

Hur mår träd i skelettjord?

How are trees' condition in structural soil?

Författare: Mattias Hallgren



Hur mår träd i skelettjord?

How are trees condition in structural soil?

Mattias Hallgren

Handledare: Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Btr. handledare: Ann-Mari Fransson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Johan Östberg, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete i landskapsarkitektur inom landskapsingenjörsprogrammet

Kurskod: EX0793

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad: 2016

Omslagsbild: Mattias Hallgren

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

Nyckelord: Skelettjord, växtbäddar, urbanmiljö, landskap.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Detta examensarbete är skrivet vid Sveriges lantbruksuniversitet och institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, i Alnarp. Uppsatsen är på C-nivå, 15 högskolepoäng och utförd inom landskapsingenjörsprogrammet mellan 2 november 2015 till 15 januari 2016.

Jag vill passa på att rikta ett stort tack till min handledare Eva-Lou Gustafsson för allt stöd och hjälp under skrivandets toppar och dalar. Samt min biträdande handledare Ann-Mari Fransson för engagemang och hjälp med att komma in på ämnet.

Slutligen vill jag tacka nära och kära som stöttat mig under arbetets gång, speciellt David Kastrup en vän som fanns nära när Alnarp och andra studiekamrater var långt borta.

Mattias Hallgren
2016-01-15
Alnarp och Stockholm

Sammanfattning

Våra städer växer och förtätas i en allt snabbare takt än tidigare. Konkurrensen om utrymmet inne i städerna blir allt större både ovan och under marknivå. Vi behöver bättre och större vägnät för att klara av trafikbelastningen från fotgängare och fordonstrafik. De allt tätare och mer hårdgjorda städerna gör att temperaturen höjs inuti dem. Samtidigt som vi ställer allt hårdare miljökrav för att inte skada oss människor som bor och vistas i städerna. Krav som att våra städer behöver bli grönare för att kunna sänka temperaturen inne i städerna, ta upp koldioxid från trafiken och lokalt kunna ta hand om dagvatten.

En lösning som kan hjälpa till att minska dessa problem är att plantera träd i skelettjord. Skelettjord består av två delar, en del större fraktion sten och en del växtjord. Tanken är att stenarna utgör den bärande stomme som klarar av belastningen från ytbeläggningen och dess trafik. Mellan stenarna bildas hålrum som fylls ut med jord, som i sin tur ger trädets rötter möjlighet att växa fram. På så sätt har man skapat en större växtbädd åt trädet i den trafikerade miljön där en naturligt stor växtbädd inte kunnat få plats eller klarat av belastningen från trafiken.

I detta arbete har jag tagit del av insamlad data från ett Vinnovaprojekt och jämfört trädarter och dess vitalitet, leaf area index och stamtillväxt mellan träd som står i både vanliga växtbäddar och träd som står i skelettjordar.

Resultatet visar att en majoritet av träden som har tillgång på skelettjord mår oftast bättre än de träd som enbart har en traditionell växtbädd. Dock finns undantag och det kan bero på brist på kunskap om hur själva anläggsarbetet ska ske eller växtbäddens storlek.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	7
1.1 BAKGRUND	7
1.2 SYFTE & FRÅGESTÄLLNING	8
1.3 AVGRÄNSNING	8
2. METOD OCH MATERIAL	8
2.1 VAL AV METOD	8
2.2.1 MATERIAL TILL LITTERATURSTUDIE	8
3. TEORI	9
3.1 URBANA LANDSKAP	9
3.2 TEMPERATURER	9
3.3 GRÖNSKA SOM RESURS	10
3.4 NÄRINGSINNEHÅLL	12
3.5 SKELETTJORD	12
3.6 JORDVOLYM FÖR TRÄD	16
3.7 VITALITET	17
3.8 LEAF AREA INDEX	18
4. RESULTAT	19
4.1 STAMTILLVÄXT	19
4.2 VITALITET	21
4.3 LAI	22
4.4 SAMMANSTÄLLNINGSTABELL	23
5. DISKUSSION	26
5.1 METODDISKUSSION	26
5.2 LITTERATURDISKUSSION	26
5.3 RESULTATDISKUSSION	27
5.4 SAMMANFATTNING & SLUTSATS	30
6. KÄLLFÖRTECKNING	31
7. BILAGOR	34
BILAGA 1	34
BILAGA 2	38

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Moström (2013) beskriver i sin artikel att vi blir allt fler människor på jorden. Världens städer växer i takt med att landsbygden utarmas. För att klara belastningen från den stora mängd människor som tar sig fram till fots, i buss, bil och kräver staden ett stort fungerande vägnät.

Samtidigt ökar våra miljökrav, krav på lägre halter av koldioxidutsläpp (Trafikverket 2015) och krav på mer grönska i städerna (Thorsson, Danielsson, Mårtensson, Larsson, 2012). När jobben och människorna flyttar blir städerna allt trängre och konkurrensen om ytan ökar. Slagstedt, Gustafsson och Stål (2015) skriver att träd behöver, grovt sagt, cirka 15 kbm jord. Men var finns platsen för att ge grönskan en chans? Trafikkontoret (2009) menar i sin text att träd i urbana miljöer får ofta en mycket begränsad växtbädd då trottoar och vägar intill ska vara körbara. Växtbäddarna blir alltså mindre eftersom de hårdgjorda ytorna växer.

Slagstedt, et al. (2015) beskriver att en lösning på detta har utvecklats till skelettjord. Skelettjord har använts i Sverige i drygt 20 år. Det finns lite olika modeller för den, men de har alla samma funktion, nämligen att bära upp ytbeläggningen och dess påtryckningar från fordon och eller gångtrafikanter samt skapa tillräckligt med hålrum så rötter kan leta sig igenom utan att påverka överbyggnaden i allmänhet. För att göra detta behövs dels jord, för trädrötterna att växa i, dels större fraktioner sten/makadam. I Sverige är det vanligt med en makadamstorlek om 100-150 mm som vid utläggning bildar dessa hålrum mellan sig.

Jag blev introducerad till ett Vinnovaprojekt om uthålliga grå och gröna systemlösningar i urban miljö, där Ann-Mari Fransson och Frida Andreasson samlat in data om träd i både skelettjord och i traditionella växtbäddar. De har samlat in information som Leaf area index, årstillväxt och så vidare.

Ett problem med skelettjord är att noggrannhet är A och O. Rätt mängd av makadam och jord, att jorden ska innehålla rätt mängd av fraktionerna och rätt mängd av det organiska materialet. Det är viktigt att själva anläggandet går rätt till. Vid anläggning av stockholmsmodellen ska skelettet först läggas ut och jorden ska sedan spolans ner mellan stenarna. Viktigt är då att rätt mängd jord verkligen kommer ner och fyller ut stenmassorna, något som är en svår process och lätt blir fel.

Skelettjordar har gjorts i Sverige i drygt 20 år nu men trots det har de kanske inte använts till sin fulla potential. Det vore därför intressant att få gräva ner sig i ämnet för att se vilken nytta det verkligen gör – eller inte. Kan det vara så att skelettjord är en onödig tillsats i vissa sammanhang, till och med att vissa träd lider mer av den än vanliga växtbäddar, men att skelettjord används för att det är föreskrivet?

1.2 Syfte & frågeställning

Uppsatsen syftar till att ta reda på hur träd klarar sig i skelettjord; behövs det för varje plats eller kan de orsaka större problem för träden än en vanlig växtbädd?

Min frågeställning blir därför: Hur mår träd i skelettjord?

1.3 Avgränsning

Jag kommer enbart att välja ut de trädarter som finns representerade i båda typerna av växtbäddar i undersökningen.

2. Metod och material

2.1 Val av metod

Eftersom syftet med denna uppsats är att ta reda på om skelettjorden påverkar trädets välbefinnande och jag har tillgång till redan insamlad data kommer jag att göra en kvantitativ undersökning av statistiskt material.

2.2 Material

Material jag får ta del av är insamlad data gjort av Ann-Mari Fransson och Frida Andreasson inom ett vinnovaprojekt om grå-gröna lösningar. Utifrån den insamlade data har jag sedan gjort ett urval av de mest intressanta delarna för just min undersöknings syfte. Jag har valt ut de trädarter som finns representerade i både skelettjord och traditionella växtbäddar. Övriga har valts bort.

Fördelen med denna metod är att jag får en tydlig bild och på ett enklare sätt kan jämföra skillnaderna mellan träden och att tiden kommer att räcka till. Nackdelen är att jag blir bunden till dokumentet som till viss del är begränsat, eftersom vissa uppgifter saknas.

2.2.1 Material till litteraturstudie

För att kunna analysera insamlad data och resultatet av den har jag genomfört en litteraturstudie. I studien har jag valt att först och främst fördjupa mig i de olika rubriker som behandlats i insamlad data för att få en förståelse kring dem.

3. Teori

För att kunna analysera resultatet har en litteraturstudie gjorts. Materialet som använts riktar sig främst mot urbana miljöer då det är där som skelettjord används.

3.1 Urbana landskap

Sjöman, Sjöman och Johansson (2015) skriver att det är viktigt att inte se den urbana miljön som en enhetlig växtplats. Inom staden finns det olika förhållanden. På en och samma gata kan förhållanden skilja sig vitt och brett. En innergård som är vindskyddad skiljer sig från den vindpiskade gatan. På ena sidan av gatan kan det vara söderläge andra sidan blir då betydligt skuggigare. Olika mikroklimat kan alltså uppstå på platser som ligger nära varandra, i och med det skapas olika växtmiljöer på båda sidor om gatan.

Fortsättningsvis säger Sjöman et al. (2015) att vid benämning av stadsträd även ska beskriva träd i dess olika situation och miljöförhållandet som råder på just den platsen. Det gemensamma för stadsträd är att de alla växer i en urban miljö.

3.2 Temperaturer

Sjöman et al. (2015) skriver också att temperatur och vatten är det som avgör mest för olika arters utveckling. För de fysiologiska processerna så som tillväxt och utveckling är temperaturen en viktig faktor. Vatten är som för alla livsformer en förutsättning för överlevnad; hos träd är det bland annat livsviktigt för transport av mineraler och socker och för att fotosyntesen ska kunna fungera. Under sommaren utvecklas ständigt nya celler hos träd och växter. Cellväggarna har ännu inte hunnit växa till sig och är därför väldigt känsliga för låga temperaturer sommartid. Vidare säger författarna dock att de flesta träd kan klara temperaturer runt -4°C , men att det givetvis skiljer sig mellan arterna. Vanlig gran *Picea abies* nya skott kan skadas vid -1°C medan en vanlig tall *Pinus sylvestris* kan klara runt -10°C . För att kunna stå emot dessa frostnätter har växterna både salt och socker i cellerna vilket gör att fryspunkten sänks. Detta är även avgörande för att växterna ska klara den kalla vintern som kommer, och för att hinna utveckla tillräckliga mängder av salt och socker förbereder sig träd i cirka åtta veckor. Med det sagt vill författarna poängtera att det inte är temperaturen som är avgörande för trädets invintring de luras alltså inte av ett plötsligt och tillfällig temperaturskillnad. Träden följer solljuset och framför allt nattlängden som visar dem när det är dags att förbereda sig för vintern.

Sjöman et al. (2015) beskriver att i flera studier visas att höga temperaturer omkring $25-30^{\circ}\text{C}$ är optimala för rot- och skottutveckling hos träd om optimal tillgång på vatten och näring finns. Om våren kan rotutveckling starta redan vid 0 till 5°C för de arter som är lämpar sig för ett nordligare klimat.

3.2.1 Urban heat island effect

Sjöman et al. beskriver i sitt kapitel (2015) att urban heat island effect, urban värmeöeffekt, är den temperaturskillnad som uppstår mellan stad och landsbygd. Skillnaden uppstår enligt författarna genom att de stora byggnationerna och stora vägnätet inne i städerna värms upp under dagtid. Då många fasader och framförallt vägnätet består av material av mörk färg, så som betong och asfalt, absorberar de både ljus och värme från solen utan att reflektera tillbaka lika mycket. Materialen har också en bra värmekapacitet, det vill säga att de kan hålla värmen i sig länge och långsamt släppa den från sig. Under dagen värms gator och fasader upp och

först när solen börjar gå ner börjar staden att sakta släppa från sig sin värme. De omgivande byggnaderna i staden begränsar utstrålningen från dess gator och fasader. I den omgivande landsbygden sker detta med en allt större hastighet då det öppna kalla himlavalvet inte begränsas av intilliggande höga byggnader. Därför, skriver författarna att smalare gator och högre byggnader begränsar sikten av himlen, och då även avkylningen.

Störst skillnad mellan stad och landsbygd är det under kväll och natt. (EPA 2015) skriver att i en stad med en miljon människor kan lufttemperaturen skilja sig från landsbygden med 12°C under kväll och natt. Under dagtid behöver skillnaden mellan stad och landsbygd inte vara lika stor som nattetid, runt 1-3°C grader varmare i staden.

Vidare skriver Sjöman et al. (2015) att värmeöns omfattning styrs till viss del av väderleken och även av hur städerna är uppbyggda. Vid molniga dagar blir skillnaden mellan stad och landsbygd inte lika stor som under dagar med strålände solsken. Vid blåsiga dagar blir staden mer lik klimatet på landsbygden, beroende på hur själva staden är uppbyggd. I en stad som är byggd enligt ett rutnätsmönster, med raka huvudleder och raka tvärgator, blir vindriktningen stark i de håll den kan blåsa fram. Samtidigt blir vissa områden helt skyddade. Mötet däremellan kan skapa stora kontraster. På den skyddade gatan kan värmeöeffekten skilja sig enormt mycket jämfört med bara ett par hundra meter därifrån. I en stad som är byggd mer som den medeltida stadsplanen med gator som inte har en lika strikt formgivning blir vindhastigheten mer jämnt fördelad över hela staden.

