Speijk en Egmond COAST3D en aanpassing van autogeom, is de werking hiervan getest voor een lange achtereenvolgende reeks van beelden. De ligging van de ACPs wordt met een witte omkadering getoond in de Figuren 1 t/m 5 (Appendix A). Uit Fig. 1 (Noordwijk) blijkt dat het voor de camera's c3, c4 en c5 moeilijk is om geschikte ACPs te selecteren. In Fig. 2 zijn de nachtbeelden voor de camera's c3, c4 en c5 weggelaten omdat zich hierin geen enkel verlichtingspunt bevindt. Deze beelden zijn per definitie ongeschikt als referentie. Fig. 3 toont de referentie dagbeelden van locatie Egmond Jan van Speijk. Behalve voor camera c3 lijkt de kwaliteit van de beeldkenmerken redelijk tot goed. De nachtbeelden in Fig. 4 tonen dat voor alle camera's voldoende verlichting aanwezig is. Tenslotte toont Fig. 5 de ACPs voor locatie Egmond COAST3D. Het aantal beeldkenmerken en de kwaliteit hiervan is matig. Nachtbeelden kunnen niet gebruikt worden omdat verlichting volledig ontbreekt.

siteID	camID	GMThr	startdate	enddate	maxshift
nordzee1	c1	11	19981020	19990101	25
nordzee1	c2	11	19981020	19990101	25
nordzee1	c3	11	19981020	19990101	25
nordzee1	c4	11	19981020	19990101	25
nordzee1	c5	11	19981020	19990101	25
nordzee1	c1	06	19981020	19990101	25
nordzee1	c2	06	19981020	19990101	25
jvspeijk	c1	11	19990531	20000701	8
jvspeijk	c2	11	19990531	20000701	8
jvspeijk	c3	11	19990531	20000701	8
jvspeijk	c4	11	19990531	20000701	8
jvspeijk	c5	11	19990531	20000701	8
jvspeijk	c1	00	19990823	20000701	8
jvspeijk	c2	00	19990823	20000701	8
jvspeijk	c3	00	19990823	20000701	8
jvspeijk	c4	00	19990823	20000701	8
jvspeijk	c5	00	19990823	20000701	8
egmond	c1	14	19981015	19990101	15
egmond	c2	14	19981015	19990101	15

Tabel 3: Instellingen voor langdurige tests gebruik makend van AutoControlPoints.

In Tabel 3 staan de parameterinstellingen gegeven die gebruikt zijn voor de verschillende testen. Resultaten voor de locatie Egmond Jan van Speijk worden gepresenteerd in de Figuren d.c1 t/m d.c5 gebaseerd op de dagbeelden en n.c1 t/m n.c5 gebaseerd op de

¹ Constant gehouden

nachtbeelden. Locatie Egmond Jan van Speijk is gekozen omdat hiervan de karakteristieke beeldelementen op voorhand het meest geschikt lijken voor analyse. In deze figuren staan de azimuth, neiging ('tilt'), blikveld ('field of view, fov') en de rotatie ('roll') uitgezet als functie van het dagnummer voor zowel de handmatig (blauw) als automatisch (rood) bepaalde geometrie-oplossingen. Het blikveld is constant gegeven de lens-eigenschappen van de camera. Daarom is de parameter 'fov' constant gehouden bij het automatisch bepalen van een nieuwe geometrie-oplossing. Bij de eerder bepaalde handmatige oplossingen is hierin wel variatie mogelijk, omdat deze 'absoluut' zijn bepaald, d.w.z. niet ten opzichte van een eerdere geometrie-oplossing. De aldus handmatig verkregen variatie in 'fov' mag niet significant zijn.

Uit een vergelijking tussen de automatisch en handmatig bepaalde geometrie-oplossingen op basis van de Figuren d.c1 t/m d.c5 en n.c1 t/m n.c5 blijkt dat de in dit geval meest bepalende parameters azimuth (verschuiving links-rechts) en neiging (verschuiving boven-onder) veelal ongeveer dezelfde trends vertonen. De afwijking blijft meestal beperkt tot minder dan 0.1 graad, afgezien van camera c3 in de periode 260 tot 360 dagen, waar de neiging ongeveer 3 graden afwijkt (Fig. d.c3). In deze periode zijn echter geen automatische geometrie-oplossingen beschikbaar, omdat de beeldverschuiving groter is dan de maximaal ingestelde ($maxshift = 8$). Een grotere waarde voor $maxshift$ zal wel een nieuwe geometrie-oplossing in deze periode opleveren.

Het verschil van minder dan 0.1 graad (een aantal uitzonderingen daargelaten) dat aanwezig is tussen handmatig en automatisch bepaalde oplossingen is equivalent met circa 2 pixels. De parameter $pmax$ is ingesteld op 1.4, d.w.z. bij een verschuiving van 1.5 pixels of meer wordt een nieuwe oplossing bepaald. De gemiddeld gevonden afwijking is hiermee consistent.

Uit de logfiles (een voorbeeld staat in Appendix 2 behorende bij Fig. d.c2) blijkt dat het nogal eens voorkomt dat twee beeldelementen een consistente en significante beeldverschuiving hebben ondergaan, terwijl de verplaatsing van het derde element niet betrouwbaar kan worden bepaald, bijvoorbeeld door een defecte lamp, een slagschaduw etc. Er wordt dan geen nieuwe oplossing berekend, terwijl hiervoor wel voldoende informatie beschikbaar is. Het verdient daarom de aanbeveling om het besliscriterium voor een nieuwe geometrie-oplossing aan te passen.

Vergelijking van Figuur d.c2 met n.c2 toont dat de geometrie-oplossingen gemaakt op basis van dagbeelden consistent zijn met die op basis van nachtbeelden. Het ontbreken van automatische oplossingen in de Figuren d.c5 en n.c1 is te wijten aan de continue te lage correlatie tussen doel- en referentiebeeld van één of meerdere van de karakteristieke beeldelementen; bij n.c1 is dit een niet brandende lamp. Een andere keuze van beeldelementen zal in dit geval waarschijnlijk wel succesvolle oplossingen geven.

6 Mogelijke uitbreidingen en verbeteringen

Hoewel het concept van automatische herkenning van beeldverschuivingen naar behoren werkt, zijn er een aantal punten die voor uitbreiding of verbetering in aanmerking komen. Dit zijn onder andere:

- Selectie referentie- en doelbeeld. Het huidige programma leest de beelden in met een tijdsinterval van 24 uur. Dit is niet altijd handig, bijvoorbeeld als gewerkt wordt met nachtbeelden over een lange periode. Zo is een zomerbeeld van 06 uur al licht, terwijl een winterbeeld van 05 uur veelal niet bestaat. Met behulp van een routine voor automatische daglichtdetectie worden fouten afgevangen, maar het doorrekenen van een heel jaar aan nachtbeelden wordt hiermee wel onderbroken. Het wordt daarom sterk aanbevolen om voor locaties met voldoende lichtpunten iedere nacht op een vast tijdstip een beeld in te winnen.
- Hiernaast kan de gebruiker abusievelijk een referentiebeeld selecteren met een slechte beeldkwaliteit ten gevolge van regen of mist. Dit leidt tot een geringe betrouwbaarheid van de automatische beeldverschuivingsdetectie. Daarom moet de ontwikkeling van een routine worden overwogen die de beeldkwaliteit van het referentiebeeld beoordeelt en zo nodig (bij onscherpte, mist, regen etc.) dit beeld verwerpt. Deze routine kan ook voor andere dan referentiebeelden worden gebruikt. Indien de kwaliteit hiervan te gering is kan het beeld dan direct worden overgeslagen zonder een kruiscorrelatie met een referentiebeeld te bepalen.
- Niet in alle gevallen zijn geschikte vaste elementen in het beeld aanwezig. Zo ontbreekt soms nachtverlichting en ontbreken met name op beelden van kustdwars gerichte camera's vaak vaste kenmerken omdat kustbebouwing buiten beeld blijft. In dit geval kan nog wel de 'tilt' worden bepaald door de verschuiving van de horizon te detecteren. Momenteel is dit nog niet geïmplementeerd. Hiernaast moet overwogen worden om deze vaste elementen alsnog aan te brengen binnen het beeldveld. Dit vergt een aanpassing op locatie, niet van het hierin besproken programma.
- Het opslaan van de bij het berekenen van een nieuwe geometrie-oplossing gebruikte ACPs (AutoControlPoints) in het bestand `autogeom_dbdata.mat`. Nu ontbreekt deze informatie hierin nog, die soms waardevol kan zijn.
- Criterium voor pixelverschuiving. In het huidige programma wordt de pixelverschuiving bepaald uit het maximum van de covariantiematrix. Overwogen kan worden om de covariantie van belendende matrix-elementen mee te wegen in de beoordeling. Dit geldt ook voor het acceptatiecriterium voor pixelverschuiving, waarbij niet alleen de waarde van de maximale covariantie van belang is, maar ook de gepiektheid van het maximum.
- Inbedding techniek in Argus-werkomgeving. Het huidige programma meldt de berekende resultaten aan de gebruiker en slaat de nieuw berekende geometrieën op in het bestand `autogeom_dbdata.mat`, maar voegt geen informatie toe aan de Argus-database. Omdat nog onvoldoende bekend is over de nauwkeurigheid van `autogeom` is het

verstandig om deze gescheiden behandeling van automatisch en handmatig bepaalde oplossingen voorlopig in stand te houden. Om toch gebruik te kunnen maken van automatisch bepaalde geometrieën binnen de Argus werkomgeving wordt aanbevolen om een extra Argus database met autogeom oplossingen op te zetten. Conform de bestaande Argus databases moeten daarin ook de gebruikte ACP's (Auto Control Points) worden opgeslagen. Indien gewenst kunnen deze databases op een later moment worden samengevoegd met behulp van bestaande technieken.

