



## Rottillväxt i växtbäddar med skelettjord Exempel från Blekingegatan Stockholm



**Nyckelord:**

Finrötter, tillväxt, produktion, växtbäddar, skelettjord, inväxt, skanner, icke destruktiva metoder

**Antal sidor:**

15

**Omslagsbild:**

Foto från anläggning av skelettjord samt installation av material för rotstudier vid Blekingegatan i Stockholm. Foto av Frida Andreasson



# Innehåll

Förord.....	4
Sammanfattning.....	5
Summary .....	6
1 Rottillväxt hos träd i hårdgjorda miljöer .....	7
1.1 Metoder för studier av rötter i hårdgjorda miljöer.....	7
1.1.2 Exekvering.....	7
1.1.3 Inväxtzoner (cores).....	8
1.1.4 Bilder – Rhizotroner och skanner.....	8
2 Frågeställningar .....	8
3 Blekingegatan.....	9
3.1 Platsen .....	9
3.2 Testbeden.....	10
3.3 Provtagning och resultat efter 2 år.....	12
3.3.1 Inväxtzoner och produktion av finrötter.....	12
3.3.2 Rotskanning och tillväxt av finrötter .....	13
4 Reflektioner .....	14
5 Slutsats .....	14
Referenser.....	15

# Förord

Föreliggande rapport är en del av projektet Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor, ett tvärvetenskapligt samarbetsprojekt mellan; CBI Betonginstitutet (Projektkoordinator, numer RISE/CBI), Statens Väg och Transportforskningsinstitut (VTI), Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) – Numer RISE, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Benders, Cementa, NCC, Starka, Stenindustrins forskningsinstitut, Stenteknik, Stockholm stad, Helsingborgs Stad, Uppsala Stad, Göteborgs Stad, Lunds Kommun, Växjö Kommun, Trädgårdanläggarnas förbund, Movium (SLU), VIÖS, CEC Design, StormTac, Ramböll och Sweco.

Projektet bedrivs inom ramen för Vinnovas program ”Utmaningsdriven innovation – Hållbara attraktiva städer” och delfinansieras av Vinnova. Resultaten från projektet publiceras på projektets webbplats [www.klimatsakradstad.se](http://www.klimatsakradstad.se)

Föreliggande rapport har varit ett samarbete mellan Stockholm stad och SLU. Speciellt vill vi framhålla all tekniskpersonal som hjälp till vid anläggning och provtagning, Lovisa Hell (Infrakonsult Sverige AB), Björn Embrén (Stockholm Stad) samt Anna Levinsson (SLU).

## Sammanfattning

Vi har med hjälp av skanner med bilder av rötter och inväxtzoner med provtagning av rötter studerat rotutvecklingen hos 12 st. Lindar längst med Blekingegatan i Stockholm. Lindarnas växtbäddar restaurerades 2014 och ersattes då med skelettjord enligt Stockholmsmodellen. Skanner och inväxtzoner är inte vanliga metoder som används för studier under hårdgjorda ytor utan är utvecklade för att användas i skogs eller jordbruksmark. Att använda sig av dessa mindre destruktiva metoderna än att frilägga hela rotsystem kan göra det möjligt för fler studier och då skapa ett större underlag för att få kunskap om hur rötter i dessa förhållanden växer och omsätts.

Resultaten av denna pilotstudie visar det blev få rötter som växt in i de inväxtzoner som installerats 1 m från träden och att inga rötter fanns på ytan av dem plexiglaslådor som installerats för att kunna ta bilder med hjälp av en skanner.

Studien sträckte sig över två år. Efter dessa två år ser vi knappt några rötter varken i inväxtzoner eller vid plexiglaslådor för skanners. Det kan vara så att två år är en för kort tid för finrötter att etablera sig i de övreskikten i växtbädden. Finrötter i konstruerade växtbäddar under hårdgjorda ytor växer ofta längre ner i markprofilen och kanske växer mer lokalt där det finns näring och luft. Därför kan våra inväxtzoner och plexiglaslådor (skanner) vara placerade för högt upp och för få i antal och då täcka in fel eller för liten volym för att få en korrekt uppfattning av trädets tillväxt av finrötter.

