



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för Landskapsarkitektur,
Planering och Förvaltning

Biokolsförsök med lindar i Lund

A biochar experiment in a lime-tree planting in Lund

Anna Levinsson

Biokolsförsök med lindar i Lund

A biochar experiment in a lime-tree planting in Lund

Anna Levinsson

anna.levinsson@slu.se

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår 2018

Elektronisk publicering: <http://epsilon.slu.se>

Bibliografisk referens:

Levinsson, A. (2018). *Biokolsförsök med lindar i Lund*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.

Nyckelord: Biokol, trädetablering, genomsläpplighet, slityta, växtbäddar, växtsubstrat

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för Landskapsarkitektur, Planering och Förvaltning

Sammanfattning

Biokol har blivit ett alltmer populärt material vid anläggningar av växtbäddar. Inblandning av biokol i det befintliga växtsubstratet görs för att skapa en jord med bättre porositet och därmed bättre vattenbalans, eftersom biokol har en vattenhållande förmåga samtidigt som det är ett luckert material. Syftet med inblandningen är också att hålla kvar näringen i jorden så att den blir växttillgänglig och inte urlakas.

I det här försöket så har vi testat vilken effekt biokolsinblandning har på nyplanterade trädets utveckling, när den blandas i en lundensisk lerjord. Vi har testat två olika koncentrationer av biokol och jämfört dessa med jord helt utan biokol. Vi har också testat två olika typer av grus lagd på toppen, i det så kallade slitlagret. I den ena blandningen utslöts de minsta fraktionerna för att öka genomsläppligheten till marken under. Lindar planterades i växtbäddar med de olika behandlingarna och studerades under första året efter plantering.

Efter första säsongen kunde inga skillnader i skotttillväxten, bladstorleken eller trädstorleken påvisas mellan träden som planterats i de olika växtbäddarna. Under första året efter plantering är det dock vanligt att träd till största delen använder de resurser som de hade med sig från plantskolan. Därför kan skillnader mellan de olika växtbäddarna först förväntas under andra året efter plantering, när träden ska klara sig på det som finns tillgängligt på den nya växtplatsen. Att göra uppföljande mätningar är därför av stort värde.

Mätningarna av vattenhalten i jorden visade att där var skillnader mellan de olika växtbäddarna. Eftersom träden vattnades under detta första år är det dock svårt att säga ifall skillnaderna berodde på substrat eller bevattning. Det finns en risk att de olika växtbäddarna fick olika mycket vatten, vilket då påverkar resultaten. Dessa visade nämligen att det skilde sig över tid, och att skillnaderna inte var bestående. Att mäta efter att etableringsbevattningen upphört är därför intressant.

Nyckelord: biokol, trädetablering, genomsläpplighet, slitlager, växtbädd, växtsubstrat

Abstract

Biochar has become increasingly popular as a soil-improving substrate when constructing planting pits for trees. Biochar is believed to improve the porosity in the soil, and with its water-holding capacity, create a better water balance for the planting material. Its purpose is also to keep the nutrients in the soil and avoid leakage.

In the present study, we tested the effect of biochar on newly planted linden trees, when mixed with a clay soil. We tested two different concentrations of biochar in the soil and compared with soil without any biochar. We also tested the effect of infiltration capacity in the top layer, using two different types of gravel. In one of the gravel mixtures, the finest fractions were excluded to improve permeability in to the soil below. This report describes the trees' first season after transplanting.

There were no differences in shoot growth, leaf size or tree height between trees from the different treatments after the first season. However, it has been argued in previous studies that trees mainly use the resources that they had stored from the nursery during the first year after transplanting, since differences due to post-transplant treatments often are clearer during the second year after transplanting. To continue to study these trees over several years is therefore of great relevance.

Measurements of the water status in the soil showed that there were differences between the different treatments, but that the differences varied throughout the season. Since the trees were irrigated it is hard to say whether these differences were results of soil structure or variations in irrigation in the planting pits. To measure the water amounts and the temperature in the soil after establishment irrigation has ceased, is thus necessary for accurate results.

