

Håndtering af fejlophobning i cloud-to-cloud registrering ved implementering af targets



Asger Nielsen
Magnus Rye Kobber

2022



AALBORG UNIVERSITY
STUDENT REPORT

The Technical Faculty of IT and Design

Department of Planning

Rendsburggade 6 / 14

9000 Aalborg

<https://www.en.tech.aau.dk/>

Titel:

Håndtering af fejlophobning i cloud-to-cloud registrering ved implementering af targets

Projekt:

SPLM4 - Positioning and Mapping

Projektperiode:

Februar 2022 - Juni 2022

Projektgruppe:

Gruppe 13

Deltagere:

Asger Nielsen
Magnus Rye Kobber

Vejleder:

Jens Peter Cederholm

Sidetal: 98 (71 normalsider)

Bilag: 8

Afsluttet: 03-06-2022

Synopsis:

Projektet arbejder med implementeringen af kugletargets og plane targets for forbedring af cloud-to-cloud registrering. Tilgangen til at undersøge problemstillingen er gennem en praktisk test, hvor projektets empiri bygger på data som projektgruppen har produceret i forbindelse med dette projekt. Her undersøges data der indsamles omkring Rendsburggade 6 (Aalborg) med en Leica BLK360 og punktskybehandles i Leica Cyclone Register. Til indmåling af targets benyttes netmåling med totalstationen Leica TS16. Ved brug af evalueringstargets undersøges resultaterne for ændringer i skala, konformitet og lokal sammenhæng. Evalueringresultater bliver beregnet og præsenteret med Jupyter Notebook (Python). Ved testens resultater findes at der sker en fejlophobning ved cloud-to-cloud registreringen. Ydermere bekræfter testens resultater at targets kan implementeres for at forbedre cloud-to-cloud registreringen. Heraf vurderes implementeringen af targets ud fra et ressourcebevidst perspektiv.

Summary

The project deals with error propagation through the implementation of targets.

A cloud-to-cloud registration is affected by the error propagation from each transformation. However the point cloud can be fixed with the use of measured or relative targets. The project then deals with the correct implementation of target and reflects on quantity and geometry.

To test this, the project uses practical tests through laserscanning with a Leica BLK360 and for point cloud processing Leica Cyclone Register is used. The case area chosen for this test is Rendsburggade 6 in the city of Aalborg. Through testing, cloud-to-cloud registration is the basis of each constellation from which registration is improved through the implementation of measured or relative targets. Targets used for improvements are fixed with a superior precision by a traverse survey with a totalstation (Leica TS16). Traversing is also the basis of comparrison to the registered data from Cyclone through independant evaluation targets. The registered pointcloud geometry is then evaluated by scale, conformity and local coherence. Where the traverse survey is considered representative for the true geometry in the case-area.

In Cyclone, the registration is an iterative process of improving the cloud-to-cloud registration basis through through optimization algorithms. When a registration is completed in Cyclone, it is possible to use the coordinates in other data evaluation.

For this project, methods are developed to evaluate scale, conformity and local coherence in Jupyter Notebook (Python). By using Jupyter Notebook, the project group has created automated tools to evaluate data from Cyclone. By doing so, the project can process data much more effectively. The Python script outputs plots and deviation values that enables evaluation of the deformation caused by the cloud-to-cloud registrations' error propagation.

The results of the project has found that error propagation in the given case-area, with the given instrument and software, has characteristics of systematic error. The results also show that the registration is improved significantly by implementing targets with supirior coordinates. From these results, the project reflects on how the registration is improved concious of resourcespending. The project then give recommendation on how resourcespending on targets affect the reduction of error propagation. Lastly, emphasizing that the results are subject to the combination of test-design, instrument, software and case area of this test.

Forord

Dette speciale er skrevet i den første halvdel af 2022 ved Aalborg universitets kandidatur i landinspektørvidenskab. Specialegruppen ønsker særligt at takke vejleder, Jens Peter Cederholm, for vejledning under skriveprocessen af specialet. Derudover har Aalborg universitet stillet scanningsinstrument (Leica BLK360) og landmålingsudstyr til rådighed. Andet udstyr og software brugt til projektet er udlånt af landinspektørfirmaet LE34, som har muliggjort brugen af Cyclone. Derfor også en formel tak til kontaktpersoner i LE34, Malte Holm-Christensen og Lars Overby.

Læsevejledning

Projektet er uploaded i to dele, hvor rapporten med tilhørende bilag fremgår af det nærværende dokument og relevante filer fremgår af en zip-komprimeret fil som er vedhæftet. En oversigt over zip-filens indhold kan findes på bilag A.

Kilder citeres efter referencemetoden Harvard og noteres [Efternavn, år].

Indhold

	Side
Summary	i
Forord	iii
Læsevejledning	iii
1 Indledning	1
2 Problemformulering	5
2.1 Kriterier for besvarelse af problemformuleringen	5
3 Metode	7
3.1 Metode for test-design	7
3.2 Metode for evaluering af resultater	9
3.3 Struktur	13
I Foranalyse	
4 Teori om registrering	17
4.1 Transformationsteori	18
4.2 Registreringsteori	19
5 Target teori	23
5.1 Betydende faktorer for bestemmelse af target centrum	23
5.2 Plane targets	24
5.3 Kugletargets	27
5.4 Konklusion	29
6 Target centrum test	31
6.1 Valg af variable	31
6.2 Test-design	33
6.3 Dataindsamling	37
6.4 Databearbejdning	38
6.5 Konklusion	43
II Hovedanalyse	
7 Test-design	47
7.1 Valg af variable	47
7.2 Valg af opmålings-case	48
7.3 Planlægning af opstillinger og placering af targets	49
7.4 Principper for databearbejdning	58

8 Dataindsamling	61
8.1 Netmåling	61
8.2 Scanning	63
9 Databearbejdning og resultater	65
9.1 Registrering i Cyclone REGISTER	65
9.2 Python-script	66
9.3 Resultater	70
9.4 Opsamling	88
9.5 Konklusion	90
10 Konklusion	93
11 Perspektivering	95
11.1 Projektforslag	95
Litteratur	97

Appendices

A ZIP-fil	99
A.1 Indhold i Python-mappen	99
B Prisme til indmåling af plane targets	101
C Target test oversigtskort	103
D Target test resultater	105
E TMK - netmåling target test	107
F TMK - netmåling endelig test	123
G Detaljeret redegørelse for Cyclone punktskybehandling	141
H Resultater: Registrering høj C2C Hver anden	143

Indledning

3D laserscanning er et værktøj der fortsat finder en udbredt anvendelse i landinspektørbranchen. En scanner kan på kort tid indsamle et meget stort antal rumlige koordinater, der dækker alt inden for scannerens synsfelt og rækkevidde. Denne store datamængde har eksempelvis sine fordele når der skal opmåles komplekse 3D-miljøer, eller hvis der i en opmålingssituation ønskes sikkerhed for at alle de nødvendige mål er indsamlet.

Ved stationær terrestrisk laserscanning placeres scanneren på et stativ, og foretager fra denne opstilling en 360° opmåling af omgivelserne. I det resulterende datasæt, en såkaldt "punkttsky", kan der for moderne instrumenter reklameres med 3D punktspredninger på nogle få millimeter. Det er dog sjældent at et enkelt scan er nok til at dække hele det objekt det ønskes at måle, hvilket medfører at der skal scannes fra flere positioner. Resultatet heraf er flere punktskyer, der ligger i hvert deres lokale koordinatsystem. Derfor er opmålingen afhængig af at disse punktskyer, i den efterfølgende databearbejdning, kan samles til ét samlet datasæt i et fælles koordinatsystem. Denne procedure kaldes for "registrering" og går ud på, at der ud fra overlappet imellem to punktskyer kan beregnes transformationsparametre og foretages en transformation til samme koordinatsystem. Udfordringen her er at man som operatør af en laserscanner ikke er herre over præcisit hvor der måles punkter, og dermed kan der ikke måles direkte til det samme punkt fra to forskellige opstillinger. Derfor er det ikke muligt at finde fællespunkter til beregning af transformationsparametre direkte i punktskyerne. I stedet gøres der generelt brug af to forskellige metoder: target-baseret registrering og cloud-to-cloud registrering.

Ved target-baseret registrering placeres der såkaldte targets i overlappet mellem scans. Targets er objekter, hvor der ud fra flere scannede punkter på deres overflade kan beregnes ét veldefineret centrum. Centrum af et target, bestemt ud fra to forskellige punktskyer, kan dermed benyttes som fællespunkt i deres transformation. [Vosselmann og Maas, 2010]

Ved cloud-to-cloud registrering gøres der ikke brug af veldefinerede fællespunkter, men i stedet benyttes punkterne i overlappet mellem to punktskyer, til at beregne den transformation der tilpasser punktskyerne bedst muligt i forhold til hinanden. En generel beregningsmetode i denne sammenhæng er *iterative closest point (ICP)*. Der findes forskellige ICP-algoritmer, men udgangspunktet for dem alle er at afstanden mellem nærliggende punkter i to punktskyer, gennem iterative beregninger, minimeres ud fra mindste kvadraters princip. [Vosselmann og Maas, 2010, s. 113]

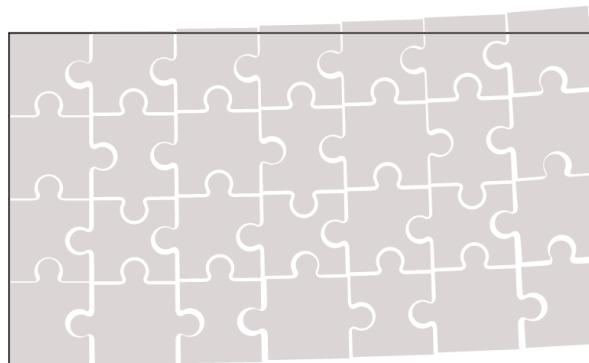
Cloud-to-cloud algoritmer og deres inkorporering i registreringssoftware er de seneste år blevet forbedret, og det er en metode der forskes meget i [Huang m.fl., 2021]. Dermed er det også en metode der har vundet større indpas i praksis, og softwareproducenter opfordrer i deres vejledninger til at benytte cloud-to-cloud registrering [Cox, 2015, s. ii].

Fra et ressourceoptimerings-perspektiv er der også fordele ved cloud-to-cloud registrering, da der ikke skal bruges tid på planlægning og opstilling af targets, samt efterfølgende at udpege dem i punktskyen. Ligeledes er targets et sårbart punkt i opmålingssituacionen, da de har risiko for at flytte sig mellem scans, hvilket i værste tilfælde kan resultere i et utilstrækkelig datagrundlag for registering. Derudover kan der opleves situationer hvor der skal opmåles svært tilgængelige objekter, og det ikke er fysisk

muligt at placere de nødvendige targets til en registrering. Her er cloud-to-cloud registrering også en løsning.

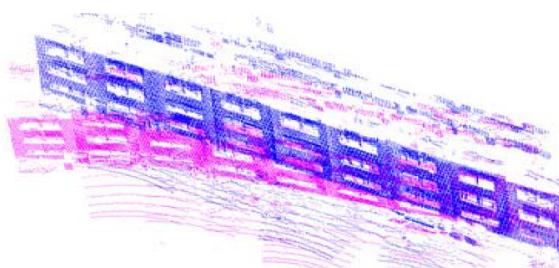
Lige meget hvilken registreringmetode der benyttes, medfølger dog en uundgåelig problematik, nemlig *fejlophobning*. Dette skyldes at transformationen af én punktsky til en anden punktskys koordinatsystem aldrig kan blive perfekt. Laserscannerens observationer er behæftet med fejl, der kommer til udtryk i de beregnede koordinater for punkterne i en punktsky. Denne fejl forplanter sig i bestemmelsen af target-centrum og cloud-to-cloud beregninger.

For en visuel forståelse af fejlophobning i registrering af punktskyer, kan man forestille sig et puslespil, hvor hver brik symboliserer en punktsky. Brikkerne passer ikke helt perfekt sammen, men har en smule slæk, der symboliserer fejlen i transformationen mellem to punktskyer. Når der skal samles flere brikker kan fejlen dermed ophobe sig, som illustreret på figur 1.1. Den sorte ramme på illustrationen angiver hvordan puslespillet optimalt bør ligge, dvs. den korrekte placering af brikkerne. Det ses at brikkerne længst til højre afviger betydeligt mere fra deres korrekte placering end det slæk der er imellem to brikker, som følge af fejlophobning.



Figur 1.1 Fejlophobning i registrering visualiseret med puslespilsbrikker. Inspireret af Wujanz [2019].

Dette er især et problem når der scannes lange lineære strukturer, som i eksemplet på figur 1.2, hvor der er foretaget en lang række scans af en bygningsfacade.



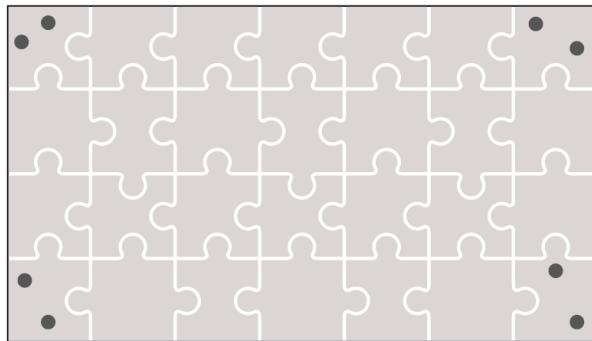
Figur 1.2 Punktsky påvirket af fejlophobning (lilla) samt punkternes korrekte placering (blå) [Genechten m.fl., 2008, s. 51]

Det meste registreringssoftware har en integreret kvalitetskontrol, men denne er ikke nødvendigvis i stand til at identificere fejl på baggrund af fejlophobning. Dette skyldes at der i tilfælde som i de foregående eksempler kun kan vurderes hvor godt naboliggende scans passer sammen og globale fejl, på tværs af flere scans, kan dermed skjule sig [Cox, 2015; Fan m.fl., 2015, s. 93, s. 55]

En løsning på dette problem kan være at inddrage absolutte koordinater, til at holde styr på punktskyerne. Med absolutte koordinater menes der her koordinater tilegnet på anden vis end gennem scanningen, hvor punktskyernes koordinater bestemmes relativt i forhold til nabokommunikationen. Ved eksempelvis at

indmåle targets med en totalstation, kan de resulterende koordinater benyttes til at fastholde punktskyer til noget absolut.

Ved igen at relatere dette til en visuel forståelse gennem puslespilsbrikker, så svarer inddragelsen af absolute koordinater på targets, til at banke puslespilsbrikkerne fast til bordet med søm. Her symboliserer et søm altså et target med absolute koordinater. På figur 1.3 er hver hjørnebrik af puslespillet sømmet fast med to søm, og kan dermed ikke flytte sig som følge af fejlphobning.



Figur 1.3 Inddragelse af absolute koordinater i registrering.

Indmåling af targets med totalstation øger dog ressourceforbruget betydeligt. Derfor er det ikke lige meget hvor mange der skal benyttes og hvor nøjagtigt de skal bestemmes.

Formålet med nærværende projekt er dermed at udforske potentialet i den ressourceeffektive cloud-to-cloud registrering, når den kombineres med absolute koordinater, der inddrages ved hjælp af targets.

Problemformulering

2

På baggrund af indledningen opstilles følgende problemformulering:

Hvordan kan targets benyttes til at styrke cloud-to-cloud registrering?

2.1 Kriterier for besvarelse af problemformuleringen

Heraf følger en redegørelse for problemformuleringens ordlyd, samt kriterier for dens besvarelse. Udvalgte ord i formuleringen er markeret og nummereret, og i den redegørende tekst henvises der til nummereringen.

Hvordan kan targets benyttes til at styrke cloud-to-cloud registrering?

1. Omdrejningspunktet for problemformuleringen er ordet “hvordan”. Det blev i indledningen nævnt at targets kan være et middel til at modvirke fejlophobning i cloud-to-cloud registrering. I relation til landmålingens teori er dette en logisk antagelse, da inddragelsen af flere observationer - i dette tilfælde i form af targets - som oftest har en positiv indvirkning på resultatet. *Hvordan* disse observationer inddrages er dog ikke uvæsentligt. Hovedformålet med problemformuleringen er dermed at nå frem til sagligt begrundede overvejelser for inddragelsen af targets. Målet er, så vidt muligt, at nå frem til et resultat der tillader generalisering, for at kunne komme med nogle generelle anbefalinger for registrering med targets. Det er ligeledes formålet at disse anbefalinger skal afspejle sig i landinspektørfagets praksis, dvs. at de skal være ressourcebevidste.
2. *Targets* er objekter der gør det muligt at aflede et veldefineret punkt i en punktsky. Sådanne punkter udgør observationer, der kan benyttes i registreringen af punktskyer. I henhold til forrige punkt skal en besvarelse af problemformuleringen overveje hvordan disse inddrages, både i opmålingssituationen og i databearbejdning.
3. Når målet er at *styrke* registreringen er det nødvendigt at klarlægge hvad dette indebærer. I henhold til problematikken med fejlophobning i registrering, som beskrevet i indledningen, fokuseres der i dette projekt på hvor virkelighedstro en afbildung af det målte objekt er, i forhold til dets geometri. Det er derfor vigtigt at en besvarelse af problemformuleringen klarlægger denne evalueringsparameter, samt hvordan den kan kontrolleres.
4. Da problemformuleringen omhandler registrering er det nødvendigt med en teoretisk forståelse for denne proces, for at danne grundlag for overvejelser omkring inddragelsen af targets.

Metode

3

Formålet med dette kapitel er at redegøre for metodetilgangen til besvarelse af problemformuleringen. I den forbindelse vil følgende blive afklaret/begrundet:

- *Det er valgt at besvarelsen skal baseres på empiri indsamlet igennem en praktisk test.*
- *I arbejdet med laserscanning er der mange variable. Der fastlægges en terminologi for variable, og principper for hvordan de håndteres.*
- *Det fastlægges hvordan empiri skal evalueres for at kunne besvare problemformuleringen.*

Ud fra ovenstående punkter er det muligt at opstille hvad nærværende projekts hovedanalyse skal indeholde. På baggrund af dette indhold kan det afledes, hvad der først skal afklares igennem en foranalyse for at kunne foretage hovedanalysen. Resultatet heraf, og afslutningen på nærværende metodeafsnit, er en struktur for hele projektet.

3.1 Metode for test-design

Test-type

For at besvare projektets problemformulering er der grundlæggende to test-typer der kan undersøge hvordan targets kan bruges til at forbedre cloud-to-cloud registrering. Her forstår at registreringer kan undersøges ved simulering eller ved at registrere over data som projektgruppen selv indsamler. Afsnittet har til formål argumentere for valget af test-type i projektet, og indebærer argumenter for og imod praktisk test eller simuleret test.

Simuleret test I landmåling er det generelt muligt at vurdere resultatet af en planlagt opmåling, før der foretages nogen observationer. Dette kaldes for “testnet”, og er muligt hvis man har kendskab til a priori spredninger i henhold til måleudstyr, eventuelle fikspunkter og måleindsats [Cederholm, 2000, s. 59]. Hvis der kan tilegnes viden om en terrestrisk laserscanners evne til at bestemme targets, vil det dermed være muligt at beregne testnet for transformationer foretaget med targets som fællespunkter, det vil sige en targetbaseret registrering.

I henhold til cloud-to-cloud registrering er dette dog ikke muligt, da der ikke er tale om vel-definerede fællespunkter. Derudover er cloud-to-cloud afhængig af det miljø, der laserscannes og mængden af detaljer der indgår i miljøet. I stedet for testnet er der de seneste år opstået en anden mulighed for at simulere resultater fra laserscanning. Dette er på baggrund af en række indsatser for at kunne simulere laserscannet data, se eksemplerne ^{1,2,3}. På den måde vil det ud fra en 3D model af et område være muligt at simulere data fra flere opstillinger med terrestrisk laserscanning, for derefter at registrere punktskyerne på samme vis som med ægte data. Scannet data vurderes dog være for komplekst til at sådanne simulationer kan give retvisende resultater i

¹HELIOS++ (<https://www.geog.uni-heidelberg.de/gis/helios.html>)

²VRscan3D (<http://vrscan3d.com/>)

³Lidar Point Cloud (<https://zpeng.me/index.php/2020/02/05/lidar-point-cloud/>)

forhold til nærværende projekts problemstilling. Derudover kræves en høj detaljeringsgrad i en 3D model, hvis den skal afspejle virkeligheden.

Praktisk test Praktisk test anvender opmåling med terrestrisk laserscanning til at producere et datagrundlag som kan benyttes til registrering. Metoden er tilsvarende brugen af terrestrisk laser-scanning i praksis, og forventes derfor at kunne give et reelt indblik i en virkelig problemstilling. Ulempen ved en praktisk test er at det kan være en ressourcetung og tidskrævende proces, hvilket vil resultere i at omfanget af datagrundlag, og dermed generaliserbarheden af analyser, reduceres. Desuden vil resultater af registreringer afspejle forholdende for cloud-to-cloud registrering i det pågældende område, og for at muliggøre generalisering bør flere områder med varierende egnethed for cloud-to-cloud undersøges. Praktisk test vurderes at være en mulighed for at skabe et reelt datagrundlag med cloud-to-cloud registrering, hvilket kan bruges til at analysere implementeringen af targets, dog med forbehold for at analysens resultater kun gælder for projektområdet.

For at udføre en reel test af cloud-to-cloud vælges det at udføre en praktisk test, fordi cloud-to-cloud umiddelbart virker for komplekst at simulere. Derfor bliver projektets analyse lavet på baggrund af en praktisk opmåling og databehandling i programmer som anvendes i almindelig praksis.

Kategorisering af variable

Registrering af scans er påvirket af en lang række variable. Det er vigtigt at identificere disse for at kunne beslutte hvorvidt/hvordan de skal håndteres i test. Den primære variabel det ønskes at undersøge er - jævnfør problemformuleringen - brugen af targets. Alene her er der mange muligheder i forhold til mængden, placeringen og typen af targets.

Det er valgt at kategorisere variable ud fra definitioner beskrevet af Bevans [2022]. Her skelnes der imellem tre forskellige typer, dem der:

- Ændres (uafhængig variabel)
- Måles/observeres (afhængig variabel)
- Fastholdes (kontrolleret variabel)

En test har ofte til formål at undersøge indflydelsen af én variabel på en anden. En uafhængig variabel er den hvis indflydelse det ønskes at undersøge, og en afhængig variabel er den hvorpå indflydelsen måles. Der er dog sjældent kun én variabel der har en indflydelse, så for at kunne isolere indflydelsen til at skyldes en enkelt variabel, kan det være nødvendigt at fastholde andre (som kontrollerede variable). For at eksemplificere dette tages i det følgende udgangspunkt i en test uden relation til landmåling. Hvis det eksempelvis ønskes at undersøge hvordan mængden af konserveringsmiddel i en fødevare påvirker dens holdbarhed, så er det nok ikke uden betydning hvilken temperatur fødevaren opbevares ved. Hvis der således foretages en sammenligning mellem fem eksemplarer af en fødevare, hver med forskellig mængde konserveringsmiddel, så skal de opbevares ved samme temperatur, for at kunne konkludere at det er konserveringmidlet, og ikke temperaturen, der påvirker holdbarheden. I dette eksempel er mængden af konserveringsmiddel en uafhængig variabel, holdbarheden en afhængig variabel og temperaturen en kontrolleret variabel.

Når det ønskes at undersøge hvilken indflydelse targets har på registrering af punktskyer, så betragtes targets som en uafhængig variabel og registreringen som en afhængig variabel. Dette medfører til gengæld et spørgsmål om hvordan en registrering kan "måles".

I registreringssoftware rapporteres der et samlet fejludtryk for en registrering, beregnet ud fra hvor godt hver enkelt punktsky er sammensat med nabo-punktskyerne. Dette fejludtryk er dog ikke nødvendigvis retvisende og kan, som beskrevet i indledningen, skjule fejlphobning [Cox, 2015; Fan m.fl., 2015, s. 93, s. 55]. Derfor er det nødvendigt med en anden måde at evaluere registrering på, hvilket vil blive beskrevet i afsnit 3.2. Her er det planen at benytte afstande og vinkler til evalueringen. Derfor kan registreringen, ud over at være en afhængig variabel, også klassificeres som en såkaldt "latent variabel". En latent variabel er en variabel der ikke kan måles direkte, men evalueres ud fra stedfortrædende variable [Bevans, 2022]. I dette tilfælde udgør de omtalte afstande og vinkler de stedfortrædende variable.

Det skal i designet af test besluttes hvilke variable det ønskes at henholdsvis ændre og fastholde. I denne sammenhæng skal det også identificeres, om der er variable det ikke er muligt at styre, og hvilken effekt de vurderes at have. Her kan der eksempelvis være tale om vind og vejr, mængden af trafik, stativdrejning mm. For at reducere indflydelsen sådanne tilfældige forhold har på resultaterne, kan der foretages flere målinger, for dermed at opnå et større statistisk grundlag for resultaterne.

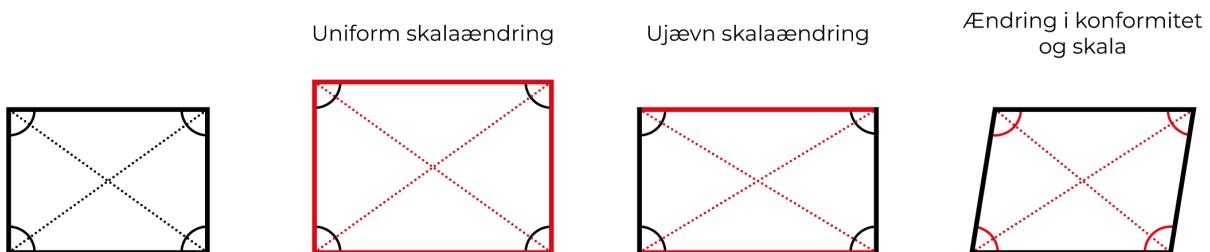
3.2 Metode for evaluering af resultater

Jævnfør problemformuleringen i kapitel 2, er det nødvendigt at klarlægge hvordan det kan evalueres om en cloud-to-cloud registrering styrkes, som følge af inddragelsen af targets. I forhold til evaluering af punktskyers kvalitet, fokuseres der på hvor godt de gengiver geometrien af det målte objekt. Her benyttes der i nærværende projekt to begreber, henholdsvis *skala* og *konformitet*.

Skala Med afvigelser i skala menes der hvorvidt dimensioner på/imellem objekter målt i punktskyen afviger fra virkeligheden.

Konformitet Med begrebet konformitet henvises der til hvorvidt objekter i punktskyen bibeholder deres geometriske form. Dette kan evalueres ud fra vinkler, men vil med inddragelsen af trigonometri også kunne evalueres ud fra sidelængder på trekant.

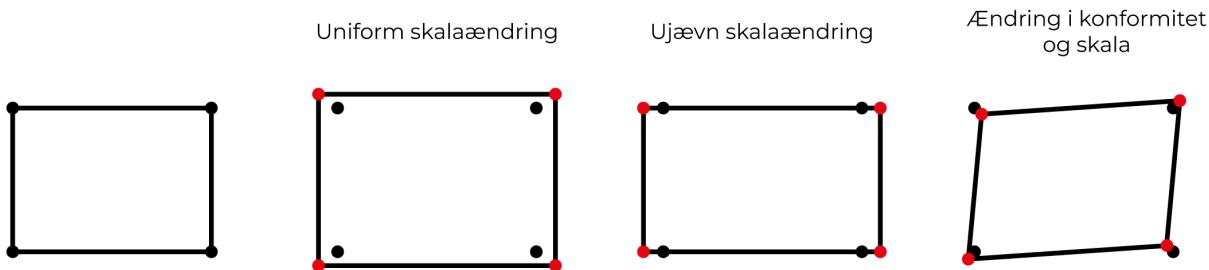
Figur 3.1 illustrerer et rektangulært objekt og hvordan afvigelser i skala og konformitet kan opfanges ud fra henholdsvis objektets sidelængder, vinkler mellem siderne og krydsmål.



Figur 3.1 Eksempel på skala og konformitet. Farven rød angiver afvigende elementer.

Det er valgt at inddrage begreberne skala og konformitet, samt at evaluere ud fra afstande og vinkler, for at kunne dokumentere typen af fejl der opstår som følge af registreringen. Alternativt vil man, i stedet for en sammenligning af afstande og vinkler, kunne foretage en sammenligning af koordinater. Dette scenarie er illustreret på figur 3.2, hvor de sorte punkter symboliserer nogle "sande" koordinater, mens de røde punkter symboliserer tilsvarende koordinater, bestemt fra en punktsky. Ved at foretage en transformation over disse punkter, vil resultatet af transformationen kunne bruges til at evaluere

hvor godt punktskyen afspejler virkeligheden. Resultatet - en afvigelse for hvert koordinatsæt efter en mindste kvadraters tilpasning - antyder en relativ afvigelse som oftest er svær at placere på konformitet eller skala.



Figur 3.2 Koordinatsammenligning.

Disse parametre er ikke nødvendigvis udelukket til en uniform ændring i konformitet eller skala i hele det scannede område. Derfor skal en test udformes så det også er muligt at kontrollere lokale ændringer.

Sammenligningsgrundlag

Første skridt, før planlægningen af en test kan påbegyndes, er at klarlægge hvordan testens resultater konkret skal evalueres, da dette kan have indflydelse på testens udformning. For at kunne evaluere hvordan en punktsky påvirkes af ændringer i registreringsprocessen, er det nødvendigt at etablere et sammenligningsgrundlag. Dette sammenligningsgrundlag skal agere som repræsentation af virkeligheden, for dermed at kunne vurdere i hvilken grad en punktsky afviger fra virkeligheden. Der er flere muligheder for at etablere dette sammenligningsgrundlag, men det vil i alle tilfælde bygge på en type af opmåling.

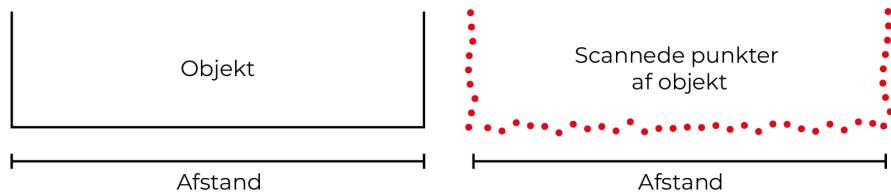
Målebånd eller laserafstandsmålere kan til en vis grad benyttes, men er fravalgt da de i flere situationer ikke vil kunne foretage de krydsmål, der er nødvendige for at kunne kontrollere konformitet. Eksempelvis er et krydsmål på en bygning utilgængeligt for disse værktøjer. I stedet er det nødvendigt at tilegne sig koordinater, for at kunne beregne afstande og vinkler ud fra disse.

Én mulighed er at benytte en scanner til denne opmåling. Enten samme scanner som den der indgår i selve testen, eller en bedre scanner, hvilket er at foretrække. Denne tilgang kræver at der kan foretages en opmåling og registrering, som giver en punktsky, hvor problemstillingen med fejlphobning er nedbragt til et minimum, med de tiltag det må kræve. Punktskyen kan dermed agere som sammenligningsgrundlag for andre punktskyer, af samme område. Sammenligningen kan baseres på afstands- eller vinkelmålinger i punktskyerne, eller det er muligt at benytte processeringsværktøjer til at overlape punktskyerne, for herefter at kunne foretage en cloud-to-cloud sammenligning⁴. Fordelen ved denne tilgang er muligheden for en meget komplet sammenligning. Problemet med denne tilgang er usikkerheden i kvaliteten af sammenligningsgrundlaget. Sammenligningsgrundlaget vil modstride principippet om at sammenligne med en overlegen metode, da der ikke er garanti for at sammenligningsdata er fri for fejlphobning. Projektgruppen vurderer at der er en risiko for at fejludtrykket der forekommer i sammenligningsgrundlaget kan være ens for begge datasæt. Ved dette scenarie ville fejlphobningen ikke kunne opdages.

Ved i stedet at benytte en totalstation, kan der opnås koordinater med en præcision, der er overlegen i forhold til en scanner. Modsat scanneren, er det med totalstation også muligt at måle de samme veldefinerede punkter fra flere forskellige opstillinger, hvilket muliggør en mere pålidelig kontrol af resultatet. Af denne årsag er det i nærværende projekt valgt at benytte en totalstation.

⁴Eksempelvis vha. værktøjet "Compute cloud/cloud distance" i softwaren CloudCompare

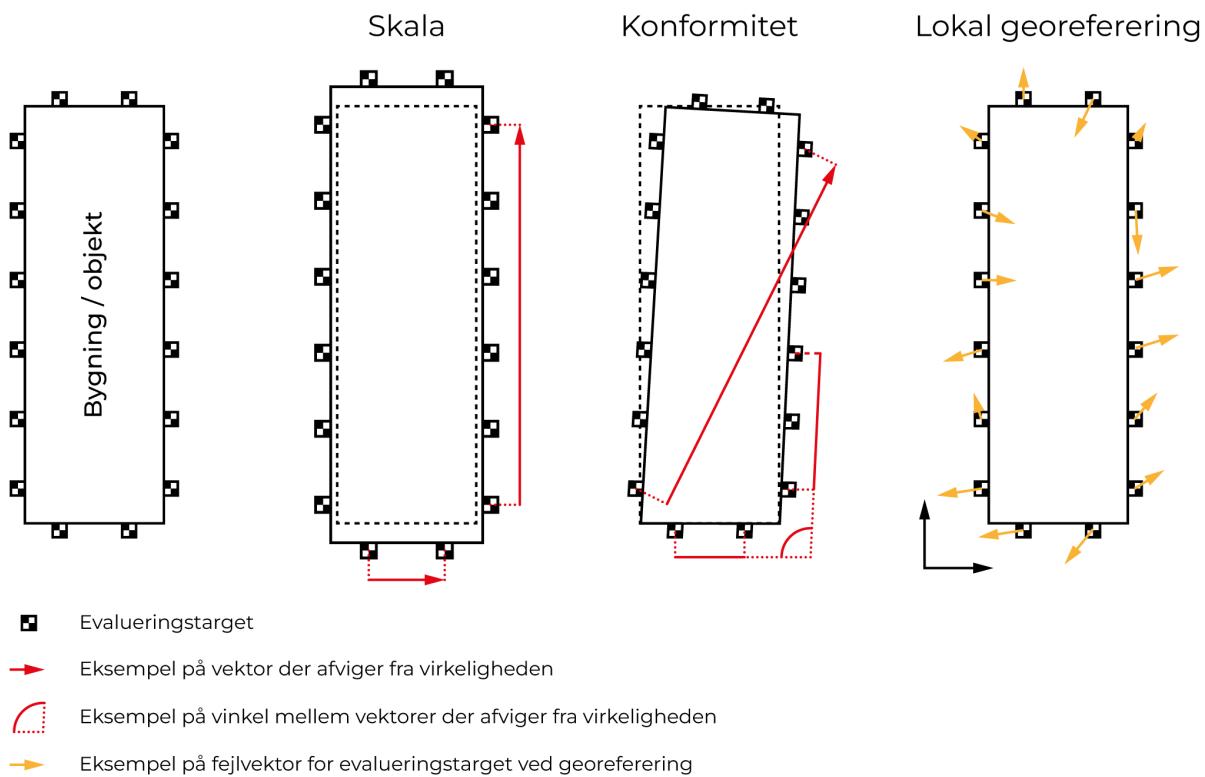
Ved at indmåle objekter i det scannede område med totalstation er det muligt at sammenligne dimensioner på objekterne, eller afstande imellem objekter, med de afstande der kan uddrages fra punktskyen. Dette afspejler en relativ nøjagtighed/præcision. En problematik i denne sammenhæng er definitionssikkerheden af objekter, både når de skal måles med totalstation i marken, og når de skal defineres i scanningens punktsky. Usikkerheden ved måling med totalstation opstår hvis et objekt ikke er veldefineret eller er utilgængeligt, og dermed skal indmåles ved hjælp af eksempelvis bueskæring. Usikkerheden i punktskyen opstår som følge af støj i dataen, hvilket er visualiseret på figur 3.3.



Figur 3.3 Afstandsmåling i punktsky.

Evalueringstargets

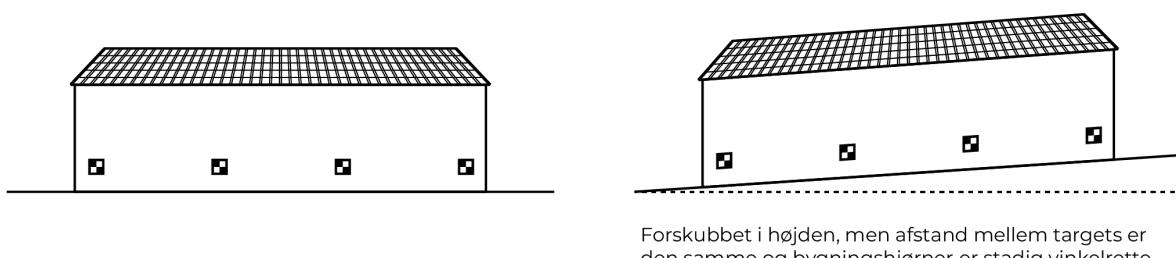
På baggrund af definitionsusikkerheden som beskrevet i forrige afsnit, er det i nærværende projekt valgt at evaluere ud fra targets, da de kan udgøre et veldefineret punkt, der både kan findes i punktskyen og kan indmåles med totalstation. Ved at punkterne er veldefinerede er det, som nævnt tidligere, også muligt at overbestemme dem, ved at måle fra flere opstillinger med totalstation. Dermed kan det beregnes hvor godt targets er bestemt med totalstation, hvilket er relevant når de skal benyttes i en sammenligning. Princippet for evaluering ud fra targets er illustreret på figur 3.4. Figuren viser et objekt (eksempelvis en bygning) set ovenfra, med en række targets fordelt på hver side. Disse targets er ikke tiltænkt at blive brugt i registreringen af punktskyer. Dette skyldes at registrering - som er en række transformationer - forsøger at mindske fejlen på fællespunkter. De punkter der benyttes til at evaluere denne proces skal derfor være uafhængige af processen, for at kunne give et retvisende resultat.



Figur 3.4 Princip for evaluering af registrering.

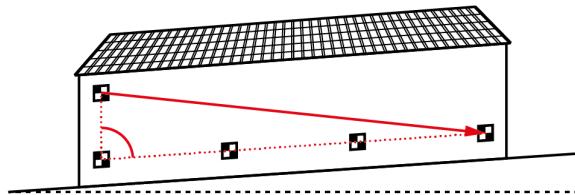
Ud fra koordinaterne på evaluerings-targets, kan der etableres vektorer, som kan benyttes til både afstands- og vinkelmålinger. En ændring i skala kan opfanges ved at længden på vektorer i punktskyen afviger fra virkeligheden. En ændring i konformitet vil både kunne opfanges ud fra afvigelser i længden på vektorer samt vinklen imellem vektorer. Den sidste evalueringsmulighed, som visualiseret på figuren, er at benytte de lokale koordinater på targets til at georeferere den endelige punktsky. Herved følger et resultat for hvor godt georefereringen kan foretages, som kan visualiseres med fejlvektorer for hvert target. Denne metode blev præsenteret i forbindelse med figur 3.2, og kan ikke nødvendigvis afsløre om der er tale om afvigelser i skala eller konformitet. Dog kan genereringen af fejlvektorer give et visuelt præj, hvis der kan ses en systematik i orienteringen af disse.

Ovenstående illustrerer principippet i 2D langs de plane koordinater. Samme principper gør sig gældende i højden og derfor kan det være utilstrækkeligt kun at placere targets nær jordoverfladen. Eksemplet på figur 3.5 illustrerer en situation hvor en forskubbelse i højden potentielt kan blive overset, hvis der kun placeres targets nær jordoverfladen på en bygning - i det tilfælde at afstanden mellem de pågældende targets forbliver uændret eller er af en størrelsesorden der ikke kan påvises.



Figur 3.5 Bygning med targets set fra siden.

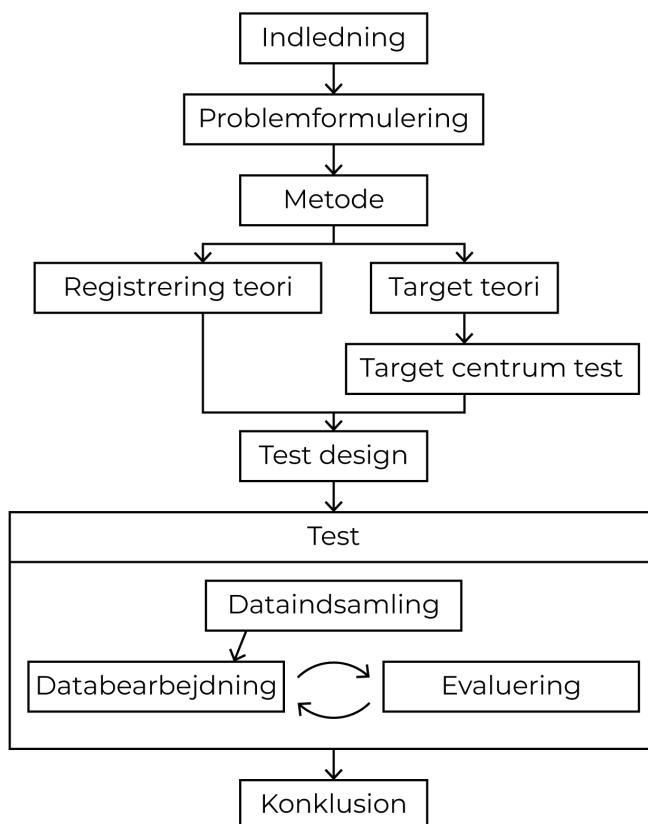
Løsningen kan være at placere targets højere oppe på bygningen, som illustreret på figur 3.6. Det vurderes dog at det sjældent vil være muligt at placere et sådant target med en passende geometri til at kunne opfange fejl, da det dermed vil skulle sidde så højt som muligt på bygningen - som ikke nødvendigvis er høj nok til at opnå den ønskede geometri.



Figur 3.6 Placering af et target højere oppe på bygningen kanøre det nemmere at opdage hvis bygningens øne ende forskubber sig i højden.

3.3 Struktur

Projektstrukturen der vurderes nødvendig for at kunne svare på problemformuleringen er illustreret på figur 3.7 og vil blive redegjort for i det følgende.



Figur 3.7 Projektets struktur

Det er blevet vurderet nødvendigt at foretage en praktisk test, samt overvejet hvordan en sådan test kan evalueres og hvordan variable kan kategoriseres. Denne test skal være omdrejningspunktet for hovedanalysen og på baggrund af de foreløbige overvejelser kan indholdet af testen opstilles. Indholdet er som følger, og skal indgå i kapitlet "Test design":

- Valg af variable

- Valg af opmålings-case / projektområde
- Planlægning af:
 - Scanner opstillinger
 - Placering af evalueringstargets
 - Placering af targets til brug i registrering
 - Indmåling af targets
- Principper for databearbejdning

Først skal variable fastlægges og kategoriseres. Da der udføres en praktisk test er det yderligere nødvendigt at vælge ét eller flere områder der skal agere som opmålings-case. Herefter skal det planlægges hvordan opmålingen skal foretages, hvilket indebærer placering af scanner og targets samt hvordan targets skal indmåles. Før der indsamlles data er det yderligere nødvendigt at have fastlagt principperne for hvordan data skal bearbejdes og evalueres. Dette er også en betydende faktor i hvordan targets til henholdsvis registrering og evaluering placeres.

Når der er styr på test-designet skal testen udføres, hvilket indebærer dataindsamling, databearbejdning og evaluering. Hovedprincippet bag testen er at indsamle mere data end nødvendigt, for at kunne frasortere data og dermed ændre på variable i registreringsprocessen. Denne iterative proces er visualiseret i strukturdiagrammet som forholdet mellem "Databearbejdning" og "Evaluering". Outputtet er herfra en række resultater som kan indgå i konklusionen for at besvare problemformuleringen.

På baggrund af indholdet i hovedanalysens test kan det vurderes hvilket vidensgrundlag for analysen skal leve. Da targets skal indgå i registrering af punktskyer er det relevant først at etablere et teoretisk grundlag for registrering. Derfor indgår kapitlet "Registrering teori". Kapitlet skal gennem teori om transformationer afdække hvordan targets placeres optimalt, samt hvordan de kan indgå i beregninger for registrering.

Herudover kommer targets til at være grundlag for evaluering af registrering. For at kunne redegøre for brugen af targets og deres placering er det derfor nødvendigt at foretage en indledende undersøgelse af targets. Dette indebærer både et teoretisk grundlag for at kunne træffe valg om konkrete targets samt en test af de udvalgte targets i kombination med det valgte opmålingsudstyr. Dette indgår i kapitlerne "Target teori" og "Target centrum test".

DEL I

FORANALYSE

Teori om registrering

4

Dette kapitel har til formål at beskrive teorien der understøtter registreringen af flere punktskyer til én samlet punktsky. Registrering er derfor et begreb brugt om transformation ved databearbejdning med punktskyer. Her skildres begreberne registrering og transformation i to anvendelser, registrering vedrørende databearbejdning ift. scanning, og transformation i forhold til teori om enkelte transformationer. Registrering er en forgrening af transformation, som specificerer at der er tale om transformation af punktskyer, og at registrering typisk indebærer sammenkoblingen af flere transformationer. Heraf forstås transformationsteori som grundlæggende viden for registreringsteori. Dertil indebærer registrering også forskelligt datagrundlag for transformation. Her vægtes i projektet Cloud-to-Cloud registrering, registrering med targets eller en kombination af begge.

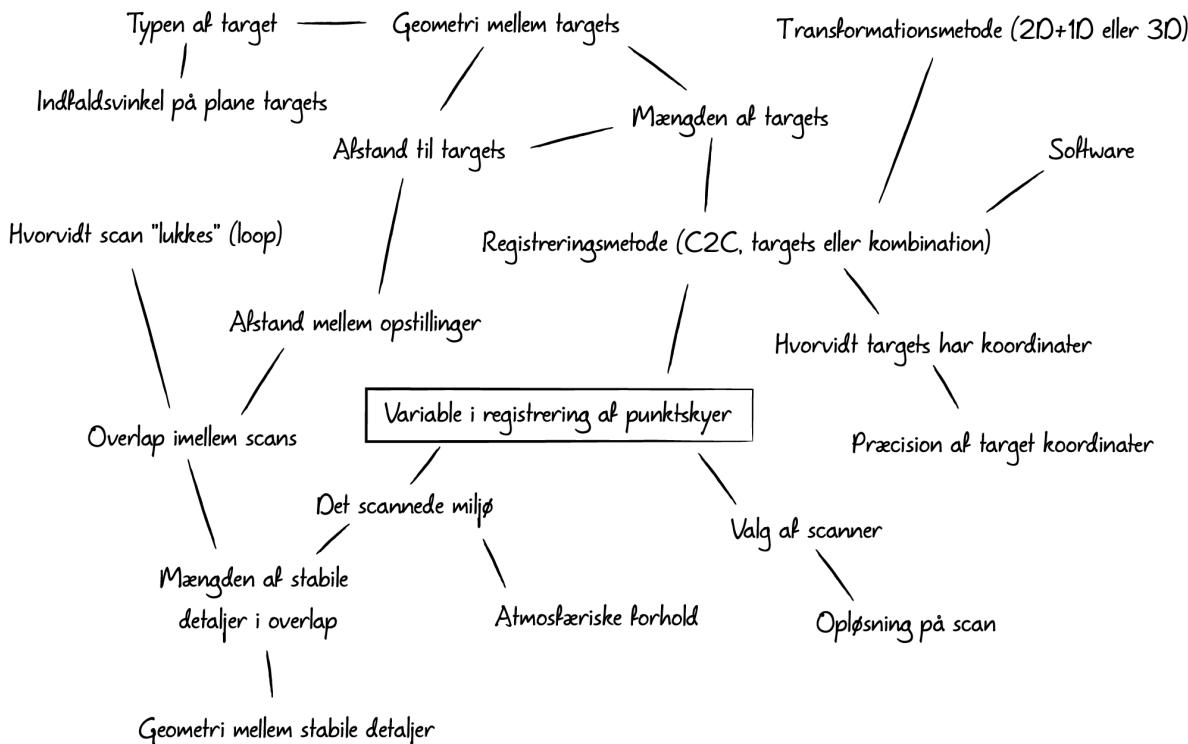
For at understrege at registrering af punktskyer indebærer mange variable har projektgruppen dannet en forståelse for registrering af punktskyer gennem nedenfor listet litteratur.

Self-calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning - Reshetnyuk [2009]

Airborne and Terrestrial Laser Scanning - Vosselmann og Maas [2010]

Decreasing the Uncertainty of the Target Center Estimation at Terrestrial Laser Scanning by Choosing the Best Algorithm and by Improving the Target Design - Janßen m.fl. [2019]

Denne litteratur ligger til grund for projektgruppens tidlige viden om registrering, og på den baggrund har projektgruppen genereret et mindmap om variable ved registrering af terrestrisk laserscanning. Mindmappet fremgår af figur 4.1 og kan fremgå uoverskueligt, men dette understreger at registrering er et komplekst emne.



Figur 4.1 Mindmap over variable

4.1 Transformationsteori

Transformation er en flytning i koordinatsæt fra ét koordinatsystem til et andet koordinatsystem. Afsnittet tager udgangspunkt terminologien for kartesiske koordinatsystemer i transformartionsteori, hvor akserne navngives x, y og z.

Transformation har potentielt syv frihedsgrader fordelt på tre rotationer, tre translationer og skalering. Hver frihedsgrad er et udtryk for hvordan transformationen kan flytte koordinatsystemet. Her noteres at transformationer kan have forskellig dimensional karakter, at translation er en endimensionel flytning og hvor rotationer drejer et todimensionelt plan. Ved en rotation påvirkes altså to akser, hvilket betyder at der skal bruges et sæt af to fællespunkter for at bestemme rotationen.

Tænkte eksempler

2D+1D Her forestilles et papir liggende på et hæve-sænkebord. Ved fastholdelse af papiret med én finger, tilsvarende ét fællespunkt, kan papiret stadig roteres omkring fingeren, men afviger ikke fra bordpladen (planet). Med to fingre på papiret fastholdes papiret. Bordpladen er det forudbestemte plan, fordi rotationer omkring akserne der danner planet er forudbestemte, ved landmåling typisk af en kompensator eller libelle. Dette betyder at den sidste dimension kan bestemmes endimensionelt, altså ved en translation. Med begge fingre på papiret kan bordet hæves og sænkes uden indflydelse til fastholdelsen af papiret til bordpladen. På denne måde kan man forestille sig en transformation i 2D+1D, som kan bestemmes med to fællespunkter.

3D Her forestilles at papiret i stedet for er byttet ud med en tennisbold, hvor bolden ligger på bordet. Her placeres en finger ovenpå bolden, og bolden bliver nu fastholdt af fingeren, men også bordets overflade som bolden bliver trykket imod. Fingeren og bordets kontaktflade skal tolkes som to

koordinatsæt der fastholder et koordinatsystem; tennisbolden. Bolden kan dermed dreje rundt om aksen der skabes af fingeren og bordet. Derfor skal tennisbolden yderligere fastholdes med én ekstra finger. Derved kræver 3D transformation tre fællespunkter.

Rotationer omkring akserne definerer dermed forskellen mellem 3D og 2D+1D. Ved en 3D transformation benyttes som minimum tre fællespunkter, ét for hver akse. Transformationsparametrene kan udvælges for hver registrering og behovet vil typisk variere mellem instrumenter. Eksempelvis er det ikke nødvendigt at rotere målinger omkring x- og y-aksen ved brugen af instrumenter med en præcis kompensator, for eksempel en totalstation. At tilføje en rotation omkring x- eller y-aksen betyder at zenit manipuleres væk fra det, af kompensatoren, angivne lod. Ved transformationer hvor lodlinjen fastholdes, kan transformationen deles op i 2D transformation og 1D translation, som sammenlagt giver en tredimensionel transformation. Brugen af 2D+1D giver muligheden for flere overbestemmelser, da 3D transformationen opdeles i to uafhængige transformationer, først en todimensionel transformation i planen efterfulgt af en endimensionel translation langs lod. 2D+1D har fire frihedsgrader, da to rotationer tages ud. Ved ekskluderingen af de to rotationer fastholdes lodlinjen til planet, hvilket betyder at der behøves to fællespunkter at transformere over. [Jensen, 2011]

Dette gøres også gældende for ændring af skala under transformation med totalstation. Generelt er kompensator og afstandsmål troværdige ved opmåling med totalstation, men dette gør sig ikke nødvendigt gældende for andre instrumenter. Her bør nævnes at terrestriske scanningsinstrumenter typisk har en dårligere kompensator, og at en rotation om x- og y-aksen kan være fordelagtigt.

Ved en tredimensionel transformation skal som minimum benyttes tre fællespunkter, én for hver akse. Med tre fællespunkter kan transformationen udføres, men et fjerde fællespunkt er nødvendigt for at have en overbestemmelse i transformationen. Overbestemmelser er nødvendige for at udtrykke hvor godt transformationen er udført, derfor bør der altid benyttes mindst fire punkter i en 3D transformation, og tre punkter i en 2D+1D transformation.

Geometri ved transformation

I transformationen af punktskyer der afbilleder et valgt objekt eller område, gælder regler for god geometri som i landmåling. God geometri opnås i grundtræk ved at transformere over et overlap der er omkring det der ønskes indmålt, typisk kendt fra arbejdsopgaver fra polær opmåling som afsætning eller teknisk opmåling. Overlap forstås som fællespunkter mellem to eller flere opstillinger, som benyttes til at beregne transformationsparametre, og dermed forene lokale koordinatsystemer fra hver opstilling til ét koordinatsystem. Hver transformation i registreringen skabes af overlap mellem opstillinger, eller overlap til anden opmåling, og det antages at kvaliteten af transformationen øges med overlappets størrelse. For at overholde god geometri i registreringen, skal overlappet være størst muligt og omkredse objektet som ønskes indmålt. Det omkredsende overlap forstås som et overlapsrum, hvor objektet der indmåles så vidt muligt skal kunne passe indeni rummet for at opnå god geometri. [Vosselmann og Maas, 2010]

4.2 Registreringsteori

Registrering vedrører transformation af scanningsdata, og vedrører transformationer af uafhængige punktskyer til én punktsky. Ifølge Vosselmann og Maas [2010] benyttes typisk en tredimensionel transformation uden skalaændring. Registrering beregnes på baggrund af veldefinerede punkter (targets) og geometri af overflader som er redundante for begge punktskyer (cloud-to-cloud). Cloud-to-cloud er

et kompliceret og beregningstungt værktøj, hvilket gør processen for cloud-to-cloud registrering svær at evaluere, og på den måde er processen for cloud-to-cloud registrering “black box”. Her noteres dog at ifølge Reshetnyuk [2009], s. 23, skal overlappet for cloud-to-cloud indeholde tredimensionelle nuancer, for eksempel er bygninger bedre end bare en flad vej. En forskel mellem brugen af targets og brugen af cloud-to-cloud er at veldefinerede punkter kan fastholdes af anden opmåling vha. targets. Fastholdelsen af veldefinerede punkter forebygger fejlophobningen ved cloud-to-cloud registrering, som redegjort for i indledningen. Targets er derfor forebyggende for fejl i registreringen, men også anvendelige for evaluering af registreringen.

I registreringen findes i overbestemmelsen af hver enkelte registrering en spredning der forholdes til afvigelser udregnet i cloud-to-cloud og med targets. For hver enkelte transformation i registreringen er der derved givet et udtryk for kvaliteten af den enkelte transformation. Spredningen af hver enkelte transformation udgør et delelement af kvaliteten for den samlede registrering.

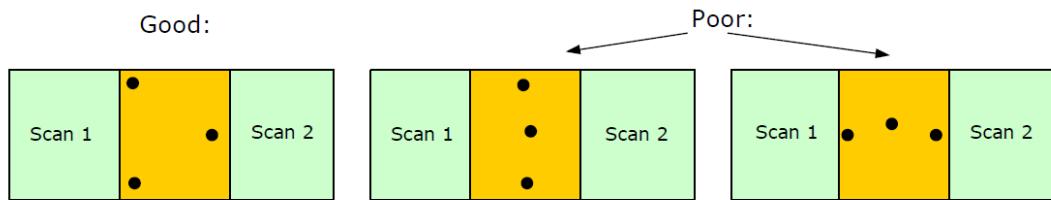
Refleksion om geometri i registrering

Registrering skelner mellem relativ og absolut registrering, hvilket er afgørende for at vurdere geometrien. Ved relativ registrering forstås at der udelukkende benyttes scanningsdata til at registrere punktskyer. Registreringen bestemmes usikkert på grund af potentiel fejlophobning. Absolut registrering forstås som registrering der indeholder absolutte elementer og er et udtryk for en fastholdelse af registreringen til anden opmåling. Her benyttes targets som er bestemt i et fælles system og som har en overlegen nøjagtighed, i forhold til hvad der forventes af den relative registrering.

Registrering med targets

Targets bliver som beskrevet tidligere brugt som fastholdelsesværktøj og skaber absolutte transformationsparametre, som afhjælper fejlophobningen der måtte opstå ved relativ registrering. Den typiske anvendelse af targets er bestående af enten plane eller runde targets, hvilket vil være udgangspunktet for dette afsnit. Dertil skal dog nævnes at man også kan benytte naturlige veldefinerede punkter i punktskyen som relative veldefinerede punkter for target registrering. Dette undersøges ikke yderligere da det vurderes at være mindre præcist og ikke har fordelen at være veldefineret for andre opmålingsmetoder. Dette afsnit om registrering med targets har til formål at beskrive hvordan targets kan bruges i registreringen, og vil give incitament for at undersøge targets yderligere i de to næste kapitler om bestemmelse af target centrum.

Ved inddragelse af targets kan registreringen enten laves udelukkende med targets, eller som en kombination mellem cloud-to-cloud og targets. Fra afsnittet om transformationsteori vides at der skal ét punkt til at lave en flytning, og to punkter til at lave en drejning. Dette gælder også for teori om inddragelse af targets i registreringen. Ved at inddrage ét target kan punktskyen kontrolleres endimensionelt og tilpasses med flytning. Ved at inddrage to targets kan target registrering delvist kontrollere retningen af punktskyen. Ved at inddrage tre eller flere kan target kontrollere retningen på punktskyen. Dette gælder kun såvel at targets er inddraget med god geometri, se figur 4.2.



Figur 4.2 Eksempler på god og dårlig geometri med targets - kilde [Reshetnyuk, 2009]

Figuren viser at targets ønskes at adspredt så vidt muligt og helst skal undgå at ligger på samme linje. Det vurderes af projektgruppen at man, som tommelfingerregel, så vidt muligt skal forsøge at lave det størst mulige areal med targets i overlappet. Selvfølgelig på betingelse af at targets der indgår i registreringen bestemmes tilfredsstillende.

Ifølge Reshetnyuk [2009], s. 20, er target registrering den mest udbredte metode for registrering, men der er sket meget udvikling inden for cloud-to-cloud registrering siden 2009 [Huang m.fl., 2021]. Metoden er en konform tredimensionel transformation, som beskrevet tidligere, og benytter altså kunstige veldefinerede punkter mellem punktskyerne til at transformere over. Her gør det sig gældende, som før nævnt, at fire koordinatsæt er nødvendige, heraf én overbestemmelse som kontrol. Ved target registrering skal targets findes i overlappet mellem de to scans som ønskes registreret.

Target teori

5

Dette kapitel vil redegøre for teorien bag target-bestemmelse, for at kunne udlede hvilke variable der har en indflydelse i denne sammenhæng. Derved kan kapitlet ligge til grund for planlægningen og udførslen af en praktisk test, som vil fremgå af kapitel 6.

5.1 Betydende faktorer for bestemmelse af target centrum

Targets til brug med laserscanning er objekter der placeres i scannerens synsfelt, så der ved scanning opnås et stort antal punkter på deres overflade. Disse punkter benyttes til at overbestemme objektet og estimere dets centrum. [Vosselmann og Maas, 2010]

Targets kan i teorien have mange forskellige udformninger, men der skelnes imellem to typer: plane targets og rumlige targets [Reshetuk, 2009; Janßen m.fl., 2019]. Rumlige targets gør det muligt at estimere et centrum udelukkende ud fra deres geometriske udformning. Den mest gængse geometri for disse targets er en kugle. Plane targets (i litteratur nogle gange også refereret til som sort/hvid targets), benytter yderligere intensiteten af retursignalet til at kunne estimere et centrum. Dette gøres ved at benytte to forskellige farver til at signalere centrum, da man ud fra intensiteten af signalet kan finde overgangen mellem disse farver [Janßen m.fl., 2019]. Der vil senere i dette afsnit blive redegjort yderligere for de to typer targets.

Hvor godt targets kan bestemmes er ifølge Janßen m.fl. [2019] afhængig af fem faktorer:

1. Laserscanneren
2. Scannings-geometrien
3. Atmosfæriske forhold
4. Target-design
5. Algoritmen til bestemmelse af target centrum

Den valgte laserscanner spiller en rolle på to parametre, henholdsvis hvor præcis den er i stand til at måle punkter, samt hvilken “opløsning” den er i stand til at måle med. Opløsningen angiver hvor meget scanneren roterer mellem hvert punkt der måles, og dermed hvor tæt punkterne kommer til at ligge i punktskyen. For de fleste scannere er det muligt at justere opløsningen. Præcisionen af punkter har indflydelse på hvor præcis en geometrisk form kan modelleres ud fra punkterne. Her har punkttætheden ligeledes indflydelse, da den er afgørende for hvor mange overbestemmelser der indgår i modelleringen. Derudover har punkttætheden indflydelse på hvor godt overgangen imellem intensiteten på plane targets kan bestemmes.

Scannings-geometrien, det vil sige placeringen af targets i forhold til scanneren, har indflydelse på hvor stor intensitet det returnerende signal har, og dermed hvor præcis en afstandsmåling der opnås. Intensiteten af retursignalet falder både i takt med at afstanden øges, samt med en stigende indfaldsvinkel på det målte objekt. Derudover falder antallet af punkter der måles på et target (punkttætheden), i takt med at afstanden øges.

De atmosfæriske forhold spiller en rolle ved alle elektrooptiske distancemålinger og dermed også ved laserscanning. Dog måles der typisk til targets på så korte afstande at indflydelsen er minimal.

Target-designet spiller en rolle da et målt objekts fysiske egenskaber har en indflydelse på præcisionen i en punktsky, og dermed præcisionen af target centrum. Designet af et target kan deles op i følgende egenskaber:

- *Geometri*: Formen og størrelsen på et target. Her skelnes mellem rumlige targets, hvor centrum udelukkende kan bestemmes ud fra deres geometri og plane targets, hvor også intensiteten af retursignalet er nødvendig.
- *Matriale*: Afhængig af materialet kan laserstrålen delvist trænge ind i materialet, og føre til en systematik i afstandsmålingen. Eksempelvis kan laseren trænge længere ind i plastik end i træ.
- *Overflade*: Kan eksempelvis være glat eller ru, og dermed returnere signalet forskelligt.
- *Farve*: Har indflydelse på intensiteten af retursignalet. For plane targets benyttes variationen i denne egenskab til at finde centrum.
- *Reflektivitet*: Er et produkt af de fornævnte egenskaber: materiale, overflade og farve. Høj reflektivitet medfører større intensitet af retursignalet og dermed bedre afstandsmålinger.
- *Mønster*: For plane targets signaleres centrum med et farvet mønster, hvilket kan have flere forskellige udseender.

Algoritmen der benyttes til at estimere koordinater til target centrum kan have indflydelse på hvor præcise koordinater der opnås.

Hvilken algoritme der i forskelligt software benyttes til at bestemme target centrum for henholdsvis plane targets og kugletargets er ukendt, da det af forretningsmæssige årsager holdes hemmeligt [Janßen m.fl., 2019; Ge og Wunderlich, 2015].

5.2 Plane targets

Plane targets består af en plan overflade hvorpå der er printet et mønster med skiftende kontrast, eksempelvis sort/hvid, da denne forskel kan opfanges i intensiteten af retursignalet for laserscannede punkter. Figur 5.1 viser nogle eksempler på sådanne mønstre. Det vurderes¹ at det mest gængse mønster er et såkaldt "skak-tern", hvilket ligger til grund for de to første eksempler på figuren.



Figur 5.1 Eksempler på plane target mønstre. Lavet ud fra [Janßen m.fl., 2019].

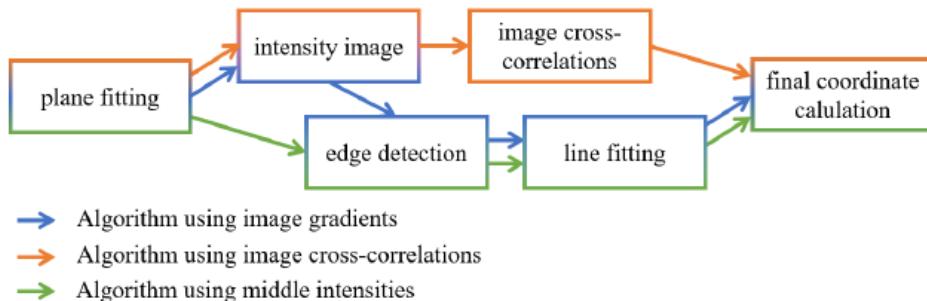
En fordel ved plane targets er at det er muligt selv at printe dem på papir og klæbe dem på overflader i området der skal scannes. Dermed er de lettilgængelige, nemme at transportere og en billig løsning. Der findes også kommercielle udgaver der kan monteres på stativer. Centrum af plane targets er tilgængelige så de kan indmåles direkte med totalstation.

¹Ud fra hvad projektgruppen har set i praksis og litteraturen, samt hvad der er tilgængelig i butikker.

Ulempen ved plane targets er, at de kun er synlige fra én side, og derudover er påvirket af indfaldsvinklen de måles med. Dette kan give udfordringer hvis de skal placeres så de er synlige fra flere opstillinger.

Algoritmer til bestemmelse af plane target centrum

Centrum af plane targets bestemmes overordnet ud fra to trin, herunder ud fra et geometrisk aspekt og et radiometrisk aspekt (ud fra information om intensitet). Flere algoritmer er blevet udviklet gennem tiden og der er ifølge Janßen m.fl. [2019] tre forskellige tilgange der er relevante, og kan opnå præcise resultater. Diagrammet på figur 5.2 viser indholdet i de tre tilgange, og vil blive beskrevet i det følgende.



Figur 5.2 [Janßen m.fl., 2019]

Første skridt er fælles for de tre tilgange og går ud på at tilpasse en 3D plan til target. Her benyttes Random Sample Consensus (RANSAC) til at identificere de punkter der ligger på planen, og dermed frasortere “outliers”. Herefter beregnes en plan efter mindste kvadraters princip. Alle punkterne kan nu projiceres ind på det pågældende plan, og de efterfølgende skridt kan tilgås ud fra et todimensionelt perspektiv.

Næste skridt er fælles for to af algoritmerne, og indebærer at der ud fra den nu todimensionelle punktsky genereres et “intensitetsbillede”. Dette gøres ved at segmentere punktskyen i et grid, hvor der for hver celle interpoleres en værdi ud fra intensiteten af retursignalet. I forhold til cellestørrelsen har det i en test af Janßen m.fl. [2019] vist sig, at det ikke giver mening med en cellestørrelse på under 1 mm, da alt under dette ikke længere påvirker resultatet.

Ud fra intensitetsbilledet er der nu to forskellige fremgangsmåder. Den ene er at bruge en algoritme til at finde overgangen mellem de to forskellige farver og uddrage de celler der udgør overgangen. Disse celler kan herefter benyttes til at estimere de bedste rette linjer (to linjer hvis der benyttes et “skaktern”-mønster), ud fra mindste kvadrater princip. Skæringspunktet mellem disse linjer giver dermed 2D koordinaterne til target centrum, som herefter kan transformeres tilbage til 3D, ud fra parametrene til det plan der blev beregnet i det første skridt.

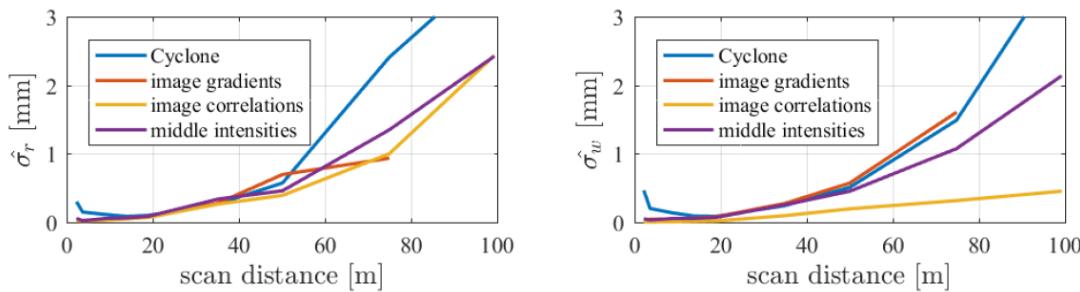
Den anden fremgangsmåde, med udgangspunkt i intensitetsbilledet, er at generere en kunstig og ideel skabelon af det target der skal findes (“image cross-correlations”). Denne skabelon kan herefter indpasses til intensitetsbilledet på den måde der giver den højeste korrelation imellem de to. 2D target centrum kendes nu, og kan tilsvarende forrige metode overføres til 3D.

