

Cirkulär växthusekonomi (VattRe)

1.9.2021-30.11.2024

Rapport från försöket med långsamfiltrering vid Handelsträdgård Strand Öb

Version 2 med epilog

Heidi Smart, projektledare
Österbottens Svenska Producentförbund r.f.
Vasa, 29.11.2024

Innehållsförteckning

1.	Introduktion	1
1.1.	Bakgrund	1
1.1.1.	Vattnets kretslopp i odlingen	1
1.1.2.	Vattenkvalitet.....	2
2.	Långsamfilter	2
2.1.	Beskrivning av systemet.....	3
2.2.	Kostnad för anskaffning	5
2.3.	Reningens effektivitet	6
2.3.1.	MSU analyser	6
2.4.	Kylsystem.....	8
2.5.	Utmaningar och underhåll	9
3.	Inbesparing tack vare recirkulering av gödsel, pengar och vatten.....	10
3.1.	Gödselinbesparing	10
3.2.	Vatteninbesparing	11
4.	Näringsbalans.....	12
4.1.	Bevattningsvatten.....	12
4.2.	Returvatten	12
5.	Insikter och slutsats	13
6.	Epilog	15

1. Introduktion

Inom projektet Cirkulär växthusekonomi (VattRe) undersöktes recirkulering av bevattningsvatten och olika metoder för att rena returvatten innan återanvändning. Returvatten är det vatten som plantorna inte tar upp och som därför dräneras ur odlingsunderlagen. Returvattnet är rikt på näringsämnen och kan återanvändas, men måste först behandlas så att växtsjukdomar inte kan spridas med det. Det finns olika metoder att behandla vattnet för att ta bort växtpatogener och långsamfiltrering är en av dem. Metoden testades vid Handelsträdgård Strand Öb.

1.1. Bakgrund

Handelsträdgård Strand Öb grundades år 2005 när Pia och Joakim Strand tog över Pias fars företag Handelsträdgård Bengt Sörhannus Öb, som hade varit verksamt sedan år 1990. Företaget drivs idag av Joakim och Pia Strand och även sonen Jakob arbetar i företaget. Odlingen består av både säsongs- och året runt odling. Odling året runt sker i ett blockhus som omfattar 0,5 ha och här kan allt överlopps vatten tas till vara och återanvändas genom recirkulering.

I blockhuset odlas körsbärstomat och pärltomat. Under odlingssäsongen 2021-2022 odlades körsbärstomat på halva arealen och röd pärltomat på andra halvan. Under odlingssäsongen 2022-2023 odlades körsbärstomat, röd pärltomat och orange pärltomat på varsin tredjedel av arealen. Under odlingssäsongen 2023-2024 var upplägget samma, men pärltomatplantorna hade flera toppar per kvadratmeter än säsongen innan (4,8 toppar/ m² jämfört med 3,8 toppar/ m² under säsongen innan).

Odlingen belystes tidigare med HPS lampor, men under slutet av år 2023 installerade man och övergick till LED-lampor.

Den här rapporten gäller recirkulering och vattenrening med långsamfilter bestående av stenullsgranulat, som installerades och testades vid odlingen under odlingssäsongen 2023-2024. Recirkuleringen startade 21.11.2023 och pågick till början av augusti 2024 då säsongen småningom avslutades. Efter det hölls filtret igång med att vatten cirkulerade mellan returvattentankarna och filtret.

Innan den här metoden testades långsamfiltrering med en form av lavastenar som filtermaterial. Den metoden visade sig inte vara effektiv, åtminstone i det här specifika fallet. Recirkuleringen och reningen med långsamfilter bestående av stenullsgranulat fortsätter tills vidare efter projektets slut.

1.1.1. Vattnets kretslopp i odlingen

Plantorna står på, för tomatodling, vanliga odlingsrännor som hänger från taket och som odlingssubstrat har Mosswool använts. Innan odlingssäsongen 2023-2024 användes torv. Rännorna lutar mot ändan av blockhuset och där samlas vattnet som dräneras ur odlingsunderlaget i en brunn. Med hjälp av en sänkpump pumpas vattnet från brunnen upp till hallen där returvattentankarna och långsamfiltret står. Returvattnet samlas i tre IBC-tankar som står på en hylla och vattnet rinner sedan med självtryck ner i de tre filtertankarna som står nedanför. Flödet regleras manuellt med hjälp av en bollventil som styrs av en kran.

Vattnet som runnit genom filtren samlas i en så i vilken det finns en sänkpump och pumpas därifrån direkt till råvattentanken där det blandas med nytt råvatten. När vattennivån i returvattentankarna sjunkit till en bestämd nivå ger en nivågivare signal och istället för att pumpas till råvattentanken pumpas det renade vattnet då tillbaka till returvattentankarna. När dräneringen ur underlagen börjar på nytt och returvattentankarna fyllts på med tillräckligt mycket returvatten, börjar renat vatten igen pumpas till råvattentanken.

Allt returvatten, utom det som eventuellt rinner ut genom skvallerröret på returvattentankarna om de blir för fulla, återanvänds. Efter att man börjat recirkulera har man höjt målet för dräneringen från 10% till 20%.

Som bilaga finns ett flödesdiagram (BILAGA 1) som beskriver vattenkretsloppet.

1.1.2. Vattenkvalitet

Som råvatten använder man kommunalt vatten, vilket innebär att vattenkvaliteten är god. För att veta natrium och kloridinnehållet togs en analys som visade Na 3,7 mg/l och <2 mg/l Cl. Enligt en presentation från YaraTera med rubriken "Mer tillväxt med varje droppe" ligger den rekommenderade maximala natriumnivån i bevattningsvatten på 30-50 mg/l. Det kriteriet uppfyller råvattnet i fråga med mycket god marginal.

Acceptabelt natrium- och kloridinnehåll i returvattnet varierar beroende på vem man frågar. En leverantör av ett UV-desinficeringsystem sade att man kan gå så högt som 200 mg/l natrium i returvattnet, medan en odlingsrådgivare på Haifa Group säger att man ska hålla värdet så lågt som möjligt, men absolut under 180 mg/l. Enligt odlingsrådgivaren ska värdet för klorid hållas under 284 mg/l i returvattnet. Värdena gäller tomat, andra växthusgrödor har lägre gränsvärden.

Vid Htg Strand var det högsta registrerade natriumnivån under säsongen 42 mg/l, d.v.s. man kom aldrig ens i närheten av för höga natriumvärden i returvattnet. Natriumhalten i bevattningsvattnet höll sig under hela säsongen mellan 8,5 och 12 mg/l.

2. Långsamfilter

Ett långsamfilters funktion är både fysikalisk och biologisk; Det tätt packade filtermaterialet filtrerar vattnet och i filterhinnan, som bildas högst upp i och ovanpå filtermassan, finns mikroorganismer som på biologisk väg renar vattnet från växtpatogener. För att ett långsamfilter ska aktiveras och börja fungera behöver vatten från odlingskulturen få rinna genom det några veckor innan man börjar återanvända det.

Långsamfilter kräver ganska mycket plats och behöver stå i ett utrymme där de inte kan frysa. Långsamfiltrets storlek bestäms av hur mycket vatten som behöver renas. Vattnet ska rinna genom filtret med en hastighet på 100-200 L/h/ m² filteryta. Som exempel kan nämnas att om man under ett dygn vill rena 10 m³ vatten med en hastighet på 100 L/h/ m² så behöver man i teorin 4,2 m² filteryta.

Forskning gjord på långsamfilter med sand och ett flöde på 100-300 L/h per m² har visat att Phytophthora och Pythium kan elimineras helt med långsamfiltrering, men svampar med små sporer (t.ex. Fusarium spp.), bakterier, virus och nematoder avlägsnas endast

delvis (90–99,9 procent). Det här enligt en forskningssammanfattning av Werres och Wohanka gjord år 2014¹.

2.1. Beskrivning av systemet

Långsamfiltret byggdes upp på basen av en blandning av information som framkommit under Beatrix Alsanius föreläsning² om långsamfiltrering och erfarenhet på fältet. I ett långsamfilter kan man använda sand (effektiv partikelstorlek 0,15-0,3 mm) eller stenullsgranulat (GRODAN 012519) som filtermaterial, vid Htg Strand används det senare.

