Kortlægning af landbevægelser fra satellit

Leverancebeskrivelse

Kilde: ESA (2017)

Styrelsen for
Dataforsyning og
Effektivisering

Hovedforfattere:
Joanna Balasis-Levinsen (jofle@sdfe.dk) og Martin Nissen (manis@sdfe.dk).
I tilfælde af spørgsmål kan de kontaktes. Ellers kan man skrive til GRF@sdfe.dk.

1. Baggrund

SDFE har i 2018, 2019 samt 2020/2021 indkøbt landsdækkende beregninger af vertikale og horisontale landbevægelser i Danmark. Disse er lavet af den italienske leverandør TRE Altamira ved hjælp af deres software SqueeSAR™. Beregningerne er baseret på radarbilleder fra Sentinel-1-satellitten, som har optaget billeder siden 2014.

Beregningen fra 2018 var den første af sin art over et større geografisk område i Danmark. I 2019 og 2020/2021 blev den opdateret med nye beregninger på tilsvarende længere tidsserier. Beregningerne er indkøbt i regi af et udviklingsprojekt, hvor SDFE undersøger potentialet i at etablere en permanent tjeneste til landsdækkende beregninger af landbevægelser i Danmark. En sådan tjeneste vil kunne udgøre et screeningsværktøj til udpegning af områder med landbevægelser af interesse.

Som bruger får man altid adgang til den nyeste beregning. Indeværende dokument beskriver indholdet heraf. Først introduceres det hvilke data, man kan bruge i en given analyse, samt hvordan man kommer i gang med analysen. Dernæst beskrives datafilerne, tekniske detaljer vedrørende de bagvedliggende radarbilleder samt TRE Altamiras web-tjeneste TREMaps™, hvorfra beregningen kan tilgås. Desuden bringes SDFE's ansvarsfraskrivelse, som skal læses, inden beregningen anvendes.

Slutteligt så anbefales det at læse SDFE's "Introduktion til kortlægning af landbevægelser fra satellit", før et analysearbejde påbegyndes. Introduktionen leveres sammen med adgangen til data.

2. Leverancebeskrivelse

TRE Altamiras leverance til SDFE består af en række forskellige datasæt. Indholdet heraf uddybes i afsnit 2.1 og 2.2. Nedenfor introduceres det kort, hvordan man kan komme i gang med en given analyse.

Ønskes den *højeste datakvalitet samlet i ét lag* anbefales datasættene:

- Vertikalbevægelser
- Horisontalbevægelser

Disse giver et screeningsværktøj til vurdering af landets overordnede bevægelse.

Ønskes den *højest mulige punkttæthed* anbefales datasættene:

- Line-Of-Sight-bevægelser

Disse kan give en nærmere indikation af hvad i landskabet, der undergår en given bevægelse.

Afhængig af typen af analyse, så er de vigtigste parametre i hvert datasæt:

- Vertikalbevægelser:
    - VEL_V, V_STD_V
- Horisontalbevægelser:
    - VEL_E, V_STD_E
- Line-Of-Sight-bevægelser:
    - VEL, V_STDEV, VEL_VERT, COHERENCE, EFF_AREA, ER_BAR

Parametrene beskrives i nærmere detalje i afsnit 2.2.

Yderligere observationspunkter:

- Ønsker man at anvende målepunkter med den højeste målenøjagtighed anbefales det at bruge Line-Of-Sight-bevægelser samt at:
    - at sortere disse data ud fra parameteren COHERENCE;
    - at kombinere målinger fra ascending og descending satellitspor, hvor bevægelsen fra alle spor er i samme retning. Se SDFE's "Introduktion til kortlægning af landbevægelser fra satellit" for mere herom.

2.1 Oversigt over leverede datafiler

I det følgende bringes en oversigt over datasættene indeholdt i leverancen til SDFE. Oversigten er tredelt og beskriver datasæt vedrørende bevægelser over landarealer, bevægelser af SDFE's hjørnereflektorer samt information om hhv. radarbillederne og selve jordoverfladen. Dermed kan man relativt nemt identificere, hvilket datasæt man har behov for og læse mere om dette.

For hvert datasæt beskrives typen af den beregnede bevægelse, dataformatet samt hvordan, data er leveret for den givne bevægelse. Sidstnævnte fortæller, om der er leveret én datafil for hvert tilgængelige satellitspor eller én, hvor datasættet er beregnet ved at kombinere billedoptagelser fra alle satellitspor. Desuden beskrives hvilke parametre, der er indeholdt i en given datafil, samt hvordan datafilen kan identificeres ud fra filnavnet.

Et par opmærksomhedspunkter:

- I oversigten anvendes en farvekodning, som går igen i dokumentet:
    - **Orange** indikerer, at målepunkterne i datasættet er givet som punkter i rummet. Der findes én datafil for hvert tilgængeligt satellitspor.
    - **Grøn** indikerer, at beregningen er lavet ved kombination af billedoptagelser fra alle satellitspor. Hvor målepunkter er tilgængelige, er disse interpoleret til grid-form, hvorfor hvert resulterende målepunkt dækker et areal på 80 x 80 m. Dette er gjort for perioden med størst tidsligt overlap mellem billedoptagelserne i satellitsporene, dvs. 1/7-2016 – 16/8-2020.
    - **Blå** indikerer, at der leveres information om radarbilledet: Multireflektansindexet.
    - **Rød** indikerer, at der leveres information om jordoverfladen: Polariseringen.
- Alle datasæt er givet i WGS84 geografiske koordinater.

Datasæt: Bevægelser over landarealer	**Data-format**	**Satellitspor**	**Parametre i datafiler**	**Format for navn på datafiler**
Line-Of-Sight-bevægelser	Shape-fil	Én fil pr. til-gængeligt satellitspor	CODE HEIGHT H_STDEV VEL V_STDEV COHERENCE EFF_AREA ER_BAR LOS_H VEL_VERT Dyyyymmdd	LOS_139D LOS_117A
Line-Of-Sight-bevægelser kalibreret med data fra SDFE's GNSS-statio-ner[1]	Shape-fil	Én fil pr. til-gængeligt satellitspor	CODE HEIGHT H_STDEV VEL V_STDEV COHERENCE EFF_AREA ER_BAR LOS_H VEL_VERT Dyyyymmdd	LOS_139D_CAL_GNSS LOS_117A_CAL_GNSS
2D Vertikal-bevægelser	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_V V_STD_V Dyyyymmdd	VERTICAL
2D Horisontal-Bevægelser (Øst-Vest)	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_E V_STD_E Dyyyymmdd	EAST

[1] For at undgå misforståelser i fortolkningen af data, er dette datasæt ikke tilgænge-ligt online; det kan dog fås efter anmodning på grf@sdfe.dk.