Den sidste tilgang følger samme fremgangsmåde som den første, med den undtagelse at der ikke generes et intensitetsbillede. I stedet findes overgangen mellem de to forskellige farver direkte ud fra intensiteten af punkterne i punktskyen. Dette gøres ved at gruppere punkterne i de to farver ud fra en k-means algoritme. Punkter der ikke hører til disse grupper, og har en “middel” intensitet, antages at udgøre overgangen mellem farverne. Dette skyldes udbredelsen af scannerens laserstråle og at punkter i overgangen mellem to farver dermed opnår en intensitet på baggrund af begge farver. [Janßen m.fl., 2019]

Indflydelse af algoritme og sammenligning med software

I en test udført af Janßen m.fl. [2019] er de tre algoritmer nævnt i forrige afsnit, samt registreringssoftwaren Cyclone REGISTTER, blevet sammenlignet. Der er i testen benyttet en Leica ScanStation P20 scanner og scannet til plane targets orienteret vinkelret på scanneres sigtelinje, ved ni forskellige afstande mellem 2 og 100 meter.

Resultatet fremgår af figur 5.3 og viser en spredning henholdsvis i retning langs sigtelinjen og langs vinkelmålingerne (da spredningen i retning af horisontalretningen og zenithdistancon var tilsvarende, er disse samlet til ét spredning).



Figur 5.3 Spredning langs sigtelinjen (venstre) og langs vinkelmålingerne (højre) [Janßen m.fl., 2019].

Spredningen langs sigtelinjen viser ikke den store forskel mellem algoritmerne, da den er afhængig af hvor præcist en plan kan tilpasses til target, hvilket gøres på samme måde for de tre algoritmer. Cyclone giver tilsvarende resultater op til 50 meter, hvorefter softwaren giver større spredninger. Dog kan det nævnes at det i softwaren ikke anbefales at bruge targets mere en 50 meter fra scanneren.

I forhold til spredningen langs vinkelmålingerne kan det konkluderes at det mest præcise resultat opnås ved brug af algoritmen der benytter en skabelon af target til at beregne centrum ("image correlations"). [Janßen m.fl., 2019].

Resultaterne ved brug af Cyclone afspejler den pågældende udgave af softwaren der er benyttet, og det kan ikke udelukkes at softwaren er blevet forbedret siden.

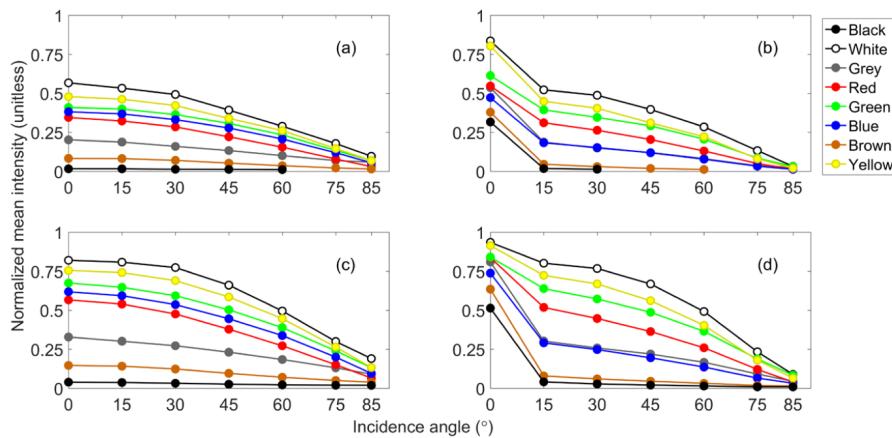
Indflydelse af target design

I en test udført af Janßen m.fl. [2019] blev det konkluderet at target design for plane targets ikke gør så stor forskel, som man ud fra teorien umiddelbart kan forvente. I testen blev forskellige kommercielle targets, samt et selvprintet target, undersøgt ved forskellige afstande og med forskellige indfaldsvinkler. Her er der tale om afstande fra 5 til 100 meter samt indfaldsvinkler på henholdsvis 15° , 30° , 45° og 60° . Scanneren benyttet var en Leica ScanStation P20. De udvalgte targets havde forskellige mønstre, størrelse, materiale og overflade. Derudover havde de enten farverne sort/hvid eller grå/hvid. I testen blev der for hvert target beregnet tre forskellige spredninger i relation til scannerens sfæriske koordinatsystem: i retning af henholdsvis afstandsmålingen, horisontalretningen og zenithdistancon. Spredningen i retning af vinkelmålingerne blev vurderet at være stort set identiske, hvorfor disse kunne sammenfattes til ét fejludtryk. I henhold til denne spredning var resultatet meget jævnbyrdigt for alle targets, med den største forskel i spredning på omkring ét til to buesekunder ved 100 meters afstand (svarende til ca. 0.5 til 1 millimeter). I henhold til spredningen langs afstandsretningen var der en lidt større forskel på resultaterne, på op til to millimeter ved 100 meter. Denne forskel blev konkluderet at hænge sammen med størrelsen på targets, hvor de største targets kunne bestemmes bedre på lang afstand. Dette skyldes et større antal punkter på disse targets, hvilket medfører at det plan der genereres ud fra punkterne kan

bestemmes bedre. Det største target der blev undersøgt målte 40x40 centimeter mens det mindste målte 10x10 cm.

Farve

Ifølge [Janßen m.fl., 2019] vælges farverne sort og hvid typisk til plane targets, da de giver den største kontrast i intensitet, og dermed mulighed for en præcis radiometrisk bestemmelse af target centrum. Variation i intensitet på baggrund af farve og i relation til indfaldsvinkel fremgår af figur 5.4. Her fremgår det at farven hvid giver den højeste intensitet og sort giver den laveste.



Figur 5.4 Figuren viser resultater for en Topcon GLS-1500 scanner med matte (a) og semi-glans (b) targets, samt en Leica Scanstation P40, mat (c) og semi-glans (d). Der er målt på 30 m afstand. [Bolkas og Martinez, 2017]

Den geometriske bestemmelse af targets afhænger som nævnt også af intensiteten, da den har indflydelse på laserscannerens afstandsmålinger. Med afsæt i figur 5.4 bliver farven hvid altså bestemt bedst og sort bliver bestemt dårligst. Derfor er valget af farver til plane targets et kompromis mellem både god radiometrisk og geometrisk bestemmelse.

5.3 Kugletargets

Kugletargets består enten af en hel eller en halv kugle. Kugletargets baseret på en halv kugle er monteret på et beslag så de kan rotere om to akser, der går igennem target centrum. På bagsiden af kuglen er target centrum markeret, så det kan indmåles ligesom et plant target. Ved targets baseret på en hel kugle er target centrum utilgængelig for en totalstation. Derfor er disse targets monteret på et fodstykke, der gør at de kan afmonteres og erstattes med et prisme. Prismet er placeret på en holder, så det sammenfalder med target centrum. Figur 5.5 viser de to typer af kugletargets.



Figur 5.5 Eksempel på kugletargets

Kugletargets bestemmes udelukkende ud fra deres geometriske udformning, og har den fordel at det er lige meget hvilken side de observeres fra. De er som oftest hvide for at sikre et stærkt retursignal (se afsnit 5.2), hvilket øger præcisionen af scannede punkter på deres overflade. Ud fra punkterne kan en algoritme benyttes til at modellere en kugle og finde dens centrum.

Algoritmer til bestemmelse af kugletarget centrum

Kuglettargets bestemmes overordnet set ved først at uddrage punkterne på kuglens overflade og herefter tilpasse en kugle til disse punkter [Rachakonda m.fl., 2017]. Ifølge Rachakonda m.fl. [2017] og Vosselmann og Maas [2010], s. 112 benyttes algoritmer baseret på mindste kvadraters princip, til at tilpasse en kugle til punkterne. Rachakonda m.fl. [2017] har undersøgt to forskellige algoritmer og konkluderer at der ikke er forskel på det resultat de opnår. Den af algoritmerne der vurderes som den mest gængse og antages at være implementeret i meget software, benævnes “ortogonal ikke-lineær mindste kvadraters metode”, og beskrives kort i det efterfølgende.

Formlen for en kugle i et kartesisk koordinatsystem er:

$$(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2 = r^2$$

hvor (x_i, y_i, z_i) er et punkt på kuglens overflade, (x, y, z) er kuglens centrum og r er kuglens radius.

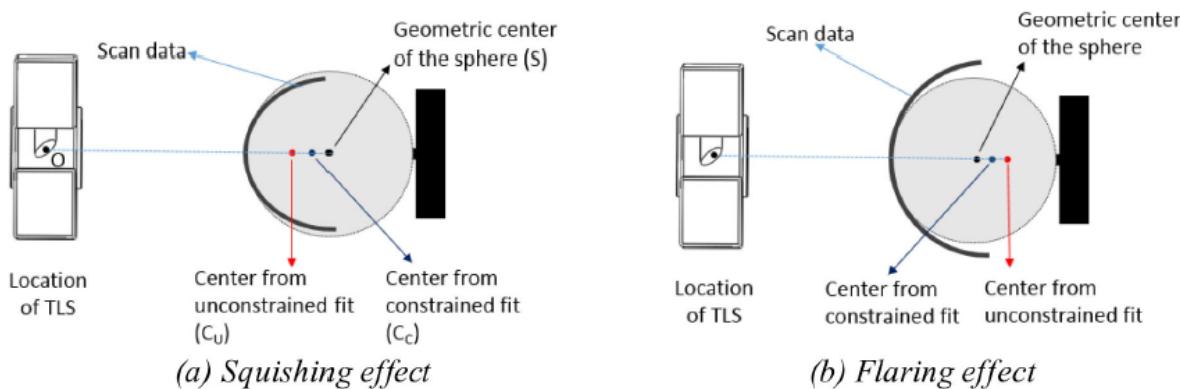
Ligningen der løses i den pågældende algoritme er:

$$F = \sum_{i=1}^n f_i^2 = \sum_{i=1}^n (\sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} - r)^2$$

Ligningen kan løses med enten fire (x, y, z, r) eller tre (x, y, z) ubekendte, alt efter om radius på kuglen er kendt og inddrages. I nærværende projekt benævnes disse to løsninger som henholdsvis ”tilpasset diameter” og ”fast diameter”.

Forvrængning af kugletargets

Grundet en øget indfaldsvinkel forringes præcisionen af punkter målt på en kugle som regel mod kuglens periferi. Dette kan medføre at det scannede data for en kugle virker forvrænget, og afbilder enten en ”mast” eller ”opspillet” kugle, hvilket har indflydelse på det centrum der beregnes. Figur 5.6 illustrerer situationen og hvilken indflydelse det har på placeringen af target centrum, ved estimering af en kugle med henholdsvis tilpasset og fast diameter.



Figur 5.6 Kugletargets der bliver henholdsvis ”mast” og ”opspillet” [Rachakonda m.fl., 2017].

Det fremgår af figuren, at target centrum påvirkes i retningen parallelt med vektoren mellem instrument og target, samt at fejlen bliver størst ved metoden med tilpasset diameter.

Det bliver af Rachakonda m.fl. [2017] konkluderet at der i de fleste tilfælde opleves at kuglen bliver mast frem for opspilet.

5.4 Konklusion

Plane targets:

- Farven på target mønster skal give høj kontrast i intensiteten, derfor er sort/hvid almindeligt
- Bliver bestemt ud fra et geometrisk og et radiometrisk aspekt.
 - Fejlen på target centrum kan i forhold til disse to aspekter opdeles i en fejl i retningen ortogonalt på target (geometrisk) og i retning parallelt med target (radiometrisk), se figur 5.7.



Figur 5.7

- Det geometriske aspekt involverer bestemmelsen af et mindste kvadraters plan. Derfor skal targets sidde på en plan overflade. En buet overflade som fx et rør vil resultere i en systematisk forskubbelse af target-centrum, mens en ujævn overflade kan reducere præcisionen.
- Størrelsen på target kan have indflydelse på det geometriske aspekt, da et større target kan give en bedre bestemmelse af en plan, grundet flere punkter på target. Dette gælder på længere afstande, hvor punkttætheden bliver lav.
- Den mest præcise algoritme til bestemmelse af target centrum tager udgangspunkt i en ideel skabelon af det pågældende target, der tilpasses til det indsamlede data.

Kugletargets:

- Kan bestemmes ud fra en fastholdt diameter eller ved at tilpasse diametern ud fra data. Det mest præcise er en fast diameter.
- Grundet stigende indfaldsvinkel mod kuglens periferi kan der opleves en forvrængning af data, hvilket resulterer i at den modellerede kugle bliver "mast" eller "opspilet".
 - Dette medfører at centrum bliver forskubbet i retning parallelt med vektoren mellem scanner og target. Problemet er størst ved brug af metoden med tilpasset diameter.

For begge typer af targets kan det altså konkluderes at spredningen på target centrum er ikke nødvendigvis uniform i alle retninger, og derfor skal en test af targets centrum tage hensyn til dette.

Target centrum test

6

Formålet med dette kapitel er at kontrollere hvor præcist target centrum kan bestemmes ud fra en laserscan net punktsky gennem en praktisk test. På baggrund af kapitel 5 fastlægges de variable der skal indgå i testen. Testen planlægges og udføres så der kan beregnes en spredning for target centrum i henhold til de udvalgte variable.

6.1 Valg af variable

I nærværende projekt giver det ikke mening, og er ikke muligt, at undersøge alle variable beskrevet i afsnit 5.1. I stedet er der valgt udstyr og software ud fra hvad der er tilgængeligt og hvad det vurderes realistisk at kunne anvende i praksis, samt med afsæt i konklusionerne fra kapitel 5.

Kontrollerede variable

Jævnfør begreberne om variable i beskrevet i afsnit 3.1 på side 7, er de variable det at valgt at fastholde (kontrollerede variable) som følger:

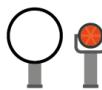


Plane targets

Der benyttes plane targets printet på mat selvklevende A4-papir. Papirtargets er valgt ud fra et økonominisk perspektiv, da de er billige og let-tilgængelige. Derudover kan det af resultaterne fra Janßen m.fl. [2019] udledes at et selvprintet target (på mat papir og fikseret på en træplade) faktisk gav bedre resultater end kommercielle targets af omtrent samme størrelse.

Størrelse på de plane targets er valgt ud en praktisk vurdering, da det er nemmest at håndtere targets der kan printes på A4 papir. Det er valgt at benytte targets med farvekombinationen sort/hvid da det ud fra litteraturen vurderes at være den bedste farvekombination, omend det ikke er lykkedes at finde en konkret test af targets i forskellige farvekombinationer - kun farvens indflydelse på retursignalet [Bolkas og Martinez, 2017].

Det er valgt at benytte et "skak-tern"-mønster, da det vurderes at være det mest gængse og er det mønster Cyclone softwaren angiver i dets manual [Leica Geosystems, 2022]. Valget af Cyclone som software fremgår senere i afsnittet.



Kugletargets

Der benyttes kugletargets formet som en hel kugle og med tilhørende prisme. Kuglen har en diameter

på 139 mm. Targets er udlånt af LE34 Aalborg.



Som scanningsinstrument er Leica BLK360 valgt, da denne scanner stilles til rådighed af universitetet. Scannerens specifikationer fremgår af tabel 6.1.

Præcision ($\pm 1\sigma$)	10 m	20 m
Vinkelmåling (40° / 12 mgon)	2* mm	4* mm
Afstandsmåling	4 mm	7 mm
3D punktspredning	6 mm	8 mm
Maksimal rækkevidde: 60 m		

*beregnet fra spredning på vinklen

Tabel 6.1 Leica BLK360 specifikationer [Leica, 2021]



Som software benyttes Leicas Cyclone REGISTER, som herefter vil blive benævnt "Cyclone". Denne software kan eksportere lokale koordinater for targets, hvilket er nødvendigt for testen i nærværende kapitel. Ved valget af software er algoritmerne der benyttes til bestemmelse af targets også valgt, omend det er ukendt hvilke algoritmer softwaren benytter. Det er valgt at benytte en kommercial software, på trods af at afsnit 5.2 viste at nogle algoritmer kan give bedre resultater. Dette er nødvendigt da softwaren på sigt også skal benyttes til at registrere punktskyer, og dermed også bedst afspejler hvad der er muligt i praksis.

Uafhængige variable

De variable det ønskes at ændre (uafhængige variable) er følgende:

- Afstand til scanner
- Indfaldsvinkel på plane targets
- Metoden for bestemmelse af kugletargets (fast og tilpasset diameter)
 - Selvom fast diameter i teorien er det mest præcise er det valgt at teste både tilpasset diameter og fast diameter, da dette kan fortælle om kugletargets bliver mast eller opspillet.

For at kunne beslutte på hvilke afstande det er relevant at kontrollere bestemmelsen af target centrum, er det valgt at foretage en indledende test, der skal give en idé om hvornår det overhovedet er muligt at genkende targets. Testen er foretaget indendørs i et gang-areal, hvor der er opsat tagets i 5 meter intervaller mellem 15 og 40 meter fra scanneren. Det er i scannerens tilhørende software, Cyclone REGISTER 360, kontrolleret om targets kan udpeges. Da dette software er i familie med Cyclone REGISTER er det vurderet tilstrækkeligt til denne test. Derudover er det visuelt vurderet om udpegningen er vellykket. Resultatet af testen fremgår af tabel 6.2. Den visuelle vurdering af kugletargets er svær på

de længere afstande, men der var ingen tydelig afvigelse fra den korrekte placering, og derfor er alle kugletargets vurderet som vellykket.

Afstand [m]			Kugle
15			
20			
25			
30			
35			
40			

Tabel 6.2 Indledende test af target genkendelse.

- Genkendt
- Genkendt, men ikke vellykket (ud fra visuel vurdering)
- Ikke genkendt
- Ikke testet

Ud fra disse resultater er det besluttet ikke at kontrollere targets mere end 20 meter fra scanneren.

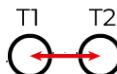
6.2 Test-design

Dette afsnit har til formål at skabe et overblik over overvejelserne om bestemmelse af target centrum. Afsnittet reflekterer over den viden der er kommet til kendskab i forrige kapitel, og sætter dette i perspektiv til den konkrete planlægning af testen.

For at kunne undersøge indflydelsen af de uafhængige variable der blev valgt i afsnit 6.1 og beregne en præcision for bestemmelse af target centrum, skal der foretages en praktisk test.

Target centrum beregnes på baggrund af observationer fra en laserscanner, og observationer er altid behæftet med tilfældige fejl. Præcisionen af target centrum er dermed et mål for dets statistiske egenskaber, og for at få kendskab til disse egenskaber er det nødvendigt at foretage flere målinger. Dette er en almen disciplin i landmåling og bl.a. beskrevet af Cederholm [2000]. Problematikken ved brug af en laserscanner er, at hver scanning giver resultater i sit eget lokale koordinatsystem. Selv hvis scanneren ikke flyttes, kan koordinatsystemerne have forskellig rotation om lodlinjen, hvilket er tilfældet med Leica BLK360 scanneren. Derfor er det ikke muligt direkte at sammenligne beregnede koordinater for et target centrum mellem flere scans. En måde hvorpå dette kan gøres muligt er ved at georeferere hvert scan til et fælles koordinatsystem. Dette vil dog indføre en fejl fra georefereringen i resultaterne, og gøre det svært at uddrage fejlen alene på targets.

Derfor er det i stedet valgt at testen skal tage udgangspunkt i de afstande der kan beregnes mellem flere target centrum, da sådanne afstande er fælles for hvert scan. Ved en afstand mellem to targets af samme type, og med samme geometri i forhold til scanneren, må det antages at præcisionen for de to er ens. Figur 6.1 viser to kugletargets, T1 og T2, der er placeret samme afstand fra scanneren (plane targets vil også skulle placeres med samme indfaldsvinkel). Hvis præcisionen af deres centrum angives med en spredning ($\pm 1\sigma$), og den antages at være af samme størrelse, kan præcisionen for et enkelt target (σ_T) udledes af spredningen på afvigelsen (σ_Δ). Dette vil blive beskrevet nærmere i afsnit 6.4.



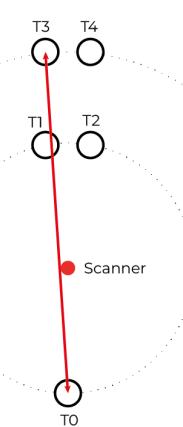
● Scanner

Figur 6.1

Den spredning der kan beregnes fra scenariet på figur 6.1 repræsenterer kun den retning, der udgøres af vektoren mellem de to targets. I kapitel 5 blev det konkluderet at spredningen på et target ikke nødvendigvis er uniform i alle retninger. Ved at inddrage et target mere (se figur 6.2), igen med samme afstand til scanneren, kan spredningen beregnes i to dimensioner.



Figur 6.2



Figur 6.3

Fremover vil retningerne mellem et sæt af targets, eksempelvis T1 og T2 på figur 6.2, refereres til som "retningen parallelt med targets" og noteres med et p . Retningen væk fra scanneren, eksempelvis mellem T0 og T1, vil blive refereret til som "retningen langs afstandsmålingen" og noteres med a .

Et tilsvarende setup som det illustreret på figur 6.2 kan i principippet laves for flere afstande. Dette er dog ikke nødvendigt, da spredningen på target T0 nu er kendt i retning af vektoren mellem T0 og T1, og kan benyttes til at udlede en spredning i tilsvarende retning for andre targets, se figur 6.3.

I forhold til sammenligningen af afstande mellem targets, er der overvejet to mulige tilgange. Den første er en ren statistisk tilgang, hvor der ud fra gentagende scans kan beregnes en middelfaststand mellem to targets, som antages at være den sande afstand. Afvigelserne fra denne afstand kan dermed benyttes til at beregne en præcision. Ulempen ved denne tilgang er at eventuelle systematiske fejl kan skjule sig. Selvom afvigelserne fra middel er små, kan middelfaststanden stadig potentielt afvige meget fra den sande afstand. Derfor er der valgt en tilgang hvor afstanden mellem targets også måles med et, i forhold til scanneren, overlegent instrument. Dermed lægger der en mere nøjagtig afstand til grund for sammenligningen.

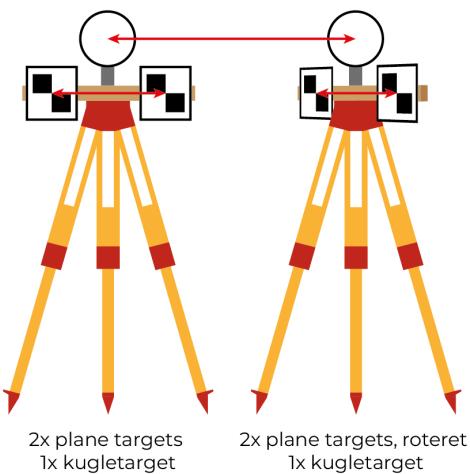
Planlægning af test-bane

Den konkrete implementering af kapitlets hidtidige overvejelser vil fremgå af det følgende.

De to variable: afstand til scanner og indfaldsvinkel, skal ændres igennem den praktiske del af testen, mens variablen om metoden for bestemmelse af kugletargets skal ændres igennem databearbejdningen. I henhold til afstand og indfaldsvinkel er følgende værdier valgt:

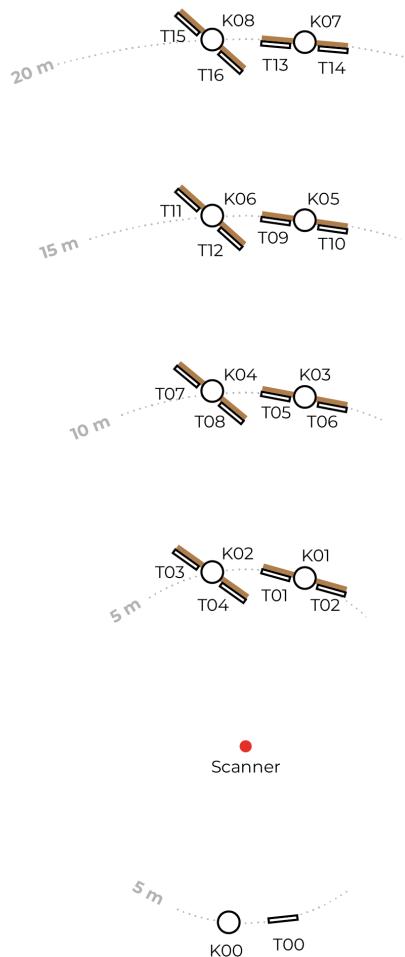
- Afstand til scanner: 5, 10, 15 og 20 meter
- Indfaldsvinkel: 0° , 30° , 45° og 60°

Targets monteres på stativer med den konfiguration der er illustreret på figur 6.4. Ud fra denne konfiguration skal der beregnes tre afstande mellem targets, hvilke er markeret med røde pile. Dette svarer til retningen parallelt med targets (p). De plane targets er fastmonteret i sæt af to, så de to stativer kan roteres forskelligt i forhold til scanneren og dermed give data for to forskellige indfaldsvinkler, ud fra et enkelt scan. Dette er gjort for at optimere testen og mindske antallet af nødvendige scans. Ved at placere den pågældende konfiguration af targets for hver afstand til scanneren det ønskes at undersøge, er det ligeledes muligt at indsamle data for alle afstande fra en enkelt scanner-position.



Figur 6.4 To stativer med fastmonterede targets for hver planlagte afstand til scanneren.

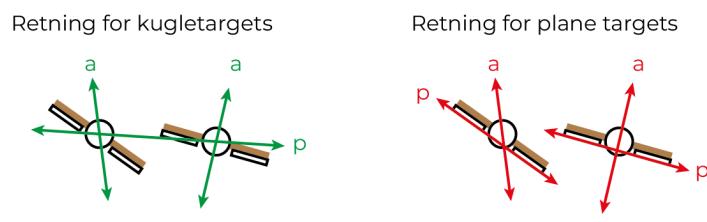
Princippet for placeringen af targets, samt deres navngivning, er illustreret på figur 6.5. For et målfast oversigtskort se bilag C. Når er i det følgende refereres til specifikke targets vil der blive refereret til navngivningen som fremgår af denne figur. Kugletargets er angivet med præfixs "K" og plane targets med "T".



Figur 6.5 Plan for scanning (ikke målfast eller retvisende ift. vinkler).

Opstillingerne er placeret med udgangspunkt i principippet fra figur 6.3, for at kunne beregne en spredning i to retninger. Derfor er der placeret to targets, K00 og T00, modsat scanneren end de andre targets. Disse targets vil blive refereret til som "referencetargets". Til at starte med er de plane targets roteret til en indfaldsvinkel på henholdsvis 0° og 45° .

Figur 6.6 illustrerer de forskellige retninger for spredningen, når stativ-konfigurationen fra figur 6.4 ses oppefra. Her fremgår det hvordan retningen parallelt med targets (p) ikke nødvendigvis er vinkelret med retningen langs afstandsmålingen (a). Ved kugletargets og plane targets med indfaldsvinkel på 0° , vil de to retninger være nær vinkelret, men dette gælder ikke for plane targets med andre indfaldsvinkler.



Figur 6.6 Retning på spredninger

Retningen parallelt med targets svarer for de plane targets til retningen for den radiometriske bestemelse jævnfør afsnit 5.4.

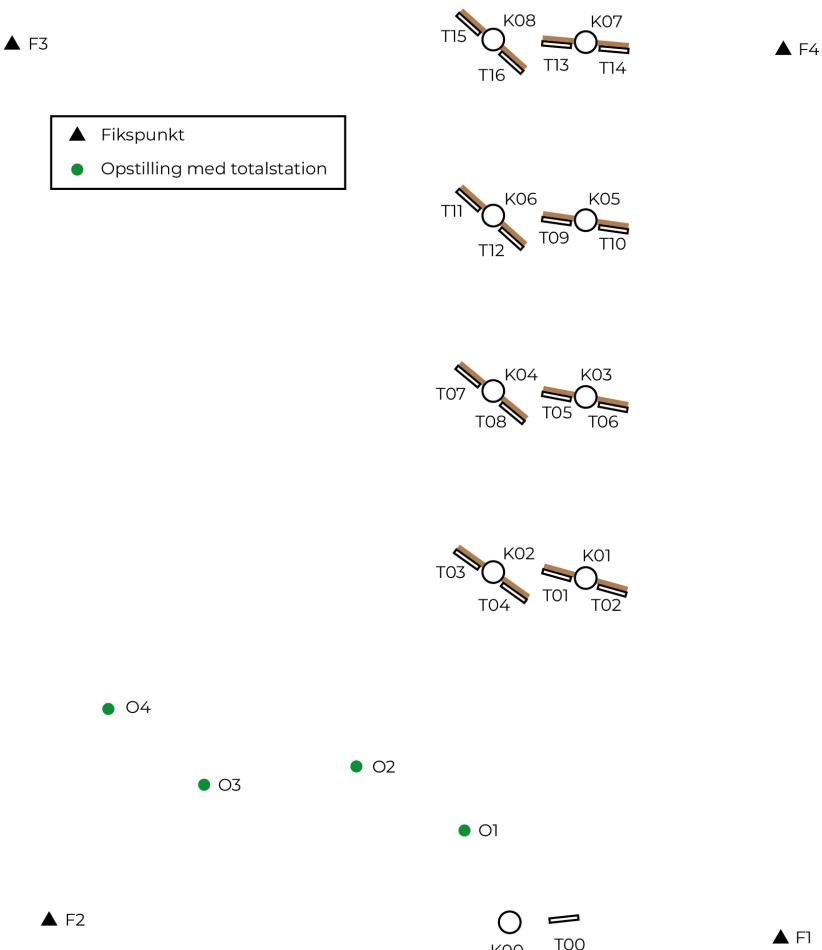
Det er valgt at foretage testen udenfor i naturligt lys, for at få resultater der er mere repræsentative for den test det planlægges at udføre senere i projektet, der også skal foregå udendørs. Lysforhold er af Voegtle m.fl. [2008] blevet påvist at have en indflydelse på præcisionen af punktskyer, da der blev opnået en bedre præcision ved måling om natten end om dagen.

6.3 Dataindsamling

Netmåling

For at kunne beregne afstande mellem targets er det nødvendigt at opnå præcise koordinater for hvert target centrum. Her er det valgt at foretage netmåling med totalstation. Der benyttes en af universitetets totalstationer, en Leica TS16.

Princippet for netmålingen er illustreret på figur 6.7. Da opstillinger med totalstation er begrænset af at kunne se til de plane targets, er det kun muligt at opnå en meget ensidig geometri. For at have bedre styr på netmålingen er det derfor valgt at etablere omkransende fikspunkter, samt at foretage fire opstillinger, for at sikre overbestemmelser. For et målfast oversigtskort, se bilag C.



Figur 6.7 Plan for netmåling med totalstation (ikke målfast).

Når der måles til plane targets med totalstation er det valgt at benytte et Leica miniprisme (GMP111) til

afstandsmålingen. Dette indebærer at der centreres på target-centrum ved hjælp af kikkertens stregkors, hvorefter prismet placeres i target centrum og der foretages en måling. Overvejelser i forhold til brugen af prismet fremgår af bilag B.

Når fikspunkterne indmåles sker det ved brug af et miniprisme i sin holder og en sigteskivehøjde på 10 centimeter. Der er kun målt fra frie opstillinger.

Efter netmålingen er der foretaget scans fra positionen som illustreret på figur 6.5. Da testen skal indeholde en statistisk analyse, skal målinger af targets gøres så uafhængige som muligt. Derfor flyttes opstillingen en smule mellem hvert scan.

Der er i alt foretaget 17 scans, fordelt som det fremgår af tabel 6.3. Fordelingen er foretaget på baggrund af hvad der var ressourcer til på opmålingsdagen. Da medium opløsning ud fra en vurdering i marken gav utilfredsstillende resultater, blev det ikke vurderet nødvendigt at foretage flere scans med denne opløsning. De sidste fem scans er foretaget efter at de plane targets er roteret fra 0° og 45° til henholdsvis 30° og 60° . Dermed har alle targets mistet forbindelsen til netmålingen, men afstanden mellem hvert fikseret sæt af plane targets er stadig kendt.

Targets	Opløsning	Antal scans
Kugletargets Plane targets 0° og 45°	Høj opløsning	10
Kugletargets Plane targets 0° og 45°	Medium opløsning	2
Plane targets 30° og 60°	Høj opløsning	5

Tabel 6.3 Fordeling af scans.

6.4 Databearbejdning

Resultatet af netmålingen fremgår af bilag E. Nedefor ses et resumé fra anblock 2D+1D i TMK:

A priori spredninger:

Spredning på referencekoordinater i koordinatfil:

Spredning på E og N (as_E=as_N): 0.0010 m

Spredning på H (as_H): 0.0010 m

Spredning på modelkoordinater (as_e, as_n, as_h) beregnes på grundlag af:

Spredning på horisontalretning målt med en sats (s_r): 0.0010 gon

Spredning på zenitdistance målt med en sats (s_v): 0.0010 gon

Grundfejl (s_g): 0.0010 m

Afstandsafhængig fejl (s_a): 0.0015 m/km

Centreringspredning, instrument (s_ci): 0.0001 m *

Centreringspredning, signal (s_cs): 0.0001 m

Spredning på instrumenthøjde (s_ih): 0.0001 m *

Spredning på sigteskivehøjde (s_sh): 0.0001 m

Spredning på refraktionskoefficient (s_kref): 0.15

Spredning på skalaændring (s_s): 0.00000001

Afsnit Antal s_0EN Global Antal Min-Max
Afbildning over- test grove a
best. best. fejl m

3. Anblock 2D 171 0.75 0 0 0.0002-0.0004
Lokal

Afsnit Antal s_0H Global Antal Min-Max
VR-system over- test grove s_H
best. best. fejl m

4. Anblock 1D 87 0.79 0 0 0.0001-0.0002
Lokal

For at opnå en spredning på vægtenheden nær 1 er spredningen på sigteskivehøjde og centrering af prisme sat til programmets laveste værdi, selvom denne ikke vurderes realistisk.

Da hvert stativ har to plane targets der er fikseret i forhold til hinanden, er det yderligere muligt at måle afstanden mellem disse targets med lineal. Ved at trække afstanden målt med lineal fra afstanden

beregnet fra totalstation opnås følgende afvigelser, se tabel 6.4.

Target 1	Target 2	Afvigelse [mm]
T01	T02	1.21
T03	T04	-0.77
T05	T06	0.47
T07	T08	-0.40
T09	T10	0.58
T11	T12	-0.59
T13	T14	-0.42
T15	T16	0.30

Tabel 6.4 Afvigelse mellem lineal-mål og afstande beregnet fra netmåling.

Det vurderes at lineal-målene er bedre en netmålingen, og derfor benyttes disse hvor det er muligt.

Vurderingen af hvor godt target centrum kan bestemmes er baseret på en sammenligning af afstande mellem targets. Afstanden mellem to targets, T_1 og T_2 , er bestemt med en - i forhold til scanning - overlegen metode, ved brug af totalstation eller lineal. Dette er markeret med en stjerne (*) i den følgende formel. Derudover er afstanden bestemt ud fra de koordinater der i Cyclone REGISTER kan bestemmes for targets. Med koordinaterne fra henholdsvis Cyclone og netmåling med totalstation, er der beregnet 3D afstande ud fra Pythagoras. For hver scanning kan der imellem to targets beregnes et residual som følger:

$$r_i = |T_1 T_2|^* - |T_1 T_2|_i \quad 6.1$$

Hvor:

$|T_1 T_2|^*$ er en 3D afstand fra totalstation/lineal.

$|T_1 T_2|_i$ er en 3D afstand beregnet fra Cyclone koordinater.

Spredningen på afvigelsen kan herefter beregnes på to forskellige måder. Første metode tager udgangspunkt i middelværdien af residualerne, \bar{r} . Dermed bliver spredningen et udtryk for hvor præcis target centrum kan bestemmes, uden at tage højde for den absolutte nøjagtighed. Formlen er som følger:

$$\text{Spredning på middel-afvigelsen: } \sigma_{\bar{\Delta}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}}$$

Ved den anden metode antages afstanden fra lineal/totalstation at være den "sande" værdi og spredningen beregnes udelukkende på baggrund af residualerne. Dermed tages der højde for den absolutte nøjagtighed. Formlen er som følger:

$$\text{Spredning på den absolutte afvigelse: } \sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{n}}$$

For at beregne spredningen på et enkelt target, σ_T , kan følgende formel benyttes, hvis det antages at spredningen på T_1 og T_2 er af samme størrelsesorden:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sigma_{T1}^2 + \sigma_{T2}^2}{2}} = \frac{\sigma_{\Delta}}{\sqrt{2}} \quad \text{eller} \quad \frac{\sigma_{\bar{\Delta}}}{\sqrt{2}}$$

For at skelne mellem den relative og absolutte spredning for et enkelt target benyttes notationerne:

$$\text{Relativ spredning: } \sigma_{Tr} = \frac{\sigma_{\bar{\Delta}}}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Absolut spredning: } \sigma_T = \frac{\sigma_{\Delta}}{\sqrt{2}}$$

Resultater

I henhold til brugen af referencetargets (T00 og K00) er disse blevet udelukket af testen. Dette skyldes at T00, grundet "overeksponering" i intensitetsværdierne, oplever fejl i genkendelsen. Dette fænomen kan forekomme når et plant target står fulkommen vinkelret på scanneren, så der opnås den højest mulige intensitet i retursignalet [Tan og Cheng, 2017]. Dette er ikke forekommet ved de andre vinkelrette targets, så der vurderes at være tale om et forholdsvis lille interval hvor dette kan opstå. Det kan dog uddrages at et plant target aldrig bør scannes med en indfaldsvinkel på præcist 0° , men minimum med nogle få graders indfaldsvinkel. Target K00 viser høje afvigelser og en systematik der tyder på at det kan have flyttet sig under testen, og er derfor også udelukket. Som løsning på dette problem er target T01 i stedet benyttet som referencetarget, med den antagelse at det kan bestemmes lige godt i alle retninger.

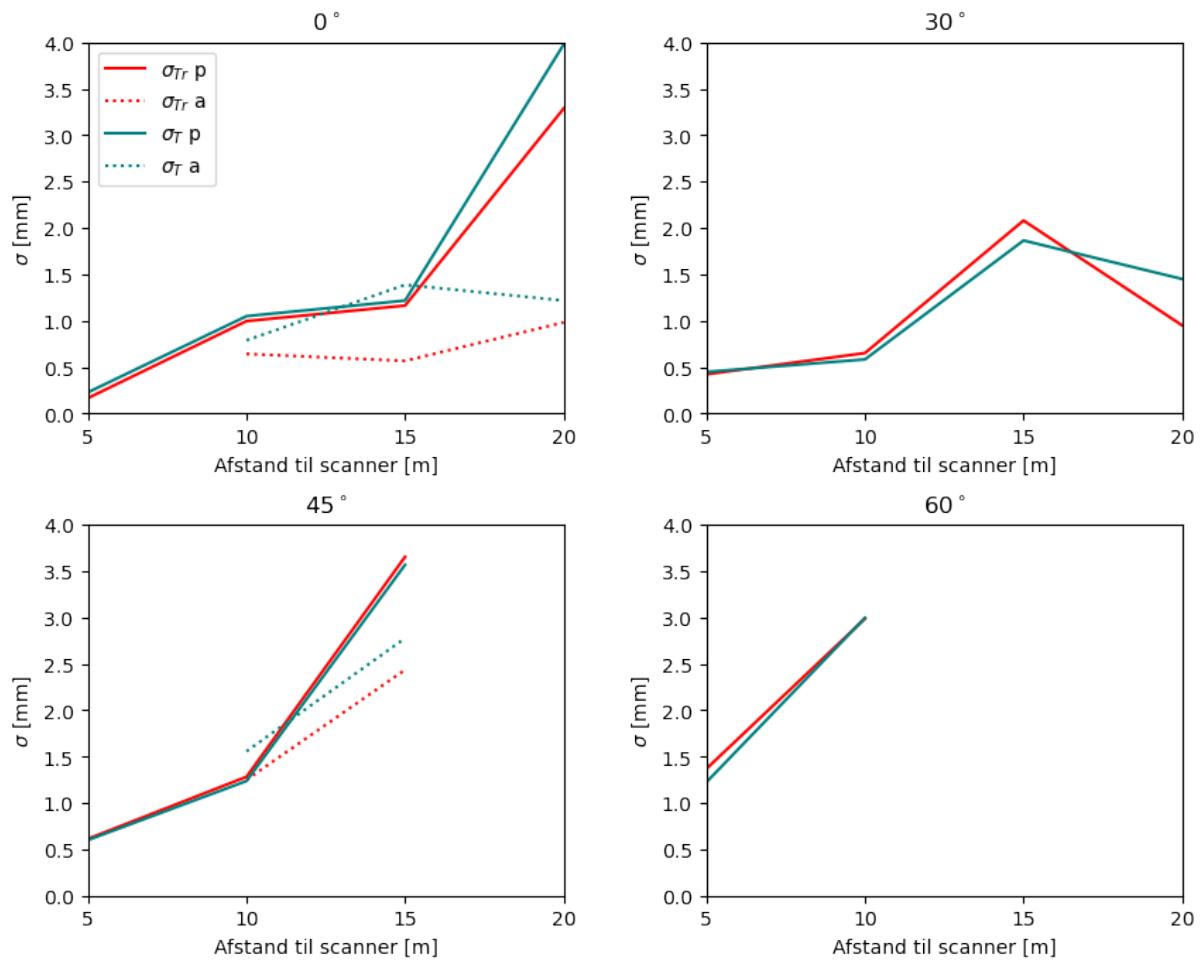
Afvigelser for hvert scan fremgår af bilag D.

I forhold til at redegøre for spredningens retning benyttes noteringen p og a for henholdsvis retningen parallelt med targets og retningen langs afstandsmålingen.

Figur 6.8 og 6.10 viser et plot af af henholdsvis den relative og absolutte spredning for hver type target. Spredningerne er beregnet for to retninger, hvilket der skelnes imellem ved typen af linje (ensartet eller stiplet). Sammenfaldende linjer af samme type betyder at der ikke er tegn på systematik i fejlen, da den relative og absolutte spredning stemmer overens. De stiplede linjer begynder først ved 10 meter da target T01 (placeret ved 5 meter) som nævnt er benyttet som referencetarget. Dermed kan fejlen i afstandsretningen (a) først beregnes for de efterfølgende afstande. Der er ikke stiplede linjer for plane targets ved 30° og 60° , da de som nævnt er roteret efter netmålingen, og dermed ikke kan sammenlignes med T01.

De steder hvor grafen stopper før 20 meter skyldes det at targets ikke kunne genkendes i et omfang der gør det muligt at beregne en spredning.

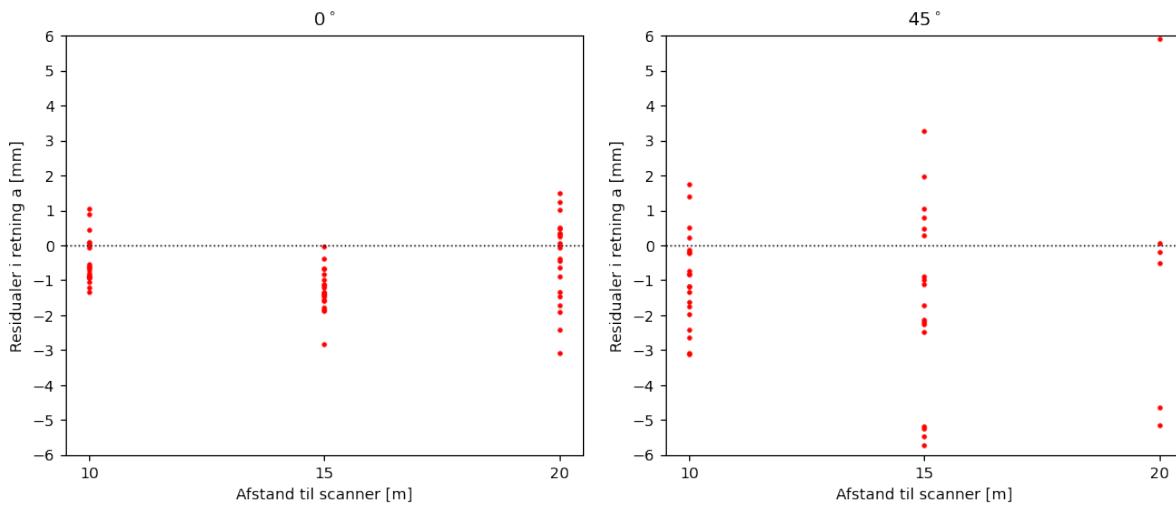
Plane targets



Figur 6.8 Spredning på plane targets

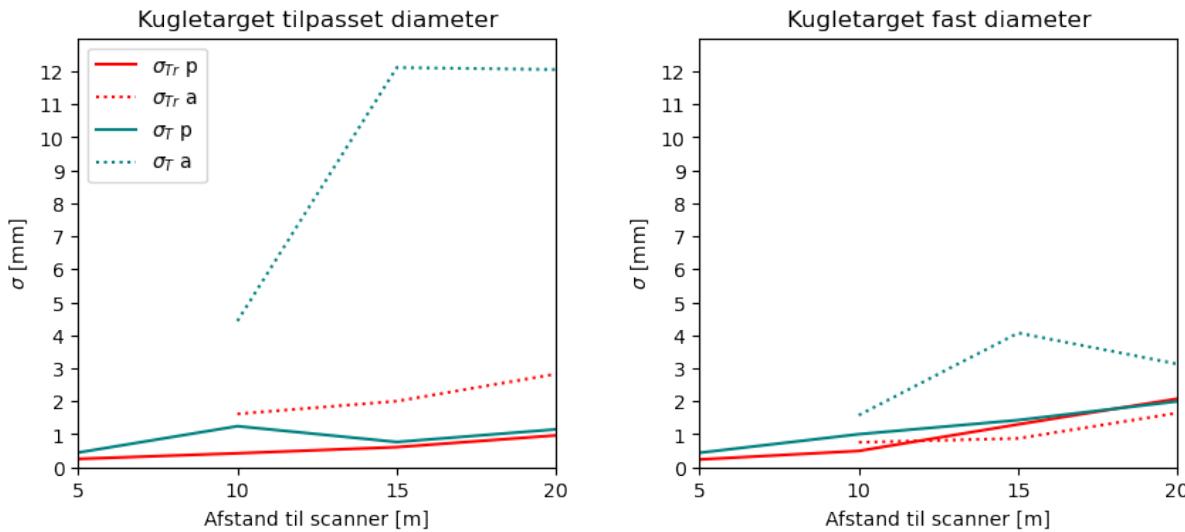
Faldet i spredning fra 15 til 20 meter for 30° vurderes ikke at være retvisende, da der ved 20 meter kun kunne genkendes targets i tre ud af fem scans.

Der er i "a"-retningen forskel på den relative og absolutte spredning, hvilket tyder på systematiske afvigelser. Dette fremgår af figur 6.9 hvor det ses at residualerne tendenserer mod negative værdier.



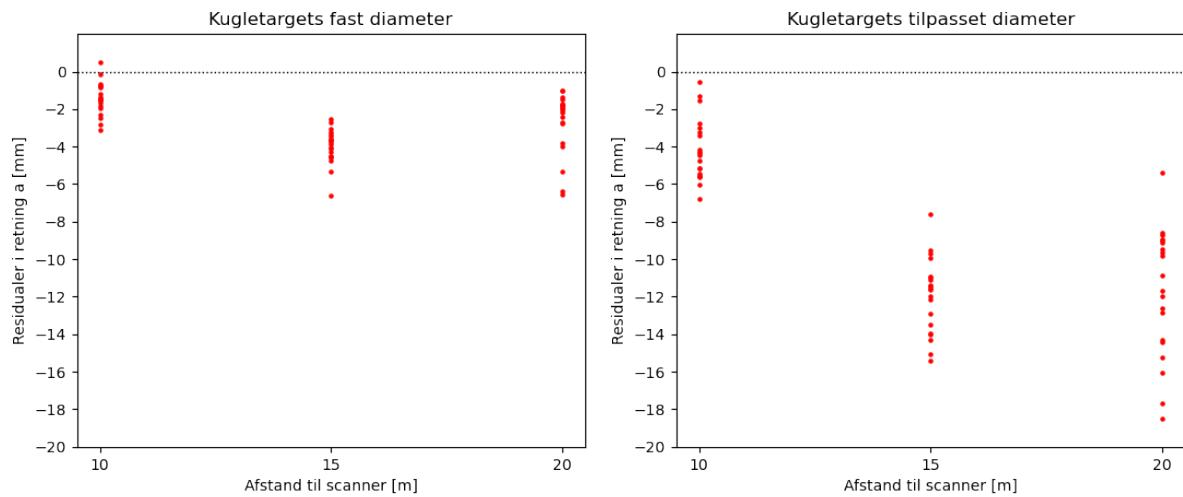
Figur 6.9 Residualer for plane targets i afstandsretningen. Ved 45° er der på 20 m kun genkendt 30% af targets, derfor er der på denne afstand ikke beregnet en spredning i figur 6.8.

Kugletargets



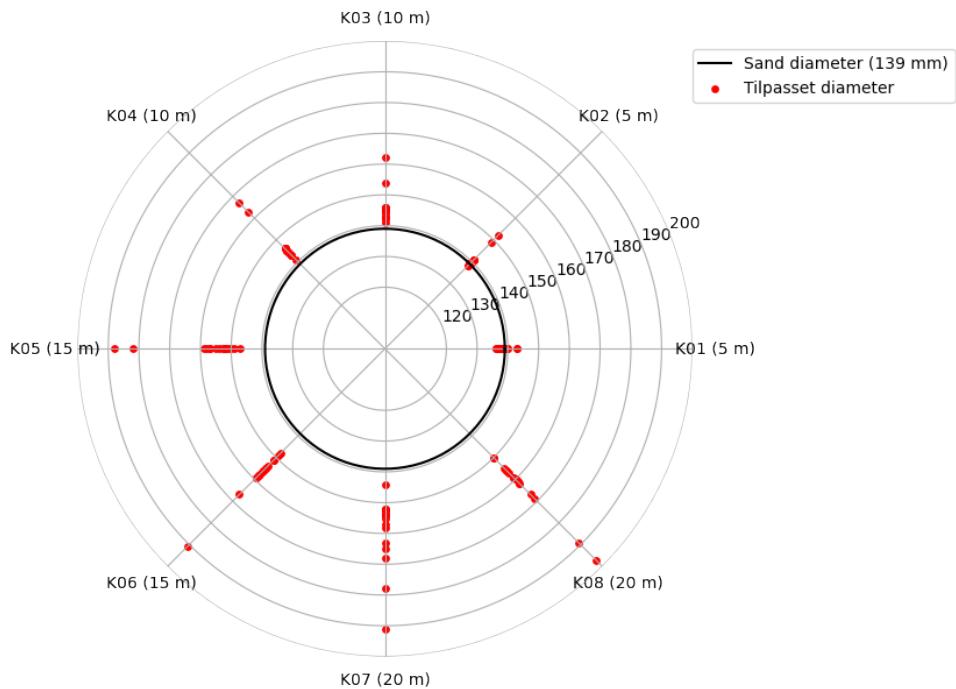
Figur 6.10 Spredning på kugletargets

De to metoder for modellering af kugletargets præsterer stort set lige godt i henhold til "p"-retningen, men i "a"-retningen er der tydelig forskel. Med en tilpasset diameter bliver spredningen her betydeligt højere. Derudover er der for begge metode forskel på den relative og absolutte spredning. Dette antyder at der er systematik i afvigelserne, hvilket stemmer overens med teorien fra kapitel 5 om at kugletargets kan blive "mast" eller "opspilet". Når residualerne for "a"-retningen undersøges er de alle negative, se figur 6.11, hvilket jævnfør formel 6.1 betyder at target centrum forskubbes væk fra scanneren.



Figur 6.11 Residualer for kugletargets i afstandsretningen

Dette betyder at punkterne på kugleoverfladen gengiver en “opspillet” kugle, hvilket også bliver tydeligt gjort af figur 6.12. Her er diameteren at alle de tilpassede kugletargets eksporteret fra Cyclone og plottet sammen med den sande target diameter.



Figur 6.12 Tilpasset diameter af kugletargets. Angivet i millimeter.

Modsat [Rachakonda m.fl., 2017] der primært oplevede at kugletargets blev mast, opleves det her udelukkende at kugletargets bliver opspillet.

6.5 Konklusion

Resultaterne af den udførte undersøgelse er afhængige af de variable det er valgt at fastholde, jævnfør afsnit 6.1. Brugen af en anden scanner, andre targets eller anden software kan give andre resultater.

Det er blevet påvist med hvilken spredning kugletargets, samt plane targets med varierende indfaldsvin-

kel, kan bestemmes. Targets er undersøgt i retningen parallelt med targets ved en afstand til scanneren på henholdsvis 5, 10, 15 og 20 meter, og indfaldsvinkler for de plane targets på 0° , 30° , 45° og 60° . I retningen langs afstandsmålingen er targets undersøgt ved en afstand til scanneren på henholdsvis 10, 15 og 20 meter, og for indfaldsvinkler på 0° og på 45° .

Plane targets:

- Der er ikke tegn på systematiske afvigelser i retningen parallelt med targets
- Target centrum bestemmes bedre i retning af afstandsmålingen ved de kontrollerede afstande. Dog ses en mindre systematik i resultaterne.
- Det er kun lykkedes at genkende alle targets ved en indfaldsvinkel på 0° . Ved en afstand på 20 meter kunne kun 60% af 30° -targets genkendes, mens targets på 45° kan genkendes op til 15 meter og targets på 60° op til 10 m. Ved disse yderpunkter opnås spredninger i omegnen af 2-4 mm, mens der ved en afstand på 5 meter opnås spredninger på submillimeter niveau.

Kugletargets

- Der er ikke tegn på systematiske afvigelser i retningen parallelt med targets.
- Tilpasset og fast diameter giver lignende resultater for retningen parallelt med targets.
- I retningen langs afstandsmålingen er fast diameter mest præcis.
 - Der opleves systematiske afvigelser i retningen langs afstandsmålingen, som følge af at kuglen bliver opspillet. Denne effekt er størst for tilpasset diameter.
- Det kan konkluderes at kugletargets bør bestemmes med en fast diameter.

DEL II

HOVEDANALYSE

Test-design

7

Dette kapitel vil præsentere overvejelser for de variable der skal indgå i den praktiske test, samt hvordan de skal evalueres. Formålet er afslutningsvist at kunne præsentere en konkret køreplan for både dataindsamling og bearbejdning, hvilken skal ligge til grund for de efterfølgende kapitler. Kapitlets struktur blev præsenteret i metodeafsnittet kapitel 3 og er som følger:

- *Valg af variable*
- *Valg af opmålings-case / projektområde*
- *Planlægning af:*
 - *Scanner opstillinger*
 - *Placering af evalueringstargets*
 - *Placering af targets til brug i registrering*
 - *Indmåling af targets*
- *Principper for databearbejdning*

7.1 Valg af variable

De kontrollerede variable vælges til følgende:

- Scanner
- Targets
- Registreringssoftware
- Det scannede miljø
- Cloud-to-cloud som del af registreringensmetoden

I forhold til valg af scanner, targets og registreringssoftware benyttes det samme som i testen fra kapitel 6. Derudover skal testen tage udgangspunkt i en opmålings-case, hvilket gør at det scannede miljø bliver en kontrolleret variabel. Ved at foretage tilsvarende test i flere forskellige miljøer vil det kunne indgå som en uafhængig variabel, hvilket er relevant da cloud-to-cloud er afhængig af miljøet. Dette er der dog ikke ressourcer til i nærværende projekt, så der tages kun udgangspunkt i en enkelt opmålingscase. Den sidste kontrollerede variabel er cloud-to-cloud som en del af registreringsmetoden. Dette vælges med udgangspunkt i problemformuleringen der tilsigter at undersøge targets i kombination med cloud-to-cloud. En yderligere beskrivelse af hvorfor en ren target-baseret registrering fravælges fremgår af afsnit 7.3.

De uafhængige variable vælges til følgende:

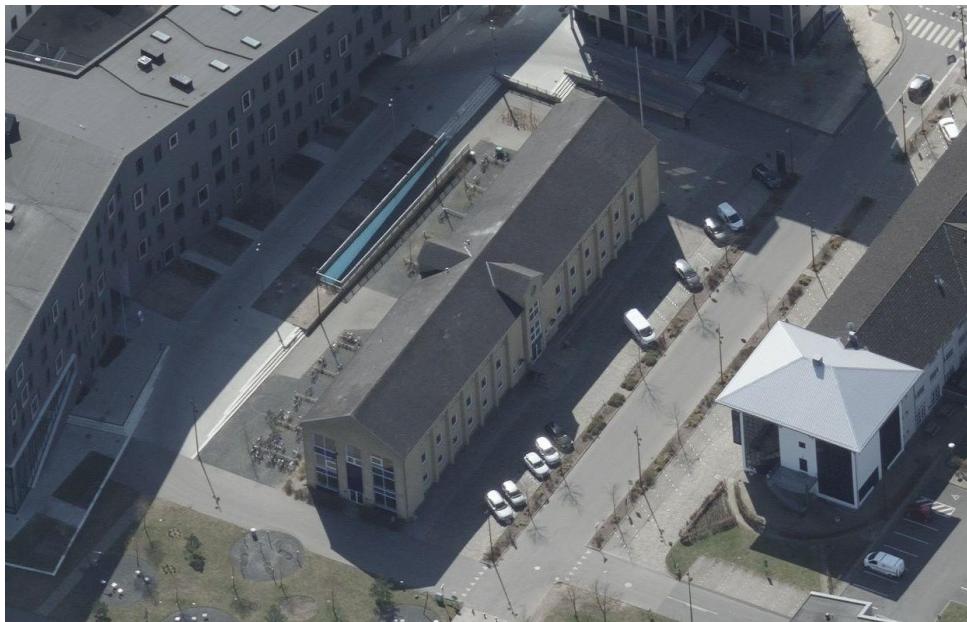
- Target konstellationer
- Overlap mellem punktskyer / afstand mellem opstillinger

De uafhængige variable er dem hvis indvirkning det ønskes at undersøge i testen, og i relation til problemformuleringen ønskes det derfor at undersøge forskellige konstellationer af targets. Derudover er det valgt at der i testen skal kunne undersøges indvirkningen af forskelligt overlap imellem punktskyerne, da det kan have indflydelse på hvor godt cloud-to-cloud registreringen kan foretages. Den krævede opmålingsindsats varierer også med de to variable, da kort afstand mellem opstillinger og inddragelsen af mange targets vil være mere ressourcekrævende end at have længere imellem opstillinger og færre targets. Dermed vurderes begge variable relevante i forhold til at indikere hvor lidt eller hvor meget der kræves i den pågældende opmålingscase, afhængig af hvilket resultat det ønskes at opnå.

7.2 Valg af opmålings-case

Jo større et område der scannes, og jo flere opstillinger med scanneren der kræves, desto større et problem kan fejlphobning blive. Derfor er nærværende projekts problemstilling mest relevant ved større opmålingsopgaver. Som opmålingscase er Rendsburggade 6 valgt, da det vurderes at være den størst mulige bygning projektgruppen har ressourcer til at kunne udføre den tiltænkte test på. Bygningen har et grundplan på omkring 62x13 meter og fremgår af skråfotoet på figur 7.1. Bygningens facade og gavl er illustreret på figur 7.2 og 7.3.

Ved valget af projektområdet har overvejelser omkring test-typen praktisk test, hvor resultaterne er forbeholdt case-området, betydet at projektområdet er ensartet og almindeligt. Projektgruppen forventer at valget af Rendsburggade 6 ikke vil forårsage særligt nicheprægede resultater, som ulempe beskrevet i metodeafsnittet, se kapitel 3.



Figur 7.1 Rendsburggade 6 skråfoto (fra nord) [SDFE, 2021]



Figur 7.2 Rendsburggade 6 (fra vest). Hentet fra Aalborgs digitale byggesagsarkiv [WebLager, u.å.].



Figur 7.3 Rendsburggade 6 (Venstre: Nordlige gavl. Højre: Sydlige gavl). Hentet fra Aalborgs digitale byggesagsarkiv [WebLager, u.å.].

7.3 Planlægning af opstillinger og placering af targets

Den overordnede plan for testen er at måle mere end nødvendigt for at kunne sortere i data og dermed variere de uafhængige variable fra afsnit 7.1. I forhold til variablen “Target konstellationer” skal det planlægges hvor der skal placeres targets, for at kunne konstruere forskellige target konstellationer. Variablen “Overlap mellem punktskyer / afstand mellem opstillinger” kræver at planlægningen af opstillinger muliggør en frasortering af opstillinger, så der kan opnås et mere sparsomt datagrundlag. Her er det planen at teste to forskellige datagrundlag med forskelligt overlap imellem punktskyerne. Evalueringen af disse variables indflydelse skal foretages på baggrund af de, i projektet, såkaldte evalueringsttargets. Derfor skal det planlægges hvor disse targets skal placeres for at kunne opfange en indflydelse.

Target links

Med et link menes der i denne sammenhæng en registrering mellem to punktskyer. Ud fra kapitel 6 vurderes det at ved scanning med BLK360 scanneren skal targets placeres maksimalt 10-20 meter fra scanneren, afhængig af target typen og indfaldsvinklen. Denne begrænsede rækkevidde giver udfordringer hvis det ønskes at registrere udelukkende ved brug af targets. Cyclone foretager 3D transformationer ved registrering. Dermed kræves minimum 3 targets i overlappet mellem scans, og helst 4 for at overbestemme og sikre mod grove fejl, se kapitel 4. Figur 7.4 forsøger at illustrere hvad det kræves at kunne foretage registrering med targets og BLK360 scanneren. Figuren illustrerer opstillinger med scanneren, hvor der omkring hver opstilling er tegnet en cirkel med en radius på 20 meter. Dette skal visualisere den ydre grænse for hvor targets kan placeres.

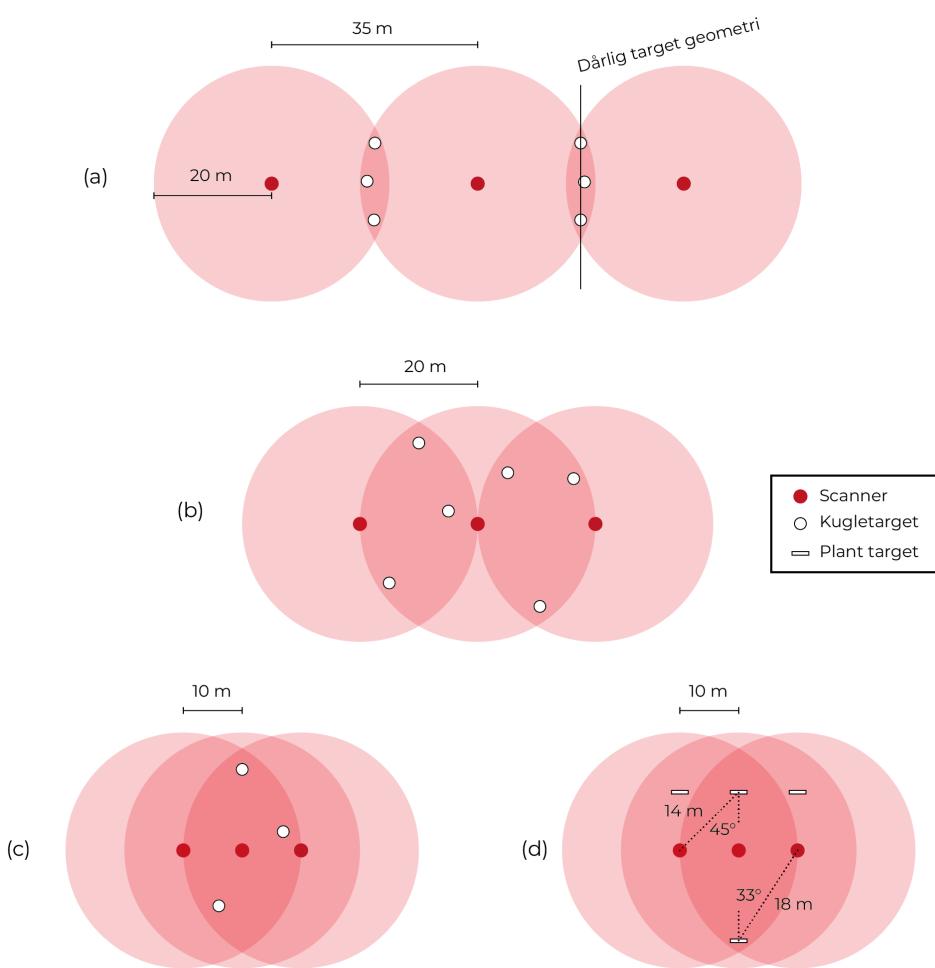
I scenarie (a) er der 35 meter mellem opstillingerne. Dermed opnås et smalt overlap hvori targets kan placeres, hvilket tvinger targets til at ligge på linje. Dette er jævnfør kapitel 4 dårlig target geometri. Derudover kan hvert placerede target kun indgå i ét link, så registreringen i scenarie (a) vil kræve

minimum 6 kugletargets.

I scenarie (b) er der 20 meter mellem opstillingerne, hvilket gør det muligt at brede targets mere ud og dermed opnå bedre geometri. Også her kræver registreringen minimum 6 targets.

I scenarie (c) er der 10 meter mellem opstillingerne, og her er det muligt at benytte hvert target til mere end ét link, så registreringen af de tre opstillinger kan foretages med minimum 3 targets.

Scenarie (d) er tilsvarende (c), men hvor der i stedet er placeret plane targets. Den pågældende konstellation af targets giver indfaldsvinkler på henholdsvis 45° ved en afstand på 14 meter og 33° ved en afstand på 18 meter. Jævnfør resultaterne fra kapitel 6 kan der ved de 33° og 18 meter potentiel opstå problemer med at genkende targets. De 45° og 14 meter er omkring grænsen for hvornår targets med denne indfaldsvinkel kan genkendes. Det vurderes at registreringen af scenarie (d) potentiel kan udføres ved brug af minimum 4 plane targets.



Figur 7.4 Eksempler på target konstellationer for at kunne foretage target registrering.

Afslutningsvist kan det konkluderes at der helst skal være under 20 meter imellem opstillinger for at kunne benytte targets i mere en ét link. Ved brug af plane targets kommer hertil udfordringen med at placere targets så de er synlige i begge opstillinger og ikke har for høj indfaldsvinkel og/eller afstand til scanneren. Hvis plane targets skal kunne bruges til mere end ét link vurderes det at afstanden mellem opstillinger helst skal være under 10 meter. Se scenarie (d) på figur 7.4.

På denne baggrund vurderes det, ud fra et praktisk synspunkt, at BLK360 ved større scanningsopgaver

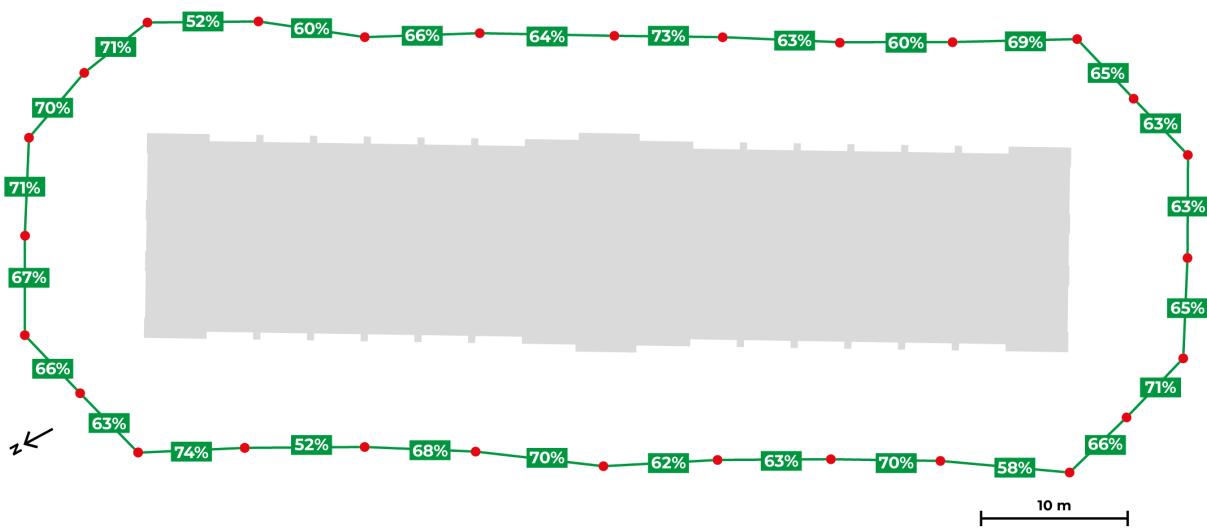
ikke egner sig til registrering udelukkende med brug af targets, da der kræves en stor mængde targets. Dette gælder især hvis der benyttes selvklæbende plane targets, der fastmonteres på objekter. Flytbare targets, eksempelvis på stativer, kræves ikke i nær så stor mængde, da de kan flyttes i takt med at der scannes. Hvis targets skal indmåles med totalstation før scanningen kræves det dog at disse targets ikke flyttes under scanningen - eller at de kan tvangscentreres på den indmålte lokation.

