

Gödsling i slutet odlingsystem i växthus - underlag till utbildningsmodul

Tillväxt Trädgård

Inger Christensen och Torbjörn Hansson

Grön Kompetens AB

Sven-Erik Svensson

Område jordbruk - odlingsystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2010:15

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-22-1

Alnarp 2010



LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie

Gödsling i slutet odlingsystem i växthus - underlag till utbildningsmodul

Tillväxt Trädgård

Inger Christensen och Torbjörn Hansson

Grön Kompetens AB

Sven-Erik Svensson

Område jordbruk - odlingsystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Tillväxt Trädgård

Är ett projekt som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom trädgårdsnäringen genom nytänkande och samarbete.

Projektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden, SLU, LTJ-fakulteten Alnarp, LRF/GRO, Hushållningssällskapen i Malmöhus, Halland och Kristianstad, Lovang Lantbrukskonsult AB, Mäster Grön samt Prysek.



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. Europa investerar i landsbygdsområden

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	5
Summary	6
Inledning.....	7
Principer för recirkulering	8
Teknisk utformning	8
Blandning av returvatten och råvatten.....	8
Gödselutrustning.....	10
Kvalitetskrav på råvatten	10
Analysförfarande	11
Var ska man ta prov för analysering?	12
Vilken typ av analys behövs?	12
Hur ofta ska analyserna tas?.....	12
Riskenivåer av näringsämnen i ett cirkulerande system.....	12
Val av gödselmedel vid recirkulering	13
Några synpunkter på val av gödselmedel	14
Råvattnets pH och alkalinitet	15
Beräkning av näringslösning.....	15
Beräkning av vattenmixens sammansättning	16
Beräkning av näringslösningens sammansättning	16
Beräkning av stamlösningens sammansättning.....	17
Justering av pH	18
Förslag på arbetsgång för beräkning av näringslösning.....	19
Beräkning av mängd stamlösning	21
Blandbarhet av gödselmedel	21
Förändring av proportionen returvatten i vattenmixen	22
Exempel gurka	22
Exempel pelargon.....	22
Beräkningsformulär	22
Excel-beräkning	23
Referenser	24
Bilaga 1a. Gödselmedelsförteckning Makronäring	25
Bilaga 1b. Gödselmedelsförteckning Mikronäring.....	26
Bilaga 1c. Gödselmedelsförteckning Sammansatta NPK-gödselmedel och mikronäring.....	27
Bilaga 2. Beräkningsexempel tomat.....	28
Bilaga 3. Beräkningsexempel tomat – andra proportioner retur/råvatten	29
Bilaga 4. Beräkningsexempel gurka	30
Bilaga 5. Beräkningsexempel pelargon	31
Bilaga 6. Tomt beräkningsschema för egna beräkningar.....	32

Foto och illustrationer: Torbjörn Hansson, Grön Kompetens AB.

Förord

Tillväxt Trädgård är ett projekt i samverkan mellan LTJ-fakulteten vid SLU Alnarp, LRF/GRO samt företag och organisationer inom trädgårdsnäringen och som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom branschen genom nytänkande och samarbete. Samarbetet sker bland annat i form av forskningsprojekt, utvecklingsprojekt, kompetensutveckling etc.

Inom Tillväxt Trädgård är delprojekt 3, som finansieras av det nationella Landsbygdsprogrammet via Jordbruksverket, inriktat på att genom utbildningsinsatser introducera hållbara produktionssystem inom prydnadsväxter, potatis, frukt, bär och grönsaker. Flera utbildningsmoduler kommer att tas fram och genomföras under projekttiden för att sprida forskningsresultat och andra rön till landsbygdsföretagare.

Föreliggande rapport "Gödsling i slutet odlingsystem i växthus – underlag till utbildningsmodul", som är framtagen inom delprojekt 3, är ett exempel på hur erfarenheter från forskning och utveckling kan omsättas till utbildningsmoduler, vilka kan genomföras individuellt eller i grupp beroende på företagens behov.

Denna rapport och utbildningsmodul behandlar gödslingsfrågor i samband med odling av grönsaker och prydnadsväxter i slutna odlingsystem i växthus. Den utgör en del i ett informations- och rådgivningsmaterial kring hållbara produktionssystem för trädgårdsbranschen, där syftet är att minska miljöbelastningen från produktionen i enlighet med de nationella miljö kvalitetsmålen. Rapporten, som vänder sig till växthusodlare och rådgivare i branschen, är tänkt att användas i olika former av kompetensutvecklingsinsatser.

Rapporten och utbildningsmodulen har utarbetats, på uppdrag av Tillväxt Trädgård, av hortonomerna Inger Christensen och Torbjörn Hansson, Grön Kompetens AB, som båda har mångårig erfarenhet av gödslings- och odlingsteknik i växthus. Sven-Erik Svensson, processledare vid Tillväxt Trädgård och verksam inom Område Jordbruk – odlingsystem, teknik och produktkvalitet, vid SLU Alnarp, har varit projektledare.

Författarna ansvarar själva för rapportens innehåll. De eller utgivaren kan dock inte ställas till ansvar för läsarens tolkning och användning av informationen i rapporten som finns i text och bild.

Alnarp i juni 2010

Sven-Erik Svensson
Projektledare
Område Jordbruk
SLU Alnarp

Erik Steen Jensen
Områdeschef
Område Jordbruk
SLU Alnarp

Sammanfattning

Genom att sluta odlingsystemet i växthusodling görs stora besparingar av växtnäring och vatten jämfört med ett öppet system. Utöver detta blir miljövinsten betydande. Odling i ett slutet system innebär dock förändringar i gödslingsstrategin och hänsyn måste tas till vad returvattnet har för innehåll av växtnäring. Kännedom om returvattnets sammansättning utgör en viktig basinformation vid komponering av ny stamlösning och behovet av förändring av stamlösningen blir större än i ett öppet system. Odling i slutet system ställer högre kvalitetskrav på råvattnet och särskilt innehållet av natrium och klorid är viktigt att ta hänsyn till. I praktiken kan det innebära att andra råvattenkällor behöver tas i bruk t.ex. regnvatten eller kommunalt vatten.

Syftet med den här rapporten är att ge växthusodlare ett verktyg att beräkna näringslösning för slutna odlingsystem. Inledningsvis beskrivs vad som karakteriserar ett slutet system och exempel ges på teknisk utformning. En genomgång görs av viktiga parametrar att ta hänsyn till såsom råvattenkvalitet, analysförfarande, alkalinitet och pH-reglering samt risknivåer på grund av ackumulering av växtnäringsämnen.

I rapporten beskrivs en metod för hur man räknar fram en näringslösning i ett slutet system. Beräkningen görs i sex steg och som hjälp för beräkningarna finns en förteckning över olika gödselmedels växtnäringsinnehåll. Principen för beräkningarna är oberoende av odlingsinriktning och beräkningsexempel ges för både grönsaks- och krukväxtodling. Förslag på beräkningsformulär ges såväl i "pappersform" i denna rapport samt via en Excel-fil. Tillgång till Excel-filen kan fås genom att kontakta Grön Kompetens AB.

Beräkningsmetodens upplägg:

1. Beräkning av vattenmixens sammansättning
2. Beräkning av näringslösningens sammansättning
3. Beräkning av stamlösningens sammansättning
4. Justering av pH
5. Förslag på arbetsgång för beräkning av näringslösning
6. Beräkning av mängd stamlösning

Utöver denna beräkningsmetod så är ett Windowsbaserat beräkningsprogram för uträkning av näringslösningar under utveckling i ett samarbete mellan SLU Alnarp och Grön Kompetens. Det kommer att kunna utföra olika typer av beräkningar såsom pH- och ledningstalsberäkningar, blandning av olika vatten inkl. returvatten samt beräkning av näringslösning efter valda gödselmedel.

Summary

Having a closed growing system in greenhouse production allows great savings to be made in terms of plant nutrients and water compared with an open system. In addition, the environmental benefits are considerable. However growing in a closed system involves changes in fertilisation strategy and account must be taken of the plant nutrient content of the recycled water. Knowledge of the composition of the recycled water is important background information in formulating a new stock solution, with the need for alterations to the solution being greater than in an open system. Production in closed systems places high quality demands on the raw water used, particularly its content of sodium and chloride. In practice, this may mean that other sources of raw water have to be used, e.g. rainwater or municipal water.

The aim of this report is to provide greenhouse growers with a tool for calculating nutrient solution for closed systems. It begins by describing the characteristics of a closed system and provides examples of technical designs. It then reviews important parameters to be considered, such as raw water quality, analytical procedures, alkalinity and pH adjustment, and risk levels due to accumulation of plant nutrients.

The report presents a method for calculating the composition of a nutrient solution for a closed system. The calculation process comprises six steps and to assist in this process, a list is given of the nutrient content of various fertiliser products. The principle underlying the calculation is independent of crop type, and examples are given for vegetables and ornamental plants. Draft calculation forms are provided as hard copies and in Excel®.

Steps in the calculation process:

1. Calculating the composition of the water mix.
2. Calculating the composition of the nutrient solution.
3. Calculating the composition of the stock solution.
4. Adjusting the pH.
5. Suggested procedure for calculating the nutrient solution.
6. Calculating the amount of stock solution.

