

VANDING AF ENERGIAFGRØDER MED RENSET SPILDEVAND PÅ SAMSØ



VANDING AF ENERGIAFGRØDER MED RENSET SPILDEVAND PÅ SAMØ
er udgivet af

SEGES P/S
Planter & Miljø
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

Kontakt
Søren Kolind Hvid, skh@seges.dk
D +45 8740 5429

1. udgave, juni 2015.

Redaktion
Søren Kolind Hvid, SEGES

Forsidefoto: Mike Jørgensen, SEGES

Denne publikation må kopieres efter aftale med SEGES P/S.

Vanding af energiafgrøder med rensset spildevand på Samsø

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	1
1. Baggrund	3
2. Valg af energiafgrøder	3
3. Vandingsbehov i kløvergræs og majs på Samsø	3
4. Stor variation i vandingsbehov fra år til år	5
5. Potentiel mængde rensset spildevand til markvanding	6
6. Merudbytter for markvanding	6
7. Økonomi i markvanding af majs til biogas	6
8. Værdi af næringsstoffer i spildevand	7
9. Vandingsmetoder	8

Sammendrag

Denne rapport omhandler potentialet i vanding af energiafgrøder til biogasproduktion med rensset spildevand på Samsø. Der er taget udgangspunkt i spildevandsressourcen på Nordøen og et konkret areal til dyrkning af energiafgrøder på 11,5 ha.

Det må forventes, at majs vil være den foretrukne energiafgrøde til biogasproduktion. Majs har gode vækstbetingelser på Samsø og kan give høje udbytter på arealer, der er egnede til majs. Kløvergræs og græs kan også anvendes som energiafgrøder; men omkostningerne til især høst og håndtering af kløvergræs og græs er væsentligt højere end for majs. Kløvergræs og græs er derfor kun interessant i forbindelse med enten økologisk landbrug eller hvis det er arealer, der ikke er egnede til majsdyrkning.

Vandingsbehovet afhænger af afgrøden, vejrforholdene og jordtypen. Det er estimeret, at det gennemsnitlige vandingsbehov i majs varierer fra 900 til 1.200 m³ pr. ha pr. år på de jordtyper, der er almindelige på Nordøen. Majs har først og fremmest behov for vanding i juli og august. Vandingsbehovet i kløvergræs og græs er noget større på grund af den længere vækstsæson. Det gennemsnitlige vandingsbehov er estimeret til mellem 1.800 og 2.100 m³ pr. ha pr. år afhængig af jordtypen. De gennemsnitlige vandingsbehov dækker imidlertid over en meget stor årlig variation, der skyldes vejrforholdene. Markvanding giver derfor en ustabil afsætning af spildevandet. Vandingssæsonen er ofte ret kort. Sæsonen for markvanding er nogenlunde sammenfaldende med turisthøjsæsonen, hvor produktionen af spildevand fra husholdninger på Nordøen er størst. Så længe overfladevand afledes sammen med øvrigt spildevand er den samlede spildevandsmængde dog størst i vinterperioden. Hvis man også vil udnytte spildevand inkl. overfladevand, der produceres om vinteren, til markvanding, er der behov for en meget stor opbevaringskapacitet.

På det udpegede areal til produktion af energiafgrøder på 11,5 ha kan 4-6 % af den forventede produktion af rensset spildevand udnyttes til markvanding, hvis der dyrkes majs. Bonitetsmæssigt er netop dette areal muligvis bedre egnet til kløvergræs. I kløvergræs kan mellem 8 og 12 % af den forventede spildevandsproduktion anvendes. Hvis afgrøden skal vandes optimalt alle år – også de mest tørre år – så lægger 11,5 ha beslag på henholdsvis 10-15 % og 13-19 % af spildevandsressourcen afhængig af om der dyrkes majs eller kløver-

græs. Optimal vanding i tørre år er afgørende for økonomien i investering i markvanding. Det betyder, at hovedparten af den årlige produktion af spildevand ikke kan udnyttes til vanding i de fleste af årene, fordi der skal være meget vand til rådighed for optimal vanding i de tørre år, hvis det rensede spildevand er den eneste vandressource. På Nordøen er der allerede 425 ha, hvor der er etableret markvanding. Hvis man kan kombinere anvendelse af rensed spildevand og grundvand som vandressource ved markvanding, så kan hele spildevandsmængden udnyttes, hvis der er tilstrækkelig opbevaringskapacitet. Grundvandsressourcen anvendes da som buffer, når der ikke er tilstrækkeligt spildevand.

