

RAPPORT

03/2017

ISBN 978-82-7492-349-2

ISSN 1890-5226

# SATELLITTBASERT OVERVÅKNING AV VEKSTSESONGEN PÅ SVALBARD - STATUS 2017



Stein Rune Karlsen og Kjell Arild Høgda



---

**PROSJEKTNAMN:** Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen (fenologi) på Svalbard for årene 2014, 2015 og 2016

Prosjektnr.: 641

**OPPDRAGSGIVER(E):** Norsk Polarinstitut

Oppdragsgivers ref.:  
John Richard Hansen

---

Dokumentnr.:

Dokumenttype: Rapport

Status: Åpen

ISBN: 978-82-7492-349-2

ISSN: **1890-5226**

Ant. Sider: 12

Prosjektleder: Stein Rune Karlsen

Dato: 1. mars 2017

**FORFATTER (E):** Stein Rune Karlsen og Kjell Arild Høgda

**TITTEL:** Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen på Svalbard, - status 2017

---

Resymé / Summary: Denne rapporten omhandler satellittbasert overvåkning av vekstsesongen (fenologi) på Svalbard. MODIS-NDVI satellittdata er brukt til å kartlegge start på vekstsesongen for perioden 2000 til 2016.

---

Emneord: Svalbard, MODIS, NDVI, start på vekstsesongen.

Noter:

---

**UTGIVER:** Norut, P.O. BOX 6434, N-9294 Tromsø, Norway



## **Innhold**

<b>1#</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>2#</b>
<b>2#</b>	<b>MATERIALE OG METODER .....</b>	<b>2#</b>
<b>3#</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>3#</b>
3.1#	Feltdata og MODIS datasettet.....	3#
3.2#	Gjennomsnittlig start på vekstsesongen.....	5#
3.3#	Årlig variasjon og trend i start på vekstsesongen .....	7#
<b>4#</b>	<b>DISKUSJON OG KONKLUSJON .....</b>	<b>10#</b>
<b>5#</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>11#</b>

## Forord

Denne rapporten omhandler satellittbasert overvåkning av vekstsesongen (fenologi) på Svalbard. Overvåkingen er et ledd i den pågående overvåking av miljøet på Svalbard i regi av *Miljøovervåkningssystemet for Svalbard og Jan Mayen* (MOSJ). Rapporten er ment som et tillegg til det satellittbaserte datasettet. Etableringen av satellittbasert overvåkning av vekstsesongen på Svalbard er gjort med tanke på langsiktig overvåkning av endringer vegetasjonen, og det er lagt opp til årlig virksomhet innen overvåkning av vekstsesongen. Northern Research Institute Tromsø (Norut Tromsø) utfører oppdraget for Norsk Polarinstitut. Vi takker seniorrådgiver John Richard Hansen, Norsk Polarinstitut, for god samarbeid.

Tromsø, 1. mars 2017  
Stein Rune Karlsen  
(Prosjektleder)

# 1 INNLEDNING

I 2008 tok Norsk Polarinstitutt initiativ til en utvidet overvåking av vegetasjonen på Svalbard. Overvåkingen er et ledd i den pågående overvåking av miljøet på Svalbard i regi av *Miljøovervåkningssystemet for Svalbard og Jan Mayen* (MOSJ). Denne rapporten omhandler kartlegging av vekstsesongen med MODIS satellittdata innen MOSJ. Det er tidligere kartlagt vekstsesongen for perioden 2000 til 2013 (Karlsen et al. 2011, Karlsen et al. 2013), og denne rapporten omhandler en forlengelse av tidsserien til og med år 2016.

