



# **Växtnäringsläckage från containerproduktion: Ett Tillväxt Trädgård projekt**

---

**Resultat från en litteraturstudie och ett tvåårigt  
fältsförsök.**

Hans Lindqvist och Lilly Christensen

2012-03-29

## Innehållsförteckning

Bakgrund.....	3
Containerproduktion i Sverige.....	3
Miljömålssystemet och Jordbruksverkets föreskrifter.....	4
Litteraturstudie.....	4
Vatten .....	4
Bevattning.....	4
Nederbörd .....	5
Odlingssystemet.....	6
Containerbäddarna.....	6
Krukavstånd.....	6
Näring.....	7
Kväve och fosfor.....	7
Långtidsverkande gödselmedel.....	7
Fältstudie .....	9
Material och metod.....	9
Resultat .....	11
Diskussion.....	15
Referenser.....	17

## Bakgrund

### Containerproduktion i Sverige

Den totala arealen med containerodlade plantskoleväxter ökade i Sverige med 28 %, mellan åren 1999 till 2008 (Jordbruksverket, 2009). Alla produktgrupper har ökat i areal, utom för bärbuskar och rosor. Anmärkningsvärt är att produktionen av containerodlade perenner har i stort sett fördubblats under tidsintervallet.

Containerodlingen bedrivs huvudsakligen på textilkädda bäddar. Textilen, ofta av märket Mypex, har till syfte att hindra ogräsuppkomst, samtidigt som den släpper igenom vatten. Bevattning kan, rent tekniskt, ske på tre sätt i plantskolorna: med spridare, med droppbevattning eller med någon sorts ”ebb och flod”-system. I praktiken sker det i väldigt stor utsträckning med spridare. Orsaken till detta är att droppbevattning och ”ebb och flod”-system är kostsamma bevattningssystem som få plantskolor anser sig ha råd med. Historiskt har också plantskolorna utvecklat sin containerproduktion över tiden genom att bygga nya bäddar efterhand som förutsättningarna funnits och någon egentlig grundplan för rör- och kabeldragning till bäddarna finns inte. Att för plantskolorna att göra detta i efterhand skulle bli en kostsam investering. Så bevattningen sker oftast ovanifrån, genom spridare med stora mängder vatten och glesa bevattningsintervall. Bevattning med spridare ger en ojämn fördelning, då det blir överlappningar mellan spridarnas bevattningsdiameter. Eftersom mängden vatten vid varje bevattningstillfälle måste styras av den mängd vatten som kommer plantor till godo där det inte är någon överlappning, kommer delar av bäddarna att drabbas av avsevärd överbevattning.

Plantskolorna använder nästan uteslutande långtidsverkande gödselmedel inblandad i odlingssubstratet i sin containerodling. Därför bevattnas containerbäddarna endast med rent råvatten, men kompletteringsgödsling kan förekomma. De långtidsverkande gödselmedlen är oftast en kombination av medel för kortare och längre tider, t.ex. Osmocote 3-4 månader och Osmocote 8-9 månader. Frigörelsen av näringsämnen från långtidsverkande gödselmedel styrs av temperaturen och den verkningstid som gäller för medlet är beräknat efter en genomsnittstemperatur på 21 °C. Vid högre temperaturer frigörs näringsämnena fortare och vid lägre långsammare. Vid höga temperaturer tidigt på containersäsongen, med hög nederbörd eller en allt för hög bevattningsnivå, kommer näringsämnena att läcka ur krukorna. Effekten av ett sådant läckage kan få dubbel effekt, eftersom plantskolan måste kompensera för de försvunna näringsämnena med att ge näring senare under vegetationsperioden.

En mycket stor del av Sveriges plantskolor, ca 80 %, är belägna inom områden som är klassade som nitratläckagekänsliga. Klassningen är baserad på Europarådets direktiv 91/676/EGG om skydd mot att vatten förorenas av nitrater från jordbruket (Jordbruksverket, 2006). Statliga myndigheter har, än så länge, fortfarande fokus riktad mot jordbruket, men med tanke på utvecklingen av miljömålen, och framför allt kritiken mot den bristande måluppfyllelsen, kan det förutsättas en noggrannare granskning av användning av gödselmedel, oberoende av bransch.

## Miljömålssystemet och Jordbruksverkets föreskrifter

I april 1999 antog Sveriges riksdag mål för miljö kvaliteten inom 15 områden, vilket blev 16 i november 2005, då ett miljömål om biologisk mångfald lades till. Riksdagen beslöt i juni 2010 att förändra miljömålssystemet, fr.a. med avseende på ansvarsområden på lokal, regional och nationell nivå. Ett av Sveriges miljömål heter ”Ingen övergödning”. Ansvarande myndighet på nationell nivå är Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2008). De delmål som var uppsatta för miljömålet fram till 2010 var att minska bruttobelastningen av kväve, samt att minska ammoniak- och fosforförluster. Delmålen har inte nåtts och i en kritisk analys av situationen har det framkommit att ansvarsfördelningen, ansvarsområden, informationsgång och samordning från nationell till lokal nivå har varit otydlig (Naturvårdsverket, 2006). Beslut har tagit i Sveriges riksdag om att strama upp styrningen av miljömålen, framför allt genom att separera verksamhet från utvärdering och genom att Naturvårdsverket får ett större ansvar för miljömålen, vilket sannolikt kommer att innebära att all odlingsverksamhet i Sverige kommer att granskas noggrannare med avseende på växtnäringsläckage till ytvattendrag och grundvatten.

## Litteraturstudie

### Vatten

#### Bevattnings

Bevattnings ovanifrån med stora mängder vatten i glesa intervall verkar i majoriteten av undersökningar som gjorts vara det sätt som ger det största växtnäringsläckaget och är ett slöseri med vatten. Carles *et al.* (2005) visade att genom att minska vatteninnehållet i substratet från 55 % till 40 % reducerades vattenmängden med 20 %, den totala volymen av läckage med 65 % och kväveläckaget med 52 %. Enligt Groves *et al.* (1998) var det bättre att vattna i två korta intervall än i ett långt och med mindre bevattningsvolym. Substratet blev ändå genomvattnat och det medförde att man sparade både energi och vatten, samtidigt som växtnäringsläckaget reducerades. Mätning av skott- och rottillväxt på *Cotoneaster x suecicus* 'Skogholm' (syn. *C. dammeri* 'Skogholm'), mätt som torr vikt, med bevattningsvolym på 200, 400, 800 och 1200 ml/kruka och dag, visade att maximal tillväxt låg i intervallet 700-900 ml för fem långtidsverkande gödselmedel, dock är det intressant att notera att det fanns skillnader mellan olika gödselmedel. För ett så vanligt medel som Osmocote (NPK 24-2-5,6) visade resultatet 90 % av maximal tillväxt i bevattningsintervallet 550 – 1200 ml, med maximum på 921 ml. För att utvärdera effekten av cyklisk bevattning ovanifrån på läckage, avrinningsvolym, nitratkoncentration, samt tillväxt för lågvuxen japansk järnek, *Ilex crenata* 'Compacta', gjordes ett försök med två bevattningsvolym och tre bevattningscykler; 8 mm alternativt 13 mm och ett bevattningstillfälle på 60 minuter, två på 30 minuter, alternativt tre på 20 minuter (Fare *et al.*, 1994). Resultaten visade att järneken kunde odlas med mindre vattenvolymer än vad som var brukligt. Bevattnades plantorna vid två eller tre tillfällen i stället för ett, minskade också kväveläckaget. Blodanalyser visade att kvävekoncentrationen inte påverkades av att bevattningen var uppdelad på flera bevattningstillfällen. Oavsett hur vattnet tillfördes var effektiviteten relaterad till substratets vatteninnehåll innan bevattningen, samt till bevattningsvolymen. Resultaten indikerar två saker; dels att en effektivare bevattning kan åstadkommas genom att mäta substratets vatteninnehåll

innan bevattning och vattna efter behov, dels att ge vattengivorna långsamt, vid flera tillfällen eller med snålt inställda sprinklersystem (Fare *et al.*, 1994) .

