



[< Tilbage](#)

Planter, Økonomi og ledelse

Alternative vandkilder til markvanding

I områder, hvor grundvandsressourcen er presset på grund af f.eks. drikkevandsindvinding, skal alternative vandkilder findes for at muliggøre markvanding under fremtidige tørkeperioder. Se eksempler på alternative vandkilder.

Analyse

25. november 2024

Antal sidebesøg: 11



Vejret i 2023 var ekstremt. Året blev målt som det mest regnfulde i Danmark, siden DMI startede sine landsdækkende nedbørsmålinger i 1874 [1]. Samtidigt var maj én af de tørreste måneder nogensinde. Det er, hvad vi ifølge klimaforskere har i vente i fremtiden: Langt flere varierende, ekstreme og kraftigere vejrhændelser.

For eksempel skal vi formentligt være forberedte på, at tørkeperioder vil blive mere almindelige i løbet af foråret og sommeren. Tørkehændelser, vi i dag betragter som ekstreme, vil måske være normalen allerede fra begyndelsen af 2040 [2]. Udsigten til flere ekstreme tørkehændelser vil øge presset på den danske plante- og husdyrproduktion. Planter har behov for vand for at gro.





Landbrug er derfor flere steder i landet stærkt afhængige af markvanding i de tørre perioder. Markvanding øger ikke kun udbyttet på marken, men sikrer også en større udnyttelse af de tilførte næringsstoffer, så tabet til vandmiljøet reduceres. Ifølge GEUS vil markvandingsbehovet øges med ca. 40 – 53 % fra perioden 1980-2010 til 2071-2100, hvis vi følger de klimafremskrivninger, der er baseret på fortsat høj CO₂-udledning. Derudover forventes det, at fordampningen generelt vil stige med ca. 20 % i forårs- og sommermånederne [3]. Det vil derfor blive nødvendigt for flere landmænd at kunne benytte sig af markvanding i fremtiden.

Vand er dog efterhånden blevet en meget eftertragtet ressource, og det er ikke kun landbruget, der søger mere vand. I industrien, herunder den voksende, grønne omstillingsteknologi Power-to-X, skal der også bruges store mængder vand. Der er derfor skærpet konkurrence om vandet.

På trods af forventningen om flere tørkehændelser i Danmark forudses det, at grundvandsdannelsen vil stige med op mod 15-19 % i Jylland og 20-23 % på Sjælland og øerne [4]. Alligevel kan det i dag være svært at få markvandingstilladelser eller en udvidelse af en eksisterende, da flere kommuner er tilbageholdende med at give indvindingstilladelser. Det skyldes, at øget indvinding kan føre til overudnyttelse af grundvandsressourcen, samt at det kan have negative påvirkninger på nærliggende vandløb og grundvandsafhængige naturtyper. Derfor prioriteres ofte drikkevandsinteresser fremfor industrien og landbruget.

I landsdele, hvor grundvandsressourcen allerede er begrænset til vandindvinding til drikkevandsformål, skal der derfor findes alternative kilder til vand, hvis markvanding skal implementeres i fremtiden. I dag findes der allerede flere eksempler på, hvordan man har tænkt alternative veje til vandforsyning, som kan anvendes som inspiration.

Eksempler på alternative veje til vandforsyning

Fold alle ud

Kalundborg Symbiosen

I Kalundborg er et kollektiv af virksomheder gået sammen i et samarbejde kaldet Kalundborg Symbiosen, hvor procesvand cirkuleres og genbruges i et industrielt forbundet netværk [5]. Procesvand er vand, som bruges til forskellige formål i industrien såsom køling, opvarmning eller rengøring af instrumenter.

Landbruget er i dag ikke en del af Kalundborg Symbiosen, men idéerne og principperne bag kan anvendes som inspiration.



Det lokale partnerskab Kalundborg Symbiosen startede oprindeligt allerede i 1961 med opførelsen af en rørløsningsledning fra Tissø, som skulle forsyne raffinaderiet med overfladevand for at spare på grundvandet [6]. Senere begyndte man at udveksle højtemperatur-damp fra dampværket til andre partnere i området, og siden har Kalundborg været hovedsædet for en voksende industriel symbiose.