Det er også tidligere analysert start på vekstsesongen i forhold til klimaparameterer (Karlsen & Høgda 2014). Det studiet viste at start på vekstsesongen er svært godt korrelert med temperatur på en 250m piksel skala. Juni temperatur parameterer forklarer starten på vekstsesongen i de områder med tidligst start på sesongen og juli temperatur forklarer de områder med sen start på vekstsesongen. Studiet indikerte også at lokalt kan store snømengder enkelte år utsette start på vekstsesongen noe, også på en MODIS satellittdata skala med 250m store piksel. Det høye samsvaret mellom temperatur og start på vekstsesongen viser tydelig at endringer i start på vekstsesongen er en god bio-indikator på endringer i klimaet, og derav en første indikasjon på endringer i vegetasjonsdekket.

## 2 MATERIALE OG METODER

Det er brukt to ulike MODIS datasett i kartlegging av vekstsesongen, begge med 8-dagers tidsoppløsning, men hvor en har informasjon om hvilken dag i 8-dagers perioden en har data fra. Følgende to datasett er brukt: a) MOD09A1-produktet som viser reflektansverdien til 7 bånd med 500m romlig oppløsning, og b) MOD09Q1-produktet som viser reflektansverdien til bånd 1 og 2 (rødt og nærinfrarødt) med 250m romlig oppløsning. Studieområdet er hele Svalbard syd om 80°N, dette fordi de MODIS datasettene som er brukt ikke har data lengre nord. Et hovedarbeid i prosessering av optisk satellittdata er å fjerne skyer. Skydekket er ekstremt på Svalbard (trolig omkring 85-95% av tiden om sommeren ved Longyearbyen) og i prosesseringen er det lagt stor vekt på god skydeteksjon. I skydeteksjon er tre ulike metoder brukt. I ca 60% av bildene er en eller flere av MODIS sine egne skydeteksjons data (QA State verdier) funnet god nok og brukt. Der MODIS sine skyalgoritmer ikke virker er det brukt egenutviklede skydeteksjons algoritmer basert på de 7 spektrale band i MOD09A1 produktet. I noen tilfeller virker ingen av skydeteksjonsalgoritmene, og det er da visuelt maskert bort støy i data. Ofte er det brukt en kombinasjon av alle tre nevnte metoder. Arbeidsflyten her er automatisert med python-skript, men inkluderer noen subjektive valg i vurdering av skydekket. For annen prosessering/interpolering av dataen, se tidligere rapport og publikasjon (Karlsen et al. 2013, Karlsen et al. 2014). Det mangler MODIS data for perioden 15. juni til 1. juli 2001, og nytt i denne utgaven av datasettet er at NDVI for denne perioden behandles separat. Tidligere har vi interpolert (adaptivt Savitzky–Golay filter og double logistic smoothing) også for denne perioden, men i denne utgaven av

datasettet har vi brukt en enkel lineær interpolering (vektet gjennomsnittsverdier fra skyfrie perioder før og etter) for å fylle ‘tomrommet’.

