



# KLIMATANPASSADE URBANA VÄXTBÄDDAR

ETT SAMLAT KUNSKAPSLÄGE

POUL ENGER & LINUS LUNDQVIST



# Klimatanpassade urbana växtbäddar: Ett samlat kunskapsläge

*Climate-adapted urban plant beds: A collective state of knowledge*

**Författare:** Poul Enger & Linus Lundqvist

**Handledare:** Petter Åkerblom, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land

**Examinator:** Amalia Engström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land

**Bitr. examinator:** Åsa Ahrland, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land

Emma Butler, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land

**Format:** A3

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E - landskapsarkitektprogrammet - Uppsala

**Kurskod:** EX0860

**Program/utbildning:** Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för stad och land

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2024

**Omslagsbild:** Poul Enger, 2023

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Godkännande:** Samtliga intervjuade har gett godkännande till att medverka i arbetet.

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Växtbädd, urbana växtbäddar, regnbädd, skelettjord, urban, dagvatten, multifunktionell, vegetation, nederbörd, temperatur, vegetationsutveckling, dagvattenhantering, ekosystemtjänster, klimatförutsättningar, isdagar, Göteborg, Uppsala

## Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

## 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.

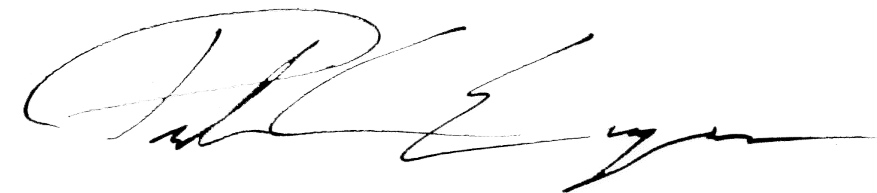
NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Förord

Klimatförändringarna ställer krav på nya lösningar i stadsbyggandet för att bemöta problematiken med översvämningar och värmeöar. Även i Uppsala, där det utförs många testförsök med naturbaserade lösningar och där nya lösningar vågats testats, har man ännu inte funnit en heltäckande lösning för att bemöta problematiken. Det här arbetet är utfört inom ramen för landskapsarkitektprogrammet och vi hoppas att arbetet kommer att bidra till en mer samlad bild av dagens kunskapsläge, både i teori och praktik.

Vi vill initialt framföra vår tacksamhet till vår handledare, *Petter Åkerblom*, för god vägledning och inspiration under hela arbetets gång. Vidare vill vi rikta ett stort tack till *Britt-Marie Alvem*, *Patrick Bellan*, *Oskar Hägg*, *Linda Nilsson*, *Ronnie Nilsson*, *Elisabeth Rovelstad* och *Örjan Stål* som varit medverkande som intervjupersoner och varit tillmötesgående med alla våra frågor under arbetet.

Vi vill även tacka *Ella Uppala* och *Tomas Lagerström* som gett råd och inspiration under uppstart av arbetet, *Yvonne Byström* som bidragit med inspiration och vägledning om aktuella ämnen att skriva om, *Elisabet Jonsson* som gett förslag på projektplatser och bidragit med kontaktpersoner, samt *Bengt Syrén* som varit tillmötesgående och svarat på frågor som uppkom under arbetets gång.



Poul Enger & Linus Lundqvist - Uppsala 2024-05-10

# Summary

## Introduction

In the light of increased urbanization in combination with climate change, there is an increased need to deal with torrential rain and heat islands in our urban space. One method to address these issues is through urban plant beds. In order for the urban plant beds to be able to address both issues, it is required that they can facilitate robust vegetation growth while also managing stormwater. In the following study, 'urban plant beds' is used as an umbrella term for various facilities due to the wide range of names for the facility types.

However, urban plant beds and the urban spaces pose challenging environments, it requires that the vegetation is be able to endure periods of drought, but also shorter periods of intense wetness due to intense rain, as well as being heat-resistant and salt-tolerant.

In order to comprehend the potential challenges related to urban plant beds, it is important to understand their origins. For example, the concept of rain gardens was developed in 1989 in Malmö by Peter Stahre (Stahre 2008). However, the utilization of these rain gardens primarily began in the 1990s in Maryland and Portland, USA, where the average annual precipitation between 1991-2020 was significantly higher compared to Uppsala in eastern Sweden. To find an example in Sweden with similar rainfall as in Maryland and Portland, we have turned our gaze to Gothenburg in western Sweden. This raises the question of whether urban plant beds should be designed differently depending on regional climate conditions, especially as there are facilities in several places in Sweden with unsuccessful vegetation establishment today. This query gains further relevance when considering that research has shown that the performance of urban plant beds is affected based on rainfall and temperature conditions.

## Aim and questions

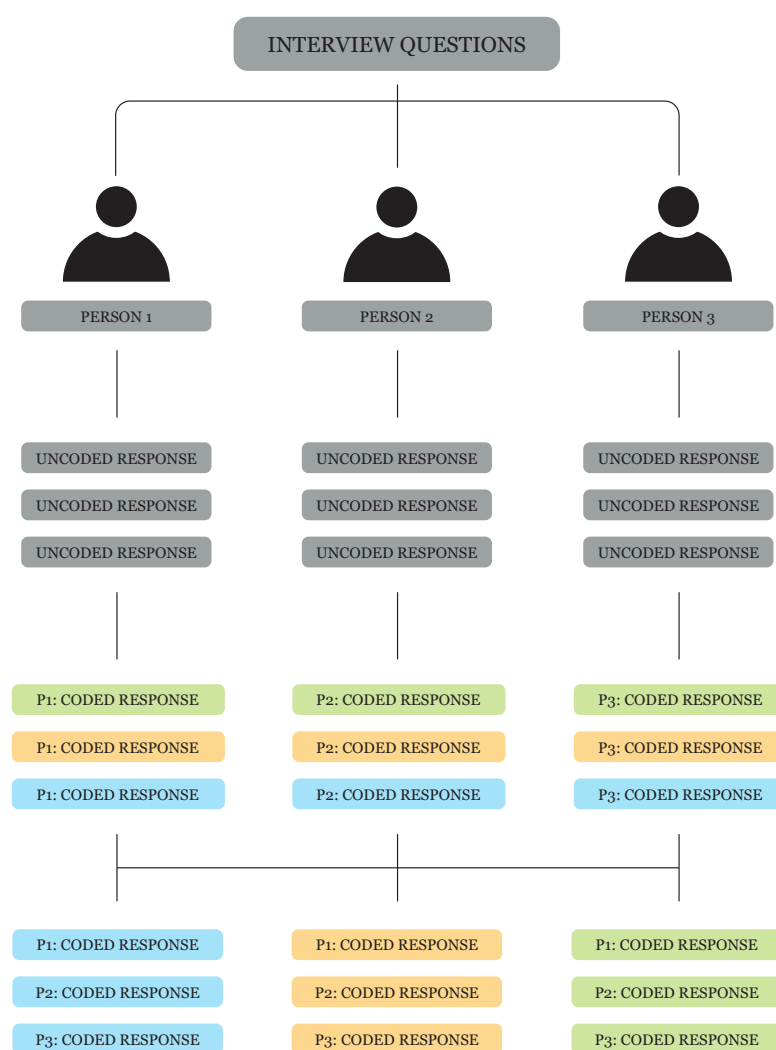
The purpose of this study is to investigate which principles for urban plant beds that needs to be considered in order to promote robust vegetation growth and effective stormwater management. Furthermore, the study aims to investigate whether urban plant beds should be designed differently in western and eastern Sweden, with the objective of assessing whether regional differences in climate conditions affect the design or establishment management. In this study, western Sweden refers to the city of Gothenburg and eastern Sweden is represented by Uppsala.

The goal is to provide a knowledge base rooted in industry expertise and the current state of research. Building upon this knowledge base, the purpose is further to present a principle-based design proposal with urban plant beds for a city street in both western and eastern Sweden. The study's questions are as follows:

- » What principles for design and establishment maintenance characterize plant beds that promote stormwater management and robust vegetation development, and how can both of these aspects be combined?
- » How can a city street with urban plant beds be designed and planned to accommodate varying rainfall conditions and number of ice days in western and eastern Sweden?

## Method

Initially, a literature review and inventory of technical manuals was carried out, the intention was to gain a broader and deeper understanding of the subject. Furthermore, the aim was to identify knowledge gaps before the study's primary method with semi-structured interviews with experts within the industry.



Figur 1. Overview of the coding process. Illustration: Own material.

The purpose of the study meant that a qualitative approach was chosen with semi-structured interviews. Structure and layout of the process for choosing a theme, semi-structured interviews, analysis and interpretation as well as results mainly follow the research process described by Dalen (2015) and is based on grounded theory.

In the application of grounded theory, obtained interview responses (empirical data) are grouped (coded) in categories with similar characteristics. This coding/grouping aims to provide the opportunity to identify similarities and differences in analysis, see figure 1.

## Results

The result is divided into two parts. First, the results of the coded and compiled answers from the interviews are presented, then a principle-based design proposal is presented that aims to summarize and highlight the principles that emerged from the literature review, the technical manuals and from the interviews.

### **Brief summary of the results**

According to the results, it appears that it is possible to combine vegetation development and stormwater management in urban plant beds, but that the general rule should be to prioritize one or the other aspect in each project. Prioritizing one aspect will inherently limit the other. It appears that these aspects are not mutually exclusive, but that sufficient moisture retention needs to be provided, which limits the hydraulic conductivity. The results also show that in order to enable both robust vegetation development and stormwater management, nine aspects need to be considered such as substrate composition, particle size, homogeneity in structure, dimensioning, terrace characteristics, catchment area, vegetation interception capacity, establishment management and adaptation to local conditions.

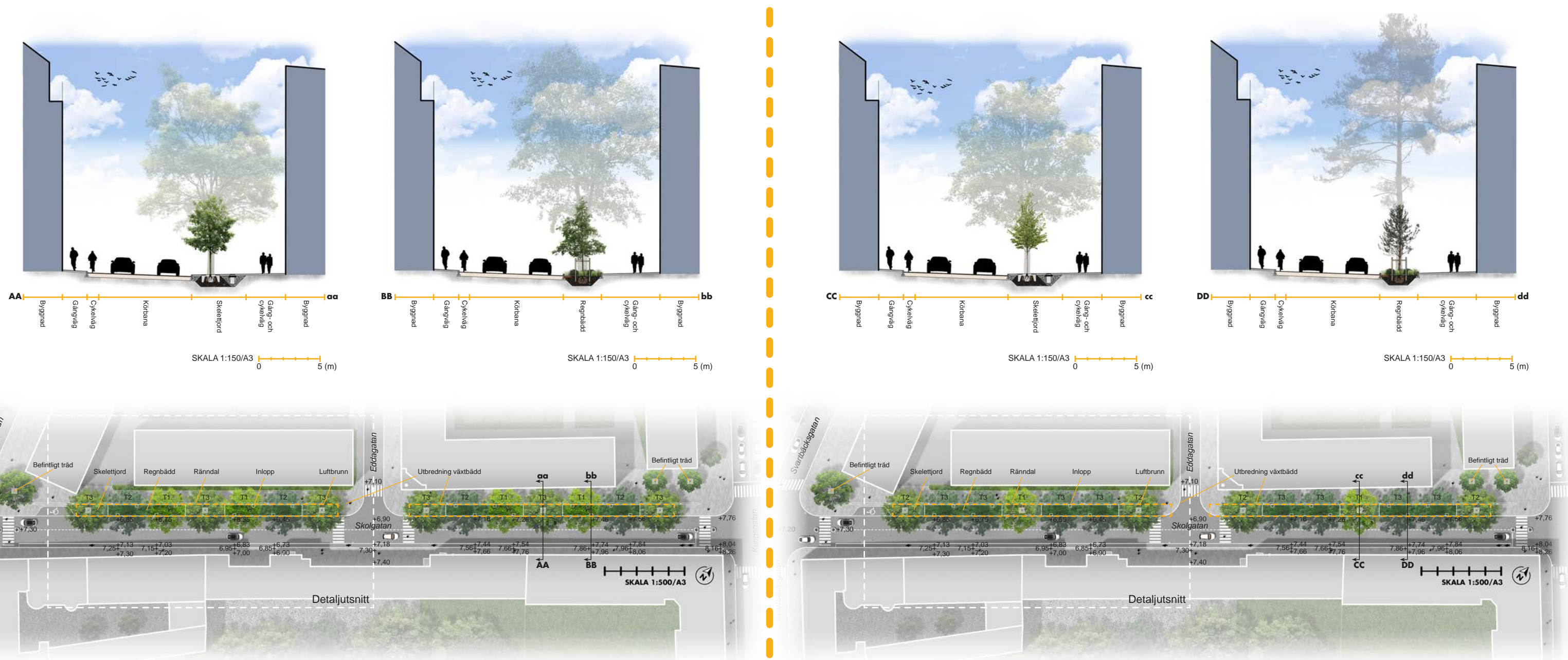
Furthermore, it emerged that the urban plant beds should be built shallower to make it easier for the trees to have better access to moisture. Pumice is considered the best option from a technical perspective due to its capillary properties, but its sustainability is debated. Establishment management should be more flexible with irrigation, responsive to weather conditions, extended over a longer period of time and potentially species-specific.

The results indicate that the differences in design, based on the climatic conditions, are primarily limited to the dimensioning. Furthermore, the characteristics of the local terrace appear to influence whether sealing needs to be carried out and how the drainage should be placed. The result shows that the design of the urban plant beds mainly differs depending on local factors instead of regional ones.



## Principle-based design proposal

The design proposals illustrate how the principles can be applied to a project to enable both vegetation development and stormwater management. The planning proposals demonstrate that any differences due to regional differences are limited. This is mainly manifested through increased dimensioning, as Gothenburg receives an increased plant bed volume of 9.4% in a 20-year rain with a duration of 30 minutes, compared to Uppsala under the same rainfall conditions. In Uppsala, the drainage is placed 150 mm above the sealed clay terrace to enable storage of water. As Gothenburg's terrace consists of water-saturated clay, and as there is generally a more frequent and higher amount of precipitation, the drainage is placed at the height of the terrace to avoid unfavorable water and oxygen conditions for the vegetation in the plant bed.



Figur 2. A selection of the study's illustrations and sections. Section AA-aa and CC-cc illustrates skeletal soil with trees in a hardened surface. Section BB-bb and DD-dd illustrates rain gardens with trees and associated undergrowth. The illustration plans display the principle-based design proposal. Illustration: Own material

## Discussion

The results of the study demonstrate both expected and unexpected findings. An expected part of the result was that pumice could be argued to be best practice, this is due to the fact that it provides capillary-rising properties to substrate blends that otherwise consist of materials such as macadam and biochar, which lacks these capillary rising properties. An unexpected part of the results was that the literature review initially suggested that there could be greater differences in the design of urban plant beds based on regional differences in precipitation and the number of ice days. However, results from interviews revealed that the differences regarding precipitation and the number of ice days would not result in a significant difference in the design, mainly due to the relatively coarse particle sizes that were advocated by interviewees. that reasoning is supported by Mantilla et al. (2023) and Muthanna et al. (2008). who recommend using coarser substrates to prevent the plant bed from having lower infiltration capacity during periods of ice and snow.

The results demonstrate that it appears to be beneficial to prioritize vegetation development over stormwater management, partly because an urban plant bed is precisely meant for vegetation growth, and if vegetation development is not successful, it can be argued that the facility has failed. There may be a conflict in enabling moisture retention

while providing adequate water diversion capability of the plant bed, depending on the degree of stormwater management desired. Since studies have reported that gravel-based substrates can promote good root development and at the same time obtain a relatively high hydraulic conductivity, there are arguments that vegetation development and stormwater management can coexist (Dujesiefken & Kockerbeck 1999; Östberg et al. 2010).

The results are considered partially generalizable. The identified principles can generally be applied to urban plant beds to promote vegetation growth and stormwater management. Understanding these principles can promote the possibility that proposals from landscape architects and other professionals are relevant and practically possible to implement. However, design details depend on local conditions, as noted by interviewees. Thus, the type drawings from the study's principle-based design proposal require adaptation for different projects. This also means that the findings cannot be generalized between western and eastern Sweden due to specific local conditions. However, in cases where the discussion is based on the general conditions in Gothenburg and Uppsala, it can be argued that it is possible to generalize the design proposals to a certain extent.



## Sammanfattning

I samband med den ökade urbaniseringen i kombination med klimatförändringarna finns det ett ökat behov av att hantera skyfall och värmeöar i vårt urbana stadsrum. En metod för att bemöta denna problematik är med urbana växtbäddar. För att de urbana växtbäddarna ska ha möjlighet att bemöta båda problemen krävs det att de kan erhålla en god vegetationsutveckling samtidigt som dagvattenhantering kan ske.

Utöver klimatförändringar råder det även en variation i klimatförutsättningar att beakta beroende på var den urbana växtbädden avses anläggas. Exempelvis emedan konceptet av regnbäddar utvecklades 1989 i Malmö av Peter Stahre, har anläggningstypen framför allt använts i Maryland och Portland, USA, där den genomsnittliga årsnederbörden är betydligt högre än i östra Sverige, men mer lik den genomsnittliga årsnederbörden i västra Sverige. Detta väcker frågan om urbana växtbäddar bör utformas olika beroende på regionala klimatförutsättningar, särskilt då det på flera håll i Sverige förekommer anläggningar med en misslyckad vegetationsetablering idag.

Syftet med detta arbete är att undersöka vilka principer för urbana växtbäddar som behöver beaktas för att främja en god vegetationsutveckling respektive dagvattenhantering. Vidare söker arbetet svar på om urbana växtbäddar behöver utformas annorlunda i västra och östra Sverige, vilket görs för att synliggöra om regionala skillnader i klimatförutsättningar påverkar utformningen eller etableringsskötseln.

Initialt utförs en litteraturöversikt och inventering av tekniska handböcker för att erhålla tillräcklig kunskap för att genomföra arbetets primära metod; semistrukturerade intervjuer med särskilt sakkunniga inom branschen. Den insamlade informationen från litteraturöversikten, handböckerna och intervjuerna sammanställs och konkretiseras i form av principiella projekteringsförslag för att tydliggöra hur arbetets resultat kan användas vid utformning av urbana växtbäddar.

Enligt resultatet framstår det vara möjligt att kombinera vegetationsutveckling och dagvattenhantering i urbana växtbäddar. Däremot kan det föreligga en konflikt i att möjliggöra fuktretention och vattenavledande förmåga, beroende på graden dagvattenhantering som efterfrågas. Resultatet visar också att för att möjliggöra både en god vegetationsutveckling och dagvattenhantering behöver följande aspekter beaktas: substratsammansättning, homogenitet, fraktionsstorlek, dimensionering, terrassens egenskaper, avrinningsområde, vegetationens interceptionskapacitet, etableringsskötsel och anpassning till lokala förutsättningar.

Resultatet indikerar att skillnaderna i utformning, utifrån klimatförutsättningarna, är begränsade till framför allt dimensioneringen. Det noterades även att det krävs mer forskning i substratsammansättning och huruvida den bör skilja sig mellan regioner. Det framkommer att de urbana växtbäddarnas utformning framför allt skiljer sig åt beroende på lokala faktorer i stället för regionala.

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b>	<b>4</b>				
<b>Summary</b>	<b>5</b>				
Introduction	5				
Aim and questions	5				
Method	6				
Results	6				
Discussion	8				
<b>Sammanfattning</b>	<b>9</b>				
<b>1 Introduktion</b>	<b>12</b>				
1.1 Bakgrund	12				
1.2 Syfte	12				
1.3 Frågeställningar	13				
1.4 Avgränsningar	13				
1.5 Begreppet urbana växtbäddar	13				
<b>2 Metod</b>	<b>15</b>				
2.1 Litteraturoversikt	15				
2.2 Semistrukturerade intervjuer	15				
2.2.1 Översikt av process	16				
2.3 Fördjupad information om metod	16				
2.3.1 Teoretiska utgångspunkter	16				
2.3.2 Analys av intervju svar	17				
2.3.3 Kvalitet i studiens resultat	17				
2.4 Etiska aspekter	18				
<b>3 Litteraturoversikt</b>	<b>20</b>				
3.1 Urbana växtbäddar	20				
3.1.1 Ekosystemtjänster	20				
3.1.2 Avledning av vatten	20				
3.1.3 Skelettjord/Träd i hårdgjord yta	20				
3.1.4 Regnbädd	21				
3.1.5 Avrinningsområde och dimensionering	21				
3.1.6 Val av vegetation	22				
3.2 Nederbördens betydelse för växtbäddens funktion	23				
3.2.1 Urbanisering och förtätning	23				
3.2.2 Ökad nederbörd	23				
3.2.3 Dimensionerande regn och skyfall	23				
3.2.4 Klimatmönster	24				
3.3 Etableringsskötsel	26				
3.4 Klimatförutsättningarnas påverkan	26				
3.5 Utformning utifrån klimat	27				
3.6 Jämförelse av tekniska handböcker	27				
3.6.1 Djup	27				
3.6.2 Fraktionsstorlekar och substratval	27				
3.6.3 Lagerföljd	28				
3.6.4 Brunnar, inlopp och erosionskydd	28				
3.6.5 Fördröjningszon och bräddavlopp	28				
3.6.6 Dränering	28				
<b>4 Resultat</b>	<b>30</b>				
4.1 Intervjuer med sakkunniga	30				
4.1.1 Övergripande problematik	30				
4.1.2 Substrat och ståndort	31				
4.1.3 Etableringsskötsel	34				
4.1.4 Dimensionering, vattenmagasin och dränering	37				
4.1.5 Övriga skillnader mellan västra och östra Sverige	39				
4.1.6 Växtval och önskvärda egenskaper	42				
4.1.7 Interdisciplinär problematik	42				
4.1.8 Sammanfattning intervjuer	43				
4.2 Projekteringsförslag - Konkretisering av resultat	44				
4.2.1 Förklaring av förslagets förutsättningar	44				
4.2.2 Översikt	44				
4.2.3 Förstudie	45				
4.2.4 Utformning	47				
4.2.5 Motivering av förslag	55				
4.2.6 Skötsel	57				
<b>5 Diskussion</b>	<b>59</b>				
5.1 Dagvattenhantering och vegetationsutveckling	59				
5.2 Öväntade resultat	60				
5.3 Generalisering av resultatet	60				
5.4 Kompetens och samarbete mellan yrkesgrupper	61				
5.5 Principer och hållbarhet	61				
5.5.1 Substrat och fuktretention	61				
5.5.2 Best practice	61				
5.5.3 Homogenitet	62				
5.5.4 Djup och dimensionering	62				
5.5.5 Interception	63				
5.5.6 Etableringsskötsel	63				
5.5.7 Komplexitet	64				
5.6 Paraplybegrepp	64				
5.7 Diskussion av metod	64				
5.8 Slutsats	65				
5.9 Framtida forskning	66				
<b>Referenser</b>	<b>68</b>				
Skriftliga källor	68				
Muntlig kommunikation	70				
<b>Bilaga 1 – Intervjufrågor</b>	<b>73</b>				
Patrick Bellan	73				
Elisabeth Rovelstad	74				
Oskar Hägg, Ronnie Nilsson och Örjan Stål	75				
Britt-Marie Alvem	76				
Linda Nilsson	77				
<b>Bilaga 2 – Beräkningar</b>	<b>78</b>				
Generellt	78				
Uppsala	78				
Göteborg	79				
<b>Bilaga 3 – Malmö Stad typritningar</b>	<b>80</b>				
<b>Bilaga 4 – Uppsala kommun typritningar</b>	<b>81</b>				
<b>Bilaga 5 – Göteborg Stad typritningar</b>	<b>83</b>				



1

# INTRODUKTION



# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Klimatförändringarnas påverkan tillsammans med urbaniseringens tillväxt ökar behovet av att hantera både skyfall och värmeöar i det urbana stadsrummet (Naturvårdsverket 2024a). För att bemöta den översvämningsrelaterade problematiken i det hårdgjorda urbana landskapet behöver det ske en hantering eller avledning av det avrinnande dagvattnet för att förhindra översvämningsrisker (Sörensen et al. 2016). Detta kan antingen ske genom att utöka kapaciteten hos VA-systemen eller genom avlastning av VA-systemen via naturbaserade lösningar, exempelvis regnbäddar och skelettjordar (Sörensen et al. 2016; Bergstedt & Jägrud 2018; Naturvårdsverket 2023). Med hjälp av vegetation i det urbana stadsrummet kan både temperaturen och översvämningsrisken reduceras (Zabret & Šraj 2015).

I följande arbete används begreppet urbana växtbäddar som ett paraplybegrepp för ett olika typer av anläggningar. Ett val har gjorts att inkludera regnbäddar och skelettjordar/träd i hårdgjord yta, det motiveras av att de förekommer i en urban kontext och möjliggör en bredd inför undersökningen vad gäller karaktäristiska som antingen främjar tillväxt hos vegetationen eller gör mest nytta vid dagvattenhantering.

Växtbäddar möjliggör vegetationsetablering och tillhandahåller därav flertalet ekosystemtjänster (Boverket 2020; Jergmo & Fridell 2015; Fridell et al. 2023). Däremot är både urbana växtbäddar och stadsrummen utmanande ståndorter, det ställer krav på att växtligheten klarar av torka, stående vatten i kortare perioder och vara värmetålig samt tåla salt (Fridell et al. 2023). Därav är vegetationsvalen begränsade till dessa förhållanden. Med det sagt, när anpassning till ståndorten sker och en god vegetationsetablering lyckas, kan den urbana växtbädden bidra med flertalet ekosystemtjänster (Boverket 2020; Naturvårdsverket 2024b).

Under hösten 2023 gavs möjlighet att samtala med Patrick Bellan<sup>1</sup>, trädspécialist Malmö Stad, om val av vegetation för regnbäddar och specifikt val av trädarter. Bellan framförde att han inte var bekväm med rekommendationer för enskilda växtarter, utan att vegetationsvalet var beroende av ett flertal faktorer som dimensionering, substratmaterial, avrinningsområde, sol- och skuggförhållanden med flera. Utifrån det framstår ett dilemma att landskapsarkitekten behöver hantera flera olika aspekter, utöver endast val av växtart, för att tillgodose en god vegetationsutveckling i såväl regnbäddar som skelettjordar/träd i hårdgjord yta. Inom branschen förs diskussioner kring exempelvis regnbäddars funktion och syfte. Ett exempel på sådana diskussioner avser forskning och experiment som bedrivs om multifunktionella urbana växtbäddar som både kan fungera för dagvattenhantering och främja tillväxt och kolinlagring (SLU 2023; Rasmusson 2024).

För att förstå potentiella utmaningar med urbana växtbäddar är det viktigt att förstå dess ursprung. Till exempel utvecklades konceptet med regnbäddar utvecklades 1989 i Malmö av Peter Stahre (Stahre 2008). Anläggningstypen började dock framför allt användas i Maryland, USA, under 1990-talet (Jergmo & Fridell 2015) och introducerades under motsvarande period även i Portland, USA (Stockholm International Water Institute 2015). Den genomsnittliga årsnederbörden mellan 1991–2020 för Baltimore, Maryland uppgick till 1 142 mm (NOAA u.å.a) och för Portland, Oregon till 936 mm (NOAA u.å.b). Idag förekommer även regnbäddar i exempelvis Uppsala, där den genomsnittliga årsnederbörden mellan 1991–2020 uppgick till cirka 565 millimeter (SMHI 2023b). För att hitta ett urbant område med en likvärdig genomsnittlig årsnederbörd som Portland kan vi exempelvis vända vår blick mot Göteborg, med en genomsnittlig årsnederbörden mellan 1991–2020 på cirka 912 millimeter (SMHI 2023b). I tillägg till denna komplexitet finns det även studier som

antyder på att växtbäddars förmåga att infiltrera vatten varierar utifrån temperatur och nederbördsförhållande, där växtbäddar i områden med kallare klimat och fler isdagar (dygn där maxtemperaturen är 0,0 grader Celsius eller lägre) uppvisar en reducerad infiltrationsförmåga (Muthanna et al. 2008; Mantilla et al. 2023).

Det föreligger utmaningar med att få en god vegetationsetablering i växtbäddar i en urban kontext. Dessa utmaningar beror bland annat på att växtbädden under perioder blir torr, eller att den blir för blöt till följd av perioder med ökad nederbörd (Fridell et al. 2023). Vidare beror utmaningarna på att det är ont om utrymme i det urbana stadsrummet (Fridell et al. 2023), och att ytorna till stora delar består av material som till exempel asfalt och betong som inte släpper igenom vatten (Jergmo & Fridell 2015). Sammantaget innebär dessa utmaningar att effekten reduceras av de ekosystemtjänster som växtbäddarna och vegetationen bidrar med (Fridell et al. 2023). Med hänsyn till de problem som förekommer idag med att möjliggöra en god vegetationsetablering, och med beaktande av nederbördsförhållanden och temperatur, hur bör landskapsarkitekter tänka för att gestalta och projektera relevanta lösningar som är praktiskt möjliga att genomföra? Och bör växtbäddarna utformas olika beroende på om man befinner sig i västra (Göteborg) eller östra (Uppsala) Sverige?

## 1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka vilka principer, för urbana växtbäddar, som behöver beaktas för att möjliggöra en god vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Avsikten är att bidra med ökad kunskap som bidrar till bättre förutsättningar till att landskapsarkitekters och andra yrkesverksammars förslag och projekt erhåller önskad funktion och resultat.

<sup>1</sup> Patrick Bellan, trädspécialist Malmö Stad, Telefonsamtal, 2023-10-10



Vidare är syftet att utreda om urbana växtbäddar behöver utformas annorlunda i västra och östra Sverige, det görs för att synliggöra om regionala skillnader i klimatförutsättningar påverkar utformningen eller etableringsskötseln. Med västra Sverige avses i detta arbete orten Göteborg och östra Sverige representeras av Uppsala.

Målet är att presentera ett kunskapsunderlag på principiell nivå som utgår från branschens erfarenheter och aktuellt forskningsläge. Med utgångspunkt från kunskapsunderlaget presenteras ett principiellt projekteringsförslag för urbana växtbäddar. Projekteringsförslaget syftar till att belysa och tydliggöra vilka principer som behöver beaktas och hur dessa principer kan appliceras i ett projekt för att möjliggöra både vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Projekteringsförslagen tar plats vid en stadsgata i västra respektive östra Sverige för att spegla skillnader i konstruktion, volym, fraktionsstorlek, typ av växtsubstrat, utformning och växtval på platser med olika nederbördsförhållanden och antal isdagar. Notera att projekteringsförslagen inte är fullständiga projekteringsförslag utan redovisas enbart för att tydliggöra, tillgängliggöra och visualisera resultatet.

### 1.3 Frågeställningar

- » Vilka principer för utformning och etableringsskötsel kännetecknar växtbäddar som främjar dagvattenhantering respektive en god vegetationsutveckling och hur kan man kombinera båda dessa aspekter?
- » Hur kan en stadsgata med urbana växtbäddar utformas och projekteras för att anpassas till olika nederbördsförhållanden och antal isdagar i västra respektive östra Sverige?

### 1.4 Avgränsningar

Geografisk avgränsning har gjorts till västra Sverige med Göteborg som ort och till Uppsala som representerar östra Sverige. Avgränsningen har gjorts för att få en tydlig jämförelse mellan två regionalt varierande områden i Sverige med markant skillnad i genomsnittlig årsnederbörd. Regionala skillnader som beaktas i arbetet är nederbörd, temperatur och terrass. Nederbörd och isdagar analyseras eftersom syftet med urbana växtbäddar delvis är att hantera dagvatten och att vattenaspekten är en central faktor för vegetationsutvecklingen. Temperatur är mer specifikt avgränsat till antalet isdagar, då studier har visat att infiltrationskapaciteten hos urbana växtbäddar reduceras vid minusgrader. Terrassen beaktas då den kan påverka förutsättningarna i växtbädden.

Skötsel kommer enbart beröra hantering av inlopp och etableringsskötsel i form av bevattningsprinciper. Dessa två skötselaser beaktas då de anses som kritiska för vegetationens etablering och utveckling över tid. Vegetationstyper som beaktas i arbetet är avgränsat till träd, då arbetets fokus gällande vegetation ligger på trädens vegetationsutveckling och deras mervärden för urbana miljöer.

De generella principerna som beaktas för urbana växtbäddars är uppbyggnad, substratsammansättning, fraktionsstorlek, dimensionering, terrassens egenskaper, avrinningsområde, vegetationens interceptionskapacitet och etableringsskötsel.

Rening i urbana växtbäddar är en viktig aspekt att undersöka, men kommer inte att behandlas i detta arbete. Reningsgraden av dagvattnet bedöms inte ha en betydande effekt på vegetationens vitalitet, då flertalet av de renande funktionerna är kopplade till mekanisk filtrering i själva substratet och till biologisk aktivitet hos mikroorganismer i marken.

### 1.5 Begreppet urbana växtbäddar

I följande arbete används begreppet urbana växtbäddar som ett paraplybegrepp för ett flertal typer av anläggningar, baserat på tidigare seminarier som även använt samma benämning (Rasmusson 2024). Detta motiveras med att det råder ett brett utbud med benämningar för olika anläggningar, som vidare varierar mellan företag, kommuner och länder. Exempelvis benämns regnbädd under flera olika typer av namn. Enligt Fridell et al. (2023) är en regnbädd en typ av anläggning som benämns Blågröngrå-system (BGG-system), där färgpreferenser syftar på dagvattenhantering, vegetation och hårdgjorda ytor. Forskningsinstitutet RISE (u.å.) anger att regnbäddar i Sverige är en typ av biofilter, ett biofilter eller växtbädd definieras som en vegetationsbeklädd växtbädd med fördröjningszon för infiltrering och behandling av dagvatten. VA-guiden anger synonymer för regnbädd såsom biofilter, dagvattenbiofilter, växtbädd, regnträdgård, bioretention, rain garden, bioinfiltration, stormwater planter, stormwater pods, biopods och drain garden (VA-guiden 2024).

Den omfattande variationen av begrepp som används, och vilka även ibland används synonymt, kan resultera i en viss förvirring. I denna uppsats har val gjorts att i begreppet urbana växtbäddar inkluderas regnbäddar och skelettjordar. Redogörelse för innebörd och karaktäristika för de två anläggningstyperna beskrivs vidare i avsnitt *3.1 Urbana växtbäddar*.

De två anläggningstyperna är valda då de förekommer i en urban kontext och för att möjliggöra en bredd inför undersökningen vad gäller karaktäristiska som antingen främjar tillväxt hos vegetationen eller gör mest nytta vid dagvattenhantering.