Keywords: biochar, tree establishment, permeability, planting pits, planting substrate

Förord

Föreliggande rapport är en del av projektet Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor som var 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 har bedrivits inom ramen för Vinnovas program ”Utmaningsdriven innovation – Hållbara attraktiva städer” och har delfinansierats av Vinnova. Resultaten från projektet har publicerats på projektets webbplats www.klimatsakradstad.se

Den här rapporten är skriven inom arbetspaket 3 ”Gröna ytor” i Vinnovaprojektet, där Ann-Mari Fransson (SLU) har varit arbetspaket-ledare. Rapporten beskriver ett försök kring växtbäddsutformning som har gjorts invid Råbysjön i Lund. I försöket har effekten på träds tillväxt och etablering vid tillförsel av biokol i växtsubstratet testats. I försöket jämfördes också två slitlager med olika sammansättningar av kornstorlekar med varandra. Projektet har skett i samarbete mellan Lunds kommun och Sveriges Lantbruksuniversitet.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Träd i städer	8
1.2	Biokol	9
2	Råbysjön i Lund	11
2.1	Ståndorten Kajpromenaden vid Råbysjön	11
2.2	Träden	12
2.3	Försöksupplägg	12
2.4	Mätningar	12
3	Resultat och diskussion	14
4	Referenser	17

1 Inledning

Idag står många städer inför stora utmaningar kopplade till den ökade urbaniseringen och det rådande förtättningsidealet. Försämrade luftkvalitet, högre lufttemperaturer, längre perioder av torka och ökad risk för översvämningar på grund av minskad mängd infiltreringsbara ytor för prognostiserade stora regn är exempel på framtida möjliga scenarion för stadsmiljön. För att hantera flera av dessa utmaningar spelar stadsträden en viktig roll. Samtidigt har många städer problem med sin trädpopulation. Träd har svårt att etableras och överleva på lång sikt, till stor del till följd av det intensifierade användandet av alla ytor i städerna och bortledning av dagvattnet. Det innebär att träden, som kan vara en del av lösningarna på problematik kopplad till urbanisering, dör på grund av urbaniseringen. Det finns därför ett stort behov av att öka överlevnaden och den långsiktiga utvecklingen av städernas trädbestånd så att fördelarna med träd i städer kan utnyttjas. Det finns också ett behov av att hitta nya konstruktionslösningar för att ytterligare kunna dra fördelar av träden. Och samtidigt ge träden fördelar. I ljuset av detta har Vinnova-projektet ”Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor” testat fram ett antal förslag som syftar till att sammanföra kunskap kring:

- gatukonstruktion med hårda material
- dagvattenhantering
- trädplantering

Genom att väva samman dessa viktiga komponenter för en fungerande och attraktiv stad, så finns en möjlighet att dels i ökad utsträckning tillgodose de behov som finns för varje komponent, och dels att skapa synergieffekter för att göra städerna mer attraktiva och hållbara.

I det här projektet har lindar (*Tilia europea* “Euchlora”) planterats med olika mängder biokol inblandat i jorden, och slitlager med olika hög genomsläpplighet har lagts som ytskikt. Trädens vitalitet har studerats, liksom mark- och vattenförhållandena. Målet med försöket har varit att studera

vilken effekt biokol har på trädetableringen, och vilket effekt materialvalet i slitlagret har på regninfiltrationen ner i växtbäddarna. Syftet är att förbättra förutsättningarna för träden att överleva etableringsperioden och få en långsiktig utveckling, samt att studera hur de hårda materialen kan modifieras utan att dess funktion som slitlager går förlorad.

1.1 Träd i städer

Träd i städer levererar många viktiga så kallade ekosystemtjänster. De är grundläggande för människors rekreation och hälsa, och många studier har kunnat påvisa positiva effekter av att vistas i gröna miljöer. I städer bidrar också träden till att skapa årstidsvariation, i en miljö där sådan information inte annars alltid kan avläsas. De bidrar också med att genom sin transpiration och skuggning sänka temperaturer under varma dagar. Träd i städer ökar den biologiska mångfalden, binder koldioxid och luftföroreningar, tar hand om dagvatten och förhöjer den estetiska upplevelsen av staden. Dessa tjänster ökar i takt med att träd växer och mognar. Ett större träd skuggar en större yta och bidrar i högre utstäckning till sänkta sommartemperaturer och till att skapa en behaglig plats att vistas på, än ett mindre, nyplanterat träd.

