



Övervintring av plantskoleväxter hos plantskoleföretagarna – ett prioriterat förbättringsområde

Tillväxt Trädgård

Anna Larsen

HIR Skåne och Hushållningssällskapet Halland.

Helena Karlén

LTV-fakulteten, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Rapport 2015:8

ISBN 978-91-87117-98-5

Alnarp 2015



LANDSKAPSARKITEKTUR
TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP
Rapportserie

Övervintring av plantskoleväxter hos plantskoleföretagarna – ett prioriterat förbättringsområde

Tillväxt Trädgård - Projektnr. 105

Anna Larsen

HIR Skåne och Hushållningssällskapet Halland.

Helena Karlén

LTV-fakulteten, SLU Alnarp

Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringen. Större parter är SLU, LRF Trädgård och flera Hushållningssällskap. Andra parter är Cascada, Grön Kompetens, Lovang Lantbrukskonsult och Virgo Grön Konsult. Projektet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.
www.tillvaxttradgard.se



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden

Innehåll

Förord.....	2
Sammanfattning.....	3
Mål med projektet.....	4
Inledning.....	4
Centrala frågor	5
Litteraturstudie	5
Teoribakgrund	5
Frostskador uppstår när iskristaller bildas i cellerna.....	6
Härdighetsutveckling.....	6
Täckningsmaterialets egenskaper	8
Killing temperaturer	9
Material och metoder	9
Demonstrationsförsök.....	9
Resultat.....	11
Diskussion och framtids tankar	15
Referenser	17
Bilaga 1. Killing temperaturer.....	17

Förord

Plantskoleföretagarna efterfrågar mer kunskap på området övervintring. Mycket av det stora arbete som görs inför och under vintern idag är tidsödande och kostnadskrävande. Resultatet av en misslyckad övervintring leder till svinn och ekonomiska förluster.

Projektets syfte är att öka de svenska plantskoleföretagarnas konkurrenskraft och tillväxt genom att förhöja kunskapen om övervintringsteori och -praktik och därmed möjliggöra en ökning av företagets ekonomiska tillväxt och styrka.

I denna SLU rapport beskrivs ett metodutvecklingsförsök vars syfte är att hitta mätmetoder som gör det möjligt att jämföra olika sätt att skydda krukodlade plantskoleväxter utomhus från vinterskador. .

Arbetet med projektet har finansierats av Tillväxtfonden via Tillväxt Trädgård (projektnummer 105).

2015-06-04

Anna Larsen, HIR Skåne AB/Hushållningssällskapet Halland

anna.larsen@hushallningssallskapet.se

Helena Karlén, SLU

helena.karlen@slu.se

Sammanfattning

Alla plantskoleproducenter av fleråriga kulturer har ett behov av att skydda sina växter, oavsett om övervintringen sker på friland - med eller utan täckning eller om de tar in växterna i kyl. En risk finns alltid att växterna utvintrar eller vinterskadas så pass mycket att de inte kan säljas efterföljande säsong. Särskilt krukodlade är utsatta eftersom deras rotsystem befinner sig ovanför marken och blir därför mer utsatta för nederbörd och svängningar i lufttemperatur. Därför är det viktigt att fundera över hur växter bäst ska skyddas mot ogynnsam väderlek och att hitta metoder för att utvärdering av olika tillvägagångssätt. Mikroklimatet nära plantorna vid vintertäckning mäts sällan och det är därför mycket svårt att uttala sig om vilket sätt som skyddar plantorna bäst.

För att kunna öka kunskapen om vilket vinterskydd som är bäst, testades en enkel utvärderingsmetod för krukodlade plantskoleväxter som fungerar oavsett placering i Sverige, och en mätning som går att göra oavsett om vintern är hård eller mild. Med hjälp av metoden kan kunskapsluckor identifieras och jämförelser göras mellan år och olika geografiska platser.

Metodutvecklingsförsöket visade att metoden med loggar fungerar väl och ger tillförlitlig data genom hela vintertäckningen. I ett efterföljande steg vore det önskvärt att utarbeta en enkel metod för att kunna bedöma övervintrade plantors kondition och vitalitet.

Mål med projektet

Projektets övergripande målsättning är att stötta plantskoleföretagarna i deras arbete med att utveckla bättre och säkrare sätt att övervinta krukodlade (containerodlade) plantskoleväxter.

Inledning

Det kostar mycket att övervintra växter, men också mycket om växterna utvintrar, vilket innebär att de antingen dör eller får omfattande skador. Hur mycket det kostar beror på vad som odlas och i vilka kvantiteter. Någon generell, faktisk summa finns inte att tillgå.

Övervintringsmetoderna skiljer sig mycket åt över landet. Vissa år görs arbetet onödan eftersom vintern blev mild. Andra år är vintern hård eller instabil med kraftigt varierande temperaturer och då kanske förberedelserna inte är tillräckliga. Slöserier i form av svinn (plantor som måste slängas eftersom de inte uppfyller de morfologiska kvalitetskraven) är en onödig kostnad som resten av saluvarorna måste bära och som därmed sänker konkurrenskraften gentemot de företag som lyckats väl med sin övervintring.

I Sverige övervintrar plantskoleföretagen sina krukodlade växter på flera olika sätt:

- a) Stående tätt tillsammans med plast och/eller väv direkt ovanpå plantorna.
- b) Stående i plöjda sandslag/jordslag och alltså täckta med ett lager sand/jord som skydd
- c) Liggande takpannetätt med väv och/eller plast direkt ovanpå plantorna (figur 1c)
- d) Stående i låga bågtunnlar och täckta med plast/väv (figur 1d.)
- e) I kallhus eller högtunnlar (båghus)
- f) I kyl/fryslager strax under noll graderstående på vagnar eller liggande i pallkragar. (figur 1e).

Kylförvaring (f) får betraktas som den säkraste metoden, kostar mycket energi och transporttid, men klimatet kan styras och är relativt lätt att mäta. I detta projekt är därför denna metod inte intressant utan det är metoderna a-d som ingår.



Figur1. Bilderna visar krukodlade plantskoleväxter som placerats från vänster takpannetätt (1c), i bågtunnel (1d) och i kylrum på CC-vagn (1f).

