



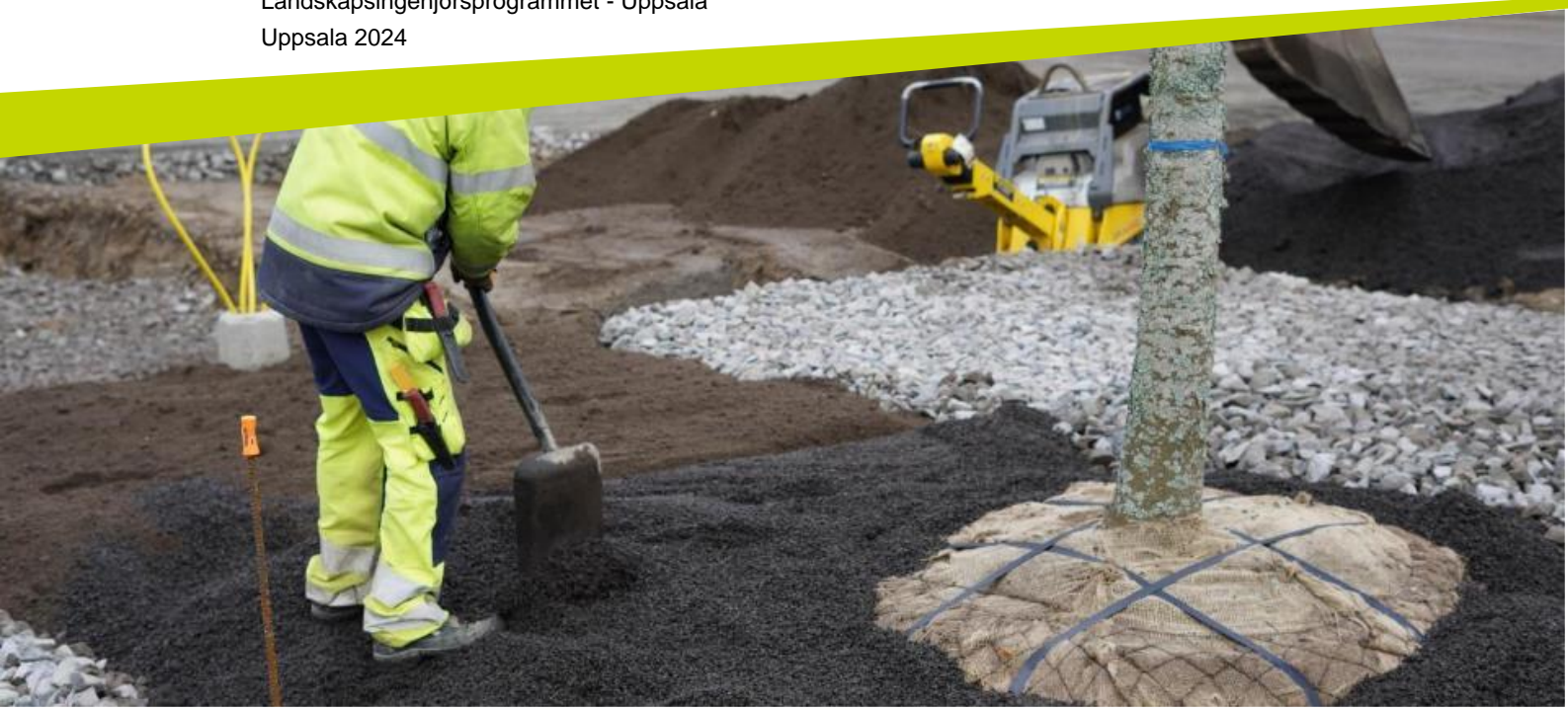
# Skelettjordar – fallgropar vid anläggning

En undersökning över vilka faktorer som påverkar resultatet ur ett etableringsperspektiv

---

Olle Löv

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Landskapsingenjörsprogrammet - Uppsala  
Uppsala 2024



# Skelettjordar – fallgropar vid anläggning. En undersökning över vilka faktorer som påverkar resultatet ur ett etableringsperspektiv

*Structural soils – risks during construction. A study concerning which factors affect the result from an establishment perspective*

Olle Löv

**Handledare:** Lara Tickle, SLU, Institutionen för stad och land  
**Examinator:** Åsa Ahrland, SLU, Institutionen för stad och land

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i landskapsarkitektur  
**Kurskod:** EX1004  
**Program/utbildning:** Landskapsingenjörsprogrammet - Uppsala  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för stad och land  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2024  
**Omslagsbild:** Anläggning av växtbädd. Foto från Örjan Stål  
**Upphovsrätt:** Alla bilder och figurer används med upphovspersonens tillstånd.  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Skelettjord, kolmakadam, växtbäddar, gatuträd.

## Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

## Förord

Detta examensarbete är skrivet på C-nivå vid Sveriges lantbruksuniversitet på institutionen för stad och land i Ultuna. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng inom landskapsingensjörsprogrammet och skrevs under perioden 15 januari 2024 till och med 18 mars 2024. Examinator har varit Åsa Ahrlund och handledare Lara Tickle.

Jag vill tacka min handledare Lara Tickle och alla informanter som ställt upp och bidragit till undersökningen. Vill också tacka alla andra som hjälpt till och gjort detta arbete möjligt.

Uppsala, Mars 2024

Olle Löv

## Sammanfattning

Gatuträd är idag en självklar del av våra alltmer växande städer. De gynnar oss både estetiskt och fysiskt med de ekosystemtjänster som de bidrar med. På grund av förtätningen av städerna minimeras dock utrymmet för träden. Detta gäller både ovan och under mark där rötterna får konkurrera med infrastruktur i form av ledningar och vägöverbyggnader. Markkompaktering från trafik förstör även jordstrukturen innehållande vatten och luft som rotsystemen behöver. Nya metoder i form av skelettjordar har under de senaste 30 åren tagits fram för att förbättra förhållandena, främst det rotvänliga utrymmet för träden. En av dessa metoder togs fram av Stockholms stad och kallas Stockholmsmodellen. Dessa typer av växtbäddar finns i olika modeller men består ofta av makadam i stora fraktioner blandat med till exempel växtjord. Andra substrat har även tagit sig in på marknaden där biokol är en sådan. Många tillvägagångssätt finns vid anläggande av dessa växtbäddar där många städer har olika lösningar som de anser är bäst.

Trots dessa nya anläggningsmetoder finns fortfarande etableringsproblematik av träden. Fallgropar och risker finns vid anläggandet som kan påverka resultat negativt. Denna uppsats undersöker de här fallgroparna och vilka faktorer som måste tas i beaktning för att resultatet ska bli lyckat. Det undersöks även varför Stockholmsmodellen nu ska revideras. Vad är det man vill förbättra? Som metod används litteraturstudie och intervjuer som grund för att besvara frågeställningarna. Intervjupersonerna har olika bakgrund och syn på det berörda ämnet. Dessa har legat som stor grund till undersökningen.

Resultatet visar bland annat en kunskapsbrist hos många entreprenörer och projektörer. Kunskapen som saknas är ofta hur olika substrat skiljer sig och förståelsen för hur markfysikaliska egenskaper påverkas av olika faktorer. Även att man inte anpassar konstruktionerna efter platsens förhållanden.

*Nyckelord:* Gatuträd, skelettjord, Stockholmsmodellen

## Abstract

Urban trees are regarded as a natural aspect of our expanding cities. They benefit us both aesthetically and physically with the ecosystem services they provide. However, due to urban densification, the space for trees is reducing. This applies both above and below ground, where roots must compete with infrastructure such as pipes and road structures. Furthermore, the water and air holding capacity is becoming increasingly reduced due to soil compaction caused by traffic. This compromises and damages the structure of the soil, which is essential for the root system and the tree's health. New methods using structural soils have been developed in the past 30 years to improve these conditions. They are primarily used for providing root-friendly spaces for trees. One of these methods was developed by the city of Stockholm and is called "Stockholmsmodellen". This type of construction includes various models of plant beds all of which consist of large fractions of macadam mixed with, for example, soil. Other substrates such as biochar have also entered the market. There are many approaches to the construction of these plant beds, with many cities having different solutions they consider to be the most effective.

Despite these various approaches to the construction, establishment issues of the trees remain. Risks and setbacks occur that impact the results. This paper examines these risks and the factors that need to be considered for successful results. Furthermore, it investigates why the Stockholmsmodellen is now being revised and what improvements are being sought. The study uses both interviews and literature to address the research questions. The interviewees have different backgrounds and perspectives on the subject, providing a broad foundation for the study.

Results show among other things, a need for more knowledge among many contractors and designers. The lack of knowledge tends to concern the differences between various substrates and the understanding of how soil-physical properties are affected by different factors. Lastly, the study concludes that there is a tendency to ignore site-specific conditions, resulting in insufficient adaptations to the construction approach.

*Keywords:* Urban trees, structural soils, Stockholmsmodellen.

# Innehållsförteckning

<b>1. Introduktion</b> .....	<b>8</b>
1.1 Syfte och frågeställning .....	10
1.2 Avgränsning .....	10
1.3 Metod .....	11
1.3.1 Litteraturstudie .....	11
1.3.2 Intervjuer .....	11
<b>2. Skelettjordar – bakgrund och fakta</b> .....	<b>13</b>
2.1 Gatuträdens historia .....	13
2.2 Gatuträdens förutsättningar .....	14
2.3 Trädens behov .....	15
2.4 Skelettjordens konstruktion .....	16
2.4.1 CU-Soil .....	16
2.4.2 Göteborgsmodellen och cityskelett - GBG .....	17
2.4.3 Stockholmsmodellen – skelettjord .....	19
2.4.4 Stockholmsmodellen – kolmakadam .....	20
2.5 Skelettjordens funktion .....	21
2.6 Skelettjord - AMA .....	22
<b>3. Resultat</b> .....	<b>24</b>
3.1 Faktorer som påverkar resultatet .....	24
3.1.1 Terrass och dränering .....	24
3.1.2 Vattentillgång .....	25
3.1.3 Kornstorlek och belastning över mark .....	26
3.1.4 Profildjup på skelettjorden .....	26
3.1.5 Dagvattenhantering eller skelettjord? .....	27
3.2 Vilka är anledningarna till att stockholmsmodellen ska revideras? .....	28
3.3 Vad kan öka chanserna till ett lyckat resultat? .....	28
3.3.1 Biokol som lösning .....	28
3.3.2 Kunskap är nyckeln .....	29
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>31</b>
4.1 Resultatet .....	31
4.2 Metoden .....	35
4.3 Framtida studier .....	36
<b>Referenser</b> .....	<b>37</b>



# 1. Introduktion

Gatuträd har idag svåra livsförhållanden att etablera sig och frodas i. Trots detta ses träden som en självklar del av våra städer. Sedan urbaniseringen och framför allt under 1900-talet har infrastrukturen i städerna växt och med det har utrymmet ovan och under mark minskat. Utrymme som i naturen ofta är given för träden (Sjöman & Slagstedt 2015). Hur kan man förvänta sig gröna städer med frodiga träd om man inte ger dem rätt förhållanden att nå sin fulla potential?

Tidigare planterades träd ofta på liknande sätt som ifall de växt på naturliga platser. Det som dock då inte tas i beräkning är bland annat alla de huskroppar, vägar och ledningar som tar upp samma utrymme. När ytorna blir mer och mer hårdgjorda och vägarna mer trafikerade ökar markkompakteringen och infiltrationen av vatten minskar. Detta kan leda till att träden kvävs och torkar ut (Alvem & Grönjord 2017).

