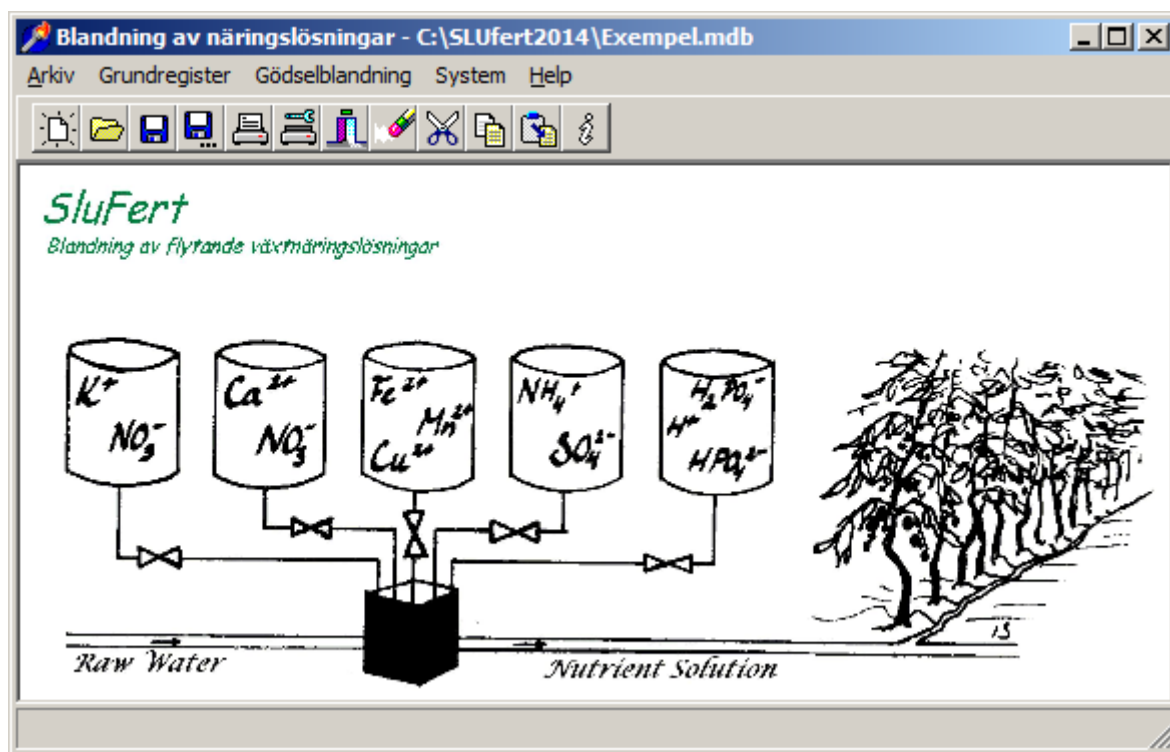


# SluFert- Bruksanvisning



I växthus tillförs gödselmedel nästan alltid med bevattningsvattnet och även i vissa frilandskulturer blir det allt vanligare att gödsla på detta sätt. SluFert är ett hjälpmedel för att komponera bra stamlösningar och bestämma hur blandaren ska ställas in. Särskilt vid recirkulering kan justeringar av näringslösningen ofta behöva göras. Programmet visar på ett överskådligt sätt vad olika förändringar i bevattningssystemet innebär för den näringslösning som kulturerna får.

## BERÄKNAR KEMISKA JÄMVIKTER

Olika gödselblandare finns att köpa, men odlaren måste på något sätt ta reda på vad som ska blandas i stamlösningsskärnen och hur utrustningen ska ställas in för att få ut önskad lösningen till växterna. SluFert räknar på de kemiska jämvikter som ingår i detta system. Programmet kan användas både för enkla vattendrivna gödselinjektorer och för avancerade system med ledningstals- och pH-styrning och recirkulering av bevattningsvattnet. pH, ledningstal, näringsämneskoncentrationer och gödselmedelskostnader beräknas. Dessutom varnar programmet vid risk för fällningar i stamlösningstankarna.

Programmets pH-beräkningarna är centrala. Dels är det viktigt att utgående lösning har lämpligt pH-värde, inte minst för kulturernas förmåga att tillgodogöra sig vissa mikronäringsämnen, dels påverkar pH-värdet lösningens alla syra-bas-jämvikter och därmed vilka joner som finns i bevattningsvattnet. De protolyter som programmet räknar på är ammoniak, fosforsyra, svavelsyra, borsyra, kolsyra och citronsyra.

Koncentrationen av joner som ingår i svårslösliga föreningar avgör om fällningar bildas. pH-värdet i stamlösningstankarna har betydelse för vilka gödselmedel som kan blandas i respektive tank. Chelaterade mikronäringsämnen ska inte blandas i stamlösningstankar med extrema pH-värden.

## STAMLÖSNING MÅSTE ANPASSAS TILL RÅVATTNET

En kemisk buffert är ett syra-bas-par som bidrar till att stabilisera pH-värdet i en lösning. I växtnäringslösningar är det främst karbonat som buffrar vid pH-värden runt 6. Karbonat finns i grundvatten, särskilt i kalkrika trakter. Sådant vatten har högt pH-värde som man normalt sänker med salpetersyra och fosforsyra. Det gäller emellertid att inte tillsätta för mycket syra. Under pH 5 sjunker buffertkapaciteten och tillsats av ytterligare en liten mängd syra kan innebära att pH-värdet sjunker dramatiskt.

En viss buffertkapacitet är en stor fördel. Det gör lösningen pH-värde relativt okänslig för moderata förändringar av råvattnet och stamlösninginblandning. Vid recirkulering kan det bli nödvändigt att ändra inblandningen av returvatten beroende på hur mycket som kommer tillbaka. Varma dagar med hög avdunstning vill man kanske sänka ledningstalet för att inte gödsla alltför mycket. Konsekvenserna av sådana justeringar kan lätt undersökas med programmet.