Centrala frågor

För att kunna öka kunskapen om vilket vinterskydd som är bäst, behövs dels en enkel utvärderingsmetod som fungerar oavsett lokalisering i Sverige och dels en registrering av klimatet som går att göra oavsett om vintern är hård eller mild. Med hjälp av en sådan metod kan kunskapsluckor identifieras och jämförelser göras mellan år och olika geografiska platser.

Metodutveckling handlar om att hitta ett enkelt sätt att dokumentera faktiska förhållanden för att bygga upp en kunskapsbas. För att kunna jämföra olika växtslag, platser och år behövs en standardiserad metod som gör det möjligt att systematisera kunskap. Först då kan tillförlitliga slutsatser dras om under vilka förhållanden som skador uppträder och vilka metoder som ger bäst skydd relaterat till olika vinterförhållanden. Det blir också möjligt att identifiera kunskapsluckor och att prioritera mellan olika alternativ för fortsatt utvecklingsarbete.

Litteraturstudie

Teoribakgrund

Container- odlade kulturer som odlas ute med rotsystemen ovan mark är betydligt mer utsatta för vinterskador än markodlade frilandskulturer av plantskoleväxter. Det är därför nödvändigt att försäkra sig mot eventuella övervintringsskador genom att skydda plantorna.

Containerplantor ställs på bomberade (välvda) bäddar täckta med markväv och växterna längs

bäddkanten får oftare vinterskador jämfört med dem på bäddens mitt som står mer skyddade av varandra (Brander et. al 2004).

Frostskador uppstår när iskristaller bildas i cellerna

Förmågan att kunna tolerera minusgrader under naturliga förhållanden varierar starkt mellan olika sorters vävnader. Frön och annan delvis dehydrerad vävnad, kan tåla mycket låga temperaturer (nära absoluta nollpunkten -273°C) utan att skadas. Fullt hydrerade vegetativa celler kan behålla sin livsduglighet om de fryses ner mycket snabbt. Så snabbt att stora långsamväxande iskristaller inte hinner bildas i cellerna och där riskera att punktera cellmembranen eller förstöra cellernas strukturer (Lewitt, 1980). En mycket snabb upptining av samma celler krävs för att den lilla snabbt nedfrysta iskristallen inte ska växa sig stor som är fallet vid en långsam temperaturstigning (vattenånga blir is på ytan av kristallen som växer likt en snöboll).

Under naturliga förhållanden är det omöjligt att få så snabba temperaturfall att vätskefyllda celler undgår isformationer. Is bildas vanligtvis mellan cellerna i xylemkärlen där iskristaller bildas snabbt. Så kallat hårdiga växter är anpassade för att klara denna isbildning och vävnaden återhämtar sig efter uppvärmning (Taiz & Zeiger, 2006). När köldperioden är lång kan bildandet av iskristaller tömma de omkringliggande cellerna på vatten så att dessa torkar ut. För att klara en vinter behöver en växt alltså tåla ett visst mått av torka.

Låga utetemperaturer inducerar bildandet av ”frostskyddsproteiner”. Dessa proteiner binds till iskristallernas yta och förhindrar dessa från att växa sig stora. Detta sker oberoende av den fryspunktsänkning av cellvätskan som lösta sockerarter ger upphov till.

Hårdighetsutveckling

När vedartade växter är i vila tål de låga temperaturer väldigt väl, men det är växtens arvs massa tillsammans med tidigare köldperioder/köldacklimatisering i växtens liv som avgör detta (Taiz & Zeiger, 2006). Försök med genmodifiering av växter för att öka hårdigheten hos dessa har forskarna inte lyckats särskilt väl. Hårdighetsutveckling är ytterst komplext och går i dagsläget inte att lösa med hjälp av genmodifiering.

Många fysiologiska och biokemiska faktorer är involverade när en växt utvecklar vinterhårdighet. På hösten avtar tillväxten och växter börjar utveckla köldhårdighet som svar på kortare dagslängd, men också på sjunkande temperaturer. Genotyper från nordligare breddgrader eller högre höjder där det råder kallare klimatförhållanden påbörjar

köldhårdningen tidigare och vid längre dagslängd än de som växer i mildare klimat (Lennartson & Ögren 2002).

Rötterna har oftast sämre härdighet än växtens ovanjordiska delar. Rötterna utvecklar inte härdighet på samma sätt, men rotfunktionen är temperaturberoende och vid låga temperaturer blir rötterna mer inaktiva. Det är dessutom skillnad i härdighet mellan unga och äldre rötter. Ibland skiljer det så mycket som 5-10 grader mellan unga och äldre rötters förmåga att tåla låga temperaturer (Hansen & Walla, 1993).

Flera faktorer bidrar till vinterskador; de allvarligaste inkluderar ofta inte bara en låg temperatur utan också torka. När vattnet i krukans substrat fryser till is, kan rötterna inte längre ta upp vatten, och således inte kompensera för växtens vattenförluster vid evaporation. Vattenbalansen i växten blir negativ och växterna vars blad inte hunnit falla av torkstressas. Vintergröna växter får lättast dessa frys-tork-skador eftersom de inte fäller bladen/barren på hösten utan dessa fortsätter att transpirera under vintern.

För att motverka vinterskador kan man:

1. Förhindra att vattnet fryser till is i kruklumpen eller låta det frysa för att sedan tina upp försiktigt och vattna i krukans.
2. Förhindra evaporation från plantorna och substratet
3. Skydda plantorna från mycket låga temperaturer

De tider på året som växter drabbas värst av "vinterskador" är när temperaturen svänger kraftigt d.v.s. sen höst och tidig vår. På hösten kan problemet vara att plantorna inte har hunnit invintra ordentligt och på våren att de börjar vegetera för tidigt.

Under milda och regniga vintrar fortsätter rötterna att vara aktiva samtidigt som substratets porer fylls med vatten på bekostnad av syre. Skador p.g.a. syrebrist uppstår oftast på växter med örtartade rötter. Skador av detta slag kan effektivt förebyggas genom odling i ett genomsläppligt substrat, på en väl-dränerad bädd, under regnskydd eller genom att lägga ner de krukodlade plantorna inför vintern.

Täckningsmaterialets egenskaper

För att lyckas med vinterförvaring behöver växter alltså skyddas mot mycket snabba temperatursvängningar och låga temperaturer, hög evaporation och från att det blir mycket stående vatten runt rötterna. Detta kan som tidigare nämnts göras på flera olika sätt. Vid vintertäckning ute finns olika material och fabrikat att välja mellan där t.ex. tjocklek, vikt och genomsläpplighet för vattenånga varierar.