För att lösa problematiken med gatuträd och öka dess möjligheter att etablera sig och frodas utvecklades den nya metoden med skelettjordar. En skelettjord är en växtbädd framtagen för träd i hårdgjorda ytor där Stockholms stad var en stor pådrivare (Pettersson 2006). En av de nya anläggningsmetoderna för skelettjordar kommer från Stockholm och kallas just för stockholmsmodellen (ibid). De första skelettjordarna togs fram under 1990-talet för att maximera det rotvänliga utrymmet under mark och minska risken för markkompaktering. Sammanfattat är skelettjorden uppbyggd av storkornig makadam där man spolar ner antingen jord, kompost eller biokol i springorna mellan stenkrossen. Detta ska kunna klara belastningen från gatan, ha tillräckligt med porvolym med vatten- och näringshållande kapacitet. Skelettjordarna fungerar även som ett hjälpmedel för dagvattenhantering då det både fördröjer och renar det ofta förorenade ytvattnet i städerna (Pettersson 2006). Friska och välmående gatuträd i våra städer kommer att gynna oss på många sätt genom att bland annat bidra med grönska i annars väldigt karga miljöer. Då kommer vi även att kunna nyttja alla de ekosystemstjänster som träden ger oss. Både upplevelsemässigt och fysiskt (Boverket 2019). Detta blir mer och mer viktigt i takt med klimatförändringar och att allt fler bor i städer (Deak Sjöman 2022).



Stockholmsmodellen har varit en hyllad och ofta använd metod att anlägga skelettjordar på, både i Sverige och andra delar av världen. Den har dock reviderats tre gånger sedan den började användas 1998 (Pettersson 2006; *Stockholms stad* 2017). Det ska även komma ytterligare en ny reviderad version. Både av Stockholmsmodellen i sig och Stockholms stads handbok om växtbäddar. Detta berättar Britt-Marie Alvem<sup>1</sup>, trädspécialist och en av dem som är delaktiga i framtagandet av handboken. Vilka brister är det man förbättrar?

Under ett expertseminarium som arrangerades av tankesmedjan movium berättade bland annat Örjan Stål, trädgårdstekniker och adjunkt vid SLU institutionen för Stad & Land (2023) att man måste veta de förhållanden som finns på platsen och vad man vill få ut av skelettjorden. Man kan inte kopiera ritningarna rakt av och förvänta sig ett lyckat resultat.

Alla platser och dess förutsättningar är olika, detsamma gäller även för olika trädarter. Det är därför viktigt att sprida kunskap kring detta till alla i kedjan från planering till skötsel. Annars finns risk att skelettjordar och metoder som Stockholmsmodellen kan få ett dåligt rykte vilket kan hindra utvecklingen till mer hållbara och gröna städer. Denna uppsats görs för att undersöka vilka fallgropar som finns när man anlägger skelettjordar vilket förhoppningsvis kan gynna alla i branschen.



Figur 1. Foto över anläggningsarbete av växtbäddar vid hårdgjord yta (Örjan Stål u.å).

---

<sup>1</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

## 1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med denna uppsats är att undersöka och fördjupa sig i vad som kan gå fel när man anlägger skelettjordar och då resultatet påverkas negativt. Ett lyckat resultat räknas som god etablering av träden och att anläggningen uppfyller de ståndortskrav som krävs för välmående träd. Undersökningen kommer också kretsa kring både Stockholmsmodellen och Göteborgsmodellen. Det kommer även undersökas varför man reviderar den nuvarande Stockholmsmodellen. Det vill säga vad det är man anser att man måste förbättra för att resultaten ska bli mer jämna och lyckade. För att lättare förstå helheten kommer även en faktabaserad bakgrund göras om skelettjordar där olika förutsättningar i städerna förklaras. Några av de mest vanligt förekommande anläggningsmetoderna utöver Stockholmsmodellen och Göteborgsmodellen kommer även redovisas så att man lättare förstår dagens kunskapsläge.

Frågeställningarna som arbetet kommer att svara på:

- Vilka är anledningarna bakom revideringen av Stockholmsmodellen?
- Vilka faktorer påverkar resultatet när man anlägger olika typer av skelettjordar ur ett etableringsperspektiv av träden?
- Vilka lösningar och strategier finns som kan öka chanserna till ett lyckat resultat?

## 1.2 Avgränsning

I och med att det finns flera olika modeller att utgå efter när man anlägger växtbäddar för hårdgjorda ytor har jag valt att begränsa denna uppsats till att fokusera kring metoder framtagna av Stockholms stad och Göteborgs stad. Då handlar det om vanlig skelettjord och växtbäddar med kolmakadam för hårdgjorda ytor från respektive stad. Andra modeller tas upp i bakgrunden för att ge en överblick över vilka olika typer av anläggningsmetoder som finns och hur de skiljer sig åt. Både Göteborgsmodellen och Stockholmsmodellen används även i andra städer runt om i Sverige. Undersökningen kommer därför avgränsas till de områden och städer där dessa modeller används.

## 1.3 Metod

I denna uppsats har en litteraturstudie och intervjuer gjorts. Metoderna har legat som grund för hela arbetet, både bakgrunden och resultatet där de kompletterat varandra. I bakgrunden har de använts för att förklara viktiga begrepp och det nuvarande kunskapsläget om skelettjordar.

### 1.3.1 Litteraturstudie

Litteraturen till resultatet har bestått av både artiklar och böcker. En del av litteraturen har hämtats från biblioteket på Ultuna. Digital litteratur har främst hittats på Primo och Google Scholar där flera olika sökord har använts. Några av de mest använda sökorden har varit; *Structural soil*, *skelettjord*, *biokol*, *biochar*, *Stockholmsmodellen*, *Göteborgssmodellen*, *CU-soil*, *urban tree* och *gatuträd*. Annan litteratur har hittats på internet och genom att titta på gamla examensarbeten och se vilka källor de har med i undersökningen. Till bakgrunden har webbsidor och examensarbeten utöver artiklar och böcker varit till stor hjälp. Där har även handboken *växtbäddar i Stockholms stad – en handbok* varit en stor informationskälla (Alvem & Grönjörd 2017). Studien gjordes som en allmän litteraturstudie för att kunna beskriva det nuvarande kunskapsläget inom detta område (Forsberg & Wengström 2016).

Urvalet av litteratur som har varit relevant för att svara på frågeställningarna har under arbetsprocessen varit begränsat. För att svara på frågan om vilka anledningar som legat bakom revideringen av Stockholmsmodellen så har ingen litteratur hittats för detta. Litteratur har hittats till de övriga två frågeställningarna men i liten omfattning, det har både varit ett svårt och tidskrävande arbete.

### 1.3.2 Intervjuer

De personer som har intervjuats till detta arbete har varit följande:

- Örjan Stål. Trädgårdstekniker, Adjunkt på SLU vid intuitionen stad och land och ägare av VIÖS AB. Jobbar som konsult med att bland annat göra utredningar, åtgärds- och vårdplaner för träd.
- Johannes Josefsson. Trädspecialist och planeringsledare på Park- och naturförvaltningen på Göteborgs stad. Planerar och ansvarar för framtagandet av Göteborgs stads växtbäddar.
- Britt-Marie Alvem. Trädspecialist och landskapsarkitekt på trafikkontoret, Stockholms stad. Jobbar med frågor och planering av träd i staden och

växtbäddar. Har även varit med och tagit fram Stockholms stads handbok om växtbäddar.

- Karin Blombäck. Forskningsledare på SLU vid institutionen för mark och miljö. Inriktning på markvetenskap och däribland markfysik.

Intervjuerna har gjorts via tjänsterna Zoom och Teams. Informatörerna har bidragit med ett praktiskt perspektiv och deras erfarenhet av ämnet. De valdes då de är sakkunniga och har många års erfarenhet med expertis kring de aktuella ämnena. De kunde alla fyra bidra med värdefull information som tillsammans komplettera varandra bra. Örjan Stål jobbar bland annat med att utreda växtbäddar där det uppstått fel vid anläggning och planering. Han valdes då han kan bidra med viktig erfarenhet kring de vanligaste faktorerna som påverkar resultatet. Johannes Josefsson kunde ge en inblick och erfarenhet i hur de jobbar med växtbäddar utifrån förutsättningarna som råder i Göteborg. Det samma gäller Britt-Marie Alvem som bidrar med liknande inblick fast i Stockholm. Då hon även jobbar med att revidera Stockholmsmodellen kunde hon hjälpa till att svara på frågeställningen angående detta. Karin Blombäck som är forskare har en annan bakgrund jämfört med de tre andra informatörerna. Hon valdes för att få med ett markvetenskapligt perspektiv och hur det kan kopplas till skelettjordar.

Intervjuerna har varit semi-strukturerade där ett urval av frågor använts för att kunna starta diskussionen. Detta för att samtalet ska hålla sig till det relevanta ämnet. Intervjupersonerna har dock själva fått leda diskussionen i hög grad med försök att ha hög flexibilitet. Detta för att deras syn och uppfattning av ämnet ska få ligga till grund i resultatet och inga ledande frågor ska ställas (Bryman & Nilsson 2018). Intervjuerna har inletts genom att uppsatsens ämne har presenterats. Några av frågorna som därefter ställts är följande:

- Vad har du/haft för arbetsuppgifter relaterat till skelettjordar?
- Vad är din generella bild av skelettjordar?
- Vart i kedjan från planering till skötsel anser du av egen erfarenhet att det finns störst risk att man gör fel gällande växtbäddar vid hårdgjorda ytor och däribland skelettjordar?
- Vilka faktorer är det som oftast påverkat resultatet i ett negativt perspektiv?

## 2. Skelettjordar – bakgrund och fakta

I denna del redovisas och förklaras viktiga begrepp. Det ligger som grund för att förstå resultatet och resonemanget kring frågeställningarna. Först tas det upp hur förhållandena för träden har ändrats under tid och även vilka förutsättningar som råder för träd i städerna. Efter detta redovisas olika metoder och modeller rörande skelettjordar och andra växtbäddar som används vid hårdgjorda ytor.

För att förtydliga så används begreppet Stockholmsmodellen i denna uppsats som ett samlingsbegrepp för både skelettjord och växtbädd med kolmakadam framtagna av Stockholms stad, om inget annat specificeras. Det är alltså de modeller som finns i deras handbok om växtbäddar från 2017. Begreppet Göteborgsmodellen används för Göteborgs stads skelettjord medan när det handlar om deras växtbädd med kolmakadam används namnet Cityskelett - GBG. Olika tolkningar och förklaringar kan förekomma i branschen, men dessa begreppsförklaringar är det som gäller i denna uppsats.

### 2.1 Gatuträdens historia

Sjöman och Slagstedt (2015) berättar i sin bok *träd i urbana landskap* att träden har i lång tid varit utgångspunkten för bland annat arkitektur och stadsplanering. Detta ska komma från det starka band vi haft till träden i form av skydd sedan de första människorna. Trots detta har det inte alltid varit givet att träden varit inkluderade i stadsplaneringen. Runt medelhavet har dock träden haft en större betydelse i städerna under en längre tid än här i Skandinavien (ibid.). I Sverige dröjde det ända till 1600-och 1700-talet innan träden fick ta plats som ett arkitektoniskt inslag och det började användas i stadsbyggandet (Pehrsson 1986; Edlund 2007). Sjöman och Slagstedt (2015) fortsätter förklara att under 1800-talet och industrialiseringen kom åter en negativ trend där gatuträdens plats i staden sattes åt sidan. Det var på grund av att städerna förtätades och bostäder prioriterades.

Även om gatuträden inte fanns i stor utsträckning kunde i stället grönytor och däribland träd ges utrymme i parker, något som blev vanligare under 1800-talet (Nolin 1999). Träd vid hårdgjorda ytor planterades i stället endast på specifika platser som längs kanaler och hamngator. I viss utsträckning planterades även träd

och däribland gatuträd i ingångarna och infarterna till städerna. Detta för att folk skulle få ett bra första intryck. Det blev även vanligt att från ungefär mitten av 1800-talet och framåt börja anlägga trädalléer i de flesta svenska städerna (Sjöman & Slagstedt 2015).

