

Ansøgning om supplerende GTS-indsats 2017-2018: Rummet			
Aktivitetsplan (titel):	Præcisionslandbrugs nye muligheder med downstream-satellit data	Aktivitetsplan nr.:	I6
Resumé	Efter opsendelse af Sentinel-satellitterne er mulighederne for at hjemtage satellitdata til omsætning af relevant biologisk information i det åbne land øget betydeligt. Da der endnu ikke er klare sammenhænge i data fra satellitbilleder (<i>downstream</i>-data) til landbrugsrelaterede optimeringer, er der en række udfordringer, der skal løses for, at SMV kan udnytte disse data til udvikling af nye produkter og services. Downstream-data kan ved hjælp af agronomisk viden, statistisk bearbejdning og modellering give biologisk information, der kan bruges til beslutningsstøtte, styring i marken og/eller til naturforvaltning – fx således at der gødes præcist, hvor der er behov, fremfor jævnt over hele marken. Herved sikres en forbedret ressourceudnyttelse (energi, gødning, pesticider) og muligheder for en miljømæssig korrekt forvaltning. Effektiv udnyttelse af downstream satellitdata giver mulighed for udvikling af nye produkter, services og et teknologisk løft for producenter af maskiner, udstyr, teknologi og software til landbruget samt private og offentlige naturforvaltere. Det skaber en stigende efterspørgsel på uvildig test vedrørende anvendelse, udvikling og implementering af teknologier til landbruget, hvilket allerede opleves i dag. Teknologisk Institut – nærmere betegnet divisionen AgroTech – sigter med denne aktivitetsplan mod at udvikle teknologiske serviceydelser, som vil understøtte sektorens anvendelse af downstream-data til at optimere og forbedre deres udstyr/teknologi, samt etablere protokoller og faciliteter til test og validering.		
1) Relation til national strategi på området	Anvendelse af downstream-data udgør 90 % af den danske omsætning i rumerhvervet. Mange af de, der i dag anvender downstream-data, er Forsvaret samt IT- og transportbranchen. Den nationale rumstrategis sigte mod at skabe mere vækst og investere i rumindustrien giver mulighed for at andre sektorer, fx landbrugs- og fødevarsektoren, kan udnytte downstream-data. Strategien peger på potentialerne for landbruget, hvor nye anvendelsesmuligheder af satellitdata inden for præcisionslandbrug kan resultere i et mere ressourceeffektivt landbrug. Med opsendelsen af satellitterne Sentinel 2A og 2B i 2015/16 samt ESA's åbne services til at trække data fra Copernicus-programmet og kobling til GPS/GNSS-data, kan monitorering af landbrugsarealer, skovområder, eng-/græsarealer og vådområder give nye data og værdifulde informationer afhængig af formålet. Fx kan monitorering af markerne fortælle, hvornår det optimale tidspunkt for høst er og dermed bidrage til optimering af udbytte og kvalitet, som slutbrugeren (både landmand og forbruger) vinder på i en tid, hvor fødevaremangel og fødevaresikkerhed er på den globale dagsorden. Aktiviteter i denne aktivitetsplan sigter mod at udvikle nye teknologiske serviceydelser og skabe mere viden om potentialerne i anvendelsen af downstream-data i det åbne land målrettet producenter af maskiner, teknologier og software til brug i landbruget. Dyrkningsoptimering af landbrugsjord, samt udvikling af nye teknologier, som fremmer økonomien hos landmanden, skaber et udviklingspotentiale for målgruppen af virksomheder, der udvikler nye teknologier og services til landbrugssektoren (landmænd, rådgivere, maskinstationer) og i naturforvaltning (kommuner, landmålere, entreprenører). Aktiviteterne i denne aktivitetsplan kan direkte henføres til følgende punkter i 'Den nationale rumstrategi': 2.14, 2.15, 5.1, 5.2 og 5.3.		
2) Målgruppe og behov	Målgruppen er udviklere og leverandører af teknologier, services, udstyr og maskiner til landbruget. I Danmark og flere steder i Europa er landbrugsproduktionen udfordret af en kraftig strukturudvikling, hvor de mindst rentable landbrug går konkurs og/eller sættes til salg. Samtidig ønskes der fra politisk og samfundsmæssig side en bæredygtig og miljøneutral produktion med en gennemsigtig og veldokumenteret miljøpåvirkning. Begge elementer øger kravet om en ressourceeffektiv landbrugsproduktion, og forventes at resultere i en udvikling mod større og mere effektive bedrifter, der i langt højere grad end i dag udnytter intelligente, data-intensive tekno-		