Metoder med inväxtzoner och skanners behöver utvecklas för att fungera i konstruerade växtbäddar under hårdgjorda ytor. Eftersom det är dyrt, omfattande och svårt att använda större destruktiva metoder anser vi att det är viktigt att fortsatt testa olika metoder för studier av rötter i dessa miljöer och substrat. Vi vill också påpeka vikten av att växtbäddar studeras med hänseende på rötter då det är dessa som stödjer trädets vatten och näringsupptag och därigenom vitalitet och överlevnad.

## Summary

This pilot study has studied root growth using office scanners (images of roots) and root sampling zones (for collection of roots). The studied site is located in Stockholm along Blekingegatan. Here 12 Linden trees (*Tilia cordata*) had their plant bed renovated in 2014 and replaced with structural soils constructed according to the Stockholm model. At the same time root sampling zones and Plexiglas boxes (to insert scanners into) were installed. Scanners and root sampling zones are not common methods used for studies under paved surfaces but are developed for use in forest or agricultural land. These methods are less invasive than removing the soil around the entire root system and hence more cost effective and possible to repeat.

The results of this pilot study show that there were few roots in the root sampling zones and at the surface of the Plexiglas boxes no roots were shown.

These results may be due to that two years are too short for fine roots to settle in the upper layers of the plant bed. Roots growing in structural soil often grow deeper down in the soil and hence not in the layers we have been sampling, especially for the scanner method. The result could also be due to that roots growing in structural soil grow locally where there is water, nutrition and air and our root sampling zones and Plexiglas boxes are placed in another part of the plant bed.

Methods of root sampling zones and scanners need to be developed to work in constructed structural plant beds under paved surfaces. Because it is expensive, extensive and difficult to use major destructive methods, we consider it important to continue testing different methods for rooting studies in these environments and substrates. We also want to point out the importance of studying plant beds with regard to roots as these support the tree's water and nutritional uptake and thereby vitality and survival.

# 1 Rottillväxt hos träd i hårdgjorda miljöer

En god tillväxt och vitalitet hos träd kräver en bra levnadsmiljö för trädens rötter. I hårdgjorda miljöer är detta svårt att tillgodose. Ett träd behöver vatten, näring och luft för att växa och för att stå stabilt behövs en stor volym av tillgängligt material där större rötter kan växa och förankra trädet.

I urbana miljöer under hårdgjorda ytor finns det mycket som begränsar dessa faktorer. Den stängda ytan gör att vatten inte kan tränga ner i växtbädden genom ytan utan måste ledas ner genom olika tekniska lösningar. Med vatten kommer också näring som är behövlig för trädens vitalitet och tillväxt. Näring kan också tillföras genom nedbrytning av organiskt material, men eftersom dessa ytor av säkerhetsskäl soppas och att där är en barriär mellan marken och det organiskamaterialet (förna) blir inte dessa näringsämnen tillgängliga. Ett annat problem är konkurrens med infrastruktur. På den hårdgjorda ytan ska det vara en belastning av trafik antingen gång och cykel trafik eller biltrafik. Om inte växtbädden är rätt konstruerad medför detta en kompaktering av marken som gör det svårt för rötterna att växa. Under den hårdgjorda ytan finns också en infrastruktur av rör och ledningar som kräver plats och ska samsas med trädrötter. Detta begränsar rötternas utrymme men kan också medföra problem så som inträngningar i avloppsrör.

