

# Vandreservoirs til markvanding og kvælstoffjernelse

*Webinar*

Den 7. november 2023

Aspekter omkring det tekniske

**Gunnar Schmidt,**  
Energi- & teknikrådgiver  
gus@byggeri-teknik.dk



# Følgende punkter behandles ...

- Hvor stort skal reservoiret være – fysiske mål mv.
- Hvor stor vandingskapacitet bør man have ?
- Hvilket udstyr skal der til ?
- Hvad koster det?
- Hvordan ser de samlede årlige omkostninger ud vedr. vandreservoirs ?



# Vandreservoirs – opmagasinerings af drænvand

Netto vandmængder til vanding, ved forskellige arealstørrelser, og forskellige tildelingsmængder pr år

Areal som ønskes vandet	40 mm vand pr ha pr år	60 mm vand pr ha pr år	80 mm vand pr ha pr år
50 ha	20.000 m <sup>3</sup>	30.000 m <sup>3</sup>	40.000 m <sup>3</sup>
100 ha	40.000 m <sup>3</sup>	60.000 m <sup>3</sup>	80.000 m <sup>3</sup>
150 ha	60.000 m <sup>3</sup>	90.000 m <sup>3</sup>	120.000 m <sup>3</sup>
200 ha	80.000 m <sup>3</sup>	120.000 m <sup>3</sup>	160.000 m <sup>3</sup>



# Vandreservoir – størrelse, eksempel

- Reservoir indhold: 80.000 m<sup>3</sup> udnyttelig kapacitet.
  - + Restmængde: ca. 10 %,
  - + Frihøjde, pga. vindpåvirkning og bølgeskulp, ca. 0,5 m i toppen



Kun på lerjord  
uden membran.  
Drænvandet skal  
normalt pumpes.

# Reservoir data

Reservoir til 80.000 m<sup>3</sup> vand, netto

Eksempel fra Brdr. Bertelsen, Samsø. Ca. 18.000 m<sup>3</sup>



Punkt	Data
Længde, bund	140 m
Bredde, bund	90 m
Skråninger på diger	30°
Nedgravning under terræn	2,0 m
Diger; bredde digekrone	3,00 m
Jordmængde, som skal opgraves	26.825 m <sup>3</sup>
Total dybde, bassin	6,50 m
Frihøjde fra øverste vandspejl til digekrone	0,5 m
Rest vandmængde i bunden	0,65 m
Brutto vandmængde når fyldt til 6,00 m vandhøjde	90.805 m <sup>3</sup>
Rest vandmængde i bunden,	8.359 m <sup>3</sup>
Netto udnyttelig vandmængde	82.446 m <sup>2</sup>
Længde, total - udvendig	185 m
Bredde, total – udvendig	135 m
Brutto areal reservoir	25.009 m <sup>2</sup>
Netto vandmængde pr brutto m <sup>2</sup> reservoir	3,30 m <sup>3</sup>

# Problemstillinger ved etablering af reservoir

Følgende punkter er væsentlige at få gennemtænkt og planlagt, da der ikke findes ret meget hverken viden eller erfaring på området.

1. Hvordan får man reservoiret tilstrækkelig tæt, så det kan holde på vandet ?
2. Ifyldning af drænvand
3. Overløb, sådan at drænvand kan pumpes igennem reservoiret og ud i drænvandsafløbet
4. Sugsystem til indhentning af vand til vandingsanlægget (hvordan undgår man at få grøde med ind i pumpen ?)
5. Pumpesystem til vandingsanlægget; indretning samt placering

Kendt viden: Etablering af markvandingsanlægget



# Reservoir tætning

## Ad 1 – tætning af reservoiret

Her bør bruges ler, som komprimeres. Skal det være helt tæt, foreskriver engelsk litteratur at der skal være ca. 2 meter ler af god kvalitet.

En membran fordyrer projektet betydeligt.

## Tanke:

Har det væsentlig betydning at vandet siver lidt fra lagunen, når blot man har tilstrækkelig mængde til rådighed når man skal vande ? Man kunne også lægge et omfangstræn til opsamling af lækagevand.