	logier. Kombinationen af GPS-satellitdata (Galileo) og jordobservation-satellitdata (Copernicus) bliver centrale i anvendelsespotentialerne for både målgruppen og præcisionslandbruget som helhed, som på det globale marked skønnes at vokse med 13 % fra 2015 til 2022, svarende til 6,4 mia. \$ i omsætning i 2022¹. Viden omkring anvendelsen af downstream-satellitdata til brug i det åbne land og særligt i landbrugssektoren er ret begrænset, og der findes under danske forhold kun få specialister og services inden for området. I USA og Australien er markedet for præcisionsteknologi stort, fordi de store marker i disse lande kan forrente en investering i nyt udstyr. Under europæiske forhold kan forrentningen i indkøb af nyt udstyr og software sikres ved, at dyr arbejdskraft kan reduceres, ved udbytteoptimering og ved effektivisering, automatisering og monitorering af landbrugsproduktion og miljøforvaltning i det åbne land. Eksempelvis ved: - Udvikling af maskiner til automatisk tildeling af hjælpestoffer, såsom gødning og pesticider, ud fra satellitdata således, at tildeling sker efter monitoreret behov og ikke efter en standard. Herved kan eventuel udvaskning til grundvandet reduceres. - Udnyttelse af satellitdata, som er opfanget fra markudstyr, fx til automatisk registrering/indberetning af markoperationer, hvormed en række administrative byrder kan reduceres, herunder indberetning til gødningsregnskab. - Besparelse på brændstof og energi ved at indføre intelligent styring, logistikoptimering og ruteplanlægning af markoperationer. I Europa er der iværksat en række initiativer vedr. udnyttelsen af satellitdata, fx har England igangsat en række aktiviteter til at understøtte udviklingen på landbrugsområdet.² I Danmark har udviklingsaktiviteterne indenfor landbrugs- og naturudnyttelse været minimale, og har primært været fokuseret på opbygning af en kortservice, som DHI leverer. Dertil har SEGES P/S leveret en ny service til landmændene til gødskning efter vegetationskort ved produktet CropSat. Mindre virksomheder som FieldScience udvikler nye services baseret på satellitdata og Agro Intelli automation- og logistikteknologier, og flere SMV vil blive etableret på basis af satellitdata. Den primære målgruppe for denne aktivitetsplan er virksomheder, der producerer landbrugsmaskiner som fx såmaskiner, gødningsspredere og marksprøjter – samt teknologi og software hertil. På disse områder har Danmark både større og mindre innovative virksomheder, som har en stor eksport. Danske virksomheder som fx Agrometer, Kongskilde, Danfoil, Hardi International, Kverneland, Samson og Thyregod sælger landbrugsudstyr og -teknologi globalt bl.a. til de store multinationale producenter af markmaskiner, fx John Deere, AGCO og Claas. Disse danske virksomheder har potentiale til at integrere intelligent satellitbaseret styringsteknologi i deres produkter og services, hvilket vil medvirke til at fastholde og udbygge deres markedsposition. SMV-segmentet i Danmark er mange af brancheorganisationen Dansk Agro-Industris 100 medlemmer, som udvikler teknik, styring, software og maskiner³. Virksomhederne efterspørger viden og teknologiske services, der understøtter integration af downstream-satellitdata med deres maskiner og udstyr, samt reducerer deres 'time-to-market' og som tager hensyn til landbrugets særlige behov for robusthed, fleksibilitet og 'ground truth'-måling. Den sekundære målgruppe for denne aktivitetsplan er slutbrugere i form af landmænd, gartnere og skovbrugere samt rådgivere inden for planteproduktion og maskiner. Slutbrugerne har behov for uvildig rådgivning og test af nye teknologier for at kunne foretage kvalificerede valg omkring investeringer i ny teknologi. Det er essentielt at inddrage slutbrugerne i teknologiudviklingen for at sikre anvendelighed, bru-
--	--

¹ Global precision agriculture market analysis & forecast (2015-2022) Technology (VRA, Soil Mapping, Yield Monitoring, Precision Irrigation, Others), Components and Systems, <http://bisresearch.com/industry-verticals/agriculture-technologies/global-precision-agriculture-market-analysis-forecast-2015-2022-technology-vra-soil-mapping-yield-monitoring-precision-irrigation-others-components-and-systems.html>

² Improving farming with satellites: business projects win funding (15 June 2016): <https://www.gov.uk/government/news/improving-farming-with-satellites-business-projects-win-funding>

³ Dansk Agro Industris medlemsliste, 2016: http://danskagroindustri.dk.static01.tigermedia.eu/upload/DAI_Medlemsliste_-_med_links.pdf