## INDATA

I programmet finns ett gödselmedelsregister med de vanligaste gödselmedlen för flytande näringslösningar. Nya produkter kan givetvis matas in. Registret kan anpassas till det egna företaget genom att de gödselmedel man har hemma sätts aktiva och övriga inaktiva. Vid komponering av gödselblandningar visas bara de aktiva produkterna.

Vattnet från alla råvattenkällor måste analyseras på växtnäringsämnen pH, Lt och karbonat. Analysresultatet registreras i programmet och är utgångspunkt för alla beräkningar. Råvatten från olika källor kan blandas i bestämda proportioner och returvatten kan blandas in

Vid recirkulering av dräneringsvattnet bör detta analyseras med jämna mellanrum eftersom det förändras under säsongen.

Även önskade utgående lösningar till kulturerna registreras. Skillnaden mellan vad som finns i råvattenblandningen och det man vill ha ut till växterna ska sen tillsättas av gödselblandaren.

De gödselmedel som ska användas väljs sedan manuellt i programmet, men funktioner finns för att beräkna hur stor mängd av det gödselmedel du valt som behövs för att täcka behovet av ett ingående näringsämne. Programmet kan även beräkna hur stor mängd som behövs för att pH-värdet i utgående lösning ska bli det önskade.

## RESULTAT

Utskriften från programmet visar vilka, och hur mycket av varje gödselmedel, som ska blandas i respektive stamlösningstank och vad dessa gödselmedel kostar. Inställningarna som ska göras på gödselblandaren skiljer beroende på hur blandningssystemet är konstruerat, men den information som behövs finns på utskriften. Vid blandning av råvatten, t.ex. vid recirkulering, måste man reglera hur stor andel som tas från varje råvattenkälla. Andelen

stamlösning som tas från varje tank ställs också in. Ledningstalsstyrda blandare pumpar sen in den mängd stamlösning som behövs för att det inställda ledningstalet ska uppnås. På enklare gödselinjektorer ställer man istället in hur många procent stamlösning som ska blandas i vattnet.

pH, ledningstal och näringsämneskoncentrationer i utgående lösning visas i en tabell liksom avvikelserna från de önskade värden som angivits. Även proportionerna mellan de olika näringsämnena, där kväve satts till 100, visas.

## SÅ ANVÄNDER DU PROGRAMMET

### Skapa ny fil att arbeta med

Programmets data ligger i filer som egentligen är MS Access-databaser. En sådan fil, Exempel.mdb med demonstrationsexempel, läggs in vid installation. För att skapa en egen fil att arbeta med väljs Arkiv/Ny databas. Ge denna fil ett lämpligt namn och arbeta sedan vidare i den. Det exempel på gödselblandning som ligger i den kan tas bort.

### Grundregister/Råvatten

Ta vattenanalyser på det eller de råvatten du har och vid recirkulering även på returvattnet. Mata in analysresultaten i programmet. Mata in analyserna under Grundregister/Råvatten. Nedanstående bild visar resultatet av vattenanalys som gjorts på ett laboratorium. Det är ett hårt vatten med mycket karbonat och ett pH-värde på 7,8. Det teoretiskt beräknade pH-värdet i detta vatten är emellertid 7,6. Att det teoretiska värdet avviker kan antingen bero på att det uppmätta pH-värdet är felaktigt, att mätvärdet på någon eller några av de ingående jonerna är felaktigt eller att det finns joner i vattnet som inte analyserats.

The screenshot shows the 'Råvatten' software interface. The window title is 'Råvatten'. The interface includes a toolbar with navigation and action buttons (back, forward, home, search, copy, save, load). Below the toolbar are tabs for 'Lista', 'Detaljer', and 'Källor'. The main area displays data for a water sample with the following fields:

Kod: RÅVATTEN	Text: Vatten från borrad brunn	Typ:	
pH: 7,8	EC: 0,5 mS/cm	Vattentemp.: 20 °C	CO2 i luften: 400 ppm
NO3-N: 1 mg/l	B: 0,06 mg/l	Beräknade värden pH: 7,6 EC: 0,49 HCO3: 254 ppm CO2: 6538	Beräknat vid CO2-jämvt pH: EC: HCO3: ppm CO2: <input type="button" value="Beräkna"/>
NH4-N: 3,3 mg/l	Cu: 0,02 mg/l		
P: 0,1 mg/l	Fe: 0,28 mg/l	Kommentar: <input type="text"/>	Skapad: 2011-02-09 BH
K: 7 mg/l	Zn: 0,023 mg/l		
Mg: 10 mg/l	Mo: 0,001 mg/l	dH: <input type="text"/> KMnO4: <input type="text"/> mg/l	Ändrad: 2014-12-06
S: 9 mg/l	Si: <input type="text"/> mg/l		
Ca: 70 mg/l	Al: <input type="text"/> mg/l	<input type="button" value="Beräkna justering"/>	
Na: 10 mg/l	HCO3: 254 mg/l		
Cl: 17 mg/l	Justering: <input type="text"/> mM		
Mn: 0,015 mg/l			

Antalet positiva och antalet negativa laddningar är alltid lika i en lösning. Vid den teoretiska beräkningen av pH-värdet antas att i den mån antalet positiva och negativa laddningar på de uppmätta jonerna inte är lika, så utgörs saknade positiva joner av vätejoner och saknade negativa joner av hydrooxidjoner.

För att pH-beräkningen ska stämma i gödselblandningar är det väldigt viktigt att råvattenanalysen är riktig. pH-värdena beräknas i programmet från de joner som ingår i lösningarna. Det uppmätta pH-värdet har ingen effekt. Vi brukar emellertid göra antagandet att det uppmätta pH-värdet är riktigt och att eventuella mätfel finns bland värdena för de joner som analyserats. För att tvinga programmet att räkna med det uppmätta pH-värdet trycker vi på knappen [Beräkna justering].