Organisationen White Roof Project skriver på sin hemsida (whiteroofproject.org 2010) om ett projekt de driver i New York som handlar om att minska effekterna av värmeöarna genom att måla taken vita. De skriver att världen idag absorberar 71 % av solens strålar och att endast 29 % reflekteras tillbaka. I New York står hustak för 12 % av den totala stadsytan. I en jämförelse mellan svarta och vita hustak skriver de att svarta tak har en temperatur runt 82°C hade de varit vita hade temperaturen istället varit 37°C. Inomhus blir temperaturen 46°C vid ett svart tak jämfört med ett vitmålat tak som får en inomhus temperatur om 26°C. Det krävs då betydligt mindre energi till luftkonditionering och sparar därmed upp till 40 % för elräkningarna. De vita taken kan reflektera tillbaka ca 85 % av solstrålarna medan de svarta taken endast klarar av att reflektera 20 %. Vidare behåller de svarta taken en del av smogen medan de vita reducerar den.

3.3 Grönka som resurs

Människors uppskattning av träd har funnits sedan urminnes tider förklarar (Gunnarsson 2015). Han säger att alla har en koppling till ett träd. Kanske sedan barnsben då man hade ett favoritträd att klättra i och på så sätt blivit vänner för livet att man minns den tiden när platsen återbesöks i vuxenålder. En skrift från den uråldriga hinduiska religionen beskriver symboliken mellan människa och träd som människans blodomlopp och hår motsvarar trädens sav och löv. Vår hud och benstomme liknas vid trädens bark och kärnved. Även våra skillnader som att trädet med sina rötter står kvar medan människan flyttar på sig. Fortsättningsvis förklarar Gunnarsson att våra starka kopplingar till träd bör ha sin grund i kultur. Från början imponerades vi av trädens förmåga att bli både gamla och stora. Men att vi också behövt dem för vår egen överlevnad, han menar att inga andra biologiska varelser har försett oss med så mycket. Saker som redskap och bruksföremål till hus och båtar har tillverkats av trä. Trä har även gett människan värme världen över.

Hagström & Sjöholm (2007) skriver i sin rapport att träd både väcker känslor och engagerar folk. När almsjukan drabbade Helsingborg tvingades staden att fälla omkring 6000 träd inom ett par år. När nu stora delar av staden förlorat sina träd skulle det visa sig hur mycket träd kan betyda. Staden startade en kampanj för att ersätta träden, målet var att plantera 500 nya träd och satsade själva 1,4 miljoner kronor på detta. Samtidigt erbjöds stadens invånare att få bli delaktiga i projektet genom att köpa ett träd för 2000kr och företag för 4000kr. När de summerade projektet visade det sig att 497 av totalt 500 träd hade köps och att invånarna själva bidragit med 1,3 miljoner kronor till projektet. Författarna menar att det är uppenbart hur mycket träd betyder för stadens invånare och vad de betyder för det offentliga rummet. I ett samhälle i snabb förändring står träd ofta i vägen för ny bebyggelse, samtidigt som vetenskapen om trädets betydelse för invånarnas välbefinnande finns. De menar att förståelsen kring vegetationens betydelse för människor i urbana och tätbebyggda områden måste öka och på så sätt kan utveckla beslutsprocessen och tillgodose förändrade behov både för individen och för samhället i stort.

Men det är inte bara dessa känslomässiga och kulturella kopplingar som gör att stadsbilden behöver vegetation. I en rapport framtagen i ett samarbete mellan Boverket, Länsstyrelsen i Skåne, Movium, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap samt Sveriges kommuner och landsting från 2010 och ges ut av Boverket skriver de att vegetationen måste tas i beaktning vad gäller städernas framtida utmaningar. En av de största utmaningarna för städerna är vid klimatförändringar. De säger att ekosystemtjänster, de tjänster som vi får automatiskt av naturen, kan nyttjas för att förbättra luftkvaliteten, sänka temperatur och buller och fördröja dagvatten.

3.3.1 Träden renar stadens luft.

Inne i städer och tätorter sliter trafik upp små partiklar i luften. Det är främst slitage av dubbdäck och vägbeläggning men även bromsar och vägsand bidrar till luftföroreningarna (Naturvårdsverket 2015). Stockholmstad (2015) beskriver hur tillräckligt höga halter av partiklar kan skapa irritation i luftvägarna och försämrar lungfunktionen hos människor och djur. Luftvägarna hos människor utvecklas tills 20-årsåldern vilket gör att barn är mest utsatta.

Rapporten från Boverket (2010) fortsätter att svara på problemet med partiklarna i stadens rum och att de går att lösa med hjälp av träd. Planterandet av fler träd kan partikelmängden i luften reduceras till en fjärdedel av det som finns idag. Länsstyrelsen (u.å.) fyller i och beskriver att träd med dess barr eller lövmassa filtrerar ut dammpartiklar och luftföroreningar. Bäst för att fånga just partiklar beskriver Länsstyrelsen är de blad som är grova, håriga eller kladdiga. Spetsiga former av barr är också bra. De beskriver även vikten av att luft ska kunna passera igenom trädkronor för att vinden inte ska bli stillastående. Blir luft stillastående kan nämligen något som kallas "Green Tunnel Effect" bildas. Det innebär en ökad koncentration av föroreningar i luften då till exempel för tät vegetation avskärmar partiklarna att blåsa vidare. Glesare trädkronor kan bromsa in vinden och låta den blåsa vidare samtidigt som lövmassan effektivt fångar upp partiklarna på vägen. Att använda barrträd är effektivt för att fånga upp partiklar året om. Även om det vintertid ligger tjockt med snö på marken och håller ner partiklarna, så kommer dubbarna från bilar att slita upp partiklar igen när de får markkontakt (Stockholmstad 2015). Länsstyrelsen (u.å.) fortsätter med att skriva att en stor artvariation där bladen har olika karaktär är mest effektivt för att fånga olika typer av luftföroreningar. Med lövmassan i träden eller klättrväxter på fasader dämpas även bullervolymer inne i städer.

Boverket (2010) menar att växtbäddar kan med den planterade vegetationen och dess rötter fördröja vattnets infiltration i marken och då även dess avdunstning till atmosfären och på så sätt avlasta våra dagvattensystem. Träd i allmänhet är effektiva klimatreglerare oavsett var i staden de är placerade. Lövträd passar staden i den bemärkelsen att de följer årstiderna, på sommaren med fullt utvecklade blad ger de skugga åt byggnaderna och på så vis ge energieffektivare byggnader. Om vintern efter lövfällning släpper de igenom de lilla ljus som finns. Att anlägga stora parker inne i staden hjälper också till att sänka lufttemperaturen för den närliggande bebyggelsen.

3.4 Näringsinnehåll

Slagstedt, et. al (2015) skriver att växter behöver näring för att överleva och kunna utveckla sina celler för olika behov. Näringen tas nästan enbart upp ur den mark de står i. Olika näringsämnen behövs i olika stor omfattning och delas därför in som makro- och mikronäringsämnen. Makronäringsämnen är de ämnen som växter behöver mycket av. Mikronäringsämnen är de ämnen som inte behövs i en lika stor omfattning men likväl är livsnödvändiga.

Växtnäring kan förekomma i tre olika former. Den första är som fria svävande joner i markvätska. Vilket är mycket lätt för växterna att ta upp, samtidigt som de snabbt kan urlakas ur marken vid dränering. Den andra är som svagt bundet till markens kolloider. Kolloider är markens finaste partiklar, finler-och humuspartiklar (Ashman & Puri 2002). Den tredje formen Slagstedt, et. al (2015) nämner är den hårt bundna, till det räknas den näring som är bunden i komplexa föreningar i mineral och i organisk substans. Denna form är viktigt för växterna men utlöses långsamt beroende på vittringsprocessen och upplösning av kemiska föreningar. Alltså kan markens kolloider binda den växttillgängliga näringen ur markvätskan. Lerjordar som innehåller mycket små partiklar och därmed mycket kolloider kan binda näring bättre än kolloidfattiga jordar så som sandjordar.

3.5 Skelettjord

Trowbridge & Bassuk (2004) beskriver skelettjord som en blandning mellan två delar. Dels själva skelettet som utgörs av större stenar som ligger emot varandra, dels jord som fyller ut hålrummen som bildas mellan stenarna. Genom kontakten stenarna emellan skapas ett spjälverk som tillåter jorden att vara sammankopplad genom de håligheter som uppstår. I håligheterna tillåts rötterna växa fram samt vatten- och luftrörelser. På det sättet skapar själva skelettet en hållfastighet som klarar av påtryckningarna från den överliggande beläggningen och dess trafikbelastning (Slagstedt, et. al 2015).

Bassuk, Grabosky & Trowbridge (2005) beskriver vikten av att jorden i blandningen bör vara en lerjord och ha en lerhalt om minst 20 % eftersom att lera har den bästa förmågan att hålla vatten och näring bland olika jordtexturer. Den bör även innehålla organiskt material om 5 % för att öka den närings- och vattenhållande kapaciteten samt att tillgodose mikroorganismer. Vidare beskriver Bassuk, Grabosky & Trowbridge att användningsområdena för skelettjord är de växtbäddar i urban miljö som inte tillåts vara tillräckligt stora för växtligheten där väg och gångbanor styr utrymmet. De skriver också att skelettjord kan och bör läggas ut under trottoarer, parkeringsplatser och även under mindre vägar. Författarna säger också att forskning vid Cornell universitetet visar att trädrötter i skelettjord (CU-structural soil) växer djupare för att undvika de varierande temperaturerna vid ytan. Vilket leder till att det är mindre risk att rötterna reser ytbeläggningen.

3.5.1 Historia

Först ut att utveckla någon form av lastbärande jord var holländarna. Redan på 70-talet i Amsterdam påbörjades tester för att möjliggöra större rotvänliga jordvolymen som samtidigt kan klara av belastning ovanifrån (Watson 2012). I blandningen, som fick namnet Amsterdam Tree Soil, skulle det vara en sandblandning med en lerhalt om 2-4 % och 4-5 % organiskt material. För att jorden skulle packas så lite som möjligt så att penetration för rötterna skulle vara enkelt. Den gick enbart att använda under trottoarer och inte under vägar då den inte hade en tillräcklig bärighet (Kristoffersen & Nilsson 1998).

Senare kom de i Holland att utveckla en skelettjord som mer liknar den modell som vi använder oss av idag. Nu utgjordes en bärande stomme som bestod av 2/3 lavablock och 1/3 jord (Rolf, 1993).

Leca-gropen

Rolf & Moback berättar i sin rapport (1991) att flera av våra gatuträd inte klarar av de påfrestningar som staden erbjuder. Allt ifrån packning, kemisk torka och begränsad jordvolym gör att träden inte överlever. De beskriver tre stycken olika metoder för att undvika främst packningsskador och för att öka den tillgängliga jordvolymen för rötterna. Betongelement, en konstruktion som består av betongdelar som byggs ihop och bildar den bärande funktionen. Tanken med detta är att placera flertalet av dessa intill varandra för att på så sätt ge träd en större sammanhängande jordvolym. Ovanpå själva betongkonstruktionen kan valfri beläggning läggas för att klara av lättare trafik i form av gångbanor. Ikea-gropen beskriver de som en prototypmodell som är tänkt att fungera enligt samma princip som betongelementet men som istället för stora otympliga betongklossar ska vara i plast och kunna monteras på plats. På så sätt så blir transport och montering enklare.

Rolf & Moback (1991) nämner även leca-gropen, vilket är en konstruktion som påminner om skelettjord där skelettet utgörs av krossade lecablock. 2/3 av blandningen ska vara krossade lecablock och 1/3 ska vara jord. Tanken med att använda leca istället för vanligt krossmaterial är att den kan både hålla och transportera fukt och luft. Lecan är tillräckligt stabil efter packning att ytan ovanför kan belastas utan att jordvolymen för rötterna påverkas. De menar att ur ett markbyggnadstekniskt perspektiv är en fullt användbar metod då den klarar belastning men att det återstår att se hur vida träden trivs. Enligt Pettersson (2006) var det Palle Kristoffersens arbete som utvecklade skelettjordarna i Sverige. Dels har blandningsteknikerna blivit fler med nedvattning och nedborstning som alternativ till blandning före utläggning, dels har luftnings- och bevattningslager blivit vanligare.

3.5.2 Sverige

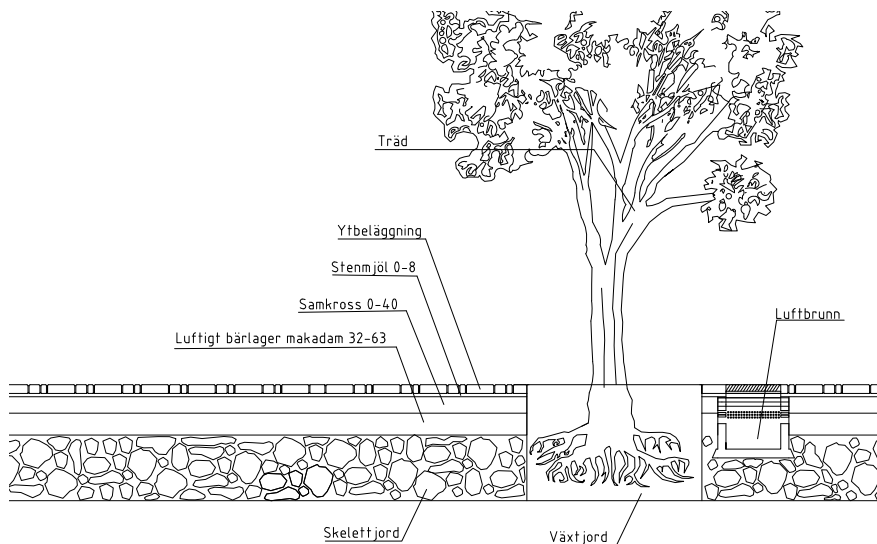
Petterson (2007) beskriver i AMA-nytt att idag i Sverige används två olika varianter av skelettjord, kallade Göteborgsmodellen och Stockholmsmodellen.

Göteborgsmodellen

Göteborgsmodellen beskriver Petterson (2007) att den bygger på de tester som Rolf (tidigare nämnd) tillsammans med Fritid Göteborg och Avdelningen för park- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp, utfördes i Göteborg i slutet av 1980-talet. Petterson säger att det som framför allt skiljer göteborgsmodellen från stockholmsmodellen är att den har ett undre lager med skelettjord som inte innehåller någon mull över huvud taget. Detta säger Petterson bero på att det organiska materialet behöver syre för nedbrytning. I terrasser med dålig genomsläpplighet kan helt syrefria förhållanden uppstå och bli direkt farligt för träden.