Inledning

Enligt beräkningar rinner 20-25 % av det tillförda bevattningsvattnet bort från odlings-substratet i en grönsaksodling i växthus med tomat eller gurka (Hansson, 2003). Räkna man på växtnäringen kan det röra sig om så pass mycket som 30-40 % av kvävetillförseln och 25-30 % av kaliumtillförseln. I en krukväxtodling med rännbord kan man räkna med ca 25 % dränering medan en med ebb-och-flodbord dränerar så pass mycket som 75-80 % av det tillförda vattnet (Hansson & Johansson, 2007). I ett öppet system försvinner vattnet och växtnäringen ner i dräneringar och marklager och det är vanligt att detta slutligen hamnar i grundvatten eller vattendrag. I ett slutet system med rännor och ledningar samlas däremot dräneringsvattnet upp och återförs till plantorna. Vaxtnäringen som plantorna inte tagit upp kan på så sätt återföras till plantorna igen. Rent teoretiskt kommer all växtnäring att tas till vara. I praktiken kommer dock en del vatten och växtnäring att försvinna på grund av bl.a. avdunstning och läckage i ränn- eller ledningssystem. Man får också räkna med att en del nitrat eller ammoniumkväve kan frigöras som fritt kväve (N₂) och avgå till luften (denitrifikation).

Det vatten som dräneras bort och samlas upp för att sen återföras till plantorna – returvattnet – har ett innehåll av växtnäring som varierar beroende på bevattningssystem, kultur, utvecklingsstadium och konditionen på plantorna. Vid odling i substrat där vattningen sker uppifrån och därefter passerar genom substratet (t.ex. i grönsaksodling i stenull, pimpsten, torv) påverkar plantans upptagning och substratets upptagnings- och bindnings-egenskaper vad som sen kommer att dräneras bort. Dräneringsvattnet i det fallet kan skilja sig mycket från sammansättningen i det tillförda gödselvattnet. Annorlunda blir det när bevattning sker underifrån såsom i rännbord eller ebb-och-flodbord. Det vatten som rinner bort har endast i liten omfattning passerat genom odlingssubstrat, vilket gör att sammansättningen på dräneringsvattnet inte skiljer så mycket från den tillförda näringslösningen.

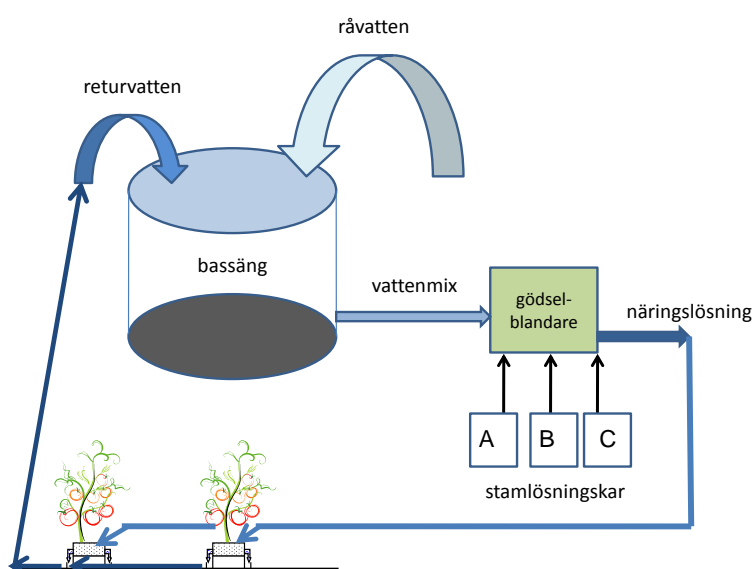
Vad är då speciellt med ett slutet system kontra ett öppet system utifrån gödslingsstrategin?

- Returvattnet innehåller relativt stora mängder växtnäring som måste beaktas vid beräkning av ny gödselblandning.
- Returvattnet varierar i sammansättning under en odlingssäsong och har ofta en annan relation mellan näringsämnen än vad som ges i näringslösningen. Det medför behov av större och tätare korrigeringar av gödselblandningen än i ett öppet system.
- I ett slutet system sker förändringar av näringsammansättning i substratet snabbare än i ett öppet system. Det beror på att en ackumulering "går runt" i systemet och bygger på nivåerna ytterligare genom det nya bevattningsvattnet. Samma sak gäller när det börjar uppstå brist på ett näringsämne. Det blir en accelererande minskning till dess att en justering görs av gödselblandningen. För att möta tilltagande ackumulering eller minskning är det större krav på täta analyser av returvattnet.
- När returvattnet skiljer sig mycket i sammansättning från det man vill ha i näringslösningen, kommer gödselblandningen man blandar till att ha ett smalare koncentrationsintervall inom vilket den är lämplig.
- Returvattnet har i de flesta fall en ganska låg alkalinitet (50-70 mg HCO₃/l), dvs. låg buffrande förmåga. Vid inblandning av råvatten med returvattnet är därför behovet av pH-neutraliserande syra mindre än för ett råvatten (gäller när råvattnet har en alkalinitet som är <70 mg HCO₃/l).

- Ett slutet system innebär med automatik också att patogener som finns i rotzonen och odlingssubstratet följer med returvattnet och riskerar att spridas till plantorna. För att förhindra detta krävs ett reningssystem som renar returvattnet innan det kan vattnas ut till plantorna.

Principer för recirkulering

Centralt vid recirkulering är att överskottsvattnet – returvattnet – leds tillbaka till gödselutrustningen och blandas med råvatten. Det nya vattnet som då bildas benämns här **vattenmix** och är en blandning av returvatten och råvatten (Figur 1). Proportionerna mellan returvatten och råvatten bestäms beroende på tillgång till returvatten och näringsnivån hos returvattnet. Råvattnet kan bestå av mer än ett vatten t.ex. borrwater och regnvatten och kan i sin tur proportioneras beroende på tillgång och kvalitet. Vattenmixen utgör sen det vatten som pumpas till gödselblandaren där injicering av stamlösning sker. Härifrån pumpas sen **näringslösning** ut till plantorna.



Figur 1. Systemskiss för recirkulering med blandning av vattenmix i separat bassäng.

Teknisk utformning

Blandning av returvatten och råvatten

Det är viktigt att ha bra kontroll på hur returvattnet blandas med råvatten. För att få en så stabil näringstillförsel som möjligt ska man ha ett system som ger jämn inblandning av returvatten och råvatten.

Separat tank

Blandning av returvatten och råvatten sker i en separat tank som är inkopplad före gödselblandaren (Figur 2). Proportionen returvatten-råvatten bestäms och inblandningen från respektive vattenkälla kan t.ex. styras genom enkla kranar och med vattenmätare (Figur 3). Kontroll av att inblandningen är riktig kan ske genom att mäta ledningstalet i vattenmixen.

Fördelen med separat tank är att man får en större vattenreservoar med ett färdigblandat vatten vars sammansättning ändrar sig förhållandevis långsamt och gör att behovet för justering av gödselblandningen blir mindre än vid direktinblandning. Ju större tanken är desto mindre påverkan får tillfälliga svängningar av näringsinnehållet i returvattnet på vattenmixen. En tank som rymmer en hel veckas behov ger ett mycket stabilt vatten.

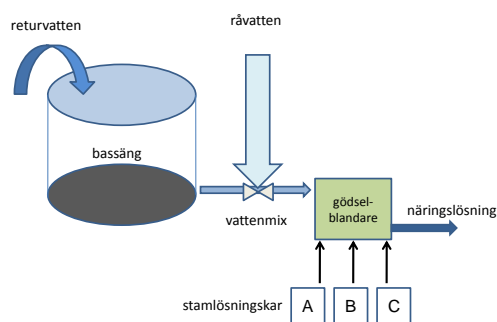


Figur 2. (vänster) Blandningsbassäng för vattenmix.

Figur 3. (höger) Kranar och vattenmätare för styrning och kontroll av inblandning.

Direkt inblandning vid gödslingen - onlineinblandning

Inblandningen av returvatten med råvatten sker direkt när vattenbehov föreligger hos gödselblandaren (online). Returvattnet tas då från uppsamlingsbassäng efter rening och regleringen av proportionerna returvatten–råvatten styrs av blandningsventiler på vattenledningarna omedelbart före gödselblandaren (Figur 4 och Figur 5). Då krävs ingen extra bassäng för lagring av vattenmixen, vilket är platsbesparande. Nackdelen med metoden är att det lättare uppstår svängningar i vattenmixens sammansättning beroende på returvattnets aktuella innehåll. Ju större bassäng för uppsamling av returvatten desto stabilare blir vattenmixen.



Figur 4. (vänster) Systemskiss för recirkulering där vattenmixen blandas online.

Figur 5. (höger) Ventil för styrning av inblandning av retur- och råvatten.

Gödselutrustning

Pump med 2 stamkar + separat syrakar

Konventionell gödselblandare med ledningstalsstyrning och med 2 stamlösningar utgör basutrustning. Det är en fördel om blandaren är försedd med pH-styrning, men det är inget absolut krav. Vattenmixen kan variera betydligt mera än vad ett råvatten gör, eftersom ledningstalet i returvattnet kan förändras relativt snabbt. Följden blir att även behovet av pH-sänkande syra skiftar i takt med detta och då är det en fördel att ha en separat pH-styrning på gödselblandaren.

Pump med flera stamlösningar

Genom att ha flera stamlösningar finns det möjlighet att ha separata kar för vissa gödselmedel. Skulle alla gödselmedel ha särskilt kar så skulle det finnas behov av minst 6 kar förutsett att all mikrogödning läggs i ett kar.