Samtidigt ser vi att många trädplanteringar misslyckas och att vitaliteten hos de redan etablerade träden minskar. Det gör att träden inte hinner uppnå sin fulla potential som leverantörer av ekosystemtjänster och de ekonomiska investeringarna som plantering av träd innebär, går om intet.

Det finns många anledningar till att vitaliteten minskar och att träd har svårt för att klara sig i städerna. I en urban miljö kan solinstrålningen vara hög och eftersom de hårda material som städerna till stora delar är uppbyggda av håller kvar värmen, så är ofta temperaturen väldigt hög. Vattentillgången för träden är ofta mycket begränsad då de hårda ytmaterialen leder regnvatten bort från jorden och förhindrar infiltration, samtidigt som de höjda temperaturerna ökar avdunstningen från de små öppna ytor som finns runt träden. Marken är dessutom ofta kompakterad och därmed otillgänglig för träd. och det tänkta rottillgängliga utrymmet väldigt begränsat. Träden har också begränsad tillgång till näringsämnen. Dessa faktorer har stor betydelse och de kan reducera trädens vitalitet och livslängd, man räknar med att ett gatuträd som planteras nu inte kommer att bli mer än 40-50 år på grund av de tuffa förutsättningarna.

Det finns alltså ett stort behov av att förbättra växtplatser för träd och skapa förutsättningar för att öka den långsiktiga överlevnaden och vitaliteten hos stadsträden, så att vi även fortsättningsvis kan ha träd i våra stä-

der. Att tillföra biokol i odlingssubstratet skulle kunna vara ett sätt att förbättra växtplatserna på.

1.2 Biokol

Biokol bildas när organiskt material förbränns under syrefattiga förhållanden, så kallad pyrolys eller torrdestillering (Lehmann och Joseph 2009). Processen liknar tillverkningsprocessen som används vid framställning av t.ex. grillkol. Ca 70 % av bränslet kan utvinnas, beroende på pyrolystemperaturen och ursprungsmaterialet. Mest biokol produceras vid lägre temperaturer. Olika typer av organiskt material kan användas i pyrolysprocessen, såsom ved, trädgårdsavfall och rötresten från rötning av slam. Ursprungsmaterialet har betydelse för slutproduktens egenskaper.

Idag är intresset stort för biokol och det har blivit ett alltmer populärt substrat i svenska städer som jordförbättrare vid anläggandet av vegetationsytor i urban miljö. I Stockholm används biokol i stor skala vid plantering, och Stockholms stad har nyligen investerat i egen pyrolyskammare, där stadens egna organiska avfall ska omvandlas till biokol och föras ut i stadens planteringar.

Biokol anses förbättra fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaper i jordar, och har visat sig ha en positiv inverkan på trädets tillväxt i urban miljö, då det kan öka tillgängligheten på organiskt kol (Scharenbroch, et al. 2013)(Fransson och Andreasson, opublicerad studie). Den stora mängden porer i biokol gör att den har en bra vattenhållande förmåga och hög katjonutbyteskapacitet. En hög katjonutbyteskapacitet innebär att många näringsämnen, såsom ammoniumkväve, kalium och andra positiva joner inklusive många tungmetaller hålls kvar i marken och inte läcker ut. Detta gör att gödslingen blir mer effektiv och långsiktig. Dessutom tillförs en del näringsämnen, som fosfor, kalium och kalcium med askan.

Den stora yta som finns i biokol gynnar också tillväxten av mikroorganismer och ger jorden en bra struktur. En mycket stor tillväxt av mikroorganismer kan göra så att en del näringsämnen binds in i mikroorganismerna och blir tillfälligt otillgängligt för växterna. Detta gäller främst kväve men även andra näringsämnen. Därför kan en tillförsel av biokol initialt göra att växterna får näringsbrist vilket man kan behöva kompensera för. Denna effekt är dock tillfällig eftersom mikroorganismerna kommer in i jämvikt där lika många dör som nybildas. I denna cykel kan växterna få tillgång till kvävet som är i omlopp. Strukturen gör att jorden innehåller mer luft och detta gynnar både rötter och mikroorganismer som lever i jorden.