För att förebygga dessa problem planteras många träd i hårdgjord miljö idag i Sverige i skelettjord enligt Stockholmsmodellen (figur 1) (Stål och Orvesten, 2007) eller variationer av denna modell. Uppbyggnaden av dessa växtbäddar baseras på forskning av Grabosky och Bassuk (1995). Växtbäddarna syftar till att förse staden med vitala träd genom att ge träden vatten, näring och utrymme samtidigt som de klarar trafikbelastning utan att kompakteras. Växtbäddar av skelettjord består av större stenar med jord och gödsel mellan stenarna.

I växtbäddar av denna typ eller liknande har studier visat på välutvecklade rotsystem med relativt djup spridning (Bühler et al. 2016, Bühler et al. 2007, Grabosky et al. 2001).

## 1.1 Metoder för studier av rötter i hårdgjorda miljöer

Vid studier av rötter kan man säga att det finns två angreppssätt antingen destruktiv provtagning där man gräver upp rötterna eller icke destruktiv provtagning då man med hjälp av tekniskutrustning studerar hur rötterna växer i den befintliga marken. Det finns för och nackdelar med båda angreppssätten.

### 1.1.2 Friläggning

Att frilägga rötter genom att gräva eller att suga med en vakuumsug är en möjlighet för studier av rötter i urban miljö. Då finns det möjlighet att studera hela rotsystemets distribution i växtbädden. Detta är dock omfattande och kostar både tid och pengar. En möjlighet är att göra dessa studier i samband med att träd ska fyllas eller att växtbäddar restaureras.

Bühler et al., 2016 tog ett sådant tillfälle i akt i Köpenhamn. Trädens rötter frilades då innan flytt och man kunde med hjälp av ett rutnät som monterades i profilen räkna var i profilen det förekom rötter och frekvensen av rötter. Rötterna delades in i större och mindre än 1mm. Studien jämförde en skelettjord som var riktigt uppbyggd och en som hade blivit fel vid

anläggning. Resultaten visade att det fanns få rötter i de översta 20 cm och sedan var rotsystemen i de korrekt konstruerade växtbäddarna väl utvecklade (Bühler et al., 2016).

### 1.1.3 Inväxtzoner

Vanlig förekommande metoder för studier av finare rötters (<2mm) biomassa och tillväxt i skogsmark är att använda sig av återkommande provtagning eller inväxtzoner (Andreasson et al., 2016, Brunner et al., 2013). Provtagning och inväxtzoner är destruktiva metoder där man tar upp rötter ur marken sållar jorden och tvättar rötterna. Där efter kan man mäta biomassa, tillväxt, längd, diameter och omsättning.

I en inväxtzon har man grävt upp jorden och i hållet installerat et nät eller dylikt som sedan är fyllt med rotfritt substrat. Det gör att man med säkerhet vet att de rötter och fragment av rötter man hittar vid provtagning har växt dit efter installation.

### 1.1.4 Bilder – Rhizotroener och skanner

Rhizotroener, minirhizotroener och skanner metoder är icke destruktiva metoder som syftar till att studera samma rot under längre tid (Majdi, 1996, Dannoura et al., 2011).

Rhizotroener och minirhizotroener är i princip en plasttub som installeras i marken. Därefter inspekteras och studeras rötter med hjälp av en kamera, antingen video eller stillbild. Bilderna kan tas med olika frekvenser, men ju oftare man tar bilder desto lättare är det att följa rötternas utveckling. Fördelen med dessa metoder är att man kan följa enskilda rötter och dess tillväxt och utveckling. Med dessa metoder kan man följa rötternas livslängd, hur de bryts ner och deras arkitektur. Metoderna är speciellt lämpliga vid jämförelse av olika behandlingar. Dessutom är det icke destruktiva metoder.

En utveckling av att använda sig av bilder är att istället för dyr specialutrustning som krävs för rhizotroener använda sig av vanliga kontorsskannrar. Detta minskar kostnaden och man får en plattbild som underlättar analysen av bilderna.

