

Laserskanning rapport

Øvre Romerike 2020

LACHVI04 Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	GENERELLE OPPLYSNINGER I PROSJEKTET	4
1.1	OPPDAGSGIVER	4
1.2	OPPDAGET	4
1.3	OPPDAGSTAKER	4
1.4	KOORDINATSYSTEM	4
1.5	GENERELL BESKRIVELSE.....	5
1.6	BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	5
1.7	KARTUTSNITT SKANNEBLOKK.....	6
1.8	RAPPORT	6
1.9	KVALITETSSIKRING	6
2.	ETABLERING AV KONTROLLPUNKT	7
2.1	METODER FOR FREMSKAFFING AV KONTROLLFLATER	7
2.1.1	<i>Måling av kontrollpunkt fra bil.....</i>	7
2.2	BENYTTEDE KONTROLDATA I PROSJEKTET	8
3.	GJENNOMFØRING AV LASERSKANNING.....	8
3.1	BENYTTEDE SENSORSYSTEMER.....	8
3.2	INSTRUMENTKALIBRERING	8
3.2.1	<i>Leverandørkalibrering</i>	9
3.2.2	<i>Installasjonskalibrering</i>	9
3.2.3	<i>Prosjektkalibrering</i>	9
3.3	KLARMELDING	9
3.4	UTFØRELSE AV DATAINNSAMLING.....	9
3.5	KONKLUSJON AV NAVIGASJON	9
3.6	AVVIK UNDER DATAINNSAMLING	10
3.7	VURDERING AV RESULTAT FOR UTFØRT DATAINNSAMLING	10
4.	PROSESSERING AV GEOREFERERT PUNKTSKY.....	10
4.1	REFLEKTANS	10
4.2	BEREGNING AV NAVIGASJONSLØSNING	12
4.2.1	<i>Vurdering av resultat av navigasjonsløsninger</i>	12
4.3	GEOREFERERING AV PUNKTSKY	12
4.3.1	<i>Transformasjoner</i>	12
4.3.2	<i>Generering av punktsky.....</i>	13
4.3.3	<i>Prosjektkalibrering</i>	13
4.3.4	<i>Stripeutjevning.....</i>	13
4.4	KONTROLL AV TETTHET PUNKTSKY	13
4.5	KONTROLL AV HOMOGENITET PUNKTSKY	13
4.6	KONTROLL AV HØYDENØYAKTIGHET	14

4.7	KONTROLL AV GRUNNRISSNØYAKTIGHET	14
4.8	SAMLET VURDERING AV UTFØRT GEOREFERERING	15
5.	KLASSIFISERING AV PUNKTSKY.....	15
5.1	KLASSIFISERING «TERRENG».....	15
5.2	KLASSIFISERING «STØYPUNKTER»	16
5.3	KLASSIFISERING «BRUELEMENTER»	16
5.4	KLASSIFISERING «UKLASSIFISERT»	16
5.5	VURDERING AV UTFØRT KLASSIFISERING	16
6.	FREMSTILLING AV HØYDEKURVER.....	16
7.	LEVERANSER	16
7.1	ENDELIG LEVERANSE	17
7.1.1	<i>Klassifiserte Laserdata</i>	<i>17</i>
7.1.2	<i>Prosjektrapport.....</i>	<i>17</i>
7.1.3	<i>Prosjektavgrensing</i>	<i>17</i>
7.1.4	<i>Flystripes.....</i>	<i>17</i>
7.1.5	<i>Kontrollflater.....</i>	<i>17</i>

1. Generelle opplysninger i prosjektet

1.1 Oppdragsgiver

Navn: Kartverket Oslo og Viken
Besøksadresse: Storgata 33, 7.etasje, 0184 Oslo (oppgang A)
Postadresse: Postboks 600 Sentrum 3507 Hønefoss
Prosjektleder: Jon Otter Skaaret

1.2 Oppdraget

Navn: Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020
Terratecprosjektnr: 12309
Terratecdekningsnr: 41259

1.3 Oppdragstaker

Navn: Terratec AS
Besøksadresse: Vækerøveien 3, 0281 Oslo
Postadresse: Vækerøveien 3, 0281 Oslo
Prosjektleder: Elina Larsen
Fagansvarlig: Petter Solli
Underleverandører: -

1.4 Koordinatsystem

Datum: Euref 89
Kartprojeksjon: UTM
Sone: 32
Vertikalt høydesystem: NN2000
Geoidmodell: Href2018B

1.5 Generell beskrivelse

Laserskanning og etablering av FKB-B høydekurver i Gjerdrum, Ullensaker, og Nannestad etter laserskanning fra fly våren 2020.

Dataene skal brukes til detaljert høydekartlegging, veiplanlegging, flom-, skred-, kulturminne- og farekartlegging.

Teknisk spesifikasjon: FKB-Laser-B-DTM10

Skannevinkel: Maksimum +-20 grader fra loddlinjen.