Önskvärda materialegenskaper handlar om att materialet ska kunna andas (släppa ut och in luft) men inte släppa igenom vatten, isolera mot kyla, men inte ackumulera värme, d.v.s. inte höja lufttemperaturen under täckmaterialet för mycket. Samtidigt ska materialet passa den kultur som ska täckas. Exempelvis är det bättre att täcka en taggig växt med ett pressat plastmaterial med slät yta istället för ett vävt material, där taggar lätt hänger sig fast.

Eftersom vintern inte är förutsägbar, är det svårt att på förhand veta vad som ger det bästa vinterskyddet. Hos de allra flesta svenska produktionsplantskolor produceras så mycket växter att det inte fungerar att vara oförberedd när vintern väl kommer. En del containerodlare förbereder genom att lägga täckningsmaterial i mittgångarna mellan bäddarna, för att snabbare kunna täcka allt om prognosen visar på kyla. Andra producenter tar det säkra före det osäkra och täcker allt medan säsongspersonal fortfarande är på plats och täcker sedan av plantorna när det börjar bli vår igen och personalstyrkan har utökats igen. Ju fler dagar med täckning, desto högre krav ställs på materialet särskilt att det måste kunna andas, men ändå hålla temperaturen någorlunda jämn.

På tyska LWK, Versuchs- und Beratungsring Baumschulen i Ellerhoop, genomfördes i plantskolor i Pinnebergområdet en jämförande studie av ett flertal vintertäckningsmaterial (Averdieck H, Wrede A, 2009). Dessa försök visade på en stor variation mellan de olika vävarna och plasterna beträffande värmehållande egenskaper och luftväxlingsföMed utgångspunkt i de tyska försöken testades mät-metoden med logger. Temperatur och luftfuktighet mättes under hela vintertäckningsperioden för att se om det fanns mätbara skillnader mellan olika övervintringsteknik. I undersökningen utesluts kyllager av därför att den antas vara den mest stabila och kostsamma övervintringsmetoden och de växtslag som ingår är av underordnad betydelse. För att undersöka vilken effekt täckmaterialet har, jämförs plantor utan täckning med täckta växter på samma plats.

Killing temperaturer

Genom att använda s.k. loggar kan under lång tid både temperatur och luftfuktighet mätas. För varje växtslag i vila finns en minimumtemperatur för vad rötterna tål i vila (killing temperatur). Denna lägsta temperatur är artspecifik, och ett stort antal av dessa temperaturer finns angivna i litteraturen (se bilaga 1). Om killing temperaturen för en art finns tillgänglig, kan temperaturmätningar i substratet närmast rötterna ge besked på hur väl växtens rötter är skyddade och om det finns risk för potentiella vinterskador. Det bör noteras att ”killing temperaturer” oftast uppmätts för växter i vila. Om växter inte är i vila kan de ta skada av högre temperaturer än så.

Material och metoder

Demonstrationsförsök

I demonstrationsförsöket jämfördes två sätt att vintertäcka krukodlade växter. De två teknikerna var sandslag (b) och bågtunneltäcknin(d). Sex loggrar placerades ut enligt nedan. Loggrarna av fabrikatet r HOB0 Pro v2 U23-001 temp/RH är ca 10 cm långa och kostar runt 1500kr/st och tål att placeras utomhus. De kan ställas in att mäta efter önskade tidsintervall, startas före utplacering och töms på data efter mätperiodens slut.

Mätningarna som gjordes var:

1. Rotzon (i 3,5 L co) i bågtunnel täckt med vit plast
2. Rotzon (i 3,5 L co) under bar himmel strax utanför tunneln
3. Skottzon i bågtunnel täckt med vit plast
4. Skottzon under bar himmel strax utanför tunnel
5. Under sandlager men ovanför krukans intill buskens centrum (ovanpå substrat)
6. Skottzon vid sidan av sandslag under bar himmel

Mätningar 1-4: Krukor co 3,5 L ställda tätt tillsammans under bågtunnel med ca 80 cm luft mellan krukans båge. Mätkrukan centralt placerad i plantbeståndet i båda fallen. Rotzon = logger nergrävd bland rötterna i krukans. Skottzon = logger placerad i det glesa grenverket (lövfällande vedartad plantskoleväxt). Täckningsmaterial: Hermann Meyer ”Milchfolie 150” tjocklek 0,135mm, skuggeffekt 73 %. UV-stabiliserad.



Figur 2. Bilden visar placeringen av t.v. logger i skottzonen och t.h. loggern nergrävd i rotzonen, dvs i krukans.

Mätningar 5-6: Sandslag ovan jord med stora krukodlade solitärbuskar ställda krukätt. Täckning med 0.8 mm sand som skyfflats i ett lager på 5-10 cm ovanpå kruksubstratet.