I dag forsynes Kalundborg Symbiosen stadig af overfladevand fra Tissø som supplement til grundvand. Vandet leveres af Kalundborg Forsyning, som også står for rensningen af overfladevandet, før det når industrien [7]. Tissø er Danmarks 6. største sø og ligger godt 15 kilometer fra Kalundborg Forsynings overfladeværk. Vandet indvindes på otte meters dybde, hvor det først føres igennem et ristebygværk og senere gennem to brøndfiltre, før det til sidst føres til overfladevandværket via en ledning. På overfladevandværket viderebehandles vandet yderligere, før det forsynes til virksomhederne i Kalundborg Symbiosen.

I løbet af et år forsynes Kalundborg Symbiosen med op mod 3,5 millioner kubikmeter overfladevand, og det bruges generelt som køle- og procesvand i produktionen. Overfladevandet fra Tissø er vigtigt for Kalundborg, da det er en stabil og bæredygtig vandforsyning, og det erstatter også behovet for indvindingen af grundvand, hvorved presset på grundvandsmagasinerne reduceres.

Samsø vandingsymbiose

På Samsø har SEGES Innovation for projekt Vandingsymbiosen [8] undersøgt muligheden for en symbiose, hvor rensset spildevand anvendes til markvanding i tørre perioder [9]. Det skyldes, at én af Samsøs helt store udfordringer er øens begrænsede adgang til ferskvand, der er nødvendig for landbrugsproduktionen på øen. Da Samsø er omgivet af hav, er der stor risiko for saltvandsindtrængning, hvis grundvandet pumpes for kraftigt, og man har derfor forsøgt at tænke alternative veje til vandforsyning for at indfri øens markvandingsbehov.

I takt med øens vækst skal der investeres i nye spildevandsløsninger, og samtidigt ønsker man også at øge både mængden og værdien af planteproduktionen på øen, herunder etableringen af et biogasanlæg, der skal have tilført dyrket energifgrøder som råvare.

Symbiosens potentiale afhænger af en række faktorer såsom afgrødernes vandingsbehov, mængden af spildevandsressourcen på Nordøen, samt omkostningerne, som er forbundet ved etableringen af markvanding. I projektet er der derfor taget udgangspunkt i et 11,5 ha areal med majs og kløvergræs som mulige energifgrøder på Samsøs nordø. Her estimeres det, at det gennemsnitlige vandforbrug til markvanding for majs og kløvergræs på det udpegede areal vil være hhv. 900 m³ pr. ha (90 mm) og 1800 m³ pr. ha (180 mm), svarende til et gennemsnitligt forbrug på 10.000 og 21.000 m³ om året.



I 2020 forventede man, at renselanlægget på nordøen potentielt kunne producere 263.000 m³ vand årligt, hvoraf de 73.000 m³ stammer fra spildevand fra husholdninger, og de resterende 190.000 m³ er overfladevand. Dog grundet planlagte separat kloakeringer i 2020 forventer man, at mængden af overfladevand, som ledes gennem renselanlægget, kan halveres, da overfladevandet i stedet vil nedsives lokalt. I så fald regner man også med et lavt scenarie, hvor produktionen af spildevand forventes at være 170.000 m³ årligt.

I tabel 1 ses det estimerede gennemsnitlige årlige vandforbrug til markvanding af energiafgrøderne samt den procentvise udnyttelse af Nordøens spildevandsproduktion. Her ses det, at markvanding af majs på det udpegede areal udgør cirka 4 % af renselanlæggets samlede vandproduktion. Hvis man samtidigt tager forbehold for, at der skal være vand nok til optimal vanding alle årene, svarer det til omkring 10 % af den samlede vandressource. Det gennemsnitlige vandingsbehov for kløvergræs er en anelse højere, hvorved den procentvise udnyttelse er 8 %, og hvis man vil vande optimalt alle år 13 % under et højt scenarie.

Se scenarier for spildevandsproduktionen på Nordøen samt den procentvise udnyttelse til markvanding af energiafgrøder.

Tabel 1.

