

Emissionsbaseret regulering

Ole Lyngby Pedersen

Lyngbyseje og Faurgaard



Dronefoto. Fulden Film

Deltagere og forfattere:

Ole Lyngby Pedersen, Lyngbyseje og Faurgaard

Simon Rosendahl Bjorholm LMO, Tina Tind Wøyen LMO, Børge Olesen Nielsen LMO

Søren Kolind Hvid SEGES, Sebastian Piet Zacho SEGES og Frank Bondgaard SEGES



Projekt Emissionsbaseret regulering

I GUDP projektet emissionsbaseret kvælstof- og arealregulering undersøges, hvordan målinger af kvælstofudledning på bedriftsniveau eventuelt kan indgå som en tilvalgs mulighed i en fremtidig kvælstofregulering. Projektet er igangsat, fordi mange landmænd har udtrykt interesse for at anvende egne målinger som grundlag for regulering af kvælstofanvendelsen. Der er udviklet måleprocedurer og tekniske beskrivelser, der fortæller, hvor der kan måles, og hvordan der skal måles for at opnå en ønsket målesikkerhed.

I projektet arbejdes der endvidere med at beskrive de reguleringsmæssige udfordringer og muligheder, der vil være forbundet med at indføre målinger som en frivillig tilvalgs mulighed i en fremtidig kvælstofregulering.

Der er derfor set på hvilke beslutninger en landmand kommer til at stå med i en fremtidig målrettet regulering., såfremt der er frit valg mellem virkemidler på dyrkningsfladen og drænvirkemidler/miljøtiltag der kan etableres i kanten af dyrkningsfladen.

GUDP projektet gennemføres i samarbejde mellem Aarhus Universitet, Institut for Bioscience; Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi; GEUS; Eurofins Miljø A/S, Sorbisense A/S og SEGES P/S

Scenarieberegninger

Demonstrationen af emissionsbaseret regulering er baseret på to scenarier. I det ene scenarie er antaget, at kvælstof-udvaskningen fra rodzonen skal reduceres med 7 kg N pr. ha i forhold til en nu situation, hvor afgrødevalget er som det har været i 2016 og der anvendes fuld kvælstofnorm. I det andet scenarie er der regnet på en reduktion af udvaskningen ud af rodzonen på 14 kg N pr. ha. Kvælstofretentionen i oplandet er 64 % (mellem rodzone og fjorden). Det betyder, at de to scenarier svarer til, at udledningen til fjorden skal reduceres med henholdsvis $(1 - 0,64) * 7 \text{ kg N} = 2,52$ og $(1 - 0,64) * 14 \text{ kg N} = 5,04$ kg N pr. ha. Den aktuelle bedrift har et dyrket areal på 236 ha. Samlet set skal kvælstofudledningen fra den pågældende bedrift derfor reduceres med henholdsvis 595 kg N og 1.190 kg N i scenarie 1 og 2. Demonstrationen skal vise, hvordan bedriften bedst og billigst opfylder kravet til reduktion af udledningen til fjorden gennem et frit valg af virkemidler.

Drænvandsvirkemidler

I september 2016 er Lyngbyseje og Faurgaard gennemgået ved fysisk besøg for at finde optimale placeringer for drænvands-virkemidler/miljøtiltag. Der er i høj grad anvendt drænkort og "vandpytkort" for at finde optimale placeringer. Målet har været at finde flest mulige placeringer af flere forskellige miljøtiltag. Miljøtiltag som endnu ikke er godkendte. Der er taget udgangspunkt i de miljøtiltag der er vist i [Virkemiddelkatalog. Målrettede miljøtiltag i landbruget.](#)

Ejendommen er beliggende i kuperet terræn og er bestående af lerjord, primært JB 6 til 7. Enkelte marker er systemdræned, men de fleste marker er kun pletdræned i lavninger.

Der er dog gode muligheder for at etablere drænvandsvirkemidler som minivådområder og mættede randzoner ved et par hoveddræn. Flere steder løber mindre dræn til beskyttede vandløb, der ligger i skoven. Fra disse drænoplande vil det være nødvendigt at placere minivådområderne hvor vandet skal tages fra et §3 vandløb. Der er allerede etableret to minivådområder på bedriften, der har været i drift i en årrække. Den ene af disse får vand ind fra et §3 vandløb.

Forudsætninger

For at gennemføre beregningerne på bedriftsniveau er det nødvendigt at gøre mange antagelser. Der er regnet med teoretiske dækningsbidrag i [Kalkule Mark i version 2.0](#). Der er ikke taget udgangspunkt i bedriftens aktuelle dækningsbidrag. Der er bestemt retention i oplandet, effekt af miljøtiltagene, omkostninger til etablering og de økonomiske forudsætninger når der foretages langsigtede investeringer i miljøtiltag.

Retention i oplandet

Der er regnet med følgende kvælstofretention i oplandet.

	Retention i grundvand (fra rodzone til vandløbskant)	Retention i overfladevand (fra vandløbskant til fjord)	Retention total (fra rodzone til fjord)
Fillerup	60	10	64

Effekt af miljøtiltag

Miljøtiltag	Effekt i procent	Antagelse
Minivådområde med åbent bassin i kuperet og fladt terræn	30	Effekt er dokumenteret i Danmark
Minivådområde med filtermatrice	50	Effekt er dokumenteret i Danmark
Bioreaktor med træflis	50	Effekt på 43 er dokumenteret i USA, men den kan ligge højere
Intelligente bufferzoner – regn med 10 meters bredde	(30) 0,05 kg N/ Kvadratmeter randzone	Effekt er dokumenteret i Danmark, men maksimal effekt mangler. Det antages at en intelligent bufferzone virker på niveau med minivådområder.
Afbrydning af dræn - overrisling	50 (75)	
Vådområder		Vådområdeprojekter gennemføres kun hvis der kan fjernes minimum 90 kg kvælstof pr. hektar. Så hektar

Beregning af effekt

Det antages, at der udledes 25 kg kvælstof pr. hektar til vandløbskant via drænen.:

Virkemiddel	Beregning af effekt ved vandløbskant
Minivådområder	Opland i hektar * 25 kg N * % effekt =
Intelligent bufferzone og mættet randzone*	Kvadratmeter randzone * 0,05 kg N/m ² =
Vådområdeprojekt	Antal hektar * 90 kg N =
Afbrydning af dræn	Antal hektar opland * 25 kg N * 0,50

*Viden om mættede randzoner og Intelligent bufferzone og mættet randzone er begrænset, så der sammenlignes med effekt i et minivådområde hvor udledningen via drænen er 25 kg N pr. ha og effekten er på 20 procent. Det giver en effekt på ca. 500 kg N pr. hektar. Udgangspunktet er 10 meter randzone * længden af randzonen, f.eks. 10 meter * 1.000 meter * 0,05 kg N/ m² = 500 kg N. Ofte vil randzoner ikke være mere end 100-200 meter lange, da landskabet i Danmark ofte er ret kuperet.

Omkostninger til etablering af miljøtiltag

Omkostninger til miljøtiltaget beregnes ud fra de kubikmeter, der bortgraves eller længden i meter af miljøtiltaget. De anvendte omkostninger er anslået, da de fleste miljøtiltag er lavet under flere forskellige projektordninger.

Der er beregnet jordflytning i et GIS program og de totale omkostninger ved etablering er beregnet i et regneark. Der er generelt ikke nok viden om de eksakte etableringsomkostninger til mange miljøtiltag. Der er derfor anvendt følgende antagelser ved beregningerne.