Hull i data: Hull i laserdataene aksepteres kun dersom de er forårsaket av permanente vannoverflater eller flater med lav refleksjon.

Klassifisering av laserdata: Lasedata skal klassifiseres i klassene 1 (uklassifisert), 2 (terrengoverflate), 7 (støy), 17 (brupunkter).

Høydekurver: Det skal genereres høydekurver med 1 meters ekvidistanse i henhold til FKB-høydekurve.

1.6 Beskrivelse av prosjektet

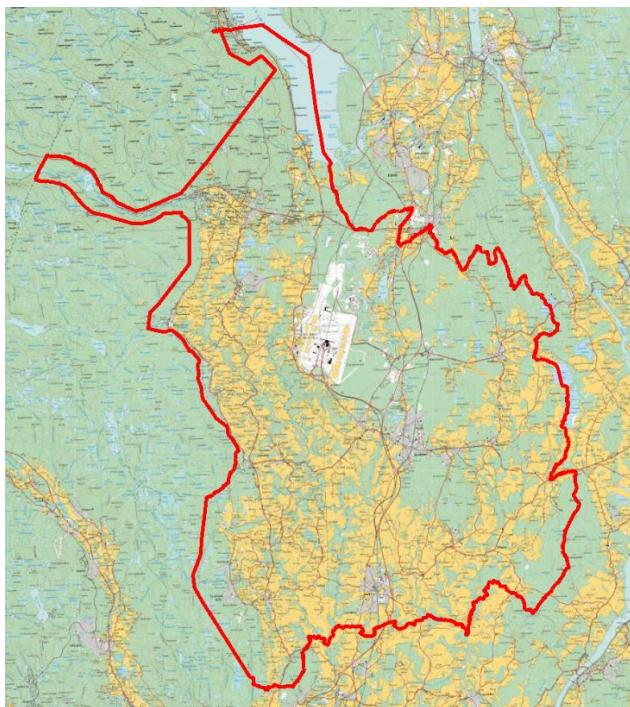
Datainnsamlingen, prosessering og leveranse er utført etter kravspesifikasjon i dette prosjektet.

Totalt areal: 461.5 km²

Punktetthet: 5pkt

Avvik fra kravspesifikasjon: Det er ikke blitt avtalt avvik fra kravspesifikasjon.

1.7 Kartutsnitt Skanneblokk



1.8 Rapport

Det er utarbeidet en digital rapport for dette prosjektet. Rapporten oversendes oppdragsgiver og blir lagret i Terratecs arkiv.

Rapport utarbeidet,

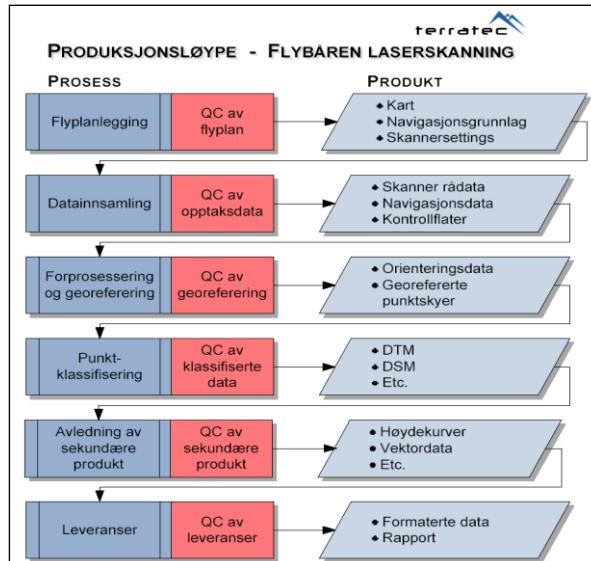
Værkerø, 01.09.2020

André Torsnes

1.9 Kvalitetssikring

Kvalitetssikringsopplegget er utført i.h.h.t. Terratecs kvalitetsstyringssystem. Opplegget for denne type produksjon er vist skjematiske i figuren til høyre. I dette prosjektet er det spesielt lagt vekt på:

- Kalibrering av sensorsystem
- Tverrstriper og flystriper i forskjellige retninger
- Utjevning mellom overlappende stiper
- Justering mot kontrollflater



2. Etablering av kontrollpunkt

Det er i kravspesifikasjonen beskrevet at kontrollflater skal utføres i henhold til *Produksjon av basis geodata* og rapporteres i henhold til *Satellittbasert posisjonsbestemmelse*.

Det er i dette prosjektet åpnet for å avvike fra kravet i Produksjon av basis geodata om innmåling av nye kontrollprofiler for kontroll av grunnrissnøyaktigheten. Det kan benyttes eksisterende FKB-data til dette formålet.

2.1 Metoder for fremskaffing av kontrollflater

Kontrollflater skal fungere som en kontroll av absolutt nøyaktighet i høyde. Det er åpnet opp for å benytte en alternativ metode med å bruke trehetsnavigasjonsutstyr fra bil.