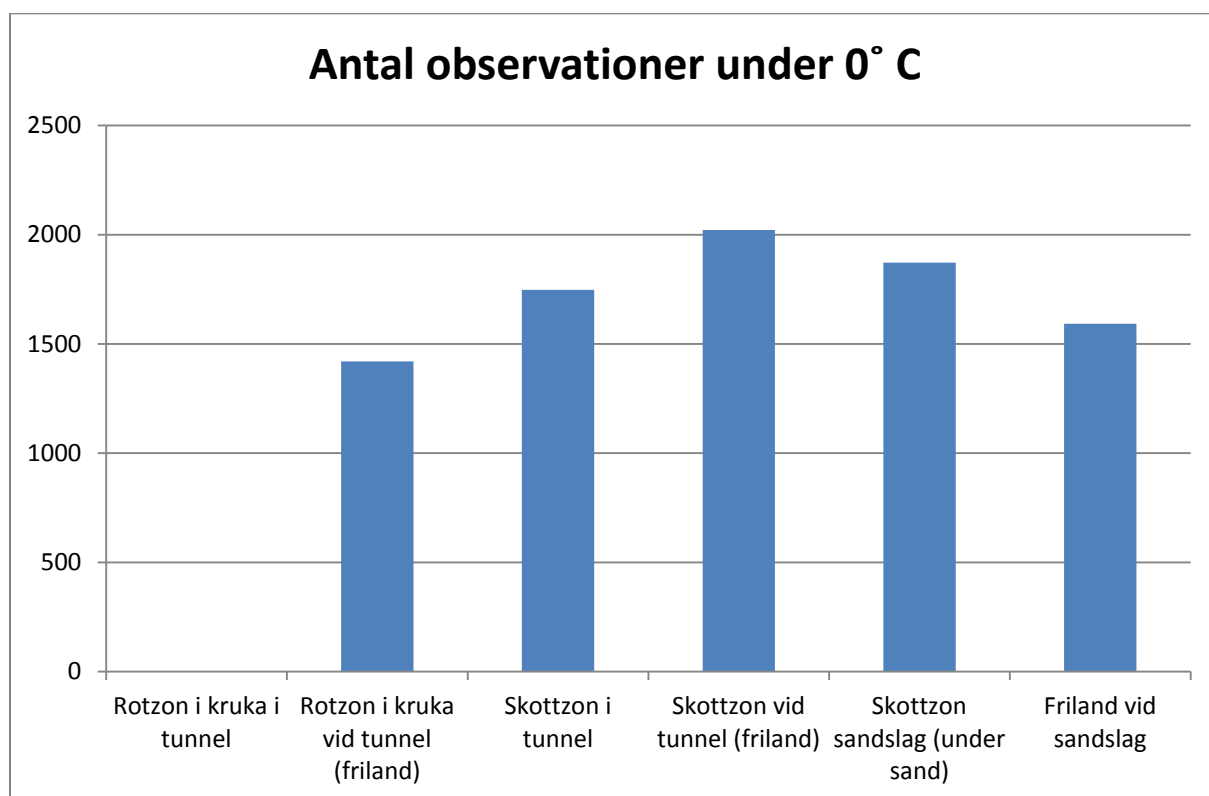


Figur 3. Bilden visar ett sandslag med de krukodlade buskarna täckta med sand.

Resultat

Mätningarna påbörjades och avslutades enligt den aktuella plantskolans egna vintertäckningsrutiner (mitten av december 2013 till mitten av mars 2014). De tekniker som användes ovan är vanligt förekommande i sydsvenska plantskolor som vinterförvarar på krukbädd.

Mätfrekvensen valdes till var femtonde minut dygnet runt och genererade således mycket mätdata. Dessa data kan behandlas och presenteras på olika sätt, men här presenteras först det totala antalet registreringar då temperaturen låg under 0°C (Figur 4) samt temperatursumman under 0°C (Figur 5). Diagrammen som presenteras i figurerna 6- 9 visar fluktuationerna i temperatur under den aktuella mätperioden.

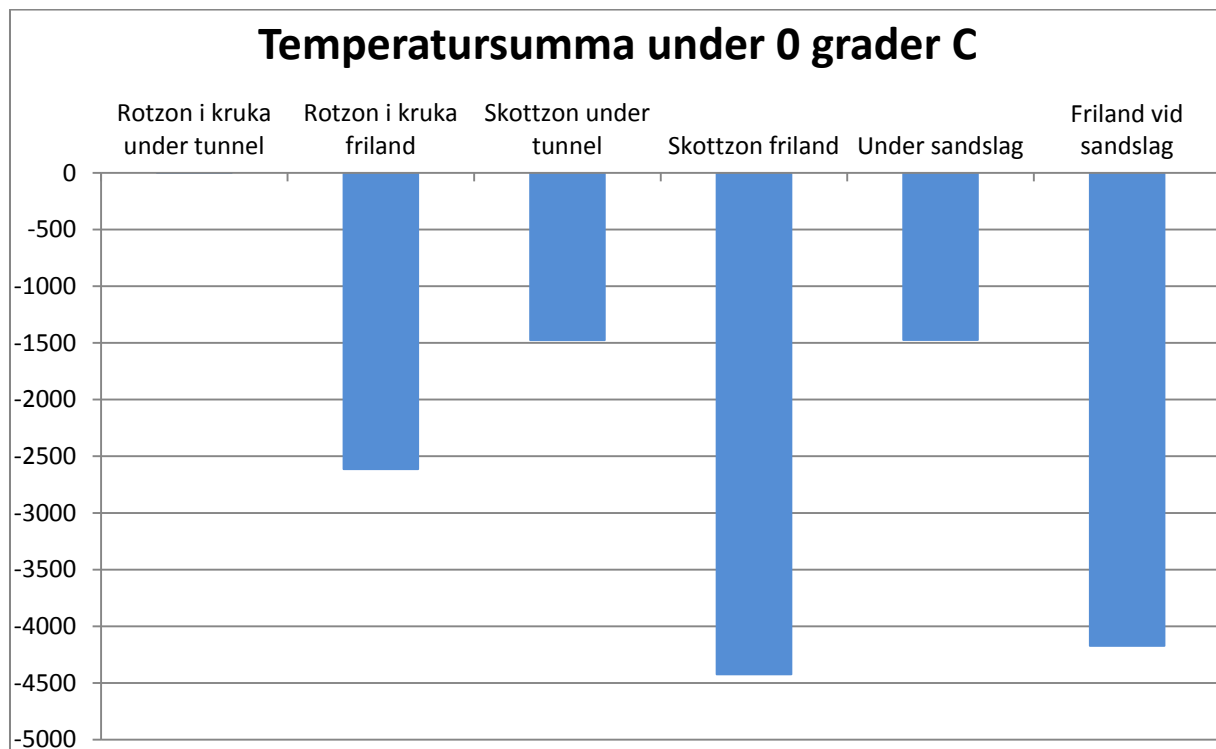


Figur 4. Diagrammet visar det totala antalet mättillfällen under 0°C mellan den 16 dec. 2013 och 18 mars 2014. Observationerna baseras på mätfrekvensen 4 ggr per timme.