Att beräkna ”Leaching fraction” (LF) är en metod plantskolorna kan använda för att bedöma och kontrollera läckage och behov av bevattning. Leaching fraction beräknas som en enkel kvot mellan läckage och tillsatt bevattningsvolym:

$$\text{Ekv. 1.} \quad \text{Dränerad volym/total bevattningsvolym} * 100$$

Avsikten med metoden är att minimera LF och i amerikanska studier anses ett värde understigande 20 % vara bra. Eftersom nitrat och vissa fosforföreningar är lösliga i vatten medför ett lågt LF att tiden som näringsämnen finns kvar i rotzonen ökar. En studie gjord av Niemera och Leda (1993) visade att LF inte påverkar frigörningshastigheten i de långtidsverkande gödselpreparaten, men påverkar mängden tillgängligt kväve och fosfor i substratet. Studien visade också att växtnäringsläckage från substrat i containerodling var direkt relaterad till bevattningsstrategi. Genom sparsam och cyklisk bevattning ökade mängden tillgängligt kväve i substratet och kväveläcket minskade. Ett substrat med 40 % LF hade 61 % större läckage av totalkväve än ett substrat med 20 % LF.

Försök med andra bevattningsmetoder, dvs. droppbevattning och bevattning underifrån har undersökts i ett antal studier (Colangelo och Brand, 2001; Yeager och Henley, 2004). Resultaten visar att den absolut bästa metoden för att undvika växtnäringsläckage och att se till att plantorna kan maximalt utnyttja tillförda näringsämnen är underbevattning, därefter kommer droppbevattning. Bevattning underifrån gav försumbart läckage och bättre tillväxt (mätt som torrsubstans) (Hicklenton och Cairns, 1996).

Som tidigare nämnts är droppbevattning och bevattning underifrån dyra investeringar som skulle, i många fall, vara för kostsamma för plantskolorna och därför inte vara några alternativ till bevattning ovanifrån. Men en ökad precision och effektivitet kan åstadkommas i befintliga system. Lamarck och Niemera (1993) rapporterade att ”spray stakes” var effektivare än vanliga spridare. Vidare kan utrustning för att mäta vattenhalten i substratet användas för en mer behovsanpassad bevattning. Behovsanpassad bevattning gav mindre bevattningsvolym, mindre växtnäringsläckage och bättre tillväxt i en studie gjord på *Deutzia gracilis* ’Duncan’, *Kerria japonica* ’Albiflora’, *Thuja plicata* ’Atrovirens’ och *Viburnum dentatum* ’Ralph Senior’ (Warsaw *et al.*, 2009).

## **Nederbörd**

En oberoende faktor som spelar en avgörande betydelse för näringstillgänglighet och näringsläckage är nederbörden. Kraftiga regn kan bidra till en stor del av läcket från en containerodling (van der Boon och Niers, 1983; Juntunen *et al.*, 2002). Eftersom en kontroll av nederbörden är kostsam, det skulle innebära ett behov av att täcka containerbäddarna med något sorts tak, är detta en klart negativ aspekt för användning av långtidsverkande gödselmedel. I ett behovsanpassat bevattningssystem måste nederbörden räknas med för att minska läcket från krukorna.

## Odlingssystemet

### Containerbäddarna

Under förutsättning att bäddarna är uppbyggda, dvs. inte bara är Mypex-matta utrullad på marken, utan är maskinellt bearbetade, relativt hårdgjorda och lutar från mitten och ut mot sidorna, kan man tänka sig olika system för att ta hand om lakvattnet. I en hårdgjord bädd kommer lakvattnet snarare följa Mypex-mattan ut mot sidorna än att dränera igenom markprofilen. Om bädden dessutom har en lutning i längdriktningen som följer normen för normal dränering, dvs. 0,5 cm/m (Fredriksson, pers. kom.), skulle det fungera utmärkt att anlägga kanaler längs sidorna på bäddarna för uppsamling av lakvattnet. Därefter måste lakvattnet på något sätt renas. Enligt Skimina (1986) innehöll lakvatten i ett försök från containerbäddar, förutom näringsämnen, också pesticider, svamp, bakterier, alger och lera. Lakvattnet kan ledas ut till ett reningsfilter i form av en vegetationsbädd som tar hand om växtnäringsrester och andra substanser. I detta sammanhang är det viktigt att poängtera att flödes hastigheten genom vegetationsfiltret är låg för att kemikalier ska brytas ner och/eller adsorberas. Därefter kan det rena lakvattnet släppas till yt- eller grundvatten, eller recirkuleras inom odlingen, genom att pumpas till en damm som används för bevattning. Gils *et al.* (2004) visade i försök med återanvänd näringslösning och långtidsverkande gödselmedel på *Spiraea x bumalda* 'Anthony Waterer', *Symphoricarpos albus*, *Euonymus fortunei* 'Emerald Gaiety', *Deutzia gracilis*, *Cornus alba* 'Argenteo-marginata' och *Juniperus sabina* att återanvändning av näringslösning inte hade någon negativ effekt på containerodlade plantor. Torr vikten för *D. gracilis*, *C. alba* 'Argenteo-marginata', *S. x bumalda* 'Anthony Waterer' och *J. sabina* var den samma för de olika behandlingarna, medan *S. albus* och *E. fortunei* 'Emerald Gaiety' till och med växte bättre när de fick återanvänd näringslösning.

I USA har forskare och rådgivare under ett tjugotal år arbetat med att få fram ett "best practice"-program för plantskolorna. Programmet spridning och genomslag bland odlarna har också utvärderats (Fain *et al.*, 2000). Utvärderingen visade att stor del av plantskolorna, oberoende av storlek, arbetade med fr.a. uppsamling av lakvatten. Däremot var det sämre ställt med kontroll över hur mycket de vattnade och användning av cyklisk bevattning. Långtidsverkande gödselmedel var det dominerande sättet att gödsla på.

### Krukavstånd

Ett system med bevattning ovanifrån var ineffektivt eftersom en stor del av vattnet hamnar utanför krukorna (Bilderback, 2001). Hur stor del av vattnet som kom plantorna till godo berodde på ett antal parametrar, som: hur tätt krukorna stod, krukstorlek, gödselmetod, typ av substrat, samt de odlade arterna och deras vattenbehov. Genom att placera arter med samma vattenbehov på samma bädd sparade man vatten och fick en förbättrad tillväxt. Men tät krukplacering gick även temperaturen i substratet ner, vilket minskade transpiration och avdunstning. Juntunen *et al.* (2002) uppskattade att 10-20 % av vattenvolymen vid bevattning ovanifrån hamnade utanför krukorna. De rekommenderade för en effektivare bevattning att placera plantorna efter art eller sort och krukstorlek.