Under 1900-talet och fram till idag har gatuträden tagit en allt större plats i våra städer. De alltmer bebyggda och trafikerade städerna har dock inneburit nya utmaningar för gatuträden. Utrymmet fanns inte längre på samma sätt för rötterna att växa i och all trafik kompakterade marken så det lätt blev syre- och vattenbrist. På grund av detta var det ovanligt att träden kunde utveckla sig till fulla och leva ett långt liv (Sjöman & Slagstedt 2015, s. 49-50).

## 2.2 Gatuträdens förutsättningar

Alla olika platser innebär olika förutsättningar för gatuträden. Kunskap är viktigt och måste ständigt utvecklas i alla stadier av processen. Om man förstår de förutsättningar som skiljer sig från olika platser ökar chanserna till en lyckad och maximal etablering. Städernas klimat skiljer sig mycket åt runt om i Sverige och resterande världen vilket i stor utsträckning påverkas av det geografiska läget. Olika stadsdelar i samma stad kan också skilja sig åt. Till exempel beroende på topografin, marken, vattentillgång, grundvatten och ifall det är beläget närmare kusten eller inåt land. Ytterligare kan små områden nära varandra också skilja sig i så kallade mikroklimat. Där kan skugga, ljusstillgång eller vind vara påverkande faktorer (Sjöman & Slagstedt 2015, s. 232).

Hur mycket solens strålar når ner till gatuträden skiljer sig stort mellan olika områden. Skugga som främst uppstår av kringliggande byggnader skiljer sig åt om man till exempel jämför mellan Malmö och Kiruna. Solen står olika högt under både vinter- och sommarhalvåret. Detta påverkar i sin tur temperaturen och fotosyntesen hos träden (Sjöman & Slagstedt 2015, s. 250).

I städer finns även något som kallas *urban heat island effects*. Detta beskriver hur temperaturskillnaden är i städer jämfört med landsbygden runt omkring. Det används en referenspunkt från det kringliggande landskapet där temperaturen mäts och sen jämförs med temperaturen i staden (Sjöman & Slagstedt 2015, s. 242). *Värmeö-effekten* som det heter på svenska ligger oftast mellan 1–3 grader. Vilket betyder att i städerna är det oftast varmare än på landsbygden runtomkring och det är många olika faktorer som påverkar detta (Christen & Vogt 2004). Det som mest påverkar och skapar värmeörna i städerna är vilka material som dominerar i främst husfasader och markbeläggningar, men även hur staden är uppbyggd och hur dess struktur ser ut. Vid mörka material såsom asfalt absorberas en stor del av solljuset

i stället för att reflekteras tillbaka upp i atmosfären. Det som mäter denna absorberande kontra reflekterande effekt kallas för albedovärde. Vid lågt albedovärde så absorberas en stor del av värmen vilket i sin tur höjer temperaturen på platsen (Sjöman & Slagstedt 2015, s. 242). Högre temperaturer gör att vatten avdunstar snabbare vilket minskar vattentillgången. När det blir torra kan även produktiviteten i form av fotosyntesen hos träden minska (Ruiz-Pérez & Vico 2020).

Det är inte bara de förhållandena ovan mark som påverkar träden utan även de under mark och dessa faktorer har större påverkan på träden i städerna. Vad gäller vattentillgången så är de generellt så att det är torrare mark i städerna än på landsbygden. Detta kan såklart dock variera stort. Det man vet är att perkolation av ytvatten till grundvattnet är väldigt begränsat i städer. I staden är det ofta en snabb ytavrinning ner till dagvattenbrunnar och vidare till VA-systemen istället för att det når till trädens rötter (Sjöman & Slagstedt 2015). Allt ytvatten för även med sig en stor del föroreningar från vägar och gator. Detta kan riskeras att nå både grundvatten och närliggande vattendrag (Villarreal-Gonzalez 2005).

Som tidigare nämnt är det även problematiskt för träd i gatumiljöer att utrymmet inte finns att tillgå för rötterna. I regel kan man säga att träd minst behöver 15 kbm för sitt rotsystem under mark (Juell-Skielse 2012). Utrymmet behövs så trädet kan få stabilitet och så att rötterna kan sprida ut sig för att maximera närings- och vattenupptag. Näringsstillgången är likt vattentillgången påverkad av alla hårdgjorda ytor. All markbeläggning hindrar organiskt material att ta sig ner i marken och brytas ner. Det är alltså inte tillgängligt för rötterna. Alla påfrestningar från ovan mark i form av trafik och byggnader med mera reducerar även porvolymen för rötterna. Porvolymen och tillgången på syre i form av gasutbyte är något av det viktigaste för att träden ska kunna frodas. På grund av påfrestningar saknar därför marken i gatumiljöer ofta den struktur som träden behöver för sina rötter (Klimatanpassning 2018).

## 2.3 Trädens behov

Träd behöver sex olika komponenter för att kunna tillgodose sina behov. Dessa redovisas av Bassuk och Towbridge i *Trees in the urban landscape – site assessment, design and installation* (2004). De behoven som behöver tillgodoses är näring, vatten, solljus, syre, koldioxid och tillräcklig hög temperatur. Dessa sex faktorer skiljer sig i betydelse och mängd mellan olika trädarter.

För att växtbädden och dess odlingssubstrat ska passa som växtplats för träden behöver fördelningen och mängden av organiskt material, mineraler, vatten och syre vara tillräckligt goda i marken. Mineraler och det organiska materialet innehåller viktiga näringsämnen för träden där det organiska materialet även kan skapa god vattenhållande kapacitet (Eriksson 2011). Vatten behövs för att grundläggande processer ska kunna utföras i träden då en stor del av dess vävnader består av vatten. Genom transpiration avger även träden vatten så ny tillförsel behövs ständigt. Många viktiga näringsämnen finns även lösta i markvattnet (Bradshaw et al. 1995).

Eriksson (2011) skriver att jordens porer är fyllda med både vatten och luft. I de mindre porerna hittas vattnet, det kan även vara direkt bundet på partikelytorner i jorden. Luften finns i stället i de större porerna. Han fortsätter med ”En ur växternas synpunkt ideal jord ska ha en sådan fördelning av porstorlekar att den både är väl genomluftad och samtidigt håller en tillräcklig mängd vatten, i en för växternas upptagbar form, för att kunna förse växterna med vatten under en torrperiod” (Eriksson 2011:171).

Rötterna behöver också andas för att skapa energi, detta kallas rotandning, där syre tas upp från marken och koldioxid avges. Detta blir den omvända processen jämfört med fotosyntesen där koldioxid tas upp och syre avges från träden (Kolek & Kozinka 1992). Om jorden blir vattenmättad blir det syrebrist då luften i porerna trängs bort. Det är på grund av detta som det måste finnas balans mellan syre och vatten i porerna. Vid rotandning måste även koldioxiden kunna diffundera ut ur marken. Det måste alltså kunna ske gasutbyte mellan koldioxid och syre i jordstrukturen vilket kallas markandning. Rötterna kräver en genomluftad jord med både rätt mängd syre och tillgång till växttillgängligt vatten (Eriksson 2011).

## 2.4 Skelettjordens konstruktion

Det finns fler olika typer av modeller man använder när man anlägger skelettjordar och fler kommer hela tiden. De tre som dock använts i störst utsträckning historiskt är CU-Soil, Göteborgsmodellen och Stockholmsmodellen. Andra modeller har använts tidigare samt fortfarande används, främst i övriga Europa men även i Sverige (Pettersson 2006).

### 2.4.1 CU-Soil

CU-Soil även kallad Structural Soil är en modell som främst används i Nordamerika och Australien där den är patenterad och endast byggs av anläggare som är



certifierade (Pettersson 2006). Denna modell är uppbyggd av kantigt makadam med fraktionen  $19/38 \text{ mm} = \frac{3}{4} - 1\frac{1}{2} \text{ inch}$ . Jorden ska ha en porvolym på 40 procent och bestå av en lerhalt på 20 procent där 5 procent av dessa ska vara organiskt material. Även hydrogel används för att binda samman stenkrosset och jorden så att strukturen hålls samman. Makadamen blandas tillsammans med leran inklusive det organiska materialet innan det transporteras och läggs ner i trädgropen. Rekommenderad profildjup på skelettjorden ska enligt modellen vara 91 cm, varav minsta möjliga profildjup är 61 cm (Pettersson 2006; Bassuk et al. 2015).

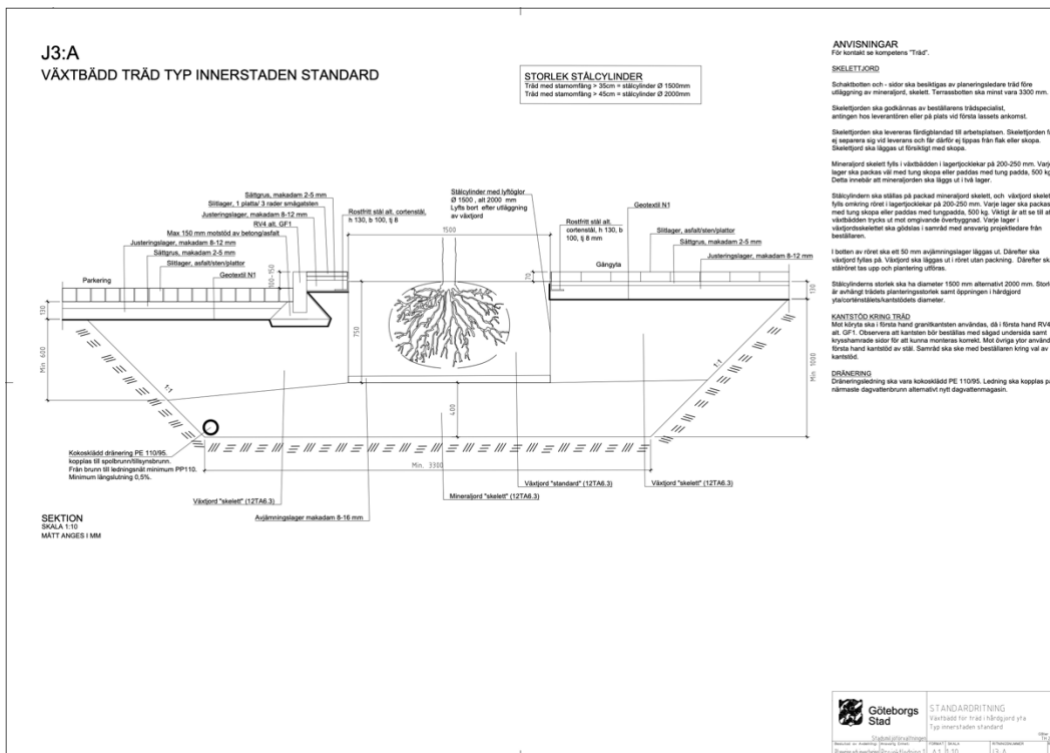
#### 2.4.2 Göteborgsmodellen och cityskelett - GBG

Göteborgsmodellen är en typritning som först togs fram i Sverige mellan åren 1991 – 1993. Denna metod skiljer sig från Stockholmsmodellen på några punkter. Rekommendationerna till denna modell säger att skelettjorden ska blandas före den läggs ner i anläggning. Den består även av två olika skelettjordar. En del som inte innehåller organiskt material och en del med organiskt material, se figur 1 (Pettersson 2006). Skelettet läggs ner i planteringsgropen med gripskopa, där dräneringsledning läggs först. Första lagret med skelettjord ska ha en tjocklek 400 mm där fraktionen är 90/150 mm makadam blandat med mineraljord. Sedan sätts en stålcylander där växtjord för rotklumpen ska läggas. Runt cylindern läggs nästa lager med skelettjord. Detta lager ska ha en tjocklek på 700 mm med fraktionen 90/150 mm blandat med växtjord, se figur 1. Båda lagren med skelettjord ska packas ordentligt för att hålla upp bärlagret. Stålcyldern fylls sedan med växtjord. Innan plantering av rotklumpen tas cylindern upp. Då ska strukturen hålla och trädet kan planteras (Göteborgs stad 2015).