Datasæt: Bevægelser over landarealer	**Data-format**	**Satellitspor**	**Parametre i datafiler**	**Format for navn på datafiler**
Vertikal-bevægelser kalibreret med GNSS-data	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_V V_STD_V Dyyyymmdd	VERTICAL_CAL_GNSS
Horisontal-bevægelser kalibreret med GNSS-data	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_V V_STD_V Dyyyymmdd	EAST_CAL_GNSS
Vertikal-bevægelser kalibreret med GNSS-data, fratrukket uplift-model[2]	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_V V_STD_V Dyyyymmdd	VERTICAL_CAL_GNSS_UPLIFT
Horisontal-bevægelser kalibreret med GNSS-data, fratrukket tek-tonisk model[3]	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_V V_STD_V Dyyyymmdd	EAST_CAL_NOPLATE
Hotspots beregnet ud fra vertikal-bevægelser	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL_V V_STD_V DVEL Dyyyymmdd	HOTSPOT_10mm

[2] For at undgå misforståelser i fortolkningen af data, er dette datasæt ikke tilgænge-ligt online; det kan dog fås efter anmodning på grf@sdfe.dk.

[3] For at undgå misforståelser i fortolkningen af data, er dette datasæt ikke tilgænge-ligt online; det kan dog fås efter anmodning på grf@sdfe.dk.

Datasæt: Bevægelser af hjørne-reflektorer	**Data-format**	**Satellitspor**	**Parametre i datafiler**	**Format for navn på datafiler**
Line-of-Sight-bevægelser	Shape-fil	Én fil pr. til-gængeligt satellitspor	CODE VEL V_STDEV Dyyyymmdd	CR_NETWORK_1_139D CR_NETWORK_1_117A
Vertikal-bevægelser	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL V_STDEV_V Dyyyymmdd	CR_NETWORK_1_VERTICAL CR_NETWORK_2_VERTICAL
Horisontal-bevægelser	Shape-fil	Én fil for alle tilgængelige satellitspor	CODE VEL V_STDEV_E Dyyyymmdd	CR_NETWORK_1_EAST CR_NETWORK_2_EAST

Datasæt: Øvrige leverancer	**Data-format**	**Satellit-spor**	**Parametre i datafiler**	**Format for navn på datafiler**
Multi-reflektans-index	Geotiff	Én fil pr. tilgængeligt satellitspor over fastlandet	Ét bånd	MIR_139D_LAND1 MIR_117A_LAND1
Polarisering	Geotiff	Én fil for delområde i ét tilgængeligt satellitspor	Tre bånd: Bånd 1 indeholder VV-polariseringen, bånd 2 VH-polariseringen og bånd 3 den matematiske størrelse log(VV/VH)	MIR_RBG_VV_VH

2.2 Indhold af datafiler

Nedenunder i tabel 1 beskrives indholdet af datafilerne i detalje. Bemærk, at der er anvendt samme farvekodning som i afsnit 2.1, og at hvid baggrund betyder, at parameteren er fælles for flere datasæt.

Parameter	Beskrivelse
CODE	Identifikationskode for målepunktet.
HEIGHT	Målepunktets højde over WGS84-ellipsoiden [m]
H_STDEV	Standardafvigelse på HEIGHT [m]
COHERENCE	Værdien varierer mellem 0 og 1. Pegepind for værdier til sortering af data: 0.7 – 1. Coherence angiver målepunktets "stabilitet" igennem observationsperioden, dvs. om satellitten har kunnet "se" målepunktet i alle satellitbilleder. Et eksempel er et hus, som blev opført før begyndelsen af måleperioden. Det vil kunne ses i alle satellitbilleder, hvorfor coherence forventes at have en værdi tæt på 1. Blev huset først opført langt inde i måleperioden, vil huset ikke indgå i alle satellitbilleder, hvorfor coherence vil være væsentligt lavere end 1. Bemærk, at hvis huset først blev opført kort før måleperiodens udløb, vil det typisk ikke indgå som et målepunkt. Dette skyldes, at der ikke vil være tilstrækkeligt med billedoptagelser til beregning af bevægelsen.
EFF_AREA	Arealangivelse, som gør det muligt at skelne mellem punkt- og arealmålinger [m^2]. En punktmåling repræsenterer det geografiske areal, satellitten kan se – dvs. satellittens rumlige opløsning. For Sentinel-1 er denne værdi 5 x 20 m. For lethedens skyld angives en punktmåling med EFF_AREA = 0 m^2. Arealmålinger er lavet ved at midle bevægelsen i flere målepunkter. Således dækker arealmålinger et større geografisk areal end 5 x 20 m. EFF_AREA angiver størrelsen på dette areal.

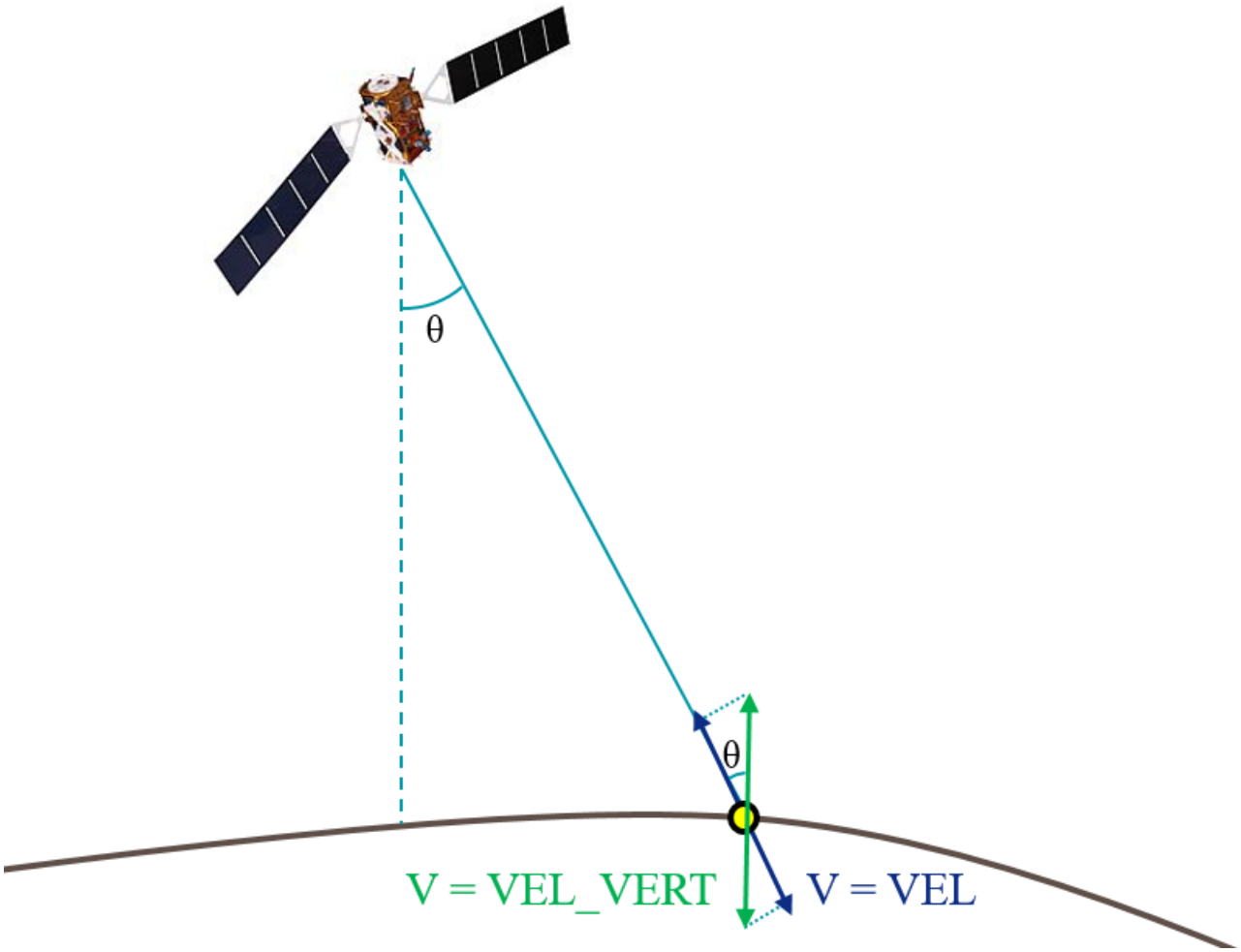
Parameter	Beskrivelse
VEL	**Line-of-Sight-bevægelser** Målepunktets relative bevægelse set fra satellitten, dvs. i den såkaldte Line-Of-Sight-retning (LOS) [mm/år]. LOS-retningen angives med indfaldsvinklen θ i forhold til lodret (Figur 1). Størrelsen på VEL er givet relativt til bevægelsen i det mest stabile og troværdige målepunkt i datasættet. Dette punkt er et såkaldt referencepunkt og betegnes 'REF'. Bevægelsen af REF er sat til 0 mm/år. Tabel 2A og 2B indeholder værdier for θ for hvert satellitspor, mens det i xml-filen for hvert satellitspor fremgår hvilket målepunkt, der er anvendt som REF. Negative VEL-værdier betyder, at målepunktet har bevæget sig *væk fra* satellitten og positive værdier, at punktet er kommet *tættere på* satellitten. Dette *kan* indikere henholdsvis en sætning og en landhævning. **Line-of-Sight-bevægelser kalibreret med GNSS-data** Her er VEL kalibreret med data fra ti af SDFE's permanente GNSS-stationer; således er VEL "rykket på plads" i fht. GNSS-stationernes bevægelse. **Overordnet** Bevægelsen i de *u-kalibrerede* datafiler angives i forhold til REF, hvis bevægelse er sat til nul. I realiteten har REF dog en bevægelse, bl.a. grundet landhævningen efter istiden samt pladetektonikken, som gør, at Danmark bevæger sig både vertikalt og horisontalt. Ved referencen til REF trækkes denne overordnede bevægelse fra VEL, som derfor beskriver den lokale landbevægelse; den, der er forårsaget af mere nutidige processer. I de *kalibrerede* datafiler justeres LOS-bevægelserne med bevægelserne fra GNSS-stationerne. Dermed forsøges REF's bevægelse genindført i den grad, det er muligt, så VEL angiver målepunktets mere overordnede bevægelse.