The screenshot shows the 'Råvatten' software interface. At the top, there are navigation buttons (back, forward, home, search, copy, save, load) and a menu bar with 'Lista', 'Detaljer', and 'Källor'. The main area contains several input fields for water analysis data:

- Kod: **RÅVATTEN**
- Text: **Vatten från borrard brunn**
- Typ: [ ]
- pH: **7,8**
- EC: **0,5** mS/cm
- Vattentemp.: **20** °C
- CO2 i luften: **400** ppm

Below these are two columns of ion concentrations:

NO3-N: <b>1</b> mg/l	B: <b>0,06</b> mg/l
NH4-N: <b>3,3</b> mg/l	Cu: <b>0,02</b> mg/l
P: <b>0,1</b> mg/l	Fe: <b>0,28</b> mg/l
K: <b>7</b> mg/l	Zn: <b>0,023</b> mg/l
Mg: <b>10</b> mg/l	Mo: <b>0,001</b> mg/l
S: <b>9</b> mg/l	Si: [ ] mg/l
Ca: <b>70</b> mg/l	Al: [ ] mg/l
Na: <b>10</b> mg/l	HCO3: <b>254</b> mg/l
Cl: <b>17</b> mg/l	
Mn: <b>0,015</b> mg/l	

There are also fields for 'Justering' (0,1147 mM) and 'Beräkna justering' button. On the right, there are two calculation boxes:

- Beräknade värden:** pH: **7,8**, EC: **0,50**, HCO3: 254 ppm, CO2: 3770 ppm.
- Beräknat vid CO2-jämvikt:** pH: [ ], EC: [ ], HCO3: [ ], CO2: [ ] ppm. Includes a 'Beräkna' button.

Other fields include 'dH', 'KMnO4', 'Kommentar', 'Skapad: 2011-02-09 BH', and 'Ändrad: 2014-12-06'.

Programmet räknar i detta fall ut att det teoretiskt sett bör finnas ytterligare 0,1147 mM hydrooxidjoner för att pH-värdet ska vara 7,8. Denna justering följer sedan med när vattnet används vid beräkning av gödselblandningar.

I rutan Beräknade värden ser vi att om det uppmätta pH-värdet och karbonatkoncentrationen stämmer, så skulle detta vatten stå i jämvikt med luft som innehåller 3770 ppm CO2. Det är inte orimligt om vattnet exempelvis kommer från en brunn. I rutan Beräknat vid CO2-jämvikt kan vi beräkna vad som händer om detta vatten luftas så att kommer att stå i jämvikt med luft som i detta fall innehåller 400 ppm CO2.

Som vi ser på nästa sida kommer pH-värdet att stiga till 8,8 och vätekarbonathalten att sjunka till 251 ppm. Lite koldioxid går alltså upp i luften varvid pH-värdet stiger med en enhet. Detta är emellertid en långsam process som troligtvis inte sker förrän vattnet är ute i substratet. Vid hårt vatten sänker man nästan alltid pH-värdet genom tillsats av någon syra varför pH-beräkningen vid luftning i detta läge bara har teoretiskt intresse.

**Råvatten**

Kod: **RÅVATTEN** Text: **Vatten från borrad brunn** Typ:

pH: **7,8** EC: **0,5** mS/cm Vattentemp.: **20** °C CO2 i luften: **400** ppm

NO3-N	<b>1</b> mg/l	B	<b>0,06</b> mg/l	Beräknade värden	Beräknat vid CO2-jämvikt
NH4-N	<b>3,3</b> mg/l	Cu	<b>0,02</b> mg/l		
P	<b>0,1</b> mg/l	Fe	<b>0,28</b> mg/l	pH: <b>7,8</b> EC: <b>0,50</b> HCO3: 254 ppm CO2: 3770	pH: <b>8,8</b> EC: <b>0,50</b> HCO3: 251 ppm CO2: 399
K	<b>7</b> mg/l	Zn	<b>0,023</b> mg/l		
Mg	<b>10</b> mg/l	Mo	<b>0,001</b> mg/l	Kommentar:	
S	<b>9</b> mg/l	Si	<input type="text"/> mg/l		
Ca	<b>70</b> mg/l	Al	<input type="text"/> mg/l	dH	<input type="text"/>
Na	<b>10</b> mg/l	HCO3	<b>254</b> mg/l	KMnO4	<input type="text"/> mg/l
Cl	<b>17</b> mg/l			Skapad: <b>2011-02-09</b> BH Ändrad: <b>2014-12-06</b>	
Mn	<b>0,015</b> mg/l	Justering	<b>0,1147</b> mM		

## Grundregister/Gödselmedel

I gödselmedelsregistret finns ett 60-tal gödselmedel lagrade och nya gödselmedel kan matas in. På fliken "Lista" visas gödselmedlen i en tabell och på detaljfliken visas de varje gödselmedel för sig. Kolumnen "Aktiv" används för att bocka för de gödselmedel som finns hemma. Vid komponering av gödselblandning visas endast dessa när gödselmedel ska väljas.

