



**hum\*tek**  
Design Mennesker Teknologi

## EKSAMEN

2. semester - forår 2018

<b>Eksamensgruppenr. og hus:</b> S1824791563 – HUMTEK hus A
<b>Projekt(arbejds)titel:</b> Satellitsystemer og geografiske informationssystemer og deres anvendelse til at belyse miljørelaterede problemstillinger
<b>Gruppens medlemmer:</b> Studienr. 63674 Heidi Søby Eriksen – <a href="mailto:heidier@ruc.dk">heidier@ruc.dk</a> Studienr. 63706 Christa Rosenquist Bækkel – <a href="mailto:chroba@ruc.dk">chroba@ruc.dk</a> Studienr. 63673 Boline Bregnhardt-Hansen – <a href="mailto:bobrha@ruc.dk">bobrha@ruc.dk</a> Studienr. 63753 Rasmus Grevinge Jensen – <a href="mailto:ragrje@ruc.dk">ragrje@ruc.dk</a> Studienr. 63822 Casper Ellingegaard Kofod Birk – <a href="mailto:cekb@ruc.dk">cekb@ruc.dk</a>
<b>Vejleder:</b> Thomas Theis Nielsen <a href="mailto:nielsentt@ruc.dk">nielsentt@ruc.dk</a> (med Esbern Holmes <a href="mailto:holmes@ruc.dk">holmes@ruc.dk</a> som (teknisk) medvejleder)
<b>Opponentvejleder:</b> Mette Sofie Mortensen ( <a href="mailto:msofie@ruc.dk">msofie@ruc.dk</a> )

Antal tegn m. mellemrum: 65.151

Antal sider: 27,15

## ABSTRACT

Kan radardata fra satellitter bruges til at afdække omfanget af mindre sæsonbetingede oversvømmelser på eksempelvis marker? Hvor meget vand der skal til, før vi kan observere det via radardata? Og ved hvilke værdier defineres vand i datasættet? Hvordan skal data fra radarsatellitterne fortolkes, og hvordan fungerer teknologien? Dette er nogle af de spørgsmål der vil blive besvaret i dette projekt. Der vil blive taget udgangspunkt i empiriske feltstudier.

Derudover vil der være data fra Sentinel-1 satellitterne i det Europæiske Copernicus program. Der vil derudover også blive taget udgangspunkt i TRIN-modellen fra Jørgensen 2017, for at forstå teknologien.

Derudover vil der blive beskrevet, hvordan de øgede nedbørsmængder forventes at påvirke landbruget, samt risikoen for flere sæsonbetingede oversvømmelser.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>INDHOLDSFORTEGNELSE.....</b>	<b>3</b>
<b>BEGREBSAFKLARING .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INDLEDNING .....</b>	<b>7</b>
1.1 <i>Mål for semesterprojekt .....</i>	8
1.2 <i>Problemfelt.....</i>	8
1.3 <i>Hvorfor et projekt om anvendelse af GIS data .....</i>	9
1.4 <i>Problemformulering.....</i>	9
1.5 <i>Arbejdsspørgsmål .....</i>	9
Arbejdsspørgsmål 1 .....	9
Arbejdsspørgsmål 2 .....	9
Arbejdsspørgsmål 3 .....	9
1.6 <i>Semesterbinding .....</i>	10
1.6.1 <i>Teknologi Systemer Artefakter (TSA) .....</i>	10
1.6.2 <i>Subjektivitet, teknologi og samfund (STS).....</i>	10
1.7 <i>Afgrænsning af projekt .....</i>	11
<b>2 INTRO SAR DATA .....</b>	<b>12</b>
2.1 <i>SAR .....</i>	12
<b>3 METODE .....</b>	<b>13</b>
3.1 <i>Indsamling af empiri .....</i>	13
Kursus i GIS .....	13
Litteratursøgning .....	13
Interviews – feltstudie.....	13
Google Earth Engine .....	14
TRIN-modellen.....	14
Metode - Databehandling .....	16
<b>4 ANALYSE.....</b>	<b>17</b>
4.1 <i>Analyse af feltstudie.....</i>	17
4.2 <i>Teknisk analyse af data fra SAR.....</i>	19
Analyse – Data og kortprodukter .....	19
4.3 <i>Analyse af SAR i henhold til TRIN-model.....</i>	23
4.3.1 <i>TRIN 1; "Identifikation og analyse af teknologiens indre mekanismer og processer" .....</i>	23
Bølgelængde.....	24
SAR.....	26
Ground range resolution .....	27
Azimuth opløsning.....	29

Sentinel-1.....	30
Polarisering.....	32
Radarskygger .....	34
GIS data.....	34
Raster og vektor data .....	35
4.3.2. TRIN 2: " Identifikation og analyse af teknologiens artefakter" .....	37
4.3.3 TRIN 5; "Analyse af sammenhæng i et større teknologisystem" .....	39
<b>5 VISUEL KOMMUNIKATION.....</b>	<b>41</b>
<i>5.1 Visualisering .....</i>	<i>41</i>
<b>6 KONKLUSION.....</b>	<b>42</b>
<b>7 PERSPEKTIVERING.....</b>	<b>44</b>
<i>7.1 Remote sensing ved brug af radardata .....</i>	<i>44</i>
<i>7.2 SAR, øget nedbør og samfundsproblemer.....</i>	<i>45</i>
<i>7.3 Refleksion .....</i>	<i>49</i>
<b>Litteraturliste .....</b>	<b>50</b>
<b>BILAG.....</b>	<b>52</b>
<i>Bilag 1 .....</i>	<i>52</i>
<i>Bilag 2 .....</i>	<i>52</i>
<i>Bilag 3 .....</i>	<i>53</i>
<i>Bilag 4 .....</i>	<i>59</i>
<i>Bilag 5 .....</i>	<i>59</i>
<i>Bilag 6 .....</i>	<i>60</i>
<i>Bilag 7 .....</i>	<i>62</i>

## BEGREBSAFKLARING

Begrebs forkortelse	Korrekt udskrivning	Beskrivelse
Azimuth		Azimuth betegner en retning, som måles i grader. Azimuth betegner også en retning til et himmellegeme, hvor vinklen fra nord til øst, betegner dette med sine to koordinater.
Backscatter		Den impuls der bliver returneret til modtageren på satellitten.
Bigdata		Bigdata er et begreb der benyttes ved store mængder data som kan anvendes til at analysere og diskutere et givet problem eller fordel for at kunne give en fremtidsanskuelse om det pågældende område. I projektet vil BigData omhandle de store mængder data vi kan udlede fra den/de udvalgte satellitter.
Cellestørrelse		Den pixelstørrelse som der arbejdes i.
Chirp		Den impuls der bliver sendt afsted fra SAR kaldes "Chirp" – lyden associeres med fuglens "pip"
Copernicus		ESA program som står for Global Monitoring for Environment and Security programme tidligere kendt som GMES. Der er over 30 satellitter i Copernicus programmet.
CSV	Comma Separated Values	Ved anvendelse af Google Earth Engine er der mulighed for at trække data ud via en CSV fil
Depression angle		Den vinkel der er mellem den horisontale linje igennem satellitten og til den vinkel hvor slant range starter
EDRS	European Data Relay System	Det er en konstellation af de nyeste GEO-satellitter, der forbinder informationer og data mellem satellitter, rumfartøjer, UAV'er og jordstationer.
ESA	European Space Agency	Europæisk rumforskningscenter
GIS	Geographical information System	GIS er et IT-system og et værktøj hvormed man kan lagre, manipulere og hente data om geografisk information. GIS anvendes som analyse- og visualiseringsredskab og derved give overblik over data med en geografisk relation.
Ground range		Ground range er distancen mellem nadir og et objekt. Fx et træ, et hus, en mark

Begrebs forkortelse	Korrekt udskrivning	Beskrivelse
Ground truth		Ground truth er det område, hvor feltarbejdet laves. Det er dør, hvor der bliver observeret og undersøgt ud fra vores givne problemstilling.
MSI	Multispectral Image	Et billede der er taget med en passiv satellit.
Nadir		Den korteste afstand mellem satellitten og jordoverfladen
Polarisering		Polariseringen af et radarsignal kan afsendes og modtages horisontalt (H) eller vertikalt (V) og i nogle tilfælde begge dele. Det gør at der er fire kombinationer (bånd) som et signal kan defineres på; HH, HV, VV, VH.
Radar	Radio Detecting And Ranging	Et signal der afsendes som mikrobølger der er mellem 1mm og 1 meter lange (svarende til 300 MHz til 300 GHz) og det er op til 2.500.000 gange længere end den korteste lysbølge.
Radar shadow		Radar shadow er den skygge eller stykke som radaren ikke kan registrer på grund af Jordens ovale overflade.
RGB	Red, Green, Blue	Farvekombination af toner af røde, grønne og blå farver.
SAR	Synthetic Aperture Radar	En aktiv satellit, dvs. en satellit der fx afsender et signal og modtager et retursignal.
SAS	SAR Antenna Subsystem (SAS)	Del af SAR satellitten som udgør vingerne.
SES	SAR Electronics Subsystem (SES)	Den anden del af SAR satellitten der udgør den indre elektronik.
Sentinel 1A og 1B		To radar satellitter som er sendt op af ESA for at afdække jorden på hver 12 dage. Det vil sige, at hver sjette dag har enten Sentinel-1A eller 1B været forbi det samme punkt på ækvator.
Slant range		Er defineret som den retning som pulsen møder objekter og det område som pulsen rammer med slant range.
Swath/sub-swath		Kan oversættes med stykke, skår eller bælte, her menes der det område som SAR kan overflyve på en gang. Sub-swath er en del af en swath.

## 1 INDLEDNING

Et uhørt antal informationer fra sensorer i rummet bliver hvert sekund logget, for at kunne blive oversat via datasystemer til noget, som vi mennesker kan forstå – enten visuelt eller skriftligt. Dette projekt omhandler hvorledes remote sensing fra en satellit virker og kan transformeres, så data kan anvendes for at få mere kendskab til planeten Jorden. Projektet vil belyse hvorledes vi med remote sensing kan observere vand, og hvor stort et område med vand, der skal til for at det kan defineres.

Vores moderne samfund er i dag afhængige af de data som satellitter afgiver, og som vi anvender i forskellige kommunikationsværktøjer som GPS, vejrudsiger, klimaforskning, overvågning mm.

De data projektet belyser er data fra SAR Satellitter, som Sentinel-1 sensoren der udsender og opfanger radar puls kan defineres som remote sensing. Remote sensing er elektromagnetisk energi der afgives og opfanges af sensorer, som bliver afgivet fra platforme som Sentinel 1A og 1B, der har en overflyvningsrytme på hver sjette dag (hver satellit overflyver hver 12. dag). Disse returnerer data til modtagesystemer og for at transformere data til noget vi som mennesker kan aflæsse, bruger vi computerens kapacitet/system. Det vil sige vi anvender Geografiske Informations Systemer (GIS) til at oversætte data til fx landkort med dybde og højde, målinger af vegetation eller data oversat til fx tabeller.

SAR data er det returnerede backscatter-signal fra afsendte mikrobølger i det elektromagnetiske spektra, som er op til 2.500.000 gange længere end den korteste lysbølge og er mellem 1 mm og 1 m lange (svarende til 300 MHz til 300 GHz). Kendetegnet ved mikrobølger er at de kan trænge igennem atmosfæren under alle vilkår, så som regn, skyer, sne og røg (Ingeniøren, 2006).

Projektet vil også undersøge hvad teknologien omkring SAR bidrager til, det teknologiske system vil blive beskrevet igennem TRIN-modellen (Jørgensen, 2017) og vil fremgå som et element der både beskriver teknologien men endvidere analysere teknologien i et større teknologisk system. Vi vil igennem diskussion og perspektivering belyse, hvilke konsekvenser øgende vandmængder på marker har af indflydelse på landmænds erhverv.

## 1.1 Mål for semesterprojekt

Vores mål for dette semesterprojekt er at undersøge teknologien omkring SAR data og hvordan information fra radarbølger bliver anvendt i Geografiske Informationssystemer (GIS). Igennem data vil vi se om det er muligt at fastslå, at der er vand på bestemte områder, på baggrund af projektets problemformulering ”Hvor stort et areal af vand kræves der for, at det kan observeres ved hjælp af data fra Sentinel-1?”

Motivationen for at have fokus på Geografiske Informationssystemer udspringer af interessen for eventuelle øgede vandmængder på landjorden i forbindelse med klimaforandringer. Vi vil ikke bringe klimaforandringer ind i projektet men dette var en interesse som skabte projektet til en start.

## 1.2 Problemfelt

I dette projekt, har vi valgt at fokusere på det teknologiske system i en satellit som afgiver data, nærmere betegnet SAR data. Vi vil således forsøge at be- eller afkræfte om der et er muligt at lokalisere vand via data, og hvor stort et område der skal til for at det bliver defineret som vand. Projektet vil også belyse, hvordan data opfanges og hvordan data behandles.

Projektet startede op med, at belyse en debat, der har kørt primo 2018, omkring øgede vandmængder på markerne. Herefter udviklede projektet sig til, at skulle belyse om det reelt er et eksisterende problem med øgede vandmængder, og hvem dette problem eventuelt påvirkede. Projektet har rykket sig igennem hele semestret, men er endt med et interessant problemfelt; om det er muligt at benytte Geografiske Informationssystem (GIS) data, til at identificere vand med, og hvor effektivt systemet er til dette? Og hvilket problem en øget nedbør skaber for landmanden, med fremtidsudsigter for øgede vandmængder på marker?

Ved brug af TRIN-modellen (Jørgensen, 2017) – TRIN 2 og 5, vil vi undersøge og perspektivere, hvordan teknologien fungerer og hvorledes sammenhængen i et større teknologisystem forløber samt undersøge samspillet mellem teknologi og menneske indgår i satellitter.

### 1.3 Hvorfor et projekt om anvendelse af GIS data

I projektet benyttes GIS værktøjet Google Earth Engine til at visualisere og undersøge forskelligt udvalgte områder, hvor der er øgede vandmængder og erfaring for hvor der er vand. GIS data fra hvert af disse områder, for en given periode bliver anskueliggjort i en tabel og herefter analyseret. De forskellige observationer vil der blive analyseret for at se om der kan skabes en sammenhæng, og kunne angive et estimat for hvornår vand kan blive defineret via data.

### 1.4 Problemformulering

- **Hvor stort et areal af vand kræves der for, at det kan observeres ved hjælp af data fra Sentinel-1?**

### 1.5 Arbejdsspørgsmål

#### Arbejdsspørgsmål 1

##### **Hvorfor har Sentinel-1 og GIS databehandling en relevans for at kunne observere vand på et givent areal?**

- Ved at undersøge Sentinel-1 giver det projektet et overblik over, hvilken teknologi og hvilken form for data der skal behandles. GIS databehandling udleder således vores empiri inden for, hvor stort arealet skal være. Der vil dermed blive analyseret på data.

#### Arbejdsspørgsmål 2

##### **Hvad kan feltstudiet bidrage med i forhold til samspillet med Google Earth Engine?**

- Vil dette kunne give anledning til fejlkilder, og hvordan kan det imødekommes med ground truth? Hvorledes kan der ud fra udvalgte trænings områder være muligt at udregne vandpixels interval?

#### Arbejdsspørgsmål 3

##### **Hvorledes kan data fra SAR indgå i debatten omkring øget nedbør, og hvilke problemer det vil kunne skabe for landbruget?**

- Igennem semesterbindingen i STS vil vi belyse, hvorledes data fra SAR kan belyse

fremtidsudsigter for nedbør og hvilke konsekvenser det kan give landmanden, at marker har øget muligheder for oversvømmede områder.

## 1.6 Semesterbinding

Projektet forankrer semesterbindingen Teknologiske Systemer og Artefakter (TSA) ved en gennemgang af Sentinel-1 satellitterne og data herfra samt ved brug og beskrivelse af brugen af et geografisk informationssystem (Google Earth Engine). Der arbejdes også med TRIN-modellen (Jørgensen, 2017). Desuden har vi valgt af inddrage Subjektivitet, teknologi og samfund (STS). Her vil projektet belyse sammenhængen mellem øgede vandmængder og fakta omkring vand, der kan valideres igennem data fra Sentinel-1 satellitterne.

### 1.6.1 Teknologi Systemer Artefakter (TSA)

Semesterprojektdimensionen TSA, handler overordnet om, hvordan teknologier og systemer er bygget op indefra. Det betyder at vi finder oplysninger om, hvordan det teknologiske indre er bygget op og fungerer.

Vi vil derfor med dette projekt, undersøge vores problemstilling ved at gøre brug af teknologien, remote sensing, inddrage data fra Google Earth Engine og dermed understøtte vores problemstilling med metoder og empiri.

Vi vil benytte teknologien som et værktøj – igennem TRIN modellen (Jørgensen, 2017). Her ønsker vi, at belyse hvilke indre mekanismer og processer der indgår i remote sensing samt hvilke processer, der skal tages i anvendelse ved at benytte Google Earth Engine til at behandle data. Områderne der er udvalgte, er områder med vand på Sjælland.

### 1.6.2 Subjektivitet, teknologi og samfund (STS)

Igennem semesterbindingen i STS vil vi belyse sammenhængen med øget nedbør og konsekvenserne i et samfundsmæssigt perspektiv af, at der kan blive en højere vandstand på landmænds marker. Vi har i vores semesterprojekt benyttet os af teknologien Google Earth Engine, og vil med teknologi og empiri fortolke muligheden for at forudsige fremtidige

nedbørsforhold. Vi vil forholde os til debatten omkring mulige øgede vandmængder både nu, og hvilke konsekvenser det kan skabe frem mod det 22. århundrede.

### 1.7 Afgrænsning af projekt

I dette projekt har vi taget udgangspunkt i om satellitter kan anvendes til at definere vand på et bestemt område/areal. Vi vil afgrænse projektet til, at vi kort nævner brugen af satellitter, men ikke går yderligere i dybden med hvilke anvendelsesformål en satellit har i sine forskelligartede egenskaber.

Området med den valgte teknologi – herved Sentinel-1 og brugen af data herfra – vil blive forklaret i et omfang hvoraf de vigtigste mekanismer inklusiv databehandling er nødvendige. Vi har derfor taget udgangspunkt i nogle udvalgte områder, og det som ikke bliver nævnt, igennem projektet er med vilje udeladt, da det ville skabe for bredt et omfang for projektet og det tidsrum vi har haft til at forstå teknologien.

Vi har valgt at tage udgangspunkt i metoden fra TSA 1, TRIN-modellen (Jørgensen, 2017), herved med fokus på Trin 1, 2 og 5 da vi mener disse trin udgør en central vigtighed for projektet. Vi vil derfor ikke uddybe de resterende trin i modellen. Projektet vil desuden inddrage og anvende teknisk viden omkring GIS, for at kunne fastslå korrekthed af data med henblik på eventuelle fejlkilder. Som bindeledd mellem TSA og STS har vi valgt, at belyse øgede vandmængder og konsekvenser heraf for landmænd, om det kan bekræftes via data at vi i Danmark har og vil få øget nedbør.

Vi har valgt at afgrænse projektet i sådan en grad at den røde tråd igennem opgaven ikke vil blive ledt af klimaforandringer, nedbør og jordbundsforhold, derfor vil emnerne ikke blive diskuteret i dybden. Vi vil i stedet udforske og give vores syn på, hvordan en fremtid med satellitter til og med 2035, som vil forløbe igennem en mindre og kort fattet udgave af et RoadMap. RoadMap' vil ikke være fuldstændig, men den vil bidrage i et omfang, hvor vi igennem databehandling og viden om Sentinel-1 vil være fortrolige med en lille del af udviklingen.

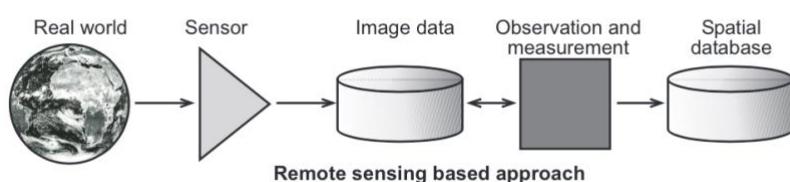
## 2 INTRO SAR DATA

### 2.1 SAR



(Billedet er fra filmen på (ESA.int, Copernicus, Overview, u.d.))

I 1978 blev den første radarsatellit sendt op, det var SEASAT, som blev benyttet til hav- og havisovervågning. Ofte anvendes remote sensing til, at kunne foretage observationer fra fx luften og lagre data digitalt uden at der nødvendigvis behøver at være mennesker involveret. Ved "ground truth" sker en observation dog ved, at en person foretager en observationen på det område der skal undersøges. Herefter kan der sammenlignes data med det datagrundlag som der både er opsamlet via remote sensing og ground truth.