Ved vurdering af økonomien i markvanding med rensed spildevand vil der være helt afgørende forskel på, om der er tale om arealer, hvor der allerede er etableret markvandingsanlæg, eller om der er tale om hidtil uvandede arealer, hvor der skal investeres i vandingsmaskiner, rørledninger, hydranter mv.

Omkostninger ved etablering af vanding med rensed spildevand på hidtil uvandede arealer er kun delvis estimeret og med usikkerhed. Ved anvendelse af traditionel vandingsteknologi (vandingsmaskine med vandkanon) er dækningsbidraget ved vanding af majs til bioenergi estimeret til mellem 200 og 1.100 kr. pr. ha. I dette indgår ikke omkostninger til håndtering af spildevandet og etablering af et vandreservoir. Dækningsbidraget for markvanding er beregnet ved en pris på biogasmajsen på 900 kr. pr. ton råvare og merudbytter for markvanding mellem 2,3 og 3,6 ton tørstof pr. ha i gennemsnit over årene afhængig af jordtypen. Det må foreløbig konkluderes, at den samlede økonomi i etablering af markvanding af energiafgrøder med rensed spildevand er usikker og kan vise sig at blive negativ. Hvis anvendelse af rensed spildevand kan sikre øget og optimal vanding på arealer, hvor der allerede er investeret i markvandingsanlæg, så er det økonomisk attraktivt.

Den potentielle gødningsværdi af næringsstoffer i rensed spildevand er ret beskeden. Ydermere kan gødningsværdien ikke udnyttes hensigtsmæssigt, da vandingsbehovet og dermed gødningstilførslen varierer meget fra år til år. Tilførsel af gødning med vandingsvandet sikrer ikke gødskning på det optimale tidspunkt.

Der findes ingen vandingsmetoder, der kan gøre vanding med forurened vand "sikker". Men hvis man ønsker at anvende rensed spildevand som vandressource kan det være relevant at overveje, om vandingsmetoden kan give en yderligere sikkerhed, f.eks. i tilfælde af uheld, hvor rensningen ikke har været optimal.

I forhold til tilførsel af tungmetaller og miljøfremmede stoffer, der kan optages i afgrøden via rødderne og dermed føres videre med den høstede afgrøde, er vandingsmetoden uden betydning for "sikkerheden". Det er alene et spørgsmål om, hvor store mængder der tilføres, om der sker en skadelig ophobning i jorden og hvor meget optagelsen i afgrøden øges. Det kan ikke påvirkes gennem vandingsmetoden.

I forhold til forurening af afgrøden overfladisk med uønskede mikroorganismer eller miljøfremmede stoffer kan vandingsmetoden spille en rolle for i hvilken grad afgrøden forurenes. Forureningsgraden mindskes jo mindre vandingsvandet kommer i direkte kontakt med den del af afgrøden, der høstes.

Anvendelse af en vandingsmaskine med vandingsbom og slæbeslanger vurderes at være en mulighed for at begrænse risikoen for forurening af afgrøden med uønskede stoffer i forbindelse med udspreddningen af vandingsvandet. Teknologien er ikke umiddelbart tilgængelig; men det vurderes, at markedsførte vandingsbomme let kan udstyres med slæbeslanger. Ved vanding med bom i majs skal man være opmærksom på, at der er behov for en stor frihøjde, når majs vokser til. På det foreliggende grundlag er det ikke muligt at estimere omkostningerne ved vanding med vandingsbom og slæbeslanger; men det vil være dyrere end vanding med vandkanon.

1. Baggrund

På Samsø udledes spildevand direkte til havet samtidig med, at der mangler vand til markvanding af afgrøder, fordi grundvandsressourcen er knap på øen. I de kommende år skal der investeres i nye spildevandsløsninger. Der er ønske om at øge både mængden og værdien af planteproduktionen på øen. Der er planer om etablering af et biogasanlæg, der også skal have tilført dyrkede afgrøder som råvare. Denne situation har ført til overvejelser om at udnytte rensset spildevand til markvanding af afgrøder. I første omgang vurderes potentialet i at anvende rensset spildevand til vanding af energiafgrøder.

