

## Intelligent nedvisning af proceskartofler, MST-projekt 2023

---

Rapport fra KMC Agro

Brande, d. 15. november 2023





## Indhold

Baggrund .....	3
Formål.....	3
Beskrivelse af projektet .....	4
Projektudførelse .....	4
Blad- og stængelnedvisning.....	9
Genvækst.....	11
Anvendelse af gradueringsteknologi til kemisk nedvisning i kartofler.....	12
Dronekort og middelbesparelse .....	12
Rådgivning og vejledning de kommende år .....	13
Appendiks .....	14
Skitse for nedvisning.....	14



## Baggrund

Nedvisning af kartofler har i en lang årrække været baseret på anvendelse af Reglone (diquat), som nu er forbudt i Europa. Der har været andre produkter på markedet til kemisk nedvisning af kartofler, og de seneste år har Mizuki (pyraflufen) været på dispensation til nedvisning af kartofler i Danmark.

Som forventet, kom der en endelig godkendelse af Mizuki i forsommeren 2023, hvorfor det er relevant at se på anvendelsen af Mizuki til nedvisning i proceskartofler uden forudgående brug af Reglone eller aftopning. De senere års forsøg er typisk udført med enten forudgående nedvisning med Reglone eller aftopning, efterfulgt af nedvisning med Mizuki, som hovedsageligt virker på kartoffelstængler.

I Danmark er der behov for lagring af mange typer kartofler, lige fra korttidslagring af stivelseskartofler til langtidslagring af lægge, spise- og proceskartofler. Skal kartofler lagres i mere en 4-6 uger, er der behov for en effektiv vækststandsning, for at opnå lagerfaste kartofler. En effektiv vækststandsning reducerer risikoen for skader, knoldskimmel og overførsel af virus via bladlus, og generelt mindre modtagelighed for svampe-, virus- og bakteriesygdomme, og dermed råd på lager. Det giver nemmere kontrol af temperatur på lager, og dermed dannelse af sukker og risiko for acrylamid.



Figur 1 Placering af markdemonstrationer 2023

KMC har koordineret og indsamlet data fra de 2 demonstrationer i samarbejde med demoværterne, Dansk Planteinspektion og Karup Kartoffelmelfabrik, se Figur 1.

Demonstrationerne er udført hos proceskartoffelproducenter, og der skal lyde en speciel tak til værterne. Demonstrationerne er lavet i storskala, hvor der er testet marker på ca. 10 ha.

## Formål

At eftervise effekten ved anvendelse af dronekort og deraf tildelingskort til kemisk nedvisning af proceskartofler (pulver, chips- og pommes frites kartofler), opgjort med effekt på nedvisning af blade og stængler, samt procent genvækst i kartofler. Derudover skal den opnåede middelbesparelse ved graderet kemisk nedvisning beregnes.



## Beskrivelse af projektet

Der udvælges 2 marker på henholdsvis JB1 i trængt sædskifte og JB2-4 i sundere sædskifte med kartofler. Det er kendt, at sædskiftesygdomme er med til at få kartofler til at gro unaturligt af, hvorfor vi ofte ser en nemmere nedvisning af proceskartofler i trængte sædskifter. Derfor er det relevant at belyse begge sædskiftescenarier i proceskartofler og muligheden for at graduere nedvisningsmidlerne, hvor der måske er en mulighed for nedvisning med Mizuki uden forudgående anvendelse af Reglone på dispensation.

Markerne overflyves med drone, før nedvisning af kartoflerne ønskes påbegyndt. Det vurderes ud fra droneoverflyvningen og markbedømmelserne, om det allerede ved første nedvisning er relevant af lave tildelingskort til gradueret kemisk nedvisning.

Anden droneoverflyvning udføres efter første nedvisning, således der kan laves tildelingskort til gradueret kemisk nedvisning. Anden nedvisning vil ske med præcisionssprøjte, som kan graduere sprøjtevæsken på sektions- eller dyse niveau.

Der laves 2 yderligere droneoverflyvninger henholdsvis 1 og 3 uge(r) efter sidste nedvisning, for at dokumentere nedvisningseffekten på blade og stængler, samt en vurdering af genvækst. Overflyvningerne suppleres med markbedømmelser for nedvisning af blade og stængler, samt genvækst 3 uger efter sidste nedvisning.

Behandlingsareal og middelforbrug dokumenteres ud fra tildelingskort, og effekten eftervises ud fra droneoverflyvninger og markbedømmelser.

Nr.	Pakke	Delopgaver	2023				2024				2025			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
AP1	Intelligent nedvisning af proceskartofler	Koordinering af forsøgsplan												
		Droneflyvning												
		Dataanalyse												
		Tildelingskort												
		Markbedømmelser												
		Afrapportering af forsøg												

Projektet vil afhængig af resultater ønskes genansøgt, for at eftervise robustheden ved metoden.

## Projektudførelse

I mark 557 er der lavet 2 behandlingsstriber, hvor den graduerede tildeling af Mizuki kan sammenlignes med avlerens standardløsning, se Foto 1. Der er fundet en stor grad af variation i marken efter droneoverflyvningen d. 7/9-23, se Foto 12, når det beregnede indeks for nedvisning er lavet, se Foto 1. Det er suppleret med fysiske bedømmelser d. 8/9-23 for at vurdere, i hvilke zoner dosis kan justeres op eller ned. Marken er inddelt i 7 zoner, hvor zone 1 (rød) vurderes helt afmodet, og dosis sættes til 0 l/ha. Dette areal svarer til 0,96 ha af 11,43 ha. Zone 2 (orange) og zone 3 (orange-gul) kan ud fra markbedømmelserne ikke adskilles, da der er enkeltstående stængler tilbage ved mange planter. Derfor sættes en dosering på 150 l/ha (1 l Mizuki pr. ha), svarende til 4,35 ha af 11,43 ha. I de resterende områder, zone 4 (gul), zone 5 (gul-grøn), zone 6 (lysegrøn) og zone 7 (grøn), er det vurderet ved markbedømmelse, at der er så mange grønne stængler og blade tilbage, at der skal tildeles fuld dosering ved 300 l/ha (2 l Mizuki pr. ha), svarende til 6,13 ha af 11,43 ha. Marken blev behandlet d. 15/9-23, mens avlerens standardløsning med 0,8 l Reglone blev udbragt d. 13/9-23.