	gervenlighed og robusthed. Endelig vil også myndigheder være en sekundær målgruppe, idet downstream-data muliggør observationer og dataanalyse, der kan bruges til produktionsoptimering under en ny målrettet landbrugsregulering, som forventes implementeret i 2018. I relation til dette vil udvikling, test og implementering af sensortechnologi i landbruget være meget relevant. Særligt tab af næringsstoffer og afdrift af pesticider er forhold, som såvel landbrug som myndigheder har interesse i at få dokumenteret, dels for at sikre minimal forurening og dels for, at landbruget kan producere under fagligt begrundede rammevilkår.
3) Den nye teknologiske serviceydelse	Denne aktivitetsplan vil udvikle et testmiljø for applikationer af downstream-data til det åbne land. Fokus er på at skabe værdi i anvendelsen af downstream-data for leverandører af teknologi til natur- og landbrugserhvervet. Implementeringen af præcisionsteknologi og intelligente teknologier i landbruget såsom sensorbaserede beslutningsstøttesystemer og robotter er ofte begrænset af, at landmænd, maskinstationer og rådgivere ikke i tilstrækkelig grad kan få dokumenteret, hvorvidt en ny investering i højteknologisk udstyr giver den forventede værdi.⁴ Maskinbranchen, der udvikler og leverer udstyret, spiller her en nøglerolle. En attraktiv forretningsmodel forudsætter, at teknologien 1) kan løse et veldefineret problem med en nettoværdi, 2) virker stabilt med tilstrækkelig præcision, 3) er konkurrencedygtig i forhold til traditionelle virkemidler, 4) er brugervenlig og kan integreres i eksisterende udstyr og 5) er veldokumenteret i forhold til forventede effekter. Præcisionslandbrugs-teknologierne, der vil blive udviklet med styring efter satellitbaseret information, skal evalueres og testes, og anvendeligheden skal dokumenteres i sammenligning med alternative virkemidler, sådan som det traditionelt adresseres i markforsøgsarbejdet. Et sådant testmiljø findes ikke i dag. Teknologisk Instituts division, AgroTech, har i mange år arbejdet med anvendelse af sensordata, billedbehandling og komplekse dataanalyser til brug for beslutningsstøtte, analyse, test og monitorering indenfor landbrug og biomasseproduktion. Denne aktivitet har fokus på at udvikle nye teknologiske serviceydelser ved at udnytte det opbyggede videnniveau til at udvikle anvendelsen af data fra satellitter til en egentlig integration i landbruget. Kombinationen af test, datahåndtering samt teknologisk- og agronomisk rådgivning til leverandører af teknologier til markbruget, er et område, hvor Teknologisk Instituts AgroTech med sine mere end 20 specialister på området er centrale til at levere teknologiske serviceydelser baseret på nye satellitdata. DHI har stærke kompetencer på kort- og dataleveringsservices fra satellitdata, og Teknologisk Institut vil udvikle ydelserne i samarbejde med DHI, således at der udover de beskrevne ydelser i denne aktivitetsplan, parallelt er grundlag for forædling af nye kortservices og datatjenester til DHI ud fra nye monitoreringer og anvendelser. Aktiviteten vil udvikle følgende nye serviceydelser: 1. Monitorering og biologiske data fra satellit i det åbne land Dataservices baseret på downstream-data og forædling af disse data giver en kosteffektiv udnyttelse ift. et utal af enkeltmålinger. Herved er det muligt at udvikle algoritmer og applikationsteknologier med nye potentialer og viden inden for fx produktionsoptimering. Kombination af downstream-data som jordkort, metrologiske data og planteobservationer vil give muligheder for at optimere produktionen på markerne, fx i forhold til ændrede færdselsmønstre, gødskningstildeling eller vanding. Et andet eksempel er biomasseoptimering ud fra index, algoritmer og billedanalyse af satellitdata til informationer om produktionsoptimering, fx beslutning om at sprøjte eller ej. Validering og bestemmelse af 'ground truth' er essentiel for at sikre validiteten og robustheden af downstream-data, som er afgørende for, at satellitdata reelt får en effekt i landbruget.

⁴ Hi-tech agriculture is freeing the farmer from his fields (20 October 2015): <https://www.theguardian.com/environment/2015/oct/20/hi-tech-agriculture-is-freeing-farmer-from-his-fields>