Filtren byggdes upp inuti tre IBC-tankar, som är en meter höga. Tankarna är egentligen aningen för låga för att tillsammans med dräneringsskikt kunna rymma optimal höjd (900 mm enligt presentationen) filtermaterial, men eftersom det finns exempel på fältet där det har fungerat bra gick man ändå in för det. Under själva filtermaterialet lades en dräneringsslang och ovanpå den lades ett lager grus för att hindra att slangens dräneringshål stockas till från utsidan av stenullen. Dräneringsslangen kopplades till tankens utlopp på insidan av tanken. Eftersom tanken nästan fylldes av dräneringsskiktet (upp till 13 cm från tankens botten) och stenullen (upp till 90 cm från tankens botten) blev vattenskiktet ovanpå filtrets yta bara några centimeter högt. För att förhindra att filtrets yta skulle kunna torrläggas kopplades utloppet på utsidan av tankarna till så kallade ”svanhalsrör”, som gör att vattennivån i tankarna hålls så gott som konstant.



Figur 1 Värmeblåsare användes för att få slangen att hållas böjd och vikter användes för att hålla slangen på plats under arbetet.

¹ Soilless Culture, Theory and Practice av Raviv och Lieth år 2019, sidan 176

https://www.researchgate.net/profile/Avner-Silber/publication/332235948_Chemical_Characteristics_of_Soilless_Media/links/625e92ad709c5c2adb86e7cb/Chemical-Characteristics-of-Soilless-Media.pdf

² <https://vakra.fi/2022/12/09/del-3-metoder-for-behandling-av-returvatten/#more-1800>



Figur 2 Ovanpå dräneringslangen lades grus.

Stenullen fylldes på ett par säckar i gången, blöttes ner och stampades på så att den blev mycket tätt packad. Samma procedur upprepades tills tankarna var fulla, det gick 12 säckar stenullsgranulat per tank.



Figur 3 Stenullen stampades så att den blev mycket tätt packad.

IBC-tankarna är 114 cm långa och 95 cm breda, vilket innebär att filtermaterialets yta blir ungefär 1,08 m². Ytans storlek spelar roll efter som vattenflödet till filtret ska anpassas enligt den. Flödet till ett långsamfilter ska ligga på 100-200 L/h/m² filteryta, men ett flöde närmare 100 L/h/m² är att föredra för att reningen ska vara så effektiv som möjligt. Målet har varit att hålla ett flöde på ungefär 150 L/h/m², men i praktiken har det nog varierat. Dels påverkas flödet av trycket från vattenpelaren i returvattentankarna, dessutom har man då och då på grund av skräp behövt putsa ventilen som reglerar flödet.



Figur 4 Systemet i sin helhet. På bilden syns bland annat svanhalsrören och nivågivaren som reglerar om det renade vattnet leds till råvattentanken eller tillbaka till returvattentankarna.

2.2. Kostnad för anskaffning

Ett långsamfilter med stenull är inget man köper som en färdig produkt, utan odlarna bygger filtren enligt eget tycke och så att de passar in i det utrymme man har att tillgå. I det här fallet kostade det knappt 5000 EUR att bygga filtret, de största kostnaderna var stenullen och elinstallationsarbete.

Plats i systemet	Material/Tjänst	Kostnad (inkl. moms) [EUR]
1	Hylla för IBC-tankar	521
2	Begagnade IBC-tankar, 6 stycken	373
3	Stenull, 34 säckar	1996
4	Rör, förgreningar, manuella ventiler	598
5	PVC delar och adapter till IBC-tankar	100
6	Pumpkärl med lock för renat vatten	15
7	Magnetventiler 24 V, 2 st	99
8	Backventil	26
9	Pump för renat vatten	55
10	Pump i dräneringsbrunn	295
11	Presenningar	76
12	Material för automatik	745
13	Nivågivare	30
	Elinstallationsarbete (automatik)	919
	Totalt	4 955 €

Figur 5 Tabellen visar vad de olika delarna i systemet kostade. Numreringen hänvisar till figur 4.

2.3. Reningens effektivitet

Vattenrening med långsamfilter handlar inte om att helt eliminera alla mikroorganismer i vattnet. Filtret bygger på biologisk aktivitet och i filterhinnan högst upp lever (om filtret fungerar som det ska) goda mikroorganismer som tar död på skadliga mikroorganismer. Det tar tid för ett biologiskt filter att uppnå mognad och det kan börja fungera bättre och bättre med tiden. Till en viss del fungerar långsamfilter med stenull också som ett mekaniskt filter. För att få en bild av hur väl filtret fungerar har mikrobiologiska analyser gjorts vid totalt nio tillfällen.

Vattenanalyserna har gjorts vid Normec Groen Agro Control i Holland, eftersom inget laboratorium i Finland utför sådana mikrobiologiska analyser som behövs i växthus (åtminstone gällande vatten). Den första analysen som gjordes var en enklare analys (kod MSB) och den togs innan recirkuleringen startade. När recirkuleringen hade varit i gång ungefär två veckor togs nya vattenprover före och efter filtret och då visade det ”+” för Pythium, d.v.s. i ett vattenprov på 100 ml taget efter filtret fanns Pythium åtminstone i någon mån. Det behövdes mera exakta resultat och därför övergick man till en mera specifik analys (kod MSU). Under tiden 2.1-29.7.2024 gjordes sju sådana analyser.

Man har inte sett att återanvändningen av vatten skulle ha haft någon negativ verkan på plantorna i form t.ex. rotsjukdomar eller på skörden.

2.3.1. MSU analyser

Det är utmanande att tolka den här typen av analyser eftersom det för de flesta patogener inte finns några gränsvärden för vad som är en skadlig nivå. Det handlar mest om att se på trender, om nivåerna stiger eller sjunker. Det är endast för Fusarium det finns gränsvärden.

När det handlar om bevattningsvatten anses 0-10 cfu/50 ml (observera att enheten är cfu/50 ml) vara låg infektionsnivå. När det gäller returvattnet gäller skalan nedan (observera att enheten är cfu/ml):

0-50 cfu/ml	låg infektionsnivå
50-500 cfu/ml	moderat infektionsnivå
500-1000 cfu/ml	hög infektionsnivå
>1000 cfu/ml	mycket hög infektionsnivå

Informationen om fusariumgränsvärdena kommer från Hanna Korpershoek, gruppchef på avdelningen för mikrobiologi, vid Normec Groen Agro Control.

Som mest fanns det 2 cfu/ml (3.6.2024) Pythium före filtret, men efter filtret fanns det aldrig någon Pythium kvar. Phytophthora förekom aldrig varken före eller efter filtret. Fusarium minskade som väntat också, de fem första gångerna var minskningen 99%, 99%, 95%, 99% och 100%. Efter det kom det ett mycket överraskande resultat Fusarium hade enligt analysen ökat från 96 cfu/50 ml före filtret till 3500 cfu/50ml efter filtret (15.7.2024). Inget avvikande hade noterats gällande faktorer så som teknik eller pH-värden vid tidpunkten för avvikelsen. Gången efter (29.7.2024) visade igen på en minskning, men den var endast 89%.

Vid tillfället när Fusarium ökat efter filtret hade kopparvärdena i returvattnet legat på över 0,4 mg/l i ungefär en månad, kopparvärdet steg på grund av kylslangan (se kap. 2.4). Det här kan eventuellt ha skadat filterhinnan så att filtret inte fungerade riktigt som det skulle, koppar kan nämligen ha antimikrobiell verkan. Det här är endast en spekulation. Misstanken var förstås genast att det hade skett något misstag vid laboratoriet, men laboratoriet tillfrågades om saken och menar att det inte är möjligt.

Det ser också ut som om kopparn kan ha påverkat bakterierna. I de tre första MSU analyserna före och efter filtret hade bakterierna minskat i ökande grad med 55%, 82% respektive 99%. När kopparhalten i returvattnet stigit slutade trenden och bakterierna minskade sedan med 27%, 97%, 27% respektive 83%. Det här kan förstås också vara en tillfällighet, men kopparjoner har de facto effekt även mot bakterier. Bakterier är också sådana att de kan öka i antal mycket snabbt.