Det besluttes at testen ikke skal tilsigte at kunne foretage registreringen udelukkende på baggrund af targets. Dette besluttes af to årsager:

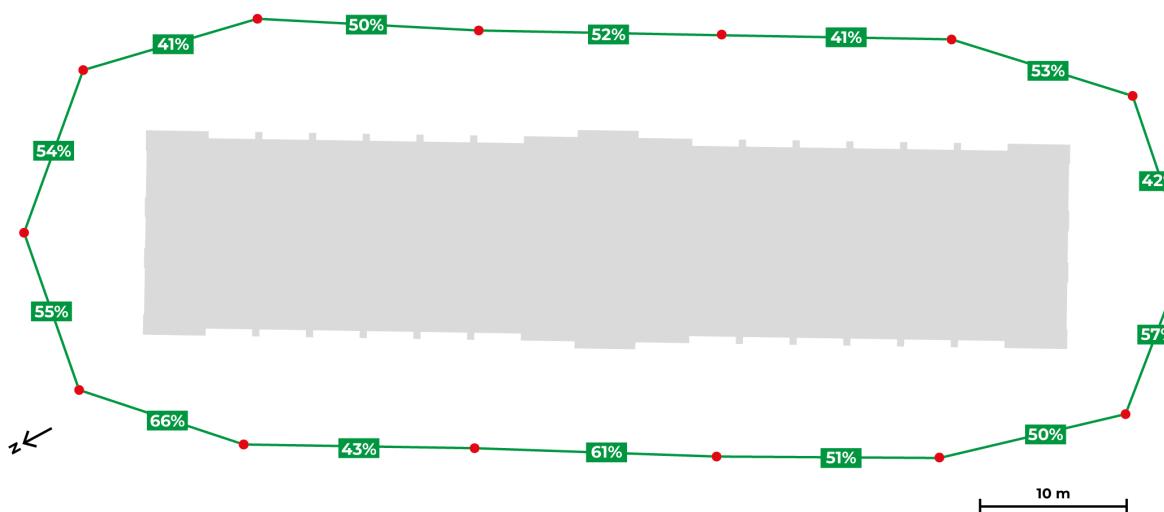
1. Det vurderes urealistisk med denne fremgangsmåde i praksis, ved brug af den pågældende scanner.
2. Problemformuleringen for nærværende projekt tilsigter at undersøge targets i kombination med cloud-to-cloud registrering.

Overlap og afstand mellem opstillinger med scanningsinstrumentet

Cloud-to-cloud kræver generelt 30-40% overlap imellem punktskyer [Genechten m.fl., 2008, s. 51]. Det er valgt at foretage en indledende scanning af projektområdet for at få et indblik i hvilket overlap der kan forventes. Der er foretaget i alt 28 scans med høj oplosning og omkring 7.5 meter imellem opstillingerne. Det procentvise overlap imellem henholdsvis hver og hver anden opstilling fremgår af figur 7.5 og 7.6. Figurene viser overlap som er opnået ved grov registrering i Cyclone Register 360.



Figur 7.5 Rendsburggade 6 indledende scan overlap. 7.5 meter mellem opstillinger. 28 scans.



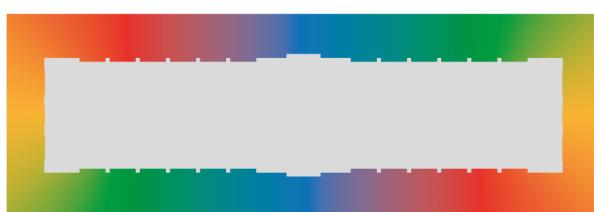
Figur 7.6 Rendsburggade 6 indledende scan overlap. 15 meter mellem opstillinger. 14 scans.

Da alle links har et overlap på over 40% vurderes det muligt at scanne projektområdet med en større afstand imellem opstillinger, og stadig kunne foretage en cloud-to-cloud registrering. Derfor besluttes det at den endelige test skal foretages med en afstand mellem opstillingerne på 10 meter, med mulighed for at fjerne hver anden opstilling så der opnås en afstand på 20 meter. Heraf er det ikke testet hvad overlappet bliver for 20 meter, men forholdene for denne test skal nødvendigvis ikke være optimale.

Placing af evalueringstargets

Jævnfør metodeafsnittet skal registreringer der foretages i testen evalueres ud fra evalueringsttargets, som er targets der er uafhængige af registreringen. Placeringen af sådanne targets skal gøre det muligt at kontrollere fejlophobning i registreringen, hvilket kan komme til udtryk som fejl i henholdsvis skala og konformitet.

Hvis det antages at fejlen i cloud-to-cloud registreringen af to naboliggende punktskyer er tilvarende for alle punktskyer, så vil den største effekt af fejlophobningen fremgå mellem de punktskyer der ligger længst fra hinanden. Denne simplificerede måde at forestille sig fejlophobningen er illustreret for projektområdet på figur 7.7. Her illustrerer modsatstående områder med samme farve de områder der har den mindste forbindelse til hinanden, og dermed den største potentielle effekt af fejlophobning. Det vurderes på denne baggrund relevant at placere evalueringsttargets i områder med samme farve.

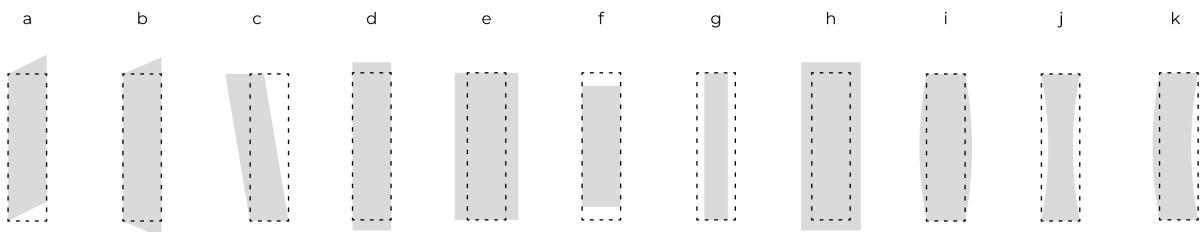


Figur 7.7 "Forbindelse" imellem scannede områder i registreringen.

Argumentet for at placere targets i ensfarvede områder giver et belæg for at placere targets symmetrisk. Case-områdets bygning er tilnærmelsesvis symmetrisk, hvilket betyder at en lige fordeling på bygningen vil betyde en symmetri af plane targets. Da forventes at en symmetrisk opbygning af targets vil skabe fælles forudsætninger for evaluering på begge sider af bygningen, og derfor vurderes symmetri at være

en fordel for evalueringen.

Hvis bygningen forestilles som en firkant vil denne firkant kunne forvrænges på flere forskellige måder som følge af fejlophobning. Figur 7.8 viser en række bud på dette. Ikke alle scenarier vurderes lige realistiske, og der vil potentielt også kunne opstå kombinationer af de forskellige scenarier. Det primære formål med figuren er at kunne eksemplificere behovet for evalueringstargets som følge af forskellige scenarier.

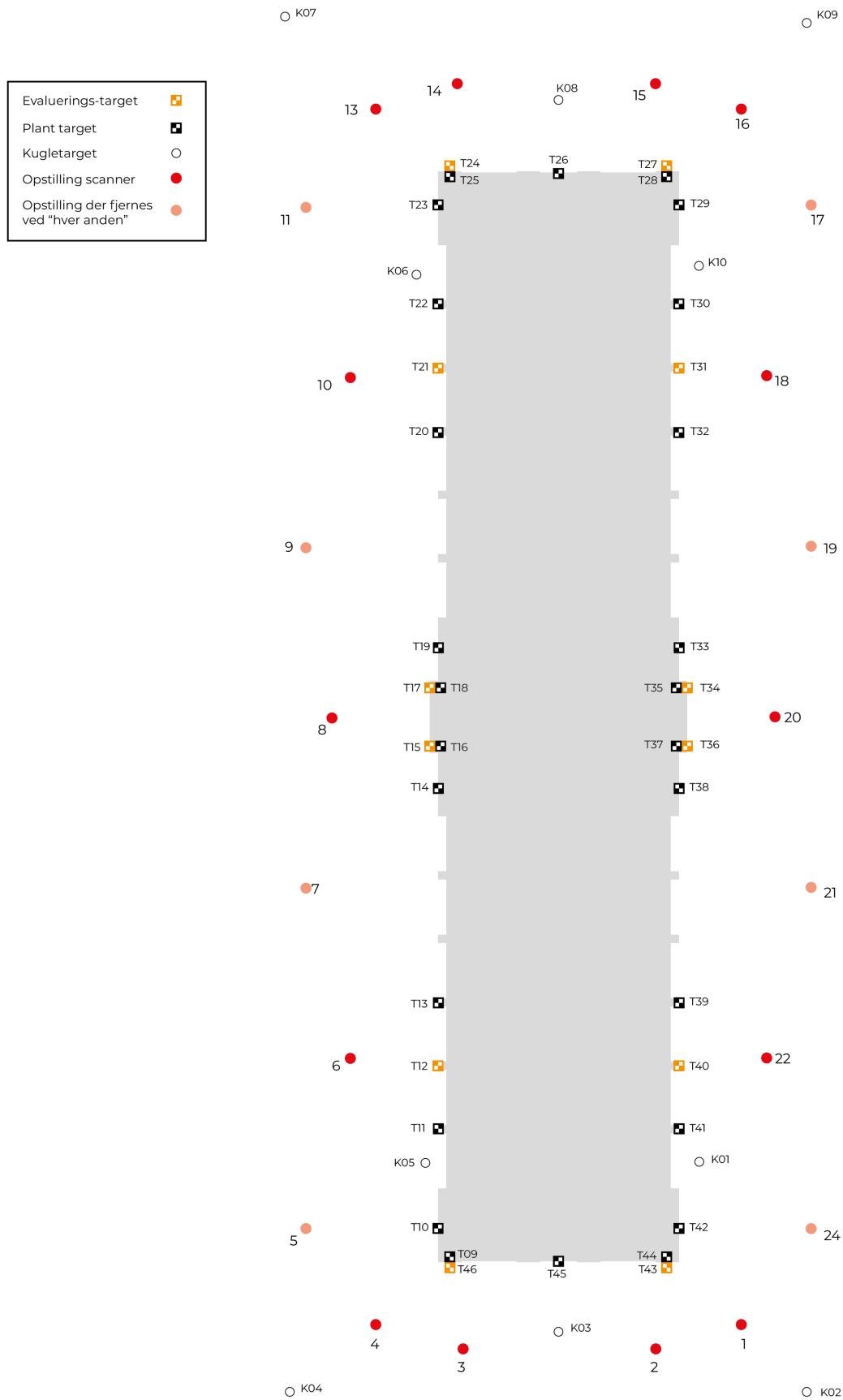


Figur 7.8 Forvrængning af bygning. Bud på scenarier.

Hvis der tages udgangspunkt i at bygningen forbliver afbildet som en firkant i den endelige punktsky (som scenarie a-h på figur 7.8), så vil et evalueringstarget i hvert hjørne af bygningen være tilstrækkeligt til at kontrollere ændringer i skala og konformitet. Dette begrundes i at de fire targets kan benyttes til at konstruere en firkant hvis sidelænger, diagonalmål og vinkler kan sammenlignes med de værdier, der kan beregnes på baggrund af de pågældende targets absolutte koordinater. I tilfælde af at bygningen ikke afbides som en firkant (scenarie i-k på figur 7.8), så er fire targets ikke tilstrækkeligt. Her er det nødvendigt at placere targets langs facaderne for at kunne kontrollere om de bliver afbildet som lige flader eller om de buer. Her kan der igen henvises til figur 7.7 og konstateres at det vil være relevant med targets på midten af facaderne (i det blå område på figuren), da det er her den største effekt af fejlophobning kan forventes.

Projektet skal ifølge metodeafsnittet kapitel 3 redegøre for lokale ændringer i registreringen, hvilket giver incitament for at sprede evalueringsttargets nogenlunde jævnt om bygningen. Evalueringsttargets skal på denne måde sikre at en eventuel misdannelsel bedre kan placeres og sikre at undersøgelsen kan kortlægge lokale ændringer.

På baggrund af disse overvejelser er det valgt at placere evalueringsttargets som det fremgår af planen på figur 7.9 på side 54. Det er valgt at planlægge opstillinger og evalueringsttargets så alle evalueringsttargets scannes fra en opstilling med en afstand på 5 meter og en indfaldsvinkel nær 0° . Denne target geometri giver jævnfør kapitel 6 den lavest mulige spredning for bestemmelse af plane targets, og tillader dermed en mere præcis evaluering.

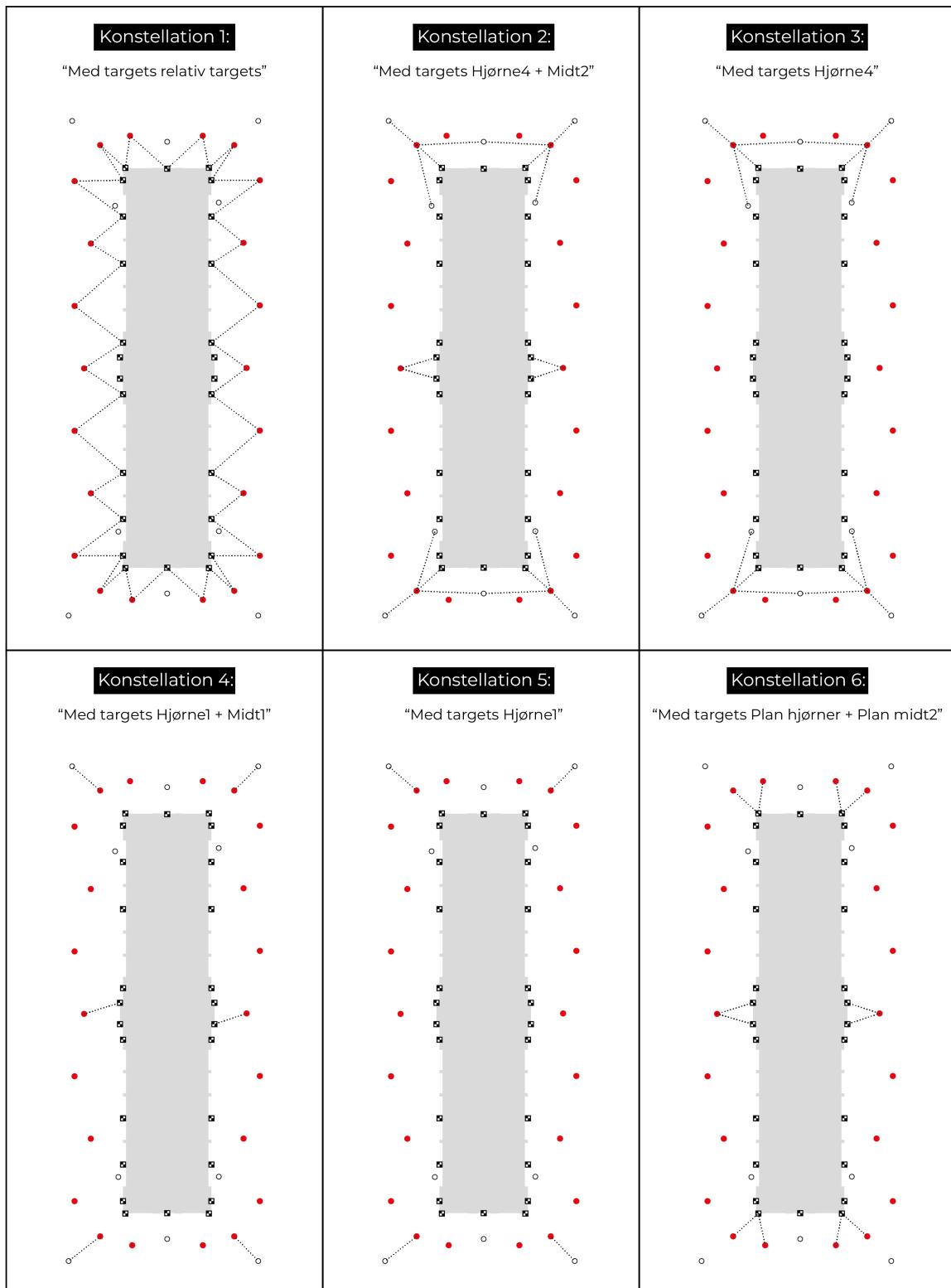


Figur 7.9 Plan for scanning. Angiver også nummereringen af opstillinger fra den endelige scanning (scanning nr. 12 og 23 fejlede, derfor skippes disse numre).

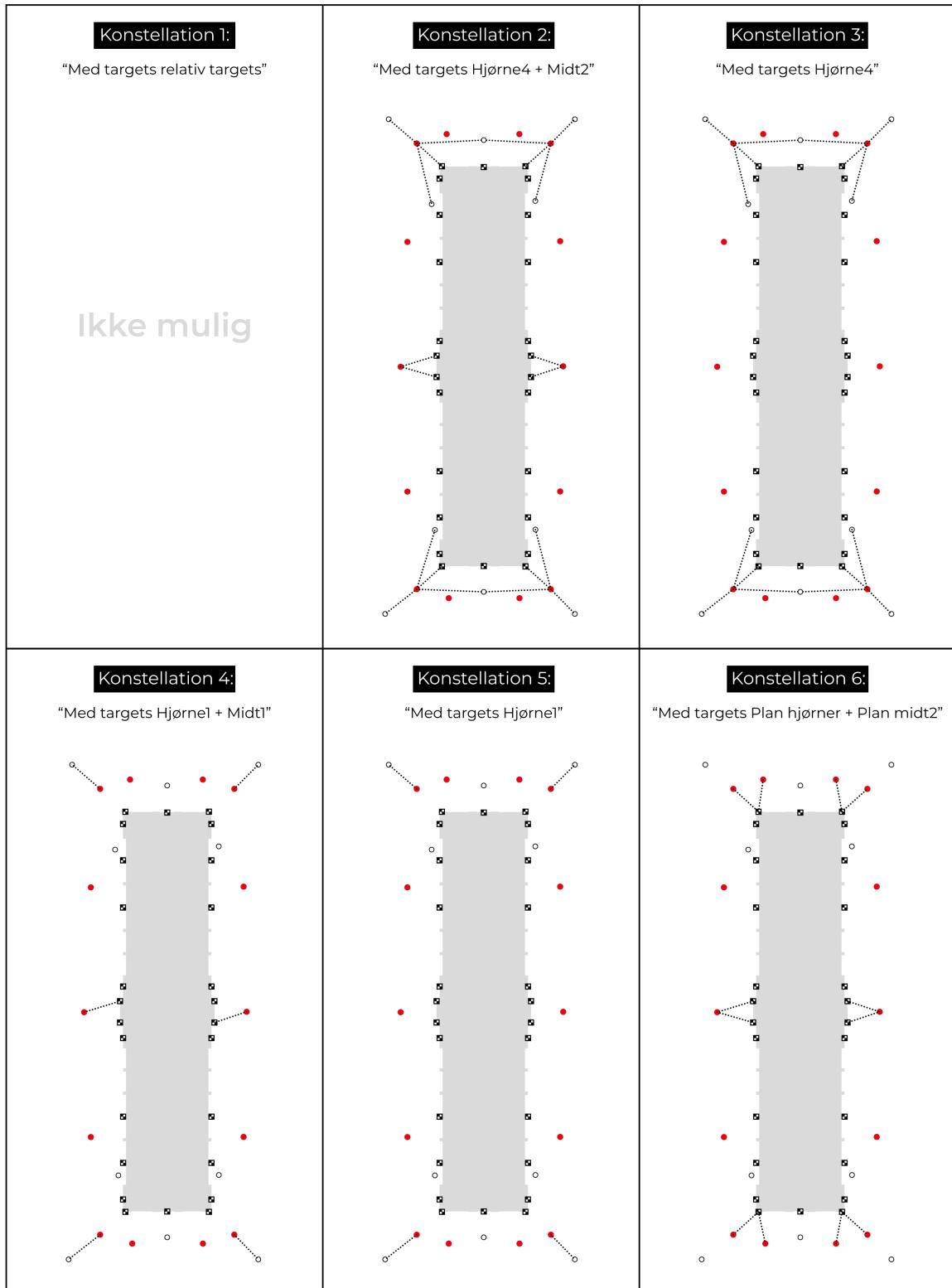
Placering af targets til brug i registrering

Placeringen af de targets der skal benyttes til registrering fremgår ligeledes af figur 7.9. Begrundelsen for deres placering vil fremgå af det følgende.

Som beskrevet tidligere i afsnit 7.3 er det ikke tilsigtet at kunne foretage en registrering udelukkende med targets. I stedet vil der blive undersøgt forskellige konstellationer af targets, der kan bidrage i cloud-to-cloud registreringen. På baggrund af valget af variablen “overlap mellem punktskyer / afstand mellem opstillinger” skal der testes konstellationer både hvor alle opstillinger indgår, og hvor hver anden opstilling frasorteres. Figur 7.10 illustrerer de konstellationer det er valgt at undersøge, hvor alle opstillinger indgår. Figur 7.11 viser tilsvarende konstellationer, men hvor hver anden opstilling er frasorteret. Konstellation 1 indgår ikke her, da den udelukkende er designet til at kunne implementeres med alle opstillinger. En beskrivelse af konstellationerne vil fremgå af det følgende.



Figur 7.10 Target konstellationer. En stiplet linje fra en opstilling til et target angiver at det target indgår som observation i den pågældende opstilling. Titlen for hver konstellation angiver den navngivning der vil blive benyttet til Cyclone koordinatfiler.



Figur 7.11 Target konstellationer hvor opstillinger er frasorteret. En stiplet linje fra en opstilling til et target angiver at det target indgår som observation i den pågældende opstilling. Titlen for hver konstellation angiver den navngivning der vil blive benyttet til Cyclone koordinatfiler.

Konstellation 1 er den eneste hvor targets ikke får tildelt koordinater fra netmålingen. Den tilsigter at undersøge om et enkelt target i hvert link har en indvirkning, når det indgår som en relativ observation. Den dårligste target geometri der opnås i denne konstellation er en indfaldsvinkel på 37° ved 9.4 meter.

Jævnfør resultaterne fra kapitel 6 kan der her antages en spredning på omkring ± 1 millimeter.

I konstellation 2-6 har alle inkluderede targets fået tildelt koordinater fra netmålingen. I konstellation 2 fastholdes hver hjørneopstilling med fire targets (tre kugletargets og et plant target) så deres position kan overbestemmes ud fra target koordinater. Derudover inddrages der to plane targets i midteropstillingerne. Dette vurderes at være den løsning der giver det mest præcise resultat i forhold til hvad der vurderes realistisk at kunne implementere i en reel scanningsopgave af denne størrelse.

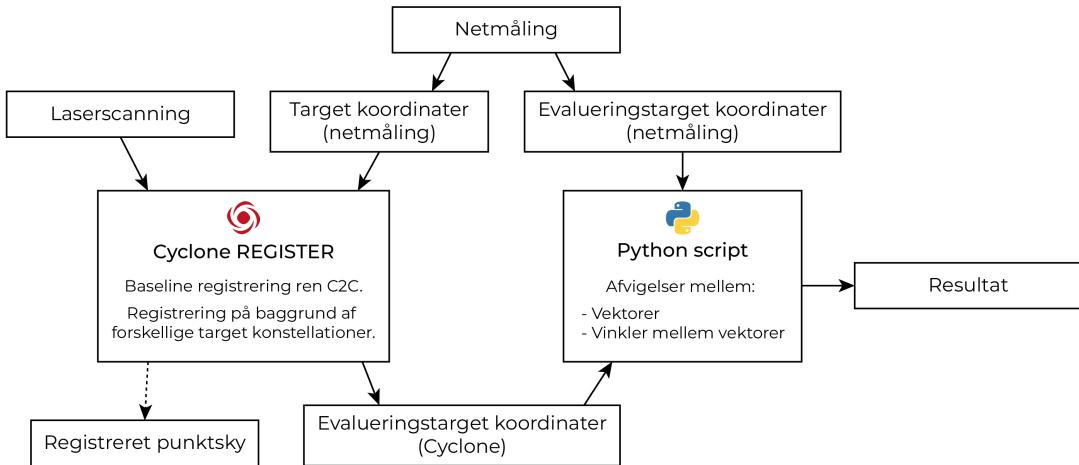
I konstellation 3-6 reduceres antallet af targets for at kunne udlede hvorvidt færre targets styrker registreringen. I konstellation 6 benyttes udelukkende plane papirtargets, da dette i praksis også er den billigste løsning, og derfor relevant at undersøge.

Figur 7.10 og 7.11 angiver dermed de tests der vil blive udført i nærværende projekt, og på baggrund af konstellationernes navngivning kan de listes som nedenfor. Tests hvor alle opstillinger indgår benævnes "Registrering høj C2C fuldkommen" og tests hvor opstillinger er frasorteret benævnes "Registrering høj C2C Hver anden". Denne navngivning er, sammen med konstellationernes navne, gennemgående i efterfølgende filnavne og databearbejdning.

- Registrering høj C2C Fuldkommen
 1. Kun C2C
 2. Med targets Hjørne1
 3. Med targets Hjørne1 + Midt1
 4. Med targets Hjørne4
 5. Med targets Hjørne4 + Midt2
 6. Med target Plan hjørner + Midt2
 7. Med targets relativ plane targets
- Registrering høj C2C Hver anden
 8. Kun C2C
 9. Med targets Hjørne1
 10. Med targets Hjørne1 + Midt1
 11. Med targets Hjørne4
 12. Med targets Hjørne4 + Midt2
 13. Med target Plan hjørner + Midt2

7.4 Principper for databearbejdning

Den grundlæggende tilgang til testen fremgår af diagrammet på figur 7.12. På baggrund af laserscanningen foretages først en baseline registrering hvori der ikke benyttes targets. Herefter kan der inddrages targets og target koordinater fra netmålingen i registreringen. Evalueringen foretages ud fra koordinater til evalueringsttargets fra henholdsvis netmålingen og de koordinater evalueringsttargets opnår efter registrering i Cyclone. Det er valgt at foretage beregninger i Python. Ved at danne forskellige vektorer fra koordinater på evalueringsttargets kan disse sammenlignes mellem netmålingen og registreringen.

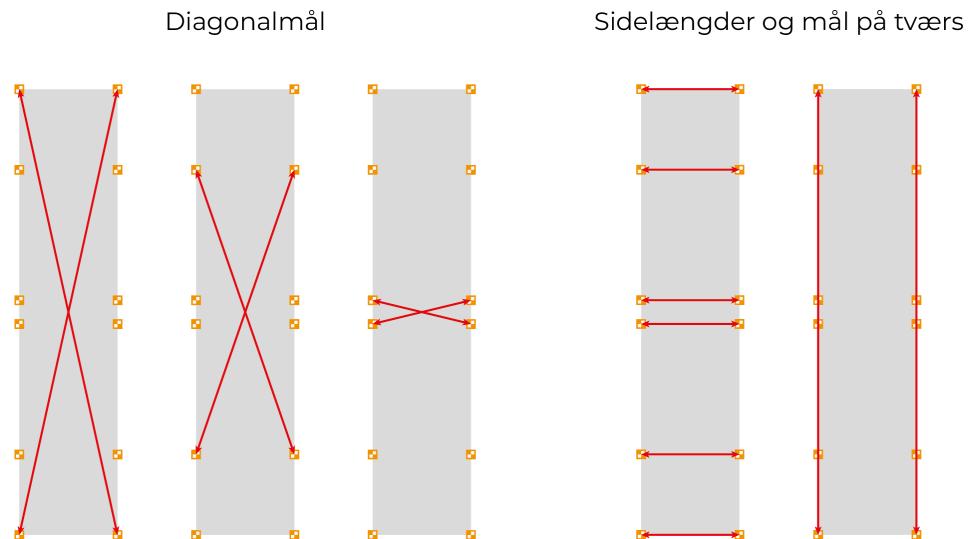
**Figur 7.12 Workflow for testen**

Som det fremgår af diagrammet er det i den tiltænkte test ikke nødvendigt at eksportere den registrerede punktsky. Efter registrering i Cyclone er det tilstrækkeligt at eksportere koordinaterne på evalueringsttargets.

Sammenligning af vektorer

Alle sammenligninger af vektorer foretages ud fra samme princip: en vektor mellem to evalueringsttargets, eksempelvis kaldet T01 og T02, konstrueres både ud fra koordinaterne fra netmålingen og ud fra koordinaterne fra Cyclone. Længden af de to vektorer kan herefter sammenlignes. Ved konstruktionen af flere vektorer kan vinklen imellem disse sammenlignes. Netmålingen er den overlegne opmålingsmetode og antages i denne sammenhæng at afspejle virkeligheden. Afvigelser mellem vektorer antages dermed at skyldes fejl fra registreringen.

Det er valgt at kontrollere afvigelser på diagonalmål samt sidelængder og tværmål, som det fremgår af vektorerne illustreret på figur 7.13.

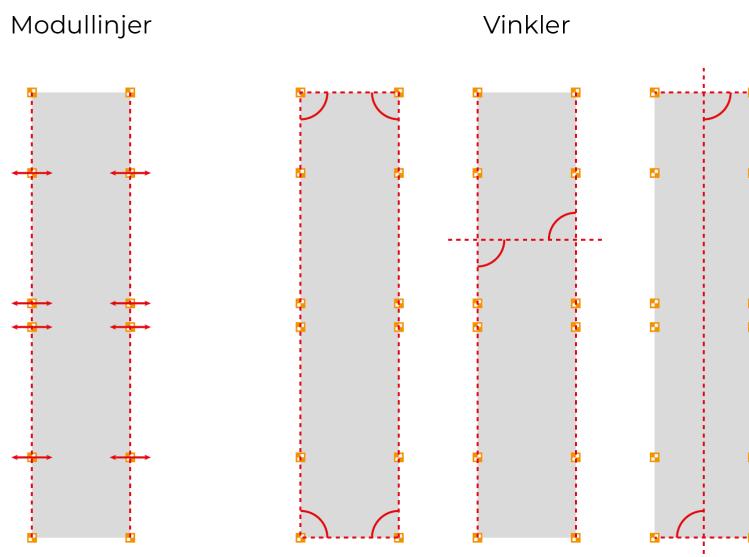
**Figur 7.13 Vektorer til sammenligning.**

Fælles for de to typer mål er at afvigelser af samme størrelse for tilsvarende vektorer antyder en skalaændring. Med tilsvarende vektorer menes her de vektorer der fremgår af samme illustration på

figur 7.13, eksempelvis de to diagonalmål på illustrationen længst til venstre. Ujævne afvigelser for tilsvarende vektorer antyder en ikke konform forvrængning.

For at sige noget om hvor præcist disse afvigelser kan kontrolleres, er der foretaget beregninger som fremgår af Python scriptet “Numerisk spredning.ipynb” i zip-filen. Scriptet tager udgangspunkt i koordinatspredningerne på evalueringstargets fra henholdsvis netmålingen, som vil blive præsenteret i afsnit 8.1, samt spredningen ved bestemmelse af target centrum, som ud fra den planlagte afstand til scanneren vurderes til ± 0.23 mm. Heraf er resultaterne at hvorvidt afvigelser på diagonalmål er “ujævne”, dvs. afvigelsen mellem afvigelser, kan bestemmes med en spredning på ± 1.1 mm. Spredningen er tilsvarende for hvorvidt sidelængder er ujævne.

Som en yderligere test af konformitet kontrolleres afvigelser på afstande og vinkler som illustreret på figur 7.14. Ved at konstruere en modullinje mellem facadernes yderste targets kan det kontrolleres hvorvidt targets langs facaden afviger fra deres ortogonale afstand til modullinjen. Dette afspejler om facaderne afbildedes lige i relation til netmålingen. Derudover kontrolleres afvigelser på vinklerne mellem bygningens sider (hjørnevinkler), samt afvigelser på vinkler mellem modstående sider, for at kontrollere om de er parallelle i henhold til netmålingen. Ud fra Python scriptet “Numerisk spredning.ipynb” i zip-filen er det beregnet at afvigelser mellem hjørnevinklerne kan bestemmes med en spredning på ± 0.0034 gon. Bygningen er 13 meter bred og på denne afstand svarer vinklen til en afvigelse på 0.7 mm.



Figur 7.14 Vektorer til sammenligning.

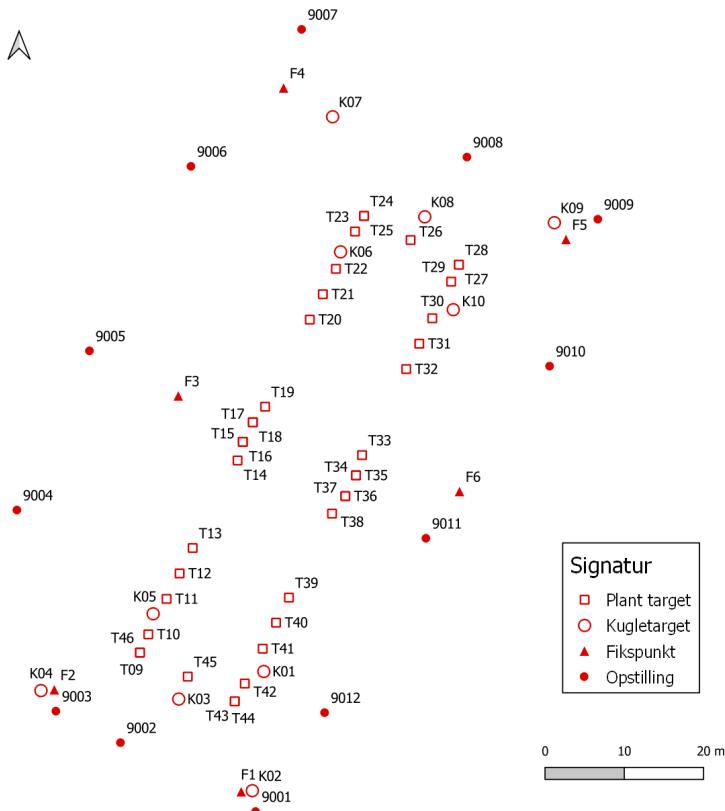
For at kunne overskue og vurdere de beskrevne afvigelser vurderes det relevant at inkorporere et visuelt element i Python-scriptet, så afvigelser kan plottes på en overskuelig måde.

Kapitlet har til formål at beskrive hvordan datagrundlaget i praktisk forstand er skabt, hvilket indebærer konkret udførelse af netmåling og scanning i projektområdet. Der tages afsæt i test-designet fra kapitel 7 og redegøres for udførelsen af dataindsamlingen.

8.1 Netmåling

Den endelige test indebærer en netmåling af targets, hvilket er en overlegen metode i forhold til opmåling og registrering med Leica BLK 360. Der benyttes samme metode og udstyr for indmåling af targets som i kapitel 6. Desuden vil afsnittet ikke prioritere at uddybe teori om netmåling, men tilgangen findes i Landmåling i Teori og Praksis af Karsten Jensen, se [Jensen, 2011].

Targets bliver indmålt med overbestemmelse for at kunne frasortere eventuelle grove fejl. Ved tre målinger kan grove fejl trækkes ud af beregningen, men stadig sikre at der for hvert target stadig er mindst én overbestemmelse. Kravet om tre målinger for hvert target danner også grundlag for planlægningen af opstillinger i netmålingen. Her vurderes opstillingerne placering som en balance mellem adspredelse for god geometri og udsyn til flest mulige targets. Et oversigtskort for netmålingen kan ses på figur 8.1. Her noteres at ved targets hvor der står to tilhørende navne, skyldes at to targets hænger forskudt langs lod, eksempelvis T36 og T37, se figur 8.2. Af oversigtskortet fremgår også at der inddrages fikspunkter omkring bygningen. Dette skyldes at der ønskes en kontrol med punkter som kan ses fra flest mulige opstillinger, og at fikspunkterne er et blivende element omkring bygningen, så det er muligt at opstille i systemet igen. Der gives et overblik over observationer i tabel 8.1, hvor det ses at fikspunkter og kugletargets har været mest synlige fra de forskellige opstillinger. Der er kun foretaget frie opstillinger.



Figur 8.1

T09	●●●
T10	●●●●
T11	●●●
T12	●●●
T13	●●●
T14	●●●
T15	●●●
T16	●●●
T17	●●●
T18	●●●
T19	●●●
T20	●●●●
T21	●●●
T22	●●●●
T23	●●●●
T24	●●●
T25	●●●
T26	●●●
T27	●●●
T28	●●●
T29	●●●
T30	●●●
T31	●●●
T32	●●●
T33	●●●
T34	●●●
T35	●●●
T36	●●●
T37	●●●
T38	●●●
T39	●●●●
T40	●●●●
T41	●●●●
T42	●●●●
T43	●●●
T44	●●●
T45	●●●
T46	●●●
K01	●●●
K02	●●●●●●●●
K03	●●●●●●
K04	●●●●●●●●
K05	●●●●●●
K06	●●●
K07	●●●●●●
K08	●●●●●●
K09	●●●●●●
K10	●●●●●
F1	●●●●●●●
F2	●●●●●●●
F3	●●●●●●
F4	●●●●●●●●
F5	●●●●●●●
F6	●●●●●●●

Tabel 8.1 Antal gange der er målt til hvert target og fikspunkt med totalstation (efter frasortering af grove fejl)

Resume fra Anblok 2D+1D i TMK

Den samlede TMK dokumentationsfil fremgår af bilag F og yderligere TMK output fremgår af zip-filen.

Ved beregning af netmålingen i TMK bestemmes der a priori spredninger som skal give udtryk for hvor godt gruppen forventer at kunne måle. Af det nedenstående udskrift fra TMK fremgår med hvilke a priori spredninger det forventes at kunne måle med i netmålingen. Bestemmelsen af a priori spredninger er en iterativ proces hvor der løbende findes nye værdier hvis resultaterne af netmålingen synes at indikere at indmålingen er mere eller mindre præcis end først antaget. Trinvist rettes a priori spredninger indtil at forventningen harmonerer med resultatet, hvilket afledes af hvorvidt a posteriori spredningen på vægtenheden σ_0 er lig a priori værdien 1. I denne netmåling har det ikke været helt muligt at skabe harmoni mellem forventning og resultat. Det vurderes at være usandsynligt at projektgruppen kan

have målt bedre end angivet i nedenstående TMK udskrift, selvom resultaterne antyder finere a priori spredninger. Der er benyttet en Leica TS16 totalstation for hvilken spredningen på horisontalretning og zenithdistance er angivet til 1.5 milligon. Ud fra erfaring fra tidligere semestre vurderes det dog at totalstationen kan måle bedre end dette, og a priori spredningen sættes derfor til 1 milligon.

A priori spredninger:

Spredning på referencekoordinater i koordinatfil:

Spredning på E og N (as_E=as_N): 0.0140 m

Spredning på H (as_H): 0.0220 m

Spredning på modelkoordinater (as_e, as_n, as_h) beregnes på grundlag af:

Spredning på horisontalretning målt med en sats (s_r): 0.0010 gon

Spredning på zenithdistance målt med en sats (s_V): 0.0010 gon

Grundfejl (s_g): 0.0010 m

Afstandsafhængig fejl (s_a): 0.0015 m/km

Centreringsspredning, instrument (s_ci): 0.0010 m *

Centreringsspredning, signal (s_cs): 0.0005 m

Spredning på instrumenthøjde (s_ih): 0.0010 m *

Spredning på sigteskivehøjde (s_sh): 0.0005 m

Spredning på refraktionskoefficient (s_kref): 0.15

Spredning på skalaændring (s_s): 0.00000001

Afsnit	Antal	s_OEN	Global	Antal	Min-Max	Afsnit	Antal	s_0H	Global	Antal	Min-Max
Afbildning	over- best.		test	grove fejl	m	VR-system	over- best.		test	grove fejl	s_H m
1. Anblok 2D	284	0.73	0	0	0.0043-0.0072	2. Anblok 1D	148	0.60	0	0	0.0054-0.0054
DKTM2						DVR 90					
3. Anblok 2D	275	0.69	0	0	0.0003-0.0010	4. Anblok 1D	143	0.58	0	0	0.0002-0.0004
Lokal						Lokal					

OBS: En eller flere globale tests er forkastet. Se detaljer vedr. signifikansniveau i pågældende afsnit.

I netmålingen er fastholdelsen til DKT2M2 skabt med GPS koordinater, hvilket udelukkende er gjort for georeferering, og læseren bør ikke forholde sig til spredninger i forhold til referencekoordinater, til analysen benyttes udelukkende lokale koordinater.

Resultaterne for netmålingen benyttes for evalueringsttargets og ses i tabel 8.2. Projektgruppen vurderer at resultaterne kan bruges i senere analyser i projektet. Resultater for alle targets kan findes i bilag F.

Punkt	σ_E [m]	σ_N [m]	σ_H [m]
T43	0.0004	0.0004	0.0002
T46	0.0003	0.0005	0.0002
T12	0.0006	0.0005	0.0003
T15	0.0006	0.0005	0.0003
T17	0.0006	0.0005	0.0003
T21	0.0008	0.0006	0.0004
T24	0.0008	0.0005	0.0003
T27	0.0007	0.0006	0.0003
T31	0.0007	0.0005	0.0003
T34	0.0006	0.0005	0.0003
T36	0.0005	0.0005	0.0003
T40	0.0004	0.0004	0.0002

Tabel 8.2 Spredning på estimerede koordinater for evalueringsttargets

8.2 Scanning

Praktiske overvejelser for dataindsamling med terrestrisk laserscanning er foretaget i kapitel 6, hvor metoden for opmåling med BLK360 overvejes. Dette afsnit vil dokumentere den praktiske udførelse af

den planlagte test. Testen er foretaget på en søndag, hvor det vurderes at færrest ville have anledning til at komme i projektområdet under opmåling og på denne vis forstyrre opmålingen ved laserscanning.

Forinden testen bliver plane targets printet på papir som er samme papirtyppe som testet i kapitel 6, og bliver på samme vis klisteret på træplader. Dette er valgt både for at sikre samme forhold for bestemmelse af target centrum som i testen heraf, og da papirtargets ikke bør sidde på en ujævn overflade som konkluderet i kapitel 6. Hertil vurderes det at kontrasten i en murstensvæg potentiel kan skinne igennem et papirtarget og præge bestemmelsen af centrum. Placeringen af kugletargets på stativer og ophængningen af plane targets foretages ud fra planen på figur 7.9 på side 54. Plane targets på træplade bliver hængt op på bygningen med monteringstape, som er testet dage forinden. Monteringstapen blev testet til at holde targets i flere dage. På denne måde forventes plane targets at kunne hænge indtil at en foreløbig test af scanningsdata er foretaget, hvilket skaber en sikkerhed for at kunne scanne igen, skulle der opstå mangler i datagrundlaget for både netmåling og laserscanning.

Før laserscanningen foretages netmålingen, hvor targets bliver indmålt med totalstation. Testen er mest sårbar for fejl i mellem netmåling og scanning, og derfor udføres laserscanning umiddelbart efter netmålingen er færdig.

For at overholde planen fra test-design, se figur 7.9, er opstillingers placering afsat med stålmaalebånd og disto, og markeret med kridt på jorden. Opstillingerne bliver så vidt muligt opstillet i den planlagte placering, men opstillingen varierer en smule fra planen i tilfælde hvor det ikke er muligt at placere stativet, eller ved manglende udsyn til targets der skal indmåles.

Det vides om instrumentet BLK360 at det ikke har en kompensator, men for hver opstilling benyttes fodstykkets integrerede libelle. Ved at instrumentet sættes i lod forventer projektgruppen at have en arbejdsgang mindre under databearbejdning, fordi punktskyernes lodlinje på forhånd er parallel og ikke skal lægges på plads i databearbejdningsprocessen. Se et billede af instrumentet på fodstykke på figur 8.2.



Figur 8.2 Opmåling med BLK360 på fodstykke med plane targets i baggrunden

Scanningen forløb uden komplikationer og punktskyerne blev groft kontrolleret ved at at vurdere om filstørrelsen for hver punktsky stemte overens med forventningen. Under scanningen gik to opstillinger i vasken, formentlig på grund af manglende strøm, og derfor blev de scannet igen. Først efter netmålingen er beregnet og punktskyer er kontrolleret, afmonteres plane targets.

Databearbejdning og resultater

9

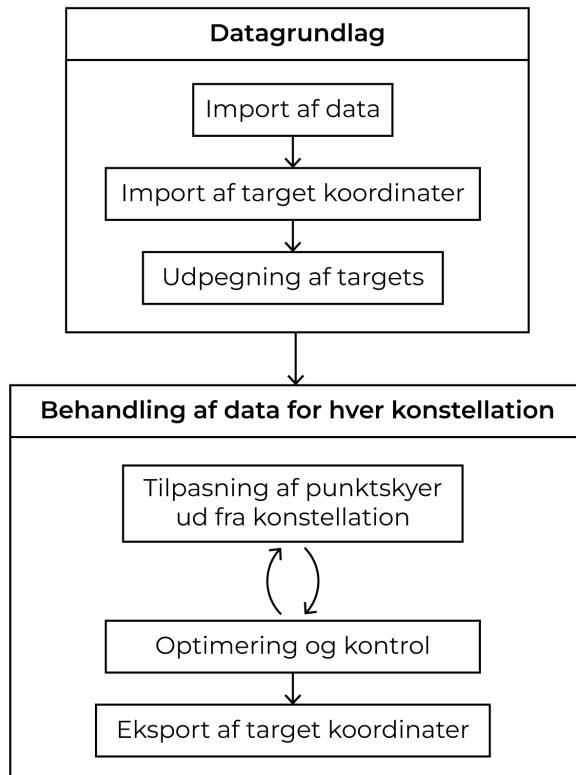
Dette kapitel vil redegøre for henholdsvis registreringen af punktskyer i Cyclone REGISTER samt den efterfølgende databearbejdning ved brug af Python. Ved registrering realiseres de forskellige konstellationer af targets som beskrevet i afsnit 7.3, se figur 7.10 og 7.11. Igennem Python-scripts implementeres principperne for databearbejdning som beskrevet i afsnit 7.4.

9.1 Registrering i Cyclone REGISTER

Af Cyclone softwarepakken findes forskellige typer af programmer som målrettes forskellige brugere og instrumenter. Projektet anvender programmerne Cyclone Register og Cyclone Register 360, hvor al registrering og databearbejdning foregår i Cyclone Register. Programmerne i Cyclone-serien varierer meget i intuitivitet og stiller varierende krav til forhåndsviden om punktskybehandling. Cyclone Register 360 bliver kun brugt til at importere data fra BLK360, hvorfaf projektet anvender Cyclone Register til registrering og analyse. Derfor vil afsnittet referere til Cyclone Register ved bare "Cyclone".

Dette afsnit vil afdække den generelle tilgang til punktskybehandling i Cyclone, og en detaljeret redegørelse af processen kan findes i bilag G.

Registreringsprocessen er foretaget ud fra strukturen fremgående af figur 9.1.



Figur 9.1 Registreringsprocessen i Cyclone

Registreringsprocessen forholder sig til to processer som vedrører datagrundlag og databehandlingen. Grunden til denne opdeling er at datagrundlaget kun skal laves én gang og at databehandlingsprocessen er repeterende for hver konstellation af targets.

Datagrundlaget

Data som er indsamlet i case-området skal importeres til Cyclone hvor punktskybehandlingen startes. Heraf foretages en kontrol af data hvor større fejl kan opdages, eksempelvis at de rigtige punktskyer er importeret og at importen er vellykket. De importerede punktskyer udgør herfra det grundlæggende datasæt for punktskybehandlingen, og håndteres som en database.

Efter import kan targets blive udpeget for hver punktsky. Under Test-design ses konstellationerne som ønskes registreret, og targets udpeges i det omfang at alle de valgte konstellationer kan registreres, se figur 7.10. Hvert target udpeges manuelt i punktskyen og beregnes med programmets algoritme. Resultatet af hver udpegning kontrolleres visuelt og gives et ID.

Ydermere er importeringen af target koordinater fra netmålingen også en del af datagrundlaget. Koordinaterne importeres som tekstfil og Cyclone formaterer filen så den kan bruges til registrering.

Databehandling

Registreringsprocessen udgør punktskybehandlingen af hver registrering i Cyclone. Ved registrering i Cyclone skabes der fællespunkter til transformation gennem cloud-to-cloud og targets. Registreringen i Cyclone er delt i både manuelt og automatiseret arbejde. Programmet skal hjælpes til at lægge to punktskyer nogenlunde på plads for at optimeringen med cloud-to-cloud algoritmen kan fungere. Ved optimeringen er resultatet et fastholdende forhold mellem to punktskyer. Resultatet kontrolleres ved besigtigelse, og forkastes resultaterne hjælpes programmet med at lægge de to punktskyer på plads forfra. Denne proces gøres for alle ønskede cloud-to-cloud forbindelser i konstellationerne.

Når de ønskede cloud-to-cloud forbindelser er færdige kan der inddrages targets for den valgte konstellation. Ved at targets på forhånd er givet et ID kan Cyclone automatisk finde alle eventuelle fællespunkter for alle punktskyer, hvor koordinatfilen fra netmålingen tolkes som en punktsky. Ved at alle eventuelle forbindelser oprettes, skal forbindelser der er uønskede for konstellationen fjernes.

Når alle ønskede forbindelser i konstellationen er lavet, foretages en endelig optimering. Den endelige optimering er en udjævningsalgoritme der efter mindste kvadraters princip laver en total optimering af alle forbindelser med cloud-to-cloud og targets. Algoritmen beregner hvordan alle punktskyerne bedst muligt kan passes på plads. Resultatet af den endelige optimering giver hver enkelt forbindelse i registreringen et fejludtryk. Hvis der efter den endelige optimering er fejl, skal denne fejl findes manuelt blandt forbindelserne i registreringen. På denne måde kontrolleres registreringen i Cyclone med fejludtryk givet for hver forbindelse. Resultaterne for registreringen accepteres ved vurdering af forbindelsernes fejludtryk. For hver registrering forelægger en diagnosticeringsfil hvor alle forbindelser og fejludtryk for registreringen fremgår. Diagnosticeringsfilerne fremgår i zip-filens oversigt på bilag A.

Alle registrerings resultater er eksporteret fra Cyclone som kartesiske koordinater i en tekstfil, og ligger i zip-filen sammen med tilhørende diagnosticeringsfil.

9.2 Python-script

Databearbejdning foretages som nævnt i kapitel 7 i programmeringssproget Python. Python scripts fremgår af zip-filen, se en oversigt i bilag A.

Output fra både netmåling og registrering i Cyclone er tekstfiler med koordinatsæt for targets. TMK koordinatfilen er mellemrumssepareret og Cyclone koordinatfiler er kommasepareret. Eksempler herpå fremgår nedenfor:

TMK koordinatfil						
KOORDINATER						
Punkt	Objektkode	Liniekode	E-Lokal-m	N-Lokal-m	H-Lokal-m	Tekst
9002	14	9	1982.952	20008.688	-0.885	Anblok 2D+1D...
F1	0	9	1998.190	20002.493	-1.626	Anblok 2D+1D...
K02	0	9	1999.595	20002.632	-0.745	Anblok 2D+1D...
K03	0	9	1990.306	20014.183	-0.948	Anblok 2D+1D...

Cyclone koordinatfil						
TargetID,X,Y,Z,Feature Code,Notes						
K02,-41.585621,-0.632967,0.118746,,						
K01,-27.387454,-5.762495,-0.0668,,						
K03,-28.092938,5.494546,-0.082796,,						
T42,-28.267087,-3.064338,0.538753,,						
T44,-30.126683,-1.272381,0.589831,,						

Dette data importeres i Python, og her er det valgt at strukturere data ved brug af biblioteket “pandas”. Koordinatfilerne indlæses i *pandas datarammer*, og i denne forbindelse sættes indekset af datarammerne til at være kolonnerne der indeholder navne på targets. Kordinatsættet til et specifikt target kan dermed tilgås ud fra dette indeks. Et eksempel på filstrukturen for en TMK fil indlæst som dataramme fremgår på figur 9.2. Her er det også vist hvordan en række i datarammen kan tilgås ud fra indeks, samt hvordan en specifik værdi kan tilgås ud fra kombinationen af indeks og kolonnenavn.

```
df = pd.read_csv('08-05-22_mrk_uden_grov_Anblok2D+1D_Lokal.koo', delim_whitespace=True, skiprows=1, index_col='Punkt')
df.head()
```

	Objektkode	Liniekode	E-Lokal-m	N-Lokal-m	H-Lokal-m	
Punkt						
9002	14	9	1982.952	20008.688	-0.885	
F1	0	9	1998.190	20002.493	-1.626	
F2	0	9	1974.611	20015.354	-2.712	
F3	0	9	1990.249	20052.409	-2.450	
K02	0	9	1999.595	20002.632	-0.745	


```
df.loc['F1']
```

Objektkode	0.000
Liniekode	9.000
E-Lokal-m	1998.190
N-Lokal-m	20002.493
H-Lokal-m	-1.626
Name:	F1, dtype: float64


```
df.loc['F1']['E-Lokal-m']
```

1998.19

Figur 9.2 Pandas dataramme

Princippet for den efterfølgende beregning er følgende:

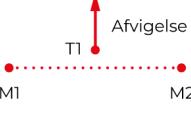
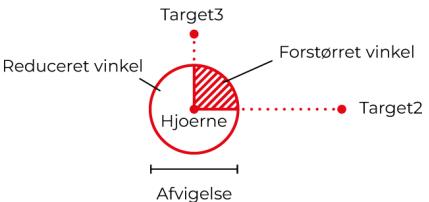
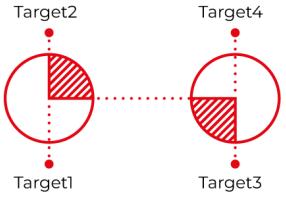
1. Der uddrages koordinatsæt fra TMK koordinatfilen og beregnes vektorer, samt vinkler mellem vektorer, ud fra disse.
2. Tilsvarende koordinatsæt uddrages fra Cyclone koordinatfilen og der beregnes tilsvarende vektorer, samt vinkler mellem vektorer.
3. Der beregnes afvigelser på længden af vektorer og vinklen mellem vektorer fra punkt 1 og 2. Beregningerne følger principperne beskrevet i afsnit 7.4.

For at udføre disse beregninger er der udarbejdet forskellige Python-funktioner. Funktioner kræver to input: en koordinatfil fra Cyclone samt en CSV-fil der angiver hvilke targets, der skal beregnes vektorer ud fra. TMK koordinatfilen er altid den samme. Navne på de udarbejdede funktioner, samt strukturen af den CSV-fil de kræver som input, fremgår af tabel 9.1. Den øverste linje i CSV-filen indeholder kolonnenavn, og på de efterfølgende linjer skal targets angives. I eksemplerne i tabellen er der kun angivet en enkelt række med targets. De tildeles, for eksemplets skyld, target-numre fra T01 til T04.

Navn på funktion	CSV-fil struktur	Beskrivelse
afstande	Target1,Target2 T01,T02	Danner vektor mellem Target1 og Target2 og sammenligner længden med tilsvarende for netmåling.
modul	M1,M2,T1 T01,T03,T02	Danner en modullinje mellem M1 og M2 og beregner den ortogonale afstand fra T1 til modullinjen. Sammenlignes med tilsvarende afstand for netmåling.
vinkler	Target1,Target2,Target3,Target4 T01,T02,T03,T04	Danner en vektor fra Target1 til Target2 og fra Target3 til Target4. Herefter beregnes vinklen mellem vektorerne, hvilken sammenlignes med tilsvarende for netmåling.
vinkler_hjoerne	Hjoerne,Target2,Target3 T01,T02,T03	Danner en vektor fra Hjoerne til henholdsvis Target2 og Target3. Herefter beregnes vinklen mellem vektorerne, hvilken sammenlignes med tilsvarende for netmåling.
vinkler_parallel	Target1,Target2,Target3,Target4 T01,T02,T03,T04	Tilsvarende <i>vinkler</i> , men med en tilføjelse der plotter afvigelserne, hvilket virker bedst når de angivne vektorer er nær parallelle.

Tabel 9.1 Python funktioner. Indeholdt i ”funktioner.py” i zip-filen.

På nær funktionen *vinkler* har alle funktionerne et element der plotter afvigelser. Eksempler på de i plottene benyttede signaturer, samt en beskrivelse heraf, fremgår af tabel 9.2.

Navn på funktion	Plot signatur	Beskrivelse
afstande		Halvdelen af afvigelsen på længden af vektoren vises med en fejlvektor i hver ende. Hvis Cyclone koordinaterne giver en længere vektor vil fejlvektorerne pege væk fra hinanden og omvendt hvis resultatet er en kortere vektor.
modul		Afvigelsen på den ortogonale afstand fra T1 til modullinjen angives med en fejlvektor. Hvis afstanden beregnet fra Cyclone koordinater er længere vil fejlvektorerne pege væk fra modullinjen, og omvendt hvis afstanden er kortere.
vinkler_hjoerne		Afvigelsen på hjørnevinklen angives med en "fejlcerke" hvis diameter symboliserer den numeriske værdi af afvigelsen. De to vektorer inddeler cirklen i to vinkler. Den af vinklerne der som følge af afvigelsen forstørres er skraveret. Hvis det ud fra eksemplet forestilles at vektorerne angiver et vinkelret bygningshjørne, så viser skraveringen at dette hjørne er blevet mere stump. En omvendt skravering vil angive at hjørnet er blevet mere spidst.
vinkler_parallel		Samme princip som <i>vinkler_hjoerne</i> . Fejlcerken plottes midt på hver af de to vektorer, der sammenlignes. Vinklerne vises iif. en linje imellem de to midtpunkter. I eksemplet antyder plottet at en af vektorerne er roteret (mere) imod uret i forhold til den anden. Plottet siger dog ikke noget om hvilken vektor der er roteret.

Tabel 9.2 Forklaring af plot-signaturer der benyttes i Python funktioner.

9.3 Resultater

Resultaterne af testen vil blive præsenteret på de følgende sider. Overskrifterne svarer til navnene angivet for de forskellige konstellationer fra figur 7.10 på side 56.

Nedenfor ses en oversigt over resultaterne. "Registrering høj C2C Fuldkommen" angiver at alle opstillinger indgår mens "Registrering høj C2C Hver anden" angiver at "hver anden" opstilling fjernes som præsenteret på figur 7.11 på side 57. På oversigten er det angivet på hvilken side hvert resultat fremgår. Da resultaterne er stort set identiske på trods af om hver eller hver anden opstilling indgår, er det valgt at placere "Registrering høj C2C Hver anden" i bilag H.

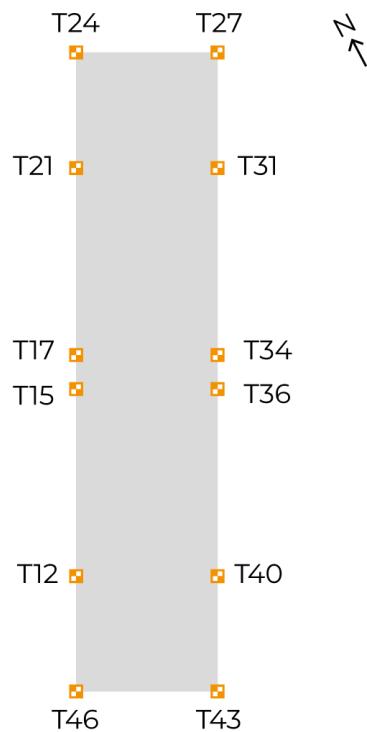
- Registrering høj C2C Fuldkommen
 - s. 72: Kun C2C
 - s. 76: Med targets Hjørne1
 - s. 78: Med targets Hjørne1 + Midt1
 - s. 80: Med targets Hjørne4
 - s. 82: Med targets Hjørne4 + Midt2
 - s. 84: Med target Plan hjørner + Midt2
 - s. 86: Med targets relativ plane targets
- Registrering høj C2C Hver anden (i bilag H)
 - s. 144: Kun C2C
 - s. 146: Med targets Hjørne1
 - s. 148: Med targets Hjørne1 + Midt1
 - s. 150: Med targets Hjørne4
 - s. 152: Med targets Hjørne4 + Midt2
 - s. 154: Med target Plan hjørner + Midt2

Hvert resultat indeholder fem plots samt fem dertilhørende tabeller med afvigelser. I tabellerne sammenlignes afvigelserne med dem fra "Kun C2C" registreringen, og afvigelserne er farvekodet så røde tal angiver en højere afvigelse og grønne tal en lavere afvigelse. Dermed kan det vurderes hvilken indflydelse inddragelsen af targets har haft.

Hvert resultat afsluttes med et kort resumé der gengiver hvad der kan udledes af plot og tabeller. Det første resultat vil blive beskrevet mere dybdegående.

En opsamling og konklusion fremgår i afsnit 9.4 på side 88, så hvis det ikke ønskes at nærstudere de enkelte resultater er det muligt at springe frem til denne side.

På figur 9.3 fremgår en oversigt over evalueringsttargets, der kan benyttes til at lokalisere specifikke afvigelser fra tabellerne.



Figur 9.3 Evalueringstargets oversigt

Baseline registrering (Kun C2C)

Først vises tre plots angående sammenligningen af afstande. Disse fremgår på den følgende side. Tabeller med værdien af afvigelserne fremgår på side 75. Δ_{C2C} angiver afvigelsen fra denne test og vil også fremgå i de efterfølgende tabeller, hvori Δ angiver afvigelsen fra den pågældende test.

Der ses en tydelig systematik i afvigelserne. Næsten alle fejlvektorer peger væk fra bygningen hvilket indikerer en skalaændring; scanningen afbiller en bygning der er større end angivet af netmålingen.

I "diagnostics" rapporten fra Cyclone angives en fejl ("error") for hver enkelte link, der er et bud på hvor godt det enkelte link passer i relation til den overordnede registrering. For den nærværende registrering angives fejl på mellem 0 og 2 mm, hvor gennemsnittet af disse fejl er på 0.8 mm. Hvis disse fejl var af tilfældig karakter ville det ikke forventes at se en systematik i resultaterne, men i testen ses altså en ophobning af disse fejl, der resulterer i systematiske afvigelser. Diagnosticeringsfilen fremgår af zip-filen i mappen "Python/Cyclone koordinater/Registrering høj C2C Fuldkommen/Kun C2C".

I plottet for "Sidelænger og tværmål" ses den mindste afvigelse, på bredden af de to endegavle (T46-T43 og T24-T27), og fremgår af tabellen som værende henholdsvis 0.7 og 1.9 mm. Dette er forventeligt da endegavlene kun er 13 meter brede og de to evalueringstargets på en gavl bestemmes ud fra to naboliggende opstillinger. Det forventes altså ikke at der her kan opnås en stor fejl. Derudover indikerer plottet at bygningen er blevet længere samt bredere på midten. Dette kan, på overdrivende vis, visualiseres som på figur 9.4. Den stiplede linje symboliserer det sande bygningsomruds mens den grå figur symboliserer bygningsomridset fra scanningen.



Figur 9.4

Det vides dog ikke om fejlen på tværmålene faktisk skyldes en fejl "væk" fra facaderne, da det i teorien også kan skyldes modsatrettede fejl langs med facaderne. Her kan plottet for "Modullinjer" bekræfte at fejlen går væk fra facaden. Plottet viser at punkterne på de lange facader ikke ligger på linje. Derudover ses en større afvigelse på midten.

Plottet for "Diagonalmål" harmonerer visuelt med plottet for "Sidelænger og tværmål", da det også indikerer at bygningen bliver længere samt bredere på midten. Hvis der for de to plots fokuseres på de to længste afstande, dvs. dem imellem endegavlene, så viser begge plot en ulige afvigelse; det ene diagonalmål er længere end det andet og den ene sidelængde er længere end den anden. Dette indikerer en ikke-konform forvrængning.

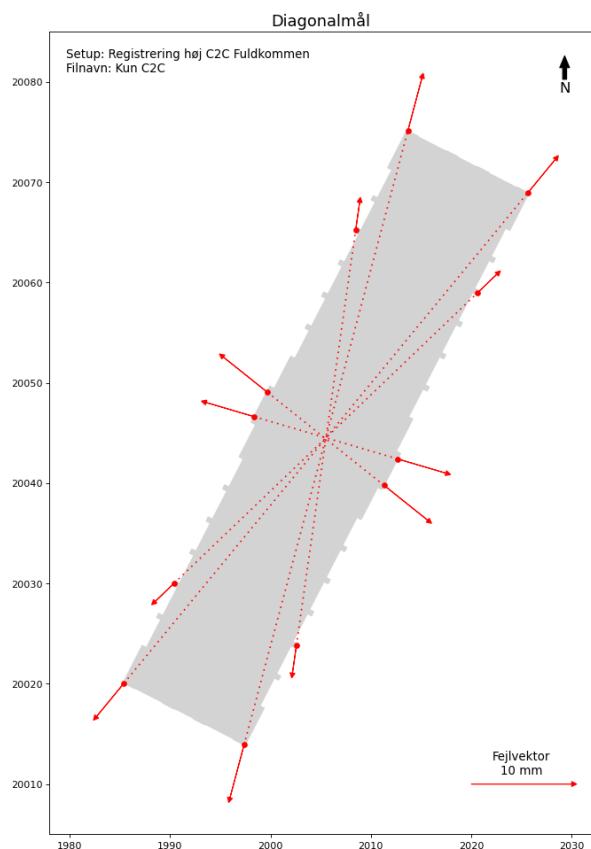
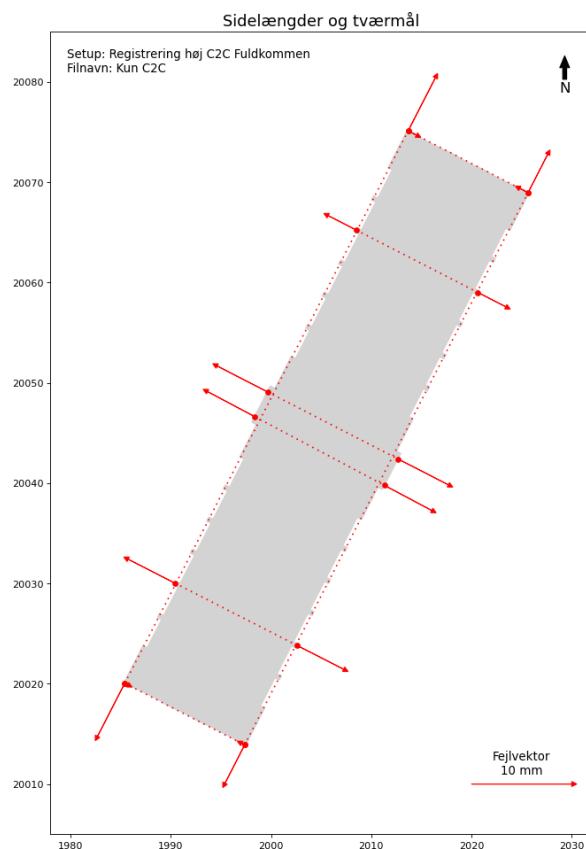
Figur 9.5 illustrerer hvilken forvrængning der kan antages på baggrund af sidelængderne mens figur 9.6 illustrerer hvilken forvrængning der kan antages på baggrund af diagonalmålene. Når de to illustrationer sammenholdes kan det konkluderes at forskellen på afvigelserne må skyldes en rotation af den nordlige gavl.