Udgifter til etablering af minivådområder med Minivådområde 1.4			
Minivådområdets størrelse i hektar:			
Afgraves i m ³			
Påfyldes i m ³			
Restjord			
<i>Udgifter til rådgivning og tilladelser</i>			
Rådgivning og projektledelse		40.000	
Tilladelse fra kommune		10.000	
<i>Udgifter til entreprenør</i>			
Installerering af pumpe	Nej	-	
Afrømning af muld		-	kr. kvm á 12
Udgravning og planering af råjord langs bassiner		-	kr. kbm á 17
Indbygning af afgravet jord i vold		-	kr. kbm á 20
Bortskaffelse af overskydende jord		-	kr. kbm á 50
Reguleringsbrønde og afløb		18.000	
Etablering af arbejdsplads		20.000	
Plantning af bassiner og volde		10.000	
	I alt:	98.000	

Totalomkostninger er anslået pr. kvadratmeter eller pr. løbende meter. Overvejelser kan ses i "Notat om strategi og omkostninger til etablering af minivådområder"

Miljøtiltag	Omkostninger pr. kvadratmeter bortgravet jord/pr. meter/pr.hektar	Krav til opland
Minivådområde med åbent bassin	Anvend regneark. Indtast afgraves og påfyldes fra jordflytningsprogram	Nuværende antagelse er minimum 1,0 procent af oplandets størrelse.
Minivådområde med pumpe på fladt terræn	Anvend regneark. Indtast afgraves og påfyldes fra jordflytningsprogram Husk 100.000 kr. til pumpe – skriv ja i feltet	Nuværende antagelse er minimum 1,0 procent af oplandets størrelse.
Minivådområde med filtermatrice	Anvend regneark. Indtast afgraves og påfyldes fra jordflytningsprogram	Uafklaret, men der anvendes 0,6 procent af oplandets størrelse.
Bioreaktor med træflis	Anvend regneark. Påfyldning undlades. Det antages at jorden udjævnes lige rundt om bioreaktor	Uafklaret, men der anvendes 0,6 procent af oplandets størrelse
Intelligente bufferzoner - ved 10 meters bredde	37 kr./meter	Uafklaret – miljøtiltaget laves derfor så langt det er muligt i 10 meters bredde
Mættede randzoner ved - ved 10 meters bredde	100 kr. pr meter dræn + 6.000 kr. til sedimentationsgrøft	Uafklaret – miljøtiltaget laves derfor så langt det er muligt i 10 meters bredde
Afbrydning af dræn	5.000 kr. pr. afbrudt dræn (anslået)	Uafklaret, men anvendes i vådområdeprojekter

Jordpris og dækningsbidrag

Det antages at jordprisen ikke kompenseres og at der er et tabt dækningsbidrag på 4.000 kr. pr. hektar.

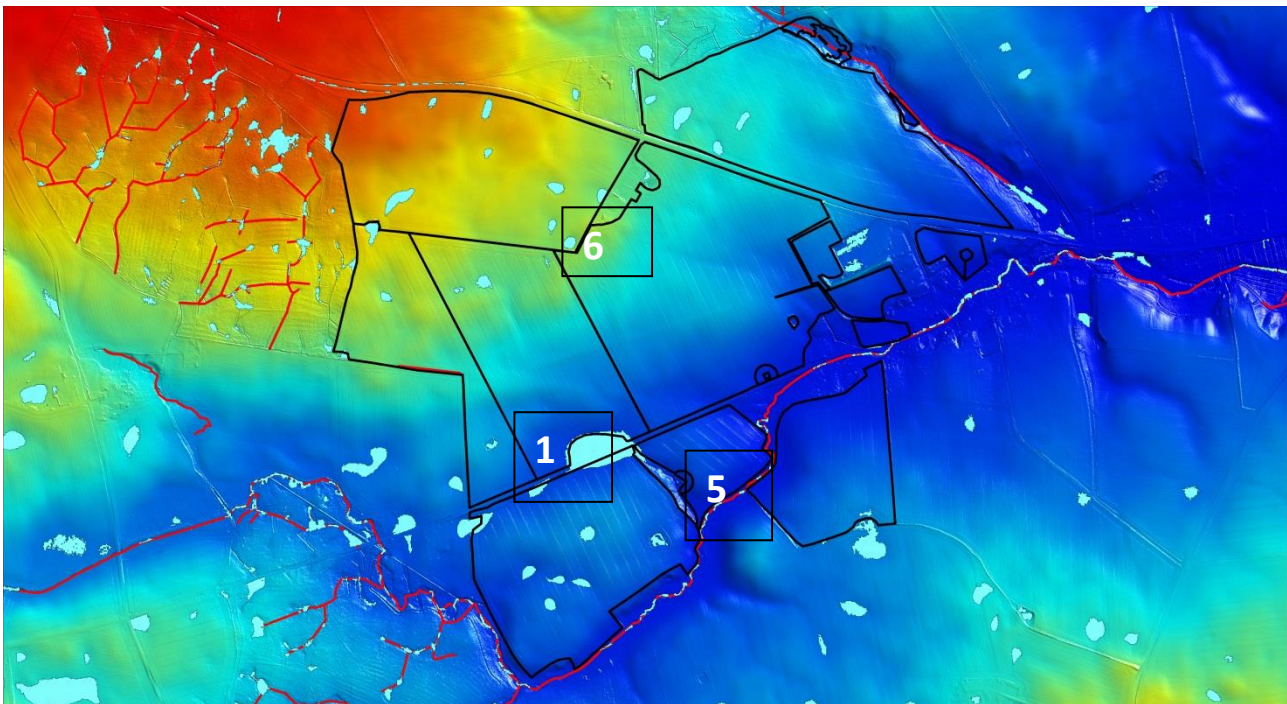
Økonomi

Det antages at renten ved tilbagebetaling er 3 procent og at miljøtiltaget er tilbagebetalt efter 15 år. Beregningen er meget forsimplet. Se bilag 1

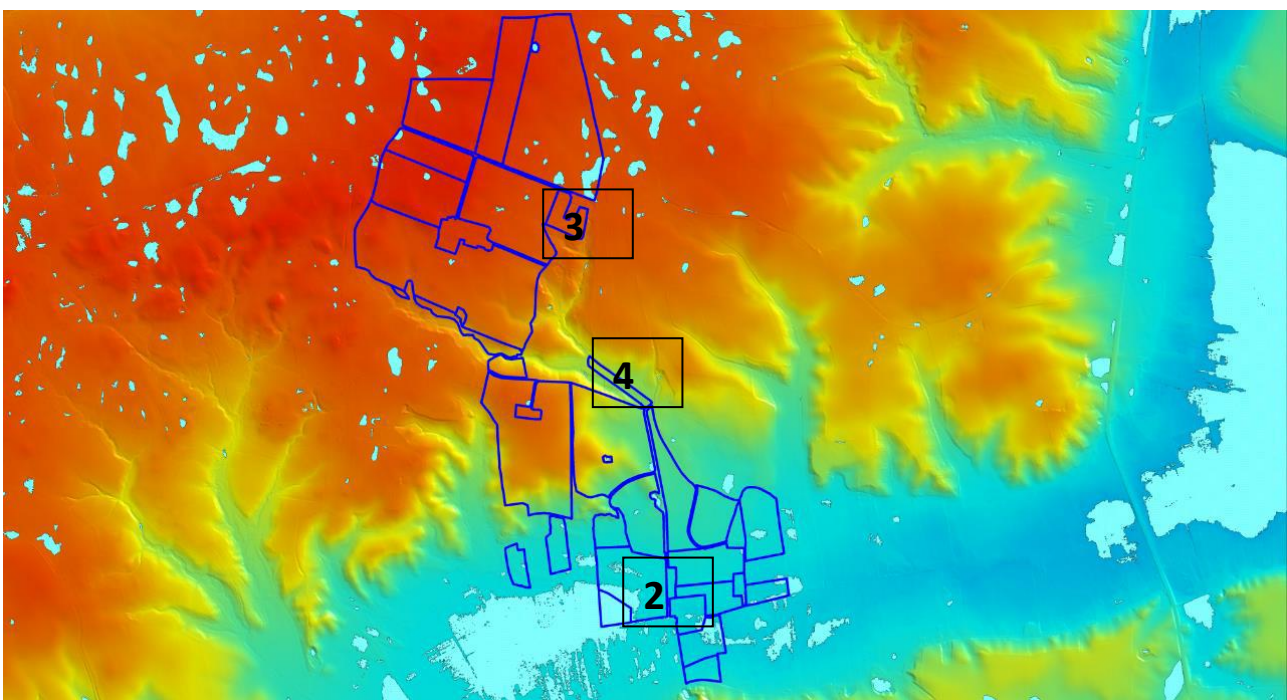
Placering og effekt af miljøtiltag

Der er i dag placeret 2 minivådområder på ejendommen, et minivådområde med åbent bassin på 0,5 hektar (1) og et minivådområde med filtermatrice på 0,2 hektar (2).