2.1.1 Måling av kontrollpunkt fra bil

Hjulsporene med akseptert kvalitet tas inn i sin helhet for beregning av differanser mot punktskyen. En del av differansene vil ikke være egnet for kontroll eller justering. Typiske årsaker vi kunne være f.eks.: bilen har kjørt inn i en tunnel eller under en bro, eller at det er utført inngrep i terrenget i perioden mellom måling og flybåren datafangst. I tillegg kommer naturligvis eventuelle grove feil i måledata.

Differansene må derfor gjennomgå en rensing før et globalt skift kan avledes. Denne rensingen baseres på såkalte robuste statistiske metoder. Robust statistikk har en meget høy toleranse for avvikende data (både antall feil og størrelsen på feilene), og er vesentlig bedre egnet enn f.eks. minste kvadraters metode.

Som et første steg beregnes medianen som et estimat på forventning, og interkvartildistansen som spredningsmål. I praksis vil dette gi gode resultater selv der 30-40 % av data er grove feil. Reell datakvalitet forventes å være betydelig bedre.

I neste steg forkastes data som avviker mer enn +/-1.5 ganger interkvartildistansen. For normalfordelte data svarer disse grenseverdiene til en feilslutningssannsynlighet på ca. 5 %. En ny beregning av median og interkvartildistanser gjøres deretter globalt, og i tillegg isolert for hver av de fire kvadrantene av datasettet. På denne måten verifiseres konsistensen i datasettet, og gjør at avvikende områder kan identifiseres og isoleres.

En operatør vil avgjøre om resultatet er tilfredsstillende, eller om eventuelle avvikende områder må undersøkes nærmere. Prosessen vil da gjentas med nye data som input.

Etter fjerning av grove feil vil datamaterialet være tilnærmet normalfordelt, noe som også kan underbygges av Sentralgrenseteoremet. Midlere differanse vil være et optimalt estimat for skiftet, og standardavviket et realistisk estimat på spredningen. Det er satt opp et automatisk filter som eksporterer punkter som tilfredsstiller krav til høy nøyaktighet.

Vi henviser til **vedlegg 5** for egen hjulsporrapport.

2.2 Benyttede kontrolldata i prosjektet

Det er i denne skanneblokken fremskaffet kontrollpunkter på følgende metode:

Måling av kontrollpunkt fra bil:

Utført av:	Terratec AS
Antall kontrollpunkt:	184941
Målemetode:	Hjulspor bakhjul
Målebil:	KH61641 & DP66842

Det henvises til **vedlegg 5** for dokumentasjon av utførelse av måling av kontrollpunkt fra bil.

3. Gjennomføring av laserskanning

3.1 Benyttede sensorsystemer

Det er benyttet flere lasersensorer med tilhørende utstyr i dette prosjektet. Nedenfor vises en tabell med benyttet utstyr.

Konfigurasjon	1
Lasersensor:	
Fabrikat	Riegl
Type	VQ-1560ii
30Serienr	S2222736
Kalibrering	18.02.2020
IMU:	
Fabrikat	Trimble Applanix
Type	IMU-57
Gyromount:	
Fabrikat	SOMAG
Type	GSM4000
GNSS:	
Fabrikat	Trimble Applanix
Type	AV-610 ver 6
Loggrate	5 Hz
Fly:	
Fabrikat	Piper PA-31 Navajo
Kallesignal	LN-NAB
Trykkabin	Nei

3.2 Instrumentkalibrering

Kalibrering av våre instrumenter utføres av både leverandør av sensorsystemene og Terratec. Det utføres en leverandørkalibrering, installasjonskalibrering og en kalibrering ved flygning av prosjekt.

3.2.1 Leverandørkalibrering

Det blir utført en kalibrering av sensorene ved fabrikk. Dette utføreres ved overtakelse av instrumentet. Videre følger sensoren en vedlikeholdsplan ved periodisk kontroll av verdiene. Utover dette utføres leverandørkalibrering dersom det er oppgradering av systemet hvor det kreves nye verdier. Ved feil eller mistanke om feil i fabrikkalibrering kontaktes leverandør og behov for ny kalibrering diskuteres.

Det henvises til gjeldene leverandørkalibrering i vedlegg 1.

3.2.2 Installasjonskalibrering

Det utføres en installasjonskalibrering av systemet ved første gang bruk, ved endringer av leverandørkalibrering eller ved endringer av installasjoner. Her blir leverandørkalibrering verifisert. I denne kalibreringen vil vinkelforskjeller mellom komponentene løses ut. Videre blir vektorene mellom GNSS-antenne, IMU-sensor og lasersensor verifisert gjennom estimering i programvaren TerraPos. Ved hjelp landmålte data i terrenget blir også lasersensors avstandskorreksjoner verifisert.