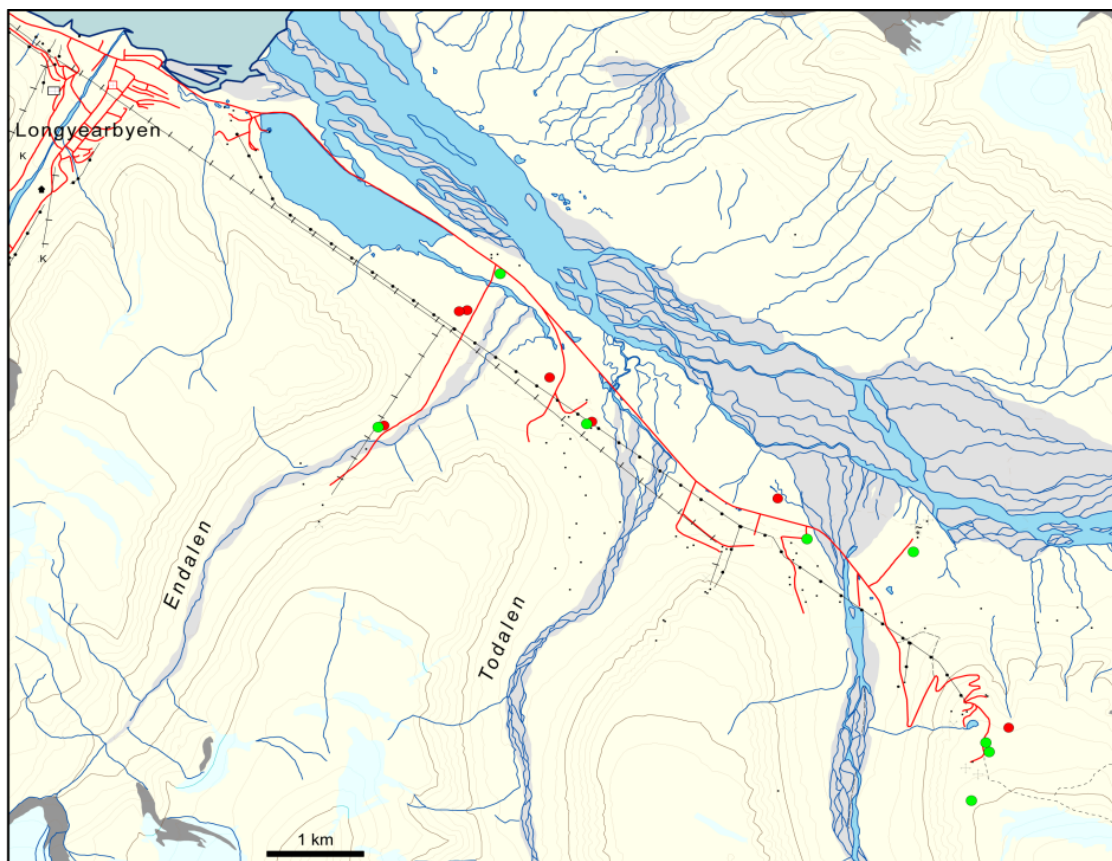
Tidligere er det også kartlagt slutten på vekstsesongen (Karlsen et al. 2013), men selv om en fikk godt samsvar med bakke-data i Adventdalen området var det åpenbart mange feil flere steder på Svalbard, og at flere ulike metoder må kombineres for en hensiktsmessig kartlegging og definisjon av slutten på vekstsesongen. Vi viser derfor ikke kart over slutten av vekstsesongen i denne rapporten. Tidligere er det også kartlagt snøsesongen for årene 2006-2012 (Karlsen et al. 2013), og det ble da brukt kombinert radar data (ASAR) og optisk (MODIS) data. Envisat ASAR wide-swath data, med 100m oppløsning, hadde en god temporal dekning i tidsrommet fra 22. juni 2005 fram til april 2011 med opptil flere pass over Svalbard per uke i snitt. ESA mistet kontakt med Envisat i april 2012. P.g.a. av manglende ASAR data har vi ikke produsert snøkart etter år 2012, men dette kan prosesseres ved kun å bruke MODIS data.