## Näring

### Kväve och fosfor

Kväve och fosfor är de två viktigaste ämnena för tillväxt i en planta. Båda ämnena är också de mest lättlösliga i de vanligaste formerna de förekommer i odling och natur. Markpartiklar är huvudsakligen negativt laddade och därför binder positivt laddade joner enkelt till markpartiklarna, men kväve förekommer vanligast som nitratjon eller ammoniumjon och fosfor som fosfatjon. Nitrat- och fosfatjoner är båda negativt laddade,  $\text{NO}_3^-$  och  $\text{PO}_4^-$  och förekommer främst i markvattnet. Fosfatjoner kan under vissa förhållanden läggas fast i svårslösliga salter och därmed bli otillgängliga för växter. Kväve kan försvinna ur marken i gasform som ammoniak från ammoniumjoner eller som kväveoxider från bakteriell denitrifikation av nitrat. Ammoniumjonen är vanligast i marker med lågt pH och anses i sig vara försurande, eftersom växten tar in en ammoniumjon i utbyte mot en vätejon,  $\text{H}^+$ . Ammonium omvandlas i marken till nitrat genom nitrifikationsbakterier. Juntunen *et al.* (2002) visade i försök att framförallt fosfat läcker ur torvsubstrat.

### Långtidsverkande gödselmedel

Antagna fördelar med långtidsverkande gödselmedel är att tillgängligheten av näring påverkas av växelverkan och konkurrens mellan plantors rötter, mikroorganismer, kemiska reaktioner och läckage, samt hur gödselmedlets frigöring av näring matchar plantornas behov (Shaviv och Mikkelsen, 1993)

En vanlig metod i plantskolor är att ge en stor giva av långtidsverkande gödselmedel i substratet i samband med krukning. Det begränsar arbetskostnaden genom att försöka tillgodose det totala näringsbehovet för plantorna i en enda giva. Detta kan medföra läckage av nitrat tidigt på säsongen på grund av dålig matchning mellan frigöring av näringsämnen och plantans behov av näring. Dessutom odlades plantorna ofta i för stora krukor för att undvika arbetskostnader för omplantering, vilket också kunde bidra till stort läckage i början på säsongen (Brand *et al.*, 1993). Vid ett försök där frigöring av kväve, fosfor och kalium mättes vid temperaturerna 30 och 40°C för 17 olika långtidsverkande gödselmedel, frigjordes näringsämnena ojämnt och störst mängd frigjordes i början av användningen. Näringsämnena frigjordes inte i takt med plantornas näringsupptag, vilket betydde att överflödiga näringsämnen bands i substratet eller läckte ut. Hur näringen frigjordes berodde troligen på både temperatur och gödselmedlets sammansättning. Under en tio-veckors period försvann 40 % av både kväve och fosfor genom läckage. De undersökta gödselmedlen verkade under en kortare tid än vad som angivits, vilket kan bero på att substratet innehöll sand. När substratet blandades var risken stor att sanden nötte ner och skadade gödselkornen (Huett och Gogel, 2000).

En studie av Colangelo och Brand (1997) visade tydligt att med en giva av långtidsverkande gödselmedel tillfördes för mycket kväve jämfört med plantornas behov i början av säsongen. Studien visade även att vinsterna med att ge flera givor av långtidsverkande gödselmedel inte var så uttalad. Överbevattning som kunde ske frekvent i odlingar ökade sannolikheten att nitrat läckte till grundvattnet. Långtidsverkande gödselmedel bidrog med avsevärda mängder av nitrat till jordprofilen under en containerodling även när den delades upp i flera givor. Stora och frekventa

bevattningsvolymerna som ofta förekommer i containerodlingar, kombinerat med den intensiva produktionen, medförde att nitrat kunde ta sig långt ner i markprofilen (Colangelo och Brand, 1997).

Ett sätt att undvika läckage från långtidsverkande gödselmedel, med bibehållen eller bättre tillväxt, kan vara att använda dibble-metoden (Alam *et al.*, 2009). Metoden innebär att gödselmedlet läggs i botten av planteringshålet i krukorna, innan plantorna krukas. I ett försök med *Forsythia x intermedia* 'Spring Glory' visades att dibble-metoden gav 27 % bättre tillväxt än gödselmedlet blandat i hela substratet och 115 % bättre än toppdressad. Försöket visade också att om gödselgivan delades upp på två givor, den andra givorn som toppdress, minskade kväveläckaget, samtidigt som tillväxten minskade. I detta försök fungerade toppdress givorna av långtidsverkande gödselmedel dåligt, sannolikt beroende på en sämre frigörning av näringsämnen, då gödselkornen torkade mellan bevattningarna (Alam *et al.*, 2009).

I en annan jämförelse mellan inblandad och toppdressstillsatt långtidsverkande gödselmedel i odling av *Cotoneaster x suecicus* 'Skogholm', visades att läckaget av näringsämnen ökade kraftigt vid inblandning. Nitratförlusterna ökade med 105 % med Nutricote och 258 % med Meister och fosforförlusterna ökade med 33 % med Nutricote och med 88 % med Meister, när gödselmedlen blandades in i substratet. Dock visade samtidigt bladanalyser att näringsinnehållet i plantorna var större om gödselmedlen var inblandade i substratet (Warren *et al.*, 2001).

Andra sätt att applicera långtidsverkande gödselmedel har utvecklats. Merhaut (2011) beskriver fyra olika sätt att applicera gödselmedlet:

- Toppdress applicering; gödselmedlet läggs på ytan i krukorna och näringsämnena sprids ner genom substratet med hjälp av bevattning och nederbörd. Risken för läckage minskar kraftigt med denna metod.
- Inblandnings applicering; gödselmedlet blandas i substratet. Risken för växtnäringsläckage är stort, fr.a. i början av kulturtiden, men risken finns hela tiden, eftersom gödselmedelsnodulerna i botten på krukorna inte kommer att vara i närheten av rötter under ganska lång tid.
- "Dibble" applicering; gödselmedlet läggs i botten av planteringshålet. Metoden förutsätter omplantering av pluggplantor. Risken för läckage finns i början på kulturtiden.
- Skikt applicering; krukorna fylls inte helt, utan till tre fjärdedelar. Gödselmedlet strös ut i ett skikt och krukorna fylls upp med substrat. Metoden liknar toppdress metoden, men man undviker gasavgång av, fr.a., kväve och nodulerna skyddas från uttorkning. Risken för läckage finns i början på kulturtiden.