Denne rapport behandler problemstillinger i tilknytning til dyrkning og vanding af energiafgrøder med rensset spildevand. Der er taget udgangspunkt i den mængde spildevand, der forventes at være til rådighed på Nordøen, samt et foreløbigt udpeget areal på 11,5 ha til dyrkning af energiafgrøder.

2. Valg af energiafgrøder

I forbindelse med etablering af et biogasanlæg på Samsø forventes det, at der bliver behov for at dyrke energiafgrøder til at "booste" biogasproduktionen. Mulige energiafgrøder er majs, roer og kløvergræs. Den mest oplagte afgrøde er majs, da den er let at håndtere med hensyn til høst, lagring og transport og giver et godt udbytte. Roer kan også være en mulighed; men der er udfordringer med især rengøring og lagring af roer. Kløvergræs kan være interessant som råvare fra økologiske landbrug på grund af kløvergræssets forfrugtsværdi og til produktion af "økologisk gødning". Anvendelse af kløvergræs i stedet for majs er imidlertid ikke relevant på konventionelle landbrug, da den øgede værdi af biogasgylle på grund af det højere kvælstofindhold, der vil være, når der anvendes kløvergræs i stedet for majs, ikke kan opveje de højere omkostninger ved dyrkning og håndtering af kløvergræs i forhold til majs. Dyrkning af kløvergræs eller græs på konventionelle landbrug kan dog være aktuelt på arealer, der ikke er egnede til majs. Det kan f.eks. være på lavbundsarealer. I det følgende er der taget udgangspunkt i både majs og kløvergræs som mulige afgrøder til biogasproduktion på Samsø.

3. Vandingsbehov i kløvergræs og majs på Samsø

Der findes ingen statistik over vandingsbehovet i forskellige afgrøder på Samsø. Vandingsbehovet i en afgrøde afhænger af jordens vandholdende evne (jordtypen), roddybden, størrelsen af den potentielle fordampning, nedbøren og afgrødens vækstsæson. Det gennemsnitlige vandingsbehov i majs og kløvergræs på grovsandet jord i Vestjylland er beregnet til henholdsvis 76 og 177 mm for perioden 1987-2010. Vandingsbehovet på samme jordtype er større på Samsø på grund af mindre nedbør.

Tabel 1. Normal nedbør, normal potentiel fordampning og normal nedbørunderskud (nedbør minus potentiel fordampning) i månederne marts – september på Samsø, mm pr. måned.

	Nedbør	Potentiel fordampning	Nedbørunderskud mm
Marts	56	30	-
April	45	55	-10
Maj	50	86	-36
Juni	54	101	-47
Juli	65	104	-39
August	65	83	-18
September	66	51	-
I alt			150

Figur 1. Periode, hvor der potentielt kan være behov for markvanding i kløvergræs/græs og majs.

	April	Maj	Juni	Juli	August	September
Kløvergræs/græs						
Majs						

I kløvergræs og græs kan der forekomme behov for markvanding i perioden fra midt i april og frem til midt i september. Den potentielle sæson for markvanding er meget kortere i majs. Behov for vanding i majs kan forekomme fra slutningen af juni til midt i september.

For at opnå fuld fordampning i kløvergræs og majs er det gennemsnitlige vandingsbehov på grovsandet jord estimeret til henholdsvis 210 og 120 mm. I gennemsnit vil 20-30 % af det tilførte vandingsvand reinfiltrere og 70-80 % vil gå til merfordampning fra afgrøden i forhold til en uvandet afgrøde.