Parameter	Beskrivelse
V_STDEV	Standardafvigelse på VEL [mm/år]. Denne afhænger primært af afstanden til REF men også af kvaliteten af satellitbillederne anvendt i beregningen: Jo flere billeder, der er taget hyppigt over en længere tidsperiode, jo højere kvalitet.
LOS_H	Værdi, som anvendes til beregning af satellittens indfaldsvinkel, θ, i målepunktet (Figur 1). Indfaldsvinklen beregnes som θ = acos(LOS_H).
VEL_VERT	Målepunktets bevægelse projekteret i *vertikalretningen* [mm/år]: VEL_VERT = VEL/LOS_H. Denne antager, at målepunktet udelukkende bevæger sig vertikalt og altså ikke også horisontalt.
ER_BAR	Standardafvigelse på tidsserie, dvs. Dyyyymmdd [mm]. Denne afhænger primært af antallet af satellitbilleder, længden på tidsperioden samt hvor godt, landbevægelsen kan modelleres i området, hvor målepunktet ligger. Jo lavere ER_BAR, jo bedre en måling.

Parameter	Beskrivelse
VEL_V	**Vertikalbevægelser** Målepunktets relative vertikalbevægelse [mm/år] beregnet ved kombination af alle tilgængelige satellitspor over et givent område. Størrelsen på VEL_V er givet relativt til bevægelsen i det mest stabile og troværdige målepunkt i datasættet, REF, hvis bevægelse er sat til 0 mm/år. Dette giver en lokal bevægelse. Målepunkterne dækker et areal på 80 x 80 m. **Vertikalbevægelser kalibreret med GNSS-data** Her er VEL_V kalibreret med data fra 10 af SDFE's permanente GNSS-stationer. Disse beskriver landets overordnede bevægelse såsom landhævningen efter istiden. VEL_V giver altså en mere regional bevægelse. **Vertikalbevægelser kalibreret med GNSS-data, fratrukket uplift-model** Her er en uplift-model trukket fra de GNSS-kalibrerede data. Uplift-modellen beskriver landhævningen grundet istiden, hvorfor VEL_V beskriver mere lokale bevægelser. Bemærk, at uplift-modellen netop er en model, og at SDFE ikke har GNSS-stationer overalt i landet. Således beskriver VEL_V ikke den helt sande vertikalbevægelse men en tilnærmelse hertil. **Overordnet** VEL_V er beregnet ved hjælp af data fra alle tilgængelige satellitspor for den periode med størst tidsligt overlap mellem billedoptagelserne. Der er således leveret én samlet fil dækkende perioden 6/7-2016 – 8/8-2020.
V_STD_V	Standardafvigelse på VEL_V [mm/år]. Standardafvigelsen henviser til VEL_V og afhænger primært af afstanden til REF samt længden af tidsserien af satellitbilleder. Jo kortere afstand til REF og jo længere tidsserie, jo mindre V_STD_V.

Parameter	Beskrivelse
VEL_E	Målepunktets horisontale bevægelse i øst-vest-retningen [mm/år] beregnet ved kombination af alle tilgængelige satellitspor. For at maksimere datanøjagtigheden dækker målepunkterne et areal på 80 x 80 m. Negative værdier angiver en vestlig bevægelse og positive værdier en østlig.
V_STD_E	Standardafvigelse på VEL_E [mm/år].
DVEL	Forskel i hastighed før og efter en stor ændring i den kalibrerede VEL_V [mm/år]. Denne værdi fås for såkaldte hotspots, dvs. områder, hvor der er sket en pludselig ændring i bevægelsen. Hotspots defineres ved VEL-værdier på over 10 mm inden for en periode på 90 dage.
MIR	Multireflektansindex, som angiver styrken på retursignalet. Et kraftigt retursignal vil typisk have en værdi omkring 1, mens et svagt retursignal vil have en værdi tæt på 0. MIR-værdier fås for hele satellitbilledet fremfor kun i målepunkterne. Værdierne kan således udgøre pejlemærker til udvælgelsen af gode målepunkter til beregning af en landbevægelse.
VV_VH	Radarsignalets polarisering. Værdien fortæller noget om den overflade, radarsignalet rammer på Jorden og kan blandt andet bruges til monitorering af vådområder. Denne værdi er beregnet som en del af en test og er derfor kun leveret for ét satellitspor over Nordjylland.
Dyyyymmdd	Den akkumulerede bevægelse mellem den først tilgængelige- og en senere billedoptagelse [mm]. Datoen for en billedoptagelse er angivet som yyyy = år; mm = måned; dd = dag (Figur 2). Dette er altså tidsserier, som muliggør, at man selv kan beregne landbevægelsen for en brugerbestemt periode. Man kan eksempelvis udvælge alle observationer i perioden 01/01-2018 – 31/12-2018 og så påføre en lineær trend for at finde bevægelsen. Tabel 2A og 2B giver en oversigt over, hvornår billedoptagelserne er foretaget.