- Aanpassen besliscriterium voor het maken van een nieuwe geometrie-oplossing. Een aanbeveling is om niet alle beeldkenmerken waarvan de verschuiving is bepaald, te gebruiken bij de bepaling van een nieuwe geometrie-oplossing. Soms komt het voor dat van een paar beeldkenmerken een betrouwbare en consistente verschuiving wordt gevonden, maar dat de berekende verschuiving van één kenmerk onbetrouwbaar is, bijvoorbeeld door een niet functionerende straatlantaarn (nachtbeeld) of een druppel op de lens. Het huidige programma berekent dan geen nieuwe geometrie-oplossing, terwijl er voldoende informatie is om dit wel te doen. Hiertoe moet het besliscriterium voor het bepalen van een nieuwe geometrie-oplossing worden aangepast.

Het ontwikkelde programma is bedoeld om de Argusgebruiker werk uit handen te nemen. Mede naar aanleiding van hun ervaringen met de huidige versie van autogeom moet beoordeeld worden welke van de voornoemde suggesties voor uitbreidingen en verbeteringen prioriteit hebben. Mogelijk zijn er ook geheel andere gebruikerswensen waarvan implementatie overwogen kan worden.

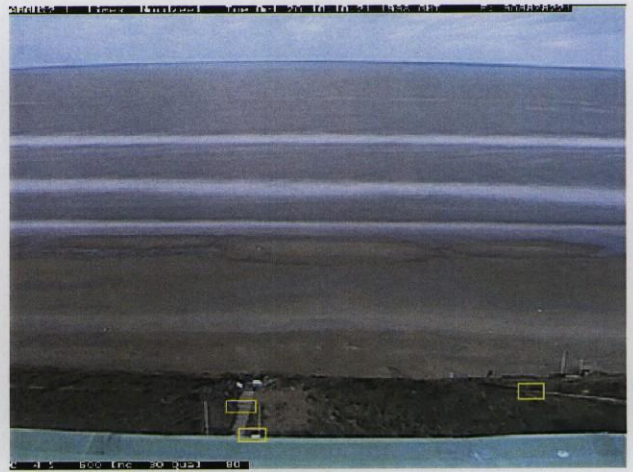
7 Conclusies

Een werkend concept voor automatische herkenning van beeldverschuiving is gereed en geprogrammeerd in MATLAB. Een gegevensbestand is gemaakt dat een verzameling bevat van geschikte beeldkenmerken van alle Nederlandse Arguslocaties (Noordwijk, Egmond Jan van Speijk en Egmond COAST 3D). Met het ontwikkelde programma autogeom is voor de Argusgebruiker mogelijk om snel een inzicht te verkrijgen in de mate van beeldverschuiving over een langere periode en de validiteit van de aanwezige geometrie-oplossingen. Hiernaast is een aantal aanbevelingen gedaan voor mogelijke uitbreidingen en verbeteringen.

Referenties

- Aarninkhof, S.G.J. (1999). Argus & Kustbeheer. WL | DELFT HYDRAULICS rapport Z2720
- Kreyszig, E. Advanced engineering mathematics 7th ed. New York: Wiley, 1993
- Lippmann, T.C. and Holman, R.A. (1989). Quantification of sand bar morphology: a video technique based on wave dissipation. Journal of geophysical research, vol. 94, no. C1, p. 995–1011.

A. Figuren



Automatische controle geometry oplossingen
Overzicht ligging Auto Control Points

autogeom

Dag

nordzee1

WL | DELFT HYDRAULICS

Z2919

Fig. 1



Automatische controle geometry oplossingen
 Overzicht ligging Auto Control Points

autogeom

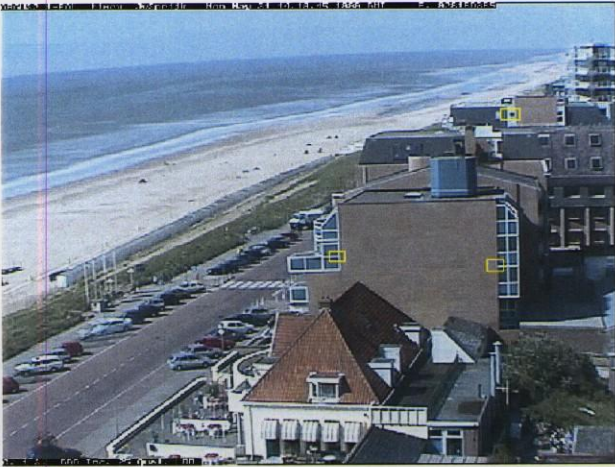
Nacht

nordzee1

WL I DELFT HYDRAULICS

Z2919

Fig. 2



Automatische controle geometry oplossingen
 Overzicht ligging Auto Control Points

autogeom

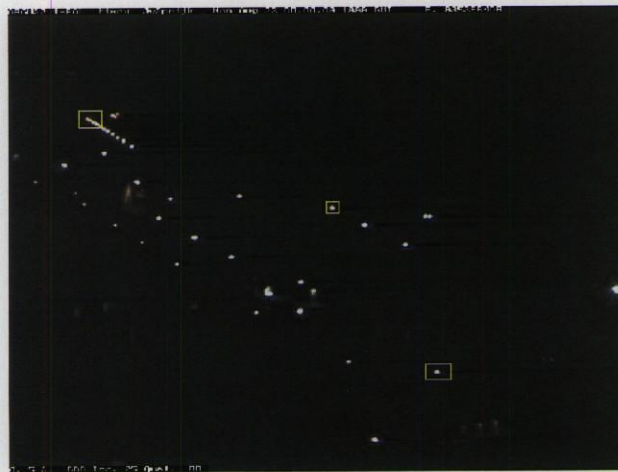
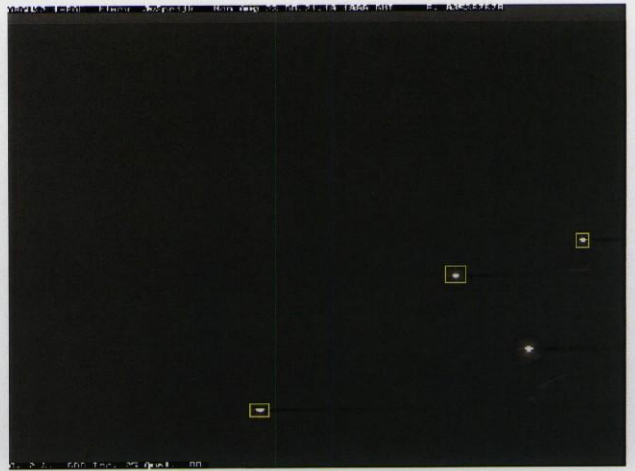
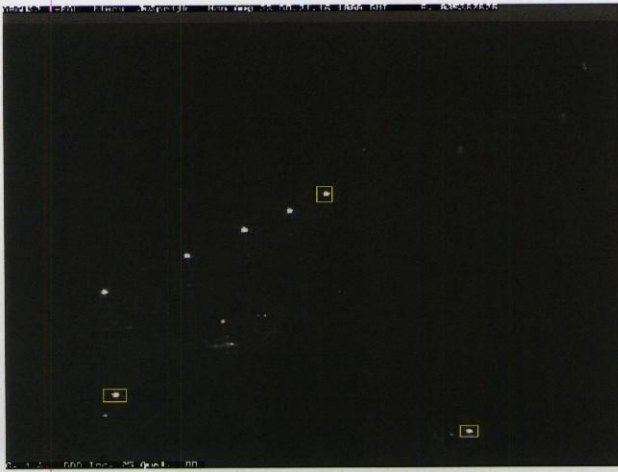
Dag