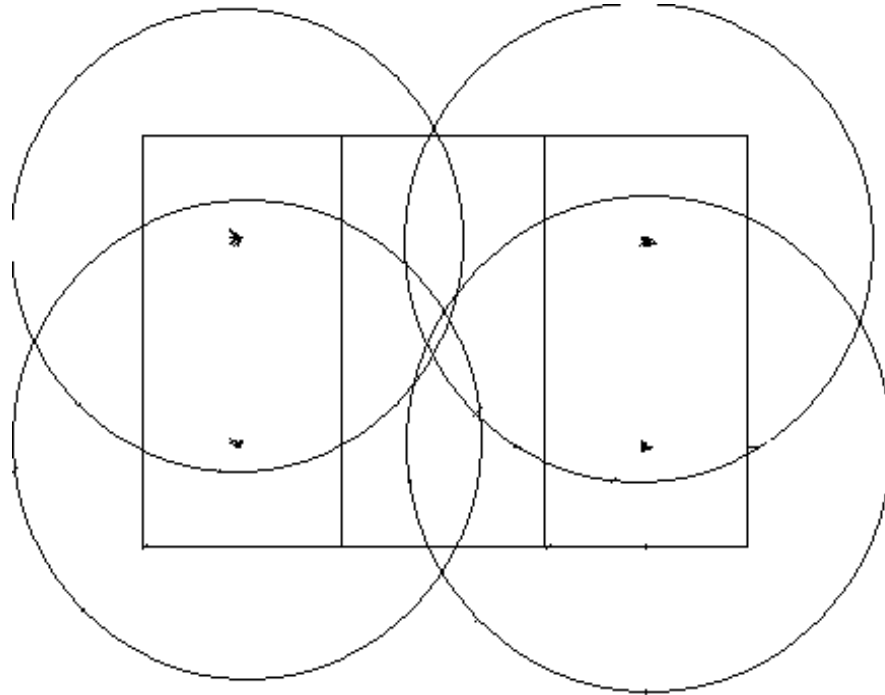
(Merhaut, 2011)



## Fältstudie

### Material och metod

TVå stycken containerbäddar med tät botten anlades på Björkhaga plantskola. Bäddarna är 150 m<sup>2</sup> i yta och varje bädd är delad i tre delar, med separat dränering till en 1 m<sup>3</sup>:s tank per del, se figur 1.



Figur 1. Containerbädd med tät botten, anlagd på Björkhaga plantskola, våren 2010. Varje bädd är delad i tre delar, med separat dränering till uppsamlingstank. Ringarna representerar spridarnas ungefärliga spridningsområde.

På varje bädd placerades fyra vattenspridare, se figur 1, med en bevattningskapacitet på 14 mm/h. På de olika delarna placerades plantor med olika krukstorlek, likadant för båda bäddarna; 11,5 cm:s krukor, 2-liters krukor och 3,5 liters krukor. Bäddarna bevattnades med samma mängd vatten men på olika sätt, där bädd A vattnades 1 gång, ca 12.00, och bädd B vattnades 3 gånger, ca 07.00, 12.00 och 16.00 . För 2010 års försök var bevattningstiden 60 minuter för bädd A och 3\*20 minuter för bädd B. I årets försök har bevattningstiderna halverats och bevattningstiderna är 30 minuter för bädd A och 3\*10 minuter för bädd B. Ytterligare en skillnad mellan åren är att bevattningen i årets försök sker vid behov, dvs. krukorna kontrolleras för behov av vattning, medan i 2010 års försök sköttes bevattningen automatiskt.

Tabell 1. Utplacerat växtmaterial på bäddarna under försöken 2010 och 2011

	Led 1		Led 2		Led 3	
	11,5 cm krukor	Antal	2-liters krukor	Antal	3,5-liters krukor	Antal
2010	Lonicera caerulea 'Anja' E	500	Spirea betulifolia 'Tor' E	800	Carpinus betulus E	250
	Philadelphus coronarius 'Finn' E	750	Spirea cinerea 'Grefsheim' E	250	Lonicera coerulea E	130
	Philadelphus 'Orion' E	750	Spirea japonica 'Little Princess' E	250	Lonicera xylosteum E	130
	Viburnum opulus 'Strömsund' E	100			Spirea japonica 'Manon'	400
	Alchemilla mollis	600				
	Salvia nemorosa	500				
	Totalt	3200		1300		910
2011	Philadelphus coronarius 'Finn' E	500	Spirea betulifolia 'Tor' E	650	Potentilla fruticosa 'Goldfinger' E	450
	Philadelphus 'Orion' E	500	Spirea japonica 'Froebeli'	325	Spirea cin. Grefsheim E	450
	Syringa vulgaris 'Alba' E	500	Spirea japonica 'Little Princess' E	325		
	Alchemilla mollis	1000				
	Campanula persicifolia	500				
	Totalt	3000		1300		900

Samma växtmaterial var fördelat över båda bäddarna, enligt tabell 1. Under 2010 användes två olika substrat och två gödselsammansättningar. Substraten var de egna substratblandningarna från SplendorPlant och Björkhaga plantskola och gödselsammansättningarna är listade i tabell 2.

Tabell 2. Gödselsammansättning i substraten under försöket 2010. Mängderna gäller per m<sup>3</sup>.

SplendorPlant		Björkhaga	
Preparat	Vikt, kg	Preparat	Vikt, kg
Nutricote T70	1	Osmocote 11-6-18, 8-9 mån	3
Nutricote T100	1	PG-mix el. 11-5-18	1
Nutricote T140	1	Dolomitkalk	2
18-5-13-2MgO	1	Jordbrukskalk	2
PG-mix	1		
Litho	1		
Jordbrukskalk	3		

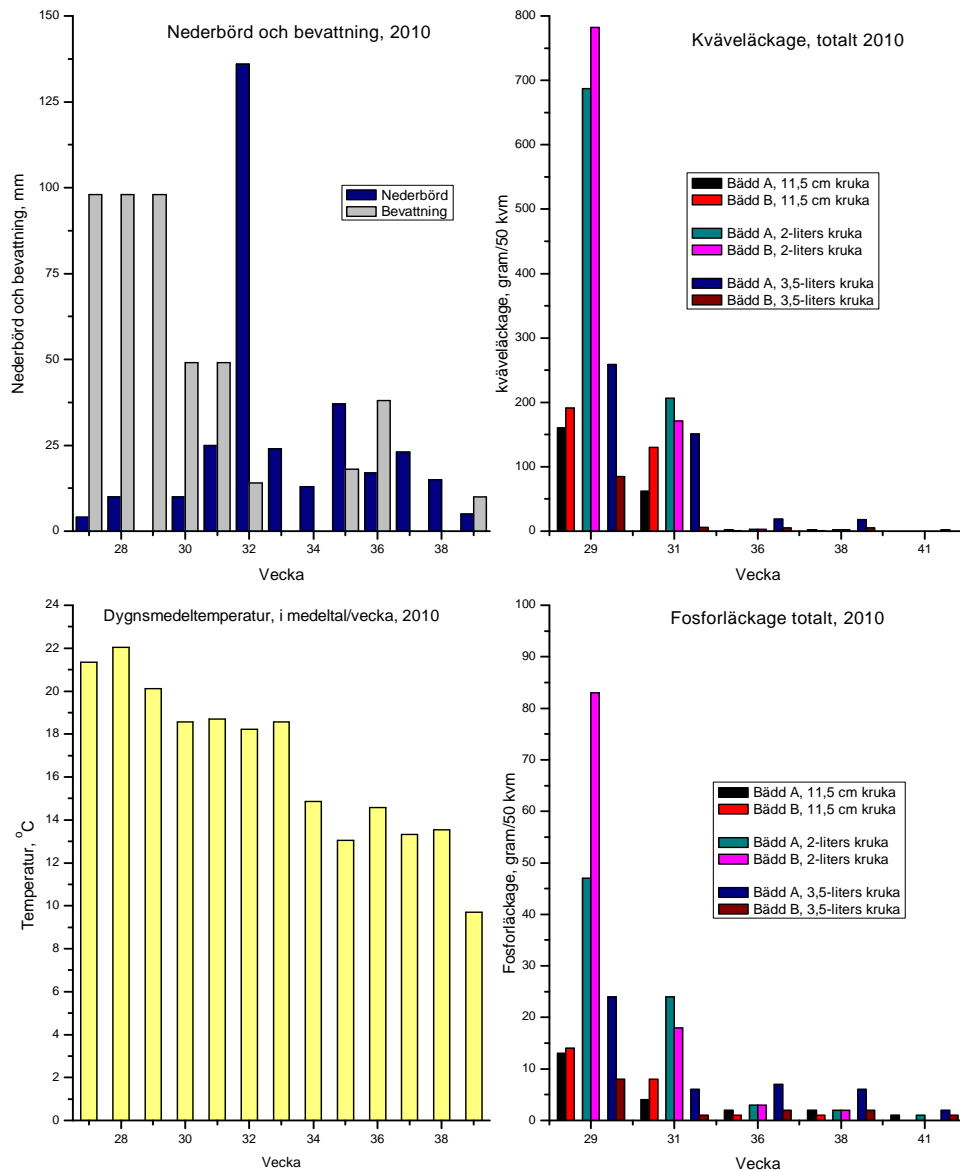
Under 2011 års försök användes bara en substratblandning och en gödselsammansättning. Substratet var Björkhagas egen blandning och gödselsammansättningen den samma som Björkhagas i 2010 års försök.