**Gödselmedel**

Skriv till fil Läs från fil Write to price file Read from price file En

Lista Detaljer

Namn	Aktiv	Alternativt namn	Enh.	Densitet	Pris	NO3 N	NH4 N	P	K	Mg	S	Ca	Na
ammoniumnitrat	<input checked="" type="checkbox"/>		kg			17,25	17,25						
ammoniumsulfat	<input checked="" type="checkbox"/>		kg				21				24,0365		
borsyra	<input checked="" type="checkbox"/>		kg										
forsforsyra 85 %	<input checked="" type="checkbox"/>		l	1,69					27				
fosforsyra 75 %	<input checked="" type="checkbox"/>		l	1,61					22,8				
Hydroflex C	<input checked="" type="checkbox"/>	NPK 12-4-28	kg			10,3	1,7	3,5	28,4	2	2,6		
Hydroflex F	<input checked="" type="checkbox"/>	NPK 11-5-27	kg			9	1,5	5	27	1,9	2,5		
Hydroflex T	<input checked="" type="checkbox"/>	NPK 8-4-32	kg			8		4	32	1,8	4		
Järnchelät 3 %	<input checked="" type="checkbox"/>		l	1,3									
järnchelät 6 %	<input checked="" type="checkbox"/>		l	1,3									
järnchelät 7 %	<input checked="" type="checkbox"/>		l	1,3									
järnchelät Rexolin D12	<input checked="" type="checkbox"/>	järnchelät 12 %	kg										
järnchelät Rexolin Q 48	<input checked="" type="checkbox"/>	järnchelät 6 %	kg										
kalciumklorid	<input checked="" type="checkbox"/>		kg									27,9	
kalciumnitrat	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcinit, Multi-Cal. ka	kg			14,4	1,1					19,0289	
kalciumnitrat, flytande	<input checked="" type="checkbox"/>	kalksalpeter	l	1,5		9,25	0,05					13,1628	
kaliumpydroxid	<input checked="" type="checkbox"/>		kg						69				
kaliumpydroxid	<input checked="" type="checkbox"/>		kg						49,8				
kaliumpydroxid	<input checked="" type="checkbox"/>	Krista-K, Multi-K,kalis	kg			13,7			38,2458				

För att förstå hur gödselmedlen är inlagda börjar vi med att titta på kaliumnitrat, det sista på den del av listan som visas ovan. Enligt Yaras katalog innehåller deras kaliumnitratgödselmedel Krista-K Plus 13,7 % nitratkväve och 38,4 % kalium vilket som vi ser inte riktigt överensstämmer med de värden som finns inlagda i programmet. Läger vi in Yaras värden ser det ut såhär.

**Gödselmedel**

Skriv till fil Läs från fil Write to price file Read from price file En

Lista Detaljer

Namn:  Alternativt namn:  Enhet:

Leverantör:  Formel:  Densitet:

Aktiv  Skapad:  org  Ändrad:  Pris:

NO3-N  % Mg  % Cl  % Fe  % HCO3  %  
 NH4-N  % S  % Mn  % Zn  % Citr.  %  
 P  % Ca  % B  % Mo  % Just.  mol/kg  
 K  % Na  % Cu  % Si  %

Kommentar:

Calculate chelate

Beräkna innehåll

**Kontroll:**

		konc.		
		0,1 %	0,05 %	0,01 %
P som	<b>Jonbalans:</b>	pH and EC at 20 °C		
H2PO4-	0,0394 mol	pH	9,6	9,3
HPO4--	0,0394 mol	EC	1,3	0,6
				8,6
				0,1

Programmet beräknar jonbalansen, dvs antalet positiva joner minus antalet negativa joner med de koncentrationer som angivits. Vi ser att jonbalansen är 0,0394 mol. I ett salt finns det emellertid alltid lika många positiva som negativa laddningar. Eftersom vi här har en skillnad antar programmet att de negativa laddningar som saknas finns som hydrooxidjoner, därav det höga pH-värde som beräknas. Teoretiskt skulle vi faktiskt kunna ha kaliumnitrat uppblandat med en ytterst liten del kaliumhydroxid och få de värden som visas ovan.

Emellertid vet vi att så inte är fallet. Kaliumnitrat är ett neutralt gödselmedel. pH-värdet i en lösning av det är 7,0. För att se till att programmet räknar med detta ställer vi markören i kaliumrutan och klickar på knappen [Beräkna innehåll]. Programmet räknar då ut att det bör finnas 38,2458 % kalium i gödselmedlet om det innehåller 13,7% nitratkväve och inget annat. Då ser vi också att pH-värdet i lösningar av kaliumnitrat beräknas till 7,0. Så ska det alltid vara om de joner som gödselmedlet innehåller inte ingår i de syra-bas-jämvikter som programmet räknar på.

The screenshot shows the 'Gödselmedel' software interface. The main window has a title bar with the name 'Gödselmedel' and standard window controls. Below the title bar is a menu bar with options like 'Skriv till fil', 'Läs från fil', 'Write to price file', and 'Read from price file'. The main area is divided into 'Lista' and 'Detaljer' tabs. Under 'Detaljer', there are several input fields: 'Namn: kaliumnitrat', 'Alternativt namn: Krista-K, Multi-K, kalisalpeter', 'Enhet: kg', 'Leverantör:', 'Formel: KNO3', 'Densitet:', 'Aktiv: ', 'Skapad: 2010-06-22', 'Ändrad: 2014-12-07', and 'Pris:'. Below these are fields for various nutrient percentages: NO3-N (13,7%), NH4-N, P, K (38,2458%), Mg, S, Ca, Na, Cl, Mn, B, Cu, Fe, Zn, Mo, Si, HCO3, Citr., and Just. (0 mol/kg). There are buttons for 'Calculate chelate' and 'Beräkna innehåll'. At the bottom, there is a 'Kontroll:' section with a table showing 'Jonbalans:' and 'pH and EC at 20 °C' for different concentrations (0,1%, 0,05%, 0,01%).

Kontroll:		konc. 0,1 % 0,05 % 0,01 %		
P som	<b>Jonbalans:</b>	pH and EC at 20 °C		
H2PO4-	<b>0,0000</b> mol	och utspätt med	pH	<b>7,0</b> <b>7,0</b> <b>7,0</b>
HPO4--	<b>0,0000</b> mol	destillerat vatten.	EC	<b>1,3</b> <b>0,6</b> <b>0,1</b>

Nitratjonen är visserligen en bas, men en väldigt svag sådan. Salpetersyra är en stark syra som är helt dissocierad vid de pH-värden som kommer ifråga i gödselblandningar.