Övriga patogener som ingår i analyspaketet är Cladosporium spp., Penicillium spp. och Acremonium spp. Dessa var så gott som alltid <10 cfu/ml både före och efter filtret. Undantag: Cladosporium spp var 10 cfu/ml efter filtret 2.4.2024, Penicillium spp. var 80 cfu/ml före filtret 2.1.2024 och 20 cfu/ml efter filtret 24.6.2024, Acremonium spp. var 40 efter filtret 14.5.2024. Mögelsvampen Acremonium är inte känd som farlig för tomat. Om resultat för någon av dessa anges som "<10" betyder det med stor sannolikhet att det ska tolkas som ingen förekomst alls. Samma gäller Trichoderma.

Även Trichoderma spp, som kan vara både nyttig och patogen, ingår i MSU testpaketet. Det fanns alltid mindre Trichoderma spp. efter filtret och minskningen var alltid minst 50%. Trichoderma förökar sig snabbt och om de koloniformande enheterna i vattenprovet som analyseras är flera än 100 räknas de inte mera exakt utan anges som ">100". Värden för "annan svamp" och "jäst" anges också i analysresultatet. Om någon av svamparterna som hittas är skadlig skulle det anges i rapporten. Enligt Mohamed Chettou, fytopatolog och chef för diagnostikavdelningen på Normec Groen Agro Control, är jäst är inte skadligt för plantor.

Man kan inte dra några definitiva slutsatser på basen av analysvaren, men man kan konstatera att det här specifika filtret haft mycket god effekt på Pythium spp. och att det också haft relativt god effekt på Fusarium spp. Virus och nematoder har inte analyserats.

Vattenproverna togs i sterila flaskor, packades med fryspatroner och sändes omgående med kurir till laboratoriet i Holland. Med något enda undantag kom de fram dagen efter att de sänts iväg och odlingen av proverna inleddes samma dag. Det är viktigt att proverna kommer snabbt fram, annars kan speciellt bakterierna öka mycket. Man kan med fördel följa med sin försändelse på nätet och för att försäkra sig om att den kommit fram i tid.

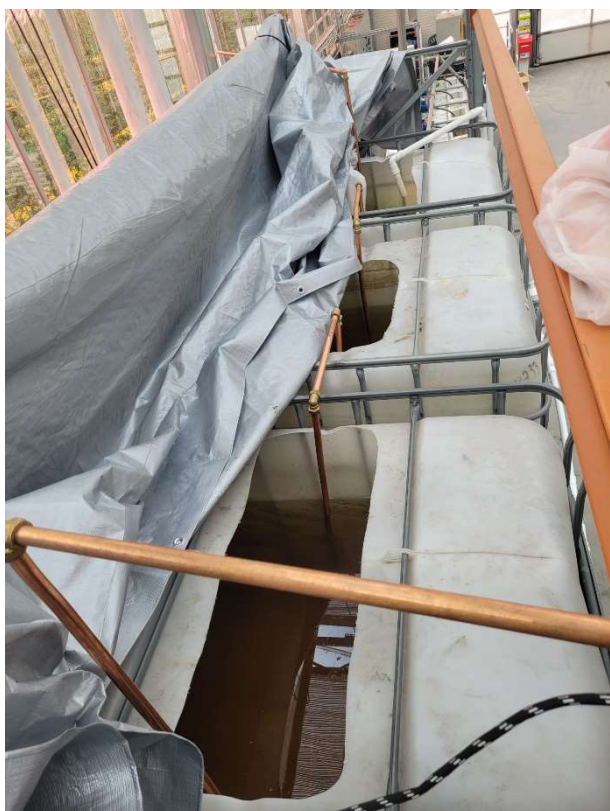
En sammanställning av alla analysresultat finns i slutet av rapporten (BILAGA 2).

Under säsongen har det biologiska växtskyddsmedlet Mycostop använts 26.1.2024, 13.3.2024 och 10.5.2024.

2.4. Kylsystem

Enligt SLU:s artikel Tre metoder för att rena returvattnet från växthusodling av gurka och tomat³ ska utrymmet där filtret är placerat hålla en temperatur på åtminstone +10 till +15 °C för att filtret ska fungera bra. Under vintertid när filtret inte används kan temperaturen få sjunka till +5 °C. Enligt the Fertigation Bible⁴ är den optimala temperaturen, för att aktiviteten i ett långsamfilter ska fungera bra, 10-20 °C.

Därför planerades ett kylsystem av Johnny Snellman, studerande vid Yrkeshögskolan Novia. Kylsystemet bestod av kopparslingor som sänktes ner i returvattentankarna och kopplades samman. Genom de sammanfogade kopparslingorna (kopparslingan) flödade nytt råvatten genom alla tre returvattentankarna på väg till råvattentanken där det lagrades för användning.



Figur 6 Kopparslingorna i returvattentankarna vid installationstillfället.

Kylsystemet planerades baserat på antagandet att inkommande råvatten skulle hålla en temperatur på högst 6 °C och på att kylvattenflödet i kopparslingan skulle kunna hållas konstant på 250 L/h. Vidare antogs att returvattenflödet ut ur tankarna skulle hålla en hastighet på 220 L/h. Om alla antaganden hade förverkligats borde man ha kunnat hålla inkommande returvatten till filtret inom önskat temperaturintervall (10-20 °C) under största delen av dygnet (med eventuellt undantag för när mest returvatten strömmar till). Enligt uträkningen skulle detta ha fungerat trots att vattnet som kommer från odlingen skulle ha varit så varmt som 25 °C. Tyvärr visade det sig att inkommande råvattnet var

³ Jordbruksinformation 1-2004 https://docplayer.se/12744235-Rening-av-returvatten-fran-odling-av-gurka-och-tomat-i-vaxthus.html#google_vignette

⁴ <https://archive.ahdb.org.uk/knowledge-library/the-fertigation-bible>, sid 6-56

över 10 °C under sommaren och flödesreglaget som skulle hålla flödet konstant trots tryckskillnad i vattenledningen började krångla. Detta är saker man åtminstone delvis kunde ha löst genom att byta reglage eller ställa flödet manuellt och ha ett snabbare flöde.

Det visade sig dock att kopparslingan som låg nedsänkt i returvatten, som har högt ledningstal (LT), började släppa koppar. Innan kylsystemet installerades 30.4.2024 hade kopparhalten i returvattnet legat runt 0,1 mg/l, men redan 7.5.2024 hade koppar stigit till 0,18 mg/l och 3.6.2024 var kopparhalten 0,41 mg/l. Vid två mättillfällen i juli var kopparhalten närmare 0,5 mg/l. Tomatplantor är känsliga för koppar och kopparnivå på över 1,5 mg/l i bevattningsvattnet kan vara skadligt för plantorna. Enligt odlingsrådgivare Mikael Dahlqvist ska man hellre dra gränsen vid 1 mg/l. Att koppar i stora doser är skadligt för plantor hade man alltså i åtanke vid planeringen av kylsystemet och kopparhalten i bevattningsvattnet kom aldrig i närheten av skadliga nivåer. Det som inte hade beaktats var att mycket koppar i returvattnet eventuellt skulle kunna ha en negativ inverkan på biologiska aktiviteten (mikroorganismerna) i filtret. Eftersom filtrets effekt på Fusarium såg ut att ha blivit sämre, eventuellt ett samband med den höga kopparhalten, vågade man inte fortsätta med kylningen och kylsystemet plockades åtminstone tillfälligt bort.



Figur 7 Kopparslingorna vid tillfället då de plockades bort.

2.5. Utmaningar och underhåll

Om man bortser från kylningen så har systemet i det stora hela fungerat ganska bra tekniskt sett. Vid ett tillfälle blev sänkpumpen i pumpkärlet "slö" och orkade inte pumpa vattnet till råvattentanken, den behövde då ersättas. Ventilen där flödet till returvattentankarna regleras har också stockats då och då och behövt rensas. Eftersom ventilen är manuell och inte har någon mätning är det svårt att få den rätt inställd på en gång. Vid ett par tillfällen har flödet varit snabbare än filtret klarat av att släppa genom och då har vatten runnit över kanterna på filtertankarna.