Lakvatten från bäddarna samlades i tankar, tre tankar till varje bädd, med en dräneringsyta på 50 m<sup>2</sup> för varje tank. Tankarna tömdes regelbundet och volymer noterades. Var annan vecka skickades prover för växtnäringsanalys till ett kommersiellt laboratorium. Under 2010 inträffade några olyckor med proverna och därför finns inga analysresultat för två av provtagningstillfällena.

Starten av försöket 2010 försenades också kraftigt p.g.a. att allt administrativt arbete inte var färdigt i tid, vilket senarelade konstruktionen av bäddarna och som följd blev försöksstarten inte förrän första veckan i juli. Försöksstarten fungerade bättre 2011 och plantorna var utsatta på bäddarna till andra veckan av maj.

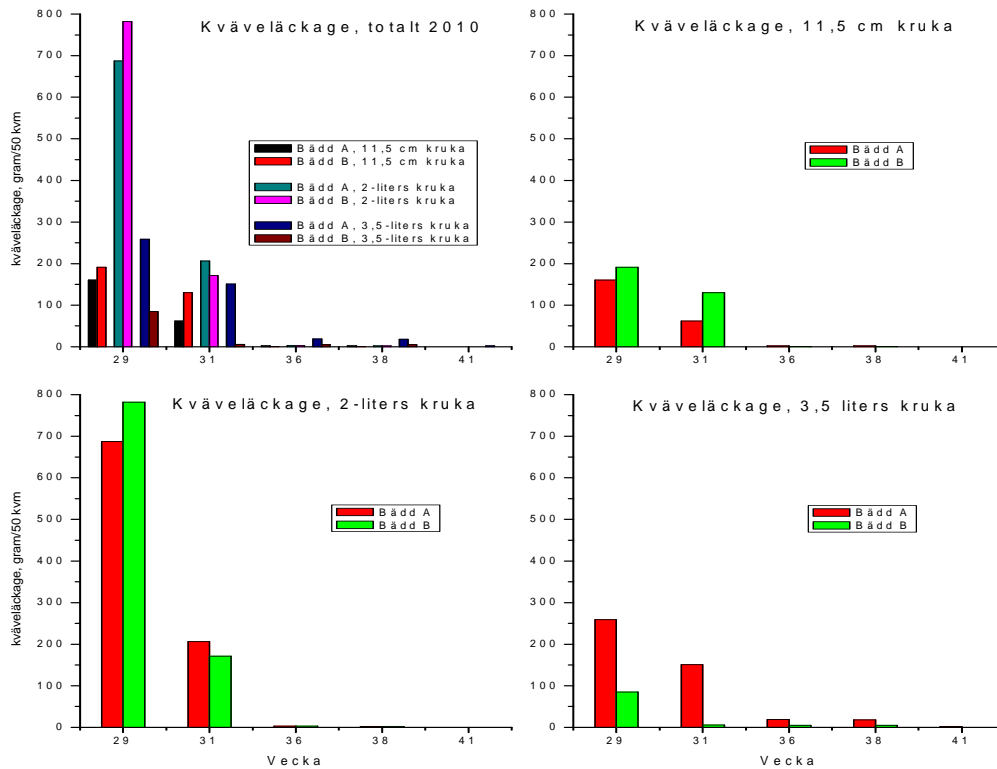
## Resultat

Den sena starten av 2010 års försök, i samband med höga temperaturer och relativt stor bevattningsmängd, gav ett kraftigt läckage i början av försöket, Figur 2. Det gav också en dålig etablering i växtmaterialen planterat i 3,5-liters krukor, där endast 62 respektive 64 % etablerade sig.

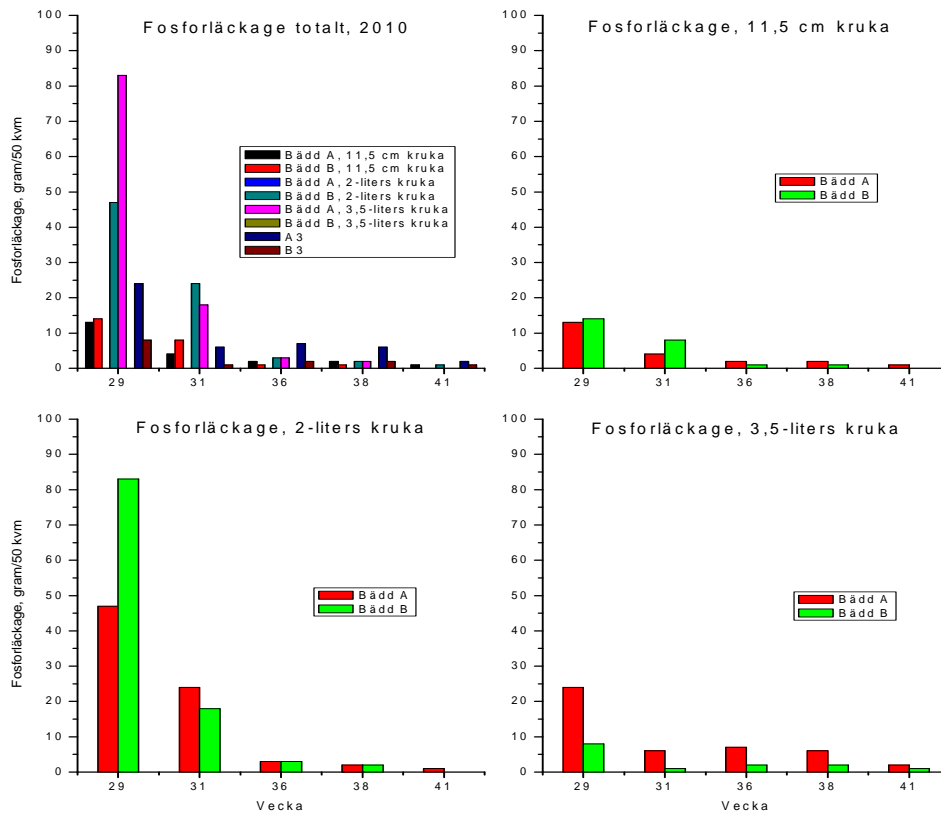


Figur 2. Nederbörd, bevattning, temperatur och läckage av kväve och fosfor från containerodlade plantor under försöket 2010.