På selve behandlingsdagen d. 15/9-23 opstod der det problem med sprøjtetraktoren, at de alene kunne lave spotsprøjtning og ikke som forventet gradueret tildeling. Der blev lavet en manuel gradueret tildeling i forhold til zoneinddelingen, se Foto 1, hvor de orange og orange-gule områder er tildelt 150 liter sprøjtevæske pr. ha med 1 l Mizuki, mens de gule-grønne zoner har fået tildelt 300 liter sprøjtevæske pr. ha med 2 l Mizuki pr. ha.

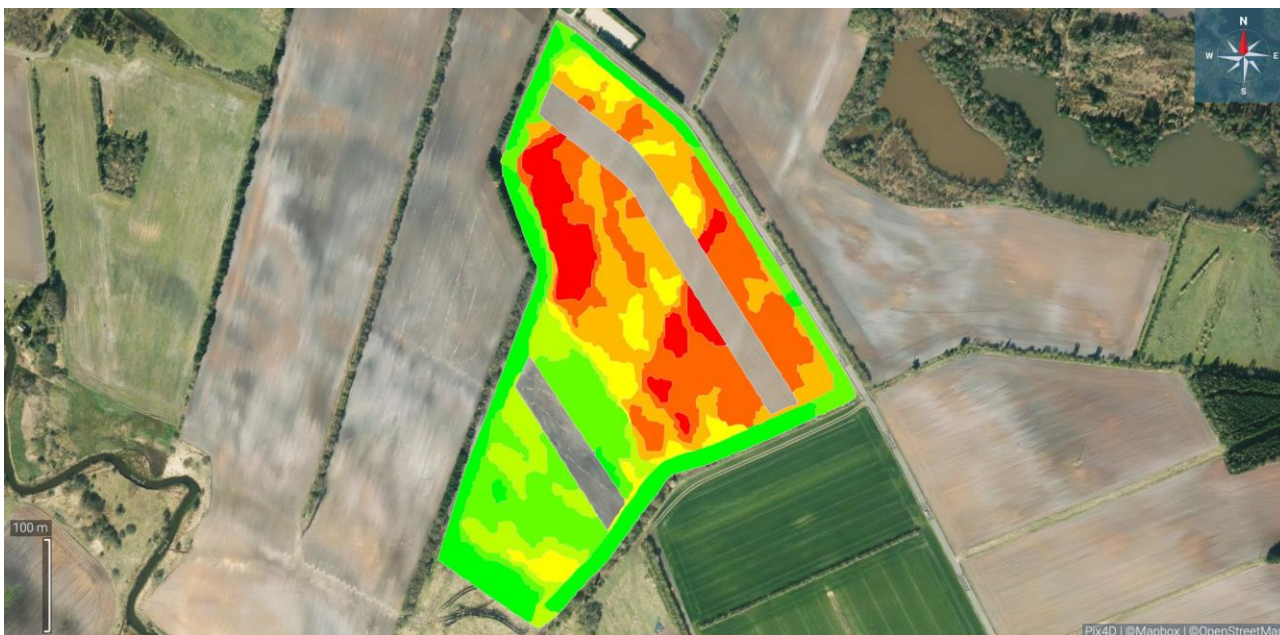


Foto 1 Inddeling af mark 557 i behandlingszoner og striber til avlers egen standardløsning. Marker er opdelt i 7 zoner med følgende doseringsintervaller, 0, 150, 150, 300, 300, 300, 300 l/ha. Dansk Planteinspektion 12/9-23.

Den 21. september blev der lavet nye markbedømmelser, for at vurdere nedvisningshastigheden, samt om der var behov for yderligere behandling for at opnå tilfredsstillende vækststandsning. Det blev tydeligt i overgangen mellem avler standard og zonesprøjtning med Mizuki, se Foto 2, at Mizuki virker markant langsommere, og der fortsat var mange grønne stængler tilbage. Derfor blev det aftalt med avler, at der skulle genbehandles med Mizuki, hvor der var zonesprøjtet med Mizuki.