Vandingsbehovet afhænger også af jordtypen og dermed jordens vandholdende evne. Jordtypen under pløjelaget er af større betydning end jordtypen i pløjelaget alene, da det er jordtypen under pløjelaget, der bestemmer til hvilken dybde afgrøden kan udvikle et effektivt rodnet. På den nordlige del af Samsø er lerblandet sandjord og grovsandet jord dominerende. For en mere præcis vurdering af vandingsbehovet på konkrete arealer kan det anbefales at få foretaget teksturanalyser i 4 lag til 100 cm dybde. Når jordens tekstursammensætning kendes, kan den plantetilgængelige vandmængde ved markkapacitet beregnes ret nøjagtigt. For forenklingens skyld regnes her kun med to forskellige jordtyper, nemlig en grovsandet jord med en rodzonekapacitet på ca. 60 mm og en lerblandet sandjord med en rodzonekapacitet på ca. 100 mm (tabel 2).

Tabel 2. Estimeret gennemsnitligt vandingsbehov i kløvergræs/græs og majs på Samsø på grovsandet jord og lerblandet sandjord set over en lang årrække, mm.

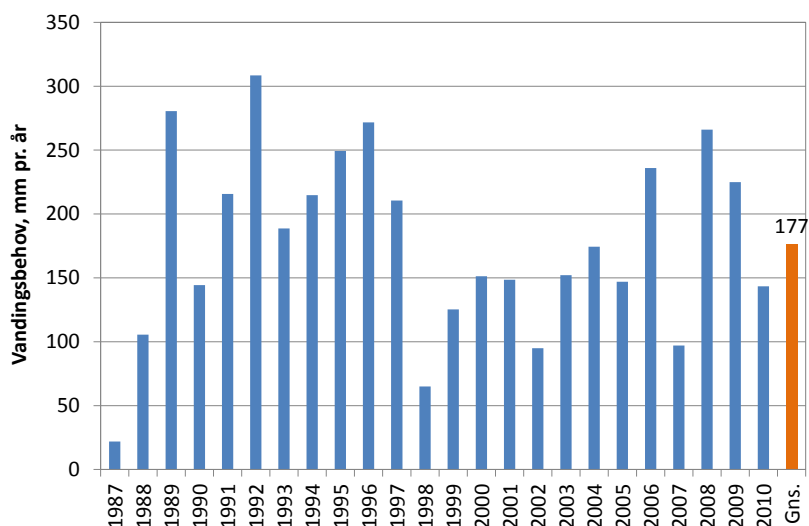
	Gns. vandingsbehov, mm	
	Grovandet jord	Lerblandet sandjord
Kløvergræs og græs	210	180
Majs	120	90

Det er oplyst, at det areal på 11,5 ha, der foreløbigt er udpeget til dyrkning af energiafgrøder på Samsø, delvis består af sandblandet lerjord og dyndjord. Det er ikke typisk for dyrkede arealer på den nordlige del af Samsø. Det er endvidere et lavtliggende areal, der er drænet. Derfor kan vandforsyningen i vækstsæsonen også være påvirket af kapillær vandtransport fra højtliggende grundvand. Det er ikke umiddelbart muligt at estimere vandingsbehovet på netop dette areal nærmere, men vandingsbehovet vil være på niveau med behovet på lerblandet sandjord som angivet i tabel 2 eller lavere.

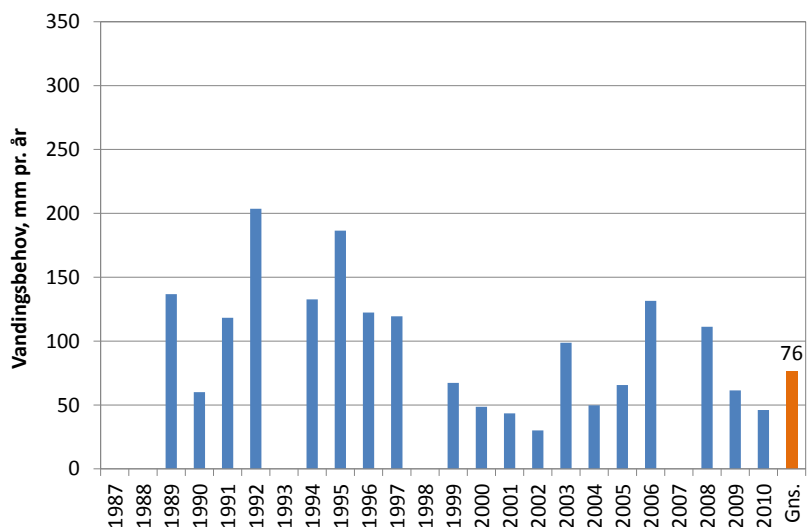
I det følgende er regnet med, at der på det udpegede areal (11,5 ha) i gennemsnit kan der anvendes 1.800 m³ pr. ha (180 mm) til markvanding af kløvergræs og 900 m³ pr. ha (90 mm) til vanding af majs. Afhængigt af om der dyrkes majs eller kløvergræs kan der samlet anvendes mellem 10.000 og 21.000 m³ til vanding i gennemsnit pr. år på dette areal. Yderligere tilførsel af vand vil blot øge dræningen fra arealet med tab af næringsstoffer til følge. Det skal bemærkes, at det næppe vil være økonomisk fordelagtigt at anvende den fulde vandmængde i kløvergræs og græs, da merudbyttet for vanding af kløvergræs og græs næppe kan dække omkostningerne ved vanding i perioder med moderat til lavt nedbørunderskud.