Resultat från rhizotroener som använt i konstruerade växt bäddar under hårdgjorda ytor visar att alm träd i icke kompakterad jord under gatläggning var högre än där kompaktering förekom (Smiley et al., 2006). Dessa var mindre växtbäddar i ett försöksfält.

Forskning har också visat på möjligheterna och fördelarna med att använda inväxtzoner och skanners i kombination för att förbättra uppskattningen av produktionen av fina rötter (Van Do et al., 2016).

## 2 Frågeställningar

Denna pilotstudie avser att besvara följande frågor.

Är det möjligt att studera rottillväxt hos gatuträd med de icke destruktiva metoderna inväxtzoner och skanning?

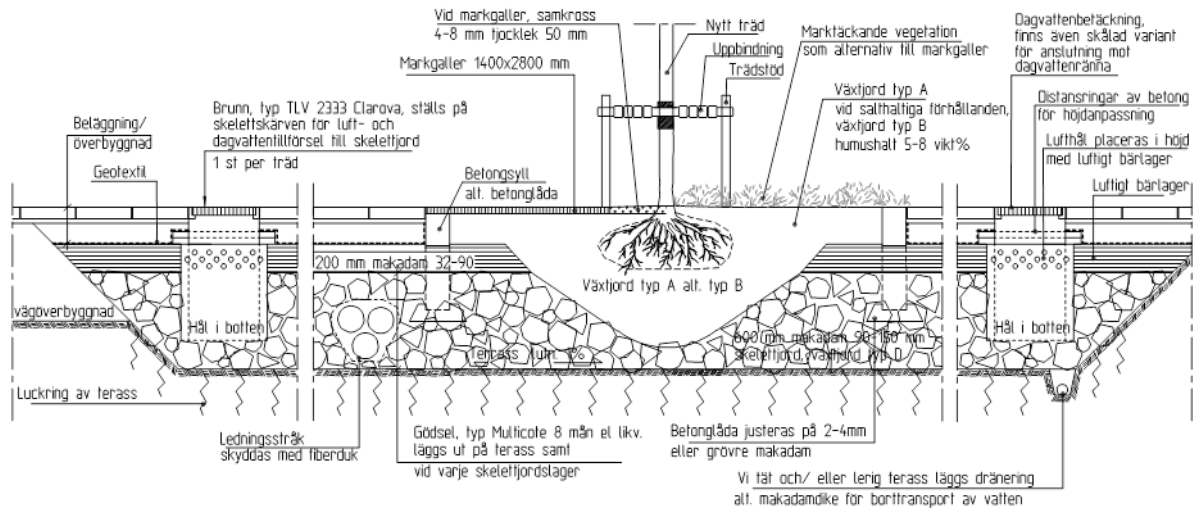
Skulle resultat från dessa icke destruktiva metoder vara jämförbara med destruktiva metoder som att exkarvera rötterna?



## 3 Blekingegatan

### 3.1 Platsen

Denna pilotstudie av användandet av inväxtzoner och skanners för rotstudier i stadsmiljöer är utförd i Stockholm, Blekingegatan, nr 7-12, Latitud N S 59°18', Longitud Ö V 18°3'. Här står det 12 st. Lindar (*Tilia cordata*) i trottoaren längsmed gatan. Juni 2014 genomfördes här en restaurering av växtbäddarna. Innan restaureringen stod träden i traditionella jordgropar och 2014 bytes dessa ut mot skelettjord enligt Stockholmsmodellen (figur 1). 9 av träden behölls och växtbädden restaurerades och 3 träd nyplanterades.



Figur 1. Skelettjord enligt Stockholmsmodellen (Stål and Orvesten, 2007).

Trottaren har en beläggning av betongplattor och det finns tillförsel av dagvatten samt luftning i växtbädden.

Träden på platsen inventerades inte juni 2014, då träden inte var tillgängliga. Mätningarna från augusti 2016 (tabell 1) får därför agera som utgångsvärden för framtida analyser. Inventeringen från 2016 visar framförallt självklarheter att nyplanterade träd är mindre och har bättre vitalitet än de restaurerade träden.