	Produktion af spildevand på Nordøen 2020, m ³ pr. år	Gns. vandforbrug til markvanding af udpeget areal på 11,5 ha, m ³ (pct. af ressource)		Vandressource til rådighed for at vande optimalt alle år, m ³ (pct. af ressource)	
		Majs	Kløvergræs	Majs	Kløvergræs
Højt scenarie	263.000	10.000 (4 %)	21.000 (8 %)	25.000 (10 %)	33.000 (13 %)
Lavt scenarie	170.000	10.000 (6 %)	21.000 (12 %)	25.000 (15 %)	33.000 (19 %)

Som det fremgår af tabel 1, er der tilstrækkelige mængder af rensset spildevand til rådighed fra Nordøens spildevandsproduktion. Der kan dog herske tvivl om selve økonomien ved markvanding med rensset spildevand, og om det er rentabelt, da det er svært præcist at estimere omkostningerne.



Først og fremmest afhænger økonomien af, om der vandes på arealer med allerede etablerede vandingsanlæg. Hvis ikke skal der investeres i nye vandingsanlæg med omkostninger til vandingsmaskiner, rørledninger, hydranter mv. Der kan også være omkostninger til etablering af vandreservoir til opmagasinering af det rensede spildevand.

I rapporten konkluderes foreløbigt, at den samlede økonomi i etablering af markvanding med rensat spildevand på Samsøs nordø er en usikker investering, som kan ende med at blive negativ. Men hvis anvendelsen af rensat spildevand kan sikre en mere optimal vanding på arealer, hvor der allerede er etableret et vandingsanlæg og vandreservoir, kan det muligvis blive økonomisk attraktivt.

Power-to-X i Lemvig Kommune

Power-to-X (PtX) er en forholdsvis ny industri, som er under udvikling i Danmark, da den forventes at spille en essentiel rolle i den grønne omstilling. Den danske regering har ambitioner om at opnå en national elektrolysekapacitet på 4-6 GW inden 2030 [10].

PtX-teknologien går ud på at omdanne strøm (Power) til et andet produkt (X). Det kan man gøre via elektrolyse af vand, hvor man gennem en elektrokemisk reaktion kan splitte vand til brint og ilt [11]. Brinten kan herefter videre anvendes til brændstof eller dannelse af andre kemikalier. Selve elektrolysen har et stort vandforbrug, da vandet skal være ultrarent for at beskytte elektrolysekomponenterne. Ultrarent vand produceres ved omvendt osmoteknologi, og herudover er der også op til flere oprensningstrin, som vandet skal gennemgå alt efter dets oprindelse.

Derudover afhænger vandforbruget til produktionen af ultrarent vand også af vandets oprindelse. Generelt jo renere vandet er ift. mineraler og andre fremmede stoffer, jo mindre vand kræves til produktionen. F.eks. kræver det kun 1,4 m³ grundvand til at producere 1 m³ ultrarent vand, mens det for saltvand kræver op mod 3,3 m³. Det overskydende vand, også kaldet rejktvand, bliver opkoncentreret i næringsstoffer og andre stoffer, og det skal håndteres på et renseanlæg, før det kan ledes tilbage til naturen.

Med den danske ambition forventes det, at grundvandsindvindingen i Danmark skal øges med 5-10 % frem mod 2030, hvis PtX-industrien skal udvikles som planlagt. Det kan for lokale forsyninger betyde en to-til-tredobling af den nuværende efterspørgsel på drikkevand. Efterspørgslen på vand forventes derfor at øges i fremtiden, og i tørre perioder vil det måske blive endnu sværere for landmændene at finde vand til markvanding.



I Lemvig Kommune er man i gang med at etablere et nyt Power-to-X anlæg, som forventes at kunne producere op mod 5.000 ton grøn ammoniak til landbrug og skibsfart [12]. Anlægget er planlagt til at blive et 500 MW PtX-anlæg, som vil have et årligt forbrug på ca. 830.000 m³ vand. Det forventes yderligere at producere mellem 67 - 76 m³ rejektvand i timen alt efter råvandets oprindelse (Tabel 2).

I projektet "Sekundavand – fra problem til ressource", udarbejdet af Klimatorium og en række samarbejdspartnere herunder SEGES Innovation [13], har man blandt andet estimeret den forventede kvalitet af rejektvandet fra et eventuelt 500 MW PtX-anlæg i Lemvig Kommune (Tabel 3). Værdierne er baseret på antagelsen, at 100 % af indholdet i råvandet ender i rejektvandet. Koncentrationerne stammer fra målinger i en række forskellige sekundavandkilder i Lemvig kommune. De repræsenterer derfor ikke indholdet i grundvand, rensset spildevand eller ferskvand/drænvand generelt.