3.2.3 Prosjektkalibrering

Det er foretatt en prosjektkalibrering for hver enkelt flysesjon. I denne prosjektkalibreringen estimeres det verdier for vinkelforskjeller i lasersensor. Det benyttes primært data i området med tverrstripe. Ved små signifikante endringer til gjeldene kalibrering påføres disse datasettet for hver sesjon. Ved større signifikante endringer vil en utvidet analyse utføres for å avdekke misforhold.

Det utføres en initialisering av GNSS/IMU før og etter gjennomføring av laserskanning. Det estimeres verdier av IMU montering under navigasjonsprosesseringen i programvaren TerraPos. Ved avvik mellom teoretiske verdier og estimerte verdier undersøkes dette nærmere.

3.3 Klarmelding

Klarmelding: 16.04.2020

3.4 Utførelse av datainnsamling

Terratec AS har gjennomført laserskanningen i følgende operasjoner:

Flydato	Konfigurasjon	Skyforhold	Vind	Kommentar
19.04.2020	1	Ingen skyer	Ingen turbulens	

Progresjon av flystriper per flydato er beskrevet i **vedlegg 2**. Her er også informasjon om flysensorene og flyplan på de overnevnte dagene.

3.5 Konklusjon av navigasjon

Løsningene er beregnet med Terrapos 2.5.90. Det er ingen datagap i IMU- eller GNSS-dataene under datainnsamling. Den estimerte nøyaktigheten sammen med en rekke kvalitetskontroller i programvaren viser at løsningene er gode og innenfor spesifikasjonene til instrumentet.

Ingen spesifikke feil/hendelser under datafangst, ref. [vedlegg 2](#)

3.6 Avvik under datainnsamling

- Ingen avvik

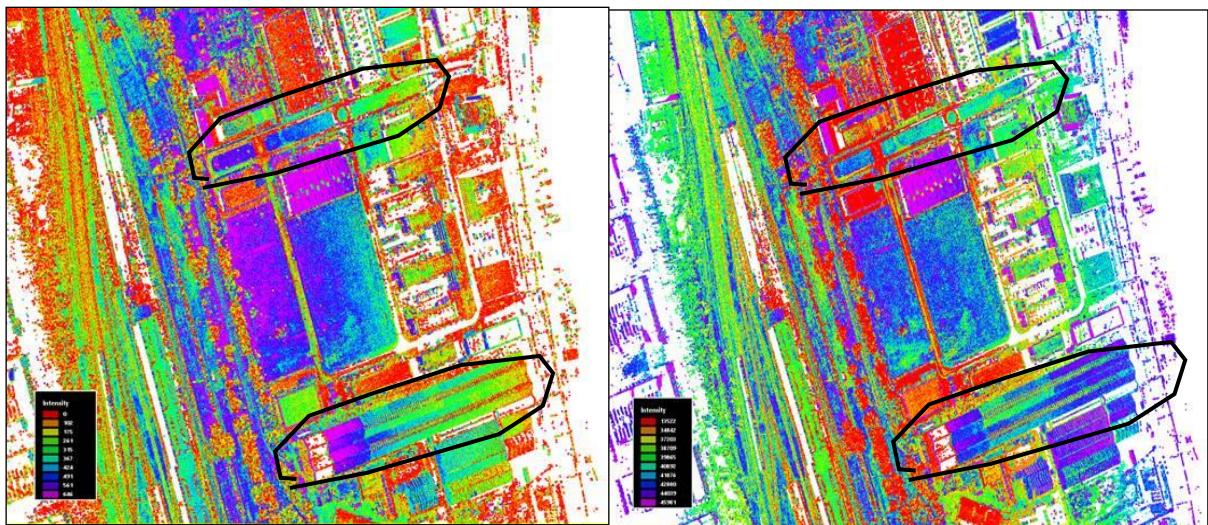
3.7 Vurdering av resultat for utført datainnsamling

Det er ikke oppstått noen feil eller vanskeligheter under datainnsamling, og kvaliteten på dataene anses som gode.

