

Anvendelse af satellitdata i vandbalanceberegningen

Et input til selve beregningen af jordens vandbalance er afgrødens udvikling, udtrykt i form af et bladarealindeks. Bladarealindekset simuleres i en afgrødemodel, som funktion af en temperatursum. Generelt set simulerer en sådan model afgrødeudviklingen udmærket, men med den lettere og lettere adgang til diverse satellitbaserede vegetationsindeks er det oplagt at anvende disse til korrektion af modellen, hvor den viser sig at simulere fejlagtigt. Der er en række fordele ved at implementere en sådan satellitbaseret korrektion af afgrødemodellen, eks. en sandsynligvis mere korrekt vandbalanceberegning, især på marker hvor informationerne trukket fra mark- og gødnings-planer er mangelfuld eller ikke retvisende.

Der er desværre en række vanskeligheder/udfordringer forbundet med at implementere denne løsning, hvilket er blandt årsagerne til, at der for øjeblikket ikke er noget mulighed for anvendelse af satellitdata i udviklede vandbalancemodul. Udfordringerne kan overordnet deles op i to hovedemner: 1. En pålidelig konvertering af satellitmålt refleksions til bladarealindeks og 2. implementering af bladarealindeks-korrektionen i den eksisterende model.

1. Bladarealindeks bestemt ved satellitdata.

Anvendelsen af forskellige vegetationsindeks, eks. NDRE, NDVI, og RVI, til en relativ kvantificering af afgrøders biomasse er efterhånden almindeligt i forskellige landbrugsfaglige værktøjer til eksempelvis gradueret anvendelse af planteværnsmidler og gødning. Anvendelsen af bladarealindeks, som afgrødemodellen i det udviklede vandbalancemodul opererer med, er derimod ikke så anvendt. Modsat de øvrige indeks er bladarealindekset fysisk målbart og udtrykker bladareal/jordoverfaldeareal., hvilket er med til at komplicere anvendelsen gennem en bestemmelse via satellitmålt data.

Aarhus Universitet har i 2018 lavet en undersøgelse omfattende to forskellige metoder til beregning af bladarealindeks baseret på satellitdata:

Metode 1:

Bladarealindeks beregnes ved en model baseret på et neuralt netværk. Input til modellen i den aktuelle undersøgelse er reflektans målt ved 8 spektrale bånd af Sentinel2-satellitten. Modellen stilles til rådighed af udviklerne: <http://teledetection.ipgp.jussieu.fr/prosail/> Det neurale netværk er ikke trænet udelukkende på afgrøder, men på et bredt udvalg af vegetation.

Metode 2:

På baggrund af satellitmålt rød og nærinfrarød spektral reflektans beregnes vegetationsindekset RVI (Ratio Vegetation Index). På baggrund af RVI beregnes FIPAR (Fraction of Intercepted Photosynthetically Active Radiation) og derfra videre til bladarealindeks.

Det beregnede bladarealindeks ved begge metoder blev efterfølgende søgt verificeret mod bladarealindeks bestemt ved målinger foretaget med håndholdte instrumenter betjent i forsøgsmarken.

Resultater

Først og fremmest viste reflektansmålingerne, opnået med ved henholdsvis håndholdte instrumenter i marken og reflektans målt fra satellitten, en overraskende systematisk uoverensstemmelse og ringe korrelation, hvor variationen i de målte værdier med de håndholdte instrumenter var størst i det røde bånd og omvendt for det nærinfrarøde bånd. Dette er med stor sandsynlighed medvirkende til, at der ligeledes var en ringe korrelation mellem det satellitdata-baserede bladarealindeks og bladarealindeks bestemt ved målinger i marken med håndholdte instrumenter.

Der var en god korrelation mellem bladarealet beregnet ved de to satellitdata-baserede metoder, dog estimerede modellen baseret på et neuralt netværk (Metode 1) generelt højere værdier end den RVI-baserede metode (Metode 2).

Konklusioner

Uoverensstemmelsen mellem reflektans målt ved satellit og ved håndholdte instrumenter er fundamental og vil skulle løses, før en meningsfuld verificering af satellitdata-baseret beregning af LAI kan foretages. Det anføres i undersøgelsen at de håndholdte målinger generelt er robuste, men det, at målingerne her er foretaget i en rækkeafgrøde, kan være en del af forklaringen på den manglende korrelation. Det nævnes ligeledes, at der grundet den relativt grove opløsning på satellitmålingerne kan være et behov for flere håndholdte målinger i marken, for at fange mere af markens variation. Endelig foreslås det, at den neurale netværk-model bør indstilles finere i forhold til landbrugsafgrøder, da de observerede generelt højere bladarealindeks-værdier beregnet ved denne metode muligvis kan tilskrives, at modellen er trænet på datasæt med bladarealindeks-værdier helt op til 15.