The background is a photograph of a street scene. In the foreground, there is a tree with thin, drooping branches. A white car is parked on the street in the background. The scene is overlaid with a large, stylized yellow graphic that has a wavy, organic shape, resembling a stylized 'M' or a series of connected curves. The text '2' and 'METOD' is overlaid on this graphic.

2

**METOD**



## 2 Metod

Nedan presenteras de metoder och teoretiska utgångspunkter som arbetet bygger på. Initialt utförs en litteraturöversikt och inventering av tekniska handböcker, se figur 3.

Huvudsaklig källa till val av teoretisk ansats och metod är Intervju som metod (Dalen 2015). Att boken Intervju som metod har använts bygger på att Dalen (2015) redogör för vad som bedömts vara relevanta delar i hela forskningsprocessen, såsom diskussion av metod, processen för intervjuer, bearbetning och analys samt presentation av data och kvalitet i intervjustudie. Redogörelse för teoretisk ansats lämnas under avsnitt 2.3 *Fördjupad information om metod*.

### 2.1 Litteraturöversikt

För att få en bredare och djupare förståelse för ämnet har en litteraturöversikt genomförts med källor huvudsakligen från databaserna Google Scholar och SLU Primo, vidare har sökmotor Google använts för att finna information från myndigheter, kommuner och organisationer. Den insamlade kunskapen ligger till grund för utformning av intervjufrågor och analyser. Sökord har använts för att

finna relevant litteratur, sökord har använts enskilt och/ eller i kombination med varandra och avser huvudsakligen: växtbädd, regnbädd, skelettjord, urban, dagvatten, multifunktionell, vegetation, nederbörd, temperatur, ekosystemtjänster, klimatförutsättningar, isdagar, Göteborg, Uppsala. Sökorden anges här på svenska men dess motsvarigheter har använts på engelska.

### 2.2 Semistrukturerade intervjuer

I detta avsnitt lämnas en sammanfattning av vald metod som avser semistrukturerade intervjuer. Läsare som önskar ytterligare information hänvisas till efterföljande avsnitt 2.3 *Fördjupad information om metod*.

Mot bakgrund av studiens syfte finns behov att samla in kunskap som behöver gå såväl på djupet som bredden i aspekter som är relevanta för frågeställningarna. Frågor behöver ställas som kan leda till oväntade svar. Av den anledningen har en kvalitativ metod valts med huvudsaklig inriktning på intervjuer. Utgångspunkten är att utföra semistrukturerade intervjuer för att möjliggöra samtal, reflektioner och erhålla kunskap och insikter som inte har förväntats eller beaktats i intervjufrågorna.

De intervjuade är personer med betydande erfarenhet och kunskap inom valt ämnesområde och kommer att presenteras närmare under avsnitt 4.1 *Intervjuer med sakkunniga*. Urval av de sju personerna har gjorts dels baserat på kontakter i samband med praktik på Uppsala kommun, dels efter rekommendationer från intervjuade och i överenskommelse med handledare. Godkännande har erhållits gällande att använda deras namn i uppsatsen.

Intervjuguiden har utformats mot bakgrund av uppsatsens huvudområde och frågeställningar, dessa har lämnats till berörda före genomförande av intervju. För att säkerställa att intervjufrågorna är relevant utformade och att tiden för genomförande bedöms vara tillräcklig, har en första testintervju genomförts. Med utgångspunkt från den första intervjun med Patrick Bellan har revideringar utförts till efterföljande intervjuguiden, se bilaga 1. Då intervjuade besitter särskild kunskap inom olika områden har vissa av frågorna anpassats specifikt till den intervjuade.

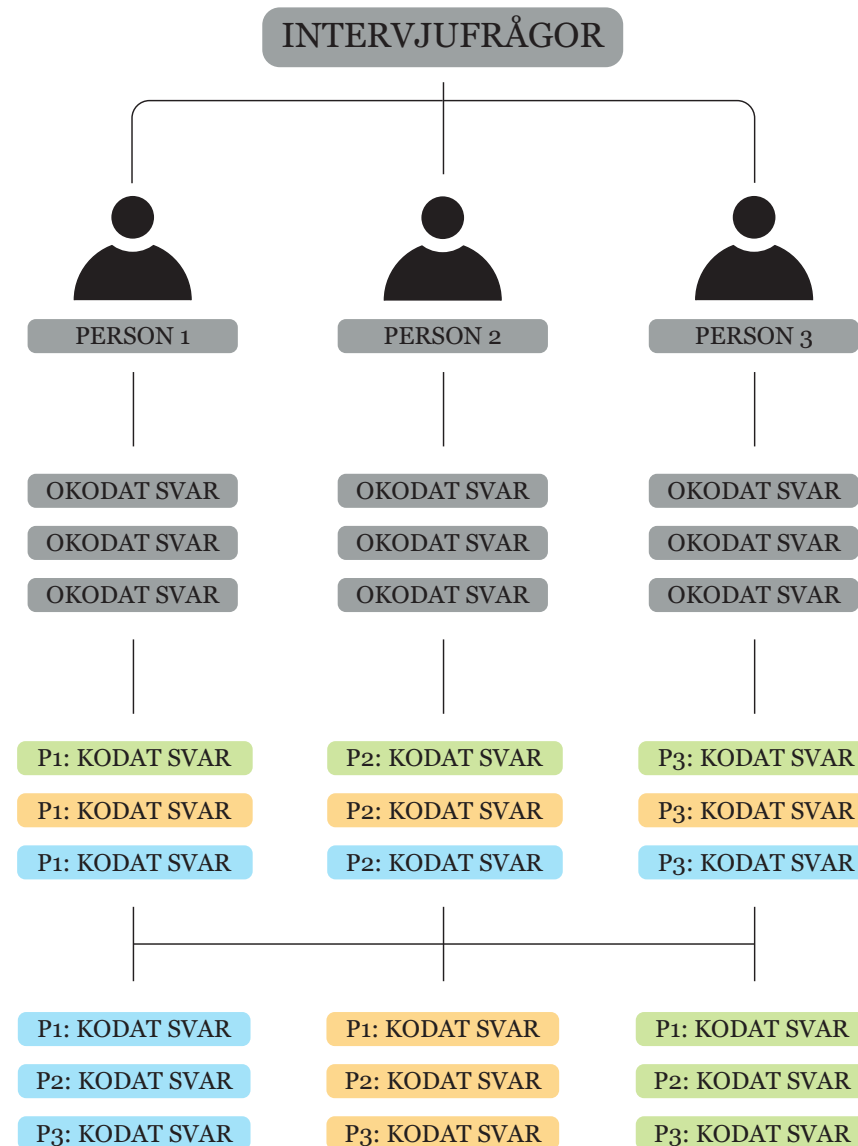


Figur 3. Uppsatsens arbetsprocess. Litteraturöversikt och granskning av tekniska handböcker görs dels för att bidra till att besvara arbetets frågor, dels för att identifiera kunskapsluckor som behöver besvaras via intervjuer. Erhållna kunskaper från litteraturöversikt, tekniska handböcker och svar från intervjuer ligger till grund för konkretisering i form av principiellt projekteringsförslag. Avslutningsvis redovisas en diskussion och slutsatser.

## 2.2.1 Översikt av process

Följande beskrivning visar processen för genomförande av semistrukturerade intervjuer:

1. Med utgångspunkt från problemformulering, som motsvarar arbetets huvudområde/tema, formuleras frågeställningar med beaktande av avgränsningar.
  2. Urval av informanter.
  3. Framtagande av intervjuguide.
  4. Plan för användning av tekniska hjälpmedel avses användas, hantering av personuppgifter med mera.
  5. Första intervjun utförs, därefter revideras intervjufrågorna efter behov.
  6. Samtliga intervjuer genomförs.
  7. Svar dokumenteras (okodade svar), kodas, struktureras och bearbetas.
  8. Analys och tolkning.
  9. Sammanställning av resultat av analys och tolkning.
  10. De sista tre punkterna 7–9 utförs delvis parallellt.
- Se figur 3 med illustration av processen inklusive litteraturoversikt. Figur 4 illustrerar kodningsprocessen i samband med svar av intervjuer.



Figur 4. Översikt av kodningsprocessen. Intervjufrågor ställs till de intervjuade, därefter dokumenteras okodade svar för att sedan kodas/delas in i kategorier och slutligen sammanställs kodade svar. Illustration: Eget material.

## 2.3 Fördjupad information om metod

I detta avsnitt lämnas en utförligare beskrivning av tillämpad metod. Genom att lämna en fördjupad beskrivning underlättas processen att upprepa en liknande studie i framtiden. Det har också för avsikt att främja resultatets kredibilitet.

### 2.3.1 Teoretiska utgångspunkter

Studiens syfte och problemformulering leder sammantaget till att ett kvalitativt angreppssätt har valts med semistrukturerade intervjuer. Struktur och upplägg av processen för val av tema, semistrukturerade intervjuer, analyser och tolkning samt resultat följer huvudsakligen den forskningsprocess som beskrivs av Dalen (2015) och utgår från grundad teori.

Vid tillämpning av grundad teori grupperas (kodar) erhållna intervjusvar (empiriska data), gruppering görs i kategorier med likande karaktäristika, till exempel förenklat beskrivet som karaktäristika för urban växtbädd A, B och C, se exempel i figur 4 för kodningsprocessen. Denna kodning/gruppering avser att ge möjlighet att identifiera likheter och skillnader i samband med analys. Karakteristiskt för grundad teori är att de egna teorier för resultat som formuleras utifrån analysen, ska kunna härledas till intervjusvaren (datamaterialet) med hjälp av induktion (Dalen 2015). I det nämnda exemplet att gruppering/kodning kan ge möjlighet att identifiera likheter och skillnader, innebär den induktiva ansatsen att antagande till exempel kan komma att göras att utfallet (egna teorier) kan antas gälla ett större antal urbana växtbäddar med motsvarande karaktäristiska.



### 2.3.2 Analys av intervjusvar

Svar från intervjuer utgör det kvalitativa dataunderlaget. För att tolka svar från intervjuer behöver ett val göras av tillvägagångssätt för att genomföra analysen, med möjlighet att på ett strukturerat sätt konkretisera resultaten. Analysen utförs med utgångspunkt från vad Dalen (2015:38) benämner ”metod som inspirerats av grundad teori”. Fördelen med att använda grundad teori för att analysera det kvalitativa datamaterialet (intervjusvar) är att det är en etablerad analysmetod som följer en strukturerad men ändå flexibel process. Med utgångspunkt från sammanställt material från intervjuer innebär det första steget att materialet kodas (öppen kodning/råkodning). Detta första steg utförs för att bedömning ska kunna göras av vilka kategorier som kan vara relevanta, med utgångspunkt från egenskaper och karaktäristika. I det andra steget utförs en selektiv kodning, i detta steg har utmärkande egenskaper och karaktäristika för svaren identifierats. Det innebär att koderna i det första steget sammanförs i huvudsakliga koder/kategorier, vilka kan benämnas som teman och används som rubriker i kapitel 4 *Resultat* som omfattar analys. Sammantaget innebär detta att kodningen sker strikt utifrån de intervjuades svar och att dessa utgör resultat. Analys utförs både under första och andra steget i samband med kodning och omfattar att utföra analyser av likheter och skillnader mellan kategorier/koder.

### 2.3.3 Kvalitet i studiens resultat

Bedömning gällande arbetets validitet kan förklaras som att bedömning görs av att studien utreder det som avses utredas, mot bakgrund av problemformulering och frågeställning. Är intervjuguiden relevant? Är hanteringen och strukturering av data relevant och korrekt? Det är viktigt att kodning och analys av svar är så nära de intervjuades svar som möjligt, så att de känner igen sig i det de kommer att få ta del av. Vidare behöver fråga ställas om resultaten kan generaliseras.

Dalen (2015) redogör för olika metoder med fokus på validering av kvalitativa studier. Med utgångspunkt från Dalen diskuteras validitet med hänsyn till forskarrollen, plan för urval och metodik, datamaterial, tolkningar och valda analysmetoder.

#### 2.3.3.1 Roller – tolkningar och samspel i samband med intervjuer

Validitet i forskarrollen omfattar bedömning av den påverkan som vi i egenskap av studenter kan komma att påverka resultatet med. Resultatet kan till exempel påverkas av att subjektiva tolkningar görs som inte är i överensstämmelse med de intervjuades intentioner. För att hantera och minska risken för subjektiva tolkningar förs löpande diskussioner i samband med formulering av texter, tolkning av data, analyser och resultat. Det innebär att det är en fördel att vara två studenter som samarbetar, vilket stärker möjlighet till kritisk granskning. Dalen (2015) anger att validiteten stärks av att det skapas intersubjektivitet mellan den som intervjuas och den som intervjuar. Med det menas att det är av vikt att som utförare av intervjuer se till att det finns goda förutsättningar för samspel, eftersom det utgör grund för att kunna tolka innebörden av svar från den som blir intervjuad. Planering av intervjuer har noggrant förberetts och föregåtts av samtal för förberedande avstämning. Intervjuguide har lämnats före intervju, vidare utfördes en första provintervju för att säkerställa att frågeställningar var relevant utformade och att tiden var tillräcklig, för såväl utförare som informant och lyhördhet under intervjuer har varit väsentligt.

#### 2.3.3.2 Urval av intervjuade personer

Validitet hos forskningsplanen omfattar bedömningar av hur urval har gjorts för de personer som avses intervjuas. Urval av informanter har gjorts dels baserat på kontakter i samband med praktik på Uppsala kommun, dels efter rekommendationer från intervjuade och i överenskommelse med handledare. Intervjuade är personer med betydande erfarenhet och kunskap inom valt ämnesområden, för ytterligare information se avsnitt 4.1 Resultat/Intervjuer med sakkunniga. De som har intervjuats har också godkänt att deras namn publiceras i uppsatsen.

I samband med bedömning av forskningsplanen och av analys behöver bedömning göras om resultaten kan generaliseras. Bedömning av generaliseringar avser om resultatet är tillämpligt generellt för urval av växtbäddar, såsom regnbäddar och skelettjordar/träd i hårdgjord yta. Vidare om resultatet är tillämpligt för andra än de geografiskt valda områdena, eller om resultatet endast kan anses vara giltigt inom respektive ort. Bedömning om resultatet kan generaliseras kan också avse andra huvudsakliga teman som kommer att vara ett resultat av intervjuer. Antal intervjuade personer uppgår till sju personer, argument skulle kunna framföras att ett större antal personer skulle behöva intervjuas för att ytterligare säkerställa undersökningens resultat. Vid bedömning om antalet intervjuade personer är tillräckligt behöver hänsyn också tas till expertkunskap hos de personer som intervjuas och utförd litteraturöversikt. Om fler personer intervjuats skulle det kunna tillföra andra svar på frågeställningarna, dessa skulle också kunna anses vara giltiga. I samband med analys kommer bedömning att göras om generalisering är möjlig mellan andra orter än Göteborg och Uppsala.

### 2.3.3.3 Data – förberedelse och genomförande av intervjuer

För att säkerställa validitet i metoder för insamling av data har utformning av intervjuguiden varit en central del, det har inneburit att säkerställa att uppsatsens syfte och frågeställningar kommer till uttryck. Vidare har förberedande kontakter tagits med informanter och intervjuguiden har lämnats före intervju, se bilaga 1. Intervjuerna har spelats in, det innebär att de finns dokumenterade, vilket innebär mindre risk för missförstånd eller felaktiga tolkningar, vidare att fokus under intervjun kan vara på samtalet. Intervjuerna har vidare genomförts så att båda studenterna har varit med under intervjun, vilket minskar risken jämfört med om intervjuerna hade delats upp sinsemellan. Validitet i data har nära samband med validitet i metod, såsom genomförande av intervjuer genom inspelning och dokumentation av dessa. Det innebär att kontroll behöver göras att presenterat resultat är i överensstämmelse med vad de intervjuade har svarat, vidare att de har haft möjlighet att komplettera och lämna fylliga svar. En sådan kontroll görs för att minska risken för att egna subjektiva tolkningar kommer till uttryck i resultatet som inte är i överensstämmelse med informanternas svar.

### 2.3.3.4 Studien bör kunna återupprepas

Dalen (2015) anger att i den kvalitativa forskningen bedöms reliabilitet vara mindre lämplig då kvalitetskontroll ska kunna göras av andra. Dock anges att fråga om reliabilitet kan hanteras genom att vara mycket tydlig i redogörelse av processen för genomförande av de olika stegen för intervjuer, bearbetning av svar och analys av dessa. Det möjliggör att granskning kan göras av andra och underlättar till exempel för om annan student önskar

genomföra motsvarande studie, begränsningar kan dock finnas om intervjuade personer är anonyma. Bedömning har gjorts att denna studie borde kunna återupprepas, det antagandet har gjorts mot bakgrund av uppsatsens syfte och frågeställningar, i kombination med ambition att vara tydlig i presentation av process för genomförande samt att intervjuade personer godkänt att deras namn publiceras.

## 2.4 Etiska aspekter

Dalen (2015) redogör för etiska överväganden som behöver göras i samband med kvalitativa intervjuer, såsom krav på samtycke, att intervjuad blir informerad och konfidentialitet. I följande lämnas redogörelse för hantering av personuppgifter och samtycke, att intervjuade personer har fått information om hur intervjuer planeras att genomföras, konfidentiell information med mera.

Samtycke har inhämtats av intervjuade att delta i detta studentarbete och att namn på intervjuade personer kommer att framgå i uppsatsen. De intervjuade har skriftligen samtyckt och erhållit information om

personuppgiftsbehandling och rätten till anonymitet. Att namn återges beror på de intervjuade personernas betydande erfarenhet och kunskap inom valt ämnesområde och deras deltagande är av betydelse för att kunna genomföra denna undersökning och uppsats. Om anonymitet hade valts är det möjligt att personerna ändå hade kunnat identifierats av andra läsare som är insatta i ämnet.

Andra viktiga etiska överväganden som har gjorts är de som behöver göras i samband med dokumentation av intervjuer. Det är av vikt att det är den intervjuades svar som kommer till uttryck i uppsatsen. I samband med dokumentation av intervjuer har dessa noggrant lästs av båda studenterna för att minska risken för subjektiva tolkningar. För att minska risken för felaktiga tolkningar har intervjuade personer erbjudits att ta del av de texter som refererar till intervjun.



3

---

# LITTERATURÖVERSIKT



## 3 Litteraturöversikt

Litteraturöversikten redogör för de urbana växtbäddarnas funktion och mervärden samt deras utmaningar. Vidare beskrivs klimatförutsättningarna mellan västra (Göteborg) och östra (Uppsala) Sverige, vilket sätts i relation till hur urbana växtbäddars utformning och etableringsskötsel kan påverkas utifrån klimatförutsättningar.

Litteraturöversikten bistår med information för att besvara arbetets frågeställningar och för att identifiera kunskapsluckor som besvaras med hjälp av de semistrukturerade intervjuerna. Litteraturöversikten redovisas utifrån följande struktur: *3.1 Urbana växtbäddar*, *3.2 Nederbördens betydelse för urbana växtbäddar*, *3.3 Etableringsskötsel*, *3.4 Klimatförutsättningarnas påverkan*, *3.5 Utformning utifrån klimat* och *3.6 Jämförelse av tekniska handböcker*.

### 3.1 Urbana växtbäddar

Urbana växtbäddar kan ha flera syften som rör sig mellan kylning av gaturummet, flödesutjämning, rekreationsvärden, estetiska värden, rening av dagvatten med flera (Larm & Blecken 2019). Under följande rubriker beskrivs initialt vad urbana växtbäddar kan bidra med i form av ekosystemtjänster. Därefter redogörs det för hur de fungerar i relation till vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Slutligen redogörs för aspekter kring dimensionering och vegetation.

#### 3.1.1 Ekosystemtjänster

*”Ekosystemtjänster är alla produkter och tjänster som ekosystemen ger människan och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet”* (Naturvårdsverket 2024b). Ekosystemtjänsterna kan vidare delas in i huvudkategorier som stödjande, försörjande, reglerande och kulturella ekosystemtjänster (Boverket 2019b).

Urbana växtbäddar och den tillhörande vegetationen kan tillgodose den urbana miljön med ett flertal ekosystemtjänster (Boverket 2019a; Stockholm Stad 2024). Exempel på dessa är stödjande ekosystemtjänster genom främjad biologisk mångfald (Prudencio & Null 2018; Jergmo & Fridell 2015), försörjande tjänster via främjad luftkvalitet genom vegetationens fotosyntes (Boverket 2019b), reglerande tjänster genom dagvattenreglering och dagvattenfördröjning och kulturella tjänster via främja hälsa och upplevelsevärden (Jergmo & Fridell 2015).

Urbana växtbäddar har en tydlig korrelation med de reglerande ekosystemtjänsterna; dagvattenreducering och fördröjning av dagvatten. Dagvattenreducering sker genom att dagvattnet infiltreras i substratet, vilket antingen leder till att vattnet lagras i bäddens magasin, leds vidare eller tas upp av vegetationen. Detta avlastar det traditionella dagvattensystemet (Boverket 2019b). Genom att fördröja vattnet i de urbana växtbäddarna reduceras även risken för översvämningar vid fall av kraftig nederbörd eller skyfall (ibid.).

Vegetationen i de urbana växtbäddarna kan bidra till reglering av dagvattenflöden genom interception och upptag av vatten via rötterna (Zabret & Šraj 2015), men kan även bidra till att reducera temperaturen i de urbana stadsrummen (Armson et al. 2012; Gillner et al. 2015; Tan et al. 2016; Boverket 2023b).

För att hantera konkurrensen om utrymmen i stadsrummet och bemöta de mångfacetterade utmaningarna som klimatförändringarna för med sig, är det viktigt att urbana växtbäddar fungerar som multifunktionella ytor, som tillgodoser flera olika ekosystemtjänster (Boverket 2010; Fridell et al. 2022).

#### 3.1.2 Avledning av vatten

Dagvatten kan ledas in i ett öppet dagvattensystem och fördröjas för att inte belasta VA-systemet innan det sedan landar i recipienten (Stahre 2004). Avledningen ser olika ut och platsanpassas efter förutsättningar och dimensionering (Fridell et al. 2023). Exempel på avledning till dessa system kan vara diken, kanaler eller rännor och kan utformas både för att vara tröga system som saktar ner flödet på dagvattnet, men även som snabba effektiva passager för att undvika översvämningar (Stahre 2004; Stockholm Vatten och Avfall u.å.b).

I Uppsala kommun behöver dagvattenanläggningar ha kapacitet att fördröja dagvatten motsvarande 10–20 mm nederbörd, beroende på placering av anslutningspunkten genom ledningssystemet till utflödet i recipienten (Uppsala Vatten u.å.). I Göteborg är det krav på att dagvattenanläggningarna ska ha en kapacitet att fördröja minimum 10 mm dagvatten, men mängden som behöver kunna fördröjas varierar mellan projekt. Vidare får urbana växtbäddar inkluderas i beräkningarna för generell dagvattenhantering, men inte för skyfallshantering<sup>2</sup>.

#### 3.1.3 Skelettjord/Träd i hårdgjord yta

Skelettjordskonstruktioner används framför allt i urbana sammanhang där kravet på en hög belastning är stort eller att plats för plantering inte är tillräcklig (Larm & Blecken 2019; Fridell et al. 2023). Träden placeras i ett trädgropsfundament på ett öppet förstärkningslager bestående av grova fraktioner (Fridell et al. 2023). Trädgropsfundamentet har öppningar nedtill där rötter kan söka sig på djupet och sedan breda ut sig (ibid.). Detta säkerställer en vital vegetation då ett bra gasutbyte finns och tillgången till vatten tillgodoses (ibid.). Fundamentets syfte är även att stabilisera trädets rotklump vid etablering samt motverka ytliga rotsystem som medför rotsprängning i närliggande markbeläggning (ibid.).

<sup>2</sup> Oskar Hägg, trädsspecialist Göteborg Stad, Telefonsamtal, 2024-05-29



Själva substratet är ofta en blandning av makadam (eller skärv) och jord, kompost eller biokol (Larm & Blecken 2019). Makadammet bidrar med geoteknisk stabilitet och möjliggör att ytan kan trafikeras av exempelvis biltrafik utan att kompakteras (Fridell et al. 2023) och det tillsatta filtermaterialet förbättrar den vattenhållande förmågan till fördel för träden (Larm & Blecken 2019). Kombinerade luft- och vattenintagsbrunnar är en essentiell del av konstruktionen, då det både tillförs vatten till växtbädden men också ser till att det sker ett gasutbyte av syre och koldioxid, vilket är livsviktigt för trädens överlevnad (Fridell et al. 2023). Helst ska det finnas två brunnar för att skapa en ventilerande effekt (ibid.).

Eftersom skelettjordskonstruktioner saknar ett fördröjningsmagasin, då de allmänt inte är nedsänkta, måste vattnet snabbt ledas in i skelettjorden (Larm & Blecken 2019). Det medför då en problematik med att intagsbrunnens flödeskapacitet är den begränsande faktorn för dagvattenhanterings effektivitet (ibid.). Larm och Blecken (2019) framför att skelettjordar har en god potential att fördröja låga flöden men att vid högre flöden, exempelvis vid skyfall, har de en begränsad förmåga att fördröja dagvattnet. Detta beror inte på den hydrauliska konduktiviteten hos substratet utan den begränsande infiltrationsförmågan hos brunnen (ibid.). I en studie av skelettjordar i Stockholm kom Henrik Alm, utredningsingenjör då studien utfördes, fram till att anläggningen klarade av att infiltrera ett 10-års regn under 27 minuter, därefter skulle brunnen kapacitet vara uppnådd och systemet skulle bli överbelastat (Alm 2005). Tabell 2 visar att för region sydöstra Sverige, som omfattar Uppsala och Stockholm, råder ett regn på  $18,7 \text{ mm} \pm 1,2 \text{ mm}$  under 30 minuter vart tionde år. Larm och Blecken (2019) framför att ett sätt att bemöta skelettjordens begränsade infiltrationsmöjligheter genom brunnen är anlägga en nedsänkt skelettjord med en fördröjningszon.

### 3.1.4 Regnbädd

En regnbädd kan definieras som en växtbädd, relativt till omgivningen, nedsänkt växtbädd vars syfte är att hantera dagvatten genom att låta dagvatten från omgivningen avrinna ner i växtbädden och filtrera ner genom substrat (Jergmo & Fridell 2015; Beryani et al. 2021). Biofilter benämns ofta som regnbädd, men det finns fler varianter än det. De vanligaste lösningarna på biofilter är regnbäddar, torrdammar och svackdiken (Stahre 2004). Det som skiljer dem åt och varför de har olika benämningar beror främst på utformning, utsträckning och situation. Biofilter har generellt sett framför allt ett stort fokus på utseende gällande vegetationen (Stahre 2004) och bidrar därmed även med flertalet ekosystemtjänster (Boverket 2020). Biofilter tar efter naturens sätt att hantera dagvatten genom olika biologiska, kemiska och fysiologiska processer och storleken anpassas efter platsens förutsättningar (Larm & Blecken 2019).

Inloppet till växtbädden kan se olika ut beroende på plats och dimensionering. Exempelvis leds dagvattnet idag in via ledningar, öppna dagvattenrännor, kanaler eller på bred front via hårdgjorda ytor eller gräsytor (Larm & Blecken 2019). För att förhindra erosion i själva växtbädden anläggs den fördelaktigt med något typ av erosionsskydd som sandfångskar eller ett parti med grova stenar nära inloppet för att minska hastigheten på dagvattnet (ibid.).

Substratet som används påverkar i hög grad förmågan hos växtbädden att rena och fördröja dagvatten, men även att tillgodose växtmaterialet med vatten och näring (Larm & Blecken 2019). Det ställs relativt höga krav på substratet med hänsyn till infiltrationskapacitet, då den ska vara låg nog för att tillgodose tillräcklig tid för att reningen ska fungera effektivt och samtidigt tillfredsställa växternas krav på vatten, samtidigt som infiltrationshastigheten måste vara hög nog för att inte dagvattnet ska bli ståendes allt för länge (ibid.). Det blir ganska tydligt att det finns

en konkurrens mellan bra vattenhållande förmåga, hög infiltrationshastighet och effektiv rening. Därav är växtbäddens roll och dess syfte viktig att säkerställa för att veta hur dessa aspekter ska anpassas och vilka kompromisser som kan vara nödvändiga att göra med hänsyn den specifika platsens behov.

Vegetationen i sig är även den viktig i regnbäddar. Växterna hjälper till att bevara infiltrationskapaciteten genom att skapa en god struktur i substratet via sin rotaktivitet (Larm & Blecken 2019). De minskar även hastigheten på det inflödande dagvattnet och på så vis motverkar även resuspension av mindre partiklar (ibid.). Även under vinterhalvåret har växterna en viktig funktion då stammar och grässtrån bildar kanaler genom eventuella islager och säkerställer passage för syre, koldioxid och vatten samt påskyndar issmältning under våren (ibid.).

Eftersom regnbäddar är nedsänkta bildas en magasinvolym mellan övre kant och växtbäddens yta (Fridell et al. 2023). Denna volym brukar vara mellan 50–200 mm djup och när den volymen fyllts upp bräddas dagvattnet till en annan yta, vilket exempelvis kan vara till ett biofilter eller VA-ledning, för att motverka översvämningar i gaturummet (ibid.).

Det största hotet mot regnbäddars fortsatta funktion är risken för igensättning genom sedimentation, då infiltrationskapaciteten minskar och därav tappas funktion av att fördröja dagvatten (Larm & Blecken 2019). Det är därför av stor vikt att regnbäddar har någon form av förhantering, som exempelvis sandfångskar, svackdike eller någon form av översilningsyta, som behandlar detta och fångar upp de mesta av partiklarna (ibid.).

### 3.1.5 Avrinningsområde och dimensionering

Oavsett vilken typ av växtbädd som rekommenderas, behöver träden ha tillräcklig volym för rötternas utveckling.

För att träd ska kunna uppnå fullgod storlek behövs det en växtbäddsvolym på 15–30 m<sup>3</sup> (Svensk Byggtjänst 2023). Sammansättningen av växtsubstratet spelar också en avgörande roll för trädens utvecklingsmöjligheter. Vilket substrat denna växtbäddsvolym bör bestå av varierar beroende på källa. I tekniska handböcker varierar substraten som används idag i de urbana växtbäddarna mellan olika kommuner (se Göteborg Stad 2023a; Göteborg Stad 2023b; Uppsala kommun 2023 samt bilaga 3). Relativt grova substrat med biokolsmakadam eller pimpsten 2-8 mm används hos Göteborg, Malmö och Uppsala (ibid.). Studier har visat att det inte nödvändigtvis är dåligt med ett grovt substrat. I ett test där träd utvecklades i olika substrat under tio år framkom en tydlig skillnad gällande rotutveckling. Det redovisas att rotutvecklingen och tillväxten var bättre där växten hade stått i stenmaterial istället för traditionell jord (Dujesiefken & Kockerbeck 1999). Liknande resultat stöds även i en forskningsrapport som tyder på att trädens rötter söker sig till ledningsgravar med grov sten runt omkring, även när de ursprungligen står i "vanlig jord" (Östberg et al. 2010).

Traditionellt, enligt Larm och Blecken (2019), dimensioneras anläggningar utifrån intensiva regn med en återkomsttid på 1–10 år. Urbana växtbäddar bör inte nödvändigtvis dimensioneras för till exempel 50–100 års regn om inte särskilda krav förekommer (ibid.). Däremot bör det göras undersökningar utifrån dessa dimensionerande flöden för att utreda eventuella konsekvenser för sådana mängder nederbörd (ibid.).

Vilken typ av anläggning som kan argumenteras vara lämplig är beroende av flera faktorer. Exempelvis spelar det en stor roll om det behöver fördröjas dagvatten eller inte, och det avgör ifall en regnbädd eller traditionell växtbädd är lämplig (Fridell et al. 2023).

Avrinningsområdet påverkar dimensioneringen, och om avrinningsområdet kan resultera i stora volymflöden kan det eventuellt vara nödvändigt att seriekoppla flera anläggningar (Larm & Blecken 2019). Vid fall där träd i hårdgjord yta övervägs och om avrinningsområdet är större än 50 m<sup>2</sup> argumenterar Fridell et al. (2023) att man bör överväga att seriekoppla anläggningar. Detsamma gäller regnbäddar om dessa är mindre än 5% av avrinningsområdet (Fridell et al. 2023).

Hur en urban växtbädd bör dimensioneras varierar, gällande exempelvis regnbäddar rekommenderar Fridell et al. (2023) att dessa bör ha en ytareal som motsvarar 2–10% av avrinningsområdet, men om regnbädden är ansluten till ett större förstärkningslager kan 2–5% av avrinningsområdet vara tillräckligt. Emedan Larm och Blecken (2019) rekommenderar att regnbäddar bör ha en ytareal på 1–3% av det totala avrinningsområdet. Larm och Blecken (2019) anger samtidigt att ytarealen inte är den enda avgörande faktorn och betonar vikten av fördröjningsvolmen hos regnbädden.

Oavsett vilken typ av urban växtbädd som väljs behöver inloppet, brunnen eller flödeskapaciteten i anläggningen anpassas för att klara av de dimensionerande flödena som anläggningen är dimensionerad för (Larm & Blecken 2019). Vidare, för en korrekt dimensionering bör omkringliggande områdets material beaktas, då olika material har olika avrinningskoefficienter (Boverket 2021). För att definiera det förväntade volymflödet behöver regnintensiteten (l/s och ha), markytans storlek (ha) och markytans avrinningskoefficient beaktas (Svenskt Vatten AB 2016).

### 3.1.6 Val av vegetation

Val av växtarter kan vara beroende av vilka egenskaper som efterfrågas. Nedan beskrivs hur träd kan bidra till dagvattenhantering genom interception och hur de kan reducera temperaturen i det urbana stadsrummet genom beskuggning.

#### 3.1.6.1 Interception

Med urbaniseringen minskar infiltrationsytorna, och därav behöver VA-systemet och de urbana växtbäddarna bemöta den ökade avrinningen. I tillägg till de urbana växtbäddarnas kapacitet att fördröja dagvatten kan växtbäddens vegetation reducera mängden nederbörd som når marken genom interception (Zabret & Šraj 2015), och därav reducera belastningen av de urbana växtbäddarna och VA-systemet.