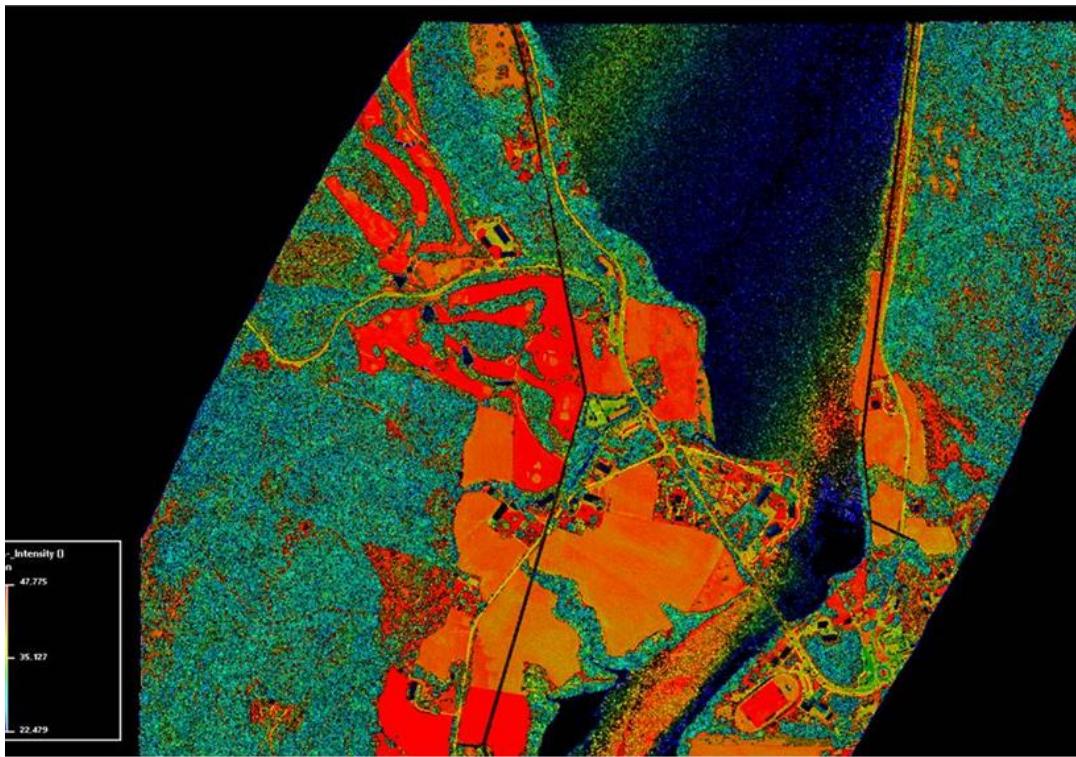
4. Prosessering av georeferert punktsky

4.1 Reflektans

Dette datasettet har blitt prosessert med reflektans. Reflektans er en moderne metode for å lagre intensitetsverdier. Reflektans (ikke som amplitude) er korrigert for spredning. Dette gir homogene intensitetsverdier for like objekter uavhengig av skannevinkel og avstand fra skanner.

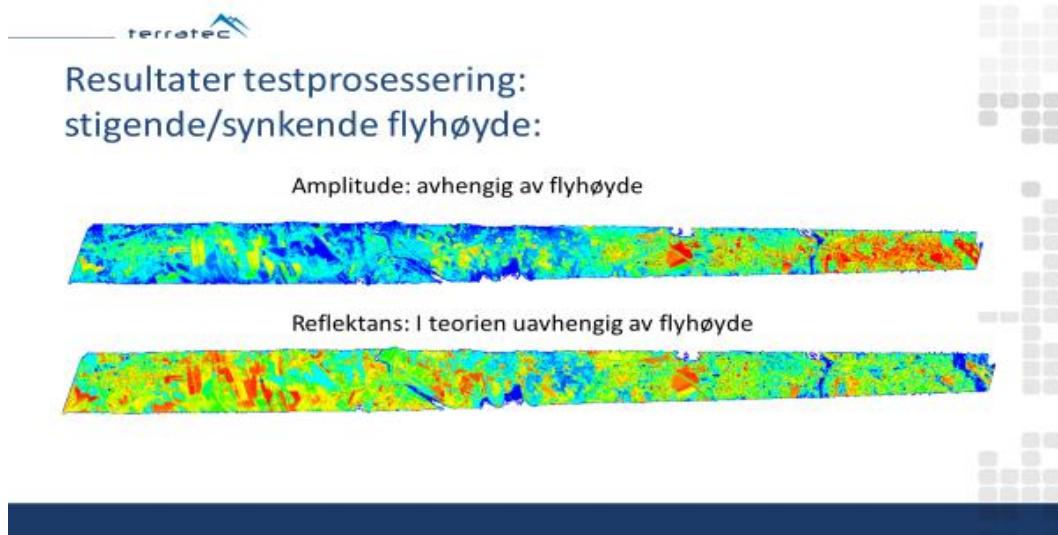


Eksempel på punktsky klassifisert etter intensitetsverdier (Illustrasjon fra Riegl VUX-1). Til venstre vises amplitude, med tydelig variasjon i intensitet ut mot kantene, se for eksempel områder ringet rundt i svart. Til høyre vises samme området med reflektansverdier. En kan se at intensitetsverdiene er mer homogene over samme type overflate.



Reflektansen er stabil både på jorder og i skogen, uavhengig av skannevinkel og avstand.