Salpetersyra används emellertid ofta för att justera pH-värdet i gödselblandningar och finns därför med i gödselmedelsregistret. Endast nitrathalten är då specificerad. Eftersom denna jon är negativt laddad räknar programmet med att motsvarande mängd vätejoner också finns i syran. Lägg också märke till att enhet är satt till liter (l) och att densiteten finns specificerad. Detta är nödvändigt eftersom mängder av flytande gödselmedel läggs in i programmet som ett visst antal liter medan fasta gödselmedel anges i kilo.

**Gödselmedel**

Namn:  Alternativt namn:  Enhet:

Leverantör:  Formel:  Densitet:

Aktiv  Skapad:   Ändrad:   Pris:

NO3-N  % Mg  % Cl  % Fe  % HCO3  %  
 NH4-N  % S  % Mn  % Zn  % Citr.  %  
 P  % Ca  % B  % Mo  % Just.  mol/kg  
 K  % Na  % Cu  % Si  %

Kommentar:

**Kontroll:**

		konc.		
		0,1 %	0,05 %	0,01 %
P som	<b>Jonbalans:</b>	pH and EC at 20 °C		
H2PO4-	-8,4245 mol	pH	2,0	2,3
HPO4--	-8,4245 mol	EC	4,3	2,2
				3,0
				0,4

Sammansatta gödselmedlen läggs in enligt tillverkarens specifikationer. Som exempel visas Yaras Kristalon Gena nedan. Mikronäringsämnen är vanligtvis chelaterade i fullgödselmedel. Det finns ett antal olika chelateringsmedel som används, men dessa är inte inlagda i programmet. Kontrollberäkningar har visat att vilket chelateringsmedel som används inte har någon större betydelse för pH-värdet i utgående lösning, men för jonbalansens skull bör något läggas in. Citrat kan användas som chelateringsmedel även om det är ovanligt. I programmet har vi av tradition lagt in chelatjonerna som citrat vilket fungerat tillfredställande. Ställ markören på citrat och tryck [calculate chelate] efter att alla andra joner lagts in vid chelaterade gödselmedel. Kontrollera därefter om pH-beräkningen stämmer med vad tillverkaren uppger.



**Gödselmedel**

Skriv till fil | Läs från fil | Write to price file | Read from price file | En

Lista | Detaljer

Namn:  Alternativt namn:  Enhet:

Leverantör:  Formel:  Densitet:

Aktiv  Skapad:  org  Ändrad:  Pris:

NO3-N  % Mg  % Cl  % Fe  % HCO3  %  
 NH4-N  % S  % Mn  % Zn  % Citr.  %  
 P  % Ca  % B  % Mo  % Just.  mol/kg  
 K  % Na  % Cu  % Si  %

Kommentar:

Calculate chelate  
Beräkna innehåll

**Kontroll:**

P som	<b>Jonbalans:</b>	pH and EC at 20 °C	konc.	0,1 %	0,05 %	0,01 %
H2PO4-	<b>-0,0146</b> mol	och utspätt med	pH	<b>5,0</b>	<b>5,1</b>	<b>5,4</b>
HPO4--	<b>-1,6934</b> mol	destillerat vatten.	EC	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>

## Grundregister/Önskade utgående lösningar.

Här läggs de näringsämneskoncentrationer in som ska finnas i utgående lösning till växterna. Uppgifterna används när gödselblandningar ska komponeras.

**Önskad utgående lösning**

Kopiera | Skriv till fil | Läs från fil

Lista | Detaljer

Kod:  Text:

pH  EC  mS/cm Vattentemp.  °C Typ:

NO3-N  mg/l B  mg/l CO2 i luften  ppm  
 NH4-N  mg/l Cu  mg/l  
 P  mg/l Fe  mg/l  
 K  mg/l Zn  mg/l  
 Mg  mg/l Mo  mg/l  
 S  mg/l Si  mg/l  
 Ca  mg/l Al  mg/l  
 Na  mg/l  
 Cl  mg/l HCO3  mg/l  
 Mn  mg/l

Kommentar:

Skapad:    
 Ändrad:

## Gödselblandning/Blandning av stamlösningar

I exempelfilen finns tre olika blandningar; en där vi har en enkel gödselblandare som pumpar in en viss procent gödselmedel från en stamlösningstank i vattnet, en där vi har två stamlösningstankar och gödselblandaren pumpar in gödsel till ett visst ledningstal samt en tredje som styr både ledningstal och pH-värde och där det finns en tredje tank till syra för pH-styrningen. I detta tredje system recirkuleras även returvattnet.

Som exempel går vi igenom hur en blandning för en Lt- och pH-styrd blandare med recirkulering kan komponeras. Vi börjar med att ange vilka vatten som används och hur stor andel som tas från varje vattenkälla i den mån flera olika vatten blandas. Här blandar vi  $\frac{3}{4}$  råvatten med  $\frac{1}{4}$  returvattnet. Analyser för båda vattnen måste finnas i råvattenregistret. Den önskade lösningen finns lagrad som TOMATNÄRING. Vi utgår från att blandaren ska pumpa in totalt 1 % stamlösning från alla tankar tillsammans och alltså blanda ut detta med 99 % vatten.

I gödselblandaren finns det två tankar på 500 l vardera och en syratank på 50 liter. I exemplet har vi angivit att relativa inblandningarna är 50, 50 och 4 från respektive tankar. Det innebär att vi dimensionerar blandningen så att 99 delar vatten, varav 75% är råvatten och 25 % recirkulerat vatten, ska blandas med 1 del stamlösning varav 50/104-delar tas från var och en av de stora tankarna och 4/104-delar tas från syratanken. I verkligheten fungerar det visserligen tvärt om. Blandaren pumpar in stamlösning så att Lt och pH blir de önskade. Vi gör emellertid stamlösningblandningarna så att de relativa inblandningar som vi angivit ungefär ska bli resultaten när blandaren gör sitt jobb.