jvspeijk

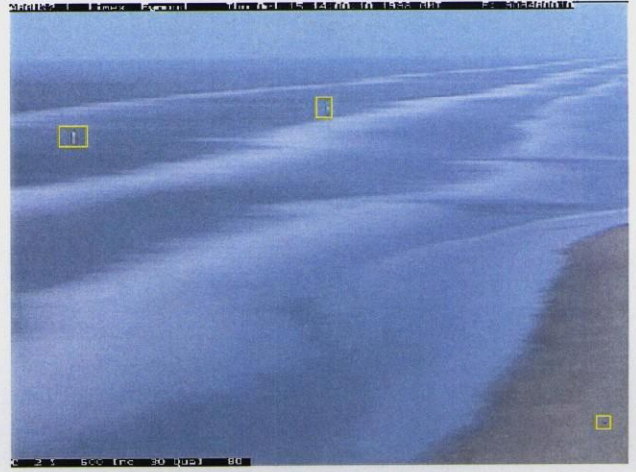
WL I DELFT HYDRAULICS

Z2919

Fig. 3

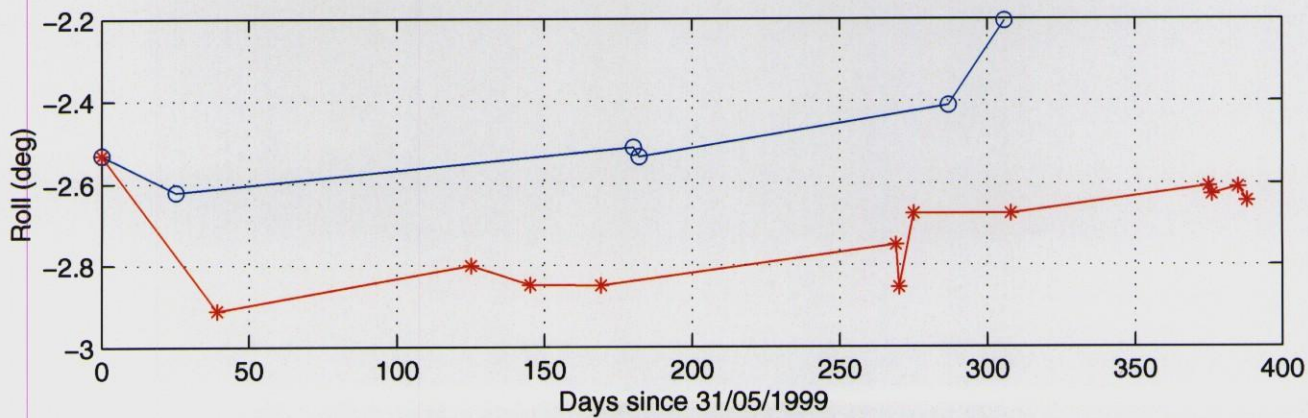
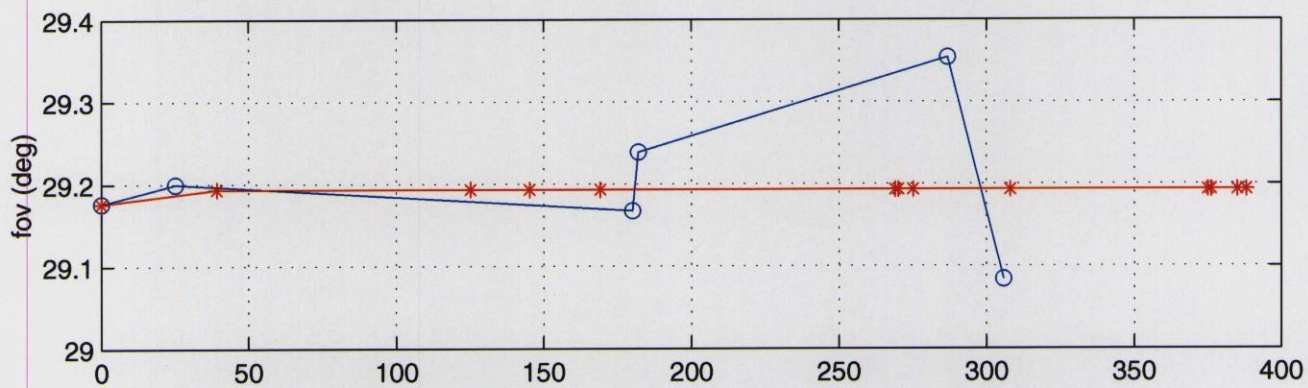
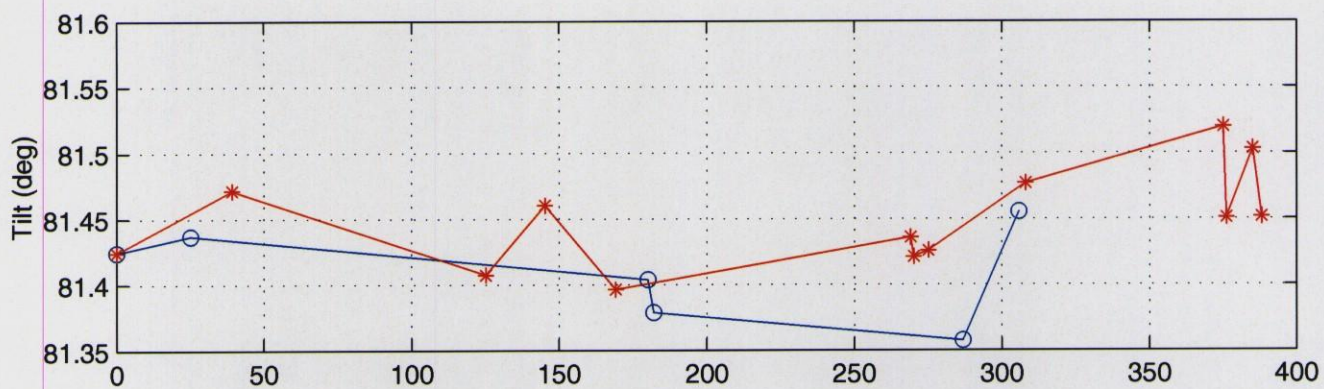
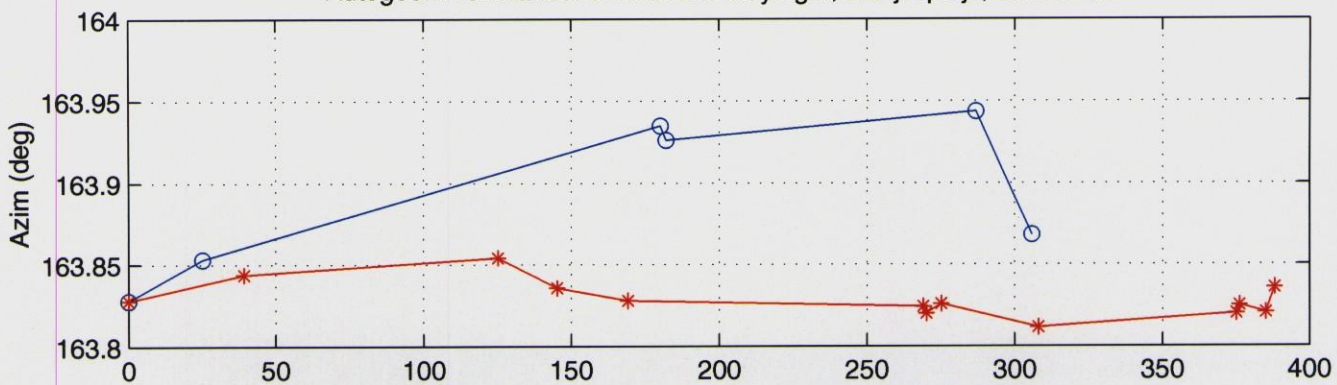


Automatische controle geometry oplossingen Overzicht ligging Auto Control Points	autogeom	Nacht
	jvspeijk	
WL I DELFT HYDRAULICS	Z2919	Fig. 4