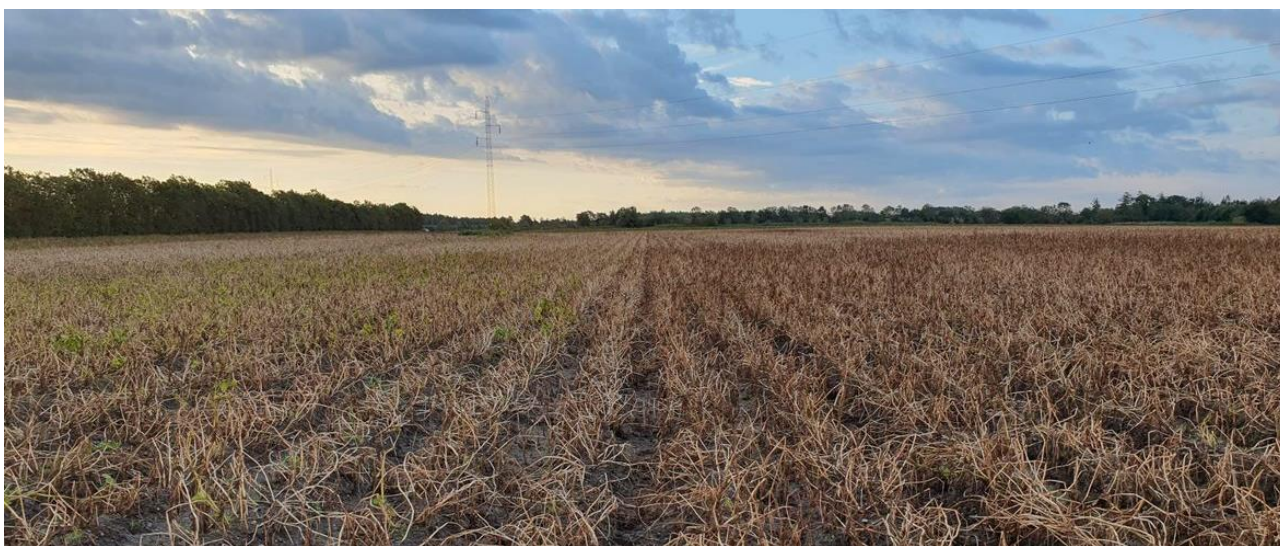


Foto 2 Mark 557-høj i overgangen mellem avler standard (til højre) og zonesprøjtning med Mizuki (til venstre). Der ses en tydelig bedre og mere ensartet nedvisning med avler standard. Foto fra 21/09-23 taget af Kristian Elkjær, KMC.

Mark 557 blev overfløjet igen d. 21/9-23 for at vurdere, om der kan laves et nyt tildelingskort til arealet, se Foto 3. Nogle af områderne kan godt ses ved markinspektion, men det grundlæggende problem var, at der var mange halvgrønne enkeltstængler, som er svært for drone/beregning af finde. Derfor blev det vurderet i samråd med avler, at det ikke var muligt at definere og opdele marken i områder, og marken blev genbehandlet d. 22/9-23 med 2 l Mizuki pr. ha.

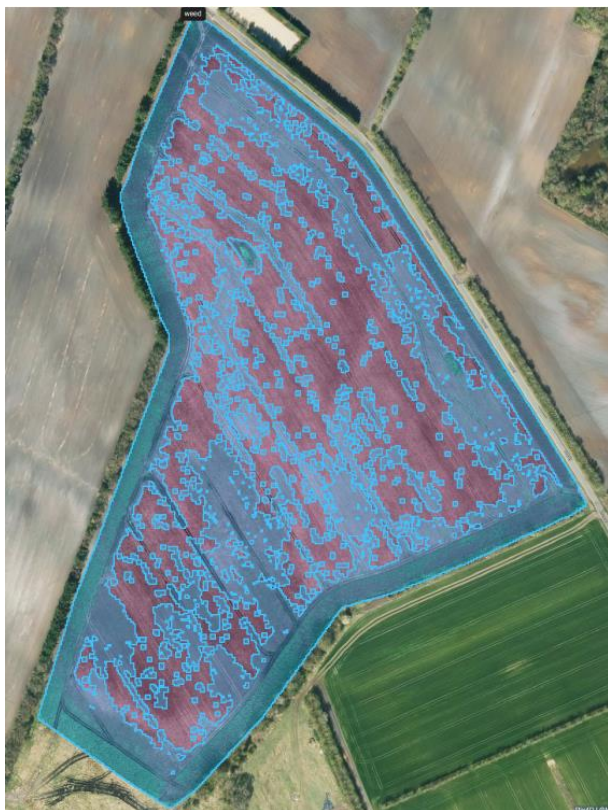


Foto 3 Beregnede behandlingsområder efter droneflyvning 21/9-23. Dansk Planteinspektion



Foto 4 Billede af enkeltstængler, som fortsat var grønne ved markinspektion d. 21/9-23. Der ses en OK dækning af Mizuki ved behandling d. 15/9-23. Foto fra 21/9-23 taget af Kristian Elkjær, KMC

Ved den afsluttende markbedømmelse d. 11/10-23, var der en god nedvisning af både den høje og lave del af mak 557, uanset om det var i område med zoneopdelt Mizuki efterfulgt med genbehandling eller avler standardløsning, se Foto 5 og Foto 6.

Demonstrationen i mark 557 har ikke givet svar på, om den første zoneopdelt Mizuki sprøjtning var tilstrækkelig til nedvisning af blade og stængler, men efter genbehandling er der opnået fuld nedvisning. Se endvidere de to rapporter fra Dansk Planteinspektion for mark 557, bilag 1 og bilag 2.



Foto 5 Billede af mark 557 høj, hvor der er opnået fuld nedvisning. Foto fra 11/10-23 taget af Kristian Elkjær, KMC

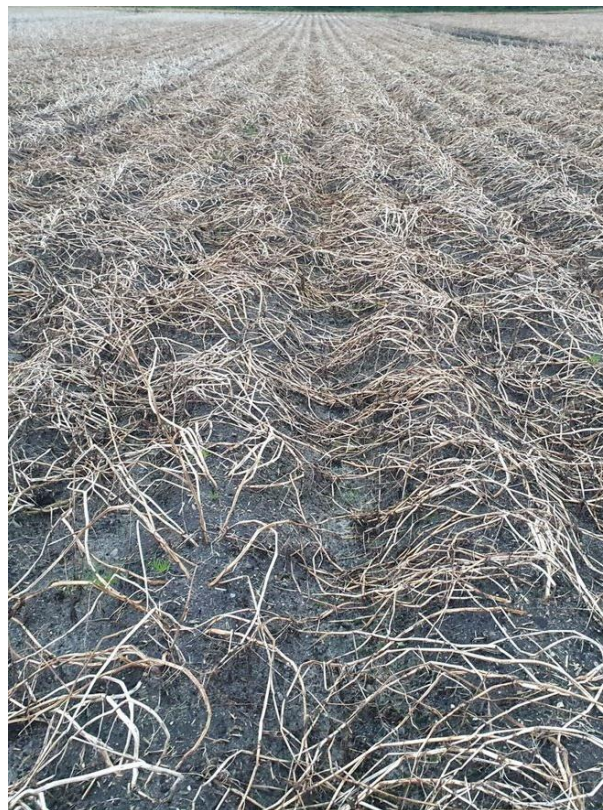


Foto 6 Billede af mark 557 lav, hvor der er opnået fuld nedvisning. Avler standardløsning (til højre) og zonedelt Mizuki (til venstre). Foto fra 11/10-23 taget af Kristian Elkjær, KMC