Mängden nederbörd som ett träd kan förhindra att nå den underliggande marken varierar mellan arter och är beroende av ett flertal faktorer. Exempel på dessa faktorer är lövareaindex, trädkronans storlek, stamomfång, barktyp och dess tjocklek samt lövens form och fysiska egenskaper (Zabret & Šraj 2015). Dessa parametrar som påverkar trädens egenskap till interception varierar mellan olika arter, men det framkommer framför allt en differens mellan lövträd och barrträd (ibid.).

Barrträd tenderar att ha en grövre och kraftigare bark vilket resulterar i att nästintill all nederbörd som landar på barken inte når marken, emedan hos lövträd rinner cirka 20% ned till marken (Zabret & Šraj 2015). Ett flertal studier har visat att barrträd har en total interception mellan 20-40%, emedan löv träd har mellan 20-25% (Asadian & Weiler 2009). Det bör däremot noteras att flera studier har utförts i skogar, emedan Asadian och Weiler (2009) utförde tester i en urban kontext. Resultatet blev att trädens kapacitet till interception blev markant högre i det urbana stadsrummet. Det beror på det varmare mikroklimatet, större mellanrum mellan träden och trädkronor som kan växa fritt (ibid.). Enligt en studie som också utfördes i en urban kontext framkom det att *Pinus nigra* hade en interception på 51,0% och *Betula pendula* hade en interception på 20,6% (Zabret & Šraj 2015). *Pinus nigra* hade en konsekvent högre interception under hela året, men skillnaden var högst under vintern då *Betula pendula* har tappat sina löv (ibid.). Det



framkommer även att interceptionen minskas för båda barr- och lövträd under intensivare regn. Vidare argumenterar Zabret och Šraj (2015) att i områden där den övervägande delen av nederbörden förväntas komma under våren eller sommaren är det utav mindre vikt ifall man väljer löv- eller barrträd, men i områden med mycket nederbörd under hösten och vintern är det fördelaktigt att plantera barrträd om syftet är att reducera avrinningen (ibid.).

### 3.1.6.2 Beskuggning

Utöver att träden kan reducera volymflödena via interception (Zabret & Šraj 2015), kan trädens skuggkastning reducera temperaturen i det urbana stadsrummet (Gülten et al. 2016; Schwaab et al. 2021). Relevansen av skugga i det urbana stadsrummet kan exempelvis belysas med Uppsala kommuns nya målsättning om 30% krontäckningsgrad i Uppsala tätort. Målsättningen med krontäckningen är att få mer skugga och reducerad temperatur i gaturummen (Uppsala kommun 2024).

För att öka chansen till en god krontäckning behövs större träd och för att identifiera lämpliga trädarter för urbana växtbäddar finns det olika handböcker. Ett exempel är *Levande stadsrum - en handbok i Blågröngrå system 4.0* av Fridell et al. (2023).

## 3.2 Nederbördens betydelse för växtbäddens funktion

Nedan redogörs det för dagens och framtidens utmaningar gällande nederbörd och dagvattenhantering i våra städer, men även för potentiella lösningar och mervärden. Data om nederbördsförhållanden mellan västra (Göteborg) och östra (Uppsala) Sverige sammanställs och analyseras för att identifiera skillnader mellan områdena. Detta blir relevant när det sätts i relation till 3.4 *Klimatförutsättningarnas påverkan* och 3.5 *Utformning utifrån klimat*. Vidare används data i intervjuerna för att diskutera hur det kan

påverka de urbana växtbäddarnas utformning, samt att data är nödvändig för projekteringsförslagets utformning under 4.2 *Projekteringsförslag - Konkretisering av resultat*.

### 3.2.1 Urbanisering och förtätning

Jämfört med naturliga områden innebär urbanisering en förändring av vattenbalansen i området (Rosenqvist & Rydén Sonesson 2017), vilket förstärks succesivt med ökad förtätning (Eigenbrod et al. 2011). Den ökade nederbörden och frekvensen av skyfall i kombination med täta städer ökar risken för översvämningar (Rosenqvist & Rydén Sonesson 2017). Med ökad förtätning och mer hårdgjorda ytor minskar infiltrationsmöjligheterna, vilket medför att det är intensiva skyfall som är den mest utmanande nederbördstypen att hantera ur ett urbant perspektiv (Rosenqvist & Rydén Sonesson 2017).

De traditionella dagvattensystemen är inte anpassade för dagens omfattande nederbörd och skyfall, och de behöver därmed kompletteras eller ersättas av nya dagvatten- och skyfallslösningar (Boverket 2023a). Utifrån detta är öppna ytor värdefulla i våra stadsrum, då dessa kan utgöra multifunktionella ytor där en sådan funktion är dagvattenhantering (ibid.). Att anlägga vegetationsytor är ett av de mer effektiva alternativen för att ta hand om dagvattnet (ibid.).

### 3.2.2 Ökad nederbörd

Klimatförändringarna resulterar i flera utmaningar för det urbana samhället. Vattenrelaterade utmaningar kan exempelvis utgöras av höjda havsnivåer, ökade flöden i vattendrag och även det som denna uppsats särskilt beaktar; ökad nederbörd (Boverket 2023a). Nederbörden har ökat de tjugo senaste åren i Sverige vilket har bidragit till ett flertal översvämningar och omfattande skador på urban infrastruktur (MSB 2016). Nederbörden förväntas att öka ytterligare i samtliga delar av Sverige i framtiden, med störst ökning i västra och norra Sverige. Den ökade

nederbörden förväntas främst ske under höst, vinter och vår, emedan sommaren får ett varmare och torrare klimat (Naturvårdsverket 2024a). Utöver en generell ökad nederbörd förväntas även frekvensen av skyfall att öka, vilket eskalerar risken ytterligare för överbelastade dagvattensystem och översvämningar (MSB 2016).

### 3.2.3 Dimensionerande regn och skyfall

För att dimensionera urbana växtbäddar utgör nederbördsstatistik en grund för att välja vilka nederbördsmängder dimensioneringen ska anpassas för.

Dimensionerande regn är ett begrepp som kan användas för att kunna planera för hantering av vattenflöden av olika intensitet och varaktighet. Statistik om dimensionerande regn tillhandhålls av SMHI (2024) och benämns "skyfallsstatistik". Statistiken visar sannolikheten för att nederbörd ska inträffa med en viss återkomsttid (till exempel i genomsnitt en gång på 10 år) och med vilken varaktighet (till exempel intensivt regn under 15 min) samt nedbördsmängd i mm. (SMHI 2023c) definierar skyfall som att under en minut faller minst 1 mm regn eller att det under en timme faller minst 50 mm. Skyfallsstatistik från SMHI används i detta arbete då det finns information fördelat på fyra regioner, varav regioner för sydvästra respektive sydöstra Sverige är av särskilt intresse, se figur 5.



Figur 5. Arbetets berörda områden Göteborg och Uppsala ligger i område SV (sydvästra Sverige) respektive SÖ (sydöstra Sverige), kompletterad med cirklar för utmärkning av Uppsala och Göteborg. Illustration: (SMHI 2024) bearbetad av författarna.



### 3.2.3.1 Tabeller med dimensionerande regn

Tabell 1. Skyfallsstatistik för den region som omfattar Göteborg och visar återkomsttid (år) samt varaktighet (minuter eller timmar) (SMHI 2024). Det första talet (utfallet i mm) presenteras i millimeter och tal efter utfall avser osäkerhet. Av tabell kan utläsas att till exempel vart tionde år är utfallet 24,5 mm under en timme.

#### Skyfallsstatistik - Region Sydvästra Sverige (SV). Samtliga värden är i mm.

Återkomsttid	15 min	30 min	45 min	1 tim	3 tim	6 tim	12 tim
2 år	11,3±0,3	13,1±0,4	14,6±0,4	16,0±0,4	23,0±0,6	28,6±0,8	36,3±1,0
5 år	14,8±0,6	16,9±0,7	18,6±0,8	20,4±0,9	28,8±1,2	35,3±1,5	44,2±1,9
10 år	18,0±1,1	20,5±1,2	22,5±1,3	24,5±1,4	34,1±2,0	41,4±2,4	51,5±3,0
20 år	22,0±1,8	24,8±2,0	27,1±2,2	29,4±2,4	40,4±3,3	48,7±4,0	60,0±4,9
50 år	28,7±3,6	32,0±4,0	34,7±4,4	37,5±4,7	50,7±6,4	60,5±7,6	73,7±9,3
100 år	35,1±6,1	38,8±6,8	41,9±7,3	45,2±7,9	60,2±10,5	71,3±12,4	86,3±15,0

Tabell 2. Skyfallsstatistik för den region som omfattar Uppsala och visar återkomsttid (år) samt varaktighet (minuter eller timmer) (SMHI 2024). Det första talet (utfallet i mm) presenteras i millimeter och tal efter utfall avser osäkerhet. Av tabell kan utläsas att till exempel vart tionde år är utfallet 22,6 mm under en timme.

#### Skyfallsstatistik - Region Sydöstra Sverige (SÖ). Samtliga värden är i mm.

Återkomsttid	15 min	30 min	45 min	1 tim	3 tim	6 tim	12 tim
2 år	11,1±0,3	12,8±0,4	14,2±0,4	15,6±0,4	22,2±0,6	27,5±0,8	34,7±1,0
5 år	13,8±0,6	15,9±0,7	17,6±0,7	19,3±0,8	27,4±1,2	33,7±1,4	42,4±1,8
10 år	16,3±1,0	18,7±1,1	20,7±1,2	22,6±1,3	32,0±1,9	39,3±2,3	49,3±2,9
20 år	19,2±1,6	22,0±1,8	24,3±2,0	26,5±2,2	37,3±3,0	45,8±3,7	57,3±4,7
50 år	23,9±3,0	27,2±3,4	30,0±3,8	32,7±4,1	45,8±5,8	56,0±7,0	69,9±8,9
100 år	28,1±4,9	32,0±5,6	35,2±6,1	38,3±6,7	53,5±9,3	65,2±10,5	81,2±14,1

### 3.2.4 Klimatmönster

Utifrån att följande arbete är geografiskt avgränsat till att beakta nederbördsförutsättningarna i Göteborg (västra Sverige) och Uppsala (östra Sverige) redogörs för nederbördsstatistik vid respektive område. Val av geografisk avgränsning har gjorts för att få en tydlig jämförelse mellan två regionalt varierande områden i Sverige med markant skillnad i genomsnittlig årsnederbörd. Statistik presenteras även för Maryland och Portland i USA, se förklaring i efterföljande avsnitt.

#### 3.2.4.1 Genomsnittlig årsnederbörd

Genomsnittlig årsnederbörd	1991-2020	Källa
Uppsala	565 mm	(SMHI 2023b)
Göteborg	912 mm	(SMHI 2023b)
Baltimore, Maryland	1142 mm	NOAA (u.å.a)
Portland, Oregon	936 mm	(NOAA u.å.b)

Tabell 3. Tabell visar normalvärden för nederbörd för normalperioden 1991–2020.

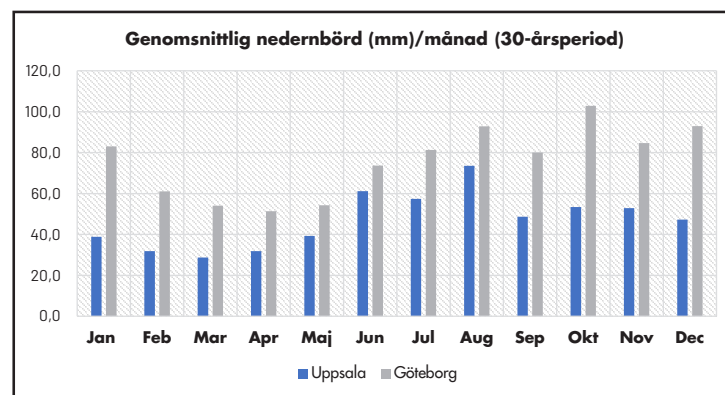
Relevansen av nederbörd och urbana växtbäddar kan belysas med exempel från USA, specifikt delstaten Maryland och staden Portland i delstaten Oregon. Emedan konceptet med regnbäddar initialt utvecklades 1989 i Malmö av Peter Stahre (Stahre 2008) har regnbäddar framför allt använts i Maryland och Portland, USA sedan 1990-talet (Jergmo & Fridell 2015; Stockholm International Water Institute 2015). Det är av denna anledning som Göteborg har valts att jämföras med Uppsala, då nederbörden i västra Sverige, exempelvis vid Göteborg, är mer lik den i Maryland och Portland jämfört med Uppsala som har en markant lägre nederbörd än Göteborg, Maryland och Portland. Detta väcker frågan om koncepten hos olika urbana växtbäddar är mer eller mindre lämpliga, eller om de bör utformas annorlunda beroende på geografiskt läge i Sverige.

### 3.2.4.2 Genomsnittlig nederbörd/månad – Uppsala och Göteborg

Den genomsnittliga årsnederbörden för perioden 1991–2020 är högre i Göteborg, 912 mm, jämfört med 565 mm i Uppsala. Det bör noteras att skillnaden i nederbörd är generellt sett mindre under sommarmånaderna, emedan det är störst skillnad under hösten och vintern.

Tabell 4. Genomsnittlig nederbörd (mm)/månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2023b).

	Uppsala	Göteborg	Differans
Jan	38,8	83,0	44,2
Feb	31,8	61,0	29,2
Mar	28,7	54,0	25,3
Apr	31,8	51,3	19,5
Maj	39,3	54,3	15,0
Jun	61,2	73,7	12,5
Jul	57,4	81,3	23,9
Aug	73,6	92,8	19,2
Sep	48,6	80,0	31,4
Okt	53,4	102,9	49,5
Nov	52,8	84,7	31,9
Dec	47,3	93,0	45,7
<b>Totalt:</b>	<b>565</b>	<b>912</b>	<b>347</b>



Figur 6. Stapeldiagram Genomsnittlig nederbörd (mm)/månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2023b).

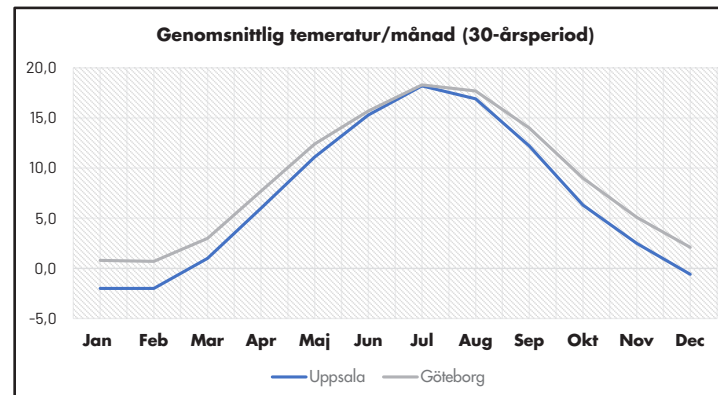
### 3.2.4.3 Genomsnittlig temperatur/månad – Uppsala och Göteborg

Den genomsnittliga temperaturen för perioden 1991-2020 är lägre i Uppsala, 7,1°C, jämfört med Göteborg, 8,9°C. Notera att störst skillnad i temperatur råder under vintern, vilket också framgår av att Göteborg inte har någon månad där den genomsnittliga temperaturen är <0° C, se tabell 5 och figur 7. Detta visar sig även genom att Uppsala har mer än dubbelt så många isdagar per år, 41,1 jämfört med 17,8 dagar i Göteborg, se tabell 6.

Tabell 5. Genomsnittlig temperatur /månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2021).

	Uppsala	Göteborg	Differans
Jan	-2,0	0,8	2,8
Feb	-2,0	0,7	2,7
Mar	1,0	3,0	2,0
Apr	6,0	7,7	1,7
Maj	11,1	12,4	1,3
Jun	15,3	15,7	0,4
Jul	18,2	18,3	0,1
Aug	16,9	17,7	0,8
Sep	12,2	14,0	1,8
Okt	6,3	9,0	2,7
Nov	2,5	5,1	2,6
Dec	-0,6	2,1	2,7
<b>Totalt:</b>	<b>7,1</b>	<b>8,9</b>	<b>1,8</b>

Isdagar	41,1	17,8	23,3
---------	------	------	------



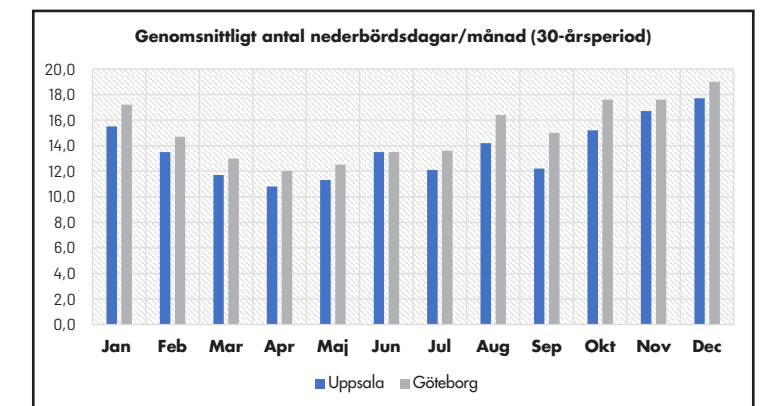
Figur 7. Graf Genomsnittlig temperatur/månad (30-årsperiod) - jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2021).

### 3.2.4.4 Genomsnittligt antal nederbördsdagar/månad - Uppsala och Göteborg

Göteborg har mer nederbörd än Uppsala, det gäller för både genomsnittlig årsnederbörd och att Göteborg har fler dagar med nederbörd samtliga månader förutom juni, då båda kommunerna har lika många nederbördsdagar. Däremot har Göteborg cirka 61% mer genomsnittlig årsnederbörd än Uppsala men enbart cirka 11% fler nederbördsdagar, vilket innebär att Göteborg har något mer frekvent nederbörd men framför allt mer intensiv nederbörd, se tabell 7 och figur 8.

Tabell 7. Genomsnittlig antal nederbördsdagar/ månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A). (SMHI 2023a).

	Uppsala	Göteborg	Differans
Jan	15,5	17,2	1,7
Feb	13,5	14,7	1,2
Mar	11,7	13,0	1,3
Apr	10,8	12,0	1,2
Maj	11,3	12,5	1,2
Jun	13,5	13,5	0,0
Jul	12,1	13,6	1,5
Aug	14,2	16,4	2,2
Sep	12,2	15,0	2,8
Okt	15,2	17,6	2,4
Nov	16,7	17,6	0,9
Dec	17,7	19,0	1,3
<b>Totalt:</b>	<b>164</b>	<b>182</b>	<b>18</b>

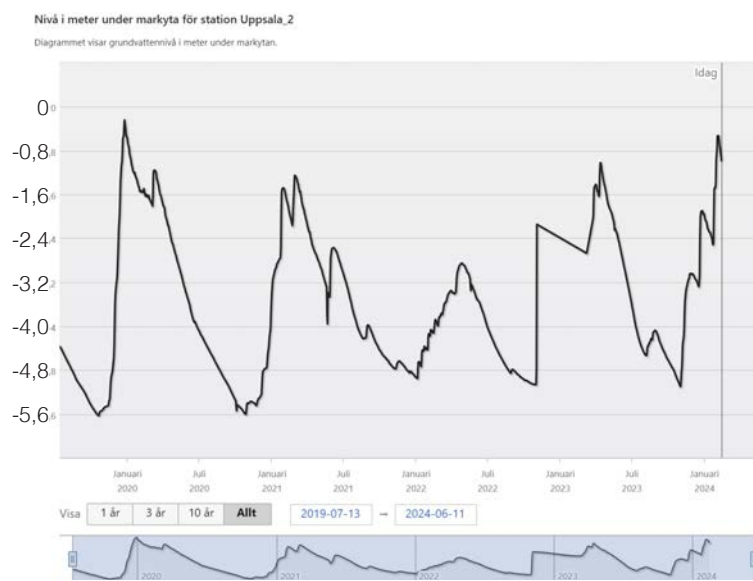


Figur 8. Stapeldiagram Genomsnittligt antal nederbördsdagar /månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2023a).

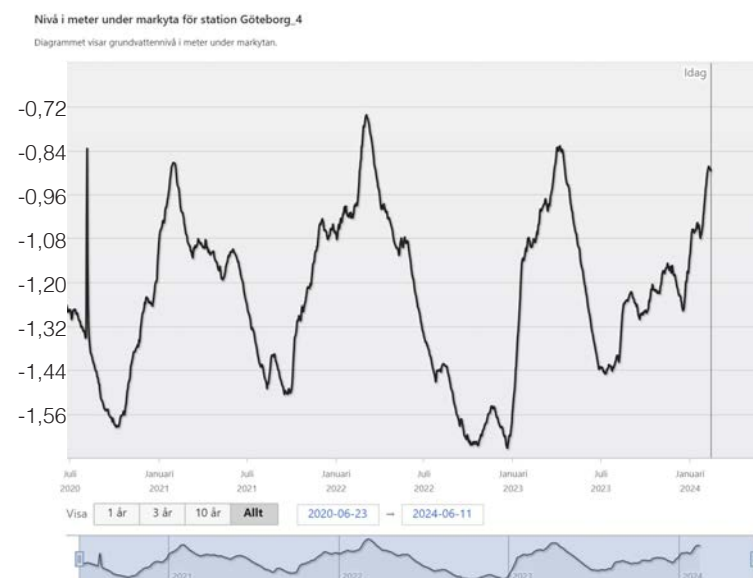


### 3.2.4.5 Grundvattennivå för Uppsala och Göteborg

Figur 9 och 10 visar grundvattennivån utifrån data mellan 2019–2024 för Uppsala (SGU 2023a) och Göteborg (SGU 2023b). Notera skillnaden på axeln som visar djup hos respektive graf. Uppsalas grundvattennivå fluktuerar mellan cirka 0,3 meter till cirka 5,6 meter under markytan. Emedan Göteborg grundvattenytan fluktuerar mellan cirka 0,7 meter till 1,6 meter under markytan.



Figur 9. Grundvattennivå meter under ytan Uppsala (SGU 2023a).  
Bild: SGU



Figur 10. Grundvattennivå meter under ytan Göteborg (SGU 2023b).  
Bild: SGU

### 3.3 Etableringsskötsel

Utöver att urbana växtbäddar tar emot vatten från nederbörd krävs bevattning under vegetationens etableringsperiod. Följande stycken beskriver varför etableringsskötseln är viktig och hur den kan utföras.

Flertalet urbana växtbäddar som avses fungera som dagvattensystem är överdimensionerade idag och riskerar därav att bli torra habitat (Backhaus & Fryd 2013). Trots att nederbörden förväntas öka på grund av klimatförändringar, förväntas också längre perioder av torra. Torrperioderna förväntas främst att ske under sommaren (Fridell et al. 2023; Naturvårdsverket 2024a). Variationen av intensiv blöta och torra är en utmaning för vegetationen, men när det väl kommer nederbörd leds denna generellt bort effektivt av dagvattensystemen och det finns en risk att vegetationens vattenbehov inte tillgodoses (Fridell et al. 2023).

Under etableringsperioden är det väsentligt att bevattna de urbana växtbäddarna för att göra det möjligt för vegetation att överleva, och efter etableringsperioden bör det främst initialt ske kontroll på vegetationens behov (United States Environmental Protection Agency 2021; VA-guiden 2024). Enligt Fridell et al. (2023) ökar behovet för bevattning under etableringsperioden med ökad fraktionsstorlek och porositet hos substratet. Ett tillägg till bevattning för regnbäddar och skelettjordar är att inloppen och brunnar rensas regelbundet för att garantera att dagvatten kan nå växtbädden och därav vegetationen (VA-guiden 2024; Stockholm Vatten och Avfall u.å.a). En rapport från Rise visar att multifunktionella dagvattenanläggningar behöver extra bevattning direkt efter anläggning, då substratet kan vara särskilt torrt vid anläggning (Fridell et al. 2022).

### 3.4 Klimatförutsättningarnas påverkan

I en studie som bland annat jämförde regnbäddar i Sverige (Mantilla et al. 2023) noterades en skillnad gällande nederbörd mellan olika regioner i Sverige, och skillnaden var som störst under vintern och våren och minst under sommaren (ibid.). Resultatet återspeglar förhållandena mellan Göteborg och Uppsala, se tabell 4 och figur 6. Studien indikerar att nederbördsförhållandena kan ha en påverkan på växtbäddarnas utformning och att det kan finnas en korrelation mellan utformning och regionala nederbördsmonster (ibid.).

Vid kalla klimat där det förekommer minusgrader och frost reduceras infiltrationskapaciteten hos växtbäddarna, vilket därav ökar risken för översvämningar. Detta beror på att substratet fryser, vegetationens lägre aktivitet, reducerad infiltration genom snö och eventuell omdirigering av vatten på grund av is och snö (Mantilla et al. 2023). I en studie gjord i Risvollan, Norge, framkom det att den hydrauliska konduktiviteten hos ett biofilter med sandbaserat substrat var cirka 4 gånger högre under juni, juli och augusti än den var under december, januari och februari (ibid.). Temperaturen påverkan kan sättas i relation till förutsättningarna i Göteborg och Uppsala, där Uppsala i genomsnitt har 41 isdagar mellan 1991–2020 och centrala Göteborg har i genomsnitt 17,8 isdagar för motsvarande period (SMHI 2022).

Enligt studier som har utförts i Göteborg framkom det att substratets fuktighetsgrad har en tydlig påverkan på biofiltrets förmåga att fördröja vattnet (Mantilla et al. 2023). Detta indikerar att områden med en högre frekvens av nederbörd kan uppleva en lägre förmåga att fördröja dagvatten (ibid.). I Göteborg som har en högre temperatur än Kiruna, men med mer frekventa regn reducerade biofilterna avrinningsvolymen med 77%, emedan Kiruna

reducerade avrinningsvolymen med 66%. I Malmö som befinner sig ännu längre söderut och har ett varmare klimat, samt med mindre frekventa nederbördstillfällen, kunde biofilterna reducera avrinningsvolymen med 83% (ibid.). För att relatera detta till den del av rapportens syfte som avser att jämföra Uppsala och Göteborg, har Göteborg i genomsnitt 182 dagar per år med nederbörd mellan 1991–2020, och Uppsala har för motsvarande period 164,9 dagar med nederbörd för motsvarande period (SMHI 2023a). Om en urban växtbädds utformning är baserad på generella rekommendationer utan att ta hänsyn till klimatvariationer, kan det bli svårt att förutse den specifika växtbäddens prestanda på grund av de lokala klimatförutsättningarna (Mantilla et al. 2023).

### 3.5 Utformning utifrån klimat

Den hydrauliska konduktiviteten hos urbana växtbäddar varierar med temperatur och därav även med säsonger (Mantilla et al. 2023). Utifrån det kan det också argumenteras att växtbäddens area i förhållande till avrinningsområdet bör variera utifrån rådande klimat (ibid.). Kratky et al. (2017) framför att ytarealen bör öka successivt med kallare klimat för att kompensera för den lägre hydrauliska konduktiviteten under perioder med is och att vegetationen är inaktiv.

I ett flertal studier som Mantilla et al. (2023) refererar till, och i direkta studier av Muthanna et al. (2008), används regnbäddar med främst sandbaserat substrat. För att tydliggöra definitionen av substratets kornstorlek kan materialet beskrivas enligt Statens geotekniska institut, SGI, där det beskrivs att sandjordar domineras av fraktioner med kornstorlek 0,06 – 2 mm (SGI 2023). Enligt studierna rekommenderas det att använda ett grövre substrat i de fall växtbädden inte ska få en reducerad infiltrationskapacitet under perioder med is och snö (Muthanna et al. 2008; Mantilla et al. 2023).

### 3.6 Jämförelse av tekniska handböcker

Under följande rubrik kommer skillnader och likheter att redovisas kortfattat mellan de olika typritningarna som finns med i de tekniska handböckerna från Uppsala kommun (Uppsala kommun 2023), Göteborg Stad (Göteborg Stad 2023a; b) och Malmö Stad (se bilaga 3). Detta arbete avser att jämföra två områden med olika nederbördsförutsättningar såsom västra Sverige (Göteborg) respektive östra Sverige (Uppsala). Trots det har jämförelse av tekniska handböcker för Malmö stad inkluderats. Det har gjorts för att typritningarna från Malmö inkluderar en markant skillnad gällande substratsammansättning jämfört med Göteborg Stad och Uppsala kommun. Vidare möjliggör detta diskussion om ytterligare alternativ av växtbäddskonstruktioner under intervjuerna. De aspekter som undersöks i ritningarna är följande:

- » Djup
- » Fraktionsstorlekar och substratval
- » Lagerföljd
- » Brunnar, inlopp och erosionsskydd
- » Fördröjningszon och bräddavlopp
- » Dränering

#### 3.6.1 Djup

Djupen på växtbäddarna skiljer sig hos olika kommuner. Uppsala kommun har två olika djup på sina växtbäddar och de varierar mellan 950 mm och 1400 mm, emedan Göteborg Stad har 1000 mm på alla sina växtbäddar. Malmö Stad har också ett varierande spann på sina växtbäddar och de är mellan 800 mm och 900 mm djup.

#### 3.6.2 Fraktionsstorlekar och substratval

Både Uppsala kommun och Göteborg stad använder en substratblandning baserad på makadam med inblandning av kompost och biokol, där skillnaden är att Uppsala kommun använder makadam 2–4 och Göteborg Stad makadam 2–5. Malmö Stad har en annan substratblandning som är baserad på pimpsten med en inblandning av grönkompost och biokol. Fraktionsstorleken och substratvalet har en påverkan på den hydrauliska konduktiviteten. Enligt Hasselfors har deras makadamssubstrat 2-6mm, Citykross, en infiltrationsförmåga på >3000 mm/h (Hasselfors Garden AB u.å.). Via en mailkonversation med Bengt Syrén, hortonom på Bara Mineraler AB, framfördes det att deras pimpstensbaserade substrat med tillägg av sand och grönkompost har en ursprunglig infiltrationshastighet på 500 mm/h<sup>3</sup>. Han anser vidare att Malmös pimpstensbaserade substrat med inslag av biokol och grönkompost sannolikt har en likartad infiltrationshastighet. Syrén framförde däremot att den ursprungliga infiltrationshastigheten ofta reduceras efter att sättnings har skett. När Syrén har gjort mätningar i äldre regnbäddar har infiltrationshastigheten varierat mellan 100–500 mm/h, vilket han framför att det beror på när på året mätningen sker, om det är vått eller torrt samt vilken vegetation som växtbädden har haft.



### 3.6.3 Lagerföljd

#### 3.6.3.1 Uppsala kommun:

Se bilaga 4 för typritningar.

» **Skelettjord:** Hela växtbädden fylls av makadam 32–63 (alternativt 16–90, 32–90) utblandat med biokol, men i trädgropsfundamentet runt jordklumpen används makadam 2–4, utblandat med kompost och biokol. Vid högre krav på bärighet läggs ett 300 mm lager av öppet förstärkningslager i botten bestående av makadam 32–63 (alternativt 16–90, 32–90).

» **Regnbädd:** I botten läggs 300 mm av makadam 32–63 (alternativt 16–90, 32–90) utblandat med biokol. På det läggs ett 600 mm tjockt lager av makadam 2–4, utblandat med biokol som toppas av ett 50 mm lager av makadam 8–11.

#### 3.6.3.2 Göteborg Stad:

Se bilaga 5 för typritningar.

» **Skelettjord:** I botten läggs 800 mm av makadam 32–64 utblandat med 5% pimpsten 2–8, 5% biokol och 5% grönkompost följt av ett luftigt bärlager av bestående av makadam 32–64 som sedan toppas med avjämningslager.

» **Regnbädd:** I botten läggs 600 mm av makadam 32–64 utblandat med 5% pimpsten, 5% biokol och 5% grönkompost, följt av ett avjämningslager av makadam 8–12 och på toppen läggs ett lager av 350 mm makadam 2–5, utblandat med 5% pimpsten 2–8, 5% biokol och 5% grönkompost.

#### 3.6.3.3 Malmö Stad:

Se bilaga 3 för typritningar.

» **Skelettjord:** I botten läggs 50 mm av biokol följt av ett 600 mm tjockt lager av makadam 100–120 utblandat med 40% pimpsten 2–8, 20% grönkompost och 40% biokol. På detta läggs 200 mm av luftigt bärlager bestående av makadam 32–63 som toppas av ett 50 mm avjämningslager bestående av makadam 8–11.

» **Regnbädd:** Hela växtbädden består av en homogen blandning av 70% pimpsten 2–8, 20% grönkompost och 10% biokol.

### 3.6.4 Brunnar, inlopp och erosionsskydd

Samtliga kommuner använder liknande brunnar för intag av vatten och luft i skelettjordskonstruktionerna. Uppsala kommun och Malmö Stad har även specificerat att till sina regnbäddar/biofilter ska ett koncentrerat inlopp med sandfångskar användas för att motverka erosion och igensättning av växtbädden.

### 3.6.5 Fördröjningszon och bräddavlopp

Det finns inget standardmått hos någon kommun utan i stället anpassas varje växtbädd till varje enskild plats och beror på vilket flöde av dagvatten växtbädden ska dimensioneras för.

### 3.6.6 Dränering

Både Uppsala kommun och Malmö Stad har lyft upp sin dränering från botten av växtbädden för att kunna magasinera vatten i växtbädden under en längre tid. Göteborg Stad har sin dränering i botten av växtbädden.





4

# RESULTAT



## 4 Resultat

Följande kapitel är indelat i två delar. Först redovisas en sammanställning av samtliga intervjuer enligt kodning som beskrivs under *2.3.1 Teoretiska utgångspunkter* i metodkapitlet. Därefter presenteras projekteringsförslaget som är en syntes av litteraturöversikt, tekniska handböcker och sammanställning av intervjuer. Huvudsakliga källor till data är de svar som har erhållits under semistrukturerade intervjuer.

### 4.1 Intervjuer med sakkunniga

Under följande kapitel kommer det som kom fram under intervjuerna att redovisas. Kapitlet delas upp i underrubriker baserat på de intervjufrågor som ställdes under intervjuerna, enligt metodens beskrivning om kodning, se figur 4. Varje underrubrik hanterar ett separat ämne som diskuterades med de sakkunniga. Underrubrikerna *4.1.1 - 4.1.7* avser att redovisa det som kom fram av intervjuerna mycket utförligt. För en mer koncis sammanfattning se underrubrik *4.1.8 - Sammanfattning intervjuer* sist i kapitlet.