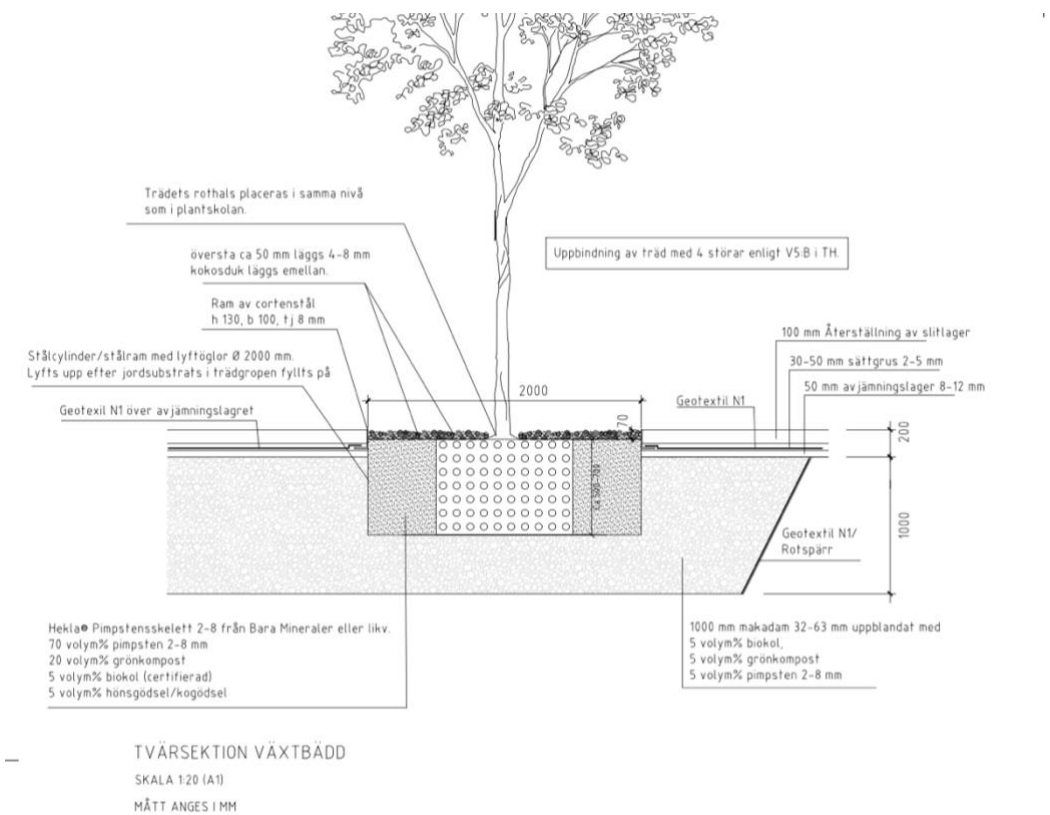
De senaste tre åren har dock den traditionella göteborgsmodellen börjat anläggas mindre. I stället har en ny metod börjat användas i större utsträckning redogör Johannes Josefsson<sup>2</sup>, trädspécialist på Göteborgs stad. Denna kallas Cityskelett – GBG och är en kolmakadambädd där kolmakadamen är i fraktionen 32–63 mm. Närmast rotklumpen har man en Hekla® pimpstensskelett i fraktionen 2–8 mm där 70 procent består av pimpsten och resterande 30 procent består av grönkompost, biokol och gödsel, se figur 2. Han fortsätter med att poängtera att i Göteborg gör man skelettjorden med minimum 25 kbm.

---

<sup>2</sup> Johannes Josefsson, trädspécialist, Göteborgs stad. Intervju 26 februari 2024.



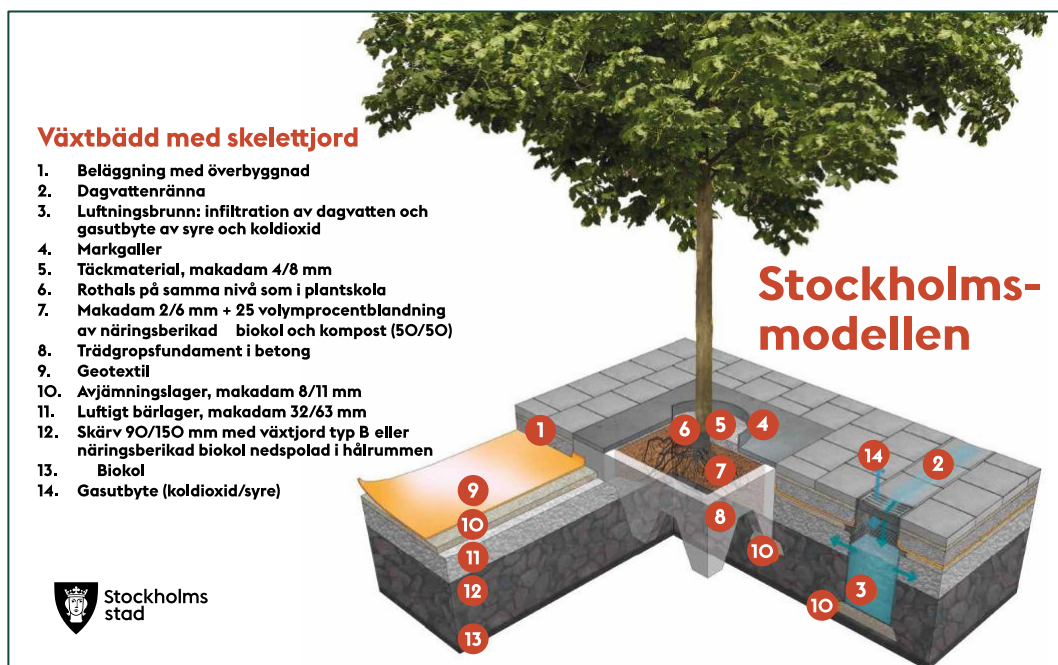
Figur 2. Ritning av skellettjord i Göteborgsmodellen (Göteborgs stad 2023).



Figur 3. Ritning av skellettjord med kolmakadam, Citysklett-GBG (Göteborgs stad 2023)

### 2.4.3 Stockholmsmodellen – skelettjord

Den modell som denna uppsats kommer ha störst fokus kring är Stockholmsmodellen. Denna modell togs fram under mitten av 1990-talet på initiativ av Stockholms stad (Pettersson 2006). Denna skelettjord består endast av ett lager med makadam i fraktionen 90/150 mm med antingen växtjord typ B eller näringsberikad biokol, se figur 3. Växtjorden och biokolen spolats ner i hålrummen i skelettjorden. Detta sker på plats till skillnad från Göteborgsmodellen som görs innan anläggning. Längst ner på terrassen läggs ett tunt lager med ogödslad biokol. Denna har som uppgift att filtrera dagvattnet och fånga upp föroreningar så det ej når ner i grundvattnet. Efter lagret med biokol läggs skelettjorden och växtjorden ut i lager och packas noga. Ovanpå skelettjorden appliceras ett luftigt bärlager med makadam i fraktionen 32/63 mm där även en luft- och dagvattenbrunn ansluts från gatan. På det luftiga bärlagret ligger sedan ett avjämningslager med fraktionen 8/11 mm. Avslutningsvis innan markbeläggningen och överbyggnaden läggs en geotextil som stoppar grus och liknande från markbeläggningen att falla ner i skelettjorden. I planteringshålet installeras en planteringslåda i betong, i vilken rotklumpen planteras i. Resterande utrymme i planteringslådan fylls med finkornigt makadam i fraktionen 2/6 mm tillsammans med 25 volymprocent av kompost och näringsberikad biokol som delas lika. För att skydda denna del med finkornigt material närmast rothalsen läggs ytterligare ett tunt lager med täckmaterial i fraktionen 4/8 mm och ett markgaller (Alvem & Grönjörd 2017).



Figur 4. Illustration av växtbädd med skelettjord (Stockholms stad 2017).

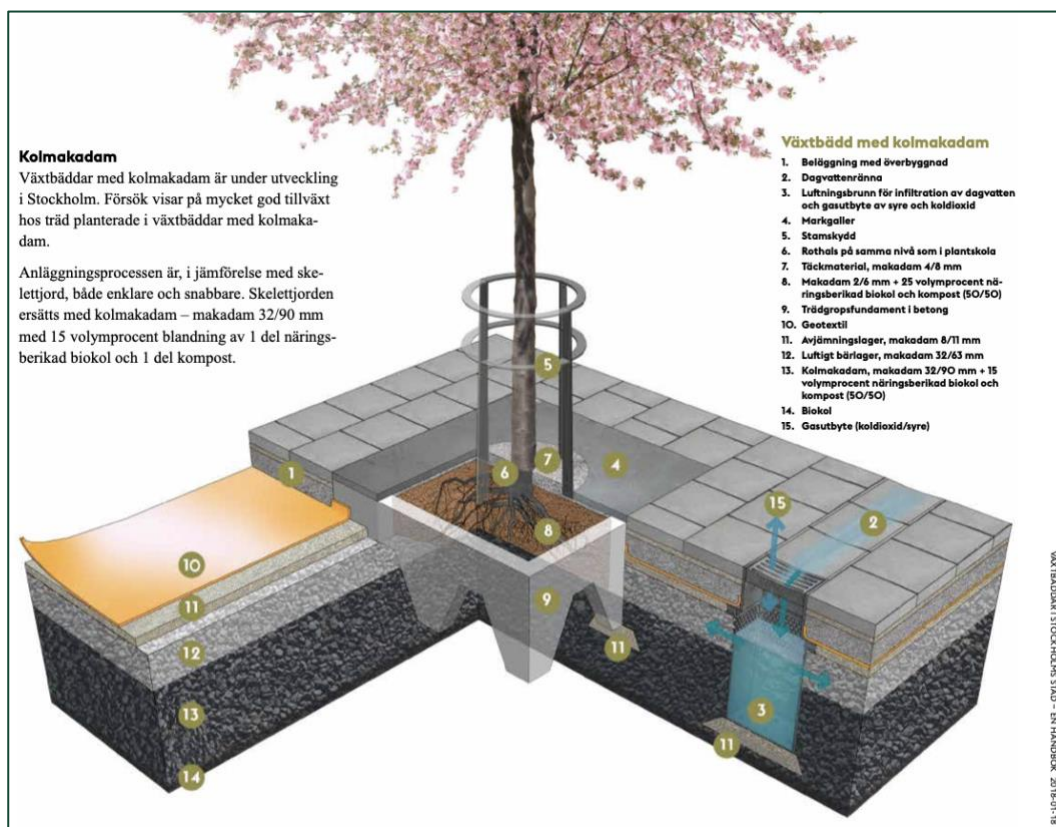
#### 2.4.4 Stockholmsmodellen – kolmakadam

Att anlägga växtbäddar med kolmakadam är en relativt ny teknik som har fått stort genomslag. Metoden tillhör stockholmsmodellen som tagits fram på initiativ av Stockholms stad. Uppbyggnaden är väldigt lik skelettjorden men skiljer sig genom att skelettjorden byts ut mot kolmakadam. Kolmakadamen ska då bestå av makadam i fraktionen 32/90 mm. I stället för växtjord som spolats ner i hålrummen ska kolmakadamen bestå av 15 volymprocent näringsberikad biokol och kompost, se figur 4 (Alvem & Grönjörd 2017).

