

Satellitdatas anvendelse i markbruget

Af Kathrine Hauge Madsen, Nicolai Cryer, Birgitte Feld Mikkelsen, Jens Erik Jensen og Rita Hørfarter fra Future Cropping Partnerskabet.

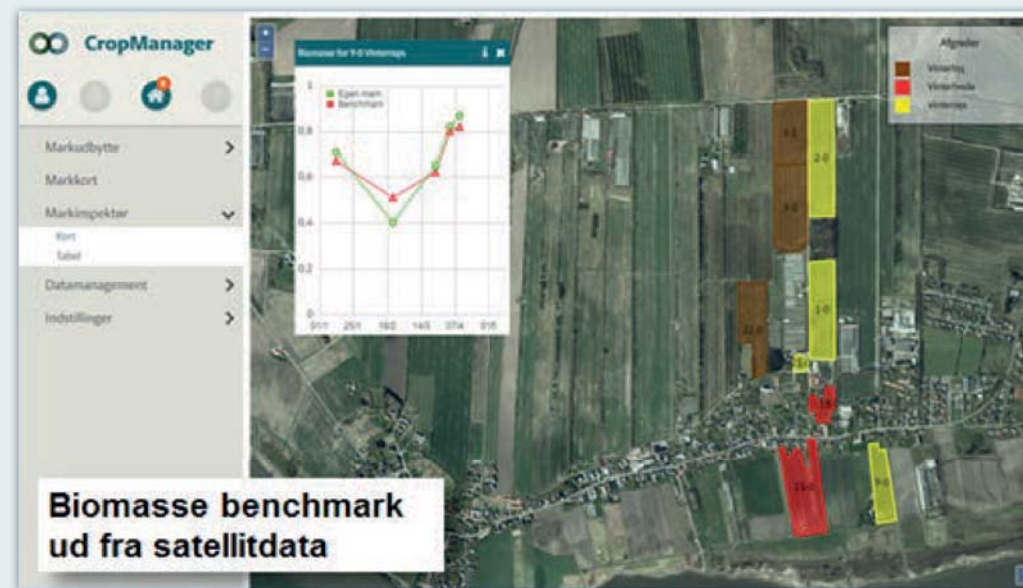


Rummets data giver allerede værdi for danske planteavlere

Future Cropping partnerskabet², har som formål, "at integrere data fra mange informationskilder for at skabe nye teknologier, løsninger og dyrkningsmetoder til fremtidens højtydende præcisionsjordbrug med lav emission". Den satellitbaserede præcise positionering og kendskab til forholdene på hver enkelt position i marken er således fundamentet for partnerskabets aktiviteter og en uundværlig forudsætning for at kunne indfri partnerskabets overordnede mål. Nedenfor giver vi eksempler på, hvordan satellitterne allerede har fået stor betydning for markbruget:

Den nye statistik viser, at 16 pct. af alle danske landmænd anvender RTK-GPS i markarbejdet. Dette er mere end en fordobling af anvendelsen i forhold til en tidligere undersøgelse fra marts 2013 (Unifarm, HP Hansen 2013), som viste, at lidt over 7 pct. af de adspurgte landmænd anvendte RTK-GPS. På daværende tidspunkt brugte i alt 18 pct. af de adspurgte landmænd en eller anden form for GPS-system. I en interviewundersøgelse fra 2016 rangerede de adspurgte landbrugskon-sulenter da også autostyring, som det mest anvendte præcisionsdyrknings-værktøj (Thierry et al. 2017), hvilket viser, at danske landmænd tager præcisionsteknologi til sig. En beregning foretaget af SEGES viser, at det er muligt at reducere brændstofforbruget ved at anvende et RTK baseret GPS system. Besparelsen afhænger dog meget af, hvor godt arbejdet kan gøres uden RTK-GPS samt af de benyttede redskaber og markens form og størrelse, men generelt er det muligt at spare mellem ca. 2-4 pct. brændstof. Den totale økonomiske besparelse inklusive diesel, arbejdstid, udsæd, gødning og kemikalier vil normalt ligge på 4-9 pct. (Højholdt 2015). Samtidig skal man ikke undervurdere, at det rent faktisk er betydeligt nemmere at udføre et præcist markarbejde med autostyring, som f.eks. sikrer, at ploven pløjer lige, og føreren kan således koncentrere sig om at overvåge at alt går korrekt til, og styre traktoren i

2. Partnerskab mellem Agro Intelligence, Yara Danmark, Novozymes, Orbicon, Ejlskov, Rambøll, Foss, Teknologisk Institut, Agro Business Park, GEUS, Aarhus Universitet, Københavns Universitet og SEGES. Partnerskabet er delvis støttet af Innovationsfonden under INNO+ programmet og løber fra 2015-2020, se www.futurecropping.dk