	Teknologisk Institut vil opbygge ydelserne ud fra hjemtagne satellitdata fra ESA og samarbejde med DHI om udvikling af kortmateriale. Anvendelsen af disse downstream-data giver ny teknologisk viden og dokumentation til opbygning af ydelser, baseret på statistisk analyse, biologiske målinger mv. inden for: - Rådgivning og test af de biologiske anvendelsesmuligheder af downstream-data sammen med virksomheder, herunder også teste kobling mellem satellitdata og andre målesystemer såvel som at skaffe dokumentation af 'ground truth'-observationer. - Rådgivning/udvikling af modeller og algoritmer til (på basis af afgrødernes vækst) at detektere afvigende vækstmønstre og give information om begyndende sygdomsangreb, vandingsbehov etc. 2. Kobling af data til maskiner & sensorer Præcisionslandbrug eller '<i>precision farming</i>' er betegnelsen for landbrugsteknologier der udnytter satellit-data til at styre maskinerne præcist, til ruteplanlægning og intelligent styring af maskiner i forhold til tildeling af hjælpestoffer. En traktor af ét mærke, fx John Deere, bruger ét GPS-system. Kobles traktoren sammen med et redskab (fx en gødningsspreder) med en anden GPS-enhed skal disse to enheder kunne 'samarbejde' med stor præcision. Der findes i dag ikke et test-setup, der dokumenterer dette. Med de rette måleinstrumenter, udvikling af protokoller og test vil præcisionen kunne dokumenteres. Dette har værdi dels for at sikre at præcisionslandbrug er præcist og dels for at kunne dokumentere en miljømæssig korrekt adfærd, fx ved ikke at sprøjte i randfrie zoner. Satellitbaseret indberetning af gødningsregnskab, sprøjteplan m.m. vil i fremtiden kunne spare landmanden og dennes rådgiver for en masse administration. Automatiseret dataindsamling, validering og beregning er nødvendig for at sikre en effektiv og brugervenlig anvendelse, hvilket er en forudsætning for at få integreret satellit- og andre sensordata i industriens produkter. Der udvikles: - Moduler til systemintegration og rådgivning om mulighederne for data-kommunikation mellem teknologier som er nødvendig for at virksomhederne kan få succes på markedet. - Modeller og beregninger til at vurdere robustheden i satellitdata, fx beregning af korrektioner hvor signalværdien tabs, outlier detection, m.v. - Rådgivning om signalstyrke, opetid og kodning af software er services der tilbydes virksomheder som skal produktudvikle teknologier – specielt til kommunikation med eksisterende udstyr, fx en biomassealgoritme til implementering i en sprøjtecomputer. 3. Test og validering af funktionalitet på teknologier der anvender satellitdata: Berettigelsen af investering i teknologi forudsætter en validering af teknologiens funktionalitet og datavaliditet. Test og validering er desuden centralt for at eliminere usikkerhed i sammenligning af forskellige produkters evne til at opnå præcision. I dag findes der ikke muligheder for at teste et samlet maskinsæts performance. Der findes dog enkelte testcentre i Europa, fx tyske DLG, der typetester de enkelte maskiner efter standardiserede protokoller. Test og dokumentation af præcisionsudstyr vil sikre at producenterne har opnået den rigtige præcision i udviklingen og vil give en hurtigere adgang til markedet. Der tilbydes: - Nye testprotokoller til måling af præcision ved brug af satellitbaseret styring. - Opbygning af kompetencer og infrastruktur til at kunne måle præcisionen, fx måling med iGPS-udstyr, referencemålinger etc. - Test af præcision i andre sensorer, der fx via '<i>Internet Of Things</i>' (IoT) kan kommunikere med satellitdata.
4) Aktiviteter	I gennemførelsen af aktiviteterne lægges et stærkt fokus på opbygning af kompetencer og viden omkring downstream-datas robusthed, fx ved at validere kortservices med praktiske målinger, biologiske sammenhænge, sikre kobling til eksisterende

markforsøg og jordobservationer. Aktivitetsplanen gennemføres i tæt koordination med FORCE Technology, Delta og Alexandra Instituttets aktiviteter i aktivitetsplanen "Udnyttelse af rumsystemer til øget vækst". Der er allerede identificeret konkrete samarbejdsmuligheder i forbindelse med udnyttelse af nano-satellitter i sammenhæng med præcisionslandbrug samt fundet gode muligheder for udvikling af fælles industricaser på tværs af de to aktivitetsplaner, f.eks. med kombination af data fra hhv. Galileo og Copernicus. Lige så vigtigt er det at brede aktiviteterne ud til målgruppen, hvilket bl.a. vil blive gjort i innovationsnetværkene og koordineret med øvrige udviklingsprojekter. I aktivitetsplanens periode etableres et samarbejde med innovationsnetværket Innopro, fx ved afholdelse af fælles aktiviteter i den komplementære ansøgning om midler til innovationsnetværkene. Innopro har fokus på udnyttelsen af forretningsmuligheder, ved at koordinere aktiviteterne med ansøgningen "Vækst i Rumerhvervet 2017-2018" og har kompetencer inden for at skabe markedsinteresse, industriinddragelse og udnytte netværk på internationalt niveau. Der skabes kontakt til ESA, europæiske videninstitutioner og virksomheder, som arbejder med styring og præcision. Parallelt vil Teknologisk Institut udnytte og udvikle det eksisterende samarbejde med innovationsnetværket INBIOM til at koordinere udvikling og forbedre potentialerne for målgruppen. For at sikre en effektiv og konkret koordinering tidligt i projektet, vil de idégenereringsworkshops/innovationsworkshops, der er planlagt i begyndelsen af begge aktivitetsplaner blive co-organiseret med ovenstående. Det er afgørende, at satellitdata valideres under danske forhold og kobles med 'ground truth'-målinger, fx plantebestand, biomassevægt, mv. Aktiviteterne omkring validering af biologiske sammenhænge koordineres i tæt samspil med aktiviteterne i den tematiske RK-ansøgning 'D6 Droner – fra udvikling til implementering', hvor validering af sensorer såsom hyperspektrale kameraer, NIR, RGB og termografi monteret på droner kan sammenholdes med kvaliteten af de satellitbaserede billeder. Arbejdet med udvikling af biologiske vækstindeks og tidsserier vil blive koblet til denne aktivitetsplans aktiviteter. Additionaliteten til droneaktiviteterne ligger i selve billedanalysen, *deep learning* fra billeder og validering i marken af kameraernes output. Tilsvarende koordineres aktiviteterne med RK-ansøgningen 'B4 Avanceret fremstillingsteknologi til rumfart', hvor nye højteknologiske komponenter til *upstream*-rumteknologi kan give muligheder for nye biologiske data fra fx radar, nanosatellitter mv.