Stockholmsmodellen

Petterson (2007) förklarar att Stockholmsmodellen i sin tur är uppbyggd på samma sätt som Göteborgsmodellen men i hela profilen. Det finns alltså inget undre lager utan mullhalt. Istället har modellen nyttjat ett luftigt bärlager som ska ha kontakt med luften ovan mark för att kunna syresätta resten av överbyggnaden. På så sätt kan trädens rötter nyttja det gasutbyte de behöver i jorden. Denna överbyggnad bör bestå utav en kornstorlek av 63 till 90 mm och täckas med en geotextil för att sedan kunna bekläs med valfri ytbeläggning (Strand 2014).



Figur 1: Principskiss över skelettjordens överbyggnad. Här i Stockholmsvarianten med ett luftigt bärlager. Ritad av Mattias Hallgren.

3.5.3 Skelettjord enligt AMA

På (Svensk byggtjänst 2015) kan man läsa att AMA står för Allmän Material och Arbetsbeskrivning. AMA är ett verktyg för entreprenörer och anbudsgivare för att säkerställa kvalitet i arbetet. Verktöget är ett referenssystem som ger god hjälp vid upprättandet av förfrågningsunderlag och bygghandlingar. Referenssystemet beskriver krav på material, utförande och slutresultat inom byggprocessen. AMA ges ut av Svensk Byggtjänst som ägs av ett 30-tal organisationer som representerar hela byggbranschen. AMA är uppdelat inom fem områden, Hus, VVS & kyl, el, administrativa föreskrifterna och den del som berör vår bransch mest, AMA Anläggning.

Även AMA anläggning är uppdelat i olika kodade avsnitt, för oss som landskapsingenjörer är avsnitt DC och DD kanske de mest intressanta. DD behandlar vegetationsytor som sådd och plantering. DC behandlar marköverbyggnader, där ingår även skelettjord.

Under kod DCL.13 (AMA 13) kan man läsa att skelettjord ska bestå av 2/3 krossmaterial 1/3 växtjord. Krossmaterialet ska i sin tur vara sprängsten av materialtyp 1 och bergtyp 1 i enlighet med tabell AMA DC/1. Det vill säga glimmerfattig granit eller gnejs samt andra hårda och hållfasta bergarter som till exempel, diabas, kvartsit, leptit, eller porfyr. Se tabell 1.

Tabell 1: Förklaring över vad som ingår i vilken benämning i tabell AMA DC/1 (bilden hämtad från AMA på nätet och är delvis beskuren)

Material- typ	Benämningar Berg- och jordmaterial,	Kul- kvarn- värde	Halten av (vikt-%) x/y			Exempel	Tjäl- farlighets- klass
			Finjord 0,063/ 63 mm	Ler 0,002/ 0,063 mm	Organisk jord %/ 63 mm		
1	Bergtyp 1	≤ 18	< 10		≤ 2	Glimmerfattig granit eller gnejs samt andra hårda och hållfasta bergarter såsom kvartsit, diabas, porfyr och leptit	1
	Bergtyp 2	19-30	< 10		≤ 2	Glimmerrik granit eller gnejs samt andra bergarter med måttlig håll- fasthet och dålig slitstyrka, t ex homogen kalksten	1
2	Block- och sten- jordarter Grovkorniga jordarter		≤ 15		≤ 2	Block, Sten Grus, Sand, Sandigt grus, Grusig sand, Grusmorän, Sandmorän	1
3A	Bergtyp 3	> 30	≤ 30		≤ 2	Bergarter med	2

DCL.131(AMA 13) beskriver hur växtbädd med nerspolad jord ska utföras och vad den består av. Själva skelettet ska bestå av krossad sprängsten om 100-150 mm. Växtjorden ska vara i enlighet med tabell AMA DCL.131/1, jord D med en mullhalt om högst 3-5 viktprocent. Det luftiga bärlagret ska bestå av makadam om 32-63 mm. I utförandekraven står det hur utförandet ska gå till i fyra olika steg. Steg 1 är att krossmaterialet läggs ut i lagertjocklekar om 250-300 mm och packas därefter direkt med vibratorplatta om minst 400 kg med minst fyra stycken överfarer. I steg 2 ska växtjord läggas ut i tunna lager om 20-30 mm och sedan vattnas ner i krossmaterialet med högt tryck och sparsamt med vatten. Detta ska göras tills att växtjorden ligger ungefär 3-5 cm under krosstenens översta kant. Steg 3 är att långtidsverkande näring ska påföras till ytan, 100 g per kvadratmeter. Sedan upprepas steg 1-3 tills man fått den höjd som är angiven. Steg 4 och sista steget är att placera ett luftigt bärlager på ytan som täcks med en geotextil.

I DCL.132 (AMA 13) kan man läsa att färdigblandad skelettjorden ska bestå av krossmaterial om 90-150 mm och att mineraljorden ska vara jord E i enlighet med tabell AMA DCL.132/1 och får inte innehålla någon mullhalt alls. Växtjorden i skelettjorden ska vara i enlighet med tabell AMA DCL.132/1 och ha en mullhalt om 3-5 viktprocent. I utförandekraven står det att skelettjorden ska lyftas ner i växtbädden med gripskopa och att den inte får tippas. Kross och mineraljordsblandningen ska läggas ut i lager om 200-250 mm åt gången och packas med 5 överfarer med en vibratorplatta som väger minst 400 kg. Sedan ska ett lyftbart stöd kunna placeras ovanpå den packade kross- och mineraljordslagret för att sedan kunna lägga ut kross- och växtjordsblandningen som ska läggas runt om stödet i lager om 200-250 mm. Sedan packas med fem överfarer med vibratorplatta om minst 400 kg. Växtjord A ska läggas ut innanför stödet utan att packas innan stödet tas upp.

I avsnitt DC (AMA 13) står det även tydligt hur själva utläggningen ska gå till. Före

utläggningen och eller packning ska både snö och is avlägsnas från ytan och att packning ska ske på ofruset material. Främmande material som under arbetsprocessen kommit in på överbyggnaden ska avlägsnas innan utläggning.

3.5.3 Kritik mot skelettjord

Många författare är inne på vikten av att utförandet sker på rätt sätt och att kunskapen kring både material och utförande är A och O. Jordblandningen ska innehålla rätt mängd ler och mull för att kunna vara närings- och fukthållande (Trafikkontoret 2009). Det bärande skelettet måste packas ordentligt för att det i efterhand inte ska ske sättningar och kompaktion av växtjorden (Pettersson 2007).

Pettersson (2006) beskriver också den bristande kunskapen hos många utförare och beställare som negativt för anläggandet av skelettjord. Även att en bristande dokumentation av hur anläggandet gått till, vilket gör det svårt att kontrollera om det är utfört på ett korrekt sätt i efterhand.

Även näringsbrist förekommer som kritik mot träd i urban miljö då den hårdgjorda ytbeläggningen (Stål 2006), även om skelettjorden bidrar med gasutbyte i jorden och större tillförsel av vatten, så kan näringsbrist uppstå ifall att det är en tät ytbeläggning ovan på skelettjorden.

3.6 Jordvolym för träd

Slagstedt, et. al (2015) skriver att lite grovt sagt så behöver ett träd 15 kubikmeter växtjord. I Trafikkontorets (2009) text skriver författarna att en växtbädd för träd bör ha ett djup om 800-1000mm. Så för att få till en växtbädd om 15 kubikmeter och ett djup 1 meter behöver alltså växtbädden ha måtten 7,5m gånger 7,5m.

Trowbridge och Bassuk (2004) menar att ”*2 cubic feet of soil per square foot of crown projection*” är så mycket jord som ett träd behöver. Det vill säga ett 2 till 1 förhållande. Översatt till meter blir det 2 kubikmeter jord per kvadratmeter kronstorlek. De beskriver kronstorleken som den yta kronan projicerar under trädets dropzon, det vill säga trädkronans area. Ifall ett träd har en kronstorlek om 8 m², då ska den ha tillgång till 16 m³ jord. De vill dock poängtera att det alltid varierar mellan träddarter, trädensstorlek och den tänkta platsens förutsättningar. Samt att detta kan vara överskattat för de områden där det normalt sett regnar mer men fungerar på torrare platser.

3.6.1 Kompaktioner

Trowbridgs & Bassuk (2004) skriver att när större aggregat av kombinerade partiklar bildas, skapar de i sin tur stora porer, kallade makroporer. Makroporer är väsentliga för luft och vattendränering. När makroporererna är sammankopplade med varandra kan överflödigt vatten rinna bort med hjälp av gravitationen. Efter att vattnet runnit bort följer luft dess väg och fyller ut. Det vill säga jord som har dålig dränering har också dålig andningsförmåga och vice versa. Det finns även mycket mindre porer kallade mikroporer. Dessa porer är bra på att hålla kvar vattnet i jorden på grund av kohesion och adhesion. Kohesion är kraften som drar vatten till sig och adhesion är kraften som vidhäftar vatten till en yta.

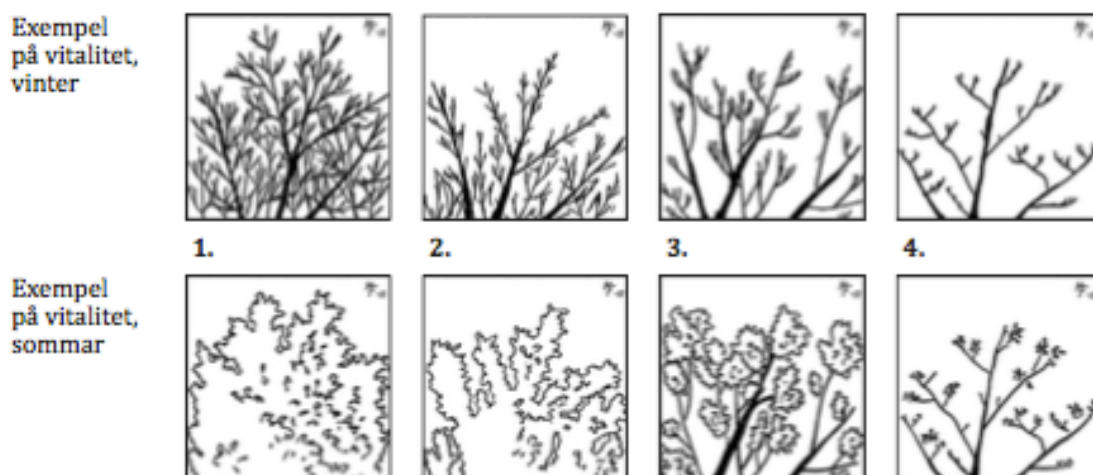
För att bygga i stadsmiljö används nödvändigtvis tunga maskiner, att få saker till platsen, lasta av och på material säger Trowbridgs & Bassuk (2004). Författarna fortsätter med att säga att

marken under den körda ytan blir kompakterad. Jordens struktur blir förstörd, och porerna slås samman. Resultatet av detta blir två direkta konsekvenser för det träd som eventuellt ska planteras. För det första så förstörs markstrukturen och de sammankopplade makroporerna pressas ihop begränsar det vattenavrinningen och den efterföljande luften. Det andra som händer är att när makroporerna krossas är att jorden blir så pass tät att en fysiskt barriär bildas och rotpenetration är inte länge möjligt vilket även försvårar gasutbytet trädens rötter behöver.

Rolf (1991) skriver att vägsalt som sprids på väg- och gångbanor för halkbekämpning kan orsaka skador på träd. Då höga salter i jorden minskar det tillgängliga vattnet för rötterna genom kemisk torka. Kloridjonerna från saltet kan plockas upp av trädrötterna och i trädet läggas samman till en giftig nivå som sedan resulterar i bladnekros. Natrium från vägsaltet kan ha en skadlig verkan på jordens struktur, då den minskar aggregeringsförmågan i jorden vilket leder jordpackning. Alm (2005) fyller i med att beskriva att dessa problem för skelettjordar inte påverkar dem negativt men att det är tänkbart att vid anläggningar vid större vägar och högre hastighetsbegränsningar än 50 km/h att salthalten kan vara skadliga för träden men att fler utredningar behövs i ämnet.

3.7 Vitalitet

Vitalitet betyder livskraft och beskriver alltså hur pass välmående ett träd är (SS 2014). I Standard för trädinventering menar Östberg m.fl. (2015) att det saknas en standard för aktörer i branschen att luta sig mot vad gäller bedömning av trädinventering och därmed även vitalitetsbedömning utav träd. Därför har de upprättat detta verk som ska tänkas användas av beställare, förvaltningar och utförare, ligga till grund för en nationell träd databas som ska kunna underlätta kommunikation aktörerna emellan vad gäller trädvårdfrågor och trädinventering. Sedan publikationen av Standard för trädinventerings första utgåva 2012 har den tills andra utgåvan laddats ner av mer än 750 olika organisationer 1200 gånger, vilket de menar tyder på att behovet av en standardisering finns och att standarden sprider sig. Författarna skriver i sin standard att vitaliteten anges vid en visuell bedömning av trädkronan och ges betygen 1-4 där det lägsta, 1 bedöms som god vitalitet och 4 som mycket dålig vitalitet, se figur 2. Denna bedömning har de i sin tur hämtat från ett tyskt exempel.



Figur 2: Exempel på vitalitetsbedömning, ur Standard för trädinventering, Illustratör Hanna Fors. Tillstånd till publicering har erhållits.

Tabell 2: Tabellen förtydligar vitalitetsbedömningen, ur Standard för trädinventering.