Efter att ha matat in ovanstående ser blandningssidan ut såhär:

**Blandning av stamlösningar**

Kod: PH-STYRD

Råvatten Andel

1: RÅVATTEN 75

2: RETURVATTEN 25

3: Summa: 100

Önskad lösning: TOMATNÄRING

Inblandning Vattentemp. CO2 i luften

1 % 20 °C 400 ppm

Stamlösningstankar

Vatten: RÅVATTEN

Tank	Volym (liter)	Relativ inblandning	pH	konc. (kg/100 l)
1:	500	50	7,8	0
2:	500	50	7,8	0
3:	50	4	7,8	0
4:				
5:				
Summa:		104		

Utg. lösning	Avvikelse	Relativt N
pH: 7,0	1,2	
EC: 1,62 mS/cm	-0,98	
NO3-N: 111 mg/l	-119 mg/l	98
NH4-N: 2 mg/l	-3 mg/l	2
N: 113 mg/l	-122 mg/l	100
P: 17 mg/l	-19 mg/l	15
K: 124 mg/l	-216 mg/l	110
Mg: 30,3 mg/l	-9,8 mg/l	27
S: 34,8 mg/l	-5,3 mg/l	31
Ca: 155 mg/l	-25 mg/l	137
Na: 29 mg/l	29 mg/l	25
Cl: 16 mg/l	16 mg/l	14
Mn: 0,26 mg/l	-0,74 mg/l	0
B: 0,23 mg/l	-0,12 mg/l	0,20
Cu: 0,04 mg/l	-0,04 mg/l	0,04
Fe: 1,66 mg/l	-0,74 mg/l	1,47
Zn: 0,14 mg/l	-0,16 mg/l	0,13
Mo: 0,026 mg/l	-0,014 mg/l	0,02
HCO3: 199 mg/l	149 mg/l	

Kund: \_\_\_\_\_ Signatur: \_\_\_\_\_

Blandning: \_\_\_\_\_ Datum: 2014-12-07

En

Visa texter Fällningar? Beräkna gödselmedelsmängd

Ännu är inga gödselmedel valda. Utgående lösning som visas på högra sidan av bilden består bara av en blandning av råvatten och returvatten. Kolumnen Utg. lösning visar vilka näringsämneskoncentrationer som finns i vattnet ut till växterna och avvikelsekolumnen visar avvikelser jämfört med den önskade lösningen. De röda avvikelssiffrorna indikerar att den utgående lösningen avviker med mer än 20 % från önskade värden, violetta siffror visar att avvikelserna är 10-20%, blå siffror att avvikelserna är 5-10% och gröna siffror att den är mindre än 5 %. De svarta siffrorna för Na och Cl indikerar att vi inte betraktar dessa ämnen som gödselmedel. Vanligtvis vill vi ha så lite natrium och klorid som möjligt.

De violetta siffrorna på S och Ca beror på att det finns höga koncentrationer av dessa ämnen i returvattnet. Detta måste vi givetvis ta hänsyn till när blandningen komponeras. Nedan visas returvattenanalysen.

The screenshot shows the 'Råvatten' software interface. The window title is 'Råvatten'. The main area displays data for 'RETURVATTEN' (Recirkulerat vatten). The data is organized as follows:

Parameter	Value	Unit
pH	6,1	
EC	4,4	mS/cm
Vattentemp.	20	°C
CO2 i luften	400	ppm
NO3-N	440	mg/l
NH4-N	0	mg/l
P	66	mg/l
K	475	mg/l
Mg	91	mg/l
S	112	mg/l
Ca	410	mg/l
Na	85	mg/l
Cl	14	mg/l
Mn	1	mg/l
B	0,75	mg/l
Cu	0,11	mg/l
Fe	5,8	mg/l
Zn	0,5	mg/l
Mo	0,1	mg/l
Si		mg/l
Al		mg/l
HCO3	75	mg/l
Justering	-1,7383	mM

Additional fields include: Kod: RETURVATTEN, Text: Recirkulerat vatten, Typ: (empty), Beräknade värden (pH: 6,1, EC: 4,97, HCO3: 75, ppm CO2: 56157), Beräknat vid CO2-jämvikt (pH: (empty), EC: (empty), HCO3: (empty), ppm CO2: (empty)), dH: (empty), KMnO4: (empty) mg/l, and a 'Beräkna justering' button. The 'Skapad' field is empty and 'Ändrad' is 2014-12-07.

Nästa steg är att välja gödselmedel. I detta fall använder vi inte fullgödselmedel utan enkla gödselmedel. Dessa väljs ett efter ett. Det är lämpligt att börja med de viktigaste gödselmedlen, sådana som man vet från början måste med och sådana som ger hela behovet av något viktigt näringsämne. Har man bestämt sig för att använda en viss mängd ammoniumjoner för att sänka pH-värdet i substratet kan det vara lämpligt att börja med det gödselmedel som används för detta ändamål.

I den blandning vi nu räknar på ger kaliumnitrat hela kalibehovet varför vi väljer att börja med det. Vi lägger kaliumnitrat i tank 1 och när markören står i mängdkolumnen trycker vi på knappen [Beräkna gödselmängd]. En ruta för val av vilket näringsämne som beräkningen ska göras på visas då. Välj K. Programmet räknar då ut att 58,736 kg kaliumnitrat ska hällas i tank 1 och i avvikelsekolumnen visar den gröna nollan att hela kaliumbehovet täcks av det gödselmedel vi valt.