Figur 6 visar en anläggning där man använder 5 stamkar fördelade på ett för vardera kalksalpeter och kalisalpeter, ett för fosfor- och magnesiumgödning, ett för mikrogödning och ett för pH-styrning. Genom att ändra blandningsförhållandena från varje enskilt stamlösningar kan man bibehålla samma antal kg/liter i stamlösningen under långa perioder. Detta kräver dock tillgång till hjälpmedel som visar hur förhållandena mellan olika näringsämnen ändras när man justerar de inbördes blandningsförhållandena. Det är svårare att kontrollera att pumparna arbetar rätt när inblandningsprocenten varierar mellan olika kar.



Figur 6. Gödselblandare med många stamkar.

Kvalitetskrav på råvatten

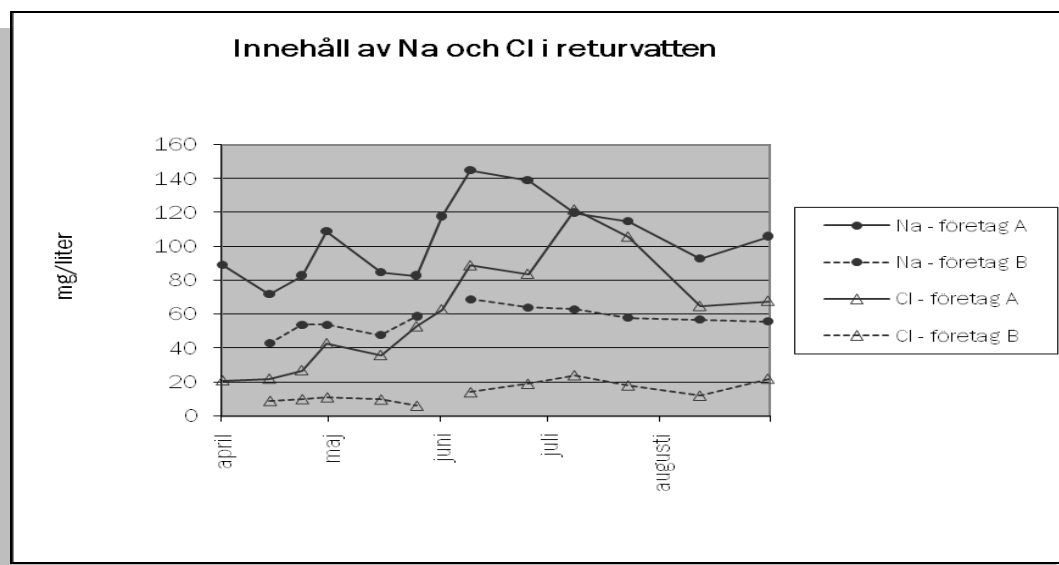
Vid recirkulering är det särskilt viktigt att göra en bedömning av råvattnets sammansättning. Detta med tanke på risken för ackumulering av enskilda växtnäringsämnen i ett slutet system. Tanken med att sluta systemet är ju att inte släppa ut växtnäring i mark och vattendrag. En generell regel är att ämnen i råvattnet inte får överstiga de värden som man önskar ha i näringslösningen. Det varierar beroende på vilka kulturer man har och har man flera kulturer så är det den känsligaste kulturen som får avgöra om råvattnet duger för recirkulering. Är halten för hög av något ämne kan regnvatten, som normalt har ett lågt saltinnehåll vara en möjlighet. Kommunala vatten kan vara ett alternativ, men ibland är halten av natrium för hög.

En viktig faktor är huruvida sammansättningen varierar under året, t.ex. beroende på om man tar vatten från olika källor, vilket kan vara fallet i ett kommunalt vatten. Ämnen som är känsliga för ackumulering och som man måste beakta särskilt är natrium och klorid. I Tabell 1 framgår holländska normer (de Kreij et al., 1999) för högsta halter av natrium och klorid och det är nivåer som stämmer väl överens med svenska erfarenheter.

Tabell 1. Holländska normer för högsta halter av natrium och klorid i råvatten i slutet system

Kultur	Na mg/l	Cl mg/l
gurka, melon	12	25
Tomat	16	32

I Figur 7 visas natrium- och kloridnivåerna i returvattnet i två tomatodlingar under en odlingssäsong med recirkulering (Hansson, 2007). Råvattnets innehåll av natrium och klorid i samma företag framgår av Tabell 2.



Figur 7. Innehåll av natrium och klorid i returvattnet under en odlingssäsong med recirkulering (Hansson, 2007).

Tabell 2. Innehåll av natrium och klorid i råvattnet i två tomatodlingar med recirkulering

Företag	Na mg/l	Cl mg/l
A – egen borra	16	39
B - kommunalt	12	17

I företag A fann man sig tvungna att under juni-juli tömma systemet för att få ner värdena av natrium och klorid, vilket inte var fallet med företag B. Detta har lett till att man senare anslutit till kommunalt vatten i företaget för att undgå ackumuleringseffekten.

Analysförfarande

Genom analyserna av substratet/substratvätskan får man en god bild över närings-situationen hos plantorna. Vid recirkulering måste man också ta regelbundna analyser av returvattnet eftersom detta utgör en stor del av näringen i vattenmixen, som sen ska kompletteras med ny näring. Genom analyser kan begynnande ackumulering eller brist upptäckas i så god tid att de kan åtgärdas utan att påverka kulturen negativt. Särskilt i

perioder med stort näringsbehov såsom under svällningsfasen i tomat och gurka, gäller det att ta täta analyser för kunna anpassa näringslösningen i tid.

Var ska man ta prov för analysering?

Det finns två olika modeller:

1. Provet tas på returvattnet i bassängen som finns efter att vattnet genomgått rening. Har man ingen rening kan provet tas direkt i uppsamlingsbassängen för returvattnet.
2. Provet tas i bassängen där returvattnet blandats med råvattnet, dvs. i vattenmixen. Man får då analyserat vad vattenmixen i sin helhet innehåller och behöver inte beräkna sammansättningen av vattenmixen.

Vilken typ av analys behövs?

En vanlig kemisk vattenanalys är det som används i detta sammanhang. Det är viktigt att analysera såväl makro- som mikronäringsämnen utöver ledningstal och pH. Natrium och klorid ska ingå. Det kan även finnas behov av att några gånger under säsongen analysera alkaliniteten, särskilt om man inte har en pH-reglering på gödselblandaren.

Hur ofta ska analyserna tas?

Under det första året som man recirkulerar behöver man ta analyser tämligen ofta för att skapa referenser för hur snabbt förändringar av näringsnivån kan ske i ett cirkulerande system. För gurka och tomat bör analys tas var 7-10:e dag från start av recirkuleringen till 2 veckor efter skördestart. Detta är en känslig period då det är av stor vikt att t.ex. kaliumbehovet anpassas efter fruktbelastning och då behöver gödselblandningen justeras ofta. Därefter bör analys tas med 2-3 veckors mellanrum – ju längre fram på säsongen desto mera sällan. För krukväxter bör analys tas med 2-3 veckors mellanrum.

Riskenivåer av näringsämnen i ett cirkulerande system

Risken för att halterna av enskilda näringsämnen blir för höga är betydligt större i ett cirkulerande system än i ett öppet. De "åker runt" i systemet och halterna kan på kort tid öka kraftigt. Här är det viktigt med täta analyser. Regelbunden kontroll av ledningstal i odlingssubstrat och avrinning resp. returvattnet kan ge en tidig information om att en ackumulering är på gång, men det är viktigt att veta vad den består av. Vad som är för höga halter varierar mellan kulturslag, sorter, utvecklingsstadium, odlingssubstrat mm. Det är särskilt viktigt att ha god kontroll på näringsämnen som har snäva toleransgränser. Hit hör mikroämnen bor, koppar och zink. Andra ämnen man bör bevaka är natrium och klorid, som växten tar upp i en liten mängd. I Tabell 3 framgår ungefärliga nivåer för olika näringsämnen när det är dags att reagera för att halterna är för höga eller för låga. Det är relativt allmän-giltiga nivåer som kan gälla för flertalet kulturer. En faktor som också är viktig är den inbördes relationen mellan ämnena.

Visar analysen på för höga halter av något ämne behöver en ändring göras av gödselblandningen så snart som möjligt för att förhindra en ackumulering. Står man med nyfyllda gödselkar är det svårt att justera med en gång och man får avvakta tills det är dags att blanda ny stamlösning. Alternativt kan man göra en justering i ett halvfyllt stamgödselkar och fylla upp till fullt kar men utesluta eller minska mängden av det näringsämne som finns i överskott. Under perioder då en stamlösning varar länge, kan det därför vara klokt att bara blanda halva karet och på så vis ha kvar möjligheten att justera blandningen för ett ev. överskott av något näringsämne.

Tabell 3. Lämpligt intervall för olika nivåer av näringsämnen

	Värden i substratanalys då särskild uppsikt kan krävas, mg/l
pH	5,5 < pH < 6,4
Lt	3,0 < Lt < 5,5
N - kväve	200 < N, för att undvika svag tillväxt hos gurka/tomat; lägre nivå för krukväxter
P - fosfor	20 < P < 70
K - kalium	150 < K, kalium bör inte vara högre än kalcium för kulturer som lätt får kalciumbrist
Mg - magnesium	40 < Mg < 100
Ca - kalcium	140 < Ca < 500
S - svavel	30 < S < 150
Cl - klorid	15 < Cl < 100
Fe - järn	2 < Fe < 4 högre värden ger ingen skada men tyder på dålig upptagning
Mn - mangan	0,8 < Mn < 1,5
B - bor	0,3 < B < 1,0
Cu - koppar	0,04 < Cu < 0,20
Zn - zink	0,2 < Zn < 0,6
Mo - molybden	0,05 < Mo ingen risk för skador vid högre värden

Recirkulering innebär en stor miljövinna eftersom dräneringsvatten hindras från att nå ut i mark och vattendrag. Av den anledningen är det också viktigt att man har god kontroll på näringsnivåerna i systemet hela tiden. Skulle en okontrollerbar ackumulering ske i systemet kan det tillfälligtvis motivera en tömning av systemet (eller delar av det). Har man en bas-säng för uppsamling av returvattnet för vidare användning som t.ex. bevattningsvatten för fältgröda är möjligheten större att tillfälligtvis "släppa ut" dräneringsvattnet. Värt att notera är att man i Holland har fastställt nivåer på returvattnet då det blir tillåtet att släppa ut det i vattendragen (Voogt, 2004). För natrium har man gränsvärdet 138 ppm för gurka, 184 ppm för tomat, 115 ppm för sallat och 92 ppm för gerbera. Hos oss finns för närvarande inga sådana gränser.