Aktiviteterne vil have fokus på den anvendelsesorienterede udnyttelse, hvorfor potentialeafdækning, systemintegration og test er centrale aktiviteter:

1. Potentialeafdækning for brug af downstream-data i det åbne land

Ved at koble præcisionsteknologi med data fra Copernicus-programmet til løbende overvågning af marker og ikke-dyrket jord, vil innovationspotentialerne omkring downstream-data kunne bringes i spil i samarbejde med målgruppen. Større danske maskinvirksomheder som Kongskilde og Kverneland har en stærk international position og er leverandører til flere af de globale producenter af markudstyr, fx Claas og AGCO. De danske virksomheders force er, at de er agile og stærke på deres tilpasning til nye teknologier, hvor flere af de globale producenter til markudstyr arbejder efter flerårige udviklingsprogrammer. De mindre maskinvirksomheder (SMV) vil med videnbistand og teknologiske services være med i udviklingen af præcisionsteknologi og øge potentialerne for at udvikle nye styringsredskaber, software og maskiner med integration af satellitdata. Konkret vil Institutet:

- a) Sammen med Innovationsnetværkene INBIOM, InnoPro, Dansk Agro Industri og SEGES udarbejdes en liste over danske og relevante europæiske interessenter, som arbejder med satellitdata i det åbne land.
- b) Afholde innovationsworkshops sammen med INBIOM & DHI, hvor der identificeres virksomhedscases/scenarier for potentialer i biologiske sammenhænge i satellitdata. Dette arbejde koordineres med Innovationsnetværket INBIOM, som allerede har et bredt felt af virksomheder, der udvikler services til udvikling af biomassepotentialer.

- c) Gennemføre vidensspredningsaktiviteter i samarbejde med målgruppen, uddannelsesinstitutioner, innovationsnetværkene samt FORCE Technology, Delta og Alexandra Instituttets aktiviteter i aktivitetsplanen "Udnyttelse af rumsystemer til øget vækst".
- d) Hjemtage viden fra andre europæiske landes brug af satellitbilleder i det åbne land. Dette arbejde koordineres med Innovationsnetværket Inno-Pro, som allerede har et bredt europæisk netværk.

Resultatet af denne aktivitet vil være identifikation af konkrete anvendelsesmuligheder inden for landbruget, samt mulige teknologier og virksomheder, der kan/skal inddrages ift. demonstrationscases.

2. Monitorering og biologiske information

Det er helt afgørende for, at satellitdata får en bred og værdiskabende anvendelse i det åbne land, at data og billeder fra satellitterne omsættes til information. Denne information kan bestå af beslutningsstøtte omkring gødskning, plantebeskyttelse, høst, vanding, mv. baseret på biomassemålinger og andre sensordata koblet med GPS-data. Internationalt har dette område stort fokus forskningsmæssigt, men der mangler en model for systemintegration for at nyttiggøre værdien af de biologiske data fra satellitterne.

Ét af potentialerne i satellitbilleder er at kunne erstatte en række af de landsdækkende monitoreringsanalyser, der udføres i dag, fx udtagning af græs- og majsprøver over hele landet til at fastlægge det optimale tidspunkt for høst. En omkostningstung post, der kan effektiviseres ved at bruge satellitbilleder til *forecasting*. Aktiviteter, der gennemføres, er:

- a) Etablering af infrastruktur, der leverer satellitbilleder, herunder opsætning af API (Application Programming Interface), datasikkerhed, brugeradgang mv. Dette sker i samarbejde med DHI.
- b) Kortlægning af mulige koblinger mellem data fra Sentinel 2A og 2B med øvrige geografiske data, fx metrologiske data, klimamodeller m.m.
- c) Udvikling af algoritmer, der omsætter satellitbilleder til information, fx styring af vanding i landbrugsafgrøder.
- d) Afprøvning af udviklede algoritmer med 'ground truth'-målinger i markforsøg, kontrolmålinger i marken/det åbne land.

Aktiviteterne koordineres med det igangværende GrassQ – H2020-ICT-Agri (2016-18): Automatisk 'real-time' græskvalitets måleteknikker⁵, hvor værktøjer som dronebilleder, satellit og fysiske målinger sammenkobles for at optimere græsproduktionen.

Resultatet af denne aktivitet vil være, at virksomheder kan få dataadgang, validering, beregninger og teknologisk rådgivning således, at de i udviklingen af teknologierne kan udnytte satellitdata.

3. Integration af downstream-data i maskiner

Jordobservationsmålinger fra satellitter forventes med opsendelse af 9 Sentinel satellitter frem mod 2020 at levere bedre satellitdækning og dermed mere stabile datastrømme uden betydende udfald af data. Downstream-data kan dermed bruges som robust datakilde til overvågning og styring af afgrøder, dyr og markoperationer, samt arealanvendelsen i mark og skov og naturen som helhed.

