



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

**VOL.: 2, NR.: 90, 2016**

## Vurdering av avrenningsvann i veksthusgrønnsaker



H.F.R. MAESSEN OG M.J. VERHEUL

Divisjon for matproduksjon og samfunn/Frukt og grønt

## TITTEL/TITLE

VURDERING AV AVRENNINGSVANN I VEKSTHUSGRØNNSAKER

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

H.F.R. MAESSEN OG M.J. VERHEUL

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
07.04.2017	2(90)2016	Åpen	640021	
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01670-0		2464-1162	27	

## OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Fylkesmannen i Rogaland

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Eli Serigstad

## STIKKORD/KEYWORDS:

Vanning, avrenning, veksthus

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Veksthus

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Dagens produksjonsmetode av veksthusgrønnsaker gir betydelig utslipp av næringsstoffer. Det er en situasjon som er uønsket og kan føre til forurensing av nærmiljøet, bruk av for mye næringsstoffer og økonomisk tap for produsenter. Registreringer viser at avrenningsprosenten kan variere mellom 30 og 40 % i tomat og agurk. Tapet av næringsstoffer ble estimert. Det ble påvist at det er mulig å begrense mengde avrenningsvann ved å tilpasse vanningsteknikk. Men bruk av denne vanningsteknikken forutsetter at vanntilførselen er 100% nøyaktig. Avvik vil ha store konsekvenser for avling og/eller kvalitet av produktene og dermed for økonomien for den enkelte produsent, og er dermed enda ikke forsvarlig. Resirkulering av avrenningsvann er teknisk mulig. Det vil redusere avrenningen med tilnærmet 100%. Desinfeksjon av avrenningsvann er helt nødvendige for å unngå spredning av sykdommer. Det er god erfaring med gode teknikker fra utlandet, og teknikkene er beskrevet i rapporten. Resirkulering vil kreve en investering i bl.a. oppsamlingstanker, rensesystemer og en ny gjødselblander. Denne investeringen vil øke produksjonskostnader for gartnerier med et gjennomsnittsareal på 1000-3000 m<sup>2</sup> med ca 25 %. Besparelsen av utgifter for gjødsling og vann er estimert på 0,10 til 0,15 nok/kg. Rapporten konkluderer at det er pr i dag for de fleste bedrifter ulønnsom å investere i et slikt vanningssystem.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge  
FYLKE/COUNTY: Rogaland  
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Klepp stasjon  
STED/LOKALITET: Særheim

GODKJENT /APPROVED

Inger Martinussen

\_\_\_\_\_  
NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Henk Maessen

\_\_\_\_\_  
NAVN/NAME



# INNHALD

1	PROSJEKTBEKRIVELSE	5
2	KARTLEGGING AV DAGENS SITUASJON	6
2.1	Forsøksopplegg	6
2.2	Avrenningsmengde og fordeling over året	6
2.2.1	Vanning og avrenning i en agurkkultur med belysning	6
2.2.2	Vanning og avrenning i en tomatkultur uten belysning	7
2.2.3	Vanning og avrenning i en tomatkultur med belysning	7
2.2.4	Næringsinnhold i avrenningsvann	8
2.3	Konklusjon og anbefaling	10
3	TILPASSING AV VANNINGSTEKNIKK FOR Å BEGRENSE AVRENNING	11
3.1	Forsøksopplegg	11
3.2	Resultater	11
3.2.1	Tilført vannmengde, avrenning og plantenes vannopptak	11
3.2.2	Næringsinnhold i avrenningsvann	12
3.2.3	Konklusjon og anbefaling	15
4	FRAMTIDIGE LØSNINGER FOR DAGENS SITUASJON	17
4.1	Tilpassing av vanningsanlegg til resirkulering av avrenningsvann	20
4.2	Investeringsbehov	23
5	KONKLUSJON OG ANBEFALING	25

# 1 PROSJEKTBEKRIVELSEN

Dagens produksjonsmetoder for grønnsaker i norske veksthus kan føre til betydelige mengder av avrenningsvann. Det er en uønsket situasjon som fører til unødvendig bruk av næringsstoffer og et økonomisk tap for produsentene, og kan føre til forurensing av nærmiljøet. Reduksjon i avrenning er en av forutsetninger for å oppnå en mer bærekraftig veksthusproduksjon. For å kunne bruke næringsstoffene mer effektivt i veksthusproduksjon, kreves mer kunnskap om vanning, vanningsteknikk og vanningssystemer. For at nye teknikker og systemer vil tas i bruk, må de være lønnsomme for en produsent i et konkurranseutsatt marked.

For å forbedre kunnskapsgrunnlaget ble det gjennomført et prosjekt av NIBIO Særheim i oppdrag av FMLA Rogaland.

Prosjektet er delt opp i 3 deler:

- Kartlegging av dagens situasjon.
- Forsøk med et alternativt vanningsteknikk for å redusere avrennings mengde.
- Diskusjon av muligheter for framtidige løsninger, inkludert en økonomisk vurdering.

## 2 KARTLEGGING AV DAGENS SITUASJON

### 2.1 Forsøksopplegg

Tre ulike veksthus med tre ulike produksjonsmetoder ble valgt ut for å være representative for kommersiell grønnsaksproduksjon i veksthus:

- Et veksthus med helårsproduksjon av agurk (med belysning)
- Et veksthus med sesong produksjon av tomat (uten belysning)
- Et veksthus med helårsproduksjon av tomat (med belysning)

Avrenningsvann ble samlet opp henholdsvis fra desember 2014 til november 2015, fra mars 2015 til oktober 2015 og fra august 2015 til mai 2016. En gang i måned ble det tatt en vannprøve fra oppsamlet avrenningsvann for hver av de tre kulturene. Prøvene ble analysert av LMI (Lennart Månsson International AB, Helsingborg, Sverige) for innholdsstoffer.

### 2.2 Avrenningsmengde og fordeling over året

Drypp (= tilført vanningsmengde) og avrenning (vann som renner ut av vekstmedium (steinull mattene)) ble registrert hver dag av dyrkerne og resultatene vises i liter per m<sup>2</sup> dyrkingsareal hver måned for de 3 forskjellige kulturene.

#### 2.2.1 Vanning og avrenning i en agurkkultur med belysning

Tabell 1: Vanning (Drypp) og avrenning vist som liter pr m<sup>2</sup> dyrkingsareal for en agurkkultur i 2014/2015 (helårskultur med belysning). Prosent tapt gjødselvann (%) er beregnet for hver måned.

	Drypp (l/m <sup>2</sup> )	Avrenning (l/m <sup>2</sup> )	%
Des	138,83	44,07	31,7 %
Jan	202,35	90,68	44,8 %
Feb	224,98	66,27	29,5 %
Mar	229,43	69,08	30,1 %
Apr	203,63	82,73	40,6 %
Mai	231,90	76,74	33,1 %
Jun	299,78	104,84	35,0 %
Jul	299,03	124,11	41,5 %
Aug	206,06	91,63	44,5 %
Sep	248,03	93,90	37,9 %
Okt	138,08	60,53	43,8 %
<b>Sum</b>	<b>2283,24</b>	<b>860,48</b>	<b>37,7 %</b>

## 2.2.2 Vanning og avrenning i en tomatkultur uten belysning

Tabell 2: Vanning (Drypp) og avrenning vist som liter pr m<sup>2</sup> dyrkingsareal for en tomatkultur i 2015 (tradisjonell kultur uten bruk av tilleggs belysning). Prosent tap av gjødselvann (%) er beregnet for hver måned.