Tabel 1: Beskrivelse af leverede parametre.



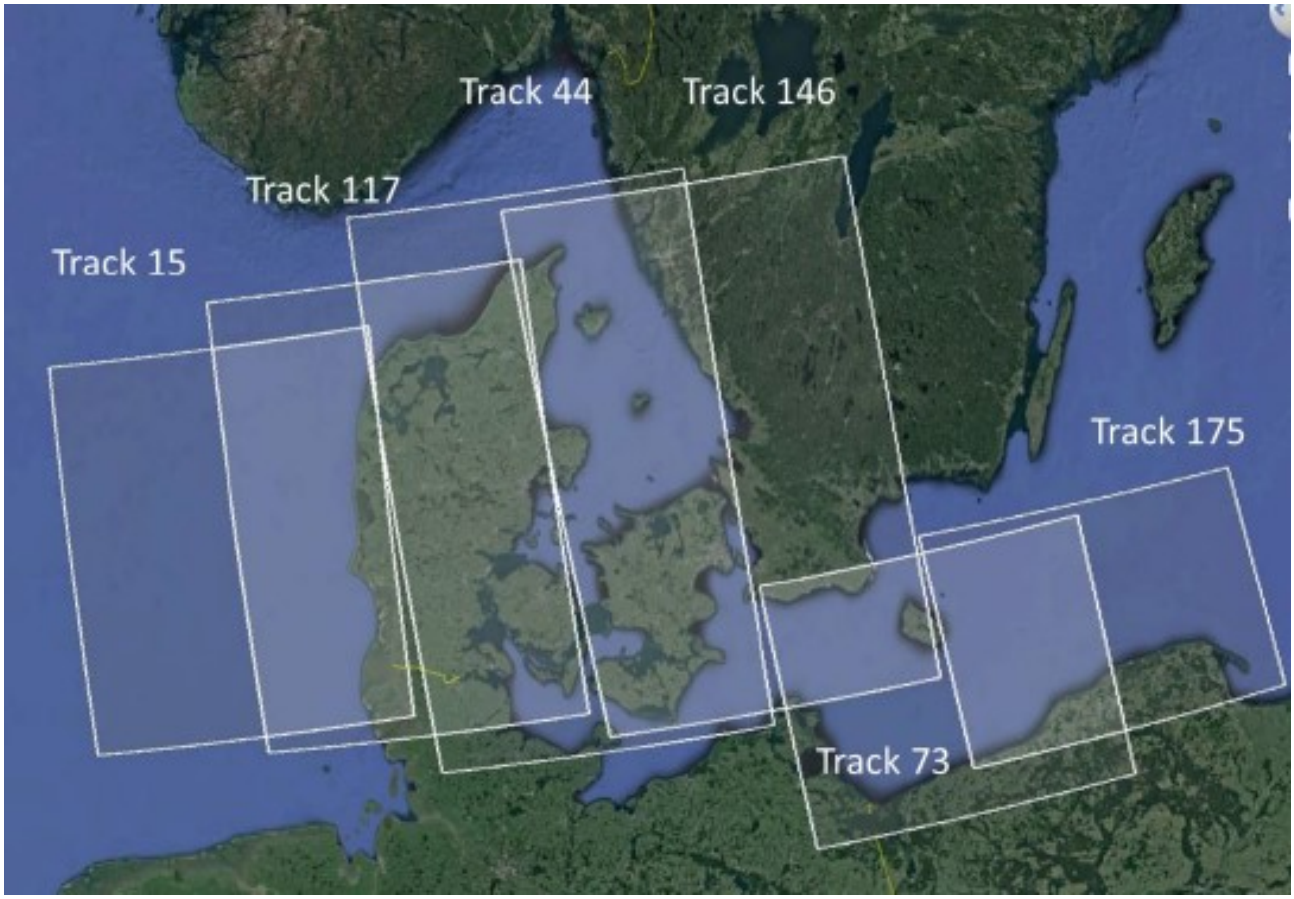
Figur 1: Illustration af bevægelser målt med brug af radar-satellitdata. Satellitten måler ikke bevægelsen i et målepunkt lodret under satellitten men i stedet i et punkt placeret en vinkel, θ, fra lodret; denne vinkel kaldes 'indfaldsvinklen'. Bevægelsen i målepunktet til højre for satellitten kaldes Line-Of-Sight-bevægelsen og angives her som "VEL". For at få bevægelsen i lodretningen, VEL_VERT, skal VEL skaleres med θ. Se Tabel 1A og B for værdier for θ i Sentinel-1-billeder over Danmark.

D20141027	D20141202	D20141214
0.0	-1.5	-1.0

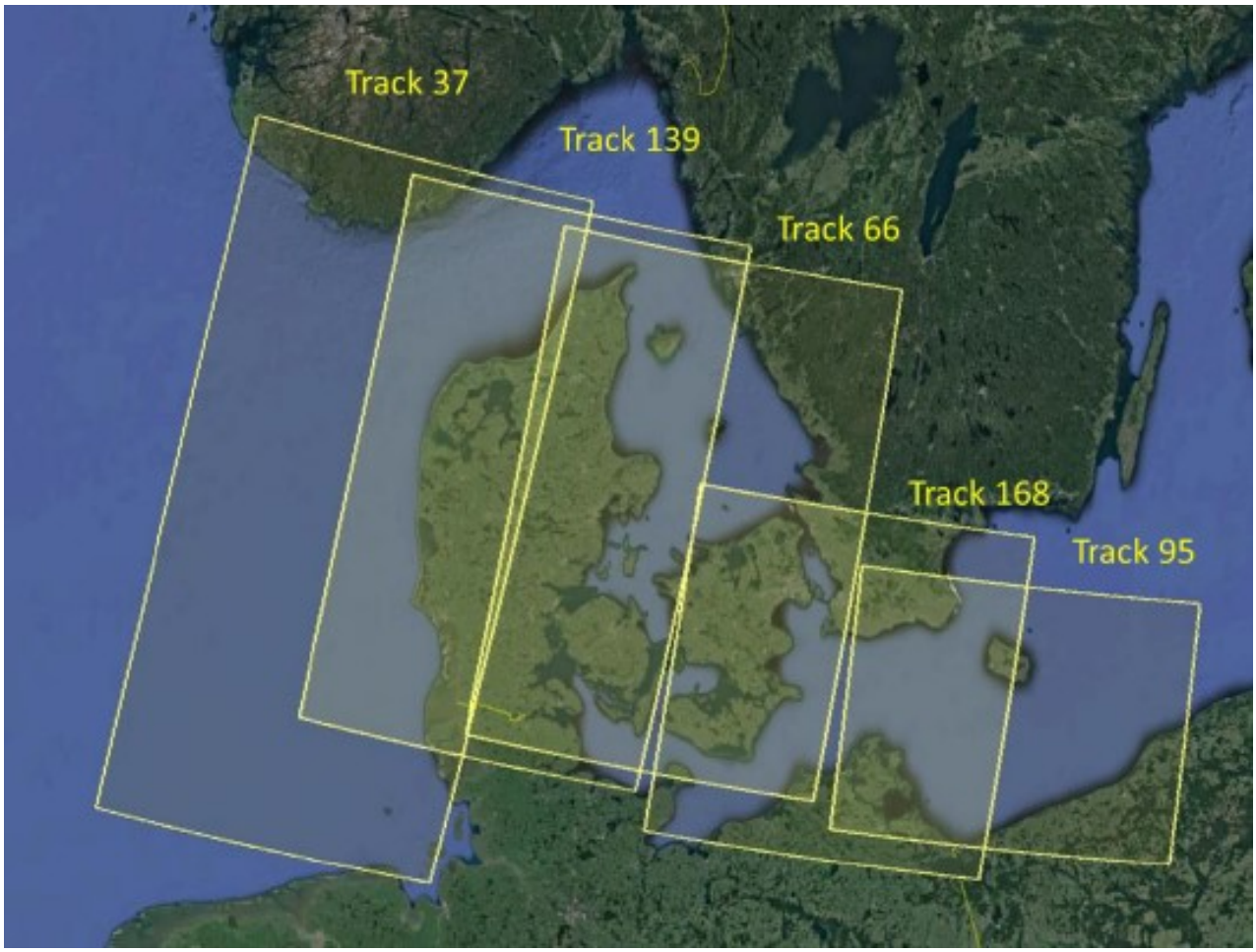
Figur 2: Eksempel på en akkumuleret bevægelse angivet i millimeter mellem den første billedoptagelse (d. 27/10-2014) og to efterfølgende billedoptagelser (hhv. d. 02/12-2014 og 14/12-2014).