En utmaning i systemets konstruktion är att returvattnet kommer in på ett svårtillgängligt ställe (högt upp, långt bak, täckt med presenning) vilket gör det svårt att byta filterstrumpan. Filterstrumpan sätts på inloppet för returvatten för att fånga upp de

största partiklarna. Filterstrumpan har också en tendens att gå sönder och eftersom det inte kommer något larm rinner all smuts ut i tanken. Om man vill ha förfiltrering vore det i långa loppet bättre att arrangera den på något annat sätt.

En annan sak som gjorde systemet utmanande för projektsyfte, men inte nödvändigtvis annars, är att det inte finns någon volym- eller flödesmätning på skvallerröret. Det är alltså omöjligt att säga hur mycket vatten som lämnat kretsloppet.

Anrikningen av organiskt material på filtrens yta har varit måttlig och man har inte behövt skala bort något smutslager under säsongen. Eftersom recirkuleringen pausades i och med bytet av plantor och filtret fungerat lite sämre (*Fusarium*) mot slutet av säsongen valde man att skala bort all synlig ”smuts”. Filtret fick sedan mogna knappt fyra veckor innan nya mikrobiologiska prover togs och recirkuleringen startade igen.

Returvattentankarna har tvättats ur vid två tillfällen. Första gången var när kylsystemet installerades och andra gången var när recirkuleringen pausades och filterytan skalades bort.

3. Inbesparing tack vare recirkulering av gödsel, pengar och vatten

När man recirkulerar returvatten i växthus kan man göra inbesparingar vad gäller gödsel, råvatten och avloppsavgifter. Beroende på odlingens storlek och upplägg kan inbesparingarna vara betydande.

3.1. Gödselinbesparing

Hur mycket mindre gödsel man har behövt använda tack vare recirkuleringen har räknats ut genom att jämföra gödselförbrukningen med tidigare år. I uträkningarna har använts noteringar om hur mycket (kg) fast gödsel man har använt för att blanda till stamlösning. Sedan man började recirkulera har man höjt målet för dräneringen från 10% till 20% och därmed har den registrerade volymen bevattningsvatten man vattnat ut varit större. Det här betyder inte att råvattenmängden automatiskt skulle ha varit så mycket större som skillnaden (Figur 8) visar eftersom en del av det utvattnade bevattningsvattnet består av returvatten. En osäkerhetsfaktor här är skvallerröret eftersom man inte vet hur mycket vatten som har runnit ut genom det.

Uträkningen av den procentuella minskningen av gödselanvändning har gjorts enligt faktisk vattenförbrukning eftersom det varit ett medvetet val att ha en högre dräneringsprocent. Uträkningar har gjorts för en period just före och just efter inledt recirkulering, för en tvåmånadersperiod och för två hela kvartal. Resultaten presenteras i tabellen nedan (figur 8).

Procentuell minskning i gödselåtgång vid Handelsträdgård Strand Öb				
Odlingen omfattar totalt 0,5 ha och så gott som allt returvatten återanvänds. Uträkningarna gjorda på basen av hur mycket fast gödsel som tillsatts.				
Jämförelse period <i>utan</i> recirkulering	1.10-20.11.2023	1.12.2021-31.1.2022	Kvartal 1 2022	Kvartal 2 2023
Volym bevattning [m3]	843	1029	1443	1428
Jämförelse period <i>med</i> recirkulering	21.11.2023-31.1.2024	1.12.2023-31.1.2024	Kvartal 1 2024	Kvartal 2 2024
Volym bevattning [m3]*	1325	1169	1677	1885
Minskning i gödseltillsats efter inledd recirkulering**				
Kalksalpeter	34 %	50 %	49 %	53 %
Kaliumnitrat	28 %	49 %	35 %	18 %
Fullgödsel	17 %	43 %	44 %	13 %
Magnesiumnitrat	12 %	43 %	51 %	35 %
Kalciumklorid	49 %	61 %	43 %	52 %
Salpetersyra	-	-	43 %	62 %
* Innehåller recirkulerat vatten				
** Minskning av hur många kilogram fast gödsel man tillsatt per kubikmeter bevattningsvatten efter inledd recirkulering				

Figur 8 Tabellen visar hur mycket mindre gödsel (kg) man har behövt tillsätta per kubikmeter vatten. Målet för dräneringen har höjts från 10 till 20 procent efter inledd recirkulering.

På basen av det här exemplet är det tyvärr inte möjligt att dra några generella slutsatser gällande hur mycket gödsel man kan spara genom att recirkulera. Orsaken är att det fanns flera toppar per kvadratmeter på två tredjedelar av odlingen (se kapitel 1.1) under perioden med recirkulering jämfört med tidigare år. Vattnet som lämnat kretsloppet via skvallerröret är även här en osäkerhetsfaktor.

Uträkningar för de olika jämförelseperioderna har ändå gjorts och minskningen i gödselåtgång har sedan översatts till minskning i utgifter. I alla uträkningar inom projektet VattRe har använts samma exempelpriser (Yara, oktober 2023). Priserna som använts är kalksalpeter 14 EUR/25 kg, kaliumnitrat 27,5 EUR/25 kg, fullgödsel 50 EUR/25 kg, magnesiumsulfat 11 EUR/25 kg och salpetersyra 20 EUR/30 kg.

När man jämför faktiska åtgången av gödsel under perioden 1.12.2023-31.1.2024 och perioden 1.12.2021-31.1.2022 har man sparat totalt 1300 EUR. Samma jämförelse av kvartal 1 år 2022 och kvartal 1 år 2024 visar att man har sparat 1500 EUR. Jämförelse av kvartal 2 2023 och kvartal 2 2024 visar på en faktisk inbesparing på gödsel för endast 40 EUR. Här behöver man än en gång påminna sig om att det fanns flera toppar per kvadratmeter på två tredjedelar av odlingen. Gällande jämförelsen av kvartal 2 kan det varma soliga vädret i början av sommaren 2024 ha spelat en roll. Det kan också hända att plantorna var svagare under andra kvartalet år 2023 eftersom de under vintern före fick bristfällig belysning på grund av extremt höga elpriser.

3.2. Vatteninbesparing

Det är inte möjligt och att dra några slutsatser gällande hur mycket råvatten man har sparat i kubikmeter genom att recirkulera. Men man kan konstatera att nästan allt vatten som dräneras ur odlingsunderlagen kan tas till vara och återanvändas. Eftersom man i det här fallet använder sig av kommunalt vatten sparar man 1,51 EUR (inkl. moms) för varje kubikmeter vatten man kan ta till vara.

<https://www.narpesvatten.fi/sv/prisuppgifter>

4. Näringsbalans

Näringsinnehållet i bevattnings- och returvatten har kontrollerats genom regelbundna analyser och på basen av dem har man tagit ställning till om något behöver ändras i gödseltillförseln. Ändringarna har gjorts av odlarna själva i samråd med Mikael Dahlqvist som är odlingsrådgivare på Andelslaget Närpes Grönsaker. Vattenproverna har tagits på morgnarna och analyserna har gjorts vid Hortilab Ab Oy i Närpes.

En sammanställning av alla analyser finns som bilaga (BILAGA 3 och 4) och kommentarerna i det här kapitlet (kapitel 4) baserar sig på en diskussion med Mikael Dahlqvist 10.10.2024.

Stigande natriumnivåer i både bevattnings- och returvatten kan vara ett bekymmer när man recirkulerar. Vid Htg Strand använder man kommunalt vatten och det blev aldrig några problem med stigande natrium. Natriuminnehållet var som högst 12 mg/l respektive 42 mg/l i bevattnings- och returvattnet (för gränsvärden se kapitel 1.1.2).

Dahlqvist säger att näringsbalansen i det här fallet i det stora hela har hållits över förväntan. Analyser har tagits med två till fyra veckors mellanrum och det har varit lämpliga intervall. Dahlqvist menar att när man låter göra analyser med ungefär tre veckors mellanrum har man bra koll på näringsbalansen. Enlig honom är det skäl att låta göra analyser oftare endast om man ser några konkreta problem.