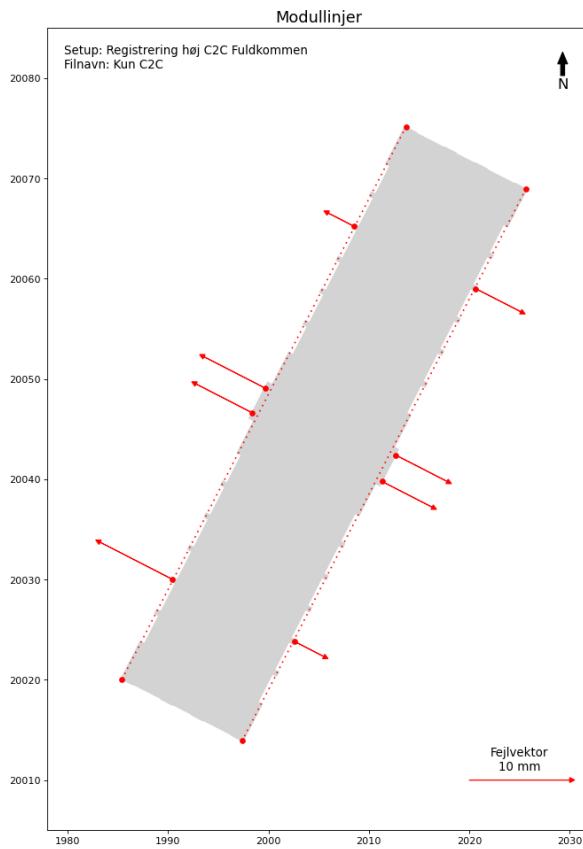


Figur 9.5 Aflædt fra sidelængder



Figur 9.6 Aflædt fra diagonalmål

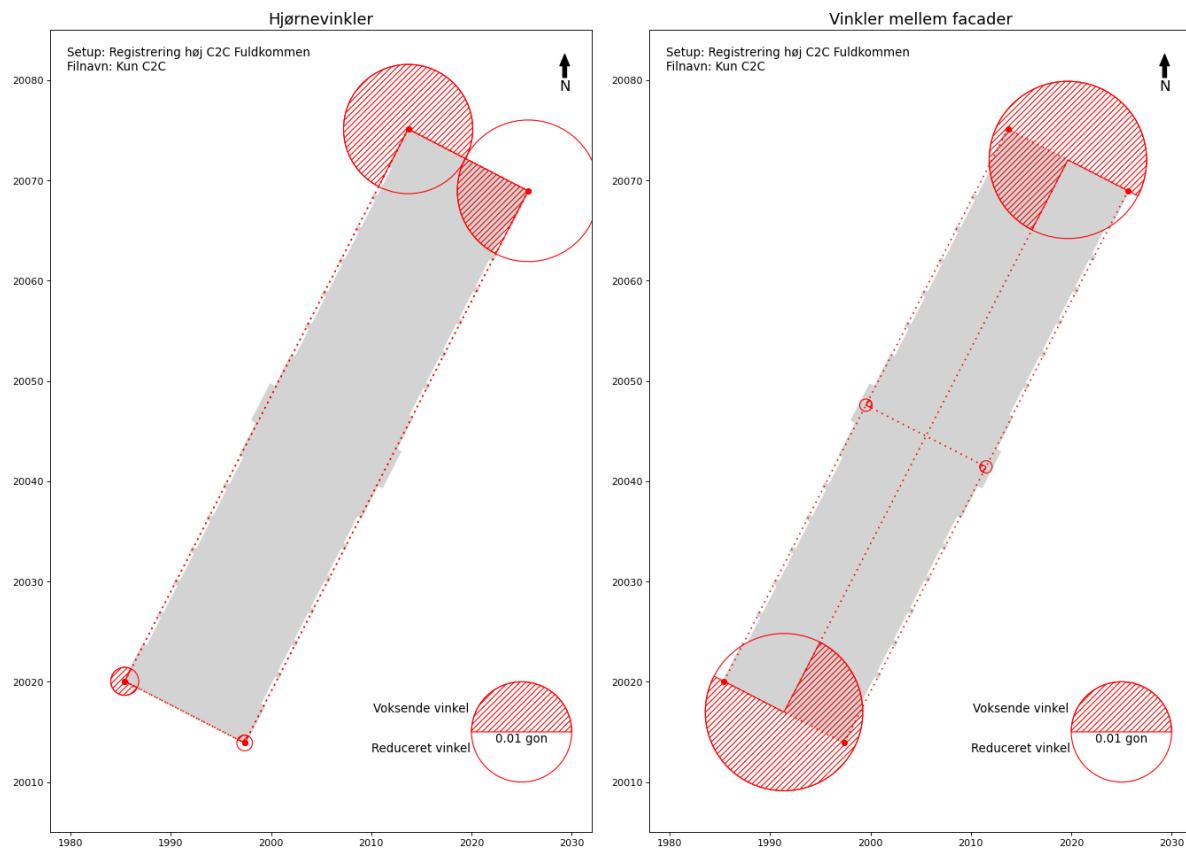




De næste to plot viser sammenligningen af vinkler. Afvigelserne på hjørnevinklerne viser at det nordvestlige hjørne er blevet mere spidst, mens det nordøstlige er blevet mere stumpet.

Afvigelserne på vinkler mellem facaderne viser at en af endegavlene er roteret mere med uret end den anden.

Ud fra de to ovenstående punkter kan det konkluderes at den nordlige endegavl er roteret med uret. Dette stemmer altså overens med hvad der kan udledes fra sidelængde- og diagonalmålene.



T1	T2	Δ_{C2C} [mm]
T46	T24	-11.9
T43	T27	-8.6
T17	T34	-11.3
T15	T36	-10.7
T21	T31	-6.2
T12	T40	-10.5
T24	T27	1.9
T46	T43	0.7

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]
T43	T24	-10.9
T46	T27	-8.6
T12	T31	-5.2
T40	T21	-5.6
T15	T34	-10.0
T36	T17	-11.1

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]
T12	-8.1
T15	-6.3
T17	-6.8
T21	-2.8
T40	-3.3
T36	-5.6
T34	-5.8
T31	-5.0

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]
T46	T43	T24	-0.0028
T43	T27	T46	0.0016
T24	T46	T27	-0.0129
T27	T24	T43	0.0141

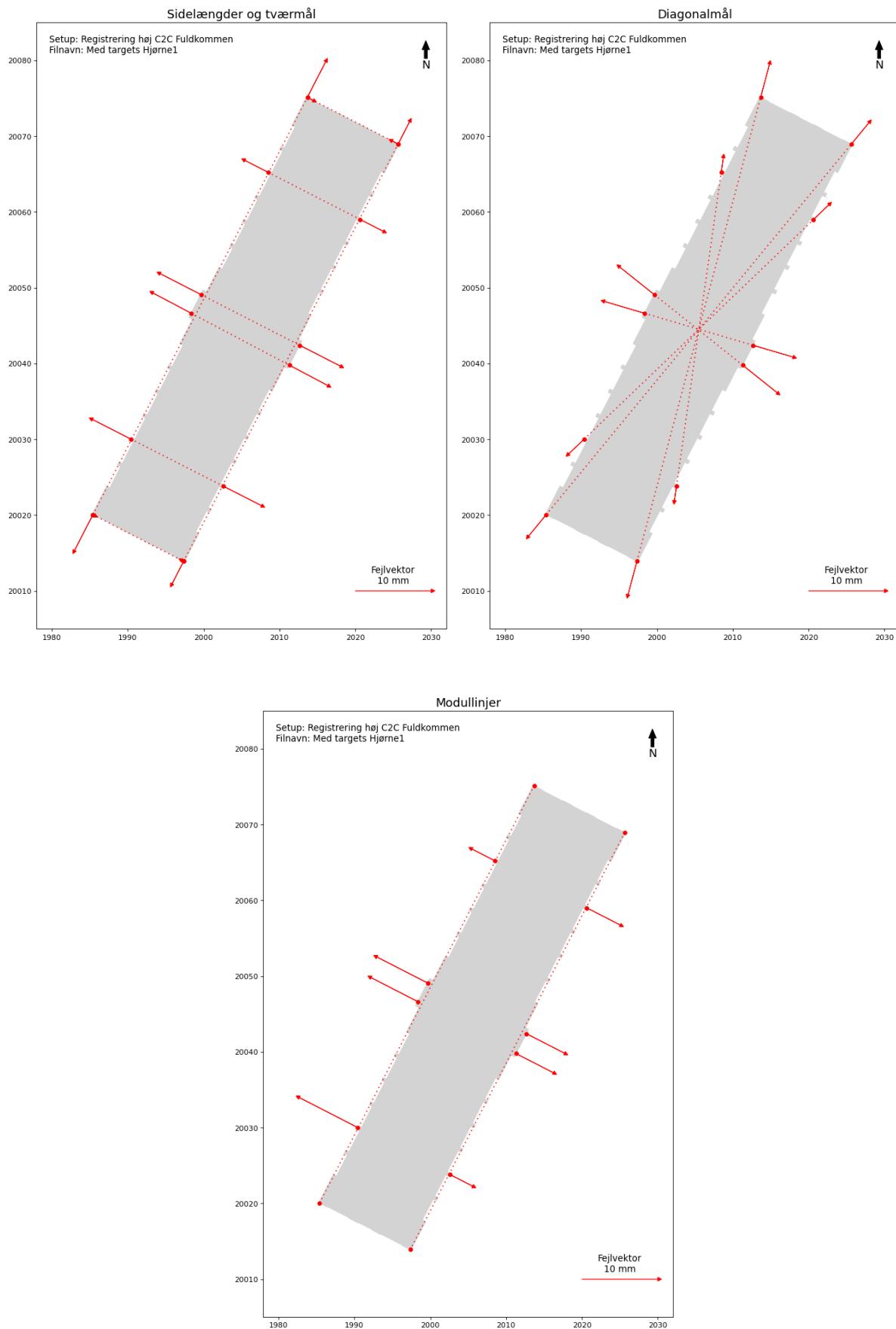
T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012
T43	T46	T27	T24	0.0157

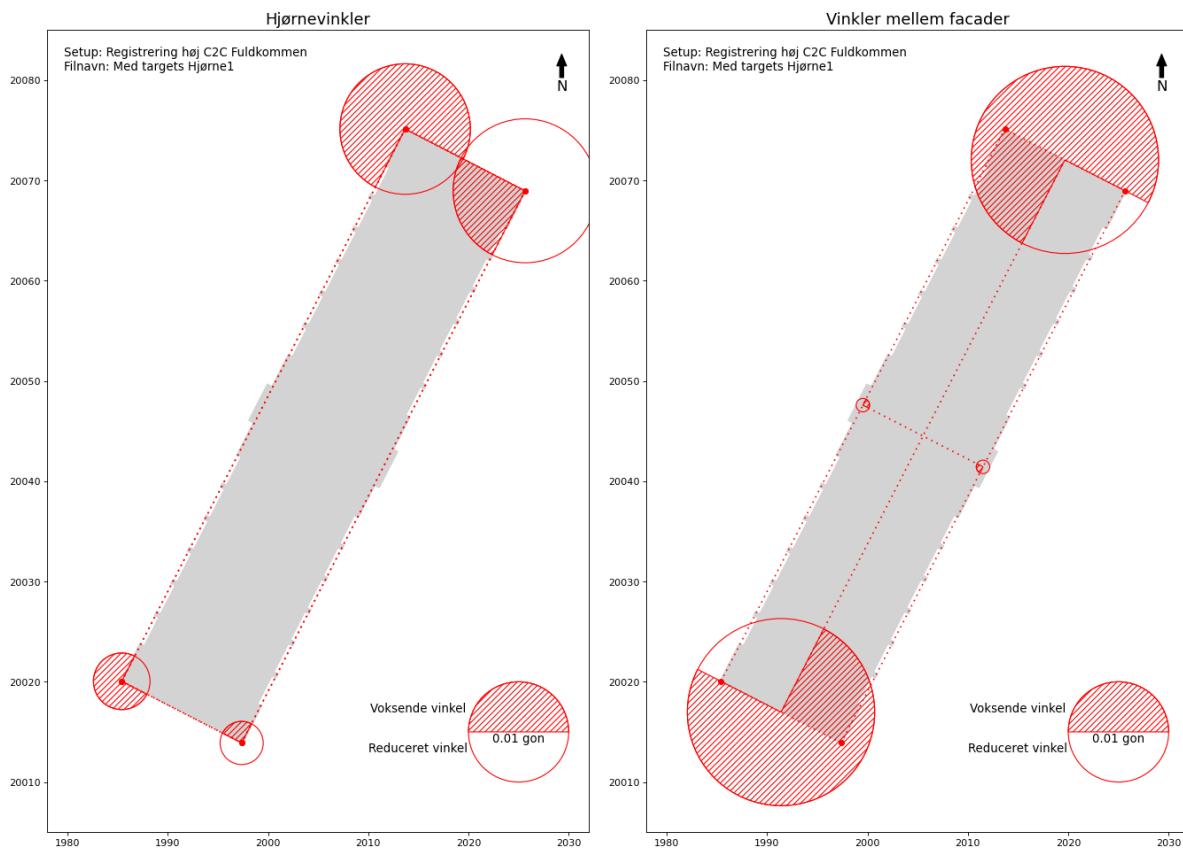
Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

De efterfølgende resultater vil ikke indeholde en længere beskrivelse, kun et kort resumé.

Med targets Hjørne1





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-10.6
T43	T27	-8.6	-6.6
T17	T34	-11.3	-12.1
T15	T36	-10.7	-11.4
T21	T31	-6.2	-6.8
T12	T40	-10.5	-11.3
T24	T27	1.9	1.7
T46	T43	0.7	0.4

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-10.9	-9.1
T46	T27	-8.6	-7.3
T12	T31	-5.2	-5.6
T40	T21	-5.6	-3.8
T15	T34	-10.0	-11.0
T36	T17	-11.1	-11.6

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.1	-8.6
T15	-6.3	-6.9
T17	-6.8	-7.5
T21	-2.8	-3.3
T40	-3.3	-3.4
T36	-5.6	-5.5
T34	-5.8	-5.7
T31	-5.0	-4.9

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0028	-0.0056
T43	T27	T46	0.0016	0.0043
T24	T46	T27	-0.0129	-0.0130
T27	T24	T43	0.0141	0.0144

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012	-0.0013
T43	T46	T27	T24	0.0157	0.0187

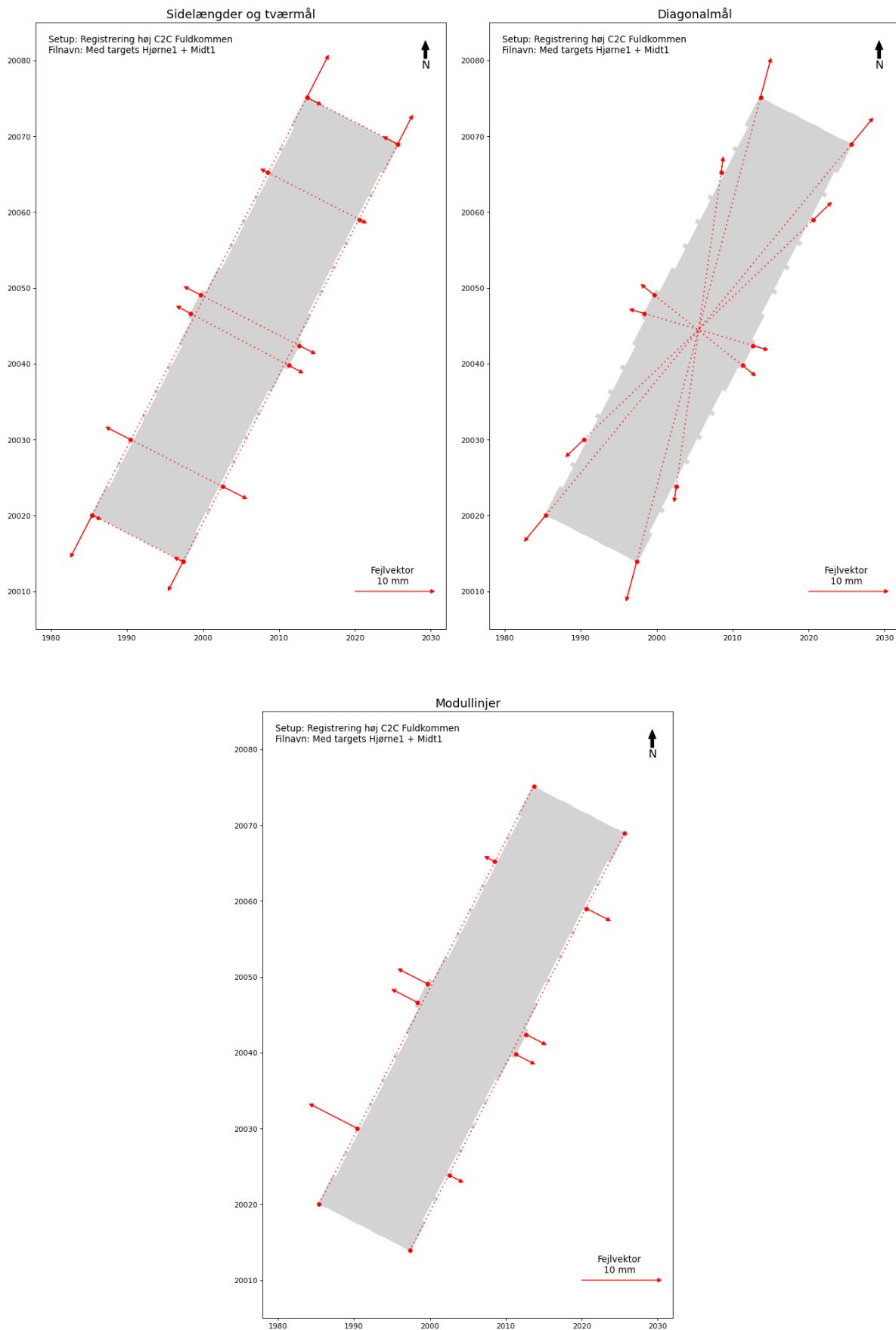
Vinkler mellem facader

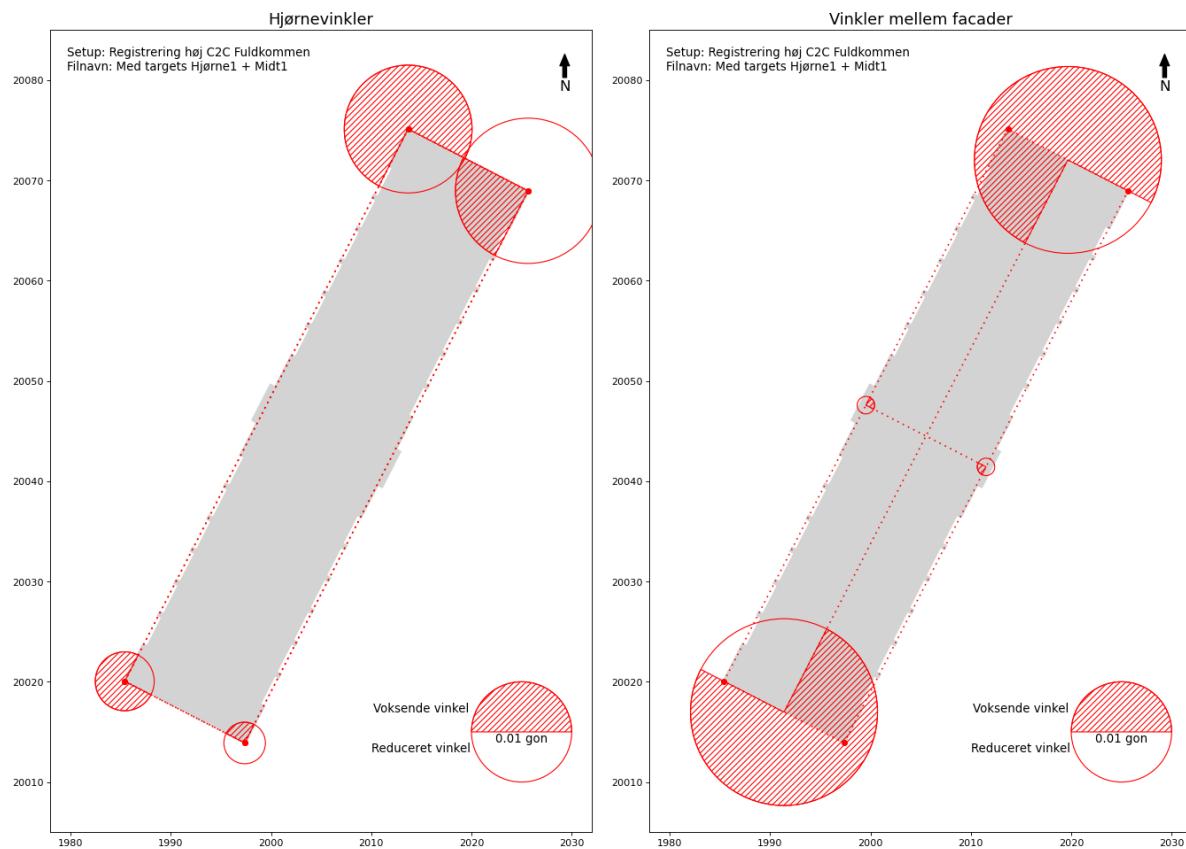
Hjørnevinkler

Resumé

- Tilsvarende resultater som ved ren cloud-to-cloud

Med targets Hjørne1 + Midt1





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-11.5
T43	T27	-8.6	-7.6
T17	T34	-11.3	-3.8
T15	T36	-10.7	-3.2
T21	T31	-6.2	-1.0
T12	T40	-10.5	-6.2
T24	T27	1.9	3.3
T46	T43	0.7	1.6

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-10.9	-9.7
T46	T27	-8.6	-7.9
T12	T31	-5.2	-5.6
T40	T21	-5.6	-3.1
T15	T34	-10.0	-3.1
T36	T17	-11.1	-3.4

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.1	-6.6
T15	-6.3	-3.3
T17	-6.8	-3.8
T21	-2.8	-0.9
T40	-3.3	-1.5
T36	-5.6	-2.3
T34	-5.8	-2.5
T31	-5.0	-3.0

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0028	-0.0059
T43	T27	T46	0.0016	0.0041
T24	T46	T27	-0.0129	-0.0127
T27	T24	T43	0.0141	0.0145

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012	-0.0017
T43	T46	T27	T24	0.0157	0.0186

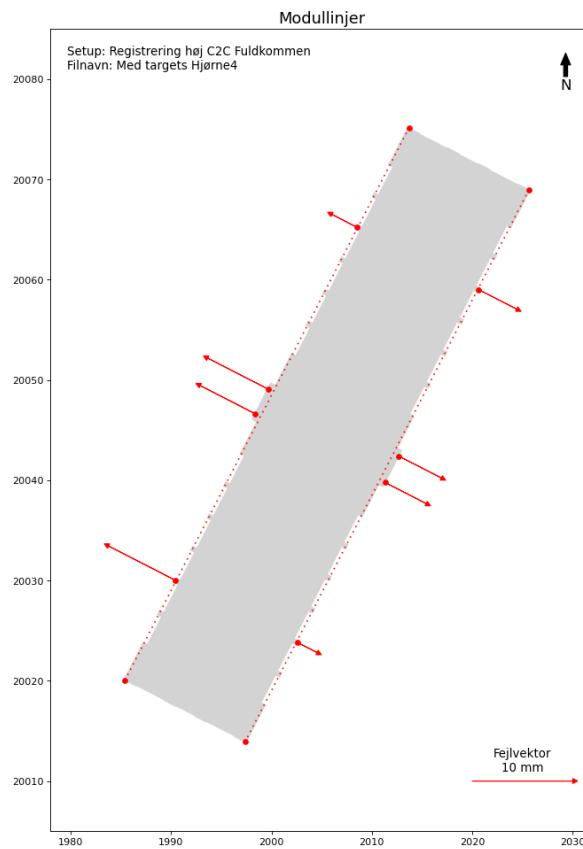
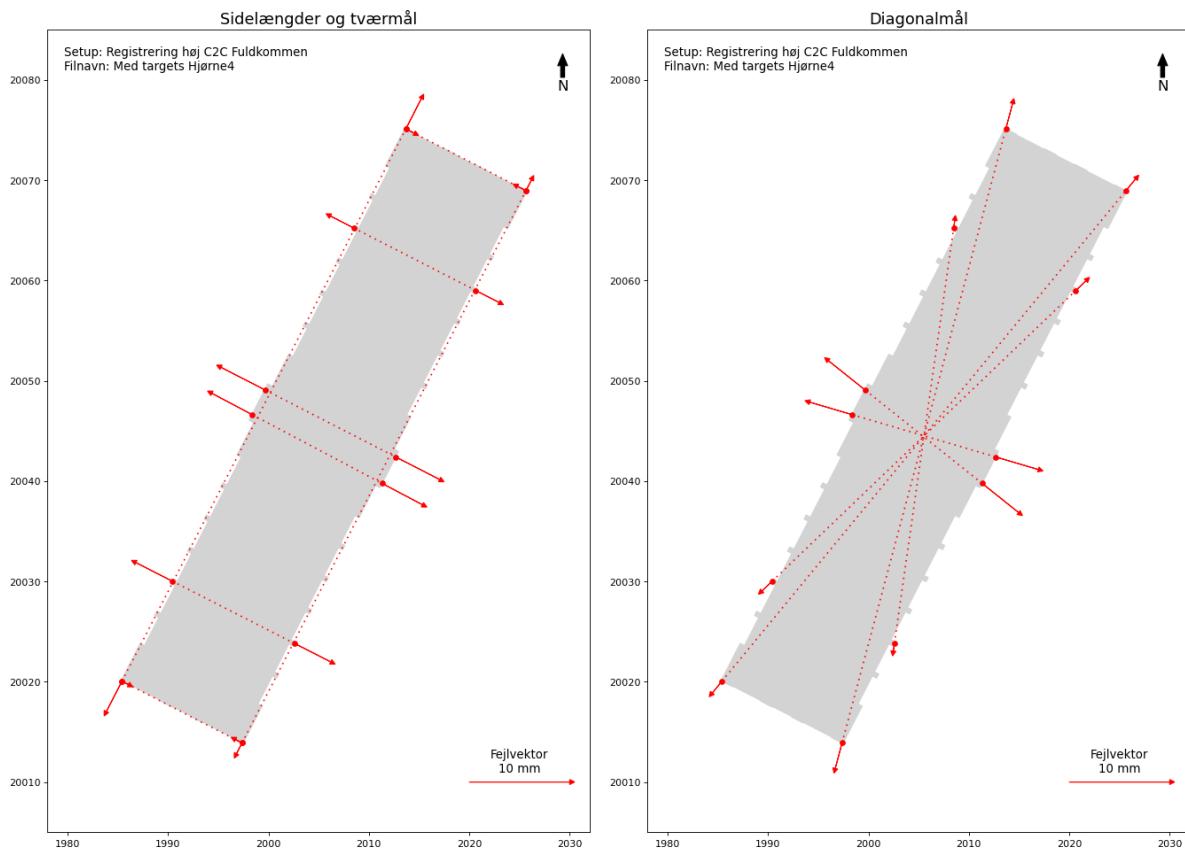
Vinkler mellem facader

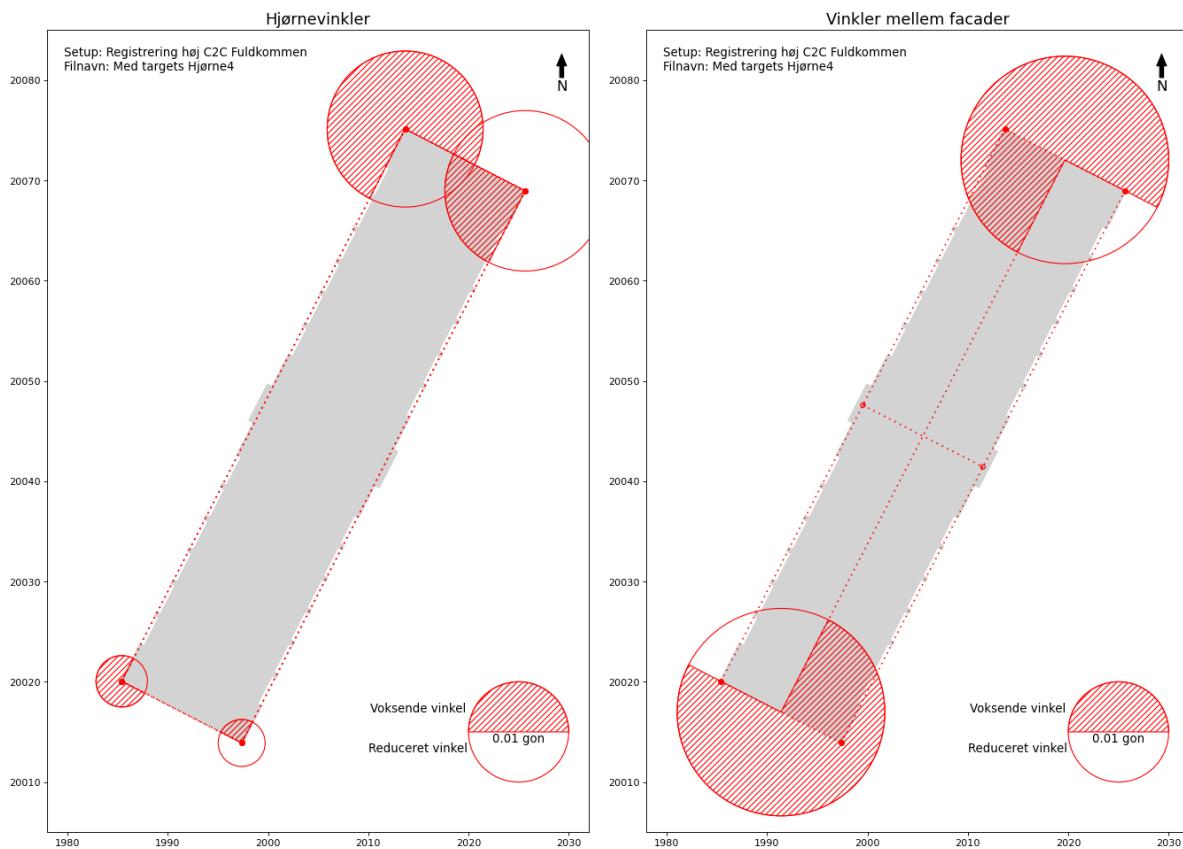
Hjørnevinkler

Resumé

- Tilsvarende resultater som ved ren cloud-to-cloud i forhold til vinkler samt diagonalmål og sidelængder mellem endegavlene.
- Mindre afvigelse på tværmål mellem de lange facader, samt mindre afvigelse ift. modullinjer. Ved at inddrage et target på midten af facaderne bliver den "trukket" på plads.

Med targets Hjørne4





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-6.8
T43	T27	-8.6	-2.4
T17	T34	-11.3	-9.8
T15	T36	-10.7	-9.1
T21	T31	-6.2	-5.2
T12	T40	-10.5	-8.1
T24	T27	1.9	1.9
T46	T43	0.7	1.4

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-10.9	-5.3
T46	T27	-8.6	-3.0
T12	T31	-5.2	-2.8
T40	T21	-5.6	-1.5
T15	T34	-10.0	-8.8
T36	T17	-11.1	-9.3

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.1	-7.5
T15	-6.3	-6.2
T17	-6.8	-6.7
T21	-2.8	-2.8
T40	-3.3	-2.2
T36	-5.6	-4.6
T34	-5.8	-4.8
T31	-5.0	-4.2

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0028	-0.0051
T43	T27	T46	0.0016	0.0047
T24	T46	T27	-0.0129	-0.0156
T27	T24	T43	0.0141	0.0160

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012	-0.0004
T43	T46	T27	T24	0.0157	0.0207

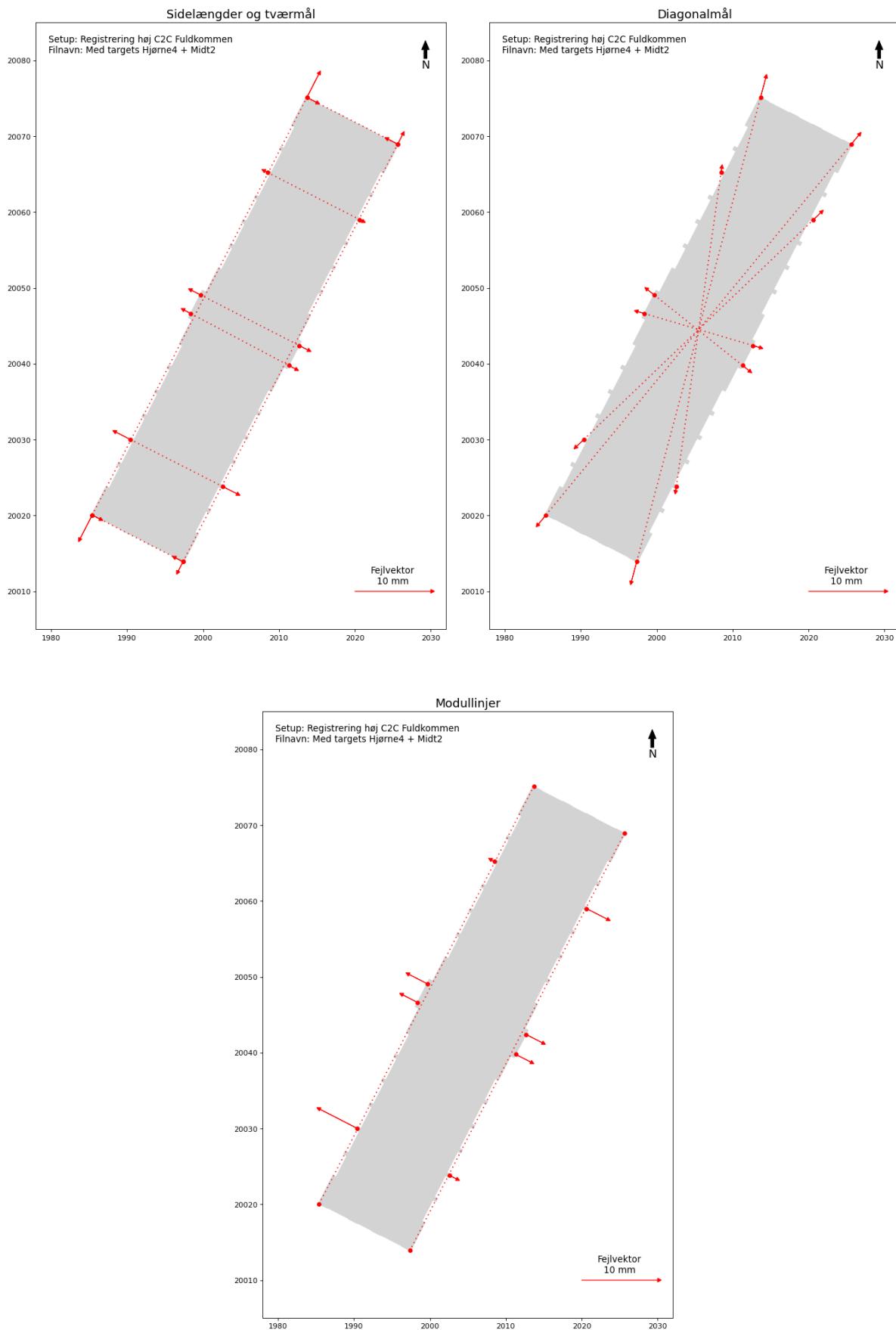
Vinkler mellem facader

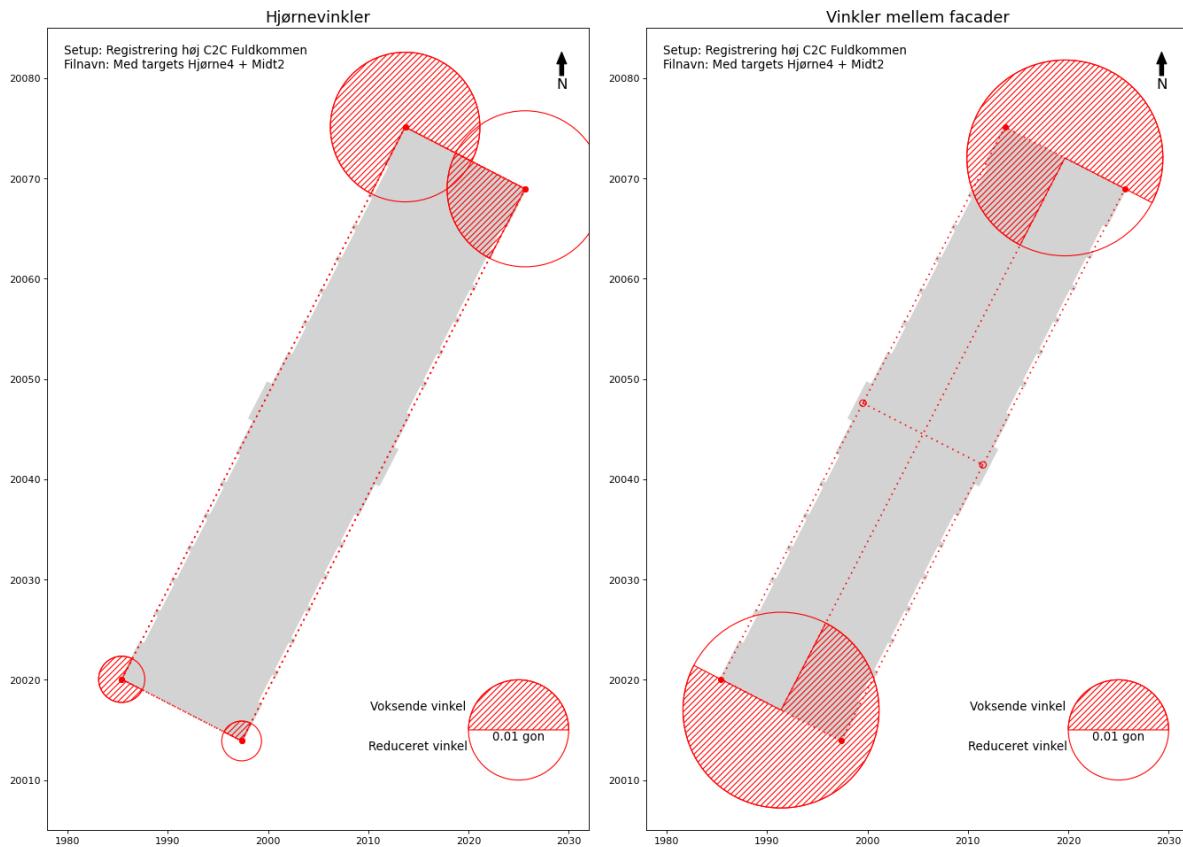
Hjørnevinkler

Resumé

- Skala forbedres overordnet, især på bygningens længde.
- Afvigelserne på vinklerne bliver større. Dette kan bekræftes af forskellen mellem afvigelser på sidelængderne. I tabellen for sidelængder er disse afvigelser markeret med fed skrift. Ved cloud-to-cloud afviger den ene facade 3.3 mm mere end den anden (11.9 - 8.6 mm), mens tallet for nærværende test er 4.4 mm (6.8 - 2.4 mm).
 - Dette giver en forskel på 1.1 mm. Targets på endegavlene er placeret 13 meter fra hinanden, og på denne afstand svarer 1.1 mm til 0.005 gon.
 - Når afvigelserne på vinklen mellem endegavlene sammenlignes giver dette også 0.005 gon (0.0157 - 0.0207 gon). På den måde bekræfter afstands og vinkelmål hinanden.

Med targets Hjørne4 + Midt2





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-6.9
T43	T27	-8.6	-2.8
T17	T34	-11.3	-2.5
T15	T36	-10.7	-1.9
T21	T31	-6.2	-0.7
T12	T40	-10.5	-4.2
T24	T27	1.9	2.8
T46	T43	0.7	2.2

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-10.9	-5.3
T46	T27	-8.6	-3.1
T12	T31	-5.2	-2.6
T40	T21	-5.6	-1.1
T15	T34	-10.0	-1.8
T36	T17	-11.1	-2.1

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.1	-5.5
T15	-6.3	-2.2
T17	-6.8	-2.7
T21	-2.8	-0.4
T40	-3.3	-1.0
T36	-5.6	-2.2
T34	-5.8	-2.4
T31	-5.0	-3.0

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0028	-0.0046
T43	T27	T46	0.0016	0.0040
T24	T46	T27	-0.0129	-0.0149
T27	T24	T43	0.0141	0.0156

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012	-0.0006
T43	T46	T27	T24	0.0157	0.0195

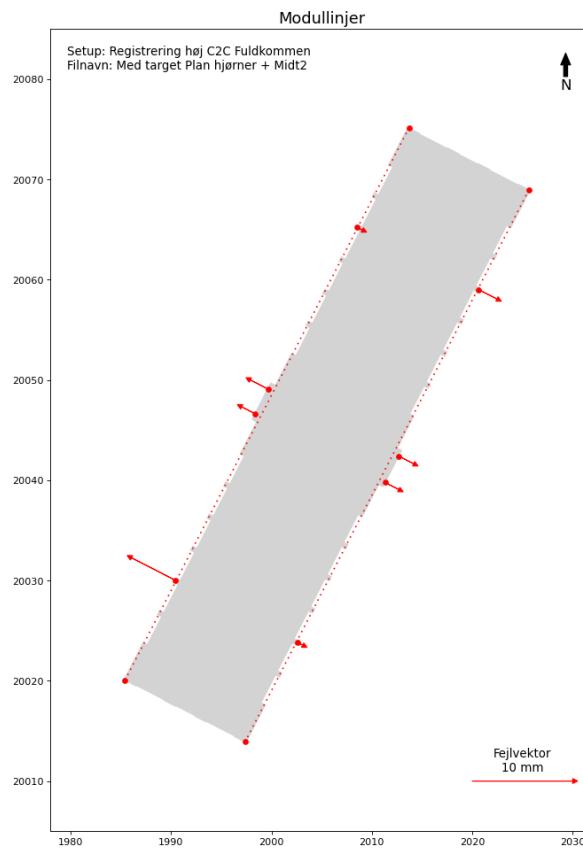
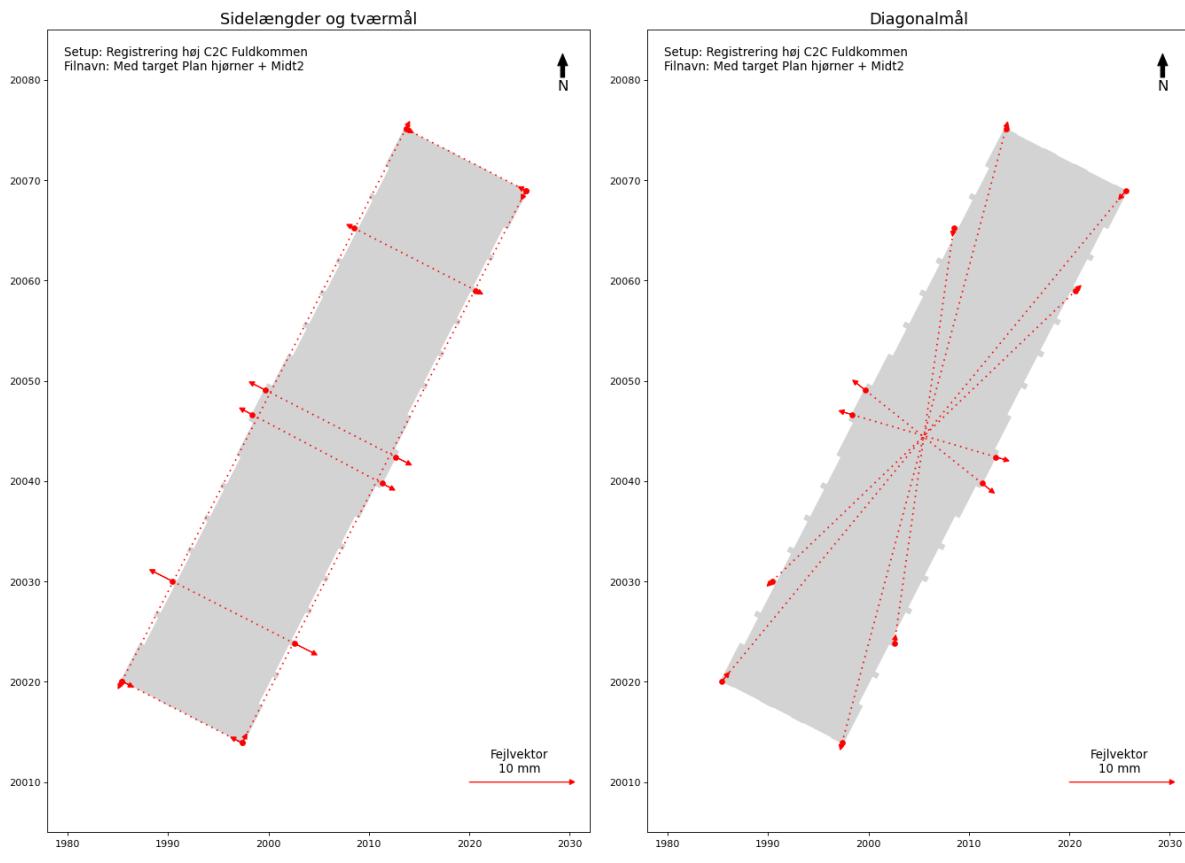
Vinkler mellem facader

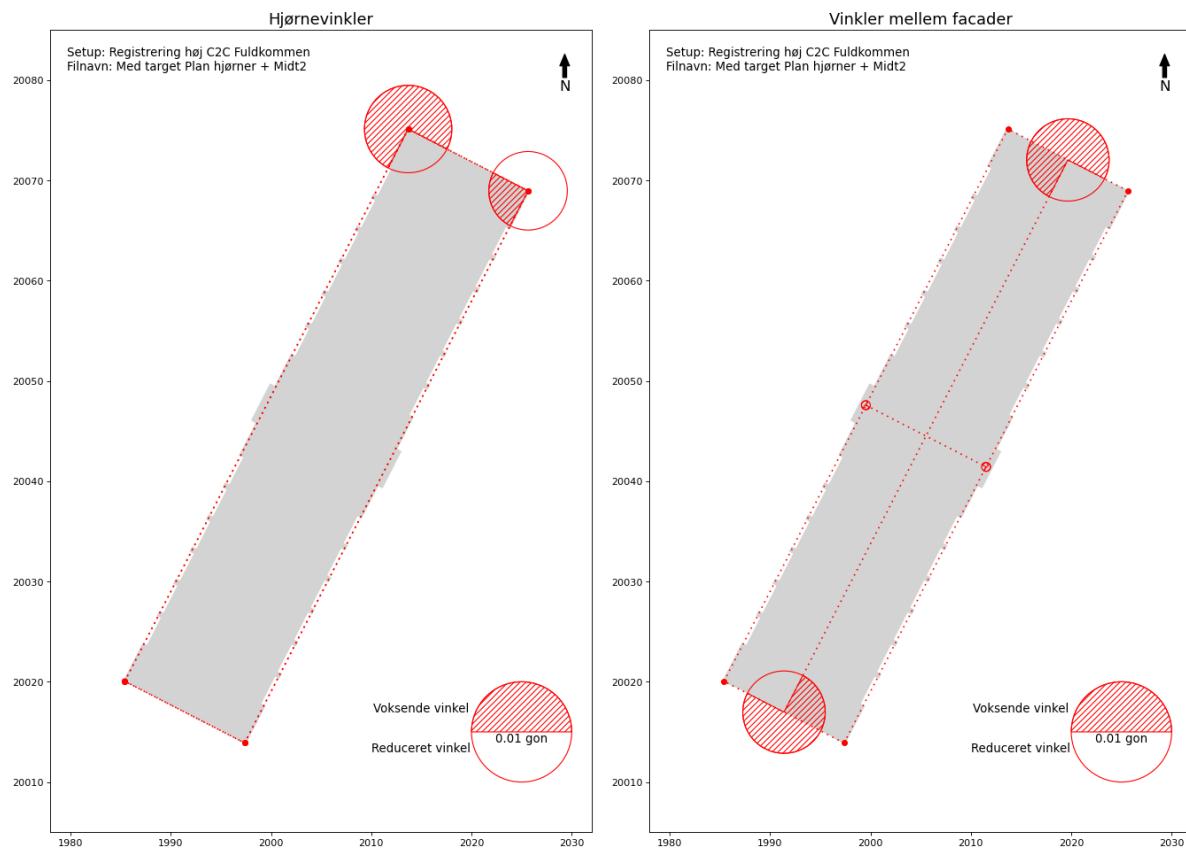
Hjørnevinkler

Resumé

- Giver tilsvarende resultater som ved "Hjørne4" på nær ved afvigelsen mellem de lange facader, samt afvigelsen ift. modullinjer, der reduceres. Ved at inddrage targets på midten af facaderne bliver den "trukket" på plads.

Med target Plan hjørner + Midt2





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-0.7
T43	T27	-8.6	1.1
T17	T34	-11.3	-2.5
T15	T36	-10.7	-1.9
T21	T31	-6.2	-0.6
T12	T40	-10.5	-4.1
T24	T27	1.9	0.7
T46	T43	0.7	1.6

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-10.9	-0.4
T46	T27	-8.6	1.3
T12	T31	-5.2	-0.4
T40	T21	-5.6	0.7
T15	T34	-10.0	-1.8
T36	T17	-11.1	-2.1

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.1	-4.9
T15	-6.3	-1.5
T17	-6.8	-2.0
T21	-2.8	0.6
T40	-3.3	-0.6
T36	-5.6	-1.5
T34	-5.8	-1.7
T31	-5.0	-2.0

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0028	0.0005
T43	T27	T46	0.0016	0.0004
T24	T46	T27	-0.0129	-0.0087
T27	T24	T43	0.0141	0.0078

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012	0.0009
T43	T46	T27	T24	0.0157	0.0082

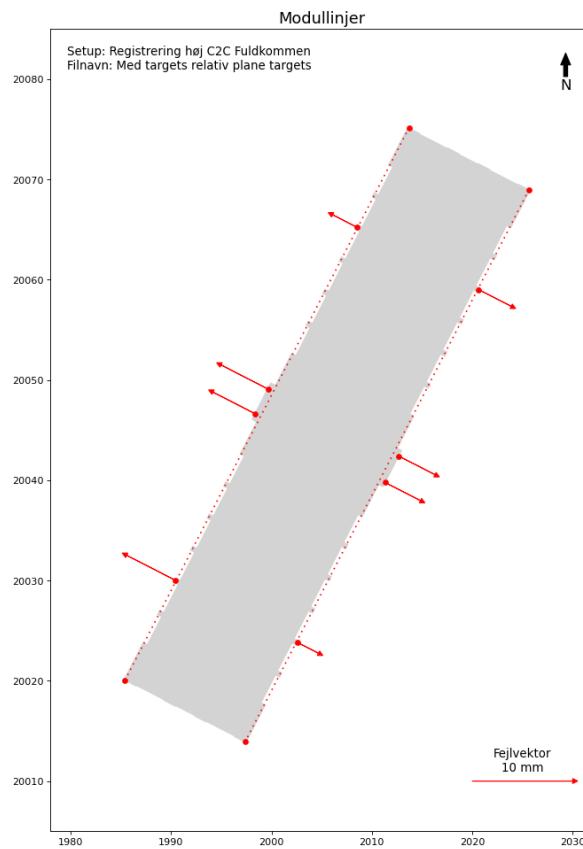
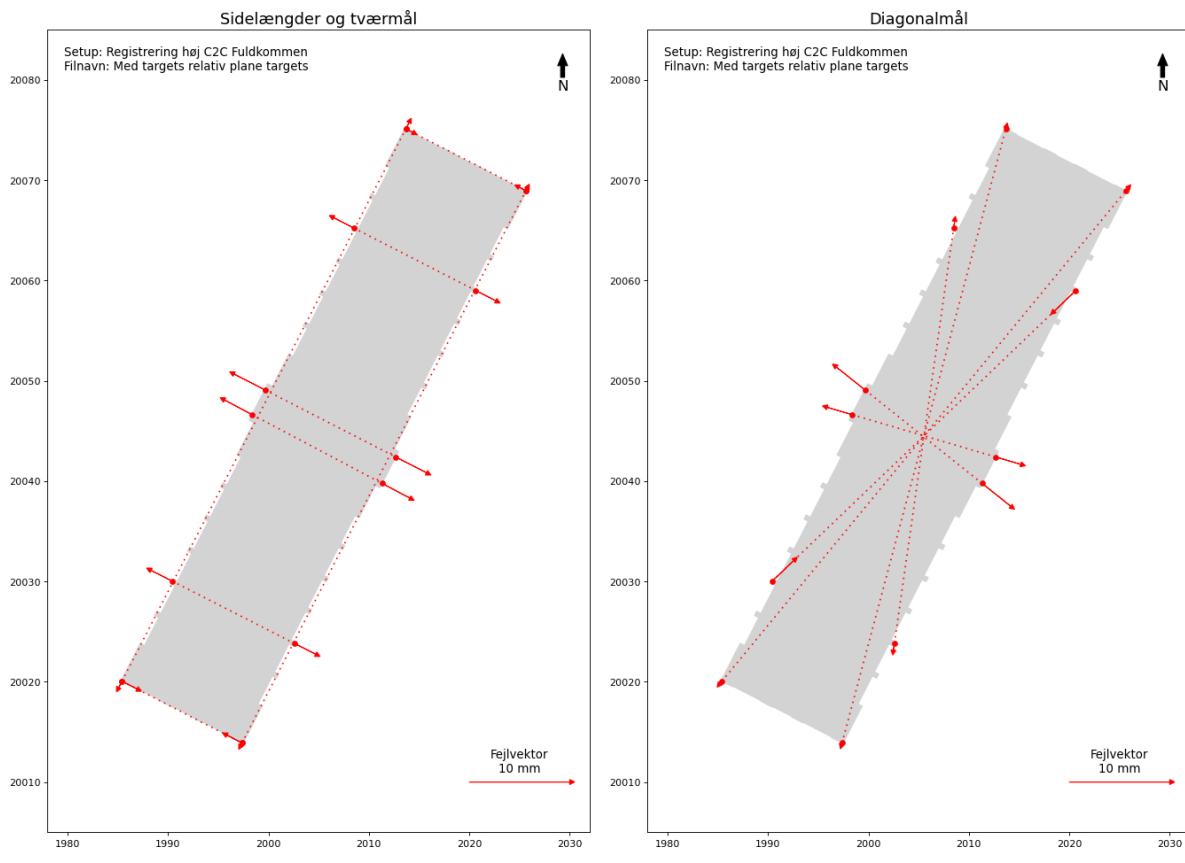
Vinkler mellem facader

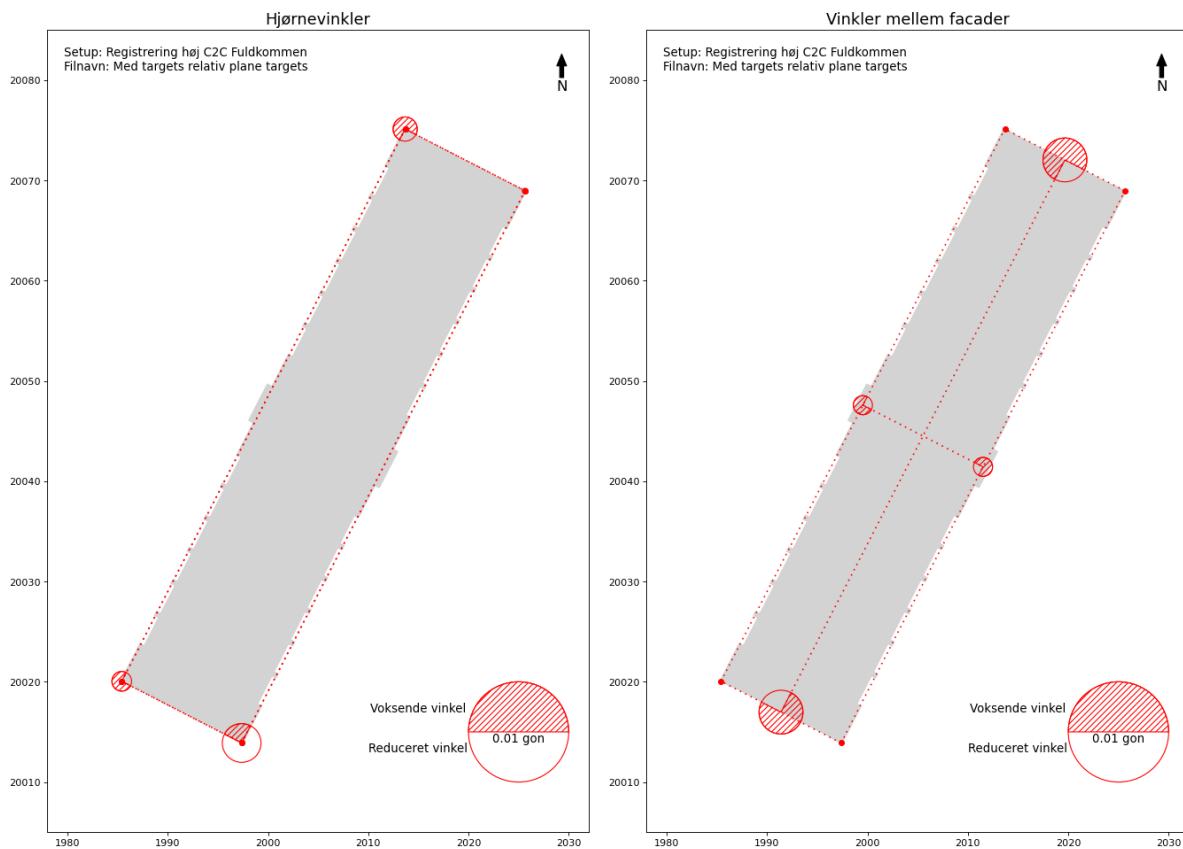
Hjørnevinkler

Resumé

- Reducerer alle afvigelser betragteligt.

Med targets relativ plane targets





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-1.4
T43	T27	-8.6	-0.5
T17	T34	-11.3	-6.9
T15	T36	-10.7	-6.2
T21	T31	-6.2	-4.5
T12	T40	-10.5	-4.7
T24	T27	1.9	1.5
T46	T43	0.7	3.4

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-10.9	-0.2
T46	T27	-8.6	-0.5
T12	T31	-5.2	5.9
T40	T21	-5.6	-1.3
T15	T34	-10.0	-5.2
T36	T17	-11.1	-7.3

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.1	-5.4
T15	-6.3	-4.7
T17	-6.8	-5.2
T21	-2.8	-2.7
T40	-3.3	-2.4
T36	-5.6	-4.0
T34	-5.8	-4.1
T31	-5.0	-3.6

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0028	-0.0020
T43	T27	T46	0.0016	0.0039
T24	T46	T27	-0.0129	-0.0024
T27	T24	T43	0.0141	0.0005

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0012	0.0019
T43	T46	T27	T24	0.0157	0.0044

Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

Resumé

- Denne test inddrager ikke koordinater på targets i registreringen.
- Der ses en forbedring i både skala og konformitet.
 - Overraskende, ses her den største reduktion i afvigelserne mellem endegavlene
- I forhold til konformitet opnås her den største forbedring blandt alle tests.

9.4 Opsamling

For at kunne sammenligne på tværs af resultater er alle afvigelser for “Registrering høj C2C Fuldkommen” samlet i én tabel, se figur 9.7.

Hver række er farvelagt ud fra farveskalaen som illustreret nedenfor:



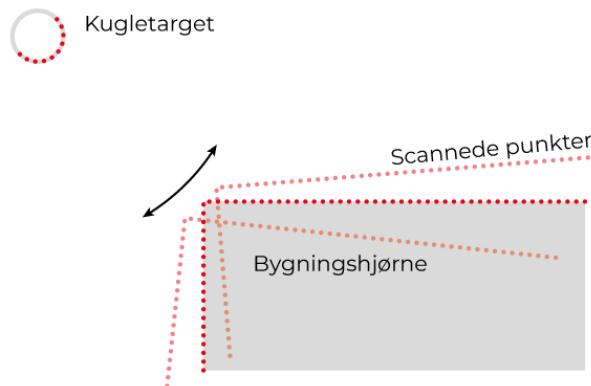
Det vil sige at den laveste værdi i en række er farvet grøn, den midterste værdi gul og den højeste værdi rød. Dermed defineres farveskalaen altså relativt i forhold til hver række i tabellen. Bemærk at for at foretage denne farvelægning, er alle værdier konverteret til numeriske værdier, for udelukkende at tage hensyn til størrelsen på afvigelsen og ikke hvorvidt den er positiv eller negativ.

				Kun C2C	Med Targets Hjørne1 + Midt1	Med targets Hjørne4	Med targets Hjørne4 + Midt2	Med targets Plan hjørner + Midt2	Med targets relativ plane targets
Sidelængder og tværmål		T1	T2						
T46	T24	11,9	10,6	11,5	6,8	6,9	0,7	1,4	
T43	T27	8,6	6,6	7,6	2,4	2,8	1,1	0,5	
T17	T34	11,3	12,1	3,8	9,8	2,5	2,5	6,9	
T15	T36	10,7	11,4	3,2	9,1	1,9	1,9	6,2	
T21	T31	6,2	6,8	1	5,2	0,7	0,6	4,5	
T12	T40	10,5	11,3	6,2	8,1	4,2	4,1	4,7	
T24	T27	1,9	1,7	3,3	1,9	2,8	0,7	1,5	
T46	T43	0,7	0,4	1,6	1,4	2,2	1,6	3,4	
Diagonalmål		T1	T2						
T43	T24	10,9	9,1	9,7	5,3	5,3	0,4	0,2	
T46	T27	8,6	7,3	7,9	3	3,1	1,3	0,5	
T12	T31	5,2	5,6	5,6	2,8	2,6	0,4	5,9	
T40	T21	5,6	3,8	3,1	1,5	1,1	0,7	1,3	
T15	T34	10	11	3,1	8,8	1,8	1,8	5,2	
T36	T17	11,1	11,6	3,4	9,3	2,1	2,1	7,3	
Modullinjer		T1							
T12		8,1	8,6	6,6	7,5	5,5	4,9	5,4	
T15		6,3	6,9	3,3	6,2	2,2	1,5	4,7	
T17		6,8	7,5	3,8	6,7	2,7	2	5,2	
T21		2,8	3,3	0,9	2,8	0,4	0,6	2,7	
T40		3,3	3,4	1,5	2,2	1	0,6	2,4	
T36		5,6	5,5	2,3	4,6	2,2	1,5	4	
T34		5,8	5,7	2,5	4,8	2,4	1,7	4,1	
T31		5	4,9	3	4,2	3	2	3,6	
Hjørnevinkler		Hjørne	T2	T3					
T46	T43	T24	0,0028	0,0056	0,0059	0,0051	0,0046	0,0005	0,002
T43	T27	T46	0,0016	0,0043	0,0041	0,0047	0,004	0,0004	0,0039
T24	T46	T27	0,0129	0,013	0,0127	0,0156	0,0149	0,0087	0,0024
T27	T24	T43	0,0141	0,0144	0,0145	0,016	0,0156	0,0078	0,0005
Vinkler mellem facader		T1	T2	T3	T4				
T46	T24	T43	T27	0,0012	0,0013	0,0017	0,0004	0,0006	0,0009
T43	T46	T27	T24	0,0157	0,0187	0,0186	0,0207	0,0195	0,0082
									0,0044

Figur 9.7 “Registrering høj C2C Fuldkommen” sammenfatning

Med Targets Hjørne1

Et enkelt kugletarget ud for hver hjørne af bygningen har ingen effekt, og “Med Targets Hjørne1” er dermed den dårligste af target-konstellationerne, hvilket fremgår af den overvejende røde kolonnefarve. Årsagen vurderes til at punktskyerne fra hjørneopstillingerne stadig kan rotere om de pågældende targets. Da targets ligger væk fra bygningen vil en lille rotation om et target kunne have stor indflydelse på selve bygningen. Dette er illustreret på figur 9.8.



Figur 9.8 Rotation om kugletarget placeret ud fra bygningshjørne

Med Targets Hjørne1 + Midt1

Denne konstellation er tilsvarende forrige, men ved at inddrage targets på midten af de lange facader bliver afvigelser på tværmål og afstande fra modullinjer reduceret.

Med targets Hjørne4

Konstellationen der fastholder hjørneopstillingerne til fire targets (3 kugletarget og 1 plant target) giver en forbedring i skala, men ikke i konformitet. Dog er forringelsen i konformitet svarende til en afvigelse på 1.1 mm eller 0.005 gon, hvilket kan skyldes tilfældige fejl.

Med targets Hjørne4 + Midt2

Denne konstellation er tilsvarende forrige, men ved at inddrage targets på midten af de lange facader bliver afvigelser på tværmål og afstande fra modullinjer reduceret.

Denne konstellation vurderes at give de næstbedste resultater.

Med targets Plan hjørner + Midt2

Det fremgår at konstellationen “Med targets Plan hjørner + Midt2” giver de bedste resultater da den tilhørende kolonne er overvejende grøn i tabellen.

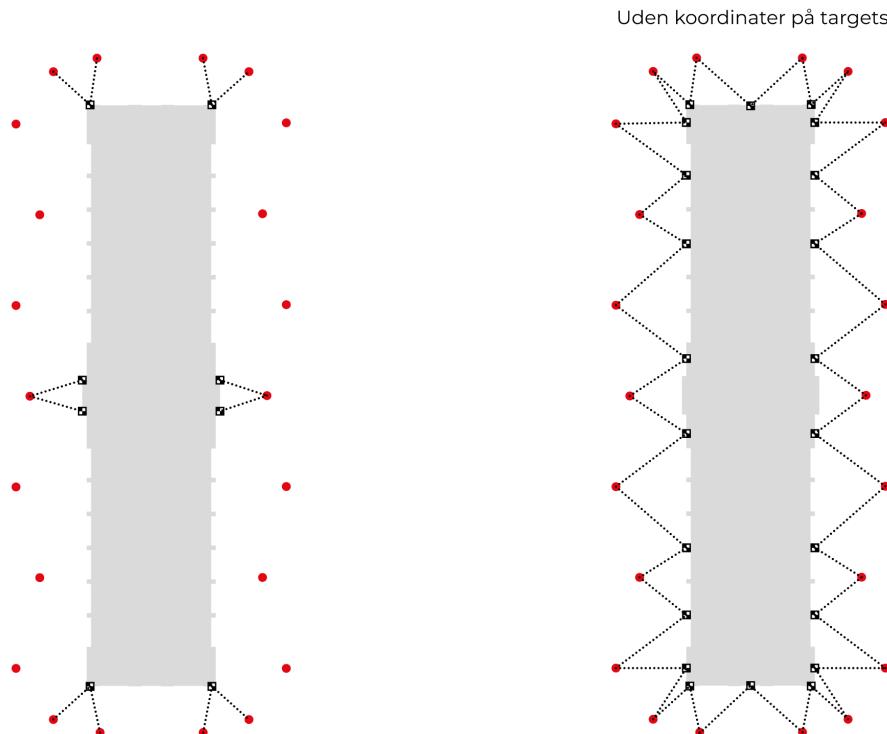
Med targets relativ plane targets

Denne konstellation har givet overraskende resultater, da den uden at inddrage koordinater på targets stadig har resulteret i en betydelig forbedring af resultatet.

9.5 Konklusion

På baggrund af tabellen på figur 9.7 kan det konkluderes at konstellationen "Med targets Plan hjørner + Midt2" giver de bedste resultater. Konstellationen fremgår af figur 9.9 og inddrager otte targets der har fået tildelt koordinater fra netmålingen. En bemærkning der skal knyttes til disse resultater, er at de pågældende targets er placeret ved siden af evalueringsttargets. Dermed kan det forventes at de har stor indflydelse på evalueringen. Der bliver dog også evaluert på baggrund af evalueringsttargets der ikke er placeret i umiddelbar nærhed af targets fra konstellationen, herunder target T21, T31, T12 og T40. Disse targets oplever ligeledes en betydelig reduktion i afvigelse. I forhold til scanning af den pågældende bygning, og i relation til den forvrængning der blev konstateret i cloud-to-cloud registreringen, vurderes denne konstellation af targets at være fornuftig.

Konstellationen "Med targets relativ plane targets" fremgår af figur 9.10, og benytter kun relative koordinater på targets. På trods af dette resulterer den stadig i en reduktion af fejlophobningen. Konstellationen vurderes at være den billigste og mest ressourceeffektive, da alle targets er papirtargets som ikke indmåles med totalstation. Dermed er de hurtige at sætte op, omend det kræver lidt længere tid at udpege targets i Cyclone, da det er den konstellation der inddrager flest targets. På baggrund af target testen vurderes det at bestemmelser af centrum, for de pågældende targets i konstellationen, kan gøres med en spredning på ± 1 mm eller derunder. I hvert link imellem to opstillinger inddrages der altså en observation med denne præcision, og det er nok til at reducere fejlophobningen. Det er dog usikkert hvorvidt dette også vil gøre sig gældende ved opmåling af større områder, da denne tilgang stadig baseres på en relativ registrering, der vil kunne opleve fejlophobning over større afstande. Hertil kan det også påpeges at uden fastholdelsen til absolutte koordinater, kan der ikke skabes nogen sikkerhed for at en potentiel fejlophobning reduceres.



Figur 9.9

Figur 9.10

Ud fra test-resultaterne er der ikke umiddelbart nogen fordel i at benytte kugletargets, hvilket kan tale for at benytte plane target, da disse er billigere. Dog vurderes det i opmålingssituationen at kugletargets

har en betydelig fordel, da de kan indmåles fra alle sider - både med laserscanner og med totalstation. Dette gør det nemmere at planlægge og udføre en opmåling med disse targets. For laserscannere med en længere rækkevidde end BLK360 vil dette især være en fordel.

Ulempen ved plane targets placeret på bygningsfacader er at indmåling med totalstation kan være besværligt. Totalstationen skal placeres i en vinkel så targets er synlige. I projektet er der her benyttet en opmålingsmetode hvor der først centreres i target centrum med totalstationens stregkors, og herefter placeres et miniprisme til brug for afstandsmålingen. Denne metode kræver to personer, hvorimod indmålingen af kugletargets kan foretages udelukkende med prisme, og dermed kun kræver én person.