Syftet med intervjuerna är att erhålla kunskap om urbana växtbäddar som litteraturöversikten inte kunde svara på. Urval av informanter har gjorts dels baserat på kontakter i samband med praktik på Uppsala kommun, dels efter rekommendationer från intervjuade och i överenskommelse med handledare. Intervjuade är personer med betydande erfarenhet och kunskap inom valt ämnesområden. De som har intervjuats har också godkänt att deras namn publiceras i uppsatsen.

Personerna som intervjuats i detta arbete är följande:

- » **Britt-Marie Alvem** – Trädspécialist, Landskapsarkitekt LAR/MSA, Stockholm Stad. Intervjuad 1/3–2024.
- » **Patrick Bellan** – Trädspécialist, Malmö Stad. Intervjuad 20/2–2024.
- » **Oskar Hägg** – Trädspécialist, Göteborg Stad. Intervjuad 1/3–2024.
- » **Linda Nilsson** – Dagvatten- och skyfallssamordnare, Malmö Stad. Intervjuad 4/3–2024.
- » **Ronnie Nilsson** – Projektledare anläggning, Landskapsarkitekt LAR/MSA, Uppsala kommun. Intervjuad 27/2–2024.
- » **Elisabeth Rovelstad** – Trädgårdstekniker, rådgivare, Stångby plantskola. Intervjuad 28/2–2024.
- » **Örjan Stål** – Landskapsingenjör VIÖS AB, Universitetsadjunkt vid SLU institutionen för Stad & Land. Intervjuad 6/3–2024.

#### 4.1.1 Övergripande problematik

Som tidigare nämnts under rubriken *1.5 Begreppet urbana växtbäddar* beskrivs det att det råder en oenighet inom begreppet regnbäddar, vilket även framkom även under intervjuerna. Bellan framför kritik mot terminologin och nämner att *”det som saknas i branschen överlag idag är en gemensam terminologi. [...] Det är därför vi måste använda regnbädd/biofilter/med flera”*. Även R. Nilsson är kritisk mot terminologin, mer specifikt gentemot begreppet Blågröngrå-system och säger *”jag säger regnbädd om allt förresten [...] jag tycker att BGG-system är en dålig förkortning”*.

Utöver problematiken gällande terminologin diskuterades ett flertal ämnen relaterat till urbana växtbäddar. Ett av ämnena som framfördes av de intervjuade var trädens vikt gällande att bemöta utmaningarna relaterat klimatförändringarna. R. Nilsson berättar att Uppsala kommun *”ska plantera många träd i gatumiljöerna framöver och det är för att de hjälper till med skugga och vattenrening. Vegetationsytorna som de står i hjälper även till att fördröja dagvatten”*. Det R. Nilsson nämnde berör de urbana växtbäddarnas syfte, och gällande det ämnet diskuterades även de urbana växtbäddarnas intention kopplat till dagvattenhantering respektive vegetationsutveckling. Angående balansen mellan dessa två aspekter framförde flera intervjuade åsikten att utformningen av dessa är idag allt för fokuserad på dagvattenhantering. Hägg menar att:

”man behöver tänka om [...] en regnbädd är i min värld inte en dagvattenhanteringsyta, det är en vegetationsyta med påkopplad funktion. Så hur man prioriterar där är väldigt viktigt och där tycker jag vi har fallit lite snett, därför har man också förlorat vegetationen. [...] Dagvattenhantering är en funktion du kopplar på en växtbädd. Växtbädden har ett huvudsyfte och det är att det ska finnas vegetation” (Hägg).

Stål tillägger att *”själva skyfallshanteringen inte ska bygga på att du ska ta in allt vatten i den här växtbädden, utan det ska bräddas ut i ytan vid sidan om i skelettetjorden.”* Även Alvem är av åsikten *”att det är för mycket fokus på åtgärdsnivåer för att hantera dagvatten”*. Med de urbana växtbäddarnas syfte i beaktande diskuterades det i intervjuerna om det går att kombinera aspekter som främjar vegetationsutveckling och som främjar dagvattenhantering. Bellan svarar på frågan enligt följande:

”Ja, till viss del [...] nu pratar vi om dagvattenfördröjning. Det går att fördröja dagvatten i en växtbädd som har goda vegetationsförutsättningar, sen om man ska lägga till ytterligare krav som exempelvis rening så blir det genast mycket svårare. För de växtbäddar vi bygger i dagsläget är ganska näringsrika och substratet är relativt grovt. Det funkar rätt dåligt som filtereffekt.

[...] Vi har sett på vissa konstruktioner vi byggt i Malmö att man får välja det ena eller det andra. Alternativt får man bygga en kedja, så man har en reningsluss och en växtluss exempelvis” (Bellan).

Vidare nämner Bellan ett forskningsprojekt som utförts av Luleå Tekniska Universitet där de undersökte reningseffekten i urbana växtbäddar på Neptunigatan i Malmö. Bellan berättade att resultatet av studien visade ”att de växtbäddarna där vi har bäst substrat för växterna är också de som har sämst reningseffekt”. Hägg är också av uppfattningen att det går att kombinera båda aspekterna och säger att:

”för dagvattenhantering behöver du något som är strukturstabil, [...] den behöver vara genomsläpplig [...] och växtvädden i sig behöver någon form av dämpningsförmåga. [...] Pratar vi vegetation är det liknade saker men ändå lite annorlunda. För det första behöver du ha en växtbädd med god fuktretention, [...] sen behöver den ofta vara ganska luftig helst, den behöver vara näringsrik och strukturstabil. Så om vi tittar på de sakerna jag nämnde där så är det framför allt strukturstabil, det funkar bra för båda. Luftig funkar rätt bra om den är genomsläpplig. Kommer vi däremot till näringsrik och fuktretention, det är där det stora problemet uppstår när man ska koppla på dagvattenhantering på en växtbädd för vegetation. Därför man vill ha en genomsläpplighet samtidigt som fukten stannar kvar” (Hägg).

R. Nilsson diskuterar vegetationsfrämjande och dagvattenhanteringsfrämjande aspekter och anger att:

”vi pratar om dem som att det vore olika saker. Om man till exempel lyssnar på Björn Embrén så skulle nog han säga att det är samma, tänker jag. Det är bara det att i ena så leder man inte in vatten. [...] Men idealiskt för växterna är ju att de innehåller något sorts vattenhållande material. [...] Det fukthållande saknas i regnbädden, för vi vill inte att vattnet ska stå kvar. [...] Vi bygger ju regnbäddarna för att det ska finnas tillgänglig luftvolym att fylla med vatten och då kan inte det vara fukthållande” (R. Nilsson).

Enligt intervjuerna framkommer det att somliga av de intervjuade anser att det är möjligt att kombinera dagvattenhantering och vegetationsutveckling i urbana växtbäddar. Däremot noteras det att det kan vara en

utmaning att få tillräcklig fuktretention och att det framför allt blir en utmaning att kombinera dagvattenhantering och rening av dagvatten. Hägg säger att hur man lyckas med att koppla samman vegetationsfrämjande aspekter med dagvattenhantering är bland annat genom att ”*laborera med substraten, vilket recept på substrat man använder i kombination med marktäckningen för att minimera avdunstningen från substratet*”.

#### 4.1.2 Substrat och ståndort

Under följande rubrik redovisas intervjuades åsikter om olika substrat och dess egenskaper. Vidare sker ett särskilt fokus på biokolsmakadam och pimpsten då båda materialen frekvent förekommer i urbana växtbäddar i Sverige.

##### 4.1.2.1 Allmänt om substrat

Som nämnts om substrat i ovan avsnitt 4.1.1 - *Övergripande problematik* finns det ett antal faktorer som kan anses vara essentiella för att skapa goda förutsättningar för vegetationens utveckling. Egenskaper som ansågs fördelaktiga var ett strukturstabil substrat som har god genomsläpplighet/luftning och som samtidigt kan hålla en tillräcklig fuktretention samt lagra en viss mängd näring. När frågan ställdes om hur substratet bör sammansättas framkom olika svar och lösningar från de intervjuade. I förgående avsnitt 4.1.1 - *Övergripande problematik* nämner R. Nilsson att den fukthållande aspekten saknas hos urbana växtbäddar som används för dagvattenhantering, exempelvis regnbäddar. Utifrån det här dilemmat talade flera av de intervjuade om vikten av fuktretention. Hägg menar att för en god vegetationsutveckling ”*behöver du ha en växtbädd med god fuktretention*”. Stål framför att dessa urbana växtbäddar:

”har vissa egenskaper som gör att de kanske initialt inte håller lika mycket flytande vatten. [...] Sen finns det en stor skillnad här, som en del markforskare inte håller med om, men jag är helt övertygad, med andra, att växrötter har möjlighet att ta upp växttillgängligt vatten i gasform” (Stål).

Stål stödjer sitt resonemang med att det finns omfattande observationer av stor rotutveckling:

”i material som inte kan hålla växttillgängligt vatten i flytande form såsom i grova stenfraktionen för kring fyllning av olika typer av ledningar, byggnadersrester, källare och i bunkrar samt madamen för överbyggnad för järnvägar och spårvagnar. Här finns också vetenskaplig forskning som bekräftar rötter från träd utvecklar sig bättre i stenmaterial även om de har tillgång till vanlig jord” (Stål; se Östberg et al. 2010), se figur 11.



Figur 11. Bild avser visa rötter som växer i stenmaterial intill ledningsgravar trots att rötterna ursprungligen planterats i vanlig jord. Bild: Örjan Stål u.å.

För att gynna fuktretentionen i de urbana växtbäddarna och bemöta en eventuellt oregelbunden nederbörd förordar Hägg olika lösningar för marktäckning. Han diskuterar utifrån täckningslager som förekommer hos somliga kommuners urbana växtbäddar, där till exempel makadam 8–11 används och menar att det behövs:

”någon form av marktäckning med organiskt material. Träflis är det vanligaste, det funkar jättebra. Det finns även kokosmattor, om man prompt vill ha makadamlagret överst. Lägg en kokosmatta mellan makadam 8–11 och makadam 2–4” (Hägg).



Hägg diskuterar vidare utifrån en hållbarhetssynpunkt och säger att *”kokosfiber är en restprodukt från kokosodlingen nere i de varmare delarna av världen, så då kanske lokalt producerad träflis fungerar precis lika bra”*. Stål är inne på samma spår som Hägg och menar att ett täckningslager kan vara fördelaktigt för fuktretentionen, men framför även att det finns en del risker beroende på retentionslagrets materialval. Stål menar att:

”risken är om du lägger för tjockt lager av mulch, så kan det bli som en flit, som en wettexduk. När det kommer lite vatten så kan det faktiskt förhindra vattnet från att nå rötterna. [...] Ett alternativ är att lägga ett lager av finare fraktion av sten, makadam 2–6 som håller avdunstningen. Så har man då makadam 4–8 som växtsubstrat, så kan man lägga det materialet ovanpå, och närmast trädet kanske man skulle kunna jobba med den här träflisen. Men det som man ska tänka på är att om man använder mulch och flis och sätter en vattensäck ovanpå, och vattnet rinner relativt långsamt ut ur vattensäcken under åtta timmar, [...] har du då varm sommardag, 25–30 grader varmt ute, så när vattnet då rinner ut lägger det sig bara i träflisen och det kommer aldrig ned till rotklumpen” (Stål).

Som Stål nämner kan ett för tjockt lager av träflis motverka idén om att skapa en god fuktretention i växtbädden. För att undvika att vattnet inte kan infiltrera växtbädden genom eventuellt träflis diskuterar även Hägg vilka fraktioner som är fördelaktiga att använda och säger att:

”det finns allt från fallskyddsträflis som är en ganska grov fraktion ner till arboristflis, och arboristflisen vet jag den sätter ihop sig, så den riskerar att bli lite som ett lock ovanpå. [...] men när jag arbetat med fallskyddsträflis som dessutom inte har någon bark i sig så har du en helt annan genomsläpplighet i den, men ändå en fuktretention, och den stoppar inte heller någon form av gasutbyte för där är det väldigt mycket luftporer. Jag har sett jättebra resultat på just den stora fraktionen på träflis när jag arbetat med större anläggningar” (Hägg).

Ytterligare en aspekt som diskuteras av de intervjuade gällande substratets egenskaper är kompaktering, och det diskuteras utifrån anläggningsprocessen och belastning över tid. Angående belastning under anläggningsperioden

poängterar Alvem att de urbana växtbäddarna behöver klara av trycket av anläggningsprocessen och menar då att *”du måste hela tiden kunna kompaktera de här växtbäddarna, det är en jätteviktig del”*. Utifrån att växtbädden ska kunna tillhandahålla goda förutsättningar för vegetationen över tid framför Bellan att *”den får ej vara kompakteringsbar, särskilt om den befinner sig i en urban situation”*. R. Nilsson tillägger att det är en skillnad mellan att bygga konstruerade jordar gentemot att jobba med befintliga jordar, han förklarar att:

”om det är en lerjord är den inte nödvändigtvis dålig på att infiltrera vatten, [...] men försöker man bygga en lerjord är det i princip omöjligt. För den måste ju göras i så fall när den här leran är torr. Men den kommer ändå aldrig att ha stora sprickor djupt ned som leder bort vatten. Den kommer vara homogen och finporig. [...] Den skulle å andra sidan hålla fukt väldigt bra, men det skulle inte infiltrera någonting för den skulle kompakteras” (R. Nilsson).

Vidare redogör R. Nilsson för om varför det är viktigt att använda sig av ett substrat med god struktur och porositet redan vid anläggning, och utmaningen med att använda sig av naturligt bildade jordar i urbana sammanhang:

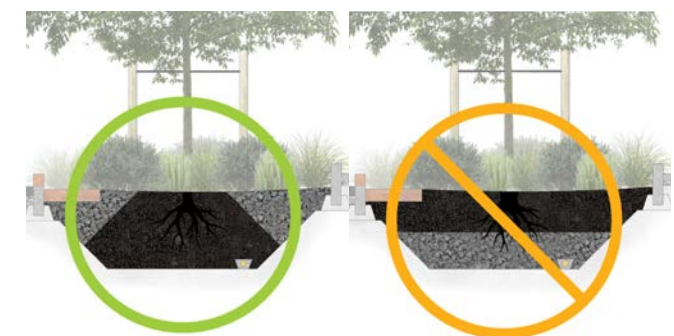
”vi måste räkna med att anläggningarna fungerar någorlunda från början. Vi kan inte blanda in finmaterialet eller ett lermaterial för då blir det här kompakt och så rinner det inte ner något vatten alls. Det skulle ju göra det efter ett tag när växterna hunnit växa, för då skulle ju de sett till att aggregeringar, sprickor och rottunnlar fanns. I övergången från färdigkonstruerad planteringsyta till att rötterna har etablerat sig, vi säger att det tar 2 – 10 år, så kan vi inte ha en yta som inte fungerar. Så kompenseringen för att rötterna inte är i hela volymen, det är ju att göra en glesare och luftigare jord” (R. Nilsson).

Även Stål är inne på samma spår som Alvem, Bellan och R. Nilsson och anser att det största argumentet för komponerade substrat är att *”de här jordarna är inte känsliga för strukturförändringar, [...] sådana här substrat kan du köra en stridsvagn på eller ha en rockkonsert, det spelar ingen roll, de håller sin struktur”*.

Ytterligare en aspekt som anses viktig för både vegetationsutvecklingen och dagvattenfördröjningen är användningen av ett homogent substrat. Bellan framför att *”det som främjar en god vegetationsutveckling är att det är ett relativt homogent material, med god transport av både fukt och vatten [...] och att gasutbyte kan ske genom hela profilen”*. Vidare menar även Bellan att homogeniteten även är viktig för dagvattenfördröjning och säger att *”flöden ska kunna tas upp och transporteras, så man konstruerar den så att vatten lätt ska kunna ta sig in genom konstruktionen. Den får gärna vara så homogen som möjligt”*. Stål tillägger information om när man ska använda olika fraktioner och berättar att:

”om man då ska jobba där man har de här växtbäddsprofilerna där man inte ska ha krav på bärighet så ska man ha en profil med samma fraktion hela tiden, alltså den fina fraktionen 2–4 eller 2–8. Där man då kanske har millimeterstora porer som fylls utav biokol och kompost. För då håller den en hög fuktighet i stället för de här stora porerna. [...] Är terrassen genomsläpplig då måste du täta till den. [...] När man har växter, något som ska etableras i det här, så använd den här finfraktionen närmast rotklumpen och ända ned till terrassen. Vid sidan om där du ska bygga upp med hårdgjorda ytor och ha bärighet då kan du ha den stora fraktionen. Det är det här som har blivit det här jättefelet som hänger kvar” (Stål).

Stål ger ytterligare tips gällande hur substratet ska fördelas i urbana växtbäddar, han förklarar *”att lägga olika substrat vertikalt är oftast inga problem, men lägger du den i olika horisontella skikt så förlorar du homogeniteten och då kan det bli problem”*, se figur 12.



Figur 12. Principskiss som visar skillnaden mellan en homogen uppbyggnad och en uppbyggnad med flera horisontella skikt.

#### 4.1.2.2 Biokolsmakadam

I diskussionen om biokolsmakadam börjar Alvem med att förklara historiken för skelettjordar i Stockholm och en av anledningarna till att man gick över till biokolsmakadam som substrat:

”från början var det så att man hade skelettjordar, alltså i de ursprungliga skelettjordarna så spolade man ned jord mellan stora skärvarstenar. Där fick man någon sorts vattenmättnad i bädden innan man planterade, för man tillförde så stora mängder vatten. Den har däremot andra nackdelar, den är svårare för entreprenören att bygga och det tar längre tid och det kan till exempel inte bygga den under vinterhalvåret för det är fruset då. Däremot är kolkompostmakadamen redan färdigblandad när den levereras och du kan lägga ned den direkt. Det är någonting du inte kan göra med sten och jord, för när du transporterar sten och jord så skiktas den” (Alvem).

Alvem diskuterar även substratet utifrån ett hållbarhetsperspektiv och säger att *”biokolen använder vi för det är ett återvunnet material och makadam kan återanvändas om den tvättas”*.

Under intervjun med Hägg berättar han bland annat att de för närvarande testar olika sammansättningar och fördelningar av biokolsmakadam i de urbana växtbäddarna. Han nämner att de för närvarande är i ett teststadium och säger att:

”vi har inte hunnit testa dessa fullt ut. [...] Våra standardritningar är inte ett måste, så när det kommer till regnbäddar så har projekten själva anpassat det ganska mycket. Jag tror ganska så bra om vår perenn- och buskblandning vi har, fast det man kanske ska kolla på som jag vet, som min kollega ska experimentera på, är det översta lagret, med makadam 2–5 blandningen, den kommer min kollega testa att lägga i hela profilen på vissa ställen, det vill säga i stället för makadam 32–64 i botten” (Hägg).

Perenn- och buskblandning kan ses i *Standardritning - Växtbädd träd i grönyta typ Biokol. Hantering av dagvatten Jordmaterial och växtbäddar* (Göteborg Stad 2023a). Därefter nämner Hägg en aspekt som ställer sig i kontrast till Ståls tidigare påstående om homogenitet och nämner en eventuell fördel med ett grövre substrat i botten av växtbädden:

”jag som nästan alltid har träd i mina anläggningar, inte bara undervegetation, tycker om att ha det här understa lagret av makadam 32–64, både ur en rent praktisk synvinkel för då kan du ställa rotklumpen ovanpå det, så står den väldigt stabilt. För det andra får du inte mer porvolym, men du får större porer där nere, vilket innebär att de större rötterna lättare kan leta sig fram, finrotsystemet kan etablera sig i det översta lagret på 400 mm” (Hägg).

Under den delen av intervjun som berörde biokolsmakadam spekulerar Hägg kring en potentiell problematik gällande specifikt biokol, han förklarar att om man:

”tittar på biokolen, så ja den lagrar vatten, men om jag har förstått det rätt, men kan ha fel för jag får olika information från olika personer, så är inte vattnet i biokolen tillgängligt för trädens finrotsystem förrän de har utvecklat någon form av symbios med eventuell mycorrhiza för att vattnet binds så pass hårt i biokolen så det vanliga finrotsystemet kommer inte åt det, utan det krävs en värd emellan som sköter transporten. [...] Lyssnar man på biokolsföreläsningar tar de upp det som ett dilemma med vattentillgängligheten, så vad som stämmer eller inte vet jag inte dagsläget men jag får olika information från olika håll. Det vi har sett i de första växtbäddarna vi har anlagt med bara biokolsmakadam måste vi vattna mer och träden kämpar mer än där vi använder pimpsten” (Hägg).

Utöver biokol utvecklar Hägg diskussionen kring makadamsubstraten och framför en kritik gällande fraktionsstorlekar vid täckningslagret i relation till fuktretention. Hägg diskuterar utifrån olika tekniska handböcker, vilka exempelvis redovisar makadam 8–11 som täckningslager och förklarar att: *”det jag först saknar på samtliga ritningar är marktäckningen ovanpå växtbädden, där de lägger makadam 8–11, som inte gör någonting*

*för fuktretentionen eller att motverka avdunstningen, i alla fall enligt min erfarenhet i Göteborg”*. Hägg avslutar resonemanget genom att säga att detta *”innebär att dessa växtbäddar har en extremt genomsläpplig profil med egentligen ingenting som buffrar växttillgängligt vatten, samtidigt så har de ingen bra täckning ovan, [...] det här bli knastertorr”*. Vid frågan om hur Stål ställer sig till makadam 8–11, som marktäckning, spekulerar även han att *”i vissa fall kanske man borde gå ned till makadam 2–5 för att förhindra ännu mer avdunstning”*.

Bellan nämner ytterligare en problematik gällande makadam och menar att *”problemet med makadamen är att vattnet inte kan stiga kapillärt, som exempelvis pimpsten, [...] här sjunker vattnet och sen så måste trädets rötter själv vara där nere och suga upp vattnet, vilket är ett problem under etableringsfasen”*. De intervjuade, inklusive Bellan, argumenterar att detta går att bemöta med en korrekt utförd etableringsskötsel som beskrivs vidare under avsnitt 4.1.3 *Etableringsskötsel*.

#### 4.1.2.3 Pimpsten

Ett alternativt material som diskuterades frekvent under intervjuerna var pimpsten, vilket är ett substrat med andra för- och nackdelar än biokolsmakadam. Under intervju med Bellan framgick att i deras nya urbana växtbäddar används ett substrat bestående av 70% pimpsten, 20% grönkompost och 10% biokol. Som Bellan nämner i stycket ovan **Biokolsmakadam**, är en betydande fördel med pimpsten att vatten kan stiga kapillärt. Växtbäddarna har visat goda resultat för vegetationsutvecklingen och Bellan berättar vad en av hans kollegor, som är en dagvattenstrateg, anser om dessa pimpstensbaserade växtbäddar. Bellan förklarar att:

”när hon tittar på våra växtbäddar vi byggt för att främja tillväxt men också ta hand om dagvatten, så ifrågasätter hon egentligen hur mycket dagvatten de bidrar med att fördröja och lagra, utan snarare är en konstruktion för att få växterna att må bra. [...] Vi håller på att utveckla typritningar för dessa nu utifrån projektet i Grönare Möllan” (Bellan).



Även Stål och Hägg nämner fördelar med pimpsten. Stål menar att om man vill ha mer fukt i växtbädden vid användning av biokolsmakadam kan det blandas in pimpsten ”*för att pimpsten håller lite mer vatten*”. Hägg lägger till att ”*ur ett rent tekniskt perspektiv är att det är ett väldigt bra substrat att arbeta med. Det löser mycket av de problem vi har i våra växtbäddar*”. Bellan tillägger dock att:

”jag ska själv prova minska mängden pimpsten, för det är ändå en hållbarhetsfråga, då vi fraktar den från Island. [...] Så ska jag försöka skapa en etableringszon i våra växtbäddar, så att man har pimpsten under och närmast rotklumpen hos träden, och kanske i de övre lagren om det planteras buskar och perenner och så vidare. I den stora volymen runt omkring kan det i stället vara en biokolsmakadam” (Bellan).

Vidare i intervjuerna framkommer det att det finns olika åsikter om huruvida det är hållbart att använda pimpsten i de urbana växtbäddarna eller inte. En som framför kritik mot användandet är R. Nilsson som menar att:

”det är att pimpsten måste importeras som är problemet. [...] Vi kommer att ha svårt att nå ner till klimatpositivt hur vi än gör och då kan vi inte, i något som faktiskt kan bestå av lokalproducerat material, köra hit sten från Island. Även om den inte har någon miljömässig produktionskostnad, för den är naturligt förekommande, är importen dålig” (R. Nilsson).

Vid frågan om R. Nilsson anser att det finns något substitut för pimpsten svarar han ”*nej, det tror jag inte*”. Vidare menar R. Nilsson för att han ska överväga användandet av pimpsten måste förbättringen vara markant och beskriver ”*att om pimpstenen gjorde det här 100% bättre, då kanske vi skulle kunna överväga det, men om den procentuella förändringen eller förbättringen inte motsvarar både pris och klimatpåverkan, då är det inte värt det*”. Även Alvem nämner hållbarhetsproblematiken med pimpsten, men nämner också att det används som substrat i vissa växtbäddar i Stockholm och säger att:

”vi använder pimpsten ibland i våra växtbäddar, särskilt när vi planterar perenner under träd, så kan vi ha en inblandning av pimpsten. Vi ser väl att det är lite upp till projektet. Pimpstenen är inte helt ändlig, utan tillverkas vid vulkanutbrott, däremot är det en båttransport från Island till Sverige. Utifrån det kan man behöva räkna på det utsläppsmässigt” (Alvem).

Hägg är mer positivt inställd till användningen av pimpsten och anser att pimpstenens positiva aspekter väger upp för klimatavtrycket av transporten och beskriver att Göteborg Stad har:

”haft en dialog internt om miljöpåverkan och gällande om pimpsten är ett ändligt material eller inte. Jag hävdar att det inte är ändligt, då det nyttillverkas hela tiden. Så det man kanske ska kolla på är att det dels inte är någon större brytningseffekt därför att pimpstenen formas i luften efter vulkanutbrott, om jag har förstått det rätt. Det är egentligen bara att gräva upp och lasta. Det sker inte någon brytning som det gör med exempelvis granit som behöver sprängas eller skäras. Tittar man transportmässigt behöver det skickas från Island till Sverige, en ganska kort transport i jämförelse med när exempelvis entreprenörer beställer hit sten från Kina och fraktar hit. Så sätter man det i den kontexten och jämför med vad vi får av pimpstenen, den positiva effekten, så väger slutresultatet över tid upp för den klimatpåverkan som pimpstenens transport hit har” (Hägg).

Även om Hägg är mer positivt inställd till användandet av pimpsten är han öppen för alternativ gällande substitut till pimpsten och påpekar att ”*med det sagt hittar man ett substrat med liknande egenskaper är det klart man ska jobba med det istället, men jag kan inte se något substrat som ligger geografiskt närmare och som har samma egenskaper idag, det är ett dilemma. [...] Det som pimpstenen framför allt ger som jag har svårt att ersätta är fukretentionen*”. Ytterligare ett perspektiv om pimpsten framförs av Stål, som argumenterar att användandet av substratet kan bidra till en positiv klimatpåverkan och nämner att ”*jag hade en sådan här diskussion när jag försökte introducera pimpstensanvändning i Finland. Deras svar var då att det inte var hållbart på grund av importen från Island*”. Ståls svar på det argumentet var att:

”Finlands största exportvara är timmer, där majoriteten av deras timmer exporteras till länder utanför Skandinavien och vad är hållbarhetsaspekten där? [...] Utifrån den principen kan man säga att om Sverige inte ska importera pimpsten från Island skulle man inte heller exportera järnmalm till resten av världen. [...] Om, man nu använder och importerar ett bergmaterial från Island och använder det för att få en bättre vegetationsutveckling som bidrar med ekosystemtjänster, kan det då argumenteras att det kompenserar för energiförlusterna du har från transporten. Det är inte fallet med järnmalm där du har emissioner vid förädlingen som är negativa. Importerad pimpsten från Island som används i växtbäddar gör att träden mår bättre, vilket bidrar till positiva effekter av importen över tid. Utifrån det kanske det inte är så negativt att importera pimpsten” (Stål).

Det råder delade åsikter bland de intervjuade gällande hållbarheten och om det är argumenterbart att använda pimpsten som substrat. Däremot är de intervjuade mer eller mindre överens att det är ett bra substrat för att kombinera vegetationsutveckling och dagvattenhantering samt att det idag inte finns ett substitut med samma egenskaper som pimpsten.

#### 4.1.3 Etableringsskötsel

I följande stycke redogörs för intervjuades åsikter och tankar om etableringsskötsel. Det fokuseras särskilt på skötseln under etableringsperioden, inte minst utifrån det perspektiv som Bellan betonade: ”*jag tycker att om man bygger en sådan här konstruktion och den inte klarar av att stå av sig själv efter x års etablering har man misslyckats*”.

Utöver att växtbädden är torr, belyser både Alvem, Stål och Rovelstad att vårarna tenderar att bli allt torrare, vilket är en period då det är viktigt för vegetationen att ha en god tillgång till vatten. Alvem berättar ”*att det börjar bli torrare vårar och försomrar, vilket också är då vegetationen behöver mest vatten*”. Stål motiverar vikten av god tillgång till vatten under våren med att ”*det är kritiskt att man har en ordentlig bevattning på hela ytan under våren så att profilen är ordentligt mättad. När vegetationen sen drar igång har de bra förutsättningar för att växa*”. Även

Rovelstad beskriver våren som en utmanade period för vegetationen och tar upp som exempel upp andra personer som uttryckt motsvarande åsikter. Rovelstad anger att hon var med på föredrag om klimatförändringar, och berättar att Henrik Sjöman, som ledde föredraget, *“tydligt kunde se att vårarna blir allt torrare”*. Rovelstad menar vidare att detta är särskilt viktigt för att träden inte ska gå in i sommarmånaderna torkstressade och hänvisar bland annat till Örjan Stål när hon säger att *“tillsammans med att Örjan Stål går ut och säger att det är ett stort problem för träden att överleva, för de torkar ut på våren och kommer sedan aldrig i kapp under sommaren, utan de går in torkstressade till sommaren”*.

Problematiken kring bevattning är inte enbart begränsad till våren. Flertalet av de intervjuade förespråkar en mer flexibel bevattningsregi som är anpassad efter den specifika platsen och rådande väderförhållanden. Alvem beskriver att *“när man gör en upphandling bör man ha en flexibilitet gällande bevattning, därför tror jag på frekvensbevattning och inte funktionsbevattning”*. R. Nilsson är inne på samma spår som Alvem och illustrerar sin beskrivning utifrån förutsättningarna i Uppsala kommun när han säger att:

”Uppsala behöver vattna mer, men det har vi kommit fram till nyligen. Det är främst träden som mår dåligt. [...] Det är två saker som är viktigare än att vattna, det är att entreprenören har kunnig personal som känner igen en torr växt, och sedan måste kommunen ha bättre uppföljning så man vet att entreprenören gör jobbet de får betalt för. [...] Det är en fråga om ansvarsfördelning inom kommunen och vad som står i beställningarna” (R. Nilsson).

Även Hägg belyser vikten av flexibel bevattning när han säger att *“bevattningen i Göteborg anpassas mycket till rådande väderförhållanden så det vattnas mer under torra perioder och mindre under perioder med mycket nederbörd”*. I tillägg till flexibiliteten argumenterar Bellan att *“bevattningen borde alltid vara platsanpassad och speciellt till de rådande förhållandena”*, vilket även Hägg instämmer med när han säger att *“bevattningsregim måste alltid anpassas efter de lokala förhållandena, inte bara nederbörd utan man måste kolla på markvattenrörelser också”*.

Utöver en mer flexibel bevattningsregi föreslår Alvem, Hägg, R. Nilsson och Rovelstad en förlängd period av etableringsskötsel för träd. Alvem säger att *“en jätteviktig del är att garantiskötseln ska fungera, att man följer upp, kanske mer än de 2 år som AMA föreskriver, man kanske ska följa upp ett tredje, fjärde eller femte år beroende på trädart, läge och hur vädret är”*. Rovelstad argumenterar likt Alvem och förordar en längre etableringsskötsel när hon säger att:

”generellt är den 2 år och det är alldeles för kort. Vissa entreprenörer sätter i system att ersätta växter när det ska bli slutbesiktning efter 2 år, vilket blir fel då dessa växter kräver ny etableringsskötsel. Jag hade gärna sett att den ökades till 3–5 år för att öka överlevnaden. Vi har inte råd att misslyckas hela tiden” (Rovelstad).

Hägg resonerar likt Alvem angående att etableringsskötseln eventuellt borde bli mer artspecifik och förklarar att

“träd har som standard etableringsskötsel i tre år. Vi har börjat diskutera om vi ska artanpassa det mer, hos ek kanske vi ska ha fem år, det finns tallar som kanske bara behöver två år. [...] I dagsläget har vi sagt att tre års etableringsskötsel räcker för den stora majoriteten av träd. Sen har de som tidigare kallades parkförvaltningen, det händer ganska ofta att de ofta lägger in fyra och fem års bevattning på träd när de ser att det behövs. [...] När det kommer till perenn- och busktytor är det två års etableringsskötsel [...] men kanske bara behövs ett år i vissa fall” (Hägg).

På frågan om hur bevattningen ska utföras hade de intervjuade olika förslag. Stål har nyligen genomfört ett testförsök för en ny bevattningsregi för nyetablering av träd, som visade goda resultat gällande trädets rotutveckling. Han förklarar att:

“vi hade en låda på 2,8 kubikmeter, och sen så fyllde vi den tillsammans med kolmakadam [...] och då hade vi ungefär 38% porvolym. [...] Vi hade en tät botten och det gäller att vattna både rotklumpen men även vid sidan om med ett kontinuerligt vattenflöde så att det inte torkar ut, och det är väldigt viktigt. [...] När man gör sådana här anläggningar måste man i princip dränka den här växtbädden ordentligt initialt så att den blir vattenmättad, och så att vi uppnår fältkapacitet. [...] Det här har man missat och säger att det inte fungerar på grund av substratet. Sådana här anläggningar måste dränkas ordentligt initialt” (Stål).

Vid frågan om denna bevattningsmetod kan ersätta en eventuellt förlängd etableringsskötsel säger Stål att *“jag tror att det kan vara fallet, det kanske räcker med tre års etableringsskötsel i så fall”*. Stål poängterar däremot vikten av:

“en homogen profil hela vägen ned till terrassen, och man jobbade kontinuerligt med bevattningen. Då får du en sådan här rotutveckling. Om du hade missat detta och lagt de här stora grova stenarna under så hade du aldrig haft den här utvecklingen, det är otroligt viktigt att man får med den här aspekten. Dels bygghöjden, men också hur man jobbar med bevattningen. Får du bara ned rötterna till terrassen, då kan du släppa det här efter ett till tre år” (Stål).