I tunneln gick temperaturen i rotzonen aldrig under 0°C att jämföra med över 1400 observationer under 0°C för kruktemperaturen utan täckning. I tunneln är lufttemperaturen

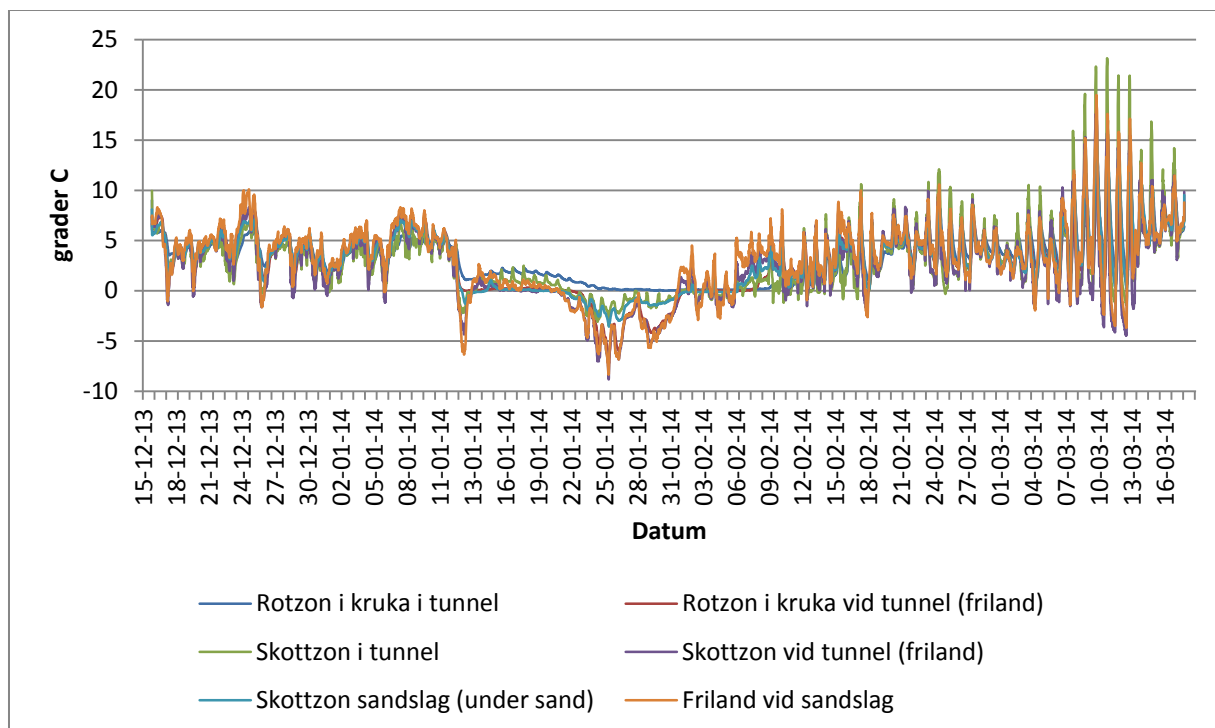
högre än på friland vilket tydligt framkommer av staplarna som visar temperaturen i skottzonen i tunnel respektive skottzonen utanför tunneln.

Däremot visar sig temperaturen i sandslaget ha fler observationer under 0°C jämfört utan sand. Sandlagret reagerar långsammare på lufttemperaturen och släpar efter frilandsmätningarna både gällande låga och höga temperaturer. Detta beror sannolikt på att sanden i sig ”magasinerar” kyla och värme som följd av en långsammare luftväxling.



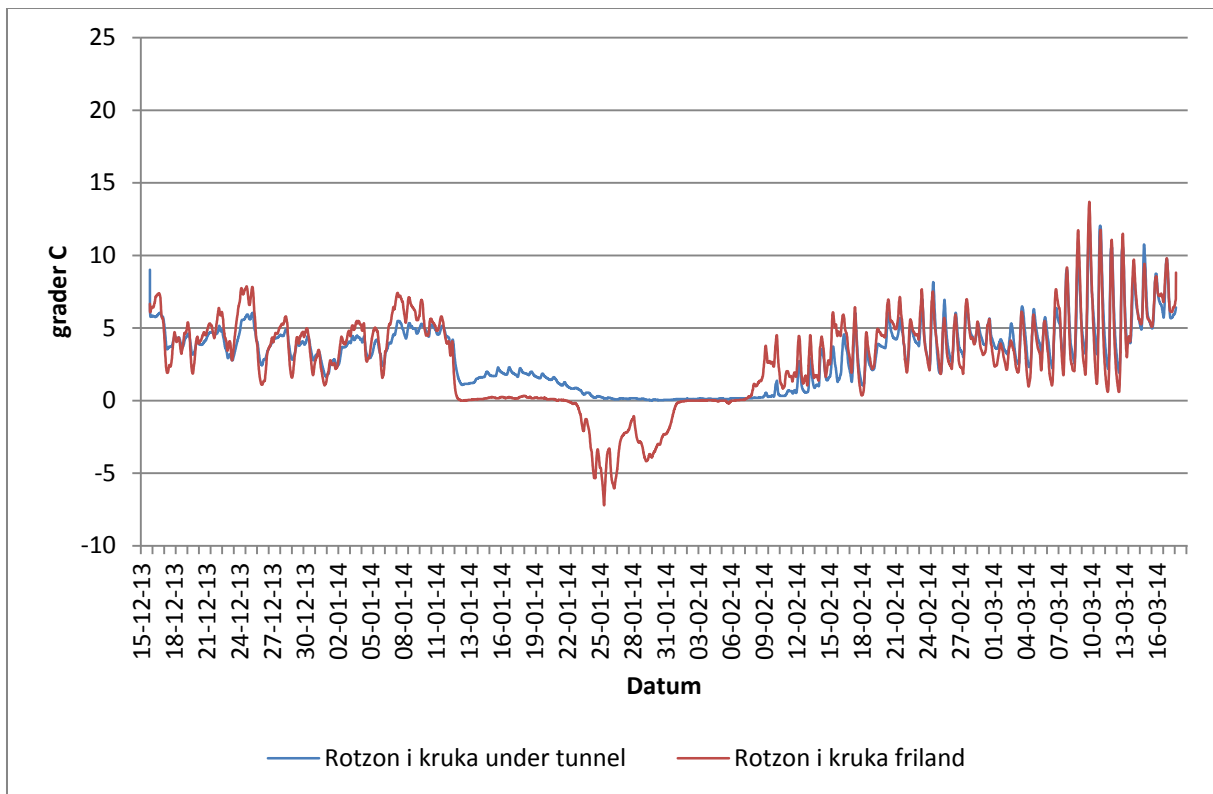
Figur 5. Diagrammet visar temperatursumman under 0°C mellan den 16 dec. 2013 och 18 mars 2014.

Tendenserna är desamma som i fig. 4 med den skillnaden att temperatursumman för sandslaget motsvarar den för skottzon i tunnel. De två temperatursummorna för friland (både vid tunneln och vid sandslaget) överensstämmer med varandra och är som förväntat de lägsta.