Konklusion

10

Dette projekt har taget udgangspunkt i problemformuleringen: "Hvordan kan targets benyttes til at styrke cloud-to-cloud registrering?".

Med udgangspunkt i denne formulering er det i foranalysen valgt at skabe et teoretisk grundlag for registrering af punktskyer, samt targets til brug med laserscanning. Her blev der yderligere foretaget en test af to forskellige typer targets: plane targets og kugletargets.

Ud fra de variable der indgik i testen blev det konkluderet at der med en Leica BLK360 scanner ikke bør benyttes targets længere væk fra scanneren end 10-20 meter, afhængig af target typen og indfaldsvinklen på plane targets. Her blev kugletargets vurderet til at give den bedste præcision, og det blev i den forbindelse også konkluderet at diameteren på kugletargets bør indgå i bestemmelsen af target centrum. Herudover blev det konkluderet at præcisionen af plane targets falder i takt med at indfaldsvinklen stiger, og ved indfaldsvinkler på henholdsvis 30° , 45° og 60° opstår der problemer med at genkende targets ved henholdsvis 20 meter for 30° , 15 meter for 45° og 10 meter for 60° . Denne viden kunne efterfølgende bruges i forbindelse med planlægningen af en test i hovedanalysen.

I hovedanalysen blev der planlagt og udført en praktisk test, for at samle empiri til at besvarelsen af problemformuleringen. Testen indebærer scanning af et enkelt projektområde: Rendsburggade 6 i Aalborg. I henhold til problemformuleringen (kapitel 2) blev der her beskrevet at: "*Målet er, så vidt muligt, at nå frem til et resultat der tillader generalisering, for at kunne komme med nogle generelle anbefalinger for registrering med targets.*"

I denne sammenhæng skal det pointeres at med kun ét projektområde, og ét datagrundlag, er det begrænset hvorvidt der kan generaliseres. De følgende resultater og konklusioner skal dermed tages med forbehold for dette.

Testens udgangspunkt var scanning med en Leica BLK360 scanner og efterfølgende databearbejdning i Leica Cyclone Register. Det blev her valgt at undersøge hvilken indflydelse to forskellige variable har på resultatet af registreringen. Den ene variabel omhandler overlappet mellem punktskyer, da dette blev vurderet at være en betydende variabel for cloud-to-cloud registrering. Variablen blev ændret ved at generere to forskellige datasæt, hvoraf det ene datasæt har længere afstand mellem scanningsopstillinger end det andet. Den anden variabel omhandler forskellige target konstellationer, og indebærer fem forskellige target konstellationer, der blev testet for hver af de to datasæt. Hertil blev der for datasættet med det højeste overlap testet yderligere én target konstellation.

Target konstellationerne blev implementeret igennem registrering i Cyclone, og derudover blev der foretaget en registrering udelukkende på baggrund af cloud-to-cloud. Denne danner, i henhold til problemformuleringen, sammenligningsgrundlag for hvorvidt cloud-to-cloud bliver styrket med targets.

Efter udførelsen af de forskellige registreringer blev de evalueret ved brug af Python-scripts. Dette blev gjort på baggrund af koordinater til uafhængige targets, der ikke indgik i registreringen. Ud fra koordinater til disse targets, bestemt igennem henholdsvis Cyclone og netmåling med totalstation, kunne der foretages relative sammenligner af vektorer. Da netmåling med totalstation, i forhold til

scanning, giver en overlegen præcision, blev den brugt som grundlag for at udlede afvigelser forårsaget af registreringen.

Variablen vedrørende overlappet mellem punktskyer gav ingen nævneværdig forskel mellem de to datasæt. Det primære fokus blev derfor taget med udgangspunkt i datasættet med det højeste overlap og seks forskellige target konstellationer.

I registreringen undelukkende på baggrund af cloud-to-cloud fremgik en tydelig systematik i afvigelserne, og det kunne på denne baggrund konkluderes at den registrerede punktsky afbildede en bygning der var forvrænget i forhold til netmålingen. Denne forvrængning bestod primært i at bygningen blev længere samt bredere på midten.

Ud af de seks konstellationer blev de fem vurderet at have en positiv indflydelse, og dermed reducere fejlphobningen. Heraf blev det konkluderet at den billigste og mest ressourceeffektive tilgang gav overraskende gode resultater. Her er der tale om inddragelsen af et plant target, uden koordinater, placeret imellem hver opstilling, på facaden af bygningen. Ulempen for denne tilgang vurderes dog at være manglen på absolutte koordinater, da man uden disse ikke kan være sikker på hvorvidt en potentiel fejlphobning er modvirket. Ved fastholdelsen til absolutte koordinater skabes en sikkerhed for at opstillingerne, hvori disse koordinater indgår, får en begrænset påvirkning af fejlphobning fra cloud-to-cloud.

Resultaterne for projektets endelige test er principielt kun forbeholdt kombinationen af netop dette test-design, scanningsinstrument, punktskybehandlingssoftware og case-område. Heraf er det spændende om der ved anderledes tests kan findes lignende tendenser som eksempelvis den systematiske fejlophobning.

Metoden for evaluering af registreringer blev i projektet baseret på såkaldte “evalueringstargets”. Disse targets blev scannet fra 5 meters afstand og med en indfaldsvinkel nær 0° , for at sikre en høj præcision ved bestemmelse af target centrum. Denne evaluering afspejler dog ikke nødvendigvis hvordan punktskyer anvendes i praksis. Her benyttes også dele af punktskyen længere end fem meter fra scanneren, hvor der kan være scannet andre materialer med andre indfaldsvinkler. Dermed forventes eksempelvis et bygningshjørne ikke at kunne bestemmes lige så præcist som et target.

I henhold til brugen af forskellige typer targets har projektgruppen, fra et erfaringsmæssigt perspektiv, vurderet at det er mere behageligt at arbejde med plane targets, eller i hvert fald targets der er monteret på objektet der skal laserscannes, end med kugletargets på stativer. Ulempen ved brug af kugletargets på stativ er en nervositet/usikkerhed om hvor vidt de forskubbes under opmåling. Da projektgruppen foretog opmåling på den ene side af projektområdets bygning, var kugletargets placeret på den anden side, uden opsyn. Dermed kunne forbipasserende potentielt have skubbet til stativerne og gjort koordinaterne til de pågældende targets ubrugelige i registreringen. Ved dette test-design vurderer gruppen at testen er udviklet med unødvendig stor risiko for fejl, fordi alle targets i registreringen vurderes essentielle for at udføre testen.

Resultaterne for konstellationen “Med Targets Hjørne1” viste en en potentiel rotation ved brugen af kun ét target. Denne fejl ville kunne undersøges og eventuelt nedbringes ved i stedet at benytte kugletargets som står tættere på bygningen ved denne konstellation. På denne måde ville rotationen ikke skabe en så stor fejl ved at centrum for rotationen ville flyttet tættere på bygningen.

Projektets fokus er rettet mod forbedring af cloud-to-cloud med targets, hvilket fra et opmålingsteknisk perspektiv giver god mening. Et andet kunne være forsikringsperspektiv, hvor der eventuelt kan etableres rammer for hvor godt cloud-to-cloud registrering skal kontrolleres. Kunne man forestille at kontrol af cloud-to-cloud registrering fik lignende retningslinjer som kontrol af bygningsafsætning?

11.1 Projektforslag

Mulige projekter med forudsætning om adgang til samme udstyr og software som er brugt for udarbejdelsen af nærværende projekt.

Udvidet undersøgelse af cloud-to-cloud registrering

En undersøgelse af cloud-to-cloud registreringen over et markant større område med varierende forhold kunne være interessant at analysere. Dette kunne eventuelt understøtte hvorvidt den systematiske fejlophobning for projektet er generel. Her foreslås at metoden for evaluering kunne ligne den for dette projekt, og overveje hvordan man evaluere konformitet, skala og lokale sammenhænge i et asymmetrisk case-område. Ved dette projektforslag forventes at projektområdets skala ikke behøver at

være begrænset til én enkelt opmålingsdag. Ved at danne et blivende grundlag af plane evalueringstarget udvides kapaciteten for indsamling af data i ét enkelt case-område markant.

Registrering med vægte i Cyclone

Cyclone har mulighed for at registrere med vægtede forbindelser. Dette vedrører direkte projektets problemstilling, da en eventuel vægtning af cloud-to-cloud og target registrering forholder sig direkte til implementeringen af targets. En eventuel undersøgelse af dette kunne suppleres af data indsamlet for dette projekt.

Litteratur

- Bevans, Rebecca (2. mar. 2022). *Types of Variables*. URL:
<https://www.scribbr.com/methodology/types-of-variables/>.
- Bolkas, Dimitrios og Aaron Martinez (dec. 2017). „Effect of target color and scanning geometry on terrestrial LiDAR point-cloud noise and plane fitting“. *Journal of Applied Geodesy* 12. DOI: 10.1515/jag-2017-0034.
- Cederholm, Peter (2000). *Udjævning*. 2. udgave, 1. revision.
- Cox, Raymond A. K. (2015). *Real-world comparisons between target-based and targetless point-cloud registration in FARO Scene, Trimble RealWorks and Autodesk Recap*. University of Southern Queensland.
- Fan, Lei m.fl. (2015). „Error in target-based georeferencing and registration in terrestrial laser scanning“. *Computers & Geosciences* 83, s. 54–64. ISSN: 0098-3004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2015.06.021>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300415300066>.
- Ge, X. og T. Wunderlich (2015). „Target identification in terrestrial laser scanning“. *Survey Review*, s. 129–140. DOI: 10.1179/1752270614Y.0000000097. URL: <https://doi.org/10.1179/1752270614Y.0000000097>.
- Genechten, Björn Van m.fl. (2008). *Theory and practice on Terrestrial Laser Scanning*. Version 4. ISBN: 978-84-8363-312-0.
- Huang, Xiaoshui m.fl. (2021). „A comprehensive survey on point cloud registration“. URL: <https://arxiv.org/pdf/2103.02690.pdf>.
- Janßen, Jannik m.fl. (2019). „Decreasing the Uncertainty of the Target Center Estimation at Terrestrial Laser Scanning by Choosing the Best Algorithm and by Improving the Target Design“. *Remote Sensing* 11.7. ISSN: 2072-4292. DOI: 10.3390/rs11070845. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/7/845>.
- Jensen, Karsten (2011). *Landmåling i teori og praksis*. 3. udg. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet. ISBN: 978-87-91830-57-0.
- Leica (2021). *Leica BLK360 User Manual*. 4. udg.
- Leica Geosystems (2022). *Cyclone REGISTER help manual*.
- Rachakonda, Prem m.fl. (2017). „Methods and Considerations to Determine Sphere Center from Terrestrial Laser Scanner Point Cloud Data“. DOI: 10.1088/1361-6501/aa8011. URL: <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC5992622&blobtype=pdf>.
- Reshetnyuk, Yuriy (2009). *Self-calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning*. Royal Institute of Technology (KTH).

SDFE (2021). *SDFE Skråfoto*. URL: <https://skraafoto.kortforsyningen.dk>.

Tan, Kai og Xiaojun Cheng (2017). „Specular Reflection Effects Elimination in Terrestrial Laser Scanning Intensity Data Using Phong Model“. *Remote Sensing*. DOI: 10.3390/rs9080853.

Voegtle, Thomas, I Schwab og Tania Landes (jan. 2008). „Influences of different materials on the measurement of a Terrestrial Laser Scanner (TLS)“. *Proc. of the XXI Congress, the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS2008* 37.

Vosselmann, G. og H. Maas (2010). *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*. Whittles Publishing.

WebLager (u.å.). *WebLager (byggesagsarkiv)*. URL: <https://www.weblager.dk/app>.

Wujanz, Daniel (18. jul. 2019). *Taming errors*. URL:
https://www.linkedin.com/pulse/taming-errors-pt-1-importance-registering-terrestrial-daniel-wujanz?trk=portfolio_article-card_title.

ZIP-fil

A

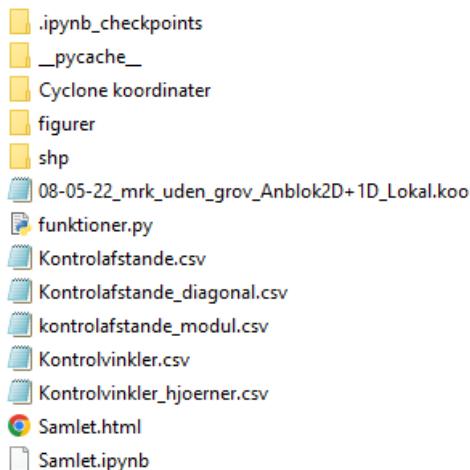
ZIP-filen indeholder tre overordnede mapper, “TMK endelig test”, “Python numerisk spredning” og “Python”.

“TMK endelig test” indeholder output fra beregninger i TMK foretaget i forbindelse med hovedanalysens test.

“Python numerisk spredning” indeholder et Python-script der beregner spredning på afvigelser mellem vektorer ud fra estimerede koordinatspredninger og tildeling af tilfældige fejl gennem adskillige iterationer.

“Python” indeholder data og Python-scripts til beregningerne foretaget i hovedanalysens test. Indholdet bliver beskrevet i det følgende.

A.1 Indhold i Python-mappen



Figur A.1

Mapperne “.ipynb_checkpoints” og “__pycache__” genereres automatisk når Python-scriptet køres.

I mappen “Cyclone koordinater” ligger alle koordinatfiler fra Cyclone samt en diagnosticeringsfil fra hver registrering.

Mappen “figurer” indeholder plots genereret i Python.

Mappen “shp” indeholder en shapefil af Rendsburgsgade 6 som benyttes til at visualisere bygningen i plots.

Filen “08-05-22_mrk_uden_grov_Anblok2D+1D_Lokal.koo” er TMK koordinatfil som er output fra udjævning af netmålingen i TMK.

Filen “funktioner.py” indeholder de Python-funktioner der er udarbejdet. Indholdet kan vises i en

tekst-editor.

Filerne med filtypenavn “.csv” angiver hvilke targets der foretages beregninger på baggrund af. De følger strukturen som beskrevet i afsnit 9.2 på side 66.

Python script i Jupyter Notebook

Det samlede Python-script (“Samlet.ipynb”) er lavet som en Jupyter Notebook, hvori funktionerne hentes fra “funktioner.py”. Hvis det ikke er muligt at åbne denne filtype kan et eksempel på indholdet ses i filen “Samlet.html”.

Sciptet inddrager filerne beskrevet ovenfor i sine beregninger, og gemmer resultatet i form a plots i mappen “figurer”.

Følgende Python-biblioteker benyttes:

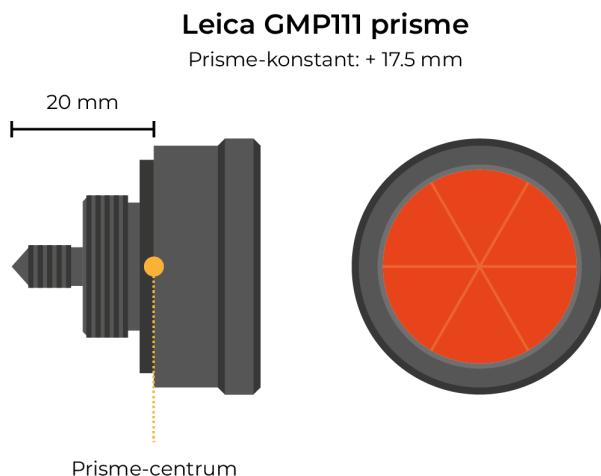
```
1 import math as m
2 import numpy as np
3 import pandas as pd
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 from matplotlib.lines import Line2D
6 from matplotlib.patches import Circle, Wedge
7 import shapefile as shp # pyshp
8 import ipywidgets as widgets
```

Hvis nogen af disse mangler i det “environment” filen køres i kan de nemt tilføjes ved at skrive “pip install” efterfulgt af navnet på biblioteket. Dette kan gøres i en celle i Jupyter Notebook, hvorefter cellen køres med knappen “Run”. Bemærk at biblioteket “shapefile” skal installeres ved at skrive “pip install pyshp”.

Prisme til indmåling af plane targets

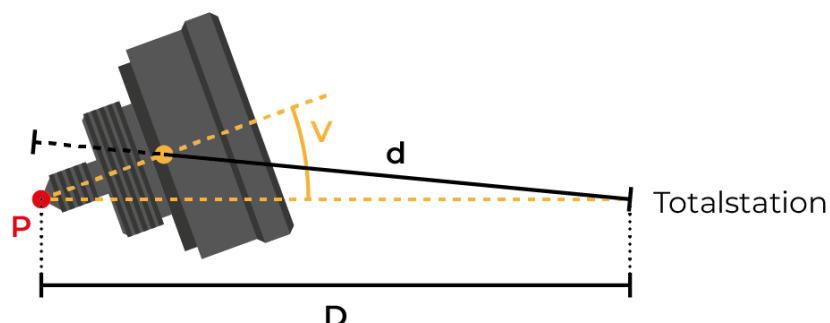
B

Til indmåling af plane targets benyttes et Leica miniprisme (GMP111) til afstandsmålingen. Når prismet fjernes fra sin holder kan spidsen på bagsiden placeres i target-centrum. Prismet er illustreret på figur B.1.



Figur B.1 Leica miniprisme afmonteret fra sin holder.

For at måle til prisme-centrum skal der benyttes en prisme-konstant på + 17.5 mm. Dertil skal lægges 20 mm for at nå til prismets spids. Derfor benyttes en prisme-konstant på +37.5 mm. Hvis ikke prismet holdes vinkelret på sigtelinjen kan afstandsmålingen dermed i teorien blive for lang, som illustreret på figur B.2.



Figur B.2 Miniprisme vinklet i forhold til sigtelinjen, når der måles til punktet P. Den målte afstand d bliver længere end den sande afstand D .

	D = 2 m	D = 50 m
V	d - D [mm]	
5°	0.08	0.08
10°	0.31	0.30
15°	0.69	0.68
20°	1.21	1.21

Tabel B.1

Forskellen i de to afstande D og d påvirkes både af vinklen V samt geometrien som følge af afstanden. I tabel B.1 er forskellen i afstand beregnet for fem vinkler på henholdsvis 2 og 50 meters afstand, og det fremgår at det stort set udelukkende er vinklen der har en indflydelse.

Target test oversigtskort

C



Target test resultater

D

De følgende tabeller henviser til navngivningen af targets som fremgår af figur 6.5 på side 36.

Kolonnen "Afstand" angiver afstanden mellem targets og scanner. Kolonnen "Vinkel" angiver indfaldsvinklen på plane targets. T_1 og T_2 angiver de to targets der indgår i beregningen af residualer jævnfør ligning 6.1 på side 39. De nummererede kolonner henviser til det pågældende scan, og i disse fremgår residualeret som beregnet efter ligning 6.1. Tomme celler betyder at enten ét eller begge targets ikke kunne bestemmes i Cyclone, og dermed at der ikke kunne beregnes et residual.

Afstand [m]	T_1	T_2	Vinkel [$^{\circ}$]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	T01	T02	0	0.03	0.68	0.06	0.06	0.32	0.32	0.17	0.37	-0.11	0.43
5	T03	T04	45	0.13	-0.38	-0.94	-1.19	1.26	-1.66	0.58	0.08	-0.12	0.16
10	T05	T06	0	2.41	0.04	2.56	-1.41	-0.56	-0.24	2.23	1.38	-0.44	0.49
10	T07	T08	45	-4.24	2.03	-2.00	-0.41	-0.72	-0.05	0.01	-0.46	1.27	1.41
15	T09	T10	0	3.37	-0.23	-1.79	-0.17	0.90	1.18	-0.03	3.05	1.71	-0.73
15	T11	T12	45			-3.76	11.49	8.07	4.78	3.49	1.25	-2.52	0.47
20	T13	T14	0	-4.16	-6.73	-3.77	-5.89	2.02	4.56	-9.79	-7.54	1.43	-5.02
20	T15	T16	45									-6.16	

Tabel D.1 Scanning sammenlignet med lineal. Afgigelser angivet i millimeter.

Afstand [m]	T_1	T_2	Vinkel [$^{\circ}$]	13	14	15	16	17
5	T01	T02	30	-0.20	-0.41	-1.32	0.25	-0.02
5	T03	T04	60	0.86	2.42	-2.72	0.31	-0.93
10	T05	T06	30	0.45	-0.80	-0.84	1.36	-0.03
10	T07	T08	60	0.73	2.14	-4.19	-0.07	-8.19
15	T09	T10	30	3.81	-2.00	-3.90	0.99	0.22
15	T11	T12	60					
20	T13	T14	30	-0.86		-3.29		-3.07
20	T15	T16	60					

Tabel D.2 Scanning sammenlignet med lineal. Afgigelser angivet i millimeter.

Afstand [m]	T_1	T_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	K01	K02	1.14	0.67	0.47	0.68	0.28	0.66	0.29	0.65	0.69	-0.22
10	K03	K04	-2.74	-1.14	-0.70	-2.17	-1.64	-2.14	-1.12	-1.78	-1.84	-1.42
15	K05	K06	-0.22	0.13	-0.07	-1.22	-1.21	-0.77	-1.84	-1.83	-0.87	0.81
20	K07	K08	-0.39	1.44	-0.61	0.44	-2.58	-1.95	-2.92	-1.93	-0.44	-0.87

Tabel D.3 Kugle med tilpasset diameter. Scanning sammenlignet med netmåling. Afgigelser angivet i millimeter.

Afstand [m]	T_1	T_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	KF01	KF02	0.81	0.79	0.31	0.63	0.29	0.88	-0.16	0.58	0.87	0.36
10	KF03	KF04	-2.77	-1.27	-0.32	-0.74	-1.11	-1.71	-1.11	-1.77	-1.15	-0.58
15	KF05	KF06	0.37	-1.31	-5.57	-1.42	1.19	-0.54	-1.91	-0.82	-0.13	-0.09
20	KF07	KF08	3.45	-2.01	-1.87	-3.05	-1.49	2.29	-0.98	-0.33	2.49	6.03

Tabel D.4 Kugle med fast diameter. Scanning sammenlignet med netmåling. Afgigelser angivet i millimeter.

Tabel D.5 viser resultater langs afstandsretningen, hvor T01 er benyttet som referencetarget.

Afstand [m]	T ₁	T ₂	Vinkel [°]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	T01	T05	0	1.06	0.43	-0.08	-0.92	-0.81	-0.65	0.05	-0.89	-0.93	-0.89
10	T01	T06	0	0.11	0.87	-0.61	-0.85	-0.93	-0.55	-1.05	-1.21	-0.69	-1.32
10	T01	T07	45	-3.12	1.40	-2.64	-3.07	-1.98	-2.41	-0.82	-1.18	-0.73	-0.18
10	T01	T08	45	1.74	0.52	0.21	-1.62	-0.83	-1.74	-0.11	-0.22	-1.35	-1.18
15	T01	T09	0	-0.98	-0.03	-0.66	-2.83	-1.59	-1.11	-1.39	-1.78	-1.21	-1.36
15	T01	T10	0	-0.84	-0.68	-0.39	-1.57	-1.88	-1.33	-1.46	-1.85	-1.44	-1.15
15	T01	T11	45		-0.90	-5.26	3.26	1.96	-1.10	0.49	1.06	-1.00	-2.26
15	T01	T12	45	-2.18		-2.13	-5.74	-5.19	-5.46	-2.49	0.28	0.80	-1.73
20	T01	T13	0	-3.07	-1.73	-1.90	-2.43	-0.44	0.08	-0.65	-1.46	0.31	-0.37
20	T01	T14	0	-0.89	0.34	-0.07	-1.34	1.25	0.25	1.50	0.48	0.51	1.03
20	T01	T15	45		5.92		-0.20				0.07	-5.16	
20	T01	T16	45									-0.50	-4.63
10	T01	K03	kugle	-1.31	-0.58	-2.75	-3.23	-4.47	-4.26	-4.75	-5.17	-4.36	-5.60
10	T01	K04	kugle	-3.41	-1.53	-2.99	-6.03	-5.14	-5.57	-4.14	-5.46	-5.57	-6.79
15	T01	K05	kugle	-11.42	-15.04	-9.53	-10.98	-11.60	-10.95	-14.28	-12.92	-11.55	-11.96
15	T01	K06	kugle	-11.43	-9.73	-9.94	-12.12	-13.51	-7.63	-13.97	-15.42	-14.03	-11.09
20	T01	K07	kugle	-5.42	-16.05	-9.66	-8.71	-9.49	-8.60	-9.12	-8.92	-9.84	-11.97
20	T01	K08	kugle	-12.59	-14.41	-17.67	-9.00	-10.85	-18.48	-12.86	-11.68	-14.31	-15.25
10	T01	K03	kugle*	-0.15	0.48	-0.71	-1.19	-1.35	-0.78	-1.47	-1.46	-0.85	-2.31
10	T01	K04	kugle*	-1.40	-0.64	-0.76	-3.09	-1.68	-1.55	-1.81	-2.47	-1.92	-2.84
15	T01	K05	kugle*	-4.07	-3.62	-5.31	-4.56	-4.50	-3.37	-3.21	-4.11	-3.87	-3.73
15	T01	K06	kugle*	-2.56	-3.48	-4.75	-6.59	-3.61	-2.69	-3.08	-4.27	-3.65	-4.50
20	T01	K07	kugle*	-3.83	-2.43	-1.00	-1.82	-1.78	-2.06	-1.01	-1.37	-1.47	-6.54
20	T01	K08	kugle*	-4.00	-2.77	-1.74	-6.39	-1.93	-1.97	-1.78	-2.19	-2.69	-5.31

Tabel D.5 Scanning sammenlignet med netmåling. (kugle* = fast diameter)

TMK - netmåling target test

E

1 Dokumentationsfil.
 2 TMK. Anblok 2D+1D.
 3
 4
 5 Koordinatfil:
 6 C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\Scanning data\Target
 test\TMK\koordinater_01.koo
 7 Afbeelding: DKTM2 1. og 2. akse: E og N
 8 Datum: Euref89 Ellipsoide: GRS80 Nm = 40 m
 9 m0 = 0.99998 E0 = 400000 m Rm = 6386228 m
 10
 11 Højdesystem: DVR 90 Akse: H
 12
 13
 14 Observationsfil (TC110-format):
 15 C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\Scanning data\Target
 test\TMK\target-29-03.obs
 16 -----
 17 Job Instru- Obser- Dato Opstilling Kode i_H Antal observ.
 18 ment nr vator i punkt nr. m punkter
 19 -----
 20 1. NaN 0 0 220329 01 0 0.000 31
 21 2. NaN 0 0 220329 02 0 0.000 31
 22 3. NaN 0 0 220329 03 0 0.000 31
 23 4. NaN 0 0 220329 04 0 0.000 31
 24 -----
 25 Totalstation: Leica TS15 / Leica TCR1205+ 1.0 mgon
 26
 27 A priori spredninger:
 28 Spredning på referencekoordinater i koordinatfil:
 29 Spredning på E og N (as_E=as_N): 0.0010 m
 30 Spredning på H (as_H): 0.0010 m
 31
 32 Spredning på modelkoordinater (as_e, as_n, as_h) beregnes på grundlag af:
 33 Spredning på horisontalretning målt med en sats (s_r): 0.0010 gon
 34 Spredning på zenithdistance målt med en sats (s_V): 0.0010 gon
 35 Grundfejl (s_g): 0.0010 m
 36 Afstandsafhængig fejl (s_a): 0.0015 m/km
 37
 38 Centreringsspredning, instrument (s_ci): 0.0001 m *
 39 Centreringsspredning, signal (s_cs): 0.0001 m
 40
 41 Spredning på instrumenthøjde (s_ih): 0.0001 m *
 42 Spredning på sigteskivehøjde (s_sh): 0.0001 m
 43
 44 Spredning på refraktionskoefficient (s_kref): 0.15
 45
 46 Spredning på skalaændring (s_s): 0.00000001
 47
 48 *) bidrager ikke ved fri opstilling
 49
 50 -----
 51
 52 1. Anblok 2D (uden skalaændringer)
 53 Afbeelding: DKTM2 1. og 2. akse: E og N
 54 Referencekoordinater (E og N) er jf. koordinatfil
 55 Modelkoordinater (e og n) er beregnet jf. rå observationer i observationsfil
 56 Ved beregningerne korrigeres afstande for:
 57 - jordkrumning og refraktion: R = 6386000 m, k_ref = 0.13
 58
 59 Ved opstilling af A-matrix korrigeres modelkoordinaterne (e og n) med hensyn til:
 60 - højde over ellipsoide: ppm_n = 6.0 ppm
 61 - valgt afbeelding: ppm_sys = 1941.5 ppm
 62 ppm_n og ppm_sys beregnes jf. tyngdepunktet (i E, N og H) af de implicerede referencepunkter
 63
 64
 65 Antal observationer: 260
 66 Referencekoordinater (E, N) 8
 67 Modelkoordinater (e, n) 248
 68 Skalaændringer: 4
 69
 70 Antal ubekendte (ialt): 84
 71 Tra.parametre (a, b, tE, tN): 16

72 Koordinater (E, N): 68
 73
 74 Antal overbestemmelser: 176
 75
 76 Spredning på vægtenheden (s_0EN): 4.44
 77
 78 Global test. Teststørrelse: w = 3467.1
 79 nedre grænse - øvre grænse: 131.4 - 228.1 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
 80 nedre grænse - øvre grænse: 146.3 - 208.0 ved 10% signifikansniveau: Forkastet
 81
 82 Observationer. Referencekoordinater (E, N). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 83 Status: 0-3 Referencepunkt
 84 Punkt Status E N as_E as_N rE rE' rN rN'
 85 m m m m m m m m
 86 F1 0-3 -7.6440 4.4230 0.0010 0.0010 -0.0332 -9.0 0.0032 1.2 ***
 87 F2 0-3 7.9580 16.6250 0.0010 0.0010 -0.0026 -0.9 0.0251 6.8 ***
 88 F3 0-3 24.2710 1.0370 0.0010 0.0010 0.0242 6.6 -0.0034 -1.2 ***
 89 F4 0-3 16.2310 -12.6300 0.0010 0.0010 0.0116 3.9 -0.0249 -7.2 ***
 90 Observationer. Modelkoordinater (e, n). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 91 Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R
 92 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R
 93 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R
 94 F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt
 95 Opstilling Punkt Status e n as_e as_n rE rE' rN rN'
 96 m m m m m m m m
 97 O1 O1 1-1 0.0000 0.0000
 98 O1 F1 1-3 -4.4226 -7.6444 0.0006 0.0009 -0.0012 -0.6 0.0003 0.1
 99 O1 F2 1-3 -16.6241 7.9581 0.0009 0.0007 -0.0010 -0.3 0.0013 0.5
 100 O1 F3 1-3 -1.0368 24.2707 0.0008 0.0010 0.0032 1.1 0.0002 0.1
 101 O1 F4 1-3 12.6299 16.2309 0.0008 0.0009 0.0004 0.1 -0.0044 -1.3
 102 O1 K01 1-2 4.0831 4.6003 0.0007 0.0008 -0.0001 -0.0 0.0003 0.1
 103 O1 K02 1-2 3.6917 5.1897 0.0006 0.0008 -0.0001 -0.0 0.0003 0.1
 104 O1 K03 1-2 5.5206 9.3065 0.0006 0.0009 -0.0002 -0.1 0.0003 0.1
 105 O1 K04 1-2 5.0444 9.7058 0.0006 0.0009 -0.0002 -0.1 0.0001 0.0
 106 O1 K05 1-2 6.7606 14.4701 0.0006 0.0009 0.0000 0.0 0.0002 0.1
 107 O1 K06 1-2 6.2645 14.8027 0.0006 0.0009 -0.0003 -0.1 -0.0001 -0.0
 108 O1 K07 1-2 5.2774 19.9710 0.0007 0.0010 -0.0004 -0.1 0.0005 0.1
 109 O1 K08 1-2 4.7412 20.2597 0.0007 0.0010 0.0007 0.3 0.0004 0.1
 110 O1 K00 1-2 -2.5077 -3.3592 0.0006 0.0008 -0.0001 -0.0 -0.0006 -0.2
 111 O1 T00 1-2 -1.7531 -3.6984 0.0005 0.0009 0.0002 0.1 0.0002 0.1
 112 O1 T01 1-2 3.9400 4.7165 0.0007 0.0008 -0.0005 -0.2 -0.0008 -0.2
 113 O1 T02 1-2 4.1945 4.4606 0.0007 0.0007 -0.0002 -0.1 -0.0004 -0.1
 114 O1 T03 1-2 3.6524 5.3757 0.0006 0.0008 -0.0001 -0.0 0.0002 0.1
 115 O1 T04 1-2 3.6890 5.0014 0.0006 0.0008 -0.0004 -0.2 -0.0005 -0.1
 116 O1 T05 1-2 5.3544 9.3883 0.0006 0.0009 -0.0001 -0.0 -0.0005 -0.1
 117 O1 T06 1-2 5.6637 9.1883 0.0006 0.0009 -0.0000 -0.0 -0.0003 -0.1
 118 O1 T07 1-2 4.9768 9.8747 0.0006 0.0009 -0.0002 -0.1 -0.0001 -0.0
 119 O1 T08 1-2 5.0691 9.5314 0.0006 0.0009 0.0002 0.1 -0.0006 -0.2
 120 O1 T09 1-2 6.5872 14.5378 0.0006 0.0009 0.0001 0.0 0.0002 0.1
 121 O1 T10 1-2 6.9128 14.3737 0.0006 0.0009 0.0006 0.3 -0.0002 -0.1
 122 O1 T11 1-2 6.1804 14.9595 0.0006 0.0009 0.0003 0.1 0.0001 0.0
 123 O1 T12 1-2 6.3110 14.6318 0.0006 0.0009 -0.0000 -0.0 -0.0002 -0.1
 124 O1 T13 1-2 5.1059 19.9972 0.0007 0.0010 -0.0001 -0.0 0.0002 0.1
 125 O1 T14 1-2 5.4511 19.9028 0.0007 0.0010 -0.0002 -0.1 0.0003 0.1
 126 O1 T15 1-2 4.6271 20.4009 0.0007 0.0010 0.0002 0.1 0.0003 0.1
 127 O1 T16 1-2 4.8120 20.0970 0.0007 0.0010 -0.0001 -0.0 0.0008 0.2
 128 O2 O2 1-1 0.0000 0.0000
 129 O2 F1 1-3 7.6279 -10.3852 0.0007 0.0008 -0.0019 -0.7 0.0006 0.2
 130 O2 F2 1-3 -8.8237 0.6456 0.0010 0.0003 -0.0002 -0.0 0.0005 0.5
 131 O2 F3 1-3 0.9134 20.9988 0.0007 0.0010 0.0024 0.9 -0.0023 -0.6
 132 O2 F4 1-3 16.4007 17.6122 0.0009 0.0009 -0.0001 -0.0 -0.0038 -1.1
 133 O2 K01 1-2 11.8996 3.9011 0.0010 0.0005 0.0013 0.3 -0.0003 -0.1
 134 O2 K02 1-2 11.3435 4.3388 0.0009 0.0005 0.0010 0.3 0.0005 0.3
 135 O2 K03 1-2 11.8002 8.8197 0.0009 0.0007 0.0002 0.1 0.0005 0.2
 136 O2 K04 1-2 11.2234 9.0507 0.0008 0.0007 -0.0000 -0.0 0.0003 0.1
 137 O2 K05 1-2 11.3715 14.1129 0.0008 0.0009 0.0005 0.2 0.0002 0.1
 138 O2 K06 1-2 10.7961 14.2743 0.0008 0.0009 0.0001 0.0 0.0003 0.1
 139 O2 K07 1-2 8.2502 18.8788 0.0007 0.0010 -0.0001 -0.0 -0.0002 -0.0
 140 O2 K08 1-2 7.6511 18.9847 0.0007 0.0010 -0.0006 -0.2 -0.0001 -0.0
 141 O2 K00 1-2 8.1122 -5.7180 0.0008 0.0006 -0.0014 -0.4 0.0015 0.6
 142 O2 T00 1-2 8.9369 -5.8056 0.0009 0.0006 -0.0019 -0.5 0.0005 0.2
 143 O2 T01 1-2 11.7264 3.9652 0.0010 0.0005 -0.0006 -0.1 0.0002 0.1
 144 O2 T02 1-2 12.0481 3.8008 0.0010 0.0005 -0.0007 -0.2 0.0005 0.3

145	O2	T03 1-2	11.2491	4.5031	0.0009	0.0005	0.0005	0.1	-0.0002	-0.1
146	O2	T04 1-2	11.4002	4.1584	0.0010	0.0005	-0.0000	-0.0	-0.0007	-0.3
147	O2	T05 1-2	11.6170	8.8453	0.0008	0.0007	-0.0002	-0.1	-0.0004	-0.1
148	O2	T06 1-2	11.9727	8.7514	0.0009	0.0007	-0.0000	-0.0	0.0003	0.1
149	O2	T07 1-2	11.1064	9.1899	0.0008	0.0007	-0.0002	-0.1	0.0003	0.1
150	O2	T08 1-2	11.3009	8.8914	0.0008	0.0007	-0.0007	-0.2	0.0003	0.1
151	O2	T09 1-2	11.1858	14.1227	0.0008	0.0009	-0.0001	-0.0	0.0001	0.0
152	O2	T10 1-2	11.5464	14.0671	0.0008	0.0009	-0.0005	-0.2	-0.0001	-0.0
153	O2	T11 1-2	10.6683	14.3974	0.0008	0.0009	0.0005	0.2	-0.0005	-0.2
154	O2	T12 1-2	10.8936	14.1267	0.0008	0.0009	0.0006	0.2	-0.0000	-0.0
155	O2	T13 1-2	8.0783	18.8503	0.0007	0.0010	0.0004	0.1	0.0003	0.1
156	O2	T14 1-2	8.4361	18.8684	0.0007	0.0010	0.0005	0.2	-0.0001	-0.0
157	O2	T15 1-2	7.4978	19.0847	0.0007	0.0010	0.0005	0.2	0.0003	0.1
158	O2	T16 1-2	7.7688	18.8539	0.0007	0.0010	0.0004	0.1	-0.0000	-0.0
159	O3	O3 1-1	0.0000	0.0000						
160	O3	F4 1-3	16.7943	15.5609	0.0009	0.0009	0.0004	0.1	-0.0040	-1.2
161	O3	F1 1-3	9.2369	-12.7903	0.0007	0.0009	-0.0026	-0.9	0.0010	0.3
162	O3	F2 1-3	-7.6755	-2.4778	0.0009	0.0004	0.0005	0.1	0.0009	0.6
163	O3	F3 1-3	1.1742	18.2751	0.0006	0.0010	0.0021	1.0	-0.0008	-0.2
164	O3	K01 1-2	12.8886	1.6670	0.0010	0.0004	0.0006	0.1	0.0001	0.1
165	O3	K02 1-2	12.3145	2.0815	0.0010	0.0004	0.0013	0.3	0.0002	0.1
166	O3	K03 1-2	12.5780	6.5778	0.0009	0.0006	0.0002	0.1	-0.0003	-0.1
167	O3	K04 1-2	11.9911	6.7840	0.0009	0.0006	0.0005	0.1	0.0001	0.0
168	O3	K05 1-2	11.9215	11.8474	0.0008	0.0008	0.0003	0.1	-0.0006	-0.2
169	O3	K06 1-2	11.3390	11.9842	0.0008	0.0008	0.0004	0.1	0.0001	0.0
170	O3	K07 1-2	8.5968	16.4746	0.0007	0.0009	0.0003	0.1	-0.0004	-0.1
171	O3	K08 1-2	7.9935	16.5546	0.0007	0.0009	-0.0001	-0.0	-0.0000	-0.0
172	O3	K00 1-2	9.5196	-8.1054	0.0008	0.0007	-0.0012	-0.3	0.0014	0.5
173	O3	T00 1-2	10.3465	-8.1573	0.0008	0.0007	-0.0013	-0.4	0.0011	0.4
174	O3	T01 1-2	12.7136	1.7250	0.0010	0.0004	-0.0002	-0.1	-0.0007	-0.4
175	O3	T02 1-2	13.0422	1.5745	0.0010	0.0004	-0.0005	-0.1	-0.0004	-0.3
176	O3	T03 1-2	12.2124	2.2411	0.0010	0.0004	0.0005	0.1	0.0002	0.1
177	O3	T04 1-2	12.3779	1.9029	0.0010	0.0004	-0.0003	-0.1	0.0002	0.1
178	O3	T05 1-2	12.3927	6.5949	0.0009	0.0006	-0.0003	-0.1	0.0001	0.1
179	O3	T06 1-2	12.7535	6.5172	0.0009	0.0006	0.0000	0.0	-0.0007	-0.3
180	O3	T07 1-2	11.8676	6.9175	0.0009	0.0006	-0.0000	-0.0	0.0009	0.4
181	O3	T08 1-2	12.0752	6.6277	0.0009	0.0006	-0.0006	-0.2	0.0005	0.2
182	O3	T09 1-2	11.7350	11.8495	0.0008	0.0008	0.0001	0.0	-0.0002	-0.1
183	O3	T10 1-2	12.0973	11.8097	0.0008	0.0008	0.0000	0.0	-0.0001	-0.0
184	O3	T11 1-2	11.2057	12.1005	0.0008	0.0008	-0.0001	-0.0	-0.0001	-0.0
185	O3	T12 1-2	11.4431	11.8401	0.0008	0.0008	-0.0000	-0.0	-0.0003	-0.1
186	O3	T13 1-2	8.4269	16.4382	0.0007	0.0009	0.0000	0.0	-0.0002	-0.1
187	O3	T14 1-2	8.7831	16.4709	0.0007	0.0009	-0.0004	-0.2	0.0001	0.0
188	O3	T15 1-2	7.8370	16.6471	0.0007	0.0009	-0.0001	-0.0	-0.0004	-0.1
189	O3	T16 1-2	8.1174	16.4276	0.0007	0.0009	-0.0007	-0.3	-0.0001	-0.0
190	O4	O4 1-1	0.0000	0.0000						
191	O4	F1 1-3	0.7098	-13.3552	0.0004	0.0010	-0.0017	-1.1	0.0011	0.3
192	O4	F2 1-3	-13.4722	0.4724	0.0010	0.0004	-0.0004	-0.1	0.0014	0.8
193	O4	F3 1-3	-0.2111	18.7258	0.0006	0.0010	0.0026	1.2	-0.0003	-0.1
194	O4	F4 1-3	14.4078	12.5914	0.0009	0.0008	0.0011	0.3	-0.0030	-1.0
195	O4	K01 1-2	7.4986	-0.0791	0.0010	0.0003	0.0012	0.3	-0.0001	-0.1
196	O4	K02 1-2	7.0318	0.4527	0.0010	0.0003	0.0013	0.3	-0.0002	-0.2
197	O4	K03 1-2	8.2921	4.7770	0.0009	0.0006	0.0008	0.2	0.0002	0.1
198	O4	K04 1-2	7.7668	5.1083	0.0009	0.0006	0.0003	0.1	-0.0000	-0.0
199	O4	K05 1-2	8.8291	10.0587	0.0007	0.0008	-0.0005	-0.2	0.0001	0.0
200	O4	K06 1-2	8.2927	10.3227	0.0007	0.0008	0.0000	0.0	-0.0001	-0.0
201	O4	K07 1-2	6.6220	15.3122	0.0006	0.0009	0.0001	0.0	0.0002	0.1
202	O4	K08 1-2	6.0527	15.5252	0.0006	0.0010	-0.0001	-0.1	-0.0004	-0.1
203	O4	K00 1-2	2.0322	-8.8525	0.0004	0.0010	-0.0011	-0.8	0.0012	0.3
204	O4	T00 1-2	2.8257	-9.0869	0.0004	0.0010	-0.0001	-0.1	0.0016	0.4
205	O4	T01 1-2	7.3399	0.0160	0.0010	0.0003	-0.0001	-0.0	0.0002	0.3
206	O4	T02 1-2	7.6270	-0.2035	0.0010	0.0003	0.0002	0.0	0.0000	0.0
207	O4	T03 1-2	6.9677	0.6314	0.0010	0.0003	0.0009	0.2	0.0001	0.1
208	O4	T04 1-2	7.0533	0.2649	0.0010	0.0002	0.0004	0.1	0.0002	0.3
209	O4	T05 1-2	8.1158	4.8348	0.0009	0.0006	-0.0000	-0.0	0.0001	0.1
210	O4	T06 1-2	8.4492	4.6780	0.0009	0.0006	-0.0000	-0.0	0.0003	0.1
211	O4	T07 1-2	7.6774	5.2668	0.0008	0.0006	0.0003	0.1	-0.0005	-0.2
212	O4	T08 1-2	7.8146	4.9380	0.0009	0.0006	-0.0002	-0.1	-0.0006	-0.3
213	O4	T09 1-2	8.6483	10.1030	0.0007	0.0008	-0.0001	-0.0	-0.0001	-0.0
214	O4	T10 1-2	8.9925	9.9832	0.0007	0.0008	-0.0003	-0.1	0.0000	0.0
215	O4	T11 1-2	8.1884	10.4657	0.0007	0.0008	-0.0006	-0.2	0.0001	0.0
216	O4	T12 1-2	8.3612	10.1589	0.0007	0.0008	-0.0003	-0.1	0.0003	0.1
217	O4	T13 1-2	6.4489	15.3147	0.0006	0.0009	-0.0002	-0.1	-0.0003	-0.1

18 O4 T14 1-2 6.8037 15.2678 0.0006 0.0009 0.0001 0.0 -0.0003 -0.1
 219 O4 T15 1-2 5.9203 15.6499 0.0006 0.0010 -0.0005 -0.2 -0.0002 -0.1
 220 O4 T16 1-2 6.1452 15.3747 0.0006 0.0010 0.0002 0.1 -0.0007 -0.2
 221
 222 Observationer. Skalaændringer
 223 Model k
 224 O1 1.000000
 225 O2 1.000000
 226 O3 1.000000
 227 O4 1.000000
 228
 229 Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.
 230 Model a b k tE tN s_a s_b s_tE s_tN
 231 (jf. a og b) m m m m m m
 232 O1 -0.00000885 -1.00000000 1.000000 0.0019 -0.0119 0.00016804 0.00000004 0.0026 0.0025
 233 O2 -0.31130033 -0.95031158 1.000000 4.6007 8.4271 0.00015359 0.00005031 0.0026 0.0024
 234 O3 -0.35198932 -0.93600402 1.000000 7.5792 8.5553 0.00015114 0.00005683 0.0026 0.0024
 235 O4 -0.13403598 -0.99097647 1.000000 5.6869 3.3249 0.00016390 0.00002216 0.0026 0.0024
 236
 237 Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater, konfidensellipses halvakser og hældning
 238 Punkt Kode E N s_E s_N a b pfi
 239 m m m m m m gon
 240 O1 14 9 -0.0193 -0.0048 0.0025 0.0029 0.0029 0.0025 198
 241 F1 0 9 -7.6772 4.4262 0.0025 0.0035 0.0035 0.0024 8
 242 F2 0 9 7.9554 16.6501 0.0032 0.0024 0.0032 0.0024 92
 243 F3 0 9 24.2952 1.0336 0.0025 0.0033 0.0033 0.0025 6
 244 F4 0 9 16.2426 -12.6549 0.0033 0.0028 0.0034 0.0026 70
 245 K01 0 9 4.5900 -4.0962 0.0029 0.0026 0.0029 0.0026 102
 246 K02 0 9 5.1805 -3.7040 0.0028 0.0026 0.0028 0.0026 96
 247 K03 0 9 9.3054 -5.5364 0.0031 0.0028 0.0032 0.0026 68
 248 K04 0 9 9.7054 -5.0591 0.0031 0.0028 0.0032 0.0026 65
 249 K05 0 9 14.4787 -6.7788 0.0032 0.0031 0.0036 0.0026 53
 250 K06 0 9 14.8123 -6.2815 0.0031 0.0031 0.0036 0.0026 50
 251 K07 0 9 19.9907 -5.2930 0.0030 0.0036 0.0038 0.0027 34
 252 K08 0 9 20.2789 -4.7558 0.0030 0.0036 0.0038 0.0027 32
 253 K00 0 9 -3.3848 2.5084 0.0025 0.0032 0.0032 0.0025 4
 254 T00 0 9 -3.7250 1.7516 0.0025 0.0033 0.0033 0.0025 0
 255 T01 0 9 4.7069 -3.9517 0.0029 0.0026 0.0029 0.0026 101
 256 T02 0 9 4.4501 -4.2071 0.0029 0.0026 0.0029 0.0026 103
 257 T03 0 9 5.3669 -3.6646 0.0028 0.0026 0.0028 0.0026 94
 258 T04 0 9 4.9921 -3.7005 0.0028 0.0026 0.0028 0.0026 98
 259 T05 0 9 9.3873 -5.3691 0.0031 0.0028 0.0032 0.0026 67
 260 T06 0 9 9.1868 -5.6792 0.0031 0.0028 0.0032 0.0026 70
 261 T07 0 9 9.8747 -4.9912 0.0030 0.0028 0.0032 0.0026 63
 262 T08 0 9 9.5303 -5.0832 0.0031 0.0028 0.0032 0.0026 66
 263 T09 0 9 14.5466 -6.6051 0.0032 0.0031 0.0036 0.0026 52
 264 T10 0 9 14.3816 -6.9309 0.0032 0.0031 0.0036 0.0027 54
 265 T11 0 9 14.9689 -6.1974 0.0031 0.0031 0.0036 0.0026 49
 266 T12 0 9 14.6409 -6.3279 0.0031 0.0031 0.0036 0.0026 51
 267 T13 0 9 20.0167 -5.1210 0.0030 0.0036 0.0038 0.0027 33
 268 T14 0 9 19.9222 -5.4669 0.0031 0.0035 0.0038 0.0027 35
 269 T15 0 9 20.4208 -4.6413 0.0030 0.0036 0.0038 0.0027 31
 270 T16 0 9 20.1166 -4.8271 0.0030 0.0036 0.0038 0.0027 32
 271 O2 14 9 4.5884 8.4505 0.0027 0.0025 0.0028 0.0024 61
 272 O3 14 9 7.5727 8.5790 0.0027 0.0025 0.0027 0.0024 77
 273 O4 14 9 5.6767 3.3385 0.0025 0.0025 0.0025 0.0024 33
 274
 275 -----
 276
 277 2. Anblok 1D (uden skalaændringer)
 278 Højdesystem: DVR 90 Akse: H
 279 Referencekoordinater (H) er jf. koordinatfil
 280 Modelkoordinater (h) er beregnet jf. rå observationer i observationsfil
 281 Ved beregningerne korrigeres højdeforskelle for:
 282 - jordkrumning og refraktion: R = 6386000 m, k_ref = 0.13
 283
 284
 285 Antal observationer (ialt): 128
 286 Referencekoordinater (H): 4
 287 Modelkoordinater (h): 124
 288
 289 Antal ubekendte (ialt): 38
 290 Tr.parametre (tH): 4

291 Koordinater (H): 34
 292
 293 Antal overbestemmelser: 90
 294
 295 Spredning på vægtenheden (s_0H): 0.78
 296
 297 Global test. Teststørrelse: w = 55.2
 298 nedre grænse - øvre grænse: 59.2 - 128.3 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
 299 nedre grænse - øvre grænse: 69.1 - 113.1 ved 10% signifikansniveau: Forkastet
 300
 301 Observationer. Referencekoordinater (H). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 302 Status: 0-3 Referencepunkt
 303 Punkt Status H as_H rH rH'
 304 m m m m
 305 F1 0-3 -1.7480 0.0010 0.0001 0.1
 306 F2 0-3 -1.7670 0.0010 -0.0005 -0.8
 307 F3 0-3 -1.7380 0.0010 0.0004 0.6
 308 F4 0-3 -1.7120 0.0010 0.0001 0.1
 309 Observationer. Modelkoordinater (h). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 310 Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R
 311 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R
 312 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R
 313 F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt
 314 Opstilling Punkt Status h as_h rH rH'
 315 m m m m
 316 O1 O1 1-1 0.0000
 317 O1 F1 1-3 -1.7480 0.0003 0.0004 2.2
 318 O1 F2 1-3 -1.7673 0.0004 0.0002 0.5
 319 O1 F3 1-3 -1.7378 0.0006 0.0005 1.3
 320 O1 F4 1-3 -1.7118 0.0005 0.0002 0.7
 321 O1 K01 1-2 -0.2225 0.0002 -0.0002 -1.6
 322 O1 K02 1-2 -0.2019 0.0002 -0.0002 -2.0
 323 O1 K03 1-2 -0.3388 0.0003 -0.0001 -0.7
 324 O1 K04 1-2 -0.3811 0.0003 -0.0001 -0.5
 325 O1 K05 1-2 -0.2179 0.0004 -0.0001 -0.3
 326 O1 K06 1-2 -0.2070 0.0004 0.0001 0.3
 327 O1 K07 1-2 -0.1460 0.0005 0.0005 1.6
 328 O1 K08 1-2 -0.1963 0.0005 0.0003 0.8
 329 O1 K00 1-2 0.0095 0.0001 -0.0002 -2.4
 330 O1 T00 1-2 -0.1832 0.0001 -0.0001 -2.0
 331 O1 T01 1-2 -0.3727 0.0002 -0.0001 -0.8
 332 O1 T02 1-2 -0.3837 0.0002 0.0001 1.2
 333 O1 T03 1-2 -0.3583 0.0002 -0.0001 -1.3
 334 O1 T04 1-2 -0.3583 0.0002 0.0001 0.6
 335 O1 T05 1-2 -0.4902 0.0003 0.0000 0.2
 336 O1 T06 1-2 -0.4966 0.0003 0.0001 0.8
 337 O1 T07 1-2 -0.5375 0.0003 0.0000 0.1
 338 O1 T08 1-2 -0.5404 0.0003 0.0001 0.7
 339 O1 T09 1-2 -0.3758 0.0004 -0.0000 -0.2
 340 O1 T10 1-2 -0.3749 0.0004 0.0003 1.3
 341 O1 T11 1-2 -0.3616 0.0004 0.0006 2.5
 342 O1 T12 1-2 -0.3642 0.0004 0.0002 1.0
 343 O1 T13 1-2 -0.3022 0.0005 0.0004 1.2
 344 O1 T14 1-2 -0.3001 0.0005 0.0003 1.0
 345 O1 T15 1-2 -0.3524 0.0005 0.0005 1.6
 346 O1 T16 1-2 -0.3500 0.0005 0.0006 1.9
 347 O2 O2 1-1 0.0000
 348 O2 F1 1-3 -1.7038 0.0003 -0.0003 -1.3
 349 O2 F2 1-3 -1.7236 0.0003 -0.0001 -0.7
 350 O2 F3 1-3 -1.6941 0.0005 0.0003 0.8
 351 O2 F4 1-3 -1.6680 0.0005 -0.0001 -0.2
 352 O2 K01 1-2 -0.1789 0.0003 -0.0002 -1.1
 353 O2 K02 1-2 -0.1587 0.0003 0.0001 0.7
 354 O2 K03 1-2 -0.2955 0.0003 0.0001 0.3
 355 O2 K04 1-2 -0.3378 0.0003 0.0001 0.3
 356 O2 K05 1-2 -0.1742 0.0004 -0.0003 -1.1
 357 O2 K06 1-2 -0.1636 0.0004 0.0001 0.4
 358 O2 K07 1-2 -0.1021 0.0005 0.0001 0.4
 359 O2 K08 1-2 -0.1527 0.0005 0.0001 0.4
 360 O2 K00 1-2 0.0524 0.0002 0.0004 2.5
 361 O2 T00 1-2 -0.1399 0.0003 0.0000 0.0
 362 O2 T01 1-2 -0.3293 0.0003 0.0001 0.3
 363 O2 T02 1-2 -0.3402 0.0003 0.0001 0.3

364	O2	T03 1-2	-0.3149	0.0003	-0.0000	-0.2
365	O2	T04 1-2	-0.3148	0.0003	0.0000	0.0
366	O2	T05 1-2	-0.4469	0.0003	0.0002	0.8
367	O2	T06 1-2	-0.4527	0.0003	-0.0003	-1.2
368	O2	T07 1-2	-0.4940	0.0003	-0.0000	-0.0
369	O2	T08 1-2	-0.4967	0.0003	-0.0001	-0.5
370	O2	T09 1-2	-0.3324	0.0004	0.0001	0.4
371	O2	T10 1-2	-0.3310	0.0004	-0.0001	-0.3
372	O2	T11 1-2	-0.3172	0.0004	-0.0003	-1.1
373	O2	T12 1-2	-0.3204	0.0004	-0.0001	-0.3
374	O2	T13 1-2	-0.2582	0.0005	-0.0001	-0.3
375	O2	T14 1-2	-0.2563	0.0005	0.0000	0.0
376	O2	T15 1-2	-0.3084	0.0005	0.0000	0.0
377	O2	T16 1-2	-0.3057	0.0005	-0.0002	-0.6
378	O3	O3 1-1	0.0000			
379	O3	F4 1-3	-1.6559	0.0005	-0.0003	-0.8
380	O3	F1 1-3	-1.6919	0.0004	-0.0003	-1.1
381	O3	F2 1-3	-1.7120	0.0003	0.0002	1.3
382	O3	F3 1-3	-1.6819	0.0004	0.0000	0.1
383	O3	K01 1-2	-0.1674	0.0003	0.0002	1.0
384	O3	K02 1-2	-0.1467	0.0003	0.0001	0.5
385	O3	K03 1-2	-0.2837	0.0003	0.0002	0.9
386	O3	K04 1-2	-0.3256	0.0003	-0.0002	-0.8
387	O3	K05 1-2	-0.1631	0.0004	0.0005	1.9
388	O3	K06 1-2	-0.1512	0.0004	-0.0004	-1.4
389	O3	K07 1-2	-0.0903	0.0004	0.0003	0.9
390	O3	K08 1-2	-0.1406	0.0004	-0.0000	-0.2
391	O3	K00 1-2	0.0647	0.0003	0.0001	0.3
392	O3	T00 1-2	-0.1284	0.0003	0.0004	1.9
393	O3	T01 1-2	-0.3177	0.0003	0.0004	1.7
394	O3	T02 1-2	-0.3278	0.0003	-0.0003	-1.5
395	O3	T03 1-2	-0.3031	0.0003	0.0001	0.5
396	O3	T04 1-2	-0.3027	0.0003	-0.0001	-0.5
397	O3	T05 1-2	-0.4348	0.0003	0.0000	0.2
398	O3	T06 1-2	-0.4413	0.0003	0.0003	1.3
399	O3	T07 1-2	-0.4820	0.0003	-0.0001	-0.3
400	O3	T08 1-2	-0.4846	0.0003	-0.0002	-1.1
401	O3	T09 1-2	-0.3202	0.0004	-0.0002	-0.7
402	O3	T10 1-2	-0.3190	0.0004	-0.0001	-0.5
403	O3	T11 1-2	-0.3053	0.0004	-0.0003	-1.1
404	O3	T12 1-2	-0.3082	0.0004	-0.0003	-1.2
405	O3	T13 1-2	-0.2462	0.0004	-0.0002	-0.7
406	O3	T14 1-2	-0.2440	0.0004	-0.0003	-1.1
407	O3	T15 1-2	-0.2965	0.0004	0.0000	0.1
408	O3	T16 1-2	-0.2936	0.0004	-0.0004	-1.5
409	O4	O4 1-1	0.0000			
410	O4	F1 1-3	-1.6967	0.0003	-0.0000	-0.2
411	O4	F2 1-3	-1.7161	0.0003	-0.0002	-0.8
412	O4	F3 1-3	-1.6858	0.0004	-0.0006	-2.2
413	O4	F4 1-3	-1.6608	0.0004	0.0000	0.1
414	O4	K01 1-2	-0.1720	0.0002	0.0002	1.8
415	O4	K02 1-2	-0.1513	0.0002	0.0001	1.2
416	O4	K03 1-2	-0.2880	0.0002	-0.0000	-0.3
417	O4	K04 1-2	-0.3305	0.0002	0.0001	0.9
418	O4	K05 1-2	-0.1671	0.0003	-0.0001	-0.4
419	O4	K06 1-2	-0.1562	0.0003	0.0001	0.6
420	O4	K07 1-2	-0.0939	0.0004	-0.0006	-2.6
421	O4	K08 1-2	-0.1450	0.0004	-0.0002	-0.9
422	O4	K00 1-2	0.0601	0.0002	0.0001	0.5
423	O4	T00 1-2	-0.1327	0.0002	0.0001	0.9
424	O4	T01 1-2	-0.3218	0.0002	-0.0001	-0.7
425	O4	T02 1-2	-0.3327	0.0002	-0.0000	-0.3
426	O4	T03 1-2	-0.3077	0.0002	0.0001	1.2
427	O4	T04 1-2	-0.3074	0.0002	-0.0000	-0.2
428	O4	T05 1-2	-0.4391	0.0002	-0.0001	-0.9
429	O4	T06 1-2	-0.4455	0.0002	-0.0001	-0.9
430	O4	T07 1-2	-0.4866	0.0002	0.0000	0.2
431	O4	T08 1-2	-0.4895	0.0002	0.0001	0.6
432	O4	T09 1-2	-0.3250	0.0003	0.0001	0.5
433	O4	T10 1-2	-0.3236	0.0003	-0.0001	-0.5
434	O4	T11 1-2	-0.3101	0.0003	-0.0001	-0.3
435	O4	T12 1-2	-0.3131	0.0003	0.0001	0.4
436	O4	T13 1-2	-0.2509	0.0004	-0.0000	-0.1

```

437          04        T14 1-2      -0.2489  0.0004   0.0000  0.1
438          04        T15 1-2      -0.3006  0.0004   -0.0004 -1.5
439          04        T16 1-2      -0.2986  0.0004   0.0001  0.2
440
441 Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.
442 Model       tH      s_tH
443           m       m
444     O1    0.0004  0.0004
445     O2    0.0438  0.0004
446     O3    0.0558  0.0004
447     O4    0.0512  0.0004
448
449 Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater.
450 Punkt      Kode      H      s_H
451           m       m
452     O1    14 9    -0.0004  0.0004
453     F1    0 9    -1.7479  0.0004
454     F2    0 9    -1.7675  0.0004
455     F3    0 9    -1.7376  0.0004
456     F4    0 9    -1.7119  0.0004
457     K01   0 9    -0.2230  0.0004
458     K02   0 9    -0.2024  0.0004
459     K03   0 9    -0.3392  0.0004
460     K04   0 9    -0.3815  0.0004
461     K05   0 9    -0.2184  0.0004
462     K06   0 9    -0.2073  0.0004
463     K07   0 9    -0.1458  0.0004
464     K08   0 9    -0.1964  0.0004
465     K09   0 9    0.0089  0.0004
466     T00   0 9    -0.1837  0.0004
467     T01   0 9    -0.3731  0.0004
468     T02   0 9    -0.3840  0.0004
469     T03   0 9    -0.3588  0.0004
470     T04   0 9    -0.3586  0.0004
471     T05   0 9    -0.4905  0.0004
472     T06   0 9    -0.4968  0.0004
473     T07   0 9    -0.5378  0.0004
474     T08   0 9    -0.5407  0.0004
475     T09   0 9    -0.3762  0.0004
476     T10   0 9    -0.3749  0.0004
477     T11   0 9    -0.3614  0.0004
478     T12   0 9    -0.3643  0.0004
479     T13   0 9    -0.3022  0.0004
480     T14   0 9    -0.3001  0.0004
481     T15   0 9    -0.3522  0.0004
482     T16   0 9    -0.3497  0.0004
483     O2    14 9    -0.0438  0.0004
484     O3    14 9    -0.0558  0.0004
485     O4    14 9    -0.0512  0.0004
486
487 -----
488
489 Koordinatfil med estimerede koordinater (E, N , H)
490 C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\Scanning data\Target
491 test\TMK\target-29-03_Anblock2D+1D.koo
492 KOORDINATER
493 Punkt Objektkode Liniekode E-DKTM2-m N-DKTM2-m H-DVR90-m Tekst
494
495 -----
496
497 3. Anblock 2D (uden skalaændringer)
498 Afbildning: Lokal (jf. 1. opstilling i observationsfil.) 1. og 2. akse: E og N
499 Referencekoordinater (E og N) er beregnet jf. rå observationer fra opstilling: O1
500 i observationsfil. Koordinater til opstillingspunktet: E = 2000.000 m N = 20000.000 m
501 Modelkoordinater (e og n) er beregnet jf. øvrige rå observationer i observationsfil
502 Ved beregningerne korrigeres afstande for:
503   - jordkrumning og refraktion: R = 6386000 m, k_ref = 0.13
504
505
506 Antal observationer: 249
507 Referencekoordinater (E, N) 60
508 Modelkoordinater (e, n) 186

```

509 Skalaændringer: 3
 510
 511 Antal ubekendte (ialt): 78
 512 Tra.parametre (a, b, tE, tN): 12
 513 Koordinater (E, N): 66
 514
 515 Antal overbestemmelser: 171
 516
 517 Spredning på vægtenheden (s_OEN): 0.75
 518
 519 Global test. Teststørrelse: w = 97.4
 520 nedre grænse - øvre grænse: 127.1 - 222.4 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
 521 nedre grænse - øvre grænse: 141.8 - 202.5 ved 10% signifikansniveau: Forkastet
 522
 523 Observationer. Referencekoordinater (E, N). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 524 Status: 0-3 Referencepunkt
 525 Punkt Status E N as_E as_N rE rE' rN rN'
 526 m m m m m m m m
 527 F1 0-3 1992.3556 20004.4227 0.0006 0.0009 -0.0007 -1.9 0.0000 0.0
 528 F2 0-3 2007.9582 20016.6241 0.0009 0.0007 0.0005 0.9 -0.0006 -1.2
 529 F3 0-3 2024.2707 20001.0366 0.0008 0.0010 -0.0008 -1.5 -0.0008 -1.3
 530 F4 0-3 2016.2308 19987.3699 0.0008 0.0009 0.0002 0.4 0.0007 1.2
 531 K01 0-3 2004.6002 19995.9168 0.0007 0.0008 0.0008 1.9 -0.0005 -1.0
 532 K02 0-3 2005.1896 19996.3082 0.0006 0.0008 0.0006 1.8 -0.0005 -0.8
 533 K03 0-3 2009.3064 19994.4793 0.0006 0.0009 0.0004 1.2 -0.0004 -0.6
 534 K04 0-3 2009.7057 19994.9555 0.0006 0.0009 0.0003 0.9 -0.0002 -0.2
 535 K05 0-3 2014.4700 19993.2392 0.0006 0.0009 0.0001 0.2 -0.0002 -0.3
 536 K06 0-3 2014.8026 19993.7354 0.0006 0.0009 0.0004 1.0 0.0001 0.1
 537 K07 0-3 2019.9709 19994.7225 0.0007 0.0010 0.0004 1.0 -0.0004 -0.6
 538 K08 0-3 2020.2597 19995.2586 0.0007 0.0010 -0.0007 -1.5 -0.0002 -0.4
 539 K00 0-3 1996.6409 20002.5078 0.0006 0.0008 -0.0009 -2.2 0.0014 2.6
 540 T00 0-3 1996.3016 20001.7532 0.0005 0.0009 -0.0004 -1.6 -0.0002 -0.4
 541 T01 0-3 2004.7165 19996.0599 0.0007 0.0008 0.0002 0.4 0.0006 1.2
 542 T02 0-3 2004.4606 19995.8055 0.0007 0.0007 -0.0002 -0.5 0.0002 0.4
 543 T03 0-3 2005.3757 19996.3475 0.0006 0.0008 0.0005 1.4 -0.0004 -0.6
 544 T04 0-3 2005.0013 19996.3110 0.0006 0.0008 0.0004 1.1 0.0003 0.5
 545 T05 0-3 2009.3883 19994.6455 0.0006 0.0009 -0.0000 -0.1 0.0005 0.7
 546 T06 0-3 2009.1882 19994.3362 0.0006 0.0009 -0.0000 -0.0 0.0003 0.4
 547 T07 0-3 2009.8747 19995.0232 0.0006 0.0009 0.0002 0.8 0.0001 0.1
 548 T08 0-3 2009.5313 19994.9308 0.0006 0.0009 -0.0003 -1.1 0.0005 0.8
 549 T09 0-3 2014.5378 19993.4127 0.0006 0.0009 0.0000 0.0 -0.0002 -0.3
 550 T10 0-3 2014.3736 19993.0871 0.0006 0.0009 -0.0005 -1.4 0.0003 0.5
 551 T11 0-3 2014.9595 19993.8195 0.0006 0.0009 -0.0002 -0.5 -0.0000 -0.0
 552 T12 0-3 2014.6318 19993.6888 0.0006 0.0009 0.0001 0.2 0.0003 0.4
 553 T13 0-3 2019.9972 19994.8939 0.0007 0.0010 0.0002 0.4 -0.0001 -0.2
 554 T14 0-3 2019.9028 19994.5487 0.0007 0.0010 0.0002 0.6 -0.0002 -0.3
 555 T15 0-3 2020.4008 19995.3727 0.0007 0.0010 -0.0002 -0.4 -0.0001 -0.1
 556 T16 0-3 2020.0969 19995.1878 0.0007 0.0010 0.0001 0.3 -0.0007 -1.0
 557 Observationer. Modelkoordinater (e, n). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 558 Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R
 559 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R
 560 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R
 561 F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt
 562 Opstilling Punkt Status e n as_e as_n rE rE' rN rN'
 563 m m m m m m m m
 564 O2 O2 1-1 0.0000 0.0000
 565 O2 F1 1-3 7.6279 -10.3852 0.0007 0.0008 -0.0000 -0.0 0.0001 0.1
 566 O2 F2 1-3 -8.8237 0.6456 0.0010 0.0003 0.0001 0.2 -0.0002 -1.4
 567 O2 F3 1-3 0.9134 20.9988 0.0007 0.0010 -0.0001 -0.2 -0.0015 -2.4
 568 O2 F4 1-3 16.4007 17.6122 0.0009 0.0009 -0.0005 -0.8 0.0000 0.0
 569 O2 K01 1-3 11.8996 3.9011 0.0010 0.0005 0.0007 1.2 -0.0001 -0.3
 570 O2 K02 1-3 11.3435 4.3388 0.0009 0.0005 0.0006 0.9 0.0006 1.8
 571 O2 K03 1-3 11.8002 8.8197 0.0009 0.0007 0.0001 0.2 0.0005 1.1
 572 O2 K04 1-3 11.2234 9.0507 0.0008 0.0007 -0.0000 -0.0 0.0004 0.7
 573 O2 K05 1-3 11.3715 14.1129 0.0008 0.0009 0.0006 1.2 0.0002 0.3
 574 O2 K06 1-3 10.7961 14.2743 0.0008 0.0009 0.0001 0.3 0.0004 0.6
 575 O2 K07 1-3 8.2502 18.8788 0.0007 0.0010 -0.0000 -0.1 -0.0001 -0.2
 576 O2 K08 1-3 7.6511 18.9847 0.0007 0.0010 -0.0005 -1.1 -0.0001 -0.2
 577 O2 K00 1-3 8.1122 -5.7180 0.0008 0.0006 -0.0004 -0.7 0.0006 1.3
 578 O2 T00 1-3 8.9369 -5.8056 0.0009 0.0006 -0.0016 -2.6 0.0003 0.8
 579 O2 T01 1-3 11.7264 3.9652 0.0010 0.0005 -0.0001 -0.1 0.0003 0.9
 580 O2 T02 1-3 12.0481 3.8008 0.0010 0.0005 -0.0002 -0.4 0.0005 1.6
 581 O2 T03 1-3 11.2491 4.5031 0.0009 0.0005 0.0002 0.4 -0.0002 -0.5