Stål beskriver att bevattningsregin som användes under testet utgick från att *“vi hade vattensäcken på klumpen, som vi fyllde med 75 liter varje vecka, men sen var 14:e dag vattnade vi också hela ytan för att uppmana rötterna att sprida sig. [...] Jobbar man med ett sådant vattenschema kan vi se ett fantastiskt resultat efter bara tre månader”*.



Tabell 8. Ståls föreslagna bevattningsregi som användes för en lind i kolmakadam, erhållen i samband med intervju 2024. Vattensäcken fylls på varje vecka med 75 liter vatten, och var 14:e dag sker en bevattning av hela ytan med 200–800 liter vatten. Resultat för rotsystemets utveckling efter tre månader går att se i figur 13, 14 och 15.

Datum	Moment	Moment
2021-06-22	Fyllning vattenpåse 75 liter	Bevattning kolmakadam 800 liter
2021-07-06	Fyllning vattenpåse 75 liter	Bevattning kolmakadam 200 liter
2021-07-13	Fyllning vattenpåse 75 liter	
2021-07-20	Fyllning vattenpåse 75 liter	Bevattning kolmakadam 200 liter
2021-07-27	Fyllning vattenpåse 75 liter	
2021-08-03	Fyllning vattenpåse 75 liter	Bevattning kolmakadam 200 liter
2021-08-10	Fyllning vattenpåse 75 liter	
2021-08-17	Fyllning vattenpåse 75 liter	Bevattning kolmakadam 200 liter
2021-08-24	Fyllning vattenpåse 75 liter	
2021-08-31	Fyllning vattenpåse 75 liter	Bevattning kolmakadam 200 liter
2021-09-20	Brytning av försöket	



Figur 13. Visar rotklump innan testförsök påbörjas. Bild: Örjan Stål 2021.



Figur 14. Rotsystemsutveckling efter tre månader med bevattning enligt Ståls bevattningsregi. Bild: Örjan Stål 2021.

Rovelstad föreslår ett mindre stationärt användande av bevattningssäcken och menar att:

”för nyplanterade träd är det superviktigt att vattnet kommer på rotsystemet det första året. Så i de väl-dränerade jordarna blir det extra viktigt att bevattningssäckarna sitter intill stammen och inte längre ut på ett trädstöd. Sen andra året vill man att rötterna ska börja ta sig utåt och då ska man flytta bevattningen utåt till ett trädstöd” (Rovelstad).

Både Stål och Rovelstads metoder har gemensamt att bevattning sker succesivt ut från rotklumpen för att gynna en rotutbredning i växtbädden. I Stockholm har bevattningsfrekvensen ökat, och Alvem berättar om Stockholms uppdaterade bevattningsstrategi och nämner att:

”Stockholm har det mycket torrare än Göteborg. Så man beställer en grundnivå i bevattning och sedan beställer man in extra vid behov. Vi har också höjt bevattningsfrekvensen till 2 gånger i veckan första två åren, 140 liter per träd, från april till slutet av september. Man kan sedan slå av takten och man ska ha näring fram till 1 augusti. Vi har inte testat konceptet än, men tror att det kommer fungera” (Alvem).



Figur 15. Närbild på utvecklat rotsystem efter tre månader med bevattning enligt Ståls bevattningsregi. Bild: Örjan Stål 2021.



Bevattningsstrategin som Alvem nämner innebär en bevattning som nästintill har en dubbel mängd vatten som tillförs varje vecka, men som däremot inte inkluderar att växtbädden *“dränks”* med 200 liter vatten var fjortonde dag.

Hittills har bevattning via bevattningssäcker och manuell bevattning berörts, men även droppslangar diskuterades under intervjuerna. R. Nilsson berättar att *”droppslang används främst vid fina parker, exempelvis över perennytor eller känsliga ytor då det är en dyr bevattningsmetod och att bevattningssäcker är effektivare ur ett ekonomiskt och ett tidsperspektiv”*. Alvem framhåller också att *”droppslangar kan användas vid öppna ytor men att bevattningssäcker används oftast för träd vid etablering”*. I tillägg till när droppslang kan anses vara lämpligt tillägger Rovelstad att *”jag tycker att droppbevattningssystem väl egentligen är bättre, samtidigt så härmar det ju inte naturen för det är ju inte så nederbörden kommer, utan vattensäcken är mer lik naturen, då det kommer vatten och så torkar det upp emellan”*.

Oavsett bevattningsmetod framkommer det i intervjuerna med Hägg, R. Nilsson och Rovelstad att en essentiell aspekt att beakta är skötselpersonalens/entreprenörens kunskap om vegetationen och de urbana växtbäddarnas behov gällande bevattning. R. Nilsson citerades tidigare i detta avsnitt, där han nämnde att personalen som utför skötseln behöver ha kompetens att identifiera torr vegetation, men även att kommunen måste ha bättre uppföljning så att man vet att entreprenören utför det beställda arbetet. Hägg anser också att god kunskap hos personalen som utför skötseln är av vikt, men uttrycker vidare att *”Göteborg Stad sköter all etableringsskötsel på egen regi. Det gör att vi kan utbilda personal som blir mer kunnig och kan ta bättre beslut”*. Rovelstad tillägger att skötseln ska vara enkel att utföra men framför också att det råder kunskapsbrist hos flera olika yrkesgrupper. Hon beskriver att:

*“entreprenörer och landskapsarkitekter, som skriver i handlingarna, inte alltid vet hur bevattningssäckarna ska användas eller placeras. [...] Det måste vara enkelt för entreprenören, många som jobbar med skötseln har inte relevant utbildning. De måste ha en checklista hur man gör, och då är bevattningssäcker lättast. [...] Sen vilken bevattningsmetod som är bäst för träden är en annan sak”* (Rovelstad).

Som svar på frågan om etableringsskötseln hos urbana växtbäddar borde skilja sig åt mellan Uppsala (östra Sverige) och Göteborg (västra Sverige) framförde de intervjuade ett flertal punkter. Initialt framförde Bellan att etableringsskötseln sannolikt inte behöver skilja sig mellan västra och östra Sverige och anger att *”det kan vara svårt att förutse hur mycket det kommer att regna, då det kan skilja sig mycket mellan år till år”*. Detta bestyrker även Rovelstad och säger att *“de opålitliga extremväderna blir problematiska, exempelvis förra året (2023) när det var otroligt torrt fram till midsommar och sen kom allt regn till hösten”*. Detta knyter återigen an till vikten av en flexibel bevattningsstrategi som flertalet av de intervjuade framförde tidigare under detta avsnitt. När Alvem får frågan om etableringsskötseln bör vara annorlunda i Göteborg respektive Uppsala utifrån nederbördsskillnaden svarar hon att *“jag tror att det är lättare att etablera vegetation i Göteborg, jag tror att växtbäddarna fungerar väldigt bra där, just i kombination mellan dagvattenhantering och vegetation”*. Även Stål diskuterar utifrån de olika nederbördsförhållandena i Göteborg och Uppsala och säger att *“visst att det regnar mer på västkusten vilken kan vara en fördel, men de övriga aspekterna är mycket viktigare”*.

#### 4.1.4 Dimensionering, vattenmagasin och dränering

Under följande rubrik diskuterar de intervjuade behovet av multifunktionella lösningar och att det råder en konflikt om utrymme i de urbana gaturummen. De intervjuade framför också åsikter om hur de urbana växtbäddarna bör dimensioneras i förhållande till nederbördsförhållandena. Vidare belyses även vikten av möjlighet att magasinera vatten i de urbana växtbäddarna.

##### 4.1.4.1 Multifunktionella ytor och platsbrist i staden

Flertalet av de intervjuade framförde dilemmat med behovet av multifunktionella ytor och att det råder en hög konkurrens om ytorna i staden. L. Nilsson börjar med att resonera om syftet med urbana växtbäddar och att oavsett multifunktionalitet behöver det ske en prioritering av funktioner, och framför ett antal frågeställningar som bör beaktas i ett tidigt skede:

*”vad är det vi vill ha ytorna för? Vill vi ha dem för växtligheten, vill vi ha dem för att fördröja dagvatten eller vill vi ha dem för att rena dagvatten? För man behöver bestämma vad den primära funktionen ska vara, sedan kan du lägga på fler. Man måste veta vad som är prioriterat eftersom det är svårt att optimera ytan för flera funktioner.”* (L. Nilsson).

När växtbäddens syfte väl är bestämt uppstår det eventuella konflikter där stadens andra ytkrävande behov också behöver beaktas. R. Nilsson illustrerar denna konflikt med att säga att:

*”ha regnbäddar i gatan med träd gör att gatan egentligen behöver vara bredare eller större om man ska kunna ha samma funktioner på gatorna som tidigare. Köra bil och kunna gå måste man alltid kunna göra, men att parkera bilar kanske inte går. Tar man bort bilarna från gatan måste de stå någon annanstans och då försvinner dyr fastighetsmark. [...] Om man har några meter bredare gator för att få plats med samma funktioner som tidigare, och då fastigheterna förmodligen inte kommer kunna bli mindre för de är redan tränga i många fall, och om du även ska få in växtbäddar leder till att städerna per automatik blir större. Det är dåligt nyttjande av mark”* (R. Nilsson).



Den här konflikten har påverkat de urbana växtbäddarnas utformning. R. Nilsson och Stål framför två olika anledningar till att växtbäddarna har blivit för djupa. Det som framkommer av R. Nilsson i framför allt anläggandet av urbana växtbäddar i Rosendal, Uppsala, är problematiken när man ska fördröja en viss volym av vatten samtidigt som man inte har en tillräckligt bred gata. Han förklarar att:

”det är en konsult som har räknat ut att det skulle vara så, men det tänker jag blir kopplat till den volym som ska fördröjas. I Rosendal är nästan alla överdimensionerade på alla gator. Men om man tänker att en gata ska fördröja en viss volym av vatten, så ska den få plats och det ligger ledningar och så vidare längst med gatan. Det gör att ytan som växtbädden behöver vara på blir smalare och den kan inte vara fullång då det behöver finnas plats för kopplingsledning. Om vi då har sagt att vi ska fördröja en viss volym av vatten och då inte kan ha en viss bredd för att få till volymen måste den istället bli djupare. [...] Men om man har utrymme är det bättre att bygga en grundare växtbädd” (R. Nilsson).

Stål presenterar en alternativ teori gällande de djupa urbana växtbäddarna, och säger att det handlar om ett förlegat tänk baserat på hur man traditionellt anlagt växtbäddar med AMA växtjord typ A och menar att ”*man kanske istället ska kolla på en bygghöjd på 600–800 millimeter*”, detta kommer beskrivas ytterligare under 4.1.4.2 - *Djup på växtbäddarna*.

#### 4.1.4.2 Djup på växtbäddarna

Stål förespråkar att man behöver förnya sitt tänk gällande hur de urbana växtbäddarna ska dimensioneras, han förklarar att:

”växtbäddarna med naturligt bildade jordar bygger på att man skapar ett visst vattenavförande tryck för att få en dräneringsjämvikt, och det är därför man har växtprofiler på en meter oftast. AMA säger att om man har växtjord typ A som har en högre lerhalt, så måste du ha en meters vattenavförande tryck gentemot en avvikande terrass, för annars kan det bli för mycket vatten i profilen. Det är därför man har byggt så här och sen har man bara fört över det till de nya substraten. Men det här materialet vi använder, biokolsmakadam, har ingen

kapillärbindande effekt för likvidt vatten. [...] Dessa substrat liknar mer dräneringsjämviktsförhållandena i en grov AMA växtjord typ B, alltså sand- och grusjordar, fast har bättre fukthållande förmåga tack vare komposten och biokolen. [...] Man kanske istället ska kolla på en bygghöjd på 600–800 mm” (Stål).

Alvem håller med Stål och anser att ”*man ofta bygger dem för djupa och att man istället skulle bygga mer på bredden*”. Vidare är Alvem inne på samma spår som R. Nilsson gällande brist på utrymme för att kunna anlägga breda urbana växtbäddar, och menar att ”*problematiken för oss, i Stockholm, är att få plats med den här typen av anläggningar och då är det en sak i ett nyproduktionsområde och ett annat i befintlig stad där det är mycket trängre*”. Hägg är kritiskt mot att anlägga djupare växtbäddar än en meter och framför att ”*jag vägrar anlägga en växtbädd som är djupare än en meter. Då har du frångått syftet med växtbädden, att det ska vara en växtplats där bland annat träd ska växa*”. Hägg uppger även att denna problematik finns på västkusten och berättar att ”*jag har hört rykten om en stad här på västkusten som också har uttryckt problem med för torra växtbäddar på grund av djupet på växtbäddarna*”. Det finns även ekonomiska argument för att bygga grundare och bredare växtbäddar, Stål berättar att ”*schakta ur ytterligare 20 cm och fylla är väldigt dyrt. Kan man då spara in det och bygga ut åt sidan så har man gjort det helt rätt*”.

#### 4.1.4.3 Dimensionerande regn och skyfall

L. Nilsson belyser vikten av en korrekt dimensionering och ställer det i relation till dimensionerande regn och skyfall när hon ger följande exempel:

”tänker man att det ska komma väldigt mycket nederbörd och sen gör det inte det, då torkar det ju ut och då växer det inte. Leder man dit mycket vatten och det inte rinner undan har det sina problem, dimensioneringen är viktig. Jag tror inte att de dimensionerande regnen är det viktigaste, utan det är snarare intensiteten som är problemet. Det är svårt att hantera ett regn som är mycket intensivt” (L. Nilsson).

Gällande vad man ska dimensionera dessa urbana växtbäddar för anser Bellan att ”*man nog snarare ska dimensionera dessa konstruktioner för max 20-årsregn*”. R. Nilsson förklarar att i Uppsala kommun är ”*det dimensionerande regnet upp till Uppsala Vatten att bestämma och för tillfället tror jag att det är 20 mm nederbörd som ska fördröjas*”. R. Nilsson är inte ensam med att nämna en fördröjning på 20 mm nederbörd, även Alvem menar att Stockholm Stad har en liknande strategi som Uppsala kommun och förklarar att ”*i Stockholm Stad har man en åtgärdsnivå på 20 mm regn som ska fördröjas och jag tror att det är en varaktighet på 30 minuter. Växtbäddarna ska hinna tömmas på 12 timmar för att kunna ta emot ett nytt skyfall*”. Hägg nämner att i Göteborg stad tittar de på platsens behov av fördröjning, men att de urbana växtbäddarna generellt dimensioneras utifrån regn med en specifik återkomsttid, han förklarar att:

”det beror på behovet i området, exempelvis så måste man kolla på vad VA-systemet klarar av, och hur kan man lätta trycket på det. Då räknar man ofta på 10-årsregnen för att underlätta på dem, men i min värld behövs det tillföras mer kunskapsöverföring mellan dessa två teknikområdena. Vi måste se mer vad vi kan få ut av varandra. Vi på den gröna sidan måste bli bättre på att ta tillvara på vattnet som resurs och den blå sidan måste också förstå vad vegetationen och växtbäddarna göra för deras del” (Hägg).

Denna interdisciplinära komplexitet och problematiken som bland annat Hägg nämner kommer att beröras ytterligare under kommande avsnitt 4.1.7. *Interdisciplinär problematik*.

#### 4.1.4.4 Magasinerings och bräddning

Utifrån nederbördsförhållandena och i de fall nederbörden tenderar att förekomma under vintern belyser Rovelstad vikten av magasinering av vatten i de urbana växtbäddarna och tycker att ”*det är sådant otroligt slöseri att man inte tar nytta på det vatten som rinner ner i växtbäddarna*”. Detta då vårarna blir allt torrare som exempelvis Rovelstad nämnde under avsnitt 4.1.3. *Etableringskötsel*. Vidare

beskriver Rovelstad ett experiment som bedrevs hos Stångby plantskola i Lund, där man testade bevattning i olika substrat. Substraten bestod först av en kontroll med torvjord och ett antal olika blandningar av pimpsten och biokol. Hon beskriver att:

”vi lärde oss väldigt mycket om bevattningen i dessa substrat. Varje träd fick 8 liter per dag, 4 liter på förmiddag 4 liter på eftermiddag. Det intressanta var då att i pimpstensjordarna fick vi bevattna dem var 15:e minut istället för 4 liter på förmiddag 4 liter på eftermiddag. Det fanns ett fat under krukorna och vi kunde se att vattnet rann rakt igenom och hamnade på fatet, därför blir vattenmagasinet oerhört viktigt” (Rovelstad).

Rovelstad är inte ensam om att tycka att magasinering av vatten i de urbana växtbäddarna är viktigt. Bellan säger ”att det är viktigt att det finns möjlighet att magasinera vatten i växtbädden, då det sällan är för mycket vatten i dessa konstruktioner, snarare att det är för torrt”. När L. Nilsson får frågan om att ha möjligheten att magasinera vatten i de urbana växtbäddarna och om de är framtidens sätt att hantera dagvatten, svarar hon ”ja, i stora städer som exempelvis Stockholm, Göteborg, Malmö är det sådan platsbrist att det måste finnas flera funktioner på samma yta. Att använda dagvatten eller skyfall för att vattna vegetationen är en ultimata lösning”. Alvem argumenterar ”att dessa anläggningar töms på vatten alldeles för fort”, hon beskriver även en åtgärd som medför att en urban växtbädd kan magasinera vatten när hon säger ”därför ska man inte lägga dräneringen längst ned utan lite högre upp, kanske 10–20 cm ovanför terrassen så att det bildas en liten vattenficka”. Stål förklarar att en tät terrass är en nödvändig aspekt för att kunna hålla kvar vattnet i växtbädden, han säger även:

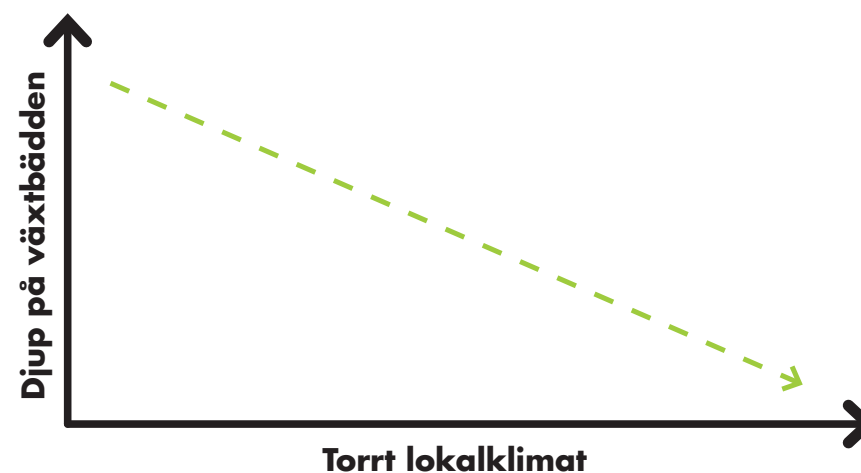
”att dessa växtbäddar med tät terrass, homogen profil och små fraktioner klarar sig bra även under extrema år som exempelvis 2018. Då kan man ge en ordentlig giva och sen ligger vattnet kvar i botten. Det är ingen fara om det är stående vatten i botten av profilen” (Stål).

Utöver den täta terrassen är Stål även överens med Alvem om att ”dräneringen borde lyftas en bit upp från terrassen”. Hägg tillägger att en viktig aspekt att beakta är de lokala förutsättningarna gällande dränering och grundvattennivå. Han diskuterar principen om att bygga grundare växtbäddar, och att det kan vara mer eller mindre lämpligt beroende på de lokala förhållandena och menar att:

”det finns vissa detaljer baserat på min lokala kunskap, där jag kanske inte är överens med Örjan Stål helt. Jag vill inte ha en grundare växtbädd än 800 mm därför att med våra regelbundna regn kommer den växtbädden att försvinna i form av stående vatten i växtbäddarna då de inte har någon infiltration i terrassen för att den redan är mättad. Vattnet måste hinna rinna ut genom dräneringsledningarna som kanske också sätter igen och då måste det finnas tid för systemet att återhämta sig på något sätt eller för trädens rötter att ta upp det vattnet” (Hägg).

Värt att notera är dock att Hägg inte alltid är emot växtbäddar som är grundare än 800 mm, han säger att växtbäddar som är grundare än 800 mm:

”mycket väl kan vara aktuellt i exempelvis Malmö eller Växjö som har knastertorra vårar och att du kanske ska arbeta med växtbäddar som är 600–700 mm djupa samt höja upp dränering 10 cm över terrassen. Men här i Göteborg blir det motsatt effekt då tar du bort delar av växtbädden, då det blir en konstant stående vattenspegel i botten. Det här vattnet kommer inte röra sig och då blir det förruttelse nere i växtbädden, det blir alltså helt otillgängligt utrymme för träden” (Hägg), se figur 16.



Figur 16. Graf avser visa hur djupet på växtbäddarna kan justeras baserat på hur torrt lokalklimatet är.

Vidare menar Hägg att den totala växtbäddsvolymen behöver beaktas och att ”om du inte bygger på djupet behöver du breda ut dig på sidorna för att du ska få ihop en tillräcklig växtbäddsvolym”. Hägg beskriver hur han anser att dräneringen ska utföras och förklarar att:

”som standard läggs dräneringen i botten av växtbädden i och med de höga grundvattennivåerna, men det finns två saker som Göteborg Stad försöker platsanpassa allra mest, och det är dränering och luftbrunnar. Jag är med och besiktat schakter för våra växtbäddar. Då kollar jag alltid på terrassens egenskaper för det händer att den inte alltid stämmer överens med de tester som gjorts tidigare. Enligt min åsikt så är dränering alltid något som måste anpassas på plats under anläggningen” (Hägg).

Det som gemensamt framfördes av de intervjuade var att magasinering av vatten i de urbana växtbäddarna är viktigt, både ur ett hållbarhetsperspektiv samt för att främja vegetationsutvecklingen. Oavsett hur den urbana växtbädden dimensioneras förespråkar R. Nilsson en okomplicerad utformning och ger exempel när entreprenörer har misslyckats med anläggningar i Uppsala, då de var för komplexa konstruktioner och säger ”att det ska vara så enkelt som möjligt, så man inte kan göra fel, det är mycket bättre för oss för då får vi en tillräckligt bra lösning”.

#### 4.1.5 Övriga skillnader mellan västra och östra Sverige

Nedan redogörs det för de intervjuades åsikter gällande hur urbana växtbäddars utformning påverkas utifrån klimatförutsättningarna i västra och östra Sverige, och även specifikt mellan Göteborg och Uppsala.

Under intervjuerna diskuterades Uppsala och Göteborg i relation till ett flertal frågor. De intervjuade hade olika uppfattningar om vad som eventuellt skulle behöva anpassas beroende på de regionala skillnaderna, det vill säga mellan Göteborg och Uppsala, gällande nederbörd, isdagar och terrass. Alvem spekulerar utifrån



nederbördsförutsättningarna i västra Sverige och säger att *“det kanske är lättare i Göteborg, och jag tror att växtbäddarna fungerar mycket bra där, just i kombination med dagvattenhantering och vegetation”*. Även Stål argumenterar att *“det regnar mer på västkusten vilket kan vara en fördel, men de övriga aspekterna är mycket viktigare”*, där de övriga aspekterna syftar till lokala förhållanden i stället för regionala. Hägg nämner likväl att det eventuellt kan råda en skillnad mellan östra och västra Sverige men betonar vilken typ av data han anser vara utav vikt. Hägg redogör att hans kunskap är baserad utifrån förhållandena på västkusten och säger att:

*“jag har inte jobbat på östkusten så jag är inte insatt i de exakta detaljerna utan pratar generellt. [...] Jag tror att det första man ska titta på är mängden regn, det vill säga att nederbördsdagar har mindre betydelse, utan det är mängden nederbörd som man bör titta på. Tittar man bara på antalet nederbördsdagar skiljer det sig inte mycket men tittar man på mängden nederbörd, och när den nederbörden kommer, kan det nog vara en större skillnad. [...] Ganska sällan vi har tjäle i Göteborg, kanske händer vart tredje år att vi får en riktig tjäle. Jag kan tänka mig att det definitivt påverkas av mängden isdagar, då du får mycket mer vatten stående om du inte har en växtbädd som motstår frysning”* (Hägg).

Oavsett i vilken omfattning man bör beakta eventuella regionala och lokala variationer, framför en del av de intervjuade potentiella skillnader gällande ett antal aspekter kopplat till urbana växtbäddar, beroende på om man befinner sig i Uppsala eller Göteborg. Vid frågan ifall R. Nilsson hade gjort något annorlunda gällande de urbana växtbäddarnas utformning reflekterar han initialt över nederbördsmönstren och säger att Göteborg har:

*“mer skyfall och högre maxvolym. Jag tror att ytor för stillastående vatten och magasin behöver vara större i Göteborg. Jag tror att det påverkar, men att det är volymen och dimensioneringen som bör ändras och inte själva utformningen som till exempel om det ska vara skålat eller inte”* (R. Nilsson).

Bellan är av åsikten att man även bör beakta avrinningsområdet och menar *“att avrinningsområdet är viktigare att begränsa än att man ska bygga olika typer av konstruktioner”* och vid frågan om avrinningsområdet eventuellt behöver vara mindre i Göteborg svarar Bellan *“ja det tänker jag, men såklart ska det anpassas till de lokala förutsättningarna snarare än om vi befinner oss i Uppsala eller Göteborg”*.

En faktor som bedöms spela en betydande roll för de urbana växtbäddarnas utformning är terrassen, vilket inte nödvändigtvis är en skillnad mellan östra och västra Sverige men som utgör en aspekt att beakta mellan Göteborg och Uppsala. Under 4.1.4. *Dimensionering, vattenmagasin och dränering* diskuterade flera intervjuade hur dräneringen skulle placeras 10–30 cm ovanför terrassen, här framför Hägg en kontrasterande åsikt, baserad på hans erfarenheter utifrån Göteborgs generella lokala förutsättningar, där grundvattennivån är hög och terrassen består av blålera. Hägg förklarar att:

*“I min värld är dräneringen det som måste anpassas på plats. I Göteborg är standard att dräneringen läggs på botten i och med de höga grundvattennivåerna och vi vill inte ha den stående vattenspegeln där. Om du befinner dig i centrala Göteborg där vi har en tät terrass, och med de höga mängderna nederbörd vi har på vinterhalvåret behöver du dränering, annars dör delar av rotsystemet under vinterhalvåret. [...] Ibland har vi testat att lägga dräneringen högre, men som standardlösning anser jag att det är farligt då du riskerar att förlora det du vill vinna. [...] Dräneringen är det jag anpassar mest på plats. Den är svår att veta innan man gräver upp. Även om vi vet att det är blålera överallt så kan den ibland få en bra sprickbildning och infiltration. Då kan jag säga att dräneringen ska läggas högre, alternativt om det ligger på ett grustag och då skippar vi dräneringen och kanske lägger geotextil istället för att hålla kvar vattnet”* (Hägg).

I ovan avsnitt 3.4 *Klimatförutsättningarnas påverkan* och 3.5 *Utformning utifrån klimat* redogjordes det för hur växtbäddar med sandbaserat substrat erhåller en reducerad infiltrationskapacitet i kallt klimat, då det är frost eller isbildning. Detta diskuterades i intervjuerna men utifrån det grövre substrat som generellt används i de urbana växtbäddarna. Generellt framkom det av intervjuerna att problemet med is och frostbildning, samt antalet isdagar, inte var ett framstående problem för de urbana markbäddarna med substrat bestående av biokolsmakadam eller pimpsten. R. Nilsson redogör för att *“vi har inte haft problem med tjälen och att den potentiellt förstör vägar. Då porvolymen generellt är cirka 25–30% och det finns en avrinning i botten, så vattnet rinner vidare”*. Likaledes diskuterar Hägg att problemet med is kan motverkas med grövre fraktioner och säger att *“jag jobbar gärna med en fraktion över 2 mm, mellan 2–8 mm, över den fraktionen blir det för genomsläppligt. Under fraktionen 2 mm fryser det enligt min egen erfarenhet när jag har varit ute och jobbat”*. Hägg nämner vidare, utifrån om man befinner sig i Göteborg eller Uppsala, att *“substratsammansättningen tror jag skulle vara lika, men kanske att fördelningen skulle skilja sig åt”*. Stål uttrycker sig likt R. Nilsson och Hägg när han diskuterar regionala skillnader och säger att han *“tror att det är större skillnad på vilket substrat man använder, snarare än om man befinner sig i västra eller östra Sverige”*.

Under intervjun med Alvem diskuterades bland annat antalet isdagar och huruvida hon ansåg att det kan ha någon påverkan på de urbana växtbäddarna. Istället för isdagar framförde hon en annan temperaturrelaterad problematik och förklarar att:

“Det man ser oftare och oftare är att det är dagsmeja, det vill säga att det fryser på natten och tinar på dagen, vilket leder till stående vatten. Det blir en iskaka runt trädet om det står i en lågpunkt. Jag upplever att många träd frös sönder på grund av det. [...] Detta kan åtgärdas genom att inte ha trädet i lågpunkter” (Alvem).

De intervjuades åsikter angående antalet isdagars betydelse för de urbana växtbäddarna var konsekvent att den potentiella påverkan sannolikt är begränsad, och även om Bellan nämner att *“perkolationsförmågan blir lägre när vattnet fryser”* anser han också *“att temperaturen är av marginell betydelse”*.

Istället för regionala skillnader mellan västra och östra Sverige, eller generella skillnader mellan Göteborg och Uppsala, påpekar flertalet av de intervjuade att det är en mer lokal platsanpassning som bör eftersträvas. Hägg säger att växtbäddarna *“borde anpassas mer till den unika platsens förutsättningar, snarare än till de regionala skillnaderna i västra och östra Sverige”*, vidare anser Hägg att ett av problemen är nyttjandet av standardlösningar och förklarar att *“Jag har försökt att putta bort folk från att använda en och samma standardlösning överallt, vi kan inte göra det för enkelt för då suboptimerar vi växtbäddarna och det blir inte bra i stora helheten”*. Bellan ger exempel på ett antal platsspecifika faktorer som behöver övervägas när han säger att det är:

“viktigare att anpassa till de lokala förhållandena som sol och skugga, avrinningsområde osv. [...] Man måste titta på hela stadsrummet för att hitta många små fördröjningspunkter. Vi måste titta på hela gaturummets och stadsrummets uppbyggnad och inte bara på den enskilda växtbädden” (Bellan).

Ytterligare en aspekt som berörs är i de fallen den urbana växtbädden placeras i den befintliga staden eller i ett nyproduktionsområde. Bellan förklarar situationen när man måste anpassa sig efter rådande förutsättningar och säger att *“när vi bygger i en befintlig stad blir avrinningsområdet och så vidare därefter då vi inte kan vinkla om alla vägar, [...] hur mycket vatten det finns blir första frågan, och inte om det behövs fördröjas”*. När man väl kommer till skedet om hur mycket dagvatten som behöver kunna fördröjas, och därav vilka dimensionerande regn de urbana växtbäddarna bör dimensioneras för, diskuterades det bland annat om det är olämpligt att urbana växtbäddar dimensioneras för till exempel 100-årsregn. På den frågan svarade Bellan att *“jag tror nästan det, jag tror att de här konstruktionerna ska vara för 20-årsregn och att man behöver titta på hela stadsrummets uppbyggnad”*. L. Nilsson framför dels ett tillägg gällande vilka typ av regn hon anser vara mest utmanande, men även en kontrasterande åsikt gällande vilka regn som är lämpliga att dimensionera för när hon säger att:

“Jag tycker inte att dimensionerande regn är det viktigaste. Tittar vi på graferna ni har så ser man att ett tvåårsregn som håller på i två timmar har nästan lika stor volym i Göteborg och Uppsala [...] Ett hundraårsregn kan ju pågå väldigt länge, då är det som ett normalt regn som håller på väldigt länge. Jag tror att intensiteten är det viktigaste, att det är svårt att hantera ett regn som kommer hårt och kort. Men man kan dimensionera för ett 100-årsregn så länge dimensioneringen är korrekt” (L. Nilsson).

Därefter diskuterar L. Nilsson urbana växtbäddars användningsområde och om de kan lösa problematiken med översvämningar. Hon förklarar att *“i Malmö har vi det väldigt platt, vi har problem med dagvatten över hela Malmö, det är mycket stora volymer som jag inte tror kommer kunna hanteras av växtbäddar”*. Detta är en åsikt som även Bellan delvis är inne på, när han diskuterar urbana växtbäddar och huruvida de är svaret på dagvattenrelaterade utmaningar. Han argumenterar att *“vi har en så stor tilltro till att en lösning ska lösa alla våra problem, och det tror inte jag, utan vi behöver fler lösningar”*. I tillägg till detta framför Hägg ett argument om de urbana växtbäddarnas syfte över huvud i taget ska vara att enbart lösa dagvattenrelaterade problem och förklarar att *“de substraten vi har i växtbäddarna kan göra ett fullgott jobb, men vi kanske måste tänka om när det kommer till begreppet regnbädd. Det huvudsakliga syftet borde vara en växtplats för vegetation och då ska dagvattenhanteringen komma i andra hand”*. L. Nilsson diskuterar att olika dagvattensystem kanske inte måste kunna hantera allt vatten omedelbart och förklarar ett upplägg som eventuellt kommer att användas i Danmark när hon säger att *“vi kanske ska jobba mer som i Köpenhamn där man funderar på att göra områden med olika servicenivåer, där det i vissa områden kanske är okej att det står tre decimeter vatten för det kanske inte tar skada i alla fall, och om det inte är okej får man jobba med det då”*.



#### 4.1.6 Växtval och önskvärda egenskaper

Ytterligare en aspekt som diskuterades bland de intervjuade var vegetationens betydelse i de urbana växtbäddarna. Det diskuterades både om vegetationens syfte i relation till interception och krontäckning, men även om lämpliga arter och dess överlevnadsstrategier.