Tabel 2. Forventede råvands- og rejektvandsmængder i PtX-anlæg med forbrug af ultrarent vand på 100 m³/t.

	Enhed	Grundvand (Lemvig)	Renset spildevand (Lemvig)	Ferskvand/drænvand (Lemvig)
Råvandsmængde	m ³ /t	167	176	169
Rejekt fra forbehandling	m ³ /t	0	9	2
Rejekt fra RO	m ³ /t	67	67	67
Total rejekt mængde	m ³ /t	67	76	69

Tabel 3. Koncentrationer og stofmængder i rejektvandet afhængig af, hvilken vandkilde der bruges.

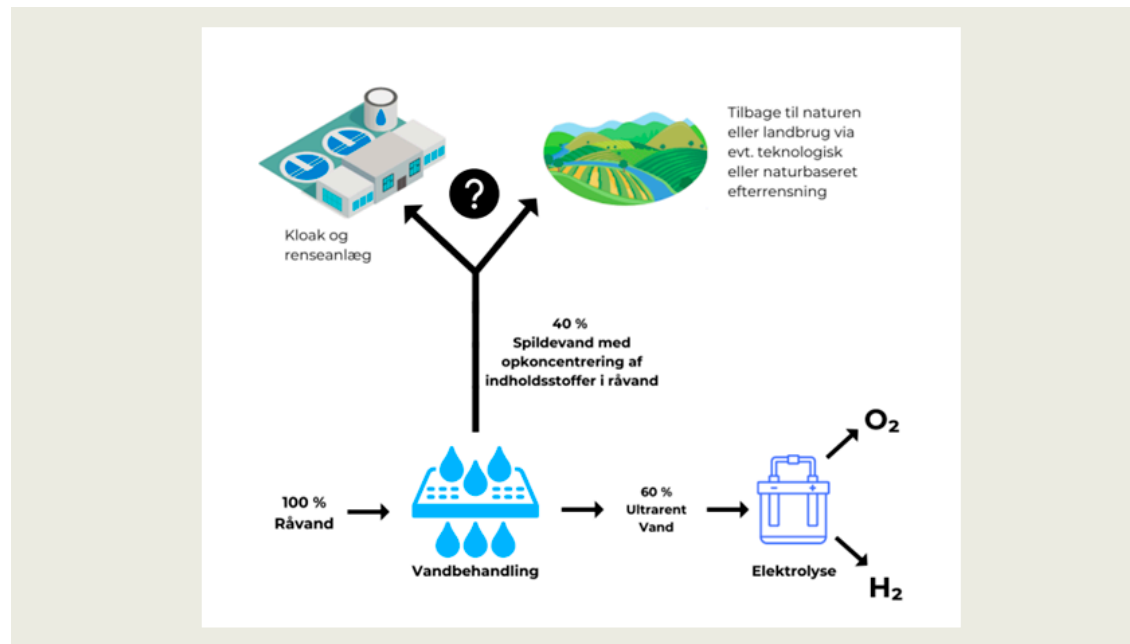
Værdierne stammer fra Sekundavand-rapporten [13], og er i denne tabel omregnet til mg/l og µg/l. Værdierne er baseret på udvalgte og specifikke sekundavandkilder i Lemvig kommune. Koncentrationerne kan derfor ikke generaliseres til at repræsentere indholdet i grundvand, rensset spildevand eller ferskvand/drænvand.

Se tabel 3.



PtX-anlægget i Lemvig står derfor til at skulle bruge omkring 830.000 m³ råvand årligt, som skal hentes enten fra grundvandet, søer eller det nærliggende hav. Samtidig vil anlægget også producere store mængder overskydende rejevtvand, og med erfaringerne fra Kalundborg Symbiosen og Samsø Vandingssymbiosen, kan man måske finde inspiration til en symbiose mellem industrien og landbruget: Kan rejevtvand fra PtX-anlægget anvendes til markvanding i tørkeperioder?

En symbiose mellem landbrug og PtX-industrien vil både hjælpe industrien med at komme af med vandet og hjælpe landmændene med at skaffe vand til deres marker i de tørre perioder, uden at landbruget skal kæmpe med industrien om vandindvindingstilladelser. Samtidig er der også et muligt potentiale i forhold til recirkulering af de opkoncentrerede næringsstoffer, som kan ledes tilbage til markerne (figur 1).