4.1. Bevattningsvatten

Målet är att ledningstalet (LT) i mattan ska vara 4,5 mS/cm och LT i bevattningsvattnet justeras för att uppnå det målet. Vid Htg Strand har man varit nöjda med hur LT har hållits på önskad nivå under säsongen. Ledningstalet var något lägre mot våren, men det är en sänkning man eftersträvar vid den tiden på året. Även pH har hållits på en bra och stabil nivå. Vid de tillfällen då näringsanalyserna har gjorts har pH legat mellan 5,8 och 6, förutom en gång då pH var 5,3 och en gång då det var 6,1.

Mot slutet av säsongen sjönk kalium- och kvävehalterna i vattnet, men det är fråga om en medveten sänkning mot slutet av säsongen när man vill sänka ledningstalet. Även kloridhalten sjunker mycket mot slutet av säsongen och orsaken till det är den samma.

Kopparnivån i bevattningsvattnet har hållits på en låg nivå trots problematiken med kopparavsöndring från kylslingorna i returvattentankarna.

4.2. Returvatten

Näringsbalansen i returvattnet har över lag sett bra ut. Vid det första provtagningstillfället var kaliumnivån, som man ofta ser under full produktion, låg och kaliumnitrattillsatsen höjdes då med 0,1‰. Kalksalpeter sänktes med motsvarande 0,1‰. Vid samma tillfälle höjdes fullgödseltillsatsen med 0,05 ‰ efter som fosfor- och svavelnivåerna hade varit något låga. Kaliumnitrathöjningen gav småningom effekt och kaliumnivån i returvattnet började stiga så att inbördes förhållandet mellan kalium och kväve blev mer korrekt (kalium ska helst inte ska sjunka under 80% av kvävet nivå). Det här är den enda receptändringen som man ansåg behövde göras mellan 4.12.2023 och 15.7.2024. I övrigt har endast ledningstalet justerats, gödselämnestillsatsen har hållits i samma inbördes proportion. Mot slutet av säsongen var kaliumhalten i returvattnet vid två analystillfällen

högre än kväve, men det är normalt när plantorna blir gamla och inte förbrukar så mycket kalium längre.

Ledningtalet i returvattnet har hållits på en relativt stabil nivå, förutom i början av juni då det vid analystillfället var 7 ms/cm. Vid det här tillfället var nivåerna av så gott som alla näringsämnen förhöjda. Början av sommaren var mycket varm så höga näringsämnesnivåer, och därmed högt LT, kan ha att göra med att plantorna tagit upp mestadels vatten eller så har bevattningsmängden har varit knapp. Surheten i vattnet har även den hållits stabil, pH har vid mättillfällena hållits mellan 5,7 och 6,3 förutom vid ett tillfälle då det var 5,3.

Mikronäringsämnena i returvattnet har hållits mycket stabila, med undantag för koppar och orsaken till det är känd. En konstig avvikelse i Molbydenvärdet ses 15.7 (det provet analyserades undantagsvis vid Normec) och orsaken till det är okänd. Magnesiumnivån i returvattnet har varit stabilt något hög, men det har inte påverkat halten i bevattningsvattnet där man har som mål att magnesium ska vara ungefär 50-60 mg/l. Ifall magnesiuminnehållet i returvattnet hade nått upp till 200-250 mg/l hade man eventuellt behövt reagera, säger Dahlgvist.

5. Insikter och slutsats

Odlarna är nöjda med att de har kommit i gång med recirkulering och de planerar att fortsätta recirkulera, framtiden får utvisa om det blir med långsamfiltrering eller om de på sikt övergår till någon annan reningsmetod. Det har krävts en hel del tid och tankekraft för att planera, bygga upp och modifiera systemet. Systemet behöver också kontrolleras regelbundet i och med att det inte kommer något larm om t.ex. bollventilen som reglerar flödet till filtret stockas, om filterstrumpan går sönder eller om det börjar rinna över i filtertankarna. Även arbetet med att planera, installera och senare ta bort kylslangen tog en hel del tid i anspråk.

Nu när filtret är på plats och i bruk får man se hur pass lätt- eller svårskött det är, egentligen vore det bra att analysera och följa med systemet ett år till. En sak borde man ännu åtgärda och det är den svårtillgängliga förfiltreringen på inloppet till returvattentanken. Ett alternativ kunde vara att använda ett sandfilter på marknivå i stället. Ett annat alternativ vore att ordna så att returvattnet först kommer genom en filterstrumpa eller motsvarande till en tank på markplan där man enkelt kan kontrollera att filtret är intakt.

När man recirkulerar behöver man också på ett mera noggrant sätt följa med näringsbalansen i retur- och bevattningsvatten genom att låta göra näringsanalyser. Sist och slutligen behövde man ändå inte göra fler än en justering av gödseltillsats. En bidragande orsak till det stabila näringsinnehållet torde vara att man använder sig av ett utmärkt råvatten. Efter en tid av recirkulering märkte man att halten av väteperoxid, som används för att hålla droppen fria från avlagringar, var för låg. Väteperoxid ska användas till den grad det förbrukas i växthuset och tillsatsen får inte räcka så långt som till långsamfiltret. Om man tillsätter väteperoxid i stamlösningsskär, vars innehåll det börjar gå mindre av i samband med recirkulering, behöver man se till att höja koncentrationen av väteperoxid så att nivån hålls tillräcklig för att hålla alla dropp öppna. Lika viktigt är det att se till att koncentrationen av väteperoxid inte är för hög eftersom filtren kan ta skada om det finns väteperoxid kvar i returvattnet när det når filtret.

Att filterinstallationen har varit del av ett projekt har enligt odlarna också orsakat en del merarbete, men samtidigt har det varit positivt att det har funnits handledning och "bollplank" att tillgå; Speciellt diskussionerna har upplevts som viktiga. Utan projektet är det inte sagt att det hade blivit byggt något biologiskt filter eftersom det har varit mycket att ta reda på. Odlarna är nöjda med att vatten och gödsel nu inte går till spillo och med de kan göra inbesparingar på gödselkostnader, samtidigt som de har gjort en miljöåtgärd.

Under projektet Cirkulär växthusekonomi (VattRe):s gång framkom det att Martens trädgårdsstiftelse tillsammans med ÖSP under senare halvan av 1990-talet hade ett projekt där man testade recirkulering med långsamfiltrering av returvattnet vid några odlingar och jämförde med recirkulering utan rening vid ett par odlingar. Vid odlingarna användes efter plantering biofungiciden Mycostop. Här följer ett utdrag ur kapitlet "Resultatanalys och utvecklingsmöjligheter" ur sista mellanrapporten som skrevs från projektet:

"Utgående från årets och tidigare års erfarenheter torde övergången till slutet bevattningssystem och recirkulering av dräneringsvattnet i tomat inte medföra några allvarigare problem. Förutsättningen är att normal odlingshygien upprätthålls och att reningsanläggningen (d.v.s. långsamfiltret) är rätt dimensionerad. Faktorer som kan ställa till med bekymmer i ett slutet system är dåligt råvattnet.

Faktorer som ännu fordrar en uppföljning är hur påverkas ett s.k. långsamfilter av olika förhållanden som genom tillfrysning under vintern och av höga temperaturer på sommaren om filtret är placerat i växthuset. Slutna bevattningssystem i odling av gurka fordrar mera undersökningar före rekommendationer kan ges."

Projektet Cirkulär växthusekonomi (VattRe) kan instämma med det förstnämnda och konstatera att recirkuleringen med långsamfilter vid Htg Strand inte orsakat några problem i odlingen. Beatrix Alsanius, SLU, nämner i sitt webinarium som finns på www.vakra.fi/vattre att långsamfilter inte får frysa eftersom det kan innebära att de spricker och det bildas kanaler där vattnet kan rinna genom för snabbt. VattRe har gjort ett försök att undersöka om kylning av returvattnet kan vara till fördel under sommaren. Försöket misslyckades bland annat i och med att kylröret började släppa ifrån sig kopparjoner vars effekt på mikroorganismer i vattnet och filtret är oklar. VattRe har intervjuat odlare Tero Juntti på Juntin puutarha, som använder sig av långsamfiltrering för att rena returvattnet. I kombination med att rören tvättas med ozonerat vatten vid byte av kultur tycker han att långsamfiltrering har fungerat bra för deras del.

Mikrobiologiska analyser har gjorts på vattenprover som tagits före och efter filtret och de har visat att det här specifika långsamfiltret vid alla tillfällen helt renat vattnet från Pythium. Även effekten på Fusarium har varit relativt god, med undantag för när kylslangen varit i bruk ett tag (kopparnivån i returvattnet steg).