Det er med nuværende viden muligt at placere yderligere 3 minivådområder og 2 mættede randzoner. Det ene minivådområde er ikke vist, men kunne ligge i en lavning på en af markerne på Faurgaard.



Placering af miljøtiltag på Lyngbyseje



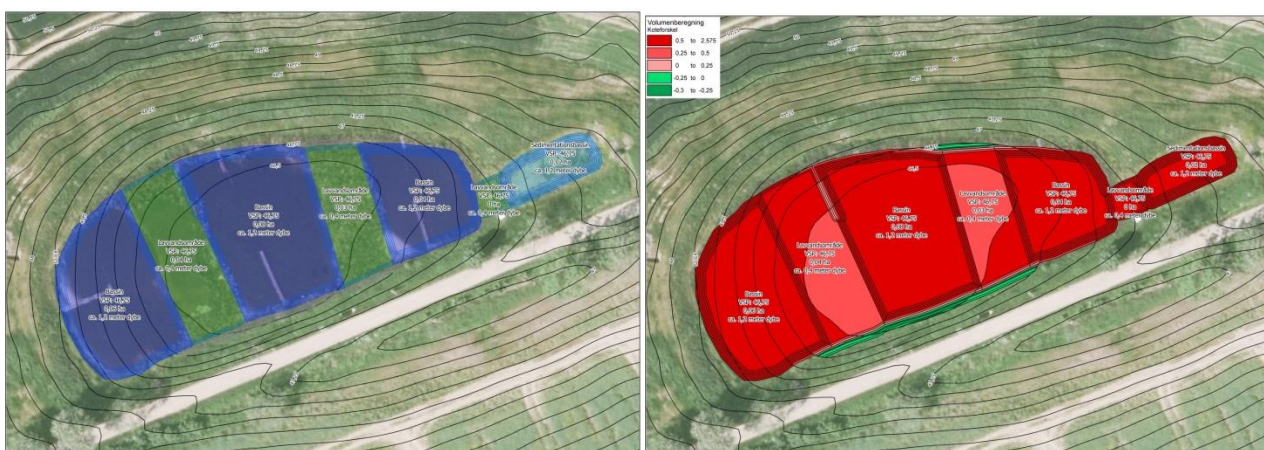
Placering af miljøtiltag på Faurgaard

Miljøtiltag 1 – eksisterende minivådområde med åbent bassin

På ejendommen er der allerede etableret et minivådområde med åbent bassin i 2007/2008. Anlægget er et af de første i Danmark og denne har været med til at danne basis for en foreløbig anslået pris på et minivådområde. Det antages at dette anlæg har kostet omkring 250.000 kr. Det antages, at anlæg af denne type koster omkring 200.000 – 350.000 kr. pr. hektar. Ved en ny beregning er beløbet sat til 317.529 kr. Beløbet er sandsynligvis sat for højt, da meget af jorden oprindeligt er udjævnet i nærheden af minivådområdet. Derfor er der fratrukket 75.000 kr., så prisen sættes til 242.529 kr. for minivådområdet.



Minivådområde ved Fillerup. Drone foto Fulden Film



Afgravning hvor vandspejlskoten er sat til 46,75.

Tema	Navn	Areal, Ha	Areal, kvm	Arealfordeling, %	Afgraves, kbm	Påfyldes, kbm	Volumen, kbm	SORTERING	Tabel
Bassin	Bassin	0,18	1.823	0,0	2.454	0	2.454	1	Bassin_Højdekurveflader
Lavvandsområde	Lavvandsområde	0,07	735	0,0	370	0	370	1	Bassin_Højdekurveflader
Sedimentationsbassin	Sedimentationsbassin	0,02	173	0,0	348	0	348	1	Bassin_Højdekurveflader
Bassin	-- SUM --	0,18	1.823	66,8	2.454	0	2.454	2	Bassin_Højdekurveflader
Lavvandsområde	-- SUM --	0,07	735	26,9	370	0	370	2	Bassin_Højdekurveflader
Sedimentationsbassin	-- SUM --	0,02	173	6,3	348	0	348	2	Bassin_Højdekurveflader
-- SUM --	-- SUM --	0,27	2.731	100,0	3.172	0	3.172	3	Bassin_Højdekurveflader
Dige	Dige - Indvendig skrænt	0,00	19	0,0	0	-3	-3	1	Dige_Højdekurveflader
Dige	Dige - Kronetop	0,00	29	0,0	0	-6	-6	1	Dige_Højdekurveflader
Dige	Dige - Udvendig skrænt	0,00	17	0,0	0	-2	-2	1	Dige_Højdekurveflader
Dige	-- SUM --	0,00	65	100,0	0	-11	-11	2	Dige_Højdekurveflader
-- SUM --	-- SUM --	0,00	65	100,0	0	-11	-11	3	Dige_Højdekurveflader
-- SUM --	-- SUM --	0,27	2.796	0,0	3.172	-11	3.161	1	TOTAL SUM --

Udgifter til etablering af minivådområder med Minivådområde 1.4

Minivådområdets størrelse i hektar: 0,27

Afgraves i m3 3.127

Påfyldes i m3 11

Restjord 3.161

Udgifter til rådgivning og tilladelser

Rådgivning og projektledelse 40.000

Tilladelse fra kommune 10.000

Udgifter til entreprenør

Installeret af pumpe	Nej	-
----------------------	-----	---

Afrømning af muld	8.100	kr. kvm á	12
-------------------	-------	-----------	----

Udgravning og planering af råjord langs bassiner	53.159	kr. kbm á	17
--	--------	-----------	----

Indbygning af afgravet jord i vold	220	kr. kbm á	20
------------------------------------	-----	-----------	----

Bortskaffelse af overskydende jord	158.050	kr. kbm á	50
------------------------------------	---------	-----------	----

Reguleringsbrønde og afløb	18.000
----------------------------	--------

Etablering af arbejdsplads	20.000
----------------------------	--------

Plantning af bassiner og volde	10.000
--------------------------------	--------

alt: **317.529**

Oplandsstørrelse	50 ha
Minivådområdets areal.	0,27 ha
Pris for totalt anlæg 317.529 kr. – 75.000 kr.	242.529 kr.
Årlig omkostning til forrentning og afskrivning (242.529 kr./15 år/3 % i rente)	20.315 kr.
Tabt dækningsbidrag pr. hektar (4.000 kr. pr. ha) inkl. 20 procent randzone 0,5 ha * 1,2 * 4.000 kr.pr. hektar	2.400 kr.
Kvælstoffjernelse ved vandløbskant v. 30 % N-effekt (kg N) 30 (50 ha) * 25 kg N * 0,27	203 kg N
Årlig omkostning pr. kg N (ved vandløbskant) (20.315 + 2.400 = 22.715) kr./203 kg N	112 kr.
Retention fra vandløbskant til fjord i Fillerup	10 %
Kvælstoffjernelse ved fjorden: 203 kg N * (100-10)/100	183 kg N
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden 112 kr.*(100/100-10)	124 kr.