4. Stor variation i vandingsbehov fra år til år

Vandingsbehovet varierer meget fra år til år. I figur 2 og 3 er vist, hvordan vandingsbehovet i kløvergræs og majs varierede i perioden 1987-2010 i Vestjylland. Der vil være en tilsvarende variation på Samsø om end niveauet er anderledes. Produktionen af spildevand er nogenlunde konstant fra år til år og uafhængig af variationen i vandingsbehov. Derfor vil det variere meget fra år til år, hvor stor en andel af det producerede spildevand, der kan anvendes til markvanding. Det varierer også, hvornår i løbet af vækstsæsonen, der er behov for vand til markvanding.



Figur 2. Det årlige vandingsbehov i kløvergræs og græs i Vestjylland i perioden 1987-2010, mm pr. år.



Figur 3. Det årlige vandingsbehov i majs i Vestjylland i perioden 1987-2010, mm pr. år.

På grund af den store variation i vandingsbehov, skal der være langt mere vand til rådighed end hvad der svarer til det gennemsnitlige vandingsbehov. Det er især udtalt for majs, hvor vandingsbehovet varierer mere end i kløvergræs og græs. Det fremgår af figur 3, at til vanding af majs skal der være en vandmængde til rådighed, der er ca. 2½ gange det gennemsnitlige vandingsbehov, for at majs kan vandes optimalt alle år. Til vanding af det udpegede areal på 11,5 ha skal der således være 25.000 m³ til rådighed for at der i gennemsnit over en årrække kan vandes med 10.000 m³.

5. Potentiel mængde rensed spildevand til markvanding

Ifølge Samsø Spildevand kan det forventes, at renseanlægget på Nordøen i 2020 potentielt kan producere 263.000 m³ vand årligt. De 73.000 m³ er spildevand fra husholdninger. De resterende 190.000 m³ er overfladevand. Der foretages eventuelt en separat kloakering i et sommerhusområde og ved Mårup by, således at spildevand fra husholdninger og overfladevand adskilles. Overfladevandet (regnvand) vil så i givet fald blive nedsevet lokalt. Det forventes, at mængden af overfladevand, der ledes gennem renseanlægget kan halveres. Renseanlægget vil så i stedet producere ca. 170.000 m³ årligt.

Tabel 3. Scenarier for produktion af rensed spildevand på Nordøen og udnyttelse til markvanding af afgrøder.

	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 %)

Hvis anvendelse af rensed spildevand kan kombineres med anvendelse af oppumpet grundvand til markvanding, så kan en større andel af spildevandsressourcen udnyttes, fordi grundvandet så anvendes som buffer i tørre år med stort vandingsbehov. Der er allerede 425 ha med markvanding på Nordøen, så potentielt vil al spildevandet kunne udnyttes til markvanding.

6. Merudbytter for markvanding

Merudbyttet for markvanding afhænger af mange forhold. Merudbyttet pr. mm vandingsvand vil generelt være større jo kraftigere tørkestress, der forekommer. Derfor opnås de største merudbytter for markvanding både totalt set og pr. mm vandingsvand på grovsandet jord, der let bliver ramt af vandmangel. Merudbyttet for markvanding i majs vil normalt være større pr. mm vandingsvand end i kløvergræs og græs, fordi kløvergræs og græs har evnen til kompensatorisk vækst, hvor et lavt udbytte i en tørkeperiode delvis kan kompenseres af et højere udbytte i en efterfølgende periode.