Dock har det ännu så länge gjorts få vetenskapliga studier på biokolets effekter på urban jordkvalitet och trädttillväxt (Scharenbroch, et al. 2013). Biokolets egenskaper och effekter har däremot tidigare studerats ur ett flertal andra perspektiv; framför allt har dess förmåga att långsiktigt verka som kolsänka och därmed minska CO₂halten i luften med mildring av klimatförändringar som följd, väckt stort intresse (Lehmann, et al. 2006, Keith, et al. 2015). Biokol kan ha en halveringstid på ca 1000 år och ligger kemiskt stabilt kvar i marken. Dessutom har dess gödslings effekt i agrikulturell odling (Lehmann and Joseph 2009, Zaitun, et al. 2013), dess inverkan på jordars mikroliv, dess pH-höjande effekt på sura jordar och dess föroreningsbindande egenskaper gjort att biokol ses som en relevant komponent för att skapa ett hållbart samhälle. Däremot har även risken för tillförsel av organiska och oorganiska farliga ämnen i jorden genom biokol påtalats (Hale, et al. 2012, Koltowski and Oleszczuk 2015). Vilken betydelse dessa tidigare påvisade egenskaper har i urbana planteringar har dock ännu inte klarlagts och detta försök är en del i processen att ta reda på det.

2 Råbysjön i Lund

Sjön, som anlades 2016, är med sina 2,5 hektar Lund kommuns största dagvattenmagasin. Syftet med sjön är att samla och fördröja dagvattnet från bostadsområdet Råbylund och dess omgivande åkrar, och från det kommande utbyggnadsområdet i Linero. Det omkringliggande området, Råby Sjöpark, fungerar också som ett rekreativt område för de boende i de 1500-2000 nya hushåll som byggts och planeras för i det nyexploaterade området. På dammens södra sida finns läplanteringar med bland annat skogsek, fågelbär, oxel, havtorn och rosor. Där finns också hagar och meningen är att det ska finnas många naturupplevelser tillgängliga i anslutning till sjön. På sjöns norra sida finns en kajpromenad med gott om sittytor och vistelseplatser i en hårdgjord miljö, och trädplanteringar i upphöjda växtbäddar.

2.1 Ståndorten Kajpromenaden vid Råbysjön

I Lund är årsnederbörden ca 650 mm/år och medeltemperaturen i juni-augusti är 16-18° C. Kajpromenaden i Råby ligger vid Råbysjöns norra sida. Där finns inga omkringliggande byggnader eller andra skuggande element och det är en vindutsatt plats med full solinstrålning. Jordarten på platsen är en postglacial finlera, vilket innebär en jord med lerhalt på 25-40%. Träden i studien är planterade i upphöjda växtbäddar. Den befintliga jorden på platsen har använts vid uppbyggnaden och har blandats upp med olika mängder biokol.

Växtbäddarna är uppbyggda ca 80 cm från terrassen. De understa 30 centimetrarna består av mineraljord och därpå ligger 50 cm av växtjorden, som är mineraljorden blandad med olika halter av biokol. Överst ligger 5 cm grus, i olika fraktioner, beroende på behandling. Terrassen luckrades upp innan anläggningen av växtbäddarna för att underlätta dränering men inga dräneringsrör är installerade.

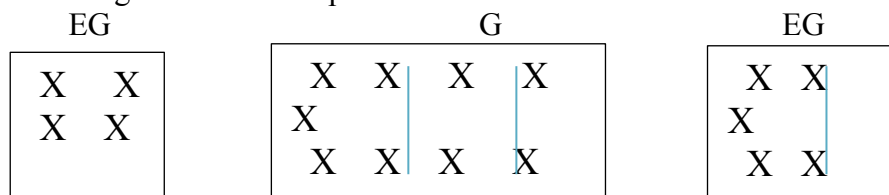
2.2 Träden

Träden, *Tilia europea* 'Euchlora' (glanslind) planterades i mars 2016, före bladutspiring. De var av storleken 18-20 cm i omkrets vid 1 meters höjd. De kom alla från samma plantskola, och kylförvarades innan plantering. Totalt planterades 20 träd.

