

**SLUTRAPPORT**

**GUDP-projekt 2019 - 2022**

# **DIGIMON**

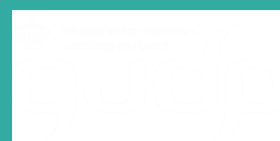
**Digital monitorering af sygdom i  
babyteaf-kulturer på friland**

---

**19. JUNI 2020**

---

**Af Thomas S. Lund  
HortiAdvice**



---

# Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, GUDP, som er en erhvervsstøtteordning under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

GUDP giver tilskud til projekter, der understøtter grøn og bæredygtig omstilling af fødevarerhvervet, og programmet dækker hele værdikæden fra primærproduktion til forarbejdningsindustri og afsætningsled.

Det er GUDP's ministerudpegede bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen.

## **GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen**

Nyrupsgade 30, 1780 København V

Augustenborg Slot 3, 6440 Augustenborg | Tlf.+45 33 95 80 00

**Mail:** [gudp@lbt.dk](mailto:gudp@lbt.dk)

**Web:** [www.gudp.dk](http://www.gudp.dk)

*Denne slutrapport er godkendt af GUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.*

---

## SLUTRAPPORT

### DIGIMON

Digital monitorering af sygdom i babyleaf-kulturer på friland

#### FAKTA OM PROJEKTET

---

**Projektperiode: 1/7 2019 – 31/12-2022**

**Projektdeltagere: AgroIntelli, HortiAdvice og Yding Grønt**

**Bevilling fra GUDP: 2.082.600**

**Projektleder Thomas S. Lund, HortiAdvice.**

#### FORMÅL

---

Formålet har været at udvikle en algoritme til automatisk genkendelse af bladsygdommen skimmel på babyleaf. Herunder at dyrke babyleaf under kontrollerede forhold og foretage kunstig smitte med skimmel, samt udvikle kamera-setup og data-infrastruktur, der kan virke i marken. Det overordnede formål med algoritmen er at mindske spild ved produktion af babyleaf på grund af skimmel, både i marken og efter høst på lageret.

#### PROJEKTETS RELEVANS

---

Forbruget af friske grøntsager er stødt stigende, herunder også et convenience-produkt som friske babyleaf-blade. Babyleaf dyrkes ofte på meget store arealer og har så hurtig en produktionsperiode at der ofte er svært at opdage eventuelt begyndende angreb af skimmel. Produktionstiden er 5-6 uger, når det vokser hurtigst. Gennem sæsonen er der risiko for angreb af bladsygdommen skimmel. Ved at finde angrebne områder med skimmel hurtigt, kan tab i marken begrænses, desuden kan tab på lageret hindres, hvis man forhindrer at smittede blade indhøstes.

Det tager mange mandetimer at gennemgå arealerne med babyleaf manuelt, for at lede efter områder med skimmelangreb. Et automatiseret system med en algoritme, der stedspecifikt kan kortlægge marken og kende syge fra raske blade, vil øge muligheden for at hele arealet kan efterses for angreb, med efterfølgende mulighed for lokal behandling.

Et mindsket tab i marken og på lageret vil øge nettoudbyttet og derved indtjeningsmulighederne. For hele gartnerisektoren er det vigtigt at se, at det er muligt at udvikle algoritmer til automatisk genkendelse af sygdomme og skadedyr. I alle sektorer er der begrænset med arbejdskraft hvorfor automatisering er nødvendigt. Flere og flere plantebeskyttelsesmidler bør anvendes som spotsprøjtninger ved begyndende angreb, og ikke senere når angrebene har bredt sig til store arealer, her vil automatisk genkendelse af skadedyr også være et vigtigt fremtidigt værktøj.