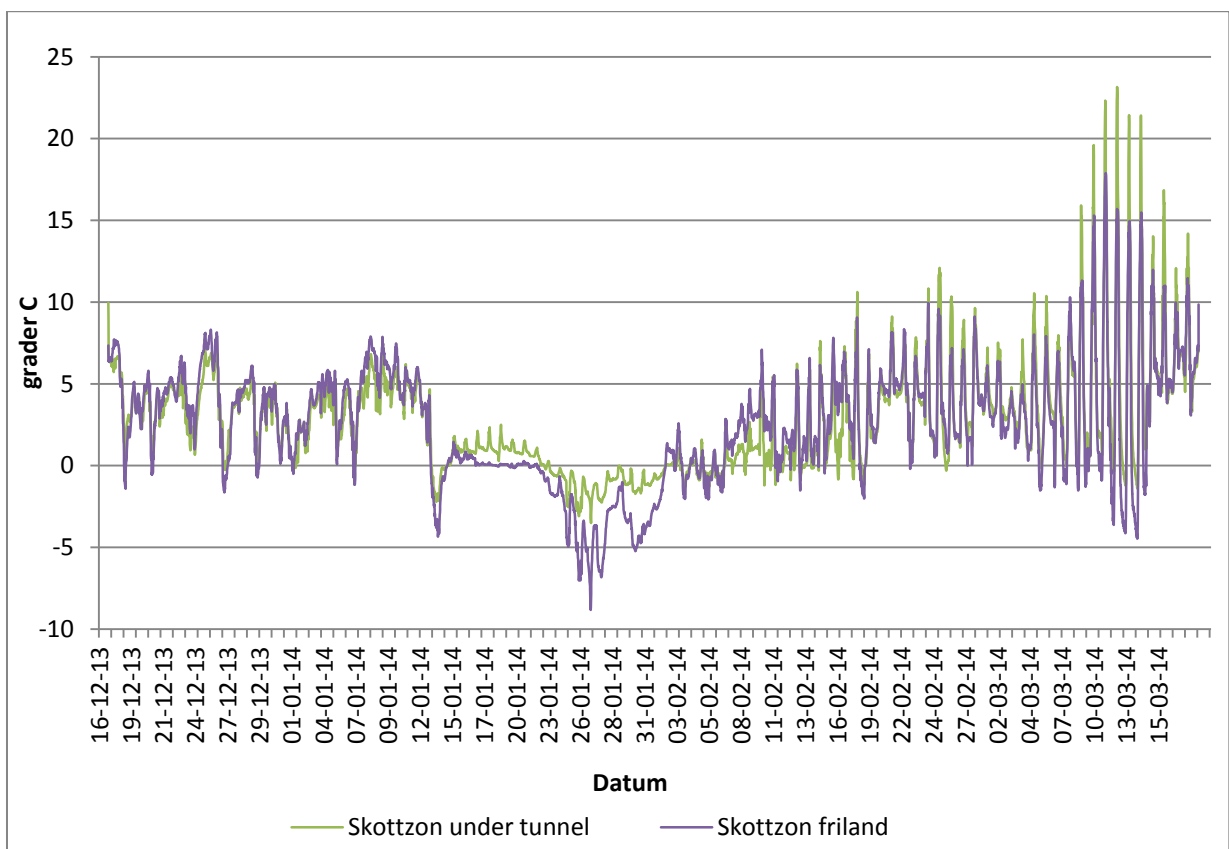


Figur 6. Diagrammet visar temperaturvariationerna för samtliga loggrar under mätperioden 16 dec. 2013 och 18 mars 2014.

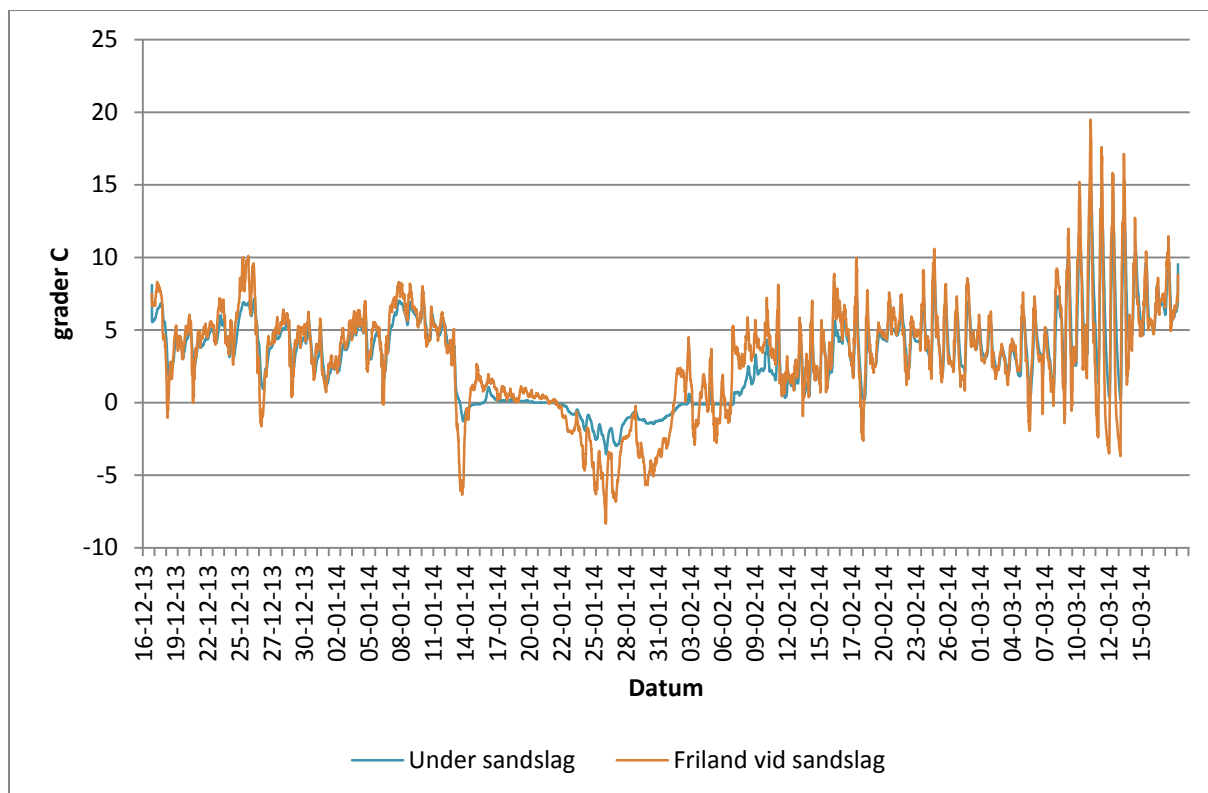
Diagrammet i figur 6 har en temperaturskala på y-axeln från +25°C ner till -10°C. Diagrammet återspeglar att den vintern 2013-2014 var förhållandevis mild med t.ex. endast ett fåtal registreringar av temperaturer under -5°C. Den kallaste perioden inföll från den 13 januari till 1 februari 2014 och under denna period ligger samtliga temperaturregistreringar strax över 0°C eller på få minusgrader. Värt att notera är de kraftiga temperatursvängningarna mot slutet av försöksperioden där lufttemperaturen i tunneln (=skottzonen) kommer upp i över +20°C.