	<b>Drypp (l/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Avrenning (l/m<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Mar	47,7	3,21	6,7 %
Apr	148,5	39,21	26,4 %
Mai	177,0	45,18	25,5 %
Jun	224,4	74,19	33,1 %
Jul	222,6	77,43	34,8 %
Aug	183,9	58,80	32,0 %
Sep	116,5	31,23	26,8 %
<b>Sum</b>	<b>1120,6</b>	<b>329,25</b>	<b>29,4 %</b>

## 2.2.3 Vanning og avrenning i en tomatkultur med belysning

Tabell 3: Vanning (Drypp) og avrenning vist som liter pr m<sup>2</sup> dyrkingsareal for en helårs tomatkultur med belysning (vinter 2015/2016). Tap avrenning er beregnet i % av total drypp.

	<b>Drypp (l/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Avrenning (l/m<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Okt	157,8	45,3	29 %
Nov	188,4	62,1	33 %
Des	195,3	73,0	37 %
Jan	184,2	63,9	35 %
Feb	179,7	65,8	37 %
Mar	192,0	70,3	37 %
Apr	198,0	83,1	42 %
<b>Sum</b>	<b>1295,4</b>	<b>463,5</b>	<b>36 %</b>

## 2.2.4 Næringsinnhold i avrenningsvann

Det har blitt tatt prøver av avrenningsvann en gang i måned og prøvene har blitt analysert for innhold av næringsmineraler. Resultatene viste at det var lite variasjon i næringsinnhold i avrenningsvann i prøvene tatt i de ulike måneder innen samme kultur. Derimot var det betydelige forskjeller mellom kulturene. Det er derfor valgt å bruke gjennomsnittsverdier for de forskjellige kulturene for å estimere tap av mineraler i avrenningsvann.

Tabell 4. Næringsinnhold i avrenningsvann. Konsentrasjon av mineraler i avrenningsvann fra tre forskjellige kulturer i 2015.

		Agurk med lys	Tomat med lys	Tomat uten lys
pH		5,16	6,13	5,25
Ledetall	ms/cm	3,74	3,99	4,06
Nitrat-nitrogen	mg/l	351,60	398,70	343,80
Fosfor	mg/l	87,00	49,20	94,90
Kalium	mg/l	467,60	422,70	610,80
Magnesium	mg/l	92,10	99,00	102,30
Svovel	mg/l	86,00	101,50	115,40
Kalsium	mg/l	305,80	401,00	291,80
Natrium	mg/l	17,30	21,80	19,00
Klorid	mg/l	32,50	15,00	69,50
Mangan	mg/l	0,94	0,80	1,07
Bor	mg/l	0,73	0,92	0,99
Kopper	mg/l	0,33	0,38	0,33
Jern	mg/l	4,83	4,18	4,37
Zink	mg/l	0,48	0,88	1,21
Molybden	mg/l	0,07	0,10	0,09
Aluminium	mg/l	0,15	0,04	0,05
Kisel	mg/l	1,98	3,93	2,83
Ammonium-nitrogen	mg/l	3,98	0,83	3,19

Resultatene viser at det var mest av nitrat-nitrogen, kalium og kalsium i avrenningsvann. Snittverdi for alle kulturene var 365 mg/liter for nitratnitrogen, 500 mg/liter for kalium og 333 mg/liter for kalsium. Dyrking av tomat med belysning ga høyeste konsentrasjon i avrenning av nitrogen og kalsium, mens dyrking av tomat uten belysning førte til høyeste konsentrasjon i avrenning av kalium. Derimot var utslipp av fosfor lavest ved dyrking av tomat med belysning og mer enn to ganger så høyt ved dyrking av tomat uten lys. Også utslipp av ammonium var minst ved dyrking av tomat med belysning.

Mikronæringsstoffer i avrenningsvann var mest jern og kisel. Snittverdi for alle kulturene var for jern 4,46 mg/l og for kisel 2,91 mg/l.



Med kunnskap om avrenningsmengde og innhold av næringsstoffer i avrenningsvann kan vi regne ut totale mengde av mineraler som går tapt med avrenningsvann. Dette er en estimering, fordi vi bruker gjennomsnittsverdier for hver av innholdsstoffene fra avrenningsvannet.

Tabell 5: Totale tap av ulike mineraler (i g/m<sup>2</sup>) ved helårsdyrking av agurk med belysning (kulturlengde 45 uker), tomat med belysning (kulturlengde 36 uker), samt sesongdyrking av tomat uten belysning (kulturlengde 33 uker).

		Agurk med lys	Tomat med lys	Tomat uten lys
Nitrat-nitrogen	g/m <sup>2</sup>	302,4	184,8	134,8
Fosfor	g/m <sup>2</sup>	74,8	22,8	37,2
Kalium	g/m <sup>2</sup>	402,1	195,9	239,4
Magnesium	g/m <sup>2</sup>	79,2	45,9	40,1
Svovel	g/m <sup>2</sup>	73,9	47	45,2
Kalsium	g/m <sup>2</sup>	263	185,9	114,4
Natrium	g/m <sup>2</sup>	14,8	10,1	7,4
Klorid	g/m <sup>2</sup>	28	6,9	27,3
Mangan	g/m <sup>2</sup>	0,81	0,37	0,42
Bor	g/m <sup>2</sup>	0,63	0,43	0,39
Kopper	g/m <sup>2</sup>	0,28	0,18	0,13
Jern	g/m <sup>2</sup>	4,16	1,94	1,71
Zink	g/m <sup>2</sup>	0,41	0,41	0,47
Molybden	g/m <sup>2</sup>	0,06	0,05	0,04
Aluminium	g/m <sup>2</sup>	0,13	0,02	0,02
Kisel	g/m <sup>2</sup>	1,7	1,82	1,11
Ammonium-nitrogen	g/m <sup>2</sup>	3,42	0,38	1,25

Den totale mengde avrenning varierer mellom kulturene. I agurk med belysning ble det målt avrenning på 860 l/m<sup>2</sup>, i tomatkultur uten belysning 329 liter/m<sup>2</sup> og en tomatkultur med belysning 463 liter/m<sup>2</sup>. Avrenning pr måned varierer mellom 50 og 80 liter/m<sup>2</sup>. Av den totale mengde av næringsstoffer i avrenning kom, i snitt for alle kulturene, mellom 75 og 80 % fra 3 næringsstoffer: nitrat, kalium og kalsium.

## 2.3 Konklusjon og anbefaling

Resultatene viser at det er betydelige mengder av næringsstoffer som går tapt ved dagens produksjonsmetoder av veksthusgrønnsaker. Dette er ikke en ønskelig situasjon, både med hensyn til forurensing av nærmiljøet og verdi tap for produsenter med hensyn til ubrukt gjødsel. For å oppnå en mer bærekraftig veksthusproduksjon anbefales derfor å utvikle tiltak for å redusere avrenning. For at produsenter av veksthusgrønnsaker skal kunne investere i nye teknikker og systemer, må disse være både trygg og lønnsomme.