Reflektans er en egenskap til et objekt og refererer til den optiske styrken som er reflektert på en viss bølgelengde. Rieg'l's V-type instrumenter har mulighet for å måle reflektansverdi for hvert objekt, som et ekstra attributt. Reflektansen som blir samlet inn er en ratio av den faktiske optiske amplituden for det objektet sammenlignet med amplituden til et hvitt flatt objekt på samme avstand med verdien gitt i desibel (dB). Negative verdier indikerer objekter som reflekterer spredte returer, mens positive verdier er objekter med mer direkte samlet returer. Reflektans er uavhengig av avstand, og er derfor et perfekt attributt for mange forskjellige klassifikasjoner og vil derfor være til nytte i videre prosessering.



Flystripe fløyet med stigende flyhøyde, prosessert med amplitude (over) og reflektans (under). En ser tydelig at der stripene blir bredere (større flyhøyde) går amplitudeverdien ned, mens for reflektansverdier holder de seg relativt homogene over hele flystripa.

4.2 Beregning av navigasjonsløsning

Prosessering av orienteringsdata er utført med programvaren TerraPos v2.5, utviklet av Terratec AS.

I denne prosessen kombineres observasjoner fra trehetssensor (IMU) og GNSS i et Kalmanfilter, altså en såkalt "tett koplet" prosessering. Sammen med en påfølgende baklengs filterrekursjon ("RTS-smoother") gir det en statistisk optimal parameterestimering. Som minimum inngår observasjoner fra GPS og GLONASS - GALILEO og BEIDOU kan inngå dersom observasjoner er tilgjengelige.

Som del av navigasjonsberegningen tas det bl.a. hensyn til GNSS-antennens fasesentrisiteten og -variasjoner, og sammen med observasjoner fra instrumentets gyrostabiliserte montering (der det blir benyttet) oppnås dermed høyest mulig nøyaktighet på eksentrisiteten mellom GNSS-antenne og IMU. For å finne nominell eksentrisitet for nye monteringer, slik at den kan betraktes som kjent i de endelige INS-beregninger, gjennomføres egne INS-beregninger i TerraPos der nominell eksentrisitet inngår som ukjent. Dette gjøres om mulig for flere datasett før eksentrisiteten "låses".

Før INS-resultatet blir benyttet til punktskygenerering, blir det påført en geodetisk transformasjon fra beregningsdatum (som alltid er den til enhver tid aktuelle ITRF-versjon) til Euref89. Det påføres ingen høydetransformasjoner før punktskygenerering, det benyttes ellipsoidiske høyder relativt GRS80-ellipsoiden.

4.2.1 Vurdering av resultat av navigasjonsløsninger

Alle beregningsresultat som blir benyttet i leveranser blir vurdert. I vurderingen inngår blant annet andelen detekterte og reparerte fasebrudd og restavvikene på kode- og fasemålingene. Størrelse og stabilitet til estimerte sensorfeil for trehetssensoren kontrolleres for å detektere anomalier og eventuelt integrasjonsproblem.

Alle navigasjonsløsninger er vurdert som tilfredsstillende. Andelen fasebrudd og restavvik er innenfor forventningen. Estimerte verdier for antenneeksentriskiteter viser at de sammenfaller med de teoretiske verdiene.

Viser til vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse og resultater av beregnet navigasjonsløsning.

4.3 Georeferering av punktsky

4.3.1 Transformasjoner

GNSS-beregning i TerraPOS er utført i WGS84. Transformasjon er utført for levering i de ulike datum prosjektet skal leveres i.

Transformasjon WGS84 – EU89 UTM32

Høydetransformasjon Ellipsoidisk – NN2000

Høydetransformasjonene fra ellipsoidiske til ortometriske høyder er utført med geoidmodell generert i WSK Trans, Href2018B utgitt av Statens kartverk.

4.3.2 Generering av punktsky

Det er generert en punktsky i leverandørens programvare. Her benyttes tilhørende leverandørkalibreringen for utskrift av punktskyer for hver flystripe. Punktskyene blir generert i prosjektets kartprosjeksjon. I dette prosjektet Euref89 UTM32.

4.3.3 Prosjektkalibrering

Det er foretatt en prosjektkalibrering for hver enkelt flysesjon. Her er korrekksjoner for Heading, Roll og Pitch estimert og deretter påført dersom de er signifikante og pålitelige.

Vurdering av resultater:

Det har ikke blitt estimert unormale verdier under denne prosessen. Resultater fra denne kalibrering vises i **vedlegg 3**.

4.3.4 Stripeutjevnning

Det er foretatt en stripeutjevnning for å løse ut gjenværende tilfeldige avvik mellom flystripene i prosjektet. I denne stripeutjevnningen inngår alle flystriper og det er løst ut for dZ og dRoll.

Vurdering av resultater:

Det har ikke blitt estimert unormale verdier under denne prosessen. Resultater fra denne kalibrering vises i **vedlegg 4**.

4.4 Kontroll av tetthet punktsky

Det er utført en analyse av punkttetthet gjennom å måle antall førstereturer innenfor ruter på 10x10m.