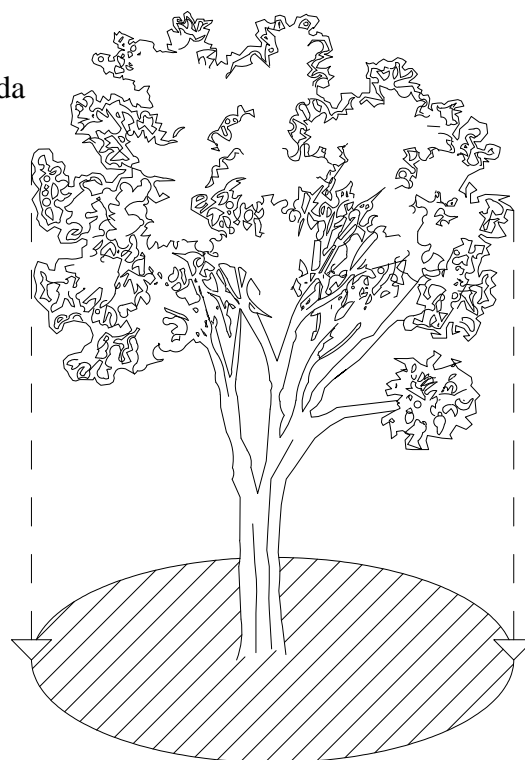
Anges som	Benämningar	Förklaring
1	God vitalitet.	Trädet kan ha skador, men tillväxten och övervallningen är ändå god. Tät krona med god skotttillväxt. Kronans ljusgenomsläpplighet: 0-10%
2	Måttlig vitalitet	Något begränsad tillväxt. Vitalitet 1-träd kan tidvis vara i denna vitalitetsnivå på grund av bland annat torka. Kronans ljusgenomsläpplighet: 11-25%
3	Dålig vitalitet	Trädet har en dålig vitalitet med mycket begränsad chans till återhämtning utan genomgripande insatser. Kronans ljusgenomsläpplighet: 26-60%
4	Mycket dålig vitalitet	Trädet är i mycket dåligt skick. Kronans ljusgenomsläpplighet: 61-99%

I tabellen ovan förtydligar författarna vad som krävs för att klassa ett träd under respektive vitalitetsvärde. Tillexempel för att leva upp till god vitalitet och klassas med värdet 1 krävs det att tillväxten är god och att trädkronan är tät med god skotttillväxt.

Att kunna värdera ett trädets vitalitet är av största vikt för att kunna försvara trädets betydelse i stadsmiljön rent ekonomiskt skriver Östberg, Sjögren och Kristoffersson i sin rapport (2013). De menar att i dagsläget finns flertalet olika värderingsmodeller för träd i urbanmiljö. Detta problematiserar en rättslig prövning om något skulle hända de befintliga träden under antingen byggprocessen eller att privatpersoner skulle ha skadat dem. Eftersom att flertalet värderingsmodeller kan ha använts tidigare eller en värderingsmodell som inte används längre. Därför skapade författarna en modell att kunna använda sig av för ekonomisk beräkning av ersättningsvärde på nationell nivå.

3.8 Leaf area index.

Trowbridge & Bassuk (2004) beskriver Leaf area index, förkortat LAI, att det är förhållandet mellan trädets totala bladmassa fördelat på trädets droppzon. Droppzonen är trädkronans area projicerad på marken. De säger också att det är viktigt att skilja träd åt. Till exempel så har träd som *Tilia* en väldigt tät krona normalt medans en *Gleditsia* är glesare normalt.



Figur 3: Figur över trädets droppzon. Bild ritad av Mattias Hallgren

4. Resultat

I fallstudien har jag tittat på ett par olika parametrar mellan träd som är planterade dels i skelettjord och dels i traditionella växtbäddar. Data är insamlad av Ann-Mari Fransson och Frida Andreasson inom ramarna för ett Vinnovaprojekt, se bilaga 1. Därifrån har jag sammanställt ett dokument för de punkter som jag har använt mig av, se beskrivning under Material 2.2 alternativt bilaga 2.

Ett förtydligande till figurerna och den löpande texten nedan är att för varje träd och plats är det ett medelvärde för träden på den ytan som gäller. Det vill säga att när det står *Quercus* i Göteborg och en angiven siffra, till exempel för vitalitet, så anger den siffran medelvärdet för *Quercus* på Mölndalsvägen.

4.1 Stamtillväxt

Vid jämförelse av stamtillväxten mellan träden har den totala stamtillväxten delats på trädets ålder och på så sätt fått ut en genomsnittlig stamtillväxt per år.

Göteborg

Vid granskning av *Prunus 'Sunset Boulevard'* i Göteborg ser man tydligt att de träd som fått stå i en skelettjord har vuxit mer än de som fått stå i en vanlig planteringsyta. Två av de fyra mätningarna, Skånegatan 9 samt Skånegatan 31-39 har vuxit betydligt mer än de på Mässgatan. Här är alla träd ungefär lika gamla, 2004 planterades samtliga utom de på Skånegatan 31-39. Se figur 3.

Gällande *Quercus* i Göteborg ser man att de klarat sig betydligt bättre utan skelettjorden och haft en tillväxt runt 3,7cm jämfört med de i skelettjorden som knappt vuxit 2,5cm.

Sundsvall

Bland *Tilia* i Sundsvall visar det sig att de som är planterade i vanliga växtbäddar haft den största stamtillväxten.

Helsingborg

De beskurna *Tilia* i Helsingborg tillhör de träd i undersökningen som vuxit minst av alla. Av de fyra olika mätningarna här har en traditionell växtbädd visat sig vara bäst och den enda platsen med skelettjord är näst bäst.

Vad gäller *Ginkgo* i Helsingborg har de i skelettjorden klarat sig betydligt bättre än de andra. De i skelettjorden har en stamtillväxt om 3,3cm per år jämfört med de i den traditionella som inte ens har 1cm i stamtillväxt per år. Trots att *Ginkgo* i skelettjord planterades åtta år efter den i vanlig planteringsjord så har den redan nu vuxit ikapp vad gäller stamomfånget.

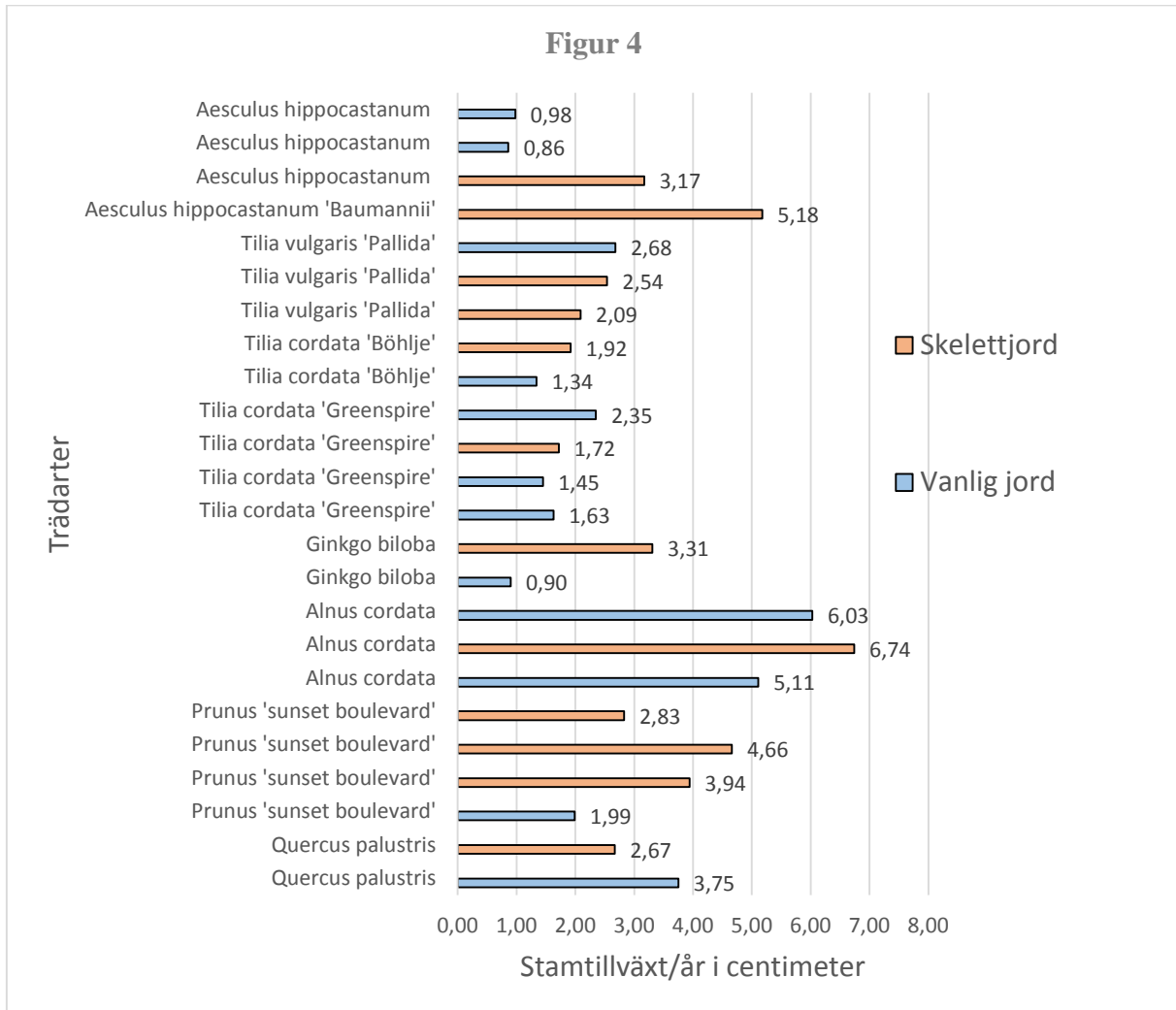
Malmö

De italienska alarna, *Alnus cordata*, i Malmö har alla haft en god tillväxt, där alla haft en stamtillväxt om över 5cm per år. De som haft bäst stamtillväxt är de som står i skelettjord som vuxit runt 6,7cm per år.

Stockholm

Stamtillväxten för *Aesculus* i Stockholm visar sig att de i skelettjord har den bästa tillväxten per år med mer än 3cm per år i stamtillväxt.

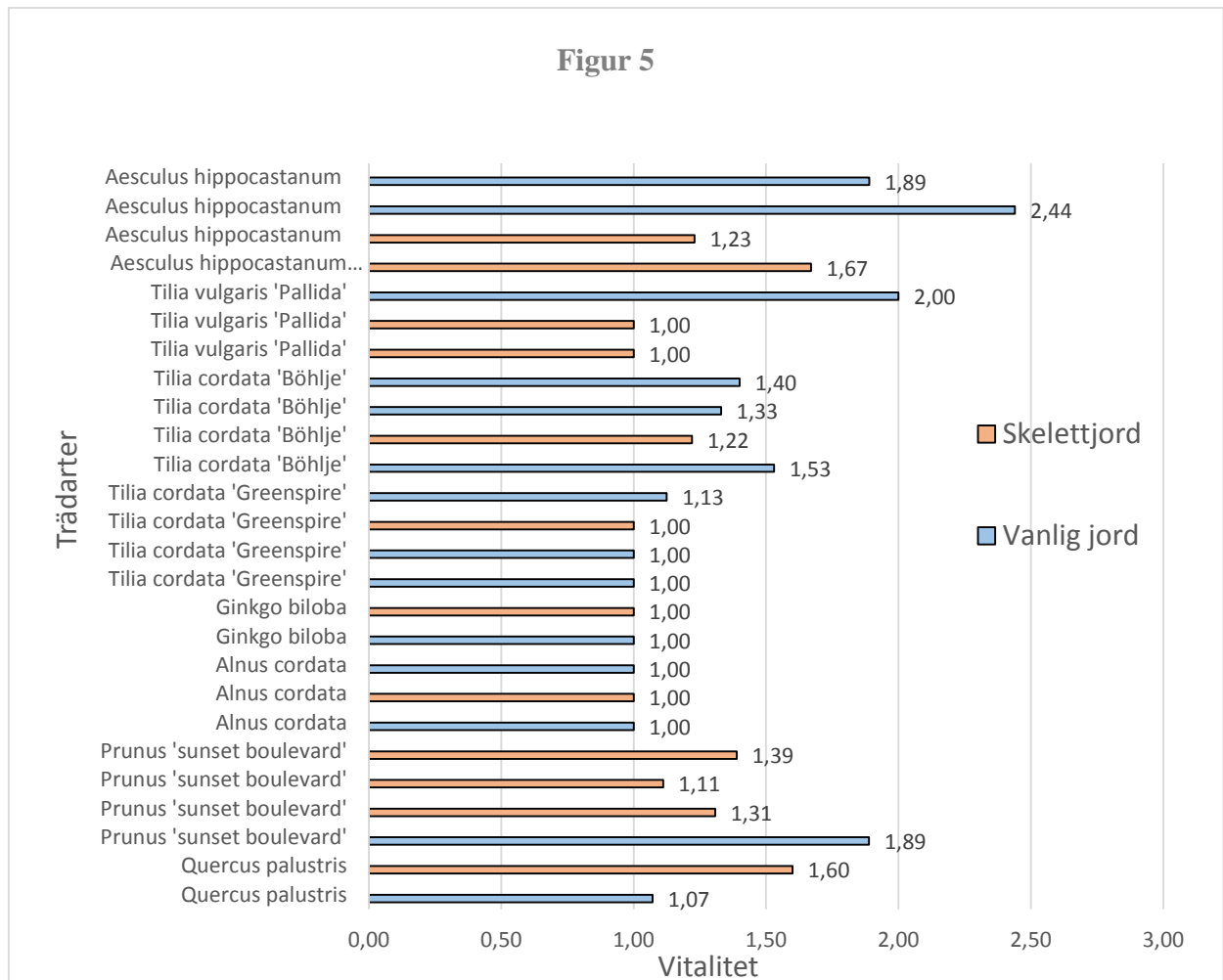
Parklindarna, *Tilia vulgaris 'Pallida'* i Stockholm har de utan skelettjord en marginellt större tillväxt än de med tillgång på skelettjord.



Figur 4: Diagram över den genomsnittliga stamtillväxten per år.

4.2 Vitalitet

I figur 4 ser man att de träd som har tillgång till skelettjord har 10 träd en vitalitet under 1,5 och endast två stycken har över 1,5 i vitalitet. Hos träden i de vanliga växtbäddarna är det fler som har sämre vitalitet, fem stycken är över 1,5 i vitalitetsbetyg varav två av dem har 2 eller mer. Resterande nio är under 1,5 i vitalitet. Se figur 4 nedan.