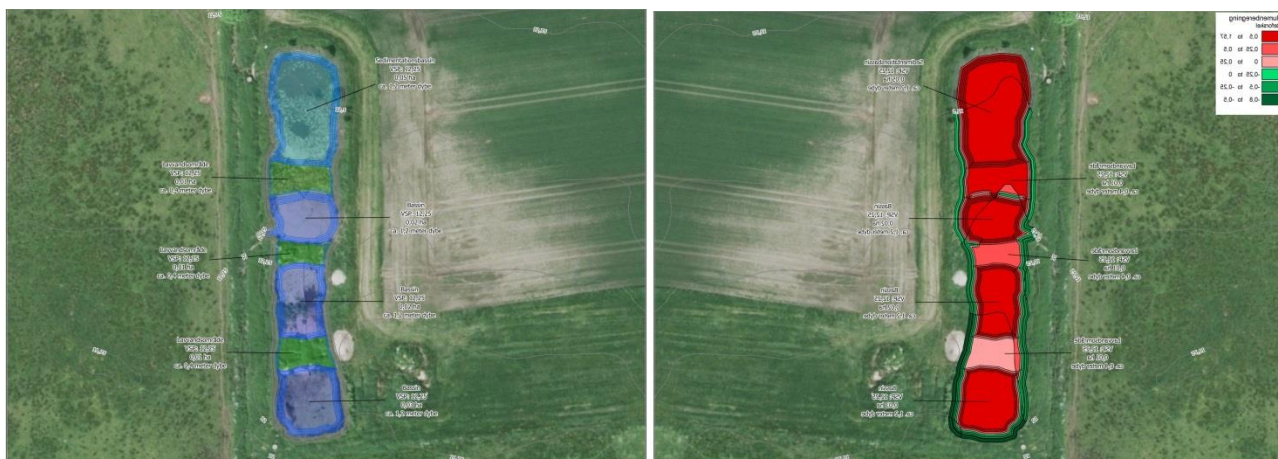
Miljøtiltag 2 – eksisterende minivådområde med filtermatrice

På ejendommen er der allerede etableret et minivådområde med filtermatrice i 2007/2008. Anlægget er et af de første i Danmark og denne har været med til at danne basis for en foreløbig pris på et minivådområde. Det antages, at anlæg af denne type koster omkring 350.000 – 400.000 kr. pr. hektar. Ved en ny beregning er beløbet sat til 180.772 kr. Anlægget er i dag en filtermatrice men her antages den at være et minivådområde med åbent bassin.

Minivådområdet dækker et areal på ca. 0,2 ha. Med et opland på 85 ha, er anlægget underdimensioneret i forhold til den gældende anbefaling om et forhold som i dag anslås til 0,6 procent af oplandet. Anlægget burde være $85 \text{ ha} * 0,006 = 0,51$ hektar. Derfor indregnes denne faktor på kvælstoffjernelse $0,20/0,85 = 0,23$. På grund af anlæggets dimensionering er drænvandets gennemsnitlige opholdstid kun ca. $\frac{1}{4}$ af opholdstiden i et tilstrækkeligt stort område.



Minivådområde med filtermatrice. Dronefoto Fulden Film



Minivådområde med filtermatrice, Rævså. Vandspejlskoten er sat til 12,25

Tema	Navn	Areal, Ha	Areal, kvm	Arealfordeling, %	Afgraves, kbm	Påfyldes, kbm	Volumen, kbm	SORTERING	Tablel
Bassin	Bassin	0,07	719	0,0	534	-6	528	1	Bassin_Højdekurveflader
Lavvandsområde	Lavvandsområde	0,03	302	0,0	81	-1	80	1	Bassin_Højdekurveflader
Sedimentationsbassin	Sedimentationsbassin	0,05	477	0,0	581	0	581	1	Bassin_Højdekurveflader
Bassin	-- SUM --	0,07	719	48,0	534	-6	528	2	Bassin_Højdekurveflader
Lavvandsområde	-- SUM --	0,03	302	20,2	81	-1	80	2	Bassin_Højdekurveflader
Sedimentationsbassin	-- SUM --	0,05	477	31,8	581	0	581	2	Bassin_Højdekurveflader
-- SUM --	-- SUM --	0,15	1.498	100,0	1.196	-7	1.189	3	Bassin_Højdekurveflader
Dige	Dige - Indvendig skrænt	0,01	77	0,0	0	-26	-26	1	Dige_Højdekurveflader
Dige	Dige - Kronetop	0,01	95	0,0	0	-39	-39	1	Dige_Højdekurveflader
Dige	Dige - Udvendig skrænt	0,01	66	0,0	0	-20	-20	1	Dige_Højdekurveflader
Dige	-- SUM --	0,03	238	100,0	0	-85	-85	2	Dige_Højdekurveflader
-- SUM --	-- SUM --	0,03	238	100,0	0	-85	-85	3	Dige_Højdekurveflader
-- SUM --	-- SUM --	0,18	1.736	0,0	1.196	-92	1.104	1	TOTAL SUM --

Udgifter til etablering af minivådområder med Minivådområde 1.4

Minivådområdets størrelse i hektar:	0,18
Afgraves i m ³	1.196
Påfyldes i m ³	92
Restjord	1.104

Udgifter til rådgivning og tilladelser

Rådgivning og projektledelse	40.000
Tilladelse fra kommune	10.000

Udgifter til entreprenør

	Nej		
Installeret af pumpe		-	
Afrømning af muld		5.400	kr. kvm á 12
Udgravning og planering af råjord langs bassiner		20.332	kr. kbm á 17
Indbygning af afgravet jord i vold		1.840	kr. kbm á 20
Bortskaffelse af overskydende jord		55.200	kr. kbm á 50
Reguleringsbrønde og afløb		18.000	
Etablering af arbejdsplads		20.000	
Plantning af bassiner og volde		10.000	
I alt:		180.772	

Oplandsstørrelse	85 ha
Minivådområdets areal	0,18 ha
Årlig omkostning til forrentning og afskrivning 180.772 kr./15 år/3 % i rente	15.142 kr.
Tabt dækningsbidrag pr. hektar (4.000 kr. pr. ha) incl. 20 procent randzone 0,2 ha * 1,2 * 4.000 kr.pr. hektar	960 kr.
Kvælstoffjernelse ved vandløbskant v. 50% N-effekt (kg N) (85 ha * 25 kg N * 0,5= 1.063) * (0,20/0,85 = 0,23) p.g.a underdimensionering	245 kg N
Årlig omkostning pr. kg N ved vandløbskant (15.142 + 2.400= 17.542) kr./245	72 kr.
Retention fra vandløbskant til fjord i Fillerup	10 %
Kvælstoffjernelse ved fjorden: 244 kg N * (100-10)/100	220 kg N
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden 72 kr.*(100/100-10)	80 kr.

Miljøtiltag 3 – minivådområde

Dette minivådområde vil blive placeret før det eksisterende minivådområde (miljøtiltag) 2. Drænvandet fra marken går under vejen og igennem skoven i åben grøft. Den optimale placering for dette miljøtiltag ligger på naboens jord. Det vil kræve en aftale med naboejendommen eller der kunne blive tale om at bytte jord.



Oplandsstørrelse	28 ha
Minivådområdets areal	0,33 ha
Pris for totalt anlæg	187.000 kr.
Årlig omkostning til forrentning og afskrivning 287.000 kr./15 år/3 % i rente	15.700 kr.
Tabt dækningsbidrag pr. hektar (4.000 kr. pr. ha) incl. 20 procent randzone 0,33 ha * 1,2 * 4.000 kr.pr. hektar	1584 kr.
Kvælstoffjernelse ved vandløbskant v. 30 % N-effekt (kg N) 28 ha * 25 kg N * 0,30	210 kg N
Årlig omkostning pr. kg N (15.700 + 1.584=17.284) kr./210	82 kr.
Retention fra vandløbskant til fjord i Fillerup	10 %

Kvælstoffjernelse ved fjorden: $210 \text{ kg N} * (100-10)/100$	189 kg N
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden $82 \text{ kr.} * (100/100-10)$	91 kr.

Miljøtiltag 4 – minivådområde med åbent bassin

Placeringen af dette minivådområde vil være det mest optimale set i forhold til miljøtiltag 2 og 3. Ved denne placering vil alt drænvand fra Faurgaard kunne håndteres et sted. Miljøtiltag 2 ligger i princippet i vejen hvis det ønskes at gennemføre et større vådområdeprojekt.