**Blandning av stamlösningar**

Kod: PH-STYRD

Råvatten Andel

1: RÅVATTEN 75

2: RETURVATTEN 25

3: Summa: 100

Önskad lösning: TOMATNÄRING

Inblandning Vattentemp. CO2 i luften

1 % 20 °C 400 ppm

Stamlösningstankar

Vatten: RÅVATTEN

Tank	Volym (liter)	Relativ inblandning	pH	konc. (kg/100 l)
1:	500	50	7,8	12
2:	500	50	7,8	0
3:	50	4	7,8	0
4:				
5:				
Summa:				104

Rad	Gödselmedel	Tank	Mängd	Enh.
1	kaliumnitrat	1	58,736	kg

Utg. lösning	Avvikelse	Relativt II
pH: 7,0	1,2	
EC: 2,33 mS/cm	-0,27	
NO3-N: 188 mg/l	-42 mg/l	99
NH4-N: 2 mg/l	-3 mg/l	1
N: 191 mg/l	-44 mg/l	100
P: 17 mg/l	-19 mg/l	9
K: 340 mg/l	0 mg/l	178
Mg: 30,3 mg/l	-9,8 mg/l	16
S: 34,8 mg/l	-5,3 mg/l	18
Ca: 155 mg/l	-25 mg/l	81
Na: 29 mg/l	29 mg/l	15
Cl: 16 mg/l	16 mg/l	9
Mn: 0,26 mg/l	-0,74 mg/l	0
B: 0,23 mg/l	-0,12 mg/l	0,12
Cu: 0,04 mg/l	-0,04 mg/l	0,02
Fe: 1,66 mg/l	-0,74 mg/l	0,87
Zn: 0,14 mg/l	-0,16 mg/l	0,07
Mo: 0,026 mg/l	-0,014 mg/l	0,01
HCO3: 199 mg/l	149 mg/l	

Kund: \_\_\_\_\_ Signatur: \_\_\_\_\_

Blandning: \_\_\_\_\_ Datum: 2014-12-07

En

Visa texter Fällningar? Beräkna gödselmedelsmängd

Därefter fortsätter vi att mata in övriga gödselmedel vi vill använda. Magnesiumsulfat används som magnesium- och svavelkälla. Eftersom vi redan har mycket svavel från returvattnet görs vi mängdberäkningen på svavlet. Fosforsyra används för att täcka fosforbehovet. För att åstadkomma en stor del av pH-sänkningen blandas även en del salpetersyra i tank 1. Vi kan prova oss fram till att om 10 liter används så kommer pH-värdet i utgående lösning att sänkas till 6,1. Vi vill ha pH 5,8 i vattnet ut till växterna, men den återstående sänkningen bör göras genom att pH-styrningsfunktionen styr inpumpning av syra från tank 3.

Efter att dessa fyra gödselmedel lagts in ser blandningen ut som på nedanstående bild

**Blandning av stamlösningar**

Kod: PH-STYRD

Råvatten Andel

1: RÅVATTEN 75

2: RETURVATTEN 25

3: Summa: 100

Önskad lösning: TOMATNÄRING

Inblandning Vattentemp. CO2 i luften

1 % 20 °C 400 ppm

Stamlösningstankar

Vatten: RÅVATTEN

Tank	Volym (liter)	Relativ inblandning	pH	konc. (kg/100 l)
1:	500	50	0,6	17
2:	500	50	7,8	0
3:	50	4	7,8	0
4:				
5:				
Summa:		104		

Rad	Gödselmedel	Tank	Mängd	Enh.
1	kaliumnitrat	1	58,736	kg
2	magnesiumsulfat	1	4,139	kg
3	forsforsyra 85 %	1	4,427	l
4	salpetersyra 62 %	1	10	l

Utg. lösning	Avvikelse	Relativt N
pH: 6,1	0,3	
EC: 2,39 mS/cm	-0,21	
NO3-N: 206 mg/l	-24 mg/l	99
NH4-N: 2 mg/l	-3 mg/l	1
N: 209 mg/l	-26 mg/l	100
P: 36 mg/l	0 mg/l	17
K: 340 mg/l	0 mg/l	163
Mg: 34,2 mg/l	-5,8 mg/l	16
S: 40,0 mg/l	0,0 mg/l	19
Ca: 155 mg/l	-25 mg/l	74
Na: 29 mg/l	29 mg/l	14
Cl: 16 mg/l	16 mg/l	8
Mn: 0,26 mg/l	-0,74 mg/l	0
B: 0,23 mg/l	-0,12 mg/l	0,11
Cu: 0,04 mg/l	-0,04 mg/l	0,02
Fe: 1,66 mg/l	-0,74 mg/l	0,79
Zn: 0,14 mg/l	-0,16 mg/l	0,07
Mo: 0,026 mg/l	-0,014 mg/l	0,01
HCO3: 87 mg/l	37 mg/l	

Kund: \_\_\_\_\_ Signatur: \_\_\_\_\_

Blandning: \_\_\_\_\_ Datum: 2014-12-07

En

Visa texter Fällningar? Beräkna gödselmedelsmängd

I tank 2 blandar vi kaliumnitrat och mikronäringsämnen. Mängden kaliumnitrat kan bestämmas genom beräkning på kalcium, mikronit täcker järnbehovet och manganchelat manganbehovet.