Figur 19. Det gratis webprogram CropSat.dk

modsat retning, når markkanten nærmer sig. Foruden at sende signaler til GPS er satellitter også 'bærere' af diverse sensorer, som kan bruges til at monitorere afgrøden med, og inden for de senere år, er der kommet flere digitale redskaber til danske landmænd, f.eks. det gratis webprogram CropSat.dk³, som kan vise, hvordan afgrødens biomasse og kvælstofoptag er fordelt, og samtidig kan man ud fra disse målinger lave et variabelt tildelingskort, som tager højde for afgrødens behov på den pågældende position frem for at tildele samme dosis på hele marken. Gevinsterne ved graderet tildeling ligger i bedre udnyttelse af inputfaktorer og dermed omkostningsbesparelse, højere udbytte og mindre udledning af hjælpe-stoffer og CO₂.

Graderet markbehandling ud fra satellitdata

Det har i en række år været muligt at købe kommercielle satellitdata, men med opsendelse af EU's Sentinel-2 satellitter i 2016, som leverer gratis data, er der for alvor kommet interesse for at udnytte satellitter i landbruget. Sentinel-2 satellitterne er populært sagt en plantesensor, som passerer over Danmark hver 4-5 dag, og måler refleksionen fra

3. Programmet finansieres af Landbrugsstyrelsen og SEGES, Landbrug & Fødevarer

afgrøden eller jordoverfladen med en opløsning på 10 x 10 meter (Mortensen og Hørfarter, 2017). Sentinel-2 kan ikke måle, når der er skyer, da den ikke kan se igennem disse. Det betyder, at der kan være perioder uden brugbare målinger, og det er nok denne type satellitbaserede sensorers største svaghed. Nogle af de større europæiske udbydere af satellitbaserede løsninger til præcisionsjordbrug, har valgt at købe satellitbilleder fra flere satellitsystemer for at sikre, at der er brugbare billeder.

Det er ret velbelyst, hvordan disse såkaldte NDVI-data (biomasse-data) kan fortolkes i forhold til afgrøders kvælstofoptagelse, og i den internationale litteratur kan man læse, at en forskel på 0,1 NDVI-enhed svarer til en forskel i kvælstofoptagelse på ca. 30 kg N pr. ha i vinterhvede. Denne sammenhæng gælder i NDVI-intervallet mellem ca. 0,4 og 0,9 (NDVI-værdien ligger altid i intervallet fra 0, som er nul biomasse til 1, som svarer til fuldt plantedække). Nogle marker er så ensartede, at det ikke kan svare sig at graduere tildeling, som eksempel kan nævnes, at en analyse af variationen i NDVI i et stort antal vinterhvedemarker ud fra satellitdata fra den 30. april 2017 pegede på, at graduering kunne anbefales i 40-50 pct. af markerne (Birkmose, 2017).

Også anvendelsen af planteværnsmidler f.eks. vækstreguleringsmidler og fungicider mod bladsvampe kan gradueres efter biomasse. Her er stor biomasse er lig med behov for større dosis, mens lille biomasse er lig med ingen eller lav dosis. Ved ukrudtsbekæmpelse er sammenhængen omvendt. Dyserne på almindelige sprøjter kan variere vandmængden med +/- 25 procent, og anbefalingen er, at landmanden bruger det nyeste vegetationsindeks, og sammenholder dette med sit aktuelle kendskab og tidligere erfaringer med marken for tildelingskortet udarbejdet (www.cropsat.dk).

Satellitbilleder kan højst sandsynligt også bruges til at forbedre planteetableringen, såfremt man har en række kort, der kan vise områder i marken, som år efter år har en lavere biomasse. Der skal dog nogle 'jordobservationer', topografi-kort eller jordbundskort til at forklare, om den lave fremspiring skyldes, at der er tale om en leret bakketop eller et lavt vandlidende areal. Mulighederne er således mange, og vi har næppe set den sidste innovative idé inden for satellitbaseret optimering af dyrkningsprocesserne.

Der anvendes også andre 'bærere' af sensorer, det kan være et fly, en drone eller direkte monteret på traktor eller redskab, men disse kræver investering og/eller er mere tidskrævende end de gratis satellitkort. I Future Cropping anvendes droner og traktorborne sensorer i forbindelse med graduert tildeling af ukrudtsmidler. Til ukrudtskortlægning er der nemlig behov for større opløselighed af billederne end satellitterne kan vise.