Figur 7. Diagrammet visar temperatursvängningar i rotzonen för i tunnel eller utanför tunnel.



Figur 8. Diagrammet visar temperaturvariationerna i skottzonen i tunnel och utanför tunnel.



Figur 9. Diagrammet visar temperaturvariationen i och utanför sandslaget.

De lägst registrerade temperaturerna var som förväntat lufttemperaturerna i skottzonen utan täckning vid tunnel fig. 8b och på friland invid sandslaget (fig.9). Under den ”kalla” perioden 13 jan. – 1 febr. ligger temperaturen i rotzonen (fig. 7) i tunneln ca 2°C över kruktemperaturen i fig. 7 och fig. 8 som inte har haft täckning.

Diskussion och framtidsstankar

Mätmetoden som testats fungerar under praktiska förhållanden och den kan därför användas vid enklare jämförelser hos plantskoleföretag i olika delar av landet.

Med hjälp av fler loggar och fler mätplatser (spridda i landet) kan olika täckmaterial/mikroklimat testas. Vid gruppträffar kan data och erfarenheter utbytas och problemställningar lyftas. På relativt få säsonger kan de deltagande företagen skapa sig en bra bild över vad som fungerar bäst av och få en förklaring till varför.

Mätinstrumentet (loggern) fungerar väldigt väl, och registrerar temperaturen driftsäkert och skulle kunna inställas att mätas endast en gång i halvtimmen/timmen för att slippa alltför stora mängder data. Fukthalten i krukorna är en viktig parameter men svår att mäta. I luften kan den relativa luftfuktigheten, RH, ganska enkelt registreras med logger, men mätningar av fukthalten i substratet kräver tillgång till ett annat mätinstrument.

Loggrarna tankas av efter mätperiodens slut och kan inte fjärravläsas under försöket. Detta är en svaghet, men ett mätinstrument som kan detta är mycket mer kostsamt och därför inte en lika praktisk och ekonomisk lösning. Databehandlingen kan göras på många olika sätt och jämförelserna mellan loggarna presenteras parvis i diagram eller görs tydligare genom att enstaka perioder eller dygn väljs ut och presenteras mer detaljerat.

Registreringsmetoden har potential att utvecklas ytterligare i samråd med bl.a. plantskolebranschen. Man behöver vara överens om vilka kompletterande uppgifter som bör noteras och som kan komma att ha inflytande på övervintringen på en specifik plats. I ett efterföljande steg vore det önskvärt att utarbeta en metod för att på ett enkelt sätt kunna bedöma övervintrade plantors kondition och vitalitet.

Kompetens

Genom detta projekt har ett flertal betydelsefulla kontakter knutits, som alla har något att tillföra som rör övervintring, och som är goda källor till kunskap och en framtida resurs vid det fortsatta arbetet med övervintringsfrågor.

Följande resurspersoner kan framhävas:

Majken Pagter, framstående forskare på Max Planck Institutet, Molekylare Pflanzenphysiologie i Potsdam, Tyskland. På Max Planck är Majken en del av en grupp forskare som arbetar med de molekylära mekanismer som är involverade i växters vinterhärdighet. Hon driver även ett forskningsprojekt om förändringar av vinterklimatet och påverkan på övervintring av olika bärväxter på DCA Årslev (Århus universitet) i Danmark.

Henrick Averdieck, Andreas Wrede och Heinrich Lösing på Gartenbauzentrum i Ellerhoop, Tyskland. Praktisk forskning och test av både markduk och täckväv för container kulturer.

Bent Leonhard, plantskolerådgivare, Gartnerirådgivningen, Danmark och Lars Rudin, Laurus Hortokonsult. Båda rådgivare med stor kunskap och mångårig praktisk erfarenhet.

Helena Karlén, medförfattare vid LTV fakulteten, SLU Alnarp, som med kritiska och praktiska ögon stöttat och väglett.

Referenser

Averdieck, H. & Wrede, A. (2009) Winterschutz von Containergehölzen - Ab-deckmaterial aber auch der Beetaufbau beeinflussen insbesondere die Lufttemperatur, weniger die Substrattemperatur. Deutsche Baumschule 12, 38-41.

Brander, P. E., Nymann Eriksen, E. & Thejsten, J. (red.) (2004) *Planteskolebogen – fysiologi, formering og dyrkning*. Första upplagan. Frederiksberg, Danmark, Biofolia.

Hansen, E. & Walla, I. (1993) *Planteskoledrift*. Oslo, Landbruksforlaget.

Lennartson, M. & Ögren, E. (2002) Causes of variation in cold hardiness among fast-growing willows (*Salix* spp.) with particular reference to their inherent rates of cold hardening . *Plant, Cell and Environment*. 25, 1279–1288.

Levitt, J. (1980) *Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1, Chilling, freezing, and high temperature stresses*. Andra utgåvan. New York: Academic press

Taiz, L. & Zeiger E. (2006) *Plant physiology*. Fjärde upplagan. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, Inc, Publishers.

Bilaga 1. Killing temperaturer

Bilaga 1

Tabell 1. Genomsnittlig killing temperatur* för rötterna av utvalda vedartade plantskoleväxter.

*killing temperatur är den högsta temperatur som dödade mer än 50 % av rotsystemet och reducerade toppväxten.

Källa: Havis, J.R. 1964. Root hardiness of woody ornamentals. HortScience 11(4):385-386.