Det fanns inga skillnader i läckage, mätt som totalkväve (nitrat- och ammoniumjoner) och fosfor, mellan de olika sätten att bevattna på och, statistiskt, ingen skillnad mellan de olika krukstorlekarna. Man kan dock se att mittleden av bädden har haft ett betydligt kraftigare läckage än sidodelarna, figur 3 och 4. Någon skillnad mellan de olika gödslingsstrategierna och substraten kunde inte ses (resultat visas inte).

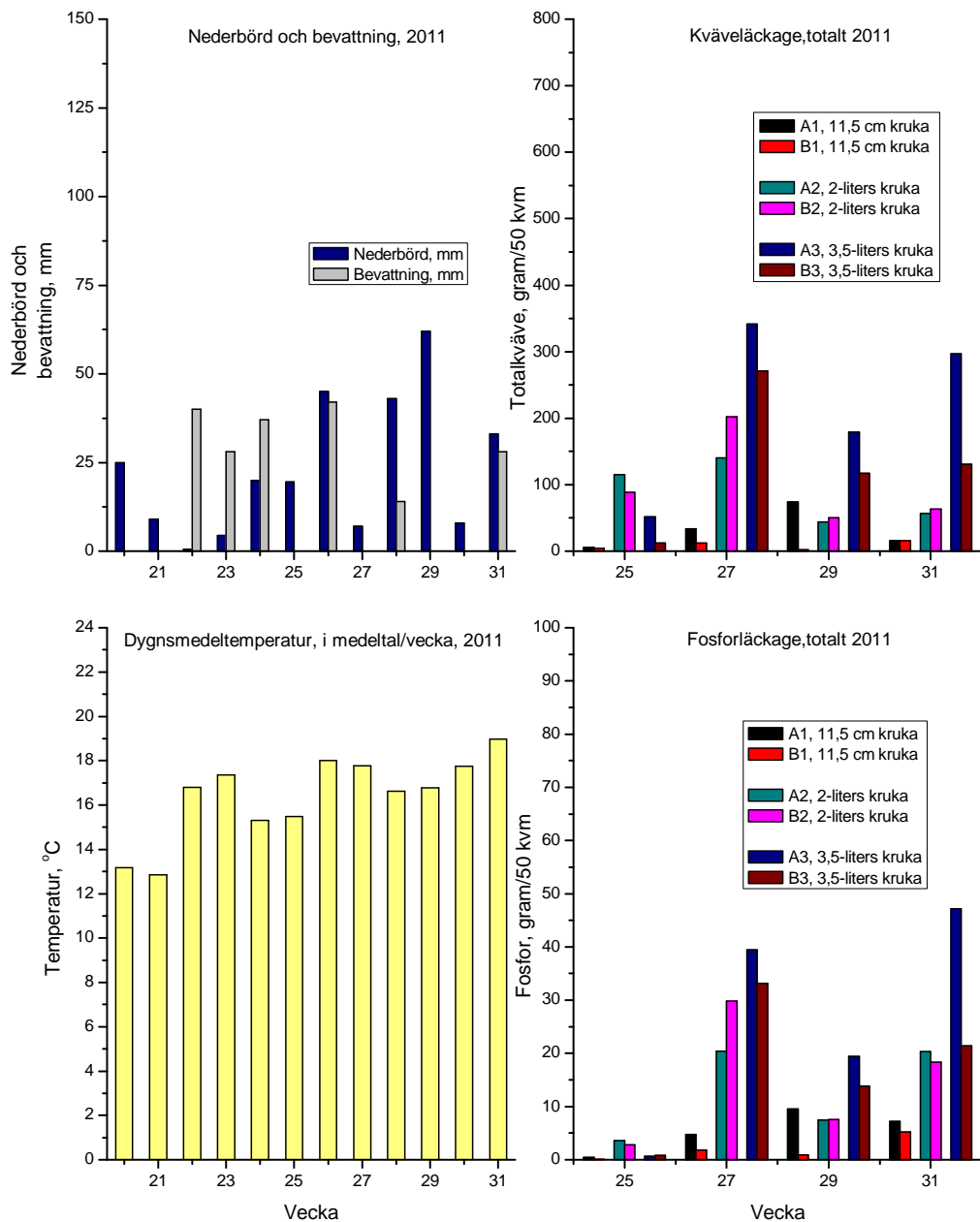


Figur 3. Läckage av totalkväve (nitrat- och ammoniumjoner) från containerodlade planter, gödslade med långtidsverkande gödselmedel, med två bevattningsstrategier och tre krukstörlekar i 2010 års försök.



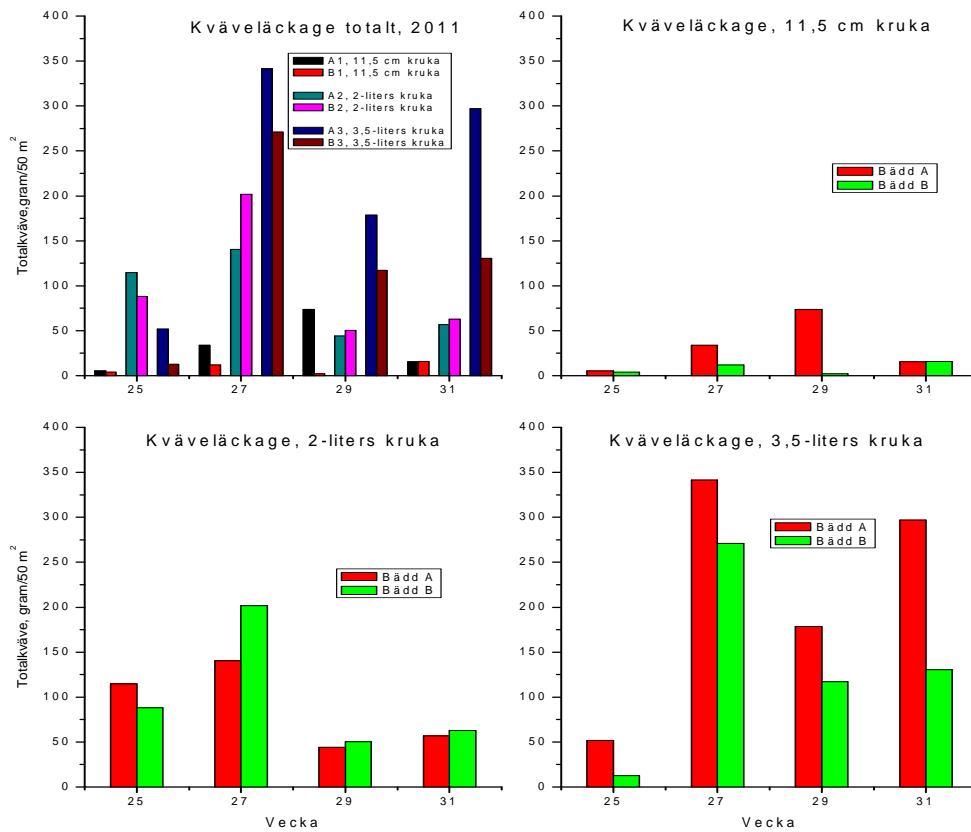
Figur 4. Läckage av fosfor från containerodlade planter, gödslade med långtidsverkande gödselmedel, med två bevattningsstrategier och tre krukstörlekar i 2010 års försök.