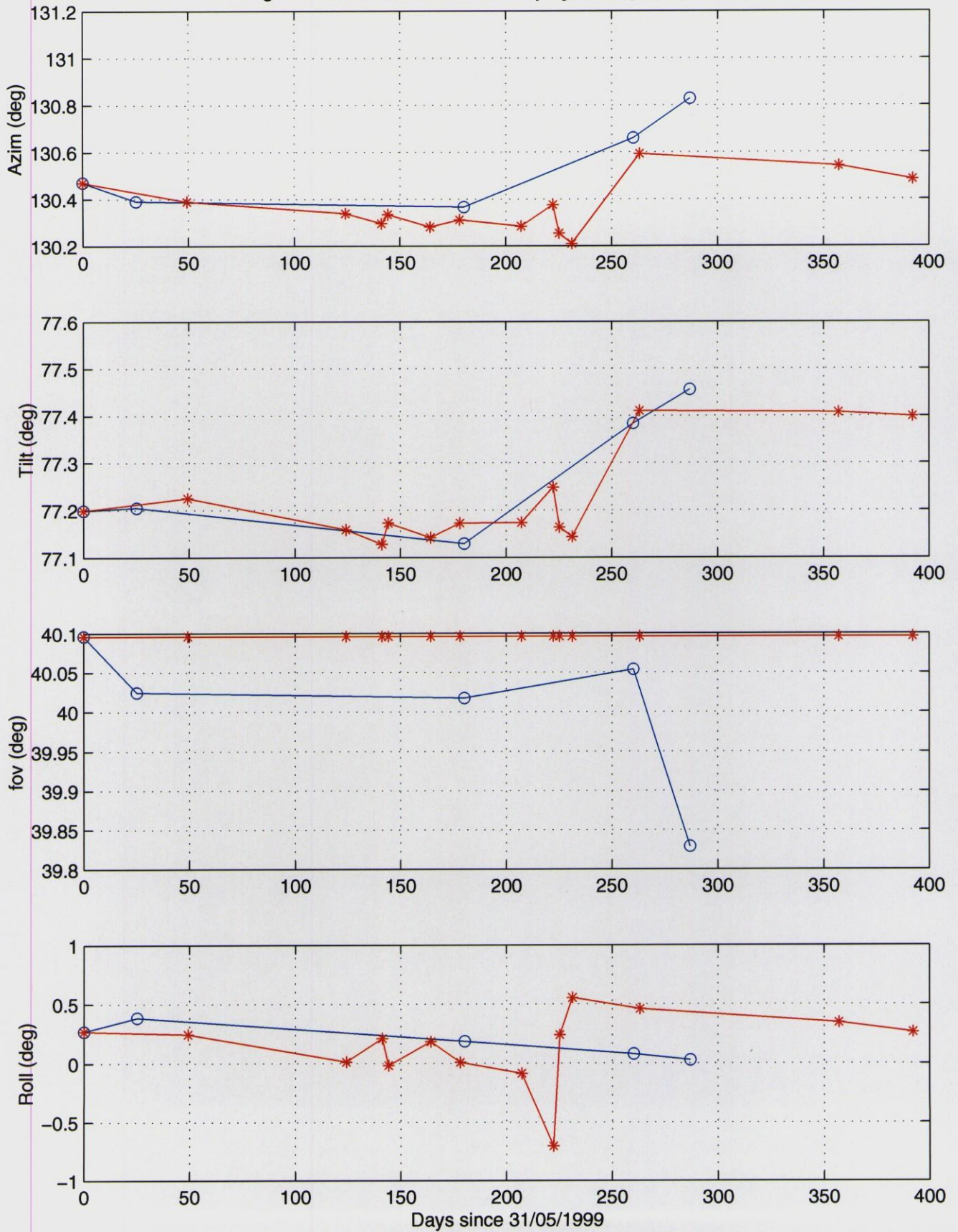


Automatische controle geometry oplossingen Overzicht ligging Auto Control Points	autogeom	Dag
	egmond	
WL I DELFT HYDRAULICS	Z2919	Fig. 5

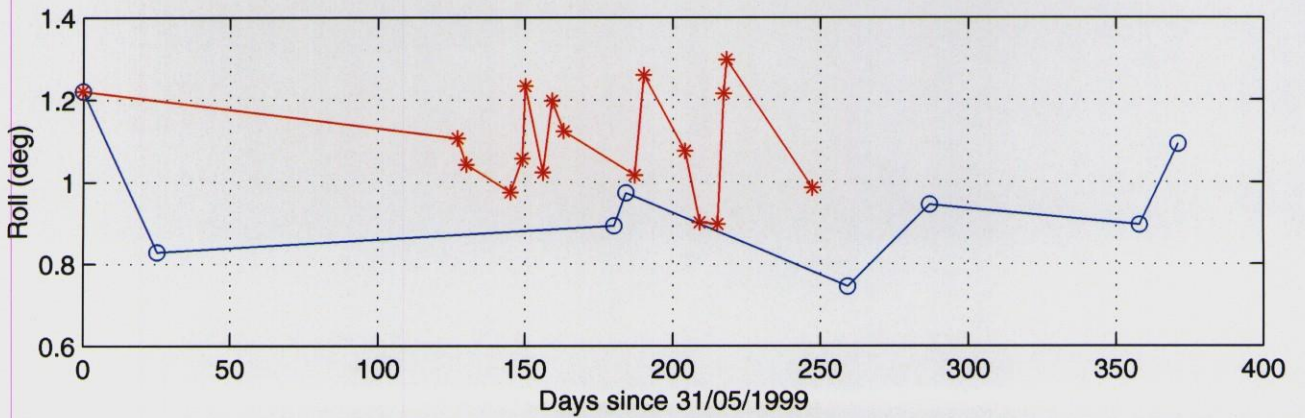
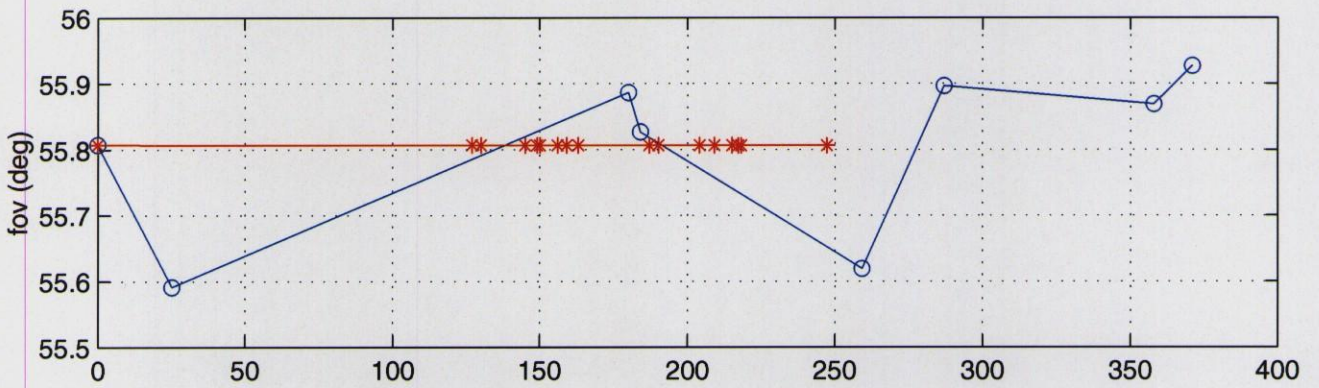
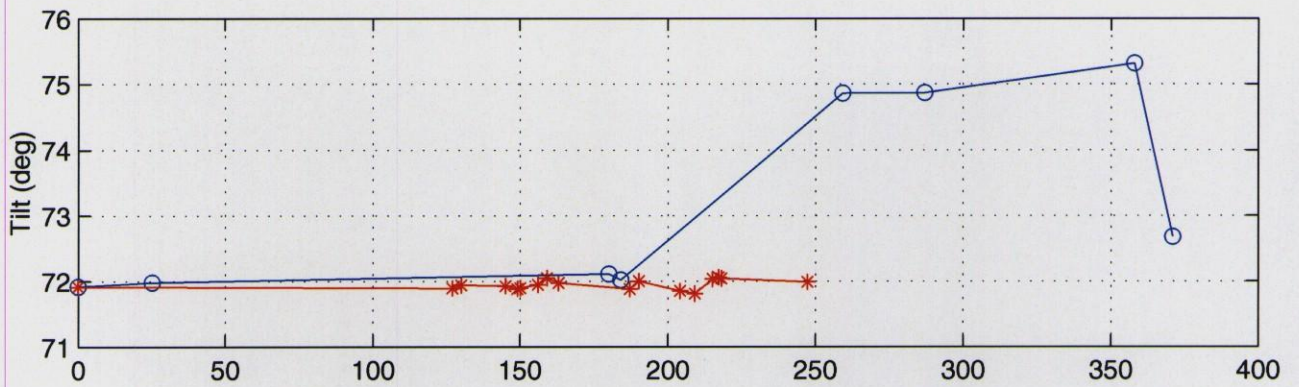
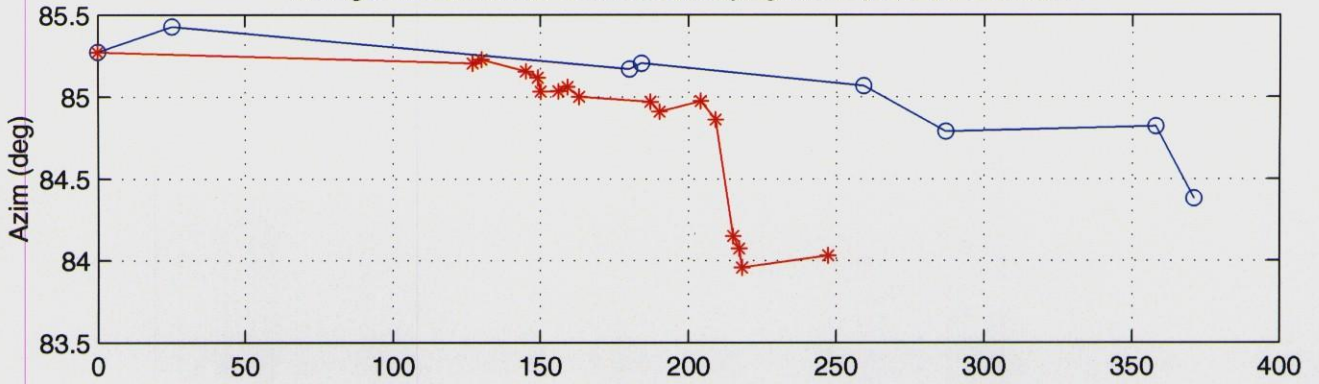
Autogeom vs. manual solutions at dayLight, site jvspeijk, camera c1