## **3 RESULTAT**

### **3.1 FELTDATA OG MODIS DATASETET**

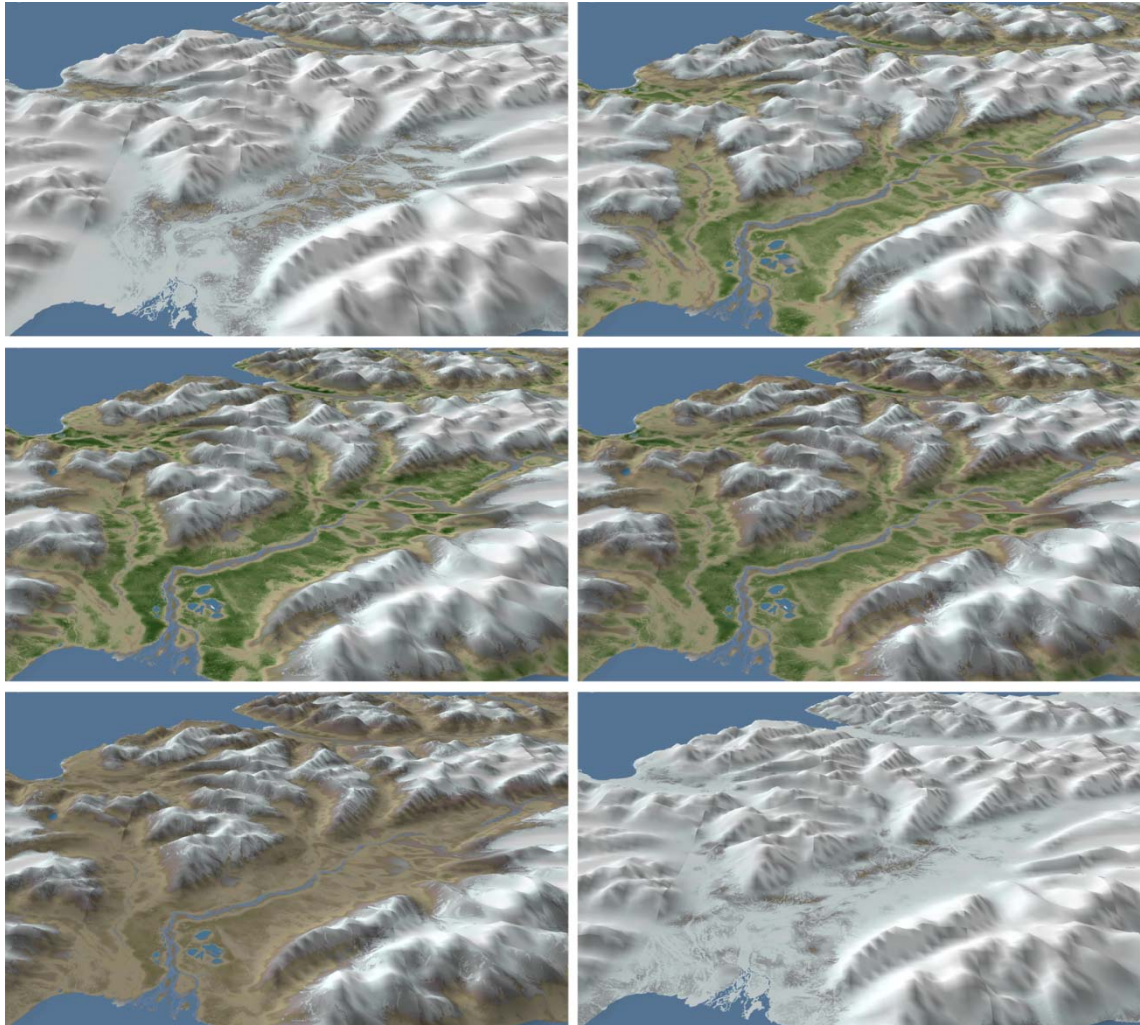
For tolkning av MODIS satellittdata til start og slutt på vekstsesongen trengs det feltvalideringsdata. Sommeren 2008 ble områder for observasjoner lokalisert i Adventdalen og ved Gruve 7, og fra sensommeren 2009 til våren 2014 utførte ansatte ved Norsk Polarinstitutt i Longyearbyen ukentlige observasjoner (Karlsen et al. 2013). Området dekket Adventdalen og platået ved Gruve-7 øst om Longyearbyen (figur 1). I juli 2014 ble de «manuelle» ukentlige observasjonene erstattet med automatiske time-laps kamera ('Phenocam'), og de fleste observasjonspunktene ble flyttet til lengre unna vei, og mosetundra og tundragras ble inkludert (Karlsen 2014, figur 1). Da den romlige oppløsningen til MODIS data er på 250/500m og resultatene skal kunne ekstrapoleres til hele Svalbard er det lagt vekt på at feltobservasjonene skal finne den romlige variasjonen i start og slutt på vekstsesongen over større områder, men etter introduksjon av automatiske kamera i 2014 er det også tatt hensyn til en ny generasjon satellittdata med pikselstørrelse omkring 10-30m (Landsat 8 og Sentinel-2 data). Kameraene er også i noen grad samkjørt og samarbeidet med øvrig satellitt kalibrerings/validerings områder etablert i Adventdalen våren 2015 (Anderson et al. 2016).