# Ifyldning af drænvand

- Drænvandet vil oftest skulle pumpes op i reservoiret, hvilket kræver en pumpe. Ved valg af pumpe skal man vurdere på antal m<sup>3</sup> vand, man gerne vil have igennem reservoiret samt antallet af dage og timer, hvor man skal pumpe vand => nødvendig timekapacitet på drænpumpen.

Eksempel: 160.000 m<sup>3</sup>/ år

Timer med afstrømning	4 mdr.; 2920 timer	5 mdr.; 3650 timer	6 mdr.; 4380 timer	7. mdr.; 5110 timer	8 mdr.; 5840 timer	9 mdr.; 6570 timer
Nødvendig mindste timekapacitet på drænpumpe	54,8 m <sup>3</sup>	43,8 m <sup>3</sup>	36,5 m <sup>3</sup>	31,3 m <sup>3</sup>	27,4 m <sup>3</sup>	24,3 m <sup>3</sup>



# Vandingstidspunkt

## Jordens plantetilgængelige vandmængde, på forskellige jordtyper

Planter kan udnytte maksimal ca. 50% af den plantetilgængelige vandmængde, før biomasseproduktionen reduceres.

Tilførsel af vand bør derfor ske senest når 50% grænsen nås.

**Tabel 1.** Jordtypers plantetilgængelige vandmængde og effektive roddybde. Der er tale om typetal (typiske værdier), da variationen indenfor et JB nr. kan være stor

JB nr.	Maksimal effektiv roddybde (cm)	Plantetilgængelig vandmængde (mm)
1	50	60
2	60	120
3	60	90
4	60	115
5	90	150
6	90	170
7	90	175
8	90	190

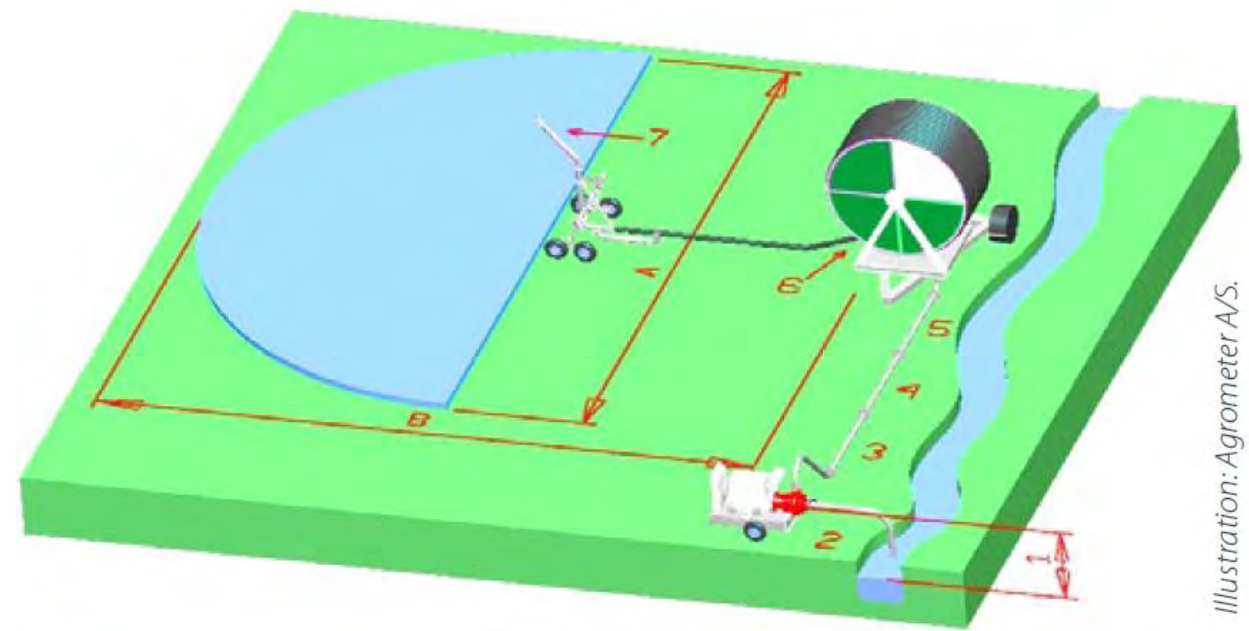
### **Kan lerjord vandes på forskud, inden det bliver tørt ?**

Jorden kan absorbere tilført vand, når blot der er nedbørsunderskud, som er større end den tilførte vandmængde.