## 3 TILPASSING AV VANNINGSTEKNIKK FOR Å BEGRENSE AVRENNING

For å kunne redusere tapp av næringsstoffer, må vi først og fremst begrense mengde vannforbruk i veksthuskulturene. Høsten 2015 ble det gjennomført et forsøk hos NIBIO Særheim med mål om å påvise muligheter for å begrense avrenningsmengde med tilpasset vanningsstrategi. Forsøket ble gjennomført med tomat uten belysning i perioden fra august 2015 til november 2015.

### 3.1 Forsøksopplegg

Som vist i kapittel 2 fører en vanlig vanningsstrategi til en avrenning på ca 30% av totalt tilført vann. I forsøket ble tomatplanter dyrket som vanlig i praksis, med 3 planter på en stor steinullmatte, sammenlignet med tomatplanter som ble dyrket med 1 plante på en lite steinullmatte. Mattevolum pr plante var likt for alle planter (3,5 liter). Planter som har et avskjermet rotvolum (1 plante pr matte) har mindre konkurranse enn planter som må dele ett rotvolum (3 planter pr matte) med hensyn til opptak av vann og næringsstoffer. Hypotesen er at det er mulig å redusere vanningen, og dermed avrenningen, til planter som har et eget rotvolum sammenlignet med planter som deler rotvolum, uten at det går på bekostning av avling og kvalitet. I forsøket ble vanningen i planter med avskjermet rotvolum redusert til å gi en avrenning på 5 %. Plantetetthet var likt i begge forsøksledd.

### 3.2 Resultater

For begge behandlingene (1: dyrking av 1 plante på en lite matte med tilpasset vanningsteknikk, og 2: kontroll: dyrking av 3 planter på en stor matte med standard vanningsteknikk) ble det målt tilført vanningsmengde, avrenning og plantenes vannopptak samt næringsinnhold av avrenningsvann. Forsøket ble gjennomført med to gjentak. Rapporten beskriver gjennomsnittsverdien for de to gjentak.

#### 3.2.1 Tilført vannmengde, avrenning og plantenes vannopptak

Resultatene i Figur 5 viser at plantenes vannopptak pr m<sup>2</sup> dyrkingsareal var mer eller mindre like (mindre enn 5 % forskjell) i begge forsøksledd (1: dyrking av 1 plante på en lite matte, 2: dyrking av 3 planter på en stor matte), mens avrenning ble nesten halvert (redusert med 48 %) i leddet med 1 plante per matte. Forskjellen i avrenning (13,74 liter/m<sup>2</sup>) mellom forsøksleddene har stor sammenheng med forskjell i tilført vannmengde (drypp) (11,23 liter/m<sup>2</sup>).

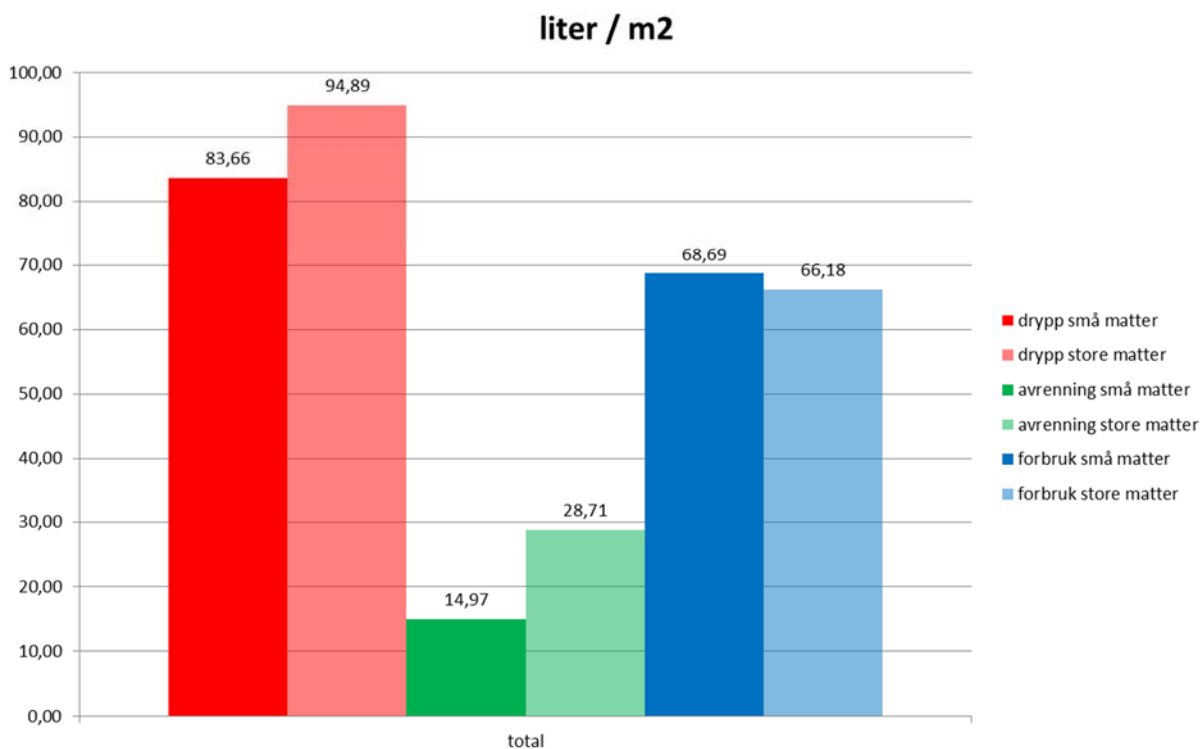


Fig. 1: Total tilført vannmengde (drypp, i liter pr m<sup>2</sup>), total mengde avrenning (i liter pr m<sup>2</sup>) og total opptak av vann (i liter pr m<sup>2</sup>) av tomatplanter dyrket med 1 plante på en liten steinullmatte eller med 3 planter på en stor steinullmatte i forsøksperioden høsten 2015 (kultur av 16 uker).

I forsøket har vi også registrert avling og det ble ikke funnet noen vesentlige forskjell. Herved kan vi konkludere at avling ikke er negativ påvirket av dyrkingsmetoden med 1 plante pr matte i dette forsøket. Samtidig førte den dyrkingsmetoden med tilpasset vanningsteknikk til betydelig mindre avrenning.

### 3.2.2 Næringsinnhold i avrenningsvann

Det har blitt tatt jevnlig vannprøver fra avrenningsvann og prøvene har blitt analysert for innhold av næringsmineraler. Resultatene viser at det var lite variasjon over tid innen samme behandlingen (noen økninger på slutt av kulturene), men mellom behandlingene var forskjellene betydelig. Derfor er det valgt å bruke gjennomsnitt verdi for de forskjellige behandlingene for å estimere tap av mineraler i avrenningsvann.