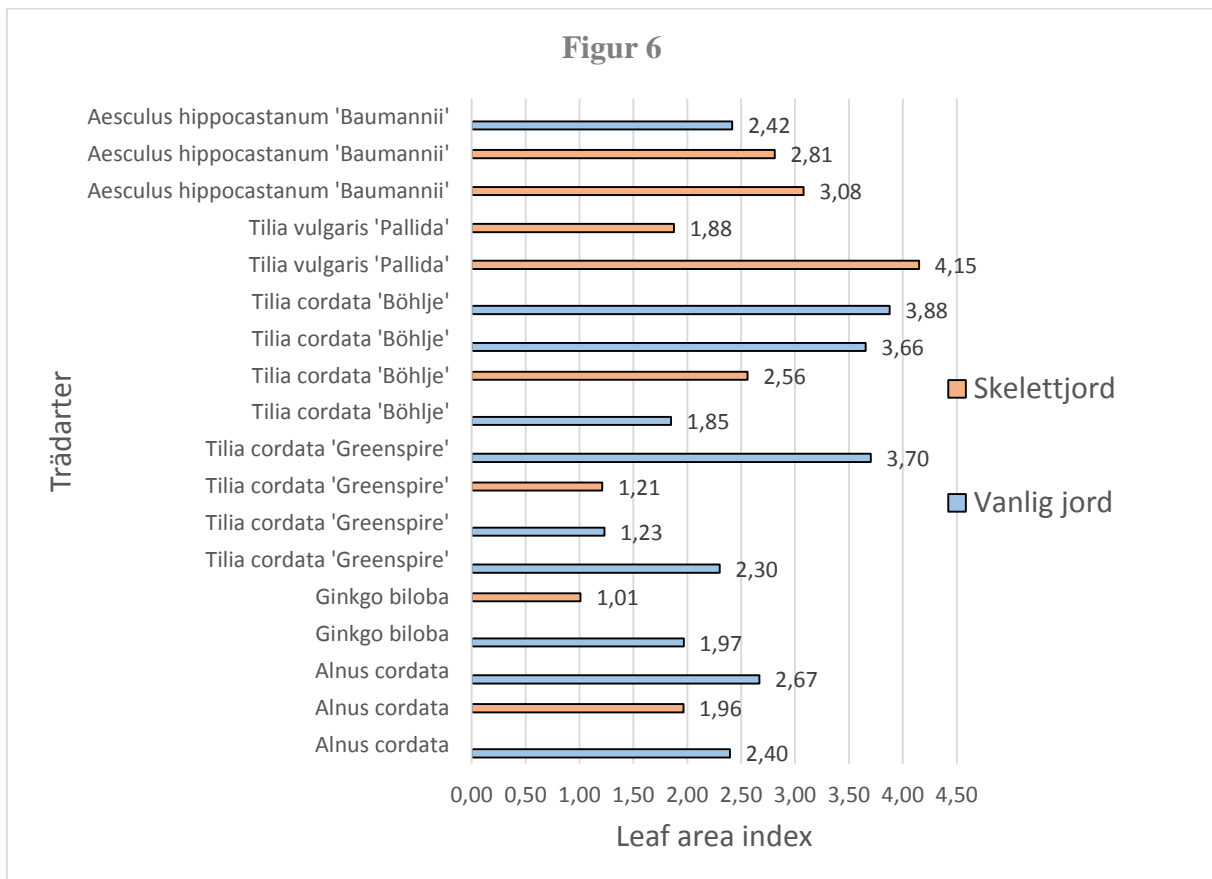


Figur 5: Diagram över vitalitet för de undersökta träden. Staplarna visar trädets vitalitet enligt Östbergs "Standard för trädinventering i urban miljö"

4.3 Leaf area index (LAI)

I ett personligt meddelande från Fransson¹ berättar hon hur LAI i hennes undersökning har mätts med en mätare som heter CI-110 Plant Canopy Imager. Metoden går ut på att en kamera med en fish eye lince, välvd lins, tar bilder upp i trädkronan underifrån. De tog fyra stycken bilder vid varje träd och tog ut trädets medelvärde. Det sammanlagda medelvärdet för varje plats är det som sedan använts som underlag i denna rapport. Det vill säga på till exempel Swedenborgsgatan 2-12 i Stockholm har de mätt de 15 träden där och deras medelvärde för LAI är det som redovisas i den insamlade data, se Bilaga 1.

Träden för Göteborg *Prunus* och *Quercus* har utgått från denna sammanställning då värden för Leaf area index, LAI, inte mätts vid sammanställandet av data, se Bilaga 1. Även värdena för *Tilia* på Blekingegatan saknas, det vill säga de som inte har tillgång till skelettjord, vilket gör att *Tilia* från Stockholm utgår från denna sammanställning. Värdena för *Aesculus* på Swedenborgsgatan 15-17, Stockholm saknas. Det som går att se på de som är kvar är att samtliga träd som har tillgång till skelettjord har lägst eller näst lägst LAI-värde jämfört med samma art i samma stad som har vanlig växtbädd. Undantaget är *Aesculus* i Stockholm där båda områdena med tillgång på skelettjord har bättre värden än den som inte har det. Se figur 6 nedan.



Figur 6: Diagram över LAI för träden där värden uppmäts.

¹ Ann-Mari Fransson, Universitetslektor SLU. Mejlkonversation 18 december 2015

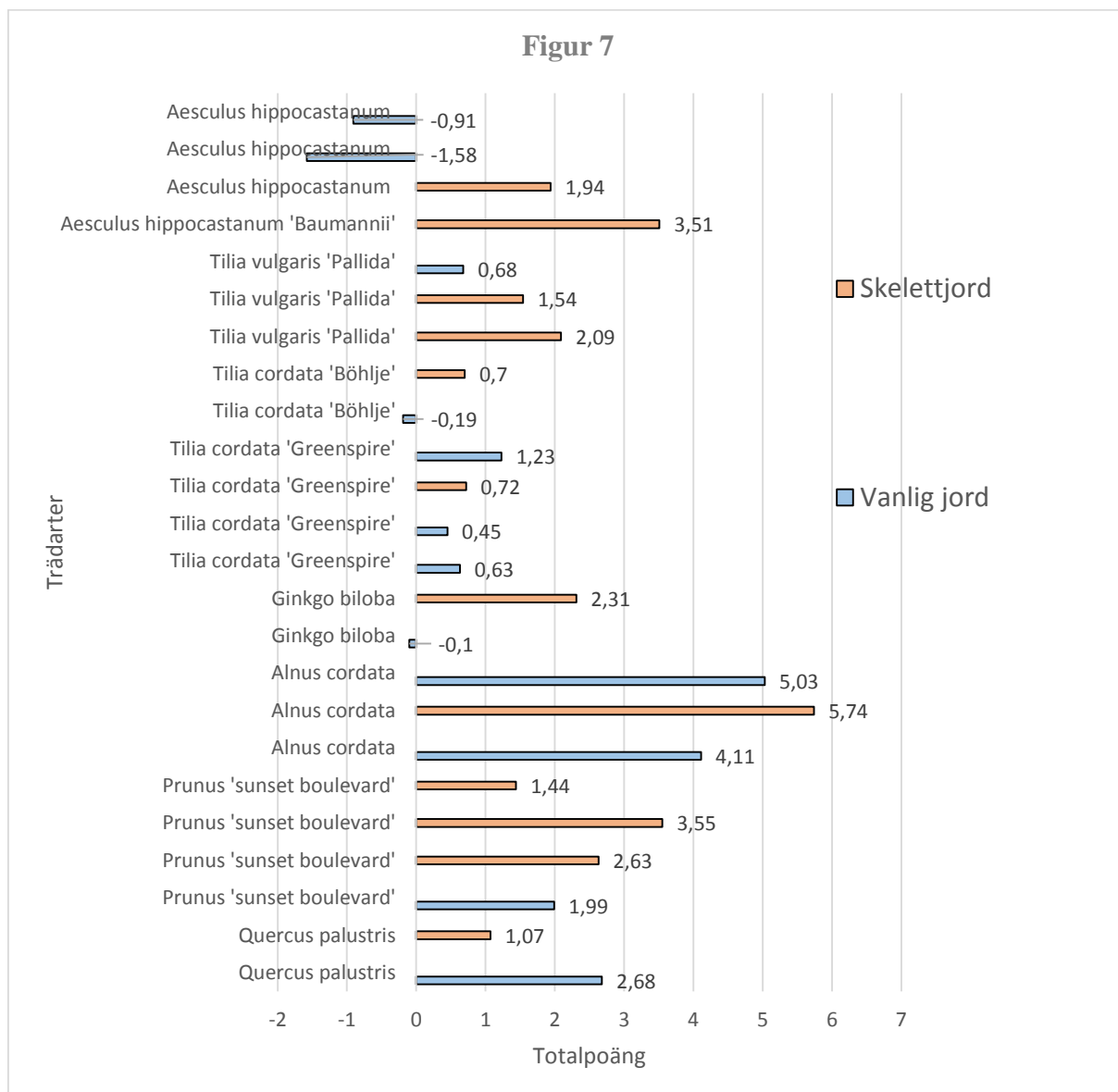
4.4 Sammanställningstabell.

Vid en sammanslagning av de olika värdena, så som stamtillväxt och vitalitet markerades de inom arterna och staden som hade det bästa värdena. Sedan räknades en totalsumma ihop för varje art och plats, för att se vilket som fick ”högst poäng”. För att kunna göra det subtraherades vitaliteten från stamtillväxten per år för att få fram totalpoängen. Vitaliteten subtraherades därför att den går på en skala från 1 till 4, där fyra är det sämsta värdet och ett är det bästa värdet (Östberg 2015). Se tabell 3 och figur 7 nedan.

Tabell 3: Sammanställningstabell som ger en översikt och visar hur totalpoängen har räknats fram.

Trädart	Stad	Skelettjord	Ytbeläggning	Runt tråden	Stamtillväxt/år (cm)	Vitalitet (-1 till -4)	Totalpoäng
Quercus palustris	Göteborg	Nej	asfalt	jord	3,75	-1,07	2,68
Quercus palustris	Göteborg	Ja	betong	grus	2,67	-1,60	1,07
Prunus 'Sunset Boulevard'	Göteborg	Nej	asfalt	gräs	1,99	-1,89	0,10
Prunus 'Sunset Boulevard'	Göteborg	Ja	asfalt	jord	3,94	-1,31	2,63
Prunus 'Sunset Boulevard'	Göteborg	Ja	betong	grus	4,66	-1,11	3,55
Prunus 'Sunset Boulevard'	Göteborg	Ja	asfalt	jord	2,83	-1,39	1,44
Alnus cordata	Malmö	Nej	gräs	jord	5,11	-1,00	4,11
Alnus cordata	Malmö	Ja	sten	galler	6,74	-1,00	5,74
Alnus cordata	Malmö	Nej	betong	jord	6,03	-1,00	5,03
Ginkgo biloba	Helsingborg	Nej	gräs	flis	0,90	-1,00	-0,10
Ginkgo biloba	Helsingborg	Ja	sten	galler	3,31	-1,00	2,31
Tilia cordata 'Greenspire'	Helsingborg	Nej	betong	jord	1,63	-1,00	0,63
Tilia cordata 'Greenspire'	Helsingborg	Nej	betong	jord	1,45	-1,00	0,45
Tilia cordata 'Greenspire'	Helsingborg	Ja	sten	rabatt	1,72	-1,00	0,72
Tilia cordata 'Greenspire'	Helsingborg	Nej	sten	sten	2,35	-1,13	1,23
Tilia cordata 'Böhlje'	Sundsvall	Nej	betong	jord	1,34	-1,53	-0,19
Tilia cordata 'Böhlje'	Sundsvall	Ja	betong	jord	1,92	-1,22	0,70
Tilia cordata 'Böhlje'	Sundsvall	Nej	sten	sten		-1,33	-1,33
Tilia cordata 'Böhlje'	Sundsvall	Nej	betong	sten		-1,40	-1,40
Tilia vulgaris 'Pallida'	Stockholm	Ja	grus	grus	2,09	-1,00	1,09
Tilia vulgaris 'Pallida'	Stockholm	Ja	betong	grus	2,54	-1,00	1,54
Tilia vulgaris 'Pallida'	Stockholm	Nej	betong	jord	2,68	-2,00	0,68
Aesculus hippocastanum 'Baumannii'	Stockholm	Ja	betong	rabatt	5,18	-1,67	3,51
Aesculus hippocastanum	Stockholm	Ja	betong	galler	3,17	-1,23	1,94
Aesculus hippocastanum	Stockholm	Nej	betong	galler	0,86	-2,44	-1,58
Aesculus hippocastanum	Stockholm	Nej	betong	galler	0,98	-1,89	-0,91

Som synes i tabell 3 här ovan så är värdena för LAI inte med då nästan 1/3 av alla träd saknar värden för LAI.



Figur 7: Stapeldiagram över totalpoäng

Vid en jämförelse av totalpoäng mellan de träd med tillgång på skelettjord och de utan så är det sex arter som har högre poäng än sina artfränder i samma stad. *Tilia vulgaris 'Pallida'*, *Aesculus hippocastanum* både sorten '*Baumannii*' och den vanliga i Stockholm har de med skelettjord högre värden än de utan skelettjord. *Ginkgo biloba* med skelettjord i Helsingborg har bättre värden än de andra *Ginkgo* utan skelettjord. I Sundsvall har *Tilia cordata 'Böhlje'* med tillgång på skelettjord högsta värdena och även i Göteborg har *Prunus 'Sunset Boulevard'* med tillgång till skelettjord betydligt högre värden än den plats där det inte finns. I Malmö är det *Alnus cordata* med skelettjord som har bäst värde, även om det inte är lika stor skillnad som i övriga städer och övriga trädarter. På två platser är det dock inte skelettjorden som får de högsta värdena, I Göteborg för *Quercus palustris* har de ekar som inte har tillgång på skelettjord bättre vitalitet och större stamtillväxt. För *Tilia cordata 'Greenspire'* i Sundsvall kommer först de lindar med tillgång på skelettjord på tredjeplats jämfört med sina artfränder i staden, betydligt efter förstaplatsen.