Figur 1- (Kerle, Janssen, & Huurneman, 2004, s. 31). Her forklares forholdet mellem den virkelige verden og det vi kan opfange digitalt.

I over 30 år har man anvendt Synthetic Aperture Radar (SAR) som remote sensing. Med en avanceret radar teknologi kan SAR udsende signal og modtage data uanset vejrførhold og om det er dag/nat. SAR kan optage data til brug for undersøgelser af klimaforandringer som forandringer på og rundt om jorden (Moreira, et al., 2013)

## 3 METODE

### 3.1 Indsamling af empiri

Vi har indsamlet vores nuværende empiri ved;

- Kursus i anvendelse af GIS data – undervisning taget på Geografi, underviser Esben Holmes
- Litteratur fra biblioteket, vejleder, forelæsninger samt søgninger på nettet.
- Feltstudier ved Kornerup å og Tølløse.

#### Kursus i GIS

I februar/marts deltog hele gruppen i to seancer med undervisning på geografi i anvendelsen af GIS data. Undervisningen var 2x4 timer. Her opnåede vi alle en god forståelse for hvordan data indsamles og hvordan data behandles via et geografisk informationssystem.

#### Litteratursøgning

Projektgruppen har fået hjælp af vejledere til at finde rette litteratur, samt fra biblioteket.

Desuden har søgning på internettet også være brugbart, da vi via google.scholar har fundet en del artikler. Enkelte forelæsninger har også bidraget med inspiration til litteratur.

#### Interviews – feltstudie

Vi har benyttet os af et antropologisk studie, etnografisk metode (Bille, 2017) ved at undersøge områder for vand. Her udarbejdede vi en kvalitativ undersøgelse ved, at have fokus på afstand og objektivitet - undervejs tog vi feltnoter og fotos.

Vores feltstudie blev koncentreret omkring Roskilde egnen og vi havde fra vejleder fået et tip om, at undersøge området omkring Kornerup å. Desuden var vi også en tur omkring Tølløse for, at finde et større område med vand, som vi kunne bruge som et pejlepunkt for vores dokumentation. Vi fik opmålt de våde områder som vi ville bruge i vores empiri. Her fik vi GPS-koordinater indsamlet, til brug for videre bearbejdelse i Google Earth Engine.

### Google Earth Engine

Vi benytter os af GIS-værktøjet Google Earth Engine til at analysere data. En del kender med sikkerhed til programmet Google Earth eller Google Maps, Standard verdenskort m.m., som findes i fx mobilenheder, telefoner, tablets etc. Det der gør Google Earth Engine unik er, at systemet giver adgang til uendelige mængder af data.

For at kunne få tildelt adgang til Google Earth Engine, skulle vi skrive en ansøgning med en begrundelse for, hvorfor vi gerne ville have adgang.

### TRIN-modellen

Vi har i dette projekt valgt at gøre brug af TRIN-modellen (Jørgensen, 2017), som blev præsenteret på 1. semester på Hum-Tek 2017 TSA1, da det giver os et målrettet forløb til semesterprojektet. TRIN-modellen er; Teknologisystemer er sammenhængende systemer af teknologiske artefakter, som samlet besidder en bestemt funktionalitet, der muliggør omformning af natur med henblik på opfyldelse af menneskelige behov (Müller, Remmen, & Christensen, 1984). Samtidig understøtter vores benyttede trin vores udvalgte teknologiske systemer, hvor deres i mellemtiden undersøges analyse af dataene derfra. Vi har valgt at tage udgangspunkt i Sentinel-1 satellitterne ved at indsætte den i TRIN-modellen. Projektet vil anvende TRIN 1, 2 og 5 til at belyse det teknologiske system.

Alle trin i TRIN modellen:

1. *Identifikation og analyse af en teknologis indre mekanismér og processer.*
2. *Identifikation og analyse af teknologiens artefakter.*
3. *Opstille en model af en teknologi, blandt andet med henblik på tekniske beregninger om teknologien, og vurdere modellens styrke og svagheder.*
4. *Identifikation og analyse af en teknologis tilsigtede og utilsigtede effekter.*
5. *Analyse af sammenhænge i et større teknologisystem.*
6. *Analyse af drivkræfter og barrierer for udbredelse af innovationen.*

(Jørgensen, 2017)

Vores givne problemstilling omhandler påstanden omkring de større landbrugsarealer står mere og mere under vand i længere tid i forhold til før i tiden. Men for at kunne besvare vores problemstilling, så har vi blandt andet valgt at gøre brug af TRIN-modellen (Jørgensen, 2017). Vi har valgt at tage udgangspunkt i Sentinel-1 satellitterne og ved derfor indsætte dem/den i TRIN-modellen.

Vi har i dette projekt valgt at gøre brug af disse trin:

#### **TRIN 1: "Identifikation og analyse af teknologiens indre mekanismer og processer"**

*En teknologis indre mekanismer og processer: De centrale af de mekanismer og processer i en teknologi, som bidrager til at opfylde teknologiens funktion(er) (Müller, Remmen, & Christensen, 1984).*

TRIN 1 er et beskrivende trin hvor der vil blive lagt vægt på en teknologis mekanismer samt processer, og hvordan den er opbygget og fungerer.

Ved brug af TRIN 1 vil vi benytte TRIN-modellen til at identificere og analysere teknologiens indre mekanismer og processer, samt redegøre for hvordan teknologien er opbygget.

Der vil blive lagt fokus på Sentinel-1 opbygning og give en forståelse for, hvordan teknologien fungerer.

#### **2. TRIN: " Identifikation og analyse af teknologiens artefakter"**

Artefakter er menneskabte genstande og adskiller sig som sådan fra genstande frembragt gennem processer i naturen. Et teknologisk artefakt er et artefakt, som har en teknologisk funktion.

Teknologi er omformning af natur (stof og energi) under anvendelse af naturlige og sociale ressourcer samt information, viden og praktisk erfaring med henblik på at opfylde menneskelige behov. Summen af de hjælpemidler, hvorved mennesket genskaber og eventuelt udvider sine materielle livsbetingelser, og bevidstheden om deres anvendelse, udgør teknologien i ethvert samfund (Müller, Remmen, & Christensen, 1984).

Ifølge Müller, Remmen og Christensen bør man kunne opdele teknologien fra samfundet for at kunne fuldføre en analyse af sammenhængen heraf (Müller, Remmen, & Christensen, 1984, s. 15). Der følges således en fremgangsmåde hvori der tages en enkelt del ud af en helhed for derefter at bestemme sammenhængen (Müller, Remmen, & Christensen, 1984, s. 16).

## 5. TRIN: "Analyse af sammenhæng i et større teknologisystem"

Teknologisystemer er sammenhængende systemer af teknologiske artefakter, som samlet besidder af en bestemt funktionalitet, der muliggør omformning af natur med henblik på opfyldelse af menneskelige behov (Müller, Remmen, & Christensen, 1984).

Et teknologisk system skelner (De Vries, 2016) imellem en fysisk beskrivelse af et system, hvori der beskrives dele, som arbejder sammen og hvilke processer systemet kan varetage.

Informationen som vi får fra systemet, kommer fra teknologiens indre mekanismer. Dette afhænger af hvilken form for teknologisystem som bliver betragtet. Denne information der vil kunne opnås ved systemet, det kan indeholde hvordan elementer fungere, udformningen i forhold til delene samt tilstanden der kan karakteriseres ved systemet. Dette er igen meget afhængig af hvilket system der observeres og det spænder over resultatet, naturlovene, erfaringer, beregninger mm. Disse centrale dele kan komme til udryk ud fra en procesdata, som kan viderebringe de informationer vi ønsker at opnå med vores system.

### Metode - Databehandling

I Google Earth Engine produceres et kort der kan vise, hvor der er vand på baggrund af data fra Sentinel-1 satellitterne.

For at finde frem til de refleksionsværdier der med stor sikkerhed kan siges at være vandpixels, udvælges en række træn-områder.

I Google Earth Engine tegnes polygoner til at afgrænse de enkelte træn-områder, og herefter trækkes data fra områderne ud i CSV filer så vi kan arbejde med tallene i Excel.

I Excel kan der nu udregnes en middelværdi af værdierne i henholdsvis VV og VH båndet.

Herefter udregnes spredningen for værdierne i hvert bånd, og til sidst udregnes konfidensintervallet.

Når der er fundet frem til disse værdier, er det muligt at lave en simpel model i Google Earth Engine der filtrerer de udregnede værdier således, at vi får et kort der viser os hvad der måtte forventes at være vand. Dette på baggrund af den elektromagnetiske refleksion Sentinel-1 satellitterne har modtaget, i forhold til det oprindeligt afsendte signal.

## 4 ANALYSE

### 4.1 Analyse af feltstudie

I slutningen af marts (2018), foretog vi observationer omkring Kornerup by. Formålet var, at finde forskellige områder med vand på markerne, hvor vandet muligvis kunne og stadig kan, stamme fra Kornerup Å. De steder der vakte interesse, var steder hvor der umiddelbart var mere vand end sædvanligt på marker og enge. Vi var efterfølgende på ”uanmeldt besøg” hos et par landmænd, hvor vi forklarede kort omkring vores projekt og om der eventuelt var en forøget vandmængde på marken. Feltstudiet var ikke systematisk planlagt, men en anvendelse af en metode for at få samtaler igangsat med landmænd omkring Kornerup Å. Vi spurgte kort ind til deres holdninger og meninger omkring eventuelle øgede vandmængder. Vi valgte derfor ikke at optage eller skrive konkrete spørgsmål og svar ned.

Under feltstudiet fandt vi dog et interessant område ved Kongemarksvej 20, Kornerup, med en stor mængde vand på.

Naboen fortalte, at det ikke havde nogen økonomisk betydning for naboen, da gården kun var et sekundært erhverv. Men han mente dog godt, at det kunne have haft en betydning, hvis han var økonomisk afhængig af landbruget. Landmanden kunne ydermere fortælle os, at vandstykket aldrig havde været så stort før. Det kan nævnes at vi også talte med en ældre kvinde, som ligeledes boede ved siden af en mark med vand på. Kvinden fortalte, at hun aldrig havde oplevet så meget vand på den mark, som der er i år (2018), og hun fortalte ydermere at hende og hendes mand havde boet der i over 40 år.

I starten af maj måned 2018 foretog projektet feltstudier af mark/eng med forøget vandmængder ved Kornerup å samt Tølløse. Her udførte vi observationer af fem områder (hvor to af områderne også blev besøgt i marts 2018), hvor der kunne identificeres øget vandmængder eller hvor der

med sikkerhed kunne identificeres vand. Områderne blev plottet ind med koordinater og opmålt (hvis muligt). Feltstudiet gav projektet stor værdi i forhold til at kunne anskue reel størrelse af områder, samt beplantning og fald i terræn. Herunder ses fakta på områder opdelt efter hvert enkelt studie.

Alle studier er foretaget maj 2018



**Adresse:** Kongemarksvejen 20, Kornerup

Omkreds: 60 meter

Mål: 14.80 m og 25,20 m

Ingen siv

Koordinater: 55.647412, 12.012647



**Adresse:** Bognæsvej

Omkreds: 150 meter

Mål: 32-34 m bred og ?

Siv i venstre side fra vej, lavning, højde på højre side fra vej

Koordinater: 55.673506, 11.990505



**Adresse: Buesøvej 17**  
Omkreds: 260 meter  
Mål: vides ikke  
Ingen siv, fald fra højre side set fra vej, ca 1,5 meter i fald  
Koordinater: 55.649147, 11.990409



**Adresse: Tølløse v/motorvej og Elverdamsåen - Roskildevej**  
Omkreds: stort – vides ikke  
Mål: Måles på Arc  
Siv mange steder, stort eng/sø område der er dækket af vand  
Koordinater: 55.646820, 11.782814

#### 4.2 Teknisk analyse af data fra SAR

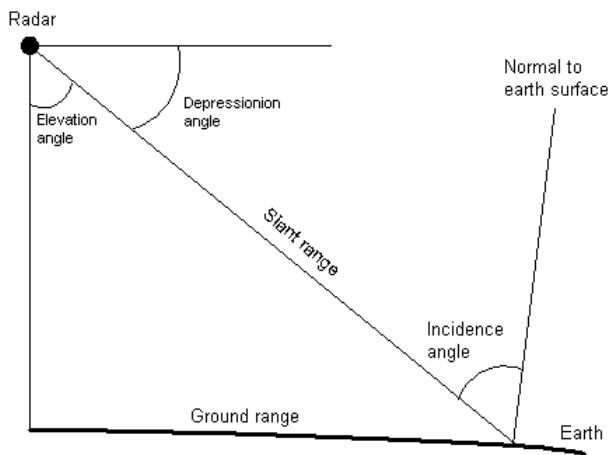
##### Analyse – Data og kortprodukter

De til analysens udvalgte træn-områder og de dertilhørende data kan ses i Bilag 3, og Google Earth Engine koden til efterprøvning kan findes i Bilag 1 og Bilag 2.

I Google Earth Engine koden (se Bilag 6 og Bilag 7), her fremgår det af tidsintervallet der er valgt, er den 20. marts 2018 til den 15. maj 2018, dog er det første og sidste billede i dette interval, fra det givne område, er fra henholdsvis den 23. marts 2018 og den 10. maj 2018. Denne periode er

valgt da vi her har foretaget feltobservationer i området. Desuden fremgår en "Angle" værdi i Bilag 3.

Se Figur 2 for grafisk beskrivelse af incidence angle.



Figur 2 - (ESA, 2018)

"Angle" er ikke relevant for vores udregninger, og vil derfor ikke blive nævnt igen.

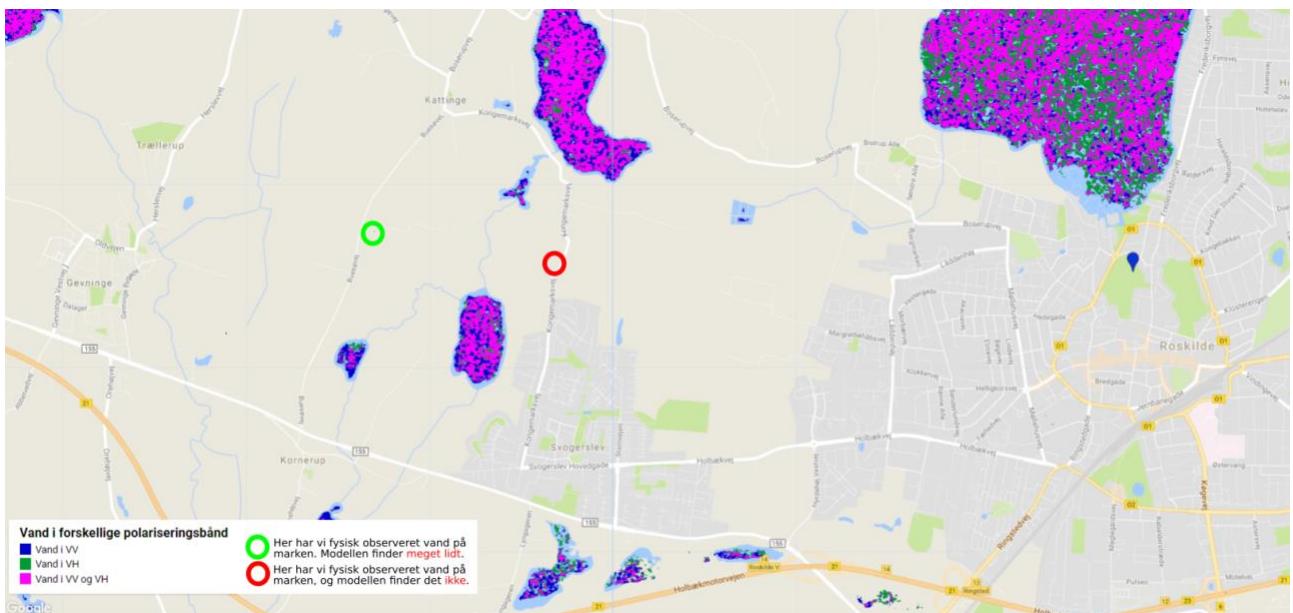
I Tabel 1 nedenfor fremgår de udregnede værdier for VH og VV båndet for vores træn-områder.

Da vand som udgangspunkt ikke reflekterer meget af signalet tilbage til SAR-modtageren, tillader vi os i vores model at formode at alle værdier der er lavere end middelværdi + konfidensinterval er vand.

	VH Bånd	VV Bånd
Middelværdi	-31,1566	-21,3938
Spredning	3,780883	2,825544
Konfidensinterval (90%)	0,547149	0,408897

Tabel 1

Ved at bruge disse værdier i vores kode kommer vi frem til vores første kort. Kortet findes også som Bilag 4.



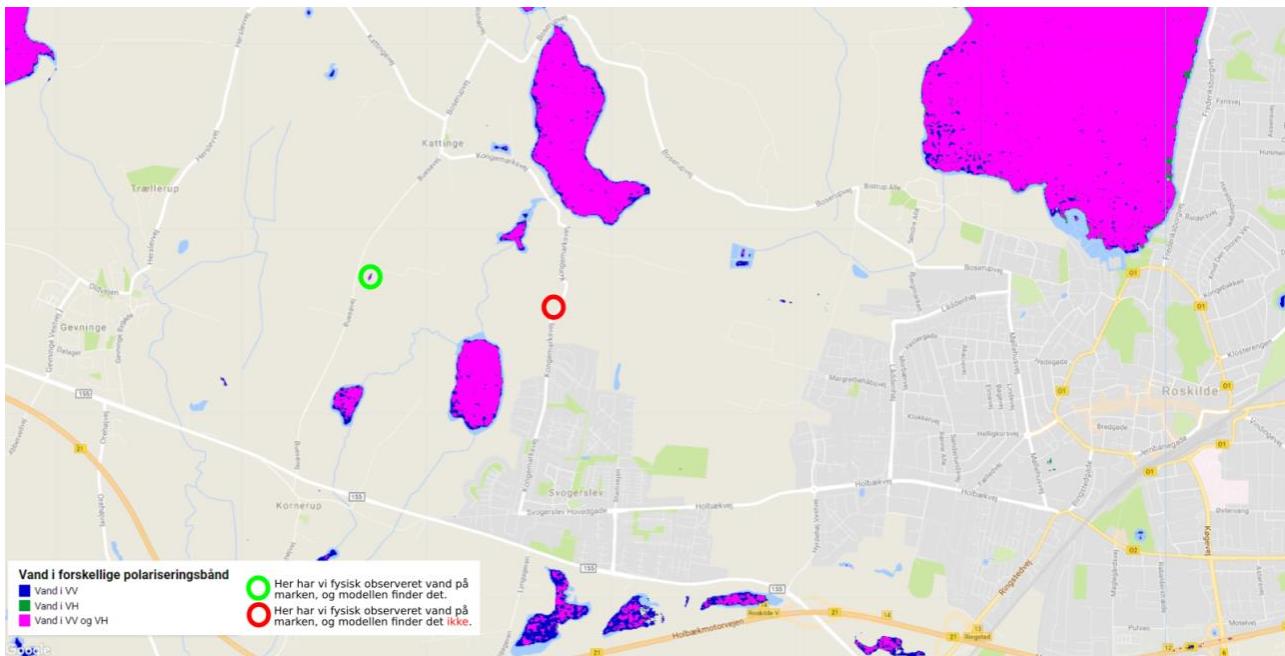
Kort 1 – Bilag 4

Som det fremgår af kortet (Bilag 4), er der fortsat en hel del vand, både sører og fjord der ikke er blevet inkluderet i vores model, om end den dog har inkluderet meget.

En mulig årsag til underestimeringen af modellen kan være udvalget af vores træn-områder, ligeledes er det muligt, at vores tidsinterval (20-3-2018 – 15-5-2018) enten er for lang eller for kort. Andre fejlkilder kan være store mængder alger i vandet, eller eksempelvis sivbevoksning i vandkanten. For at finde ud af om der kan findes mere vand har vi eksperimenteret yderligere med vores data og har genereret yderligere et kort (Bilag 5) baseret på middelværdi + spredning.

Dette er naturligvis manipulering af data, men kan bruges til at illustrere om modellen kan forbedres.

Dette bringer os til vores næste kort (Bilag 5) som inkludere en del mere, om end dog fortsat ikke alt hvad vi kunne ønske os.



