

---

**SLUTRAPPORT**  
**GUDP-projekt 2019-2022**

# **MicDoc 1.0**

*Monitorering af mikrobiel plantesundhed*

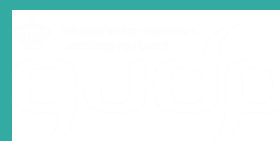
---



**17. FEBRUAR 2022**

---

**Af Mads Johnsen / Anne Saabye Schmidt-Høier**  
**Teknologisk Institut**



---

# 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@lbst.dk](mailto:gudp@lbst.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

MicDoc 1.0

Monitorering af mikrobiel plantesundhed

### FAKTA OM PROJEKTET

---

- Projektdeltagere: Teknologisk Institut, Aarhus Universitet Institut for Agroøkologi, Grotek Consulting, GPS Agro, Gartneriet Regnemark, Østervang Sjælland, Fashion Flowers, Førslev Gods, Ødemark & Saltø Godser.
- Bevilling fra GUDP: 7.044.468 kr.
- Projektleder: Mads Johnsen, Teknologisk Institut
- Projektkontakt: Anne Maria Hansen, Teknologisk Institut

Myndigheder, detailhandlen og forbrugere stiller stigende krav til dokumentation og gennemsigtighed ift. bæredygtig produktion, klimabelastning, fødevarerikkerhed og ressourcospild. Markedsvilkår der smitter af på det danske gartnerierhverv og ansporer til nytænkning.

Parallelt sker der en rivende teknologisk udvikling, der gør det muligt for produktionsleddet at tage helt nye, effektive analyseværktøjer i brug for at reducere anvendelsen af pesticider og undgå store produktionstab. Samtidig imødekommes et øget krav om dokumentation fra afsætningsled og forbruger.

Projektets potentiale er en halvering af behandlingshyppigheden og en tilsvarende årlig reducere i anvendelsen af bekæmpelsesmidler på tværs af sektoren. For erhvervet vil det betyde en direkte besparelse på ca. 35 mio. kr. pr. år i omkostninger til planteværn samt organisk produktionsspild. Platformen er skalerbar, praktisk og kan i mobilt format reducere responstiderne betydeligt.

### FORMÅL

---

Projekt "MicDoc1.0" har som formål at bygge bro mellem de nye markedstendenser og teknologiske muligheder på tværs af forsyningskæden. Ambitionen er at udvikle en første version af et helt nyt planteværnssystem, der sætter nye standarder for beslutningsgrundlaget ift. forebyggelse og anvendelse af planteværn. En tilgang der tager afsæt i avanceret tredjegerations sekvenserings-teknologi, der vil gøre hyppig anvendelse af multiple patogen-DNA-præcisionsanalyser erhvervsøkonomisk og miljømæssigt fordelagtig.

### PROJEKTETS RELEVANS

---

I EU er der behov for en større grad af selvforsyning. Fremtidens støtteordninger vil give jordbruget et økonomisk incitament til mere planteproduktion og introduktion af flere nye kulturer. Samtidig skal

---

forbruget af kemisk planteværn begrænses. Den etablerede analyseplatform tillader tidlig erkendelse af en begyndende infektion med en præcis diagnosticering. Der kan derved bekæmpes målrettet mod relevante organismer. Dette gøres eventuelt med nye biologiske midler, som ofte kun er virksomme overfor få skadende organismer. Sundheden i frø og andre hjælpemidler kan desuden testes inden disse introduceres i produktionen. Herved kan spredning af skadende organismer reduceres og der opnås en større sikkerhed for et passende udbytte.

I de kommende år forventes ændringer af klimaforholdene med intensiv nedbør i korte perioder og en gennemsnitlig temperaturstigning på 1°C for det nordlige Europa. Under sådanne mere plante-stressende forhold forventes fremkomst af nye planteskadende infektioner. I modsætning til de traditionelle metoder kan den etablerede analyseplatform diagnosticere endnu ukendte infektioner. Den kan desuden afsløre flere samtidigt forekommende organismer, der tilsammen giver udbyttetab. Ved tidligt at kunne sætte ind overfor de rigtige infektioner, vil udbyttetab kunne reduceres i fremtiden, hvilket vil have både klimamæssige og økonomiske fordele.

## HOVEDRESULTATER

---

Med udgangspunkt i ny teknologi til DNA-sekventering (baseret på *Oxford Nanopore Technology*) er der etableret en første version af en analyseplatform, som i kombination med en udviklet bioinformatik softwaresystem tillader håndtering af data opnået efter sekventering af prøver. Systemet er især velfungerende til identifikation og overvågning af planteskadende svampe. Dette software er sammensat sådan, at svampe og oomyceter kan identificeres og antallet af de identificerede organismer kan vurderes relativt til syntetiske referencer introduceret i kendte mængder. Alle kendte planteskadende svampe kan identificeres i samme arbejdsgang med lavere omkostninger end for de klassiske diagnosteknologier. Der kan desuden analyseres for forekomsten af oomyceter, men her er det ikke alle planteskadende arter, som kan differentieres. Identifikation af plantebelastende oomyceterne er mere usikker, især for de arter som kan inficere bælgfrugter.