Der er som sådan ingen begrænsning på hvilke markbehandlinger, som kan gradueres og faktisk foregår hovedparten af kalkspredning i Dan-

mark i dag efter et tildelingskort, disse er dog baseret på jordprøver og ikke på satellitdata. Man har siden slutningen af 1990'erne kunnet tildele/dosere kvælstofgødskning ved hjælp af en afgrødesensor, som læser biomassen/N-optaget hen over marken, styrer gødningssprederens dosering af kvælstof på den pågældende GPS-position.

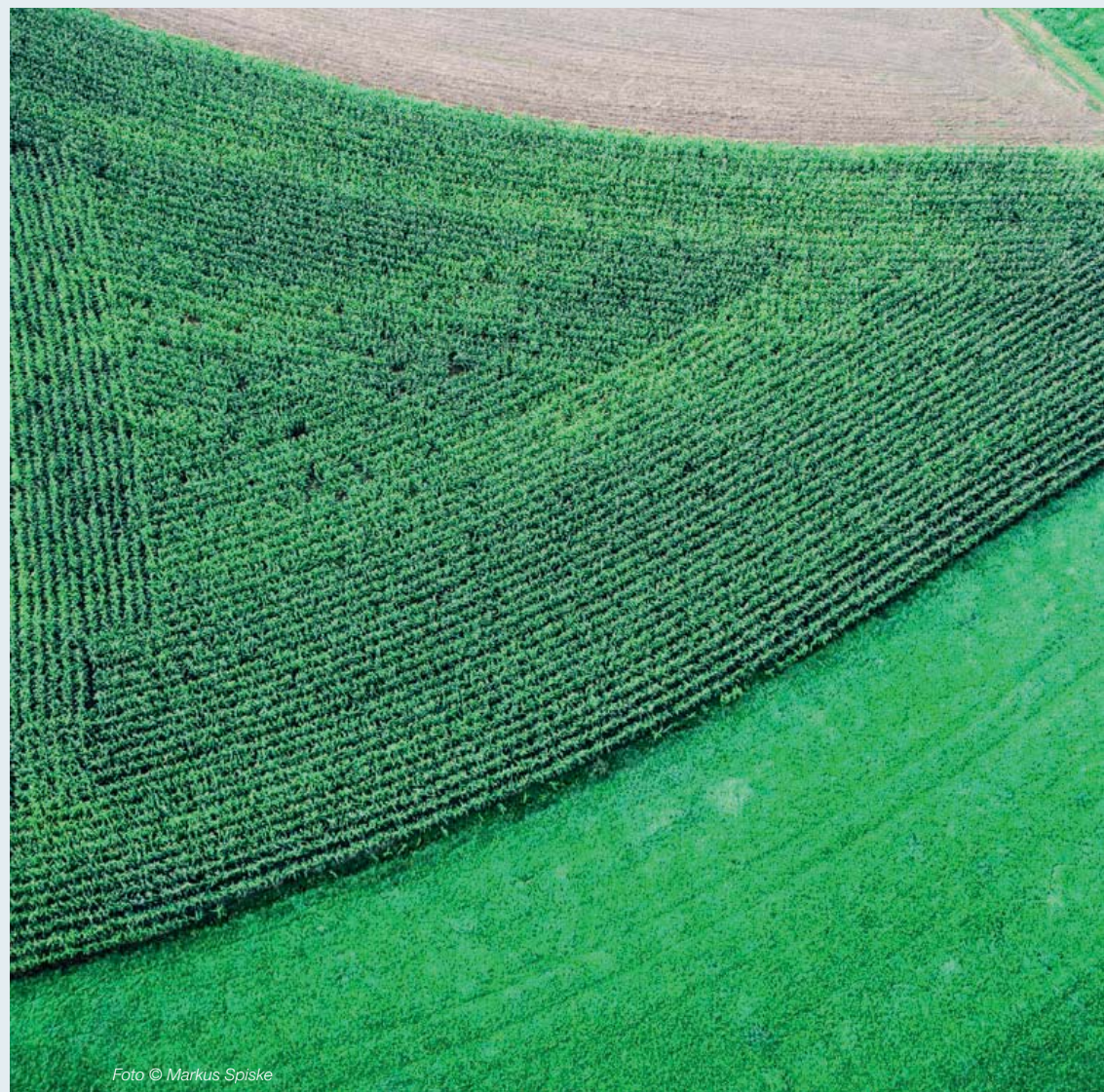


Foto © Markus Spiske

Hvor møder danske planteavlere data fra satellitterne?