Kort 2 – Bilag 5

Det er tydeligt at se ud fra begge kort (Bilag 4 og Bilag 5) at modellen har nemmest ved at identificere vand i fjorden og de større søer. Dette kan igen skyldes blandt andet alger i vandet, bevoksning m.m.

På Bilag 5 kan nu også ses en anelse vand på golfbanen umiddelbart vest for Roskilde. Vi har ikke været forbi golfbanen for at bekræfte dette, men vi formoder at det er en overestimering og at der ikke er vand netop her. Golfbaner holdes oftest tætklippet og velvandet, hvorfor det må forventes, at en sådan vil have forholdsvis lave reflektionsværdier, og det vil derfor formentlig være én ud af mange faktorer der skal tages højde for i en eventuelt mere avanceret model.

Til gengæld ser vi nu helt tydeligt ét område (grøn cirkel) af de oversvømmede arealer, som vi har bekræftet ved feltobservation. Dette var et forholdsvis stort areal med en samlet omkreds på ca. 260 meter ved vores observation heraf den 2. maj 2018, det var os ikke muligt at måle bredde og længde af areal.

Et andet område (rød cirkel) hvor vi også observerede vand den 2. maj 2018 kan vi dog ikke se, dette kan eventuelt skyldes at det dækker et signifikant mindre område, 14x25 meter, og at det derfor ikke er blevet opløst som et særskilt område i forhold til sine omgivelser, eller også er der ganske enkelt tale om en underestimering i den manipulerede model.

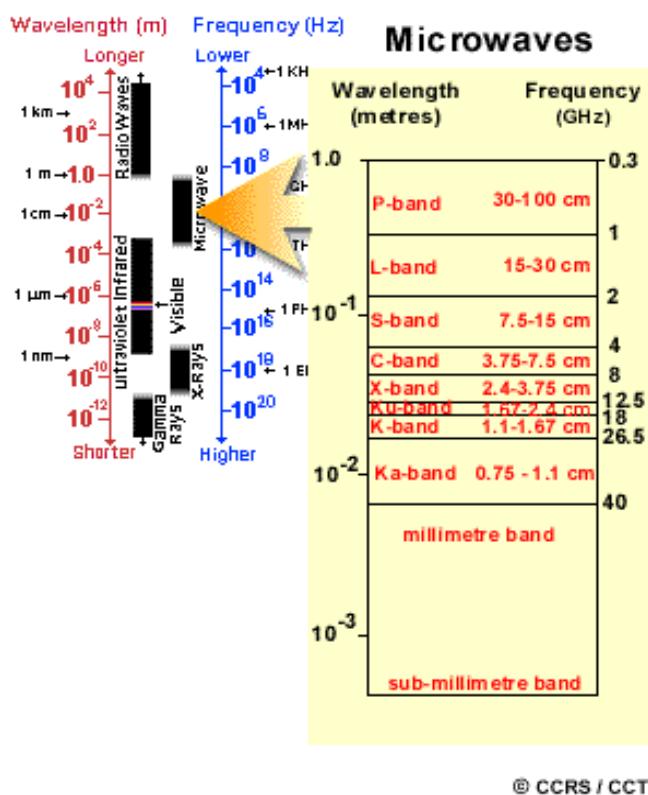
#### 4.3 Analyse af SAR i henhold til TRIN-model

Vi har valgt at analysere TRIN 1, 2 og 5 i TRIN modellen af (Jørgensen, 2017).

##### 4.3.1 TRIN 1; "Identifikation og analyse af teknologiens indre mekanismer og processer"

***En teknologis indre mekanismer og processer: De centrale af de mekanismer og processer i en teknologi, som bidrager til at opfylde teknologiens funktion(er)*** (Müller, Remmen, & Christensen, 1984).

Remote sensing er videnskaben om at erhverve, behandle og fortolke data, der registrerer samspillet mellem elektromagnetisk energi og materialer. I dette projekt belyser vi elektromagnetisk energi i form af mikrobølger som afgives via en transmitter (afsender) som radar bølger via en antenné. Projektet belyser SAR (Synthetic Aperture Radar) data som er data fra mikrobølger der er angivet inden for den bølgelængde og frekvens der kan registreres på "C-band", se Figur 3 herunder.



© CCRS / CCT

Figur 3 - ([nrcan.gc.ca](http://nrcan.gc.ca), Radar Basics, Natural Resources Canada, 2015)

Mikrobølgen bliver udsendt og opsamlet via en antennen, hvor længden af antennen (kaldet aperturen) er afgørende for intensiteten af strålingen. En lang antennen udsender en smal stråle og en kort antennen udsender en bred stråle, se billedet herunder fra ESA. En SAR benytter en antennen, der er rettet vinkelret ud fra satellitten. For at opnå den gode opløsningsevne er det nødvendigt med en meget lang antennen, flere hundrede meter for et fly og flere kilometer for en satellit. Så lange antenner lader sig vanskeligt realisere, men ved at computerbehandle modtagne signaler

fra mange tusinde radarpulser udsendt efter hinanden, mens radaren flytter sig, kan man imitere en udstrakt antennen (såkaldt syntetisk apertur) (Madsen & Dall, 1990).

Radar som er en aktiv mikrobølge, som egentlig var udviklet for, at kunne detektere et objekt og afstanden til objektet (position). ”I dag kender vi til Doppler-radaren og pulsradaren, hvor Doppler-radaren måler primært hastighed, mens den langt mere udbredte puls-radar primært måler afstand. Doppler-radaren er mest kendt fra politiets hastighedsmåling af biler, hvorimod pulsradaren er kendt som den roterende radar, der ofte er placeret på skibe og i lufthavne” (Ingeniøren, 2006).

### Bølgelængde

Den puls som bliver afsendt fra transmitteren kaldes ”chirp”, og afsendes parallelt med satellittens bane, med et regelmæssigt interval, og med en frekvens der har en forskellig bølgelængde, som

ofte er mellem 1 cm og 3 m. Bølge og frekvens er yderligere to vigtige faktorer der indgår for, at kunne forstå remote sensing. En bølgelængde er den tid det tager for at bølgen gentager sig selv, afstanden mellem to bølgetoppe kaldes bølgelængde og betegnes med det græske bogstav lambda ( $\lambda$ ). Bølgelængde er målt i meter, som nanometer, mikrometer, centimeter og meter. Frekvens angiver det antal bølgetoppe, som bliver udsendt pr. sekund og hvor frekvens er målt i hertz (Hz). Amplituden er angivet som bølgens maksimale udsving fra midterstillingen.



Figur 4 - (nrcan.gc.ca, Earth-sciences, Electromagnetic Radiation, 2017)

Ligningen for at måle tiden for bølgen, ser således ud:

$$C = \lambda v$$

Hvor:

$\lambda$  = wavelength (m)

$v$  = frequency (cycles per second, Hz)

$C$  = speed of light ( $3 \times 10^8$  m/s)

(nrcan.gc.ca, Earth-sciences, Electromagnetic Radiation, 2017)

Når radarpulsen rammer et punkt (pixel) på overfladen, sker det op til 500 gange i satellittens overflyvningstid. Radaren modtager pulsen (som når en flagermus udsender sit ekko signal, hvilket den gør med lydbølger) som den energi der er reflekteret (backscattered). Ved at måle de forsinkelser som pulsen returneres med til modtageren, og hvornår på bølgelængden den har ramt en overflade, kan der afgives en afstand til den genstand som pulsen har ramt. Intensiteten er et udtryk for overfladens ruhed og evne til at reflektere radiobølgerne – en kraftig refleksion giver en høj intensitet og modsat giver en svag refleksion en lav en intensitet. Der er forskellige faktorer der har indflydelse på rækkevidden af bølgelængden af det udsendte signal, det er blandt andet antennestørrelsen og dens højde over jordoverfladen, sendeffekten, pulslængden, modtagerstøjen, den anvendte signalbehandling samt målets radartværsnit (Geocenter.dk, 2001).

Når Satellitten modtager et retursignal som radarbølger er dette aktiv remote sensing som kan foregå i fx alt slags vejr og både i lys og i mørke. Passive remote sensing systemer bero på energi som enten reflekteres eller udsendes fra jordoverfladen, men en sensor i sig selv er ikke sensitiv nok til at kunne opfange alle bølgelængder. Der er også en begrænsning i hvor små objekter der kan opfanges af sensoren og bliver adskilt fra det omkring liggende. Dette afhænger af cellestørrelsen for den enkelte sensor (Lillesand & Kiefer, 1994, s. 33).

## SAR

Når vi ser på eksempelvis Google maps vil man kunne zoome ind til en vis grænse før billedet bliver pixeleret, og vi kan se at det er firkantede pixels af en vis størrelse, det kan være 5x5 meter, 15x15 meter, 50x50 meter etc. afhængig af optikkens kvalitet på kameraet der har taget billedet, og det er generelt forholdsvis enkelt at forestille sig, hvordan alle billederne er sat sammen for at skabe, hvad vi visuelt ser.

Ved radargenererede billeder sendes radiobølger fra en satellit ned mod jorden som vist i illustrationen neden for, og signalstyrken af det tilbagekastede signal måles lige såvel som tiden der gik fra det blev afsendt til der kom retur. Den returnerede signalstyrke fortæller noget om overfladen signalet ramte, og tiden signalet var undervejs giver en afstand.

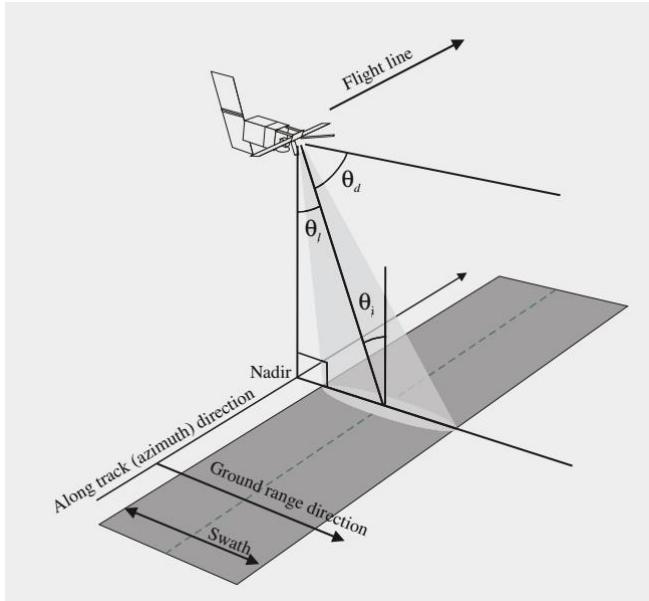
Den bredde der måles (området som der sendes radiobølger mode) kaldes i hele dens længde, swath, og kan være flere hundrede kilometer bred. (Woodhouse, 2015).

Sentinel-1 som vi bruger data fra fungerer som standard i det der hedder "interferometric wide swath" mode, og som i Sentinel-1's tilfælde giver et 250 km bredt swath i hele satellittens kredsløb. (ESA, u.d.).

Sentinel-1 har mulighed for at arbejde i fire forskellige tilstande, de benævnes "Extra Wide Swath Mode", "Stripmap Mode" og "Wave Mode".

De forskellige tilstande giver mulighed for at arbejde med andre opløsninger, men dette vil altid være på bekostning af andre egenskaber. Hvis man vil have en højere opløsning ved eksempelvis at arbejde i "Stripmap Mode" får man en smallere swath bredde og mindre pixelstørrelse, og vil dermed kunne opløse mindre objekter. Vi vil ikke beskrive de enkelte arbejdstilstande i dybden, men blot gøre opmærksom på at de er der.

Som standard fungerer Sentinel-1 i IW-Mode.



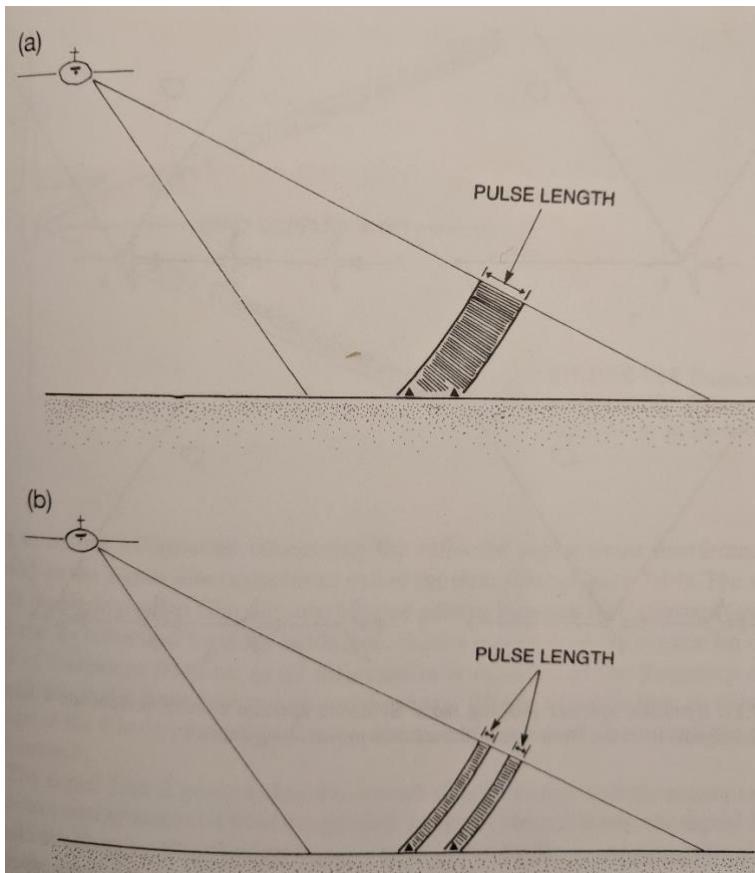
Figur 5 - (Woodhouse, 2015)

### Ground range resolution

For at bestemme opløsningen i et radarbillede skal vi udregne opløsningen i henholdsvis ground range og i azimuth range. Radar måler reelt set afstande mellem dets antenne og et givet objekt, og vi kommer derfor ud i lidt matematikøvelser for at finde frem til, hvad vi er ude efter.

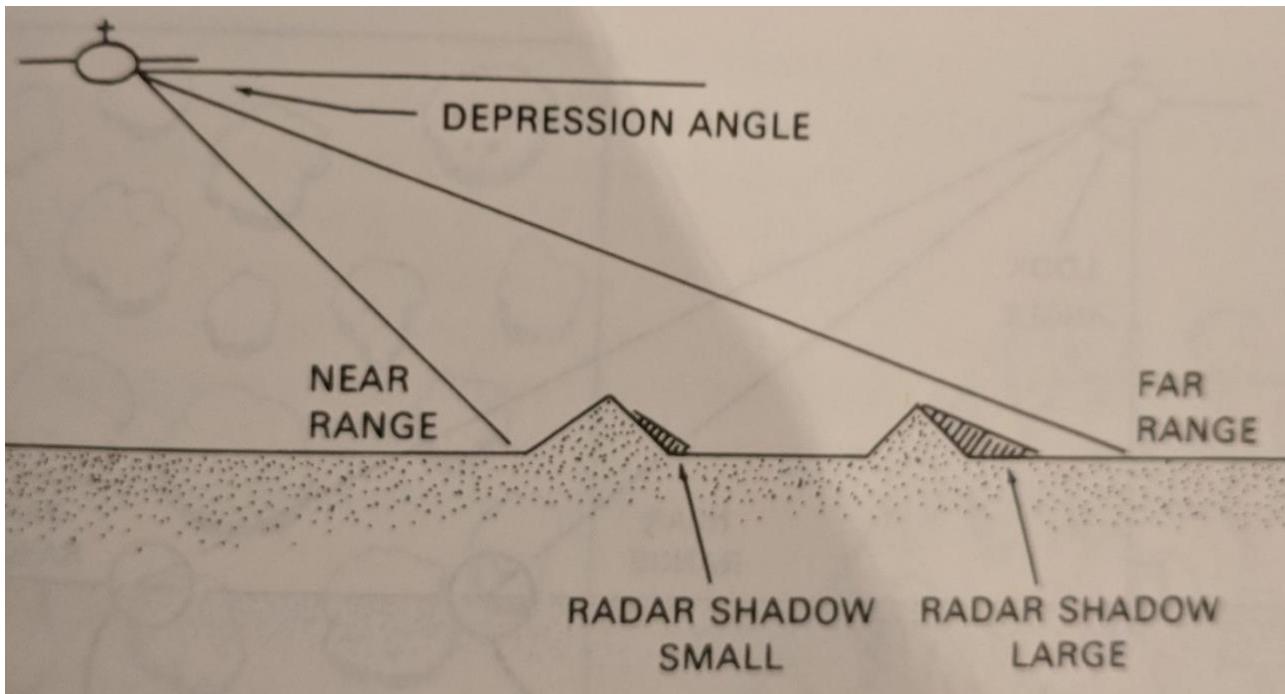
Ground range resolution er proportionel med bølgelængden, det vil sige at jo kortere en bølgelængde senderen udsender, jo højere en mulig opløsning.

Dernæst spiller også puls-længden (den udsendte mikrobølgimpse) ind. Denne er en funktion af lysets hastighed gange med varigheden af den udsendte mikrobølgimpse, som oftest varierer mellem 0,4 og 1,0 mikrosekund. Pulslængden har betydning for hvor tæt 2 objekter må være på hinanden før vi kan adskille dem fra hinanden (Se Figur 6).



Figur 6 - (Campbell, 1996)- Øverst bliver de 2 objekter opløst som ét, nederst bliver de opløst hver for sig grundet en kortere impulslængde.

Dernæst skal vi bruge depressionsvinklen. Depressionsvinklen er vinklen der går mellem det målte objekt på landjorden i ground range direction, og den linje der kan tegnes fra satellitten, løbende parallelt med jordoverfladen (Se Figur 7).



Figur 7 - (Campbell, 1996)

Ligningen til at udregne opløsningen ser ud som følger:

$$Rr = \frac{\tau * c}{2\cos \gamma}$$

Hvor  $\tau$  er længden af mikrobølgeimpulsen,  $c$  er lysets hastighed, og  $\gamma$  er depressionsvinklen.  
(Jensen, 2007, s. 301)

Årsagen til at man ikke altid blot bruger en så kort bølgelængde som muligt for at få en høj opløsning skyldes at man ved kortere bølgelængder ender med at udsende så lidt energi at det bliver meget svært at registrere, det tilbagekastede signal. (Jensen, 2007)

Idet at ground range opløsningen er afhængig af depressionsvinklen betyder det også at opløsningen er højere i den fjerne ende af swath end i den nære ende, idet at depressionsvinklen i den nære ende er større end den er i den fjerne (Jensen, 2007).

#### Azimuth opløsning

Opløsningen langs satellittens flyveretning kaldes azimuth opløsningen, og er en hel del enklere at beregne.

Denne er udelukkende afhængig af den faktiske antennelængde.

Formlen er:

$$SARa = \frac{L}{2}$$

Hvor SARa=Azimuth resolution og L=Antennelængde

(Jensen, 2007)

Sentinel-1

### FAKTA omkring Sentinel-1

**Opsendt:** Sentinel-1A blev opsendt den 3. april 2014 og Sentinel-1B den 25. april 2016 af Soyuz rocket

**Opsendings sted:** Kourou, French Guiana

**Kredsløb:** Polar, Sun-synchronous i en højde af 693 km

**Genbesøgstid:** Hver sjette dag (ved ækvator)

**Levetid:** Minimum syv år

**Satellit:** 2.8 m lang, 2.5 m bred, 4 m høj med 2×10 m-lange solpaneler og en 12 m-lang radar antenne

**Vægt:** 2300 kg (inklusiv 130 kg brændstof)

**Instrument:** C-band synthetic aperture radar (SAR) ved 5.405 GHz

**Mission:** Udviklet, og styret af ESA

**Operationelle mål:** Interferometric wide-swath på 250 km og 5x20 m opløsning. Wave-mode billeder af 20x20 km og 5x5 m opløsning (med 100 km interval)

Sentinel-1 satellitternen er 2,8 meter lang, 2,5 meter bred, 4 meter høj og er udstyret med 2x10 meter lange solvinger som udgør satellittens strøm og en 12,3 meter lang radarantenne. Under opsendelsen vil både solvinger og radar være beskyttet ved at være foldet op og passet ind i Souyuz raketfeltet. Når satellitten er i kredsløb, vil solvinger og radar i en bestemt rækkefølge starte op. Denne proces tager omkring 10 timer. Solvingernes energi er designet til at ville tage over hurtigst muligt således ar den er uafhængig af brændstof fra raketten. Selve massen af satellitten udgør 2300 kg (ESA.int, Copernicus, Sentinel-1, Facts & Figures, u.d.).