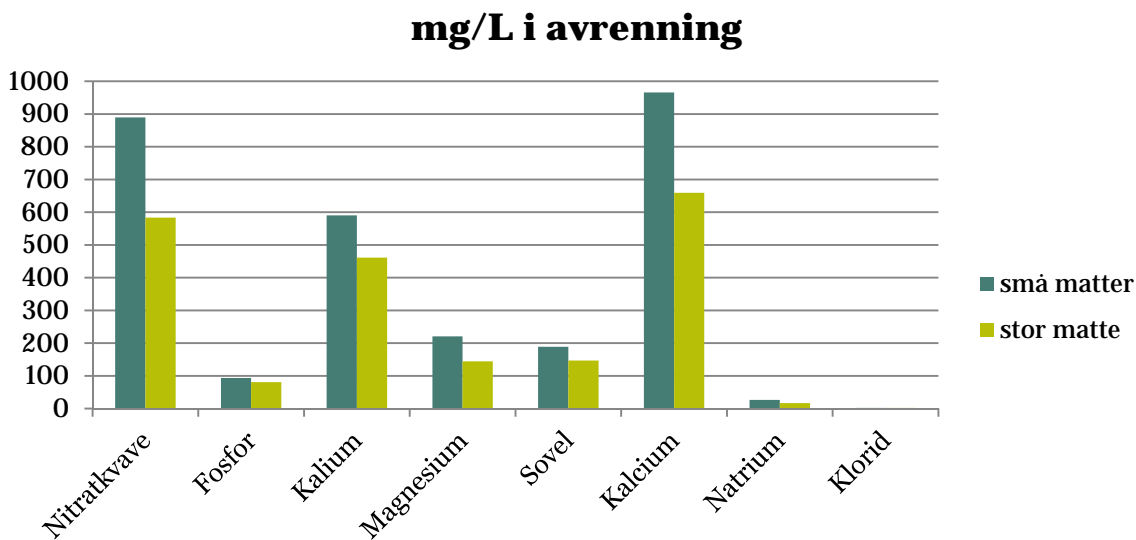


Fig. 2. Næringsinnhold (mg/l) av makro næringsstoffer i avrenningsvann (gjennomsnitt for hele forsøksperiode).

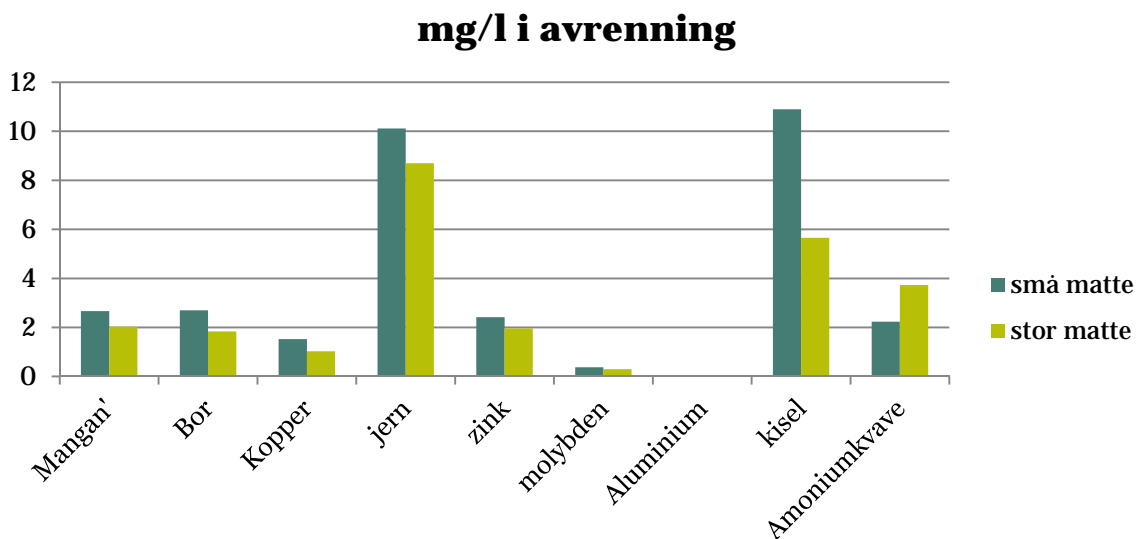


Fig. 3. Næringsinnhold (mg/l) av mikronæringsstoffer i avrenningsvann (gjennomsnitt for hele forsøksperiode).

Resultatene i figur 2 og 3 viser at konsentrasjonen fra alle næringsstoffene (makro og mikro) er høyere i avrenningsvann fra små matter.

Den totale mengde av næringsstoffer i avrenningsvann (i gram pr m<sup>2</sup>) ble beregnet på grunnlag av den totale mengde avrenning som ble målt (i liter) og den konsentrasjonen av næringsstoffer i avrenningsvann (i mg pr liter) (Figur 4 og 5).

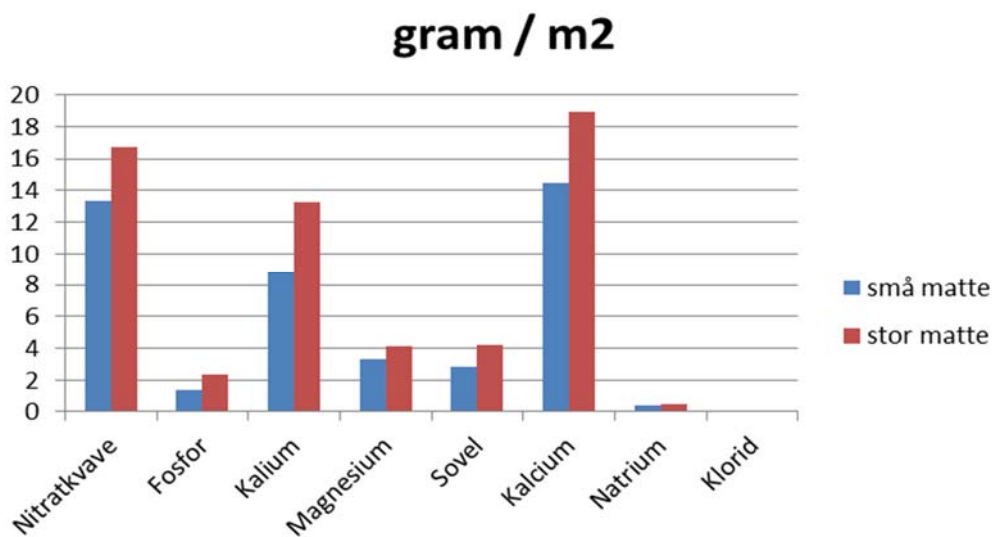


Fig 4. Beregnet tap av makroelementer (gram per m<sup>2</sup>) totalt i forsøksperioden.