Placering til minivådområde med åbent bassin. Foto Frank Bondgaard

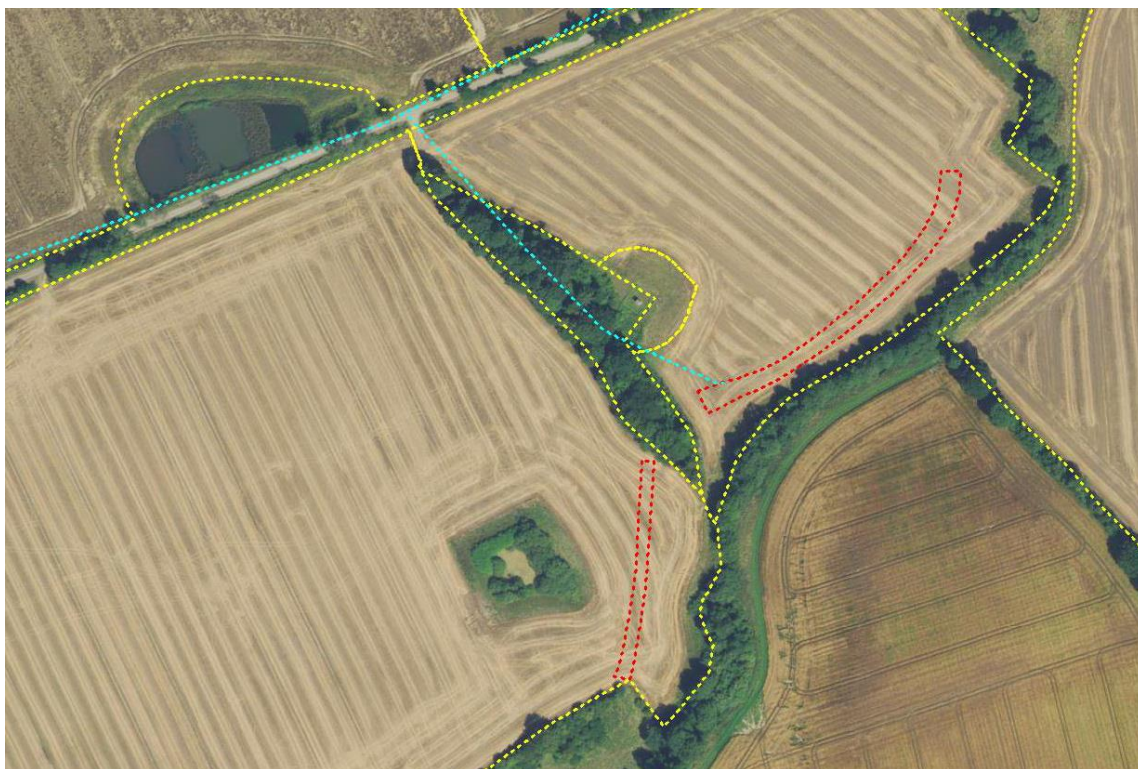
Oplandsstørrelse	85 ha
Minivådområdets areal	0,9 ha
Pris for totalt anlæg	531.000 kr.
Årlig omkostning til forrentning og afskrivning $531.000 \text{ kr.}/15 \text{ år}/3 \%$ i rente	44.480 kr.
Tabt dækningsbidrag pr. hektar (4.000 kr. pr. ha) incl. 20 procent randzone $0,9 \text{ ha} * 1,2 * 4.000 \text{ kr. pr. hektar}$	4.320 kr.
Kvælstoffjernelse ved vandløbskant v. 30 % N-effekt (kg N) $85 \text{ ha} * 25 \text{ kg N} * 0,30$	638 kg N
Årlig omkostning pr. kg N $(44.480 + 4.320 = 48.800) \text{ kr.}/638$	76 kr.
Retention fra vandløbskant til fjord i Fillerup	10 %
Kvælstoffjernelse ved fjorden: $638 \text{ kg N} * (100-10)/100$	574 kg N
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden $76 \text{ kr.} * 100/100-10$	84 kr.

Miljøtiltag 5 – mættet randzone

Der er i begge marker en meget stejl hældning mod vandløb. Der er i dag placeret MFO-brak i en del af arealet med remise. Da arealet er vanskelig at køre på kunne det overvejes at placere mættede randzoner på begge marker langs vandløb eller lidt længere oppe på selve marken.

Der vil kunne etableres en mættet randzone på én af de to viste placeringer. Arealet imellem randzonen og vandløbet mod syd må også forventes at blive vandpåvirket. Ved løsningen med etablering af randzonen mod nordøst lægges der dermed beslag på ca. 0,7 ha. Det antages at de 2 mættede randzoner vådlægger

ca. 0,9 hektar. I beregningerne er der ikke taget højde for at den mættede randzone er placeret lige efter minivådområdet.



Placering af mættede randzoner hvor vandet fordeles fra grøft til begge sider.



Terrænet har en god hældning til placering af en mættet randzone. Der vil ikke opstå problemer med bagvand. Foto Frank Bondgaard

Randzonens længde	180 m
Oplandsstørrelse	50 ha
Randzonens fugtpåvirkede areal	0,90 ha
Pris for totalt anlæg 180 m * 100 kr./m + 6.000 kr.	24.000 kr.
Årlig omkostning til forrentning og afskrivning 24.000 kr./15 år/3 % i rente	2.010 kr.
Tabt dækningsbidrag pr. hektar (4.000 kr. pr. ha) incl. 20 procent randzone 0,9 ha * 1,2 * 4.000 kr.pr. hektar	4.320 kr.
Kvælstoffjernelse ved vandløbskant v. 30 % N-effekt (kg N) 9.000 m ² * 0,05 kg N/m ² randzone	450 kg N
Årlig omkostning pr. kg N	58 kr.

$(24.000 + 2.010 = 26.010)$ kr./450	
Retention fra vandløbskant til fjord i Fillerup	10 %
Kvælstoffjernelse ved fjorden: $450 \text{ kg N} * (100-10)/100$	405 kg N
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden $58 \text{ kr.} * 100/100-10$	64 kr.

Miljøtiltag 6 – mættet randzone

Der vil kunne etableres en mættet randzone på den viste placering. Imellem randzonen og vandløbet ligger en engareal, der ikke i dag anvendes landbrugsmæssigt.



Der er et godt terrænfald som kan udnyttes til en mættet randzone. Foto Frank Bondgaard

Randzonens længde	130 m
Oplandsstørrelse	10 ha
Randzonens fugtpåvirkede areal	0,40 ha
Pris for totalt anlæg $130 \text{ m} * 100 \text{ kr./m} + 6.000 \text{ kr.}$	19.000 kr.
Årlig omkostning til forrentning og afskrivning $19.000 \text{ kr.}/15 \text{ år}/3 \% \text{ i rente}$	1.590 kr.
Tabt dækningsbidrag pr. hektar (4.000 kr. pr. ha) incl. 20 procent randzone $0,4 \text{ ha} * 1,2 * 4.000 \text{ kr.pr. hektar}$	1.920 kr.
Kvælstoffjernelse ved vandløbskant v. 30 % N-effekt (kg N) $4.000 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ kg N/m}^2$ randzone	200 kg N
Årlig omkostning pr. kg N $(19.000 + 1.590 = 20.590) \text{ kr.}/200$	103 kr.
Retention fra vandløbskant til fjord i Fillerup	10 %
Kvælstoffjernelse ved fjorden: $200 \text{ kg N} * (100-10)/100$	180 kg N
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden $103 \text{ kr.} * 100/(100-10)$	114 kr.

Samlet effekt af potentielle drænvandsvirkemidler

Miljøtiltag	Opland i ha	Tiltag i ha	Årlig omkostning	Kvælstof-fjernelse ved vandløbskant	Årlig omkostning kr. pr. kg N fjernet ved vandløbskant	Kvælstof-fjernelse ved fjorden	Kroner. pr. kg N reduceret udledning til fjorden
1. Eksisterende minivådområde m. åbent bassin. Fillerup	50	0,27	22.715	203	112	183	124
2. Eksisterende minivådområde m. filtermatrice. Ondrup mose	85	0,20	17.542	245	72	220	80
3. Minivådområde Hos nabo	28	0,33	17.284	210	82	189	91
4. Minivådområde Ny placering	85	0,90	48.800	638	76	574	84
5. Mættet randzone Fillerup	50	0,90	26.010	450	58	405	64
6. Mættet randzone Fillerup	10	0,40	20.590	200	103	180	114

Det er tydeligt i tabellen at større anlagte miljøtiltag er billigst pr. kg kvælstof reduceret til fjorden. Dette skyldes, at grundomkostningerne til at etablere et miljøtiltag er større ved mindre miljøtiltag.