R. Nilsson och Bellan diskuterade vegetationen och dess betydelse i den framtida staden. ”*Vi ska plantera mycket träd i gatumiljöer framåt och det är för att träden hjälper till att skugga, de hjälper till med vattenreningen och dessa ytor som träden står i kan hjälpa till att fördröja dagvatten*”, förklarar R. Nilsson när han redogör för om varför det är viktigt att vegetationen utvecklas väl. Bellan menar att det är viktigt att ”*växtmaterialet är väl anpassat till platsens förutsättningar*” i de urbana växtbäddarna. Vidare förklarar Bellan att:

”jag tror det är minst lika viktigt att jobba med en hög krontäckningsgrad och att den utgörs av ett växtmaterial som har en större interceptionskapacitet, särskilt på vintern. Ett barrträd, som exempelvis en svarttall, gör ett mycket bättre jobb att fördröja dagvatten innan det ens når växtbädden än vad exempelvis en slätstammig Gleditsia gör” (Bellan).

Betydelsen av ett gott växtval i de urbana växtbäddarna belyser även Alvem samtidigt som hon berättar om undervegetationens vikt och säger att:

”det kanske inte bara är växtbäddarna det är fel på, utan det kan ju vara växtförslaget som också är felaktigt [...] Jag håller på i ett projekt nu tillsammans med Sofia Eskilsdotter att ta fram ett underlag med stabila och torktåliga perenner som kan användas som bas i dessa växtbäddar. Det kanske låter lite tråkigt, men tanken är då att landskapsarkitekterna kanske ska välja ut 70% av dessa som bas och sen kan man leka med resterande 30%. Man måste kolla på vilka perenner som faktiskt klarar av en offentlig miljö, de ska vara långlivade och man måste också kolla på hur de förökar sig” (Alvem).

Rovelstad redogör för vilka egenskaper som bör beaktas i samband med val av lämplig vegetation till urbana växtbäddar och förklarar att:

”man ska inte välja arter som kräver mycket fukt utan snarare som är mer generalister som kan klara det stora grova svängningarna”. Trädarter som man ska undvika i min erfarenhet är exempelvis björk, som är en väldigt törstig art, och ek, som inte tycker om allt för stora skiftningar utan vill ha mer stabila förhållanden. [...] De växter som har ytliga rotsystem har det väldigt tufft, då det blir väldigt torrt i ytskiktet i dessa växtbäddar, vilket är både en fördel och en nackdel. Det gör att det är svårare för ogräs att etablera sig, men det blir också svårare att hitta lämpliga buskar och perenner som trivs. [...] Att vissa av växterna också är kvävefixerande kan vara en extra bra kvalitet för hela växtbädden. Exempel på kvävefixerande är robinia, geditsia och havtorn. robinia, geditsia kommer från områden i världen där det är väldigt torrt, dom kan få extremt djupa rotsystem” (Rovelstad).

Rovelstad belyser även att ”*just nu finns det stora strömningar av att använda sig av inhemskt växtmaterial, men just i stadsmiljö med klimatförändringarna får majoriteten av våra inhemska arter det väldigt svårt att överleva. Då är det nog bättre att kolla på exotiska växter till stadsmiljön och istället fokusera på inhemskt material i grönområden eller ytterkanterna av städerna*”. Vidare anger Rovelstad att Trafikverket håller på att ta fram nya listor för potentiellt och invasiva arter, och uttrycker en viss tveksamhet till förhållningsättet genom att säga:

”att man har listat alla icke inhemska arter som skjuter rotskott som invasiva. Ja givetvis om de planteras i park- eller naturmark, då är de problematiska, men i en stadsmiljö kommer de aldrig kunna bli invasiva då det inte finns någonstans att sprida sig. De arter som ska klara dessa tuffa miljöer behöver ha andra strategier för att överleva” (Rovelstad).

#### 4.1.7 Interdisciplinär problematik

De intervjuade framför att det inte enbart förekommer tekniska utmaningar relaterat till urbana växtbäddar, utan att det även finns en problematik mellan yrkesgrupper. Bellan illustrerar den interdisciplinära problematiken med ett exempel som är baserat på Malmö Stads nya pimpstensbaserade urbana växtbäddar. Bellans berättar om hans kollegas perspektiv, som är en dagvattenstrateg, under en intern workshop och menar att:

”när hon tittar på våra växtbäddar som vi har byggt för att främja tillväxt, men även för att hantamera dagvatten, så ifrågasätter hon egentligen hur mycket dagvatten de bidrar med att fördröja och lagra. Hon menar snarare att det är en konstruktion för att få växterna att må bra” (Bellan).

R. Nilsson framför att olika yrkesgruppers synsätt och kompetensområden påverkar vilka lösningar som prioriteras i gaturummen och menar att:

”då VA- och gatuingenjörer är involverade i det här och har sedan tidigare långt beprövade system som alltid har funkat, i kombination med att man inte vill ha ansvaret på sig om det blir fel, tenderar de att vilja använda sig av exempelvis brunnar istället för växtbäddar för att lösa dagvattenhanteringen” (R. Nilsson).

Olika yrkesgruppers prioriteringar framkommer även från Stål, när han berättar att “*VA-sidan menar att grova stenar har mer volym, men i praktiken är det mer eller mindre samma sak som att ha en homogen profil av mindre stenar. Dagvattenhantering har funkat väldigt bra, men inte så bra för vegetationen*”. Med anläggningarnas ökade komplexitet och med ökat behov av multifunktionella ytor i det urbana stadsrummet anser L. Nilsson att det krävs:

”ett samarbete som inte alltid har funnits, som kanske inte alltid har krävts och jag tror också att som VA-huvudman, om vi nu pratar dagvatten och att det ska ingå i dimensioneringen av det allmänna ledningsnätet, att det viktigaste för dem är dimensionering och arbetsmiljö. Så om man betar av de här tekniska aspekterna kan gestaltningen få läggas ovanpå” (L. Nilsson).

Hägg är argumenterar likt L. Nilsson gällande att samarbetet mellan yrkesgrupper måste förbättras vid anläggning, dimensionering och utformning av de urbana växtbäddarna, och uttrycker att:

”vi måste se mer vad vi kan få ut av varandra. Vi på den gröna sidan måste bli bättre på att ta tillvara på vattnet som resurs och den blå sidan måste också förstå vad vegetationen och växtbäddarna kan göra för deras del. Man pratar alltid om fördröjning, men man pratar aldrig om att man saktar ned hastigheten på vattnet” (Hägg).

#### 4.1.8 Sammanfattning intervjuer

Flera av de intervjuade var överens om att det går att kombinera vegetationsutveckling med dagvattenhantering, men både Alvem och Hägg framförde att det idag råder för stort fokus på dagvattenhantering. Bellan berättar att det är framför allt om aspekten rening ska kombineras med dagvattenhantering som problem uppstår. För att möjliggöra en god vegetationsutveckling och dagvattenhantering framkom det att följande faktorer bör beaktas: substratsammansättning, fraktionsstorlek, homogenitet, dimensionering, terrassens egenskaper, avrinningsområde, vegetationens interceptionskapacitet, etableringsskötsel och anpassning till lokala förutsättningar.

En generell åsikt bland de intervjuade var att de urbana växtbäddarna bör byggas grundare för att underlätta för träden att få bättre tillgång till fukt. Stål rekommenderar ett djup på 600–800 mm, vilket även Alvem instämmer med. Hägg förklarar också att en grundare växtbädd kan vara fördelaktigt men att man inte heller bör bygga för grunt och att man behöver beakta den lokala terrassen och nederbördsförhållanden.

De substrat som används idag inkluderar oftast biokolsmakadam med grönkompost, en blandning av biokolsmakadam, grönkompost och pimpsten, eller enbart en blandning av pimpsten, biokol och grönkompost. Pimpsten anses vara det bästa alternativet ur ett tekniskt perspektiv på grund av dess kapillära egenskaper, men dess hållbarhet är omdiskuterad på grund av det inte är lokalproducerat och behöver importeras. Hägg och R. Nilsson framför däremot att det för närvarande inte finns något likvärdigt substitut.

Etableringsskötseln i de urbana växtbäddarna menade de flesta av de intervjuade att den bör vara mer flexibel när det gäller bevattning. Hägg tillägger att etableringsskötseln borde ske utifrån rådande väderförhållanden, och även att etableringsskötseln eventuellt borde vara artspecifik. Flera av de intervjuade förordade också att etableringsskötseln kan behöva förlängas, upp till fem år. Stål visade ett bevattningsschema som har resulterat i en god rotutveckling, se tabell 8.

Sammanfattningsvis framstår det som att regionala skillnader gällande nederbörd och isdagar är av begränsad betydelse. Hägg förklarar att problem med isdagar och reducerad infiltrationskapacitet inte är ett problem så länge man använder en fraktionsstorlek som är 2 mm eller större. Alvem och Stål spekulerar att det kanske kan vara lättare med vegetationsetablering i Göteborg än Uppsala på grund av den högre mängden nederbörd, men att det är av marginell betydelse. Istället är det lokala förhållanden som behöver beaktas för att en god vegetationsutveckling ska kunna säkerställas. Där innefattas faktorer som terrassens egenskaper, avrinningsområde och klimatfaktorer.



## 4.2 Projekteringsförslag - Konkretisering av resultat

Nedan presenteras en översiktlig konkretisering av resultatet. Det är gjort för att belysa principerna som framkom under intervjuerna, och för att tillgängliggöra dessa genom att illustrera och beskriva hur de på principiell nivå kan användas i ett projekt. I följande avsnitt redovisas ett projekteringsunderlag för urbana växtbäddar vid Skolgatan i Uppsala som beaktar klimatförutsättningar och generell terrass, se figur 17 för platsens position.

Vidare kommer ett förslag att redovisas för Göteborg, vilket utgår från Skolgatans utformning men med klimatförutsättningar och generell terrass för Göteborg. Terrassen beaktas då den i enlighet med intervjuer anges vara särskilt viktig, se ovan avsnitt 4.1.2.1 *Allmänt om substrat*, 4.1.3 *Etableringsskötsel*, 4.1.4.2 *Djup på växtbäddarna* och 4.1.5 *Övriga skillnader mellan västra och östra Sverige*.

I detta avsnitt 4.2 används kunskap insamlad från litteraturöversikten, handböcker och intervjuer, det görs för att på en principiell nivå redovisa hur regnbäddar och skelettjordar kan utformas beroende på klimatförutsättningar och för att kombinera vegetationsutveckling samt dagvattenhantering. Notera att typritningar ska belysa principer att beakta inför ett projekt, och inte utgör fullständiga konstruktionsritningar.

För att förslaget ska bli mer verklighetsförankrat och för att tydliggöra skillnader i väst och öst har beräkningar gjorts för dimensionering, vegetationens vattenbehov och infiltrationskapacitet, se bilaga 2 för uträkningar.

### 4.2.1 Förklaring av förslagets förutsättningar

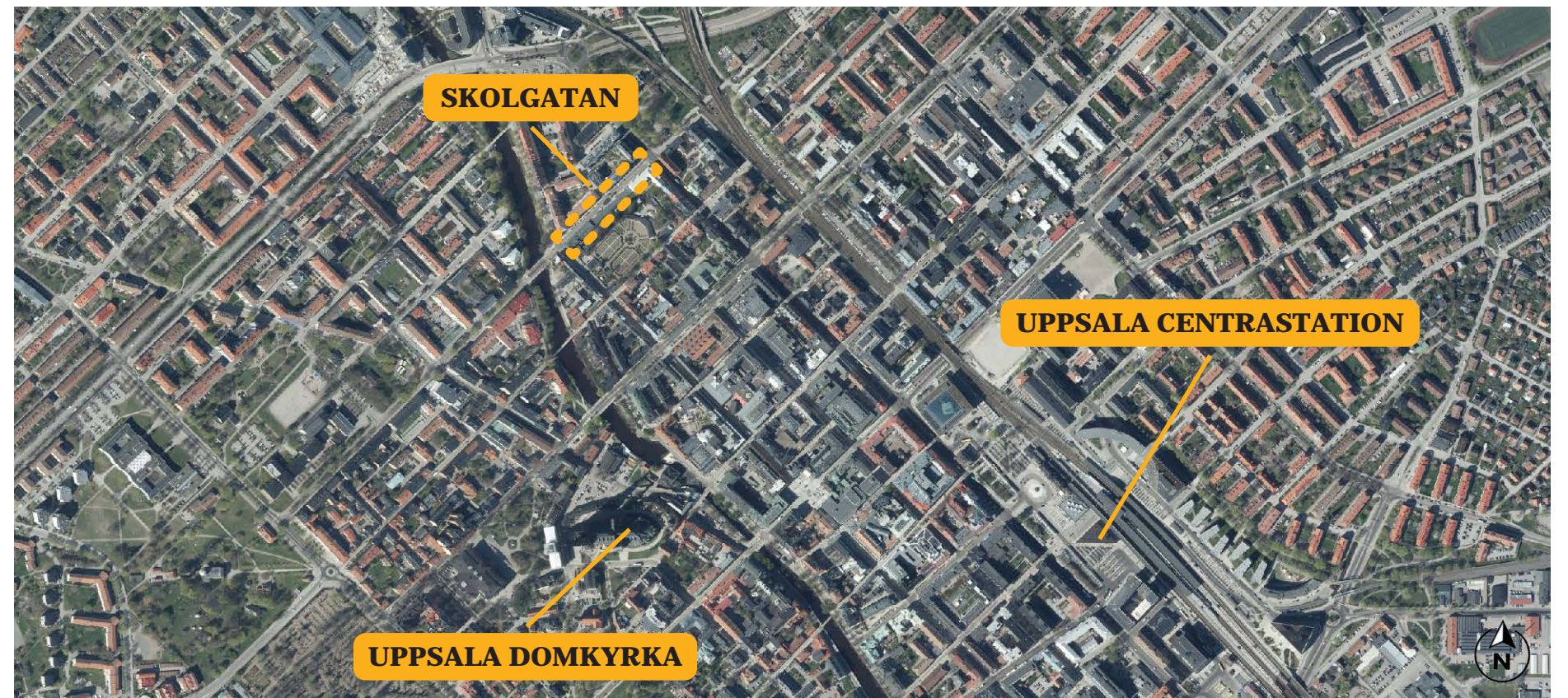
**Förslag Uppsala:** Projekteringsförslag med urbana växtbäddar vid Skolgatan, Uppsala. Förslaget utgår från generella nederbördsförutsättningar i Uppsala och den generella terrassen i Uppsala tätort, som i detta fall bedöms bestå av lera (postglacial lera, glacial lera).

**Förslag Göteborg:** Projekteringsförslag med urbana växtbäddar där omgivningens förutsättningar är kopierade från Skolgatan, Uppsala. Förslaget utgår från generella nederbördsförutsättningar i Göteborg och den generella terrassen i Göteborg tätort, som i detta fall bedöms bestå av vattenmättad blålera, se citat Hägg 4.1.5 *Övriga skillnader västra och östra Sverige*, (postglacial lera, glacial lera).

Med andra ord är förutsättningarna identiska förutom nederbördsförutsättningarna och terrassen.

Antalet isdagar beaktas inte i dessa projekteringsförslag, detta då det inte bedöms utgöra en faktor som påverkar resultatet. Detta motiveras med att det framkom av intervjuerna att eventuell frost och tjäle under isdagar inte utgör ett problem, under förutsättning att det substrat som används har fraktionsstorlek över 2 mm och en porositet högre än 30% (Hägg; R. Nilsson). I följande förslag används substrat med fraktionsstorlek inom spektrumet 2–8 mm och med en porositet mellan 30–42,7%, för beräkning se bilaga 2.

### 4.2.2 Översikt



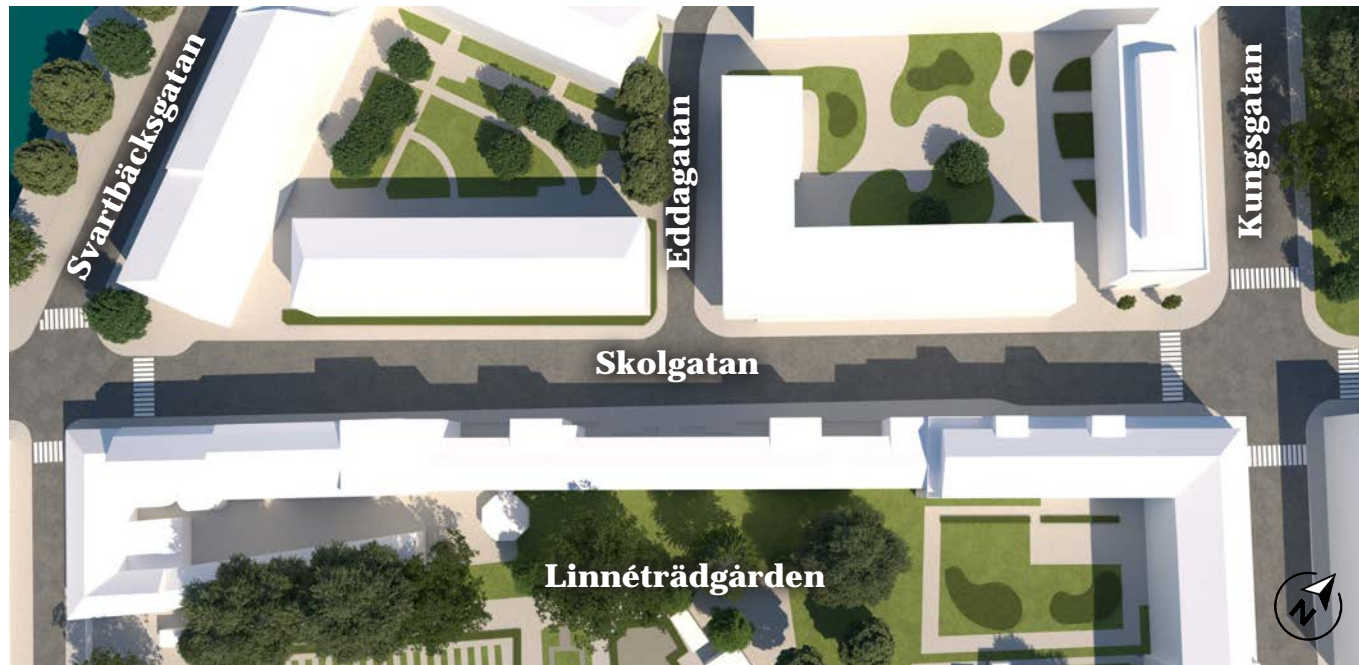
Figur 17. Karta som visar platsens position i Uppsala samt arbetsområdets avgränsning. Skala 1:10 000/A3. Bild: Lantmäteriet 2024©



### 4.2.3 Förstudie

Nedan redovisas en kort förstudie, som inkluderar en solstudie och avrinningskartor. Solstudien är gjort i Sketchup och V-ray med geografisk position inställd på Skolgatan, Uppsala, för att belysa var det föreligger störst behov av att tillföra skugga, se figur 18. Två avrinningskartor är inkluderade, gjorda i SCALGO LIVE, som visar avrinningsområdet utifrån ett 20-års regn på 22 mm i Uppsala och 24,8 mm i Göteborg med en varaktighet på 30 minuter, se figur 19 och 20.

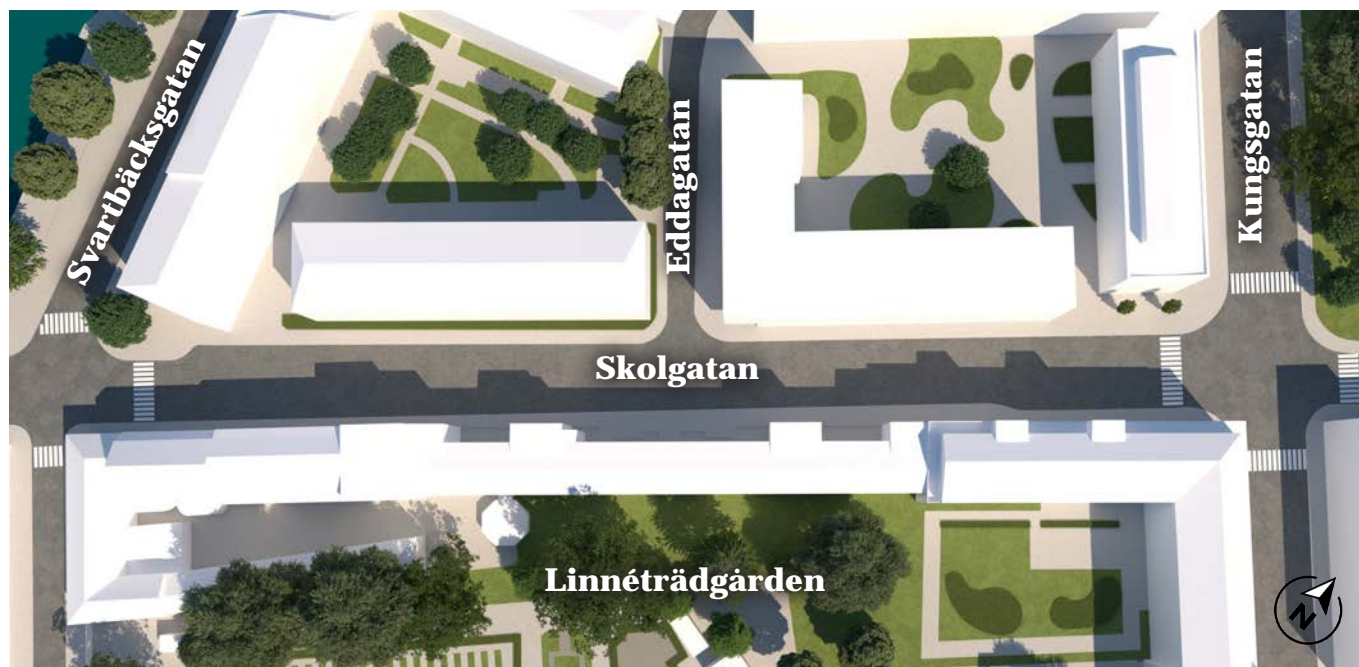
#### 4.2.3.1 Solstudie



Juni 09:00



Juni 12:00



Juni 15:00



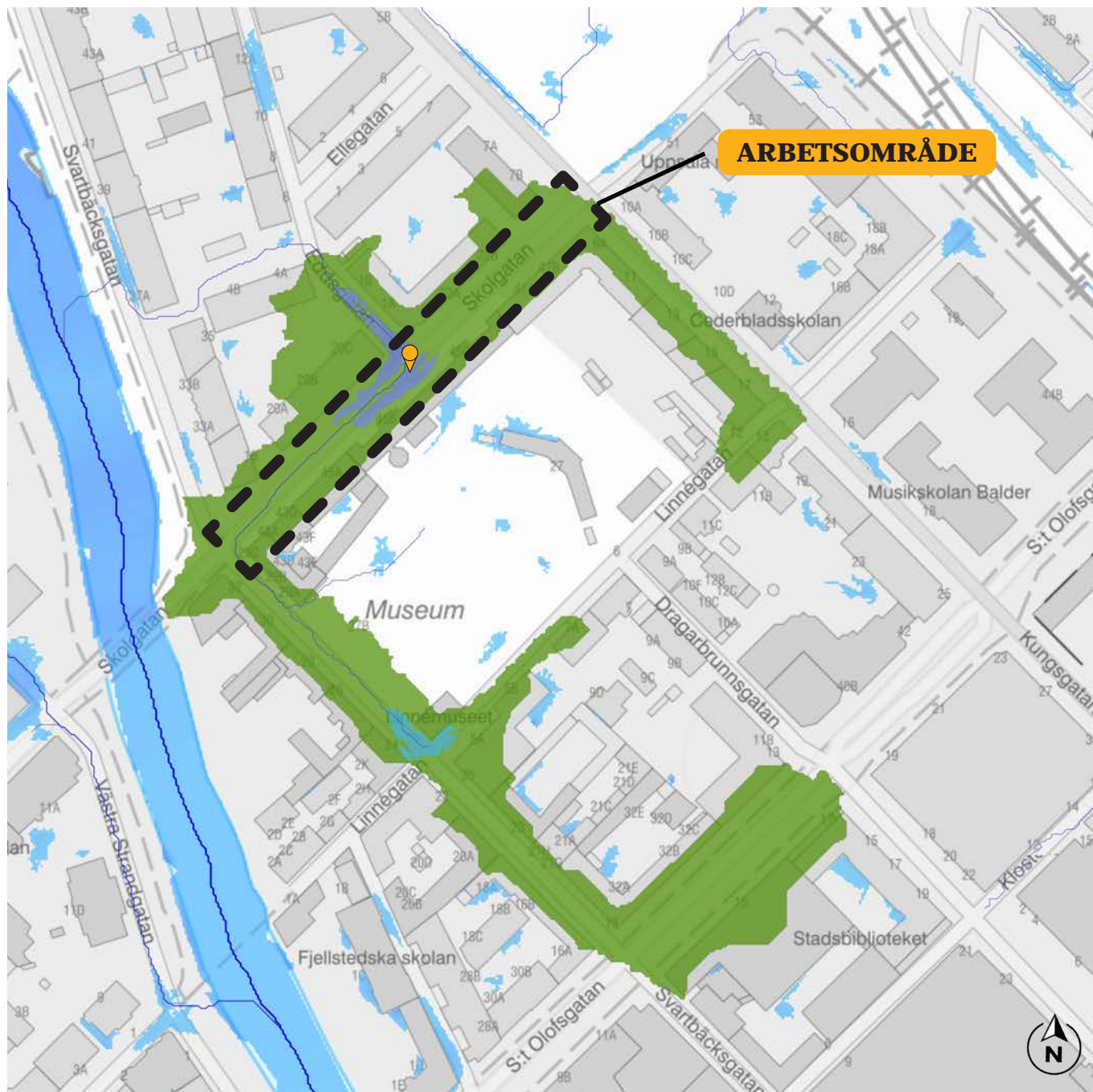
Juni 18:00

Figur 18. Solstudie som visar sol- och skuggförhållanden vid Skolgatan, Uppsala, i juni vid klockan 09:00, 12:00, 15:00 och 18:00. Solstunden är baserad på områdets utformning idag. Notera bristen av skugga på Skolgatan och avsaknaden av vegetation och infiltrerbara ytor. Bild: Eget material.

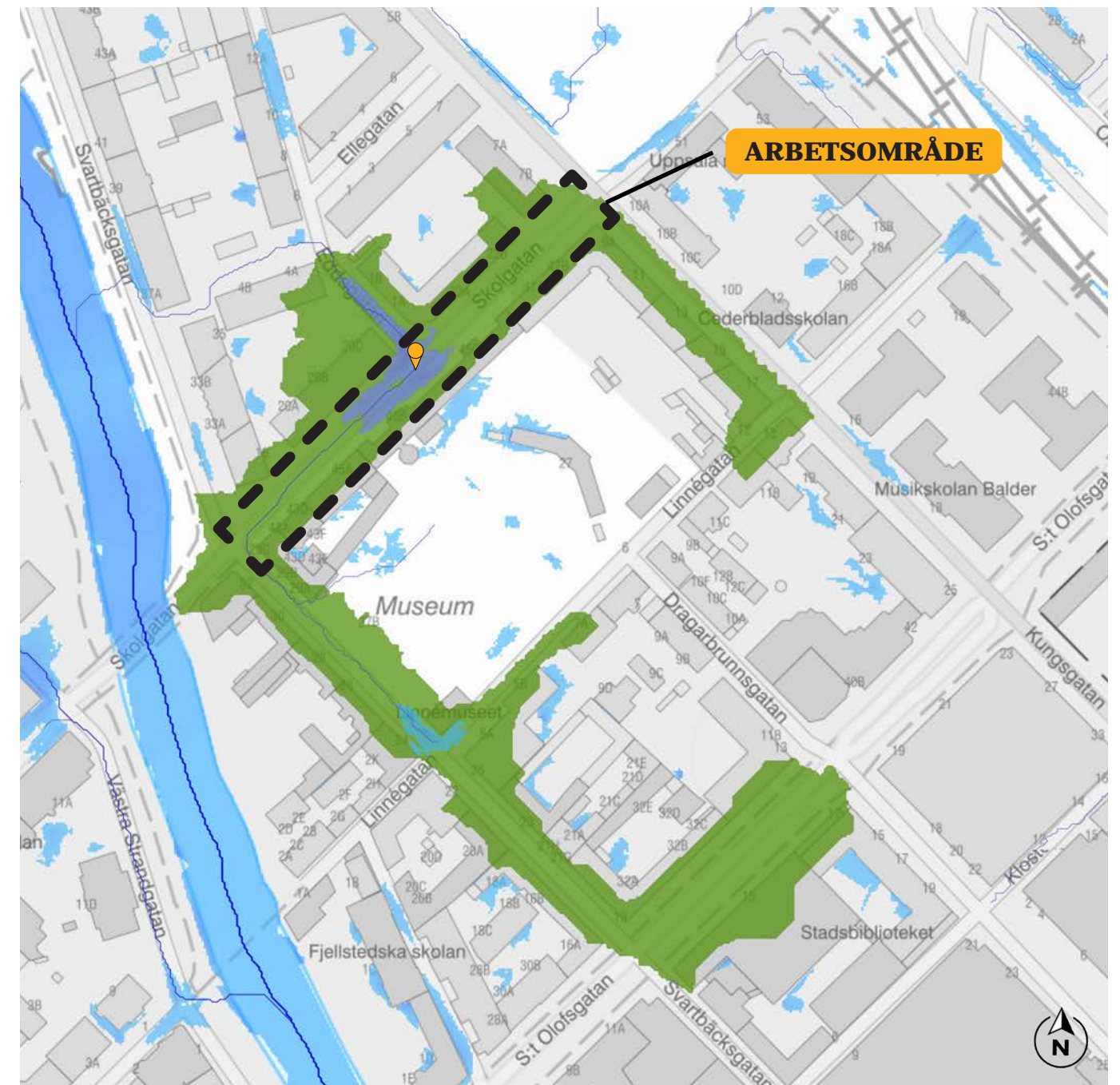


#### 4.2.3.2 Avrinningsområde

Kartorna visar skillnaden i avrinningsområde och ansamling av vatten på Skolgatan för båda platserna. Grön markering visar avrinningsområde för vald punkt på Skolgatan, som visas med orange markering. Den blå och lila färgen visar ansamlingen av vatten vid regn på 22 mm, respektive 24,8 mm. Den svarta streckade linjen visar det justerade avrinningsområdet baserat på projekteringsförslagets nya höjdsättning.



Figur 19. Karta genererad i programmet SCALGO LIVE som visar avrinningsområdet vid ett 20-årsregn i Uppsala med en varaktighet på 30 minuter, vilket motsvarar 22 mm. Notera ansamling med vatten i mitten av Skolgatan. Bild: SCALGO LIVE©



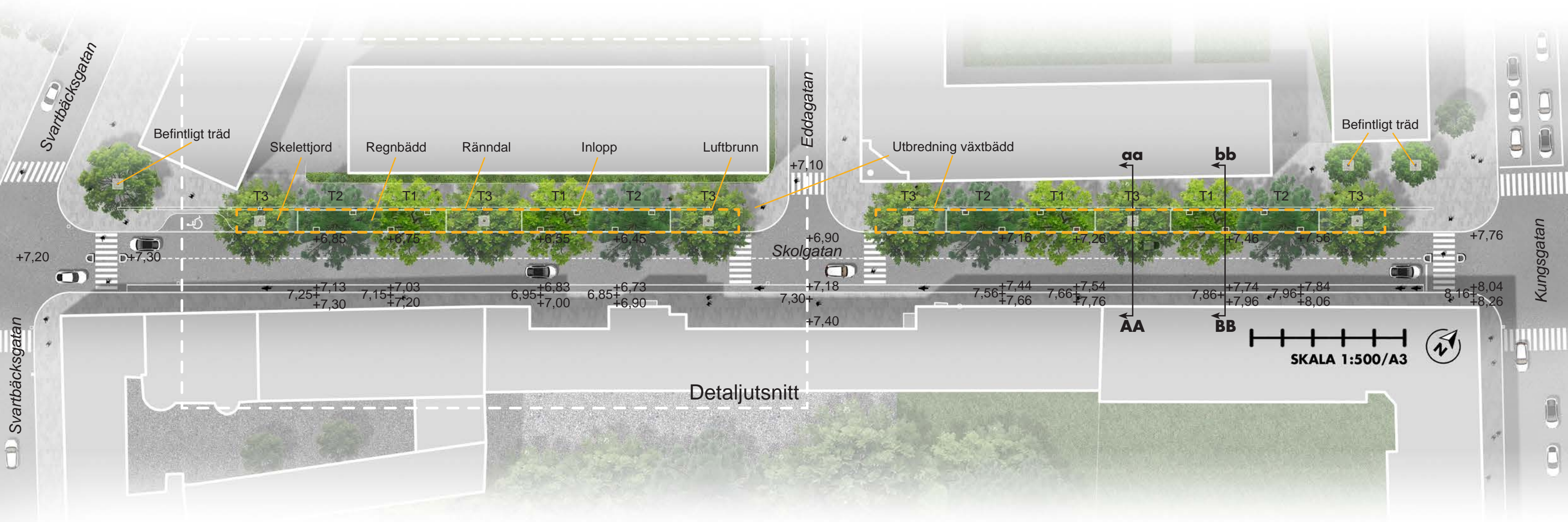
Figur 20. Karta genererad i programmet SCALGO LIVE som visar avrinningsområdet vid ett 20-årsregn i Uppsala med en varaktighet på 30 minuter, vilket motsvarar 24,8 mm. Notera ansamling med vatten i mitten av Skolgatan. Bild: SCALGO LIVE©.



## 4.2.4 Utformning

Nedan presenteras illustrationsplaner och sektioner för de principiella projekteringsförslagen, de är avsedda att förtydliga och belysa hur principerna kan appliceras som framkom från intervjuerna, litteraturoversikten och handböckerna. Förslagen är framtagna för att främja vegetationsutveckling och för att samtidigt ha kapacitet att fördröja ett 20-årsregn med en varaktighet på 30 minuter, utifrån nederbördsförutsättningarna i Göteborg och Uppsala. Vidare är avsikten att möjliggöra en krontäckning som är större än 30%, mer specifikt blir förslaget krontäckning cirka 40%. Illustrationsplanerna och sektionerna är avsedda att läsas tillsammans med 4.2.5 Motivering av förslag för att förstå motiven till utformningen och hur principerna har applicerats.