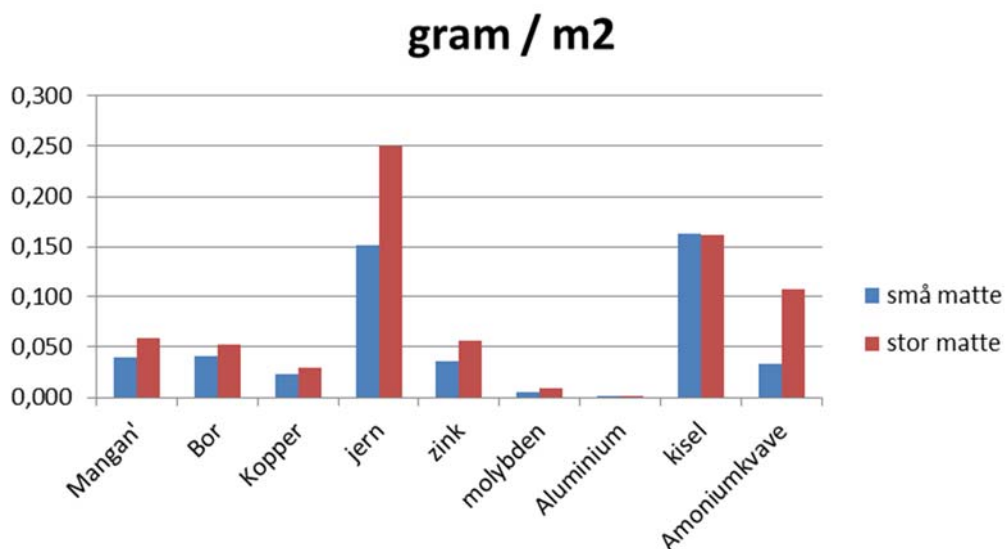


Fig 5. Beregnet tap av mikroelementer (gram per m<sup>2</sup>) totalt i forsøksperioden

Resultatene i figur 4 og 5 viser at tap av de ulike næringsstoffene (makro og mikro) er høyere ved bruk av flere planter pr matte (stor matte) sammenlignet med bruk av en plante pr matte. Til tross at Lt i avrenning fra små mattene var høyere enn fra de stor mattene (7,5 og 5,5) henger tap av næringsstoffer mest sammen med høyere mengde med avrenning.

Reduksjon i avrenning ble beregnet for de ulike næringsstoffene (Figur 6).

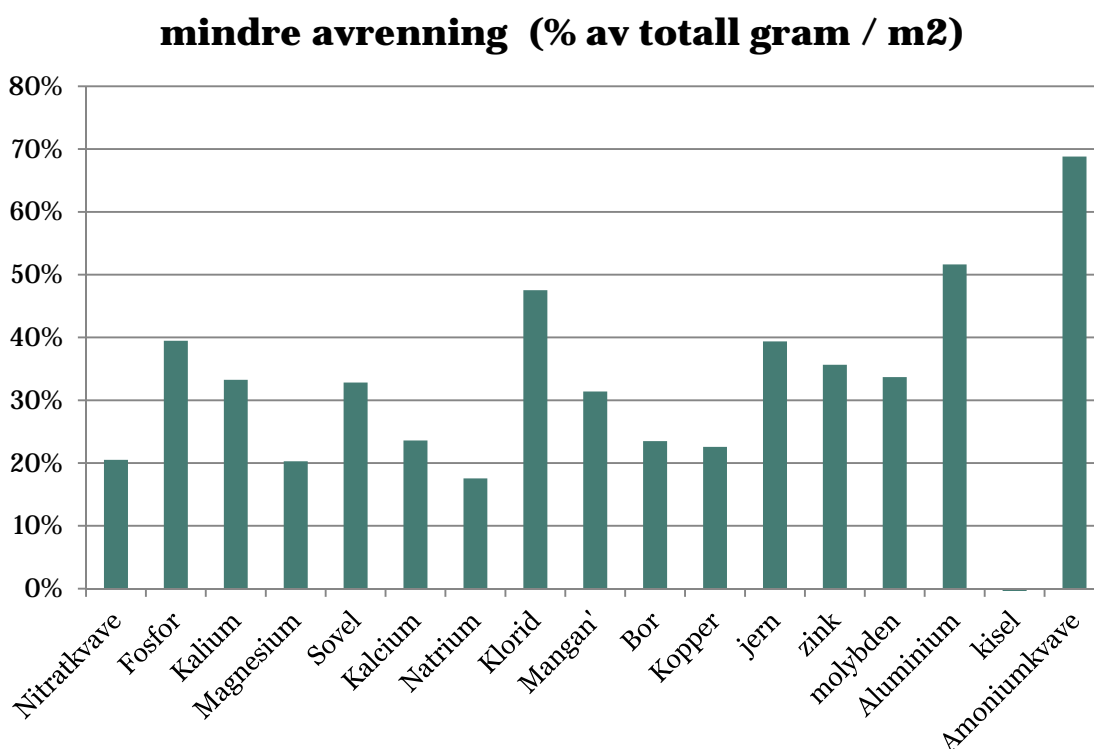


Fig 6. Reduksjon i avrenning for de ulike næringsstoffene ved bruk av små matter med 1 plante sammenlignet med store matter med 3 planter (i %).

Resultatene i figur 6 viser at metoden med bruk av små matter med 1 plante reduserer tap av nitrat, kalium og kalsium med henholdsvis 20, 33 og 24%. I kapittel 2 ble det vist at disse tre næringsstoffer står for 70 til 80 % av den totale tap av næringsstoffer i dagens produksjon av veksthusgrønnsaker.

### 3.2.3 Konklusjon og anbefaling

Forsøket viser at det er mulig å begrense mengde avrenningsvann ved å endre vanningsystem (1 plante på hver matte) og/eller endre vanningsstrategi (styre på mindre avrenning). I forsøket ga et slikt vanningsystem heller ikke en negativ effekt på avling, noe man kunne ha forventet på grunn av høyere LT (ledetall, som viser total mengde av næringsstoffer) i mattene. I dette forsøket blir kvalitet av høstende fruktene ikke nøyaktig vurdert, men de har ikke oppstod vesentlig forskjell i kvalitet.

Forsøket ble gjennomført i en tomatkultur om høsten uten bruk av tillegg belysning. Vi kan ikke konkludere at vi få samme resultatene i mer langvarige kulturer, på annen årstid eller med belysning. Dermed er det usikkert om en halvering av mengde avrenningsvann i konvensjonelle dyrking i praksis er mulig. Spesielt på dagen med høy innstråling, noen som kan skjer om sommeren, kan det oppstå store skader på plantene på grunn av kortvarig vannmangel. Derfor må

forsøket gjennomføres i et helt sesong eller i et helårsproduksjon før en kan trekke sikre konklusjoner.

En annen utfordring med å ha en plante på en avgrenset rot volum er at en er mer avhengig av kvaliteten av vanningsystemet. I systemet med en plante pr matte har en kun en drypp pr matte og må man være 100 % sikker på at vannavgift (=mengde vann) av alle drypp er like. I systemet med tre plante pr matte har en tre drypp pr matte og vil eventuelle forskjeller i vannavgift pr drypp jevnes bedre ut.