Val av gödselmedel vid recirkulering

Mot bakgrund av risken för ackumulering i systemet bör man välja en gödslingsstrategi som gör det möjligt att enkelt och snabbt göra de förändringar av näringslösningen som krävs. Därför bör man företrädesvis använda sig av enkla gödselmedel som medger stor flexibilitet vid förändring av näringslösningen. Då kan ett enskilt växtnäringsämne minskas eller ökas med minsta möjliga påverkan på övriga näringsämnen. Det blir också lättare att hamna "exakt rätt" vid näringskompositionen.

Sammanstatta gödselmedel ger den fördelen att det är färre komponenter som ska blandas till. Vanligen tillförs då både makro- och mikronäring i ett och samma gödselmedel och endast kalksalpeter samt syra för neutralisering av pH ges utöver detta. Behöver man här justera ett enskilt näringsämne t.ex. fosfor eller järn så kommer flera andra näringsämnen också att förändras. Så länge det är frågan om att öka mängden av ett ämne så kan detta tillsättas enkelt, men det är betydligt svårare att minska ett enskilt ämne om det ingår i det sammansatta gödselmedlet, eftersom övriga växtnäringsämnen också förändras i motsvarande grad.

I bilaga 1 ges en översikt över gödselmedel som idag finns på marknaden, såväl enkla som sammansatta. Näringsinnehållet för ett gödselmedel kan variera något mellan olika leverantörer.

I Tabell 4 har de enkla gödselmedlen grupperats efter växtnäringsinnehåll, så att det framgår vilka gödselmedel som kan användas när man vill tillgodose behovet av t.ex. kväve, kalium och magnesium.

Inom grönsaksodlingen i växthus har man sedan lång tid tillbaka använt sig av i huvudsak enkla gödselmedel när det gäller makronäringen, men med en färdigblandad mikronäring. De erfarenheter vi har från cirkulerande system så här långt, är att det kan fungera förhållandevis väl med en sammansatt mikroblandning. På grund av t.ex. boranrikning kan man behöva komplettera med enskilda mikronäringsämnen och i slutänden kan det betyda att man blandar till lika många komponenter, som om man från början utgick från enskilda gödselmedel för mikronäringen. Ett skäl till att använda en färdig mikronäring är säkerhet – man vet att alla näringsämnen finns med och risken för feldosering är mindre.

Inom krukväxtodlingen är det vanligt att utgå från ett sammansatt gödselmedel, som även innehåller mikronäring. Vid recirkulering är det en fördel att använda sig av enkla gödselmedel. Det blir lättare att komponera en näringslösning som ligger nära de riktvärden man eftersträvar och innebär också en flexibilitet för att möta en ev. ackumulering i systemet.

Tabell 4. Enkla gödselmedel ordnade (i bokstavsordning) efter innehåll av näringsämne

kväve - N	fosfor - P	kalium - K	
ammoniumnitrat	fosforsyra 75 % eller 85 %	kaliumklorid	
ammoniumsulfat	kaliumpolyfosfat	kaliumnitrat/kalisalpeter	
kalciumnitrat/kalksalpeter	magnesiumfosfat	kaliumpolyfosfat	
kaliumnitrat/kalisalpeter	monoammoniumfosfat	kaliumsulfat	
magnesiumnitrat	monokaliumfosfat	monokaliumfosfat	
monoammoniumfosfat			
salpetersyra 53 % eller 62 %			

magnesium - Mg	kalций - Ca	svavel - S	klorid - Cl
magnesiumfosfat	kalciumnitrat/kalksalpeter	ammoniumsulfat	kalciumpolyfosfat
magnesiumnitrat	kalciumpolyfosfat	kaliumsulfat	kaliumklorid
magnesiumsulfat		magnesiumsulfat	

Några synpunkter på val av gödselmedel

- Monokaliumfosfat är ett lämpligt fosforgödselmedel om man har ett vatten med låg alkalinitet (se nästa avsnitt). Det kan stå för hela fosforbehovet. Det kan också fungera bra som kaliumgödselmedel, om man har behov av att hålla igen på kvävet.
- Kaliumklorid och kaliumsulfat kan användas för att fylla en del av kaliumbehovet. Viktigt är att bevaka nivån av sulfat och klorid i returvattnet – båda kan lätt anrikas.
- Anpassa valet av chelaterade mikronäringsämnen till reningssystemet. UV-rening ställer krav på starka chelater som inte bryts ner av UV-strålningen. Stabila chelater som klarar det är DTPA och EDDHA.

Råvattnets pH och alkalinitet

Näringslösningens pH bör för de flesta kulturer ligga nära 5,8. De flesta råvatten ligger betydligt över detta, vilket medför att pH ofta behöver sänkas för att passa plantornas behov. För att få rätt pH i näringslösningen tillsätts vanligen syror. Avgörande för hur mycket syra som behövs för att sänka pH till önskad nivå är vattnets alkalinitet, som anges som milligram vätekarbonat (HCO_3^-) per liter vatten (mg/l). Skillnaden i alkalinitet mellan olika råvatten kan vara mycket stor. Borrwater från vissa områden i södra Sverige kan innehålla över 300 mg/l, medan vatten från andra platser innehåller < 50 mg/l.

Sjövatten och regnvatten har mycket låg alkalinitet, vilket kan kräva särskilda åtgärder. Vätekarbonatet fungerar som en buffert i vattnet, vilket innebär att den håller pH tämligen konstant i vattenlösningen vid tillsats av syra eller bas. Syran som normalt sänker pH kraftigt när det hålls i vatten tas om hand av vätekarbonatet och det bildas koldioxid och vatten. Först när det mesta av vätekarbonatet är neutraliserat sjunker pH snabbt i lösningen.

Många odlare har varit med om att man tillsatt stora mängder syra till stamlösningen och att pH endast långsamt sjunker i den utgående näringslösningen. Sedan får man ett plötsligt pH-ras vid ytterligare tillsats av några deciliter. Detta snabba omslag inträffar vid pH 5,2 - 5,4 då vätekarbonatet är neutraliserat och har förlorat sin buffrande förmåga. För att få ett stabilt pH i näringslösningen är det därför en fördel att behålla 30-50 mg HCO_3^- /l i vattenmixen och sträva efter ett pH kring 5,8 i näringslösningen.

Kontroll av pH i näringslösningen bör göras ute i växthuset vid droppen eller bordet. Erfarenheten visar att gödselblandaren bör vara inställd på ett något lägre pH-värde (pH 5,4 - 5,6) än det man önskar ute i växthuset (pH 5,8) för att det ska bli rätt pH i näringslösningen som plantorna får.

Beräkning av näringslösning

Vissa grunduppgifter behövs för att kunna beräkna en näringslösning och vad man ska blanda i stamlösningen.

- Växtnäringsinnehåll och alkalinitet i de vatten som ska användas. Praxis i Sverige är att ange koncentrationen av de ingående näringsämnen i mg/l, vilket också är detsamma som ppm (parts per million).
- Uppgift om i vilka proportioner olika vatten ska användas.
- Uppgift om i vilken koncentration de olika växtnäringsämnen ska finnas i näringslösningen, dvs. hur många mg/l eller ppm det ska vara av varje enskilt växtnäringsämne.
- Sammanställning över växtnäringsinnehåll i olika gödselmedel som kan ingå i näringslösningen.
- Uppgift om blandbarhet för olika gödselmedel.
- Uppgift om hur mycket gödselmedel det går att lösa i stamlösningen, dvs. gödselmedlens löslighet.

Steg i beräkningsprocessen och förslag på arbetsordning

1. Beräkning av vattenmixens sammansättning
2. Beräkning av näringslösningens sammansättning
3. Beräkning av stamlösningens sammansättning
4. Justering av pH
5. Förslag på arbetsgång för beräkning av näringslösning
6. Beräkning av mängd stamlösning

Beräkning av vattenmixens sammansättning

Basen för näringsberäkningen är kännedom om näringsnivån och alkaliniteten i den vattenmix som ska användas. För att kunna bestämma det behöver man ha analys på råvattnet och aktuell analys av returvattnet. Man måste också veta vilka proportionerna ska vara mellan de olika vattenkällorna i vattenmixen. Utifrån detta kan man beräkna näringsnivån i vattenmixen, som sen ska kompletteras med ny växtnäring. Formeln för beräkningen av vattenmixens sammansättning blir:

$$\text{Andel råvatten} \times \text{mg/l näringsämne i råvatten} + \text{andel returvatten} \times \text{mg/l näringsämne i returvattnet}$$

Exempel. I Tabell 5 visas en beräkning av vattenmixens sammansättning (se även bilaga 2 och 4). Returvattnet avser en tomatodling under juni. Andel råvatten: 75 % och andel returvatten: 25 %.