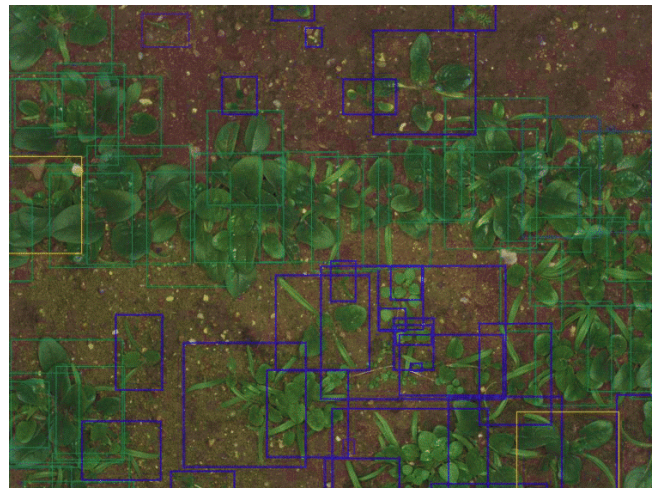
## HOVEDRESULTATER

I projektet er der opbygget og trænet en algoritme, der på baggrund af billeder af babyleaf kan genkende blade af spinat samt sortere disse billeder i følgende grupper; sund, stresset (ikke skimmel) og stress (sandsynligvis skimmel).

For at opnå dette har der i projektet været dyrket spinat under kontrollerede forhold, hvor disse planter er blevet smittet kunstigt med skimmel, for derved at producere sunde og syge blade. Der er udviklet kamera-setup til fotografering af udviklingen af bladene og udviklingen af skimmelinfektionen. Det første kamera-setup er blevet afprøvet under markforhold, hvorefter det blev forfinet med deraf følgende markant øget kvalitet af billederne.



*Billede 1.* Her ses et billede fra marken, under udvikling af kamera-setup.



*Billede 2.* Her har algoritmen sat bounding boxes (markeringer) omkring babyleaf-spinaten, som tegn på, at den kan genkende bladene. På dette tidspunkt har modellen ikke lært at skelne mellem sunde og syge blade.

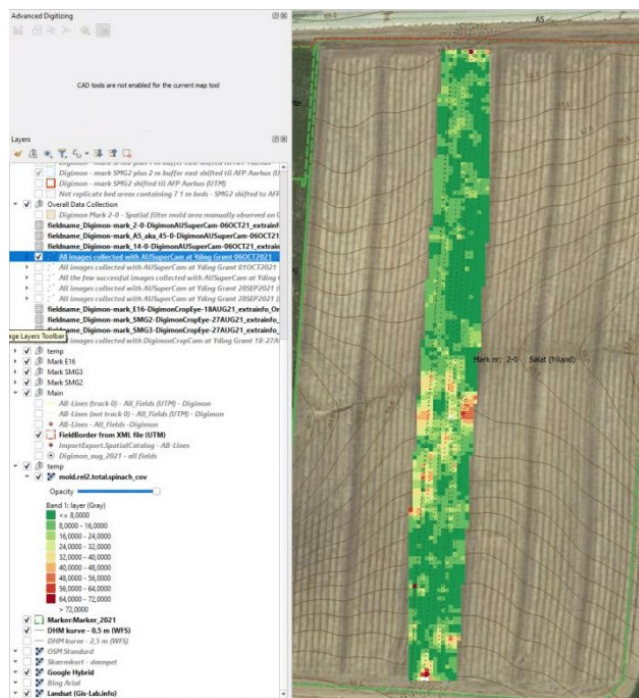
10.000-vis af billeder med babyleaf-spinat er blevet optaget i marken, dækkende forskellige udviklingstrin, forskellige lysforhold, forskellige bladformer. Naturligvis også både sunde og syge blade, samt blade der hverken var syge eller sunde, men med misfarvninger og fejl som gødningsmangel, haglskader m.m.

Billederne er af erfarne planteavlskonsulenter blevet sorteret / annoteret i forhold til de grupper, som modellen skulle oplæres i at genkende. Ved at foretage iterative processer med træning af algoritmen og gennemgang af modellens output af planteavlskonsulenten, er modellen trænet og trænet flere gange.



Projektets logbog slutter med følgende tekst: "In conclusion, we have managed to get the needed annotation and training framework operational. Furthermore, we have managed to do three annotation and retraining iterations showing the developed MCM model is capable of learning relevant features and deep relations needed to identify mold infected spinach plants."

AgroIntelli har i foråret 2023 lanceret Crop-Eye-kamera og datainfrastruktur på deres selvkørende redskabsbærer Robotti, hvorfra det vil være muligt at køre algoritmen i praksis.



Billede 3. Efter kørsel i marken kan der på baggrund af algoritmen laves et markkort, der viser områder i marken, hvor babyleaf-spinaten med overvejende sandsynlighed er angrebet af skimmel.

## PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

Projektperioden har været 3½ år, derfor har været mindre og større udsving hos de tre projektpartnere undervejs, projektet har derfor i perioder krævet en relativ stram styring.

I HortiAdvice har der været udskiftning i personale undervejs, hvor konsulenter ude i marken er stoppet og andre er startet. I hele projektperioden har nøglepersonen med opformering og identifikation af skimmel været den samme, ligeledes har projektlederen for projektet været gennemgående.

I AgroIntelli har der været strategiske ændringer undervejs i perioden, men fokus på udvikling af algoritmen har været gennemgående. Midtvejs i projektperioden blev projektet boostet ved ansættelse af en programmør, der virkelig har fastholdt fokus på udvikling og træning af modellen.

Yding Grønt gik i projektperioden konkurs. Virksomheden blev hurtigt rekonstrueret og har fortsat som partner i projektet og har medvirket med faciliteter til praktisk afprøvning i marken.

Projektpartnerne havde et godt kendskab til hinanden inden projektstart, det har betydet at man som projektleder har kunne tale godt sammen, også i perioder, hvor der har været behov for en strammere styring og for at holde tidsfrister og målene i projektet.

Det er en erkendelse, at udviklingsarbejde, som i dette tilfælde at udvikle og træne en algoritme, er en stor og langvarende proces, at sådan et udviklingsarbejde kræver mange iterative processer. Når man i det daglige er primærproducent eller planteavlskonsulent, og derfor løser mange dag-til-dag

---

problematikker, kræver det en omstilling i tankerne at arbejde med disse langsigtede udviklingsarbejder. Det har været meget lærerigt, og også en god viden at formidle videre til gartnerne, at disse teknikker, som helt sikkert er en del af fremtidens beslutningsgrundlag i gartnerierhvervet, tager lang tid at udvikle, og ikke bare kommer med et snuptag.

## KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

---

I projektet er der udviklet en algoritme til, via automatisk billedgenkendelse, at finde og lokalisere områder i en mark med babyleaf-spinat, hvor der med overvejende sandsynlighed er bladsygdommen skimmel.

Der kan ved overkørsel af marken med kamera og data-infrastruktur, via algoritmen laves et markkort med stedspecifik angivelse af områder, hvor der sandsynligvis er skimmel.

Der vil ofte ikke være nogen behandlingsmuligheder mod skimmel, på baggrund af markkortet vil man kunne fjerne begyndende angreb, inden det breder sig yderligere i marken. Derved kan spild reduceres. Risikoen for at høste babyleaf med skimmel mindskes derved også, og spild på lageret kan reduceres.

Anvendelse af automatisk billedgenkendelse til identifikation af andre skadevoldere indenfor gartnerisektorerne har store perspektiver. Eksempelvis vil en algoritme til genkendelse af meldug i flere plantekulturer være relevant, ligesom andre bladsygdomme.

## FORMIDLING

---

I projektperioden er der løbende blevet formidlet om selve projektet og om perspektiverne ved machine learning og automatisk genkendelse af skadevoldere:

### Artikler i GartnerTidende:

[Digital monitoring af skimmel. Af Charlotte Holde, Niels Enggaard Klausen og Emma Christiani Skov, HortiAdvice. Gartner Tidende nr. 7 2020](#)

[Digital monitoring af skimmel i spinat. Af Charlotte Holde, Niels Enggaard Klausen, Paw Helms og Emma Christiani Skov, HortiAdvice. Gartner Tidende nr. 1 - 2021](#)

[Gartnerens nye øjne i marken. Af Charlotte Holde, HortiAdvice. Gartner Tidende nr. 14 - 2021.](#)

[Kamera med øje for spinatskimmel. Af Lars Møller, HortiAdvice. Gartner Tidende nr. 9 - 2022.](#)

[Test af billedgenkendelse. Af Lars Møller, HortiAdvice. Gartner Tidende nr. 9 - 2022.](#)

[Robotter på vej til planteskolerne. Af Lars Møller, HortiAdvice. Gartner Tidende nr. 11 - 2022.](#)

Læs mere om GUDP's projekter på [www.gudp.dk](http://www.gudp.dk)