Figur 1. Lokalteter i Adventdalen og ved Gruve 7 for fenologiobservasjoner til bruk i tolkning av MODIS satellittdata og for fremtidige studier basert på Sentinel-2 data. Grønne sirkler viser steder med observasjoner fra år 2010 til våren 2014, og røde sirkler kameraobservasjoner etablert sommeren 2014.

Det er prosessert flere utgaver av MODIS datasettene. Normalt er det omkring 14-18 tidspunkt per sesong (mai-september) å beregne en kurve ut i fra. Og det er prosessert ulike utgaver med ulike typer interpolering og kurvetilpassning for når det mangler data, hvor ingen metoder vil gi optimalt resultat. Fra datasettet med 7 band (500m store piksler) kan en kalkulere flere ulike typer indekser. I figur 2 er det kombinert en snøindeks (NDSI) med en grønningindeks (NDVI). I beregning av start på vekstsesongen, presentert i denne rapporten, er det brukt terskelverdi på NDVI kurven, hvor interpolering for manglende verdier er basert på en adaptiv Savitzky-Golay filter metode, med nedprioritering av usikre verdier.



*Figur 2. Dynamikken i vekstsesongen basert på NDSI indeksen (grad av snødekke) kombinert med NDVI (grad av 'grønning'). Eksemplet er fra Reindalen området, men det er laget for hele Svalbard. Bildene viser gjennomsnittsverdier (2000-2014) for datoene 10. juni, 1. juli, 15. juli, 1. august, 1. september og 1. oktober.*

### **3.2 GJENNOMSNISSLIG START PÅ VEKSTSESONGEN**

Start på vekstsesongen blir i dette studiet definert som start på generell blomstring hos polarvier. Feltobservasjonene indikerer at polarvier blomster omkring tre dager før gjennomsnittlig blomstring hos alle de tretten arter det ble registrert blomstring på i perioden 2010-2013 i Adventdalen (Karlsen et al. 2013). En kan selvsagt ikke observere blomstringen fra MODIS satellittdata, men blomstringen på polarvier representerer den generelle grønningen godt, og polarvier er vanlig forekommende i de fleste habitat på hele Svalbard og er derfor en god indikator. I forhold til tidligere beregning av start på vekstsesongen vist i rapport fra 2013 (Karlsen et al. 2013) er terskelen justert til omkring et par dager tidligere, basert på mer felldata tilgjengelig.