Mark 423 blev overfløjet med drone d. 7/9-23, se Foto 13, og her fremstår marken grøn og ensartet på den mere jomfruelige jord. Avler vil gerne have marken til at gro noget længere, for at opnå det optimale udbytte. Mark 423 blev overfløjet med drone igen d. 7/10-23, og afmodningen kan ses på Foto 7, hvor der er mange grønne stængler tilbage. Der er ud fra dronekortet beregnet et On/Off tildelingskort, se Foto 8, som viser at en stor del af marken skal behandles. Påbegyndelse af nedvisningen blev udsat flere gange pga. den langsomme og naturlige afmodning, og ved markinspektion d. 11/10-23 var der fortsat mange grønne stængler og blade, se Foto 9 og Foto 10. Situationen blev vendt med avler og Dansk Planteinspektion, hvilke muligheder vi havde på dette sene tidspunkt, da avler nu gerne ville have nedvisnet proceskartoflerne.

Med erfaringerne fra mark 557 blev det vurderet, at det ikke var muligt at zoneinddele marken, da der var grønne enkeltstængler over hele arealet, hvorfor det ej heller var muligt at graduere nedvisningsmidlerne. Anvendelse af Mizuki blev diskuteret, men set i lyset af det sene nedvisningstidspunkt, den langsomme virkning, blev der valgt at nedvisne med Reglone, da kartoflerne skulle tages relativt hurtigt op.

Der blev lavet en ny markinspektion d. 23/10-23, hvor der efter nedvisning med Reglone var opnået en næsten fuldstændig nedvisning af blade og stængler (97 %), se Foto 11. Se endvidere rapport fra Dansk Planteinspektion for mark 423, se bilag 3.

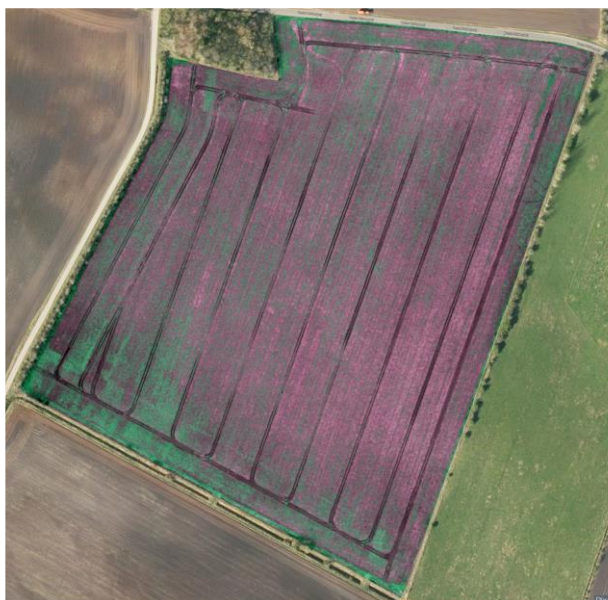


Foto 7 Dronebillede fra mark 423 d. 7/9-23 før begyndende nedvisning. Dansk Planteinspektion

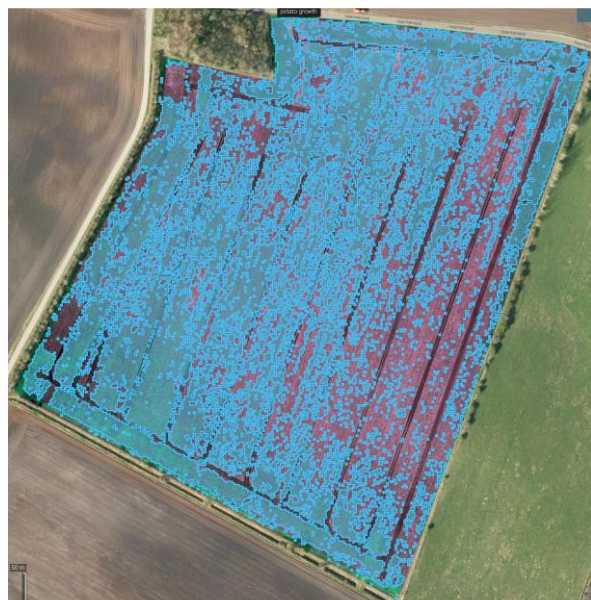


Foto 8 Beregnede behandlingsområder (On/Off) efter droneflyvning 7/10-23. Dansk Planteinspektion



Foto 9 Afmodning af Verdi i mark 423 d. 11/10-23. Der er fortsat mange grønne stængler og blade tilbage udover hele marken. Foto fra 11/10-23 taget af Kristian Elkjær, KMC



Foto 10 Afmodning af Verdi i mark 423 d. 11/10-23. Der er fortsat mange grønne stængler og blade tilbage udover hele marken. Foto fra 11/10-23 taget af Kristian Elkjær, KMC