Biokolet produceras genom pyrolys och sker när organiska restprodukter förbränns i en syrefri miljö. Detta sker i temperaturer mellan 300–800 grader. En stor fördel med biokol är att det binder och filtrerar bort farliga ämnen man inte vill ska nå grundvattnet och naturen, till exempel binder det organiska föroreningar. Tungmetaller kan även fastna i biokolet som fungerar som ett filter. De egenskaper som man vill att biokolet ska ha i form av att stoppa dessa föroreningar men även andra egenskaper bestäms vid framtagningen och temperaturen vid förbränningen (Mohanty et al. 2018). Kolmakadam kan även anläggas under hela året då det inte påverkas av ifall det är minus grader och tjäle i marken. Detta till skillnad från anläggning av skelettjord där jorden inte kan spolats ner i ovan nämnda förhållanden förklarar Alvem<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Britt-Marie Alvem, trädsspecialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.



Figur 5. Illustration av växtbädd med kolmakadam (Stockholms stad 2018).

## 2.5 Skelettjordens funktion

Skelettjordar kan användas vid både nyanläggning och för att vitalisera befintliga gatuträd. Syftet är att förbättra och öka det rotvänliga utrymmet för träden i hårdgjorda ytor såsom vid trafikerad gator och parkeringsplatser (Pettersson 2006). I och med att jorden är uppbyggd av makadam i stora fraktioner skapas en stark struktur samtidigt som makadamen är tillräckligt grovt för att stå emot markkompaktering. Förutom att stenkrossen skapar utrymme till rötterna skapas också syrerika porer vilket är en förutsättning för trädens fortlevnad. Syret i jorden ökar även med luftbrunnar som tidigare nämnt kopplas till konstruktionen. Luftbrunnen gör det möjligt för syre att komma ner och koldioxid som omvandlats av rötterna kommer ut. Med antingen växtjord eller biokol som blandas ner i utrymmet mellan makadamen är tanken också att skelettjorden ska få en vattenhållandekapacitet. Förutom att skapa bra förutsättningar till träden så används det även för att delvis rena men även kunna fördröja och magasinera dagvatten. Reningen sker när dagvattnet åker ner i skelettjorden och filtreras genom de olika lagren. Genom filtreringen fastnar partikelbundna föroreningar som annars hade

nått grundvattnet och vattendrag. Om biokol används som växtsubstrat har detta en hög vattenhållande förmåga och fungerar som en kolsänka. Detta gynnar klimatet då koldioxid binds som annars hade varit i atmosfären (Stockholms miljöbarometer 2023).

## 2.6 Skelettjord - AMA

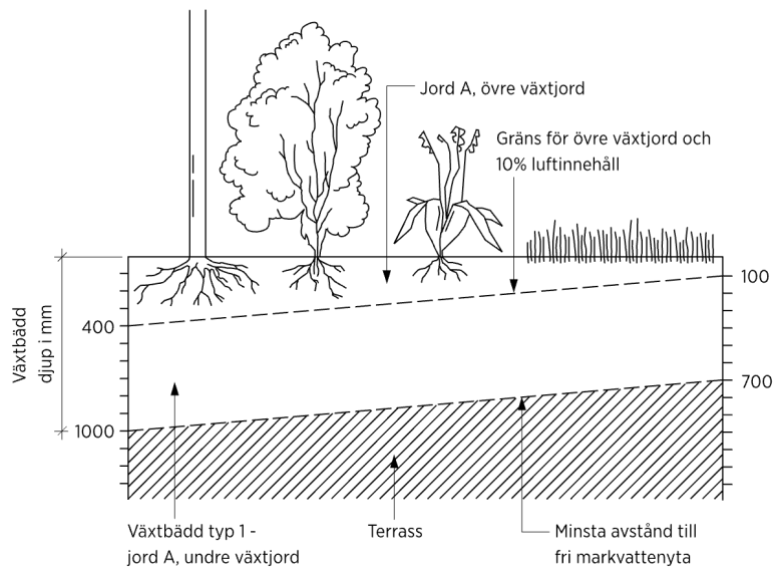
AMA är ett referensverk som används som ett verktyg vid bygg- och anläggningsarbeten i hela Sverige. Det står för Allmänna Material- och Arbetsbeskrivning och används av entreprenörer för att ta fram tekniska beskrivningar och förfrågningsunderlag. Genom att använda sig av AMA blir kvaliteten på arbeten mer säkerställda och standardiserade. Referensverket är indelade i olika fackområden innehållande Anläggning, Hus, VVS & Kyla och El. Alla olika delar inom respektive fackområde är uppdelade i kapitel och kodade. Inom dessa delar hittas olika krav på bland annat material och utförande i olika skeden av arbetet. Även råd och anvisningar finns i tillhörande verk, kallat RA. Det är Svensk byggtjänst innehållande representanter från byggsektorn som ligger bakom AMA (Hallgren 2016; *Svensk byggtjänst* 2023).

Växtbäddar i AMA anläggning hittas under det kodade avsnittet DCL.2 växtbäddar med växtsubstrat. Skelettjord hittas längre ner i avsnittet på i DCL.21 växtbädd med skelettjord, ytterligare kan man även hitta för färdigblandad och platsgjord skelett. Detta är nytt från 2023 då tidigare tillhörde skelettjord DCL.1 växtbäddar med växtjord (*Svensk byggtjänst* 2023). Örjan Stål<sup>4</sup> berättar att anledningen till den nya indelningen beror på att skelettjord inte består av naturliga substrats som växtjord utan i stället material som sten, kompost, biokol, tegel och pimpsten.

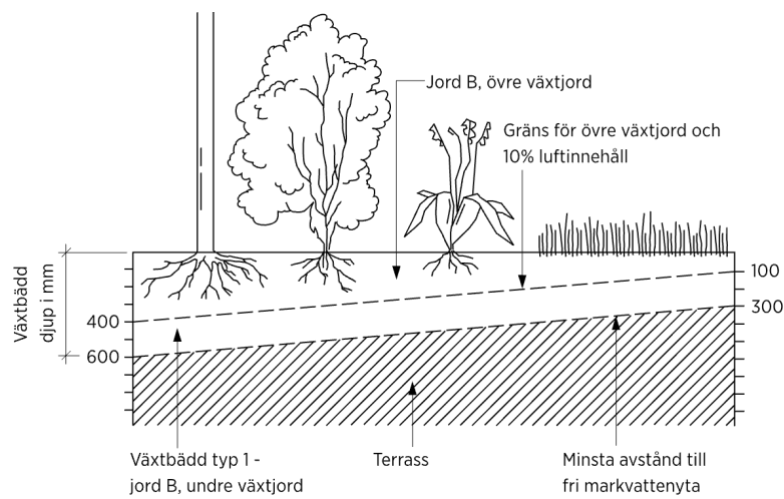
Skelettjordarna utefter AMA byggs ofta enligt en AMA växtbädd typ 1 med jord A. Denna typ har ett profildjup på 1000 mm, se figur 5. Om man bygger med en växtbädd typ 1 med jord B är profildjupet 600 mm, se figur 6 (*Svensk byggtjänst* 2023). Jord A är en lerig jord och jord B är en sandig jord (Folkesson 2018).

---

<sup>4</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.



Figur 6. RA DCL.1111/1. Utformning av växtbädd typ 1 med jord A (© AB Svensk Byggtjänst 2023).



Figur 7. RA DCL.1112/1. Utformning av växtbädd typ 1 med jord B (© AB Svensk Byggtjänst 2023).

## 3. Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet som främst grundar sig på intervjuerna men även litteraturstudien i vissa delar. Genom uppdelningen av de olika rubrikerna redogörs delar av resultaten till de tre frågeställningarna.

I första delen med underrubrikerna i 3.1 tas olika platsspecifika förutsättningar och faktorer upp som bör tas i beaktning när man konstruerar växtbäddarna. I rubrik 3.2 visas anledningarna varför Stockholmsmodellen ska revideras enligt Stockholms stad. I de sista underrubrikerna i 3.3 tas lösningar upp för att öka chanserna till lyckat resultat. Frågeställningar som resultat svarar på är följande:

- 3.1: Vilka faktorer påverkar resultatet när man anlägger olika typer av skelettjordar ur ett etableringsperspektiv av träden?
- 3.2: Vilka är anledningarna bakom revideringen av Stockholmsmodellen?
- 3.3: Vilka lösningar och strategier finns som kan öka chanserna till ett lyckat resultat?

### 3.1 Faktorer som påverkar resultatet

#### 3.1.1 Terrass och dränering

En av faktorerna som kan komma att spela en stor roll för hur resultat ska bli och som anläggningen bör anpassa sig efter är hur terrassen ser ut där skelettjorden ska anläggas. Detta poängterar Örjan Stål<sup>5</sup>, trädgårdstekniker med lång erfarenhet av att jobba med skelettjordar i olika skeden av projekt. Stål hävdar att terrassen inte får vara för genomsläpplig för då finns stor risk att jorden blir alldeles för torr. Genomsläppligheten bör inte vara mer än 3 mm/timme. Vidare fortsätter han att detta är något som slarvas med mycket vid planering och anläggning då många väljer att luckra terrassen där detta inte alls behövs göra. I stället är det bättre att terrassen är för trög än för genomsläpplig, och vid det sistnämnda att man isåfall lägger ut dränering. När det gäller dränering påstår Stål att många också gör felet

---

<sup>5</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.



att ha denna för långt ner, ibland ända ner vid terrassen. Om dränering ska finnas ska denna ligga minst 10–30 cm ovanför terrassen. Då kommer jorden enligt honom att innehålla vatten som inte dräneras bort och blir då lättare tillgängligt för rötterna. Det ökar även fukten upp i de övre skikten. Han fortsätter med att ifall det finns dränering långt ner i profilen kommer det inte hjälpa att ha trög terrass då dessa faktorer tar ut varandra.

Johannes Josefsson<sup>6</sup> som tidigare arbetat med växtbäddar i Stockholm men som nu är trädspecialist på Göteborgs Stad beskriver hur förhållandena skiljer sig mellan de två städerna. I Göteborg är det nästan alltid en lerterrass som är väldigt trög och knappt släpper något vatten. Stockholm har däremot inte alls samma förutsättning där terrassen i stället ofta får tätas. Josefsson fortsätter med att Göteborgs stad ofta måste tänka annorlunda vid anläggningen jämfört med på andra ställen. De får ofta anpassa sin dränering och sätta denna längre ner där terrassen är helt tät. Annars finns risk att vatten kan bli stående under lång tid vilket inte är optimalt för rötterna. Josefsson menar att det är oerhört viktigt att man har god vetskap över hur terrassen ser ut innan man ritar växtbäddarna.

### 3.1.2 Vattentillgång

Johannes Josefsson<sup>7</sup> belyser att innan anläggning bör undersökningar göras över hur stor vattentillgången är på platsen. Hur mycket av dagvattnet som man kan leda till växtbäddarna och hur stor del av vattnet som kommer vara tillgängligt för träden. Därefter ska utformningarna av växtbäddarna delvis anpassas efter undersökningarna.

Stål<sup>8</sup> poängterar betydelsen vid plantering att man vattnar med stora mängder och att ha ett konsekvent bevattningsschema första tiden. Det är även noga att man anpassar mängden vatten efter trädens behov. Detta då första tiden är den mest kritiska innan rotsystemet har utvecklat sig och finrötter bildats i stor utsträckning. Karin Blombäck<sup>9</sup> säger samma sak men också att vid väldigt mycket bevattning kan rötterna bli bekväma och inte sprida ut sig optimalt. För mycket vatten kan även göra jordprofilen vattenmättad. Vilket kan skapa en syrefri miljö som är skadligt för rötterna (Eriksson 2011).