2.3 Tilgængelige satellitspor

I alt seks ascending og fem descending dækker det danske område og er anvendt i beregningen (Figur 3A og B).



Figur 3A: Placering af tilgængelige ascending satellitspor over Danmark, som er anvendt i beregningen. Kilde: TRE Altamira (2018).



Figur 3B: Placering af tilgængelige descending satellitspor over Danmark, som er anvendt i beregningen. Kilde: TRE Altamira (2018).

2.4 Bemærkninger

I det følgende angives opmærksomhedspunkter vedrørende SDFE's beregning. Desuden beskrives det, hvordan man kan udtrække målepunkternes koordinater.

2.4.1 Om beregningen

- Som bruger får man altid adgang til den nyeste beregning; denne er pt. baseret på billedoptagelser fra 2014 – 2020.
- Indfaldsvinklen θ for et givent satellitspor findes i Tabel 2A og B. Bemærk, at θ kun er givet for satellitspor, der dækker fastlandet. Dette er for at give et overblik over, hvordan værdierne ændrer sig henover et spor. Ønskes θ andre steder, kan sammenhængen θ = acos(LOS_H) anvendes; denne giver vinklen i grader.
- En visualisering af tidspunkter for billedoptagelser i et givent satellitspor findes i Figur 4.
- Ønsker man i datasættene med Line-of-Sight-bevægelser at analysere vertikalbevægelsen, skal man anvende parameteren VEL_VERT.
- I nogle tidsserier findes der pludselige "spring" i landbevægelsen fra den ene måling til den næste (Figur 5). Dette skyldes oftest en fejlkilde i billedoptagelserne, som er svær at modellere og ikke altid mulig at fjerne i databehandlingen. Springene er dog beholdt i datasættene for at undgå at miste for meget information.
- De anvendte GNSS-stationer er BUDP (Buddinge), ESBC (Esbjerg), FER5 (Ferring), GESR (Gedser), HABY (Havnebyen), HIRS (Hirtshals), SMID (Smidstrup), SULD (Suldrup) og TEJH (Tejn Havn).
- Den anvendte uplift-model er udviklet af Per Knudsen, DTU Space, i 2016 (Figur 6).
- Den anvendte pladetektoniske model er en tektonisk model fra International GNSS Service (IGS)
- Referencepunktet, REF, for hver beregning er angivet i den tilhørende xml-fil. Punktets navn er 'reference point'.
- Grundet manglende referencepunkter på en række øer er øernes landbevægelser beregnet adskilt fra resten af landet og leveret som separate datasæt. Øerne er: Anholt, Bornholm, Endelave, Læse, Samsø og Sejerø.

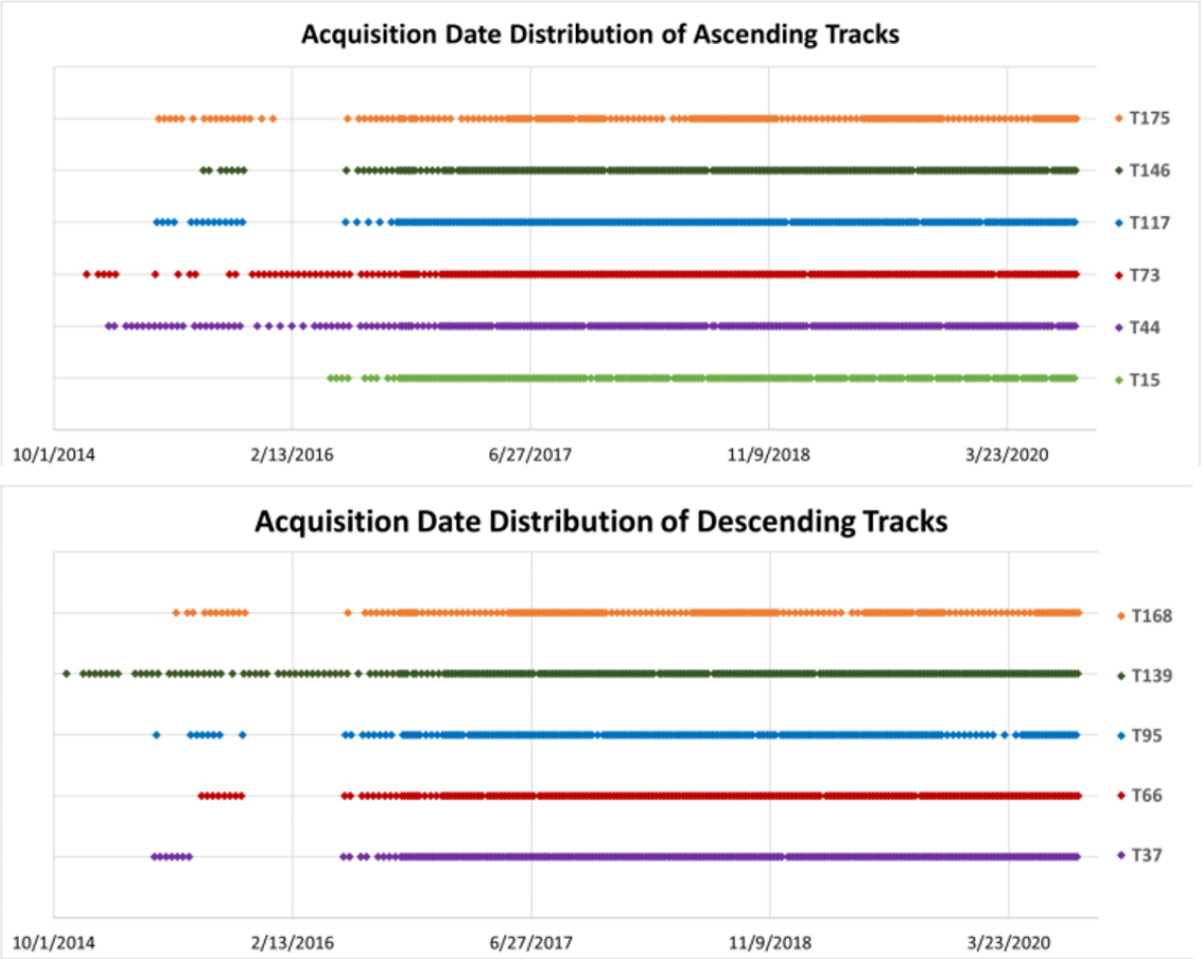
- SDFE har etableret seks hjørnereflektorer: LVS-1 til -3 i Lemvig (netværk 1) og LVS-4 til -6 i Thyborøn (netværk 2). LVS-1 til -3 blev etableret d. 31/01-2017 og LVS-4 til -6 d. 18/05-2017. Der findes således først anvendelige data for hjørnereflektorerne efter disse datoer. Derfor er reflektorernes bevægelser beregnet adskilt fra resten af landet og leveret som separate datasæt.
- Målepunkternes koordinater angiver centrum for det givne målepunkt og altså ikke nødvendigvis målingens nøjagtige placering. Se beskrivelsen af EFF_AREA for mere om målepunktets størrelse.