Anvendelsen af undersøgelsens resultater

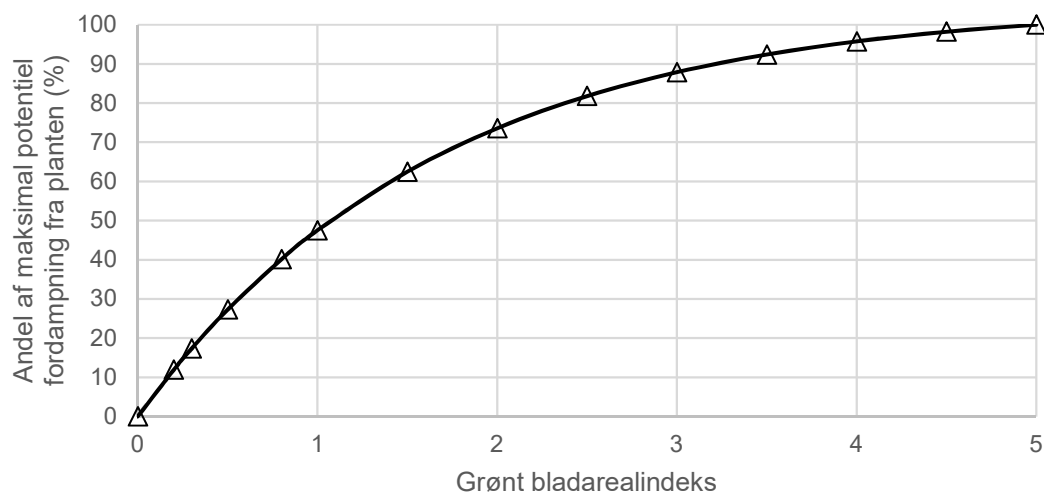
Undersøgelsen gav ikke noget svar på, om de to testede metoder er brugbare til automatisk beregning af bladarealindeks baseret på satellitdata til brug for en korrigerende af afgrødemodellens simulerede bladarealindeks. Fremadrettet bør undersøgelsen gentages med en mere sikker bestemmelse af bladarealindeks beregnet til "ground-truthing" af de satellitdata-baserede bladarealindeks-værdier. Det virker i den forbindelse uhensigtsmæssigt, at undersøgelsen blev foretaget i en rækkeafgrøde, da de håndholdte instrumenter muligvis håndterer disse dårligt. En løsning kunne være en destruktiv direkte bestemmelse af bladarealindekset, da denne må antages at være mere sikker – men også en meget arbejdskrævende metode i praksis.

2. Implementering af bladarealindeks-korrektionen i eksisterende afgrødemodel.

Afgrødemodellen i det nye vandbalancemodul er udviklet i Markvand-modellen og selvom den anvender det fysiske målbare bladarealindeks, gøres det på en slags relativ skala, hvor alle afgrøder har et bladarealindeks gående fra 0 til maksimalt indeks på 5. I virkeligheden vil det maksimale bladarealindeks afhænge af afgrøde og dyrkningsforhold. Dette bevirker, at selvom der laves en korrekt bestemmelse af bladarealindeks på baggrund af satellitdata, er dette ikke nødvendigvis umiddelbart til at implementere som en korrektion af afgrødemodellens simulering.

Dernæst vil en korrektion af modellens simulerede bladarealindeks kræve en korrigerende temperatursummer, da afgrødemodellen skal simulere videre med udgangspunkt i det nye korrigerede bladarealindeks. Dette kan man vælge at gøre bagudrettet eller fremadrettet. Ved en bagudrettet korrektion af modelparametrene flytter man afgrødemodellens start, fremspiring eller vækststart for overvintrende afgrøder, således at afgrødesimuleringen frem til korrektion stemmer overens. Ved en fremadrettet korrektion justeres afgrødemodellens parametre simuleringen fra korrektionen og fremad stemmer overens.

Endelig er det vigtigt at vurdere i hvilket tidsrum en satellitbaseret korrektion af bladarealindekset er relevant. Det er perioden fra vækststart/fremspiring frem til fuldt bladarealindeks, der er vigtig at simulere korrekt, da forholdet mellem aktuel og potentiel fordampning fra planten her stiger kraftigt. Bladarealindeks-bestemmelse på baggrund af spektral reflektans vil ikke kunne foretages med lige stor sikkerhed henover afgrødens vækst, men sandsynligvis bedst i netop i denne periode, hvor afgrøden kun er grøn. Aks i kornafgrøderne og han-blomster i majs er eksempler på elementer, som i perioden efter fuldt bladarealindeks kan påvirke den målte reflektans og dermed det beregnede bladarealindeks. Desuden mættes vegetationsindeks beregnet ud fra spektral reflektans ved relativt lav biomasse – eks. NDVI og RVI byggende på rød og nærinfrarød reflektans – hvilket sætter en begrænsning på, hvor længe et korrigerende bladarealindeks kan beregnes fra satellitdata. Sandsynligvis kan der kun foretages en meningsfuld satellitdata-baseret beregning af bladarealindeks til korrigerende af afgrødemodellerne fra vækststart/fremspiring og frem til nært maksimalt bladareal, hvorimod korrektioner senere i væksten ikke er relevante – bl.a. fordi fordampningen fra afgrøden her under alle omstændigheder vil være maksimal. Se Figur 1 nedenfor.



Figur 1. Andel af maksimal potentiel fordampning fra planten som funktion af bladarealindeks i vandbalance-modellen.

Peng, J., Manevski, K., Sørensen, K.K., Andersen, M.N. 2019. Satellite data as input to water balance model: Estimation of leaf area index using Sentinel 2 imagery. I rapport: [Water status in soil and crops. Department of Agroecology](#), Aarhus Universitet.