Tabell som viser fordeling av punkttetthet innenfor rutene:

Punkttetthet (pkt/m ²)	Andel (%)
>100%	97.4
85-100%	1.5
60-85%	1.1

Vurdering av resultatene:

Beregnet resultat av punkttettheten i prosjektorrådet dokumenterer at oppnådd punkttetthet er innenfor toleransekravet om en prosentandel på minimum 95%.

4.5 Kontroll av homogenitet punktsky

Det er utført en kontroll av homogenitet av nøyaktighet i prosjektet. Dette er utført ved å sammenligne høydeverdier mellom ulike flystriper i overlappende områder. Formålet med denne kontrollen er å verifisere at det ikke er gjenværende systematiske avvik mellom flystriper etter stripeutjevnning. Det er beregnet en dZ-verdi som viser avvik mellom flystriper.

Vurdering:

Det har blitt oppsøkt alle mistenkelige områder og foretatt en vurdering av differanser mellom flystriper. Det er ikke funnet områder hvor det mistenkes systematiske avvik mellom flystriper.

4.6 Kontroll av høydenøyaktighet

Kontroll mot kontrollpunkt fra bil:

Det er gjort beregninger på høydeavvik mellom laserdataene og kontrollpunkter fremskaffet fra hjulsporene til målebil (ref. 2.1.1). Høydejustering er gjort med medianverdien av avviket mellom laserdataene og kontrollpunktene. Justeringen under er påført hele prosjektet.

Justerings (m)
-0.06

Nedenfor vises statistikk for alle kontrollpunktene etter justering av datasettet. Alle beregninger er listet i [vedlegg 6](#).

Kontrollflater	Median dH (m)	Maksimum dH (m)	Minimum dH (m)	Standardavvik (m)
Bil	0.000	0.070	-0.070	0.030

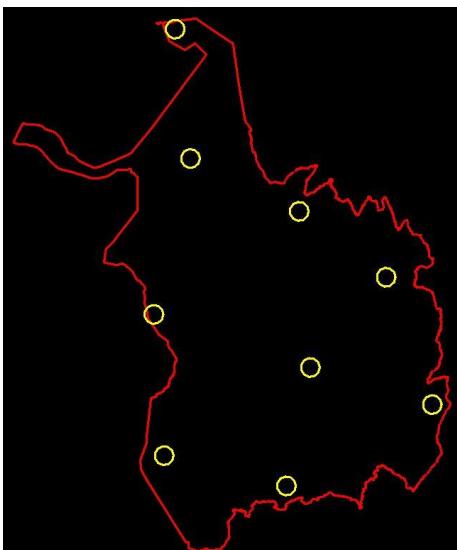
Vurdering av resultatene:

Avvikene mellom kontrollflater og laserdata relativt små og innenfor forventningen.

4.7 Kontroll av grunnrissnøyaktighet

Det er brukt FKB-data som grunnlag for kontrollprofilsjekken. Det er foretatt en sammenligning av mønelinje estimert fra laserdata.

Kontrollprofilene er valgt med god spredning i hele prosjektorrådet som vist på plottet under:



Resultatet av kontrollen er listet i tabellen nedenfor:

Kontroll-profil	Type profil	Retning (grader)	Målt avvik (m)	Avvik dN(m)	Avvik dE(m)	Avvik dz(m)
KP01	Mønelinje	296	0,02	0,02	0,01	0,08
KP02	Mønelinje	172	0,09	0,07	0,05	0,00
KP03	Mønelinje	84	0,17	0,12	0,12	0,24
KP04	Mønelinje	331	0,20	0,02	0,20	0,00
KP05	Mønelinje	68	0,04	0,00	0,04	0,03
KP06	Mønelinje	351	0,14	0,13	0,05	0,13
KP07	Mønelinje	159	0,04	0,00	0,04	0,10
KP08	Mønelinje	259	0,05	0,05	0,02	0,12
KP09	Mønelinje	119	0,01	0,00	0,01	0,13

Vurdering av resultatene:

Avvikene mellom FKB-data og laserdata er innenfor det som kan forventes.

4.8 Samlet vurdering av utført georeferering

Resultater fra prosjektkalibrering, stripeutjevning og kontroll av høyde- og grunnrissnøyaktighet viser ingen avvik eller unormale verdier.

5. Klassifisering av punktsky

Laserdata er bearbeidet videre for å fremstille ønskede produkter. Det er benyttet både automatiske og manuelle metoder for å klassifisere punktskyen. Det er utført en klassifisering av punktskyen. I dette prosjektet er laserdata separert i følgende klasser:

- 1) Uklassifisert
- 2) Terregn
- 7) Støy
- 17) Bru

5.1 Klassifisering «Terregn»

Terregnpunkter er klassifisert i klasse 2, denne klassen omfatter også punkter på vannoverflater (innsjø, hav og elv).