Satellitspor ASCENDING	**Indfaldsvinkel θ over fastlandet [grader]**	**Antal billeder anvendt i beregning**	**Optageperiode**
15A	39.85 – 46.32	232	04/05-2016 – 11/08-2020
44A	29.83 – 48.87	266	24/01-2015 – 13/08-2020
73A	36.70 – 39.49	267	09/12-2014 – 15/08-2020
117A	35.17 – 46.30	254	05/05-2015 – 12/08-2020
146A	30.01 – 46.39	243	11/08-2015 – 14/08-2020
175A	30.25 – 31.26	138	09/05-2015 – 16/08-2020

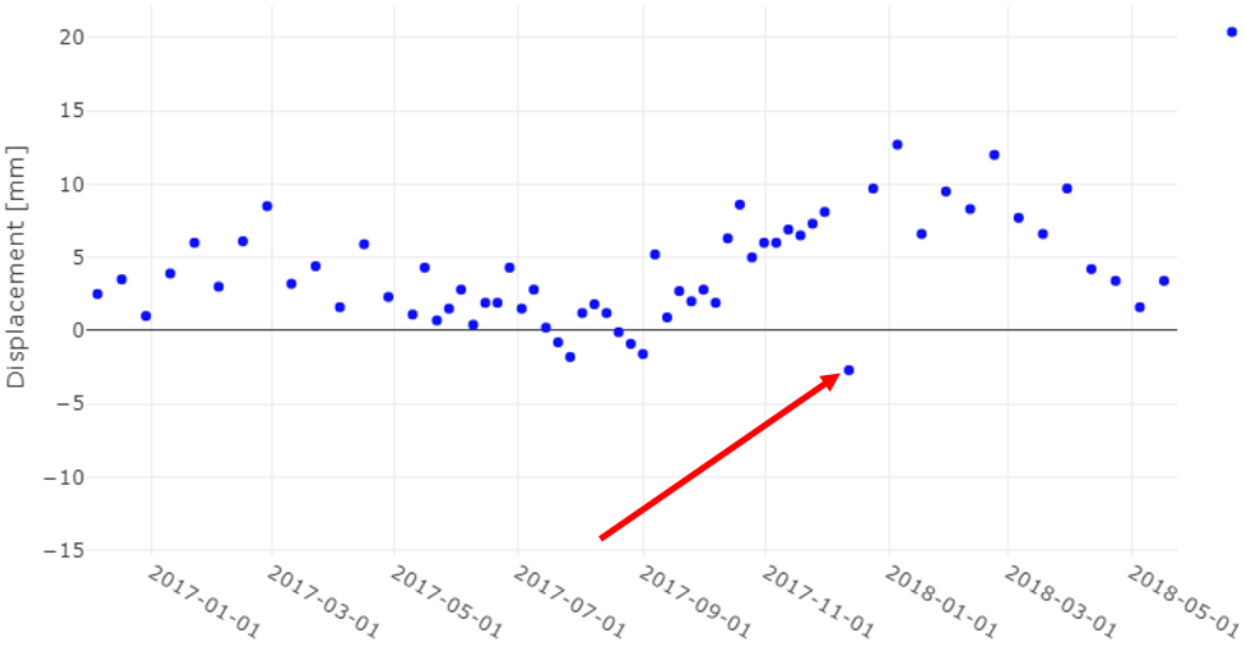
Tabel 2A: Praktiske informationer vedrørende billedoptagelserne, nemlig indfaldsvinkel, antal billeder samt optageperioden for et givent satellitspor, her ascending. Bemærk, at indfaldsvinkler kun er givet for satellitspor, der dækker fastlandet. Kilde: TRE Altamira (2021).

Satellitspor **DESCENDING**	**Indfaldsvinkel θ over fastlandet [grader]**	**Antal billeder anvendt i beregning**	**Optageperiode**
37D	27.51 – 37.80	251	30/04-2015 – 13/08-2020
66D	30.26 – 46.25	246	06/08-2015 – 15/08-2020
95D	37.83 – 40.73	227	04/05-2015 – 11/08-2020
139D	30.14 – 43.51	276	27/10-2014 – 14/08-2020
168D	30.25 – 48.00	192	14/06-2015 – 16/08-2020