Udover at det er vigtigt, at satellitbilleder omsættes til biologisk information, er det tilsvarende afgørende, at informationen integreres i maskiner, der bruges i marken/skoven og/eller til naturforvaltning. Integrationen skal teknologisk set være så automatiseret og brugervenlig som muligt.

Afdækning af datakommunikation og muligheder for at indbygge satellitdata i sty-

⁵ Partnere i GrasQ: TEAGASC (IE), Cork Institute of Technology (IE), Maynooth University (IE), TrueNorth Technologies (IE), TreeMetrics Ltd (IE), Finnish Geospatial Research Institute (FI), Green technology (FI), Agroscope Reckenholz-Taenikon Research Station (CH), Ascend (DK), SEGES P/S (DK), Teknologisk Institut (DK))

	ring af maskiner forudsætter følgende aktiviteter: - Kortlægning af specifikke egenskaber for satellitdata, som har betydning for anvendelsen i praksis, herunder opetid, robusthed i form af sporbarhed og stabilitet ift. maskinernes software. - Levering af kodning og beregning, der sikrer, at downstream-data kan integreres i eksisterende udstyr og software. Dette sker i samarbejde med DHI. - Afprøvning under mark/naturforhold om udstyret kan operere intelligent efter beregnet satellitdata. Resultatet af denne aktivitet vil være, at der er udviklet og afprøvet metoder til automatiseret datainput således, at anvendelsespotentialerne for satellitdata sikres ved systemintegration. 4. Test og validering af præcisionsteknologi I dag udføres der ikke uvildige og systematiske test af udstyr til præcisionslandbrug, hvor flere maskiner/enheder kobles sammen. Test af maskiner, som anvender præcisionsteknologi, stiller krav til faciliteter og protokoller, og derfor skal følgende aktiviteter gennemføres: - Udvikling af testmiljø til test af præcision med laserudstyr til kontrol af afvigelser i centimeter på markudstyr koblet med GPS-positioner. - Opbygning af protokoller og referenceudstyr med iGPS-måleudstyr, der kan teste nøjagtigheden i satellit-positionerne. - Facilitets-projektering af mulige fysiske testbaner, der kan anvendes til præcisionstest, herunder en afdækning af relevante samarbejds muligheder i Europa. Udnyttelse af datakommunikation, præcisionslandbrug og test af disse koordineres med aktiviteterne i <i>samfundspartnerskabet, Inno+: Future Cropping</i> (2015-2020)⁶, som udvikler fremtidens maskiner og teknologier til præcisionslandbrug. Resultatet af denne aktivitet vil være en ny infrastruktur og metode til test og validering af præcisionsudstyr som service til teknologileverandører og maskinproducenter. Additionaliteten ift. eksisterende RK-aktiviteter: Aktiviteterne vil blive koordineret med igangværende 'I3 Højteknologiske markforsøg' (2016-18), hvor udvikling af ydelser som sribeforsøg og <i>OnFarm</i>-forsøg understøtter denne ansøgnings aktiviteter i forhold til test og validering af nye sensorer, maskiner og teknologier under praksisnære forhold, og hvor satellitbaserede værktøjer og styringsredskaber kan integreres. 'X1 Standardisering - for industriel implementering af fremtidens teknologier' (2016-18): Der skeles til standardiseringsarbejde på komponent- og systemniveau med droner for at bygge oven på aktiviteterne omkring udvikling af protokoller til test af satellitters præcision.
5) Viden-samarbejde og -hjemtagning	Som det påpeges i Danmarks nationale rumstrategi er det et mål at væsentligt forøge hjemtaget fra europæiske rumprogrammer. Derfor er det helt centralt at samarbejde med såvel danske som europæiske videnpartnere, som arbejder inden for samme felt. Aktiviteten gennemføres i tæt samarbejde med en række nøgleaktører: DHI's kompetencer og viden om satellitdata og levering af kortservices udnyttes i et konkret samarbejde som anført under aktivitetsbeskrivelserne. I aktiviteterne leverer DHI's datainfrastruktur, som forventes at blive udbygget med nye kort- og dataservices til integration i maskiner og teknologier til landbruget. DHI's aktiviteter dækkes i ansøgningen 'Downstream services fra Copernicus'. DHI gennemfører allerede RK-aktiviteter hvor det indgår udnyttelse af satellitdata fra Copernicus. Koordinering med disse aktivitetsplaner vil ske med afsæt i de fælles indledende workshops hvor relevant ko-