582	O2	T04 1-3	11.4002	4.1584	0.0010	0.0005	0.0001	0.1	-0.0006	-1.7
583	O2	T05 1-3	11.6170	8.8453	0.0008	0.0007	0.0001	0.1	-0.0003	-0.6
584	O2	T06 1-3	11.9727	8.7514	0.0009	0.0007	0.0001	0.2	0.0004	0.8
585	O2	T07 1-3	11.1064	9.1899	0.0008	0.0007	-0.0002	-0.3	0.0004	0.7
586	O2	T08 1-3	11.3009	8.8914	0.0008	0.0007	-0.0005	-0.8	0.0004	0.8
587	O2	T09 1-3	11.1858	14.1227	0.0008	0.0009	-0.0000	-0.1	0.0001	0.2
588	O2	T10 1-3	11.5464	14.0671	0.0008	0.0009	-0.0004	-0.8	-0.0001	-0.2
589	O2	T11 1-3	10.6683	14.3974	0.0008	0.0009	0.0006	1.1	-0.0005	-0.9
590	O2	T12 1-3	10.8936	14.1267	0.0008	0.0009	0.0007	1.4	0.0000	0.0
591	O2	T13 1-3	8.0783	18.8503	0.0007	0.0010	0.0004	0.9	0.0003	0.5
592	O2	T14 1-3	8.4361	18.8684	0.0007	0.0010	0.0005	1.1	-0.0001	-0.1
593	O2	T15 1-3	7.4978	19.0847	0.0007	0.0010	0.0006	1.3	0.0002	0.4
594	O2	T16 1-3	7.7688	18.8539	0.0007	0.0010	0.0004	0.9	-0.0000	-0.0
595	O3	O3 1-1	0.0000	0.0000						
596	O3	F4 1-3	16.7943	15.5609	0.0009	0.0009	0.0002	0.3	-0.0001	-0.2
597	O3	F1 1-3	9.2369	-12.7903	0.0007	0.0009	-0.0008	-1.7	0.0003	0.6
598	O3	F2 1-3	-7.6755	-2.4778	0.0009	0.0004	0.0006	1.0	0.0001	0.3
599	O3	F3 1-3	1.1742	18.2751	0.0006	0.0010	-0.0004	-1.1	0.0001	0.2
600	O3	K01 1-3	12.8886	1.6670	0.0010	0.0004	0.0001	0.1	0.0003	0.9
601	O3	K02 1-3	12.3145	2.0815	0.0010	0.0004	0.0009	1.3	0.0003	1.0
602	O3	K03 1-3	12.5780	6.5778	0.0009	0.0006	0.0001	0.2	-0.0002	-0.5
603	O3	K04 1-3	11.9911	6.7840	0.0009	0.0006	0.0005	0.9	0.0002	0.4
604	O3	K05 1-3	11.9215	11.8474	0.0008	0.0008	0.0004	0.7	-0.0005	-0.9
605	O3	K06 1-3	11.3390	11.9842	0.0008	0.0008	0.0005	1.0	0.0002	0.4
606	O3	K07 1-3	8.5968	16.4746	0.0007	0.0009	0.0004	0.9	-0.0002	-0.4
607	O3	K08 1-3	7.9935	16.5546	0.0007	0.0009	-0.0000	-0.1	0.0000	0.1
608	O3	K00 1-3	9.5196	-8.1054	0.0008	0.0007	-0.0003	-0.5	0.0003	0.7
609	O3	T00 1-3	10.3465	-8.1573	0.0008	0.0007	-0.0010	-1.8	0.0009	1.9
610	O3	T01 1-3	12.7136	1.7250	0.0010	0.0004	0.0003	0.4	-0.0006	-2.2
611	O3	T02 1-3	13.0422	1.5745	0.0010	0.0004	-0.0000	-0.0	-0.0004	-1.5
612	O3	T03 1-3	12.2124	2.2411	0.0010	0.0004	0.0003	0.4	0.0003	0.9
613	O3	T04 1-3	12.3779	1.9029	0.0010	0.0004	-0.0002	-0.2	0.0002	0.9
614	O3	T05 1-3	12.3927	6.5949	0.0009	0.0006	-0.0001	-0.1	0.0002	0.5
615	O3	T06 1-3	12.7535	6.5172	0.0009	0.0006	0.0002	0.4	-0.0006	-1.6
616	O3	T07 1-3	11.8676	6.9175	0.0009	0.0006	0.0000	0.1	0.0009	2.3
617	O3	T08 1-3	12.0752	6.6277	0.0009	0.0006	-0.0003	-0.6	0.0006	1.5
618	O3	T09 1-3	11.7350	11.8495	0.0008	0.0008	0.0002	0.4	-0.0001	-0.2
619	O3	T10 1-3	12.0973	11.8097	0.0008	0.0008	0.0002	0.3	-0.0001	-0.1
620	O3	T11 1-3	11.2057	12.1005	0.0008	0.0008	0.0000	0.0	-0.0000	-0.0
621	O3	T12 1-3	11.4431	11.8401	0.0008	0.0008	0.0001	0.2	-0.0002	-0.4
622	O3	T13 1-3	8.4269	16.4382	0.0007	0.0009	0.0001	0.2	-0.0001	-0.1
623	O3	T14 1-3	8.7831	16.4709	0.0007	0.0009	-0.0003	-0.8	0.0002	0.4
624	O3	T15 1-3	7.8370	16.6471	0.0007	0.0009	-0.0000	-0.1	-0.0003	-0.5
625	O3	T16 1-3	8.1174	16.4276	0.0007	0.0009	-0.0006	-1.5	0.0001	0.1
626	O4	O4 1-1	0.0000	0.0000						
627	O4	F1 1-3	0.7098	-13.3552	0.0004	0.0010	-0.0001	-0.3	0.0003	0.5
628	O4	F2 1-3	-13.4722	0.4724	0.0010	0.0004	-0.0005	-0.7	0.0005	1.7
629	O4	F3 1-3	-0.2111	18.7258	0.0006	0.0010	-0.0000	-0.1	0.0005	0.9
630	O4	F4 1-3	14.4078	12.5914	0.0009	0.0008	0.0008	1.4	0.0008	1.6
631	O4	K01 1-3	7.4986	-0.0791	0.0010	0.0003	0.0005	0.7	-0.0000	-0.4
632	O4	K02 1-3	7.0318	0.4527	0.0010	0.0003	0.0008	1.1	-0.0002	-1.6
633	O4	K03 1-3	8.2921	4.7770	0.0009	0.0006	0.0006	0.9	0.0002	0.4
634	O4	K04 1-3	7.7668	5.1083	0.0009	0.0006	0.0001	0.2	-0.0001	-0.2
635	O4	K05 1-3	8.8291	10.0587	0.0007	0.0008	-0.0006	-1.3	0.0001	0.2
636	O4	K06 1-3	8.2927	10.3227	0.0007	0.0008	-0.0000	-0.1	-0.0001	-0.2
637	O4	K07 1-3	6.6220	15.3122	0.0006	0.0009	0.0000	0.0	0.0003	0.4
638	O4	K08 1-3	6.0527	15.5252	0.0006	0.0010	-0.0002	-0.5	-0.0005	-0.8
639	O4	K00 1-3	2.0322	-8.8525	0.0004	0.0010	-0.0003	-1.5	-0.0000	-0.0
640	O4	T00 1-3	2.8257	-9.0869	0.0004	0.0010	-0.0000	-0.1	0.0012	1.8
641	O4	T01 1-3	7.3399	0.0160	0.0010	0.0003	0.0003	0.4	0.0002	1.6
642	O4	T02 1-3	7.6270	-0.2035	0.0010	0.0003	0.0005	0.7	-0.0001	-0.4
643	O4	T03 1-3	6.9677	0.6314	0.0010	0.0003	0.0005	0.7	0.0000	0.1
644	O4	T04 1-3	7.0533	0.2649	0.0010	0.0002	0.0003	0.5	0.0001	1.3
645	O4	T05 1-3	8.1158	4.8348	0.0009	0.0006	0.0001	0.1	0.0001	0.3
646	O4	T06 1-3	8.4492	4.6780	0.0009	0.0006	0.0000	0.0	0.0003	0.8
647	O4	T07 1-3	7.6774	5.2668	0.0008	0.0006	0.0003	0.5	-0.0005	-1.3
648	O4	T08 1-3	7.8146	4.9380	0.0009	0.0006	-0.0000	-0.1	-0.0006	-1.6
649	O4	T09 1-3	8.6483	10.1030	0.0007	0.0008	-0.0002	-0.4	-0.0001	-0.2
650	O4	T10 1-3	8.9925	9.9832	0.0007	0.0008	-0.0003	-0.7	-0.0000	-0.1
651	O4	T11 1-3	8.1884	10.4657	0.0007	0.0008	-0.0006	-1.3	0.0001	0.1
652	O4	T12 1-3	8.3612	10.1589	0.0007	0.0008	-0.0003	-0.7	0.0003	0.5
653	O4	T13 1-3	6.4489	15.3147	0.0006	0.0009	-0.0003	-0.8	-0.0003	-0.5
654	O4	T14 1-3	6.8037	15.2678	0.0006	0.0009	0.0000	0.1	-0.0003	-0.5

55 O4 T15 1-3 5.9203 15.6499 0.0006 0.0010 -0.0006 -1.5 -0.0002 -0.3
 56 O4 T16 1-3 6.1452 15.3747 0.0006 0.0010 0.0001 0.4 -0.0007 -1.1
 57
 58 Observationer. Skalaændringer
 59 Model k
 60 O2 1.000000
 61 O3 1.000000
 62 O4 1.000000
 63
 64 Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.
 65 Model a b k tE tn s_a s_b s_tE s_tN
 66 (jf. a og b) m m m m m
 67 O2 -0.31128612 -0.95031624 1.000000 2004.5987 20008.4389 0.00001570 0.00000514 0.0001 0.0002
 68 O3 -0.35196684 -0.93601247 1.000000 2007.5771 20008.5671 0.00001560 0.00000586 0.0001 0.0002
 69 O4 -0.13401191 -0.99097972 1.000000 2005.6847 20003.3366 0.00001726 0.00000233 0.0001 0.0001
 70
 71 Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater, konfidensellipses halvakser og hældning
 72 Punkt Kode E N s_E s_N a b pfi
 73 m m m m m m gon
 74 O2 14 9 2004.5987 20008.4389 0.0002 0.0002 0.0003 0.0002 74
 75 F1 0 9 1992.3550 20004.4227 0.0002 0.0004 0.0004 0.0002 199
 76 F2 0 9 2007.9587 20016.6235 0.0004 0.0002 0.0004 0.0002 94
 77 F3 0 9 2024.2699 20001.0358 0.0003 0.0004 0.0004 0.0003 197
 78 F4 0 9 2016.2310 19987.3706 0.0003 0.0003 0.0004 0.0003 50
 79 K01 0 9 2004.6010 19995.9163 0.0003 0.0002 0.0003 0.0002 94
 80 K02 0 9 2005.1902 19996.3078 0.0003 0.0002 0.0003 0.0002 88
 81 K03 0 9 2009.3068 19994.4790 0.0003 0.0003 0.0003 0.0002 60
 82 K04 0 9 2009.7060 19994.9554 0.0003 0.0003 0.0003 0.0002 56
 83 K05 0 9 2014.4701 19993.2391 0.0003 0.0003 0.0004 0.0002 39
 84 K06 0 9 2014.8030 19993.7355 0.0003 0.0003 0.0004 0.0002 36
 85 K07 0 9 2019.9714 19994.7221 0.0003 0.0004 0.0004 0.0002 20
 86 K08 0 9 2020.2590 19995.2584 0.0003 0.0004 0.0004 0.0002 18
 87 K00 0 9 1996.6400 20002.5091 0.0002 0.0003 0.0003 0.0002 185
 88 T00 0 9 1996.3012 20001.7529 0.0002 0.0003 0.0003 0.0002 187
 89 T01 0 9 2004.7167 19996.0606 0.0003 0.0002 0.0003 0.0002 93
 90 T02 0 9 2004.4604 19995.8057 0.0003 0.0002 0.0003 0.0002 95
 91 T03 0 9 2005.3762 19996.3472 0.0003 0.0002 0.0003 0.0002 87
 92 T04 0 9 2005.0017 19996.3113 0.0003 0.0002 0.0003 0.0002 90
 93 T05 0 9 2009.3882 19994.6460 0.0003 0.0003 0.0003 0.0002 59
 94 T06 0 9 2009.1882 19994.3365 0.0003 0.0003 0.0003 0.0002 61
 95 T07 0 9 2009.8749 19995.0232 0.0003 0.0003 0.0003 0.0002 54
 96 T08 0 9 2009.5310 19994.9313 0.0003 0.0003 0.0003 0.0002 57
 97 T09 0 9 2014.5378 19993.4125 0.0003 0.0003 0.0004 0.0002 38
 98 T10 0 9 2014.3731 19993.0874 0.0003 0.0003 0.0004 0.0002 39
 99 T11 0 9 2014.9593 19993.8195 0.0003 0.0003 0.0004 0.0002 35
 100 T12 0 9 2014.6318 19993.6891 0.0003 0.0003 0.0004 0.0002 37
 101 T13 0 9 2019.9973 19994.8938 0.0003 0.0004 0.0004 0.0002 20
 102 T14 0 9 2019.9030 19994.5485 0.0003 0.0004 0.0004 0.0002 21
 103 T15 0 9 2020.4007 19995.3726 0.0003 0.0004 0.0004 0.0002 18
 104 T16 0 9 2020.0971 19995.1872 0.0003 0.0004 0.0004 0.0002 19
 105 O3 14 9 2007.5771 20008.5671 0.0002 0.0002 0.0002 0.0002 87
 106 O4 14 9 2005.6847 20003.3366 0.0002 0.0002 0.0002 0.0001 55
 107
 108 -----
 109
 110 4. Anblok 1D (uden skalaændringer)
 111 Højdesystem: Lokalt jf. 1. opstilling. Akse: H
 112 Referencekoordinater (H) er beregnet jf. rå observationer fra opstilling: 01
 113 i observationsfil. Koordinat til opstillingspunktet: H = 0.000 m
 114 Modelkoordinater (h) er beregnet jf. øvrige rå observationer i observationsfil
 115 Ved beregningerne korrigeres højdeforskelle for:
 116 - jordkrumning og refraktion: R = 6386000 m, k_ref = 0.13
 117
 118
 119 Antal observationer (ialt): 123
 120 Referencekoordinater (H): 30
 121 Modelkoordinater (h): 93
 122
 123 Antal ubekendte (ialt): 36
 124 Tr.parametre (tH): 3
 125 Koordinater (H): 33
 126
 127 Antal overbestemmelser: 87

728
 729 Spredning på vægtenheden (s_{OH}): 0.79
 730
 731 Global test. Teststørrelse: $w = 54.8$
 732 nedre grænse - øvre grænse: 56.8 - 124.7 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
 733 nedre grænse - øvre grænse: 66.5 - 109.8 ved 10% signifikansniveau: Forkastet
 734
 735 Observationer. Referencekoordinater (H). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 736 Status: 0-3 Referencepunkt
 737 Punkt Status H as_H rH rH'
 738 m m m m
 739 F1 0-3 -1.7480 0.0003 0.0004 2.2
 740 F2 0-3 -1.7673 0.0004 0.0001 0.5
 741 F3 0-3 -1.7378 0.0006 0.0005 1.4
 742 F4 0-3 -1.7118 0.0005 0.0002 0.7
 743 K01 0-3 -0.2225 0.0002 -0.0002 -1.6
 744 K02 0-3 -0.2019 0.0002 -0.0002 -1.9
 745 K03 0-3 -0.3388 0.0003 -0.0001 -0.7
 746 K04 0-3 -0.3811 0.0003 -0.0001 -0.5
 747 K05 0-3 -0.2179 0.0004 -0.0001 -0.3
 748 K06 0-3 -0.2070 0.0004 0.0001 0.3
 749 K07 0-3 -0.1460 0.0005 0.0005 1.6
 750 K08 0-3 -0.1963 0.0005 0.0003 0.8
 751 K09 0-3 0.0095 0.0001 -0.0002 -2.4
 752 T00 0-3 -0.1832 0.0001 -0.0001 -2.0
 753 T01 0-3 -0.3727 0.0002 -0.0001 -0.8
 754 T02 0-3 -0.3837 0.0002 0.0001 1.1
 755 T03 0-3 -0.3583 0.0002 -0.0001 -1.3
 756 T04 0-3 -0.3583 0.0002 0.0001 0.5
 757 T05 0-3 -0.4902 0.0003 0.0000 0.2
 758 T06 0-3 -0.4966 0.0003 0.0001 0.7
 759 T07 0-3 -0.5375 0.0003 0.0000 0.1
 760 T08 0-3 -0.5404 0.0003 0.0001 0.7
 761 T09 0-3 -0.3758 0.0004 -0.0000 -0.2
 762 T10 0-3 -0.3749 0.0004 0.0003 1.3
 763 T11 0-3 -0.3616 0.0004 0.0006 2.5
 764 T12 0-3 -0.3642 0.0004 0.0002 0.9
 765 T13 0-3 -0.3022 0.0005 0.0004 1.1
 766 T14 0-3 -0.3001 0.0005 0.0003 1.0
 767 T15 0-3 -0.3524 0.0005 0.0005 1.6
 768 T16 0-3 -0.3500 0.0005 0.0006 1.9
 769 Observationer. Modelkoordinater (h). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.
 770 Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R
 771 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R
 772 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R
 773 F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt
 774 Opstilling Punkt Status h as_h rH rH'
 775 m m m m
 776 O2 O2 1-1 0.0000
 777 O2 F1 1-3 -1.7038 0.0003 -0.0003 -1.3
 778 O2 F2 1-3 -1.7236 0.0003 -0.0001 -0.8
 779 O2 F3 1-3 -1.6941 0.0005 0.0003 0.8
 780 O2 F4 1-3 -1.6680 0.0005 -0.0001 -0.2
 781 O2 K01 1-3 -0.1789 0.0003 -0.0002 -1.1
 782 O2 K02 1-3 -0.1587 0.0003 0.0001 0.7
 783 O2 K03 1-3 -0.2955 0.0003 0.0001 0.3
 784 O2 K04 1-3 -0.3378 0.0003 0.0001 0.3
 785 O2 K05 1-3 -0.1742 0.0004 -0.0003 -1.1
 786 O2 K06 1-3 -0.1636 0.0004 0.0001 0.4
 787 O2 K07 1-3 -0.1021 0.0005 0.0001 0.4
 788 O2 K08 1-3 -0.1527 0.0005 0.0001 0.4
 789 O2 K09 1-3 0.0524 0.0002 0.0004 2.4
 790 O2 T00 1-3 -0.1399 0.0003 0.0000 0.0
 791 O2 T01 1-3 -0.3293 0.0003 0.0001 0.3
 792 O2 T02 1-3 -0.3402 0.0003 0.0001 0.3
 793 O2 T03 1-3 -0.3149 0.0003 -0.0000 -0.2
 794 O2 T04 1-3 -0.3148 0.0003 0.0000 0.0
 795 O2 T05 1-3 -0.4469 0.0003 0.0002 0.8
 796 O2 T06 1-3 -0.4527 0.0003 -0.0003 -1.2
 797 O2 T07 1-3 -0.4940 0.0003 -0.0000 -0.0
 798 O2 T08 1-3 -0.4967 0.0003 -0.0001 -0.5
 799 O2 T09 1-3 -0.3324 0.0004 0.0001 0.4
 800 O2 T10 1-3 -0.3310 0.0004 -0.0001 -0.3

801	O2	T11 1-3	-0.3172	0.0004	-0.0003	-1.1
802	O2	T12 1-3	-0.3204	0.0004	-0.0001	-0.3
803	O2	T13 1-3	-0.2582	0.0005	-0.0001	-0.3
804	O2	T14 1-3	-0.2563	0.0005	0.0000	0.0
805	O2	T15 1-3	-0.3084	0.0005	0.0000	0.0
806	O2	T16 1-3	-0.3057	0.0005	-0.0002	-0.6
807	O3	O3 1-1	0.0000			
808	O3	F4 1-3	-1.6559	0.0005	-0.0003	-0.8
809	O3	F1 1-3	-1.6919	0.0004	-0.0003	-1.0
810	O3	F2 1-3	-1.7120	0.0003	0.0002	1.2
811	O3	F3 1-3	-1.6819	0.0004	0.0000	0.1
812	O3	K01 1-3	-0.1674	0.0003	0.0002	1.0
813	O3	K02 1-3	-0.1467	0.0003	0.0001	0.5
814	O3	K03 1-3	-0.2837	0.0003	0.0002	0.9
815	O3	K04 1-3	-0.3256	0.0003	-0.0002	-0.8
816	O3	K05 1-3	-0.1631	0.0004	0.0005	1.9
817	O3	K06 1-3	-0.1512	0.0004	-0.0004	-1.4
818	O3	K07 1-3	-0.0903	0.0004	0.0003	0.9
819	O3	K08 1-3	-0.1406	0.0004	-0.0000	-0.2
820	O3	K00 1-3	0.0647	0.0003	0.0001	0.3
821	O3	T00 1-3	-0.1284	0.0003	0.0004	1.9
822	O3	T01 1-3	-0.3177	0.0003	0.0004	1.7
823	O3	T02 1-3	-0.3278	0.0003	-0.0003	-1.5
824	O3	T03 1-3	-0.3031	0.0003	0.0001	0.5
825	O3	T04 1-3	-0.3027	0.0003	-0.0001	-0.5
826	O3	T05 1-3	-0.4348	0.0003	0.0000	0.2
827	O3	T06 1-3	-0.4413	0.0003	0.0003	1.3
828	O3	T07 1-3	-0.4820	0.0003	-0.0001	-0.3
829	O3	T08 1-3	-0.4846	0.0003	-0.0002	-1.1
830	O3	T09 1-3	-0.3202	0.0004	-0.0002	-0.7
831	O3	T10 1-3	-0.3190	0.0004	-0.0001	-0.5
832	O3	T11 1-3	-0.3053	0.0004	-0.0003	-1.1
833	O3	T12 1-3	-0.3082	0.0004	-0.0003	-1.2
834	O3	T13 1-3	-0.2462	0.0004	-0.0002	-0.7
835	O3	T14 1-3	-0.2440	0.0004	-0.0003	-1.0
836	O3	T15 1-3	-0.2965	0.0004	0.0000	0.1
837	O3	T16 1-3	-0.2936	0.0004	-0.0004	-1.5
838	O4	O4 1-1	0.0000			
839	O4	F1 1-3	-1.6967	0.0003	-0.0000	-0.2
840	O4	F2 1-3	-1.7161	0.0003	-0.0002	-0.9
841	O4	F3 1-3	-1.6858	0.0004	-0.0006	-2.1
842	O4	F4 1-3	-1.6608	0.0004	0.0000	0.1
843	O4	K01 1-3	-0.1720	0.0002	0.0002	1.8
844	O4	K02 1-3	-0.1513	0.0002	0.0001	1.1
845	O4	K03 1-3	-0.2880	0.0002	-0.0000	-0.3
846	O4	K04 1-3	-0.3305	0.0002	0.0001	0.9
847	O4	K05 1-3	-0.1671	0.0003	-0.0001	-0.4
848	O4	K06 1-3	-0.1562	0.0003	0.0001	0.6
849	O4	K07 1-3	-0.0939	0.0004	-0.0006	-2.6
850	O4	K08 1-3	-0.1450	0.0004	-0.0002	-0.9
851	O4	K00 1-3	0.0601	0.0002	0.0001	0.5
852	O4	T00 1-3	-0.1327	0.0002	0.0001	0.9
853	O4	T01 1-3	-0.3218	0.0002	-0.0001	-0.7
854	O4	T02 1-3	-0.3327	0.0002	-0.0000	-0.3
855	O4	T03 1-3	-0.3077	0.0002	0.0001	1.2
856	O4	T04 1-3	-0.3074	0.0002	-0.0000	-0.2
857	O4	T05 1-3	-0.4391	0.0002	-0.0001	-0.9
858	O4	T06 1-3	-0.4455	0.0002	-0.0001	-0.8
859	O4	T07 1-3	-0.4866	0.0002	0.0000	0.2
860	O4	T08 1-3	-0.4895	0.0002	0.0001	0.6
861	O4	T09 1-3	-0.3250	0.0003	0.0001	0.5
862	O4	T10 1-3	-0.3236	0.0003	-0.0001	-0.5
863	O4	T11 1-3	-0.3101	0.0003	-0.0001	-0.3
864	O4	T12 1-3	-0.3131	0.0003	0.0001	0.4
865	O4	T13 1-3	-0.2509	0.0004	-0.0000	-0.1
866	O4	T14 1-3	-0.2489	0.0004	0.0000	0.0
867	O4	T15 1-3	-0.3006	0.0004	-0.0004	-1.5
868	O4	T16 1-3	-0.2986	0.0004	0.0001	0.2
869						
870		Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.				
871	Model	tH	s_tH			
872		m	m			
873	O2	0.0435	0.0001			

```

874          O3      0.0554  0.0001
875          O4      0.0509  0.0001
876
877  Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater.
878  Punkt      Kode      H      s_H
879                  m      m
880      O2  14 9   -0.0435  0.0001
881      F1  0 9   -1.7476  0.0001
882      F2  0 9   -1.7672  0.0001
883      F3  0 9   -1.7372  0.0002
884      F4  0 9   -1.7116  0.0002
885      K01 0 9   -0.2226  0.0001
886      K02 0 9   -0.2021  0.0001
887      K03 0 9   -0.3389  0.0001
888      K04 0 9   -0.3812  0.0001
889      K05 0 9   -0.2180  0.0001
890      K06 0 9   -0.2069  0.0001
891      K07 0 9   -0.1454  0.0002
892      K08 0 9   -0.1961  0.0002
893      K00 0 9   0.0093  0.0001
894      T00 0 9   -0.1834  0.0001
895      T01 0 9   -0.3727  0.0001
896      T02 0 9   -0.3836  0.0001
897      T03 0 9   -0.3584  0.0001
898      T04 0 9   -0.3583  0.0001
899      T05 0 9   -0.4901  0.0001
900      T06 0 9   -0.4965  0.0001
901      T07 0 9   -0.5375  0.0001
902      T08 0 9   -0.5403  0.0001
903      T09 0 9   -0.3758  0.0001
904      T10 0 9   -0.3745  0.0001
905      T11 0 9   -0.3610  0.0001
906      T12 0 9   -0.3639  0.0001
907      T13 0 9   -0.3018  0.0002
908      T14 0 9   -0.2998  0.0002
909      T15 0 9   -0.3519  0.0002
910      T16 0 9   -0.3494  0.0002
911      O3 14 9   -0.0554  0.0001
912      O4 14 9   -0.0509  0.0001
913
914 -----
915
916 Koordinaatfil med estimerede koordinater (E, N , H)
917 C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\Scanning data\Target
918 test\TMK\target-29-03_Anblok2D+1D_Lokal.koo
919 KOORDINATER
920 Punkt Objektkode Liniekode E-Lokal-m N-Lokal-m H-Lokal-m Tekst
921
922 -----
923
924 5. Anblok 2D+1D. Resume
925
926 A priori spredninger:
927 Spredning på referencekoordinater i koordinatfil:
928     Spredning på E og N (as_E=as_N):           0.0010 m
929     Spredning på H (as_H):                   0.0010 m
930     Spredning på modelkoordinater (as_e, as_n, as_h) beregnes på grundlag af:
931         Spredning på horisontalretning målt med en sats (s_r):    0.0010 gon
932         Spredning på zenithdistance målt med en sats (s_V):    0.0010 gon
933         Grundfejl (s_g):                           0.0010 m
934         Afstandsafhængig fejl (s_a):            0.0015 m/km
935         Centreringsspredning, instrument (s_ci): 0.0001 m *
936         Centreringsspredning, signal (s_cs):    0.0001 m
937         Spredning på instrumenthøjde (s_ih):   0.0001 m *
938         Spredning på sigteskivehøjde (s_sh):   0.0001 m
939         Spredning på refraktionskoefficient (s_kref): 0.15
940     Spredning på skalaændring (s_s):        0.00000001
941
942 -----
943
944 Afsnit      Antal s_OEN Global Antal      Min-Max      Afsnit      Antal s_OH Global Antal      Min-Max
945 Afbeeldning over-      test grove      a      VR-system over-      test grove      s H

```

	best.	fejl	m		best.	fejl	m
946							
947	-----			-----			
948							
949	1. Anblok 2D	176	4.44	0	4	0.0025-0.0038	
950	DKTM2						
951	-----			-----			
952							
953	3. Anblok 2D	171	0.75	0	0	0.0002-0.0004	
954	Lokal						
955	-----			-----			
956	OBS:	En eller flere globale tests er forkastet. Se detaljer vedr. signifikansniveau i pågældende afsnit.					
957	OBS:	En eller flere observationer formodes at være behæftet med grove fejl. Se *** i pågældende afsnit.					
958							
959	Konfidensellipser og spredning på H fremgår af følgende plot:						
960	C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\Scanning data\Target						
961	test\TMK\target-29-03_Anblok2D+1D_Konf.pdf						
962	C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\Scanning data\Target						
963	test\TMK\target-29-03_Anblok2D+1D_Lokal_Konf.pdf						
964	-----			-----			

TMK - netmåling endelig test

F

Dokumentationsfil.
TMK. Anblok 2D+1D.

2022- 5-10 11:20:26

Koordinatfil:

C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\TMK\Netmaaling 08-05-2022\Raa\Fikspunkter_GPS.koo
Afbildning: DKTM2 1. og 2. akse: E og N
Datum: Euref89 Ellipsoide: GRS80 Nm = 40 m
m0 = 0.99998 E0 = 400000 m Rm = 6386228 m

Højdesystem: DVR 90

Akse: H

Observationsfil (TC110-format):

C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\TMK\Netmaaling 08-05-2022\Grove fejl slettet
2\08-05-22_mrk_uden_grov.obs

Job	Instrument nr	Obser-vator	Dato	Opstilling i punkt nr.	Kode	i_H m	Antal observ-punkter
1.	NaN	0	0	220508	9001	0	0.000 17
2.	NaN	0	0	220508	9002	0	0.000 12
3.	NaN	0	0	220508	9003	0	0.000 14
4.	NaN	0	0	220508	9004	0	0.000 24
5.	NaN	0	0	220508	9005	0	0.000 21
6.	NaN	0	0	220508	9006	0	0.000 22
7.	NaN	0	0	220508	9007	0	0.000 17
8.	NaN	0	0	220508	9008	0	0.000 12
9.	NaN	0	0	220508	9009	0	0.000 17
10.	NaN	0	0	220508	9010	0	0.000 23
11.	NaN	0	0	220508	9011	0	0.000 22
12.	NaN	0	0	220508	9012	0	0.000 19

Totalstation: Leica TS15 / Leica TCR1205+ 1.0 mgon

A priori spredninger:

Spredning på referencekoordinater i koordinatfil:

Spredning på E og N (as_E=as_N): 0.0140 m
Spredning på H (as_H): 0.0220 m

Spredning på modelkoordinater (as_e, as_n, as_h) beregnes på grundlag af:

Spredning på horizontalretning målt med en sats (s_r): 0.0010 gon
Spredning på zenithdistance målt med en sats (s_v): 0.0010 gon
Grundfejl (s_g): 0.0010 m
Afstandsafhængig fejl (s_a): 0.0015 m/km

Centreringsspredning, instrument (s_ci): 0.0010 m *
Centreringsspredning, signal (s_cs): 0.0005 m

Spredning på instrumenthøjde (s_ih): 0.0010 m *
Spredning på sigteskivehøjde (s_sh): 0.0005 m

Spredning på refraktionskoefficient (s_kref): 0.15

Spredning på skalaændring (s_s): 0.00000001

*) bidrager ikke ved fri opstilling

1. Anblok 2D (uden skalaændringer)

Afbildning: DKTM2 1. og 2. akse: E og N
Referencekoordinater (E og N) er jf. koordinatfil
Modelkoordinater (e og n) er beregnet jf. rå observationer i observationsfil
Ved beregningerne korrigeres afstande for:
- jordkrumning og refraction: R = 6386000 m, k_ref = 0.13

Ved opstilling af A-matrix korrigeres modelkoordinaterne (e og n) med hensyn til:

- højde over ellipsoide: ppm_n = 6.6 ppm
- valgt afbildning: ppm_sys = -19.8 ppm
ppm_n og ppm_sys beregnes jf. tyngdepunktet (i E, N og H) af de implicerede referencepunkter

Antal observationer: 464
Referencekoordinater (E, N) 12
Modelkoordinater (e, n) 440
Skalaændringer: 12

Antal ukendte (ialt): 180
Tra.parametre (a, b, tE, tN): 48
Koordinater (E, N): 132

Antal overbestemmelser: 284

Spredning på vægtenheden (s_OEN): 0.73

Global test. Teststørrelse: w = 151.6
nedre grænse - øvre grænse: 226.4 - 349.1 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
nedre grænse - øvre grænse: 246.0 - 324.3 ved 10% signifikansniveau: Forkastet

Observationer. Referencekoordinater (E, N). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 0-3 Referencepunkt

Punkt	Status	E m	N m	as_E m	as_N m	rE m	rE' m	rN m	rN' m
F6 0-3	395713.3580	1325187.5280	0.0140	0.0140	0.0022	0.2	-0.0267	-2.9	
F5 0-3	395726.8080	1325219.3090	0.0140	0.0140	-0.0102	-1.2	-0.0182	-2.1	
F4 0-3	395691.1890	1325238.3860	0.0140	0.0140	-0.0172	-2.2	0.0083	0.9	

F3	0-3	395677.8860	1325199.5440	0.0140	0.0140	-0.0011	-0.1	0.0116	1.3	
F2	0-3	395662.2310	1325162.4810	0.0140	0.0140	0.0161	1.9	0.0202	2.3	
F1	0-3	395685.8160	1325149.6360	0.0140	0.0140	0.0102	1.3	0.0047	0.5	
Observationer. Modelkoordinater (e, n). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.										
Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt										
Opstilling	Punkt	Status	e m	n m	as_e m	as_n m	rE m	rE' m	rN m	rN' m
9001	9001	1-1	0.0000	0.0000						
9001	F5	1-3	79.0351	22.1876	0.0013	0.0025	0.0002	0.3	0.0012	0.7
9001	F6	1-3	46.8706	9.6720	0.0011	0.0016	0.0002	0.2	0.0014	1.4
9001	F2	1-3	-6.6810	28.9083	0.0011	0.0011	0.0003	0.4	-0.0004	-0.6
9001	K01	1-2	13.3905	11.5629	0.0010	0.0009	0.0000	0.1	-0.0003	-0.7
9001	K02	1-2	1.6043	2.1237	0.0008	0.0009	-0.0002	-0.4	-0.0010	-1.8
9001	K03	1-2	3.4172	16.8366	0.0008	0.0011	0.0001	0.2	0.0005	0.7
9001	K04	1-2	-7.9232	30.0471	0.0011	0.0011	0.0007	0.9	0.0005	0.8
9001	T39	1-2	22.2818	15.7823	0.0011	0.0010	-0.0002	-0.3	-0.0017	-2.7
9001	T40	1-2	18.8883	14.7472	0.0010	0.0010	0.0006	0.9	0.0015	2.5
9001	T41	1-2	15.3534	13.6665	0.0010	0.0010	-0.0005	-0.8	0.0005	0.9
9001	T42	1-2	10.6310	12.2219	0.0009	0.0010	-0.0001	-0.2	0.0001	0.1
9001	T43	1-2	8.1346	11.5692	0.0008	0.0010	-0.0001	-0.1	-0.0007	-1.2
9001	T44	1-2	8.1326	11.5711	0.0008	0.0010	-0.0008	-1.9	-0.0004	-0.7
9001	T45	1-2	6.2405	17.9942	0.0008	0.0011	0.0000	0.0	0.0001	0.1
9001	T46	1-2	4.2097	24.4363	0.0009	0.0011	-0.0007	-1.3	0.0007	1.1
9001	T09	1-2	4.2126	24.4243	0.0009	0.0011	-0.0003	-0.6	0.0003	0.4
9002	9002	1-1	0.0000	0.0000						
9002	F1	1-3	15.5940	-5.2359	0.0011	0.0008	-0.0007	-1.1	-0.0003	-0.8
9002	F2	1-3	-8.7390	6.1329	0.0010	0.0008	0.0003	0.6	-0.0008	-1.9
9002	F3	1-3	4.5644	44.0902	0.0015	0.0011	0.0007	0.9	0.0000	0.1
9002	K02	1-2	16.9874	-5.0087	0.0011	0.0008	-0.0004	-0.6	0.0012	2.6
9002	K03	1-2	6.9977	5.9414	0.0009	0.0008	-0.0005	-0.8	-0.0001	-0.1
9002	K04	1-2	-10.4120	5.9311	0.0010	0.0008	0.0008	1.2	0.0001	0.3
9002	T43	1-2	14.0672	6.0956	0.0011	0.0008	-0.0005	-0.7	0.0001	0.3
9002	T44	1-2	14.0663	6.0951	0.0011	0.0008	0.0006	0.9	0.0001	0.3
9002	T45	1-2	7.9570	8.8385	0.0009	0.0009	-0.0002	-0.4	-0.0003	-0.6
9002	T46	1-2	1.7456	11.4889	0.0006	0.0011	0.0001	0.2	-0.0007	-1.1
9002	T09	1-2	1.7562	11.4841	0.0006	0.0011	0.0001	0.2	-0.0004	-0.6
9003	9003	1-1	0.0000	0.0000						
9003	F1	1-3	25.3214	2.9969	0.0011	0.0009	-0.0009	-1.3	0.0004	0.7
9003	F3	1-3	-6.6842	42.1160	0.0014	0.0011	-0.0005	-0.6	0.0001	0.2
9003	F4	1-3	-14.7703	82.3612	0.0026	0.0012	0.0011	0.7	-0.0005	-0.7
9003	K02	1-2	26.4646	3.8249	0.0011	0.0010	-0.0008	-1.1	0.0012	1.9
9003	K03	1-2	12.6217	9.1218	0.0010	0.0009	-0.0013	-2.1	-0.0011	-2.0
9003	K04	1-2	-2.9287	1.2953	0.0010	0.0006	0.0007	1.1	-0.0007	-2.0
9003	K05	1-2	4.4173	16.7886	0.0008	0.0011	0.0003	0.8	-0.0007	-1.0
9003	T43	1-2	18.8698	12.4360	0.0010	0.0010	0.0003	0.4	0.0004	0.7
9003	T44	1-2	18.8689	12.4347	0.0010	0.0010	0.0007	1.2	0.0001	0.2
9003	T45	1-2	12.1782	12.1431	0.0009	0.0009	0.0002	0.3	0.0002	0.5
9003	T46	1-2	5.4378	11.7222	0.0007	0.0010	0.0003	0.7	0.0001	0.2
9003	T09	1-2	5.4494	11.7223	0.0007	0.0010	0.0001	0.3	0.0001	0.2
9003	T10	1-2	5.1977	14.2408	0.0008	0.0011	0.0002	0.6	0.0012	1.8
9004	9004	1-1	0.0000	0.0000						
9004	F1	1-3	-37.2310	26.0223	0.0013	0.0014	0.0003	0.3	0.0001	0.1
9004	F2	1-3	-10.9687	20.3927	0.0009	0.0011	0.0010	1.8	0.0012	1.8
9004	F3	1-3	-15.4286	-19.5776	0.0010	0.0010	-0.0005	-0.9	-0.0001	-0.1
9004	F4	1-3	-17.1283	-60.5903	0.0020	0.0012	-0.0010	-0.8	-0.0018	-2.2
9004	K02	1-2	-38.5386	25.4902	0.0013	0.0014	0.0006	0.8	0.0001	0.1
9004	K03	1-2	-26.3489	17.0552	0.0011	0.0011	0.0003	0.5	0.0003	0.5
9004	K04	1-2	-9.3820	20.9665	0.0009	0.0011	-0.0006	-1.1	0.0004	0.6
9004	K05	1-2	-20.1975	7.6605	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0004	0.8
9004	K06	1-2	-29.8919	-42.8227	0.0015	0.0013	-0.0018	-1.8	0.0006	0.7
9004	T10	1-2	-20.3514	10.3229	0.0011	0.0009	-0.0002	-0.4	-0.0001	-0.1
9004	T11	1-2	-21.2863	5.3766	0.0011	0.0009	-0.0003	-0.5	0.0002	0.4
9004	T12	1-2	-21.9515	1.8326	0.0011	0.0009	-0.0002	-0.3	0.0004	0.9
9004	T13	1-2	-22.6205	-1.7085	0.0011	0.0009	-0.0001	-0.1	-0.0000	-0.0
9004	T14	1-2	-24.9146	-13.9014	0.0011	0.0010	-0.0003	-0.5	-0.0006	-1.0
9004	T15	1-2	-24.8802	-16.3429	0.0011	0.0011	-0.0003	-0.4	-0.0003	-0.5
9004	T16	1-2	-24.8808	-16.3441	0.0011	0.0011	0.0002	0.3	-0.0003	-0.5
9004	T17	1-2	-25.3863	-19.0736	0.0011	0.0011	0.0000	0.0	-0.0005	-0.8
9004	T18	1-2	-25.3863	-19.0694	0.0011	0.0011	-0.0001	-0.1	-0.0007	-1.0
9004	T19	1-2	-26.3150	-21.3951	0.0011	0.0012	-0.0004	-0.5	-0.0004	-0.5
9004	T20	1-2	-28.5994	-33.5274	0.0013	0.0013	0.0005	0.6	-0.0001	-0.1
9004	T21	1-2	-29.2688	-37.0647	0.0014	0.0013	0.0007	0.8	-0.0001	-0.1
9004	T22	1-2	-29.9352	-40.6032	0.0015	0.0013	0.0009	0.9	0.0001	0.1
9004	T23	1-2	-30.9108	-45.8012	0.0016	0.0014	0.0010	1.0	0.0006	0.7
9005	9005	1-1	0.0000	0.0000						
9005	F2	1-3	-2.9093	42.8780	0.0014	0.0011	0.0001	0.1	0.0011	1.6
9005	F3	1-3	-12.0114	3.7024	0.0011	0.0007	0.0005	0.8	-0.0002	-0.5
9005	F4	1-3	-18.4917	-36.8309	0.0013	0.0012	-0.0005	-0.6	-0.0015	-1.9
9005	K04	1-2	-1.2676	43.2630	0.0014	0.0011	-0.0004	-0.4	-0.0005	-0.6
9005	K05	1-2	-13.5638	31.3111	0.0012	0.0011	-0.0001	-0.2	0.0005	0.7
9005	K07	1-2	-25.2059	-34.3153	0.0013	0.0012	-0.0002	-0.3	-0.0005	-0.6
9005	T10	1-2	-13.4058	33.9734	0.0012	0.0011	0.0002	0.3	-0.0002	-0.2
9005	T11	1-2	-14.9123	29.1697	0.0011	0.0011	0.0003	0.4	0.0006	0.9
9005	T12	1-2	-15.9872	25.7288	0.0011	0.0011	0.0003	0.5	-0.0002	-0.3
9005	T13	1-2	-17.0650	22.2897	0.0011	0.0011	0.0001	0.1	-0.0001	-0.2
9005	T14	1-2	-20.7684	10.4476	0.0011	0.0009	0.0000	0.1	0.0001	0.2
9005	T15	1-2	-21.0198	8.0193	0.0011	0.0009	0.0003	0.4	-0.0002	-0.4
9005	T16	1-2	-21.0194	8.0180	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0002	0.4
9005	T17	1-2	-21.8405	5.3661	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0002	0.4
9005	T18	1-2	-21.8401	5.3701	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0001	0.2
9005	T19	1-2	-23.0354	3.1690	0.0011	0.0009	0.0005	0.8	0.0002	0.5
9005	T20	1-2	-26.7207	-8.6127	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	0.0001	0.1
9005	T21	1-2	-27.7985	-12.0475	0.0011	0.0011	-0.0001	-0.2	0.0001	0.2
9005	T22	1-2	-28.8742	-15.4836	0.0011	0.0011	0.0003	0.4	0.0001	0.1

9005	T23	1-2	-30.4503	-20.5309	0.0012	0.0012	0.0001	0.1	-0.0005	-0.6
9006	9006	1-1	0.0000	0.0000						
9006	F4	1-3	-7.6767	-13.2366	0.0008	0.0010	-0.0013	-2.7	-0.0006	-0.9
9006	F5	1-3	-47.6588	-7.2570	0.0011	0.0016	0.0001	0.1	-0.0002	-0.2
9006	K04	1-2	-4.4675	68.6264	0.0022	0.0011	-0.0021	-1.4	-0.0001	-0.1
9006	K05	1-2	-14.5289	54.7396	0.0018	0.0012	-0.0006	-0.5	0.0006	0.8
9006	K06	1-2	-21.4100	3.7964	0.0011	0.0009	0.0008	1.3	-0.0004	-1.0
9006	K07	1-2	-14.7248	-11.9118	0.0010	0.0009	0.0004	0.7	-0.0001	-0.2
9006	K08	1-2	-29.9169	-3.9457	0.0011	0.0011	-0.0003	-0.4	-0.0006	-0.9
9006	K09	1-2	-45.5620	-8.7570	0.0011	0.0015	0.0011	1.5	-0.0009	-0.9
9006	T10	1-2	-14.8310	57.3904	0.0019	0.0012	-0.0002	-0.2	-0.0010	-1.4
9006	T11	1-2	-15.4900	52.4000	0.0017	0.0012	-0.0003	-0.2	-0.0009	-1.3
9006	T12	1-2	-15.9572	48.8246	0.0016	0.0012	-0.0005	-0.5	-0.0007	-0.9
9006	T13	1-2	-16.4287	45.2505	0.0015	0.0012	0.0001	0.1	0.0002	0.2
9006	T14	1-2	-18.0428	32.9480	0.0012	0.0012	0.0003	0.5	0.0006	0.8
9006	T15	1-2	-17.8727	30.5125	0.0012	0.0011	0.0000	0.1	0.0006	0.8
9006	T16	1-2	-17.8731	30.5118	0.0012	0.0011	0.0002	0.3	0.0001	0.2
9006	T17	1-2	-18.2265	27.7580	0.0011	0.0011	0.0004	0.6	0.0003	0.5
9006	T18	1-2	-18.2268	27.7615	0.0011	0.0011	0.0005	0.8	0.0007	1.0
9006	T19	1-2	-19.0250	25.3891	0.0011	0.0011	-0.0002	-0.3	-0.0000	-0.1
9006	T20	1-2	-20.6318	13.1485	0.0011	0.0010	0.0000	0.0	0.0007	1.2
9006	T22	1-2	-21.5725	6.0102	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.5	0.0003	0.6
9006	T23	1-2	-22.2587	0.7668	0.0011	0.0009	0.0002	0.2	0.0001	0.2
9007	9007	1-1	0.0000	0.0000						
9007	F4	1-3	-0.8497	7.6882	0.0006	0.0011	0.0005	2.0	0.0005	0.7
9007	F5	1-3	-41.1306	11.0993	0.0011	0.0014	-0.0002	-0.3	0.0005	0.6
9007	K05	1-2	-12.0354	75.0902	0.0024	0.0012	-0.0007	-0.4	-0.0011	-1.6
9007	K06	1-2	-15.6421	23.8090	0.0011	0.0011	0.0001	0.2	0.0006	0.9
9007	K07	1-2	-7.9650	8.5606	0.0009	0.0009	-0.0010	-1.8	0.0011	1.9
9007	K08	1-2	-23.6370	15.5385	0.0011	0.0011	-0.0003	-0.5	0.0003	0.4
9007	K09	1-2	-38.9411	9.7368	0.0011	0.0013	-0.0002	-0.3	-0.0001	-0.1
9007	T20	1-2	-15.4647	33.1944	0.0012	0.0011	-0.0008	-1.1	-0.0012	-1.7
9007	T21	1-2	-15.7075	29.6015	0.0012	0.0011	-0.0003	-0.5	-0.0002	-0.4
9007	T22	1-2	-15.9472	26.0096	0.0011	0.0011	-0.0005	-0.8	-0.0008	-1.2
9007	T23	1-2	-16.2956	20.7327	0.0010	0.0011	-0.0008	-1.3	-0.0004	-0.6
9007	T24	1-2	-16.5584	18.4699	0.0010	0.0010	0.0002	0.3	0.0003	0.4
9007	T25	1-2	-16.5645	18.4714	0.0010	0.0010	0.0005	0.8	-0.0000	-0.1
9007	T26	1-2	-23.1551	18.9370	0.0011	0.0011	0.0002	0.2	0.0001	0.2
9007	T27	1-2	-29.9854	19.3796	0.0012	0.0012	0.0004	0.5	0.0002	0.2
9007	T28	1-2	-29.9889	19.3817	0.0012	0.0012	0.0003	0.4	-0.0001	-0.1
9008	9008	1-1	0.0000	0.0000						
9008	F4	1-3	23.2428	-8.4029	0.0011	0.0009	0.0002	0.3	0.0015	2.8
9008	F5	1-3	-12.6345	10.2263	0.0010	0.0009	-0.0006	-1.1	0.0002	0.5
9008	F6	1-3	0.3766	42.1934	0.0014	0.0011	0.0016	1.9	-0.0004	-0.6
9008	K07	1-2	17.0071	-4.8606	0.0011	0.0008	0.0006	0.9	-0.0006	-1.3
9008	K08	1-2	5.2208	7.6016	0.0008	0.0010	0.0002	0.5	0.0008	1.3
9008	K09	1-2	-11.1363	8.1263	0.0010	0.0008	-0.0011	-1.8	0.0005	1.1
9008	T24	1-2	12.8832	7.5890	0.0010	0.0008	-0.0000	-0.1	-0.0003	-0.8
9008	T25	1-2	12.8782	7.5923	0.0010	0.0008	0.0002	0.3	-0.0002	-0.4
9008	T26	1-2	6.9722	10.5548	0.0008	0.0010	0.0002	0.6	-0.0001	-0.2
9008	T27	1-2	0.8370	13.5884	0.0007	0.0011	-0.0002	-0.6	-0.0004	-0.6
9008	T28	1-2	0.8344	13.5913	0.0007	0.0011	-0.0000	-0.1	-0.0002	-0.3
9009	9009	1-1	0.0000	0.0000						
9009	F4	1-3	42.6663	4.9857	0.0011	0.0014	0.0005	0.7	0.0018	1.9
9009	F6	1-3	-1.6053	38.4929	0.0013	0.0011	0.0008	0.9	0.0008	1.2
9009	K07	1-2	35.4968	5.1161	0.0011	0.0012	-0.0002	-0.3	0.0000	0.0
9009	K08	1-2	19.1849	10.4277	0.0011	0.0009	0.0007	1.1	-0.0002	-0.4
9009	K09	1-2	4.5669	3.0673	0.0010	0.0008	0.0005	0.8	0.0003	0.6
9009	K10	1-2	10.3126	18.8772	0.0009	0.0011	0.0001	0.2	0.0009	1.3
9009	K02	1-2	2.7031	84.1826	0.0027	0.0011	-0.0014	-0.8	-0.0015	-2.2
9009	T24	1-2	25.9225	14.0789	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	0.0003	0.4
9009	T25	1-2	25.9171	14.0797	0.0011	0.0011	-0.0009	-1.3	0.0004	0.6
9009	T26	1-2	19.3132	13.8585	0.0010	0.0010	-0.0007	-1.2	0.0001	0.1
9009	T27	1-2	12.4733	13.5888	0.0009	0.0010	0.0002	0.3	0.0002	0.4
9009	T28	1-2	12.4699	13.5905	0.0009	0.0010	-0.0001	-0.1	0.0002	0.3
9009	T29	1-2	12.2752	15.9285	0.0009	0.0010	0.0006	1.2	-0.0003	-0.4
9009	T30	1-2	12.0868	21.1203	0.0010	0.0011	-0.0003	-0.6	-0.0005	-0.7
9009	T31	1-2	11.9522	24.7195	0.0010	0.0011	-0.0001	-0.1	-0.0005	-0.8
9009	T32	1-2	11.8198	28.3189	0.0011	0.0011	-0.0005	-0.8	-0.0009	-1.3
9010	9010	1-1	0.0000	0.0000						
9010	F1	1-3	21.9359	62.5597	0.0021	0.0013	-0.0004	-0.3	-0.0005	-0.5
9010	F6	1-3	6.3722	18.4048	0.0008	0.0011	0.0008	1.6	0.0016	2.3
9010	K07	1-2	35.2187	-22.3195	0.0012	0.0013	0.0005	0.6	0.0010	1.1
9010	K08	1-2	20.4767	-13.5469	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	-0.0002	-0.4
9010	K09	1-2	4.5969	-17.5094	0.0008	0.0011	-0.0000	-0.1	-0.0001	-0.2
9010	K10	1-2	13.6806	-3.3512	0.0011	0.0007	0.0000	0.0	-0.0001	-0.3
9010	K01	1-2	23.5433	47.2095	0.0016	0.0013	-0.0007	-0.7	-0.0001	-0.1
9010	K02	1-2	20.6300	62.0258	0.0020	0.0013	-0.0010	-0.7	-0.0006	-0.7
9010	T29	1-2	14.9477	-6.6603	0.0011	0.0008	-0.0008	-1.3	-0.0000	-0.0
9010	T30	1-2	15.9049	-1.5548	0.0011	0.0007	-0.0000	-0.0	-0.0002	-0.7
9010	T31	1-2	16.5662	1.9860	0.0011	0.0007	-0.0002	-0.4	-0.0004	-1.0
9010	T32	1-2	17.2285	5.5254	0.0011	0.0008	0.0002	0.3	-0.0001	-0.2
9010	T33	1-2	19.4663	17.5161	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	-0.0004	-0.5
9010	T34	1-2	19.4691	20.1683	0.0011	0.0011	0.0003	0.4	0.0001	0.2
9010	T35	1-2	19.4690	20.1777	0.0011	0.0011	-0.0000	-0.1	-0.0004	-0.6
9010	T36	1-2	20.0146	23.0810	0.0011	0.0011	-0.0009	-1.4	-0.0002	-0.3
9010	T37	1-2	20.0118	23.0685	0.0011	0.0011	-0.0006	-0.9	-0.0003	-0.4
9010	T38	1-2	20.9870	25.6645	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	-0.0003	-0.5
9010	T39	1-2	23.1694	37.3737	0.0014	0.0012	-0.0009	-1.0	-0.0002	-0.3
9010	T40	1-2	23.8210	40.8638	0.0015	0.0012	0.0003	0.3	0.0000	0.0
9010	T41	1-2	24.4973	44.4938	0.0016	0.0013	0.0017	1.7	0.0021	2.5
9010	T42	1-2	25.4020	49.3490	0.0017	0.0013	0.0021	1.8	0.0013	1.6
9011	9011	1-1	0.0000	0.0000						
9011	F5	1-3	15.7910	-38.5076	0.0014	0.0012	0.0000	0.0	0.0001	0.1
9011	F6	1-3	1.4710	-7.1037	0.0006	0.0011	-0.0005	-1.7	-0.0007	-1.0
9011	F1	1-3	-7.7823	38.7862	0.0013	0.0011	0.0004	0.4	0.0008	1.1
9011	K09	1-2	18.3462	-38.8595	0.0014	0.0012	0.0002	0.2	0.0003	0.4

9011	K10	1-2	18.8935	-22.0459	0.0011	0.0011	-0.0000	-0.1	-0.0005	-0.8
9011	K01	1-2	1.4619	26.4269	0.0010	0.0011	0.0001	0.2	0.0009	1.3
9011	K02	1-2	-8.6307	37.6585	0.0013	0.0011	0.0002	0.2	0.0004	0.5
9011	T29	1-2	21.6776	-24.2404	0.0011	0.0011	-0.0000	-0.0	0.0011	1.6
9011	T30	1-2	19.8845	-19.3650	0.0011	0.0011	0.0002	0.4	0.0009	1.4
9011	T31	1-2	18.6387	-15.9855	0.0010	0.0010	-0.0000	-0.0	0.0010	1.7
9011	T32	1-2	17.3940	-12.6059	0.0010	0.0009	-0.0000	-0.0	0.0007	1.3
9011	T33	1-2	13.1727	-1.1614	0.0011	0.0007	-0.0001	-0.2	-0.0000	-0.0
9011	T34	1-2	11.8156	1.1182	0.0011	0.0006	0.0002	0.3	-0.0005	-1.6
9011	T35	1-2	11.8113	1.1257	0.0011	0.0006	-0.0001	-0.1	-0.0002	-0.5
9011	T36	1-2	10.7912	3.8974	0.0011	0.0007	0.0008	1.3	-0.0001	-0.3
9011	T37	1-2	10.7958	3.8855	0.0011	0.0007	0.0005	0.8	-0.0000	-0.1
9011	T38	1-2	10.3037	6.6149	0.0010	0.0008	0.0003	0.5	-0.0000	-0.0
9011	T39	1-2	6.1795	17.7877	0.0008	0.0011	0.0005	1.2	0.0011	1.5
9011	T40	1-2	4.9508	21.1215	0.0009	0.0011	-0.0001	-0.3	-0.0007	-1.0
9011	T41	1-2	3.6718	24.5883	0.0009	0.0011	-0.0006	-1.1	-0.0007	-0.9
9011	T42	1-2	1.9620	29.2215	0.0010	0.0011	-0.0007	-1.1	-0.0012	-1.6
9012	9012	1-1	0.0000	0.0000						
9012	F5	1-3	43.9187	-50.5877	0.0018	0.0017	0.0003	0.2	-0.0010	-0.9
9012	K10	1-2	41.0394	-34.0863	0.0014	0.0015	0.0002	0.3	-0.0001	-0.1
9012	F6	1-3	19.4756	-26.2196	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	-0.0017	-2.4
9012	F1	1-3	-5.3153	13.4905	0.0008	0.0011	0.0008	1.9	-0.0002	-0.3
9012	F2	1-3	15.4423	30.5388	0.0012	0.0011	-0.0017	-2.3	-0.0002	-0.3
9012	K02	1-2	-5.7121	12.1370	0.0008	0.0010	-0.0002	-0.5	0.0003	0.5
9012	K03	1-2	8.4774	16.4220	0.0009	0.0011	0.0010	2.0	0.0003	0.4
9012	K04	1-2	15.9817	32.1347	0.0012	0.0011	-0.0007	-0.9	0.0005	0.6
9012	T33	1-2	28.3438	-16.5445	0.0011	0.0011	0.0000	0.0	0.0005	0.7
9012	T34	1-2	26.2737	-14.8868	0.0011	0.0011	-0.0006	-1.0	0.0013	2.0
9012	T35	1-2	26.2659	-14.8819	0.0011	0.0011	0.0000	0.0	0.0008	1.2
9012	T36	1-2	24.3373	-12.6445	0.0011	0.0010	-0.0003	-0.4	0.0010	1.5
9012	T37	1-2	24.3452	-12.6543	0.0011	0.0010	-0.0001	-0.1	0.0006	1.0
9012	T38	1-2	22.9251	-10.2721	0.0011	0.0010	-0.0002	-0.3	0.0005	0.9
9012	T39	1-2	15.1364	-1.2609	0.0011	0.0007	-0.0001	-0.1	0.0005	1.5
9012	T40	1-2	12.8152	1.4279	0.0011	0.0007	-0.0004	-0.6	-0.0004	-1.3
9012	T41	1-2	10.3986	4.2238	0.0011	0.0007	-0.0004	-0.6	-0.0010	-2.6
9012	T42	1-2	7.1703	7.9601	0.0009	0.0009	-0.0005	-0.9	-0.0006	-1.1

Observationer. Skalaændringer

Model	k
9001	1.000000
9002	1.000000
9003	1.000000
9004	1.000000
9005	1.000000
9006	1.000000
9007	1.000000
9008	1.000000
9009	1.000000
9010	1.000000
9011	1.000000
9012	1.000000

Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.