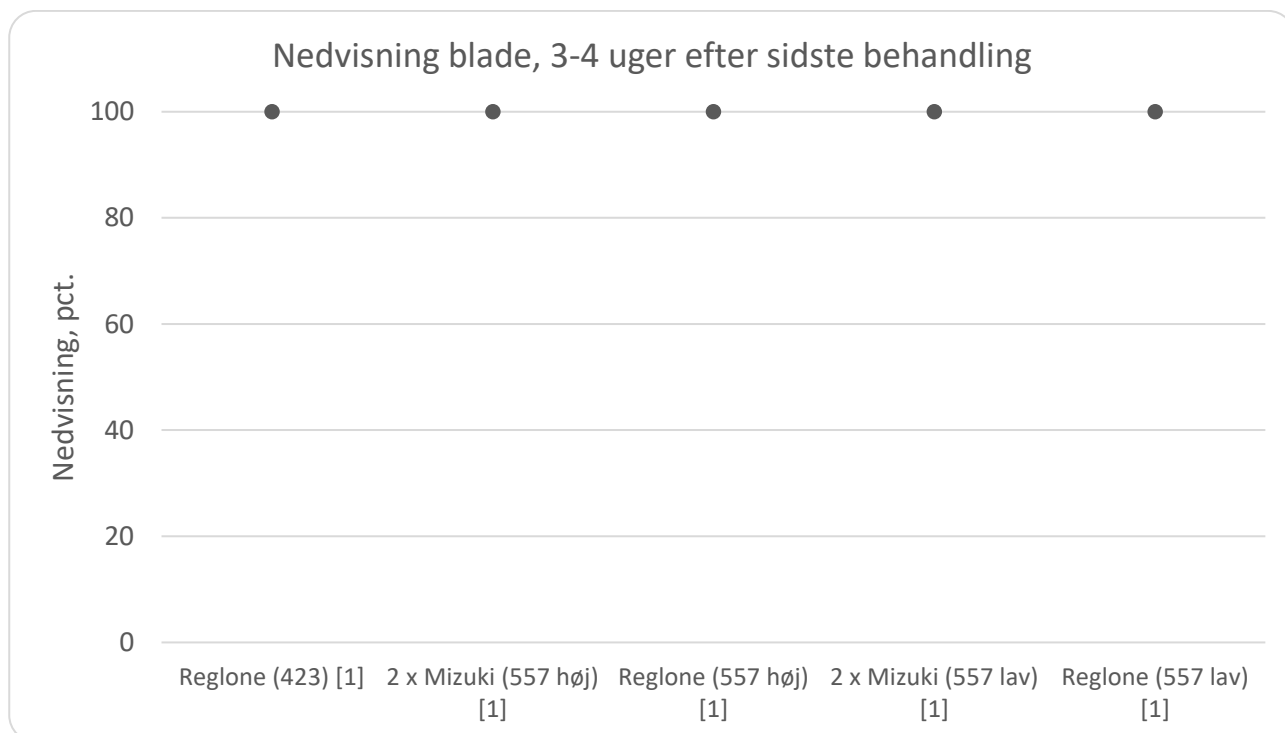




Foto 11 Afmodning i mark 423 efter nedvisning med Reglone. Der er opnået nedvisning af de fleste stængler, men enkelte er fortsat delvis grønne. Foto fra 23/10-23 taget af Kristian Elkjær, KMC

### Blad- og stængelnedvisning

I Figur 2 er resultaterne for procent bladnedvisning vist, og der er opnået en tilfredsstillende effekt på blade 3-4 uger efter sidste behandling. Mange blade var allerede naturligt afmodnet på behandlingstidspunktet, specielt i den høje del af mark 557 i mere anstrengt sædskifte, se Foto 12. I den lave del af mark 557 var der mere stængel- og bladmasse, og mark 423 var 7/9-23 fortsat helt grøn, se Foto 12 og Foto 13.



Figur 2 Nedvisning af blade 3-4 uger efter sidste behandling. Tal i [] viser antal demonstrationer.