Tabell 1. Medelvärde ( $\pm$ SE) omkrets, krondiameter, trädhöjd och vitalitet.

Medelvärden, Blekingegatan 7-12, Stockholm, 20160811				
	Omkrets (cm)	Krondiameter (m)	Trädhöjd (m)	Vitalitet
<b>Restaurerade träd (n=9)</b>	75.2 ( $\pm$ 5.1)	7.4 ( $\pm$ 0.5)	10.1 ( $\pm$ 0.5)	1.4 ( $\pm$ 0.2)
<b>Nyplanterade träd (n=3)</b>	33.7 ( $\pm$ 0.4)	4.0 ( $\pm$ 0.2)	6.0 ( $\pm$ 0.03)	1 ( $\pm$ 0)

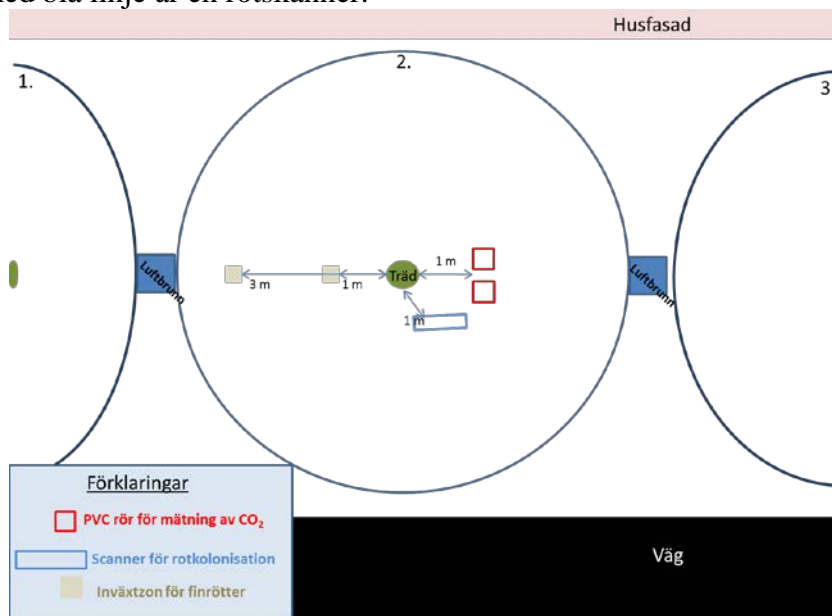
### 3.2 Testbeden

Testbeden anlades juni 2014, vid 3 restaurerade och 3 nyplanterade träd. Material som krävde installation installerades i samband med restaureringen (figur 2).



Figur 2. Bilder från restaureringen av växtbäddarna på Blekingegatan i Stockholm. På bilden till vänster syns de inväxtzoner i sträckmetall som användes för provtagning av rötter. De två bilderna till höger visar uppbyggandet av växtbädden, skelettjord enligt Stockholmsmodellen. Installationerna och växtbädden byggdes juni 2014.

För möjlighet för provtagning och studier av finrotsproduktion installerades 2 st. inväxtzoner, 1 och 3 m från trädet, (figur 2 och 4) för varje träd. Figur 3 visar en schematisk bild över uppbyggnaden av testbeden för ett träd, de beigea kvadraterna är inväxtzonerna och den rektangeln med blå linje är en rotskanner.

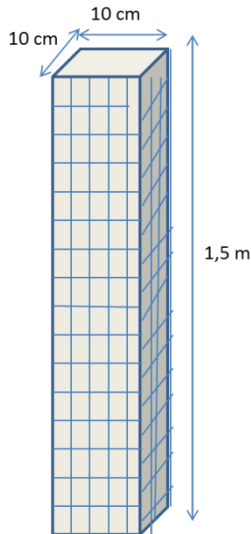


Figur 3. Schematisk bild över uppbyggnaden av testbeden runt ett träd, de beigea kvadraterna är inväxtzonerna och den rektangeln med blå linje är en rotskanner. De röda kvadraterna är installationer för mätning av respiration från marken. Dessa data presenteras inte här.