I det här specifika fallet har det fungerat bra att rena returvattnet med långsamfiltrering och inga sjukdomstecken, som kunde ha med vattentillförseln att göra, har setts på plantorna eller deras rötter. Att räkna ut hur mycket gödsel man kan spara genom att recirkulera visade sig vara svårt eftersom man under säsongen till stor del hade plantor med flera toppar än tidigare.

Den som vill bygga ett långsamfilter långsamfiltrering kan utöver den här rapporten bekanta sig med följande:

Rening av returvatten från odling av gurka och tomat i växthus (Jordbruksinformation 1 – 2004) https://docplayer.se/12744235-Rening-av-returvatten-fran-odling-av-gurka-och-tomat-i-vaxthus.html#google_vignette

Webinarium med Beatrix Alsanius, SLU <https://vakra.fi/2022/12/09/del-3-metoder-for-behandling-av-returvatten/#more-1800>

The Fertigation Bible, kapitel 6-11. (sammanställd och publicerad 2020 av Rodney Thompson, Ilse Delcour, Els Berckmoes och Eleftheria Stavridou) <https://archive.ahdb.org.uk/knowledge-library/the-fertigation-bible>

6. Epilog

I slutet av säsongen (31.7) pausades recirkuleringen och vattnet började återcirkuleras mellan returvattentankar och filtertankar. Senare, när det igen började komma returvatten från odlingen, fick vattnet först rinna genom filtret utan att tas till vara.

Eftersom filtrets effekt mot *Fusarium* verkade ha blivit sämre på grund av koppar från kylslingorna togs slingorna bort (21.8) och returvattentankarna tvättades ur. Sedan fick rent vatten rinna in i returvattentankarna och genom filtret några timmar innan vatten igen började återcirkuleras mellan tankarna. Ett par veckor senare (11.9) skalades filterytan också bort för säkerhets skull. Normalt ska man bara skala bort filtrets yta om den blir för ”tilltäppt” så att flödet blir för långsamt.



Figur 9 Filtret innan ytan skalades bort.



Figur 10 För att skrapa bort filteryta användes verktygen som ses på bilden



Figur 12 Filtret efter att ytan skalats bort.

Efter att filterytan skalats bort var planen att låta filtret mogna en månad och sedan ta vattenprover för mikrobiologisk analys en sista gång, för att kontrollera att filtret fungerar som det ska och sedan börja recirkulera igen. Provet togs 8.10 och resultatet som kom 18.10 visade att filtret fungerade bra; *Fusarium* hade minskat med 99,9%, bakterier med 96,6% och det fanns ingen *Pythium* efter filter (före fanns 4 cfu/5 ml).

Några dagar innan filtret skalades hade man inlett användningen (6.9) av en ny rotstimulant (EcoShield) och ett par dagar innan det mikrobiologiska provet togs (8.10) började det rinna över i en av filtertankarna. När man studerade filterytan på de tre filtren kunde man se att det bildats liksom en gulaktig slemmig beläggning på filtrens yta, som av allt att döma täppte till filtren. Även vattnet i returvattentankarna hade liksom en gulaktig grumlighet i sig och därför tvättades de ur. Man fortsatte använda samma rotstimulant och grumligheten i returvattentankarna kom tillbaka. Efter det skalades filterytan igen bort (18.10) för att få bort den gula beläggningen, användningen av rotstimulanten avbröts. Efter det har problemet inte återkommit, det verkar alltså som att orsaken kan ha varit den nya produkten som hade tagits i bruk.

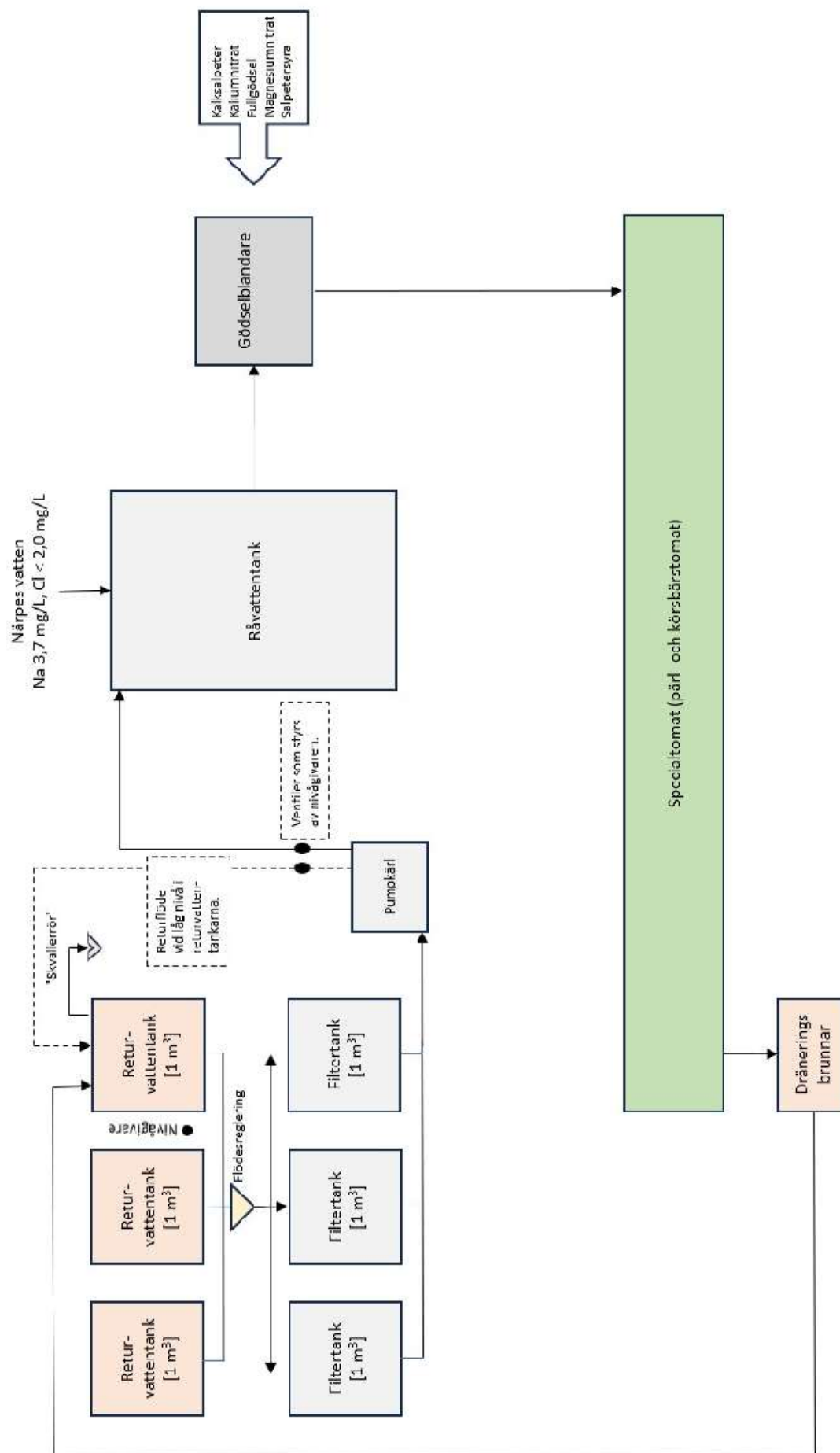
Efter att ytan skalats bort bestämde man sig redan 22.10 för att återuppta recirkuleringen. En månad (18.11) efter att filterytan skalats bort en andra gång togs nya prover, de förvarades i kylskåp och sändes till laboratoriet 19.11. Proverna kom fram 20.11 och analysen inleddes 21.11. Det tog alltså knappt två dygn längre än vanligt innan analysen inleddes. Resultatet visade att provet som togs efter filtret innehöll dubbelt mera Fusarium än provet som togs före filtret (500 cfu/50 mL före och 1000 cfu/50 mL efter). Av bakterier fanns det 86,9 % färre cfu (kloniformande enheter) per mL vatten. Av Pythium fanns 4 cfu/mL före filtret och 0 cfu/mL efter filtret.