Der er konstateret et overraskende højt indhold af kvalitetsskadende svampe i småplanter samt i forskellige grønsags- og urtefrø. Heldigvis, kan der med passende styring af systemerne (temperatur, næring og iltning) ofte opretholdes et beskedent belastningsniveau. Dette indikerer imidlertid, at frø er den primære kilde til spredning af kvalitetsskadende sygdomme, som ikke er omfattet af karantæne-regler eller anden tilsvarende lovbefalede intervention. Frø testes sjældent for tilstedeværelse af kvalitetsskadende organismer, men i nogle tilfælde for tilstedeværelse af de mest tabsgivende organismer. Frilandssystemerne tillader kun beskeden styring, og mere stress af en afgrøde vil formentlig resultere i flere infektioner med mikroorganismer, der ikke tidligere har udgjort en belastning. En analyseplatform som den beskrevne i nærværende projekt, er et bud på et værktøj til håndtering af sådanne udfordringer.

Rutinemæssig test af frø er nu mulig med en hurtig svartid. Lave analyseomkostninger sikres bedst igennem faste sæson aftaler og planlægning, fx via en abonnementsordning med aftalte prøveleverancer og hurtig rapportering af resultater på tidspunkter, hvor intervention endnu kan forebygge større tab. En sådan ordning er blevet afprøvet på Teknologisk Institut i samarbejde med en planteproducerende virksomhed. Erfaringen viste dog, at analysen stadig var for omkostningstung. Når metoden kan

---

køre mere rutinemæssigt, og dermed med færre omkostninger vil denne ydelse kunne tilbydes til en konkurrencedygtig pris.

## PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

---

Sekventeringsteknologien fra Oxford Nanopore Technology udgør et centralt element i projektet sammen med det udviklede bioinformatiksoftware. Da denne sekventeringsteknologi stadig er relativt ny og under stadig udvikling, kunne projektet med fordel have haft et direkte samarbejde med producenten. Især muligheden for at give teknologien et mere brugervenligt format, vil formentligt øge udbredelsen og medføre, at man i fremtiden kan udføre egne analyser mere overkommeligt.

Opbygning af bioinformatikplatformen har også været præget af de skiftende formater, som har krævet løbende tilpasning. Det er alligevel lykkedes at skabe et værktøj som kan bruges uden særligt kendskab til programmering og bagvedliggende analyser. Man kunne med fordel have besluttet hvordan udbredelsen og formatet af bioinformatikanalysens resultater skulle se ud tidligere i projektet.

Etablering af standarder for rutinemæssig brug af teknologi, som endnu gennemgår en omfattende udvikling har krævet hyppige ændringer, nye afprøvninger, gentagelser af tidligere afprøvninger og en stram styring af etableringsprocessen. Det har været helt essentielt at etablere et robust system til styring af de forskellige versioner af både udstyr og software.

Det kan dog konstateres, at de mange internationale erfaringer med brug af teknologien til overvågning af Coronavirus mutanter, endelig har resulteret i høj effektivitet på et mere stabilt niveau og med sikkerhed for leverance af faste komponenter uden ændrede egenskaber – og dermed sikret udbredelsen af teknologien også for dette projekts resultater.

På trods af at selve sekventeringen nu er mere robust og forholdsvis mobil, er det en stadig udfordring, at der er en del prøveforberedelse inden selve sekventeringen. Denne forberedelse er svær at gøre mobil idet der kræves en del laboratorie udstyr. Erfaringen fra projektet er således at sekventeringen inklusive bioinformatik behandling af data med fordel kan gøres samlet hos et etableret laboratorie.

## KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

---

Projektet har taget afsæt i avanceret tredjegerations sekvenserings-teknologi, der forventedes at gøre hyppig anvendelse af multiple patogen-DNA-præcisionsanalyser erhvervsøkonomisk og miljømæssigt fordelagtig.

Det er lykkedes i projektets forløb at udvikle et analytisk værktøj baseret på nanopore DNA-sekventering (*Oxford Nanopore Technology*) i kombination med et udviklet bioinformatikværktøj, der tillader sikker diagnostik og kan håndtere flere samtidige infektioner. Første version af platformen er etableret i dette projekt, og potentialet primært indenfor diagnostik af svampe er indfriet. Der er dog stadig behov for yderlig udvikling og opbygning af erfaring før systemet kan implementeres ude i virksomhederne. Erfaringen fra projektet er således at sekventeringen inklusive bioinformatik behandling af data med fordel kan gøres samlet hos et etableret laboratorie.

---

På Teknologisk Institut arbejdes der videre med brug og udvikling af DNA- sekventeringsteknologien inklusive bioinformatik behandling af data for identifikation af svampe.

#### FORMIDLING

Nedenstående publikation forventes submitted ultimo 2022 til tidskriftet: Environmental DNA

---

### **Early assessment of fungal and oomycete pathogens in greenhouse irrigation water using Oxford nanopore amplicon sequencing**

**Enoch Narh Kudjordjie<sup>1</sup>, Anne Saaby Schmidt-Høier<sup>2</sup>, Mai-Britt Brøndum<sup>2</sup>, Mads Grønvald Johnsen<sup>2</sup>, Mogens Nicolaisen<sup>1</sup>, Mette Vestergård<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agroecology, Faculty of Technical Sciences, Aarhus University, Forsøgsvej 1, 4200, Slagelse, Denmark. <sup>2</sup>Teknologisk Institut Gregersensvej, 2630, Taastrup, Denmark.

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