Figur 8 - (ESA.int, Sentinel-1, Satellite Constellation, u.d.)- Sentinel-1 scanner med radar et område med bredden af sub-swath 3 gange for at få den fulde swath bredde.

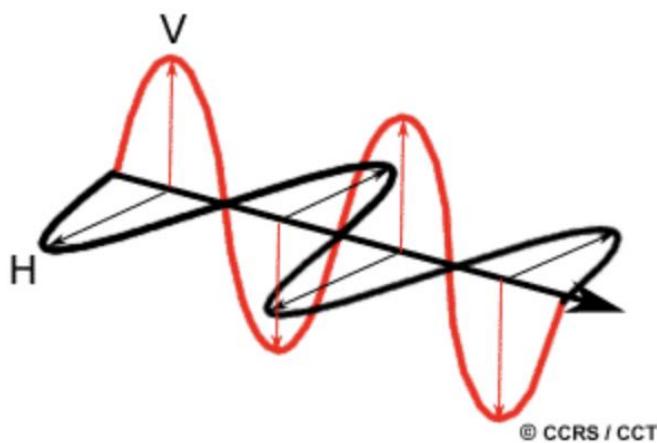
Indsamling af data startede tilbage i april 2014, hvor Sentinel-1A blev opsendt og i april 2016 blev Sentinel-1B opsendt. Begge satellitter blev opsendt via Copernicus programmet hos European Space Agency (ESA). Initiativer om at sende satellitter op i Europa foregår i samarbejde med "the European Commision (EC) og ESA, som koordinerer data fra omkring 30 satellitter. Copernicus er det nye navn for "Global Monitoring for Environment and Security programme" som også tidligere er angivet som GMES. Ud over Sentinel-1A og Sentinel-1B findes der seks andre Sentinel satellitter, hvor fire af dem flyver i par som Sentinel 1A og 1B. Sentinel satellitterne opsamler data inden for kategorierne; jordoverflader, havmiljø, atmosfæren, katastrofeovervågning, sikkerhed og klimaforandringer, alle til formål for at undersøge og analysere jorden (ESA.int, Copernicus, Overview, u.d.).



Figur 9 - (ESA.int, Copernicus, Overview, u.d.).

## Polarisering

Polarisering er en vigtig parameter ved aflæsning af målinger fra radarbølger, hvor polarisering henviser til retningen af det elektriske felt. De fleste radarer er designet til at transmittere mikrobølgestråling i enten horisontal (H) eller vertikal (V) polarisering. Og ligeledes modtages der horisontal eller vertikal polariseret backscattered energi og nogle radarer kan modtage begge dele samtidig.



Figur 10 - (nrcan.gc.ca, Radar Basics, Natural Resources Canada, 2015)

Der er fire kombinationer af polariseringer som vi kan arbejde med og disse kaldes bånd;

**HH** – for horisontal transmitter og horisontal modtager

**VV** – for vertikal transmitter og vertikal modtager

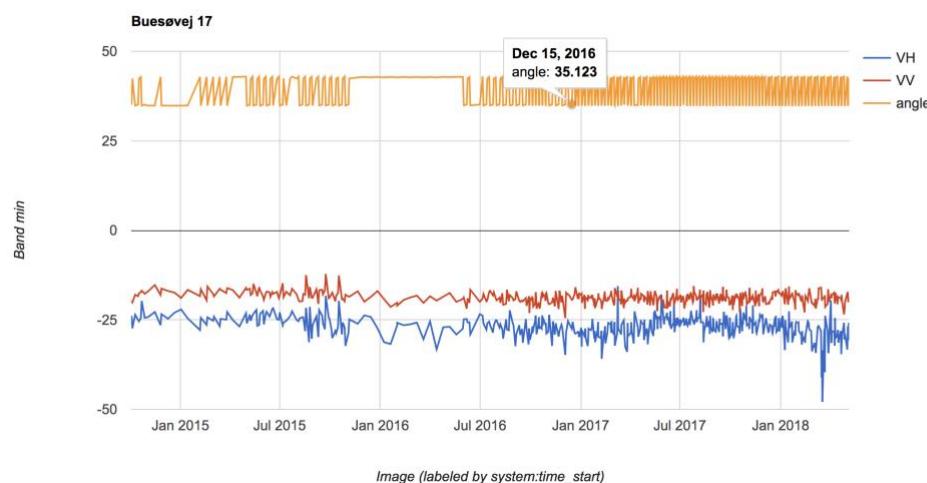
**HV** – for horisontal transmitter og vertikal modtager

**VH** – for vertikal transmitter og horisontal modtager

(nrcan.gc.ca, Earth Sciences, Radar Polarimetry, 2015)

For Sentinel 1A og 1B er det muligt, at arbejde med VV og VH, det vil sige at der kun er en vertikal transmitter og to modtagere. Disse to bånd, VV og VH, kaldes også "intensity" bånd, og definerer om polarisering modtages på det ene eller det andet bånd. Dette afhænger af den overflade som en puls rammer, det vil sige om det er en vandret flade som havet eller en mur som har en lodret flade der bliver reflekteret puls fra. Når en puls reflekteres, er SAR data afhængig af hvordan radiobølgerne reflekteres fra jordens overflade (Geocenter.dk, 2001).

Alle data der modtages, optages og gemmes som SAR data, og da hver enkelt pixel på jordfladen afgiver mange data, er det meget kraftige computere der skal til for at behandle data.



Figur 11 – Visualisering af Sentinel-1 data, af en oversvømmet mark ved Buesøvej 17, lavet i Google Earth Engine.

For at kunne bearbejde data, kræves en applikation til at databehandle informationerne fra SAR, her vil projektet anvende det Geografiske Informations System (GIS) – i form af Google Earth Engine som projektet har søgt om adgang til og har mulighed for at benytte.

## Radar skygger

Al terræn der har en hældning der vender mod radaren, vil fremstå afkortet i forhold til hældningen der vender væk fra radaren.

Dette illustreres i Figur 12.

Fænomenet er mere ekstremt i "far range" end i "near range" af billedet grundet den flade vinkel i forhold til satellitten i denne del af billedet.

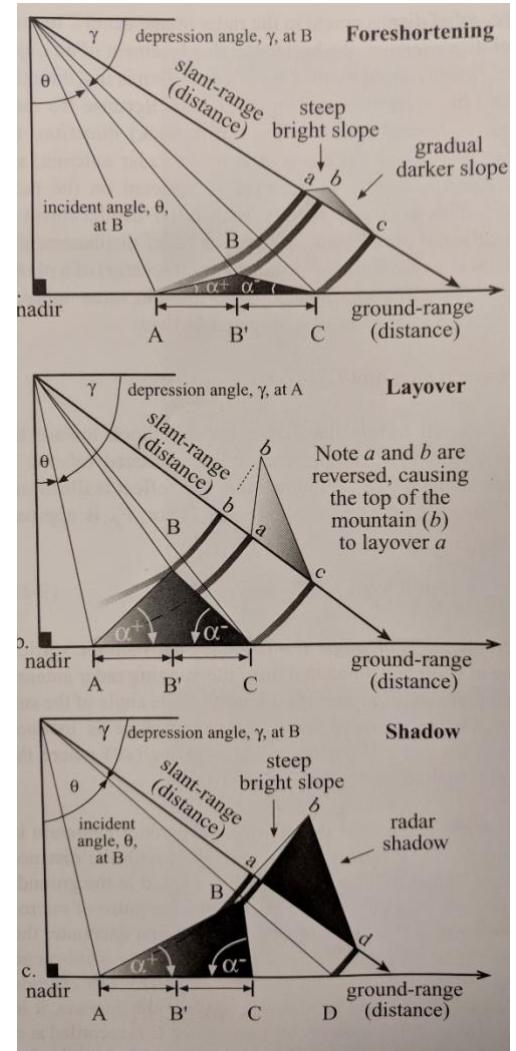
Det betyder at der på bagsiden (i forhold til satellitten) af et bjerg eller bakke kan få en radarskygge der gør at man ikke kan se data for det område denne skygge dækker, men i stedet blot får sorte pixels.

For at kompensere for dette korrigeres radarbilledet ved hjælp af en geometrisk model.

## GIS data

GIS står for Geografiske Informations Systemer og er

software der kan behandle mange data på en gang, det vil sige digital signalbehandling, eksempelvis ArcGIS, QGIS eller Google Earth Engine. GIS er et IT-værktøj, hvor der registreres, lagres, analyseres og præsenteres geodata, eventuelt som en visualisering i geografiske kort. GIS anvendes til mange forskelligartede opgaver inden for miljø, klima, planlægning, forsikring, politik, sygdomme og kommunikation etc. GIS muliggør, at vi relativt nemt kan få overblik over områder det ikke altid muligt at foretage en fysisk observation af. Overblik kan gives i forhold til højde, dybde, varme, kulde, jordbund, bebyggelse, bevoksning, vandoverflader og meget mere. Disse data kan visualiseres via tabeller eller grafiske kort, og herefter sammenlignes med forudgående dage, uger, måneder eller år. Et eksempel er her data fra SAR som projektet her drejer sig om.



Figur 12 - (Jensen, 2007)

## Raster og vektor data

GIS anvender to primære typer af rummelig data. Disse to typer er raster data og vektor data.

Forskellen på disse to typer data, vil kort blive uddybet kort i dette afsnit.

Raster data er forskellig fra vektor, fordi den er lavet af pixels (også kaldet grid cells). Det gør at hver enkelt pixel har sin egen værdi.

Nedenstående citat beskriver raster data, dog beskrives det om multispektrale data, men principippet er det samme, for SAR data vil pixelfarverne dog være gråtoner.

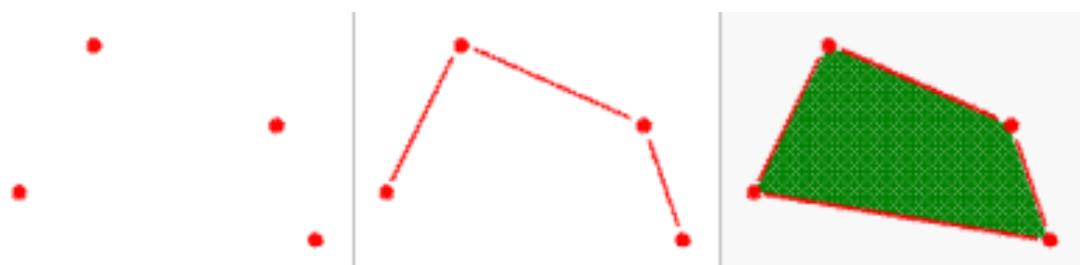
.... "Each pixel value in a satellite image has a red, green and blue value. Alternatively, each value in an elevation map represents a specific height. It could represent anything from rainfall to land cover. Raster models are useful for storing data that varies continuously. For example, elevation surfaces, temperature and lead contamination." .... (GISGeography, 2018)

Da disse pixels i raster data hver har sin egen værdi, gør det raster data egnet til at kunne se forskellige værdier på landjorden, fra højder til landjord.

Vektor data kan udgøre, punkter, linjer og områder (polygoner). Vektor er et punkt eller en linje mellem to eller flere punkter (GISGeography, 2018).

På et digitalt landkort benyttes oftest punkterne til at udpege forskellige byer. Linjerne benyttes oftest til at fremhæve veje, motorveje etc. Polygoner er oftest noget der bliver benyttet til, at fremhæve lukkede områder, større bygninger m.m.

De tre billeder herunder illustrerer henholdsvis punkter, linjer og polygon

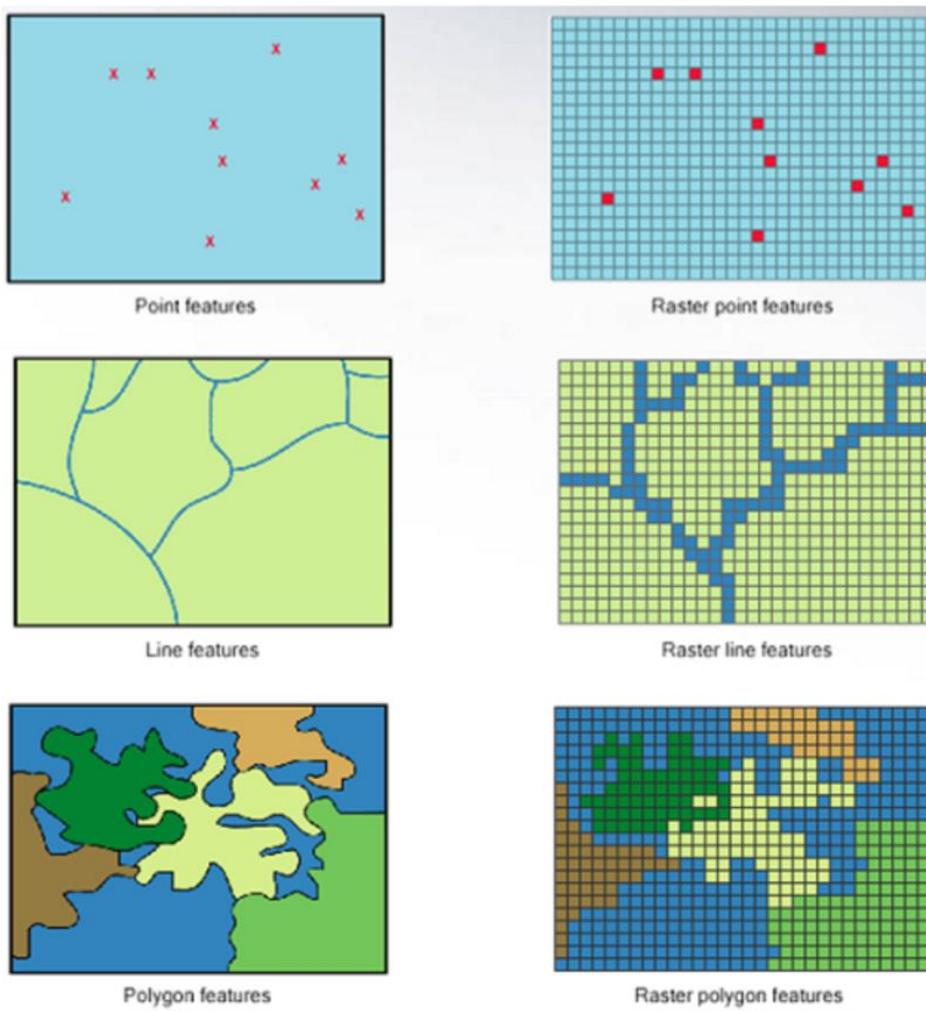


Figur 13 - (GISGeography, 2018)

En af fordelene ved vektor data, frem for Raster data, er at det kan give et mere akkurat geografisk resultat. Grunden til det, er at vektor data er uafhængig af gitterstørrelse.

.... "Although topology is useful for vector data, it is often processing intensive. Any feature edits requires updates on topology. With a lot of features, vector manipulation algorithms are complex.".... (GISGeography, 2018)

Fordelene ved raster data er, at det er nemmere at forstå end vektorer. Ved raster, er gitterstørrelsen det eneste der skal tages stilling til.



Figur 14 - (Geospatial-Humboldt-State-University, n.d.)

Figur 13 ovenfor viser forskellene mellem vektor og raster data. Billederne i venstre side repræsenterer vektor data, og billederne til højre repræsenterer raster data.

#### 4.3.2. TRIN 2: " Identifikation og analyse af teknologiens artefakter"

**Artefakter:** *Artefakter er menneskabte genstande og adskiller sig som sådan fra genstande frembragt gennem processer i naturen. Et teknologisk artefakt er et artefakt, som har en teknologisk funktion. Teknologi er omformning af natur (stof og energi) under anvendelse af naturlige og sociale ressourcer samt information, viden og praktisk erfaring med henblik på at opfylde menneskelige behov (Müller, Remmen, & Christensen, 1984).*

Sentinel-1 satellitter, er som tidligere nævnt en SAR-satellitter. Selve SAR instrumentet, består af to vigtige systemer, SAR Electronics Subsystem (SES) og SAR Antenna Subsystem (SAS).

SES er den del der indeholder elektronikken, hvorfra det samlede system styres fra.

Fra SES bestemmes således hvornår og hvor længe en mikrobølge impuls skal udsendes fra SAS, ligeledes er det også SES, der behandler backscatter pulsene der kommer retur. Herefter digitaliseres backscatteret og sendes ud som GIS data (ESA.int, Sentinel-1 SAR, u.d.).

SES vigtigste opgaver kort beskrevet fra ESA's hjemmeside:

"

- *radar command and control, timing control, and redundancy control*
- *transmit chirp generation, frequency generation, up-conversion/down-conversion, modulation/demodulation and filtering*
- *digitization, data compression and formatting*
- *Integrated Central Electronics (ICE) unit*
- *Mission Dependent Filter Equipment (MDFE)*
- *Transmit Gain Unit (TGU).*

"

(ESA.int, Sentinel-1 SAR, u.d.)

SAS er delen der udgør de to udfoldelige vinger. Hele SAS består af 14 tavler, med hver 20 dobbelt polariseret antennesystemmoduler.

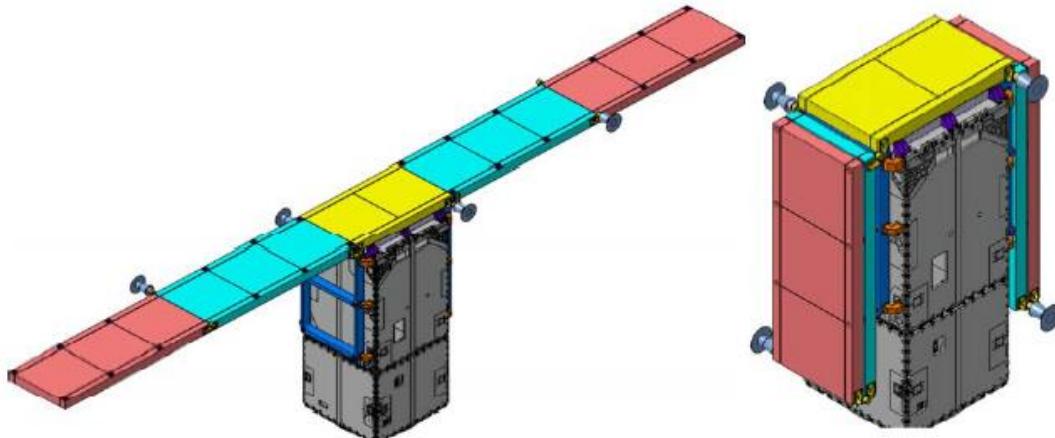
SAS vigtigste opgaver nævnes kort på ESA's hjemmeside:

"

- *signal radiation and reception*
- *distributed transmit signal high power amplification*
- *distributed receive signal low noise amplification with LNA protection*
- *signal and power distribution (corporate feed, power converter)*
- *phase and amplitude control, including temperature compensation*
- *internal calibration loop*
- *deployment mechanisms, including hold down and release*
- *antenna mechanical structure.*

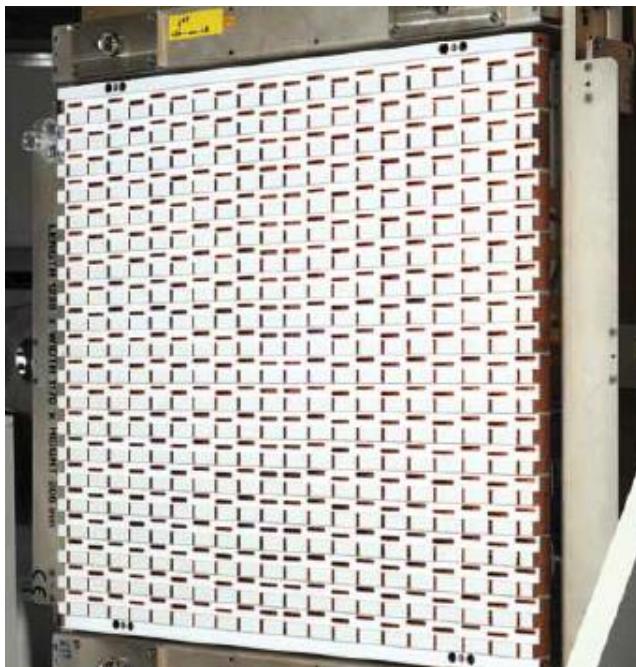
"

(ESA.int, Sentinel-1 SAR, u.d.)



Figur 15 - (ESA.int, Sentinel-1 SAR, u.d.), til venstre foldet ud og til højre sammenfoldet.

På Figur 15 ses satellitten med de 14 tavler. Da de 20 antennesystemmoduler er dobbelt polariseret, muliggøres det at få transmission fra enten kun H eller V polarisation, samt også H og V som samtidig modtagelse.