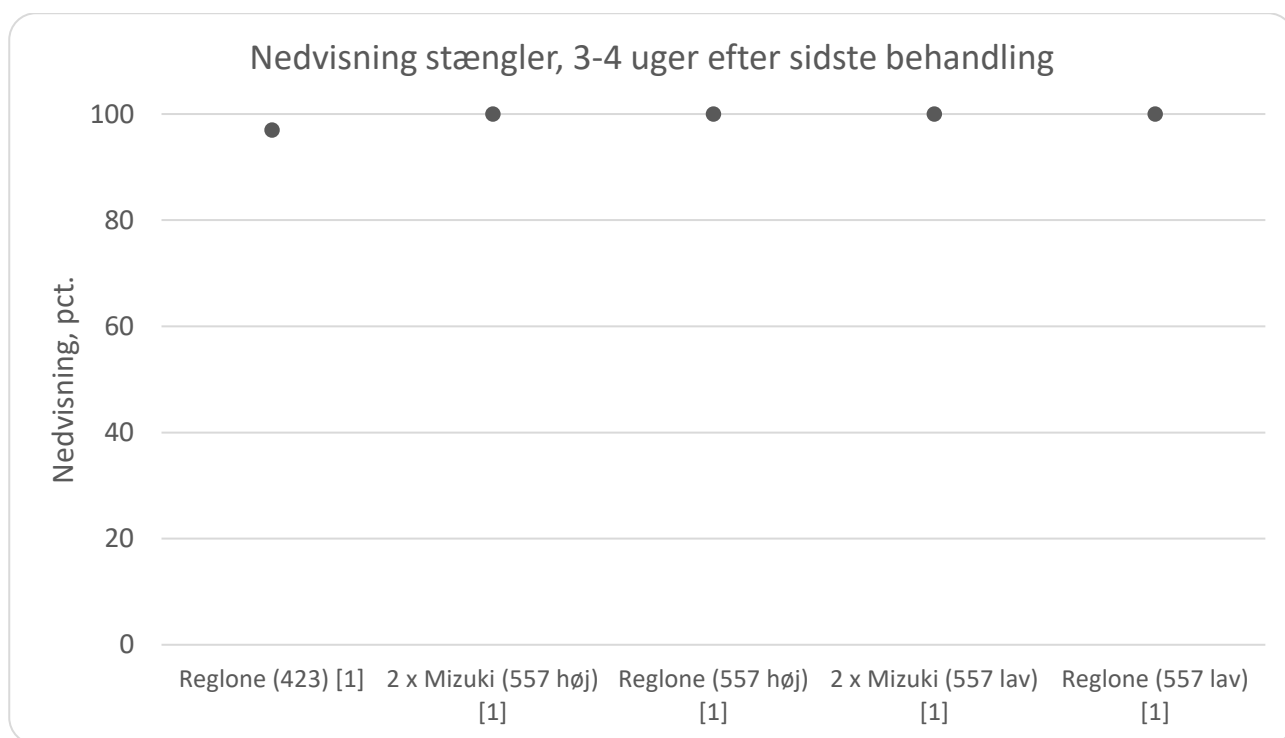


Foto 12 Dronebillede fra mark 557 d. 7/9-23 før begyndende nedvisning. Dansk Planteinspektion



Foto 13 Dronebillede fra mark 423 d. 7/9-23 før begyndende nedvisning. Dansk Planteinspektion

I Figur 3 er resultaterne for procent stængelnedvisning vist. Der har ved observationerne været en overordnet god effekt 3-4 uger efter løsningerne, men en udfordring ved nedvisning af proceskartoflerne er det sene behandlingstidspunkt. Tidsrummet fra påbegyndt nedvisning til ønsket optagning er relativt kort, og kortere end vi kender det fra læggekartofler. Derfor har midlernes virkningshastighed en stor betydning, hvorfor Reglone er blevet fortrukket til denne form for nedvisning.



Figur 3 Nedvisning af stængler 3-4 uger efter sidste behandling. Der har været god effekt på stængelnedvisning på bedømmelsestidspunktet, laveste procent ved sen anvendelse. Tal i [] viser antal demonstrationer.

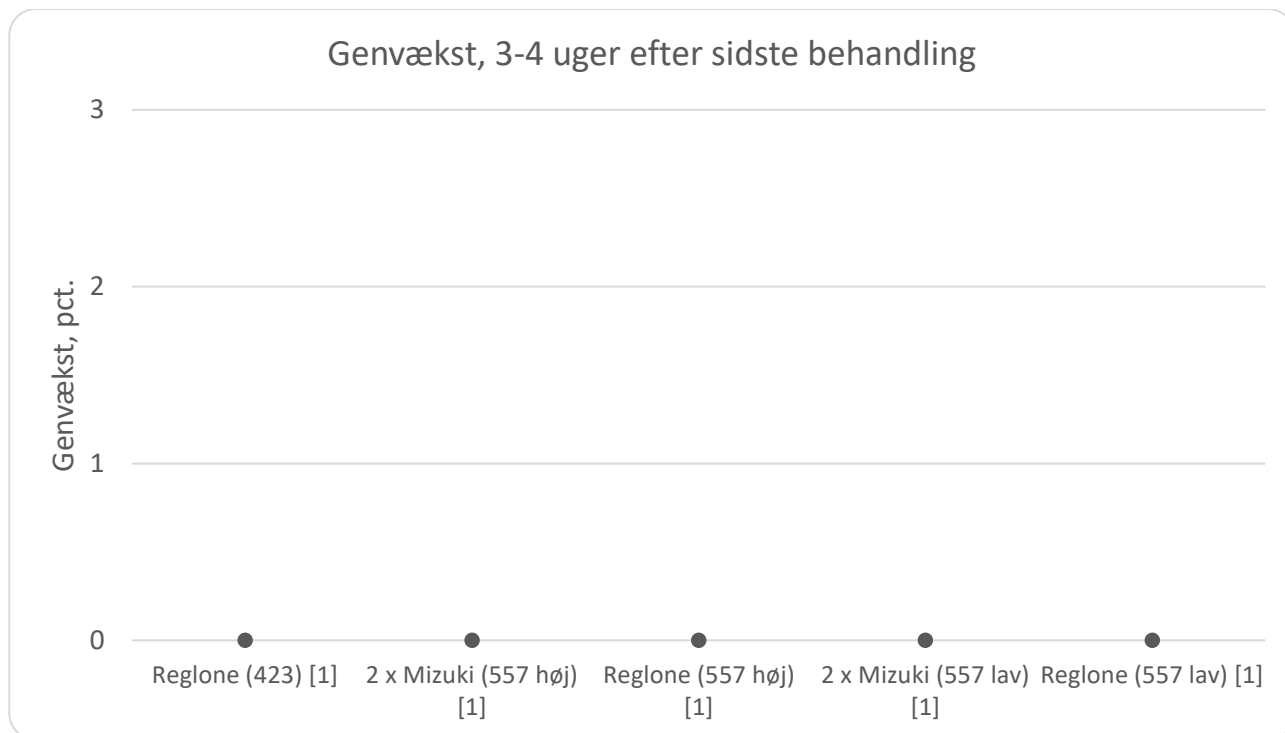


## Genvækst

Genvæksten er vurderet 3-4 uger efter sidste behandling, og resultaterne er vist i Figur 4. Der har generelt ikke været genvækst, og genvækst har kun ringe muligheder for at komme med den korte nedvisningsperiode frem mod optagning, samtidig med at sorterne typisk til proceskartofler er under naturlig afmodning, se Foto 14.



Foto 14 Verdi i mark 557 (høj) nedvisnet med 1 l Mizuki pr. ha efterfulgt af 2 l Mizuki pr. ha. Foto fra 11/10-23 taget af Kristian Elkjær, KMC.