Tabell 5. Beräkning av sammansättningen av vattenmix (mg/l)

	pH	It	HCO ₃	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Mg	S	Ca
råvatten mg/l	8,3	0,4	150	7	0	0	1	4	12	69
returvatten mg/l	6,1	4,4	75	440	0	66	475	91	112	410
råvatten 75 %		0,3	112	5	0	0	1	3	9	52
returvatten 25 %		1,1	19	110	0	17	118	23	28	102
vattenmix mg/l		1,4	131	115	0	17	120	26	37	154

	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
råvatten mg/l	10	17	0	0	0	0	0	0
returvatten mg/l	85	14	5,8	1	0,75	0,5	0,11	0,1
råvatten 75 %	8	13	0	0	0	0	0	0
returvatten 25 %	21	3	1,45	0,25	0,19	0,13	0,03	0,03
vattenmix mg/l	29	16	1,45	0,25	0,19	0,13	0,03	0,03

Har man mer än ett råvatten som ska ingå i vattenmixen t.ex. både en borra och ett regnvatten så görs beräkningen på motsvarande sätt, men med tre ingående delar (t.ex. 50 % regnvatten, 25 % borrhatten och 25 % returvatten) med summering på slutet. Observera att pH för vattenmixen inte kan beräknas på detta sätt!

Beräkning av näringslösningens sammansättning

För att beräkna näringslösningens sammansättning behöver man ha riktvärden för näringslösningens innehåll till plantorna. Det varierar bl.a. beroende på växtslag och i vilket utvecklingsstadium kulturen är. Normvärdena för näringslösningen vid recirkulering skiljer

sig inte från värdena i ett öppet system. Det som ska tillföras är skillnaden mellan den önskade näringslösningen till plantorna och innehållet av växtnäring i vattenmixen.

Exempel. I Tabell 6 visas en beräkning av näringslösningens sammansättning. Näringslösningen i exemplet avser tomatodling (se även uppställning i bilaga 2).

Tabell 6. Beräkning av näringslösning (mg/l)

	pH	lt	HCO ₃	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Mg
önskad näringslösning	5,8	2,6	50	230	5	36	340	40
vattenmix mg/l		1,4	131	115	0	17	120	26
att tillföra mg/l		1,3	- 81	115	5	19	220	14

	S	Ca	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
önskad näringslösning	40	180	2,4	1	0,35	0,3	0,08	0,04
vattenmix mg/l	37	154	1,45	0,25	0,19	0,13	0,03	0,03
att tillföra mg/l	3	26	0,95	0,75	0,16	0,17	0,05	0,01

I exemplet har natrium och klorid inte tagits med. Klorid är ett växtnäringsämne som man ska bevaka och det kan vara aktuellt med tillförelse av kloridgödselmedel.

Beräkning av stamlösningens sammansättning

För att kunna göra beräkningen behöver man ha kännedom om gödselmedlens sammansättning (bilaga 1).

I beräkningen är det praktiskt att utgå från att man ska göra en näringslösning om 1 m³. I exemplet önskar vi tillföra 220 mg kalium (K) per liter näringslösning. Räknar vi om det per m³ näringslösning blir det 220 g eller 0,220 kg. Vi väljer kalisalpeter (kaliumnitrat) som innehåller 38,5 % kalium och 13,5 % kväve per kg gödselmedel för att tillgodose hela behovet av kalium.

Formeln för hur mycket kalisalpeter som ska tillföras per m³ blir:

kg önskad mängd växtnäringsämne / kg växtnäringsämne i ett kilo gödselmedel

Det ger följande resultat:

0,220 kg önskad mängd kalium / 0,385 kg kalium i ett kilo kalisalpeter
= 0,57 kg kalisalpeter i 1 m³ näringslösning

Kalisalpeter innehåller också kväve (13,5 %) och kvävemängden beräknas enligt formeln:

kg gödselmedel i näringslösningen x näringsinnehållet i ett kg gödselmedel

Det ger följande resultat när det gäller kvävemängden:

0,57 kg kalisalpeter x 0,135 kg kväve = 0,077 kg kväve/m³ näringslösning

I varje kubikmeter näringslösning som går ut till plantorna behövs alltså 0,57 kg kalisalpeter för att tillgodose hela behovet av kalium om 220 mg/l. Samtidigt får man 0,077 kg kväve per m³ i näringslösningen, vilket är det samma som 77 mg/l eller 77 ppm.

Motsvarande beräkning görs för övriga gödselmedel som ska ingå i gödselblandningen (för syror se nästa avsnitt).

För **flytande gödselmedel** ska man kontrollera om växtnäringsinnehållet anges i vikts- eller volymprocent. Om man mäter upp gödselmedlet i liter och innehållet anges i vikts-% behöver man ta hänsyn till gödselmedlets specifika vikt och göra en omräkning från kg gödselmedel till liter gödselmedel.

Vi önskar tillföra 2,5 mg/l järn ($2,5 \text{ g/m}^3$) och använder för detta ändamål 7 % järnchelate. Järnchelate innehåller 5,4 vikts-% järn, vilket innebär 54 gram per kg. På liknande sätt som tidigare kan vi beräkna mängden järnchelate enligt formeln:

kg önskad mängd växtnäringsämne / kg växtnäringsämne i ett kilo gödselmedel

och det ger följande resultat:

$0,0025 \text{ kg} / 0,054 \text{ kg/kg} = 0,046 \text{ kg}$ järnchelate

Med en specifik vikt hos järnchelate på 1,3 kg/l motsvarar detta $0,046 \text{ kg} / 1,3 \text{ kg/l} = 0,035$ liter järnchelate.

Justering av pH

För att kunna reglera näringslösningens pH till lagom nivå behövs i många fall en tillsats av pH-sänkande syra för att neutralisera vätekarbonatet. Det man kan använda sig av är fosforsyra och salpetersyra, men även magnesiumfosfat (Fosmagnit, Magnofoss eller P-Mag). Fosforsyra är ett utmärkt fosforgödselmedel och vid hög alkalinitet kan den täcka hela fosforbehovet. Vid lägre alkalinitet (< 120 mg/l) är magnesiumfosfat att föredra.

Salpetersyra är ett rent kvävegödselmedel och kan användas som komplement till fosforsyran. Ofta används den för sista justeringen av pH ner till önskat utgående pH och om man har en pH-styrd gödselblandare är det alltid salpetersyra som tillsätts i det separata syrakaret.

Av Tabell 7 framgår hur stor mängd syra som behövs för att neutralisera 100 mg HCO_3/l , vad det innebär i näringstillskott och vad 0,1 liter syra tillför i näring.

Tabell 7. Syramängd för neutralisering av vätekarbonat och inverkan på näringsinnehåll

Syra	Liter per m^3 vatten för att neutralisera 100 mg HCO_3/l	Tillskott av kväve och fosfor i mg/l vid neutralisering av 100 mg HCO_3/l	Vid tillsats av 0,1 liter/ m^3 vatten blir tillskottet av kväve resp. fosfor i lösningen (mg/l)
fosforsyra 85 %	0,10	P 44	P 44
fosforsyra 75 %	0,125	P 44	P 36
magnesiumfosfat	0,17	P 30	P 17
salpetersyra 62 %	0,12	N 23	N 19
salpetersyra 53 %	0,145	N 23	N 15

I exemplet behöver vi neutralisera 81 mg HCO_3/l . Vi väljer att först använda 85 % fosforsyra för att tillgodose fosforbehovet på 19 mg/l fosfor. Med hjälp av tabellen kan vi räkna fram hur mycket fosforsyra som behövs per m^3 vatten.

Fosforbehov: 19 mg/l eller $19 \text{ g}/\text{m}^3$

Mängd fosforsyra kan beräknas enligt högra kolumnen som visar att 0,1 liter 85 % fosforsyra ger 44 mg/l fosfor. Vi kan då beräkna mängden i exemplet till.

$19 \text{ mg}/\text{l} / 44 \text{ mg}/\text{l} \times 0,1 \text{ liter} = 0,043 \text{ liter fosforsyra}$

Ur tabellen kan vi också räkna fram hur mycket HCO_3 som neutraliserats. Att neutralisera 100 mg HCO_3/l ger ett fosfortillskott på 44 mg/l. Eftersom vi då har tillfört 19 mg/l fosfor så kommer det att neutralisera:

$19 \text{ mg}/\text{l} / 44 \text{ mg}/\text{l} \times 100 \text{ mg}/\text{l} = 43 \text{ mg } \text{HCO}_3/\text{l}$

Kvar att neutralisera är då $81 - 43 \text{ mg}/\text{l} = 38 \text{ mg } \text{HCO}_3/\text{l}$

För detta tillför vi då 62 % salpetersyra. Enligt tabellens vänstra kolumn neutraliserar 0,12 liter 62 % salpetersyra 100 mg HCO_3/l . Vi ska neutralisera 38 mg HCO_3/l och för det krävs:

$38 \text{ mg}/\text{l} / 100 \text{ mg}/\text{l} \times 0,12 \text{ l} = 0,046 \text{ liter } 62 \% \text{ salpetersyra}$

Kvävet som tillförs med salpetersyra kan vi beräkna till:

$0,046 \text{ l} / 0,12 \text{ l} \times 23 \text{ mg}/\text{l} = 8,8 \text{ mg}/\text{l}$

Med denna beräkning har vi kommit fram till att för att neutralisera 81 mg HCO_3/l så ska vi tillföra 0,043 liter 85 % fosforsyra och 0,046 liter 62 % salpetersyra.