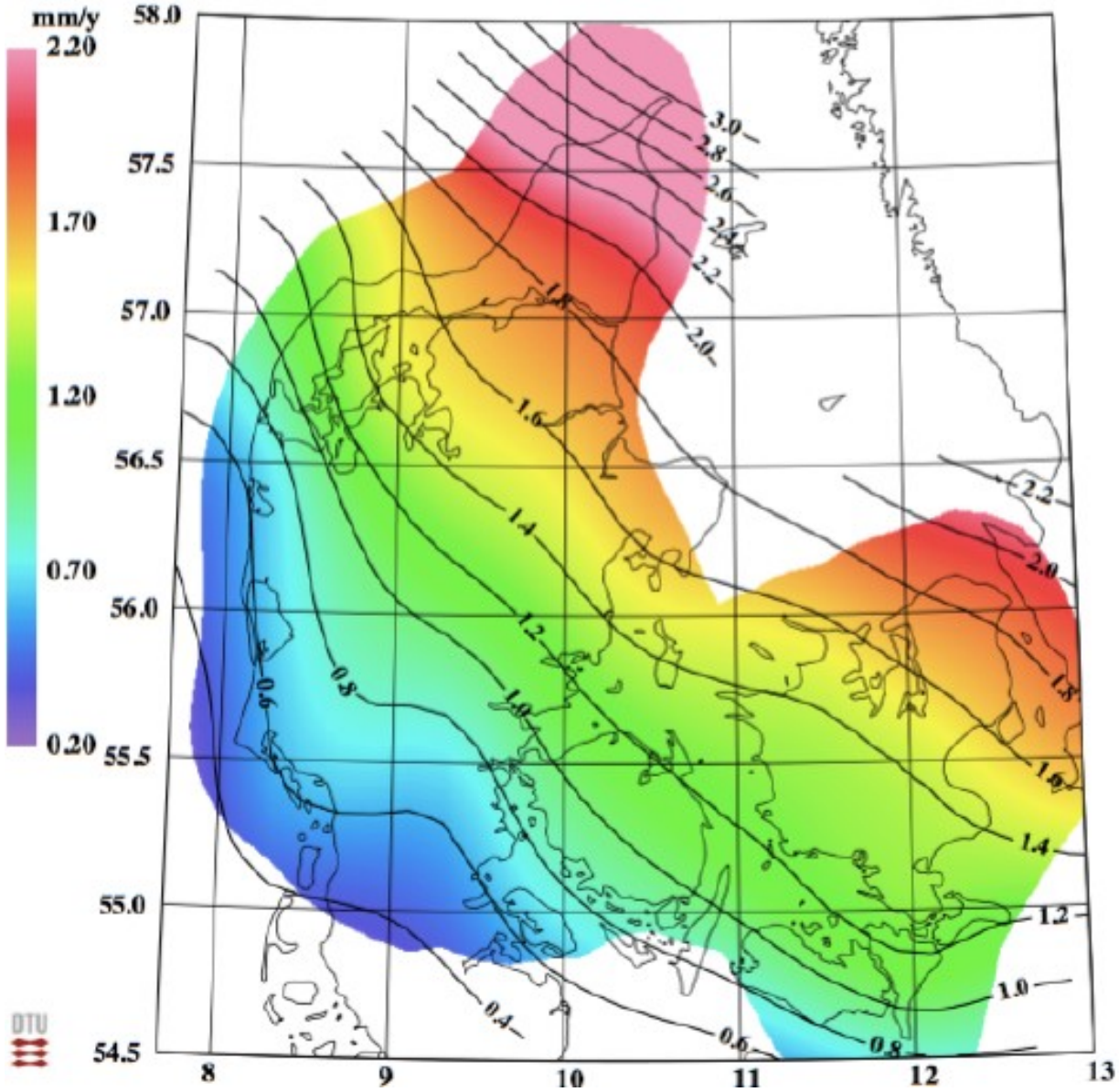
Tabel 2B: Praktiske informationer vedrørende billedoptagelserne, nemlig indfaldsvinkel, antal billeder samt optageperioden for et givent satellitspor, her descending. Bemærk, at indfaldsvinkler kun er givet for satellitspor, der dækker fastlandet. Kilde: TRE Altamira (2021).



Figur 4: Tidspunkter for Sentinel-1-billedoptagelser i ascending (øverst) og descending (nederst) satellitspor over Danmark. Hver markør angiver en billedoptagelse. Alle optagelser er anvendt i SDFE's beregning. Kilde: TRE Altamira (2021).



Figur 5: Eksempel på pludseligt "spring" fra én måling til den næste. Oftest skyldes springet ikke en fysisk bevægelse men snarere en fejlkilde i billedoptagelserne, som kan være svær at fjerne i databehandlingen. Kilde: TRE Altamira (2019).



Figur 6: Uplift-model. Man kan se, hvordan uplift-signalet stiger med breddegraden. Kilde: Per Knudsen, DTU Space (2016).

2.4.2 Udtræk af målepunkters koordinater

- Shape-filerne indeholder ikke separate kolonner til målepunkternes geografiske koordinater. De er dog indeholdt i datafilerne. Ønskes de eksporteret som separate kolonner, skal man eksportere datasættet til en ny shape-fil. I QGIS version 2.18 gøres det således:
  Indlæs datafilen og brug menuen: ”Vector” → ”Geometry tools” → ”Export/ Add geometry columns”. Vælg ”Calculate using” = ’Layer CRS’ og angiv under ’Added geom info’ et filnavn → ”Save to file”.
  I QGIS version 3.0 findes ”Geometry tools” under ”Processing” → “Toolbox” → “Vector geometry”.
- Bemærk, at koordinaterne angiver centerkoordinaten for det givne målepunkt og altså ikke nødvendigvis målingens nøjagtige placering.

3. Anvendelse af SDFE's beregning

3.1 Opmærksomhedspunkter

Ved anvendelse af SDFE's beregning er der en række punkter, man skal være opmærksom på. Disse vedrører datarettighederne samt de tilfælde, hvor man ønsker at præsentere data:

SDFE's beregning stilles frit til rådighed. Har man modtaget beregningen igennem SDFE, kan den således anvendes til det formål, man ønsker. Man skal dog være opmærksom på ansvarsfraskrivelsen, som leveres sammen med data.

Ved præsentation af SDFE's beregninger bedes man:

Inkludere sætningen "Indeholder modificerede Copernicus Sentinel-data (ÅÅÅÅ_fra – ÅÅÅÅ_til)", så det fremgår, hvor data kommer fra samt hvilken tidsperiode, de dækker. Dette er en forudsætning for anvendelse af afledte data fra EU-Kommissionens jordobservationsprogram Copernicus, som Sentinel-1 er en del af, og dermed også for anvendelse af SDFE's beregning.

Inkludere sætningen "Data fra Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering/ TRE Altamira (ÅÅÅÅ)", hvor ÅÅÅÅ angiver året, beregningen er modtaget i.

Dette gælder således, hvis beregningen skal præsenteres på en konference, i en rapport eller lignende.

3.2 Ansvarsfraskrivelse

Anvendes beregningen, skal man være opmærksom på følgende:

Dansk:

InSAR-data om landbevægelser (herefter refereret til som "Produkterne") er leveret til Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (SDFE) af TRE Altamira. Landbevægelserne er beregnet ud fra Sentinel-1-data, som er stillet til rådighed af det Europæiske Rumagentur i regi af Copernicus-programmet.

Produkterne blev genereret ved hjælp af en proprietær algoritme baseret på statistisk analyse (SqueeSAR™). Som med andre typer af geodætiske målinger, selvom alle kræfter er lagt i at opnå et så nøjagtigt produkt som muligt, så er Produkterne ikke 100% korrekte. Derfor skal en bruger acceptere Produkterne ”som de er”.

Hverken SDFE eller TRE Altamira kan på nogen måde holdes ansvarlig for nogen fortolkning af Produkterne i forbindelse med, men ikke begrænset til, for eksempel geologiske, geofysiske, geotekniske og/eller konstruktionsmæssige analyser, eller for fortolkninger som på nogen måde kan laves ud fra Produkterne. Hverken SDFE eller TRE Altamira kan holdes ansvarlig for tab eller skade pålagt af tredjeparter og som skyldes, direkte eller indirekte, fortolkning og integration af Produkterne af brugeren eller tredjepart.

Brugeren skal påtage sig alle risici som følge af brug og offentliggørelse af produkterne. Brugeren skal holde SDFE og TRE Altamira skadesløse og kan ikke pålægge SDFE og TRE Altamira nogle krav eller krav om erstatning for skader fra tredjeparter, som hidrører fra offentliggørelsen af Produkterne i nogen form, og fra uautoriseret brug af Produkterne.