Resultatet för Fusarium var mycket överraskande och frågan är om provet kan ha blivit kontaminerat (ny provtagare) eller om den längre leverans- och väntetiden innan analys kan ha påverkat proverna. I och med att filtret har skalats två gånger har filterkolonnens höjd också minskat med ca 3 cm. För att säkerställa filtrets effekt mot Fusarium rekommenderas att man låter göra en ny analys, åtminstone av renat vatten. Innan detta görs kunde man eventuellt tvätta ur rören som leder vattnet från filtren och kärlet där pumpen finns. Eftersom projektet tar slut hinner man tyvärr inte göra detta inom ramarna för projektet

Övriga uppdateringar 29.11

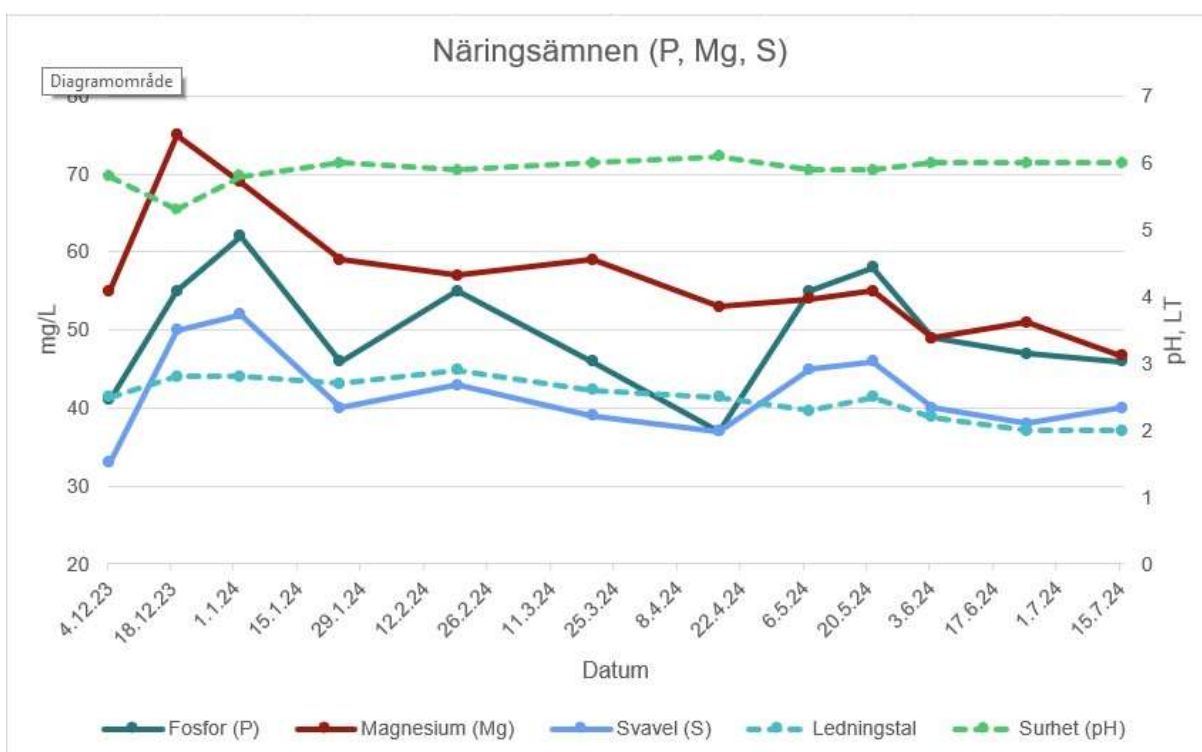
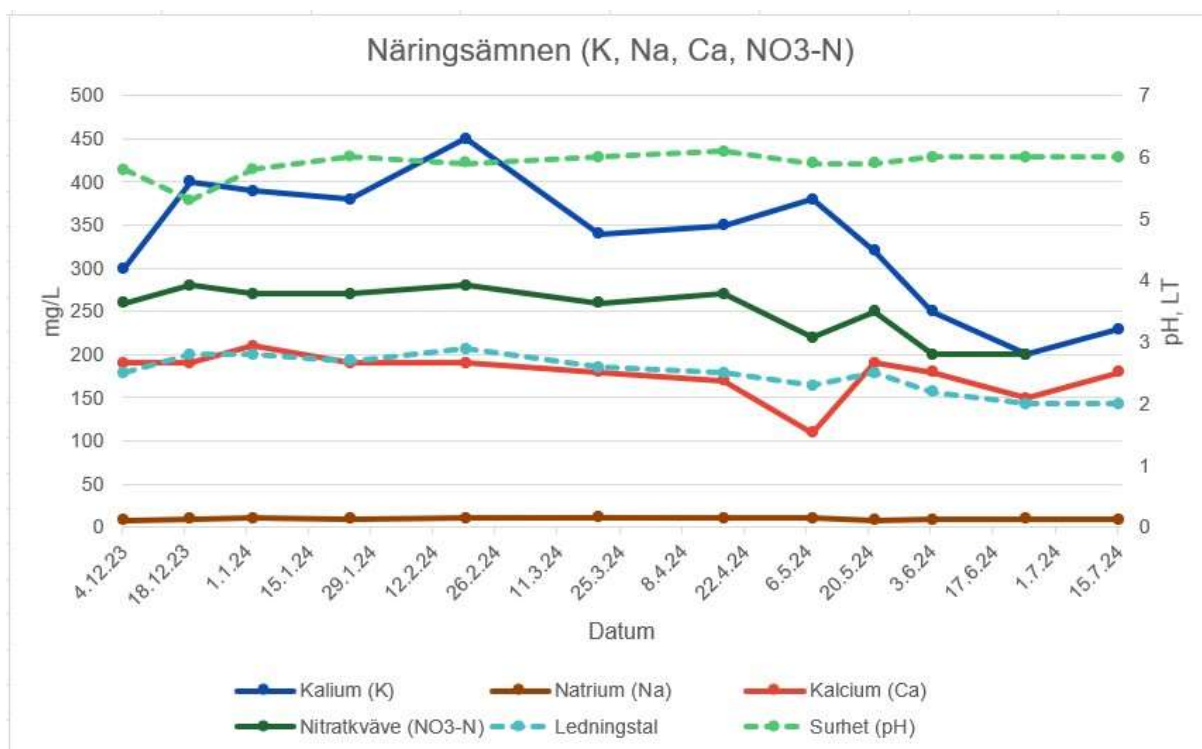
Förtydligat att virus och nematoder inte har analyserats (kap 2.3.1)

Lagt till att väteperoxid kan skada filtret (kap 5).