I 2011 års försök blev resultaten något annorlunda. Med minskad bevattning, bättre fördelning av nederbörden och lägre temperaturer, blev läckaget mindre, figur 5.

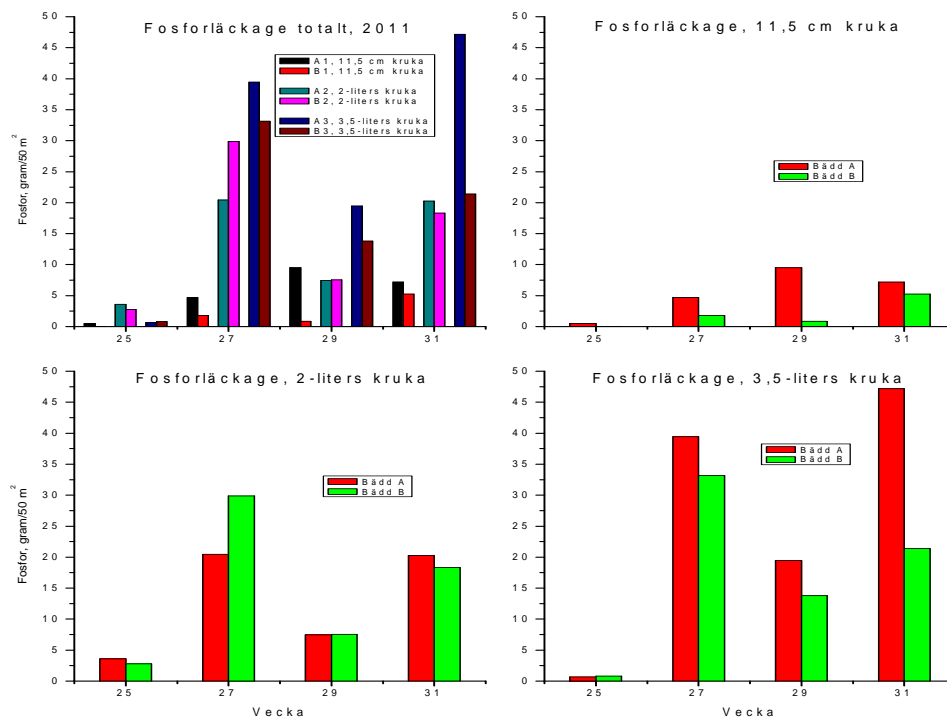


Figur 5. Nederbörd, bevattning, temperatur och läckage av kväve och fosfor från containerodlade plantor under försöket 2011.

Vad som dock klart kom fram i 2011 års försök är att bevattningssättet hade ingen som helst effekt på näringsläckage, medan krukstorleken hade. Stora krukor, som 3,5-liters krukor, hade ett betydligt större läckage än 11,5 cm krukor (figur 6 och 7). Man kunde också se att högre temperatur gav större läckage, vilket man också kunde skönja i 2010 års försök.



Figur 6. Läckage av totalkväve (nitrat- och ammoniumjoner) från containerodlade plantor, gödslade med långtidsverkande gödselmedel, med två bevattningsstrategier och tre krukstorlekar i 2011 års försök.



Figur 7. Läckage av fosfor från containerodlade plantor, gödslade med långtidsverkande gödselmedel, med två bevattningsstrategier och tre krukstorlekar i 2011 års försök

## Diskussion

Att dra några slutsatser eller göra några generella uttalanden om 2010 års försöksresultat är svårt att göra. Den sena starten på försöket och missade analysomgångar är orsaken till detta. Vad som dock är relevant och intressant är att 2010 års resultat visar på att en sen utsättning på containerbädd med långtidsverkande gödselmedel en varm sommar, då behovet av bevattning för att skydda de icke utslagna plantorna från uttorkning är stort, kan ge mycket kraftigt växtnäringsläckage. Analysresultatet för vecka 29 och 31, sammanlagt, gav för mittleden av bäddarna, där 2-liters krukorna var placerade och de överlappande spridarna möttes (figur 1), ett kväveläckage på 953 gram/50m<sup>2</sup> respektive 893 gram/50m<sup>2</sup> för de båda bäddarna. Omräknat till att gälla ett hektar var alltså kväveläckaget 190 kg respektive 179 kg. Den sena utsättningen av plantorna under denna varma period (figur 2) kan också vara orsaken till den dåliga etableringen hos växtmaterialet planterat i 3,5 liters krukor.

Resultaten för försöket 2011 är tydligare och visar att bevattningsregim, i detta försök, inte har någon inverkan på läckaget, medan krukstorlek har en stor betydelse. Att bevattningsregimen inte har någon inverkan är anmärkningsvärt, med tanke på de andra forskningsresultat som har publicerats tidigare, där så kallat cykliskt bevattningsförlopp har minskat växtnäringsläckage. Det är också anmärkningsvärt ur aspekten att den cykliska bevattningens tre delar var utspridd över nio timmar i försöket. Den enda faktor som kan ha inverkat för att ta bort skillnader mellan de två bevattningsstrategierna är nederbörden. Från vecka 24, dvs. en vecka innan första provtagningen, till vecka 31, när fjärde provtagningen gjordes, har det kommit över 235 mm, vilket är ca 35 % av årsnederbörden i området. Sannolikt har nederbörden haft stor effekt på mängden läckage från bäddarna och därmed suddat eventuella skillnader mellan bevattningsstrategierna. Att det har varit större läckage från de stora krukorna stämmer väl överens med tidigare studier (Bilderback, 2001; Juntunen *et al.*, 2002). Det är en större volym substrat med långtidsverkande gödselmedel och det tar tid innan plantans rötter når ut i hela krukans och kan ta hand om näringsämnen. Bilderback (2001) nämner både krukstorlek och krukavstånd som två viktiga faktorer för näringsläckage.

Sättet som det långtidsverkande gödselmedlet ges till plantorna har också effekt på växtnäringsläckaget (Merhaut, 2011), där substratinblandning tycks vara det sätt som ger det största läckaget. Dock finns det risker för läckage i alla de metoder som Merhaut (2011) skriver i sin lista. Att lägga all långtidsverkande gödselmedel som toppdress tycks vara det som ger minst läckage, men ger också samtidigt sämst tillväxt, fr.a. för att gödselkornen hinner torka in mellan bevattningarna. Att använda en kombination av "Dibble"-metoden och toppdress, där toppdress givan läggs på senare under vegetationsperioden tycks vara ur läckagesynpunkt den bästa, även om tillväxten blir lidande till en del.