Når landmænd i dag sætter sig ind i traktorens førerhus, vil den, hvis den er forholdsvis ny, typisk allerede være forberedt til kommunikation til satellit for at muliggøre autostyring, hvor traktoren styres præcist gennem marken. En anden anvendelse, som bliver mere og mere udbredt, er sektionsafblænding via GPS, som sikrer minimalt overlap i markens kiler og forpløjninger, når der sprøjtes eller gødskes. Farm management systemer, som f.eks. FarmTracking, der kører på tablet og mobiltelefon, kan allerede i dag fortælle landmanden i hvilken mark han kører, og der er en funktion til at markere f.eks. dræn, sten, evt. sprøjtevinduer, ukrudtsforekomst mm. direkte på en GPS-position i markkortet (Nielsen, 2016). Endvidere kan nævnes GPS-trackere, der på landbrugsmaskiner, er en glimrende tyverisikring – igen baseret på satellitbaseret GPS-position.

På kontoret har landmanden via sin PC adgang til CropSAT og andre GIS-baserede beslutningsværktøjer. CropSat er et webbaseret og gratis værktøj, der viser biomasse-fordelingen inden for marker, beregnet ud fra satellitbilleder. Det er oprindeligt udviklet i Sverige, men har siden 2016 været tilgængeligt i Danmark. I dette program kan planteavleren se udviklingen af sine afgrøder og udarbejde graduerede tildelingsfiler for godning, vækstregulering eller bekæmpelse af bladsvampe efter afgrødens behov (www.cropsat.dk). I det første halve år efter lancering af programmet i Danmark var der 7.700 forskellige IP-adresser inde at besøge CropSAT (Hørfarter, 2017), og der er næppe tvivl om, at lanceringen af CropSat har været en stærk driver for at øge branchens interesse for præcisionsjordbrug.

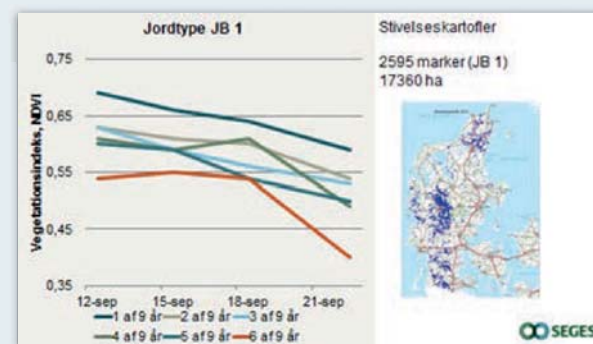
De gratis satellitdata fra EU blev tilgængelige nogenlunde samtidig med igangsætning af Future Cropping partnerskabet. I Future Cropping er udvikling af en fælles dataplatform et af de centrale elementer og omdrejningspunktet for meget af den øvrige innovation. Århus Universitet fandt sammen med SEGES på et tidligt tidspunkt ud af, at man ud fra de gratis satellitkort kunne se biomassen på alle Danmarks vinterhvedemarker, og samtidig måle variationen mellem gode og dårlige pletter i marken. Dette blev starten på det såkaldte "Biomasse benchmark" værktøj, som udbydes gratis til alle landmænd i Danmark (figur 20). Dette værktøj viser på markniveau den gennemsnitlige biomasse for vinterhvede, vinterbyg, vårbyg, vinterraps eller silomajs sammenholdt med biomassen for alle marker med samme afgrøde indenfor 10 km's radius. Biomassemålingerne er de samme, som ses i CropSAT og kommer fra satellitten Sentinel 2. Biomasse Benchmark er en del af en ny IT-plattform ved navn CropManager, der på sigt kommer til at rumme alle de digitale data fra bedriften (Knudsen, Hørfarter og Bligaard 2017).

Big Data baseret beslutningsstøtte til landmænd er på vej

At bruge satellitbilleder som input til Machine Learning-algoritmer

Big Data-revolutionen er båret frem af forskellige informationsteknologiske fremskridt. For det første registreres der i hele samfundet store mængder data, hvilket kan opbevares og fremsøges i takket være moderne IT-systemers kapacitet. For det andet er det blevet muligt at undersøge statistiske sammenhænge i de store datamængder med moderne metoder fra Machine Learning. Machine Learning tager udgangspunkt i en formodet sammenhæng mellem data, der beskriver verden, og data, der beskriver viden om verden og stiller metoder til rådighed til at finde denne sammenhæng automatisk. Et eksempel på en sådan sammenhæng er forbindelsen mellem satellitbilleder og geografiske kort. Når en Machine Learning-model har fundet denne sammenhæng, så kan den i fremtiden tage satellitbilleder af andre områder og kortlægge samtlige landbrugsarealer i området. Denne proces kaldes "semantisk segmentering".