Figur 1. Produktionen af ultrarent vand danner spildevand, som potentielt kan anvendes til markvanding i landbruget. Figuren er fra Sekundavandrapporten [13].

Rejevtvand fra PtX-industrien hører under processpildevand, der defineres som spildevand fra industrielle processer, og som har et væsentligt indhold af næringsstoffer. I Danmark renses processpildevand inden det ledes ud igen for ikke at belaste vandmiljø eller jord og grundvand. Affaldsbekendtgørelsen (Bekendtgørelse nr.



1001 af 27. juni 2018) fastsætter regler og regulerer brugen af affald til jordbrugsformål, og i denne forbindelse omfatter affald også biologiskbehandlet affald, processpildevand og spildevandsslam.

For at bruge processpildevand til markvanding kræves det generelt, at landbrugeren søger og opnår tilladelse hos kommunen efter miljøbeskyttelsesloven §19, som fastslår at stoffer ikke må udledes uden tilladelse til jorden, hvis de kan forurene grundvand, jord og undergrund.

Der er fremsat en række minimumsnormer, som omhandler generelle krav til:

1. affald, der anvendes til jordbrugsformål
2. prøveudtagning og analyser
3. affaldsproducenten
4. opbevaring
5. brugers anvendelse af affald samt
6. særlige bestemmelser ift. tungmetaller i jord.

Heraf kan fremhæves:

- Affaldet skal overholde fastsatte grænseværdier, og må herudover ikke indeholde væsentlige mængder af andre miljøfremmede stoffer (Se tabel 4).
- Affaldet skal overholde anvendelsesrestriktioner for affald, der sætter krav til stabilisering, kontrolleret kompostering og/eller kontrolleret hygiejnisering.
- Opbevaring af affald kan ske på brugers ejendom uden forudgående tilladelse, hvis det sker på et opbevaringsanlæg, der er indrettet og drevet i overensstemmelse med gødningsanvendelsesbekendtgørelsen.
- Flydende affald må højst udbringes i mængder af 3.000 m³ pr. ha. pr. planperiode.

Læs mere om de lovgivningsmæssige bestemmelser og krav i artiklen [Brug af processpildevand til markvanding: De retlige begrænsninger](#).

Tabel 4. Grænseværdier for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i affaldet forud for anvendelse.

LAS: Lineære alkylbenzensulfonater, PAH: Polycykliske, aromatiske hydrocarboner, NPE: Nonylphenol (+ethoxylater), DEHP: di(2-ethylhexyl)phthalat. Bemærk at der kun er oplysninger om forventet indhold af zink og kobber i rejektvandet.



	Enhed	Grænseværdier
Zink	mg/kg tørstof	4000
Kobber	mg/kg tørstof	1000
Cadmium	mg/kg tørstof	0,8
Kviksølv	mg/kg tørstof	0,8
Bly	mg/kg tørstof	120
Nikkel	mg/kg tørstof	30
LAS	mg/kg tørstof	1.300
∑PAH	mg/kg tørstof	3
NPE	mg/kg tørstof	10
DEHP	mg/kg tørstof	50
∑PCB7	mg/kg tørstof	0,2

Sammenlignes grænseværdierne i tabel 4 med stofmængderne, som forventes i rektvandet fra P2X baseret på de forskellige vandkilder målt i Lemvig kommune (tabel 3), kan det i tabel 5 ses, at indholdet af både zink og kobber i rektvandet er meget langt under den fastsatte grænseværdi for tungmetaller, der er oplyst i slambekendtgørelsen. Om der kan være udfordringer med at overholde grænseværdierne for de andre stoffer, kræver yderligere analyser.

Tabel 5.

Sammenligning af grænseværdier for zink og kobber i slambekendtgørelsen med forventet indhold heraf i rektvand fra P2X baseret på hhv. grundvand, rensed spildevand og ferskvand/drænvand fra Lemvig kommune.