Figur 16

På Figur 16 ses én af de 14 tavler på SAS. (ESA.int, Sentinel-1 SAR, u.d.)

#### 4.3.3 TRIN 5; ”Analyse af sammenhæng i et større teknologisystem”

*Teknologi systemer er sammenhængende systemer af teknologiske artefakter, som samlet besidder en bestemt funktionalitet, der muliggør omformning af natur med henblik på opfyldelse af menneskelige behov.*

Hvis vi fokuserer på at udarbejde et roadmap om fremtiden for SAR data med udgangspunkt i vores projekts indsamlede data vil vi opleve at vores algoritme ikke er avanceret nok. Vi har observeret vand, vi kan se andre steder end de søger der er optegnet på kortet. For at kunne skabe en fremtid for vores projekts programmering må vi se nærmere på hvordan det med tiden kan udvikle sig. Vi giver det en tidshorisont på ti år.

Vores målsætninger for SAR data i 2028 er at vi skal kunne benytte SAR data til fulde, kunne oprette en økonomisk hjælp til oversvømmede områder og kunne tilpasse områder som er utsatte i forhold til øgede nedbørsmængder for til slut at kunne udvinde en økonomisk gevinst i forhold til cirkulær økonomi hvor regnvandet vil kunne blive afledt og genbrugt.

Der vil ske en forskning og udvikling således at der vil blive udarbejdet en bedre kode til modellen og der skal forskes i at anvende SAR data på den mest effektive måde. De økonomiske tilskud skal oprettes og vi skal igennem SAR data og vores programmering kunne observere vand på landområder, derfor skal vores algoritmer også tage højde for at kunne forudse oversvømmelser. Afslutningsvis inden for forskning og udviklingstrinnet skal vi også undersøge de mest effektive metoder til afledning af regnvand.

Set i forhold til teknologi og produktionen vil der skulle produceres et mere omgængeligt data program. Endvidere vil der være mulighed fra forskning og udviklingen at kunne producere bedre satellitter og dette vil gøre at vi kan få SAR data som kan blive analyseret over alle områder kontinuerligt. Endelig vil det være muligt at produceres ud fra forskning og udvikling den mest optimale metode til afledning af regnvand også set med miljøvenlige perspektiv og en cirkulærøkonomisk synsvinkel.

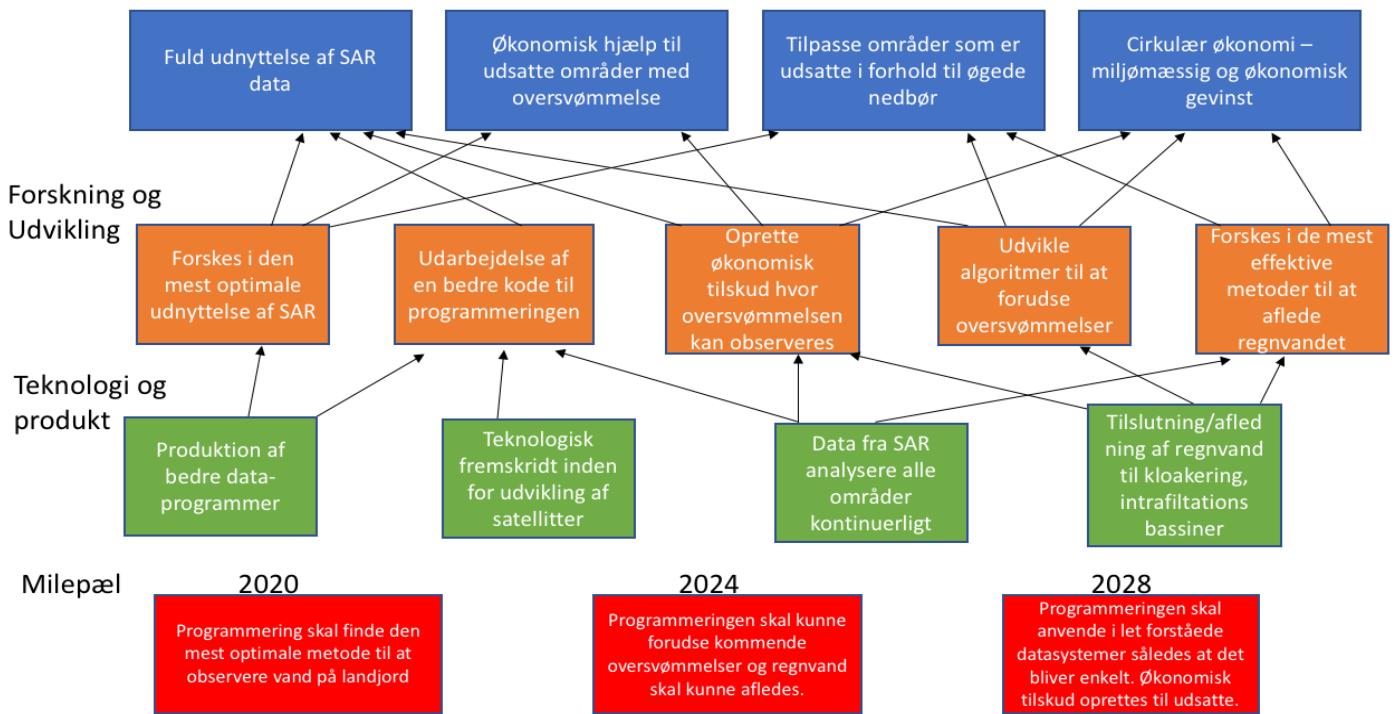
Således vil dette give at vi i løbet af 2020 vil have opnået en programmering hvoraf den har den mest optimale metode til at observere vand på landjorden.

I 2024 vil vores programmering kunne forudse oversvømmelser og kunne anbefale hvordan regnvandet bedst mulig og med økonomisk gevinst kan afledes.

Når alle ti år er blevet benyttet vil vi med vores programmering i et nyt og let forståeligt datasystem kunne anvendes af almene borgere således at det kan benyttes til fleres fordel endvidere skal det økonomiske tilskud oprettes for at de utsatte i de oversvømmede områder kan investeres i bedre afledning som kan give dem en fordel rent økonomisk i fremtiden set med det perspektiv at afledningen kan give fordel i forhold til vanding i de tørre sommerperioder eller andre alternativer til brug af regnvand.

### RoadMap for SAR

Målsætning for 2028.



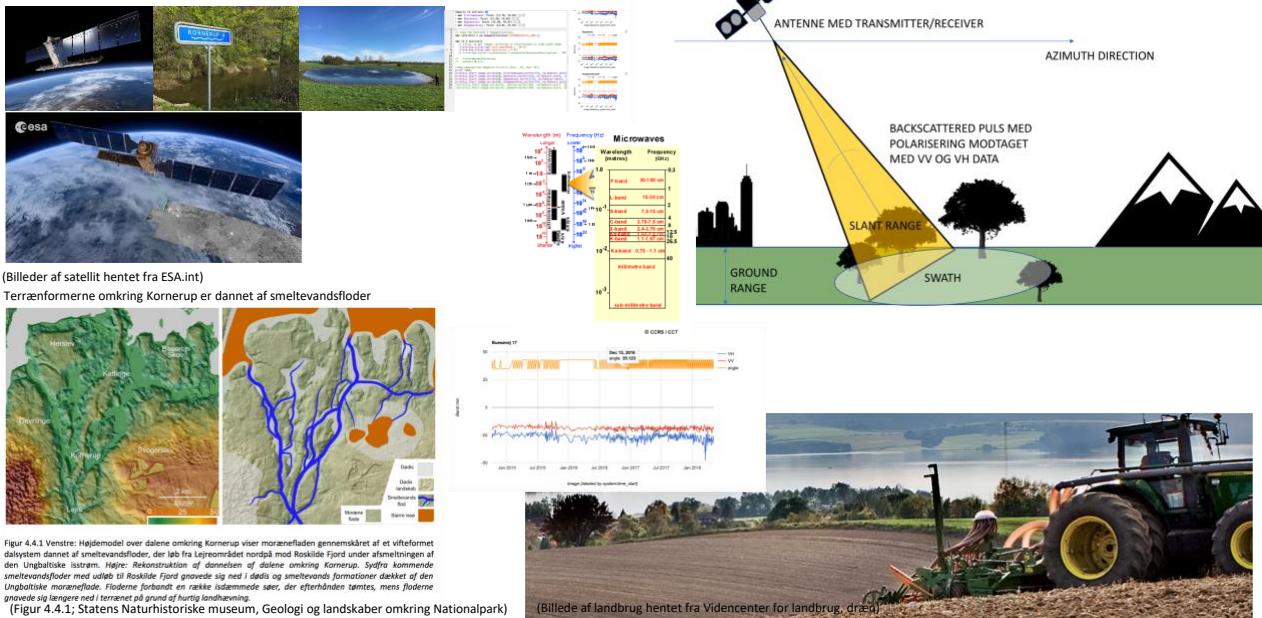
Figur 17 – Roadmap udarbejdet af projektgruppen og er også Bilag 2

## 5 VISUEL KOMMUNIKATION

### 5.1 Visualisering

Projektet har udarbejdet en kort intro film som viser, hvad projektet har været igennem og en kort intro omkring Sentinel-1, samt data der via en proces i GIS giver et visuelt udtryk. Filmen vil blive vist under eksamen, og følges op med en plakat som indeholder de faser og læringer projektet har været igennem.

# REMOTE SENSING



Figur 18 – Plakat om Remote Sensing udarbejdet af projektgruppen

## 6 KONKLUSION

Data fra Sentinel-1 i IW-mode har som standard en oplosning på 5x20 meter. Vi benytter dog "Ground Range, Multi-look, Detected" datasættet, hvor der er lavet multi-look 5 gange i ground range oplosningen, hvilket betyder at vi får en oplosning på 20x22 meter, og en pixelstørrelse på 10x10 meter (ESA, u.d.).

Multilook er en teknik der benyttes for at fjerne en type "støj" i billedet kaldet speckle.

Der vil ikke blive gået i dybden med det her, men principielt fremstår speckle som en masse lyse og mørke pixels på vores radarbillede, og multilook benyttes for at skabe en middelværdi af disse og de omkringliggende pixels. Dette betyder at desto flere "looks" man laver, jo mere sænker man også den rummelige oplosning (Woodhouse, 2015).

Med det valgte datasæt er det i teorien muligt at se objekter der er omkring 20 m brede og/eller lange. Afhængig af satellittens vinkling er det muligt at se lange slanke objekter, som eks. veje og skibe. Idet en pixel kun kan have én farve, betyder det også at vi ikke vil kunne se alt, hvad der er inden for en given pixel (ESA, u.d.).

På baggrund af vores empiri og analyse kan vi drage den konklusion, at det er muligt at observere vand på landjord. Med hjælp fra den tekniske vejleder, blev der udarbejdet et programmeringsscript i Google Earth Engine, der kan give et overblik over områder med vand. Dog er det vigtigt at påpege, at der må forventes at være en del afvigelser, da det er en meget kompliceret opgave at bestemme, et eksakt værdiudslag for vand.

Der blev udvalgt nogle testområder, der på forhånd er kendt, som områder med tendens for oversvømmelse. Resultaterne blev brugt til at lave en model, som vi indsatte i Google Earth Engine, til det formål at observere andre områder med oversvømmelse.

Semesterprojektet er både empirisk og metodisk, hvor vores udgangspunkter bunder i disse udtræk. Vi kan konkludere ud fra vores semesterprojekt, at der er en klar linje og sammenhæng mellem empiri, metode og analyse. Metoden har den største del i projektet og indgår fra vores feltarbejde, hvor vi har anskuet vores data og derefter undersøgt det i Google Earth Engine. Vores udgangspunkt er metoden i de teknologiske systemer, såsom GIS og remote sensing. Disse systemer, inklusiv Google Earth Engine og ESA, bærer præg af en teoretisk tilgang og skaber empiri ved at vi analyserede data derfra.

En anden metodisk tilgang er vores TRIN-model, hvor vi har benyttet Remmen, Müller og Christensen – Denne metode er undersøgt ved at sætte det i perspektiv i forhold til samfundet og teknologisystemernes funktion. Det har givet os viden og et bredere indblik i det teknologiske systems indre. Empirien er vores behandlede og analyseret data, hvor vi har anvendt GIS. Derudover har vi også indsamlet empiri ved at gøre brug af feltstudie, og selv undersøge vores valgte områder til brugen af semesterprojektet.

Vi kan alt i alt konkludere, at empiri, metode og analyse spiller en vigtig rolle sammen, da det giver os et bredt indblik og forståelse i de teknologiske systemer.

I forhold til den indsamlede data, har vi konkluderede at vi ser det som en fremtidig mulighed for projektet, som kan videreudvikles igennem den databehandling vi har gennemført. Vores behandlede data og sammenspil med TRIN-modellen, giver et perspektiv hvori vi møder samfundet med teknologien. Vi har igennem vores metodebrug analyseret Sentinel-1's indre mekanismer og processer. Vi delte Sentinel-1 op i, hvordan den hænger sammen i en større

teknologi forståelse, samt angav vi hvordan det fungerer i et større teknologisksystem. Denne viden bragte os videre til perspektivering, hvori vi fremlagde vores fremtidsanskuelse for, hvordan en tidshorisont for en videreudvikling kunne finde sted.

Vi kan konkludere at resultatet af behandlede data, drejer i retning af klimaforandringer. Vi ved at vores resultat, kan anfægte nogle af de oversvømmelsesproblematikker vi har stået overfor og derfor finder vi en videreudvikling af vores algoritmer, samt programmering relevant for fremtiden. Det har været begrænset, hvad vi har kunne formå at udvikle på den tid vi har skrevet projektet, derfor er vores programmering kun et udsnit af, hvad der er starten for noget nyt.

## 7 PERSPEKTIVERING

### 7.1 Remote sensing ved brug af radardata

Problemformuleringen i projektet er, "Hvor stort et areal af vand kræves der for, at det kan observeres ved hjælp af data fra Sentinel-1?" For at kunne svare på dette spørgsmål har projektet været igennem en meget stor mængde empiri, da emnet var meget nyt for alle projektdeltagerne. Vi har måtte arbejde med teknologiforståelse af satellitter, permeabilitet, nedbør, jordens rotation, det elektromagnetiske spektra, at kunne programmere i Google Earth Engine og sidst men ikke mindst kunne aflæse data på en fornuftig måde.

Projektet har haft Sentinel-1 satellitter og SAR data som genstandsfelt og havde i starten af projektet store ambitioner om, at skrive om der var forøget vand på marker og hvilke konsekvenser det kunne have for landmanden? Men omfanget af projektet blev for omfangsrigt og vi blev anbefalet at snævre projektet ind til at omhandle det teknologisk system som SAR data udnytter via remote sensing. Vi har derfor afgrænset projektet, ved ikke at komme ind på klimaforandringer, øgede vandmængder og konsekvenser for landmænd. Selv om det kunne være relevante emner at berøre.

Ved at sætte fokus på det teknologiske system i remote sensing, har vi koncentreret projektet omkring radar. Fra en puls bliver afsendt af en signalgiver til den bliver modtaget af en signalmodtager og hvordan data herefter bliver videre formidlet og kan bearbejdes i Geografiske Informationssystemer.

Meget af den viden som er tilgængelig omkring radar og remote sensing, kræver tålmodighed og stor teknisk forståelse samt en del matematisk flair. Vi har derfor måtte afgrænse projektet tydeligt for ikke at være for dybdegående og svært matematisk.

Remote sensing via satellitter opstod i slutningen af 70'erne (IBID s. 12) og har siden udviklet sig stort. Det gør det så uendeligt bredt et kommunikationsmiddel, er den rækkevidde der opstår når teknologi er trådløs. Satellitter er trådløse og har en kæmpemæssig rækkevidde, det trådløse gør os i stand til at studere og analysere fjerne områder, andre planter, på dybder af vand vi aldrig før har kunnet være som mennesker. SAR gør os i stand til at opsamle meget store mængder af data, som tidligere ville have krævet mange års arbejde af enkelte personer. Det trådløse samfund er stadig under fortsat udvikling og vi kan kun spå om hvad fremtiden vil bringe os af data vi kan analysere og bygge hypoteser på.

## 7.2 SAR, øget nedbør og samfundsproblemer.

Ved klimatilpasning forstås det som, at vi som mennesker må indrette os efter at fremtiden byder på klimaforandringer der vil ændre på vores leveforhold. Meningerne er delte om, hvad og hvilke konsekvenser det vil få af betydning for os. Vi vil få det varmere, vi vil få mere nedbør, vi vil få ændret vegetation – nogle planter vil trives bedre og andre vil uddø, dyreliv vil ændres men der er, både tilhængere af enten mere og mindre diversitet, flere storme og højere vandstand. Det er nogle af fremtidsudsigterne for indbyggere i Danmark i det 22. århundrede (MST.dk, 2015).

Herunder ses nogle af de fremtidige klimaforandringer;

**Mere regn.** Vi får mere regn om vinteren og mindre om sommeren. Om sommeren får vi både flere tørkeperioder og kraftigere regnskyl.

**Mildere vintre.** Vintrene vil blive milder og fugtigere. Det betyder, at planternes vækstsæson kan blive forlænget.

**Varmere somre.** Somrene bliver varmere, og der kan komme flere og længere hedebølger.

**Højere vandstand.** Der forventes en generel vandstandsstigning i havene omkring Danmark.

**Mere vind.** Vi kan forvente flere kraftige storme.

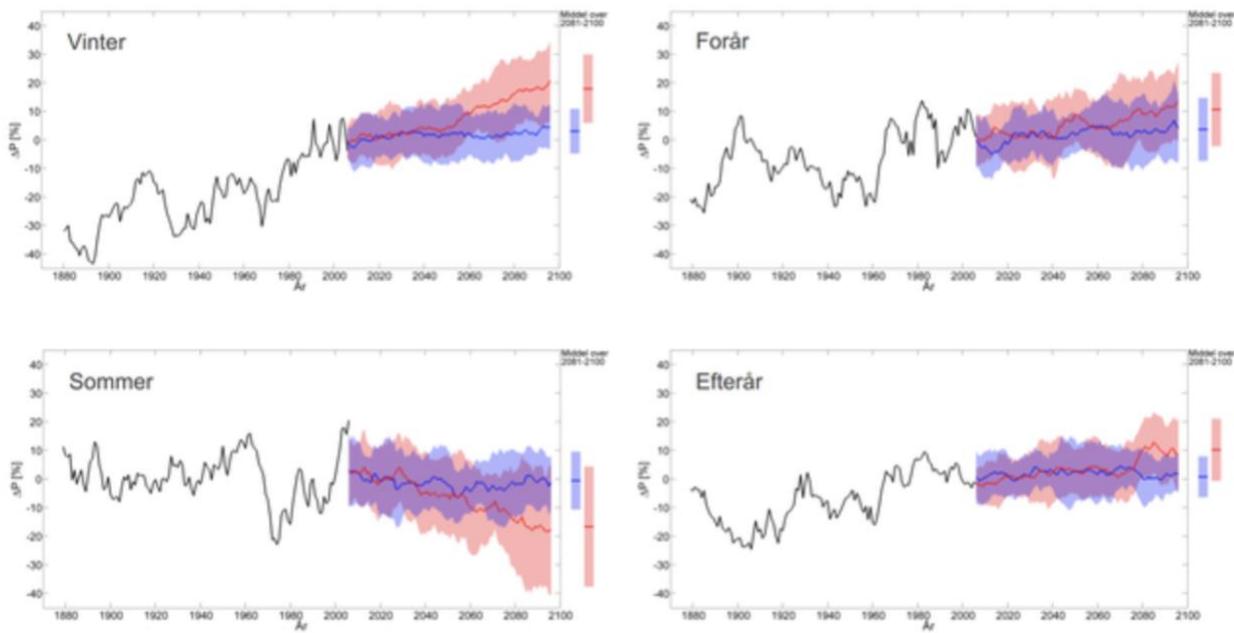
**Større skydække.** Vi får generelt et svagt stigende skydække og stigningen vil være størst om vinteren.

(MST.dk, 2015)

Forventningerne til øget nedbør er både estimeret af Miljø- og Fødevareministeriet og af DMI (Dansk Metrologisk Institut) samt i FN's (Forenede Nationer) klimascenarier. Herunder ses forecast med en vis usikkerhed, da klimaændringerne til dels afhænger af, hvor meget CO<sub>2</sub> der vil blive udledt fremover. Der er dog en fælles tendens som det ses ud fra Tabel 2+3 og det er, at vinterklimaet bliver meget mere vådt frem mod 2100.