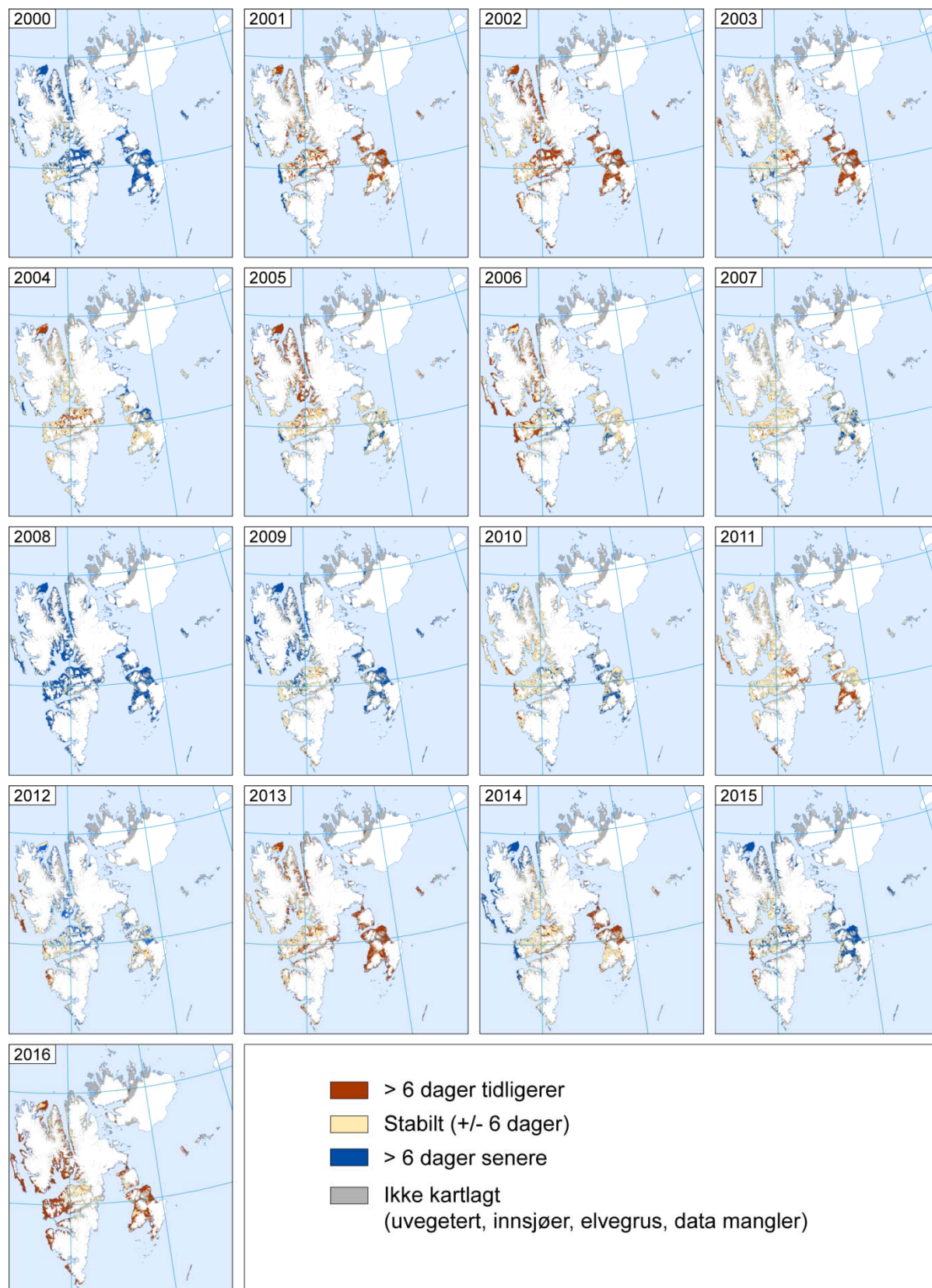


Figur 3. Starten på vekstsesongen på Svalbard basert på MODIS-NDVI data. Gjennomsnitt for årene 2000 til 2016.

Kartleggingen av starten på vekstsesongen viser at Adventdalen har tidligst gjennomsnittlig start for årene 2000-2016, tett fulgt av Reindalen og Colesdalen (figur 3). Kun 7,1 % av de vegeterte områder syd om 80°N har start på vekstsesongen i gjennomsnitt før 20. juni. Omkring 30,4 % av de vegeterte areal har start på sesongen mellom 20. og 30. juni, og hele 62,5 % av det vegeterte areal har start på vekstsesongen etter 1. juli.

### **3.3 ÅRLIG VARIASJON OG TREND I START PÅ VEKSTSESONGEN**

Figur 4 viser avviket år for år i start på vekstsesongen, i forhold til gjennomsnittet for årene 2000 til 2016. Det er tidligere vist for årene 2000 til 2013 (Karlsen & Høgda 2014). Ser vi på de tre siste årene som er prosesert, så var år 2016 ekstremt. Det året hadde 69% av vegetert areal mer en seks dager tidligere start på vekstsesongen. Det gjaldt det meste av Svalbard, med unntak av indre Isfjorden. Det året ble også det mest ekstreme i 2000-2016 perioden i form av tidlig start på sesongen. År 2015 hadde noe sen start i østlige, nordlige og i de høyereliggende deler av øygruppen, og tidlig start i vestlige kystnære områder. År 2014 hadde noe tidlig start, spesielt på Edgeøya. Totalt sett gir de tre siste årene en overvekt av tidlig start på vekstsesongen, i forhold til perioden 2000-2013.