Bevattning bör göras med hjälp av till exempel bevattningssäck de första åren. Detta bör inte begränsas till när det är torra. Utöver bevattning behövs det också

---

<sup>6</sup> Johannes Josefsson, trädspecialist, Göteborgs stad. Intervju 26 februari 2024.

<sup>7</sup> Johannes Josefsson, trädspecialist, Göteborgs stad. Intervju 26 februari 2024.

<sup>8</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

<sup>9</sup> Karin Blombäck, Forskningsledare, SLU institutionen för mark och miljö. Intervju 23 februari 2024.

ses över hur man kan öka att leda in dagvatten till trädgroparna. Markbeläggningar och geotextil ska gärna vara genomsläppliga så dagvattnet kan infiltreras. Men även att ytvatten kan rinna direkt ner genom brunn eller insläpp ner i trädgropen. En annan viktig sak att tänka på för att öka chanserna till god etablering är att välja rätt träd till rätt plats. Att utefter vattentillgången på platsen välj arter som är högre eller lägra torktolerans (*Trees in Hard Landscapes: A Guide for Delivery* 2014).

### 3.1.3 Kornstorlek och belastning över mark

Som tidigare nämnt används stora fraktioner av makadam i skelettjorden, traditionellt 90–150 mm. Dessa stora fraktioner används för att kunna skapa struktur och klara belastningen ovan mark från till exempel trafik. Som ett resultat bildas stor porvolym där porerna har en stor diameter. Detta förbättrar viktiga faktorer som krävs för att träden ska kunna växa i hårdgjorda miljöer, samtidigt som det hämmar andra (Pettersson 2006; Larm & Blecken 2019).

Ju större porer det är i jorden desto snabbare kommer vattnet att dräneras bort genom hydraulisk konduktivitet. Likadant blir den kapillära stigningen mindre i stora porer jämfört med små porer. Det betyder att vattnet stiger långsammare eller inte alls i de stora porerna. Resultatet blir att växttillgängligt vatten kan få svårt att nå rötterna utan endast finns längst ner i profilen om terrassen är trög (Eriksson 2011).

Örjan Stål<sup>10</sup> hävdar att de stora fraktionerna som idag marknadsförs inte behöver vara så stora. Precis vid rotklumpen ner till terrassen sker ingen större markompaktering om man använder planteringslåda. Dock kan belastningen fortfarande vara stor runtomkring. Enligt honom är den enda anledningen till de stora fraktionerna att växtjorden ska kunna spolans ner i hålrummen. Stål fortsätter med att detta problem kan lösas ifall man anlägger kolmakadam då denna jord inte behöver blandas på plats. På detta sätt kan man få bra vattenhållande förmåga men ändå få den struktur som behövs för att skapa rotvänliga porer och utrymme.

### 3.1.4 Profildjup på skelettjorden

Tidigare och än idag anläggs skelettjordarna ofta med ett profildjup på runt 1000 mm, alltså 1 meter. Detta hänger kvar ifrån när man anlägger växtbäddar med vanlig växtjord. Då behövs djupare profil för att inte jorden ska bli för blöt vid kraftig och kontinuerlig nederbörd (Svensk byggtjänst 2023). Men även för att träden ska få

---

<sup>10</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

tillräckligt med utrymme och större mängder vatten ska kunna magasineras berättar Stål<sup>11</sup>. Han fortsätter genom att påpeka att med en vanlig AMA jord A blir jorden som en svamp om man inte anlägger med tillräcklig profildjup. När man i stället anlägger skelettjord som innehåller makadam i stora fraktioner tillsammans med en AMA jord B blir resultatet inte det samma. Profildjupet har alltså inte anpassats från AMA växtbädd typ 1 med jord A till växtbädd typ 1 med jord B, se figur 5 och 6. Stål påstår att det är felaktigt att skelettjorden behöver profildjup på 1 meter. I stället breder trädens rötter ut sig horisontellt både naturligt och i dessa anläggningstyper. Detta eftersom det är där majoriteten av porerna innehållande syre finns. Han hävdar i stället från egen erfarenhet att max djupet inte bör överskrida mellan 60–80 cm för att maximera förutsättningarna för träden i form av vattenhållande förmåga i jorden. Återkommande blir resultat att växtbädden blir alldeles för torr med den djupa profilen. Faktorer som denna kombinerat med tidigare nämnda fel som stora fraktioner, genomsläpplig terrass, dränering för långt ner vid terrassen. Dessa faktorer gör alla tillsammans enligt Stål att mindre vatten blir kvar för träden.

I Göteborg där terrassen är väldigt tät anlägger man oftast 1 meter djupa skelettjordar förklarar Josefsson<sup>12</sup>. Men när utrymmet finns att göra bäddarna bredare gör man det och minskar profildjupet. Han menar att en av den största anledningen till profildjup på 1 meter är på grund av att man måste anpassa sig efter ledningar och körbanor. Så för att skapa tillräckligt med utrymme behöver man ofta schakta ur mer och jobba djupare.

### 3.1.5 Dagvattenhantering eller skelettjord?

Ett problem som många gör är att kombinera skelettjordar med regnbäddar för omhändertagande av dagvatten menar Stål<sup>13</sup>. Han poängterar att ifall man anlägger skelettjord med funktionen att kunna ta emot stora mängder dagvatten krävs stor porvolym. Då anläggs ofta skelettet med olika fraktioner där det grövre ligger i botten och mindre fraktioner över. Detta görs för att växtbädden ska kunna magasinera mer vatten. Dessutom används profildjup på 1 meter. Stål menar att då blir skelettjorden alldeles för torr och vattnet bara rinner rakt igenom. Jorden får låg kapillär stighöjd. Dessutom anläggs dessa jordar ofta med genomsläpplig terrass och dränering. Resultat blir som tidigare nämnt att vattnet inte når rötterna och det blir för lite fukt för rotklumpen. Stål säger att man i stället bör anlägga växtbäddar för att ta hand om dagvattnet på andra ställen eller runt omkring skelettjordarna. Att kombinera de två blir svårt om man ska få en lyckad etablering.

---

<sup>11</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

<sup>12</sup> Johannes Josefsson, trädsspecialist, Göteborgs stad. Intervju 26 februari 2024.

<sup>13</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

## 3.2 Vilka är anledningarna till att stockholmsmodellen ska revideras?

Anledningarna bakom revideringen av Stockholms stads handbok om växtbäddar och däribland stockholmsmodellen (2017) är enligt Britt-Marie Alvem<sup>14</sup> att man vill ge ut en förbättrad version och framförallt förtydliga vissa delar. En av de största förändringarna är bland annat att man ska sluta kalla ritningar i handboken för typritningar och i stället för principskisser. Detta eftersom de har insett att ifall det heter typritning så är risken större att entreprenörerna tar dem och bygger rakt av dessa. I stället vill man med förändringen att kalla det principskiss förtydliga betydelsen att man måste platsanpassa växtbäddarna efter förhållandena på platsen.

Alvem<sup>15</sup> pekar även på liknande problem som både Stål och Josefsson också nämnt. Vilket är att man måste prova terrassen och se dess genomsläpplighet innan man anlägger. Att när anläggare och projektörer inte gör detta innan läggs ofta dränering in på fel höjd eller att dränering används där det inte behövs. Detta är något de vill ändra och trycka på i den nya versionen av handboken. Alvem fortsätter med att förklara att när Stockholms stad själva anlägger sina växtbäddar brukar ingen dränering användas eftersom växtbäddarna är för torra och att terrassen där är för genomsläpplig. Hon tror att dränering är något som hänger kvar från när man anlägger växtbäddar för dagvatten- och skyfallshantering. Då man fort vill kunna leda bort stora mängder dagvatten.

## 3.3 Vad kan öka chanserna till ett lyckat resultat?

### 3.3.1 Biokol som lösning

Växtbäddar med kolmakadam för hårdgjorda ytor har på senare tid tagit sig in på marknaden som ett nytt alternativ. Stål<sup>16</sup> hävdar att det finns många bra fördelar med att använda kolmakadam med biokol som ett alternativ till de traditionella skelettjordarna. Förhoppningen är att det ska få ännu större genomslag och att fler får kunskap kring det. Enligt Stål är den viktigaste fördelen med biokol att den inte tappar sin struktur. Han jämför med vanliga jordar, att dessa tappar sin struktur så fort man transporterar och lägger ut dem. Det vill säga att aggregeringen med syre och fukt försvinner lätt och jorden blir kompakterad.

---

<sup>14</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

<sup>15</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

<sup>16</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

Skillnaden mellan vanlig skelettjord och kolmakadam är att kolmakadam är snabbare och enklare att anlägga. Man kan använda färdigblandad kolmakadam utan att man behöver oroa sig för att tappa dess viktiga egenskaper och struktur under transport och utläggning. För skelettjorden lägger man som tidigare nämnt ut lager efter lager och spolat ner växtjorden med vatten. Vilket även tar längre tid än att anlägga kolmakadam (Alvem & Grönjörd 2017).

Britt-Marie Alvem<sup>17</sup> berättar även att i Stockholm anlägger man fler växtbäddar med kolmakadam än skelettjordar nuförtiden. Hon fortsätter med att belysa att en stor anledning till detta är att man kan anlägga dessa året runt och att skelettjordarna är svårare för entreprenörerna att bygga. Enligt Alvem händer det ofta att man inte lyckas spola ner jorden tillräckligt bra i hålrummen hos makadamen. I stället läggs nya lager med makadam och profilen får en ojämn struktur som inte uppfyller kraven. Hon avslutar även med att understryka att Stockholms stad undviker gärna att använda växtjord då det är en ändlig resurs och att åkermark förstörs där det hämtas ifrån.

Vatten- och näringshållande egenskaper är relativt höga i biokol. Dess vattenhållande kapacitet liknar lera, samtidigt som strukturen är bättre berättar Stål<sup>18</sup>. Näringsinnehållet kan även jämföras med organiska material som mull eller torv fast där biokol bryts ner långsammare. Andra fördelar med biokol är att näringsretentionen i jorden blir högre, det vill säga att näringen hålls kvar längre. Den mikrobiella tillväxten gynnas även samtidigt som mer kväve blir tillgängligt. Dessa två egenskaper gynnar trädens tillväxt. En stor fördel för klimatet men kanske mindre effekt för träden är även att växtbäddar med biokol fungerar som kolsänka med långtidslagring av kol, vilket är positivt (Scharenbroch et al. 2013).

### 3.3.2 Kunskap är nyckeln

För att förbättra resultaten och användningen av skelettjordar, både vanlig och kolmakadam så kräver det att den generella kunskapen blir större hos alla som jobbar med det. Det hävdar Örjan Stål<sup>19</sup> som bland annat säger att många bara bygger direkt av en typritning som Stockholmsmodellen men inte vet hur de markfysikaliska egenskaperna fungerar i jordarna. Han fortsätter med att exemplifiera att man måste kunna urskilja den vattenhållande förmågan i olika jordar och vilka faktorer som påverkar det. Något som på många ställen i branschen måste bli bättre.

---

<sup>17</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

<sup>18</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

<sup>19</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

Karin Blombäck<sup>20</sup> berättar att man måste förstå att skelettjordar är väldigt torra växtbäddar och att man inte kan förvänta sig att dessa typer av växtbäddar är bra på allt. Hon poängterar även att man måste få en bättre bild över vad som egentligen är en skelettjord och när man bör använda en. Detta då det enligt henne är ett begrepp som användes ofta till många olika typer av konstruktioner. Hon avslutar med att i stället för att bara lyfta fram de positiva aspekterna med modeller som Stockholmsmodellen så måste även bristerna och fallgroparna belysas.