Anläggning

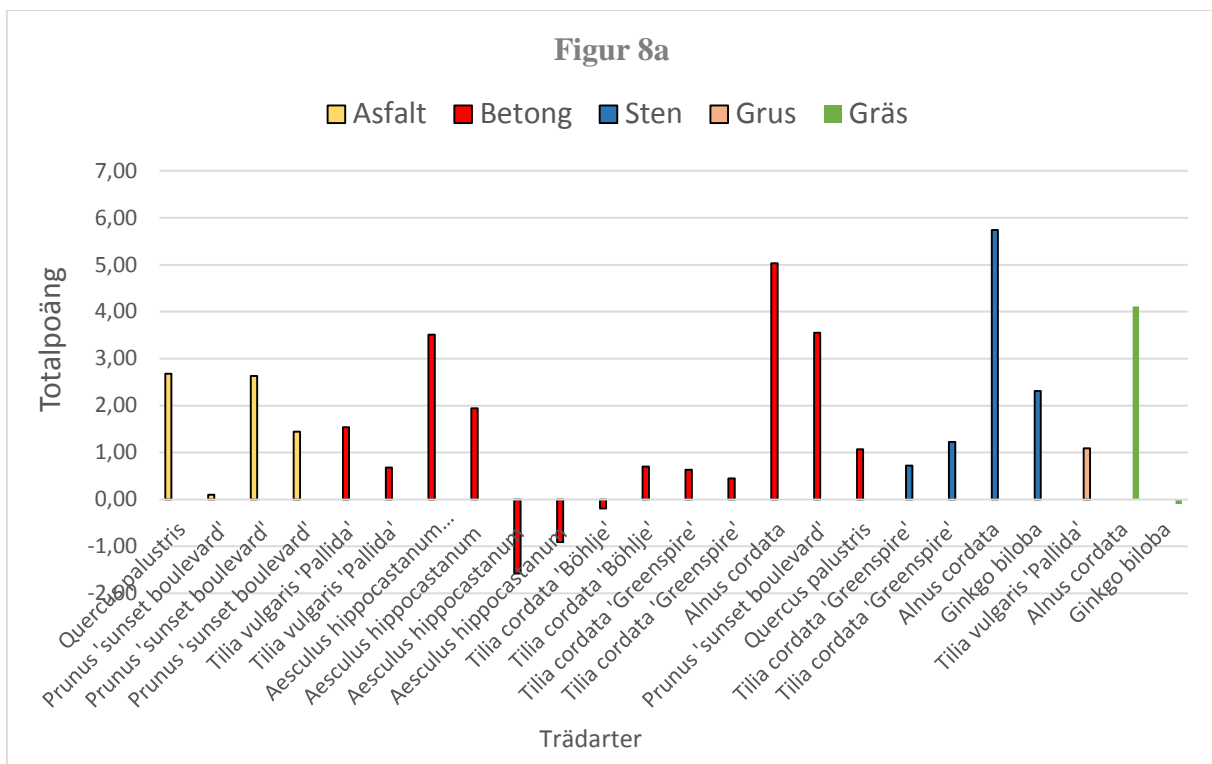
Det finns inget beskrivet om hur de olika växtbäddarna har anlagts. Data i bilaga 1 berättar endast om att det är skelettjord, men inte vilken metod som använts. Inte heller för de traditionella växtbäddarna framgår vilken växtbäddstyp enligt AMA som har använts. Inte heller hur stor planteringsgropen eller växtbädden är.

Skottillväxt

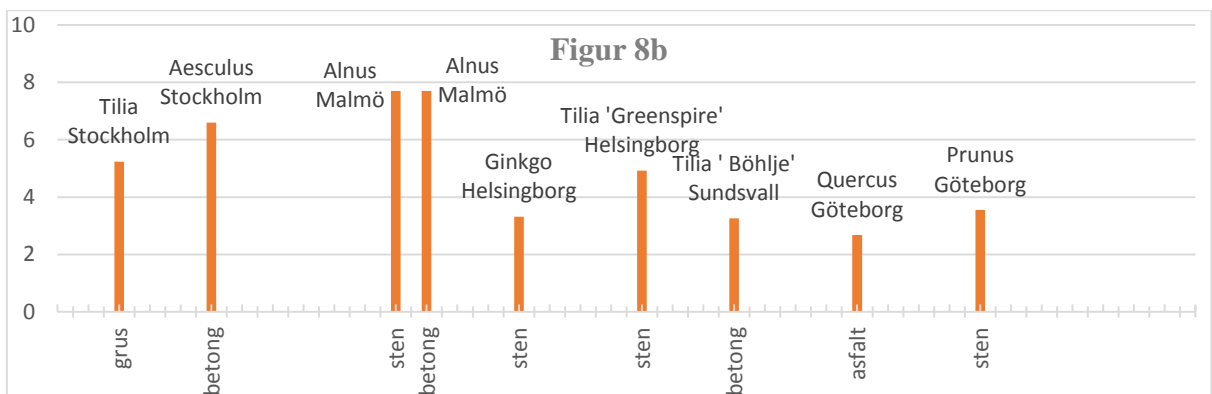
Saknas helt uppgifter om detta och tas därför inte upp.

Ytbeläggning

I denna undersökning kan man se i insamlade data, bilaga 1, att den vanligaste ytbeläggningen i trädens närmsta omgivning är betong, näst vanligast är stenbeläggning och vanligast är grus.



Figur 8a: Figuren visar en sammanställning av de olika ytbeläggningarna runt träden samt dess totalpoäng.



Figur 8b: Figuren visar de arter som fick högst totalpoäng i sin stad samt dess ytbeläggning.

5. Diskussion

5.1 Metoddiskussion

Valet av att göra en kvantitativ undersökning av statistiskt material var ganska enkelt då tillgång till insamlad data redan fanns. Problemet med detta har varit att många frågor har dykt upp efter hand, och att data samlats in redan 2013. Vissa av de data som skulle visa sig vara mest intressanta för mig har aldrig samlats in, saknas eller inte är kompletta. Vilket har gjort att det blivit svårt att dra generella och täckande slutsatser. Samt att en större del av källmaterialet borde varit insamlat i ett långt tidigare skede än vad det blev för att kunna precisera det bättre mot frågeställningen.

5.2 Litteratordiskussion

Litteraturstudien tycker jag visar ett par viktiga saker. För människors välbefinnande behövs grönska i våra allt tätare städer, de renar luften, fördröjer dagvatten, sänker temperatur och bullernivån. Vi vet vad träden ställer för krav för att de ska överleva i städerna. Så som näring, gasutbyte och plats etc.

I litteraturstudien framgår även skelettjordarnas utveckling från leca-gropar till det AMA föreskriver idag. Både av vad de ska vara uppbyggda samt hur de ska anläggas. Men det som inte besvaras är hur skelettjordarna står emot packningsskador till följd av halkbekämpning med salt vintertid. Som Rolf (1991) skriver blir salt från halkbekämpningen vintertid problem för jordstrukturen i växtbäddarna och sedermera även för träden i dem. Borde det bli samma problem även i skelettjordar om inte värre. Skelettet utgör en stor del av det rottillgängliga utrymmet och endast en 1/3 består av växtjord. Borde vägsalt bli allt värre för träden då vägsalt kan minska tillgängligt vatten och skada jordens struktur då den minskar aggregeringsförmågan vilket leder till jordpackning i den redan lilla jordmängden.

På bara några meter kan förutsättningarna för växtplatsen vara helt olika, detta gäller speciellt inom en stad. Som nämnts i litteraturstudien säger Sjöman et al. (2015) att det är viktigt att inte se den urbana miljön som en enhetlig växtplats. Att jämföra arternas medelvärde sinsemellan ger en översiktlig bild av hur läget är. Det som hade varit intressant och kunnat ge en kompletterande bild är att ha besökt var plats för sig, varje träd för sig. För att se hur det enskilda trädets ståndort egentligen är och om den är fördelaktig för trädet eller inte. Det hade kunnat visa till exempel att mer än hälften av träden med vanlig växtjord stått på en plats i en vindexponerad gata som dessutom haft begränsat med solljus medan de med skelettjord stått i söderläge och vindskyddat. I detta exempel hade viden snabbare torkat ut marken jämfört med en plats som står i vindskydd och då inte gett trädet lika mycket vatten. Samtidigt som de heller inte fått lika mycket sol som de andra stått i söderläge. De i söderläge hade eventuellt också kunnat gynnas av den urbana värmeeffekten med ett varmare mikroklimat som haft en mer homogen temperatur sett över dygnens alla timmar. Med kunskap om de olika platsernas ståndortsförhållanden hade det eventuellt kunnat bli säkrare resultat.

Även själva skelettjorden påverkar mikroklimatet. I forskningen som Bassuk et al (2005) nämner så letar sig trädets rötter mer neråt i skelettjord för att undvika de varierande temperaturskillnaderna vid ytan. En vanlig växtjord har mer varierande temperatur och kyls snabbare ner än en jord med större fraktion sten som kan hålla värmen längre. Något som även gör att man kan gå ner i växtzon vid användandet av skelettjord.

Kostnaden för anläggandet av skelettjord är något som jag sökt men inte fått svar på i detalj. Det som kan sägas är att anläggning av skelettjord är betydligt dyrare än vanliga växtbäddar eftersom att det är fler moment än att bara schakta lägga ut växtjord och plantera.

5.2.1 Litteraturstudien – osäkerhet och begränsningar

I litteraturstudien studerades olika typer av källmaterial, allt från vetenskapliga artiklar och rapporter till myndigheter och tjänsters manualer, men även vissa intresseorganisationer samt tidningspublikationer. Då dessa typer av källmaterial inte genomgår samma vetenskapliga granskning innan det går till tryck har jag haft det i åtanke. Vid användandet av de källor där upphovsmannen kan tänka ha ett syfte för att framhäva sin specifika åsikt med sin artikel eller verk har detta tagit i åtanke och endast använt material från de källorna som själva kunnat styrkas av andra källor.

Ofta påpekas i källmaterialet det positiva med lösningar som skelettjordar, men få eller inga negativa konsekvenser med dem. Vilket säljer in idén om skelettjorden som frälsaren på marknaden samtidigt som vi vet att det ändå kan bli problem och inte alls lyckade resultat. Något som oftast förklaras som att anläggningen inte gjorts på rätt sätt (Pettersson 2006). Pettersson säger även att dokumentation av hur anläggningen gått till och kunskapen om hur den bör gå till är varierande och i flera fall bristande. Något som tyvärr även drabbar denna fallstudie då redogörelse kring hur anläggningen är gjord inte framgår i underlaget.

5.3 Resultatdiskussion

Jag tycker att resultatet i studien visar att träd klarar sig väl i skelettjord, men att det nödvändigtvis inte behövs på var plats men att det förmodligen inte orsakar större problem för träden än en traditionell växtbädd. Nedan följer rubrik för rubrik från resultatdelen.

Stamtillväxt

Vad gäller resultatet av stamtillväxten, bör man inte fastna på de stora skillnaderna för *Aesculus* i Stockholm då de med sämre årstillväxt planterades redan 1935 och är därmed 78 år gamla. Medan de med tillgång på skelettjord planterades 2003 och 2004 och vid insamlandet av data var nio respektive tio år. Med det sagt har de förmodligen stannat av i sin tillväxt antingen för att de nått sin potential eller för att de begränsas av växtbädden, de erbjuds inte den mängd jord som krävs för en hästkastanj. Jordvolym eller växtbäddsstorlek framgår inte i data. En annan fråga som inte tas upp i datainsamlingen är hur vida de är drabbade av sjukdom, och om sjukdomen har påverkat deras vitalitetsbetyg, läs mer angående detta under punkten för LAI här under.

Bland lindarna i Sundsvall saknas uppgifter om ålder för två platser, Busstorget och Sjögatan, och därför är figur 4 något missvisande. I ursprungsdata, se bilaga 1 alternativt bilaga 2, framgår dock att lindarna på busstorget haft en stamtillväxt om 68 cm. Men då ingen information om ålder finns går det inte att jämföra de mot övriga i Sundsvall och inte heller då mot de i skelettjord.

Vitalitet

Figur 5 tycker jag visar tydligt att träden i skelettjord har bättre vitalitet än de träd som inte har skelettjord. 10 av träden med skelettjord har under 1,5 i vitalitetsbetyg varav 5 av de har 1, endast två är över 1,5. Medan i de vanliga växtbäddarna har fem platser 1 i vitalitetsbetyg övriga har högre. Fem platser har över 1,5. Två av dem är över 2 i vitalitet och ytterligare två stycken inte är långt ifrån med sina 1,89 i betyg.

Med det sagt visar figur 5 sitt tydliga språk, de träd med tillgång på skelettjord har en bättre vitalitet än de utan. Samtidigt ska det nämnas att ett vitalitetsbetyg om 2 i Östberg et al (2015) vitalitetsbedömning inte är katastrof, utan att träden bara har en något begränsad tillväxt och att träd tillfälligt kan befinna sig i detta betyg på grund av bland annat torka. I den insamlade data som funnits tillgängligt redogörs inte om det varit en vanlig sommar med både nederbörd och sol eller om den varit ovanligt torr. Kanske var det en ovanligt torr sommar då som gör denna mätning missvisande i den bemärkelsen att vissa träd fått sämre vitalitetsbetyg. Oavsett om så varit fallet så borde den i så fall torra sommaren även ha drabbat övriga träd, något som de med tillhörande skelettjord verkar ha klarat sig ifrån.

LAI

Många saknar värden för LAI i datainsamlingen, *Tilia* i Stockholm har utgått helt då det inte finns någon representant för de träd som står i vanlig växtbädd. *Aesculus* i Stockholm enbart har en representant av två möjliga för de i vanlig växtbädd, träden från Göteborg har utgått helt. Det hade varit mycket intressant att få se deras värden och om de hade vänt på resultatet. Nu visar ju att den största lövmassan finns hos de träd som står i vanliga växtjordar förutom hos hästkastanjerna i Stockholm som har en knapp seger över sina artfränder.

Som tidigare nämnt hade det varit intressant att veta om sjukdomar har påverkat mätningarna, inte bara då för vitaliteten utan även för LAI. Till exempel kastanjeblödarsjukan. Kan *Aesculus* i Stockholm ha varit drabbade av detta? Med sina delvis eller helt torkade blad påverkat LAI-mätningen med den välvda kamerallinsen, genom att kameran inte uppfattar de torkade bladen som blad. Hade det kunnat förklara de varför de båda *Aesculus* också har sämre vitalitet än de yngre *Aesculus* som även har tillgång på skelettjord?