I effekterne er der ikke taget højde for, at nogle miljøtiltag kommer lige efter hinanden, f.eks. ligger miljøtiltag 5 lige efter miljøtiltag 1. Nogle af tiltagene er derfor alternativer til hinanden. I praksis vil man ikke placere to tiltag i forlængelse af Dette forhold kan have betydning for den samlede effekt, men dette forhold er der ikke taget hensyn til.

Sædskifteberegninger – Tiltag på dyrkningsfladen

Bedriften har 236 hektar i markplanen. Bedriften har et traditionelt sædskifte med 19 pct. vårsæd, 68 pct. vintersæd og 13 pct. raps. Bedriftens efterafgrødekrav er 14 pct. Ved nu-driften (Nr. 1) er antallet af efterafgrøder tilpasset efterafgrødekravet (ca. 30 ha).

Ved nu-driften (Nr. 1) er kvælstofkvoten den som kan anvendes i 2017 (100 pct.)

I forhold til de faktiske forhold på bedriften, er der lavet efterafgrøder i mark 31-1 i 2016 og afgrøden i 2017 er lavet til vårbyg, for at opfylde bedriftens efterafgrødekrav.

Scenarie nr. 2 – 4. Udvaskningen fra rodzonen reduceres med 7 kg N pr. ha (2,5 kg N pr. ha til fjorden)

Her skal udvaskningen ved rodzonen reduceres med 7 kg N pr. ha. Det kan alternativt opnås ved at reducerer kvoten til 77 pct. Det økonomiske resultat bliver 867.069 kr. ved kvælstofnormreduktionen, hvilket svarer til en omkostning på 78 kr. pr. kg N udvaskningen fra rodzonen reduceres. Til sammenligning kan samme reduktion i kg N opnås ved at kombinere flere efterafgrøder (mindre vårsæd), så en del af vintersæden tidligt og reducere kvælstofkvoten (Nr. 3 -4), hvilket vil koste 45-50 kr. pr. kg N udvaskningen fra rodzonen reduceres. I nr. 5 reduceres antallet af efterafgrøder (arealet af vintersæd øges) i forhold til Nr. 4, og i stedet for udlægges der ca. 47 ha med mellemafgrøder. Derved reduceres omkostningerne til 32 kr. pr. kg N. Selvom dette alternativ er billigst, er det forbundet med en høj risiko, da det kan være vanskeligt at etablere så mange mellemafgrøder.

Et alternativ kunne være at fjerne mellemafgrøderne, reducerer efterafgrøderne til ca. 30 ha og udtage ca. 30 hektar fra driften. Dette giver et resultat på 893.686 (ikke vist i tabellen).

Scenarie nr. 6 – 7. Udvaskningen fra rodzonen reduceres med 14 kg N pr. ha (5 kg N pr. ha til fjorden).

Her skal udvaskningen ved rodzonen reduceres med 14 kg N pr. ha. I Nr. 6 er efterafgrødearealet godt 40 hektar, arealet med mellemafgrøde ca. 50 ha og kvælstofnormen reduceret til 72 pct. Omkostningen stiger til 65 kr. pr. kg N.

Ved at øge antallet af efterafgrøder (sænke andelen af vårsæd), have 50 ha med mellemafgrøder og øge antallet af hektar med tidlig såning, så kan omkostningen sænkes til 52 kr. pr. kg N (Nr. 7).

Hvis udledningsreduktionen (7 kg N pr. ha/ 14 kg N pr. ha) skal laves ved hjælp af tiltag på dyrkningsfladen er det nødvendigt at lave ændringerne i sædskiftet. Ændringer i sædskiftet så som udtagning eller en højere andel af vårsæd er ret omkostningstungt, og derfor vil det for være aktuelt at undersøge mulighederne for virkemidler udenfor dyrkningsfladen.

Scenarie	Nu situation	Reduktion af 7 kg N/ha				Reduktion af 14 kg N/ha	
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Hektar	236	236	236	236	236	236	236
Vårsæd 2016	40 (19 pct.)	40 (19 pct.)	49 (23 pct.)	Ca. 70 (33 pct.)	49 (23 pct.)	49 (23 pct.)	72 (33 pct.)
Vintersæd 2016	145 (68 pct.)	145 (68 pct.)	136 (64 pct.)	Ca. 116 (53 pct.)	136 (64 pct.)	136 (64 pct.)	113 (53 pct.)
Raps 2016	27 (13 pct.)	27 (13 pct.)	27 (13 pct.)	27 (13 pct.)	27 (13 pct.)	27 (13 pct.)	27 (13 pct.)
Antal efterafgrøder 16/17	33,5/29,7	33,5/29,7	42,2/40,9	72/60	42,2/40,9	42,2/40,9	65/59
Antal mellemafgrøder 16/17	0	0	0	0	46/47	46/47	46/47
Tidlig såning	0	0	27,2 1. års hveden + 18 2 års hvede	27,2 1. års hveden + 18 2 års hvede	27,2 1. års hveden + 18 2 års hvede	27,2 1. års hveden + 18 2 års hvede	27,2 1. års hveden + 29,9 års hvede
N-normen pct	100	77	85	96	96	72	82
Udvaskning fra rodzonen, kg N	13.689	12.069	12.033	12.000	12.044	10.406	10.406
Reduceret udvaskning fra rodzonen, Kg N		1.620	1.656	1.689	1.645	3.283	3.283
Reduktion i udvaskning pr. ha N (kg N pr ha)	0	6,9	7	7,2	7	13,9	13,9
Økonomi kr. pr. år	993.803	867.069	909.843	916.887	941.124	778.164	821.799
Økonomisk tab. Kr. pr. år		126.734	83.960	76.916	52.679	215.639	172.004
Kr. pr. kg N reduceret udvaskning fra rodzonen		78*	50	45	32	65	52
Reduceret udledning til fjorden, kg N		583***	596	608	592	1.181	1.181
Kr. pr. kg N reduceret udledning til fjorden		217 kr./kg N**	138 kr./kg N	125 kr./kg N	89 kr./kg N	180 kr./kg N	144 kr./kg N

*126.734 kr./1.620 kg N = 78 kr. pr. kg N **78*100/(100-64) = 217 kr. pr. kg N *** 1620*(1-0,64) = 583

Konklusion

Det er afgørende at etablere de mest økonomiske miljøvirkemidler med høj effekt på selve dyrkningsfladen, f.eks. efterafgrøder og tidlig såning. Samtidig skal det vurderes om drænvirkemidler/miljøtiltag i kanten af dyrkningsfladen kan supplere eller helt erstatte virkemidler på selve dyrkningsfladen. Der er regnet med egen finansiering på alle miljøtiltag for at kunne foretage en direkte sammenligning mellem sædskifteændringer og anvendelse af miljøtiltag/drænvirkemidler.

Der er flere overvejelser der skal gøres. Hvordan skal reduktionen af udledningen mindskes?

1. Ved sædskifteændringer, normreduktion, efterafgrøder, mellemafgrøder, bark, tidlig såning af vintersæd o.s.v.
2. Ved miljøtiltag – drænvirkemidler som minivådområder, intelligente bufferzoner, mættede randzoner o.s.v.
3. Ved en kombination af 1 og 2 - Sædskifte og miljøtiltag

I denne rapport ses kun på sædskifte og miljøtiltag, da der i øjeblikket ikke findes et værktøj som umiddelbart kan håndtere kombinationen af sædskifte og miljøtiltag.

Sædskifte og miljøtiltag

Sædskiftet i scenarie 5 er den økonomisk mest optimale med 89 kr. pr. kg kvælstof reduceret udledning til fjorden, men måske også mere risikofyldt da der skal etableres ca. 46 hektar mellemafgrøder om efteråret mellem 2 vintersædsafgrøder.