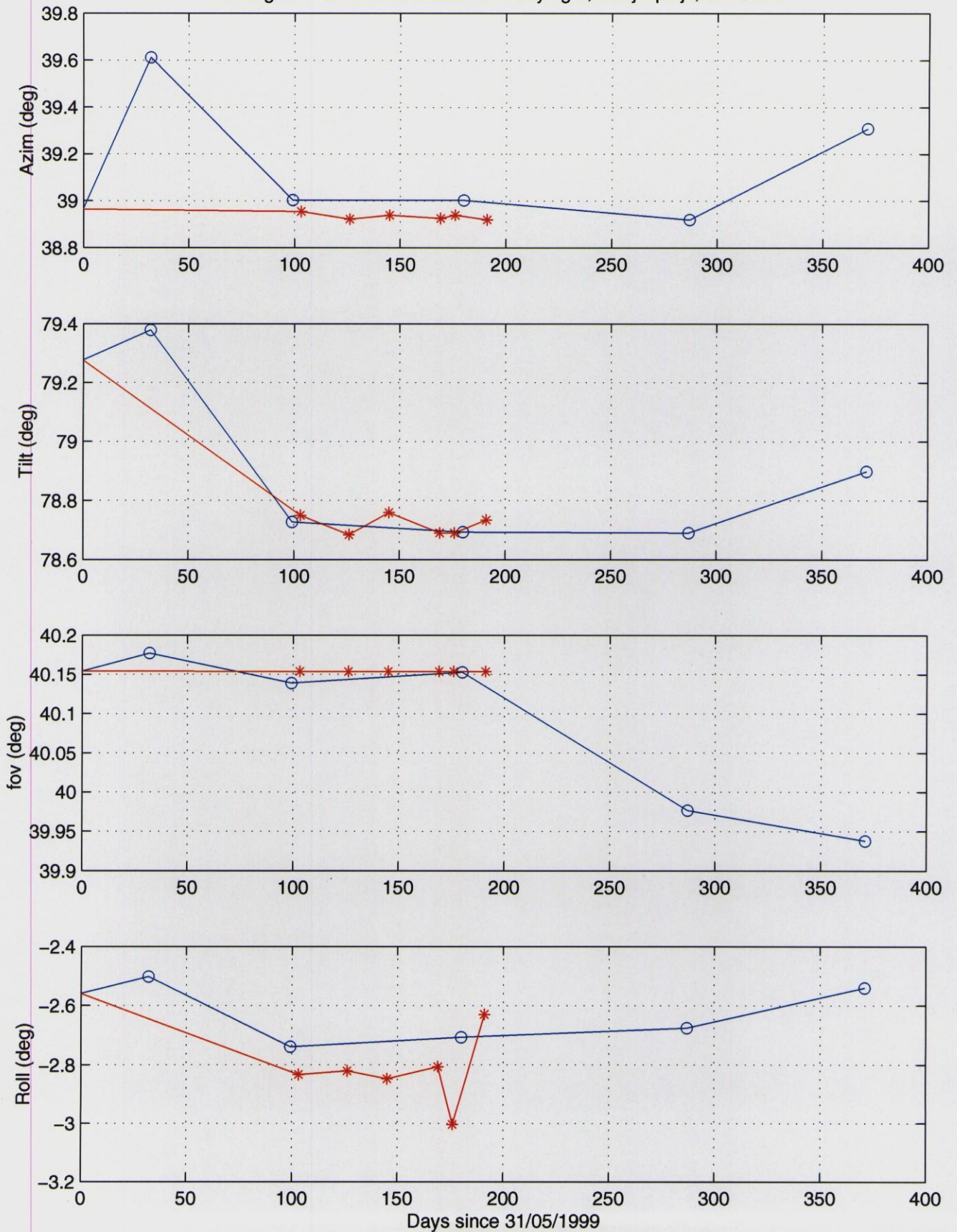
Autogeom vs. manual solutions at dayLight, site jvspeijk, camera c2



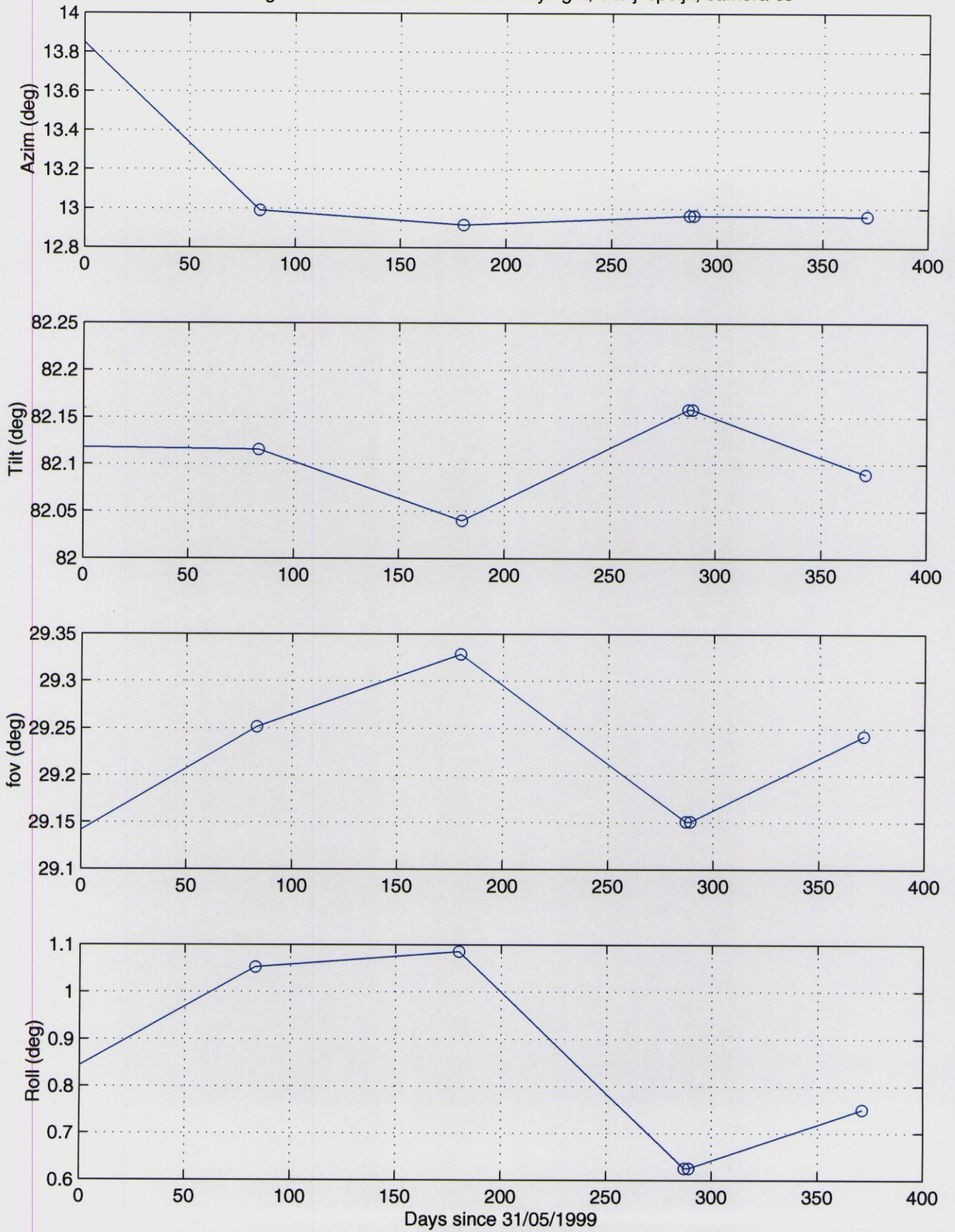
Autogeom vs. manual solutions at dayLight, site jvspeijk, camera c3