2.3 Försöksupplägg

Före projektets start skalades all matjord av på platsen och samlades i högar intill. Växtbäddarna byggdes därefter upp på den befintliga terrassen, av den befintliga jorden blandad med biokol. Där var tre olika substratbehandlingar: B0 = referens (ingen biokol), B1 = låg koncentration biokol (10 volym% biokol), och B2 = hög koncentration biokol (50 volym% biokol). Det fanns också två olika behandlingar slitlager: 0-8 mm stenmjöl och 4-8 mm stenmjöl. Försöket lades upp så att alla kombinationer av dessa två behandlingsfaktorer fanns representerade (se figur 1).

På platsen var tre växtbäddar inritade, med varierande många träd i varje. Växtbäddarna avdelades med skivor av cortenstål för att alla behandlingarna skulle kunna inkluderas. Syftet var att undvika att jordarna inom varje avdelning blandades och påverkade resultaten.



Figur 1 visar hur växtbäddarna avdelades. Varje X motsvarar ett träd och de vertikala strecken visar var cortenstålet var placerat. I den verkliga miljön satt stålet ända ut till kanten. EG = Ej Genomsläppligt slitlager och G = Genomsläppligt slitlager. B0 = ingen biokol, B1 = låg koncentration biokol, och B2 = hög koncentration biokol.

2.4 Mätningar

I augusti 2016 mättes skotttillväxt, bladstorlek, trädhöjd och stamomfång. Mängden epikormiska skott noterades, eftersom förekomst av sådana är en indikation på stress. Vattenhalten och temperaturen i jorden loggades med hjälp av SM300-sensorer kopplade till enGP-2 logger (Delta T devices, Cambridge, Storbritannien). En sensor installerades i varje växtbädd, i mit-

ten av växtbädden så att avstånden till de 4 (alternativt 2) träden inom behandlingen skulle vara lika. Mätutrustningen installerades under våren men på grund av tekniska svårigheter i kombination med en konkurs för mätutrustningsföretaget och bristen på fungerande kommunikation mellan beställare och entreprenör gällande regler på arbetsplatsen så påbörjades inte loggningen förrän i augusti 2016.

3 Resultat och diskussion

Det fanns stora skillnader mellan växtbäddarna i mängden ogräs som etablerade sig innan slitlagret hade hunnit läggas ut. Växtbäddarna med biokol uppvisade en markant större mängd biomassa än kontrollen. Detta kvantifierades dock inte och eftersom ytan ogrärensas så kunde detta inte observeras fler gånger.

Analys av skotttillväxten visade att det inte var någon skillnad i tillväxt mellan träden från de olika behandlingarna. Detta är inte helt oväntat, eftersom skottskjutningen första året efter plantering ofta är mer påverkad av de omständigheter som rådde i plantskolan de nyss kom ifrån, än förutsättningarna på den nya växtplatsen (Watson and Himelick 1997, Levinsson 2013). Tidigare studier har föreslagit att träden under första etableringsåret främst använder sina lagrade resurser för tillväxt och eftersom dessa träd kom från samma plats och hade haft samma förutsättningar, bör också tillväxten bli lika. Tidigare studier har också visat att gödsling av träd under etableringsperioden inte ökar tillväxten (Day and Harris 2007) vilket innebär att eventuell näringsökning med hjälp av biokol då kanske inte blir synlig i trädens tillväxt under de första åren.

Där var heller ingen skillnad i bladstorleken på träden mellan de olika behandlingarna. Bladstorlek är en indikation på vattenstatus i träd och minskad bladstorlek är ett tecken på att träden haft en begränsad vattentillgång (Levinsson, et al. 2015). Att det inte fanns någon statistisk skillnad mellan de olika behandlingarnas bladstorlek kan bero på flera faktorer. Eftersom träden blev bevattnade var vattentillgången troligen lika för alla träd under bladutsläpp och därför syns inga bättre resultat för träden i biokol-sinblandade substrat.