Figur 4 Procent genvækst 3-4 uger efter nedvisning. Der har været en god effekt på bedømmelsestidspunktet. Tal i [] viser antal demonstrationer.



## Anvendelse af gradueringsteknologi til kemisk nedvisning i kartofler

Der er gode muligheder for anvendelse af gradueringsteknologi til kemisk nedvisning af kartofler, specielt når der kan anvendes sprøjteudstyr, som kan åbne og lukke på enkeltstyreniveau. Der er endnu ikke så mange sprøjter, som kan graduere sprøjtevæsken på sektions- eller styreniveau, hvilket kan medføre større zoner på et On/Off tildelingskort, for at sikre alle stængler bliver behandlet.

Afprøvningsresultaterne i dette projekt viser også nogle af de udfordringer, som der kan være ved kemisk nedvisning af proceskartofler. Uens afmodning og enkeltstående grønne stængler er en del af afmodningsmønstret i de fleste kartoffelmarker, og det udfordrer hvordan teknikken skal anvendes.

Overførsel af dronekort til tildelingskort kan nemt lade sig gøre med dagens teknik, men via markinspektioner har det også vist sig, at de nuværende modeller kan have svært ved at tage tilstrækkelig højde for de tilbageværende enkeltstængler.

Den senere afmodning af proceskartofler og ønske om vækst helt frem til vækststandsningstidspunktet gør også, at der bliver relativ kort tid fra begyndende nedvisning til ønske om optagning. Mizuki er et relativt langsomvirkende middel, og dette projekts demonstrationer viser også, at det er svært at vurdere den endelige Mizuki effekt, før der skal tages en beslutning om genbehandling eller ej. Det kræver i hvert fald mere erfaring på det sene nedvisningstidspunkt, hvilket er noget vi har ønske om at afprøve i nye demonstrationer til næste år.

Gradueringsteknologierne bliver allerede anvendt i dag i andre sammenhænge. Svampemiddel, vækstregulering og kvælstoftildeling bliver anvendt ved gradueret tildeling, og On/Off kort anvendes bl.a. til ukrudtsbekæmpelse af f.eks. tidsler og gråbynke.

### Dronekort og middelbesparelse

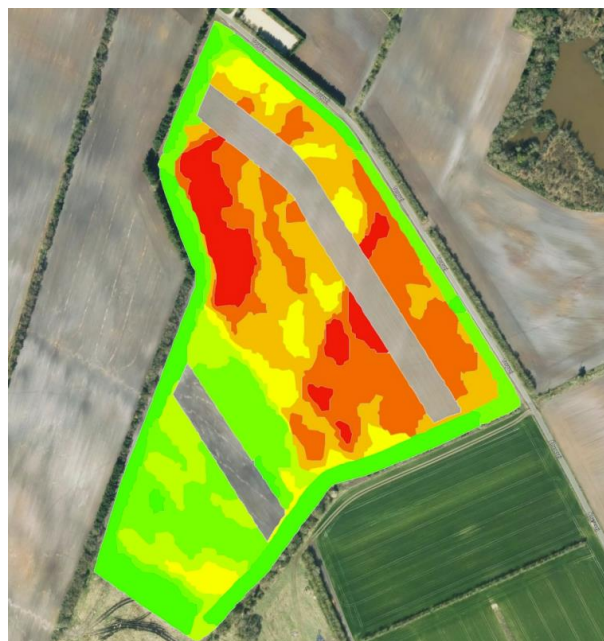
Der er lavet beregninger over middelforbrug, og den potentielle besparelse ved anvendelse af dronekort, hvis drone og algoritme får lavet et tildelingskort, som giver den ønskede nedvisningseffekt. I dette MST-projekt har de 2 valgte marker vist meget forskellige potentialer. Mark 557, hvor der er stor variation i afmodning, her ser der ud til at være et større besparelsespotentiale end mark 423, som afmodner mere ens og senere.

Den normale praksis ved nedvisning med Reglone eller Mizuki er, at der som oftest anvendes en fuld dosis middel pr. nedvisning, da der er relativt lille erfaring med nedsatte doseringer. Sammenholdt med Mizuki's langsommere virkningstid, er det svært at opbygge erfaringerne, da der skal genbehandles inden den fulde effekt af første behandling opnås efter 14-21 dage.

Omkostning til dronedeflyvning og databehandling er af Dansk Planteinspektion oplyst til 240 kr./ha og et opstartsgebyr på 699 kr. + kørsel.

#### Mark 557 gradueret tildeling, 7 zoner

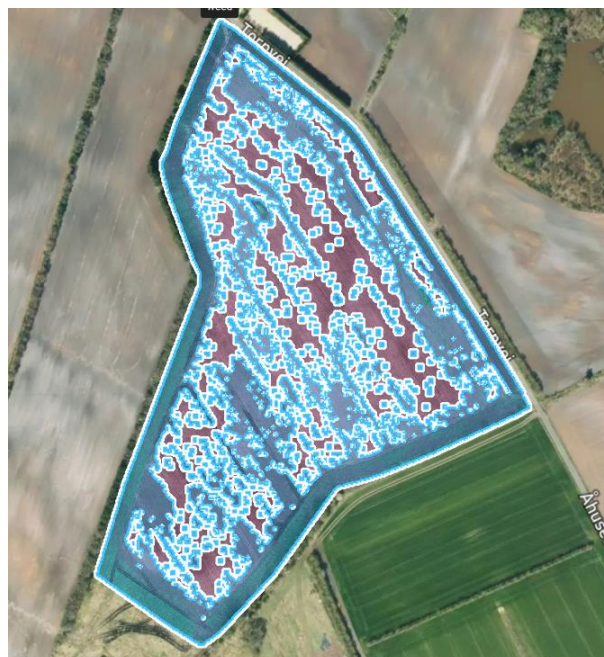
- Markens behandlingsareal er beregnet til 11,4 ha
- En fuld behandling med 300 l/ha sprøjtevæske vil der være et behov for 3.420 l sprøjtevæske, svarende til 22,8 l Mizuki.
- Zone 1 (rød), der skal tildeles 0 l/ha er på 1,0 ha => 0 l sprøjtevæske
- Zone 2+3 (orange, orange-gul), der skal tildeles 150 l/ha er på 4,3 ha => 645 l sprøjtevæske
- Zone 4-7 (gul, gul-grøn, lysegrøn, grøn), der skal tildeles 300 l/ha er på 6,1 ha => 1.830 l sprøjtevæske
- Gradueret sprøjtevæske: 2.475 l
- Besparelse 3.420 l – 2.475 l = 945 l sprøjtevæske eller 6,3 l Mizuki.