## 4 FRAMTIDIGE LØSNINGER FOR DAGENS SITUASJON

For å kunne redusere avrenning fra norske veksthus finnes flere løsninger: tilpassing av vanningsteknikk (som beskrevet i kapittel 2), tilpassing av gjødslingsanbefalinger, og/eller resirkulering av næringsvann. Gjenbruk av avrenningsvann er enn god og utprøvd mulighet for å begrense utslipp av næringsstoffer. At metoden ikke er tatt i bruk i Norge har to hovedårsaker:

1. Resirkulering av gjødselvann uten rensing kan gi store farer for spredning av vannbårne sykdommer
2. Resirkuleringssystemer (med eller uten rensing) krever til dels høye investeringer

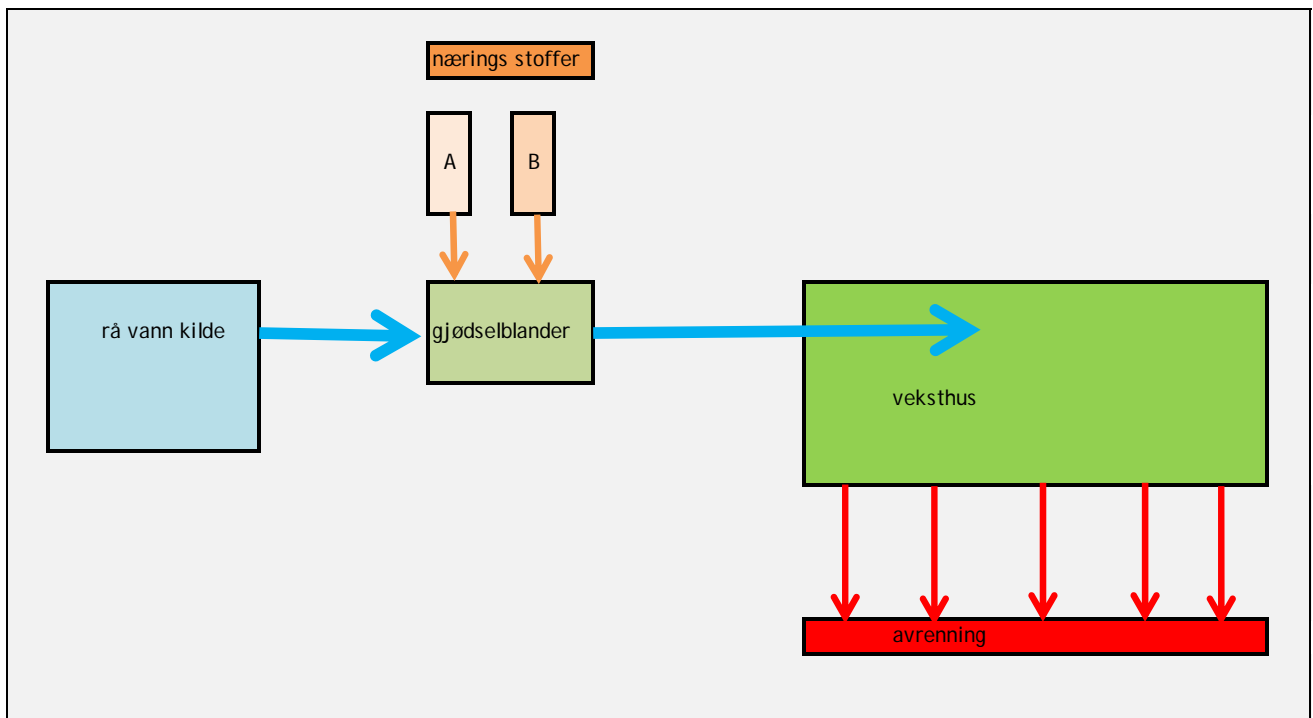
Avrenningsvannet kan brukes igjen i samme kultur (resirkulering) eller i en annen kultur. For å bruke avrenningsvann igjen som dryppvann må avrenningsvannet renses. Dette gjelder alltid hvis avrenningsvann blir brukt i samme kultur, men er også svært ønskelig dersom avrenningsvann blir brukt i en annen kultur. Å kombinere to kulturer kan være en utfordring med hensyn til at kulturene ofte kan ha ulike vannbehov til ulike tider. Det vil medføre at det trenges stor lagringskapasitet for avrenningsvann over lengre tid. 1000 m<sup>2</sup> med helårsproduksjon kan ha et overskudd på 260 til 300 m<sup>3</sup> avrenningsvann i en periode der det er ingen eller lite behov for vann i en tomatkultur uten belysning. I tillegg ser vi at flere og flere gartnerier spesialisere seg på en kultur. Derfor må fokus i framtiden ligge på gjenbruk av avrenningsvann innen samme kultur.

For å gjennomføre resirkulering av avrenningsvann trenger gartneriene å endre vanningsystemer. For å resirkulere avrenningsvann må vanningsystemet ha:

- Innsamlingssystem for avrenningsvann til et vannlager (urent avrenningsvann).
- Rensing av avrenningsvann.
- Lager for rent avrenningsvann.
- Gjødselblander som blander rent avrenningsvann, nytt vann og enkelte næringsstoffer til et gjødselvann som inneholder et riktig forhold mellom alle næringsstoffer

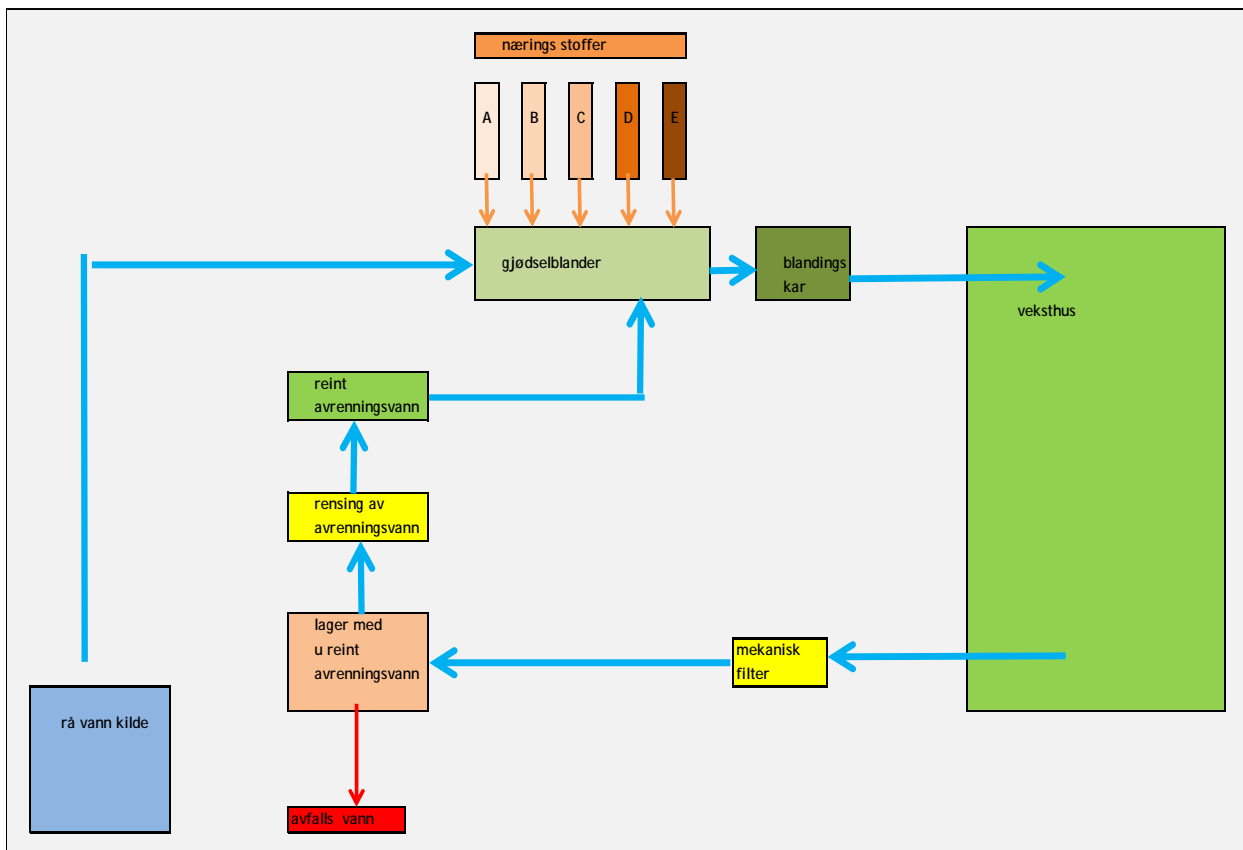
Dette innebærer en betydelig oppgradering av teknisk utstyr (og kunnskap) for flere vanningsanlegg i gartneriene i Rogaland.