Inväxtzonerna är 1x1 dm och 1,5 m djupa och består av sträckmetall med en maskstorlek på över 1 cm (figur 2 och 4). Detta gör att finrötterna (<2mm diameter) fritt kan växa in samtidigt som fyllnadsmaterialet hålls kvar inne i inväxtzonen. Varje inväxtzon är fylld med samma växtsubstrat som spolades ner i skelettjorden, detta för att få så lika miljö för

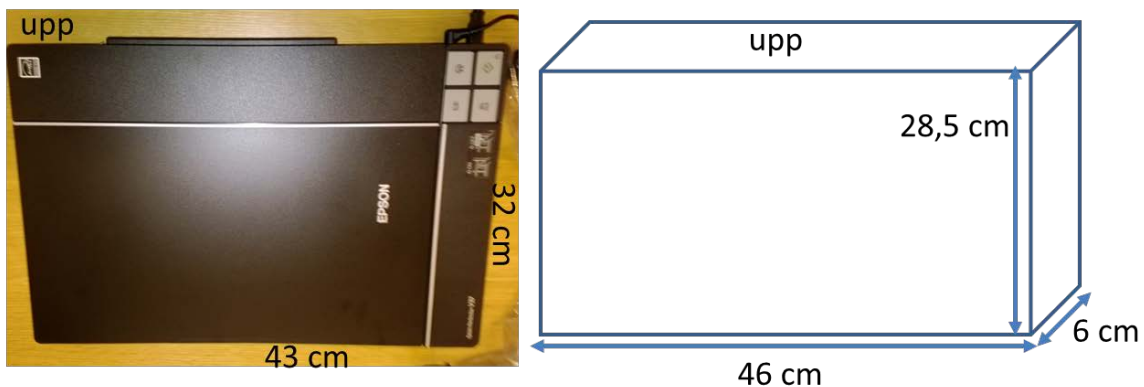
rottillväxt innanför och utanför sträckmetallen som möjligt. Inväxtzonerna är öppna i toppen för tillgänglighet för provtagning och i botten för dränering. Djupet på 1,5 m gör att inväxtzonen sträcker sig igenom sättsand, luftigt bärlager och ner till skelettet.

#### Testzon för rotproduktion



Figur 4. Inväxtzon i sträckmetall med måtten 1x1 dm och djup på 1,5 m. Dessa inväxtzoner installerades 1 m och 3 m från träden.

Som komplement till inväxtzonerna valde vi att använda den icke destruktiva metoden rotskanning (Dannoura et al., 2011). En sådan här metod ger oss möjligheten att studera tillväxten samt försvinnandet av finröter. För detta syfte installerades två plexiglaslådor, en vid ett restaurerat träd och en vid ett nyplanterat (figur 3 och 5). Plexiglaslådan var 46 cm bred, 28,5 cm hög och 6 cm djup. Detta för att en skanner skulle kunna sänkas ner i den vid provtagning. Plexiglaslådan var försedd med ett lock för att hålla vatten borta. En kontorsskanner av märket EPSON perfection V37 användes vid provtagningarna. Skannern hade en bildyta på A4. För provtagning i fält kopplades skannern till ett 12Volts batteri. Djupet på plexiglaslådan gör att bilder kan fås från sättsanden och det luftigabärlagret.



Figur 5. Skanner och skiss på plexiglaslåda för skannern att sänkas ner i.

### 3.3 Provtagning och resultat efter 2 år

Provtagningen genomfördes två år efter installation och restaurering av växtbädden, 7 augusti 2016.