Figur 4. Regional variasjon i start på vekstsesongen, i forhold til 2000-2016 normalen.



Figur 5. Lineær trend i start på vekstsesongen for 17 års perioden fra år 2000 til år 2016.

For perioden 2000-2016 er nå en lineær trend på en uke tidligere start på vekstsesongen innen 20 % av vegetert areal på Svalbard, og 65% av arealet har +/- en uke, mens de resterende 14% har trend mot senere start (figur 5). Det er spesielt i de vestlige deler, i dalgangene på Nordenskiöld Land og stedvis på Edgeøya, at det er trend mot tidligere start på vekstsesongen. Men grunnet den store variasjonen fra år til år vist i figur 4, er det kun på mindre områder av Prins Karls Forland og vest på Edgeøya at trenden mot tidligere start på vekstsesongen er signifikant ( $p < 0.05$ ). Noen områder nord på øygruppen og høyereliggende områder på Nordenskiöld Land viser lineær trend mot senere start. Dette er områder med gjennomsnittsstart i juli måned, og det må her legges

til grunn at enkelte år har vekstsesong start senere en 20. juli, og det er da i prosesseringen kun satt en fiks dato på 20. juli for start på sesongen. Dette gjør trendanalysen i de områder med aller senest start noe upålitelig. Dette gjelder spesielt indre deler av Reinsdyrflya. Til forskjell fra trenden for perioden 2000-2013 (Karlsen & Høgda 2014) så er det nå for perioden 2000-2016 trend mot tidligere start på vekstsesongen i langt større områder, og det skyldes i hovedsak den ekstremt tidlige start på sesongen for det meste av øygruppa våren 2016.

## 4 DISKUSJON OG KONKLUSJON

Svalbard er blant de regioner i verden med raskest temperaturøkning. Denne økningen er ikke jevnt fordelt gjennom året, og for sommermånedene har endringen hvert langt mindre enn i øvrige årstider (Gjelten et al. 2016, Isaken et al. 2016). Ser vi på perioden dette studiet omhandler, fra år 2000 til og med år 2016, så viser for eksempel klimastasjonen ved Longyearbyen en lineær trend i temperaturøkning på 1,7°C for juni måned, 1,3°C for juli og 0,2°C for august, og hvor mars er mest ekstrem med 8,9°C økning (data fra eKlima). Klimastasjonene ved Ny-Ålesund, Sveagruva og Hopen har noe mindre økning for juni, juli og august enn Longyearbyen. Denne trenden mot litt varmere somre forsterkes av år 2016, som hadde aller høyest eller blant de høyeste juni og juli temperatur for perioden 2000-2016 for alle nevnte klimastasjoner.

På en MODIS-skala (250/500m piksel) er start på vekstsesongen en veldig god bio-indikator på endringer i temperatur i juni og juli, men hvor store snømengder trolig kan utsette starten på vekstsesongen noen år lokalt (Karlsen & Høgda 2014). Grunnet den ikke fullt så kraftige økningen i temperatur i juni-juli så viser dette studiet kun en moderat og ikke signifikant trend mot tidligere start på vekstsesongen for deler av øygruppen, og da spesielt på vestkysten og i dels i de varme dalene på Nordenskiöld Land. Ser vi på variasjonen i tidspunkt for start på vekstsesongen fra år til år (figur 4), så er 2016 det mest ekstreme i form av tidlig start på sesongen, grunnet den generelt høye juni-juli temperaturen det året. De nordlige og østlige deler av øygruppen skiller seg ut med å ha stor variasjon fra år til år i start på vekstsesongen. Pågående studier viser at start på sesongen i disse deler er svært godt korrelert med når havisen brytes ved land - at havisen utsetter starten på vekstsesongen på grunn av kald vind fra isen (Macias-Fauria & Karlsen 2015, Macias-Fauria, Karlsen, Forbs in review.). Dette indikerer at dersom havisen brytes opp tidligere, vil dette føre til langt tidligere start på sesongen i slike områder.