	Enhed	Grænseværdier	Grundvand (Lemvig)	Renset spildevand (Lemvig)	Ferskvand/drænvand (Lemvig)
Zink	mg/kg tørstof	4000	1,56	0,43	1,90
Kobber	mg/kg tørstof	1000	12,45	17,20	6,34

Her skal man være opmærksom på, om der i det konkrete tilfælde er stoffer i vandet, som kan være skadelige for afgrøderne i de tilførte mængder. I rejektvandet baseret på grundvand fra Lemvig er der f.eks. målt 175 mg sulfat pr. liter og 180 mg kalium pr. liter. Det vurderes i overkanten af behovet, og især i en kartoffelproduktion skal man tage højde for det. Yderligere skal man være opmærksom på saltindholdet, som skal være et godt stykke under 600 mg salt pr. liter i vand til markvanding. [Læs mere om grænser for saltindhold i vand til markvanding.](#) Tilsvarende kan der være andre stoffer, som man skal være opmærksom på, men konkrete analyser af vandingsvandet er krævet, for at kunne lave denne analyse.

Udover grænseværdierne og hvad afgrøderne kan tåle, er mængden af processpildevand, der må bruges i løbet af en planperiode, begrænset til 3.000 m³ pr. ha. Sammenlignet med Samsø-casen, præsenteret tidligere i artiklen, ligger markvandingsbehovet for energiafgrøderne inden for denne mængdebegrænsning, idet 3.000 m³ svarer til 300 mm vanding.

Konklusion

For at forberede os på fremtidens efterspørgsel på vand, er landbrug nogle steder i landet nødt til at søge alternative veje til vand. I denne artikel er vist nogle eksempler på symbioser til inspiration. Disse alternative veje kan være en fremtidig tværsæktionel mulighed for at skaffe vand til markvanding, som landmænd i nogle egne måske skal undersøge, om de kan udnytte.

Kilder



1. Damberg H. P. 2023: [Et vildt vejrår med flere rekorder – især i den våde kategori](#). DMI Kommunikation; 2024. [Sidst besøgt 9/10-2024]
2. Toreti, A., Belward, A., Perez-Dominguez, I., Naumann, G., Luterbacher, J., Cronie, O., m.fl. [The exceptional 2018 European water seesaw calls for action on adaptation](#). Earth's Future, 7, 652–663; 2019.
3. Henriksen, H. J., Ondracek M. og Trolborg L. [Ny modelbaseret opgørelse af det danske grundvand skal bidrage til mere bæredygtig drikkevandsindvinding](#). Teknik & Miljø, nr. 5/6, årgang 123, s. 30 – 33; maj 2023.
4. Christensen, J. Q., Esbensen, S., Fuhr, E. E., Foss-Pedersen K., Grønbæk-Skovborg N. T., Hannibalsen J., Hansen H. P. B., Isaksen S. H., Nicolaisen J. B. og Pilgaard A. Forvaltning af fremtidens drikkevandsressource. Miljøstyrelsen; 2022.
5. [Kalundborg Symbiosen \[Hjemmeside\]](#), [Senest besøgt 9/10-2024]
6. Lasthein, M. K., Lingås, D. B. og Johansen, L. M. [Guide for Industrial Symbiosis Facilitators](#). 2021.
7. [Kalundborg Forsyning \[Hjemmeside\]](#), [Senest besøgt 9/10-2024]
8. [Projekt – Vandingsymbiosen \[Hjemmeside\]](#), [Senest besøgt 21/11-2024].
9. Hvid, S. K. Vanding af Energiafgrøder med rensede spildevand på Samsø. SEGES Innovation; 2015.
10. [Regerings strategi for POWET-TO-X](#). Klima- Energi- og Forsyningsministeriet; 2021.
11. [Processpildevandsbehandling](#). Miljøstyrelsen; 2024.
12. [Dagens Byggeri \[Hjemmeside\]](#). [Senest besøgt 15/7-2024].



13. Weiland, P., Jensen, L., Lund, L., Macedo, H., Møller, J. B., Tang, L., Lund, M., Laursen, R. K., Nielsen, S., Kamstrup, L. og Corneliussen M. Sekundavand - fra problem til ressource. Klimatorium; 2023.

Emneord

Afgrøder

Markvanding

Tørke

Vil du vide mere?



Mathias Larsen

Konsulent

SEGES Innovation P/S

matl@seges.dk

+45 2893 3236



Rikke Krogshave Laursen

Afdelingsleder

SEGES Innovation P/S

ril@seges.dk

+45 3030 2682

Publiceret: 25. november 2024

Opdateret: 25. november 2024

Støttet af

Planteafgiftsfonden



SEGES Innovation P/S Tlf. 8740 5000
Agro Food Park 15 Fax. 8740 5010
8200 Aarhus N Email info@seges.dk