Namn	Killing Temperatur °C
<i>Magnolia soulangiana</i>	-5
<i>Magnolia stellata</i>	-5
<i>Cornus florida</i>	-7
<i>Daphne cneorum</i>	-7
<i>Ilex crenata</i> 'Convexa'	-7
<i>Ilex crenata</i> 'Hetzi'	-7
<i>Ilex crenata</i> 'Stokesii'	-7
<i>Ilex opaca</i>	-7
<i>Pyracantha coccinea</i>	-8
<i>Cryptomeria japonica</i>	-9
<i>Cotoneaster horizontalis</i>	-9
<i>Viburnum carlesii</i>	-9
<i>Cytisus praecox</i>	-9
<i>Buxus sempervirens</i>	-9
<i>Ilex glabra</i>	-9
<i>Euonymus fortunei</i> 'Carrierei'	-9
<i>Euonymus fortunei</i> 'Argenteo-marginata'	-9
<i>Hedera helix</i> 'Baltica'	-9
<i>Pachysandra terminalis</i>	-9
<i>Vinca minor</i>	-9
<i>Pieris japonica</i> 'Compacta'	-9
<i>Acer palmatum</i> 'Atropurpureum'	-10
<i>Cotoneaster adpressa praecox</i>	-12
<i>Taxus media</i> 'Nigra'	-12
<i>Rhododendron</i> 'Gibraltar'	-12
<i>Rhododendron</i> 'Hinodegiri'	-12

<i>Pieris japonica</i>	-12
<i>Leucothoe fontanesiana</i>	-15
<i>Pieris floribunda</i>	-15
<i>Euonymus fortunei</i> 'Colorata'	-15
<i>Juniperus horizontalis</i>	-18
<i>Juniperus horizontalis</i> 'Douglasii'	-18
<i>Rhododendron carolinianum</i>	-18
<i>Rhododendron catawbiense</i>	-23
<i>Rhododendron</i> P.J.M. hybrids	-23
<i>Potentilla fruticosa</i>	-23
<i>Picea glauca</i>	-23
<i>Picea omorika</i>	-23

Tabell 2. Substrattemperatur som orsakar betydande* skador på örtartade perenner. *dålig

återväxt, osäljbar planta. Källa; Perry, L. 1998. Herbaceous Perennials Production. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. pp 56.

Genus	Killing Temperatur °C
Ömtåliga	
<i>Aster lateriflorus</i> var. <i>horizontalis</i>	-2
<i>Digitalis x mertonensis</i>	-4
<i>Geum</i> 'Mrs. Bradshaw'	-4
<i>Hibiscus moscheutos</i> 'Disco Belle Hybrids'	> 3
<i>Houttuynia cordata</i> 'Chameleon'	-2
<i>Kniphofia</i> 'Pfitzei'	-3
<i>Polystichum tsussimense</i>	> 3
<i>Thelyptris kunthii</i>	-2
<i>Tricyrtis formosana</i> 'Amethystina'	-2
Medel hårdiga	
<i>Astilbe x arendsii</i> 'White Gloria'	-9
<i>Campanula glomerata</i> var. <i>acaulis</i>	-9
<i>Caryopteris x clandonensis</i> 'Longwood Blue'	-6
<i>Chrysanthemum coccineum</i>	-6
<i>Coreopsis grandiflora</i> 'Sunray'	-18

Tabell 2. Substrattemperatur som orsakar betydande* skador på örtartade perenner. *dålig

återväxt, osäljbar planta. Källa; Perry, L. 1998. Herbaceous Perennials Production. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. pp 56.

<i>Dendranthema</i> 'Emily'	> -12
<i>Dendranthema</i> 'Megan'	> -12
<i>Dendranthema</i> 'Ruby Mound'	> -12
<i>Dendranthema</i> 'Triumph'	> -12
<i>Erodium x variabile</i> 'Roseum'	-8
<i>Erysimum hieraclifolium</i>	-6
<i>Gaillardia</i> 'Goblin'	-10
<i>Hebe</i> 'Margret'	-8
<i>Hemerocallis</i> 'Joan Senior'	-9
<i>Heuchera sanguinea</i> 'Chatterbox'	-10
<i>Leucanthemum x superbum</i> 'Alaska'	-9
<i>Phlox paniculata</i> 'David'	-6
<i>Tiarella cordifolia</i> var. <i>collina</i> 'Dunvegan'	-9
<i>Tiarella cordifolia</i> var. <i>collina</i> 'Oakleaf'	-6
<i>Tricyrtis hirta</i> 'Miyazaki'	-6
<i>Verbena canadensis</i> 'Homestead Purple'	-8
<i>Veronica</i> 'Sunny Border Blue'	-6
Härdiga perenner	
<i>Achillea</i> 'Coronation Gold'	-13
<i>Achillea filipendulina</i> 'Parker's Variety'	-11
<i>Campanula takesimana</i>	-11
<i>Dendranthema</i> 'Baby Tears'	< -12
<i>Dendranthema</i> 'Debonair'	< -12
<i>Gaillardia</i> 'Monarch Group'	-11
<i>Heuchera americana</i> 'Dale's Strain'	-11
<i>Sedum spectabile</i> 'Brilliant'	-6
<i>Lythrum salicaria</i> 'Robert'	-11
<i>Monarda</i> 'Marshall's Delight'	-13
<i>Penstemon fruticosus</i> 'Purple Haze'	-11
<i>Phlox divaricata</i> 'Chatahoochee'	-14

Tabell 2. Substrattemperatur som orsakar betydande* skador på örtartade perenner. *dålig återväxt, osäljbar planta. Källa; Perry, L. 1998. Herbaceous Perennials Production. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. pp 56.

<i>Phlox glaberrima</i> 'Morris Berd'	-14
<i>Phlox paniculata</i> 'White Admiral'	-13
<i>Physostegia virginiana</i> 'Summer Snow'	-14
<i>Rosmarinus officinalis</i> 'Arp'	-11
<i>Salvia x superba</i> 'Stratford Blue'	-12
<i>Sedum</i> 'Autumn Joy'	-11
<i>Tanacetum coccineum</i> 'Robinson's Mix'	-12
<i>Tiarella cordifolia</i> var. <i>collina</i> 'Slick Rock'	-11
<i>Tiarella cordifolia</i> var. <i>collina</i> 'Laird of Skye'	-13
<i>Tiarella cordifolia</i> 'Running Tapestry'	-11
<i>Veronica repens</i>	-14