Klimaændringer frem til 2100	A1B	RCP2.6	RCP8.5
Årsmiddeltemperatur	+ 2,9 ( $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ )	+ 1,2 ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ )	+ 3,7 ( $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ )
Vintertemperatur	+ 3,5 ( $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ )	+ 1,2 ( $\pm 0,7^{\circ}\text{C}$ )	+ 3,7 ( $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$ )
Sommertemperatur	+ 2,2 ( $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ )	+ 1,2 ( $\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ )	+ 4,0 ( $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ )
Årsnedbør	+ 14 % ( $\pm 6 \%$ )	+ 2 % ( $\pm 5 \%$ )	+ 7 % ( $\pm 6 \%$ )
Vinternedbør	+ 25 % ( $\pm 6 \%$ )	+ 3 % ( $\pm 8 \%$ )	+ 18 % ( $\pm 12 \%$ )
Sommernedbør	+ 5 % ( $\pm 8 \%$ )	- 1 % ( $\pm 10 \%$ )	- 17 % ( $\pm 21 \%$ )

Tabel 2 - (MST.dk, 2015) – Tallene for A1B-scenariet viser de beregnede danske klimaændringer udtrykt som ændring i forhold til perioden 1961-90, mens tallene for RCP-scenarierne er ændringer i forhold til perioden 1986-2005.



Figur 19 - Nedbørsændringer i Danmark for de fire årstider. Observationer fra 1874 til 2005 er angivet med sort kurve og modelsimuleringer for perioden 2005-2100 for RCP2.6-scenariet og RCP8.5-scenariet er angivet med henholdsvis blå og rød kurve som ændringer i forhold til referenceperioden 1986-2005. De skraverede områder omkring angiver +/- 1 standardafvigelse for RCP-simuleringerne. Kilde: Observationsdata: DMI; Modelsimuleringer: CMIP5. (DMI.dk, climate, nedbør, u.d.)

Klimamodellen herunder indikerer mere ekstremt vejr;

Indikator	1990	2050	2100
Frostdøgn [døgn/år]	85 ( $\pm$ 8)	61 ( $\pm$ 7)	29 ( $\pm$ 5,3)
Vækstsæson [døgn/år]	230 ( $\pm$ 11)	270 ( $\pm$ 12)	300 ( $\pm$ 11)
Varme sommernætter [døgn/år]	8 ( $\pm$ 4)	13 ( $\pm$ 4)	44 ( $\pm$ 13)
Nedbørshændelser > 10 mm [døgn/år]	19 ( $\pm$ 2)	22 ( $\pm$ 2)	26 ( $\pm$ 3)
Nedbørshændelser > 20 mm [døgn/år]	2 ( $\pm$ 0,3)	3 ( $\pm$ 0,5)	5 ( $\pm$ 0,7)
Årets største døgnsum [mm]	70 ( $\pm$ 8)	75 ( $\pm$ 8)	81 ( $\pm$ 7)
Årets største 5-døgnssum [mm]	94 ( $\pm$ 6)	100 ( $\pm$ 5)	108 ( $\pm$ 7)
Middelinintensitet af nedbør [mm/døgn]	5,0 ( $\pm$ 0,2)	5,2 ( $\pm$ 0,2)	5,6 ( $\pm$ 0,2)
Hedebølgedage [døgn/år]	1,5 ( $\pm$ 0,6)	2,8 ( $\pm$ 1,0)	5,0 ( $\pm$ 2,6)
Længste hedebølge [døgn]	3,2 ( $\pm$ 0,7)	4,2 ( $\pm$ 0,9)	5,6 ( $\pm$ 1,9)
Varmebølgedage [døgn/år]	5,8 ( $\pm$ 1,4)	8,7 ( $\pm$ 2,2)	13,9 ( $\pm$ 4,7)
Længste varmebølge [døgn]	6,9 ( $\pm$ 1,1)	8,2 ( $\pm$ 1,4)	10,1 ( $\pm$ 3,3)

Tabel 3 - Klimaparametre for Danmark. En række klimaparametre er angivet for 1990, 2050 og 2100.

Tallene i de tre kolonner repræsenterer midler over perioderne: 1961-1990, 2021-2050 og 2071-2100. Usikkerheden angiver den ensemble-baserede standardafvigelse på ensemble-middelværdien. (MST.dk, 2015)

Det danske landbrug dækker omkring 60% af det samlede danske areal (LF.dk, Landbrug og Fødevarer, Miljø, u.d.), og efter nye forslag i 2014 om nedsættelse af kvælstofudledning i landbruget frem mod 2021, vil det koste dyrt for samfundet. LF mener, at det vil komme til at koste op imod 10.000 arbejdspladser ved, at skulle reducere anvendelse af kvælstof (20% mindre anvendelse af kvælstof). Det spås, at det vil betyde 10% nedgang i landbrugsproduktionen. Det vil også have indvirkning på eksporten, da den vil være faldende og landmanden vil have en mindre omsætning og derved vil også flere landbrug være lukningstruet. Ved at flere landbrug er lukningstruet, vil jordværdien også være faldende. (LF.dk, Landbrug og Fødevarer, vandområdeplaner, u.d.)

Ved øgede mængder af nedbør, vil flere marker blive mere våde og dermed vil det blive svært, at køre med landbrugsmaskiner, og få optimale forhold for dyrkning af de afgrøder som vi dyrker i dag. Et af landbrugets store problemer er også, landmændenes store og tunge maskiner, der trykker jorden så hårdt sammen, at vandet får svært ved at trænge ned igennem jorden og ud i dræn, åer og vandløb. Det giver problemer da vandet bliver stillestående på markerne. Når der er vand nok, vil vandet udvaske næringsstoffer i jorden, og der vil ske overløb af åer. (LF.dk, Landbrug og Fødevarer, vandområdeplaner, u.d.).

Yderligere konsekvenser for landmændene ved flere våde marker, vil være at der vil blive produceret mindre i det danske landbrug. Desuden har det også konsekvenser for andre områder i den danske økonomi, fx vil det betyde mindre produktion på danske mejerier, samt faldende produktion i forædlingsindustrien og fald i forskellige serviceerhverv som fx produktion af emballage, håndtering af spild fra landbrug, mindre biomasse, mindre transport (LF.dk, Landbrug og Fødevarer, vandområdeplaner, u.d.).

Vi har i projektet ikke kunne finde data på, hvor meget det vil koste det danske landbrug, at marker vil være våde i længere perioder end tidligere. Men det vil umiddelbart betyde, at der skal betales for optimering af dræn og kloaker, sikring af åer og vandløb, samt optimering af teknologi der eventuelt kan forberede de våde marker så dyrkning af marken kan ske, når der er tørt nok til at så afgrøder eller lade dyr græsse på marken.

### 7.3 Refleksion

Da projektet blev begyndt, blev der ikke taget til overvejelse, hvor stort et projekt der var i gang med at blive forberedt. Der gik en del tid, før det blev realiseret, at projektet var nødt til at blive skåret ned. Det har af den grund kostet en del spildt arbejde, i kraft af ”ubrugeligt” materiale. Alt sammen noget der sandsynligt kunne være undgået, hvis projektet havde være mere skåret ind til benet fra start af.

Derudover var det et stort og til dels omfattende projekt, for alle gruppens medlemmer. Da ingen i gruppen besad den store tekniske viden inden for området. Det betød at alle medlemmerne hurtigt måtte tilegne sig tilstrækkelig viden inden for dette emne. Da det er meget teknisk svært, har dette været en hård opgave. Men med hjælp fra både vejleder og teknisk vejleder, blev det noget lettere at komme igennem.

Vi udvalgte vores semesterbinding, Subjektivitet, teknologi og samfund, i starten af projektet og var overbeviste om at dette var det mest optimale for vores projekt. Vi har derefter, igennem projektets forløb, oplevet at der har været en del Design og konstruktion teori inden over. Igennem programmeringen fandt vi frem til at hele designet har en indvirkning på, hvordan databehandlingen opleves virtuelt.

Selve satellittens opbygning og udviklingsfase oplyste ESA at de have fundet inspiration fra andre satellitter verden over. Dette kunne have givet en god opgave indenfor Design og konstruktion idet vi havde kunne udtrykke og redegjort for hvorfor de andre design havde været optimale i forhold til benyttelsen af Sentinel-1. Teoretisk ville dette have givet en god kombination med Teknologiske systemer og artefakter idet vi valgte at anvende TRIN 1 i TRIN-modellen som omhandler at redegøre for en teknologi.

Vores metode gik først og fremmest på, at benytte os af feltarbejde, hvor vi tog ud i naturen på vores udvalgte områder. Her observerer vi og undersøgte vores grundlag, inden vi kiggede på Google Earth Engine. Det var lidt sent i forhold til projektet, at vi kom ud i felten og udførte vores feltarbejde.

Det kunne vi have gjort bedre ved at gøre det, som noget af det første i projektet, da feltarbejde er en vigtig del af vores semesterprojekt. Samtidig har vi undervejs lært, at vi i forbindelse med

feltobservation og Google Earth Engine, bør undersøge tingene og data i programmet, og derefter tage ud i feltet. Når vi gjorde det omvendt, så havde vi brugt rigtig meget tid på at undersøge feltet og derefter finde ud af, at ikke alt data stemte overens. Det gav os noget ekstra arbejde, da vi fravalgte nogle ekstra feltområder.

NOTE:

Vi var i begyndelsen af projektet 6 deltagere, men vi har siden 18. maj 2018 splittet gruppen op således at Studienr. 63699 Frederik Hye Hansen – [fhyeh@ruc.dk](mailto:fhyeh@ruc.dk) fortsætter med eget projekt.

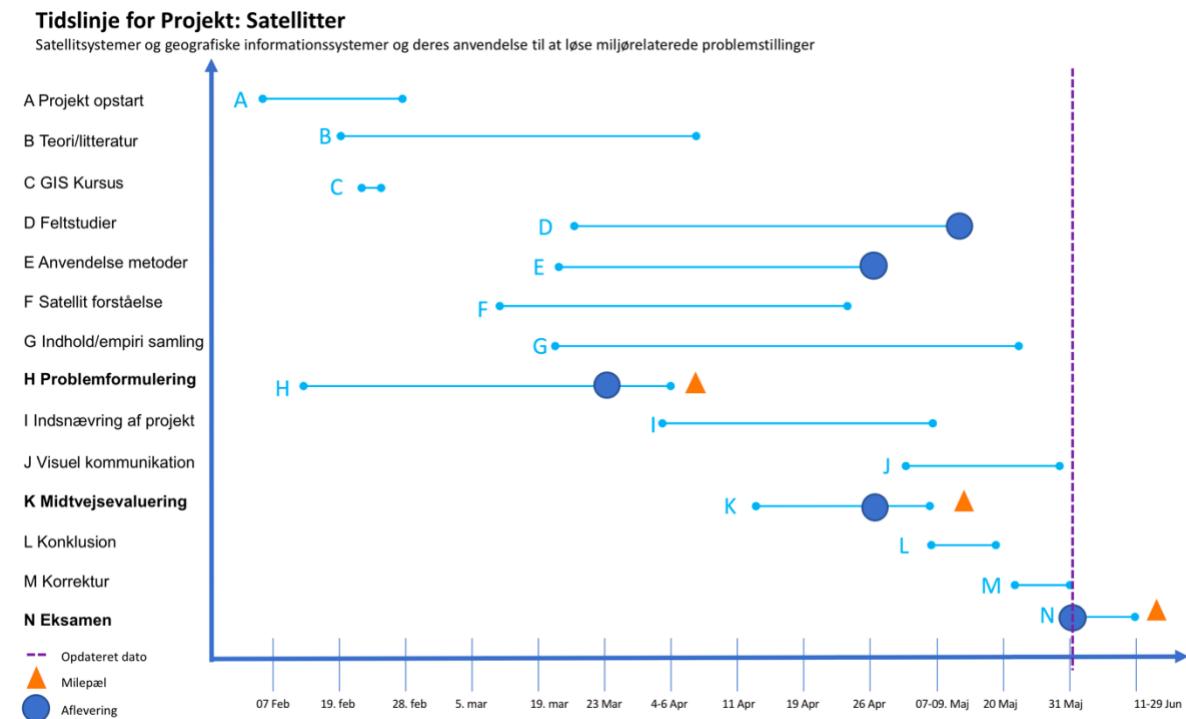
## Litteraturliste

- Bille, M. (17. oktober 2017). *STS 1, Etnografisk metode*.
- Campbell, J. B. (1996). *Introduction to Remote Sensing*. New York: The Guilford Press.
- De Vries, M. (2016). In *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*, Kap. 2 *Techonological artifacts* (s. 11-21). Springer.
- ESA. (29. 05 2018). *ESA earthnet online*. Hentet fra Geometry Glossary:  
<https://earth.esa.int/handbooks/asar/CNTR5-5.html>
- ESA. (u.d.). *ASAR FAQ*. Hentet fra ESA earth online: Hjemmeside besøgt den 15. maj 2018 -  
<https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/envisat/content/-/article/asar-faq-3829>
- ESA. (u.d.). *Instrument Payload*. Hentet fra esa Sentinel Online: Hjemmeside besøgt den 24. april 2018 - <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>
- ESA. (u.d.). *Level-1 Ground Range Detected*. Hentet fra ESA Sentinel Online: Hjemmeside besøgt den 29. maj 2018 - <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/resolutions/level-1-ground-range-detected>
- ESA.int. (u.d.). Hentet fra Copernicus, Overview: Hjemmeside besøgt den 5. maj 2018 -  
[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Overview3](https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview3)
- ESA.int. (u.d.). Hentet fra Sentinel-1 SAR: Hjemmeside besøgt den 21. maj 2018 -  
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-1-sar/sar-instrument/description>
- ESA.int. (u.d.). Hentet fra Coperinicus, Sentinel-1, Facts & Figures: Hjemmeside besøgt den 19. april 2018 - [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Facts\\_and\\_figures](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Facts_and_figures)
- ESA.int. (u.d.). Hentet fra Sentinel-1, Satellite Constellation: Hjemmeside besøgt den 20. maj 2018 - [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Satellite\\_constellation](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Satellite_constellation)
- Geocenter.dk. (2001). *Geologinyt, SAR skrevet af Tonny B. Thomasen*. Hentet fra Hjemmeside besøgt den 16. maj 2018 -  
[http://geocenter.dk/geologisknyt/fileadmin/user\\_upload/GeologiskNyt/Artikler/2001/1/SAR.pdf](http://geocenter.dk/geologisknyt/fileadmin/user_upload/GeologiskNyt/Artikler/2001/1/SAR.pdf)

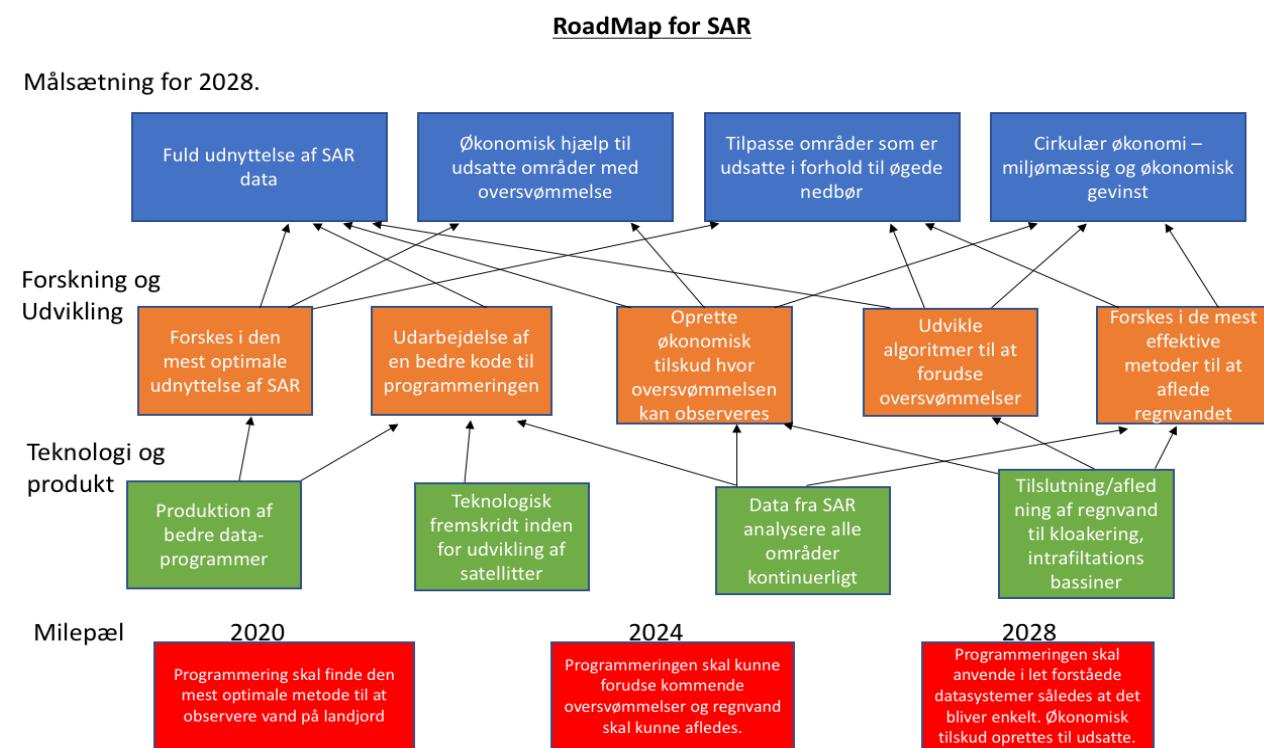
- Geospatial-Humboldt-State-University. (u.d.). *Humboldt State University GEOSPATIAL*. Hentet fra gsp.humboldt.edu:  
<http://gsp.humboldt.edu/olm/Lessons/GIS/08%20Rasters/RasterToVector.html>
- GISGeography. (18. februar 2018). *GISGeography*. Hentet fra www.gisgeography.com:  
<https://gisgeography.com/spatial-data-types-vector-raster/>
- Ingeniøren. (13. januar 2006). *Ing.dk*. Hentet fra <https://ing.dk/artikel/doppler-radar-68488>
- Jørgensen, N. (2017). Teknologiens indre mekanismer og pricesser. *Eksemplificeret ved digital signatur*.
- Jensen, J. R. (2007). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Upper Saddle River: Pearson.
- Kerle, N., Janssen, L. L., & Huurneman, G. C. (2004, s. 31). *Principles of remote sensing*. Hentet fra [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36076544/Principles\\_of\\_Remote\\_Sensing.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1526593452&Signature=Ztx6R6AHK4WEkAUX1Jr5eOzsniw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFundamental\\_of\\_Re](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36076544/Principles_of_Remote_Sensing.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1526593452&Signature=Ztx6R6AHK4WEkAUX1Jr5eOzsniw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFundamental_of_Re)
- LF.dk. (u.d.). Hentet fra Landbrug og Fødevarer, Miljø: Hjemmeside besøgt den 29. maj 2018 - <https://www.lf.dk/viden-om/miljoe-og-klima/miljoe>
- LF.dk. (u.d.). Hentet fra Landbrug og Fødevarer, vandområdeplaner: Hjemmeside besøgt den 29. maj 2018 - <https://www.lf.dk/viden-om/miljoe-og-klima/vandomraadeplaner>
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (1994, s. 33). I *Remote sensing and image interpretation*. Wiley & Sons Inc, Third edition.
- Madsen, S. N., & Dall, J. (1990). *Orbit.dtu.dk*. Hentet fra Processing of The Danish C-band SAR Data s. 2029-2032: Hjemmeside besøgt den 27. maj 2018 - <http://orbit.dtu.dk/ws/files/4492751/Dall.pdf>
- Müller, J., Remmen, A., & Christensen, P. (1984). *Samfundets teknologi, Teknologiens samfund*. Herning: Systime.
- Moreira, A., Prats-Iraola, P., Younis, M., Krieger, G., Hajnsek, I., & Papathanass iou, K. (marts 2013). *Geoscience and remote sensing Magazine*. Hentet fra A turtorial on Synthetic Aperture Radar, Micrawawes and Radar Institute of the German Aerospace Center (DLR): Hjemmeside besøgt 10. maj 2018 - <http://elib.dlr.de/82313/1/SAR-Tutorial-March-2013.pdf>
- MST.dk. (5. februar 2015). Hentet fra Miljø- og Fødevareministeriet, Klimatilpasning, Klimaændringer i Danmark: Hjemmeside besøgt den 28. maj 2018 - <http://www.klimatilpasning.dk/viden-om/klima/klimaaendringeridanmark.aspx>
- nrcan.gc.ca. (20. november 2015). *Earth Sciences, Radar Polarimentry*. Hentet fra Hjemmeside besøgt den 18. maj 2018 - <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9275>
- nrcan.gc.ca. (23. november 2015). *Radar Basics, Natural Resoruces Canada*. Hentet fra Hjemmeside besøgt den 11. maj 2018 - <http://www.nrcan.gc.ca/node/9355>
- nrcan.gc.ca. (21. oktober 2017). *Earth-sciences, Electromagnetic Radiation*. Hentet fra Hjemmeside besøgt den 11. maj 2018 - <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/14621>
- Woodhouse, I. H. (2015). *Introduction to Microwave Remote Sensing*. Speckled Press.