I särskilda fall kan det bli aktuellt att tillsätta gödselmedel som höjer pH i näringslösningen. Exempel på detta är om man använder sig av ett ytvatten (sjö- eller åvatten med låg alkalinitet) eller om man har stort inslag av regnvatten. Användbara gödselmedel i pH-höjande syfte är kaliumhydroxid, kalciumhydroxid och pottaska (kaliumkarbonat).

Förslag på arbetsgång för beräkning av näringslösning

Börja med att räkna fram vad som ska blandas i kar A. I det karet bör man tillföra växt-näringsämnen fosfor, kalium, magnesium, svavel och delar av kvävet. Här läggs huvuddelen av syran. Har man ett separat syrakar för pH-reglering bör man åtminstone lägga fosforsyran i kar A. Har man stort syrabehov kan det vara en fördel att lägga en del av salpetersyran i kar A, för att få en stabilare pH-reglering.

1. Välj fosforkälla utifrån hur stort behovet är av att neutralisera vätekarbonatet. Behöver man neutralisera det så är det bra att använda fosforsyra eller magnesiumfosfat. Räkna ut hur mycket vätekarbonat som kommer att neutraliseras. I ett vatten med låg alkalinitet är kaliumfosfat ett väl fungerande gödselmedel.
2. Kalisalpeter används som huvudkälla för kalibehovet. Räkna därefter fram hur stort kvävetillskott som kalisalpeteren ger. Andra kaliumgödselmedel som delvis kan användas är kaliumsulfat och kaliumklorid.
3. Använd magnesiumsulfat för att täcka behovet av magnesium. Räkna därefter fram hur mycket svavel det blir. Om svavelnivån är för hög i vattenmixen och inget extra svavel behövs bör man välja ett annat magnesiumgödselmedel t.ex. magnesiumnitrat.
4. Se hur mycket vätekarbonat som finns kvar efter tillsats av fosforsyra och räkna ut hur mycket salpetersyra som behövs för att kompensera resten av vätekarbonaten. Räkna därefter fram hur mycket kväve som syran kommer att tillföra.

Det är nu dags för kar B. I det karet bör man tillföra kalcium, resten av kvävet och mikronäring.

1. Fyll upp återstående kvävebehov med kalksalpeter. Räkna samtidigt ut hur mycket kalcium som kommer att tillföras.
2. Vid val av sammansatt mikroblandning är det ofta lämpligt att utgå från bor och räkna fram hur mycket, som behövs för att täcka borbehovet. Räkna därefter fram hur mycket järn, mangan, koppar, zink och molybden som kommer att tillföras och jämför mot önskade värden. Dessa bör ligga inom ett intervall på $\pm 10\%$ av önskade värden. Är avvikelserna för stora i förhållande till önskade värden kan det vara bättre att välja enkla gödselmedel eller att komplettera med något enskilt mikronäringsämne.
3. pH i stamlösningkaret bör korrigeras till ca 3,5-4 för att få en så bra lösning av gödselmedlen som möjligt (OBS pH lägre än 3,5 ska undvikas för att inte skada chelaternas stabilitet). Det innebär att en liten mängd salpetersyra kan tillföras karet (0,2-0,5 liter per 1000 liter stamlösning).

Den här föreslagna arbetsgången innebär att man kommer mycket nära önskade nivåer av kalium, magnesium, kväve och fosfor, medan svavel och kalcium kan avvika mer från önskade värden. Hamnar man på en nivå som ligger mer än 10 % under eller över det önskade värdet, bör man undersöka om det finns andra kombinationer av gödselmedel som gör att man kommer närmare de önskade nivåerna. Toleranserna för kalcium och svavel är i allmänhet större och i t.ex. gurka och tomat kan man för kalcium tolerera en avvikelse uppåt 20-30 % och för svavel en avvikelse på $\pm 20-30\%$ utifrån normala riktvärden.

Beräkningen i bilaga 2, som avser en tomatkultur, baseras på samma vatten och förutsättningar som i tidigare exempel och har gjorts enligt arbetsgången ovan. Här har vi valt att använda en sammansatt mikrogödning i form av mikronit, där mängden baserats på borbehovet. En komplettering har gjorts med manganchelat för att fylla upp manganbehovet.

Utgångspunkten är två stamlösningsskar om vardera 500 liter och lösningen har gjorts 100 gånger starkare såsom beskrivs i nästa kapitel.

Beräkning av mängd stamlösning

För att kunna göra en komplett näringslösning behövs minst två stamlösningsskar. Detta för att alla gödselmedel inte är blandbara med varandra (se avsnitt om blandbarhet). Ett exempel på detta är kalcium och sulfat som mycket snabbt bildar gips om de hamnar i samma stamlösningsskar.

Ofta har man två lika stora stamkar och det sugas lika mycket stamlösning från båda karen, t.ex. två kar om vardera 500 liter, dvs. sammantaget 1000 liter. Stamlösningen gör man 100 gånger starkare än näringslösningen om man vill dosera 1:100, d.v.s. 1 %. Med exemplet ovan ska man multiplicera de framräknade mängderna med 100 vilket innebär 0,57 kg kalisalpetar x 100 = 57 kg kalisalpetar. Den mängden ska lösas i totalt tusen liter stamlösning – i praktiken dock endast i det ena av de två 500 liters karen.

Många odlare har gödselblandare som doserar stamlösning efter inställt ledningstal för näringslösningen. Doseringen kommer då att vara "variabel" och det innebär att man inte måste göra stamlösningen med exakt 1:100 i blandningsförhållande. Då kan det vara mera praktiskt att göra en blandning som är anpassad till hela och halva säckar av gödselmedlen. Istället för 57 kg kalisalpetar tycker man kanske att 50 kg är betydligt enklare att hantera. Man får då räkna ut hur stor del av den framräknade gödselmängden man önskar ta och i exemplet blir det $50/57 = 0,88$. Den framräknade mängden gödselmedel i näringslösningen ska då multipliceras med 88 istället för 100. Samma faktor ska användas till alla ingående gödselmedel i stamlösningen, så naturligtvis går det inte att få jämna förpackningar för alla ingående gödselmedel.

Varje gödselmedel kan lösas till en bestämd mängd i 1 liter vatten – gödselmedlets löslighet. Lösligheten ökar med temperaturen och anges ofta vid 20°C. Lösligheten varierar mycket mellan gödselmedlen – t.ex. så är lösligheten för kalksalpetar 1000 g/liter, medan den för kaliumsulfat är 125 g/liter vatten. Vanligen blandar man flera gödselmedel i samma stamlösningsskar och då blir lösligheten mindre. Erfarenhet visar att man kan göra en blandning med upp till 20 kg gödselmedel per 100 liter vatten. Summera antalet kg gödselmedel för varje stamlösningsskar och dividera med karetets volym för att kontrollera att stamlösningen inte är för starkt. Har man kallt vatten kan det vara lämpligt med svagare stamlösning.

Blandbarhet av gödselmedel

Blandbarheten är viktig eftersom man i de flesta fall blandar flera gödselmedel i samma stamlösningsskar.

- Blanda **aldrig** kalciumgödselmedel (kalksalpetar, kalciumklorid) med sulfatgödselmedel (ammoniumsulfat, magnesiumsulfat, kaliumsulfat). Då bildas gips (kalciumsulfat) som en mjölkvit fällning i stamkaret och som slammar igen filter och dropp.
- Undvik att blanda fosfatgödselmedel med kalciumgödselmedel, eftersom svårösligt kalciumfosfat kan bildas.
- Ett lågt pH i stamkaret minskar generellt problemen med fällningar (gäller dock inte om kalcium- och sulfatgödselmedel blandas i samma kar!).
- Undvik dock låga pH <3,5 i stamkaret med mikronäring, eftersom chelaterna kan förstöras vid lägre pH-värden.

Förändring av proportionen returvatten i vattenmixen

Om tillgången på returvatten sjunker så mycket att man behöver minska inblandningen i förhållande till råvattnet, så kommer det att leda till att vattenmixen förändras. Nedan visas hur vattenmixen förändras om inblandningen av returvatten är 15 % i stället för 25 %, i tomatexemplet. Det innebär att tillförseln från stamlösningen måste vara större för att uppnå de riktvärden som eftersträvas. Att bara öka inblandningen av den tidigare gjorda blandningen ger inte en näringslösning som överensstämmer med den önskade, utan den behöver justeras. Resultatet av justeringen framgår av Tabell 8. Vid mindre förändring av proportionen returvatten behöver vanligen ingen justering ske av stamlösningens sammansättning.

Tabell 8. Beräkning av vattenmix med annan fördelning mellan returvatten och råvatten

	pH	It	HCO ₃	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Mg	S	Ca
råvatten mg/l	8,3	0,4	150	7	0	0	1	4	12	69
returvatten mg/l	6,1	4,4	75	440	0	66	475	91	112	410
råvatten 85 %		0,35	128	7	0	0	1	3	10	59
returvatten 15 %		0,65	11	66	0	10	71	14	17	62
vattenmix mg/l		1,0	139	72	0	10	72	17	27	120

	Na	Cl	Mn	B	Cu	Fe	Zn	Mo
råvatten mg/l	10	17	0	0	0	0	0	0
returvatten mg/l	85	14	1	0,85	0,11	5,8	0,5	0,1
råvatten 85 %	9	15	0	0	0	0	0	0
returvatten 15 %	13	2	0,15	0,11	0,02	0,87	0,08	0,02
vattenmix mg/l	21	17	0,15	0,21	0,02	0,87	0,08	0,02

Gödselblandningen med denna vattenmix framgår av bilaga 3. Vi kan notera att salpetersyran minskar eftersom mera fosforsyra behöver tillföras för att tillgodose fosforbehovet. Det innebär en relativt stor förändring av magnesiumsulfat, kalksalpeter och mikronit medan kalisalpeter inte behöver justeras lika mycket procentuellt.