Tabel 4. Gennemsnitligt merudbytte pr. mm vandingsvand i kløvergræs/græs og majs, kg tørstof pr. mm.

	Merudbytte, kg pr. mm vand	
	Grovsandet jord	Lerblandet sandjord
Kløvergræs og græs	18	14
Majs	30	26

Tabel 5. Gennemsnitligt merudbytte i kløvergræs/græs og majs, kg tørstof pr. ha.

	Merudbytte, kg pr. ha	
	Grovsandet jord	Lerblandet sandjord
Kløvergræs og græs	3.800	2.500
Majs	3.600	2.300

7. Økonomi i markvanding af majs til biogas

Majs til biogas bliver kun produceret, hvis majsens økonomi konkurrencedygtig i forhold til andre afgrøder. Hvis f.eks. alternativet til majs er vårbyg med et udbytte på 50 hkg pr. ha til 120 kr. pr. hkg, så er ligevægtsprisen for dyrkning af majs til biogas ca. 900 kr. pr. ton råvare ved 35 ton råvare i udbytte pr. ha svarende til 11,2 ton tørstof pr. ha. Ligevægtsprisen er ab stak, dvs. før transport fra marken til biogasanlægget.

Tabel 6. Beregnet dækningsbidrag for etablering af markvanding af majs til biogas, kr. pr. ha.

	Omkostninger og dækningsbidrag for markvanding, kr. pr. ha	
	Grovsandet jord	Lerblandet sandjord
Merudbytte for vanding, kr.	3.240	2.070
Faste omkostninger til vandings-maskine, jordledning, hydranter og pumpe (uden boring), kr. pr. ha	1.100	1.100
Variable omkostninger (6 kr. pr. mm vand), kr pr. ha	720	540
Stykomkostninger til merudbytte, kr. pr. ha	300	200
Dækningsbidrag for etablering af markvanding af majs til biogas, kr. pr. ha *)	1.120	230
Dækningsbidrag for markvanding af majs til biogas, hvor vandingsanlægget er etableret, kr. pr. ha *)	2.220	1.330

*) Evt. omkostninger til vandreservoir og boring indgår ikke.

Det er vanskeligt at estimere vandingsomkostningerne, da de afhænger af omkostningerne til etablering af et eventuelt vandreservoir og hvor langt vandes skal pumpes. I tabel 6 er der regnet med gennemsnitlige omkostninger til markvanding med en indtræksmaskine med vandkanon. Der indgår ikke omkostninger til boring eller etablering af vandreservoir.

På arealer, hvor der allerede er etableret markvanding, vil det stort set altid kunne betale sig udnytte vandingsanlægget, da merudbyttet normalt let kan betale for de variable omkostninger.

8. Værdi af næringsstoffer i spildevand

Det er oplyst, at der kan forventes et indhold af kvælstof og fosfor i det urensede spildevand som anført i tabel 7. Der er stor forskel på næringsstofindholdet i henholdsvis vinter- og sommerperioden, fordi "fortyndingen" med overfladevand er væsentlig større i vinterperioden end i sommerperioden. En stor del kvælstof- og fosforindholdet er bundet til det organiske stof i spildevandet. Det er ikke oplyst, hvor meget kvælstof og fosfor, der kan forventes i vandingsvandet efter en tilpasset rensning, hvor indholdet af kvælstof og fosfor reduceres mindst muligt for at øge gødningsværdien af vandingsvandet. I gennemsnit indeholder udledt spildevand ca. 6 mg total-N pr. liter (2009 tal).

Tabel 7. Indhold af kvælstof og fosfor i rå spildevand på Nordøen, mg pr. l (Kilde: Teknologisk Institut).