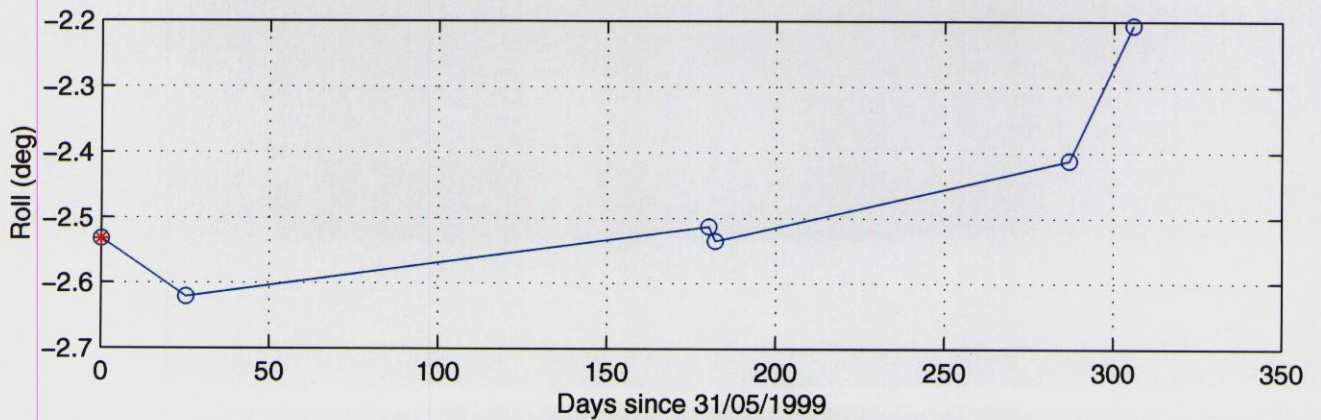
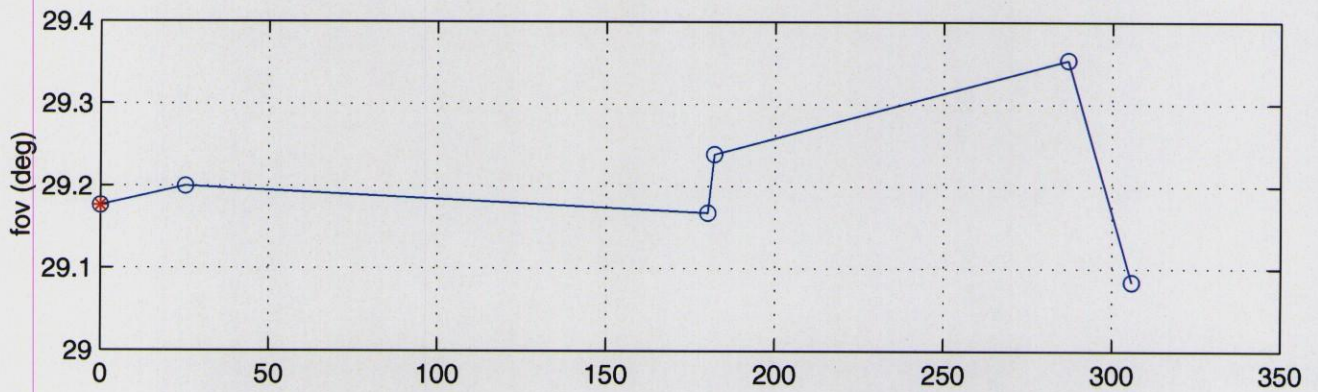
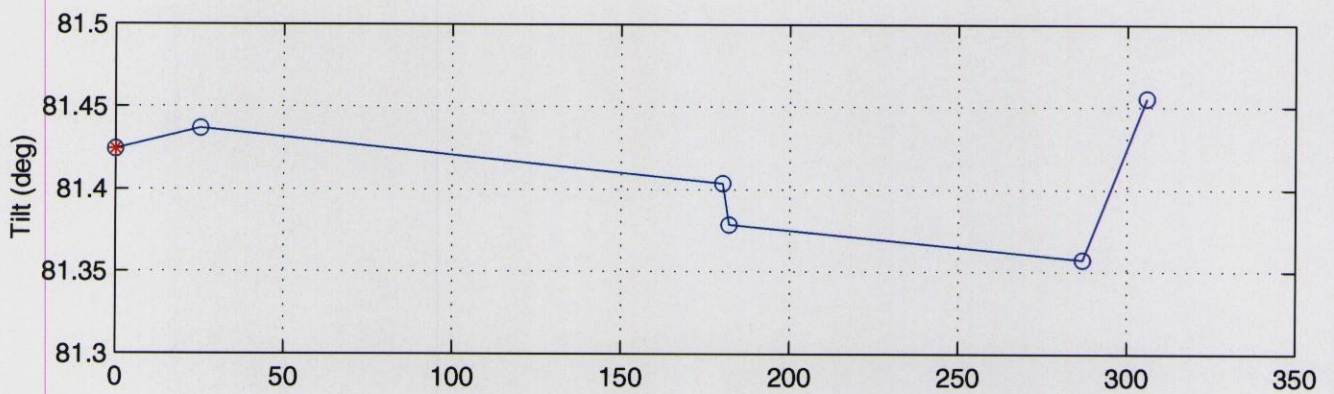
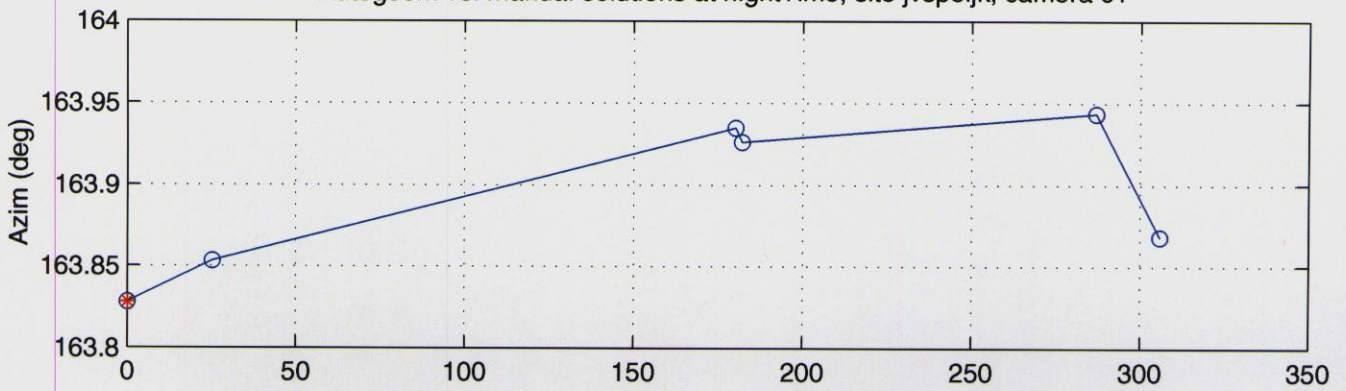
Autogeom vs. manual solutions at dayLight, site jvspeijk, camera c4



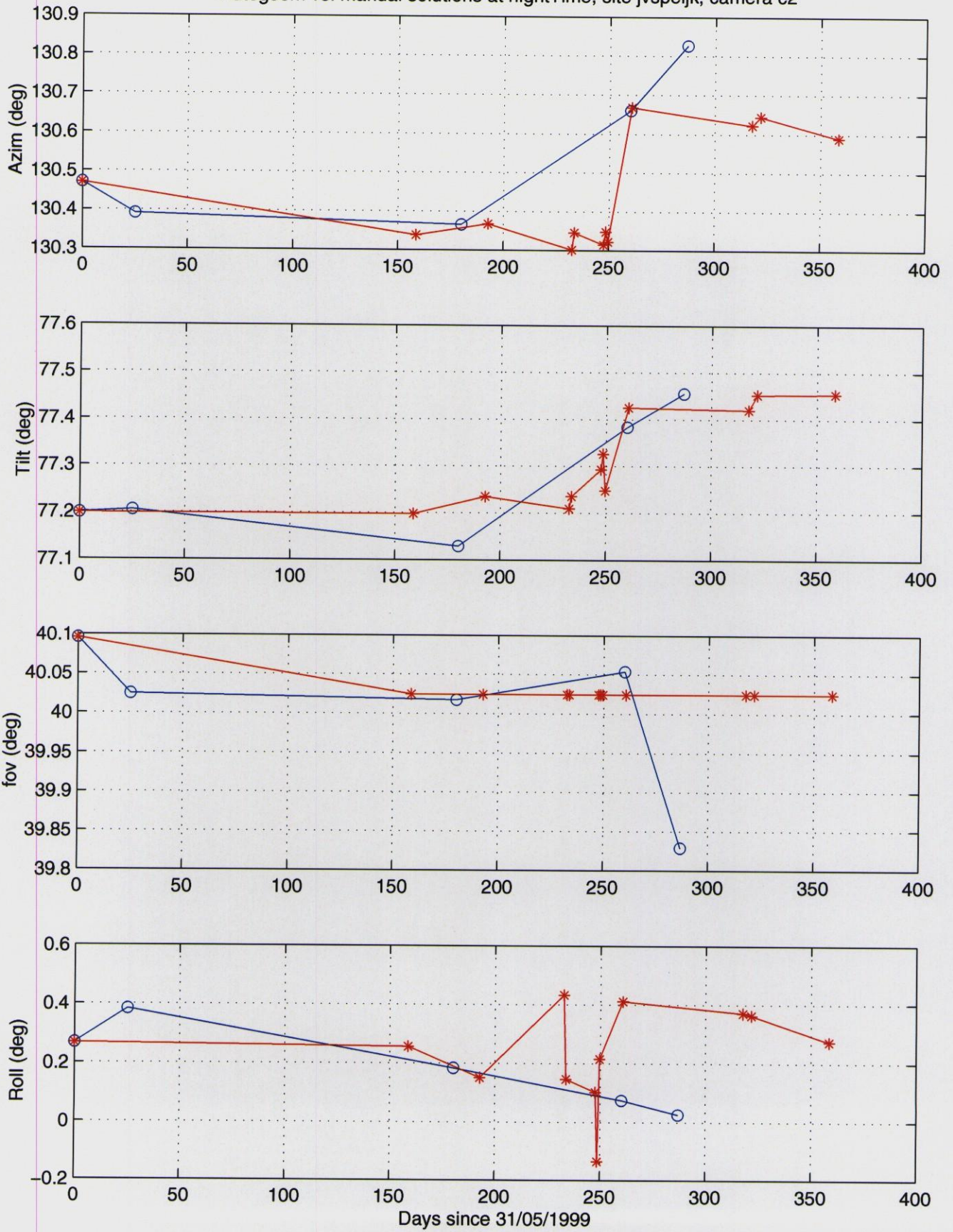
Autogeom vs. manual solutions at dayLight, site jvspeijk, camera c5