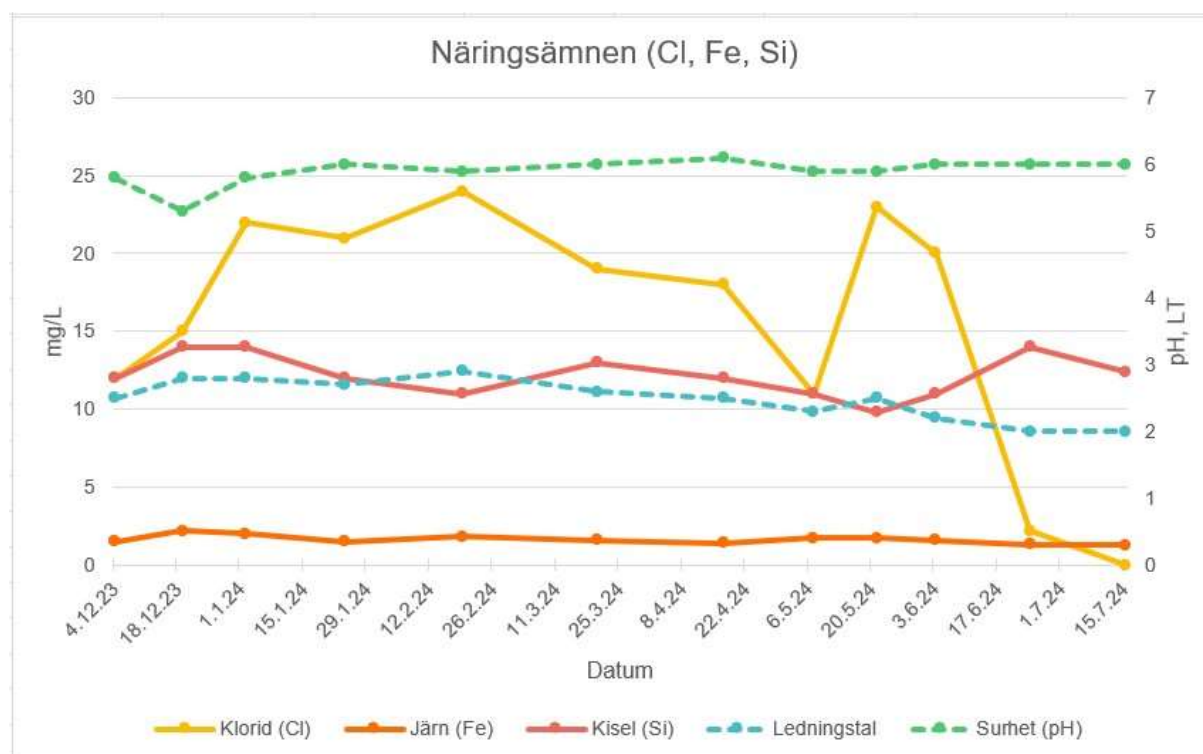
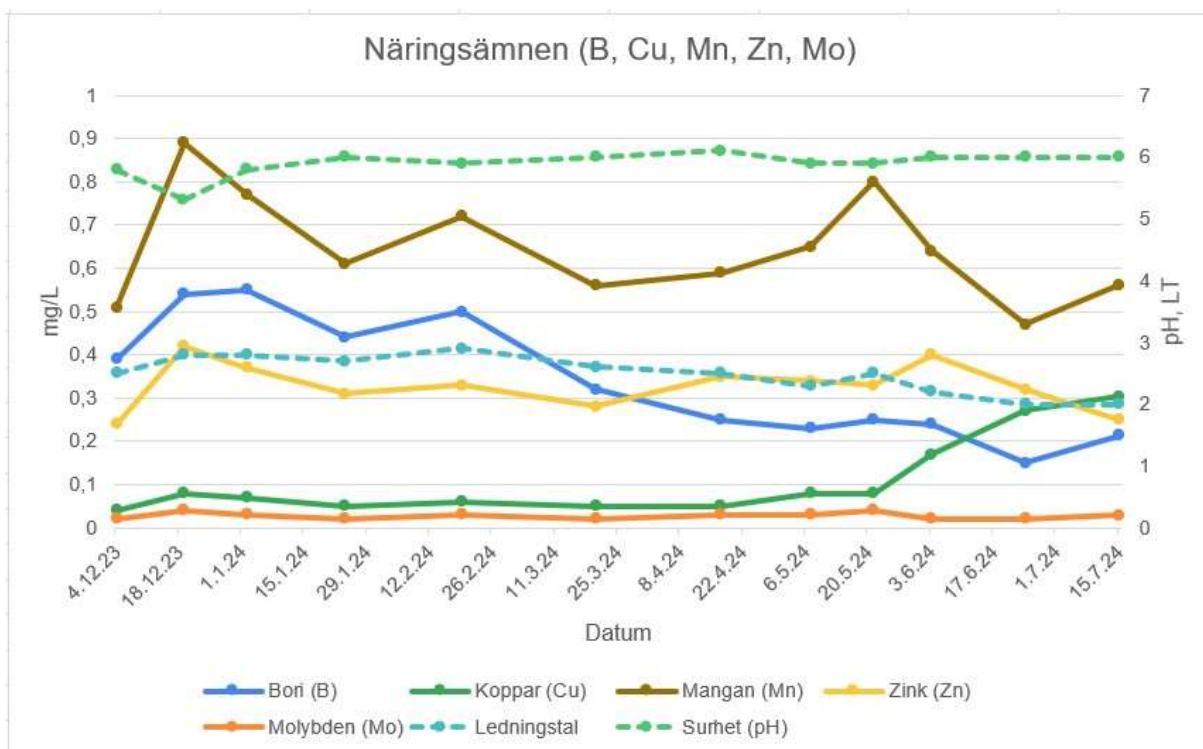


Typ av (mikrobiologisk) analys	Normec, MSU	Strand		Strand		Strand		Strand		Strand		Strand	
Provtagningsdatum		2.1.2024		2.4.2024		14.5.2024		3.6.2024		24.6.2024		15.7.2024	
Provtagningsställe		Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter	Före	Efter
Temperatur	°C												
Aerobic bacterial count 30 °C	cfu/ml	380 000	170 000	130 000	24 000	260 000	2 000	33 000	20	21,5	18,5	19,5	23,5
Plate count fungi/yeasts	cfu/ml	380	190	>120	600	>380	90	430	340	200	70	150	300
Cladosporium spp.	cfu/ml	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Penicillium spp.	cfu/ml	80	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20	<10	<10
Trichoderma spp.	cfu/ml	30	<10	>100	10	>100	<10	70	30	50	<10	80	100
Fusarium spp.	cfu/50 ml	4 500	55	1 000	6	500	26	3 000	31	2 000	1	3 500	4 500
Acromonium spp.	cfu/ml	<10	<10	<10	<10	<10	40	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Count yeast	cfu/ml	<10	120	<10	490	<10	10	30	20	<10	<10	<10	<10
Other fungi	cfu/ml	270	70	<10	90	270	40	270	290	110	30	<10	110
1. Pythium spp.	cfu/100 ml	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	+
1. Phytophthora spp.	cfu/100 ml	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	-
2. Pythium spp.	cfu/25 ml	-	0	+	0	+	0	+	0	7	0	+	+
2. Phytophthora spp.	cfu/25 ml	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	-	-
3. Pythium spp.	cfu/5 ml	4	0	2	0	6	0	+	0	0	0	3	1
3. Phytophthora spp.	cfu/5 ml	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0
4. Pythium spp.	cfu/ml	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
4. Phytophthora spp.	cfu/ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0

[illegible]



BILAGA 3
(Bevattning)



Datum	Bor (B)	Kalcium (Ca)	Klorid (Cl)	Koppar (Cu)	Järn (Fe)	mS/cm	Kallium (K)	Magnesium (Mg)	Mangan (Mn)	Nitratkväve (NO ₃ -N)	Natrium (Na)	Fosfor (P)	Svavel (S)	Kisel (Si)	Zink (Zn)	Surhet (pH)	Molybden (Mo)
04-12-2023	0,8	410	< 2,0	0,05	3,3	3,5	98	140	0,07		430	22	40	25	37	0,6	6,3 < 0,02
19-12-2023	1,1	380	< 2,0	0,07	3,4	3,2	70	160	0,07		370	25	25	42	47	0,79	6,6 < 0,02
02-01-2024	1,3	430	3,2	0,11	3,7	4	210	180	0,1		460	32	70	61	46	0,92	6,4 < 0,02
24-01-2024	0,97	360	3,5	0,08	2,7	3,7	250	150	0,08		440	27	49	34	36	0,79	6,2 < 0,02
19-02-2024	1,1	350	5	0,11	3,6	3,9	340	150	0,17		450	32	59	51	37	0,92	6,2 < 0,02
20-03-2024	0,7	360	5	0,09	2,7	4,4	340	160	0,16		500	42	49	54	39	0,67	6,3 < 0,02
17-04-2024	0,59	320	8,1	0,09	2,6	4,5	500	160	0,25		570	37	63	59	31	0,8	6,1 < 0,02
07-05-2024	0,64	210	8,8	0,18	3,1	4,2	660	130	0,33		440	28	110	84	26	0,76	5,9 < 0,02
21-05-2024	0,6	340	22	0,23	2,9	4,6	570	150	0,54		500	28	110	91	29	1	5,7 < 0,02
03-06-2024	0,95	730	33	0,41	5,1	7	700	260	0,9		760	41	170	140	49	2	5,3 < 0,02
24-06-2024	0,57	370	< 2,0	0,43	2,8	4,7	350	150	0,39		500	31	120	93	36	1,2	5,5 < 0,02
15-07-2024	0,434	338	< 3,5	0,49	1,8	3,4	312	121	0,20	data saknas		28	70	72	31	0,85	5,7 < 9,5