Det skal sikres, at brug af Produkterne sker i overensstemmelse med gældende dansk ret. Indsamler (downloader) man frie geografiske data til egne formål, herunder samkørsel af Produkterne med andre datasæt, gøres brugeren opmærksom på, at brugeren efter databeskyttelsesforordningen nemt kan blive dataansvarlig for brugerens egne handlinger i forordningens forstand, jf. definitionen af en dataansvarlig i forordningens artikel 4, nr. 7. Det betyder, at brugeren får et selvstændigt ansvar for at overholde databeskyttelsesforordningen. Det bemærkes dog, at forordningen ikke gælder for en fysisk persons behandling af oplysninger under en rent personlig eller familiemæssig aktivitet.

Engelsk:

InSAR displacement data (hereinafter referred to as the “Products”) were provided to the Agency for Data Supply and Efficiency (SDFE) by TRE Altamira. Measurements were obtained using Sentinel-1 data provided by the European Space Agency in the framework of the Copernicus Program.

The products were obtained by applying a proprietary algorithm based on statistical analysis (SqueeSAR™). Similarly, to any other geodetic measurement, although all efforts have been spent to make the results as accurate as possible, the Products are not 100% accurate. Therefore, any user must accept the Products ”as they are”.

Neither SDFE nor TRE Altamira can be held liable in any way for any interpretation relating to the Products such as, by way of example, but not limited to, geological, geophysical, geotechnical and/or structural interpretation, or interpretation deriving in any way whatsoever from the Products. Neither SDFE nor TRE Altamira may be held liable for any loss or damage incurred by third parties and deriving, directly or indirectly, from interpretation and integration of the Products by the user or third parties.

The user shall assume all risks deriving from the use and publication of the Products. The user shall indemnify and hold harmless SDFE and TRE Altamira from any demand or claim for damages by third parties deriving from the publication of the Products in any form whatsoever, and from unauthorised use of the Products.

It must be ensured that any use of the Products is compliant with the existing Danish law. If acquiring (downloading) the free geographical data for own purposes, including the merging of the Products with other datasets, please be aware that according to the General Data Protection Regulation, the user may easily be responsible for his/her own actions, cf. the definition of a data controller in the Regulation’s article 4, no. 7. This means that the user obtains an independent responsibility for ensuring compliance with the General Data Protection Regulation. It must be noted, however, that the Regulation does not apply to a physical person’s use of information in relation to a strictly personal or family-related activity.

3.3 TREMaps™

Har man adgang til TRE Altamiras online web-tjeneste, TREMaps™, til visualisering, analyse og download af SDFE's beregning, følger her en række opmærksomhedspunkter:

- Generelt:
  - Det anbefales at anvende browseren Chrome eller Firefox.
  - Datasættenes organisering er angivet i Tabel 3A og B.
  - Ved klik på et datasæt åbnes en signaturforklaring for "VEL". Denne lukkes ved klik på (Figur 7).
  - Første gang man zoomer ind på et område, skal baggrundskortet loades. Det kan tage lidt tid. Zoomer man senere hen ind på samme område, vil baggrundskortet loades hurtigere.
- Visualisering:
  - Når man kigger på en tidsserie, kan man ved klik på funktionen "detrend" ( ) trække den lineære trend fra "VEL". Klikkes på værktøjet igen, påføres trenden atter.
  - Den geografiske placering af REF samt SDFE's hjørnereflektorer og GNSS-stationer kan visualiseres som separate lag.
- Datadownload over brugerdefineret interesseområde:
  - Ved klik på download-ikonet ( ) skal man vælge et interesseområde. Dette gøres ved at klikke på udvalgte punkter i landskabet. Polygonen lukkes ved dobbeltklik.
  - Man kan maksimalt downloade 1000 målepunkter inden for et interesseområde.
- Det er pt. ikke muligt at:
  - ændre farveskalaen, så man kun får vist hastigheder inden for et brugerbestemt spektrum, f.eks. fra -10 mm/yr til 0 mm/yr.
  - ændre størrelsen på målepunkterne på baggrundskortet,
  - visualisere målepunkter, som opfylder et bestemt kriterium, såsom at COHERENCE skal ligge mellem 0.7 og 1.0.

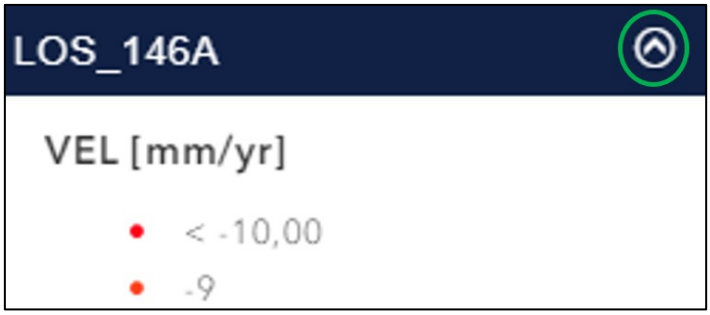
  Dette skyldes web-tjenestens opsætning og forventes pt. ikke at blive ændret fremadrettet.

Datasæt		**Lokalisering på TREMaps™**
Bevægelser over landarealer	Line-Of-Sight-bevægelser	DENMARK Line-of-Sight → ASCENDING/ DESCENDING
	Line-Of-Sight-bevægelser kalibreret med data fra SDFE's GNSS-stationer	Ikke tilgængelig; kan dog fås ved anmodning på grf@sdfe.dk
	Vertikalbevægelser	DENMARK 2D
	Horisontalbevægelser	DENMARK 2D
	Vertikalbevægelser kalibreret med GNSS-data	Fastland: DENMARK 2D Øer: Ikke tilgængelig
	Vertikalbevægelser kalibreret med GNSS-data, fratrukket uplift-model	Ikke tilgængelig; kan dog fås ved anmodning på grf@sdfe.dk
	Horisontalbevægelser kalibreret med GNSS-data, fratrukket tektonisk model	Ikke tilgængelig; kan dog fås ved anmodning på grf@sdfe.dk
	Hotspots baseret på vertikalbevægelser	Fastland: DENMARK 2D Øer: Ikke tilgængelig

Tabel 3A: Oversigt over organisering af datasættene, der omhandler bevægelser over landareal, i SDFE's leverance på TRE Altamira's web-tjeneste TREMaps™.

Datasæt		Lokalisering på TREMaps™
Bevægelser af hjørne-reflektorer	Line-of-Sight-bevægelser	DENMARK Ancillary Data → Corner Reflector → LVS 1-3/ LVS 4-6
	Vertikalbevægelser	DENMARK Ancillary Data → Corner Reflector → LVS 1-3/ LVS 4-6
	Horisontalbevægelser	DENMARK Ancillary Data → Corner Reflector → LVS 1-3/ LVS 4-6
Øvrige leverancer	Multireflektansindex	DENMARK Ancillary Data → MIR ASCENDING DENMARK Ancillary Data → MIR DESCENDING
	Polarisering	DENMARK Ancillary Data

Tabel 3B: Oversigt over organisering af datasættene, der omhandler bevægelser af hjørnereflektorer og øvrige leverancer, i SDFE's leverance på TRE Altamira's web-tjeneste TREMaps™.



Figur 7: Udsnit af signaturforklaring, der viser farveskalaen for parameteren VEL [mm/år]. Signaturforklaringen vises oven på baggrundskortet, når man markerer et datasæt til visualisering. Ønskes forklaringen lukket, klikkes på pilen markeret ovenfor.