Model	a	b	k	tE	tN	s_a	s_b	s_tE	s_tN
	(jf. a og b)			m	m			m	m
9001	0.69685959	0.71720759	1.000000	395687.6358	1325147.1472	0.00008045	0.00007817	0.0050	0.0043
9002	0.99806352	-0.06220290	1.000000	395670.5876	1325155.8357	0.00000701	0.00011253	0.0053	0.0045
9003	0.86384290	-0.50376127	1.000000	395662.4421	1325159.8077	0.00005661	0.00009707	0.0048	0.0045
9004	-0.95875575	0.28423125	1.000000	395657.5275	1325185.1710	0.00003180	0.00010726	0.0042	0.0043
9005	-0.98540214	0.17024280	1.000000	395666.6795	1325205.2488	0.00001905	0.00011027	0.0042	0.0043
9006	-0.94150559	0.33699739	1.000000	395679.4822	1325228.5195	0.00003768	0.00010527	0.0043	0.0042
9007	-0.91802192	0.39652962	1.000000	395693.4406	1325245.7903	0.00004453	0.00010309	0.0050	0.0043
9008	-0.99991134	0.01331578	1.000000	395714.3004	1325229.6847	0.00000150	0.00011258	0.0052	0.0046
9009	-0.87186985	0.48973765	1.000000	395730.8130	1325221.8485	0.00005501	0.00009793	0.0047	0.0045
9010	-0.95827417	0.28585064	1.000000	395724.7287	1325203.3182	0.00003200	0.00010726	0.0042	0.0043
9011	-0.67653009	0.73641498	1.000000	395709.1239	1325181.6115	0.00008234	0.00007565	0.0042	0.0043
9012	-0.37456344	0.92720129	1.000000	395696.3443	1325159.6212	0.00010363	0.00004186	0.0045	0.0042

Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater, konfidensellipses halvakser og hældning

Punkt	Kode	E	N	s_E	s_N	a	b	pfi	gon
		m	m	m	m	m	m		
9001	14 9	395687.6357	1325147.1478	0.0066	0.0042	0.0066	0.0042	107	
	F5	0 9	395726.7978	1325219.2908	0.0051	0.0056	0.0064	0.0042	158
	F6	0 9	395713.3602	1325187.5013	0.0042	0.0048	0.0048	0.0042	16
	F2	0 9	395662.2471	1325162.5012	0.0054	0.0054	0.0064	0.0042	150
	K01	0 9	395688.6740	1325164.8092	0.0052	0.0042	0.0053	0.0042	109
	K02	0 9	395687.2307	1325149.7792	0.0064	0.0042	0.0064	0.0042	108
	K03	0 9	395677.9418	1325161.3305	0.0055	0.0045	0.0057	0.0042	128
	K04	0 9	395660.5644	1325162.4029	0.0054	0.0055	0.0065	0.0042	152
	T39	0 9	395691.8439	1325174.1275	0.0047	0.0042	0.0047	0.0042	104
	T40	0 9	395690.2208	1325170.9692	0.0049	0.0042	0.0049	0.0042	108
	T41	0 9	395688.5336	1325167.6819	0.0050	0.0042	0.0051	0.0042	111
	T42	0 9	395686.2785	1325163.2889	0.0053	0.0043	0.0054	0.0042	114
	T43	0 9	395685.0070	1325161.0444	0.0055	0.0043	0.0056	0.0042	115
	T44	0 9	395685.0050	1325161.0440	0.0055	0.0043	0.0056	0.0042	115
	T45	0 9	395679.0791	1325164.1624	0.0053	0.0045	0.0055	0.0042	128
	T46	0 9	395673.0445	1325167.1944	0.0051	0.0048	0.0055	0.0042	142
	T09	0 9	395673.0548	1325167.1886	0.0051	0.0048	0.0055	0.0042	142
	9002	14 9	395670.5878	1325155.8359	0.0059	0.0049	0.0064	0.0042	135
	F1	0 9	395685.8262	1325149.6407	0.0064	0.0043	0.0064	0.0042	110
	F3	0 9	395677.8849	1325199.5556	0.0043	0.0045	0.0046	0.0042	27
	9003	14 9	395662.4425	1325159.8080	0.0056	0.0054	0.0065	0.0042	147
	F4	0 9	395691.1718	1325238.3943	0.0066	0.0042	0.0066	0.0042	98
	K05	0 9	395674.7152	1325172.0858	0.0048	0.0047	0.0052	0.0042	146
	T10	0 9	395674.1059	1325169.4899	0.0049	0.0047	0.0054	0.0042	143
	9004	14 9	395657.5282	1325185.1711	0.0043	0.0058	0.0058	0.0042	186
	K06	0 9	395698.3594	1325217.7300	0.0050	0.0042	0.0051	0.0042	114

T11	0	9	395676.4081	1325173.9661	0.0047	0.0046	0.0051	0.0042	145
T12	0	9	395678.0531	1325177.1745	0.0046	0.0045	0.0048	0.0042	148
T13	0	9	395679.7008	1325180.3798	0.0044	0.0045	0.0047	0.0042	151
T14	0	9	395685.3660	1325191.4181	0.0042	0.0043	0.0043	0.0042	187
T15	0	9	395686.0269	1325193.7683	0.0042	0.0043	0.0043	0.0042	8
T16	0	9	395686.0274	1325193.7693	0.0042	0.0043	0.0043	0.0042	8
T17	0	9	395687.2879	1325196.2427	0.0042	0.0042	0.0043	0.0042	37
T18	0	9	395687.2868	1325196.2389	0.0042	0.0042	0.0043	0.0042	37
T19	0	9	395688.8385	1325198.2042	0.0043	0.0042	0.0043	0.0042	62
T20	0	9	395694.4760	1325209.1863	0.0046	0.0042	0.0046	0.0042	107
T21	0	9	395696.1230	1325212.3874	0.0047	0.0042	0.0048	0.0042	111
T22	0	9	395697.7675	1325215.5902	0.0049	0.0042	0.0049	0.0042	114
T23	0	9	395700.1800	1325220.2958	0.0052	0.0043	0.0053	0.0042	117
9005	14	9	395666.6799	1325205.2485	0.0044	0.0051	0.0053	0.0042	28
K07	0	9	395697.3593	1325234.7715	0.0063	0.0042	0.0063	0.0042	107
9006	14	9	395679.4825	1325228.5187	0.0058	0.0044	0.0060	0.0042	77
K08	0	9	395708.9786	1325222.1524	0.0053	0.0046	0.0056	0.0042	132
K09	0	9	395725.3281	1325221.4103	0.0053	0.0055	0.0064	0.0042	154
9007	14	9	395693.4408	1325245.7895	0.0072	0.0042	0.0072	0.0042	101
T24	0	9	395701.3175	1325222.2682	0.0053	0.0043	0.0054	0.0042	118
T25	0	9	395701.3223	1325222.2647	0.0053	0.0043	0.0054	0.0042	118
T26	0	9	395707.1881	1325219.2238	0.0051	0.0045	0.0054	0.0042	132
T27	0	9	395713.2826	1325216.1092	0.0049	0.0048	0.0054	0.0042	146
T28	0	9	395713.2850	1325216.1060	0.0049	0.0048	0.0054	0.0042	146
9008	14	9	395714.3002	1325229.6845	0.0059	0.0048	0.0063	0.0042	133
9009	14	9	395730.8124	1325221.8483	0.0053	0.0060	0.0068	0.0042	158
K10	0	9	395712.5766	1325210.4397	0.0046	0.0047	0.0051	0.0042	153
T29	0	9	395712.3091	1325213.9728	0.0048	0.0047	0.0053	0.0042	147
T30	0	9	395709.9317	1325209.3543	0.0046	0.0046	0.0050	0.0042	151
T31	0	9	395708.2861	1325206.1505	0.0045	0.0045	0.0048	0.0042	154
T32	0	9	395706.6394	1325202.9478	0.0044	0.0045	0.0046	0.0042	159
9010	14	9	395724.7281	1325203.3178	0.0043	0.0055	0.0056	0.0042	180
T33	0	9	395701.0676	1325192.0977	0.0042	0.0043	0.0043	0.0042	6
T34	0	9	395700.3066	1325189.5566	0.0042	0.0043	0.0043	0.0042	30
T35	0	9	395700.3043	1325189.5480	0.0042	0.0043	0.0043	0.0042	30
T36	0	9	395698.9525	1325186.9217	0.0043	0.0043	0.0043	0.0042	52
T37	0	9	395698.9585	1325186.9330	0.0043	0.0043	0.0043	0.0042	52
T38	0	9	395697.2817	1325184.7242	0.0043	0.0042	0.0043	0.0042	69
9011	14	9	395709.1237	1325181.6116	0.0044	0.0046	0.0047	0.0042	38
9012	14	9	395696.3442	1325159.6216	0.0056	0.0042	0.0056	0.0042	93

2. Anblok 1D (uden skalaændringer)

Højdesystem: DVR 90 Akse: H

Referencenkoordinater (H) er jf. koordinatfil

Modelkoordinater (h) er beregnet jf. rå observationer i observationsfil

Ved beregningerne korrigeres højdeforskelle for:

- jordkrumming og refraction: R = 6386000 m, k_ref = 0.13

Antal observationer (ialt): 226
 Referencekoordinater (H): 6
 Modelkoordinater (h): 220

Antal ukendte (ialt): 78
 Tr.parametre (tH): 12
 Koordinater (H): 66

Antal overbestemmelser: 148

Spredning på vægtenheden (s_0H): 0.60

Global test. Teststørrelse: w = 53.0
 nedre grænse - øvre grænse: 107.4 - 196.1 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
 nedre grænse - øvre grænse: 120.9 - 177.4 ved 10% signifikansniveau: Forkastet

Observationer. Referencekoordinater (H). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 0-3 Referencepunkt

Punkt	Status	H	as_H	rH	rH'
		m	m	m	m
F6	0-3	2.5430	0.0220	-0.0355	-3.0
F5	0-3	1.6490	0.0220	-0.0149	-1.2
F4	0-3	1.5960	0.0220	0.0124	1.0
F3	0-3	1.6610	0.0220	0.0081	0.7
F2	0-3	1.3990	0.0220	0.0087	0.7
F1	0-3	2.4720	0.0220	0.0212	1.8

Observationer. Modelkoordinater (h). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R
 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R
 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R

F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt

Opstilling	Punkt	Status	h	as_h	rH	rH'
			m	m	m	m
9001	9001	1-1	0.0000			
9001	F5	1-3	-2.4846	0.0019	-0.0005	-0.4
9001	F6	1-3	-1.6114	0.0012	-0.0002	-0.3
9001	F2	1-3	-2.7113	0.0008	-0.0002	-0.5
9001	K01	1-2	-0.9408	0.0006	-0.0001	-0.5
9001	K02	1-2	-0.7456	0.0006	0.0002	0.5
9001	K03	1-2	-0.9478	0.0006	-0.0003	-0.9
9001	K04	1-2	-0.9585	0.0009	0.0006	1.3
9001	T39	1-2	-0.4067	0.0008	0.0001	0.2
9001	T40	1-2	-0.3507	0.0007	0.0000	0.1
9001	T41	1-2	-0.4161	0.0007	0.0001	0.3
9001	T42	1-2	-0.3329	0.0006	0.0002	0.7
9001	T43	1-2	-0.5373	0.0006	-0.0002	-0.9

9001	T44	1-2	-0.2808	0.0006	0.0001	0.4
9001	T45	1-2	-0.1219	0.0007	-0.0000	-0.1
9001	T46	1-2	-0.5353	0.0007	-0.0003	-0.8
9001	T09	1-2	-0.2304	0.0007	0.0002	0.5
9002	9002	1-1	0.0000			
9002	F1	1-3	-0.7412	0.0006	0.0001	0.4
9002	F2	1-3	-1.8270	0.0006	0.0005	1.8
9002	F3	1-3	-1.5651	0.0011	0.0000	0.0
9002	K02	1-2	0.1402	0.0006	-0.0007	-2.2
9002	K03	1-2	-0.0634	0.0005	0.0003	1.1
9002	K04	1-2	-0.0730	0.0006	0.0001	0.2
9002	T43	1-2	0.3477	0.0006	-0.0002	-0.8
9002	T44	1-2	0.6042	0.0006	0.0000	0.1
9002	T45	1-2	0.7630	0.0006	-0.0001	-0.3
9002	T46	1-2	0.3493	0.0006	0.0000	0.0
9002	T09	1-2	0.6548	0.0006	-0.0001	-0.3
9003	9003	1-1	0.0000			
9003	F1	1-3	-0.7329	0.0008	-0.0002	-0.5
9003	F3	1-3	-1.5574	0.0011	0.0003	0.5
9003	F4	1-3	-1.6205	0.0019	0.0028	2.4
9003	K02	1-2	0.1479	0.0008	-0.0005	-1.1
9003	K03	1-2	-0.0550	0.0006	-0.0001	-0.2
9003	K04	1-2	-0.0649	0.0005	0.0000	0.1
9003	K05	1-2	0.2618	0.0006	-0.0002	-0.7
9003	T43	1-2	0.3548	0.0007	0.0007	1.9
9003	T44	1-2	0.6124	0.0007	-0.0002	-0.5
9003	T45	1-2	0.7709	0.0006	0.0001	0.4
9003	T46	1-2	0.3572	0.0006	0.0002	0.7
9003	T09	1-2	0.6628	0.0006	-0.0000	-0.1
9003	T10	1-2	0.5323	0.0006	-0.0004	-1.5
9004	9004	1-1	0.0000			
9004	F1	1-3	-0.7313	0.0011	0.0004	0.6
9004	F2	1-3	-1.8164	0.0007	-0.0000	-0.1
9004	F3	1-3	-1.5545	0.0007	-0.0005	-1.3
9004	F4	1-3	-1.6173	0.0015	0.0016	1.9
9004	K02	1-2	0.1485	0.0011	0.0011	1.7
9004	K03	1-2	-0.0532	0.0009	0.0002	0.5
9004	K04	1-2	-0.0630	0.0007	0.0002	0.7
9004	K05	1-2	0.2634	0.0007	0.0003	1.0
9004	K06	1-2	0.1876	0.0013	0.0006	0.8
9004	T10	1-2	0.5341	0.0007	-0.0001	-0.3
9004	T11	1-2	0.6679	0.0007	-0.0001	-0.3
9004	T12	1-2	-0.5591	0.0007	-0.0001	-0.3
9004	T13	1-2	0.5259	0.0007	-0.0003	-1.1
9004	T14	1-2	1.1090	0.0008	-0.0003	-0.7
9004	T15	1-2	0.7039	0.0008	-0.0000	-0.0
9004	T16	1-2	0.9804	0.0008	-0.0000	-0.1
9004	T17	1-2	0.8277	0.0009	-0.0004	-0.8
9004	T18	1-2	1.1069	0.0009	-0.0006	-1.4
9004	T19	1-2	0.6363	0.0009	-0.0003	-0.8
9004	T20	1-2	0.5716	0.0011	0.0004	0.6
9004	T21	1-2	0.5609	0.0012	0.0004	0.7
9004	T22	1-2	0.5124	0.0012	-0.0002	-0.3
9004	T23	1-2	0.5792	0.0013	0.0002	0.2
9005	9005	1-1	0.0000			
9005	F2	1-3	-1.9410	0.0011	-0.0003	-0.5
9005	F3	1-3	-1.6800	0.0006	0.0002	0.8
9005	F4	1-3	-1.7407	0.0010	0.0002	0.4
9005	K04	1-2	-0.1870	0.0011	-0.0006	-0.9
9005	K05	1-2	0.1394	0.0009	-0.0005	-1.0
9005	K07	1-2	-0.0903	0.0011	0.0001	0.2
9005	T10	1-2	0.4090	0.0010	0.0002	0.3
9005	T11	1-2	0.5431	0.0009	-0.0001	-0.3
9005	T12	1-2	-0.6837	0.0008	-0.0003	-0.7
9005	T13	1-2	0.4004	0.0008	0.0003	0.9
9005	T14	1-2	0.9839	0.0007	-0.0000	-0.0
9005	T15	1-2	0.5789	0.0007	0.0001	0.4
9005	T16	1-2	0.8553	0.0007	0.0002	0.8
9005	T17	1-2	0.7026	0.0007	-0.0000	-0.1
9005	T18	1-2	0.9814	0.0007	0.0002	0.5
9005	T19	1-2	0.5117	0.0007	-0.0006	-1.9
9005	T20	1-2	0.4468	0.0008	0.0003	0.8
9005	T21	1-2	0.4370	0.0008	-0.0004	-1.1
9005	T22	1-2	0.3870	0.0009	0.0004	0.8
9005	T23	1-2	0.4544	0.0010	0.0001	0.2
9006	9006	1-1	0.0000			
9006	F4	1-3	-1.7657	0.0006	-0.0000	-0.2
9006	F5	1-3	-1.7398	0.0012	-0.0002	-0.4
9006	K04	1-2	-0.2129	0.0016	0.0001	0.1
9006	K05	1-2	0.1128	0.0014	0.0009	1.2
9006	K06	1-2	0.0387	0.0007	-0.0005	-1.9
9006	K07	1-2	-0.1152	0.0007	-0.0002	-0.7
9006	K08	1-2	-0.0589	0.0008	-0.0004	-1.0
9006	K09	1-2	-0.0877	0.0011	-0.0001	-0.1
9006	T10	1-2	0.3818	0.0014	0.0022	2.7
9006	T11	1-2	0.5171	0.0013	0.0006	0.9
9006	T12	1-2	-0.7101	0.0012	0.0009	1.4
9006	T13	1-2	0.3754	0.0012	0.0001	0.2
9006	T14	1-2	0.9583	0.0010	0.0004	0.8
9006	T15	1-2	0.5540	0.0009	-0.0002	-0.5
9006	T16	1-2	0.8306	0.0009	-0.0004	-0.8
9006	T17	1-2	0.6769	0.0009	0.0004	0.9
9006	T18	1-2	0.9559	0.0009	0.0004	0.8
9006	T19	1-2	0.4847	0.0009	0.0012	2.8
9006	T20	1-2	0.4223	0.0007	-0.0004	-1.2
9006	T22	1-2	0.3628	0.0007	-0.0006	-1.9
9006	T23	1-2	0.4295	0.0007	-0.0002	-0.6

9007	9007 1-1	0.0000				
9007	F4 1-3	-1.6459	0.0006	-0.0000	-0.2	
9007	F5 1-3	-1.6204	0.0011	0.0002	0.3	
9007	K05 1-2	0.2338	0.0018	-0.0004	-0.4	
9007	K06 1-2	0.1574	0.0008	0.0005	1.4	
9007	K07 1-2	0.0051	0.0006	-0.0007	-2.8	
9007	K08 1-2	0.0606	0.0008	-0.0002	-0.4	
9007	K09 1-2	0.0316	0.0010	0.0004	0.7	
9007	T20 1-2	0.5418	0.0010	-0.0001	-0.1	
9007	T21 1-2	0.5309	0.0009	0.0002	0.6	
9007	T22 1-2	0.4813	0.0008	0.0006	1.5	
9007	T23 1-2	0.5489	0.0008	0.0001	0.3	
9007	T24 1-2	0.4114	0.0007	0.0003	1.0	
9007	T25 1-2	0.6752	0.0007	-0.0002	-0.5	
9007	T26 1-2	0.7468	0.0008	0.0001	0.2	
9007	T27 1-2	0.3946	0.0009	-0.0000	-0.1	
9007	T28 1-2	0.6584	0.0009	-0.0001	-0.2	
9008	9008 1-1	0.0000				
9008	F4 1-3	-1.6409	0.0007	-0.0007	-1.8	
9008	F5 1-3	-1.6153	0.0006	-0.0005	-2.0	
9008	F6 1-3	-0.7421	0.0011	-0.0004	-0.7	
9008	K07 1-2	0.0082	0.0006	0.0005	1.6	
9008	K08 1-2	0.0647	0.0005	0.0001	0.3	
9008	K09 1-2	0.0362	0.0006	0.0001	0.2	
9008	T24 1-2	0.4160	0.0006	0.0001	0.3	
9008	T25 1-2	0.6792	0.0006	0.0001	0.6	
9008	T26 1-2	0.7511	0.0006	0.0001	0.6	
9008	T27 1-2	0.3990	0.0006	-0.0001	-0.3	
9008	T28 1-2	0.6625	0.0006	0.0001	0.5	
9009	9009 1-1	0.0000				
9009	F4 1-3	-1.8138	0.0011	-0.0002	-0.4	
9009	F6 1-3	-0.9147	0.0010	-0.0003	-0.5	
9009	K07 1-2	-0.1642	0.0009	0.0005	1.0	
9009	K08 1-2	-0.1075	0.0007	-0.0002	-0.6	
9009	K09 1-2	-0.1359	0.0005	-0.0002	-0.9	
9009	K10 1-2	-0.1542	0.0007	0.0000	0.1	
9009	K02 1-2	-0.0497	0.0019	0.0009	0.8	
9009	T24 1-2	0.2442	0.0008	-0.0006	-1.4	
9009	T25 1-2	0.5069	0.0008	-0.0000	-0.1	
9009	T26 1-2	0.5791	0.0007	-0.0003	-0.9	
9009	T27 1-2	0.2264	0.0006	0.0001	0.3	
9009	T28 1-2	0.4903	0.0006	-0.0001	-0.4	
9009	T29 1-2	0.2356	0.0007	-0.0001	-0.2	
9009	T30 1-2	0.2860	0.0007	0.0005	1.5	
9009	T31 1-2	0.2943	0.0008	0.0007	1.9	
9009	T32 1-2	0.2944	0.0008	0.0003	0.6	
9010	9010 1-1	0.0000				
9010	F1 1-3	-1.3059	0.0016	0.0011	1.2	
9010	F6 1-3	-1.2903	0.0007	-0.0002	-0.6	
9010	K07 1-2	-0.5402	0.0011	0.0009	1.6	
9010	K08 1-2	-0.4838	0.0007	0.0006	1.6	
9010	K09 1-2	-0.5115	0.0006	-0.0002	-0.5	
9010	K10 1-2	-0.5295	0.0006	-0.0002	-0.8	
9010	K01 1-2	-0.6195	0.0013	-0.0003	-0.4	
9010	K02 1-2	-0.4261	0.0015	0.0018	2.0	
9010	T29 1-2	-0.1398	0.0006	-0.0003	-1.1	
9010	T30 1-2	-0.0887	0.0006	-0.0003	-1.3	
9010	T31 1-2	-0.0801	0.0006	-0.0005	-1.7	
9010	T32 1-2	-0.0808	0.0006	-0.0001	-0.3	
9010	T33 1-2	-0.0819	0.0008	-0.0003	-0.8	
9010	T34 1-2	-0.2080	0.0008	-0.0001	-0.2	
9010	T35 1-2	0.0577	0.0008	-0.0001	-0.1	
9010	T36 1-2	-0.2132	0.0008	0.0004	1.0	
9010	T37 1-2	0.0559	0.0008	-0.0001	-0.1	
9010	T38 1-2	0.0512	0.0009	-0.0002	-0.3	
9010	T39 1-2	-0.0859	0.0011	0.0005	0.8	
9010	T40 1-2	-0.0299	0.0012	0.0004	0.6	
9010	T41 1-2	-0.0956	0.0012	0.0009	1.3	
9010	T42 1-2	-0.0125	0.0013	0.0010	1.3	
9011	9011 1-1	0.0000				
9011	F5 1-3	-1.8411	0.0011	0.0011	2.0	
9011	F6 1-3	-0.9668	0.0005	0.0002	0.6	
9011	F1 1-3	-0.9809	0.0010	-0.0002	-0.3	
9011	K09 1-2	-0.1887	0.0011	0.0008	1.3	
9011	K10 1-2	-0.2063	0.0008	0.0004	0.9	
9011	K01 1-2	-0.2962	0.0008	0.0003	0.8	
9011	K02 1-2	-0.1002	0.0010	-0.0003	-0.6	
9011	T29 1-2	0.1830	0.0009	0.0007	1.6	
9011	T30 1-2	0.2348	0.0008	-0.0000	-0.1	
9011	T31 1-2	0.2432	0.0007	0.0000	0.0	
9011	T32 1-2	0.2431	0.0007	-0.0001	-0.3	
9011	T33 1-2	0.2418	0.0006	-0.0001	-0.5	
9011	T34 1-2	0.1158	0.0006	-0.0001	-0.2	
9011	T35 1-2	0.3817	0.0006	-0.0003	-1.2	
9011	T36 1-2	0.1114	0.0006	-0.0003	-1.2	
9011	T37 1-2	0.3799	0.0006	-0.0002	-0.8	
9011	T38 1-2	0.3748	0.0006	0.0000	0.2	
9011	T39 1-2	0.2387	0.0007	-0.0003	-0.8	
9011	T40 1-2	0.2944	0.0007	-0.0001	-0.2	
9011	T41 1-2	0.2291	0.0007	-0.0001	-0.2	
9011	T42 1-2	0.3123	0.0008	0.0000	0.1	
9012	9012 1-1	0.0000				
9012	F5 1-3	-1.7248	0.0016	0.0012	1.4	
9012	K10 1-2	-0.0892	0.0013	-0.0001	-0.2	
9012	F6 1-3	-0.8508	0.0009	0.0006	1.3	
9012	F1 1-3	-0.8643	0.0006	-0.0002	-0.7	
9012	F2 1-3	-1.9494	0.0009	-0.0006	-1.2	

9012	K02	1-2	0.0158	0.0006	0.0002	0.7
9012	K03	1-2	-0.1864	0.0006	-0.0002	-0.5
9012	K04	1-2	-0.1953	0.0009	-0.0011	-2.1
9012	T33	1-2	0.3575	0.0009	0.0007	1.5
9012	T34	1-2	0.2320	0.0008	0.0002	0.5
9012	T35	1-2	0.4973	0.0008	0.0007	1.6
9012	T36	1-2	0.2275	0.0008	0.0001	0.4
9012	T37	1-2	0.4958	0.0008	0.0004	1.0
9012	T38	1-2	0.4913	0.0007	0.0000	0.1
9012	T39	1-2	0.3549	0.0006	0.0000	0.1
9012	T40	1-2	0.4109	0.0006	-0.0001	-0.2
9012	T41	1-2	0.3458	0.0006	-0.0002	-0.9
9012	T42	1-2	0.4292	0.0006	-0.0004	-1.4

Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.

Model	tH	s_tH
	m	m
9001	-4.1192	0.0054
9002	-3.2342	0.0054
9003	-3.2262	0.0054
9004	-3.2241	0.0054
9005	-3.3489	0.0054
9006	-3.3741	0.0054
9007	-3.2544	0.0054
9008	-3.2500	0.0054
9009	-3.4225	0.0054
9010	-3.7980	0.0054
9011	-3.4742	0.0054
9012	-3.3577	0.0054

Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater.

Punkt	Kode	H	s_H
		m	m
9001	14 9	4.1192	0.0054
F5	0 9	1.6341	0.0054
F6	0 9	2.5075	0.0054
F2	0 9	1.4077	0.0054
K01	0 9	3.1782	0.0054
K02	0 9	3.3737	0.0054
K03	0 9	3.1711	0.0054
K04	0 9	3.1613	0.0054
T39	0 9	3.7126	0.0054
T40	0 9	3.7685	0.0054
T41	0 9	3.7032	0.0054
T42	0 9	3.7865	0.0054
T43	0 9	3.5817	0.0054
T44	0 9	3.8385	0.0054
T45	0 9	3.9972	0.0054
T46	0 9	3.5836	0.0054
T09	0 9	3.8890	0.0054
9002	14 9	3.2342	0.0054
F1	0 9	2.4932	0.0054
F3	0 9	1.6691	0.0054
9003	14 9	3.2262	0.0054
F4	0 9	1.6084	0.0054
K05	0 9	3.4878	0.0054
T10	0 9	3.7581	0.0054
9004	14 9	3.2241	0.0054
K06	0 9	3.4123	0.0054
T11	0 9	3.8919	0.0054
T12	0 9	2.6649	0.0054
T13	0 9	3.7497	0.0054
T14	0 9	4.3328	0.0054
T15	0 9	3.9280	0.0054
T16	0 9	4.2044	0.0054
T17	0 9	4.0515	0.0054
T18	0 9	4.3304	0.0054
T19	0 9	3.8600	0.0054
T20	0 9	3.7961	0.0054
T21	0 9	3.7855	0.0054
T22	0 9	3.7363	0.0054
T23	0 9	3.8034	0.0054
9005	14 9	3.3489	0.0054
K07	0 9	3.2588	0.0054
9006	14 9	3.3741	0.0054
K08	0 9	3.3148	0.0054
K09	0 9	3.2863	0.0054
9007	14 9	3.2544	0.0054
T24	0 9	3.6661	0.0054
T25	0 9	3.9293	0.0054
T26	0 9	4.0013	0.0054
T27	0 9	3.6489	0.0054
T28	0 9	3.9127	0.0054
9008	14 9	3.2500	0.0054
9009	14 9	3.4225	0.0054
K10	0 9	3.2683	0.0054
T29	0 9	3.6579	0.0054
T30	0 9	3.7090	0.0054
T31	0 9	3.7174	0.0054
T32	0 9	3.7172	0.0054
9010	14 9	3.7980	0.0054
T33	0 9	3.7159	0.0054
T34	0 9	3.5899	0.0054
T35	0 9	3.8556	0.0054
T36	0 9	3.5853	0.0054
T37	0 9	3.8539	0.0054
T38	0 9	3.8491	0.0054

9011	14 9	3.4742	0.0054
9012	14 9	3.3577	0.0054

Koordinatfil med estimerede koordinater (E, N, H)
C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\TMK\Netmaaling 08-05-2022\Grove fejl slettet
2\08-05-22_mrk_uden_grov_Anblok2D+1D.koo
KOORDINATER
Punkt Objektkode Liniekode E-DKTM2-m N-DKTM2-m H-DVR90-m Tekst

3. Anblok 2D (uden skalaændringer)
Afbildning: Lokal (jf. 1. opstilling i observationsfil.) 1. og 2. akse: E og N
Referencenkoordinater (E og N) er beregnet jf. rå observationer fra opstilling: 9001
i observationsfil. Koordinater til opstillingspunktet: E = 2000.000 m N = 20000.000 m
Modelkoordinater (e og n) er beregnet jf. øvrige rå observationer i observationsfil
Ved beregningerne korrigeres afstande for:
- jordkrumning og refraktion: R = 6386000 m, k_ref = 0.13

Antal observationer: 449

Referencenkoordinater (E, N) 32

Modelkoordinater (e, n) 406

Skalaændringer: 11

Antal ubekendte (ialt): 174

Tra.parametre (a, b, tE, tN): 44

Koordinater (E, N): 130

Antal overbestemmelser: 275

Spredning på vægtenheden (s_OEN): 0.69

Global test. Teststørrelse: w = 130.3

nedre grænse - øvre grænse: 218.3 - 339.2 ved 1% signifikansniveau: Forkastet

nedre grænse - øvre grænse: 237.6 - 314.7 ved 10% signifikansniveau: Forkastet

Observationer. Referencekoordinater (E, N). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 0-3 Referencepunkt

Punkt	Status	E	N	as_E	as_N	rE	rE'	rN	rN'
		m	m	m	m	m	m	m	m
F5 0-3		2039.1633	20072.1462	0.0013	0.0025	-0.0002	-0.4	-0.0014	-0.8
F6 0-3		2025.7254	20040.3560	0.0011	0.0016	-0.0003	-0.4	-0.0015	-1.6
F2 0-3		1974.6110	20015.3534	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	0.0005	0.7
K01 0-3		2001.0383	20017.6615	0.0010	0.0009	-0.0002	-0.4	0.0004	0.8
K02 0-3		1999.5948	20002.6305	0.0008	0.0009	-0.0001	-0.4	0.0011	2.0
K03 0-3		1990.3059	20014.1836	0.0008	0.0011	-0.0002	-0.4	-0.0005	-0.7
K04 0-3		1972.9286	20015.2560	0.0011	0.0011	-0.0007	-1.1	-0.0005	-0.8
T39 0-3		2004.2081	20026.9788	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	0.0017	2.8
T40 0-3		2002.5857	20023.8235	0.0010	0.0010	-0.0005	-0.9	-0.0015	-2.6
T41 0-3		2000.8974	20020.5352	0.0010	0.0010	0.0005	0.8	-0.0006	-1.0
T42 0-3		1998.6427	20016.1416	0.0009	0.0010	0.0000	0.1	-0.0001	-0.2
T43 0-3		1997.3711	20013.8963	0.0008	0.0010	-0.0001	-0.3	0.0007	1.3
T44 0-3		1997.3684	20013.8962	0.0008	0.0010	0.0008	1.9	0.0003	0.5
T45 0-3		1991.4432	20017.0152	0.0008	0.0011	-0.0001	-0.2	-0.0001	-0.1
T46 0-3		1985.4077	20020.0479	0.0009	0.0011	0.0007	1.2	-0.0007	-1.2
T09 0-3		1985.4183	20020.0417	0.0009	0.0011	0.0003	0.5	-0.0003	-0.4

Observationer. Modelkoordinater (e, n). A priori-spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R

2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R

3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R

F: fri opstilling, S: sammenknutningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt

Opstilling	Punkt	Status	e	n	as_e	as_n	rE	rE'	rN	rN'
			m	m	m	m	m	m	m	m
9002	9002 1-1		0.0000	0.0000						
9002	F1 1-2		15.5940	-5.2359	0.0011	0.0008	-0.0007	-1.2	-0.0003	-0.8
9002	F2 1-3		-8.7390	6.1329	0.0010	0.0008	0.0003	0.5	-0.0008	-2.0
9002	F3 1-2		4.5644	44.0902	0.0015	0.0011	0.0008	1.0	0.0000	0.0
9002	K02 1-3		16.9874	-5.0087	0.0011	0.0008	-0.0002	-0.4	0.0011	2.5
9002	K03 1-3		6.9977	5.9414	0.0009	0.0008	-0.0005	-0.9	-0.0001	-0.2
9002	K04 1-3		-10.4120	5.9311	0.0010	0.0008	0.0008	1.3	0.0002	0.4
9002	T43 1-3		14.0672	6.0956	0.0011	0.0008	-0.0004	-0.6	0.0001	0.3
9002	T44 1-3		14.0663	6.0951	0.0011	0.0008	0.0006	1.0	0.0002	0.6
9002	T45 1-3		7.9570	8.8385	0.0009	0.0009	-0.0002	-0.5	-0.0003	-0.6
9002	T46 1-3		1.7456	11.4889	0.0006	0.0011	0.0001	0.2	-0.0007	-1.1
9002	T09 1-3		1.7562	11.4841	0.0006	0.0011	0.0000	0.1	-0.0004	-0.6
9003	9003 1-1		0.0000	0.0000						
9003	F1 1-2		25.3214	2.9969	0.0011	0.0009	-0.0009	-1.4	0.0004	0.8
9003	F3 1-2		-6.6842	42.1160	0.0014	0.0011	-0.0005	-0.6	0.0001	0.2
9003	F4 1-2		-14.7703	82.3612	0.0026	0.0012	0.0012	0.8	-0.0006	-0.8
9003	K02 1-3		26.4646	3.8249	0.0011	0.0010	-0.0006	-0.9	0.0011	1.9
9003	K03 1-3		12.6217	9.1218	0.0010	0.0009	-0.0014	-2.3	-0.0011	-2.2
9003	K04 1-3		-2.9287	1.2953	0.0010	0.0006	0.0007	1.2	-0.0007	-2.2
9003	K05 1-2		4.4173	16.7886	0.0008	0.0011	0.0003	0.8	-0.0007	-1.0
9003	T43 1-3		18.8698	12.4360	0.0010	0.0010	0.0004	0.6	0.0004	0.7
9003	T44 1-3		18.8689	12.4347	0.0010	0.0010	0.0007	1.2	0.0002	0.5
9003	T45 1-3		12.1782	12.1431	0.0009	0.0009	0.0001	0.2	0.0002	0.5
9003	T46 1-3		5.4378	11.7222	0.0007	0.0010	0.0003	0.6	0.0001	0.3
9003	T09 1-3		5.4494	11.7223	0.0007	0.0010	0.0001	0.2	0.0002	0.3
9003	T10 1-2		5.1977	14.2408	0.0008	0.0011	0.0002	0.7	0.0012	1.9
9004	9004 1-1		0.0000	0.0000						
9004	F1 1-2		-37.2310	26.0223	0.0013	0.0014	0.0002	0.3	0.0001	0.1
9004	F2 1-3		-10.9687	20.3927	0.0009	0.0011	0.0009	1.8	0.0012	1.9
9004	F3 1-2		-15.4286	-19.5776	0.0010	0.0010	-0.0005	-0.9	-0.0001	-0.1

9004	F4	1-2	-17.1283	-60.5903	0.0020	0.0012	-0.0010	-0.8	-0.0018	-2.4
9004	K02	1-3	-38.5386	25.4902	0.0013	0.0014	0.0008	1.1	-0.0000	0.0
9004	K03	1-3	-26.3489	17.0552	0.0011	0.0011	0.0003	0.4	0.0003	0.5
9004	K04	1-3	-9.3820	20.9665	0.0009	0.0011	-0.0006	-1.2	0.0004	0.6
9004	K05	1-2	-20.1975	7.6605	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.7	0.0004	0.9
9004	K06	1-2	-29.8919	-42.8227	0.0015	0.0013	-0.0018	-1.9	0.0006	0.7
9004	T10	1-2	-20.3514	10.3229	0.0011	0.0009	-0.0002	-0.4	-0.0000	-0.1
9004	T11	1-2	-21.2863	5.3766	0.0011	0.0009	-0.0003	-0.5	0.0002	0.4
9004	T12	1-2	-21.9515	1.8326	0.0011	0.0009	-0.0002	-0.3	0.0004	1.0
9004	T13	1-2	-22.6205	-1.7085	0.0011	0.0009	-0.0001	-0.2	-0.0000	0.0
9004	T14	1-2	-24.9146	-13.9014	0.0011	0.0010	-0.0003	-0.6	-0.0006	-1.0
9004	T15	1-2	-24.8802	-16.3429	0.0011	0.0011	-0.0003	-0.4	-0.0003	-0.5
9004	T16	1-2	-24.8808	-16.3441	0.0011	0.0011	0.0002	0.3	-0.0003	-0.5
9004	T17	1-2	-25.3863	-19.0736	0.0011	0.0011	0.0000	0.1	-0.0005	-0.8
9004	T18	1-2	-25.3863	-19.0694	0.0011	0.0011	-0.0001	-0.1	-0.0007	-1.1
9004	T19	1-2	-26.3150	-21.3951	0.0011	0.0012	-0.0004	-0.6	-0.0003	-0.5
9004	T20	1-2	-28.5994	-33.5274	0.0013	0.0013	0.0005	0.7	-0.0001	-0.1
9004	T21	1-2	-29.2688	-37.0647	0.0014	0.0013	0.0007	0.8	-0.0001	-0.1
9004	T22	1-2	-29.9352	-40.6032	0.0015	0.0013	0.0009	1.0	0.0001	0.1
9004	T23	1-2	-30.9108	-45.8012	0.0016	0.0014	0.0010	1.0	0.0007	0.8
9005	9005	1-1	0.0000	0.0000						
9005	F2	1-3	-2.9093	42.8780	0.0014	0.0011	0.0001	0.1	0.0011	1.7
9005	F3	1-2	-12.0114	3.7024	0.0011	0.0007	0.0005	0.8	-0.0002	-0.5
9005	F4	1-2	-18.4917	-36.8309	0.0013	0.0012	-0.0005	-0.7	-0.0015	-2.1
9005	K04	1-3	-1.2676	43.2630	0.0014	0.0011	-0.0004	-0.5	-0.0005	-0.7
9005	K05	1-2	-13.5638	31.3111	0.0012	0.0011	-0.0001	-0.2	0.0005	0.8
9005	K07	1-2	-25.2059	-34.3153	0.0013	0.0012	-0.0002	-0.3	-0.0005	-0.6
9005	T10	1-2	-13.4058	33.9734	0.0012	0.0011	0.0002	0.3	-0.0002	-0.2
9005	T11	1-2	-14.9123	29.1697	0.0011	0.0011	0.0003	0.5	0.0006	1.0
9005	T12	1-2	-15.9872	25.7288	0.0011	0.0011	0.0003	0.5	-0.0002	-0.3
9005	T13	1-2	-17.0650	22.2897	0.0011	0.0011	0.0001	0.1	-0.0001	-0.2
9005	T14	1-2	-20.7684	10.4476	0.0011	0.0009	0.0000	0.1	0.0001	0.2
9005	T15	1-2	-21.0198	8.0193	0.0011	0.0009	0.0003	0.5	-0.0002	-0.4
9005	T16	1-2	-21.0194	8.0180	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0002	0.4
9005	T17	1-2	-21.8405	5.3661	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0002	0.4
9005	T18	1-2	-21.8401	5.3701	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.7	0.0001	0.2
9005	T19	1-2	-23.0354	3.1690	0.0011	0.0009	0.0005	0.8	0.0002	0.5
9005	T20	1-2	-26.7207	-8.6127	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	0.0001	0.1
9005	T21	1-2	-27.7985	-12.0475	0.0011	0.0011	-0.0001	-0.3	0.0001	0.2
9005	T22	1-2	-28.8742	-15.4836	0.0011	0.0011	0.0003	0.4	0.0001	0.1
9005	T23	1-2	-30.4503	-20.5309	0.0012	0.0012	0.0001	0.2	-0.0004	-0.6
9006	9006	1-1	0.0000	0.0000						
9006	F4	1-2	-7.6767	-13.2366	0.0008	0.0010	-0.0013	-2.9	-0.0006	-1.0
9006	F5	1-3	-47.6588	-7.2570	0.0011	0.0016	0.0001	0.2	-0.0002	-0.2
9006	K04	1-3	-4.4675	68.6264	0.0022	0.0011	-0.0022	-1.5	-0.0001	-0.1
9006	K05	1-2	-14.5289	54.7396	0.0018	0.0012	-0.0006	-0.6	0.0006	0.9
9006	K06	1-2	-21.4100	3.7964	0.0011	0.0009	0.0008	1.4	-0.0004	-1.1
9006	K07	1-2	-14.7248	-11.9118	0.0010	0.0009	0.0004	0.8	-0.0001	-0.2
9006	K08	1-2	-29.9169	-3.9457	0.0011	0.0011	-0.0003	-0.4	-0.0006	-0.9
9006	K09	1-2	-45.5620	-8.7570	0.0011	0.0015	0.0011	1.6	-0.0009	-0.9
9006	T10	1-2	-14.8310	57.3904	0.0019	0.0012	-0.0002	-0.2	-0.0010	-1.5
9006	T11	1-2	-15.4900	52.4000	0.0017	0.0012	-0.0003	-0.3	-0.0010	-1.4
9006	T12	1-2	-15.9572	48.8246	0.0016	0.0012	-0.0005	-0.5	-0.0007	-1.0
9006	T13	1-2	-16.4287	45.2505	0.0015	0.0012	0.0001	0.1	0.0002	0.2
9006	T14	1-2	-18.0428	32.9480	0.0012	0.0012	0.0003	0.5	0.0006	0.8
9006	T15	1-2	-17.8727	30.5125	0.0012	0.0011	0.0000	0.1	0.0006	0.9
9006	T16	1-2	-17.8731	30.5118	0.0012	0.0011	0.0002	0.3	0.0001	0.2
9006	T17	1-2	-18.2265	27.7580	0.0011	0.0011	0.0004	0.6	0.0003	0.5
9006	T18	1-2	-18.2268	27.7615	0.0011	0.0011	0.0005	0.8	0.0007	1.0
9006	T19	1-2	-19.0250	25.3891	0.0011	0.0011	-0.0002	-0.3	-0.0000	-0.1
9006	T20	1-2	-20.6318	13.1485	0.0011	0.0010	-0.0000	-0.0	0.0007	1.3
9006	T22	1-2	-21.5725	6.0102	0.0011	0.0009	-0.0004	-0.6	0.0003	0.7
9006	T23	1-2	-22.2587	0.7668	0.0011	0.0009	0.0002	0.2	0.0001	0.2
9007	9007	1-1	0.0000	0.0000						
9007	F4	1-2	-0.8497	7.6882	0.0006	0.0011	0.0005	2.2	0.0005	0.7
9007	F5	1-3	-41.1306	11.0993	0.0011	0.0014	-0.0002	-0.2	0.0006	0.7
9007	K05	1-2	-12.0354	75.0902	0.0024	0.0012	-0.0007	-0.5	-0.0011	-1.7
9007	K06	1-2	-15.6421	23.8090	0.0011	0.0011	0.0001	0.2	0.0006	1.0
9007	K07	1-2	-7.9650	8.5606	0.0009	0.0009	-0.0010	-2.0	0.0011	2.0
9007	K08	1-2	-23.6370	15.5385	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.5	0.0003	0.4
9007	K09	1-2	-38.9411	9.7368	0.0011	0.0013	-0.0002	-0.4	-0.0001	-0.1
9007	T20	1-2	-15.4647	33.1944	0.0012	0.0011	-0.0008	-1.2	-0.0012	-1.8
9007	T21	1-2	-15.7075	29.6015	0.0012	0.0011	-0.0003	-0.5	-0.0002	-0.4
9007	T22	1-2	-15.9472	26.0096	0.0011	0.0011	-0.0005	-0.8	-0.0008	-1.2
9007	T23	1-2	-16.2956	20.7327	0.0010	0.0011	-0.0008	-1.4	-0.0004	-0.7
9007	T24	1-2	-16.5584	18.4699	0.0010	0.0010	0.0002	0.3	0.0003	0.5
9007	T25	1-2	-16.5645	18.4714	0.0010	0.0010	0.0005	0.8	-0.0000	-0.1
9007	T26	1-2	-23.1551	18.9370	0.0011	0.0011	0.0002	0.3	0.0001	0.2
9007	T27	1-2	-29.9854	19.3796	0.0012	0.0012	0.0004	0.6	0.0002	0.3
9007	T28	1-2	-29.9889	19.3817	0.0012	0.0012	0.0003	0.5	-0.0001	-0.1
9008	9008	1-1	0.0000	0.0000						
9008	F4	1-2	23.2428	-8.4029	0.0011	0.0009	0.0002	0.3	0.0015	2.9
9008	F5	1-3	-12.6345	10.2263	0.0010	0.0009	-0.0006	-1.0	0.0003	0.6
9008	F6	1-3	0.3766	42.1934	0.0014	0.0011	0.0016	2.0	-0.0004	-0.6
9008	K07	1-2	17.0071	-4.8606	0.0011	0.0008	0.0006	0.9	-0.0006	-1.3
9008	K08	1-2	5.2208	7.6016	0.0008	0.0010	0.0002	0.5	0.0008	1.4
9008	K09	1-2	-11.1363	8.1263	0.0010	0.0008	-0.0011	-1.9	0.0005	1.2
9008	T24	1-2	12.8832	7.5890	0.0010	0.0008	-0.0000	-0.1	-0.0003	-0.8
9008	T25	1-2	12.8782	7.5923	0.0010	0.0008	0.0001	0.3	-0.0002	-0.5
9008	T26	1-2	6.9722	10.5548	0.0008	0.0010	0.0002	0.6	-0.0001	-0.2
9008	T27	1-2	0.8370	13.5884	0.0007	0.0011	-0.0002	-0.7	-0.0004	-0.7
9008	T28	1-2	0.8344	13.5913	0.0007	0.0011	-0.0001	-0.2	-0.0002	-0.4
9009	9009	1-1	0.0000	0.0000						
9009	F4	1-2	42.6663	4.9857	0.0011	0.0014	0.0005	0.8	0.0018	2.0
9009	F6	1-3	-1.6053	38.4929	0.0013	0.0011	0.0007	1.0	0.0009	1.3
9009	K07	1-2	35.4968	5.1161	0.0011	0.0012	-0.0002	-0.3	0.0000	0.0
9009	K08	1-2	19.1849	10.4277	0.0011	0.0009	0.0008	1.2	-0.0002	-0.5

9009	K09	1-2	4.5669	3.0673	0.0010	0.0008	0.0005	0.8	0.0003	0.6
9009	K10	1-2	10.3126	18.8772	0.0009	0.0011	0.0001	0.2	0.0009	1.4
9009	K02	1-3	2.7031	84.1826	0.0027	0.0011	-0.0013	-0.8	-0.0016	-2.4
9009	T24	1-2	25.9225	14.0789	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	0.0003	0.5
9009	T25	1-2	25.9171	14.0797	0.0011	0.0011	-0.0009	-1.4	0.0004	0.7
9009	T26	1-2	19.3132	13.8585	0.0010	0.0010	-0.0007	-1.2	0.0001	0.1
9009	T27	1-2	12.4733	13.5888	0.0009	0.0010	0.0002	0.3	0.0002	0.5
9009	T28	1-2	12.4699	13.5905	0.0009	0.0010	-0.0001	-0.1	0.0002	0.4
9009	T29	1-2	12.2752	15.9285	0.0009	0.0010	0.0006	1.2	-0.0003	-0.5
9009	T30	1-2	12.0868	21.1203	0.0010	0.0011	-0.0003	-0.6	-0.0005	-0.8
9009	T31	1-2	11.9522	24.7195	0.0010	0.0011	-0.0001	-0.2	-0.0005	-0.8
9009	T32	1-2	11.8198	28.3189	0.0011	0.0011	-0.0005	-0.9	-0.0009	-1.4
9010	9010	1-1	0.0000	0.0000						
9010	F1	1-2	21.9359	62.5597	0.0021	0.0013	-0.0004	-0.3	-0.0005	-0.6
9010	F6	1-3	6.3722	18.4048	0.0008	0.0011	0.0009	1.8	0.0016	2.5
9010	K07	1-2	35.2187	-22.3195	0.0012	0.0013	0.0005	0.7	0.0010	1.2
9010	K08	1-2	20.4767	-13.5469	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	-0.0002	-0.4
9010	K09	1-2	4.5969	-17.5094	0.0008	0.0011	-0.0000	-0.0	-0.0001	-0.2
9010	K10	1-2	13.6806	-3.3512	0.0011	0.0007	0.0000	0.0	-0.0001	-0.3
9010	K01	1-3	23.5433	47.2095	0.0016	0.0013	-0.0007	-0.7	-0.0001	-0.2
9010	K02	1-3	20.6300	62.0258	0.0020	0.0013	-0.0008	-0.6	-0.0007	-0.8
9010	T29	1-2	14.9477	-6.6603	0.0011	0.0008	-0.0008	-1.4	-0.0000	-0.0
9010	T30	1-2	15.9049	-1.5548	0.0011	0.0007	-0.0000	-0.0	-0.0002	-0.7
9010	T31	1-2	16.5662	1.9860	0.0011	0.0007	-0.0002	-0.4	-0.0004	-1.0
9010	T32	1-2	17.2285	5.5254	0.0011	0.0008	0.0002	0.3	-0.0001	-0.2
9010	T33	1-2	19.4663	17.5161	0.0011	0.0010	0.0001	0.1	-0.0003	-0.6
9010	T34	1-2	19.4691	20.1683	0.0011	0.0011	0.0002	0.4	0.0001	0.2
9010	T35	1-2	19.4690	20.1777	0.0011	0.0011	-0.0000	-0.1	-0.0004	-0.6
9010	T36	1-2	20.0146	23.0810	0.0011	0.0011	-0.0009	-1.5	-0.0002	-0.3
9010	T37	1-2	20.0118	23.0685	0.0011	0.0011	-0.0006	-1.0	-0.0003	-0.5
9010	T38	1-2	20.9870	25.6645	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	-0.0003	-0.5
9010	T39	1-3	23.1694	37.3737	0.0014	0.0012	-0.0009	-1.1	-0.0002	-0.3
9010	T40	1-3	23.8210	40.8638	0.0015	0.0012	0.0002	0.2	0.0000	0.0
9010	T41	1-3	24.4973	44.4938	0.0016	0.0013	0.0017	1.7	0.0022	2.7
9010	T42	1-3	25.4020	49.3490	0.0017	0.0013	0.0020	1.9	0.0013	1.7
9011	9011	1-1	0.0000	0.0000						
9011	F5	1-3	15.7910	-38.5076	0.0014	0.0012	0.0001	0.1	0.0001	0.2
9011	F6	1-3	1.4710	-7.1037	0.0006	0.0011	-0.0005	-1.8	-0.0007	-1.0
9011	F1	1-2	-7.7823	38.7862	0.0013	0.0011	0.0004	0.5	0.0008	1.2
9011	K09	1-2	18.3462	-38.8595	0.0014	0.0012	0.0002	0.2	0.0003	0.5
9011	K10	1-2	18.8935	-22.0459	0.0011	0.0011	-0.0000	-0.1	-0.0005	-0.8
9011	K01	1-3	1.4619	26.4269	0.0010	0.0011	0.0001	0.3	0.0008	1.3
9011	K02	1-3	-8.6307	37.6585	0.0013	0.0011	0.0003	0.4	0.0003	0.4
9011	T29	1-2	21.6776	-24.2404	0.0011	0.0011	-0.0000	-0.0	0.0011	1.6
9011	T30	1-2	19.8845	-19.3650	0.0011	0.0011	0.0002	0.4	0.0009	1.5
9011	T31	1-2	18.6387	-15.9855	0.0010	0.0010	-0.0000	-0.0	0.0010	1.8
9011	T32	1-2	17.3940	-12.6059	0.0010	0.0009	0.0000	0.0	0.0007	1.4
9011	T33	1-2	13.1727	-1.1614	0.0011	0.0007	-0.0001	-0.2	-0.0000	-0.0
9011	T34	1-2	11.8156	1.1182	0.0011	0.0006	0.0002	0.4	-0.0005	-1.7
9011	T35	1-2	11.8113	1.1257	0.0011	0.0006	-0.0001	-0.1	-0.0002	-0.6
9011	T36	1-2	10.7912	3.8974	0.0011	0.0007	0.0008	1.4	-0.0001	-0.4
9011	T37	1-2	10.7958	3.8855	0.0011	0.0007	0.0005	0.9	-0.0000	-0.1
9011	T38	1-2	10.3037	6.6149	0.0010	0.0008	0.0003	0.5	-0.0000	-0.0
9011	T39	1-3	6.1795	17.7877	0.0008	0.0011	0.0006	1.3	0.0011	1.6
9011	T40	1-3	4.9508	21.1215	0.0009	0.0011	-0.0002	-0.5	-0.0007	-1.1
9011	T41	1-3	3.6718	24.5883	0.0009	0.0011	-0.0007	-1.4	-0.0006	-0.9
9011	T42	1-3	1.9620	29.2215	0.0010	0.0011	-0.0008	-1.3	-0.0011	-1.7
9012	9012	1-1	0.0000	0.0000						
9012	F5	1-3	43.9187	-50.5877	0.0018	0.0017	0.0004	0.3	-0.0009	-0.9
9012	K10	1-2	41.0394	-34.0863	0.0014	0.0015	0.0002	0.3	-0.0001	-0.1
9012	F6	1-3	19.4756	-26.2196	0.0011	0.0011	-0.0004	-0.6	-0.0017	-2.6
9012	F1	1-2	-5.3153	13.4905	0.0008	0.0011	0.0007	2.0	-0.0002	-0.3
9012	F2	1-3	15.4423	30.5388	0.0012	0.0011	-0.0018	-2.5	-0.0002	-0.4
9012	K02	1-3	-5.7121	12.1370	0.0008	0.0010	-0.0001	-0.2	0.0002	0.4
9012	K03	1-3	8.4774	16.4220	0.0009	0.0011	0.0010	2.0	0.0003	0.4
9012	K04	1-3	15.9817	32.1347	0.0012	0.0011	-0.0008	-1.0	0.0005	0.7
9012	T33	1-2	28.3438	-16.5445	0.0011	0.0011	0.0000	0.0	0.0005	0.7
9012	T34	1-2	26.2737	-14.8868	0.0011	0.0011	-0.0006	-1.0	0.0013	2.1
9012	T35	1-2	26.2659	-14.8819	0.0011	0.0011	0.0000	0.0	0.0008	1.3
9012	T36	1-2	24.3373	-12.6445	0.0011	0.0010	-0.0003	-0.4	0.0010	1.6
9012	T37	1-2	24.3452	-12.6543	0.0011	0.0010	-0.0001	-0.1	0.0006	1.0
9012	T38	1-2	22.9251	-10.2721	0.0011	0.0010	-0.0002	-0.3	0.0005	0.9
9012	T39	1-3	15.1364	-1.2609	0.0011	0.0007	-0.0001	-0.1	0.0005	1.5
9012	T40	1-3	12.8152	1.4279	0.0011	0.0007	-0.0005	-0.8	-0.0005	-1.5
9012	T41	1-3	10.3986	4.2238	0.0011	0.0007	-0.0005	-0.8	-0.0009	-2.6
9012	T42	1-3	7.1703	7.9601	0.0009	0.0009	-0.0005	-1.1	-0.0006	-1.2

Observationer. Skalaændringer

Model	k
9002	1.000000
9003	1.000000
9004	1.000000
9005	1.000000
9006	1.000000
9007	1.000000
9008	1.000000
9009	1.000000
9010	1.000000
9011	1.000000
9012	1.000000

Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.

Model	a	b	k	(jf. a og b)	m	m	tE	tN	s_a	s_b	s_tE	s_tN
9002	0.99806331	-0.06220627	1.000000		1982.9515	20008.6884	0.00000116	0.00001868	0.0003	0.0003		
9003	0.86384163	-0.50376348	1.000000		1974.8060	20012.6606	0.00000847	0.00001453	0.0003	0.0003		
9004	-0.95875516	0.28423325	1.000000		1969.8916	20038.0244	0.00000402	0.00001355	0.0004	0.0003		

9005	-0.98540186	0.17024446	1.000000	1979.0436	20058.1023	0.00000245	0.00001418	0.0005	0.0003
9006	-0.94150494	0.33699919	1.000000	1991.8466	20081.3731	0.00000462	0.00001292	0.0005	0.0003
9007	-0.91802096	0.39653185	1.000000	2005.8053	20098.6443	0.00000690	0.00001597	0.0007	0.0004
9008	-0.99991130	0.01331892	1.000000	2026.6652	20082.5388	0.0000026	0.00001927	0.0007	0.0005
9009	-0.87186836	0.48974031	1.000000	2043.1778	20074.7023	0.00000855	0.00001522	0.0006	0.0004
9010	-0.95827361	0.28585257	1.000000	2037.0933	20056.1714	0.00000424	0.00001421	0.0004	0.0003
9011	-0.67652853	0.73641642	1.000000	2021.4885	20034.4647	0.00001018	0.00000936	0.0003	0.0003
9012	-0.37456121	0.92720219	1.000000	2008.7086	20012.4742	0.00001194	0.00000482	0.0003	0.0003

Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater, konfidensellipses halvakser og hældning

Punkt	Kode	E m	N m	s_E m	s_N m	a m	b m	pfi gon
9002	14 9	1982.9515	20008.6884	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	152
F1	0 9	1998.1903	20002.4930	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	103
F2	0 9	1974.6107	20015.3539	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	170
F3	0 9	1990.2489	20052.4093	0.0006	0.0004	0.0006	0.0004	97
K02	0 9	1999.5947	20002.6316	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	89
K03	0 9	1990.3058	20014.1831	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	32
K04	0 9	1972.9279	20015.2555	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	170
T43	0 9	1997.3710	20013.8970	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	54
T44	0 9	1997.3692	20013.8965	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	54
T45	0 9	1991.4431	20017.0151	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	35
T46	0 9	1985.4084	20020.0472	0.0003	0.0005	0.0005	0.0003	15
T09	0 9	1985.4186	20020.0414	0.0003	0.0005	0.0005	0.0003	15
9003	14 9	1974.8060	20012.6606	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003	184
F4	0 9	2003.5362	20091.2490	0.0009	0.0004	0.0009	0.0004	107
K05	0 9	1987.0791	20024.9387	0.0004	0.0004	0.0005	0.0004	50
T10	0 9	1986.4697	20022.3428	0.0004	0.0005	0.0005	0.0004	35
9004	14 9	1969.8916	20038.0244	0.0004	0.0005	0.0005	0.0003	36
K06	0 9	2010.7240	20070.5840	0.0008	0.0005	0.0008	0.0005	121
T11	0 9	1988.7720	20026.8191	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	98
T12	0 9	1990.4170	20030.0276	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	94
T13	0 9	1992.0648	20033.2329	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	93
T14	0 9	1997.7302	20044.2715	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	109
T15	0 9	1998.3910	20046.6218	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	111
T16	0 9	1998.3916	20046.6228	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	111
T17	0 9	1999.6521	20049.0962	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	113
T18	0 9	1999.6511	20049.0924	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	113
T19	0 9	2001.2028	20051.0578	0.0006	0.0005	0.0007	0.0005	115
T20	0 9	2006.8405	20062.0401	0.0007	0.0005	0.0007	0.0005	120
T21	0 9	2008.4875	20065.2413	0.0008	0.0006	0.0008	0.0005	122
T22	0 9	2010.1320	20068.4442	0.0007	0.0005	0.0008	0.0005	122
T23	0 9	2012.5446	20073.1500	0.0008	0.0005	0.0008	0.0005	122
9005	14 9	1979.0436	20058.1023	0.0006	0.0004	0.0006	0.0003	75
K07	0 9	2009.7238	20087.6260	0.0009	0.0004	0.0009	0.0004	113
9006	14 9	1991.8466	20081.3731	0.0008	0.0003	0.0008	0.0003	95
F5	0 9	2039.1630	20072.1448	0.0006	0.0007	0.0008	0.0004	151
K08	0 9	2021.3434	20075.0066	0.0007	0.0005	0.0008	0.0004	127
K09	0 9	2037.6934	20074.2644	0.0007	0.0006	0.0009	0.0004	143
9007	14 9	2005.8053	20098.6443	0.0010	0.0004	0.0010	0.0004	106
T24	0 9	2013.6822	20075.1224	0.0008	0.0005	0.0008	0.0005	116
T25	0 9	2013.6869	20075.1189	0.0008	0.0005	0.0008	0.0005	116
T26	0 9	2019.5529	20072.0779	0.0008	0.0006	0.0008	0.0005	124
T27	0 9	2025.6475	20068.9631	0.0007	0.0006	0.0008	0.0005	139
T28	0 9	2025.6499	20068.9600	0.0007	0.0006	0.0008	0.0005	139
9008	14 9	2026.6652	20082.5388	0.0008	0.0005	0.0009	0.0004	130
F6	0 9	2025.7251	20040.3545	0.0004	0.0005	0.0005	0.0003	171
9009	14 9	2043.1778	20074.7023	0.0007	0.0007	0.0009	0.0004	149
K10	0 9	2024.9415	20063.2935	0.0007	0.0005	0.0007	0.0004	135
T29	0 9	2024.6740	20066.8267	0.0007	0.0005	0.0008	0.0004	133
T30	0 9	2022.2965	20062.2081	0.0007	0.0005	0.0007	0.0004	131
T31	0 9	2020.6509	20059.0042	0.0007	0.0005	0.0007	0.0005	130
T32	0 9	2019.0041	20055.8015	0.0006	0.0005	0.0007	0.0005	130
9010	14 9	2037.0933	20056.1714	0.0005	0.0006	0.0007	0.0003	156
K01	0 9	2001.0381	20017.6619	0.0005	0.0004	0.0005	0.0004	133
T33	0 9	2013.4322	20044.9510	0.0006	0.0005	0.0006	0.0004	124
T34	0 9	2012.6712	20042.4099	0.0006	0.0005	0.0006	0.0004	119
T35	0 9	2012.6689	20042.4013	0.0006	0.0005	0.0006	0.0004	119
T36	0 9	2011.3170	20039.7750	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	110
T37	0 9	2011.3230	20039.7862	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	110
T38	0 9	2009.6462	20037.5774	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	101
T39	0 9	2004.2082	20026.9804	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	113
T40	0 9	2002.5851	20023.8220	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	97
T41	0 9	2000.8979	20020.5346	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	78
T42	0 9	1998.6427	20016.1415	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	43
9011	14 9	2021.4885	20034.4647	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003	172
9012	14 9	2008.7086	20012.4742	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	40

4. Anblok 1D (uden skalaændringer)

Højdesystem: Lokalt jf. 1. opstilling. Akse: H
 Referencekoordinater (H) er beregnet jf. rå observationer fra opstilling: 9001
 i observationsfil. Koordinat til opstillingspunktet: H = 0.000 m
 Modelkoordinater (h) er beregnet jf. øvrige rå observationer i observationsfil
 Ved beregningerne korrigeres højdeforskelle for:
 - jordkrumming og refraktion: R = 6386000 m, k_ref = 0.13

Antal observationer (ialt): 219
 Referencekoordinater (H): 16
 Modelkoordinater (h): 203

Antal ubekendte (ialt): 76
 Tr.parametre (tH): 11
 Koordinater (H): 65

Antal overbestemmelser: 143

Spredning på vægtenheden (s_{OH}): 0.58

Global test. Teststørrelse: $w = 48.4$
 nedre grænse - øvre grænse: 103.2 - 190.3 ved 1% signifikansniveau: Forkastet
 nedre grænse - øvre grænse: 116.4 - 171.9 ved 10% signifikansniveau: Forkastet

Observationer. Referencekoordinater (H). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 0-3 Referencepunkt

Punkt	Status	H	as_H	rH	rH'
		m	m	m	m
F5 0-3		-2.4846	0.0019	-0.0005	-0.4
F6 0-3		-1.6114	0.0012	-0.0002	-0.4
F2 0-3		-2.7113	0.0008	-0.0002	-0.6
K01 0-3		-0.9408	0.0006	-0.0001	-0.5
K02 0-3		-0.7456	0.0006	0.0002	0.6
K03 0-3		-0.9478	0.0006	-0.0003	-0.9
K04 0-3		-0.9585	0.0009	0.0006	1.4
T39 0-3		-0.4067	0.0008	0.0001	0.2
T40 0-3		-0.3507	0.0007	0.0000	0.1
T41 0-3		-0.4161	0.0007	0.0001	0.3
T42 0-3		-0.3329	0.0006	0.0002	0.7
T43 0-3		-0.5373	0.0006	-0.0002	-0.9
T44 0-3		-0.2808	0.0006	0.0001	0.4
T45 0-3		-0.1219	0.0007	-0.0000	-0.1
T46 0-3		-0.5353	0.0007	-0.0003	-0.8
T09 0-3		-0.2304	0.0007	0.0002	0.5

Observationer. Modelkoordinater (h). A priori spredninger. Residualer og normaliserede residualer.

Status: 1-1 Fra F til N 1-2 Fra F til S 1-3 Fra F til R
 2-1 Fra S til N 2-2 Fra S til S 2-3 Fra S til R
 3-1 Fra R til N 3-2 Fra R til S 3-3 Fra R til R

F: fri opstilling, S: sammenknytningspunkt, R: referencepunkt, N: nyt punkt

Opstilling	Punkt	Status	h	as_h	rH	rH'
			m	m	m	m
9002	9002 1-1		0.0000			
9002	F1 1-2		-0.7412	0.0006	0.0001	0.4
9002	F2 1-3		-1.8270	0.0006	0.0005	1.8
9002	F3 1-2		-1.5651	0.0011	0.0000	0.0
9002	K02 1-3		0.1402	0.0006	-0.0007	-2.3
9002	K03 1-3		-0.0634	0.0005	0.0003	1.1
9002	K04 1-3		-0.0730	0.0006	0.0001	0.3
9002	T43 1-3		0.3477	0.0006	-0.0002	-0.9
9002	T44 1-3		0.6042	0.0006	0.0000	0.1
9002	T45 1-3		0.7630	0.0006	-0.0001	-0.3
9002	T46 1-3		0.3493	0.0006	0.0000	0.0
9002	T09 1-3		0.6548	0.0006	-0.0001	-0.4
9003	9003 1-1		0.0000			
9003	F1 1-2		-0.7329	0.0008	-0.0002	-0.5
9003	F3 1-2		-1.5574	0.0011	0.0003	0.5
9003	F4 1-2		-1.6205	0.0019	0.0028	2.5
9003	K02 1-3		0.1479	0.0008	-0.0005	-1.2
9003	K03 1-3		-0.0550	0.0006	-0.0001	-0.2
9003	K04 1-3		-0.0649	0.0005	0.0000	0.1
9003	K05 1-2		0.2618	0.0006	-0.0002	-0.7
9003	T43 1-3		0.3548	0.0007	0.0007	1.9
9003	T44 1-3		0.6124	0.0007	-0.0002	-0.5
9003	T45 1-3		0.7709	0.0006	0.0001	0.4
9003	T46 1-3		0.3572	0.0006	0.0002	0.7
9003	T09 1-3		0.6628	0.0006	-0.0000	-0.1
9003	T10 1-2		0.5323	0.0006	-0.0004	-1.6
9004	9004 1-1		0.0000			
9004	F1 1-2		-0.7313	0.0011	0.0004	0.6
9004	F2 1-3		-1.8164	0.0007	-0.0000	-0.1
9004	F3 1-2		-1.5545	0.0007	-0.0005	-1.3
9004	F4 1-2		-1.6173	0.0015	0.0016	2.0
9004	K02 1-3		0.1485	0.0011	0.0011	1.8
9004	K03 1-3		-0.0532	0.0009	0.0002	0.5
9004	K04 1-3		-0.0630	0.0007	0.0002	0.7
9004	K05 1-2		0.2634	0.0007	0.0003	1.0
9004	K06 1-2		0.1876	0.0013	0.0006	0.9
9004	T10 1-2		0.5341	0.0007	-0.0001	-0.3
9004	T11 1-2		0.6679	0.0007	-0.0001	-0.3
9004	T12 1-2		-0.5591	0.0007	-0.0001	-0.3
9004	T13 1-2		0.5259	0.0007	-0.0003	-1.1
9004	T14 1-2		1.1090	0.0008	-0.0003	-0.7
9004	T15 1-2		0.7039	0.0008	-0.0000	-0.0
9004	T16 1-2		0.9804	0.0008	-0.0000	-0.1
9004	T17 1-2		0.8277	0.0009	-0.0004	-0.9
9004	T18 1-2		1.1069	0.0009	-0.0006	-1.4
9004	T19 1-2		0.6363	0.0009	-0.0003	-0.8
9004	T20 1-2		0.5716	0.0011	0.0004	0.6
9004	T21 1-2		0.5609	0.0012	0.0004	0.7
9004	T22 1-2		0.5124	0.0012	-0.0002	-0.3
9004	T23 1-2		0.5792	0.0013	0.0002	0.2
9005	9005 1-1		0.0000			
9005	F2 1-3		-1.9410	0.0011	-0.0003	-0.5
9005	F3 1-2		-1.6800	0.0006	0.0002	0.8
9005	F4 1-2		-1.7407	0.0010	0.0002	0.4
9005	K04 1-3		-0.1870	0.0011	-0.0006	-1.0
9005	K05 1-2		0.1394	0.0009	-0.0005	-1.1
9005	K07 1-2		-0.0903	0.0011	0.0001	0.2
9005	T10 1-2		0.4090	0.0010	0.0002	0.3
9005	T11 1-2		0.5431	0.0009	-0.0001	-0.3
9005	T12 1-2		-0.6837	0.0008	-0.0003	-0.7
9005	T13 1-2		0.4004	0.0008	0.0003	0.9
9005	T14 1-2		0.9839	0.0007	-0.0000	-0.0

9005	T15 1-2	0.5789	0.0007	0.0001	0.4
9005	T16 1-2	0.8553	0.0007	0.0002	0.8
9005	T17 1-2	0.7026	0.0007	-0.0000	-0.1
9005	T18 1-2	0.9814	0.0007	0.0002	0.5
9005	T19 1-2	0.5117	0.0007	-0.0006	-2.0
9005	T20 1-2	0.4468	0.0008	0.0003	0.9
9005	T21 1-2	0.4370	0.0008	-0.0004	-1.2
9005	T22 1-2	0.3870	0.0009	0.0004	0.9
9005	T23 1-2	0.4544	0.0010	0.0001	0.2
9006	9006 1-1	0.0000			
9006	F4 1-2	-1.7657	0.0006	-0.0000	-0.2
9006	F5 1-3	-1.7398	0.0012	-0.0002	-0.4
9006	K04 1-3	-0.2129	0.0016	0.0001	0.1
9006	K05 1-2	0.1128	0.0014	0.0009	1.2
9006	K06 1-2	0.0387	0.0007	-0.0005	-2.0
9006	K07 1-2	-0.1152	0.0007	-0.0002	-0.7
9006	K08 1-2	-0.0589	0.0008	-0.0005	-1.1
9006	K09 1-2	-0.0877	0.0011	-0.0001	-0.1
9006	T10 1-2	0.3818	0.0014	0.0022	2.8
9006	T11 1-2	0.5171	0.0013	0.0006	0.9
9006	T12 1-2	-0.7101	0.0012	0.0009	1.4
9006	T13 1-2	0.3754	0.0012	0.0001	0.2
9006	T14 1-2	0.9583	0.0010	0.0004	0.8
9006	T15 1-2	0.5540	0.0009	-0.0002	-0.5
9006	T16 1-2	0.8306	0.0009	-0.0004	-0.8
9006	T17 1-2	0.6769	0.0009	0.0004	1.0
9006	T18 1-2	0.9559	0.0009	0.0004	0.9
9006	T19 1-2	0.4847	0.0009	0.0012	2.9
9006	T20 1-2	0.4223	0.0007	-0.0004	-1.2
9006	T22 1-2	0.3628	0.0007	-0.0006	-2.0
9006	T23 1-2	0.4295	0.0007	-0.0002	-0.6
9007	9007 1-1	0.0000			
9007	F4 1-2	-1.6459	0.0006	-0.0000	-0.2
9007	F5 1-3	-1.6204	0.0011	0.0002	0.3
9007	K05 1-2	0.2338	0.0018	-0.0004	-0.4
9007	K06 1-2	0.1574	0.0008	0.0005	1.4
9007	K07 1-2	0.0051	0.0006	-0.0007	-2.8
9007	K08 1-2	0.0606	0.0008	-0.0002	-0.4
9007	K09 1-2	0.0316	0.0010	0.0004	0.7
9007	T20 1-2	0.5418	0.0010	-0.0001	-0.1
9007	T21 1-2	0.5309	0.0009	0.0002	0.6
9007	T22 1-2	0.4813	0.0008	0.0006	1.6
9007	T23 1-2	0.5489	0.0008	0.0001	0.3
9007	T24 1-2	0.4114	0.0007	0.0003	1.0
9007	T25 1-2	0.6752	0.0007	-0.0002	-0.6
9007	T26 1-2	0.7468	0.0008	0.0001	0.2
9007	T27 1-2	0.3946	0.0009	-0.0000	-0.1
9007	T28 1-2	0.6584	0.0009	-0.0001	-0.2
9008	9008 1-1	0.0000			
9008	F4 1-2	-1.6409	0.0007	-0.0007	-1.9
9008	F5 1-3	-1.6153	0.0006	-0.0005	-2.0
9008	F6 1-3	-0.7421	0.0011	-0.0004	-0.7
9008	K07 1-2	0.0082	0.0006	0.0005	1.7
9008	K08 1-2	0.0647	0.0005	0.0001	0.3
9008	K09 1-2	0.0362	0.0006	0.0001	0.2
9008	T24 1-2	0.4160	0.0006	0.0001	0.4
9008	T25 1-2	0.6792	0.0006	0.0001	0.6
9008	T26 1-2	0.7511	0.0006	0.0001	0.6
9008	T27 1-2	0.3990	0.0006	-0.0001	-0.3
9008	T28 1-2	0.6625	0.0006	0.0001	0.6
9009	9009 1-1	0.0000			
9009	F4 1-2	-1.8138	0.0011	-0.0002	-0.4
9009	F6 1-3	-0.9147	0.0010	-0.0003	-0.5
9009	K07 1-2	-0.1642	0.0009	0.0005	1.1
9009	K08 1-2	-0.1075	0.0007	-0.0002	-0.6
9009	K09 1-2	-0.1359	0.0005	-0.0002	-0.9
9009	K10 1-2	-0.1542	0.0007	0.0000	0.1
9009	K02 1-3	-0.0497	0.0019	0.0009	0.8
9009	T24 1-2	0.2442	0.0008	-0.0006	-1.5
9009	T25 1-2	0.5069	0.0008	-0.0000	-0.1
9009	T26 1-2	0.5791	0.0007	-0.0003	-0.9
9009	T27 1-2	0.2264	0.0006	0.0001	0.3
9009	T28 1-2	0.4903	0.0006	-0.0001	-0.4
9009	T29 1-2	0.2356	0.0007	-0.0001	-0.3
9009	T30 1-2	0.2860	0.0007	0.0005	1.5
9009	T31 1-2	0.2943	0.0008	0.0007	1.9
9009	T32 1-2	0.2944	0.0008	0.0003	0.6
9010	9010 1-1	0.0000			
9010	F1 1-2	-1.3059	0.0016	0.0011	1.2
9010	F6 1-3	-1.2903	0.0007	-0.0002	-0.7
9010	K07 1-2	-0.5402	0.0011	0.0009	1.6
9010	K08 1-2	-0.4838	0.0007	0.0006	1.7
9010	K09 1-2	-0.5115	0.0006	-0.0002	-0.5
9010	K10 1-2	-0.5295	0.0006	-0.0002	-0.8
9010	K01 1-3	-0.6195	0.0013	-0.0003	-0.4
9010	K02 1-3	-0.4261	0.0015	0.0018	2.1
9010	T29 1-2	-0.1398	0.0006	-0.0003	-1.1
9010	T30 1-2	-0.0887	0.0006	-0.0003	-1.3
9010	T31 1-2	-0.0801	0.0006	-0.0005	-1.7
9010	T32 1-2	-0.0808	0.0006	-0.0001	-0.3
9010	T33 1-2	-0.0819	0.0008	-0.0003	-0.8
9010	T34 1-2	-0.2080	0.0008	-0.0001	-0.2
9010	T35 1-2	0.0577	0.0008	-0.0001	-0.1
9010	T36 1-2	-0.2132	0.0008	0.0004	1.1
9010	T37 1-2	0.0559	0.0008	-0.0001	-0.1
9010	T38 1-2	0.0512	0.0009	-0.0002	-0.3
9010	T39 1-3	-0.0859	0.0011	0.0005	0.8

9010	T40	1-3	-0.0299	0.0012	0.0004	0.6
9010	T41	1-3	-0.0956	0.0012	0.0009	1.3
9010	T42	1-3	-0.0125	0.0013	0.0010	1.4
9011	9011	1-1	0.0000			
9011	F5	1-3	-1.8411	0.0011	0.0011	2.0
9011	F6	1-3	-0.9668	0.0005	0.0001	0.6
9011	F1	1-2	-0.9809	0.0010	-0.0001	-0.3
9011	K09	1-2	-0.1887	0.0011	0.0008	1.4
9011	K10	1-2	-0.2063	0.0008	0.0004	1.0
9011	K01	1-3	-0.2962	0.0008	0.0003	0.8
9011	K02	1-3	-0.1002	0.0010	-0.0003	-0.6
9011	T29	1-2	0.1830	0.0009	0.0007	1.6
9011	T30	1-2	0.2348	0.0008	-0.0000	-0.1
9011	T31	1-2	0.2432	0.0007	0.0000	0.0
9011	T32	1-2	0.2431	0.0007	-0.0001	-0.3
9011	T33	1-2	0.2418	0.0006	-0.0001	-0.5
9011	T34	1-2	0.1158	0.0006	-0.0001	-0.2
9011	T35	1-2	0.3817	0.0006	-0.0003	-1.3
9011	T36	1-2	0.1114	0.0006	-0.0003	-1.2
9011	T37	1-2	0.3799	0.0006	-0.0002	-0.8
9011	T38	1-2	0.3748	0.0006	0.0000	0.2
9011	T39	1-3	0.2387	0.0007	-0.0003	-0.8
9011	T40	1-3	0.2944	0.0007	-0.0001	-0.2
9011	T41	1-3	0.2291	0.0007	-0.0001	-0.2
9011	T42	1-3	0.3123	0.0008	0.0000	0.1
9012	9012	1-1	0.0000			
9012	F5	1-3	-1.7248	0.0016	0.0012	1.4
9012	K10	1-2	-0.0892	0.0013	-0.0001	-0.2
9012	F6	1-3	-0.8508	0.0009	0.0006	1.3
9012	F1	1-2	-0.8643	0.0006	-0.0002	-0.7
9012	F2	1-3	-1.9494	0.0009	-0.0006	-1.3
9012	K02	1-3	0.0158	0.0006	0.0002	0.7
9012	K03	1-3	-0.1864	0.0006	-0.0002	-0.5
9012	K04	1-3	-0.1953	0.0009	-0.0011	-2.1
9012	T33	1-2	0.3575	0.0009	0.0007	1.5
9012	T34	1-2	0.2320	0.0008	0.0002	0.5
9012	T35	1-2	0.4973	0.0008	0.0007	1.6
9012	T36	1-2	0.2275	0.0008	0.0001	0.4
9012	T37	1-2	0.4958	0.0008	0.0004	1.0
9012	T38	1-2	0.4913	0.0007	0.0000	0.1
9012	T39	1-3	0.3549	0.0006	0.0000	0.1
9012	T40	1-3	0.4109	0.0006	-0.0001	-0.3
9012	T41	1-3	0.3458	0.0006	-0.0002	-0.9
9012	T42	1-3	0.4292	0.0006	-0.0004	-1.5

Estimerede transformationsparametre, spredning på estimerede transformationsparametre.