Sammanlagningstabell

Sammanlagningstabellen är ett försök att sammanställa olika värden för att få fram en så kallad totalpoäng som skulle visa vilka av arterna som mår bäst. Jämförelse mellan arterna är inte att föredra då olika arter växer olika snabbt och har olika LAI-värden. Kanske inte en särskilt bra metod att använda sig av, då den kan ljuga något om man stirrar sig blind på resultatet och inte själva värdena. Till exempel är i de flesta fall de träd som haft de hösta genomsnittet för stamtillväxt per år som även har den högsta totalpoängen. Undantaget är *Alnus cordata* i Malmö där de träd som haft högst stamtillväxt per år delar förstaplatsen med de träd som haft de högsta LAI-värdet, se tabell 3. Även *Tilia* i Stockholm är ett undantag i denna tabell då lindarna från Blekingegatan haft den hösta tillväxten per år, men saknar värden för LAI och kan därför inte konkurrera om en hög totalpoäng.

Anläggning

Både trafikkontoret (2009) och Pettersson (2007) påpekar vikten av att anläggningen av skelettjord utförs på ett korrekt sätt är det viktigaste för att nå ett lyckat resultat, samt att skelettjorden består av de delar den ska göra. Att använda sig av rätt skelettjord på rätt plats är också av yttersta vikt skriver Pettersson (2007). Hur anläggningarna på de olika platserna är gjorda framgår inte i den insamlade datamängden, inte heller vilken typ av skelettjord det är.

Till exempel finns två platser i denna undersökning där träden planterades så tidigt som 1992 och 1997, båda med tillgång till skelettjord. 1992 planterades *Tilia cordata* 'Greenspire' i Helsingborg och 1997 *Tilia cordata* 'Böhlje' i Sundsvall. Frågan är dels om de två platserna planterades samtidigt som skelettjorden anlades eller om skelettjorden tillkommit i efterhand. Dels om nu skelettjorden anlades redan 1992 respektive 1997 om de anlagts med till exempel lecacropen som modell eller någon annan typ. Det hade också varit intressant för mig att kunna besöka alla platser för att se om eventuella sättningar i resultat av rotresning skett kring planteringarna. Då hade eventuella kopplingar kunnat föras till temperaturen i marken, då Bassuk (2005) skriver att trädrötter letar sig längre ner i CU-structural soil för att undvika de växlande temperaturerna kring markytan.

Inte bara själva anläggningssättet hade varit intressant att veta utan även hur stor själva jordvolymen träden har tillgång till är. Som nämns under punkten 3.6 *Jordvolym för träd* är flera författare inne på att ge rikligt med växtjord till träden. Slagstedt, et. al (2015) säger att grovt bör man räkna med 15k³m för ett träd. Trafikkontoret (2009) menar att en växtbädd ska ha ett djup runt 800-1000mm. Trowbridge och Bassuk (2004) säger att man kan räkna ut hur stor jordvolym ett träd behöver utifrån att veta trädets kronstorlek genom modellen 2 kubik jord per varje kvadratmeter av kronprojektion. Vid en titt på hästkastanjerna i Stockholm där den största har en krondiameter om 9meter i diameter och alltså en kornprojektion eller kronarea om 63m² bör den enligt Trowbridge och Bassuks modell ha tillgång till 126m³ jord, om staden har följt trafikkontorets riktlinjer om cirka 1meters djup i växtbädden bör den alltså vara 63x63 meter. Något som känns omöjligt på Blekingegatan där det står, om de inte står i direkt anslutning till den lilla parken Blekingetäppan, vilket majoriteten av Blekingegatans träd inte gör.

Skottillväxt

Skottillväxt finns med som rubrik i data, se bilaga 2, men tyvärr inte några ifyllda värden av den, vilket hade kunnat styrka vitalitetsbedömningen enligt Östbergs et al (2015) modell.

Ytbeläggning

Spelar ytbeläggningen någon roll? Det hade varit intressant med fler representanter för varje ytbeläggning då det hade gett ett säkrare svar och indikation på vad som är bättre eller sämre. Nu representerar grus endast en plats och gräs för två platser. *Ginkgo* i Helsingborg och *Alnus* i Malmö har gräs i ytbeläggningen. Jag bedömer att både grus och gräs skulle ge träden bättre värden vad både gäller vitalitet, tillväxt och LAI, då tillgängligheten för gasutbyte är bättre vid gräs än hård ytbeläggning. Men faktum är att de båda med gräs i ytbeläggningen har sämre värden än de andra av samma art men som har hårdgjord ytbeläggning. Endast *Tilia* i Stockholm som har grus i ytbeläggningen är har bättre värden än sina artfränder i staden, se figur 8b.

5.3.1 Fallstudien – osäkerhet och begränsningar

Som tidigare nämnts under detta kapitel saknas ett par olika uppgifter i dataunderlaget som får negativa konsekvenser på resultatet av fallstudien som gör det svårt att dra generella och allomfattande slutsatser. En annan begränsning har varit den avgränsning som gjordes från bilaga 1. Vilket gjorde att stor del av den insamlade data inte kunde användas och det som granskades var till viss del litet. Detta var dock nödvändigt då jag enbart var intresserad av att jämföra trädarter som fanns representerade av båda typer av växtbäddar inom samma stad för att få så lika villkor som möjligt.

Att inte heller kunnat besöka platserna för intryck eller kunna komplettera med data som saknats har också varit en begränsning. Finns det intilliggande gräsmattor till platserna dit trädrötter kan leta sig utan att de syns vid kartrekognosering? Ett besök på varje plats hade kunnat besvara det samt tillföra uppgifter som hur vindförhållande, sol och skugga, uppgifter som är viktiga för att definiera växtplatsen i staden. Som Sjöman et al (2015) beskriver att de skiljer sig från en plats till en annan bara några meter bort.

5.4 Sammanfattning & Slutsats

Vid en jämförelse mellan de fyra primära rubrikerna, Stamtillväxt, Vitalitet, LAI och totalvärde från resultatdelen så säger det följande att;

- Fler träd har bättre stamtillväxt vid tillgång till skelettjord.
- Fler träd har bättre vitalitet vid tillgång till skelettjord.
- Fler träd har bättre LAI i vanlig växtbädd än de med skelettjord.
- Fler träd har bättre ”totalvärde” med tillgång till skelettjord.

Det tyder på att träden med tillgång på skelettjord mår bättre än de som saknar tillgång på skelettjord. Dock finns det representanter av både traditionella växtbäddar och skelettjordar som säger motsatsen i resultatet men inte är i majoritet. Men att föreskriva dem för varje plats tycks onödigt om så platsen för det tilltänkta trädet befinner sig så att risk för jordkompaktion inte är tänkbar. Men att skelettjorden skulle orsaka större problem för stadsträden än en vanlig växtbädd ser jag inte som en möjlighet.

5.4.1 Vidare forskning

Denna uppsats har börjat skrapa på ytan av hur träd i skelettjord mår efter 20 års användning. Många av de träd med skelettjord i denna undersökning är relativt unga, omkring 10 år eller yngre. Hur är det egentligen med näring i skelettjordar som är äldre? Hur kan vi främja gasutbytet i marken och se till att ny näring kommer till då ytbeläggningen är hårdgjord? Denna undersökning visar till stor del en generalisering där stora mängder data från träd räknats ihop och på så sätt gett en bild av hur läget är. Att ta vidare forskning här ifrån kan vara att göra en mer riktad och kvalitativ undersökning istället för en kvantitativ. Då utgå från vetenskapen om att städer inte är en homogen växtplats och på så sätt välja trädarter som har så lika ståndorter som möjligt för att kunna jämföra skelettjordens för och nackdelar.

Något som hade varit intressant är att se hur pass mycket dyrare det egentligen är att anlägga en skelettjord mot en vanlig växtbädd. I sin tur jämföra hur pass ofta träd i de båda byts ut. Hade det kunnat visa att träd i skelettjord är kostnadseffektiva på långsikt? Hur pass mycket påverkar vägsaltet från halkbekämpningen våra skelettjordar?

6. Källförteckning

Alm, H. (2005) *Skelettjord- att hantera trafikdagvatten i stadsmiljö*. Rapport 2005 – 24. Stockholm: Stockholm Vatten AB

AMA 13. (2014) svensk byggtjänst *AMA Anläggning 13* <http://ama.byggtjanst.se/visa-kod/anlaggning-13/dcl.13/vaxtbadd-typ-skelettjord#query=skelettjord> [2015-11-30]

Ashman, M R. & Puri, G. (2002). *Essential soil science*. Storbritannien: Blackwell Science

Bassuk, N. Grabosky, J. Trowbridge, P. (2005) *Using CU-Structural Soil™ in the urban environment* Cornell University Department of horticulture

Boverket (2010) *Låt staden grönska – Klimatanpassning genom grönstruktur*. <http://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2010/lat-staden-gronska/> [2015-12-02]

EPA - United States Environment Protection Agency (2015) *Heat island effect* <http://www.epa.gov/heat-islands> [2015-12-03]

Gunnarsson, A. (2015) Träden och människan. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red), *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur, ss. 19-38

Hagström, C. & Sjöholm, C. (2007) *Tankar om träd*. Lund: Lunds universitet <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=175036&fileOid=4938763> [2012-11-21]

Kristoffersen, P. & Nilsson, K. (1998) Lyckade försök med rotvänlig vägbyggnad. *Utemiljö 1998* nummer 8. ss. 8-12

Länsstyrelsen (u.å.) *Grönare och Renare – Den biologiska klockan* Opublicerat manuskript. Hämtat från <http://www.lansstyrelsen.se/halland/Sv/Pages/sokresultat.aspx?k=den+biologiska+klockan> [2015-12-03]

Moström, J (2013) *Världens städer växer allt snabbare*. (Rapport 2013:71) Statistiska centralbyrån http://www.scb.se/sv/_Hitta-statistik/Artiklar/Vardens-stader-vaxer-allt-snabbare/

Naturvårdsverket (2015) *Partiklar i luft*. <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikator sida/?iid=105&pl=1> [2015-12-02]

Pettersson, J (2006) *Växtbäddar för träd i gatumiljö: Skelettjordars konstruktion och funktion*. Magisteruppsats, Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik. Alnarp: SLU. <http://ex-epsilon.slu.se/1186/>

Pettersson, J. (2007) Skelettjord – en del av stadsträdets växtbädd. *AMA nytt - Anläggning, 1/2007* http://static.byggtjanst.se/amadocs/anl_skelettjord_en_del_av_stadstr%C3%A4dets_38-39.pdf

Rolf, K (1993) *Skelettjord – ny planteringsjord* Utemiljö 1993 upplaga 3:1993

Rolf, K. & Moback, U (1991) *Trädgröpar i gatumiljö* Gröna Fakta Movium SLU
Upplaga 4:1991

Sjöman, J. Sjöman, H. & Johansson, E (2015) *Staden som växtplats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. Träd i urbana landskap.* Lund: Studentlitteratur

Slagstedt, J. Gustafsson, E-L. Stål, Ö. (2015) *Förstå jorden I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red), Träd i urbana landskap.* Lund: Studentlitteratur, ss. 571-594

Stockholms stad (2015) *Om partiklar, luft och hälsa*
<http://www.stockholm.se/Fristaende-webbplatser/Fackforvaltningssajter/Trafikkontoret/vinterdack/Fragor-och-svar/Om-partiklar/>
[2015-12-02])

Strand, M. (2014) *Grågröna systemlösningar för hållbara städer: Markstensbeläggningar för gröna ytor.* Vinnova, CBI Betonginstitutet
http://www.greenurbansystems.eu/sv/resultat/Documents/GrGr_WP2_Markstensbel%C3%A4ggningar-state-of-art_CBI_2014-11-20.pdf [2015-11-24]

Svensk byggtjänst (2015) *AMA – byggbranschens gemensamma språk.*
<http://byggtjanst.se/tjanster/ama/ama---byggbranschens-gemensamma-sprak/> [2015-11-30]

Svensk standard (2014) *Trädvård – Termer och definitioner SS 990000:2014* Stockholm: SIS Förlag AB <http://www.sis.se/sociologi-service-f%C3%B6retagsorganisation-och-ledning-och-administration/tj%C3%A4nster/allm%C3%A4nt/ss-9900002014> [2015-12-07]

Stål, Ö. Orvesten, A. (2006) *Handbok – växtbäddar för stadsträd i Stockholm*
Stockholm: Sweco/Grontmij AB

Thorsson, S. Danielsson, S. Mårtensson, F. Larsson, M (2012) *Livsviktigt med grönska när staden förtätas. Göteborgsposten 27 april*
<http://www.gp.se/nyheter/debatt/1.927217-livsviktigt-med-gronska-nar-staden-fortatas>

Trafikkontoret Stockholms stad (2009) *Växtbäddar i Stockholm stad – En handbok*
<http://www.stockholm.se/KulturFritid/Park-och-natur/Trad/>

Trafikverket (2015) *Nya miljökrav för entreprenader*
http://www.trafikverket.se/contentassets/db4e52cfc1274e8c9baf71647515e120/broschyr_nya_miljokrav_for_entreprenader.pdf

Trowbridgs, P. & Bassuk, N. (2004) *Trees in the urban landscape: Site Assessment, Design and installation* New Jersey: John Wiley & Son, Inc

Watson, G. (2012) *Fifteen years of urban tree planting and establishment research. I: Johnston, M. & Percival, G. (red), Trees, people and the built environment.* Edinburgh: Forestry Commission, ss 63-67
[http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRP017.pdf/\\$FILE/FCRP017.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/FCRP017.pdf/$FILE/FCRP017.pdf) [2015-11-20]

White Roof Project ideell organisation texten skriven 2010
<http://www.whiteroofproject.org/how-we-can-curb-climate-change>

Östberg, J. Delshammar, T. Fransson, A-M. Busse, A. (2015) *Standard för trädinventering i urban miljö*. Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning (SLU) Alnarp
<http://www.inventering.nu/>

Östberg, J. Sjögren, J. & Kristoffersson, A (2013) *Trädvärdering i stadsmiljö* Movium fakta upplaga 3:2013

7. Bilagor

Bilaga 1

Bilaga 1: Bilaga för originalsammansättning av data sida 1 av 4.