## BILAG

### Bilag 1



### Bilag 2



### Bilag 3

system:time\_stVaHrt VV angle  
Mar 23; 2018 -31,88 -20,685 34,826  
Mar 29; 2018 -34,251 -15,783 34,875  
Mar 30; 2018 -37,072 -24,947 42,655  
Apr 4; 2018 -25,607 -22,802 34,821  
Apr 10; 2018 -35,976 -23,416 34,877  
Apr 11; 2018 -34,549 -19,204 42,659  
Apr 16; 2018 -32,938 -23,777 34,819  
Apr 22; 2018 -35,801 -27,805 34,886  
Apr 23; 2018 -34,205 -21,925 42,664  
Apr 28; 2018 -32,596 -22,015 34,819  
May 4; 2018 -35,864 -23,555 34,876  
May 5; 2018 -34,315 -24,952 42,66  
May 10; 2018 -23,39 -22,933 34,821

Selsø Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:time\_start VH VV angle  
Mar 23; 2018 -31,579 -20,302 34,057  
Mar 29; 2018 -32,694 -14,444 34,102  
Mar 30; 2018 -37,72 -24,027 41,982  
Apr 4; 2018 -17,577 -20,766 34,052  
Apr 10; 2018 -33,491 -20,025 34,105  
Apr 11; 2018 -33,105 -18,516 41,986  
Apr 16; 2018 -31,538 -21,549 34,05  
Apr 22; 2018 -34,916 -25,215 34,113  
Apr 23; 2018 -32,462 -20,716 41,991  
Apr 28; 2018 -30,981 -19,728 34,05  
May 4; 2018 -32,881 -23,974 34,103  
May 5; 2018 -33,042 -23,071 41,986  
May 10; 2018 -29,886 -19,088 34,052

Gundsmagle Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:time\_start VH VV angle  
Mar 23; 2018 -30,805 -21,398 34,449  
Mar 29; 2018 -32,554 -13,296 34,497  
Mar 30; 2018 -36,831 -24,507 42,328  
Apr 4; 2018 -31,152 -20,86 34,444  
Apr 10; 2018 -34,452 -23,135 34,499  
Apr 11; 2018 -34,386 -18,531 42,332  
Apr 16; 2018 -32,325 -24,927 34,442  
Apr 22; 2018 -35,133 -23,615 34,508  
Apr 23; 2018 -34,861 -20,688 42,338  
Apr 28; 2018 -31,455 -20,986 34,442  
May 4; 2018 -33,475 -21,988 34,498  
May 5; 2018 -34,371 -24,856 42,333  
May 10; 2018 -31,527 -20,095 34,444

Roskilde Fjord

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:time\_start VH VV angle

Mar 23; 2018 -24,864 -23,363 34,631  
Mar 29; 2018 -33,298 -15,427 34,68  
Mar 30; 2018 -35,555 -24,34 42,488  
Apr 4; 2018 -29,921 -21,771 34,626  
Apr 10; 2018 -32,269 -22,247 34,682  
Apr 11; 2018 -33,098 -18,908 42,492  
Apr 16; 2018 -31,999 -24,554 34,624  
Apr 22; 2018 -34,589 -27,407 34,691  
Apr 23; 2018 -33,556 -21,793 42,498  
Apr 28; 2018 -31,094 -19,617 34,624  
May 4; 2018 -32,092 -25,011 34,681  
May 5; 2018 -32,52 -24,103 42,493  
May 10; 2018 -30,513 -19,863 34,626

Store Kattinge Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:time\_start VH VV angle

Mar 23; 2018 -27,723 -22,251 34,934  
Mar 29; 2018 -30,499 -17,084 34,754  
Mar 30; 2018 -30,427 -22,349 42,554  
Apr 4; 2018 -26,444 -22,261 34,929  
Apr 10; 2018 -19,634 -22,28 34,757  
Apr 11; 2018 -29,768 -18,758 42,558  
Apr 16; 2018 -28,77 -23,425 34,924  
Apr 22; 2018 -31,303 -24,783 34,765  
Apr 23; 2018 -29,551 -20,66 42,564  
Apr 28; 2018 -27,703 -19,326 34,922  
May 4; 2018 -31,208 -23,536 34,755  
May 5; 2018 -28,592 -20,675 42,559  
May 10; 2018 -29,244 -21,368 34,929

Kornerup Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:timeV\_Hstart VV angle

Mar 23; 2018 -22,64 -20,542 34,647  
Mar 29; 2018 -30,398 -15,812 34,696  
Mar 30; 2018 -30,384 -21,482 42,502  
Apr 4; 2018 -27,477 -20,566 34,642  
Apr 10; 2018 -27,724 -20,172 34,698  
Apr 11; 2018 -27,319 -17,963 42,506  
Apr 16; 2018 -27,196 -21,312 34,639  
Apr 22; 2018 -31,719 -21,739 34,706  
Apr 23; 2018 -27,728 -19,36 42,512  
Apr 28; 2018 -26,558 -18,955 34,64  
May 4; 2018 -28,193 -20,62 34,697  
May 5; 2018 -28,002 -19,866 42,507  
May 10; 2018 -26,401 -16,472 34,641

Lille Katting Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:timeV\_Hstart VV angle  
Mar 23; 2018 -29,641 -20,391 33,938  
Mar 29; 2018 -32,669 -15,827 33,982  
Mar 30; 2018 -34,674 -22,496 41,876  
Apr 4; 2018 -16,676 -17,751 33,933  
Apr 10; 2018 -33,67 -19,24 33,985  
Apr 11; 2018 -31,162 -18,555 41,88  
Apr 16; 2018 -30,616 -21,209 33,931  
Apr 22; 2018 -34,512 -25,87 33,993  
Apr 23; 2018 -30,722 -20,215 41,886  
Apr 28; 2018 -29,37 -19,416 33,931  
May 4; 2018 -32,228 -24,051 33,983  
May 5; 2018 -32,46 -22,497 41,881  
May 10; 2018 -30,389 -18,101 33,933

Løje Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:timeV\_Hstart VV angle  
Mar 23; 2018 -31,651 -19,725 34,484  
Mar 29; 2018 -33,903 -14,963 34,531  
Mar 30; 2018 -37,591 -25,28 42,355  
Apr 4; 2018 -24,4 -23,938 34,479  
Apr 10; 2018 -36,758 -23,552 34,533  
Apr 11; 2018 -34,213 -18,729 42,359  
Apr 16; 2018 -32,986 -24,218 34,476  
Apr 22; 2018 -37,522 -25,276 34,542  
Apr 23; 2018 -34,581 -21,604 42,365  
Apr 28; 2018 -32,145 -21,319 34,477  
May 4; 2018 -35,072 -23,124 34,532  
May 5; 2018 -34,529 -24,984 42,36  
May 10; 2018 -29,388 -19,687 34,479

Sø på Ø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:timeV\_Hstart VV angle  
Mar 23; 2018 -28,543 -21,001 34,709  
Mar 29; 2018 -30,517 -14,4 34,759  
Mar 30; 2018 -31,53 -23,107 42,557  
Apr 4; 2018 -28,703 -21,684 34,704  
Apr 10; 2018 -17,747 -22,287 34,761  
Apr 11; 2018 -31,646 -18,995 42,561  
Apr 16; 2018 -29,569 -24,59 34,702  
Apr 22; 2018 -31,527 -25,092 34,769  
Apr 23; 2018 -31,02 -21,021 42,567  
Apr 28; 2018 -30,644 -19,008 34,702  
May 4; 2018 -31,981 -24,173 34,76  
May 5; 2018 -29,758 -22,503 42,562  
May 10; 2018 -31,119 -20,055 34,704

Buesø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

system:time\_start VH VV angle

Mar 23; 2018 -24,558 -23,729 34,65  
Mar 29; 2018 -33,086 -15,124 34,699  
Mar 30; 2018 -33,973 -23,532 42,506  
Apr 4; 2018 -28,458 -20,347 34,645  
Apr 10; 2018 -33,053 -23,128 34,702  
Apr 11; 2018 -32,678 -19,164 42,51  
Apr 16; 2018 -32,266 -24,545 34,643  
Apr 22; 2018 -34,692 -25,99 34,71  
Apr 23; 2018 -32,593 -21,949 42,515  
Apr 28; 2018 -31,382 -18,972 34,643  
May 4; 2018 -32,138 -24,571 34,7  
May 5; 2018 -31,334 -23,295 42,51  
May 10; 2018 -30,701 -20,79 34,645

Svogerslev Sø

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

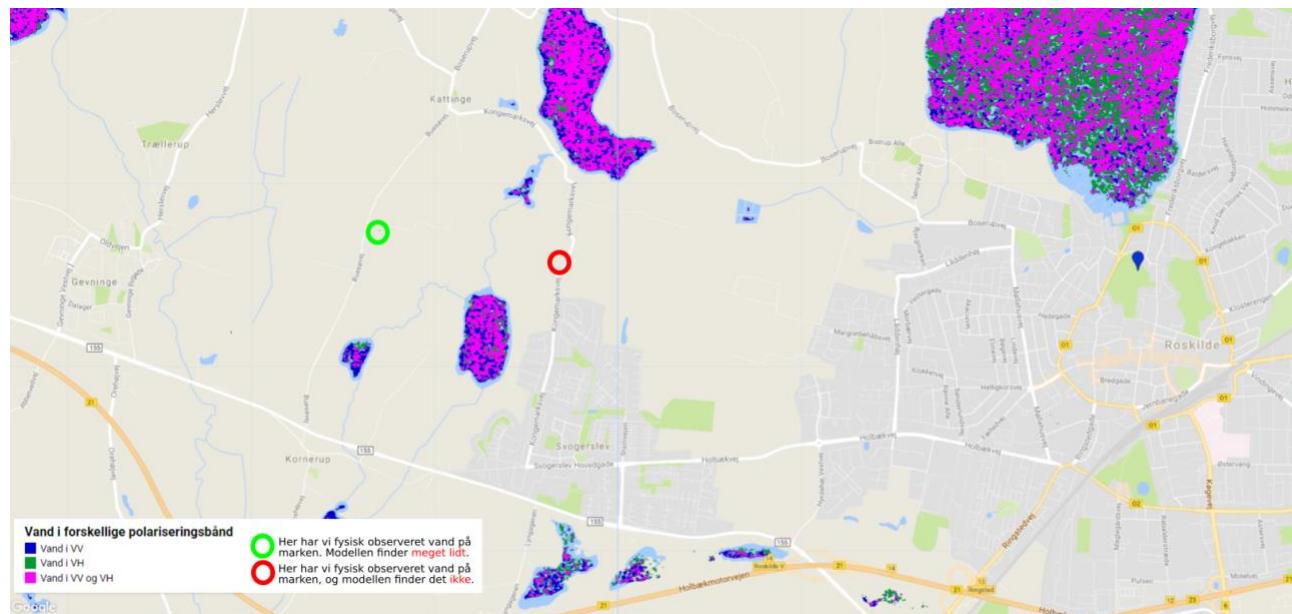
system:time\_start VH VV angle  
Mar 23; 2018 -31,88 -20,685 34,826  
Mar 29; 2018 -34,251 -15,783 34,875  
Mar 30; 2018 -37,072 -24,947 42,655  
Apr 4; 2018 -25,607 -22,802 34,821  
Apr 10; 2018 -35,976 -23,416 34,877  
Apr 11; 2018 -34,549 -19,204 42,659  
Apr 16; 2018 -32,938 -23,777 34,819  
Apr 22; 2018 -35,801 -27,805 34,886  
Apr 23; 2018 -34,205 -21,925 42,664  
Apr 28; 2018 -32,596 -22,015 34,819  
May 4; 2018 -35,864 -23,555 34,876  
May 5; 2018 -34,315 -24,952 42,66  
May 10; 2018 -23,39 -22,933 34,821  
Mar 23; 2018 -31,579 -20,302 34,057  
Mar 29; 2018 -32,694 -14,444 34,102  
Mar 30; 2018 -37,72 -24,027 41,982  
Apr 4; 2018 -17,577 -20,766 34,052  
Apr 10; 2018 -33,491 -20,025 34,105  
Apr 11; 2018 -33,105 -18,516 41,986  
Apr 16; 2018 -31,538 -21,549 34,05  
Apr 22; 2018 -34,916 -25,215 34,113  
Apr 23; 2018 -32,462 -20,716 41,991  
Apr 28; 2018 -30,981 -19,728 34,05  
May 4; 2018 -32,881 -23,974 34,103  
May 5; 2018 -33,042 -23,071 41,986  
May 10; 2018 -29,886 -19,088 34,052  
Mar 23; 2018 -30,805 -21,398 34,449  
Mar 29; 2018 -32,554 -13,296 34,497  
Mar 30; 2018 -36,831 -24,507 42,328  
Apr 4; 2018 -31,152 -20,86 34,444  
Apr 10; 2018 -34,452 -23,135 34,499  
Apr 11; 2018 -34,386 -18,531 42,332  
Apr 16; 2018 -32,325 -24,927 34,442  
Apr 22; 2018 -35,133 -23,615 34,508  
Apr 23; 2018 -34,861 -20,688 42,338  
Apr 28; 2018 -31,455 -20,986 34,442

May 4; 2018 -33,475 -21,988 34,498  
May 5; 2018 -34,371 -24,856 42,333  
May 10; 2018 -31,527 -20,095 34,444  
Mar 23; 2018 -24,864 -23,363 34,631  
Mar 29; 2018 -33,298 -15,427 34,68  
Mar 30; 2018 -35,555 -24,34 42,488  
Apr 4; 2018 -29,921 -21,771 34,626  
Apr 10; 2018 -32,269 -22,247 34,682  
Apr 11; 2018 -33,098 -18,908 42,492  
Apr 16; 2018 -31,999 -24,554 34,624  
Apr 22; 2018 -34,589 -27,407 34,691  
Apr 23; 2018 -33,556 -21,793 42,498  
Apr 28; 2018 -31,094 -19,617 34,624  
May 4; 2018 -32,092 -25,011 34,681  
May 5; 2018 -32,52 -24,103 42,493  
May 10; 2018 -30,513 -19,863 34,626  
Mar 23; 2018 -27,723 -22,251 34,934  
Mar 29; 2018 -30,499 -17,084 34,754  
Mar 30; 2018 -30,427 -22,349 42,554  
Apr 4; 2018 -26,444 -22,261 34,929  
Apr 10; 2018 -19,634 -22,28 34,757  
Apr 11; 2018 -29,768 -18,758 42,558  
Apr 16; 2018 -28,77 -23,425 34,924  
Apr 22; 2018 -31,303 -24,783 34,765  
Apr 23; 2018 -29,551 -20,66 42,564  
Apr 28; 2018 -27,703 -19,326 34,922  
May 4; 2018 -31,208 -23,536 34,755  
May 5; 2018 -28,592 -20,675 42,559  
May 10; 2018 -29,244 -21,368 34,929  
Mar 23; 2018 -22,64 -20,542 34,647  
Mar 29; 2018 -30,398 -15,812 34,696  
Mar 30; 2018 -30,384 -21,482 42,502  
Apr 4; 2018 -27,477 -20,566 34,642  
Apr 10; 2018 -27,724 -20,172 34,698  
Apr 11; 2018 -27,319 -17,963 42,506  
Apr 16; 2018 -27,196 -21,312 34,639  
Apr 22; 2018 -31,719 -21,739 34,706  
Apr 23; 2018 -27,728 -19,36 42,512  
Apr 28; 2018 -26,558 -18,955 34,64  
May 4; 2018 -28,193 -20,62 34,697  
May 5; 2018 -28,002 -19,866 42,507  
May 10; 2018 -26,401 -16,472 34,641  
Mar 23; 2018 -29,641 -20,391 33,938  
Mar 29; 2018 -32,669 -15,827 33,982  
Mar 30; 2018 -34,674 -22,496 41,876  
Apr 4; 2018 -16,676 -17,751 33,933  
Apr 10; 2018 -33,67 -19,24 33,985  
Apr 11; 2018 -31,162 -18,555 41,88  
Apr 16; 2018 -30,616 -21,209 33,931  
Apr 22; 2018 -34,512 -25,87 33,993  
Apr 23; 2018 -30,722 -20,215 41,886  
Apr 28; 2018 -29,37 -19,416 33,931  
May 4; 2018 -32,228 -24,051 33,983

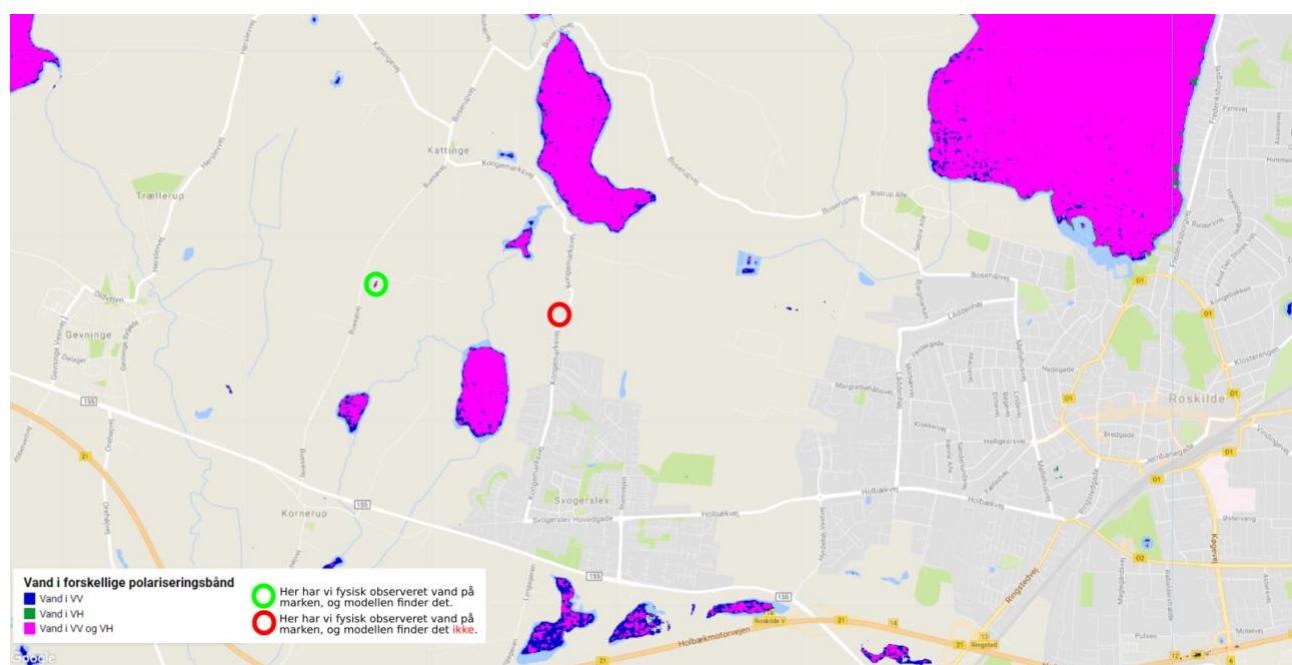
May 5; 2018 -32,46 -22,497 41,881  
May 10; 2018 -30,389 -18,101 33,933  
Mar 23; 2018 -31,651 -19,725 34,484  
Mar 29; 2018 -33,903 -14,963 34,531  
Mar 30; 2018 -37,591 -25,28 42,355  
Apr 4; 2018 -24,4 -23,938 34,479  
Apr 10; 2018 -36,758 -23,552 34,533  
Apr 11; 2018 -34,213 -18,729 42,359  
Apr 16; 2018 -32,986 -24,218 34,476  
Apr 22; 2018 -37,522 -25,276 34,542  
Apr 23; 2018 -34,581 -21,604 42,365  
Apr 28; 2018 -32,145 -21,319 34,477  
May 4; 2018 -35,072 -23,124 34,532  
May 5; 2018 -34,529 -24,984 42,36  
May 10; 2018 -29,388 -19,687 34,479  
Mar 23; 2018 -28,543 -21,001 34,709  
Mar 29; 2018 -30,517 -14,4 34,759  
Mar 30; 2018 -31,53 -23,107 42,557  
Apr 4; 2018 -28,703 -21,684 34,704  
Apr 10; 2018 -17,747 -22,287 34,761  
Apr 11; 2018 -31,646 -18,995 42,561  
Apr 16; 2018 -29,569 -24,59 34,702  
Apr 22; 2018 -31,527 -25,092 34,769  
Apr 23; 2018 -31,02 -21,021 42,567  
Apr 28; 2018 -30,644 -19,008 34,702  
May 4; 2018 -31,981 -24,173 34,76  
May 5; 2018 -29,758 -22,503 42,562  
May 10; 2018 -31,119 -20,055 34,704  
Mar 23; 2018 -24,558 -23,729 34,65  
Mar 29; 2018 -33,086 -15,124 34,699  
Mar 30; 2018 -33,973 -23,532 42,506  
Apr 4; 2018 -28,458 -20,347 34,645  
Apr 10; 2018 -33,053 -23,128 34,702  
Apr 11; 2018 -32,678 -19,164 42,51  
Apr 16; 2018 -32,266 -24,545 34,643  
Apr 22; 2018 -34,692 -25,99 34,71  
Apr 23; 2018 -32,593 -21,949 42,515  
Apr 28; 2018 -31,382 -18,972 34,643  
May 4; 2018 -32,138 -24,571 34,7  
May 5; 2018 -31,334 -23,295 42,51  
May 10; 2018 -30,701 -20,79 34,645  
Middelværdi -31,1566 -21,3938  
Spredning 3,780883 2,825544  
Konfidensinterval 0,547149 0,408897  
Gennemsnit