⁶ Partnere i Future Cropping: Agro Intelligence, Yara Denmark, Novozymes, Orbicon, Ejlskov, Agro Business Park SEGES, Aarhus Universitet, Københavns universitet, GEUS, Rambøll, Foss & Teknologisk Institut

	ordination med deres relevante RK-aktiviteter vil blive identificeret. - Cranfield University og Rothamsted Research arbejder med teknologier til præcisionslandbrug, udvikling af produkter til overholdelse af miljølovgivningen og produktivitet i landbruget. Erfaringerne fra England inddrages i aktiviteterne, idet Danmark og Englands landbrugsproduktion har mange af de samme dyrkningsbetingelser og klimaforhold. Konkret forventes at lave en studietur for målgruppen, slutbrugere, studerende og forskere, hvor der undervejs vil blive arbejdet med mini-workshops til at afdække de mest prioriterede anvendelsesområder. - SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet (Institutionen för mark och miljö) arbejder med brug af satellitdata og står bag udviklingen af programmet Crop-Sat. Erfaringerne fra SLU's arbejde med at omsætte satellitdata til en brugbar applikation inddrages for at give aktiviteterne større momentum. - DLG (Deutsche Landwirtschaft-Gesellschaft) er den største testinstitution af landbrugsmaskiner i Europa. Det er derfor oplagt, at deres viden og erfaring inddrages i gennemførelsen af aktiviteterne omkring opbygning af en dansk testfacilitet. - DTU, Space har gennem en årrække forsket inden for anvendelsen af satellitter, robust lokalisering i GPS-udfordrede områder samt udfald, hvilket er en særdeles relevant problemstilling i det åbne land. DTU forventes inddraget i projektet omkring sikring af stabile systemer. - AU, Ingeniørvidenskab har i en årrække haft fokus på billedanalyser samt droner som en teknologi til implementering af visionsteknologi i landbrug og naturforvaltning. Teknologisk Institut og AU har en række eksisterende samarbejder med validering af nye teknologier, algoritmer m.m., som forventes udbygget til anvendelsen af satellitbilleder. AU vil blive inddraget som teknologisk sparringspartner og bidragsyder i valideringsarbejdet.
6) Inddragelse og videnspredning	Udvikling af teknologiske serviceydelser til præcisionslandbrug kræver en tæt involvering af både teknologivirksomheder og slutbrugere. Målgruppe-virksomhederne inddrages i samarbejde med innovationsnetværket INBIOM i centrale dele af aktivitetsplanens arbejde. Der vil blive dannet en referencegruppe med repræsentanter fra aftagervirksomhederne og landmændenes rådgivere, som vil kunne komme med anbefalinger til arbejdet i aktivitetsplanen. Teknologisk Institut forventes igennem aktiviteten at komme i direkte kontakt med mere end 50 teknologileverandører, heriblandt både producenter af maskiner og udstyr og rådgivnings- og videninstitutioner. Dette vil bl.a. blive opnået igennem følgende samarbejder: - Dansk AgroIndustri vil som brancheorganisation for producenter af maskiner, udstyr og teknologier blive inddraget i arbejdet og forventes at bidrage med input til anvendelsespotentialer, dokumentationsbehov og validering, samt med formidling af aktiviteter og resultater ud i medlemskredsen. - SEGES er Danmarks videntcenter for landbrugserhvervet og er en del af Landbrug & Fødevarer. Teknologisk Institut (division AgroTech) drifter og udvikler forsøgssystemet <i>Nordic Field Trial System</i> i samarbejde med SEGES og forestår gennemførelsen af alle markforsøgsaktiviteter for SEGES. Målgruppen af slutbrugere og rådgivere indenfor landbrugserhvervet inddrages via en workshop eller andre aktiviteter for at sikre, at de teknologiske services er brugerdrevne. Videnformidling via LandbrugsInfo og Landmand.dk vil blive anvendt til at nå ud til både teknologileverandører og landmænd. - INBIOM – Innovationsnetværket for Biomasse: Teknologisk Institut vil udnytte dets eksisterende deltagelse i netværket til at hjælpe danske biomassevirkomheder med at få adgang til ny viden, finansieringsmuligheder og finde nye samarbejdspartnere i Danmark og internationalt. INBIOM deltager i <i>NATUREEF – a European Strategic Cluster Partnership for a natural resource efficient Europe</i>. Som beskrevet i afsnit 4 er der lavet konkrete aftaler om fællesarrangementer. Derudover vil der være fokus på spredning af nyheder, invitationer til arrangementer, rapporter mv. gennem hinandens kana-