art	Korsbar	Korsbar	Korsbar	ginko	lind *Pallid lind		hastkastan hastkastan hastkastan hastkastan		Kinesiskt P-fagus		Prunus self'ulpantrad		cornus masAlnus cordiAlnus cordi		Lantamma					
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Stad lokal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ant trad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Mätta variabler	HEA	HEB	HEC	HO	Na	Od	EDA	Swe2-12	Swe 14-18	Swe 15-17	SG	Br	Hy	Sp	Sta	Upp	a	b	c	
art	Korsbar	Korsbar	Korsbar	ginko	lind *Pallid lind	Od	hastkastan hastkastan hastkastan hastkastan	hastkastan hastkastan hastkastan hastkastan	hastkastan hastkastan hastkastan hastkastan	hastkastan hastkastan hastkastan hastkastan	hastkastan hastkastan hastkastan hastkastan	Kinesiskt P-fagus	Prunus self'ulpantrad	Prunus self'ulpantrad	cornus masAlnus cordi	Alnus cordiAlnus cordi	Alnus cordiAlnus cordi	Alnus cordiAlnus cordi	Alnus cordiAlnus cordi	Alnus cordiAlnus cordi
vitalfukt	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1	Ar 1
Skottlivakt (cm)	2012	2013	2014	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Stamomkrets (cm)	36,43	49	35,52	32,828	53,522	42,57	79,15	64,18	76,933	86,656	95,28571	18,06667	17,33333	28,25	22,73333	21,04167	40,525	48,7	45,125	15
plantering storlek	32,5	32,5	32,5	27,5	43,08	37,5	32,5	32,5	10	10	15	22,5	45	15	15	15	15	15	15	15
stamtilvakt	3,93	16,5	3,02	5,328	10,442	5,07	46,65	31,68	66,933	76,656	80,28571	8,6	10,4	9,25	2,37	7,475	25,525	33,7	30,125	15
Stam temperatur	10,76333	11,017	11,25	5,7556	11,8	13,063	13,883	7,45	8,322	8,944	16,2619	15,55556	15,01515	22,73333	18,55	23,86667	5,48	6,067	6,704	15
Skilnad stam luft temp	-2,39667	-2,083	-1,85	-2,6044	-1,1	-2,037	-0,317	-2,85	-2,178	-1,556	-4,14444	-4,08485	-4,51212	0,633333	-3,51	0,166667	-3,75	-3,163	-2,526	15
Skilnad stam mark	1,923333	1,542	2,334	vidrde saknas	vidrde saknas	vidrde saknas	2,783	vidrde sakn	vidrde saknas	vidrde saknas	-0,84087	-1,57778	-4,51212	3,5	vidrde saknas	3,625	-2,42	-1,973	-0,596	15
Leat area index	medel	1,04	0,97	2,88	4,15	1,88	3,08	2,81	2,417	2,417	3,169091	3,169091	3,169091	1,278091	4,86	1,04	2,396667	1,965	2,67	15
stdav	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min
Krondiameter	4,3132	5,166	4,30888	3,5388	7,2624	4,3146	7,878	7,84	8,9068	9,0687	9,174	2,733333	5,390364	2,6	1,2475	2,475	1,966667	1,283333	1,513333	15
Kronhöjd	3,7926	3,66	3,481	4,1477	6,5496	1,141	6,137	5,03	6,6652	6,5888	7,734286	4,509667	6,638091	4,123	3,1068	2,90375	5,08835	5,724333	4,721875	15
Tradhöjd	6,4257	6,0832	6,2592	6,6308	9,4192	7,2076	10,037	8,42	10,636	10,469	10,27186	1,753333	6,937273	6,266	3,8607	4,8795	7,1005	6,223167	4,444	15
Kronform	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam	Stam
Miljövariabler	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras	Gras
osfukt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
genomsnittlig osfukt/betong	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
betongplator	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sten	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
robot/hack	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
grus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
grunt tröden	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord
ytbeläggning	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs
skelleford	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs	gräs
Levs sten, Pimpsten, levs	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord	Jord
Jord/Jordbrottn/renovering	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug	refug
Dagvatten	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn
Mark	0,180667	0,4845	0,06	0	3,27	0	0,667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,205	3	3,85	0,897333
Infiltration	8,84	9,475	8,916	11,1	16,756	16,73	21	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	17,10278	17,13333	19,52727	19,23333
Temperatur	31,32	41,35	49,583	16,756	16,73	21	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	10,13333	22,73333	12,93899	13,11667
Vattenhalt	13,1	13,1	13,1	8,36	12,9	15,1	14,2	10,3	10,5	10,5	16,2619	19,7	19,1	22,1	22,06	23,7	9,23	9,23	9,23	9,23
Luftfuktighet	95,8	95,8	95,8	100	76	63,1	66,7	80,2	76,2	76,2	76,2	64,7	70,4	72,3	72,32	70,5	79,91	79,91	79,91	79,91
Träden	2009	2010	2009	2010	2008	2011	2004	2003	1935	1935	30	2008	2009	1990	2008	2008	2008	2008	2008	2008
planterings år	4	3	4	3	5	2	9	10	78	78	78	10	4	10	3	10	5	5	5	5
Alder	0,9825	5,5	0,755	1,776	2,0884	2,595	5,183333	3,168	0,858115	0,982769	2,67619	0,86	2,6	0,925	0,79	0,7475	5,105	6,74	6,025	6,025
Stamtilvakt/år	position gatan																			

Bilaga 1: Bilaga för originalsammanställning av data sida 4 av 4.

62	Quercus palustris	64	Quercus palustris	65	Prunus *sunset hou	66	Prunus *sunset boulevard/Prunus *sunset bo	67	Prunus *sunset bo	68	Prunus *sunset b	69	Prunus *sunset b
5	Göteborg	1		2		3		4		5		6	
5	1		2		3		4		5		6		7
4	bohusgatan												
Kampen	Mölnadalsvägen	mölnadalsvägen 2-34	Quercus palustris	1,6	Marsgatan	skånegatan till 9	Skånegatan 31-39	Skånegatan 14-20					burgårdsgymnasi
1	Quercus palustris	Quercus palustris	1,6	1,888888889	Prunus *sunset hou	Prunus *sunset boulevard/Prunus *sunset bo	Prunus *sunset bo	Prunus *sunset b	1,111111111	1,111111111	1,388888889		
	1,071428571												
60,025	22,5	60	51,9	40,3888889	57,92307692	55,11111111	47,94444444	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
0	37,525	37,5	29,4	17,88888889	35,42307692	32,61111111	25,44444444	23,6	17,5925926	3,04	1,489259259	0,087037037	
0	14,98833	17,47380952	20,16666667	24,68518519	15,99487179	15,99487179	17,5925926	3,04	1,489259259	0,087037037			
0	-1,09167	-2,196190476	-0,153333333	2,095185185	-1,355128205	-2,066666667	0,62962963	0,087037037					
0	-1,395	0,595238095	1,066666667	2,47037037									
6,43105	8,261571429	8,0158	5,041777778	6,913461538	5,862666667	5,328055556	4,482444444	4,300555556	4,482444444	6,540888889			
5,3547	6,1195	5,187	3,732444444	4,58	4,300555556	4,482444444	6,540888889	6,540888889	6,540888889	6,540888889			
8,6783	9,304785714	7,8442	5,948888889	6,526230769	6,952555556	6,540888889	6,540888889	6,540888889	6,540888889	6,540888889			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
flis	jord	grus	gras	jord	grus	grus	jord	grus	sten	jord	asfalt	asfalt	org mater
gras	asfalt	betong	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt	asfalt
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn	regn
2,28187	16,32333	16,87857143	19,1	22,21481481	18,06153846	22,97037037	17,47222222	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444
22,367	13,05	21,61904762	23,66666667	25,21481481	19,31578947	15,14444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444	25,44444444
16,08	80,96	19,67	68,82	22,59	51,96	17,35	20,56	66,23	82,34	16,07	16,07	16,07	16,07
2013	2005	2003	2002	2004	2004	2004	2006	2004	2004	2004	2004	2004	2004
8	8	10	11	9	9	9	7	7	7	7	7	7	9
0	4,690625	3,75	2,672727273	1,987654321	3,935897436	4,658730159	2,827160494	2,827160494	2,827160494	2,827160494	2,827160494	2,827160494	2,827160494
Mittriflug		GC-väg											

Bilaga 2

Bilaga 2: Sammanställning av utvald data från Bilaga 1. Sida 1 av 3

				Stockholm							
art				Tilia vulgaris 'Pallida'	Tilia vulgaris 'Pallida'	Tilia vulgaris 'Pallida'	Aesculus hippocastanum 'Baumannii'	Aesculus hippocastanum	Aesculus hippocastanum	Aesculus hippocastanum	
				5,00	6,00	11,00		7,00	8,00	9,00	10,00
						2 014,00					
ant träd	Stad lokal n			5,00	6,00	11,00		7,00	8,00	9,00	10,00
									15,00	9,00	9,00
Mätta variabler				Na	Od	BG	EDA	Swe2-12	Swe 14-18	Swe 15-17	
art				lind 'Pallida'	lind 'Pallida'	lind 'Pallida'	hästkastanj *Baum.	hästkastanj	hästkastanj	hästkastanj	
vitalitet				1,00	1,00	2,00		1,67	1,23	2,44	1,89
Skotttillväxt (cm)	År 1	2014									
Skotttillväxt	År -2	2013									
		2012									
Stamomkrets (cm)				53,52	42,57	95,29		79,15	64,18	76,93	86,66
plantering storlek				43,08	37,50	15,00		32,50	32,50	10,00	10,00
stamtillväxt				10,44	5,07	80,29		46,65	31,68	66,93	76,66
Stam temperatur				11,80	13,06	16,26		13,88	7,45	8,32	8,94
Skillnad stam luft temp				-1,10	-2,04			-0,32	-2,85	-2,18	-1,56
skillnad stam mark				Värde saknas	Värde saknas	-0,84		2,78	Värde saknas	Värde saknas	Värde saknas
Leaf area Index	medel			4,15	1,88			3,08	2,81	2,42	
	stdav			1,10	1,37				0,88	0,30	
	max			5,96	3,76				4,95	2,82	
	min			3,01	0,29				1,22	2,08	
Krondiameter				7,26	4,31	9,17		7,88	7,84	8,91	9,07
Kronhöjd				6,55	1,14	7,73		6,14	5,03	6,67	6,59
Trädhöjd				9,42	7,21	10,27		10,04	8,42	10,64	10,47
Kronform											
Stam											
Miljövariabler											
Gräs											
asfalt											
genomsläpplig asfalt/betong											
betongplattor					1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
sten											
rabatt/häck											
grus				1,00							
runt träden				grus	grus	jord	rab				
ytbeläggning				grus	betong	betong	betong		galler betong	galler betong	galler betong
skelettjord				1,00	1,00			1,00	1,00		
Lava sten, Pimpsten, leca											
jordförbättring/renovering											
refug											
Dagvatten				regn	dag		dag				
Mark											
Infiltration				3,27	0,00			0,67	0,00	0,00	0,00
Temperatur						17,10		11,10			
Vattenhalt				16,76	18,73	10,13		21,00			
luft											
Temperatur				12,90	15,10	16,26		14,20	10,30	10,50	10,50
Luftfuktighet				76,00	63,10			66,70	80,20	76,20	76,20
Träden											
planterings år				2008	2011	1983		2004	2003	1935	1935
Ålder				5,00	2,00	30,00		9,00	10,00	78,00	78,00
Stamtillväxt/år				2,09	2,54	2,68		5,18	3,17	0,86	0,98
				2,09	2,54	2,68		5,18	3,17	0,86	0,98
position i gatan											

Bilaga 2: Sammanställning av utvald data från Bilaga 1. Sida 2 av 3

Malmö

Alnus cordata	Alnus cordata	Alnus cordata
17,00	18,00	19,00
6,00	7,00	8,00
4,00	6,00	10,00
Lantamanna		
a	b	c
Alnus cordata	Alnus cordata	Alnus cordata
1,00	1,00	1,00
40,53	48,70	45,13
15,00	15,00	15,00
25,53	33,70	30,13
5,48	6,07	6,70
-3,75	-3,16	-2,53
-2,42	-1,97	-0,60
2,40	1,96	2,67
0,33	0,42	0,86
2,73	2,54	4,00
1,97	1,28	1,51
5,09	5,72	4,72
7,10	6,22	4,44
8,98	8,17	6,60
1,00		
	1,00	1,00
jord gräs	galler sten	jord betong
	1,00	

Helsingborg

Ginkgo biloba	Ginkgo biloba	Tilia cordata 'Greenspire'	Tilia cordata 'Greenspire'	Tilia cordata 'Greenspire'	Tilia cordata 'Greenspire'
31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00
1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
KmG	PK	J 1	J2	J3	J4
Ginkgo	ginkgo	Lind (formb)	Lind (formb)	Lind (formb)	Lind (formb)
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,13
34,90	34,94	54,21	50,43	56,14	69,44
25,00	25,00	20,00	20,00	20,00	20,00
9,90	9,94	34,21	30,43	36,14	49,44
7,05	10,55	14,94	16,58	17,54	19,96
-1,24	-1,07	3,33	1,66	3,55	3,57
0,44	-2,48	6,94	4,04	8,65	4,65
1,97	1,01	2,30	1,23	1,21	3,70
		0,71	0,33	0,60	2,38
		3,42			
		1,25			
3,92	4,18	7,23	6,05	5,08	7,71
4,18	4,67	4,14	4,18	4,49	4,63
6,31	7,25	6,62	6,79	6,66	6,81
1,00					
		1,00	1,00		1,00
				1,00	
				1,00	
flis gräs	galler sten	jord betong	jord betong	rab sten	sten sten
	1,00			1,00	
					1,00

dag

0,38		
7,90	8,04	7,30
19,83	5,06	14,71
9,23	9,23	9,23
79,91	79,91	79,91
2008	2008	2008
5,00	5,00	5,00
5,11	6,74	6,03
5,11	6,74	6,03

regn

0,33					
6,61	13,03	8,00	12,54	8,89	15,31
30,88	12,18	21,09	20,37	23,87	14,53
8,29	11,62	11,61	14,92	13,99	16,39
56,00	56,60	66,45	55,10	54,00	45,06
2002	2010	1992	1992	1992	1992
11,00	3,00	21,00	21,00	21,00	21,00
0,90	3,31	1,63	1,45	1,72	2,35
0,90	3,31	1,63	1,45	1,72	2,35

Sydväst vid fasaden Syd väst närmast gat Mittrefug Nord ost längst från g