Data er trukket fra Google Earth Engine d. 28-05-2018

## Bilag 4



## Bilag 5



## Bilag 6

```
var Roskilde = /* color: #0b32d6 */ee.Geometry.Point([12.081356048583984,  
55.64688757182036]);  
// Get the Sentinel-1 collection.  
var SAR = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')  
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))  
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))  
.filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))  
.filter(ee.Filter.eq('resolution','H'))  
.filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))  
var mySAR = SAR.filterBounds(Roskilde)  
print(mySAR)  
// add vizualization parameters  
var vizWater1 = {min:0, max:1, palette:['0000cc']} //Blue  
var vizWater2 = {min:0, max:1, palette:['009933']} //Green  
//Create VV and VH image band  
var myVV = ee.Image(SAR.filterDate('2018-03-20', '2018-05-15').mean()).select("VV")  
var myVH = ee.Image(SAR.filterDate('2018-03-20', '2018-05-15').mean()).select("VH")  
// Set filter value for VV and VH band:  
var valueVV = -18.57;  
var valueVH = -27.38;  
// water in VV band is less than this value  
var water1 = myVV.lt(valueVV);  
var water1 = water1.updateMask(water1);  
// water in VH band is less than this value  
var water2 = myVH.lt(valueVH);  
var water2 = water2.updateMask(water2);  
// Add layers to map  
Map.addLayer(water1,vizWater1,"Vand i VV"); //blå farve  
Map.addLayer(water2,vizWater2,"Vand i VH"); //grøn farve  
var stacked_composite = water1.addBands(water2);  
Map.addLayer(stacked_composite);  
// Create a legend  
// set position of panel  
var legend = ui.Panel({  
style: {  
position: 'bottom-left',  
padding: '8px 15px'  
}  
});  
// Create legend title  
var legendTitle = ui.Label({  
value: 'Vand i forskellige polariseringsbånd',  
style: {  
fontWeight: 'bold',  
fontSize: '18px',  
margin: '0 0 4px 0',  
padding: '0'  
}
```

```
}

});

// Add the title to the panel
legend.add(legendTitle);
// Creates and styles 1 row of the legend.
var makeRow = function(color, name) {
// Create the label that is actually the colored box.
var colorBox = ui.Label({
style: {
backgroundColor: '#' + color,
// Use padding to give the box height and width.
padding: '8px',
margin: '0 0 4px 0'
}
});
// Create the label filled with the description text.
var description = ui.Label({
value: name,
style: {margin: '0 0 4px 6px'}
});
// return the panel
return ui.Panel({
widgets: [colorBox, description],
layout: ui.Panel.Layout.Flow('horizontal')
});
};

// Palette with the colors
var palette =['0000cc', '009933', 'FF00ff'];
// name of the legend
var names = ['Vand i VV','Vand i VH','Vand i VV og VH'];
// Add color and and names
for (var i = 0; i < 3; i++) {
legend.add(makeRow(palette[i], names[i]));
}
// add legend to map
Map.add(legend);
```

## Bilag 7

```
var StKattingSoe = /* color: #97a8ac */ee.Geometry.Polygon(  
[[[12.01230525970459, 55.665762262411754],  
[12.00981616973877, 55.66188925558341],  
[12.010760307312012, 55.658887411668864],  
[12.0100736618042, 55.65777376586858],  
[12.012863159179688, 55.65528005277027],  
[12.014880180358887, 55.65392418093048],  
[12.01805591583252, 55.653609418252096],  
[12.018613815307617, 55.65319780170061],  
[12.019600868225098, 55.653343078624665],  
[12.020459175109863, 55.65433578984551],  
[12.021231651306152, 55.65436000199987],  
[12.02204704284668, 55.65484424194263],  
[12.022991180419922, 55.655134783033425],  
[12.022647857666016, 55.65566743609994],  
[12.019214630126953, 55.65552216780052],  
[12.015695571899414, 55.65726535181784],  
[12.015523910522461, 55.65791902581317],  
[12.01805591583252, 55.661090400248014],  
[12.017326354980469, 55.662324987985194],  
[12.016854286193848, 55.663051197875205],  
[12.015995979309082, 55.663365884642985],  
[12.014923095703125, 55.66339009121263],  
[12.013592720031738, 55.66573805730931]]]),  
RoskildeFjord = /* color: #000000 */ee.Geometry.Polygon(  
[[[12.075047492980957, 55.654238941078304],  
[12.078437807795126, 55.651575506097075],  
[12.080025675531942, 55.651672361452654],  
[12.080540659662802, 55.65135758067109],  
[12.081742289301474, 55.65147865050194],  
[12.083158495661337, 55.65295567229596],  
[12.08508968615206, 55.65426315329257],  
[12.08483219408663, 55.655740070047514],  
[12.086377146479208, 55.66217974439024],  
[12.089552879333496, 55.66830370894824],  
[12.089638710021973, 55.67004632380451],  
[12.08745002746582, 55.670772390423544],  
[12.084918022155762, 55.66927183789384],  
[12.08096981048584, 55.66932024371238],  
[12.079124450683594, 55.67053036971419],  
[12.079510688781738, 55.67205507519071],  
[12.077751159667969, 55.672829506012015],  
[12.071313859341899, 55.6743783275764],  
[12.067494393704692, 55.677524170616636],  
[12.067108155606547, 55.6805971729986],  
[12.07148551940918, 55.68144402098419],  
[12.07371711730957, 55.6843473605924],  
[12.072300910949707, 55.68531509256628],  
[12.067537307739258, 55.68473445625565],
```

```
[12.05650806427002, 55.684613489272486],  
[12.051873207092285, 55.68391187339127],  
[12.05500602722168, 55.68045199721719],  
[12.051572800010035, 55.67788713622735],  
[12.045736313193629, 55.67602387702887],  
[12.043461799949, 55.676120671899966],  
[12.038269043296168, 55.67975030667728],  
[12.038440704673121, 55.681419825581905],  
[12.037410736411402, 55.68216987609243],  
[12.03522205385525, 55.68137143473244],  
[12.032775879233668, 55.67972611022725],  
[12.029299736350367, 55.67658044426686],  
[12.031145096152613, 55.67493491822595],  
[12.031059265464137, 55.67118382810242],  
[12.035093307822535, 55.6727569096821],  
[12.03771114382107, 55.67200667866393],  
[12.039685249656031, 55.67108702101631],  
[12.04170227083523, 55.66924764087103],  
[12.04294681581814, 55.67145004635425],  
[12.042860985129664, 55.67251490124804],  
[12.051744461386988, 55.67508011448437],  
[12.060155868857692, 55.67384592911051],  
[12.063159942626953, 55.66658523289701],  
[12.057366371154785, 55.66242181674904],  
[12.05801010131836, 55.65767692560609],  
[12.072815895080566, 55.65605481559648]]]),  
BueSoe /* color: #98ff00 */ee.Geometry.Polygon(  
[[[11.98732852935791, 55.64203552817124],  
[11.986416569481321, 55.641756999301805],  
[11.98584794998169, 55.64110305600236],  
[11.986073256799386, 55.64066103173045],  
[11.986706256866455, 55.64053387376852],  
[11.987376810824117, 55.63966797295502],  
[11.987982987063788, 55.63966191954656],  
[11.988272663866269, 55.64037643884399],  
[11.988744735717773, 55.64091534788182],  
[11.989152431488037, 55.64147846954503],  
[11.989367008209229, 55.64186598942799],  
[11.989130973815918, 55.64214451697584]]]),  
SvogerslevSoe /* color: #0b4a8b */ee.Geometry.Polygon(  
[[[12.002606391906738, 55.645196080382014],  
[12.00129747390747, 55.64466328485571],  
[12.001211643218994, 55.64251992053703],  
[12.000889778137207, 55.641805439699006],  
[12.000846862792969, 55.64076396971005],  
[12.001726627349854, 55.6404127700985],  
[12.00254201889038, 55.639795135557605],  
[12.003099918365479, 55.63939548448893],  
[12.004773616790771, 55.639988904305056],  
[12.00582504272461, 55.642217176010405],  
[12.00556755065918, 55.6439367338209],  
[12.00533151626587, 55.644820702470135],  
[12.003529071807861, 55.645280842638385],  
[12.003271579742432, 55.64523846153314],  
[12.002971172332764, 55.64522635263749]]]),
```

```
SelsoeSoe = /* color: #d63000 */ee.Geometry.Polygon(  
[[[11.992993354797363, 55.74300290922917],  
[11.9950532913208, 55.74282172906514],  
[11.9960618019104, 55.74346189521308],  
[11.998443603515625, 55.74243520857032],  
[11.998744010925293, 55.74265262681975],  
[12.000117301940918, 55.74256807542225],  
[12.000975608825684, 55.742205710215046],  
[12.002477645874023, 55.7428338077689],  
[12.002134323120117, 55.74380009195712],  
[12.001104354858398, 55.74534609688795],  
[12.00033187866211, 55.74567219947981],  
[12.00082540512085, 55.74663841338021],  
[12.00254201889038, 55.74627608597154],  
[12.002520561218262, 55.74567219947981],  
[12.003915309906006, 55.745708432932894],  
[12.004623413085938, 55.74754421718115],  
[12.002992630004883, 55.74796691842482],  
[12.00305700302124, 55.748594923244575],  
[12.001361846923828, 55.748510384723026],  
[12.000632286071777, 55.75018904392514],  
[12.001168727874756, 55.750382266247975],  
[12.001640796661377, 55.75024942600383],  
[12.002370357513428, 55.75151742806705],  
[12.001791000366211, 55.75148120000865],  
[12.001147270202637, 55.75108268914558],  
[12.000417709350586, 55.75169856932852],  
[12.00031042098999, 55.75282161723608],  
[12.001104354858398, 55.75311143080234],  
[12.00108289718628, 55.75395670807171],  
[12.00307846069336, 55.75404123479119],  
[12.003099918365479, 55.75493479176511],  
[12.00032114982605, 55.75465706679001],  
[11.99981689453125, 55.75445179053741],  
[11.998593807220459, 55.75452424110286],  
[11.998615264892578, 55.755164215253],  
[11.997241973876953, 55.75504346621707],  
[11.996920108795166, 55.75261633132383],  
[11.999194622039795, 55.75266463398861],  
[11.999366283416748, 55.75194008773653],  
[11.999859809875488, 55.75152950555315],  
[12.00005292892456, 55.75130006068608],  
[11.999452114105225, 55.751046462157575],  
[11.999945640563965, 55.75049095485813],  
[11.999645233154297, 55.75005620449721],  
[11.998615264892578, 55.74980259788255],  
[11.9980788230896, 55.74997166914217],  
[11.99732780456543, 55.75114307131522],  
[11.996641159057617, 55.751022309830795],  
[11.993958950042725, 55.74876400121229],  
[11.992671489715576, 55.74739929146045],  
[11.993036270141602, 55.74607076708737]]]),  
GundsoemagleSoe = /* color: #98ff00 */ee.Geometry.Polygon(  
[[[12.177636623382568, 55.72441239861005],  
[12.178044319152832, 55.72406194933911],
```

```
[12.179170846939087, 55.72442448301158],  
[12.179492712020874, 55.72486556110778],  
[12.180501222610474, 55.72481118188573],  
[12.181617021560669, 55.72523412939448],  
[12.182475328445435, 55.72501057199636],  
[12.185511589050293, 55.7253489286421],  
[12.187721729278564, 55.72626731047271],  
[12.19209909439087, 55.72682920449435],  
[12.192689180374146, 55.72717358715605],  
[12.193633317947388, 55.72722796308814],  
[12.195886373519897, 55.72720379601656],  
[12.197345495223999, 55.72773546813576],  
[12.196894884109497, 55.72829734102955],  
[12.1963369846344, 55.7287685830283],  
[12.192721366882324, 55.72843629759485],  
[12.191905975341797, 55.7285752536656],  
[12.190167903900146, 55.72847858862526],  
[12.189502716064453, 55.7288410812925],  
[12.188193798065186, 55.728466505478416],  
[12.188290357589722, 55.728279216223704],  
[12.187625169754028, 55.72808588443781],  
[12.184545993804932, 55.7273608817144],  
[12.183526756998617, 55.726708367752835],  
[12.181820872065146, 55.72603167508942],  
[12.179385426279623, 55.725814164242706],  
[12.17869878077181, 55.725910835879745],  
[12.177658083674032, 55.72507703514029],  
[12.17670321726473, 55.724509073717535]]]),  
KornerupSoe = /* color: #0b4a8b */ee.Geometry.Polygon(  
[[[11.982060672162334, 55.62834429951379],  
[11.983026267407695, 55.628295843017675],  
[11.983004809735576, 55.62802327411063],  
[11.983251572964946, 55.62798693144646],  
[11.984313727734843, 55.62869560731883],  
[11.986438037274638, 55.62934975828817],  
[11.986781360028544, 55.62972528446668],  
[11.985526086209575, 55.63022799936271],  
[11.985182762145996, 55.63039153247324],  
[11.985515356063843, 55.63069436839558],  
[11.986116170883179, 55.63069436839558],  
[11.986545324325562, 55.6308942388223],  
[11.986502408981323, 55.63116073113876],  
[11.985869407653809, 55.63128186341078],  
[11.985408067703247, 55.63106382505156],  
[11.985172033309937, 55.630803388754714],  
[11.984045505523682, 55.630433929643246],  
[11.983734369277954, 55.63007658063137],  
[11.98207139968872, 55.629168051520246],  
[11.981803178787231, 55.62893788746816]]]),  
LilleKattingSoe = /* color: #ffc82d */ee.Geometry.Polygon(  
[[[12.00585723043514, 55.652130717115874],  
[12.00588673473544, 55.65190674135578],  
[12.007863522855814, 55.65200964929654],  
[12.007874251692328, 55.65138009060158],  
[12.008110286094734, 55.65136798360444],
```

```
[12.008228303295937, 55.65126507397724],  
[12.008298040733052, 55.65131955557823],  
[12.008158565858935, 55.65149813362793],  
[12.007992268893531, 55.65157682878114],  
[12.008112968303976, 55.65187042084151],  
[12.008335591660739, 55.652112556966834],  
[12.008635999082003, 55.652191250885124],  
[12.008729875433687, 55.6525975795489],  
[12.008834482566158, 55.652958508300436],  
[12.008861304648008, 55.65309319296175],  
[12.009086610213899, 55.65332926832948],  
[12.009236813927942, 55.653436712411676],  
[12.00948357716345, 55.65361376752233],  
[12.009623052037682, 55.65380141479471],  
[12.009665967383626, 55.65404353897852],  
[12.009912730622432, 55.654219078075485],  
[12.01012730604225, 55.654405918528724],  
[12.01021447776236, 55.65447477161748],  
[12.010205090106751, 55.65455573073097],  
[12.010379433699427, 55.65458750900317],  
[12.010443806718285, 55.654552704227505],  
[12.010521590782673, 55.654566323491245],  
[12.010529637410059, 55.65463744623603],  
[12.010856866922495, 55.654705542359935],  
[12.011071443651986, 55.65465257871823],  
[12.011232376199132, 55.65465863170949],  
[12.01132893572742, 55.65472521455147],  
[12.011283338172348, 55.654750939710084],  
[12.011103630161415, 55.65471764832511],  
[12.01078712948538, 55.654797850249956],  
[12.010551095082974, 55.65474639997744],  
[12.010510861939679, 55.65470856885428],  
[12.010422349037754, 55.65466771119653],  
[12.010146081486255, 55.6545663234969],  
[12.010111212765423, 55.65446342227333],  
[12.009979784532902, 55.65435598100358],  
[12.009357512352608, 55.653997336881694],  
[12.009255588395831, 55.65394891211122],  
[12.008995414096603, 55.65371586704771],  
[12.008866668063092, 55.653449528138964],  
[12.008660137633342, 55.65329063153186],  
[12.008096873739532, 55.65327095861155],  
[12.007694542371723, 55.65312568141425],  
[12.007597982843436, 55.652909277922944],  
[12.007952034424648, 55.652629313413904],  
[12.007597982843436, 55.65245982051145],  
[12.007050812183252, 55.65234026704701],  
[12.006597518842227, 55.652229793452825],  
[12.006230056192976, 55.65220406663765],  
[12.006070465230664, 55.65213258509089]]]),  
LojeSoe = /* color: #00ffff */ee.Geometry.Polygon(  
[[[12.223899364471436, 55.74686480290712],  
[12.22377061843872, 55.74657494293127],  
[12.223491668701172, 55.74639981815233],  
[12.224328517913818, 55.74604956623628],
```

```
[12.224478721618652, 55.7458744390992],
[12.225701808929443, 55.74570535008303],
[12.226570844650269, 55.74598917765712],
[12.226935625076294, 55.74646624488515],
[12.226828336715698, 55.74691915141287],
[12.226935625076294, 55.747523018604966],
[12.226152420043945, 55.74800006707836],
[12.225337028503418, 55.74788533443396],
[12.22452163696289, 55.747438477760724]]),
SoePaaOe = /* color: #bf04c2 */ee.Geometry.Polygon(
[[[12.078824043273926, 55.731746941063335],
[12.078362703323364, 55.731595914102726],
[12.078341245651245, 55.73125761159077],
[12.078620195388794, 55.73109450040358],
[12.079843282699585, 55.73123344701345],
[12.081238031387329, 55.73094951210949],
[12.082085609436035, 55.73169257142483],
[12.082396745681763, 55.731934213683026],
[12.082139253616333, 55.732278551316604],
[12.082139253616333, 55.73306387139861],
[12.081774473190308, 55.73335383174303],
[12.079296112060547, 55.73308803484294],
[12.07921028137207, 55.73299138097599],
[12.079499959945679, 55.73254435372844],
[12.078609466552734, 55.73206711628749]]]),
Area = /* color: #ff0000 */ee.Geometry.LinearRing(
[[12.23876953125, 55.757069987043145],
[12.24151611328125, 55.61888916402847],
[11.968917846679688, 55.61850141685965],
[11.967544555664062, 55.75629722451379],
[12.23876953125, 55.757069987043145]]);
// Get the Sentinel-1 collection.
var SAR = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
.filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
.filter(ee.Filter.eq('resolution','H'))
.filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
.filterDate('2018-03-20', '2018-05-15')
.filterBounds(Area)
print (SAR);
print(ui.Chart.image.series(SAR, SelsoeSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Selsoe Sø'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, GundsoemagleSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Gundsømagle Sø'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, RoskildeFjord, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Roskilde Fjord'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, StKattingSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Store Kattinge Sø'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, KornerupSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Kornerup Sø'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, LilleKattingSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Lille Kattinge Sø'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, LojeSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Loje Sø'}));
print(ui.Chart.image.series(SAR, SoePaaOe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Sø på Ø i Fjorden'}));
```

```
print(ui.Chart.image.series(SAR, BueSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Buesø'}));  
print(ui.Chart.image.series(SAR, SvogerslevSoe, ee.Reducer.mean(), 10).setOptions({title: 'Svogerslev sø'}));
```