At finde nye sammenhænge/mønstre ud fra 'data mining'



Figur 20: Satellitdata dokumenterer, at hyppig dyrkning af kartofler i samme mark giver lavere udbytte.

Data-mining handler om at undersøge store eksisterende datasæt for at finde ny information. Nedenstående eksempel viser, hvordan satellitdata har kunnet dokumentere, at hyppig dyrkning af kartofler i samme mark er forbundet med udbyttetab. Det er kendt blandt kartoffelproducenter, at der skal være god tidsmæssig afstand mellem stivelseskartoffelafgrøder, da der ellers er risiko for sædskiftesygdomme mm. Ved at bruge satellitmålinger (NDVI) af biomassen på samtlige danske stivelsesmarker i september måned i 2016, og derefter sammenkæde NDVI-målinger med markernes sædskifte, er det nu dokumenteret, at der er en tydelig sammenhæng mellem sædskifte og lavere bladmasse og dermed udbytte (se figur 2). Disse resultater viser, at der er meget at hente ved i højere grad at bytte jord og dyrke et større areal med kartofler på marker med mindre anstrengte sædskifter, både på kort og lang sigt (Bødker, 2016).



Foto © Peter Gonzalez

Test af præcisionsteknologi

Automatisering, præcisionsteknologi og "computerficering" er allerede en del af landbrugets maskinpark i dag, men der er kun lidt fokus på teknologiernes præcision. I Future Cropping arbejdes der derfor også på at kunne dokumentere effekten af de nye præcisionsteknologier. Det sker blandt andet ved at udvikle metoder til systematisk test af autostyring og redskaber, der anvender positioneringsdata – f.eks. sprøjter. Sikkerheden for præcisionen af autostyringssystemer måles med meget nøjagtigt positioneringsudstyr (iGPS), og det er ambitionen at udvikle metoder, der validerer hele maskinsættets performance – det vil sige computer, traktor og redskaber. Fremtidsscenariet er at robotten, sprøjten eller gødnings-spreaderen selv kan rapportere hvor og hvornår, der er kørt i marken, hvilket vil spare en række manuelle indberetninger og kontroller i en fremtidig landbrugsproduktion. Autonome mobile robotter i planteproduktionen har været fremtidsvision i en lang årrække, men der begynder nu at være robotter på markedet. Testmetoder for f.eks. autostyring er også højaktuelt for robotter, hvor sikkerhed og præcis styring af robotterne er afgørende.

Arealstøtte og kontrol

Landbrugsstyrelsen anvender allerede nu satellitter i forbindelse med kontrol. Det kan f.eks. være til at kontrollere kravet om flere afgrøder på en bedrift. På sigt er der mulighed for at bruge tidsserier af radar-billeder til at undersøge, om græsmarker bliver slået, eller hvornår efterafgrøder bliver nedpløjet ([Sanne Eskesen Plantekongres 2017](#)). I dette efterår gennemfører Landbrugsstyrelsen et pilotprojekt, hvor målrettede efterafgrøder kontrolleres via satellitbilleder, hvilket muliggør 80 pct. færre fysiske kontrolbesøg ([Landbrugsstyrelsen 2017](#)). Det overvejes også, om man kan gøre tidsfrister individuelle for den enkelte mark. En sådan frist kan eksempelvis tage udgangspunkt i hovedafgrødens høsttidspunkt, hvilket vil kunne kortlægges med Sentinel-1 satellitten, der benytter radar og således kan måle afgrødehøjde.

Fra landmandens synspunkt bliver potentialet dog først rigtig interessant, hvis satellitmålinger vil kunne erstatte den tidskrævende proces det er at udfærdige ansøgninger til direkte arealstøtte. I dag er det typisk landmanden eller dennes konsulenter, som indtegner markgrænser og angiver støtteberettiget areal, samt hvilken afgrøde, som dyrkes på marken, og det er en ret tidskrævende proces. Ved at indtegne marken ved såning eller høst med f.eks. RTK-GPS vil denne arbejdsgang, der typisk foregår ved skrivebordet, kunne erstattes af data, der er opsamlet i forbindelse med markarbejde, som landmanden alligevel skal udføre. Så mangler kun, at satellitterne automatisk identificerer hvilken afgrøde, der vokser på marken, og mon dog ikke det snart lykkes for forskerne at finde en metode, der ud fra de mange bånd som måles pr. satellit, vil kunne identificere hvilken afgrøde, satellitten ser på marken?