	Indhold, mg pr. liter	
	Total-N	Total-P
Sommer	55	14
Vinter	20	5

Her er antaget, at halvdelen af indholdet af kvælstof og fosfor kan bevares i det rensede spildevand. Gødningsværdien af kvælstoffet afhænger af, hvor stor en andel, der er nitrat- eller ammonium-N. Her er antaget, at markeffekten maksimalt er 50 % af effekten af kvælstof i handelsgødning. Denne effekt forudsætter, at næringsstofferne tilføres på et tidspunkt, der er hensigtsmæssigt i forhold til gødskning af afgrøden. Til sammenligning skal kvælstof i husdyrgødning (fast gødning + ajle) indregnes med en effekt på 65 %. For fosfor regnes med en markeffekt på 80 %. Der er regnet med en kvælstofpris på 8 kr. pr. kg og en fosforpris på 12 kr. pr. kg.

Tabel 8. Værdi af næringsstoffer i spildevand (urensset og 50 % rensset for N og P). kr. pr. m³ vand.

Periode	Gødningsværdi, kr. pr. m ³ urensset spildevand		Gødningsværdi, kr. pr. m ³ rensset spildevand (50 % frarensning af N og P)	
	Kvælstof	Fosfor	Kvælstof	Fosfor
Sommer	0,22	0,13	0,11	0,07
Vinter	0,08	0,05	0,04	0,03

Tabel 9. Værdi af næringsstoffer tilført ved markvanding af majs med spildevand (urensset og 50 % rensset for N og P), kr. pr. pr. ha. Der vandes med 1.200 m³ pr. ha på grovsandet jord og 900 m³ på lerblandet sandjord.

	Vand fra periode	Gødningsværdi ved vanding af majs, kr. pr. ha (urensset spildevand)				Gødningsværdi ved vanding af majs, kr. pr. ha (50 % frarensning af N og P)			
		Kvælstof		Fosfor		Kvælstof		Fosfor	
		Kg N	Kr.	Kg P	Kr.	Kg N	Kr.	Kg P	Kr.
Grovsandet jord	Sommer	66	264	16	156	33	132	8	84
	Vinter	24	96	6	60	12	48	3	36
Lerblandet sandjord	Sommer	50	198	12	117	25	99	6	63
	Vinter	18	72	5	45	9	36	3	27

Under forudsætning af, at de næringsstoffer, der tilføres med vandingsvandet, kan erstatte næringsstoffer tilført i handels- eller husdyrgødning ved normal gødsning, så kan kvælstof- og fosforindholdet have den værdi, der fremgår af tabel 9. Problemet er imidlertid, at næringsstoffer tilført ved markvanding ikke fuldt ud kan erstatte næringsstoffer tilført ved normalt gødsning. Det skyldes to forhold. For det første varierer vandingsbehovet stærkt fra år til år som tidligere vist. Vandingsbehovet kendes ikke på det tidspunkt, hvor afgrøden normalt tilføres gødning. Derfor er det ikke muligt at justere tilførslen af handels- og husdyrgødning fuldt ud. For det andet vil vandingsbehovet i majs ofte indtræffe så sent i vækstsæsonen, at næringsstofferne i vandingsvandet tilføres for sent i forhold til det optimale tidspunkt for gødsning af afgrøden. Derfor vil den reelle gødningsværdi i gennemsnit over årene være mindre end angivet i tabel 9.

Generelt må det konkluderes, at der ikke er noget stort økonomisk potentiale i at vande med spildevand, hvor indholdet af kvælstof og fosfor er søgt bibeholdt i forbindelse med rensningen af spildevandet. Den samlede økonomi i en sådan løsning afhænger desuden af renseomkostningerne og hvordan næringsstofferne alternativt ville kunne udnyttes, hvis de var blevet rensset fra.

9. Vandingsmetoder

Det er afgørende for anvendelse af rensset spildevand til markvanding af afgrøder, at anvendelsen er "sikker" med hensyn til risiko for spredning af sygdomsfremkaldende mikroorganismer eller andre uønskede mikroorganismer samt med hensyn til forurening af jorden med tungmetaller og miljøfremmede stoffer.

Der findes ingen vandingsmetoder, der kan gøre vanding med forurenset vand "sikker". Men hvis man ønsker at anvende rensset spildevand som vandressource kan det være relevant at overveje, om vandingsmetoden kan give en yderligere sikkerhed, f.eks. i tilfælde af et uheld, hvor rensningen ikke har været optimal.