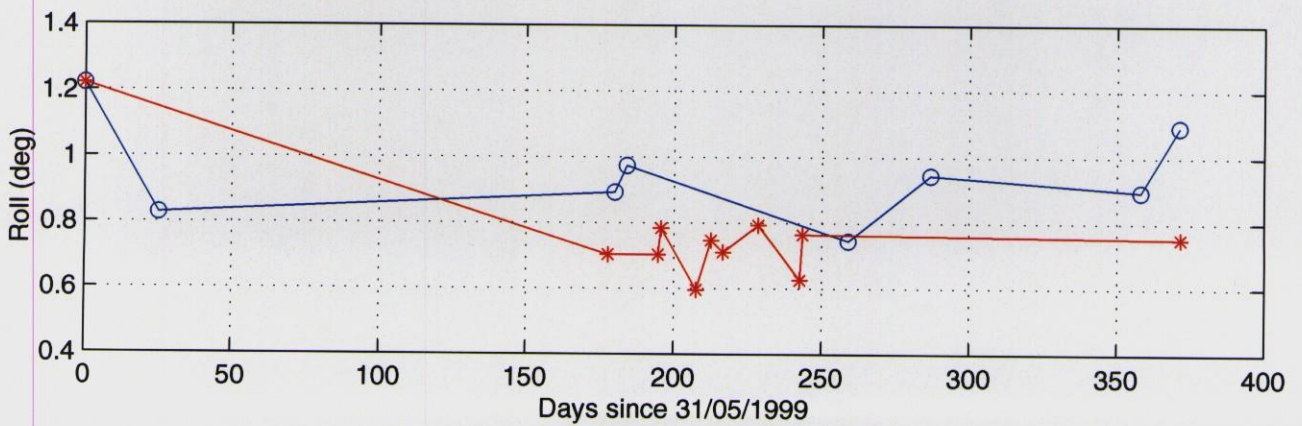
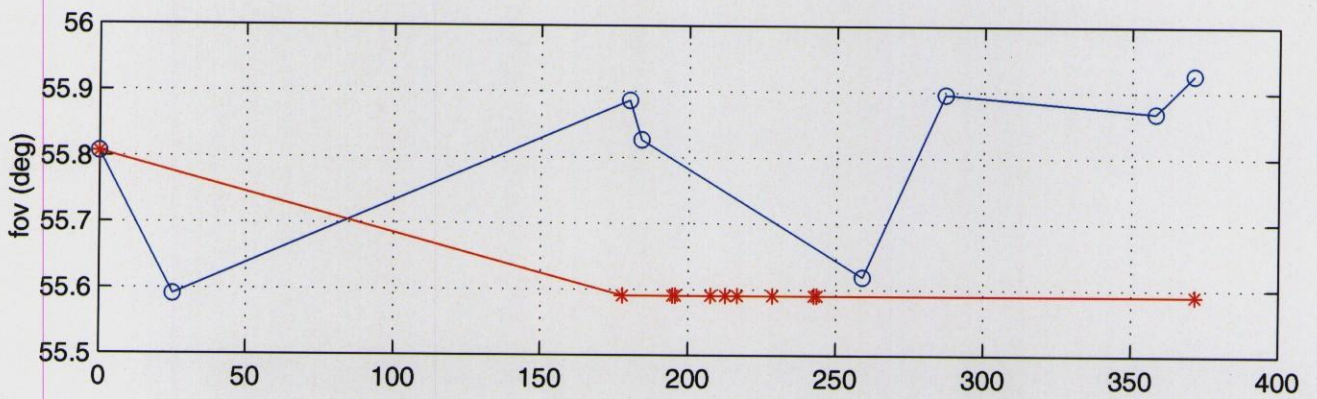
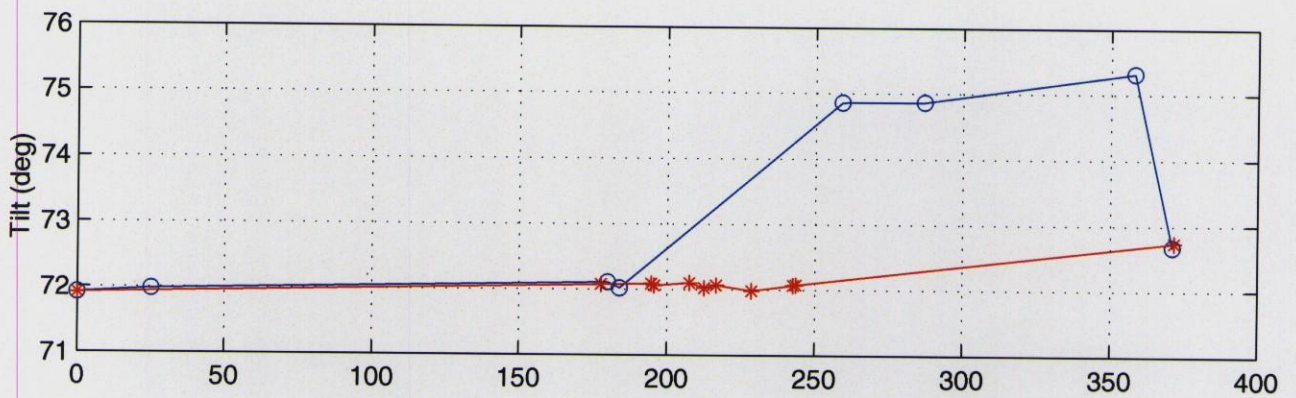
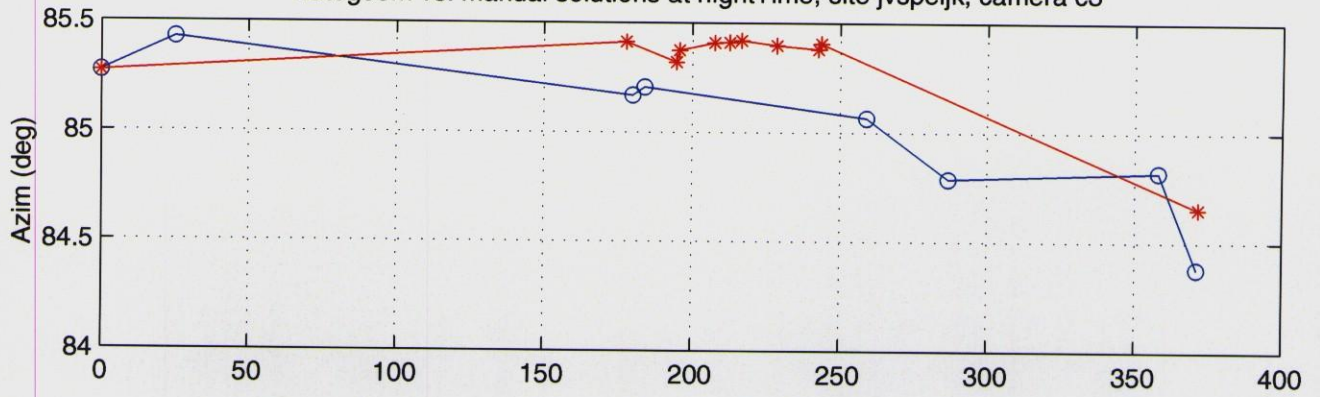
Autogeom vs. manual solutions at nightTime, site jvspeijk, camera c1