Exempel gurka

Bilaga 4 är ett exempel på beräkning av näringslösning för en gurkkultur. Förutsättningen är här 25 % returvatten och 75 % råvatten. Det är samma gång i beräkningen som i tomatexemplet, men här används enbart enkla mikronäringsämnen. Viktigt vid beräkningen av mikronäringsämnen är omvandlingen från vikt till volym för de flytande gödselmedlen, eftersom gödselmedlen i bilaga 1 anges i viktsprocent.

Exempel pelargon

Bilaga 5 visar ett exempel på beräkning för en krukväxtodling med pelargon. Förutsättningen här är 30 % returvatten och 70 % råvatten (samma råvatten som i övriga exempel). Exemplet utgår från enkla gödselmedel när det gäller makronäringsämnen och med mikronit som mikronäringskälla. All syra läggs i kar A och blandningen förutsätter ingen separat pH-styrning.

Beräkningsformulär

I bilaga 6 finns ett tomt beräkningsformulär för egna beräkningar med samma uppställning som de gjorda exemplen.

Excel-beräkning

Beräkningsformulär enligt bilaga 6 finns också som Excel-fil med automatisk beräkning av vattenmixen efter valda proportioner råvatten/returvatten samt med automatiska summeringar av övriga beräkningar. Raden med önskad lösning måste alltid fyllas i för att någon beräkning ska utföras när man fyller i gödselmedlen. Värden för alkalinitet ska noteras som minusvärden när man fyller i gödselblandningsdelen, för att få rätt summering längst ner. Tillgång till denna Excel-fil kan fås genom att kontakta Grön Kompetens.

Ett Windowsbaserat beräkningsprogram för uträkning av näringslösningar är under utveckling i ett samarbete mellan SLU Alnarp och Grön Kompetens. Det kommer att kunna utföra olika typer av beräkningar såsom pH- och ledningstalsberäkningar, blandning av olika vatten inkl. returvatten samt beräkning av näringslösning efter valda gödselmedel.

Referenser

de Kreijl, C., Voogt, W., van den Bos, A. L. & Baas, R. (1999). Bemestingsadviesbasis substraten. PPO Wageningen, publ. 169.

Hansson, T. (2003). Dräneringsvatten i växthus – uppsamling och användning minskar miljöbelastningen. Jordbruksverket, Jordbruksinformation 16 – 2003.

Hansson, T. (2007). God vattenkvalitet krävs i cirkulerande system. Viola nr 8:2007.

Hansson, T. & Johansson, A-K. (2007). Goda exempel på rening av returvatten från odling av grönsaker och prydnadsväxter i växthus. Jordbruksverket, Jordbruksinformation 4 - 2007.

Voogt, W. (2004). Closed growing system in the Netherlands toward sustainable horticulture. I kurspärmen "Recirkulering – Nytt, Aktuellt och Internationellt" Greppa Näringen, Jordbruksverket.

Bilaga 1a. Gödselmedelsförteckning Makronäring

Gödselmedelsförteckning

A. Makronäring - enkla gödselmedel

Gödselmedel	specifik vikt (kg/l)	Handelsnamn	Innehåll av växtnäringsämne i viktsprocent													
			tot-N	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Cl					
ammoniumnitrat			34,5	17,2	17,3											
ammoniumsulfat			21		21							24				
fوسفorsyra 75 %	1,5					23,7										
fوسفorsyra 85 %	1,7					27										
kaliumpolyfosfat								49,8							45,2	
kaliumpolyfosfat	1,5	Super FK				7,2	20,8									
kaliumpolyfosfat/kalialpeter		Krista-K, Multi-K	13,8	13,8				38,5								
kaliumpolyfosfat		Krista-SOP, SoluPotasse						43,6			18,2					
kalciumpolyfosfat													27,9	49,2		
kalciumpolyfosfat/kalksalpeter		Calcinit, Multi-Cal	15,5	14,5	1								19			
kalciumpolyfosfat/kalksalpeter	1,5		9,3	9,3									12,7			
magnesiumfosfat	1,4	Fosmagnit, Magnofoss, P-Mag	0,8	0,8		12,4				4,4						
magnesiumnitrat		Krista-Mag, Magnisal	11	11						9,5						
magnesiumsulfat		Krista-MgS								10	13					
monokaliumpolyfosfat		Krista-MAP, MAP, Multi-MAP	12		12	26,6										
monokaliumpolyfosfat		Krista-MKP, Multi-MKP, Peak				22,7	28,2									
salpetersyra 53 %	1,33		11,8	11,8												
salpetersyra 62 %	1,4		13,8	13,8												

Bilaga 1b. Gödselmedelsförteckning Mikronäring

Gödselmedelsförteckning																		
B. Mikronäring - enkla gödselmedel																		
<i>Gödselmedel</i>	<i>chelatbildare</i>	<i>specifik vikt (kg/l)</i>	<i>Handelsnamn</i>	<i>Innehåll av växtnäringsämne i viktsprocent</i>														
				<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>									
borsyra						17,5												
järnchelat 3 %	DTPA	1,3		3,1														
järnchelat 6 %	DTPA	1,3		6,1														
järnchelat 6 %	EDDHA		Rexolin Q 48	6														
järnchelat 7 %	HEEDTA	1,3		5,4														
järnchelat 11 %	DTPA		Rexolin D 12	11,6														
kopparchelat		1,2						7,5										
kopparnitrat		1,5						16,7										
kopparsulfat								25										
manganchelat	EDTA	1,2			6,6													
manganchelat	EDTA		Rexolin Mn 13		12,8													
mangannitrat		1,56			15													
mangansulfat					32													
natriumborat			Borax			12												
natriummolybdat																		
solubor						21												
zinkchelat 9 %		1,2					7,5											
zinknitrat		1,5					16,7											
zinksulfat							22,7											

Bilaga 1c. Gödselmedelsförteckning Sammansatta NPK-gödselmedel och mikronäring

Gödselmedelsförteckning														
C. Sammansatta NPK-gödselmedel														
<i>Innehåll av växtnäringsämne i viktprocent</i>														
<i>Gödselmedel</i>	<i>Handelsnamn</i>	<i>tot-N</i>	<i>NH4-N</i>	<i>NO3-N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>
NPK 12-4-28	Hydroflex C	12	1,7	10,3	3,5	28,4	2	2,6	0,1	0,052	0,027	0,032	0,006	0,005
NPK 11-5-27	Hydroflex F	10,5	1,5	9	5	27	1,9	2,5	0,2	0,036	0,033	0,03	0,006	0,007
NPK 8-4-32	Hydroflex T	8	0	8	4	32	1,8	4	0,15	0,06	0,028	0,027	0,004	0,004
NPK 14-3-23	Pioner Blå	14,5	3,8	10,7	2,9	23,1	3	3,9						
NPK 19-2-15	Pioner Grön	19,3	7,4	11,9	2,3	15,4	3	3,9						
NPK 10-4-25	Pioner Gul	9,9	13,3	8,3	4	25,3	4,4	5,8						
NPK 9-5-30	Pioner Röd	8,7		8,7	4,5	29,9	3,5	4,6						
NPK 14-4-21	Polyfeed Solo	14	4,3	9,6	4,3	20,8	2,4	3,3	0,2	0,08	0,04	0,04	0,01	0,0039
NPK 14-4-21	Superba Orange	14	4,6	9,4	3,9	21,2	2	4,1	0,17	0,06	0,027	0,033	0,008	0,006
NPK 9-4-30	Superba Grön	8,7	0	8,7	4,1	30,2	2,4	3,7	0,23	0,08	0,037	0,045	0,008	0,008
NPK 8-5-25	Superba Röd	8,5	1	7,5	4,9	24,7	4,2	5,7	0,18	0,06	0,03	0,037	0,007	0,007
D. Sammansatt mikronäring														
<i>Handelsnamn</i>	<i>chelatabildare</i>	<i>specifik vikt</i>	<i>Innehåll av växtnäringsämne i viktprocent</i>											
		<i>kg/l</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>B</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>						
Micro+		1,25	1,60	0,80	0,32	0,23	0,04	0,06						
Mikronit	HEDTA	1,2	1,64	0,93	0,27	0,24	0,04	0,02						
NutriSI Mikro	EDTA, DTPA		6,50	3,80	1,00	1,10	0,22	0,33						
Pioner mikro plus	EDTA, DTPA	1,1	1,60	0,63	0,25	0,31	0,13	0,06						
Rexolin APN	EDTA, DTPA		6,00	2,40	1,10	1,30	0,25	0,25						