	ler. - Agro Business Park understøtter innovation og videniværksætter i inden for jordbrug, fødevarer, biomasse og miljøteknologi. Teknologisk Institut og Agro Business Park samarbejder om at udvikle en fysisk testplatform til test af præcisionsudstyr - en aktivitet knyttet til projektet Future Cropping. Resultatet af dette samarbejde skal understøtte aktiviteterne i denne aktivitetsplan. - Virksomheder der udnytter satellit data i landbruget. Nye innovative virksomheder som fx CEPTU/Fieldsence og AgroIntelligence udnytter satellitdata i udviklingen af produkter og services og som har klare behov for hurtig modning af deres produkter. Ovenstående vidensspredningspartnere vil fungere som følgegruppe for aktiviteterne og vil repræsentere potentielle innovative slutbrugere blandt teknologileverandører, fødevarereproducenter og landmænd således, at de prioriterede aktiviteter tager udgangspunkt i konkrete behov.
7) Sammenhæng med institut-strategi	Denne aktivitetsplan har tæt sammenhæng med både AgroTechs strategi 'Accelerate AgroTech' og Teknologisk Instituts overordnede strategi. Aktivitetsplanen adresserer således AgroTechs strategiske målsætning om at bidrage til en mere miljøeffektiv landbrugsproduktion, herunder optimal udnyttelse af ressourcer – hvilket kan opnås gennem effektiv udnyttelse af satellitdata. Samtidig vil aktivitetsplanen også adressere den overordnede målsætning om at styrke danske virksomheders konkurrenceevne gennem innovation og udvikling af deres produktportefølje.
8) Milepæle år 1	Aktivitet 1 - Potentialeafdækning for brug af downstream-data i det åbne land MP 1.1 (Inddragelse og vidensspredning) Én innovationsworkshop afholdt i samarbejde med INBIOM, InnoPro og DHI omkring biologiske data, kortservice og anvendelsespotentialer. MP 1.2 (Inddragelse og vidensspredning) Én innovationsworkshop afholdt sammen med INBIOM, InnoPro, FORCE Technology, Delta, DHI og Alexandra Instituttet omkring præcisionsstyring, teknologier og implementeringspotentialer. MP 1.3 (Vidensamarbejde, -hjemtagning og kompetenceopbygning) Deltaet i min. én international conference om præcisionslandbrug og satellitdata. MP1.4 (Inddragelse og vidensspredning) Følgegruppe etableret med flertal af virksomheder og der har været dialog med alle partnere. Aktivitet 2 - Monitorering og biologiske data MP 2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning og kompetenceopbygning) I samarbejde med DHI er infrastruktur til levering af satellitbilleder til målgruppen etableret. MP 2.2 (Udvikling af teknologisk service) Identificeret tre algoritmer, der omsætter satellitbilleder til biologisk information. MP 2.3 (Udvikling af teknologisk service) Udviklet min. én algoritme, der omsætter satellitbilleder til biologisk information. MP 2.4 I samarbejde med slutbrugere og danske virksomheder registreret 'ground truth'-målinger i 10 marker/markforsøg (fortsættes i MP 2.2, 2017). Aktivitet 3 Integration af downstream-data i maskiner MP 3.1 (Udvikling af teknologisk service) Robustheden af satellitdata til brug i det åbne land kortlagt og evalueret for min. ét års data. MP 3.2 (Inddragelse og vidensspredning) Udpeget to virksomheder, der vil anvende satellitdata i udviklingen/optimering af deres udstyr/maskiner. Aktivitet 4 Test og validering af præcisionsteknologi MP 4.1 (Udvikling af teknologisk service) Udviklet protokol til test af præcision med iGPS-udstyr og andet relevant måleudstyr til brug i det åbne land.
Milepæle år 2	Aktivitet 1 Potentialeafdækning for brug af downstream-data i det åbne land MP 1.1 (Inddragelse og vidensspredning, samt vidensamarbejde, -hjemtagning og

	kompetenceopbygning) I samarbejde med relevante internationale samarbejdspartnere, INBIOM, InnoPro, FORCE Technology, Delta ,DHI og Alexandra Instituttet afholdt seminar om anvendelsespotentialer for satellitdata i det åbne land. MP 1.2 (Vidensamarbejde, -hjemtagning og kompetenceopbygning) Studietur til England med international fokus afholdt sammen med INBIOM. MP 1.3 (Inddragelse og videnspredning) Samarbejde etableret med min én virksomhed i følgegruppen og konkrete teknologispør afdækket med følgegruppen. Aktivitet 2 Monitorering og biologiske data MP 2.1 (Udvikling af teknologisk service) Udviklet 1-2 algoritmer, der omsætter satellitbilleder til biologisk information. MP 2.2 (Inddragelse og videnspredning) I samarbejde med slutbrugere og danske virksomheder registreret 'ground truth'-målinger i 15 marker/markforsøg. MP 2.3 (Udvikling af teknologisk service) Test og validering udført på udviklede algoritmer ift. 'ground truth'-målinger, der kan anvendes til udvikling af mindst to nye typer satellitkort. Aktivitet 3 Integration af downstream-data i maskiner MP 3.1 (Udvikling af teknologisk service) I samarbejde med DHI udviklet system til integration af satellitdata med én maskine/udstyr og én virksomhed. MP 3.2 (Inddragelse og videnspredning) Udstyr med satellit styring fra forskellige satellitter afprøvet under markforhold min. to steder. Aktivitet 4 Test og validering af præcisionsteknologi MP 4.1 (Udvikling af teknologisk service) Et fysisk testmiljø etableret til validering af præcisionsudstyr, med afprøvet måleudstyr og instruktioner, der relaterer sig til den udviklede protokol. MP 4.2 (Inddragelse og videnspredning) Min. to virksomheders præcisionsudstyr valideret i testmiljøet.
--	---