När Stockholm Stad själva anlägger traditionella skelettjordar och växtbäddar med kolmakadam har de en kvalificerad byggladare som ansvarar för kontroll och kvalitet. Något som Alvem<sup>21</sup> förklarar som viktigt och något som fler entreprenörer bör ha. Byggladaren ska kunna kontrollera terrassen och anpassa konstruktionen efter detta samt andra förhållanden som existerar. Byggladaren ska också kunna se till att byggandet sker så som det är tänkt utefter ritningarna och att inga oväntade komplikationer uppstår, detta genom att säkerställa kvaliteten genom hela arbetet. Något som ibland saknas enligt henne.

---

<sup>20</sup> Karin Blombäck, Forskningsledare, SLU institutionen för mark och miljö. Intervju 23 februari 2024.

<sup>21</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

## 4. Diskussion

I denna del diskuteras resultatet och slutsatser ges utifrån de tre frågeställningarna. Detta görs i rubriken 4.1 med tillhörande underrubriker, en för varje frågeställning. I rubriken 4.2 utvärderas metoden, vad som kunde gjorts annorlunda hur det har påverkat resultatet. I sista rubriken 4.3 tas förslag fram för framtida forskning.

### 4.1 Resultatet

*Vilka är anledningarna bakom revideringen av Stockholmsmodellen?*

Anledningarna bakom revideringen av Stockholms stads handbok om växtbäddar från 2017 och där inkluderat Stockholmsmodellen är många. Resultatet som tagits fram grundar sig på Britt-Marie Alvems egen förklaring. Alvem som själv var med och tog fram den senaste handboken och även den kommande versionen känns kvalificerad för att ge svar på denna fråga. Orsakerna som tas upp i resultatet kan sammanfattas med att man vill förtydliga och minska missförstånd när entreprenörer använder ritningarna. Detta för att resultatet ska bli bättre vid anläggning av Stockholms växtbäddar. Det som Alvem<sup>22</sup> tog upp som de bakomliggande anledningarna till revideringen kan sammanfattas som följande: Man vill sluta kalla ritningarna för typritningar och i stället för principskisser för att entreprenörer ska förstå att man måste platsanpassa konstruktionerna. Anpassningarna man vill att de ska göra ska grunda sig på vattentillgången i växtbäddarna och hur genomsläpplig terrassen är. Man vill också trycka på att dränering inte alltid ska användas och när det används ska placeringen justeras efter förhållandena på platsen.

Efter att tagit del av Alvems resonemang om anledningarna bakom revideringen, men även andra intervjupersoners syn på fallgropar vid anläggning blir slutsatsen att det ibland faktiskt kan vara en nackdel att ha en modell att utgå efter när det gäller växtbäddar. Alla träd och platser är unika med olika krav och förutsättningar. Med färdiga modeller och typritningar kan det lätt bli att entreprenörer ser det som

---

<sup>22</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

en universallösning och bygger helt efter dessa. Man gör inte de undersökningar och anpassningar som krävs för att faktiskt skapa de mest optimala förhållandena som går för träden, något som kan bero på både brist på kunskap, tid eller budget. Utan modeller som Stockholmsmodellen hade det krävts större kunskap av varje enskild individ inom branschen. Även att man kanske blivit mer noggrann med planering och undersökningar. Vilket möjligen hade gjort att man kommit ifrån att kopiera ritningar rakt av.

Stockholmsmodellen hyllas och har fått stort erkännande, men på senare tid är känslan att den även fått en del kritik. Något som jag anser kan vara bra för att öka medvetenheten kring fallgroparna som finns vid användning av modellen. Detta har också bidragit till att Stockholms stad nu ska revidera den. Något som är bra och tvingar branschen att utvecklas sig. Risken finns dock om kritiken blir för stor att entreprenörer runt om i landet undviker att anlägga dessa typer av växtbäddar. Resultatet skulle då kunna bli att utvecklingen stannar av. Utan Stockholms stads handbok med Stockholmsmodellen hade troligtvis skelettjordar och växtbäddar med kolmakadam inte fått samma spridning. Dessa metoder hade kanske inte använts i samma utsträckning. Något som i sin tur också hade hindrat utvecklingen till mer gröna städer med frodiga gatuträd. Man kan spekulera i hur våra städer hade upplevts både ur ett ekologiskt och socialt perspektiv om metoder som Stockholmsmodellen inte tagits fram. Vi hade troligtvis inte haft träd i städerna i samma utsträckning som vi har idag något som även möjligtvis hade kunnat påverkat människornas välmående till det negativa.

*Vilka är de faktorer som påverkar resultatet när man anlägger olika typer av skelettjordar ur ett etableringsperspektiv av träden?*

Skelettjordar och andra typer av växtbäddar som till exempel kolmakadam används för att skapa bättre förutsättningar för gatuträden. Dessa typer av konstruktioner är framtagna för att lösa specifika problem för framför allt trädens rotsystem. Det är för att skapa mer rotvänligt utrymme där markkompaktering annars hade förstört jordstrukturen och jordens egenskaper. Även för att maximera utrymmet under mark då denna ofta är begränsad på grund av konkurrerande infrastruktur. Eftersom dessa konstruktioner är anpassade för specifika förhållanden och ändamål blir det att andra egenskaper som finns i mer naturliga uppbyggda växtbäddar åsidosätts (Pettersson 2006; Larm & Blecken 2019).

Resultatet av de faktorer som påverkar etableringen av träden kretsar mest kring uppbyggnaden av växtbäddarna och vilka förhållanden som finns på platsen. Det



gäller terrass, dränering, profildjup, fraktioner på substraten, vattentillgång på platsen, markbelastning på platsen och vad man vill få ut av växtbädden.

För att öka chansen att få ut maximalt av det som krävs av växtbädden på platsen så bör man först fundera vad man faktiskt vill använda den till. Man bör som tidigare nämnt undvika att använda skelettjordar i huvudsak för dagvattenhantering. Då finns isåfall bättre lösningar för detta. Samma sak gäller att man inte använder det där ingen markkompaktering förekommer. Storleken på fraktionerna borde därför anpassas efter hur mycket belastning det är på platsen. Annars blir det att de stora fraktionerna används och gör växtbäddarna onödigt torra där det inte behövs. Gamla idéer och tillvägagångssätt bör vi även komma bort ifrån, liksom Stål<sup>23</sup> berättar om att skelettjordar kan anläggas som en vanlig AMA växtbädd typ 1 med jord A. Då dessa anläggs med profildjup på 1 meter tillsammans med fraktioner mellan 90–150 mm blir dessa växtbäddar extremt torra. Detta då ju större kornstorlek det är blir den kapillära stighöjden mindre, alltså vattnet når inte lika högt upp i profilen (Eriksson 2011). Om det ska lyckas med detta vid till exempel användning av Stockholms skelettjordar hade det krävts av entreprenören ett perfekt genomförande när man spolat ner jorden i makadamen. Strukturen måste alltså bli jämn med jord i alla hålrum.

Det bör även ses över ekonomiskt och tidsmässigt ifall möjlighet finns att ha tillräcklig bevattning till dessa typer av växtbäddar. Om man inte har tillräckligt med kapacitet för att hjälpa träden under dess etableringsperiod bör kanske dessa konstruktioner undvikas. En stor del är att förstå att dessa växtbäddar är väldigt torra konstruktioner. Man kan se det ur ett etiskt- och miljöperspektiv hur vi vill behandla träden i våra städer. De borde ges maximala förutsättningar till träden utifrån rådande omständigheter. Detta ifall vi vill att de ska kunna etablera sig och leva länge i stället för att ständigt byta ut dem då de dör på grund av att platsen inte uppfyller ståndortskraven. Jag tycker träden förtjänar bättre och att det är en onödig påfrestning på både klimatet och ekonomin. Det borde göras rätt från början.

*Vilka lösningar och strategier finns som kan öka chanserna till ett lyckat resultat?*

För att klara de utmaningar som finns kring användning av skelettjordar krävs idag större kunskap. Detta gäller alla i kedjan, från planering till skötsel. Alla de fallgropar som tas upp i resultatet kretsar kring brist på kunskap och förståelse. Man måste förstå som Stål<sup>24</sup> och Blombäck<sup>25</sup> berättar, hur olika substrat fungerar och

---

<sup>23</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

<sup>24</sup> Örjan Stål, Trädgårdstekniker, VIÖS AB. Intervju 8 februari 2024.

<sup>25</sup> Karin Blombäck, Forskningsledare, SLU institutionen för mark och miljö. Intervju 23 februari 2024.

hur olika markfysikaliska egenskaper skiljer mellan dessa substrat. Om vi kan få alla som arbetar med dessa typer av växtbäddar att bredda på sin kunskap är troligtvis mycket vunnet.

Kunskapen inom markfysiken som bland annat behöver bli bättre hos entreprenörer är den vattenhållande förmågan i olika jordar. Man måste ha vetskapen kring som Eriksson beskriver ”Jordens förmåga att under olika förhållanden binda växttillgängligt och icke växttillgängligt vatten beror på porsystemets utseende, vilket i sin tur beror på markens textur och struktur” (Eriksson 2011:178)

Det råder även som Blombäck<sup>26</sup> poängterar en otydlig bild över vad en skelettjord faktiskt är och vilka olika typer av konstruktioner som tillhör det. Idag används begreppet till olika typer av konstruktioner beroende på vem man frågar. Vissa ser till exempel växtbäddar med kolmakadam som skelettjordar medan andra inte gör det. Frågan är om begreppen ska kategoriseras efter konstruktionens uppbyggnad eller dess ändamål?

Man bör även börja problematisera dessa typer av växtbäddar mer. Att de inte löser alla etableringsutmaningar utan i stället faktiskt också skapar nya utmaningar. Om folk är mer medvetna om riskerna blir de kanske även bättre på att manövrera sig undan dem.

De traditionella skelettjordarna används idag mindre och mindre i bland annat Stockholm och Göteborg. Efter att biokol tagits fram som substrat har växtbäddar med kolmakadam i stället tagit över, något som både Alvem<sup>27</sup> och Josefsson<sup>28</sup> berättar. Eftersom biokol är mindre känsligt att anlägga då det bibehåller sin struktur bättre kan riskerna att man gör fel vid anläggning minimeras. Något väldigt positivt är även att det fungerar som en kolsänka och att det filtrerar dagvattnet bättre än en vanlig växtjord (Scharenbroch et al. 2013). Detta är bra ur ett klimat- och miljöperspektiv. Förhoppningsvis blir detta lyckat och kan öka chanserna till goda resultat ur ett etableringsperspektiv av gatuträden. Något som är viktigt ifall vi vill ha våra städer gröna och kunna utnyttja de ekosystemtjänster som träden ger oss. Med ekosystemtjänster till städernas befogande kommer invånarna gynnas och miljön bli mer trivsam. För att utvärdera biokol som odlingssubstrat behöver man se på hur det gått där detta har använts. Idag är det svårt att hitta statistik med uppföljningar där dessa substrat använts under en längre tid. Även ifall det skulle fungera rent teoretiskt är inte alltid resultatet det samma i praktiken.

---

<sup>26</sup> Karin Blombäck, Forskningsledare, SLU institutionen för mark och miljö. Intervju 23 februari 2024.

<sup>27</sup> Britt-Marie Alvem, trädspécialist, Stockholms stad. Intervju 28 februari 2024.

<sup>28</sup> Johannes Josefsson, trädspécialist, Göteborgs stad. Intervju 26 februari 2024.