Scenarie 4 har en omkostning på 125 kg N pr. hektar og vil være mere sikker at gennemføre. Desuden er normreduktionen her minimal, da der her gødes med 96 procent af den økonomisk optimale norm. Scenarie 4 og 5 vælges derfor som sammenligning til effekter af miljøtiltag.

Miljøtiltag

Miljøtiltag 2 er placeret i en ådal og ville i dag sandsynligvis ikke få denne placering igen. Hvis den skulle placeres i dag ville det være som miljøtiltag 4. Grunden er at miljøtiltag ligger i vejen for et fremtidigt vådområdeprojekt. Placering af miljøtiltag ved en nabo vil med stor sandsynlighed blive en omkostning. Derfor er miljøtiltag 1, 4, 5 og 6 umiddelbart oplagte muligheder at vælge imellem. Effekten af minivådområder ville kunne øges ved at lave minivådområder med filtermatricer i stedet for minivådområder med åbent bassin. Minivådområder med filtermatricer er ikke medtaget i denne rapport.

I tabellen er miljøtiltagene rangeret efter kroner. pr. kg N reduceret udledning til fjorden

Udvalgte miljøtiltag på Lyngbyseje og Faurgaard							
Miljøtiltag nr.	Opland i ha	Tiltag i ha	Årlig omkostning	Kvælstof-fjernelse ved vandløbskant	Årlig omkostning pr. kg N fjernet ved vandløbskant	Kvælstof-fjernelse ved fjorden	Kroner. pr. kg N reduceret udledning til fjorden
5. Mættet randzone Fillerup	50	0,90	26.010	450	58	405	64
4. Minivådområde Ny placering	85	0,90	48.800	638	76	574	84
6. Mættet randzone Fillerup	10	0,40	20.590	200	103	180	114
1. Eksisterende minivådområde m. åbent bassin. Fillerup	30 (50)	0,27	22.715	203	112	183	124

Udledningen til fjorden skal reduceres med 595 kg N i scenarie 1.

Der kan vælges mellem flere forskellige løsninger. Det kan være vaskeligt at ramme helt præcist, men miljøtiltagene vil kunne stilles i størrelse og længde. Der vil også være års variation i miljøeffekter.

Det ses i tabellen at der er flere jævnbyrdige løsninger at vælge imellem. Det er afgørende hvilke sædskifteberegninger der tages udgangspunkt i. Hvis det vælges at tage udgangspunkt i scenarie 4 vil det umiddelbart være mere økonomisk optimalt at vælge miljøtiltag/drænvirkemidlerne. Prisforskellen er her ca. 30.000 kr.

Miljøtiltag	Miljøtiltag		Sædskifte	
	Kvælstoffjernelse ved fjorden Kg N	Årlig omkostning kr.	Scenarie 4/scenarie 5 kg N	Årlig omkostning kr.
2 mættede randzoner (miljøtiltag 5+6)	585	46.600	608/592	76.916/52.679
Minivådområde + mættet randzone (miljøtiltag 1 + 5)	588	48.725	608/592	76.916/52.679
Minivådområde (Miljøtiltag 4)	574	48.800	608/592	76.916/52.679

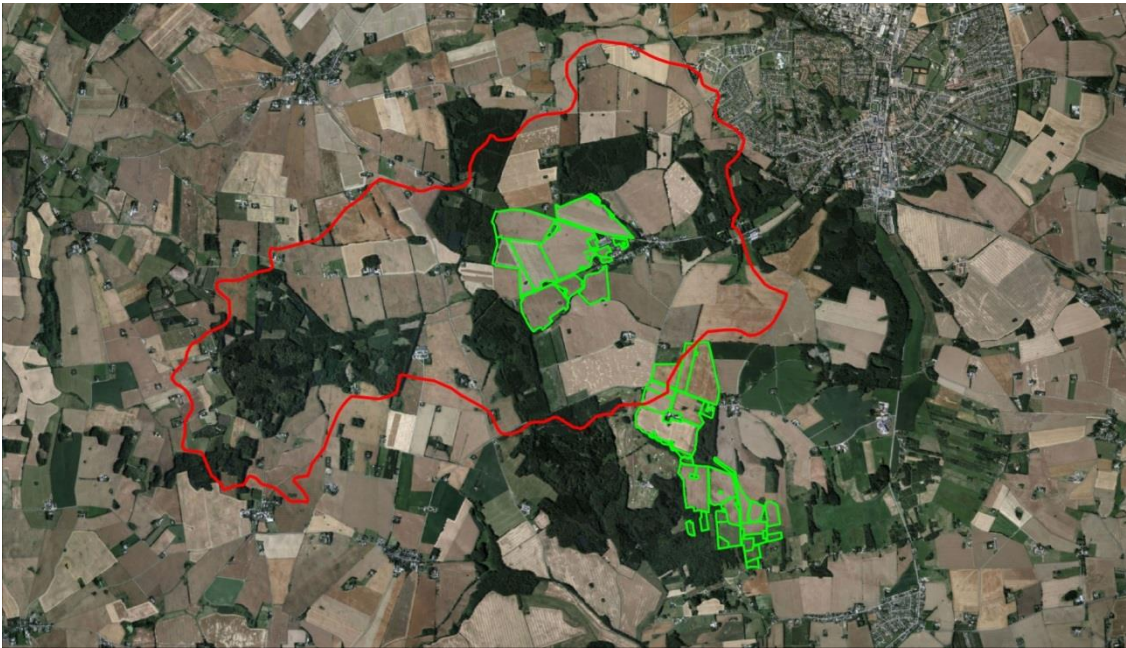
Udledningen til fjorden skal reduceres med 1.190 kg N i scenarie 2.

Den billigste løsning bliver at vælge en kombination af et stort minivådområde og 2 mættede randzoner fremfor at vælge sædskifteløsninger. Her er der en prisforskel på 76.600 kr.

Miljøtiltag	Miljøtiltag		Sædskifte	
	Kvælstoffjernelse ved fjorden Kg N	Årlig omkostning kr.	Scenarie 7 kg N	Årlig omkostning kr.
Minivådområde + 2 mættede randzoner (miljøtiltag4+ 5+6)	1.159	95.400	1.181	172.004