### Illustrationsplan - Uppsala

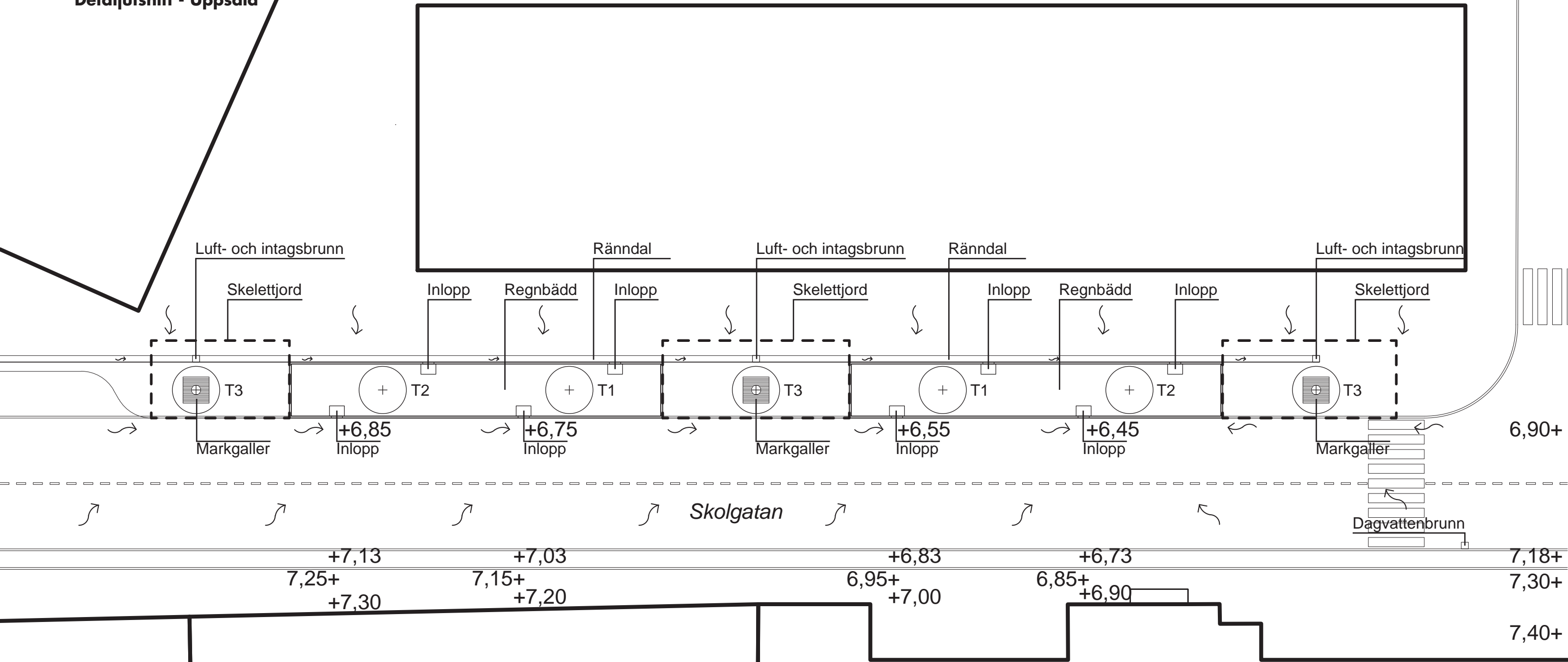


VETENSKAPLIGT NAMN	SVENSKT NAMN
T1 Alnus x spaethii 'Späth'	berlineral
T2 Pinus nigra ssp. nigra	svarttall
T3 Robinia pseudoacacia	robinia

Figur 21. Illustrationsplan som visar projekteringsförslaget utformning, höjdsättning och växtlista i Uppsala.



Detaljutsnitt - Uppsala

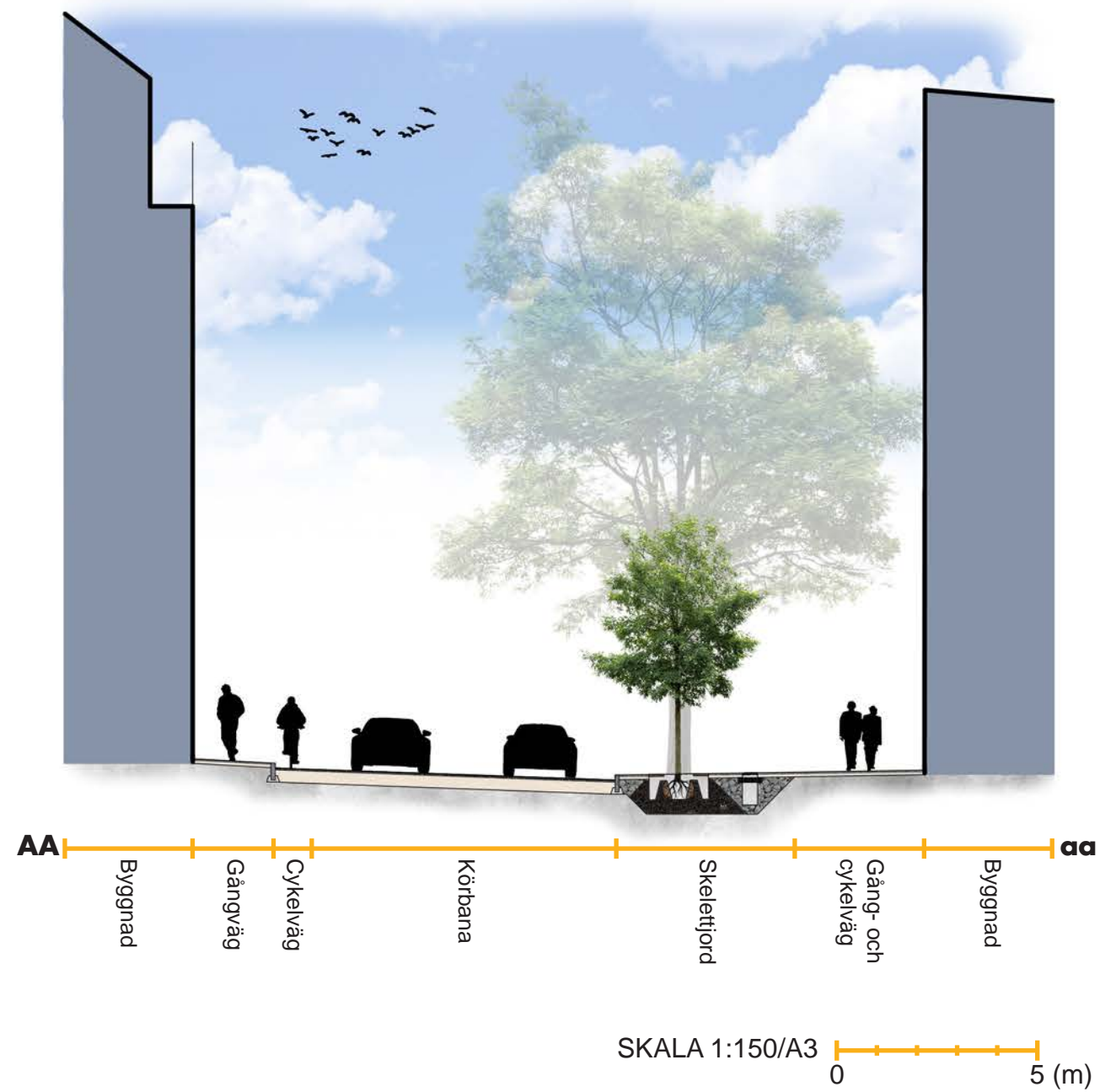


VETENSKAPLIGT NAMN	SVENSKT NAMN
T1 Alnus x spaethii 'Späth'	berlineral
T2 Pinus nigra ssp. nigra	svarttall
T3 Robinia pseudoacacia	robinia

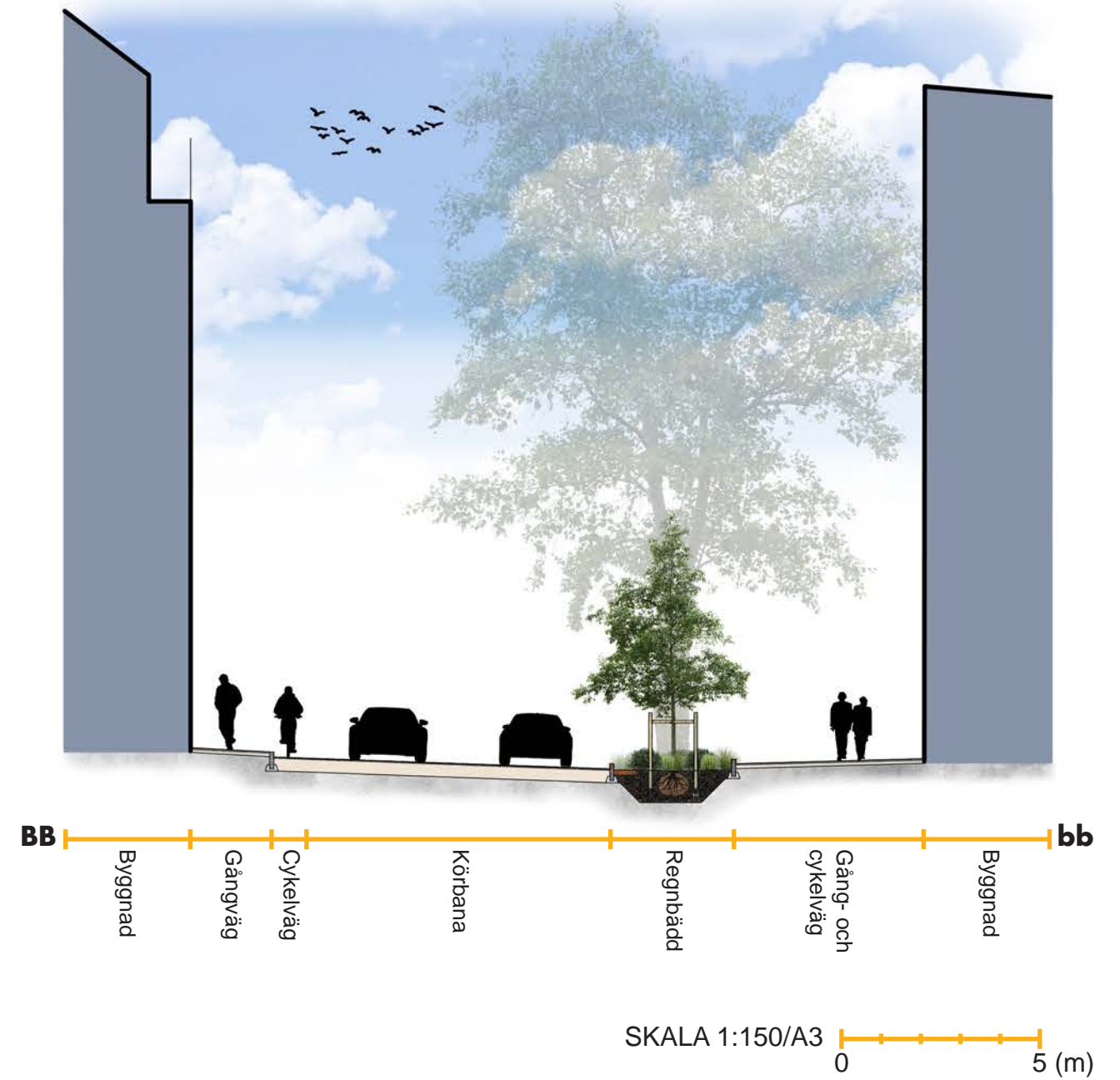
SKALA 1:200/A3 0 10 (m)

Figur 22. Projekteringsplan som visar förslaget utformning, höjdsättning, komponenter och växtlista i Uppsala. Pilar visar vattnets rörelse.

## Sektioner - Uppsala



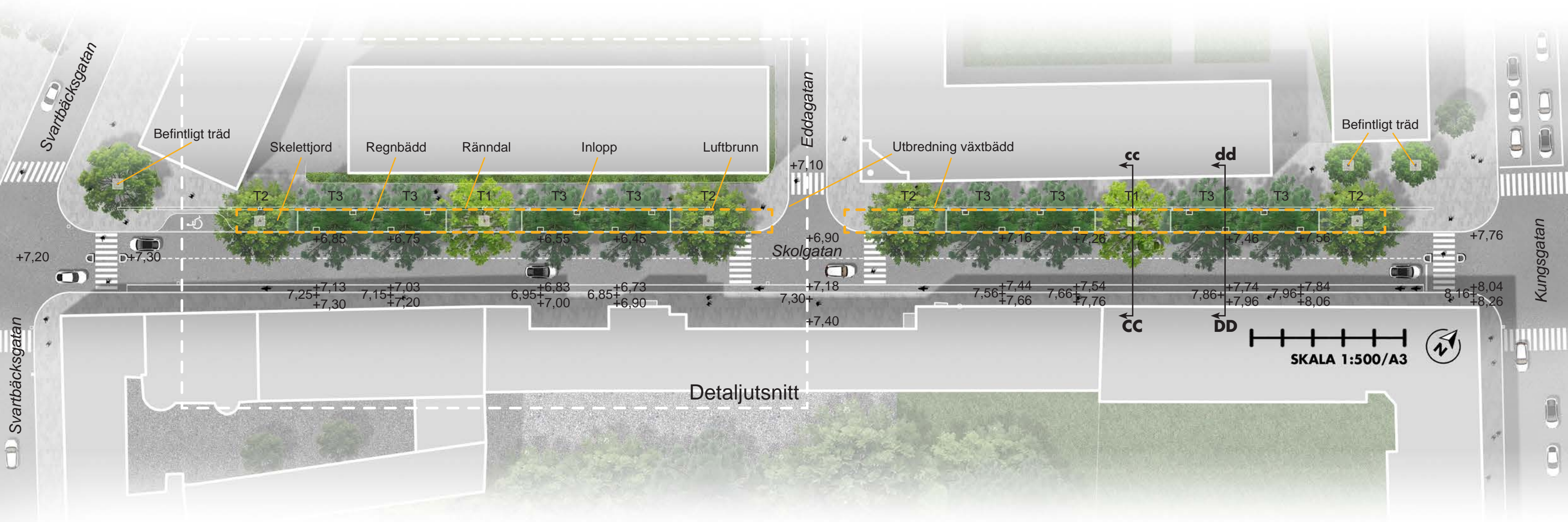
Figur 23. Sektion AA-aa visar skelettjord med träd i hårdgjord yta. Robinans storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.



Figur 24. Sektion BB-bb visar regnbädd med träd och tillhörande undervegetation. Berlineralens storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.



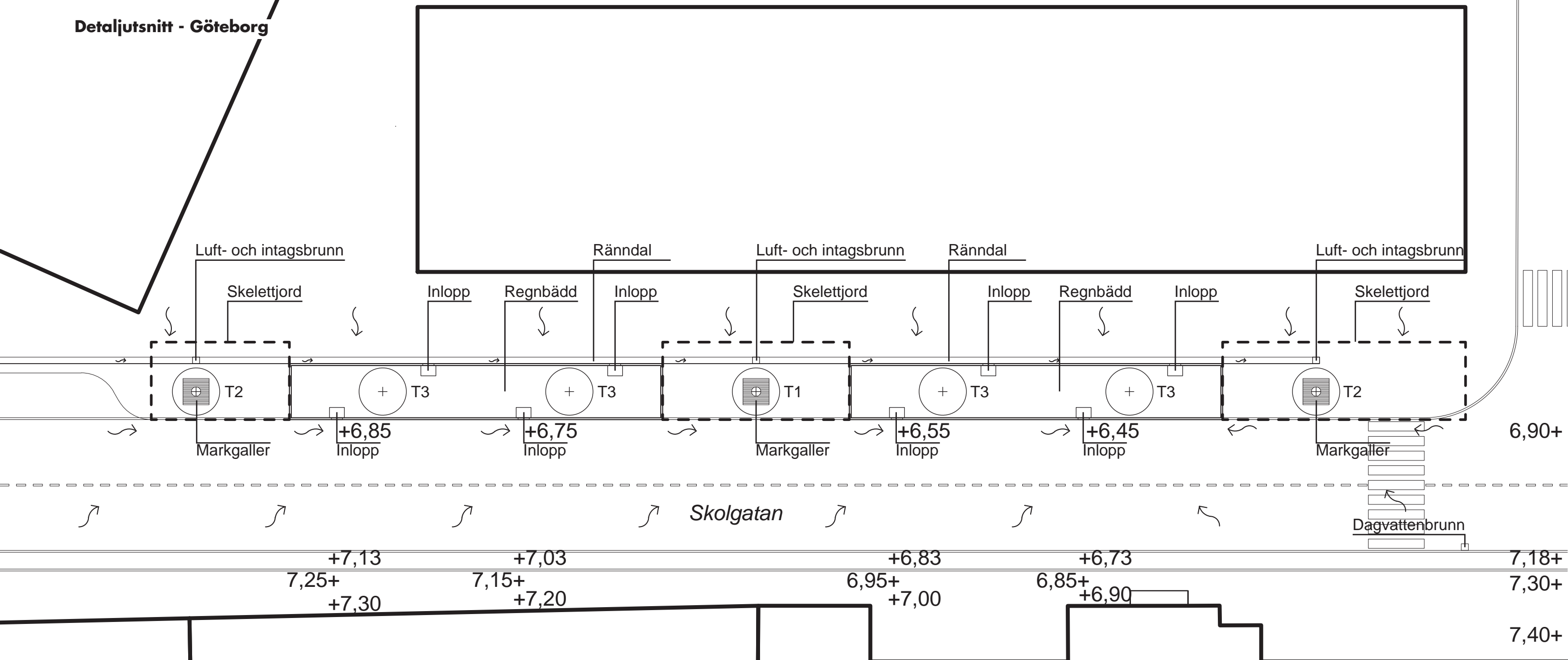
## Illustrationsplan - Göteborg



VETENSKAPLIGT NAMN	SVENSKT NAMN
T1 Acer rubrum 'Red Sunset'	rödlönn
T2 Alnus x spaethii 'Späth'	berlinerlär
T3 Pinus nigra ssp. nigra	svarttall

Figur 25. Illustrationsplan som visar projekteringsförslagets utformning, höjsättning och växtlista i Göteborg.

Detaljutsnitt - Göteborg



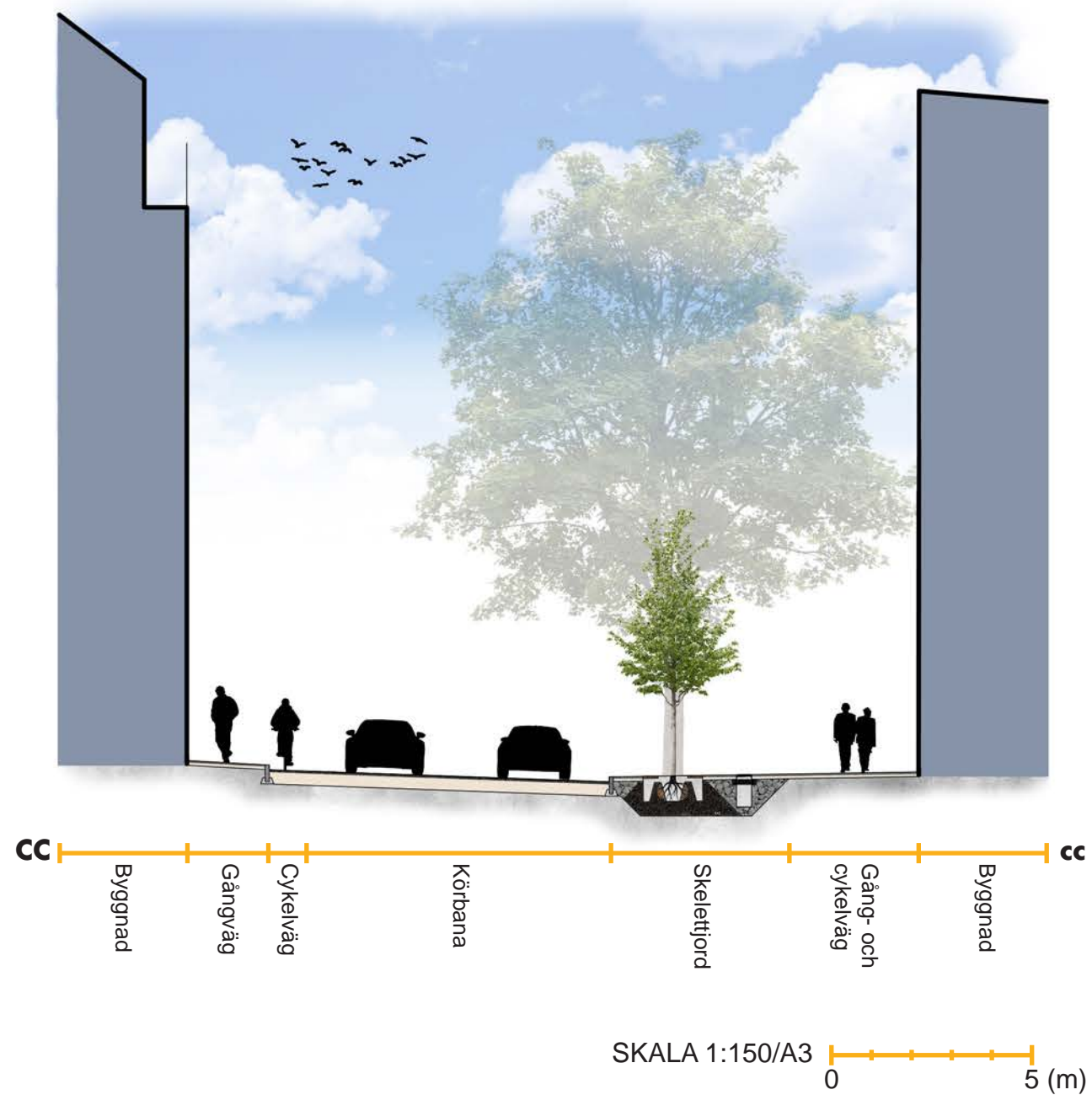
VETENSKAPLIGT NAMN	SVENSKT NAMN
T1 Acer rubrum 'Red Sunset'	rödlönn
T2 Alnus x spaethii 'Späth'	berlinerlär
T3 Pinus nigra ssp. nigra	svarttall

SKALA 1:200/A3 0 10 (m)

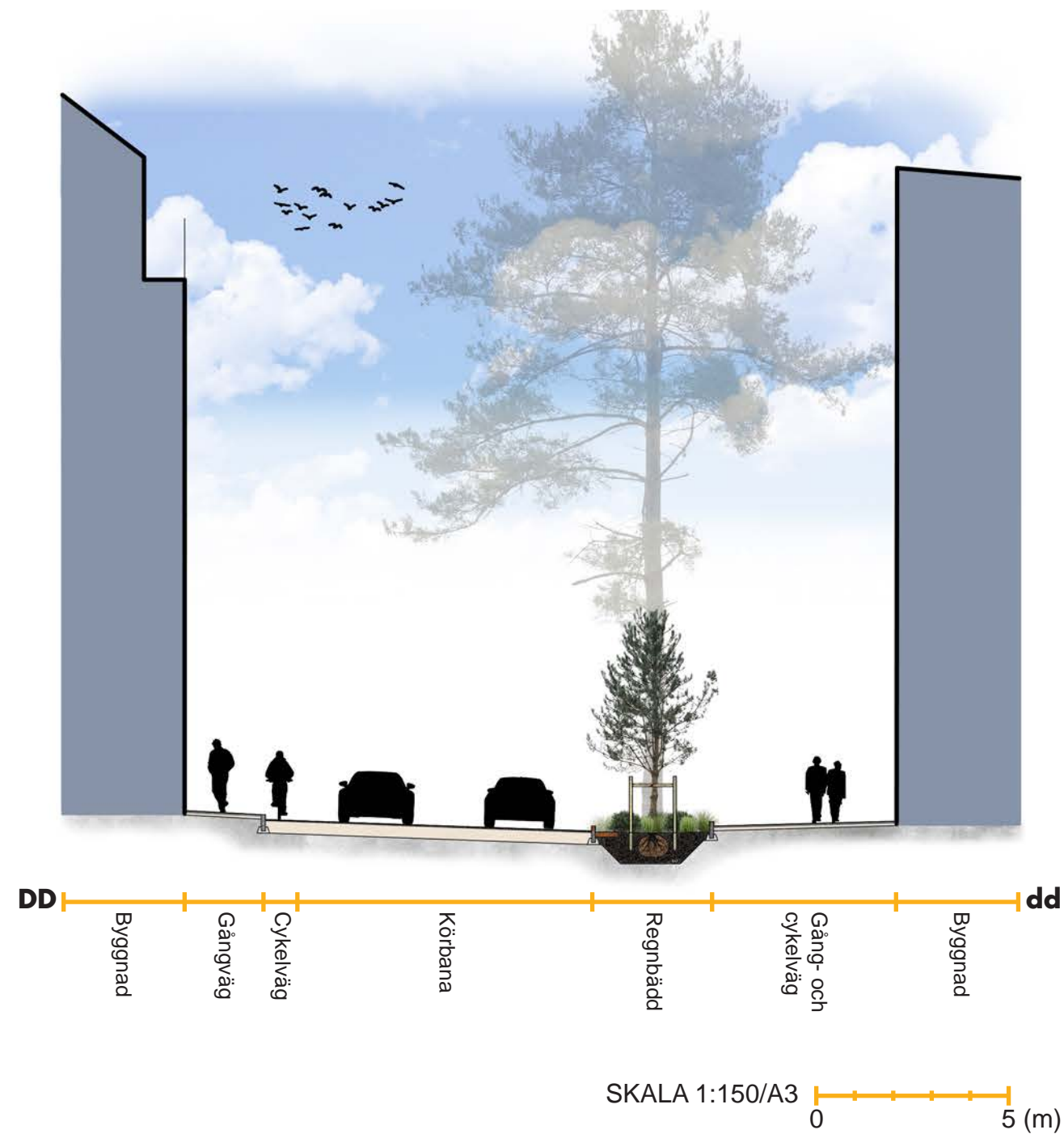
Figur 26. Projekteringsplan som visar förslagets utformning, höjdsättning, komponenter och växtlista i Göteborg. Pilar visar vattnets rörelse.



## Sektioner - Göteborg



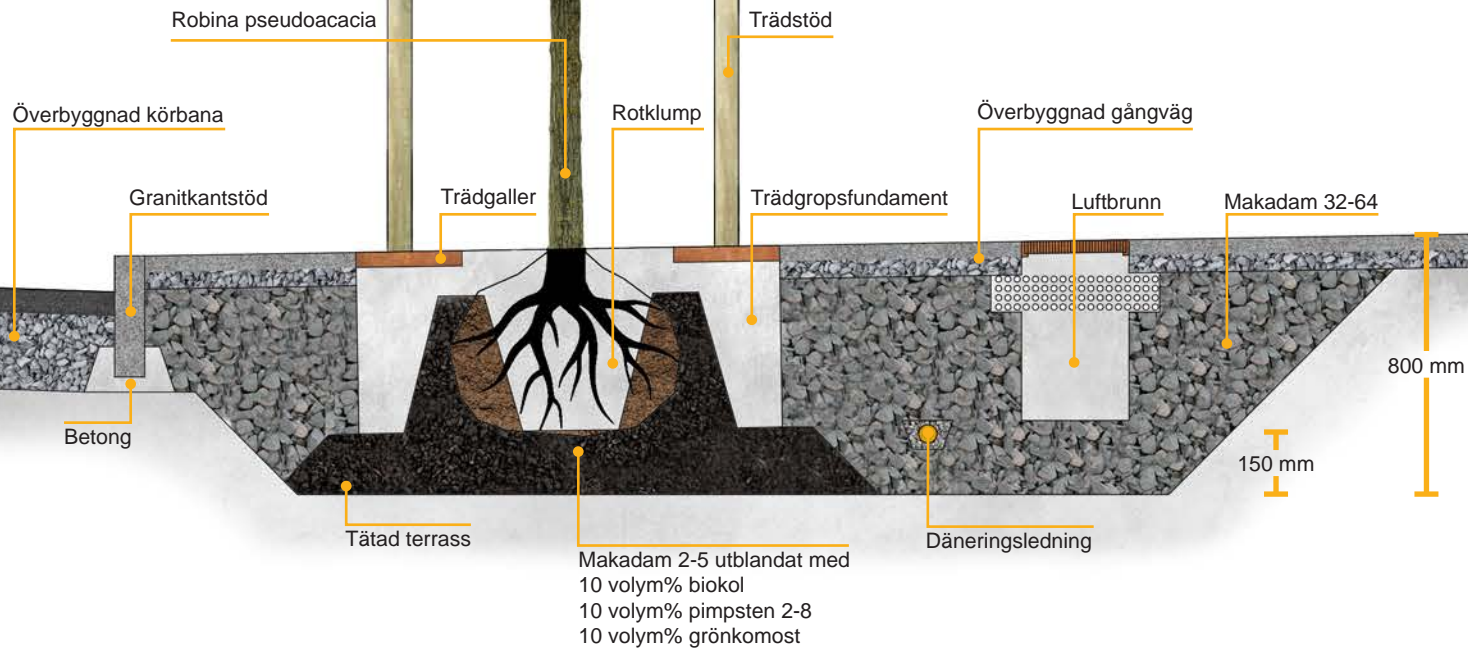
Figur 27. Sektion CC-cc visar skeletttjord med träd i hårdgjord yta. Rödlönnens storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.



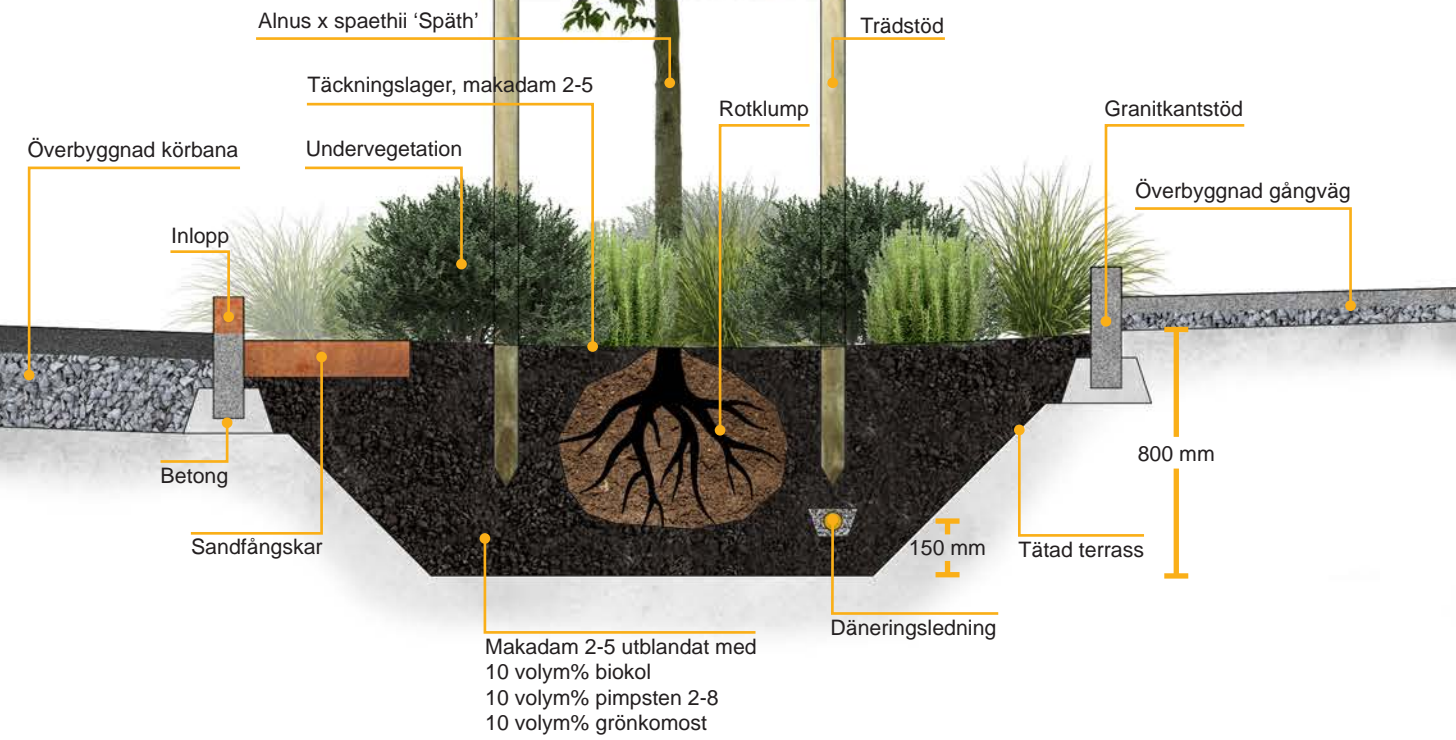
Figur 28. Sektion DD-dd visar regnbädd med träd och tillhörande undervegetation. Svarttallens storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.