Nedenfor er 2 tegninger som viser forskjellen mellom vanningsanlegg som er «standard» anlegg i Rogaland (og i Norge) og ett vanningsanlegg hvor avrenningsvann kan gjenbrukes på en god og trygg måte.



Oversikt tegning 1: Nåværende situasjon.

I dagens situasjon blandes konsentrerte stamløsninger (av et sammensatt gjødsel levert av en gjødsel leverandør) fra to kar (A og B) som så fortynnes med vann til et dryppvann med ønsket sammensetning. Det blir brukt en type vannkilde. Avrenningsvann blir ikke gjenbrukt.



Oversikt tegning 2: Situasjon med gjenbruk av avrenningsvann til ny næringsvann.

I situasjon med resirkulering har gjødselblander tilgang til flere typer av gjødsel som inneholder enkelte næringsstoffer (for eksempel bare N eller K). Gjødselblanderer blander råvann og rent (desinfisert) avrenningsvann med enkelte næringsstoffer til ny næringsvann med ønsket sammensetning. Avrenningsvann blir i sin helhet samlet opp og, etter filtrering og desinfisering, lagret i en tank. Næringsstoffer som har blitt tatt opp mest av plantene, og dermed mangler i avrenningsvann, kan med dette systemet blir tilsatt spesifikk. Dersom noen næringsstoffer akkumulerer i avrenningsvann til uønsket høye mengder, kan noe av vannet fjernes fra systemet (avfallsvann). I praksis er det ofte i størrelse på 1 til 2 % av den totale avrenningen.

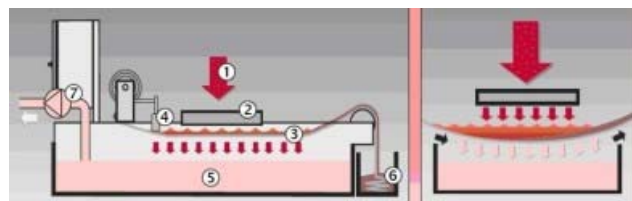
## 4.1 Tilpassing av vanningsanlegg til resirkulering av avrenningsvann.

### Innsamling av avrenningsvann

For en effektiv innsamling av avrenningsvann er det ønskelig å ha dyrkingsrenner i veksthus. Det viser seg i praksis at nyere veksthusanlegg har installert renner, mens eldre anlegg har fortsatt mattene liggende på bakken. Jeg vil estimere at 50 % av arealet i Rogaland ikke har installert renner (2015).



I tillegg må avrenningsvannet samles inn i et lager. På vei til lageret for urent avrenningsvann (se oversikt tegning 2) må vannet renses mekanisk. Forsøk i Belgia/Nederland har vist at det er best å bruke en «Fiber Filtration» (Wageningen Universiteit, de waterefficiënte emmissieloze kas, update 16-10-2015, nummer 4).



Prinsippet for dette filteret er enkelt. Man tilfører avrenningsvann over fiberduken (1) og på grunn av tyngdekraften går vannet gjennom et fiberfilter (2) og samles opp under fiberduken. Bli fiberduken tett av slam, stiger vann nivået over duken. Hvis vann nivået kommer for høyt, blir duken erstattet med ny duk (automatisk). Det brukte duk blir oppsamlet i en kasse (6). Fordel med dette filter-prinsippet er at man ikke trenger vann for å rense filter. Filter og slam (biologisk material) kan komposteres i etterkant. Filteret fås i flere størrelser som betyr at den kan tilpasses til ulike behov i gartneriene.

## Desinfeksjon av avrenningsvann

Det er svært viktig med desinfeksjon av avrenningsvann som blir brukt igjen som dryppvann. Avhengig av kultur kan man velge flere forskjellige metoder. Metodene som brukes mest er Ozon, UV eller en kombinasjon av begge, eller varme behandling. Dersom det blir brukt tilstrekkelige filter under rensing slik at avrenningsvannet er renset for alle partikler (vannet må bli 100 % renset av alle partikler) desinfiserer både Ozon og UV godt. For jordbundne kulturer er varme desinfisering bedre egnet fordi vannet oftest inneholder for mye partikler.

### Ozon desinfisering



Ozon er ett av de mest kraftige oksidasjonsmidlene som brukes for å desinfisere vann. En ozon mengde på 10 g/time/m<sup>3</sup> med en reaksjonstid på en time er tilstrekkelig til å eliminere alle patogenere.

### UV-desinfeksjon



Ultrafiolett stråling er en velprøvd metode for desinfeksjon av vann. For ødeleggelse av bakterier og sopp er en energi dose av 100 mJ /cm<sup>2</sup> anbefalt. For å eliminere virus anbefales en økning av energi dosen til 250 mJ/cm<sup>2</sup>.

## Varme desinfeksjon

Etter oppnådd temperatur på 95 °C i ca. 30 sekunder vil alle bakterier og sopp være drept. For bekjempelse av virus sykdommer er det nødvendig å øke tid til minst 120 sekunder. En ulempe med metoden med oppvarming er at det har et høyt energiforbruk. I tillegg har oppvarmet vann mindre oksygen, som ikke er gunstig for plantene.

## Lagringsbehov for avrenningsvann.

For gjenbruk av desinfisert avrenningsvann er det behov for lagring av 3 forskjellige typer vann; urent avrenningsvann, rent avrenningsvann og ferdig blandet gjødselvann (blanding av rent avrenningsvann og nytt blandet gjødselvann). På en sommerdag med mye innstråling kan en tomatkultur produsere så mye som 5,0 liter avrenningsvann per m<sup>2</sup>. Dette betyr at for hver 1000 m<sup>2</sup> vil det være behov for en daglig lagringskapasitet på 5 m<sup>3</sup>. En desinfeksjons installasjon må kunne desinfisere dette volumet på 5 m<sup>3</sup> i løpet av 24 timer. Dersom også råvann (for eksempel regnvann) må desinfiseres må desinfeksjonskapasiteten doubles. Tabell nr. 7 viser lagringsbehovet for avfallsvann (husk at det trenges 2 lager, en for urent og en for rent vann) og kapasitet av desinfeksjonsinstallasjonen. Blandingskaret for blanding av reint avrenningsvann og gjødselvann trenger ikke være så stort og er som regel allerede tilstede.

Tabell 7. Lagringskapasitet og kapasitet av desinfeksjonsinstallasjonen for avrenningsvann relatert til dyrkingsareal.