Därefter återstår bara att bestämma den mängd salpetersyra som ska blandas i tank 3. I mängdkolumnen kan vi göra en beräkning på pH-värdet. 5,664 l blir resultatet. Blandningen ser då ut som följer:

**Blandning av stamlösningar**

Kod: PH-STYRD

Råvatten Andel

1: RÅVATTEN 75

2: RETURVATTEN 25

3: Summa: 100

Önskad lösning: TOMATNÄRING

Inblandning Vattentemp. CO2 i luften

1 % 20 °C 400 ppm

Stamlösningstankar

Vatten: RÅVATTEN

Tank	Volym (liter)	Relativ inblandning	pH	konc. (kg/100 l)
1:	500	50	0,6	17
2:	500	50	5,4	4
3:	50	4	0,0	16
4:				
5:				
Summa:		100		

Rad	Gödselmedel	Tank	Mängd	Enh.
1	kaliumnitrat	1	58,736	kg
2	magnesiumsulfat	1	4,139	kg
3	forsforsyra 85 %	1	4,427	l
4	salpetersyra 62 %	1	10	l
5	kaliumnitrat	2	13,663	kg
6	Mikronit	2	3,911	l
7	manganchelat 8 %	2	0,346	l
8	salpetersyra 62 %	3	5,664	l
9				

Utg. lösning	Avvikelse	Relativt N
pH: 5,8	0,0	
EC: 2,56 mS/cm	-0,04	
NO3-N: 234 mg/l	4 mg/l	98
NH4-N: 4 mg/l	-1 mg/l	2
N: 238 mg/l	3 mg/l	100
P: 36 mg/l	0 mg/l	15
K: 340 mg/l	0 mg/l	143
Mg: 34,2 mg/l	-5,8 mg/l	14
S: 40,0 mg/l	0,0 mg/l	17
Ca: 180 mg/l	0 mg/l	76
Na: 29 mg/l	29 mg/l	12
Cl: 16 mg/l	16 mg/l	7
Mn: 1,00 mg/l	0,00 mg/l	0
B: 0,35 mg/l	0,00 mg/l	0,15
Cu: 0,06 mg/l	-0,02 mg/l	0,03
Fe: 2,40 mg/l	0,00 mg/l	1,01
Zn: 0,25 mg/l	-0,05 mg/l	0,11
Mo: 0,035 mg/l	-0,005 mg/l	0,01
HCO3: 53 mg/l	3 mg/l	

Kund: \_\_\_\_\_ Signatur: \_\_\_\_\_

Blandning: \_\_\_\_\_ Datum: 2014-12-07

En

Visa texter Fällningar? Beräkna gödselmedelsmängd

Vi har nu en gödselblandning som ser ganska bra ut. Det saknas lite magnesium. Ökas mängden magnesiumsulfat blir det för mycket svavel. Kanske ska vi komplettera med något annat magnesiumgödselmedel t.ex magnesiumfosfat. Även zink och molybden sakas det lite av, men kanske kan vi leva med det.

De många decimalerna på kg och liter gödselmedel är givetvis inte relevanta när det gäller att mäta upp gödselmedlen, men de finns med för att exakta mängden ska kunna beräknas. Vissa mikronäringsämnen behövs för övrigt bara i mycket små mängder.

Många vill helst hälla hela eller möjligen halva säckar gödsel i blandaren. Mängderna kan mycket väl jämnas till i programmet så att man låter det beräkna konsekvensen av att hälla i hela säckar. Då bör man ändra inblandningsprocenten i rutan Inblandning till vänster i mitten på bilden så att Lt i utgående lösning blir det som ställs in på blandaren.

Resultatet kan sedan skrivas ut:

SLU Version 1.10 Lovang Lantbrukskonsult AB

Gödselblandning för Sida:1  
Utskrift:2014-12-07 22:19  
C:\SLUfert2014\Exempel.mdt

Kod: PH-STYRD

Råvatten	Andel	Utgående lösning	Avvikelse	Relativt N
1: RÅVATTEN	75	pH 5,8	0,0	
2: RETURVATTEN	25	EC 2,56 mS/cm	-0,04 mg/l	
3:		NO3-N 234 mg/l	4 mg/l	98
Summa:	100	NH4-N 4 mg/l	-1 mg/l	2
		N 238 mg/l	3 mg/l	100
		P 36 mg/l	0 mg/l	15
		K 340 mg/l	0 mg/l	143
		Mg 34,2 mg/l	-5,8 mg/l	14,4
		S 40,0 mg/l	0,0 mg/l	16,8
		Ca 180 mg/l	0 mg/l	76
		Na 29 mg/l	29 mg/l	12
		Cl 16 mg/l	16 mg/l	7
		Mn 1,00 mg/l	0,00 mg/l	0,42
		B 0,35 mg/l	0,00 mg/l	0,15
		Cu 0,06 mg/l	-0,02 mg/l	0,03
		Fe 2,40 mg/l	0,00 mg/l	1,01
		Zn 0,25 mg/l	-0,05 mg/l	0,11
		Mo 0,035 mg/l	-0,005 mg/l	0,015
		HCO3 53 mg/l	3 mg/l	

Önskad lösning: TOMATNÄRING  
Vattentemperatur 20 °C  
CO2 i luften 400 ppm  
Stamlösningstankar

Kranvatten: RÅVATTEN  
Inblandning: 1,0 %

Tank	Storlek (liter)	Relativ inblandning
1	500	50
2	500	50
3	50	4
4		
5		
Summa:		104

Gödselmedel

Namn	Tank	Mängd	Alternativt namn	Pris	Summa
kaliumnitrat	1	58,736 kg	Krista-K, Multi-K,kalisalpeter	0,00	0,00
magnesiumsulfat	1	4,139 kg	Krista-MgS, Bittersalt	0,00	0,00
forsforsyra 85 %	1	4,427 l		0,00	0,00
salpetersyra 62 %	1	10,000 l		0,00	0,00
kaliumnitrat	2	13,663 kg	Calcinit, Multi-Cal. kalksalpeter	0,00	0,00
Mikronit	2	3,911 l		0,00	0,00
manganchelat 8 %	2	0,346 l		0,00	0,00
salpetersyra 62 %	3	5,664 l		0,00	0,00
			Summa:		0,00
			Gödselmedelskostnad per 1000 l utgående lösning:		0,00

100% 1 / 1 Färdig

2014-12-07 – Bengt Håkansson - [bengt.hakansson@slu.se](mailto:bengt.hakansson@slu.se) – tel. 070 - 9988409