#### 3.3.1 Inväxtzoner och produktion av finrötter

##### *Provtagning*

För provtagning av rötter i inväxtzonerna användes ett PVC avloppsrör, 7 cm i diameter och 1,5 m djupt. Röret fördes ner så djupt som möjligt i centrum av inväxtzonen snurrades runt ett par varv och drogs upp. Provet lades sedan i en 2 mm såll och rensades på plats. Förekomsten av rötter noterades. Rensad jord hälldes tillbaka i inväxtzonen (figur 6).

Det gick bra att få ner röret men inte hela vägen ner till 1,5 m. En viss kompaktering av jord förekom både när röret fördes ner och när provet trycktes ut från röret. Jorden följde dock med upp vid alla provtagningarna och gick lätt att få ut ur röret.



Figur 6. Provtagning av rötter i inväxtzoner 2016 på Blekingegatan Stockholm.

##### *Resultat*

Resultaten från provtagningen i inväxtzonerna gav en träff på finnrötter (figur 7). Detta vid ett restaurerat träd (träd nummer 4) och i inväxtzonen 1 m från trädet. Den påträffade roten var tydligt en trädrot och med god vitalitet.





Figur 7. Rot från Lind (*Tilia cordata*) provtagen augusti 2016 Blekingegatan Stockholm.

### 3.3.2 Rotskanning och tillväxt av finrötter

#### *Provtagning*

Vid skanning av rötterna fördes skannern ner med bild sidan in mot trädet (figur 8). Sidan av plexiglaslådan skannades i färg med så hög upplösning som möjligt och lagrades direkt på dator. För ström kopplades skannern till ett 12 V batteri via en transformator. Datorn drevs med sitt eget batteri. Det tog ca 5 min för varje skanning att genomföras.

Båda plexiglaslådorna hade vatten i sig när vi öppnade dem. Innan någon provtagning startades pumpades vattnet ut.



Figur 8. Skanning av rötter Blekingegatan i Stockholm. Bilden till vänster visar hopkopplingen skanner, dator och batteri. Bilden till höger är en närbild på skannern nersänkt i den plexiglaslåda som är installerad på platsen.

#### *Resultat*

Inga rötter var synliga på de skannade bilderna (figur 9). Vid första anblicken trodde vi att det fanns en rot vid det nyplanterade trädet (högra bilden figur 9), men det är högst troligtvis en rispa i plexiglaslet som uppkommit vid installation. Dessa bilder ses som en start för att se

utveckling av rötter. Det är först efter en serie av bilder som diskussioner om tillväxt och försvinnande av rötter kan föras.



Figur 9. Bilder från skanner i växtbäddar av skelettjord, Stockholmmodellen, med Lind (*Tilia cordata*) planterade. Blekingegatan, Stockholm, 7 augusti 2016. Bilden till vänster är tagen vid ett restaurerat träd (träd nummer 3) och den högra bilden från ett nyplanterat träd (träd nummer 8). På bilderna ser vi sättsand, geotextil och det luftiga bärlagret.

## 4 Reflektioner

Studien sträckte sig över två år. Efter dessa två år ser vi knappt några rötter varken i inväxtzoner eller vid plexiglaslådor för skanners. Det kan vara så att två år är en för kort tid för finrötter att etablera sig i de övreskikten i växtbädden. Studier i skogsmark med inväxtzoner visar att efter 3 år representerar inväxtzonen det som förekommer i resterande mark (Andreasson et al., 2016). För rötter i konstruerade växtbäddar kan detta ta längre tid. I skogsmark finns de flesta av växternas finrötter i de översta 20 cm av markprofilen, detta för att tillgängliga näringsämnen är som störst där. Finrötter i konstruerade växtbäddar under hårdgjorda ytor tvingas att växa längre ner i markprofilen och kanske växer mer lokalt där det finns näring och luft. Därför kan våra inväxtzoner vara placerade för högt upp och för få i antal och då täcka in fel eller för liten volym för att få en korrekt uppfattning av trädets tillväxt av finrötter. Slutsatsen som kan dras av detta är att krävs andra och mer anpassade metoder för att studera finrötter icke destruktivt i konstruerade växtbäddar. Samma problem som vi ovan konstaterat för inväxtzoner finns även för skannermetoden. Dessutom hade vi problem med vatten ansamlingar i våra plexiglaslådor, detta avhjälpte vi lätt med en pump, men med ett par hål i botten på lådan hade inte detta problem uppstått.