Model	th	s_th
	m	m
9002	0.8849	0.0002
9003	0.8930	0.0002
9004	0.8951	0.0002
9005	0.7703	0.0002
9006	0.7450	0.0002
9007	0.8648	0.0002
9008	0.8692	0.0002
9009	0.6967	0.0002
9010	0.3212	0.0002
9011	0.6450	0.0002
9012	0.7615	0.0002

Estimerede koordinater, spredning på estimerede koordinater.

Punkt	Kode	H	s_H
		m	m̄
9002	14 9	-0.8849	0.0002
	F1	0 9	-1.6260
	F2	0 9	-2.7115
	F3	0 9	-2.4501
	K02	0 9	-0.7455
	K03	0 9	-0.9481
	K04	0 9	-0.9579
	T43	0 9	-0.5375
	T44	0 9	-0.2807
	T45	0 9	-0.1220
	T46	0 9	-0.5356
	T09	0 9	-0.2302
9003	14 9	-0.8930	0.0002
	F4	0 9	-2.5108
	K05	0 9	-0.6314
	T10	0 9	-0.3611
9004	14 9	-0.8951	0.0002
	K06	0 9	-0.7069
	T11	0 9	-0.2273
	T12	0 9	-1.4542
	T13	0 9	-0.3695
	T14	0 9	0.2136
	T15	0 9	-0.1912
	T16	0 9	0.0853
	T17	0 9	-0.0677
	T18	0 9	0.2113
	T19	0 9	-0.2591
	T20	0 9	-0.3231
	T21	0 9	-0.3337
	T22	0 9	-0.3829
	T23	0 9	-0.3158
9005	14 9	-0.7703	0.0002
	K07	0 9	-0.8604
9006	14 9	-0.7450	0.0002

F5	0	9	-2.4850	0.0003
K08	0	9	-0.8044	0.0003
K09	0	9	-0.8329	0.0002
9007	14	9	-0.8648	0.0002
T24	0	9	-0.4531	0.0003
T25	0	9	-0.1898	0.0003
T26	0	9	-0.1179	0.0003
T27	0	9	-0.4703	0.0003
T28	0	9	-0.2065	0.0003
9008	14	9	-0.8692	0.0002
F6	0	9	-1.6117	0.0002
9009	14	9	-0.6967	0.0002
K10	0	9	-0.8509	0.0003
T29	0	9	-0.4612	0.0003
T30	0	9	-0.4102	0.0003
T31	0	9	-0.4017	0.0003
T32	0	9	-0.4020	0.0003
9010	14	9	-0.3212	0.0002
K01	0	9	-0.9409	0.0003
T33	0	9	-0.4033	0.0003
T34	0	9	-0.5293	0.0003
T35	0	9	-0.2636	0.0003
T36	0	9	-0.5339	0.0003
T37	0	9	-0.2653	0.0003
T38	0	9	-0.2701	0.0003
T39	0	9	-0.4066	0.0002
T40	0	9	-0.3506	0.0002
T41	0	9	-0.4159	0.0002
T42	0	9	-0.3327	0.0002
9011	14	9	-0.6450	0.0002
9012	14	9	-0.7615	0.0002

Koordinatfil med estimerede koordinater (E, N , H)
C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\TMK\Netmaaling 08-05-2022\Grove fejl slettet
2\08-05-22_mrk_uden_grov_Anblok2D+1D_Lokal.koo
KOORDINATER
Punkt Objektkode Liniekode E-Lokal-m N-Lokal-m H-Lokal-m Tekst

5. Anblok 2D+1D. Resumé

A priori spredninger:

Spredning på referencekoordinater i koordinatfil:

Spredning på E og N (as_E=as_N):	0.0140 m
Spredning på H (as_H):	0.0220 m
Spredning på modelkoordinater (as_e, as_n, as_h) beregnes på grundlag af:	
Spredning på horisontalretning målt med en sats (s_r):	0.0010 gon
Spredning på zenitdistance målt med en sats (s_V):	0.0010 gon
Grundfejl (s_g):	0.0010 m
Afstandsafhængig fejl (s_a):	0.0015 m/km
Centreringsspredning, instrument (s_ci):	0.0010 m *
Centreringsspredning, signal (s_cs):	0.0005 m
Spredning på instrumenthøjde (s_ih):	0.0010 m *
Spredning på sigteskivehøjde (s_sh):	0.0005 m
Spredning på refractionskoefficient (s_kref):	0.15
Spredning på skalaændring (s_s):	0.00000001

Afsnit	Antal	s_OEN	Global	Antal	Min-Max	Afsnit	Antal	s_OH	Global	Antal	Min-Max
Afbildning	over-best.	test	grove	a	m	VR-system	over-best.	test	grove	s_H	m
1. Anblok 2D	284	0.73	0	0	0.0043-0.0072	2. Anblok 1D	148	0.60	0	0	0.0054-0.0054
DKTM2						DVR 90					
3. Anblok 2D	275	0.69	0	0	0.0003-0.0010	4. Anblok 1D	143	0.58	0	0	0.0002-0.0004
Lokal						Lokal					

OBS: En eller flere globale tests er forkastet. Se detaljer vedr. signifikansniveau i pågældende afsnit.

Konfidensellipser og spredning på H fremgår af følgende plot:

C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\TMK\Netmaaling 08-05-2022\Grove fejl slettet
2\08-05-22_mrk_uden_grov_Anblok2D+1D_Konf.pdf
C:\Users\mrkob\OneDrive - Aalborg Universitet\P10 DREV\SPECIALE\TMK\Netmaaling 08-05-2022\Grove fejl slettet
2\08-05-22_mrk_uden_grov_Anblok2D+1D_Lokal_Konf.pdf

Detaljeret redegørelse for Cyclone punktskybehandling

G

Afsnittet skal skabe et overblik over metoden for behandling af punktskyer i Cyclone, og metoden vurderes at være beskrevet bedst delt op i arbejdsgange, hvor arbejdsgange forstås som en kronologisk opdeling af databehandlingen i Cyclone.

Import af data

Først importeres data fra BLK360 til Cyclone Register 360, som er eneste kompatible software til instrumentets Wi-Fi overførselssystem. Derefter importeres data til et projekt i Cyclone Register 360, hvorfra Register 360 formatet er kompatibelt med Cyclone. Før importen af projektet i Cyclone oprettes en database som der fremover arbejdes i. Punktskyerne importeres til Cyclone i den valgte database, og i databasen vil al bearbejdning gemmes automatisk.

Den lokale koordinatfil fra netmålingen importeres til Cyclone som en tekstfil, og bliver omdannet til en punktskyfil.

Udpegning af targets

Når data er importeret til databasen kan der tilføjes targets til hver punktsky, og kugletargets bliver udpeget med fast diameter. Udpegelsen sker for hver enkelte punktsky, og udvælgelsen af targets sker på baggrund af anvendelsen i forskellige konstellationer, hvilket fremgår af figur 7.10 på side 56. Her noteres at evalueringtargets udelukkende er udpeget fra opstillingerne tættest på det pågældende evalueringstarget, dvs. evalueringtargets ikke bliver bestemt fra mere end én opstilling. Alle registreringer baseres på samme udpegelse af targets, så dette foretages kun én gang.

Registreringsproces

Registreringsprocessen anvender begreber som udgør en terminologi for punktskybehandling i Cyclone, og derfor vil der først i afsnittet foreligge en afklaring af begreberne som projektgruppen finder væsentligst for forståelse. Projektgruppen har udvalgt at beskrive Constraints, Cloud alignment, Cloud optimization og Optimize cloud alignment.

“**Constraint**” betyder “under tvang” og beskriver hvilken redundans mellem to punktskyer der registreres over. Registreringen består af cloud constraints eller target constraints. Cloud constraints er cloud-to-cloud registrering mellem to punktskyer. Target constraints baseres på redundante targets mellem to punktskyer eller på referencekoordinaterne til targets i en enkelt punktsky.

“**Cloud alignment**” er en manuel tilpasning af to punktskyer som hjælper programmet til at beregne cloud-to-cloud, og er en nødvendig del af registreringen for at kunne få en succesfuld cloud-to-cloud registrering. Proceduren for cloud alignment er en iterativ proces af flytning og rotation i tre dimensioner, men ved at benytte fodstykkets libelle ved scanning gøres denne proces markant nemmere, da opgaven nu kun er flytning og rotation i planet og dertil kun en flytning langs lod.

“**Cloud optimization**” er programmets cloud-to-cloud algoritme for iterativ tilpasning og resulterer i et cloud constraint mellem to punktskyer. Optimeringen er beregningstung og derfor betaler det sig først at have en nøje bestemt cloud alignment. Efter beregningen er udført gemmes et cloud constraint, hvorefter resultatet af cloud optimization gennemgås ved manuel kontrol af cloud alignment.

“**Optimize cloud alignment**” er en algoritme som iterativt tilpasser alle constraints og udgør det sidste led af punktskybehandlingen i Cyclone.

Registreringprocessen starter med at have de valgte scans implementeret i en registreringsfil som er unik for hver registrering. I registreringsfilen foretages først cloud alignment, og deraf oprettes cloud constraints med cloud optimization. Heraf oprettes cloud constraints i overensstemmelse med enten C2C fuldkommen eller C2C hver anden. Når cloud constraints passer kan den endelige optimering med optimize cloud alignment foretages, og heraf bliver registreringen færdiggjort for cloud-to-cloud registreringen.

Ved registreringer der inddrager targets, skal targetfilen inddrages inden optimeringen med optimize cloud alignment. Heraf finder programmet alle mulige kombinationer for target constraints mellem punktskyer, og mellem punktsky og targetfil. Af alle mulige target constraints frasorteres target constraints afhængigt af den valgte konstellation, se figur 7.10. Når alle constraints passer med konstellationen kan registreringen optimeres med optimize cloud alignment, og registreringen er færdig til evaluering.

Eksport af data

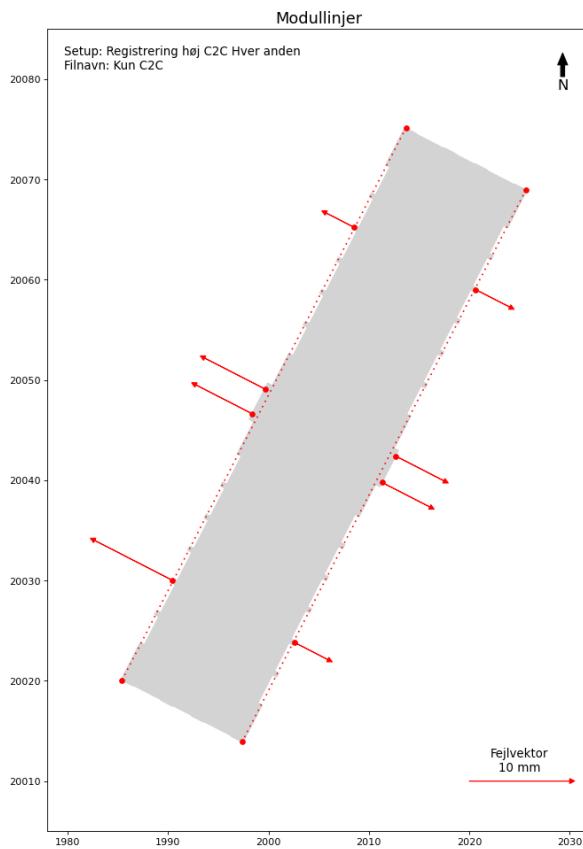
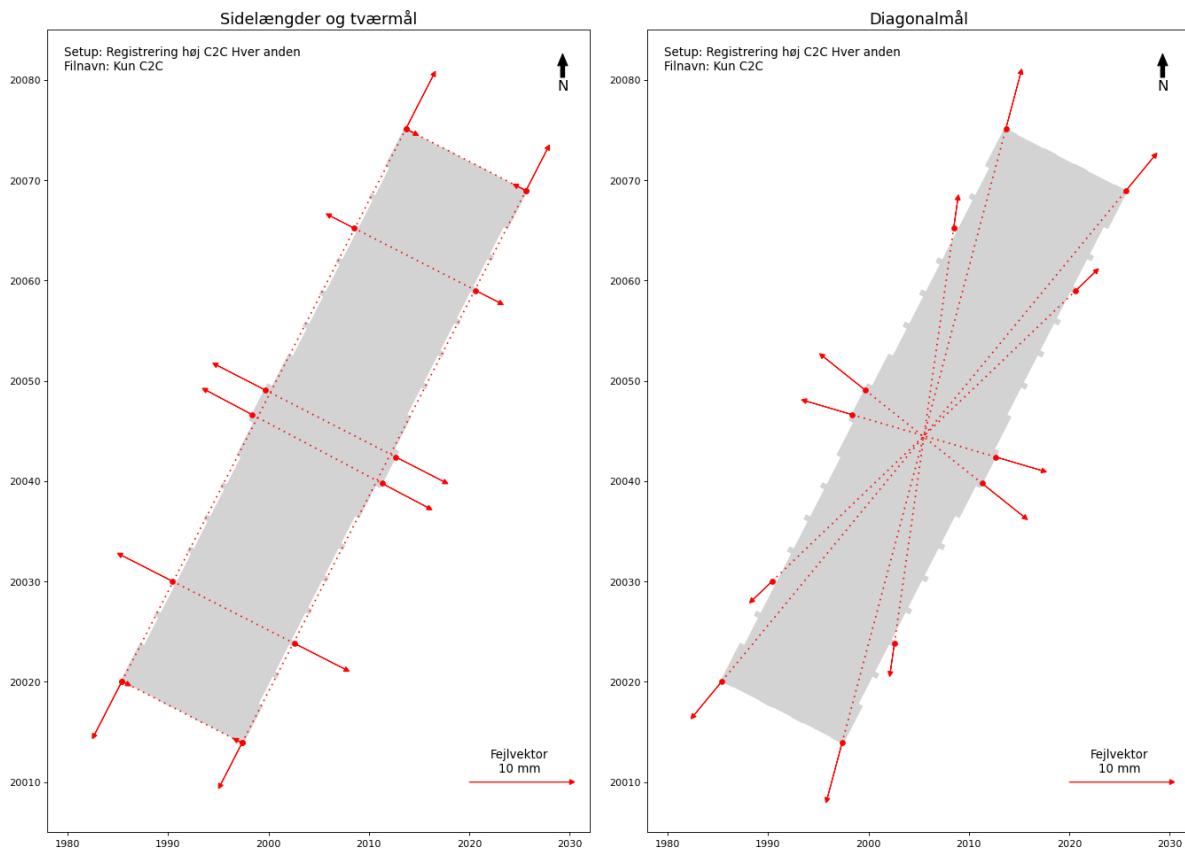
Når hver enkelt registrering er færdiglavet i Cyclone, eksporteres data for evalueringtargets i et format der er passende projektets databehandling. Her vælges at eksportere target koordinater i en tekstfil, hvilket svarer til fil-formatet som koordinater fra netmålingen er angivet i.

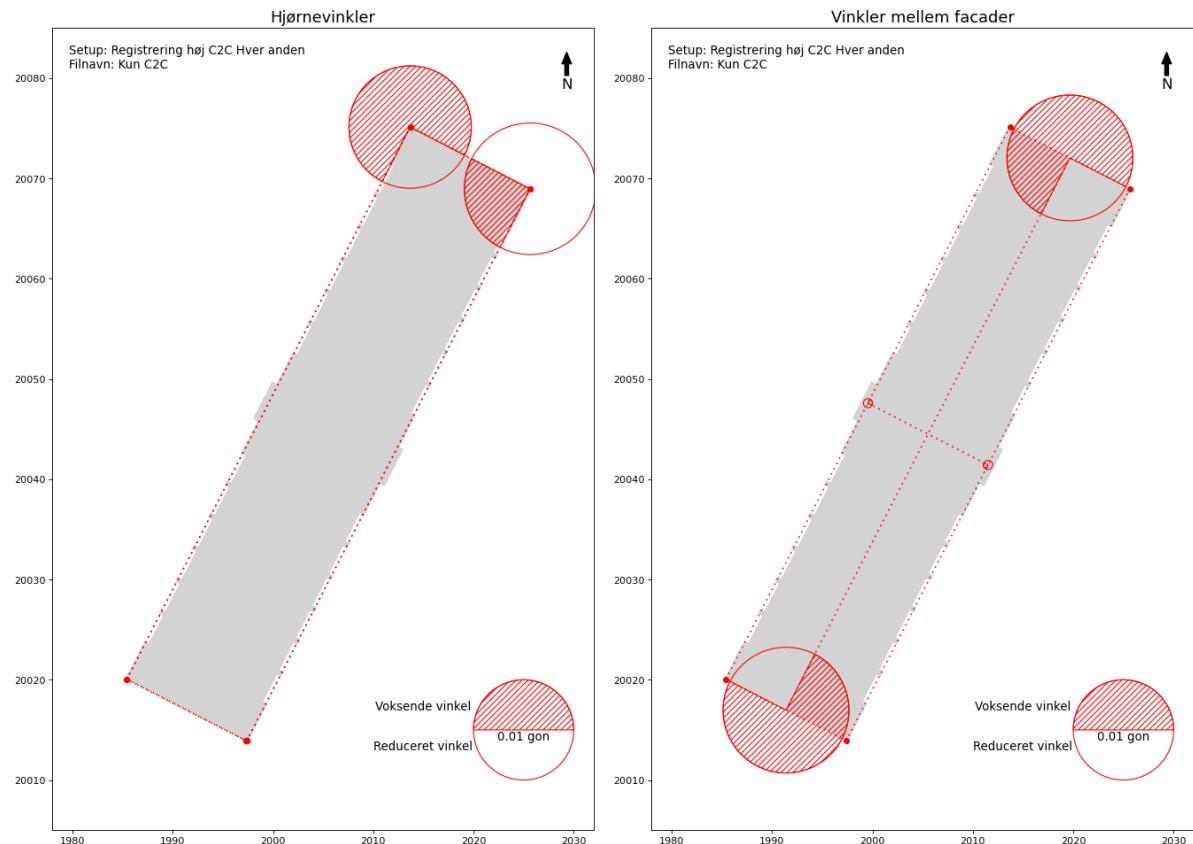
Sammen med target koordinater gemmes en diagnosticeringsfil for registreringen som dokumentation for registreringsprocessen. Dokumentationsfilen indebærer en oversigt over constraints brugt for registreringen, og tilpasningsresultater for hvert constraint udregnet af Cyclone efter den endelige optimering. Dokumentationsfiler og eksporteret target koordinater kan ses i zip-filen, se overblik over zip-filen i bilag A.

Resultater: Registrering høj C2C Hver anden



Hver anden: Baseline registrering (Kun C2C)





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]
T46	T24	-11.9
T43	T27	-9.3
T17	T34	-10.7
T15	T36	-10.3
T21	T31	-5.2
T12	T40	-11.3
T24	T27	1.9
T46	T43	1.0

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]
T43	T24	-11.4
T46	T27	-8.7
T12	T31	-5.3
T40	T21	-5.7
T15	T34	-9.5
T36	T17	-10.6

Sidelængder og tværmål

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]
T12	-8.7
T15	-6.3
T17	-6.7
T21	-3.1
T40	-3.7
T36	-5.3
T34	-5.4
T31	-3.8

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]
T46	T43	T24	-0.0003
T43	T27	T46	-0.0006
T24	T46	T27	-0.0122
T27	T24	T43	0.0131

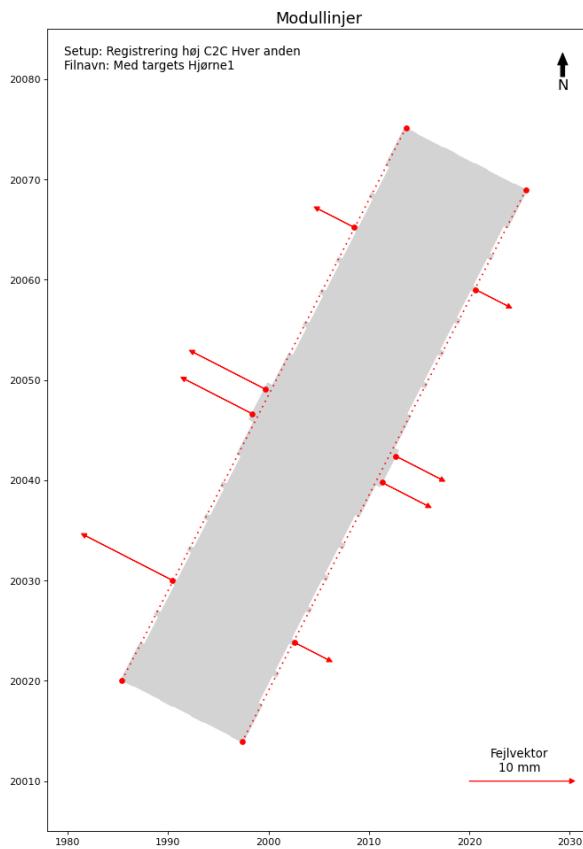
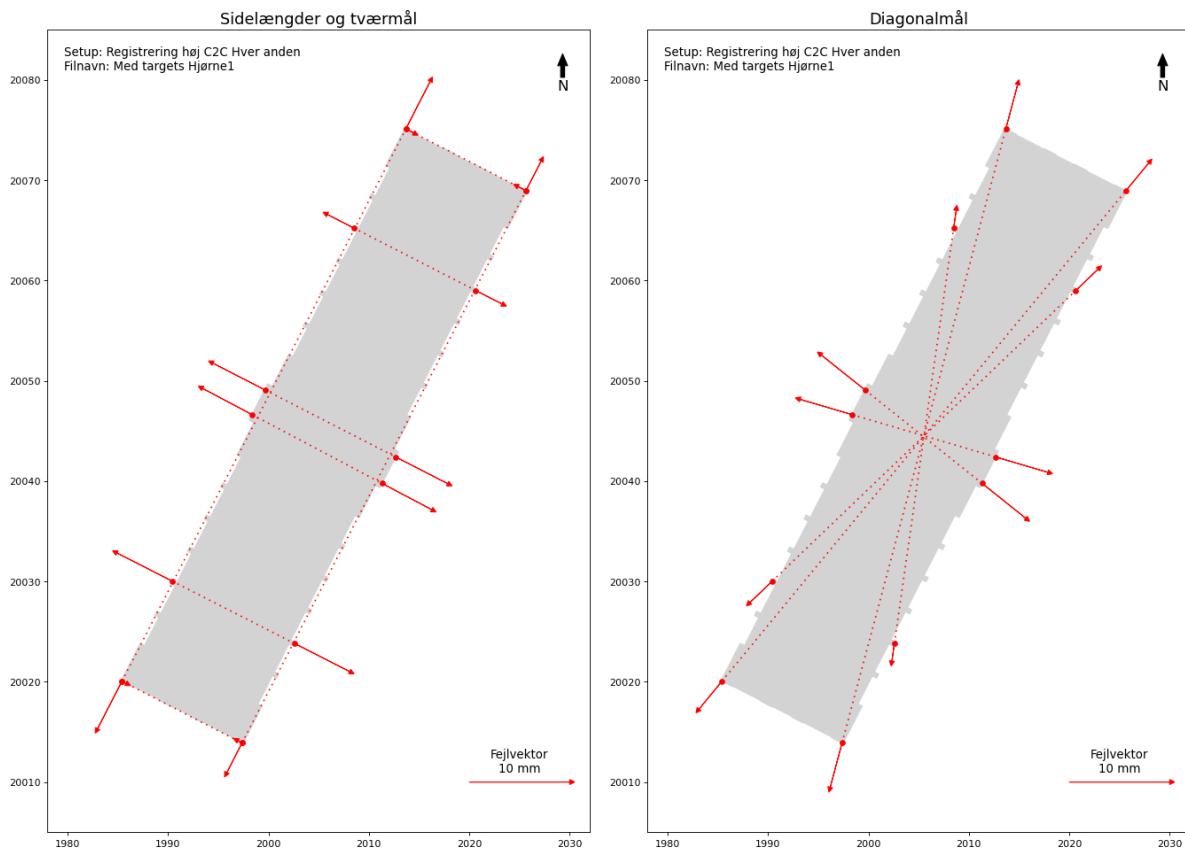
T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0009
T43	T46	T27	T24	0.0125

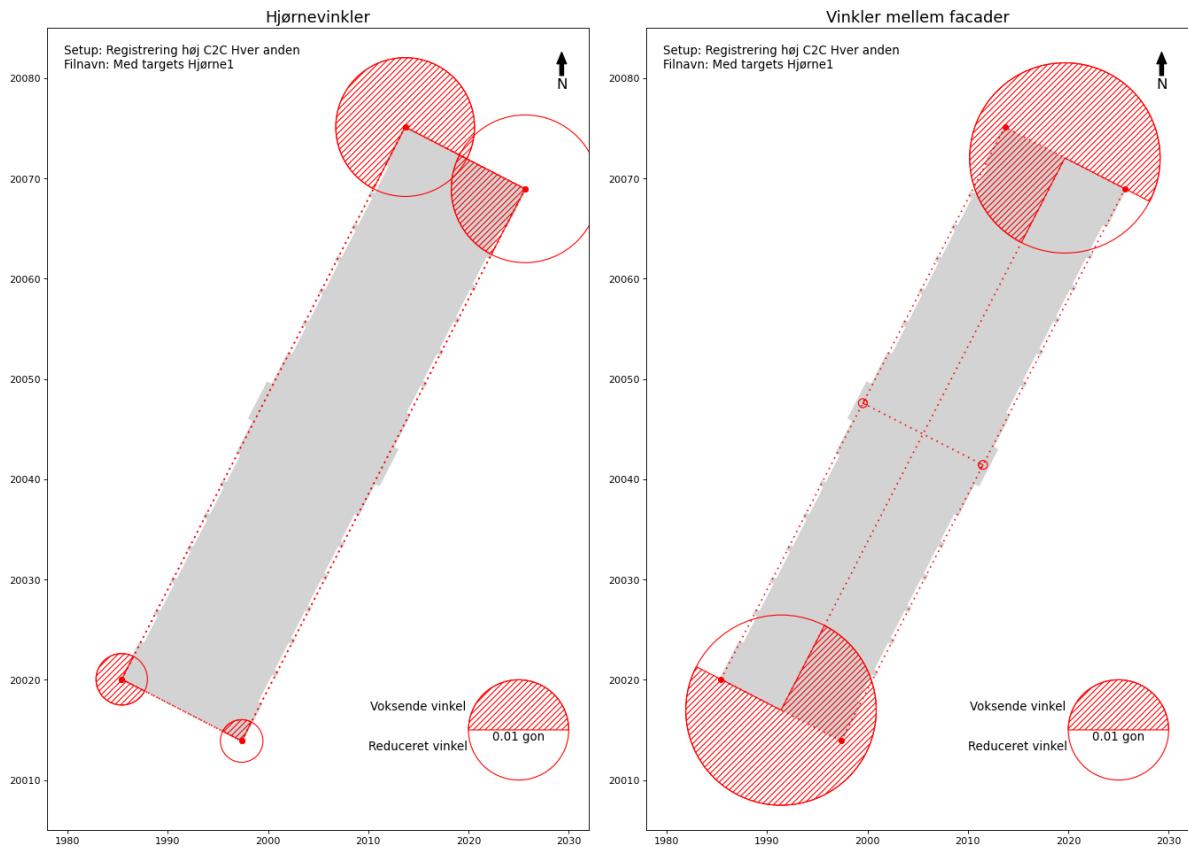
Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

Resumé

Hver anden: Med targets Hjørne1





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-10.6
T43	T27	-9.3	-6.6
T17	T34	-10.7	-11.6
T15	T36	-10.3	-11.2
T21	T31	-5.2	-5.9
T12	T40	-11.3	-12.3
T24	T27	1.9	1.8
T46	T43	1.0	0.9

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-11.4	-9.1
T46	T27	-8.7	-7.2
T12	T31	-5.3	-6.1
T40	T21	-5.7	-3.6
T15	T34	-9.5	-10.8
T36	T17	-10.6	-11.1

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.7	-9.7
T15	-6.3	-7.5
T17	-6.7	-8.0
T21	-3.1	-3.9
T40	-3.7	-3.7
T36	-5.3	-5.0
T34	-5.4	-5.0
T31	-3.8	-3.5

Modullinjer

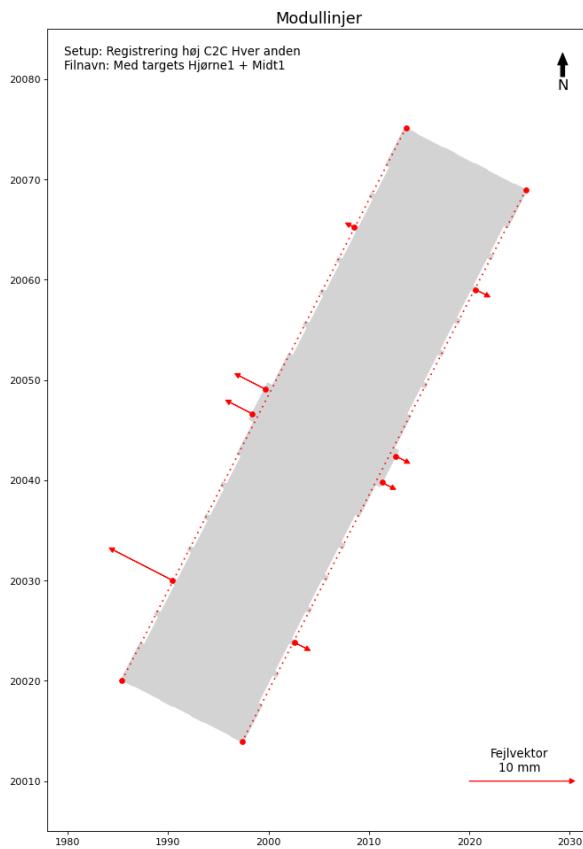
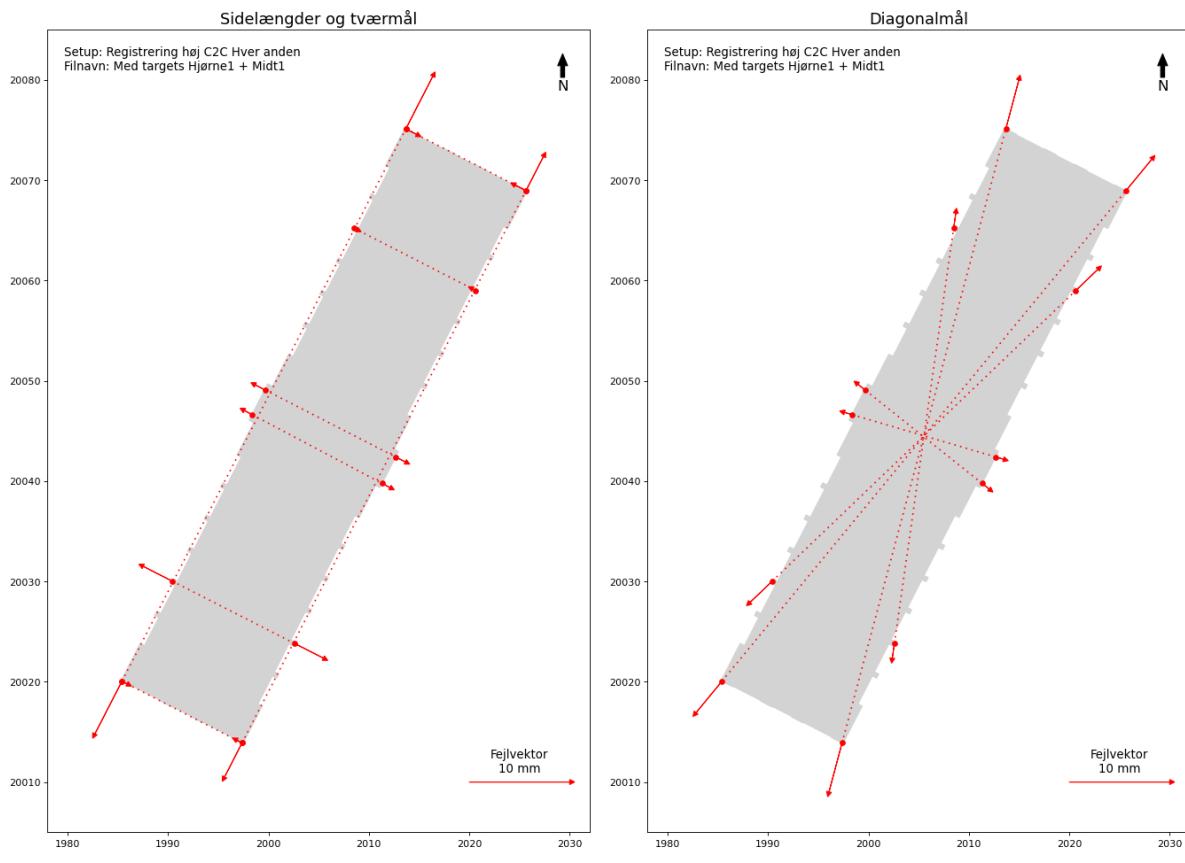
Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0003	-0.0051
T43	T27	T46	-0.0006	0.0042
T24	T46	T27	-0.0122	-0.0138
T27	T24	T43	0.0131	0.0147

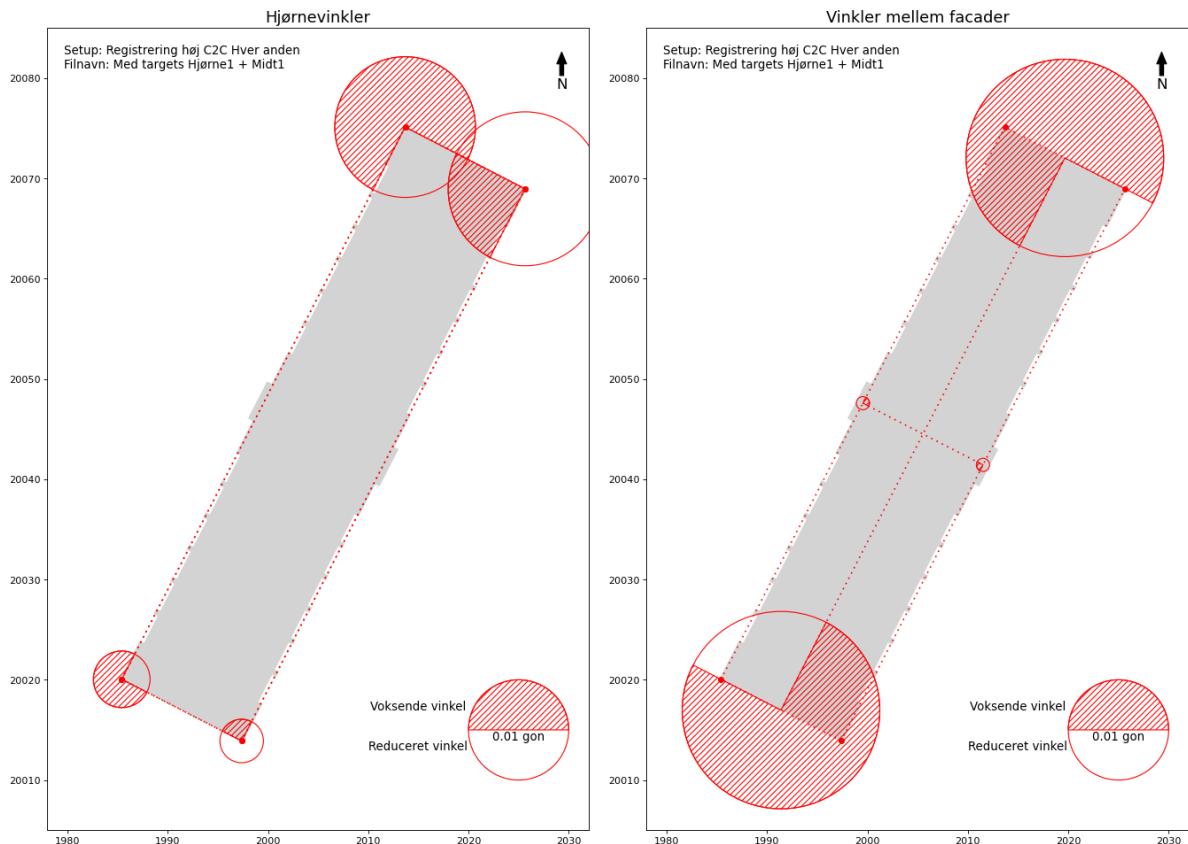
T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0009	-0.0009
T43	T46	T27	T24	0.0125	0.0190

Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

Resumé

Hver anden: Med targets Hjørne1 + Midt1



T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-11.8
T43	T27	-9.3	-7.6
T17	T34	-10.7	-2.2
T15	T36	-10.3	-1.8
T21	T31	-5.2	0.7
T12	T40	-11.3	-6.5
T24	T27	1.9	2.4
T46	T43	1.0	1.1

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-11.4	-10.1
T46	T27	-8.7	-8.1
T12	T31	-5.3	-6.1
T40	T21	-5.7	-3.0
T15	T34	-9.5	-1.6
T36	T17	-10.6	-1.8

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.7	-6.6
T15	-6.3	-2.5
T17	-6.7	-2.9
T21	-3.1	-0.4
T40	-3.7	-1.3
T36	-5.3	-1.0
T34	-5.4	-1.1
T31	-3.8	-1.1

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0003	-0.0056
T43	T27	T46	-0.0006	0.0043
T24	T46	T27	-0.0122	-0.0140
T27	T24	T43	0.0131	0.0153

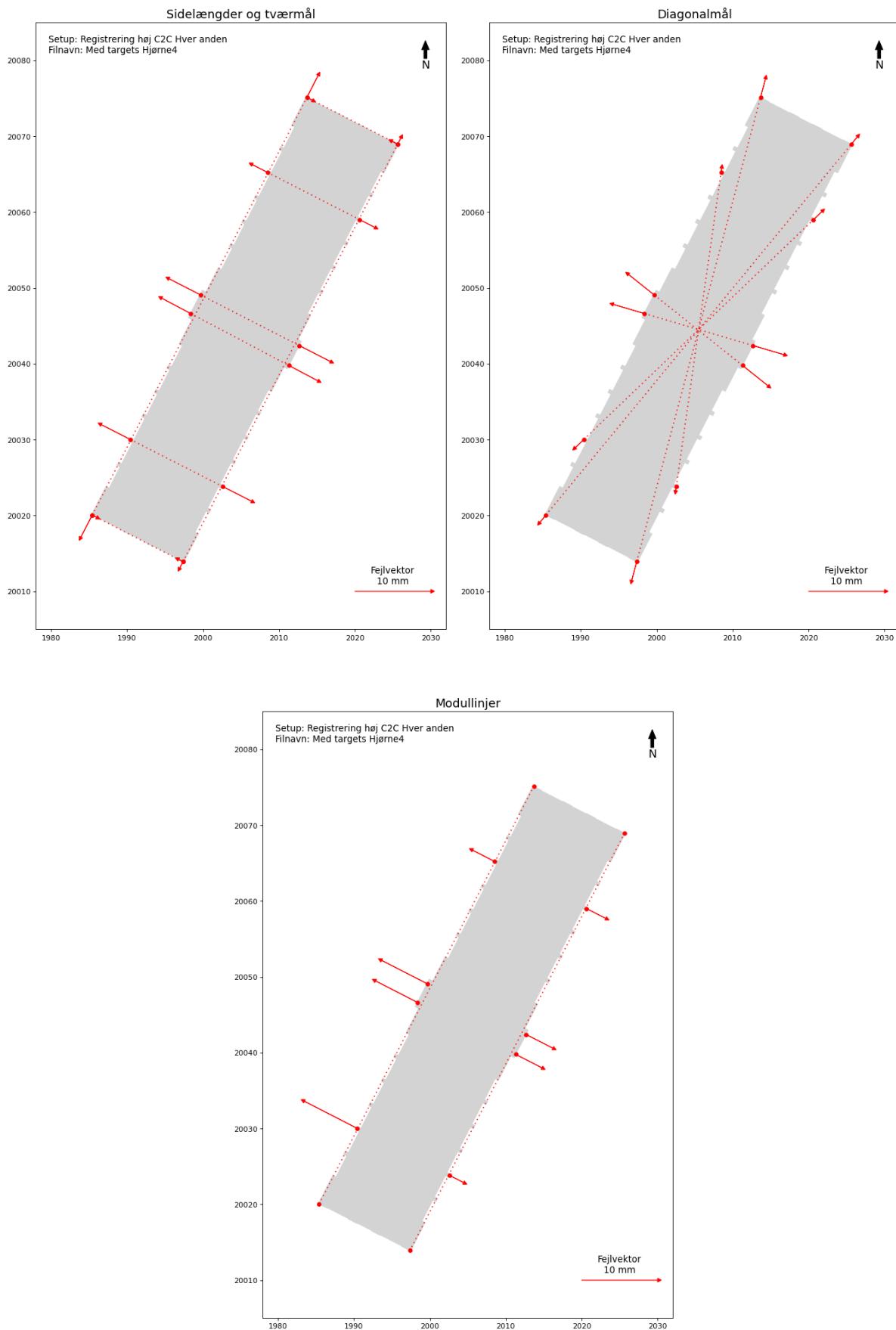
T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0009	-0.0013
T43	T46	T27	T24	0.0125	0.0197

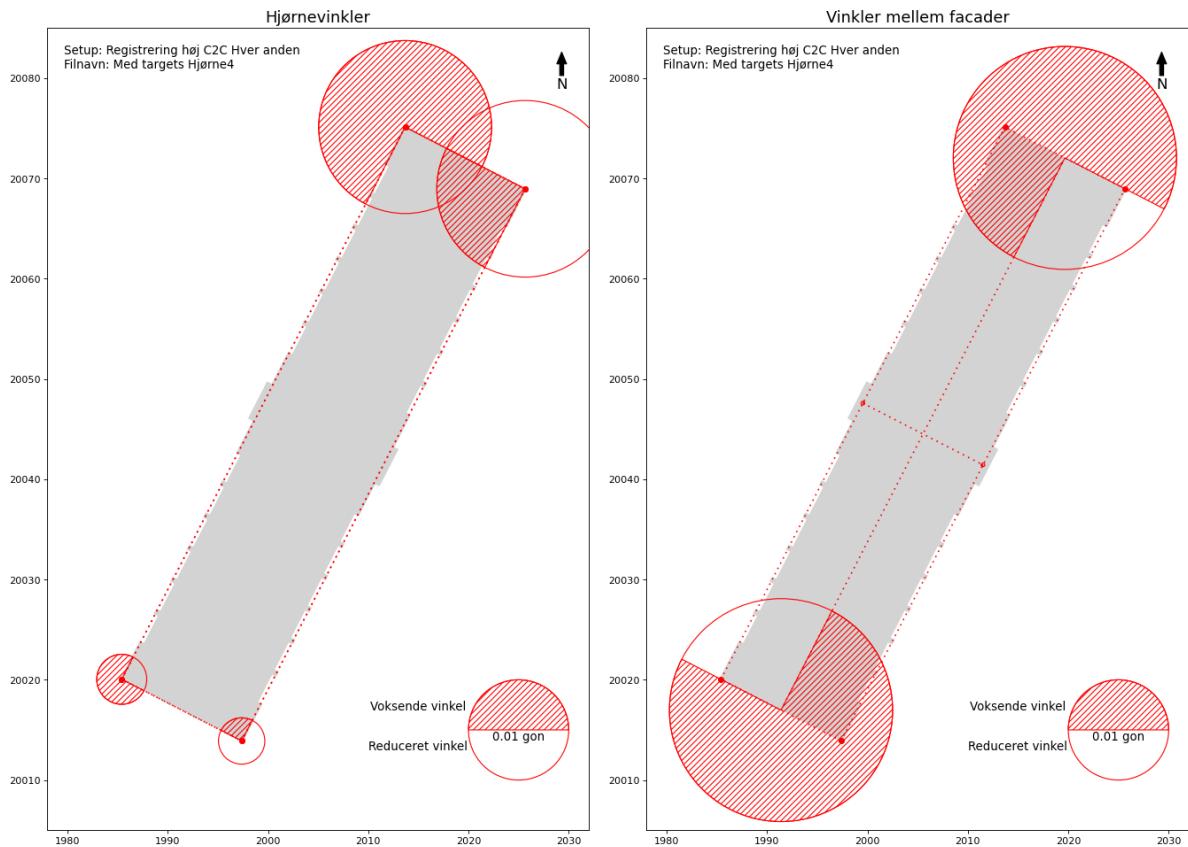
Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

Resumé

Hver anden: Med targets Hjørne4





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-6.5
T43	T27	-9.3	-1.8
T17	T34	-10.7	-9.2
T15	T36	-10.3	-8.6
T21	T31	-5.2	-4.4
T12	T40	-11.3	-8.5
T24	T27	1.9	1.6
T46	T43	1.0	1.3

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-11.4	-5.1
T46	T27	-8.7	-2.5
T12	T31	-5.3	-3.1
T40	T21	-5.7	-1.1
T15	T34	-9.5	-8.5
T36	T17	-10.6	-8.6

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.7	-7.8
T15	-6.3	-6.2
T17	-6.7	-6.7
T21	-3.1	-3.2
T40	-3.7	-2.1
T36	-5.3	-3.9
T34	-5.4	-4.0
T31	-3.8	-2.8

Sidelængder og tværmål

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0003	-0.0050
T43	T27	T46	-0.0006	0.0046
T24	T46	T27	-0.0122	-0.0172
T27	T24	T43	0.0131	0.0176

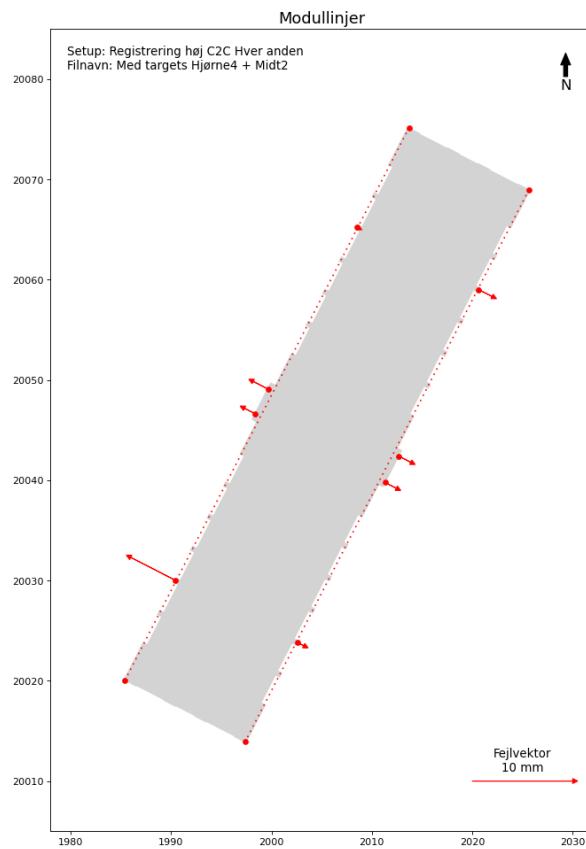
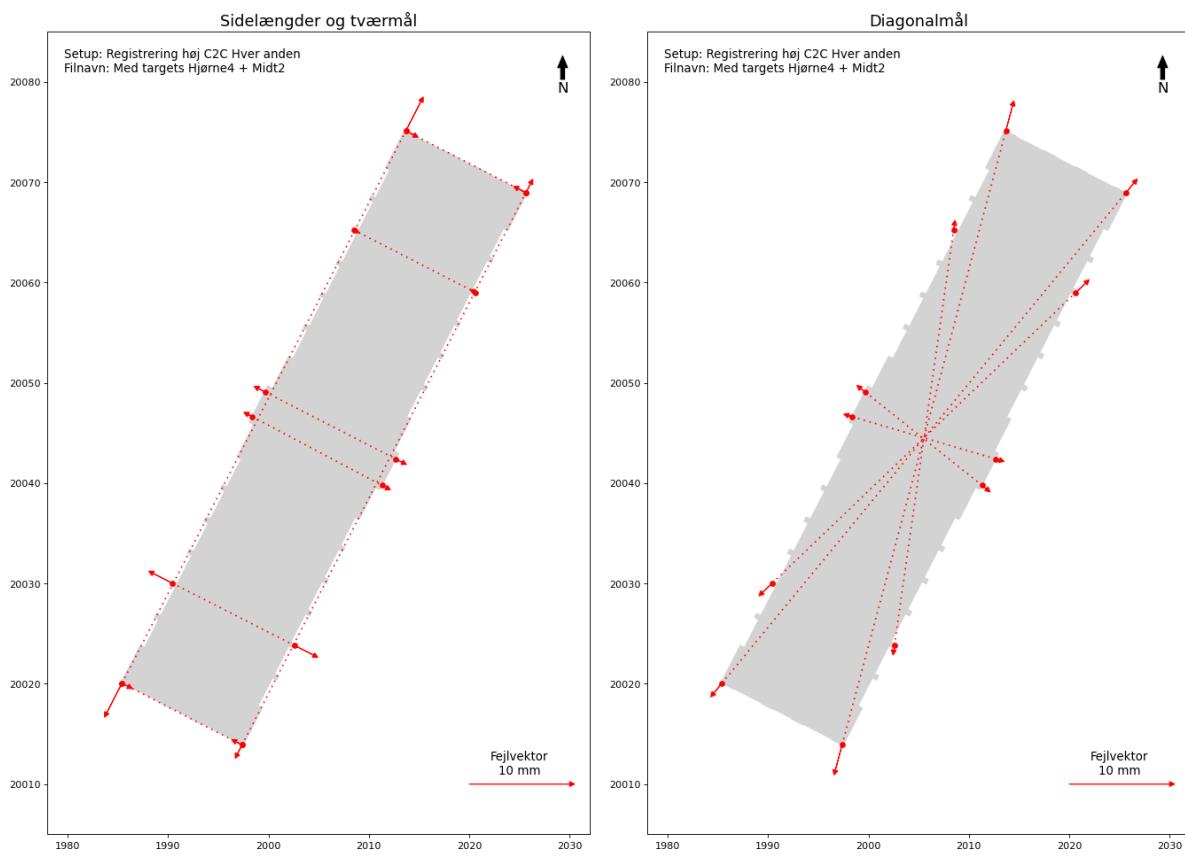
T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0009	-0.0004
T43	T46	T27	T24	0.0125	0.0222

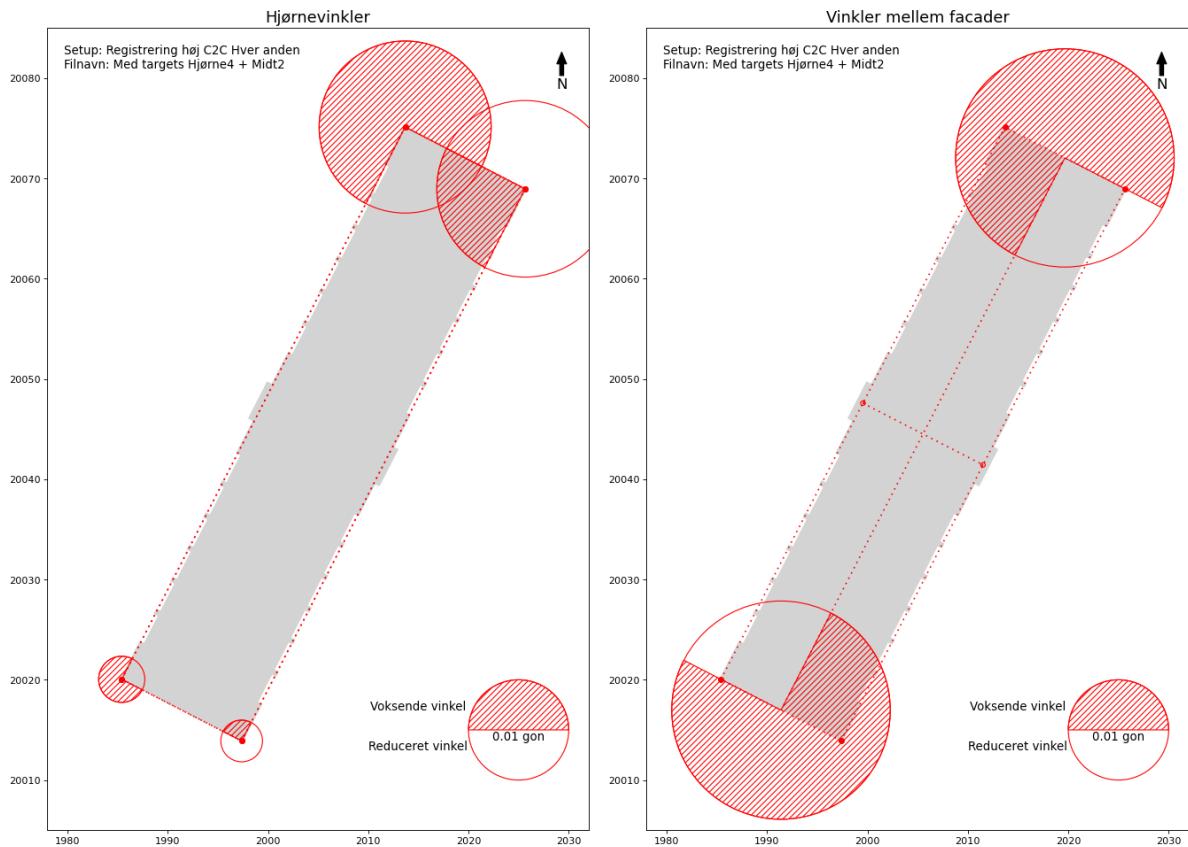
Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

Resumé

Hver anden: Med targets Hjørne4 + Midt2





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-6.6
T43	T27	-9.3	-2.0
T17	T34	-10.7	-1.4
T15	T36	-10.3	-0.9
T21	T31	-5.2	0.3
T12	T40	-11.3	-4.3
T24	T27	1.9	1.8
T46	T43	1.0	1.3

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-11.4	-5.2
T46	T27	-8.7	-2.5
T12	T31	-5.3	-2.7
T40	T21	-5.7	-0.9
T15	T34	-9.5	-0.8
T36	T17	-10.6	-1.1

Diagonalmål

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.7	-5.0
T15	-6.3	-1.2
T17	-6.7	-1.6
T21	-3.1	0.1
T40	-3.7	-0.7
T36	-5.3	-1.3
T34	-5.4	-1.3
T31	-3.8	-1.5

Modullinjer

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0003	-0.0046
T43	T27	T46	-0.0006	0.0042
T24	T46	T27	-0.0122	-0.0172
T27	T24	T43	0.0131	0.0176

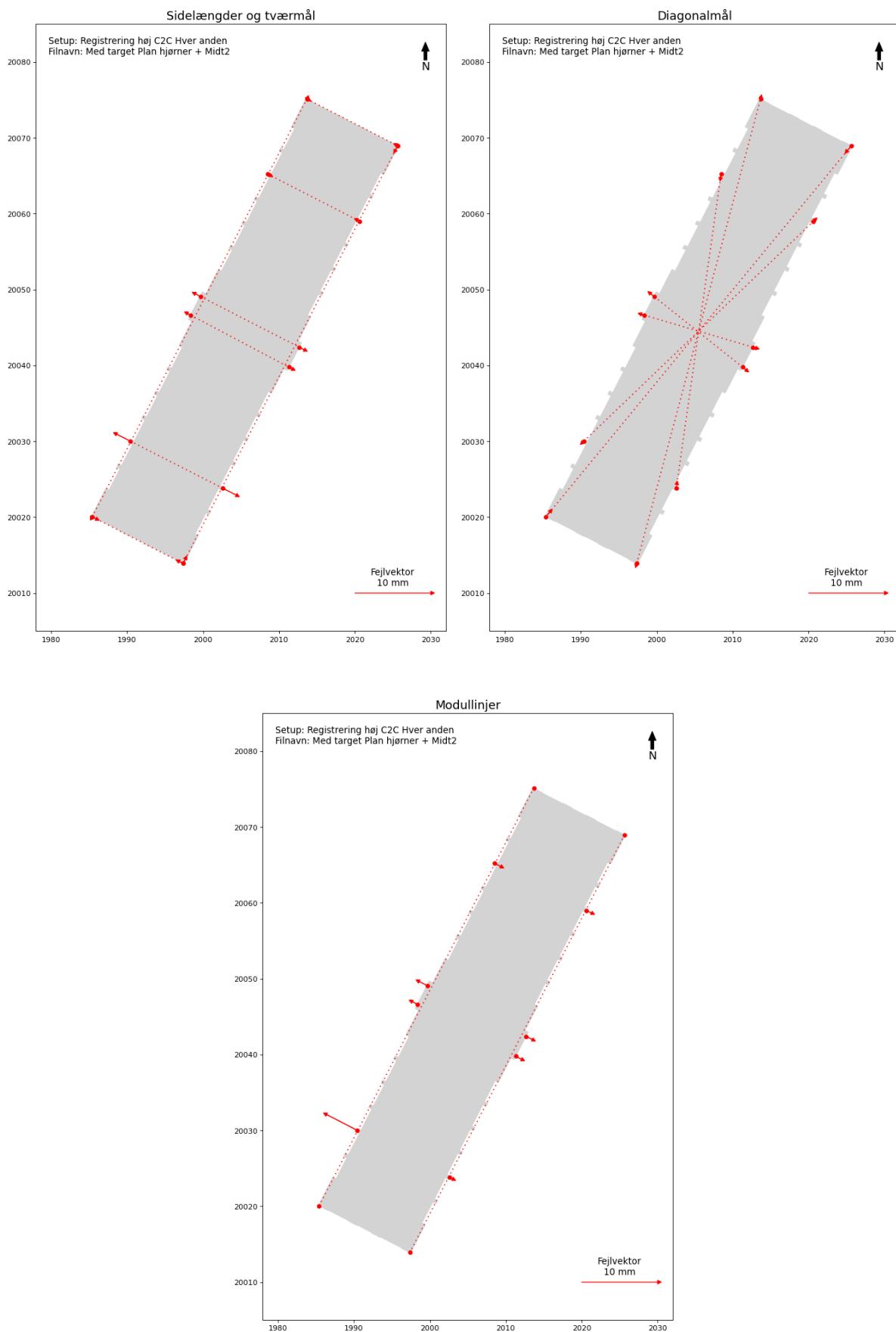
T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0009	-0.0004
T43	T46	T27	T24	0.0125	0.0218

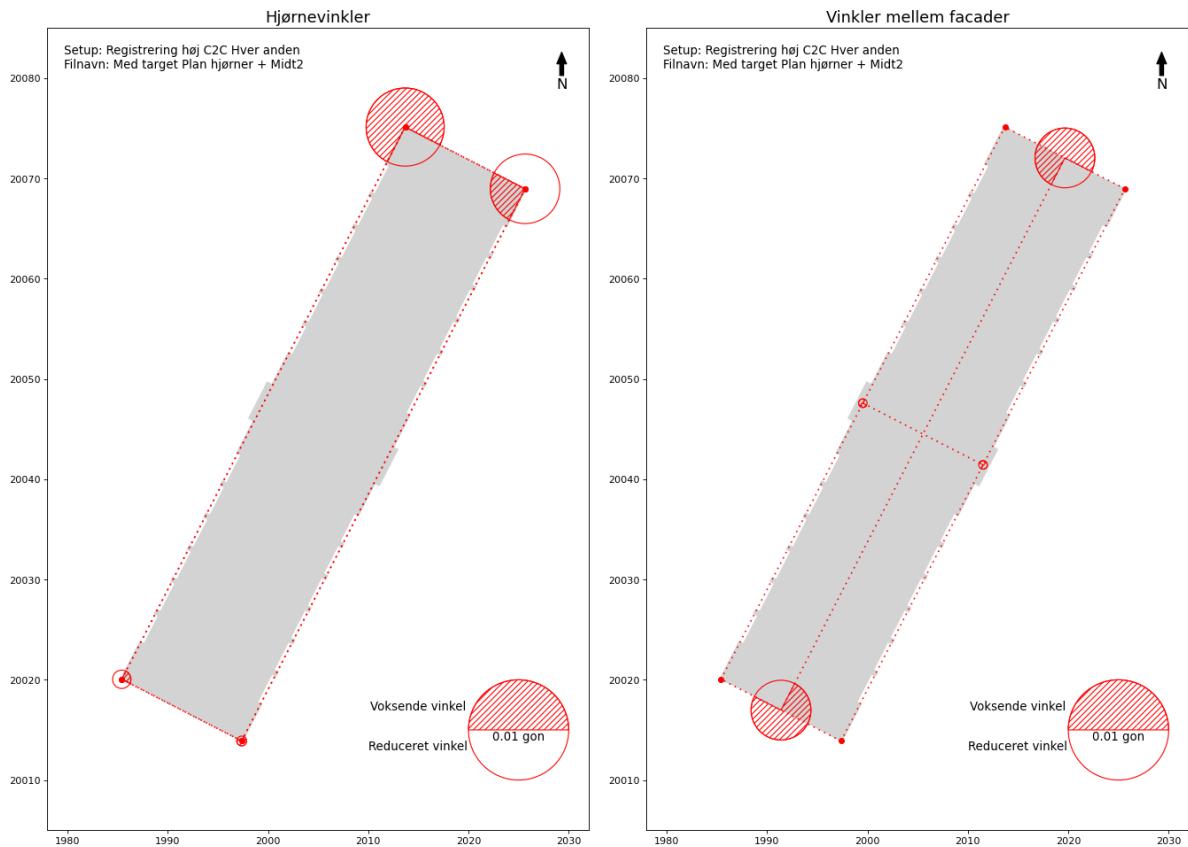
Vinkler mellem facader

Hjørnevinkler

Resumé

Hver anden: Med target Plan hjørner + Midt2





T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T46	T24	-11.9	-0.0
T43	T27	-9.3	1.2
T17	T34	-10.7	-1.4
T15	T36	-10.3	-0.9
T21	T31	-5.2	0.6
T12	T40	-11.3	-4.0
T24	T27	1.9	0.3
T46	T43	1.0	1.1

T1	T2	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T43	T24	-11.4	-0.2
T46	T27	-8.7	1.6
T12	T31	-5.3	-0.3
T40	T21	-5.7	0.9
T15	T34	-9.5	-0.8
T36	T17	-10.6	-1.1

T1	Δ_{C2C} [mm]	Δ [mm]
T12	-8.7	-4.5
T15	-6.3	-0.8
T17	-6.7	-1.2
T21	-3.1	0.9
T40	-3.7	-0.4
T36	-5.3	-0.8
T34	-5.4	-0.9
T31	-3.8	-0.7

Hjørne	T2	T3	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T43	T24	-0.0003	0.0018
T43	T27	T46	-0.0006	-0.0010
T24	T46	T27	-0.0122	-0.0078
T27	T24	T43	0.0131	0.0069

T1	T2	T3	T4	Δ_{C2C} [gon]	Δ [gon]
T46	T24	T43	T27	-0.0009	0.0009
T43	T46	T27	T24	0.0125	0.0060

Resumé