Bilaga 2. Beräkningsexempel tomat

Beräkning av näringslösning													Exempel Tomat												
1. Beräkning av vattenmix																									
Vatten	pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo							
råvatten 1	8,3	0,4	150	7	0	0	1	4	12	69	10	17	0	0	0	0	0	0							
råvatten 2																									
returvatten	6,1	4,4	75	440	0	66	475	91	112	410	85	14	5,8	1	0,75	0,5	0,11	0,1							
	andel %																								
råvatten 1	75	0,3	112	5	0	0	1	3	9	52	8	13	0	0	0	0	0	0							
råvatten 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
returvatten	25	1,1	19	110	0	17	119	23	28	103	21	4	1,45	0,25	0,188	0,125	0,028	0,025							
vattenmix	1,4	131	115	0	17	120	26	37	154	29	16	1,45	0,25	0,188	0,125	0,028	0,025								
2. Beräkning av näringslösning																									
pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo								
önskade värden	5,8	2,6	50	230	5	36	340	40	180			2,40	1,00	0,35	0,30	0,08	0,04								
vattenmix	1,4	131	115	0	17	120	26	37	154	29	16	1,45	0,25	0,19	0,13	0,028	0,025								
att tillföra	1,2	-81	115	5	19	220	14	3	26	-29	-16	0,95	0,75	0,16	0,18	0,053	0,015								
3. Gödselblandning																									
gödselmedel	kg; liter	tank	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo							
fosforsyra 85 %	4,3 l	A	-43			19																			
kalisalpet	57 kg	A		77		220																			
magnesiumsulfat	14 kg	A				14	18																		
salpetersyra 62 %	4,6 l	A	-38	9																					
kalksalpet	22 kg	B		32	2			42																	
mikronit	5 l	B											0,95	0,55	0,16	0,14	0,020	0,010							
manganchelat 8 %	0,25 l	B												0,20											
summa			-81	118	2	19	220	14	18	42	0	0	0,95	0,75	0,16	0,14	0,020	0,010							
vattenmix			131	115	0	17	120	26	37	154	29	16	1,45	0,25	0,19	0,13	0,028	0,025							
näringslösning			50	233	2	36	340	40	55	196	29	16	2,40	1,00	0,35	0,27	0,048	0,035							
avvikelse från önskade värden			0	3	-3	-1	-1	0	15	16	29	16	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,033	-0,005							

Bilaga 3. Beräkningsexempel tomat – andra proportioner retur/råvatten

Beräkning av näringslösning										Exempel Tomat - andra proportioner retur-råvatten									
1. Beräkning av vattenmix																			
Vatten	pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
råvatten 1	8,3	0,4	150	7	0	0	1	4	12	69	10	17	0	0	0	0	0	0	
råvatten 2																			
returvatten	6,1	4,4	75	440	0	66	475	91	112	410	85	14	5,8	1	0,75	0,5	0,11	0,1	
	andel %																		
råvatten 1	85	0,34	128	6	0	0	1	3	10	59	9	14	0	0	0	0	0	0	
råvatten 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
returvatten	15	0,66	11	66	0	10	71	14	17	62	13	2	0,87	0,15	0,113	0,075	0,017	0,015	
vattenmix	1	139	72	0	10	172	17	27	120	21	17	0,87	0,15	0,113	0,075	0,017	0,015		
2. Beräkning av näringslösning																			
pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo		
önskade värden	5,8	2,6	50	230	5	36	340	40	180	180	2,4	1,0	0,35	0,30	0,08	0,04			
vattenmix	1,0	139	72	0	10	72	17	27	120	21	17	0,87	0,15	0,11	0,08	0,017	0,015		
att tillföra	1,6	-89	158	5	26	268	23	13	60	-21	-17	1,53	0,85	0,24	0,23	0,064	0,025		
3. Gödselblandning																			
gödselmedel	kg/liter	tank	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
fosforsyra 85 %	6,0 l	A	-60	26		500 l	500 l												
kalisalpeter	70 kg	A	95	268		500 l	500 l												
magnesiumsulfat	23 kg	A				23	30												
salpetersyra 62 %	3,5 l	A	-29	7															
kalksalpeter	39 kg	B		56	4				74										
mikronit	7,5 l	B											1,45	0,8	0,24	0,22	0,040	0,020	
summa			-89	158	4	26	268	23	30	74	0	0	1,45	0,8	0,24	0,22	0,040	0,020	
vattenmix			139	72	0	10	72	17	27	120	21	17	0,87	0,15	0,11	0,08	0,017	0,015	
näringslösning			50	230	4	36	340	40	57	194	21	17	2,32	0,95	0,35	0,30	0,057	0,035	
avvikelse från önskade värden			0	0	-1	0	0	0	17	14	21	17	-0,08	-0,05	0,00	-0,01	-0,024	-0,005	

Bilaga 4. Beräkningsexempel gurka

Beräkning av näringslösning										Exempel Gurka									
1. Beräkning av vattenmix																			
Vatten	pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
råvatten 1	8,3	0,4	150	7	0	0	0	1	4	12	69	10	17	0	0	0	0	0	
råvatten 2																			
returvatten	6,3	2,8	75	318	0	31	252	60	92	253	55	45	3,2	1,1	0,45	0,35	0,06	0,04	
	andel %																		
råvatten 1	75	0,3	112	5	0	0	1	3	9	52	8	13	0	0	0	0	0	0	
råvatten 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
returvatten	25	0,7	19	80	0	8	63	15	23	63	14	11	0,8	0,275	0,113	0,088	0,015	0,01	
vattenmix	1	131	85	0	8	64	18	32	115	21	24	0,8	0,275	0,113	0,088	0,015	0,01		
2. Beräkning av näringslösning																			
pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo		
önskade värden	5,8	2,5	50	235	5	39	295	33	45	160		2,1	1,1	0,35	0,30	0,08	0,040		
vattenmix	1,0	131	85	0	8	64	18	32	115	21	24	0,8	0,28	0,11	0,09	0,015	0,010		
att tillföra	1,5	-81	150	5	31	231	15	13	45	-21	-24	1,3	0,83	0,24	0,21	0,065	0,030		
3. Gödselblandning																			
gödselmedel	kg/liter	tank	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
fosforsyra 85 %	7 l	A	-70	500 l		31	500 l												
kalisalpetet	60 kg	A		81		231													
magnesiumsulfat	15 kg	A				15			20										
salpetersyra 62 %	1,3 l	A	-11	3															
kalksalpetet	46 kg	B		67	5				87										
järnchelät 7 %	2 l	B										1,3							
manganchelät 8 %	1 l	B											0,83						
borsyra	0,14 kg	B												0,24					
zinknitrat	0,11 l	B													0,21				
kopparnitrat	0,025 l	B															0,065		
natriummolybdat	0,008 kg	B																0,030	
summa			-81	151	5	31	231	15	20	87	0	0	1,3	0,83	0,24	0,21	0,065	0,030	
vattenmix			131	85	0	8	62	18	32	115	21	24	0,8	0,28	0,11	0,09	0,015	0,010	
näringslösning			50	236	5	39	293	33	52	202	21	24	2,10	1,10	0,35	0,30	0,08	0,04	
avvikelse från önskade värden			0	1	0	0	-2	0	7	42	21	24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	

Bilaga 5. Beräkningsexempel pelargon

Beräkning av näringslösning										Exempel Pelargon									
1. Beräkning av vattenmix																			
Vatten																			
pH	8,3	0,4	150	7	0	0	0	1	4	12	69	10	17	0	0	0	0	0	0
It	2,5	75	280	0	50	225	45	50	275	10	35	1,5	0,8	0,3	0,4	0,1	0,08		
alk	0,28	105	5	0	0	1	3	8	48	7	12	0	0	0	0	0	0		
andel %	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	30	0,75	23	84	0	15	68	14	83	3	11	0,45	0,24	0,09	0,12	0,03	0,024		
	1,03	128	89	0	15	68	16	23	131	10	22	0,45	0,24	0,09	0,12	0,03	0,024		
2. Beräkning av näringslösning																			
pH																			
önskade värden	5,8	2,3	50	200	15	46	285	24	42	160	1,8	0,9	0,3	0,30	0,06	0,04			
vattenmix	1,0	139	89	0	15	68	16	23	131	10	22	0,45	0,24	0,09	0,12	0,03	0,024		
att tillföra	1,27	-89	111	15	31	217	8	19	29	-10	-22	1,35	0,66	0,21	0,18	0,03	0,016		
3. Gödselblandning																			
gödselmedel																			
fosforsyra 85 %	7,0 l	A	-70		31														
kalisalpet	56 kg	A	76			217													
magnesiumsulfat	8 kg	A					8	10											
ammoniumsulfat	6 kg	A			13			14											
salpetersyra 62 %	2 l	A	-19	4															
kalksalpet	21 kg	B		31	2				40										
mikronit	6,5 l	B										1,3	0,73	0,21	0,19	0,030	0,020		
summa			-89	111	15	31	217	8	24	40	0	1,3	0,73	0,21	0,19	0,030	0,020		
vattenmix			139	89	0	15	68	16	23	131	10	22	0,45	0,24	0,09	0,12	0,030	0,024	
näringslösning			50	200	15	46	285	24	47	171	10	22	1,75	0,97	0,30	0,31	0,060	0,044	
avvikelse från önskade värden			0	0	0	0	0	0	5	11	10	22	-0,05	0,07	0,00	0,01	0,000	0,004	

Bilaga 6. Tomt beräkningsschema för egna beräkningar

1. Beräkning av vattenmix				Kultur:							Datum:								
Vatten	pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
råvatten 1																			
råvatten 2																			
returvatten																			
	andel %																		
råvatten 1																			
råvatten 2																			
returvatten																			
vattenmix																			
2. Beräkning av näringslösning																			
	pH	lt	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
önskade värden																			
vattenmix																			
att tillföra																			
3. Gödselblandning																			
	kg/liter	tank	Alk	NO3-N	NH4-N	P	K	Mg	S	Ca	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo	
gödselmedel																			
summa																			
vattenmix																			
näringslösning																			
avvikelse från önskade värden																			