Figur 2 visar den tydliga skillnaden i ogräsutveckling mellan den biokolsberikade växtbädden (till vänster) och den utan biokol (till höger). Cortenstålsavdelaren kan anas under ogräset och bilden är tagen innan betonggjutningsformarna togs bort och före slitlagret lades dit. Det som ska bli sjön syns i bakgrunden.

Om träden gynnas av den vattenhållande effekt som biokol kan ha, bör detta bli synligt först efter att bevattningen av träden har upphört. Det kan också vara så att även bladstorleken första året efter plantering i stor utsträckning är styrd av plantskolans förutsättningar. Det kommer därför att vara intressant och relevant att följa dess träd under ytterligare några år.

Mätningarna av stamomfång och trädhöjd gjordes för första gången under hösten 2016. Dessa värden är därför initiala och kommer att användas för framtida jämförelser.

Förekomsten av epikormiska skott tycktes snarare vara kopplad till geografiskt läge än till vilket substrat träden var planterade i. De träd som var planterade i den västra delen av promenaden visade en högre förekomst än de i den östra delen. Den förhärskande vinden i regionen är västlig (SMHI, 2017), och eventuellt har den haft inverkan på trädens utveckling av

epikormiska skott på denna väldigt öppna, vindutsatta växtplats. Där fanns ingen koppling mellan vattentillgången i marken i de olika delarna av växtbäddarna och mängden epikormiska skott, vilket gör att stressen som de är ett tecken på, inte borde bero på att bevattningen varit olika i de olika behandlingarna.

Mätningarna av vattenhalt och temperatur i jorden gav varierande resultat och skilde sig över säsongen. Risken finns att träden inte fick samma mängd vatten i alla växtbäddar, vilket isåfall påverkar resultaten av mätningarna. Att fortsätta mäta vatten och temperatur i marken efter att etableringsbevattningen avslutats vore därför intressant.

4 Referenser

- Day, S.D. and Harris, J.R. 2007 Fertilization of red maple (*Acer rubrum*) and littleleaf linden (*Tilia cordata*) trees at recommended rates does not aid tree establishment. *Arboriculture & Urban Forestry*, 33 (2), 113-121.
- Hale, S.E., Lehmann, J., Rutherford, D., Zimmerman, A.R., Bachmann, R.T., Shitumbanuma, V. et al. 2012 Quantifying the Total and Bioavailable Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Dioxins in Biochars. *Environ. Sci. Technol.*, 46 (5), 2830-2838.
- Keith, A., Singh, B. and Dijkstra, F.A. 2015 Biochar reduces the rhizosphere priming effect on soil organic carbon. *Soil Biol. Biochem.*, 88, 372-379.
- Koltowski, M. and Oleszczuk, P. 2015 Toxicity of biochars after polycyclic aromatic hydrocarbons removal by thermal treatment. *Ecol. Eng.*, 75, 79-85.
- Lehmann, J., Gaunt, J. and Rondon, M. 2006 Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. *Mitig Adapt Strat Glob Change*, 11 (2), 395-419.
- Lehmann, J. and Joseph, S. 2009 *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan: London.
- Levinsson, A. 2013 Post-transplant shoot growth of trees from five different production methods is affected by site and species. *Arboriculture & Urban Forestry*, 39 (5).
- Levinsson, A., van den Bosch, C.K., Öxell, C. and Fransson, A.-M. 2015 Visual assessments of establishment success in urban *Prunus avium* (L.) and *Quercus rubra* (L.) in relation to water status and crown morphological characteristics. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14 (2), 218-224.
- Scharenbroch, B.C., Meza, E.N., Catania, M. and Fite, K. 2013 Biochar and Biosolids Increase Tree Growth and Improve Soil Quality for Urban Landscapes. *Journal of Environmental Quality*, 42 (5), 1372-1385.
- Watson, G. and Himelick, E.B. 1997 *Principles and practice of planting trees and shrubs*. International Society of Arboriculture: Champaign, Illinois, 199 p.
- Zaitun, Nisa, K., Sufardi, Chairunas, Gani, A., Slavich, P. et al. 2013 Effect of NPK fertilizer and biochar applications on growth and yield of irriga-

tion rice. Research Center for Bioresources and Biotechnology, Bogor
Agricultural University: Bogor, Indonesia, 72-75 p.
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vind-i-sverige-1.31309>