Areal (m <sup>2</sup> )	Kultur	Lagringsbehov (m <sup>3</sup> )	Desinfeksjonskapasitet (avrenningsvann) (l/time)	Desinfeksjonskapasitet (avrenningsvann og rå vann) (l/time)
1000	Tomat	5	210	420
5000	Tomat	25	1100	2200
10000	Tomat	50	2100	4200
15000	Tomat	75	3150	6300

## Gjødselblander

I dagens situasjon er nesten ingen av gjødselblandere i norske gartnerier egnet for å blande avrenningsvann. De fleste gartnerier bruker gjødsel som allerede er blandet på forhånd av leverandør og derfor er det kun behov for en gjødselblander som blander 2 til 3 gjødseltyper. En gjødselblander som skal blande avrenningsvann og nytt blandet gjødselvann trenger å kunne tilføre flere forskjellige gjødselslag for å oppnå godt sammensatt næringsforhold i dryppvannet. Dette krever i de fleste tilfeller en investering i en ny gjødselblander. I tillegg må det, i mesteparten av gartneriene, installeres en ny løsning for hele vanningsanlegget. Investeringsbehovet er avhengig av situasjonen for de enkelte gartneriene og delvis relatert til areal.

## 4.2 Investeringsbehov

Investeringsbehovet for tilpassing av vanningsanlegget er delvis avhengig av areal. Noen investeringer er uavhengig av arealet. Slike typer investeringer kan raskt bli for dyrt for små gartnerier. Kostnadsforskjellen mellom desinfisering med ozon eller UV er relativt lite (mindre enn 50 000 NOK) og derfor er disse investeringskostnadene samlet til en kalkyle. Kapitalkostnader er beregnet med utgangspunkt av nedbetalingstid på 5 år og rentesats på 5 % (Tabell 8).

Tabell 8. Investeringskostnader for tilpassing av vanningsanlegget til resirkulering relatert til dyrkingsareal. Alle beløp er i 1000 NOK. Eventuelle kostnader til bygging av et nytt rom til vanningsanlegg er ikke med i kalkyle, fordi dette varierer mye mellom hver enkel bedrift.

Areal (m <sup>2</sup> )	1000	3000	5000	10000	15000
Renner	100	300	500	1000	1500
Innsamling av avrenningsvann	40	50	60	80	120
Fiber filtrasjon	25	30	35	45	55
Lager for urent avrenningsvann	32	45	55	60	75
Desinfeksjon	400	400	400	400	400
Lager for rent avrenningsvann	32	45	55	60	75
Gjødselblander	250	250	250	300	350
<b>Totale investering</b>	<b>879</b>	<b>1120</b>	<b>1355</b>	<b>1945</b>	<b>2575</b>
<b>Kapitalkostnader (pr år)</b>	<b>198</b>	<b>252</b>	<b>305</b>	<b>437</b>	<b>579</b>

For å beregne investeringsbehovet må vi være oppmerksom på at flere gartnerier i Norge har flere veksthus. En bedrift med 5 hus på 3000 m<sup>2</sup> vil ha høyere investeringskostnader enn en bedrift med 1 hus på 15 000 m<sup>2</sup>.

For å beregne kapitalkostnader pr kg avling (høstet produkt) har vi brukt avling på 40 kg/m<sup>2</sup> for en vanlig tomatkultur uten belysning, 90 kg for en tomatkultur med belysning og 135 kg/m<sup>2</sup> for en agurkkultur med belysning (Tabell 9).

Tabell 9. Produksjon av tomat (med og uten belysning) og agurk med belysning i kg pr areal.

Areal (m <sup>2</sup> )	1000	3000	5000	10 000	15 000
Tomat uten belysning	40 000	120 000	200 000	400 000	600 000
Tomat med belysning	90 000	270 000	450 000	900 000	1 350 000
Agurk med belysning	135 000	405 000	675 000	1 350 000	2 025 000

For å beregne kostnads økning per kg produsert produkt er kapitalkostnader delt på beregnet avling. Resultatene i tabell 10 viser at det er betydelige forskjeller i kostnader mellom bedrifter med ulike produksjonsareal. Størrelsen av bedriftene er utslagsgivende i forhold til forskjell i økte kapitalkostnader per kg avling. De er en tydelig sammenheng mellom areal og økte kapitalkostnader pr kg produsert produkt. Når arealet øker med 300 % minsker kapitalkostnader pr kg med 35 til 40 %.

Tabell 10. Økte kapitalkostnader pr kg produkt som følge av investering i nytt vanningsanlegg tilpasset til resirkulering.

Økte kapitalkostnader i NOK/kg avling					
Areal (m <sup>2</sup> )	1000	3000	5000	10000	15000
Tomat uten belysning	4,76	1,59	1,46	1,07	0,95
Tomat med belysning	2,12	0,71	0,65	0,47	0,42
Agurk med belysning	1,41	0,47	0,43	0,32	0,28

Til sammenligning er besparelsen av utgifter for gjødsling og vann er estimert på 0,10 til 0,15 nok/kg. Dette står ikke i forhold til de økte kapitalkostnader for nesten alle tomatgartneriene i Rogaland, som er som regel uten belysning. Kalkylen viser at gartneriene må være minst 15.000 m<sup>2</sup> for å nærme seg «Break Even Point» mellom investeringer og inntjening. Det er veldig få gartnerier i 2015 som har denne størrelse i Rogaland.



## 5 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Dagens produksjonsmetode i veksthus gir betydelig utslipp av næringsstoffer. Det er en situasjon som er uønsket og kan føre til forurensing av nærmiljøet, bruk av for mye næringsstoffer og verdi tap for produsenter med hensyn til ubrukt gjødsel. Registreringer viser at avrenningsprosenten varierer mellom 30 og 40 % i tomat og agurk gartnerier som deltok i kartleggingen.

Registreringene er representativ for flertallet av gartnerier som produserer tomat og agurk i Norge.

I forsøk har vi påvist at det er fullt mulig å begrense mengde avrenningsvann med 50 % i en tomatkultur om høsten ved å tilpasse vanningsteknikk. For å kunne si noe om mulige besparelser i lengre kulturer og kulturer med belysning trenges mer forskning. Vanningsteknikken som fører til begrenset mengde avrenningsvann kan ha store konsekvenser for avling og/eller kvalitet av produktene i tilfeller hvor vanningsystemet ikke er 100% nøyaktig, og særlig på dager med høy innstråling. Dermed er det enda ikke forsvarlig å bruke denne vanningsteknikken.

Teknisk er det mulig å gjenbruke avrenningsvann. Det vil redusere avrenningen med tilnærmet 100%. Desinfeksjon av avrenningsvann er helt nødvendige for å unngå spredning av sykdommer. Det er god erfaring med gode teknikker fra utlandet (Nederland/Belgia). Til nå (2015) har svært få bedrifter i Norge tilpasset vanningsanleggene sine som gjør det mulig å gjenbruke avrenningsvann. Investeringskostnadene er i de fleste tilfeller for høye i forhold til bedrifts størrelsen.

I 2015 var prisen av vanlig tomat rundt 16 NOK pr kg og agurk 19,50 NOK pr kg. Investering i et nytt vanningsystem for gjenbruk av avrenningsvann vil øke produksjonskostnader for gartnerier med et gjennomsnittsareal på 1000-3000 m<sup>2</sup> med ca. 25 %. Besparelsen av utgifter for gjødsling og vann er estimert på 0,10 til 0,15 nok/kg. Dermed er det pr i dag for de fleste bedrifter ulønnsomt å investere i et slikt vanningsystem.

## NOTATER

## NOTATER

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