Som tidigare nämnts hade en cyklisk bevattningsregim ingen effekt på näringsläckaget i de två försöken, till skillnad från de, i stort sätt, samstämmiga resultat som redovisas i litteraturstudien. Sannolikt tar nederbörden bort en del av effekten, men den totala vattengivan i försöken har dock varit stor, 14 mm. Med en lägre total vattengiva hade resultaten möjligen sett annorlunda ut, fr.a. med tanke på att en mindre giva fördelad över tre bevattningstillfällen håller substratfuktigheten på en jämnare nivå. Sannolikt skulle effektiviteten i systemet bli än större om bevattning skedde efter fuktighetsgivare i krukorna.

Eftersom nederbörden aldrig kan räknas bort i ett odlingsystem med containerbäddar, verkar ett recirkulerande system vara det bästa sättet att undvika växtnäringsläckage till yt- och grundvatten. I sådana system blir applikationssätt, bevattningsregimer och bevattningssätt av mindre betydelse ur miljösynpunkt, även om det har klara ekonomiska aspekter. Möjligheten att skapa sådana system utan allt för stora kostnader borde vara rimlig, fr.a. om containerbäddarna är tillräckligt hårdgjorda och att det går att skapa en tillräcklig lutning för ett kanal- och kulvertsystem som leder läckagevattnet till ett reningsfilter i form av, t.ex. en vegetationsbädd, och därifrån till en damm.



## Referenser

- Alam M. Z., Chong C., Llewellyn J. & Lumis G. P. 2009. Evaluating fertilization and water practices to minimize NO<sub>3</sub>-N leachate from container-grown Forsythia. *Hortscience* 44 (7) 1833–1837.
- Bilderback T. E. 2001. Environmentally compatible container plant production practices. *Acta Horticulturae* 548, 311-318.
- Brand M. H., McAvoy R. J. & Corbett E. G. 1993. Nitrate loading to the soil profile underlying two containerized nursery crops supplied controlled release fertilizer. *Journal of Environmental Horticulture* 11 (2) 82 -85.
- Carles S. A., Stowe D. C., Lamhamedi M. S., Fecteau B., Margolis H. A., Bernier P. Y., Veilleux L. & Renaud M. 2005. Turning Off the Tap: Controlling Nutrient Leaching, Growth and Hardening of Containerized White Spruce Seedlings Through Irrigation Management. Forest Research Information Paper 160. A Symposium on the State-of-the-Art in Reforestation. [online] Tillgänglig: [www.mnr.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@mnr/@ofri/documents/document/mnr\\_e005529.pdf](http://www.mnr.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@mnr/@ofri/documents/document/mnr_e005529.pdf) [2010-06-19].
- Colangelo D. J. & Brand M. H. 1997. Effect of split fertilizer application and irrigation volume on nitrate-nitrogen concentration in container growing area soil. *Journal of Environmental Horticulture* 15 (4) 205-210.
- Colangelo D. J. & Brand M. H. 2001. Nitrate leaching beneath a containerized crop receiving trickle or overhead irrigation. *Journal of Environmental Quality* 30, 1564–1574.
- Fain G. B., Gilliam C. H., Tilt K. M., Olive J. W. & Wallace B. 2000. Survey of best management practices in container production nurseries. *Journal of Environmental Horticulture* 18 (3) 142-144.
- Fare D. C., Gilliam C. H. & Keever G. J. 1994. Cyclic irrigation reduces container leachate nitrate-nitrogen concentration. *HortScience* 29 (12) 1514–1517.
- Fredriksson H. 2011. Muntlig kommunikation. Stenungsunds kommun.
- Gils J., Chong C. & Lumis G. 2004. Container nursery stock response to recirculated nutrients. *Acta Horticulturae* 630, 219-224.
- Groves K.M., Warren S.L. & Bilderback T.E. 1998. Irrigation Volume, Application, and Controlled-release Fertilizer II. Effect on Substrate Solution Nutrient Concentration and Water Efficiency in Containerized Plant Production. *J. Environ. Hort.* 16(3):182-188.
- Hicklenton P. R. & Cairns K. G. 1996. Plant water relations and mineral nutrition of containerized nursery plants in relation to irrigation method. *Can. J. Plant Sci.* 76, 155–160.
- Huett D. O. & Gogel B. J. 2000. Longevities and nitrogen, phosphorus and potassium release patterns of polymer-coated controlled release fertilizers at 30 and 40°C. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31 (7-8) 959-973.
- Jordbruksverkets författningssamling (SJVFS). 2006. Föreskrifter om ändring i statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. SJVFS 2006:66.
- Jordbruksverkets statistiska meddelanden. 2009. Trädgårdsproduktion 2008. JO 33 SM 0901.
- Juntunen M.-L., Hammar T. & Rikala R. J. 2002. Leaching of Nitrogen and Phosphorus during Production of Forest Seedlings in Containers. *Journal of Environmental Quality*. 31, 1868–1874.
- Lamack W. F. & Niemiera A. X. 1993. Application Method Affects Water Application Efficiency of Spray Stakeirrigated Containers. *Hortscience* 28 (6) 625-627.
- Merhaut, D. 2011. The use of controlled-release fertilizers (CRF) as part of a Best Management Program (BMP) to improve nutrient uptake efficiency and mitigate nutrient runoff. University of California. UCNFA News. Hemsida:

[http://ucanr.org/sites/UCNFAnews/Archived\\_Stories/The\\_use\\_of\\_controlled-release\\_.....2011-08-10](http://ucanr.org/sites/UCNFAnews/Archived_Stories/The_use_of_controlled-release_.....2011-08-10).

- Naturvårdsverket. 2006. Övergödningen ett styrproblem. [online] Tillgänglig: [www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5213-6.pdf](http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5213-6.pdf) [2010-07-23]
- Naturvårdsverket. 2008. Ingen övergödning. Naturvårdsverkets rapport 5840. Tillgänglig: [www.naturvardsverket.se/sv/Nedre-meny/Webbokhandeln/ISBN/5800/978-91-620-5840-1](http://www.naturvardsverket.se/sv/Nedre-meny/Webbokhandeln/ISBN/5800/978-91-620-5840-1) [2010-07-23]
- Niemera, A.X. & Leda, C.E. 1993. Nitrogen leaching from Osmocote-fertilized pine bark at leaching fractions of 0 to 0.4. *J. Environ. Hort.* 11(2):75-77.
- Shaviv, A. & Mikkelsen, R.L. 1993. Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation – A review. *Fertilizer Research.* 35:1-12.
- Skimina, C.A. 1986. Recycling irrigation runoff on container ornamentals. *HortScience* 21(1):32-34.
- van der Boon J. & Niers H. 1983. Leaching of nutrients from containers with nursery plants. *Acta Horticulturae* 150:227–235.
- Warren, S.L., Bilderback, T.E. & Kraus, H.H. 2001. Method of fertilizer application affects nutrient losses of controlled-release fertilizers. *In: Proc. Int. Symp. On Growing Media & Hydroponics.* Eds.: Maloupa & Gerasopoulos. *Acta Hort.* 548.
- Warsaw, A.L., Fernandez, R.T., Cregg, B.M. & Andresen J.A. 2009. Container-grown ornamental plant growth and water runoff nutrient content and volume under four irrigation treatments. *HortScience* 44(6): 1573-1580.
- Yeager, T.H. & Henley, R.W. 2004. Irrigation and fertilization for minimal environmental impact. *In: Proc. XXVI IHC – Sustainability of Horticultural Systems.* Eds: Bertschinger L. & Anderson J.D. *Acta Hort.* 638.