Kortmateriale som er brugt til at verificere placering af miljøtiltag

Vandoplandet

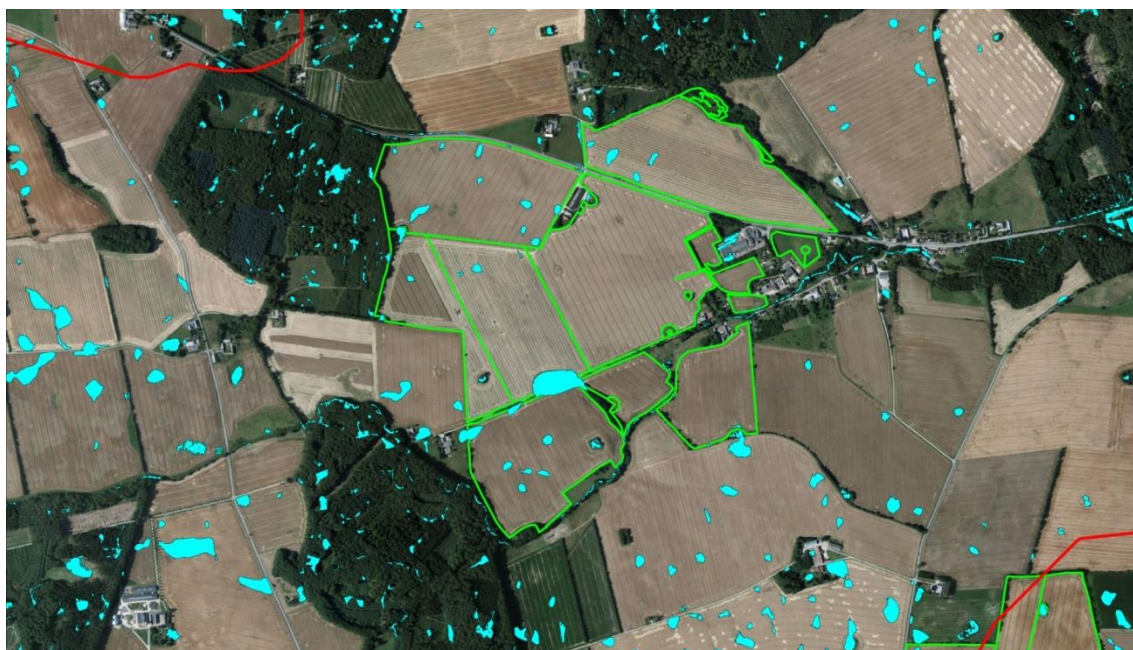


Drænkort



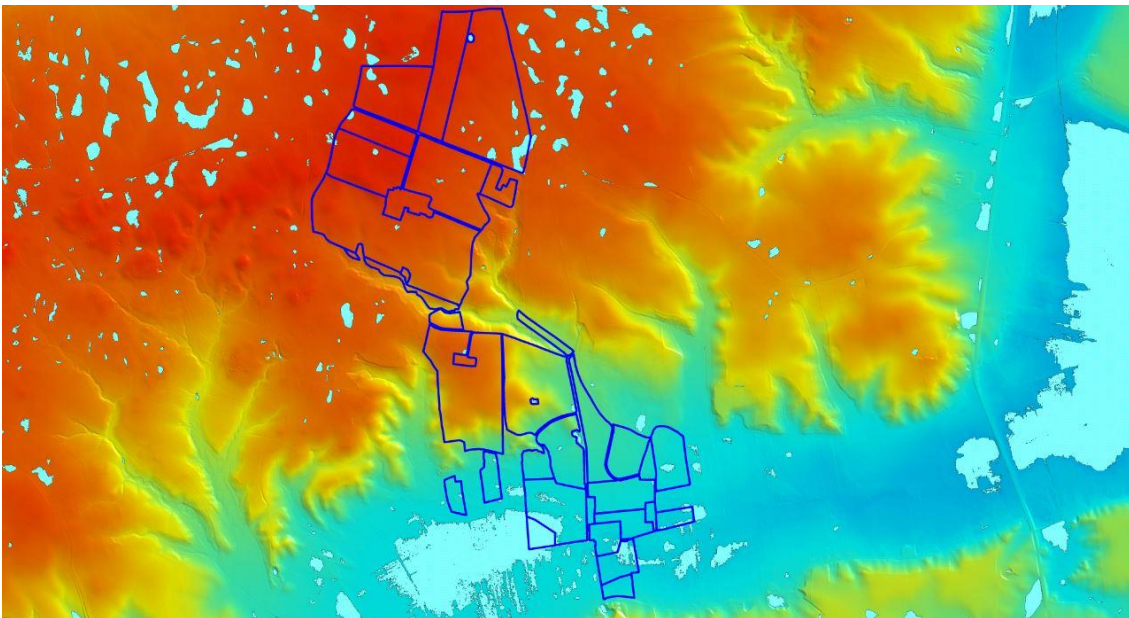
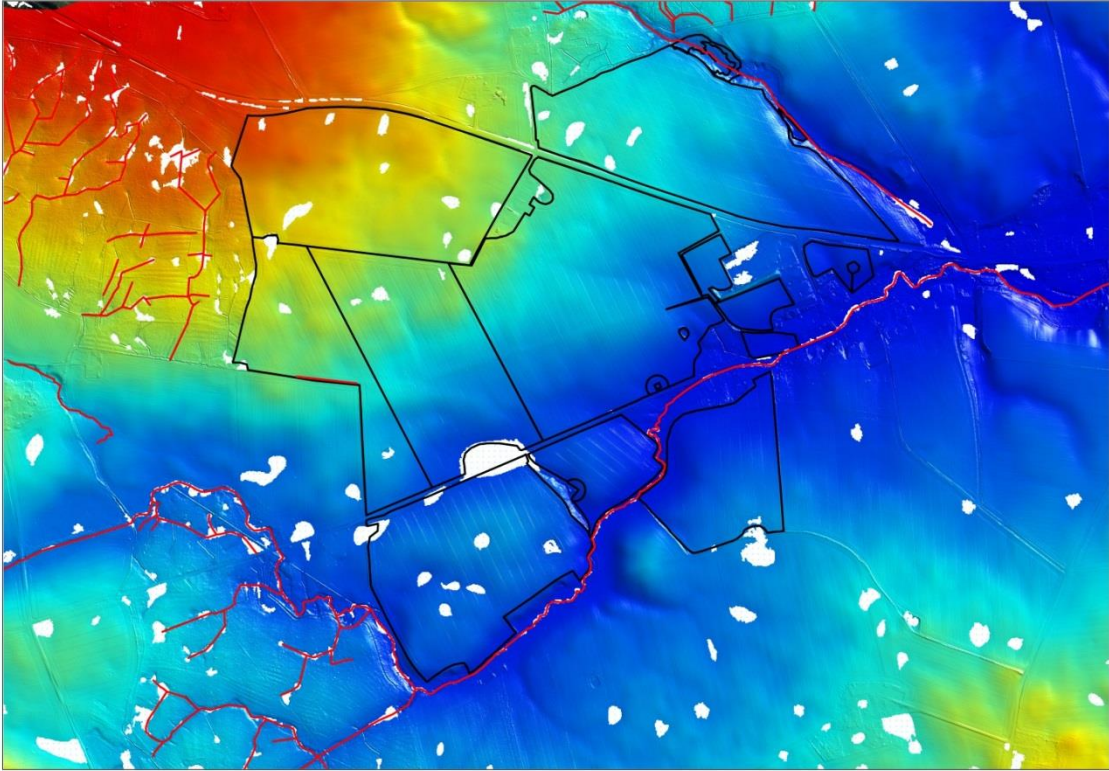
Vandpytkort

Kortene viser hvor vandet vil stå med høj sandsynlighed efter kraftig nedbør.



Vandpytkort med højdekurver.

Miljøtiltagene skal ofte placeres i overgange mellem gul og blå. Hvis der samtidig er en "vandpyt" vil det i nogle tilfælde være tegn på en god placering for et miljøtiltag.



Bilag 1

Bedrift:	
Tlf:	
Email:	
Maskintype og navn:	Mini-vådområde
Anvendelse, vælg enhed pr. år	1 time <i>drop-down</i>
Kapacitet (sættes til 1 hvis enhed er time)	1,0 time pr. time
Timeforbrug - beregnet	1 timer
Samlet investering	250.000 kr.
Værditab	100,00 % p.a.
Levetid	15 år
Restværdi ved levetids udløb	0 kr.
Rente	3,00 % p.a.
Evt. traktorleje	0,00 kr. pr. time
Vedligehold	0,00 kr. pr. time
Brændstofforbrug	0,00 l pr. time
Gennemsnitlig brændstofpris	0,00 kr. pr. liter

Gennemsnitlig lønomkostning	0 kr. pr. time
Andre faste omkostninger	0 kr. pr. år
Omkostninger pr. år	
	kr. pr. år
Værditab og forrentning gns.	20.942
Andre faste omkostninger	0
<i>Faste omk. i alt</i>	<i>20.942</i>
Evt. traktorleje og brændstof	0
Vedligehold	0
Arbejds løn	0
<i>Variable omk. i alt</i>	<i>0</i>
I alt	20.942
Omkostninger pr. time	
	kr. pr. time
Værditab og forrentning gns.	20.941,65
Andre faste omkostninger	0,00
<i>Faste omk. i alt</i>	<i>20.941,65</i>
Evt. traktorleje og brændstof	0,00
Vedligehold	0,00
Arbejds løn	0,00
<i>Variable omk. i alt</i>	<i>0,00</i>
I alt	20.941,65
Omkostninger pr. enhed	
	kr. pr. time
Værditab og forrentning gns.	20.941,65
Andre faste omkostninger	0,00
<i>Faste omk. i alt</i>	<i>20.941,65</i>
Evt. traktorleje og brændstof	0,00
Vedligehold	0,00
Arbejds løn	0,00
<i>Variable omk. i alt</i>	<i>0,00</i>
I alt	20.941,65