Klassifisering av terregnpunkter er den mest arbeidskrevende delen av klassifiseringen. I denne prosessen utføres først en automatisk filtrering av terregnpunkt gjennom egne definerte algoritmer. Det er forsøkt å finne en algoritme som best mulig fremskaffer terregnoverflaten. Utfordringer med algoritmen er å finne parametere som best mulig fanger opp detaljer på terregnoverflaten, men samtidig ikke inkluderer laserpunkter som er en del av vegetasjonen eller andre objekter som ikke er en del av terregnoverflaten. Faktorer som er styrende for valg av parametere er punkttetthet og topografi. Ved kupert terregn med store

høydevariasjoner vil algoritmen som velges være mer aggressiv enn i områder med små høydevariasjoner. Det er derfor valgt ulike algoritmer for ulike deler av landet, men det er også nødvendig med lokale algoritmer innenfor hver skanneblokk.

Etter en automatisk filtrering av terrengepunkt er det utført en manuell editering. I denne prosessen inspiseres resultatet av en operatør. Dette utføres ved en systematisk gjennomgang av området gjennom å visualisere en TIN-modell. Denne modellen tolkes visuelt og lokale endringer utføres. I områder hvor den automatiske algoritmen ikke er funnet optimal utføres en lokal filtrering med andre parametere. Videre editeres modellen ved å legge til eller fjerne enkelpunkter for å danne en best mulig terengoverflate.

5.2 Klassifisering «Støypunkter»

Støypunkter er klassifisert i klasse 7, denne klassen omfatter punkter på hvor lasersensoren har fått registrert signaler fra objekter som ikke er reelle.

Det er i hovedsak to kategorier av støypunkter. Laserpulsen har fått en ekstra signalrefleks (flerveisinterferens) fra ett objekt. Disse punktene vil ligge lavere enn terengoverflaten og defineres som «lowpoints». Størstedelen av punktene vil filtreres vekk i den automatiske filtreringen av terengoverflaten. Gjenværende «lowpoints» er omklassifisert i den manuelle editeringsprosessen. Den andre kategorien av støypunkter er punkter som ligger høyere enn omliggende laserpunkter. Dette kan være punkter som har fått refleksjon fra fugler, skyer eller andre små partikler i luften. Størstedelen av disse punktene fjernes i ett filter gjennom avstand en algoritme som beregner avstander til nabopunkter. Videre er det foretatt en manuell inspeksjon for å omklassifisere gjenværende støypunkter.

5.3 Klassifisering «Bruelementer»

Brupunkter er klassifisert i klasse 17, dette gjelder bruer med størrelse over $10m^2$. Det er benyttet FKB-data som støtte for å oppsøke brukkonstruksjoner. Det er utført en vurdering av om FKB-data er korrekt. Andre bruelement funnet i laserdata som ikke inngår i FKB-data er også klassifisert. Alle laserpunkter på bruelementet er klassifisert.

5.4 Klassifisering «Uklassifisert»

Punkter som ikke er klassifisert i noen av klassene beskrevet ovenfor (2, 7, eller 17) er klassifisert i klasse 1 Uklassifisert. Dette er da punkter som har truffet vegetasjon, bygninger etc.

5.5 Vurdering av utført klassifisering

Det er utført en klassifisering av prosjektet og kvaliteten vurderes som god.

6. Fremstilling av høydekurver

Høydekurver og rapport er en egen leveranse.

7. Leveranser

Leveransen er utført i henhold til Produksjon av basis geodata og FKB-Laser.

Las-filer er inndelt i.h.h.t. kartbladinndeling 1:1000 (800x600m).

Dekningsoversikt	Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Prosjektavgrensning.sos
Flystripe	Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Flystripe.sos
Homogenitet	Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Homogenitet.rar
Kontrollflater	Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Kontrollflater.sos

7.1 Endelig leveranse

Endelig leveranse av punktsky og metadata ble levert ved opplastning i forvaltningsløsning for høydedata 01.09.2020.

7.1.1 Klassifiserte Laserdata

Ferdig klassifisert og kvalitetssikret punktsky er levert på LAZ format. Filene er kodet med HREF og VREF og følger inndeling og navngiving i henhold til FKB-Laser.

7.1.2 Prosjektrapport

Det leveres rapport ved endelig leveranse.

7.1.3 Prosjektavgrensning

Det er levert en prosjektavgrensning som omslutter den leverte punktskyen.

Fil: Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Prosjektavgrensning.sos

7.1.4 Flystriper

Det leveres separat fil med flystriper på SOSI-format.

Fil: Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Flystripe.sos

7.1.5 Kontrollflater

Koordinater for kontrollflater er levert på SOSI-format. Innmåling og beregning er dokumentert i egen rapport.

Fil: Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020_Kontrollflater.sos

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Leverandørkalibrering
- Vedlegg 2: GNSS-INS
- Vedlegg 3: Prosjektkalibrering
- Vedlegg 4: Stripeutjevning
- Vedlegg 5: Kontrolldatarapport
- Vedlegg 6: Kontroll av høydenøyaktighet