## 4.2 Metoden

### *Litteraturstudie*

I bakgrunden och även resultatet i viss mån användes litteraturstudie som metod. Under metodkapitlet redovisas att det är framför allt artiklar, böcker, webbsidor och examensarbeten som använts. Dessa har både varit digitala och fysiska källor. Det har gett en bra grund och förståelse för alla de begrepp som tas upp och gett en övergripande bild som behövs för att förstå helheten. Eftersom skelettjordar i olika typer av modeller och substrat är relativt nytt finns inte jättemycket litteratur om det. Detta kan också bero på att det ännu inte fått spridning över hela världen. Metoderna med skelettjordar förändras även hela tiden där nya substrat tar sig in på marknaden. Även konstruktionerna förändras med bland annat olika fraktioner och fördelningen av dessa fraktioner. Vetenskapliga artiklar har ibland varit svåra att hitta som svarar på de valda frågeställningarna. I stället har olika artiklar använts som överlappar in på temat men som i huvudsak inte handlar om det.

För att svara på mina frågeställningar har denna metod varit bristande. Detta på grund av att det saknas passande litteratur som svarar specifikt på frågeställningarna. Metoden har dock varit viktig för att som tidigare nämnt ge en helhetsbild och begreppsförklaring. Ytterligare är känslan att det råder skilda meningar över vad som faktiskt räknas som skelettjordar. Som exempel, kallar vissa yrkesverksamma personer i branschen växtbäddar med kolmakadam för skelettjord medan andra inte gör det. Detta kan skapa en osäkerhet när man tolkar litteratur, ifall författaren och jag som analyserar tolkar innehållet olika.

### *Intervjuer*

När litteraturstudien varit begränsad för att skriva resultatet har intervjuerna varit ett väldigt bra hjälpmedel för att kunna svara på frågeställningarna. Fyra intervjuer utfördes och alla dessa digitalt. Dessa samtal genomfördes med ganska fri struktur med några frågor för att starta diskussionen. Intervjupersonerna fick därför rätt fri roll att berätta sin syn på ämnet. Något som troligen hjälpt till så att deras svar speglar deras ärliga syn på skelettjordar.

För att få ett ännu mer nyanserat resultat hade fler personer kunnat intervjuas. Gärna yrkesverksamma personer i andra delar av branschen. Till exempel personer med fokus på de växtfysikaliska delarna ur trädens perspektiv. Även personer inom anläggning i den privata sektorn hade nog kunnat bidra med en mer nyanserad bild. Om andra personer hade intervjuats hade resultatet kunnat bli annorlunda. Eftersom tiden varit begränsad för skrivandet av denna uppsats så fick jag begränsa mig vid fyra intervjupersoner.

### 4.3 Framtida studier

Skelettjordar och bland annat användningen av biokol som odlingssubstrat är väldigt nytt. Mer kunskap och forskning krävs. Framför allt behöver kunskapen och resultaten göras mer lättillgängligt för alla som jobbar i branschen. Det finns många därute som sitter på väldigt mycket av denna kunskap men det krävs att alla får ta del av den. Nya metoder kommer ständigt och då krävs det att utvecklingen och kunskapsöverföringen går hand i hand. Efter att skrivit detta examensarbete har det blivit tydligt hur svårt det är att hitta relevant forskning kring frågeställningarna. Det finns i viss utsträckning men är svår att hitta.

Något som bör forskas på mer är hur klimatpåverkan är av att anlägga skelettjordar i olika modeller. Mycket av de materialen som används är inte naturliga substrat utan framställs ur till exempel förbränning som biokol. Andra hittar man inte i Sverige utan måste importeras som till exempel pimpsten. Man bör även undersöka mer på huruvida bevattningsmängd och näringsläckage påverkar klimatet. Ovan nämnda parametrar får såklart jämföras med vad man får ut av anläggningen i form av etablerade gatuträd. Där klimatpåverkan kan jämföras med de ekosystemtjänster som träden ger oss.

Ytterligare vidareforskning kring ämnet skulle kunna vara hur resultatet i ett långsiktigt perspektiv påverkas av olika faktorer. Hur olika faktorer påverkar etablering och välmående av gatuträden.

## Referenser

- Alvem, B.-M. & Grönjörd, R. (2017). Handbok om växtbäddar i Stockholms stad - Stockholms stad. Stockholms stad. <https://leverantor.stockholm/entreprenad-i-stockholms-offentliga-miljoer/vaxtbaddshandboken/> [2024-01-18]
- Bassuk, N., Denig, B., Grabosky, J., Haffner, T. & Trowbridge, P. (2015). *CU-Structural Soil: A Comprehensive Guide*.
- Bassuk, N. & Trowbridge, P.J. (2004). *Trees in the urban landscape: site assessment, design, and installation*. John Wiley.
- Bradshaw, A., Hunt, B. & Walmsley, T. (1995). *Trees in the urban landscape: principles and practice*. Spon.
- Bryman, A. & Nilsson, B. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Tredje upplagan. Liber.
- Christen, A. & Vogt, R. (2004). Energy and radiation balance of a central European city. *International Journal of Climatology*. 24 (11), 1395–1421. <https://doi.org/10.1002/joc.1074>
- Deak Sjöman, J. (2022). Fler träd behövs i städerna | Green Cities. Green cities Europe. <https://se.thegreencities.eu/fler-trad-behovs-i-staderna/> [2024-03-03]
- Edlund, B. (2007). *Porträtt av träd: i folkkulturens och poesins spegel*. ia.
- Eriksson, J. (2011). *Marklära*. 1. uppl. Studentlitteratur.
- Folkesson, A. (2018). *Jordkokboken: handbok i att beskriva växtbäddar för växter med speciella krav i anslutning till AMA*. Andra utgåvan. Svensk byggtjänst.
- Forsberg, C. & Wengström, Y. (2016). *Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*. 4. rev. utg. Natur & kultur.
- Göteborgs stad (2015). *ANVISNINGAR FÖR ARBETEN I PARK- OCH NATUROMRÅDEN*. <https://tekniskhandbok.goteborg.se/13-byggnation/13q-anlaggning-av-vegetationsytor-2/13qh-trad-och-busktrad/> [2024-02-05]
- Hallgren, M. (2016). *Hur mår träd i skelettjord? (Grundnivå, G2E)*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-5531>
- Hej Örjan Stål och Petter Åkerblom! - Movium (2023). *Tankesmedjan Movium*. <https://movium.slu.se/nyheter/hej-orerjan-staal-och-petter-aakerblom/> [2024-01-25]
- Juell-Skielse, M. (2012). *Så får du träd att gå med vinst*. <https://byggkoll.byggtjanst.se/artiklar/2012/maj/sa-far-du-trad-att-ga-med-vinst/?type=webarticle> [2024-03-17]
- Kolek, J. & Kozinka, V. (1992). *Physiology of the plant root system*. Kluwer Academic Publishers. (Developments in plant and soil sciences, 46)

- Larm, T. & Blecken, G. (2019). Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. (2019–20). Svenskt Vatten AB. [svensktvatten.se](http://svensktvatten.se)
- Mohanty, S.K., Valenca, R., Berger, A.W., Yu, I.K.M., Xiong, X., Saunders, T.M. & Tsang, D.C.W. (2018). Plenty of room for carbon on the ground: Potential applications of biochar for stormwater treatment. *Science of The Total Environment*, 625, 1644–1658. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.037>
- Nolin, C. (1999). Till stadsbornas nytta och förlustande: Den offentliga parken i Sverige under 1800-talet. 1999. uppl. Byggförlaget. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:Anbn:3Ase:3Asu:3Adiva-37492> [2024-03-17]
- Pehrsson, P.-J. (1986). Malmö, parkernas stad: en historik över den offentliga grönskans framväxt. kommun.
- Pettersson, J. (2006). Växtbäddar för träd i gatumiljö: skelettjordars konstruktion och funktion. (Magisteruppsats). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-7737>
- Ruiz-Pérez, G. & Vico, G. (2020). Effects of Temperature and Water Availability on Northern European Boreal Forests. *Frontiers in Forests and Global Change*, 3. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00034>
- Scharenbroch, B.C., Meza, E.N., Catania, M. & Fite, K. (2013). Biochar and Biosolids Increase Tree Growth and Improve Soil Quality for Urban Landscapes. *Journal of Environmental Quality*, 42 (5), 1372–1385. <https://doi.org/10.2134/jeq2013.04.0124>
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015). Träd i urbana landskap. 1. uppl. Studentlitteratur.
- Skelettjord - Stockholms miljöbarometer (2023). Stockholms stad. <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder/skelettjord/> [2024-02-12]
- Svensk byggtjänst (2023). AMA Online - Anläggning 23. <https://ama.byggtjanst.se/navigera/anlaggning-23> [2024-02-20]
- Trees in Hard Landscapes: A Guide for Delivery (2014). Trees and Design Action Group. <https://www.tdag.org.uk/trees-in-hard-landscapes.html> [2024-02-19]
- Träd i stadsmiljö, fördjupning (2018). Klimatanpassning.se. <https://www.klimatanpassning.se/exempel/trad-i-stadsmiljo-fordjupning-1.87628> [2024-02-01]
- Urbana träd och ekosystemtjänster (2019). Boverket. [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana\\_trad/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana_trad/) [2024-01-24]
- Villarreal-Gonzalez, E. (2005). Beneficial Use of Stormwater - Opportunities for urban renewal and water conservation. (thesis/doccomp). Lund University. <http://lup.lub.lu.se/record/544349> [2024-02-01]

## Figurer

- Figur 1: Örjan stål. (u.å). Foto över anläggningsarbete av växtbäddar vid hårdgjord yta. [Fotografi]. [2024-03-15] Används med upphovspersonens tillstånd.
- Figur 2: Göteborgs stad. (2023). Växtbädd med skelettjord för hårdgjorda ytor. [Ritning]. <https://tekniskhandbok.goteborg.se/12-projektering/12t-vegetationsytor-gronaytor/12ta-projektering-av-vegetationsytor/12ta6-utformning-av-vegetationsytor/12ta6-1-vaxtbaddar/12ta6-1-1-vaxtbaddar-for-trad/> [2024-02-16] Används med upphovspersonens tillstånd.
- Figur 3: Göteborgs stad. 2023. Cityskelett – GBG, växtbädd med kolmakadam. [Ritning]. [2024-02-27] Används med upphovspersonens tillstånd.
- Figur 4: Stockholms stad. (2017). Växtbädd med skelettjord. [illustrationsbild]. <https://parker.stockholm/vaxter-djur/trad/vaxtbaddar/> [2024-02-13] Används med upphovspersonens tillstånd.
- Figur 5: Stockholms stad. (2018). Växtbädd med kolmakadam. [illustrationsbild]. <https://parker.stockholm/vaxter-djur/trad/vaxtbaddar/> [2024-02-27] Används med upphovspersonens tillstånd.
- Figur 6: Svensk byggtjänst. (2023). RA DCL.1111/1. Utformning av växtbädd typ 1 med jord A för torra utföranden för träd, buskar, perenner och gräs. [illustrationsbild]. <https://ama.byggtjanst.se/visa-kod/anlaggning-23/DCL.1111/vaxtbadd-typ-1-med-jord-a#query=vaxtbadd+typ+1> [2024-03-06]. Figurer från AMA och RA anläggning 23 är återgivna med vederbörligt tillstånd från AB Svensk Byggtjänst, produkten finns att hitta på byggtjanst.se.
- Figur 7: Svensk byggtjänst. (2023). RA DCL.1112/1. Utformning av växtbädd typ 1 med jord B för torra utföranden för träd, buskar, perenner och gräs. [illustrationsbild]. <https://ama.byggtjanst.se/visa-kod/anlaggning-23/DCL.1112/vaxtbadd-typ-1-med-jord-b#query=vaxtbadd+typ+1> [2024-03-06]. Figurer från AMA och RA anläggning 23 är återgivna med vederbörligt tillstånd från AB Svensk Byggtjänst, produkten finns att hitta på byggtjanst.se.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.