### **Spiller tidspunktet for tilført vandmængde nogen rolle, i forhold til vækststadier ?**

Vårsæd har behov for adgang til vand særligt på 2 tidspunkter, dels ved spiring & planteetablering, og dels ved blomstring / keredannelse.

# Vandingsanlægget



- Vandingsmaskine
- Jordledning (forsyningsledning med hydranter)
- Pumpeanlæg
- Indvindingssted (boring, vandløb, sø, reservoir)

# Vandingskapacitet..., 1

Behov: 200 ha, som ønskes tilført 40 mm pr ha.

$200 \text{ ha} \times 40 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3/\text{ha} = 80.000 \text{ m}^3 \text{ vand pr år}$

Fordeling vintersæd / vårsæd: 120 ha vintersæd, samt 80 ha vårsæd  
48.000 m<sup>3</sup> 32.000 m<sup>3</sup> vand

## Vandingsperioder

Vårsæd: Anslået 15. april til 30 maj = ca. 7 uger, brutto.

Vintersæd: Ca. 1/6 – 15/7 = ca. 7 uger brutto.

Der vælges et anlæg med ydelse på 60 m<sup>3</sup> pr time → = 72 – 75 m netto spredebredde



# Vandingskapacitet ..., 2



**Vårsæd – 80 ha,**  
og 40 mm vand = 32.000 m<sup>3</sup>/år

Timeydelse: 60 m<sup>3</sup>/ time

Nødvendig driftstimer: 533 timer/år

Ved 20 driftstimer / døgn og 5 dage pr uge  
skal der bruges 5,3 uger.

**Vintersæd – 120 ha,**  
og 40 mm vand = 48.000 m<sup>3</sup>/år

Timeydelse: 60 m<sup>3</sup>/ time

Nødvendig driftstimer: 800 timer/år

Ved 20 driftstimer / døgn og 5 dage pr uge  
skal der bruges 8,0 uger.

**Det samme anlæg kan altså vande såvel vårsæd som vintersæd, idet tidspunkterne for størst vandingsbehov ligger forskudt af hinanden.**

**Har man et sædskifte, hvor hele arealet har vandingsbehov samtidigt, må vandingskapaciteten fordobles. Behov samt kapacitet beregnes individuelt !**

# Investering



Emne	Overslagspris, ekskl. moms
Opsamling af drænvand; pumpesystem og eltilslutning	45.000 kr.
Reservoir, ansl. 12 kr. / m <sup>3</sup> vandindhold (90.805 m <sup>3</sup> *)	1.089.660 kr.
Vandingsanlæg, 60 m <sup>3</sup> / time til 200 ha; med 3.500 m jordledning og Ø-125 x 560 m vandingsmaskine	1.274.500 kr.
Sum	2.509.160 kr.

## \*): Vedr. pris for jordarbejde:

Prisen varierer efter hvor vanskelig eller let opgaven er at udføre .I det viste eksempel er der kalkuleret med etablering af et reservoir på "flad mark", dvs. uden "hjælp" fra lavninger eller andet i terrænet.

I beregningen indgår flytning af 26.825 m<sup>3</sup> jord til en pris á 41 kr. /m<sup>3</sup>.

# Årlige udgifter og omkostninger

## Drift og vedligehold; variable omkostninger



Emne	Drift & vedligehold, pr år
Drænpumpe, el og vedligehold	12.000 kr.
Reservoir, vedligehold (anslået)	8.000 kr.
Vandingsanlæg, 80.000 m <sup>3</sup> vand fordelt på 200 ha; el, vedligehold, flytning og tilsyn, pr år.	104.703 kr.
<b>Sum</b>	<b>124.703 kr.</b>

### I beregningen indgår:

- Elpris 1,10 kr. / kWh, for el og nettarif.
- Traktorpris, inkl. mand: 400 kr. / time
- Arbejdskraft, mandetimer: 200,- kr. / time