Autogeom vs. manual solutions at nightTime, site jvspeijk, camera c2

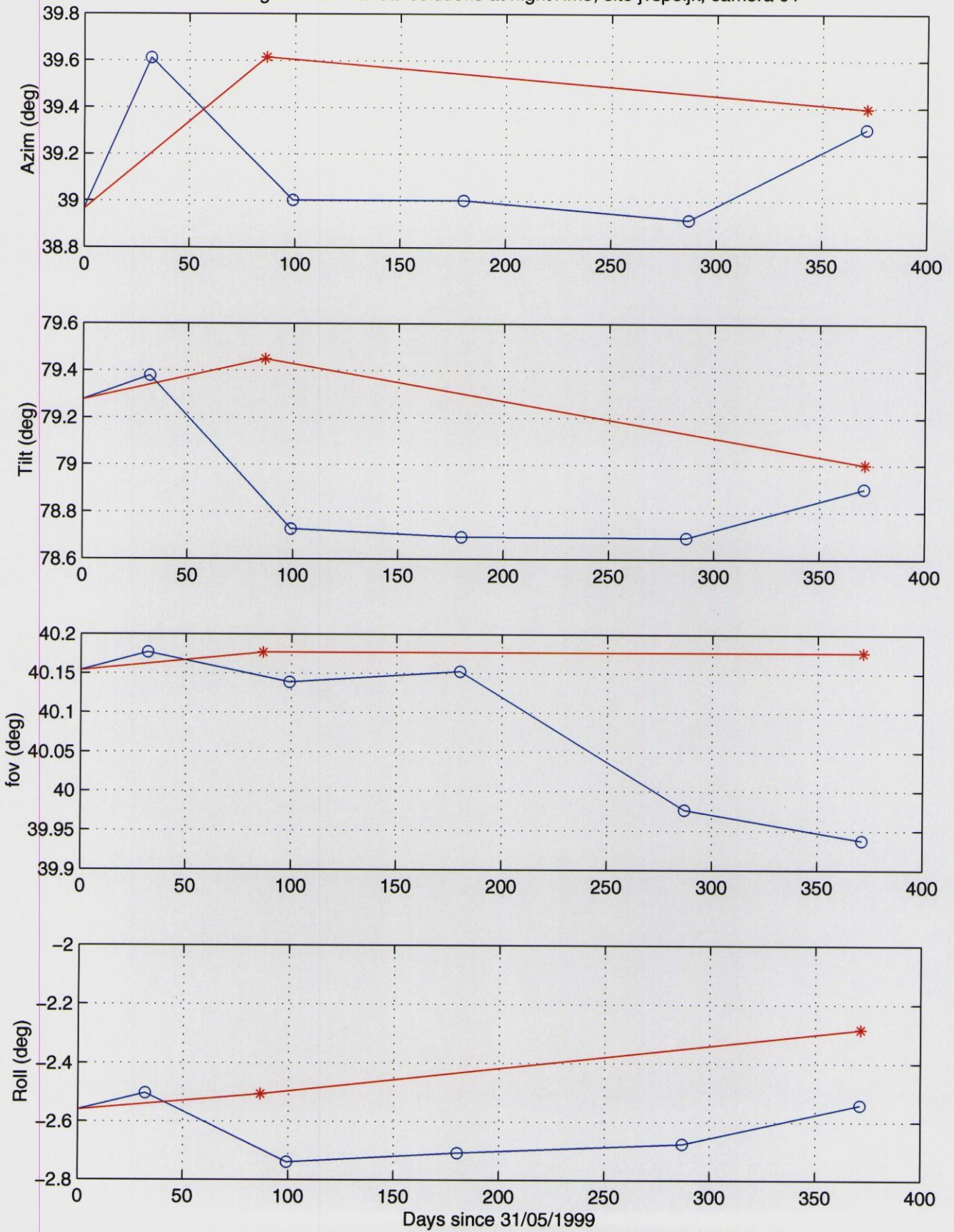


Autogeom vs. manual solutions at nightTime, site jvspeijk, camera c3

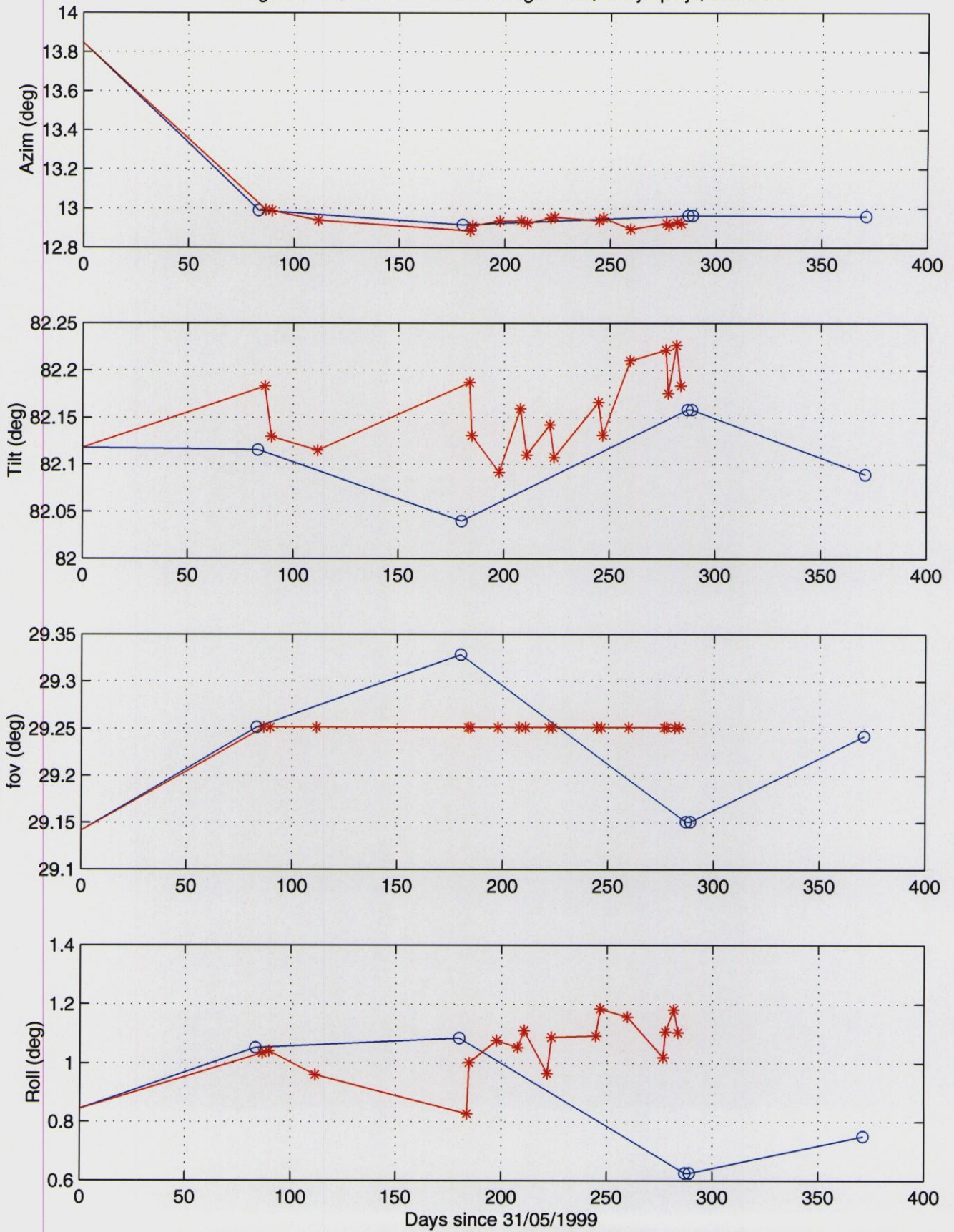


Days since 31/05/1999

Autogeom vs. manual solutions at nightTime, site jvspeijk, camera c4



Autogeom vs. manual solutions at nightTime, site jvspeijk, camera c5



B. Voorbeeld van logfile

Autogeom application for site jvspeijk, camera c1
 Period of interest: 19991103 - 19991110 gmt 00 hr.

Autogeom parameter settings:

nframe = 3
 maxshift = 10
 pmax = 0.9
 Covmin = 0.6
 userframe = 0
 nscale = 2

Reference image and reference frames:

935367676.Mon.Aug.23_00:21:16.GMT.1999.jvspeijk.c1.timex.jpg
 Geometry: Azimuth = 163.8529, Tilt = 81.4366 , Roll = -2.6222 , FOV = 29.199
 x y z UDim VDim per frame:
 -60.79 -261.54 0.00 28.00 17.00
 -30.04 -480.29 0.00 19.00 19.00
 -109.14 -252.38 0.00 21.00 15.00

START CHECK ON GEOMETRY SOLUTIONS

Processing 03-Nov-1999 ...

Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:

0.00 0.50 # 0.96 0.99
 0.00 0.50 # 0.96 0.98
 0.00 0.50 # 0.97 0.98

Stats (dmax - std(du) - std(dv)) on shift: 0.5 0.00 0.00
 Existing geometry accepted!

Processing 04-Nov-1999 ...

Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:

0.00 0.50 # 0.93 0.95
 -0.50 0.50 # 0.91 0.95
 0.00 0.00 # 0.89 0.91

Stats (dmax - std(du) - std(dv)) on shift: 0.5 0.29 0.29
 Existing geometry accepted!

Processing 05-Nov-1999 ...

Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:

0.00 -0.50 # 0.95 0.97
 0.00 -0.50 # 0.90 0.92
 -0.50 -0.50 # 0.86 0.90

Stats (dmax - std(du) - std(dv)) on shift: 0.5 0.29 0.00
 Existing geometry accepted!

Processing 06-Nov-1999 ...

Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:

0.00 0.00 # 0.93 0.95
 -0.50 0.00 # 0.89 0.92
 -0.50 0.00 # 0.87 0.91

Stats (dmax - std(du) - std(dv)) on shift: 0.5 0.29 0.00
 Existing geometry accepted!

Processing 07-Nov-1999 ...

Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:

0.50 0.50 # 0.82 0.84
 0.00 0.50 # 0.83 0.86
 -1.00 0.50 # 0.84 0.86

Stats (dmax - std(du) - std(dv)) on shift: 1.0 0.76 0.00

#####

New geometry solution required at 07-Nov-1999

#####

Created autogeom solution seq. 50

New ref img: 941934075.Sun.Nov.07_00:21:15.GMT.1999.jvspeijk.c1.timex.jpg

Geometry: Azimuth = 163.8573, Tilt = 81.4557 , Roll = -2.5906 , FOV = 29.199
 dx dy dz per frame:

```
-0.10    0.03    0.00
-0.03    0.04    0.00
 0.07   -0.02    0.00
New geometry solution added to database

Processing 08-Nov-1999 ...
Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:
 0.00    0.00    #    0.91    0.93
-0.50    0.00    #    0.92    0.94
 0.50    0.00    #    0.89    0.91
Stats ( dmax - std(du) - std(dv) ) on shift:   0.5  0.50  0.00
Existing geometry accepted!

Processing 09-Nov-1999 ...
Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:
 0.00    0.00    #    0.82    0.84
 0.00    0.00    #    0.84    0.86
 1.00    0.00    #    0.83    0.85
Stats ( dmax - std(du) - std(dv) ) on shift:   1.0  0.58  0.00
#####
#           New geometry solution required at 09-Nov-1999           #
#####
Created autogeom solution seq. 51
New ref img: 942106874.Tue.Nov.09_00:21:14.GMT.1999.jvspeijk.c1.timex.jpg
Geometry: Azimuth = 163.8479, Tilt = 81.457 , Roll = -2.634 , FOV = 29.199
      dx      dy      dz      per frame:
      0.08    -0.07    0.00
      0.04     0.05    0.00
     -0.06     0.04    0.00
New geometry solution added to database

Processing 10-Nov-1999 ...
Shifftot (du-dv) and cross-correlations (pixel-sp) per frame:
 0.00   -0.50    #    0.97    0.98
 0.00   -0.50    #    0.98    0.99
 0.00   -0.50    #    0.97    0.99
Stats ( dmax - std(du) - std(dv) ) on shift:   0.5  0.00  0.00
Existing geometry accepted!
```