I forhold til tilførsel af tungmetaller og miljøfremmede stoffer, der kan optages i afgrøden via rødderne og dermed føres videre med den høstede afgrøde, er vandingsmetoden uden betydning for "sikkerheden". Det er alene et spørgsmål om, hvor store mængder der tilføres, om der sker en skadelig ophobning i jorden og hvor meget optagelsen i afgrøden øges. Det kan ikke påvirkes gennem vandingsmetoden.

I forhold til forurening af afgrøden overfladisk med uønskede mikroorganismer eller miljøfremmede stoffer kan vandingsmetoden spille en rolle for i hvilken grad afgrøden forurenes. Forureningsgraden mindskes jo mindre vandingsvandet kommer i kontakt med den del af afgrøden, der høstes.

Sprinklere og vandkanoner

Uanset om der anvendes sprinklervanding, indtræksmaskiner med vandkanon eller selvkørende vandingsmaskiner med vandkanon, kommer vandingsvandet i maksimal berøring med afgrøden på hele det vandede areal. Vandingsmaskiner med vandkanon er langt den mest udbredte vandingsteknologi i Danmark.

Vandingsbomme og linjevandere

Vandingsmaskiner kan i stedet for en vandkanon have en vandingsbom, hvor der er placeret en række dyser. Linjevandere anvender samme princip med en række dyser placeret på en bom. Linjevandere er store, stationære maskiner, der ikke kan flyttes mellem marker. En linjevander kører frem og tilbage på det samme areal. Linjevandere kræver store marker. Der findes kun få af dem i Danmark. Vandingsmaskiner med vandingsbom anvendes stort set heller ikke i Danmark, fordi de er mere arbejdskrævende end maskiner med vandkanon. En vandingsbom kan sikre en mere jævn fordeling af vandingsvandet end en vandkanon. Vanding med vandingsbom eller linjevander med dyser vil ikke mindske vandingsvandets berøring med afgrøden i forhold til vanding med sprinkler eller vandkanon.

Slæbeslanger

Vandingsbomme og linjevandere vil imidlertid kunne udstyres med slæbeslanger i stedet for dyser. Med slæbeslanger kan vandingsvandet udlægges i et smalt bånd. I rækkeafgrøder kan man stort set helt undgå at vandingsvandet kommer i berøring med den del af afgrøden, der skal høstes. I bredsåede afgrøder kan berøringen formentlig begrænset til 15-20 % af afgrøden. I en rækkeafgrøde som majs skal der minimum være en slæbeslange i hver anden række. Ved "udlægning" af vandingsvandet med slæbeslanger må der forventes en noget dårligere vandudnyttelse end ved jævn fordeling af vandingsvandet. Det er dog en fordel, at udlægningen af vandingsvandet er upåvirket af vindforholdene.

Drypslanger

Drypslanger er tynde slanger, der har sivehuller med kort afstand. Drypslanger udlægges før vandingssæsonen i rækkeafgrøder og fjernes igen, når de ikke længere skal anvendes. Drypslanger anvendes meget i f.eks. jordbær og anden bærproduktion. I landbrugsafgrøder er der kun eksperimenteret med drypslanger i kartofler. Med drypslanger undgås kontakt mellem afgrøden og vandingsvandet. Drypslanger vil også kunne anvendes i majs, men økonomisk betragtning kan drypslanger ikke komme på tale i energiafgrøder.

Anbefaling vedrørende vandingsmetode

Anvendelse af en vandingsmaskine med vandingsbom og slæbeslanger vurderes at være en mulighed for at begrænse risikoen for forurening af afgrøden med uønskede stoffer i forbindelse med udspreddingen af vandingsvandet. Teknologien er ikke umiddelbart tilgængelig; men det vurderes, at markedsførte vandingsbomme let kan udstyres med slæbeslanger. Ved vanding med bom i majs skal man være opmærksom på, at der er behov for en stor frihøjde, når majsens vokser til. På det foreliggende grundlag er det ikke muligt at estimere omkostningerne ved vanding med vandingsbom og slæbeslanger; men det vil være dyrere end vanding med vandkanon.