## 5 Slutsats

Metoder med inväxtzoner och skanners behöver utvecklas för att fungera i konstruerade växtbäddar under hårdgjorda ytor. Eftersom det är dyrt, omfattande och svårt att använda destruktiva metoder anser vi att det är viktigt att fortsatt testa olika metoder för studier av rötter i dessa miljöer och substrat. Vi vill också påpeka vikten av att växtbäddar studeras med hänseende på rötter då det är dessa som stödjer trädets vatten och näringsupptag och därigenom vitalitet och överlevnad.

## Referenser

- ANDREASSON F., GONZALEZ M., AUGUSTO L., BAKKER M.R., Comparison of ingrowth cores and ingrowth meshes in root studies: 3 years of data on *Pinus pinaster* and its understory. *Trees*, 30, 2, 2016.
- BRUNNER I., BAKKER M. R., BJÖRK R. G, HIRANO Y., LUKAC M., ARANDA X., BØRJA I., ELDHUSET T. D., HELMISAARI H. S., JOURDAN C., KONÓPKA B., LÓPEZ B. C., MIGUEL PÉREZ C., PERSSON H., OSTONEN I. Fine-root turnover rates of European forests revisited: an analysis. *Plant and Soil*, 362:357–372, DOI 10.1007/s11104-012-1313-5, 2013  
of data from sequential coring and ingrowth cores
- BÜHLER O., INGERSLEV M., SKOV S., SCHOU E., THOMSEN I. M., NØRGAARD NIELSEN C., KRISTOFFERSEN P. Tree development in structural soil – an empirical below-ground in-situ study of urban trees in Copenhagen, Denmark. *Plant and Soil*, doi:10.1007/s11104-016-2814-4, 2016
- BÜHLER O., KRISTOFFERSEN P., LARSEN SU., Growth of street trees in Copenhagen with emphasis on the effect of different establishment concepts. *Arboriculture and Urban Forestry* 33, 330–337, 2007
- DANNOURA M., KOMINAMI Y., MAKITA N., AND OGUMA H., Flat Optical Scanner Method and Root Dynamics, S. Mancuso (ed.), *Measuring Roots*, DOI 10.1007/978-3-642-22067-8\_8, # Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012, 2011
- GRABOSKY J., BASSUK N., IRWIN L., VAN ES H., Shoot and root growth of three tree species in sidewalk profiles. *Journal of Environmental Horticulture* 19, 206–211, 2001
- GRABOSKY J., BASSUK N., A new urban tree soil to safely increase rooting volumes under sidewalks. *Journal of Arboriculture* 21, 187–201, 1995
- MAJDI H. Root sampling methods - applications and limitations of the minirhizotron technique. *Plant and Soil* 185: 255-258, 1996.
- SMILEY T.E., CALFEE L., FRAEDRICH B.R., AND SMILEY E.J. Comparison of Structural and Noncompacted Soils for Trees Surrounded by Pavement. *Arboriculture & Urban Forestry* 32, 4, 2006
- STÅL Ö., ORVESTEN A., Handbok – Växtbäddar för stadsträd i Stockholm, Stockholm 2006-12-13 SWECO/ Grontmij AB, Rev 2007-11-11, 2007
- VAN DO T., SATO T., KOZAN O. A new approach for estimating fine root production in forests: a combination of ingrowth core and scanner. *Trees*, 30, 2, 545-554, 2016