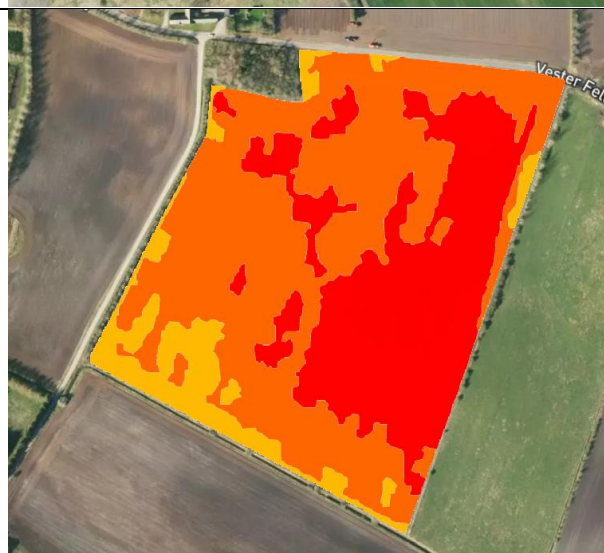
### Mark 557 On/Off kort

- Markens behandlingsareal er beregnet til 13,2 ha
- Der er fundet et areal på 7,5 ha, hvor der skal følges op med yderligere nedvisning
- En fuld behandling med 300 l/ha, skal der anvendes 3.960 l sprøjtevæske, svarende til 26,4 l Mizuki.
- Et On/Off kort, hvor der alene skal behandles 7,5 ha, skal der anvendes 2.250 l sprøjtevæske, dvs. en besparelse på 1.710 l sprøjtevæske eller 11,4 l Mizuki.



### Mark 423 gradueret tildeling, 3 zoner

- Markens behandlingsareal er beregnet til 12,6 ha
- En fuld behandling med 300 l/ha sprøjtevæske, vil der være et behov for 3.780 l sprøjtevæske, svarende til 25,2 l Mizuki.
- Zone 1 (rød), der skal tildeles 150 l/ha er på 4,5 ha => 675 l sprøjtevæske
- Zone 2 (orange), der skal tildeles 300 l/ha er på 6,7 ha => 2.010 l sprøjtevæske
- Zone 3 (gul), der skal tildeles 300 l/ha er på 1,4 ha => 420 l sprøjtevæske
- Gradueret sprøjtevæske: 3.105 l
- Besparelse 3.780 l – 3.105 l = 675 l eller 4,5 l Mizuki.



### Rådgivning og vejledning de kommende år

Dette projekts demonstrationer har vist mulighederne ved gradueringsteknologien, men også vist at der skal flere erfaringer til, før metoderne kan udnyttes fuldt ud. Producenterne af proceskartofler skal i højere grad forberede deres nedvisning med Mizuki, pga. Mizukis langsommere nedvisning, så det igangsættes lidt tidligere, end det traditionelt er sket med anvendelse af Reglone, se skitse for nedvisning på næste side. Der skal opbygges flere erfaringer med, hvornår der kan forventes en tilstrækkelig effekt af en eller to behandlinger med Mizuki, så den enkelte producent ikke er i tvivl om der skal genbehandles eller ej. Årets erfaringer med dronedeflyvning suppleret med markinspektion er en nødvendighed, for at opbygge de fornødne kompetencer til vurdering af zoneinddeling samt den nødvendige dosering af nedvisningsmiddel. Derfor skal der også i de kommende år være fokus på "ground truth", for at opbygge erfaringerne med anvendelse af gradueringsteknologi til nedvisning af proceskartofler.

Med venlig hilsen

KMC Agro



## Appendiks

### Demonstrationsforsøg KMC 2023

Metoder	Sort	Nedvisning, pct. stængler	Genvækst, pct.	Blotlagte kartofler, knolde/m	Mekan.skader, knolde/m	Skinfasthed, index	Bemærkninger
1. 2 x Mizuki	Verdi	100,00	0,00	0,0	0,0	1	Pulverkartofler, høj område
2. Reglone	Verdi	100,00	0,00	0,0	0,0	1	Pulverkartofler, høj område
3. 2 x Mizuki	Verdi	100,00	0,00	0,0	0,0	1	Pulverkartofler, lav område
4. Reglone	Verdi	100,00	0,00	0,0	0,0	1	Pulverkartofler, lav område
5. Reglone	Verdi	97,00	0,00	0,0	0,0	1	Pulverkartofler

Der er bedømt nedvisning og genvækst på 100 meter række. Blotlagte og skadede kartofler er bedømt på 100 meter række. Skinfasthed, index: 1-5. 1 helt skindfast

## Skitse for nedvisning

Tidligere opstart af nedvisning med Mizuki, for at opnå samme slutdato for fuld nedvisning som Reglone.