Det er noen usikkerheter i prosesseringa og metoden som er bruk, dette er diskutert i Karlsen et al. (2013). Nytt de siste årene er mildværsperiodene om vinteren, med først snøsmelting og deretter barmaksfrysing, som har ført til skader på spesielt kantlyng, og dessuten har mer nedbør og mildvær ført til hyppere jordskred. Om, og eventuelt i hvilken grad, dette påvirker analysen vist i dette studiet, som bruker data med 250/500m store piksler, er uvisst. Fra sesongen 2016 av har en daglig Sentinel-2 satellittdata over Svalbard. Sentinel-2 data har 13 spektrale band, hvor fire av bandene har 10m store piksler og de øvrige 20 eller 60m. Tidsserie av Sentinel-2 data vil kunne validere MODIS data serien ytterligere, og gi mulighet for kartlegging av flere fenofaser.

MODIS satellittsensoren som nå brukes er 18 år og lever på overtid, og den blå kanalen viser svakhetstegn. En vet med andre ord ikke hvor lenge denne sensoren vil fungere. Data fra OLCI sensoren på Sentinel-3A satellitten er nå operasjonell, og er den første av i alt tre like satellitter (A, B og C) som sikrer kontinuitet de nærmeste 15-20 år. For en robust forlengelse av tidsserien kan en bruke data fra OLCI sensoren på Sentinel-3 satellitten(e), men dette vil kreve interkalibrering mellom sensorene.

## 5 REFERANSER

Anderson, H.B., L. Nilsen, H. Tømmervik, S.R. Karlsen, S. Nagai & E.J.Cooper. 2016. Using Ordinary Digital Cameras in Place of Near-Infrared Sensors to Derive Vegetation Indices for Phenology Studies of High Arctic Vegetation. *Remote Sens.* 8, 847.

Gjelten, H. M., Ø. Nordli, K. Isaksen, E. J. Førland, P.N Sviashchennikov et al. 2016. Air temperature variations and gradients along the coast and fjords of western Spitsbergen. *Polar Research.* 2016,35,29878.

Isaksen, K., Ø. Nordli, E. J. Førland, E. Łupikasza, S. Eastwood & T. Niedźwiedz. 2016. Recent warming on Spitsbergen—Influence of atmospheric circulation and sea ice cover, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121,11,913–11,931.

Karlsen, S. R., E. Malnes, & K. A. Høgda. 2011. Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen på Svalbard, - status 2010. *Norut Rapport 5/2011.* 30 s.

Karlsen, S.R., E. Malnes & K.A. Høgda. 2013. Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen på Svalbard, - status 2012. *Norut rapport 2/2013.* 26 s.

Karlsen, S.R. 2014. Overvåkning av vekstsesongen med automatiske kamera i Adventdalen, Svalbard. *Norut notat 03/2014.* 8 s.

Karlsen, S.R. & K.A. Høgda. 2014. Endringer i start på vekstsesongen på Svalbard i relasjon til klima. *Norut rapport 3/2014.* 16 s.

Karlsen, S.R., A. Elvebakk, K.A. Høgda & T. Grydeland. 2014. Spatial and Temporal Variability in the Onset of the Growing Season on Svalbard, Arctic Norway - Measured by MODIS-NDVI Satellite Data. *Remote Sensing.* 6: 8088-8106.

Macias-Fauria, M. & S.R.Karlsen. 2015. Sea ice-induced cold air advection as a mechanism controlling tundra primary productivity. Abstract ID GC23D-1175 presented at 2015 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 14-18 Dec.