# Forrentning og afskrivning, faste omkostninger



Emne	Overslagspris, ekskl. moms	Forrentning & værditab, pr år
Opsamling af drænvand; pumpesystem og eltilslutning	45.000 kr.	2.584 kr.
Reservoir, ansl. 12 kr. / m <sup>3</sup> vandindhold (90.805 m <sup>3</sup> *)	1.089.660 kr.	62.577 kr.
Vandingsanlæg, 60 m <sup>3</sup> / time til 200 ha; med 3.500 m jordledning og Ø-125 x 560 m vandingsmaskine	1.274.500 kr.	73.192 kr.
<b>Sum</b>	2.509.160 kr.	<b>138.353 kr.</b>

Investeringen forrentes og afskrives til 0 kr. over 25 år, med 3,0% i rente.

Baggrunden for valget af åremål er at selv 25 år gamle anlæg har i praksis en betydelig tilbageværende brugsværdi.

# Bruttoværdi af vandreservoir og recirkulering af drænvand

Eksempel: 160.000 m<sup>3</sup> drænvand fra 100 ha (svarer til Bornholm og Østfyn):

Reservoir, m <sup>3</sup>	Vanding, ha	N-fjernelse, kg	Værdi af N-fjernelse, kr.	Brutto-udbytte vanding, kr.	Bruttoværdi i alt, kr.
40.000	100	660	78.000	68.000	146.000
60.000	100	830	98.000	102.000	200.000
80.000	200	970	114.000	136.000	250.000
120.000	200	1.210	142.000	204.000	346.000

Kan bruttoværdien betale for forrentning og afskrivning af anlægsomkostninger samt driftsudgifter?



# Økonomi



	I alt	Pr m <sup>3</sup> vand, ved 80.000 m <sup>3</sup>
Investering i alt	2.509.160 kr.	31,36 kr./m <sup>3</sup>
<b>Indtægter / år</b>	<b>250.000 kr.</b>	<b>3,13 kr. / m<sup>3</sup></b>
Driftsomkostninger / år	124.703 kr.	1,56 kr. / m <sup>3</sup>
Faste omkostninger / år	138.353 kr.	1,73 kr. / m <sup>3</sup>
<b>Årlige omkostninger, sum</b>	<b>263.056 kr.</b>	<b>3,29 kr. / m<sup>3</sup></b>
<b>Årligt resultat</b>	<b>- 13.056 kr.</b>	<b>- 0,16 kr./m<sup>3</sup></b>

# Hvis du vil videre ....

## Sådan kommer du videre

1. Anlæggelse af reservoir kræver en række tilladelser, ikke mindst i forhold til miljøet, og i forhold til planloven (kræver landzonetilladels). Forhør om mulighederne hos din miljørådgiver.
2. Før ansøgning om tilladelser, bør man få udarbejdet et forprojekt, sådan man får fastlagt hvad det konkret er man skal ansøge om tilladelse til.
3. Dimensioneringen gøres færdig. Der indhentes prisoverslag / tilbud, og den totale økonomi kan nu beregnes.
4. Når tilladelserne er opnået, kan realisering af projektet sættes i gang.

## Kilder, samt mere information

- Landbrugsinfo Manual, *Vandreservoir og markvanding*  
[https://www.landbrugsinfo.dk/public/f/8/c/vanding\\_draining\\_overskudsnedbor\\_markvanding\\_vandreservoir](https://www.landbrugsinfo.dk/public/f/8/c/vanding_draining_overskudsnedbor_markvanding_vandreservoir)
- Landbrugsinfo Viden om, **Drænreservoir, klimasø og grundvandspumpning til vandløb: De juridiske udfordringer**  
[https://www.landbrugsinfo.dk/public/9/2/f/miljoret\\_drænreservoir\\_klimaso\\_grundvandspumpning\\_juridisk](https://www.landbrugsinfo.dk/public/9/2/f/miljoret_drænreservoir_klimaso_grundvandspumpning_juridisk)
- Indlæg fra Plantekongressen, [https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/4/b/5/pl\\_20\\_03\\_2\\_kasper\\_hellemann\\_henricksen.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/-/media/landbrugsinfo/public/4/b/5/pl_20_03_2_kasper_hellemann_henricksen.pdf)