### Träd i hårdghord yta Uppsala



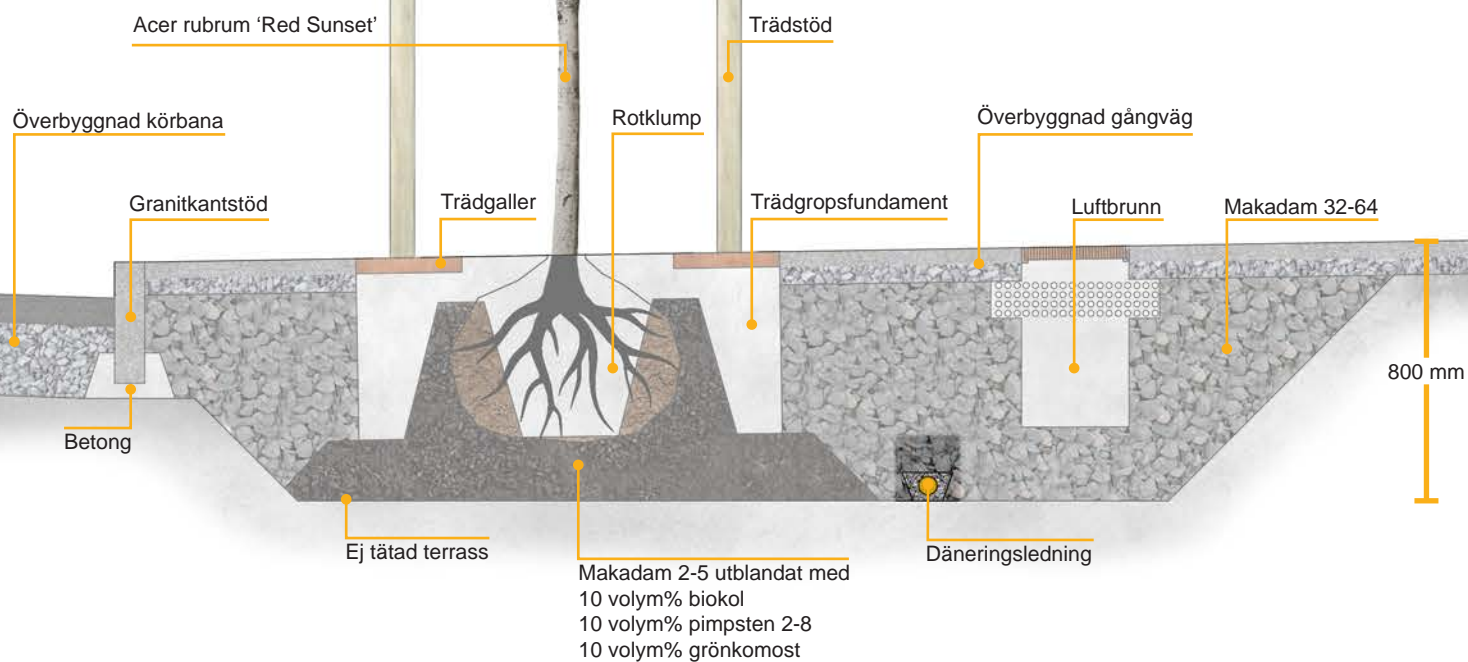
### Regnbädd Uppsala



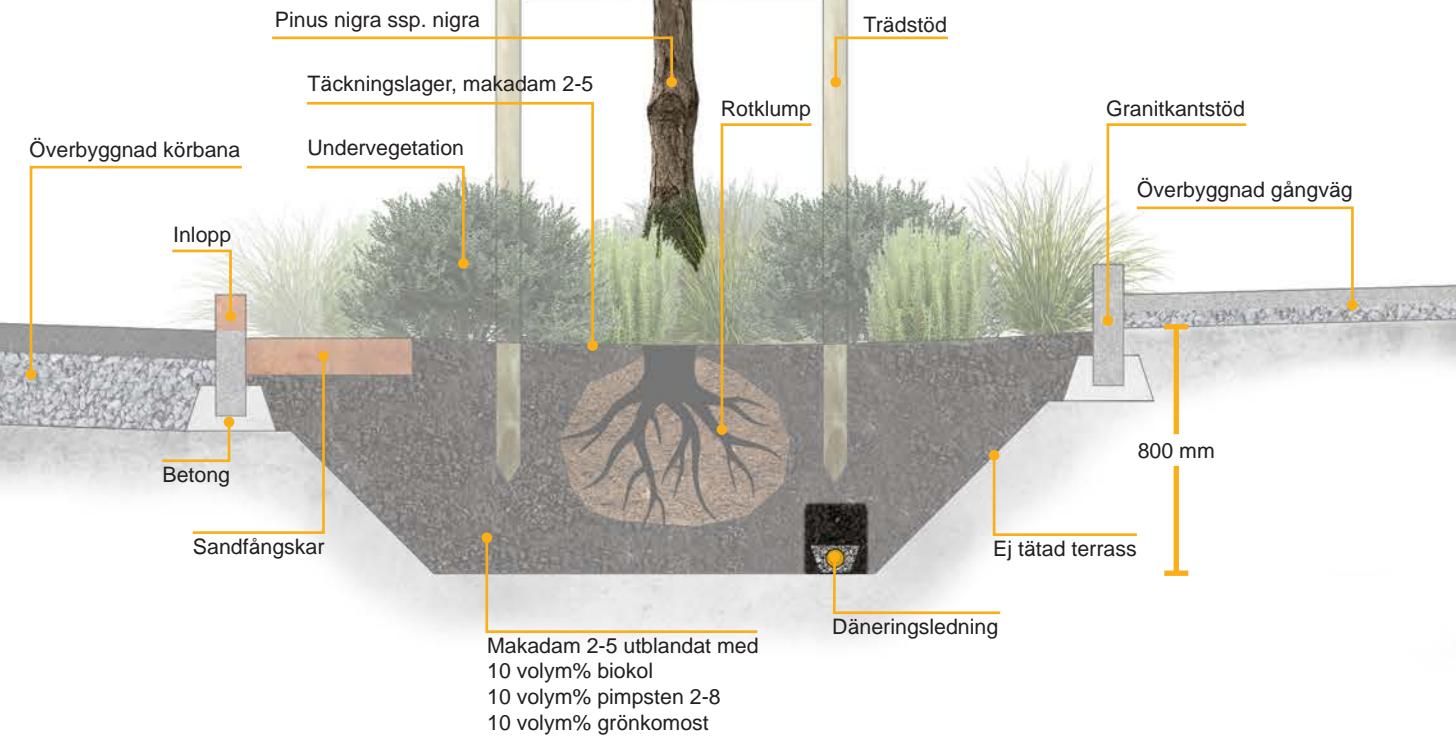
Figur 29. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Uppsala. Notera placering av dränering 150 mm ovan terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.

SKALA 1:25/A3 0 1 (m)

### Träd i hårdghord yta Göteborg



### Regnbädd Göteborg

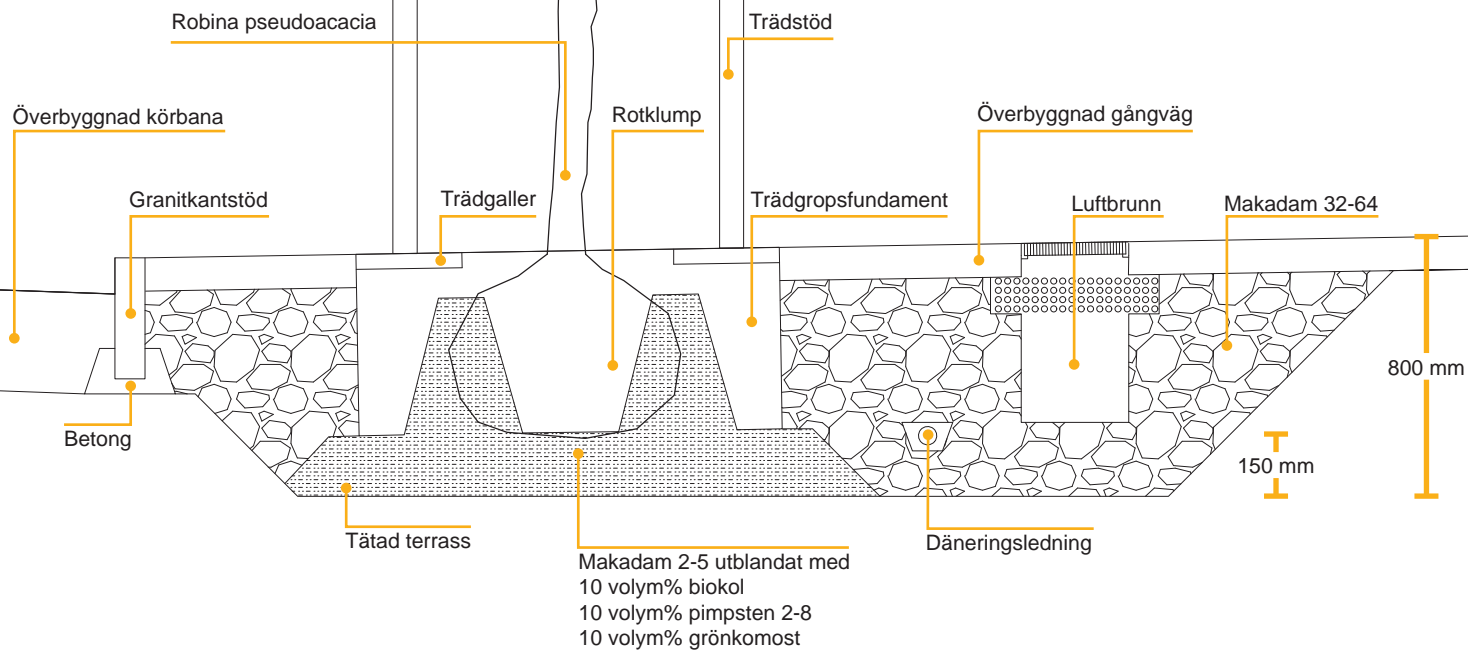


Figur 30. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Göteborg. Notera placering av dränering i nivå med terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.

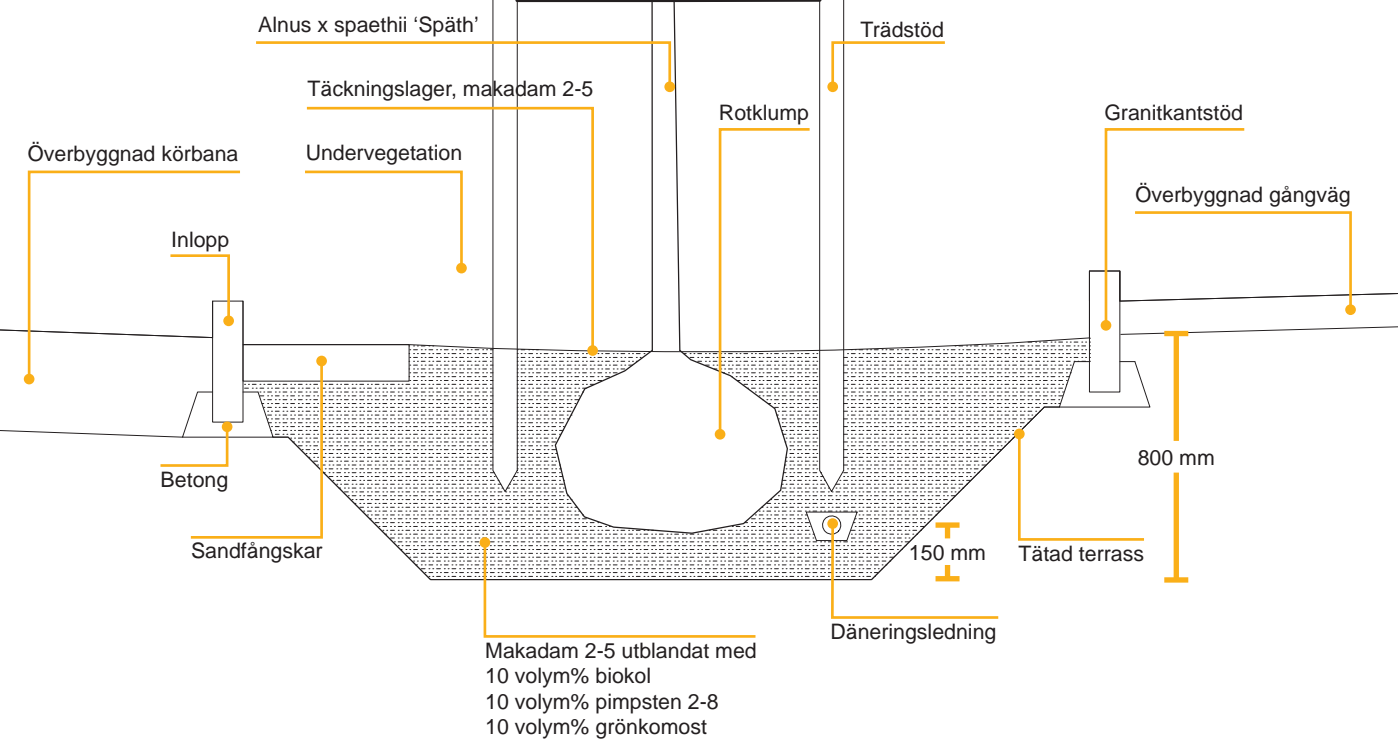
SKALA 1:25/A3 0 1 (m)



### Träd i hårdghord yta Uppsala



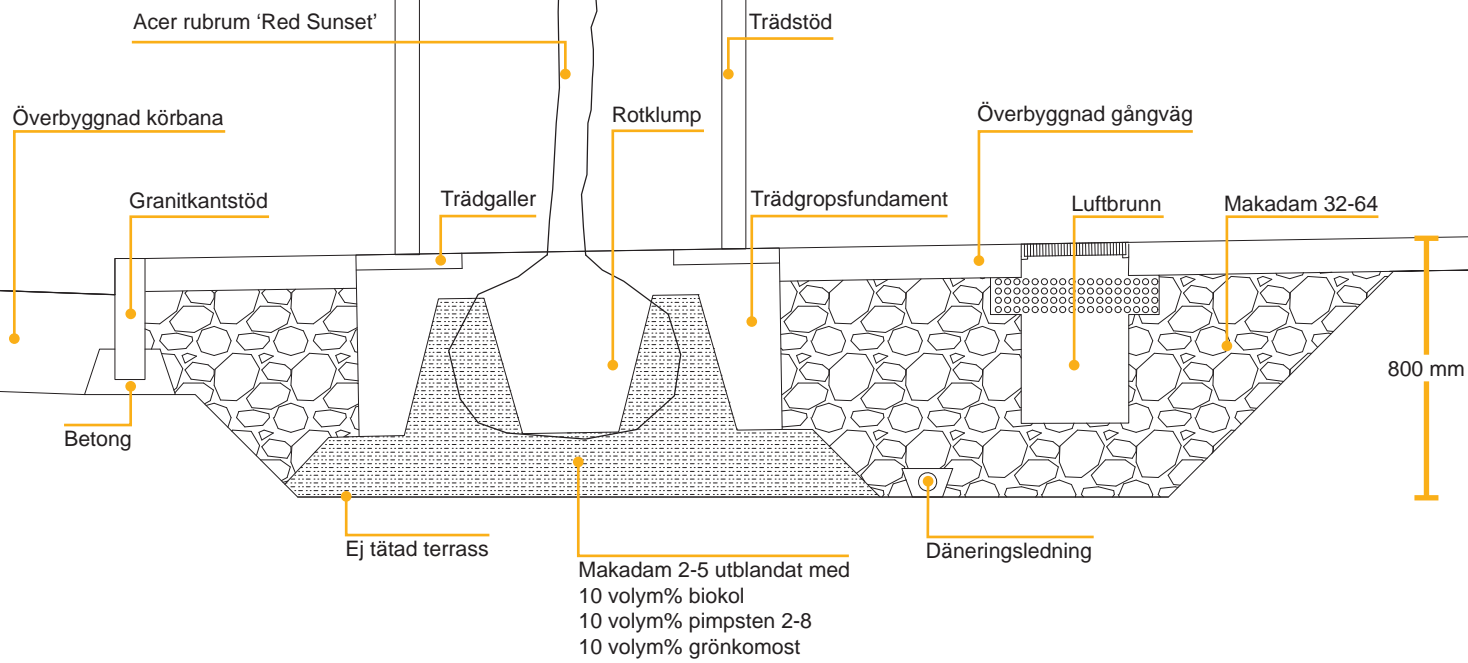
### Regnbädd Uppsala



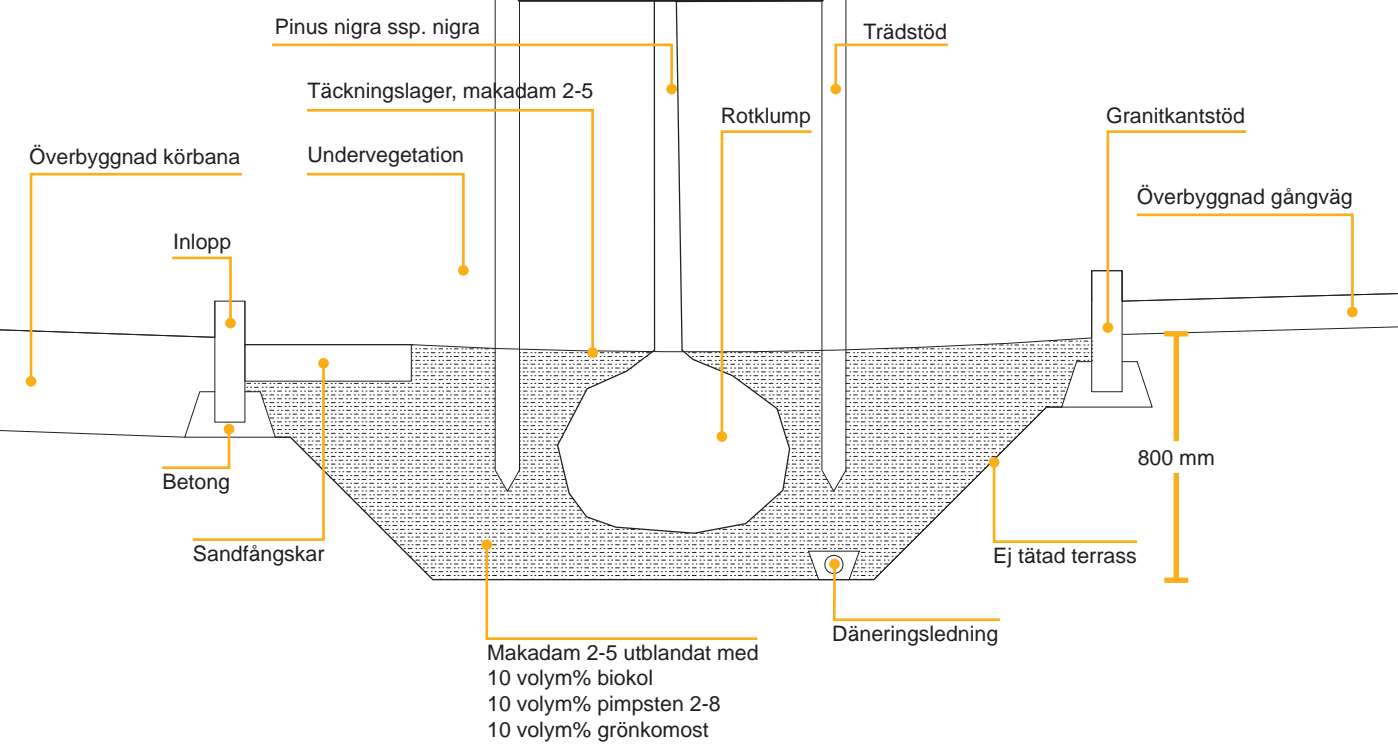
Figur 31. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Uppsala. Notera placering av dränering 150 mm ovan terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.

SKALA 1:25/A3  
0 1 (m)

### Träd i hårdghord yta Göteborg



### Regnbädd Göteborg



Figur 32. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Göteborg. Notera placering av dränering i nivå med terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.

SKALA 1:25/A3  
0 1 (m)

## Skillnader och likheter

Tabell 9. Tabellen visar skillnader och likheter mellan projekteringsförslagen i Uppsala och Göteborg.

	Uppsala	Göteborg
<b>Substrat</b>	70 volym% makadam 2-5 mm, 10 volym% biokol, 10 volym% pimpsten 2-8 mm, 10 volym% grönkompost	70 volym% makadam 2-5 mm, 10 volym% biokol, 10 volym% pimpsten 2-8 mm, 10 volym% grönkompost
<b>Dimensionering</b>	Växtbäddarna ska hantera ett regn på 22 mm	Växtbäddarna ska hantera ett regn på 24,8 mm
<b>Djup</b>	800 mm	800 mm
<b>Volym växtbädd</b>	206 m <sup>3</sup>	225 m <sup>3</sup>
<b>Infiltrerbar yta</b>	220 m <sup>2</sup>	220 m <sup>2</sup>
<b>Terrass</b>	Växtbädd tätas för att kunna magasinera vatten	Växtbädd tätas ej då terrass antas vara vattenmättad
<b>Dräneringshöjd</b>	150 mm ovan terrass	I nivå med terrass
<b>Trädarter</b>	Alnus x spaethii 'Späth' - berlineral, Pinus nigra ssp. nigra - svarttall och Robinia pseudoacacia - robinia	Acer rubrum 'Red Sunset' - rödlönn, Alnus x spaethii 'Späth' - berlineral och Pinus nigra ssp. nigra - svarttall
<b>Krontäckning</b>	Cirka 40%	Cirka 40%

### 4.2.5 Motivering av förslag

Nedan motiveras valen i projekteringsunderlagen i relation till arbetets frågeställningar. Principerna som nämns avses nödvändiga att beakta utifrån litteraturöversikten, handböckerna och intervjuerna.

De urbana växtbäddarna består av det som beskrivs i litteraturöversikten som regnbädd och skelettjord/ träd i hårdgjord yta. Placering av urbana växtbäddar på Skolgatans norra sida motiveras av ett antal förstudier. Via solstudier går det att se att majoriteten av skuggkastningen,

mitt på dagen vid kl. 12:00 under sommaren, hamnar på vägens södra sida. Det är då det är som varmast och behovet av skugga är som störst på den nordvästra sidan. Vidare, genom att enbart ha växtbäddar på ena sidan av gatan kan dessa flyttas längre ut från fasaden vilket möjliggör träd med en större krontäckning. Nuvarande förslag skapar en krontäckning på cirka 40%. Ett annat alternativ som utforskades i tidigt stadie avsåg att träd placerades på båda sidorna av gatan, det resulterade i en krontäckningsgrad på cirka 22%, att krontäckningsgraden blev mindre berodde på att träden behövde placeras närmare fasaderna.

Infiltrerbar ytareal hos de urbana växtbäddarna är cirka 6,5%, vilket är inom det rekommenderade spektrumet mellan 1–10% beroende på kunskapskälla (Larm & Blecken 2019; Fridell et al. 2023). För att möjliggöra växtbäddar med en större ytareal och volym har gatuparkeringarna tagits bort, förutom en handikapparkering vid vägens södra sida som har flyttats till norra sidan intill ett övergångsställe. Den tvåfiliga bilvägen har blivit smalare, från cirka 11,3 meter till 7 meter.

Den föreslagna utformningen resulterar i att de urbana växtbäddarna trafikseparerar gång- och biltrafikanter på vägens norra sida. För att främja trygghetskänslan och rörligheten kommer det vara en variation av regnbäddar och träd i hårdgjord yta, vilket undviker problematiken med en lång fysisk barriär gentemot gatufilen för gångtrafikanter.

Höjdsättningen är gjord med syftet att vattnet leds från Skolgatans södra sida till norra sida med en lutning på ca 2%. Från Svartbäcksgatan och Kungsgatan leds vattnet in mot mitten av Skolgatan där vattnet passerar växtbäddarnas inlopp och luft- och vattenintagsbrunnar. Inlopp placeras på både norra och södra sidan av regnbädden. Placeringen resulterar i att vattnet effektivt kan ledas in till de urbana växtbäddarna med minskad risk för stående vatten. För att leda vattnet till växtbäddarna har även en rännal placeras på gång- och cykelvägen längs med växtbäddarna, som både leder till inloppen och till intagsbrunnarna för träden i hårdgjord yta. Då följande arbete utgår från att luft- och vattenintagsbrunnar har en begränsad infiltrationskapacitet på ett 10-årsregn under 27 minuter, utifrån Stockholms nederbördsförutsättningar (Alm 2005), fortsätter rännalarna vidare mellan brunnarna och leder vidare vattnet till inloppen till regnbäddarna. Vid inloppen placeras ett sandfång vilket förhindrar igensättning av sedimentation och möjliggör att växtbäddarnas infiltrationsförmåga behålls (Larm & Blecken 2019), och därav även behåller sin funktion för dagvattenhantering samt att vatten kan tillföras till växternas rotzon effektivt.



#### 4.2.5.1 Val av vegetation

Valet av trädarter bedöms klara ståndortsförutsättningarna hos de urbana växtbäddarna, och är baserade efter rekommendation från Fridell et al. (2023) och Rovelstad. Det specifika artvalet *Robinia pseudoacacia* föreslås att användas i Uppsala då den har noterats ha en god etablering hos regnbäddar i Uppsala kommun. Trädarterna ska klara en ståndort med variation mellan vått och torrt, med särskilt fokus på att klara av längre perioder av torka. Utöver att vegetationen är vald utifrån att kunna möjliggöra en god utveckling, har fokus legat på att trädens slutgiltiga storlek ska ge en tillräcklig krontäckning, interceptionsförmåga samt att främja en artvariation och därav en resiliens mot sjukdomar. Förslaget beaktar även Uppsala kommuns målsättning om 30% krontäckning (Uppsala kommun 2024)

Valet att inkludera barrträd, specifikt svarttall, *Pinus nigra* ssp. *nigra*, är dels baserat på rekommendation från Bellan samt från studier som visat att barrträd tenderar att ha en högre interceptionsförmåga än lövträd (Asadian & Weiler 2009; Zabret & Šraj 2015). I förslaget erhåller Göteborg åtta stycken svarttallar emedan Uppsala tilldelas fyra stycken. Detta motiveras med vikten av att använda ett växtmaterial som möjliggör en ökad interceptionskapacitet, särskilt under vintern (Bellan; Zabret & Šraj 2015), vilket är en period då Göteborg nästintill har en 100% högre nederbörd än Uppsala, se tabell 4.

I handboken från Fridell et al. (2023) framkommer det att *Pinus nigra* ssp. *Nigra*, *Alnus x spaethii* 'Späth' och *Acer rubrum* 'Red Sunset' kan vara lämpliga trädarter för urbana växtbäddar, och kan uppnå en krondiameter mellan 8-15 meter (Stångby Plantskola u.å.a, u.å.b, u.å.c).

#### 4.2.5.2 Avrinningsområde, dimensionering och substrat

Då förslaget befinner sig i ett område med befintlig bebyggelse i stadsmiljö blir avrinningsområdet identiskt hos respektive förslag, det beror på att det finns många fasta punkter att förhålla sig till med hänsyn till gällande höjdsättning. I de fall förslaget hade berört ett område i nybyggnation hade det kunnat argumenteras för att avrinningsområdet ska vara mindre i Göteborg på grund av den genomsnittligt högre mängden nederbörd (Bellan; Mantilla et al. 2023). Detta då det finns en större flexibilitet att anpassa höjdsättningen efter behov på en större skala. Avrinningsområdet har beräknats med hjälp av verktyget SCALGO LIVE, se figur 19 och 20. Höjdsättningen efter föreslagen projektering resulterar i ett avrinningsområde på cirka 4000 kvadratmeter, se markering figur 19 och 20, och de urbana växtbäddarna dimensioneras för att ha kapacitet för 22 respektive 24,8 mm nederbörd. Dimensioneringen på 22 mm och 24,8 mm motiveras utifrån synpunkt från R. Nilsson och Alvem om att de dimensionerar för 20 mm samt utifrån Bellans rekommendation om maximal dimensionering för ett 20-årsregn, vilket uppgår till cirka 22 mm i Uppsala och 24,8 mm i Göteborg. Beräkningar har beaktat avrinningskoefficienten och nederbördsintensiteten (Svenskt Vatten AB 2016; Boverket 2021).

Samtliga urbana växtbäddar är seriekopplade för att möjliggöra mottagning av större volymflöden (Larm & Blecken 2019; Fridell et al. 2023). Detta främjar möjligheten till dagvattenhantering utan att behöva dimensionera växtbäddarna större och riskera överdimensionering, och därav även inskränka vegetationsutvecklingen. Att ha två eller fler brunnar till en skelettjord underlättar den ventilerande effekten (Fridell et al. 2023), och genom att seriekoppla de urbana växtbäddarna kan gasutbytet underlättas vilket gynnar vegetationens möjligheter till en miljö med goda syreförhållanden. Växtbäddarna anläggs med ett djup på 800 mm för att undvika för torra

växtbäddar samt att främja vegetationsutvecklingen (Stål). I Göteborg motiveras detta delvis med att det är viktigt att få goda förhållanden mellan luft och vatten, en grundare växtbädd kan resultera i för mycket stående vatten och särskild hänsyn behöver tas till den högre nederbörden och grundvattennivån (SGU 2023b; SMHI 2023b, Hägg). Ytterligare en anledning till att inte bygga en grundare växtbädd är att det bör vara möjligt att plantera större träd och rotklump, detta för att motverka eventuella skador och/eller vandalism som kan förekomma i urbana miljöer. Kombinationen mellan växtbäddarnas djup och substratblandningen avser att ge en god balans mellan dagvattenfördröjning och luft- och vattenförhållanden, det görs för att främja vegetationen.

Det valda växtsubstratet består av en blandning av makadam, biokol, pimpsten och grönkompost, det valet syftar till att främja en god vegetationsutveckling och samtidigt möjliggöra en god dagvattenhanteringsförmåga. Fördelningen är 70 volym% makadam 2–5 mm, 10 volym% biokol, 10 volym% pimpsten 2-8 mm och 10 volym% grönkompost, se Göteborg Stad (2023a). Fördelningen är testad i Göteborg Stad och har visat en god vegetationsutveckling (Hägg). Pimpsten bedöms nödvändigt att använda för att erhålla ett substrat som kan tillgodose en kapillär stigningsförmåga för vattnet, men andelen pimpsten begränsas för att göra den urbana växtbädden mer hållbar. Substratsammansättningen vilken består av 70 volym% makadam 2-5 mm bedöms erbjuda en god miljö för rotutveckling (Dujesiefken & Kockerbeck 1999). Infiltrationsförmågan hos växtbäddarna är tillräckligt hög för att infiltrera ett 20-årsregn utan att det blir stående vatten, se bilaga 2 för beräkning. Infiltrationskapaciteten antas att vara 1000 mm/h för att räkna med god marginal. Bedömningen är baserad på att biokolsmakadam 2–6 mm har en hydraulisk konduktivitet på 3000 mm/h (Hasselfors Garden AB u.å.a) och ett substrat med sammansättning likt Malmös substrat, med 70% pimpsten som har en initial

hydraulisk konduktivitet på 500mm/h<sup>4</sup>. Då det finns en risk för reducerad infiltrationshastighet efter sättningar enligt Syrén3 anses en marginal gällande infiltrationskapacitet vara nödvändig. Substratblandningen, som till stor del består av makadam 2–5 mm, används även för att erhålla en tillräcklig fuktretentionsförmåga (Stål) och fungerar även som ett substitut för eventuell kokosfiber eller träflis som täckningslager (Stål; Hägg). Användningen av just makadam och inte träflis motiveras med att makadam går att återanvända vid tvätt (Alvem). I regnbäddarna används den föreslagna substratblandningen som ett homogent lager genom växtbädden ned till terrassen (se figur 29, 30, 31 och 32) för att främja en god vegetationsutveckling, dagvattenfördröjningsförmåga och ett gott gasutbyte (Bellan). Regnbäddarna har i detta fall inget krav på bärighet och har därav samma fraktionsstorlek genom hela profilen (Stål). Träden i hårdgjord yta har krav på bärighet och där förekommer den föreslagna substratblandningen enbart i bredd med rotklumpen och ned till terrassen. Vid respektive sida byts substratet ut mot makadam 32–64 mm för ökad bärighet, dessa skikt anläggs vertikalt och inte horisontalt för att undvika eventuella problem med att ta bort det homogena lagret av substrat inom rotzonen ned till terrassen (Stål).

Substratsammansättningen har en fraktionsstorlek inom spektrumet 2–8 mm, och då fraktionsstorlekar som är mindre än 2 mm inte föreslås att användas, förväntas inte frost och tjäle utgöra ett essentiellt problem i relation till minskad infiltrationsförmåga (Hägg 2024). Beräknad porvolym i förslagets substrat är 42,7% och förväntas därav inte orsaka några problem, det antagandet görs utifrån R. Nilssons erfarenheter att en porvolym på 25–30% i kombination med dränering i botten inte har resulterat i några problem i relation till is, frost eller tjäle.

Det är utav vikt att det sker en anpassning efter terrassen, men antagande görs att terrassen i Uppsala behöver tätas, dels för att skydda dricksvattentäkten, dels för att möjliggöra magasinering av vatten. I Göteborg där terrassen antas bestå av vattenmättad lera behövs tätning av terrassen inte ske då vatten inte kan infiltrera. Dräneringsledningen i Uppsala placeras 150 mm ovan terrassen för att möjliggöra magasinering av vatten, se figur 29 och 31. Dräneringsledningen i Göteborg placeras i nivå med terrassen för att undvika för mycket vatten och för lite syre i växtbädden då terrassen redan är vattenmättad, se figur 30 och 32.

#### 4.2.6 Skötsel

I enlighet med erhållna intervjuer läggs särskild vikt på etableringsskötsel. För att möjliggöra en god vegetationsutveckling förordas en flexibel bevattningsregi som anpassas utifrån specifik plats, rådande väderförhållanden och vegetationens behov. Vid anläggning kan substratet vara torrt (Fridell et al. 2022), det innebär att det initialt behöver tillföras extra mycket vatten till växtbädden. Särskild tillsyn för bevattning utförs under våren på grund av ökad risk för torka, det är under den perioden som det är extra viktigt med bevattning

för att ge möjlighet för vegetationen att överleva och att kunna utvecklas. Även om det under våren är extra viktigt att bevattna växtbäddarna innebär den flexibla bevattningsregin att det behöver tas hänsyn till plats, rådande lokala väderförhållanden och typ av vegetation. I tillägg till att etableringsskötseln är flexibel föreslås ett bevattningsschema, se tabell 10, likt det Stål presenterade i tabell 8. Mängden vatten bör anpassas till växtbäddens volym och artval.

Det föreslagna bevattningsschemat presenteras identiskt för Göteborg och Uppsala, eftersom bevattningsregin bör vara flexibel och anpassas till den specifika platsen, rådande väderförhållanden och vegetationens behov. Bevattningsprogrammet utförs förslagsvis under tre år, med möjlighet för förlängning till fem år vid behov. Första året placeras vattensäcken intill trädstammen, under resterande år flyttas träd säcken ut till trädstöden för att främja rotutvecklingen ut i resterande delen av växtbädden (Rovelstad). Inlopp, sandfång och luft- och vattenintagsbrunnar ska rensas regelbundet för att garantera att de urbana växtbäddarnas funktion gällande infiltrationskapacitet och gasutbyte säkerställs (VA-guiden 2024; Stockholm Vatten och Avfall u.å.a).

Tabell 10. Sammanfattat förslaget bevattningsschema för projekteringsförslagen. Tabellen avser visa utförande av bevattningsschema, inspirerat av bevattningsschema framtaget av Stål (2024), se tabell 8.

Datum	Moment	Moment
<b>Vecka 1 - Etablering</b>	Fyllning vattensäck <b>x</b> liter	Vattenmätta växtbädden initialt <b>y</b> liter
<b>Vecka 3</b>	Fyllning vattensäck <b>x</b> liter	Stor mängd vatten som sprids ut över substratet <b>z</b> liter
<b>Vecka 4</b>	Fyllning vattensäck <b>x</b> liter	
<b>Vecka 5</b>	Fyllning vattensäck <b>x</b> liter	Stor mängd vatten som sprids ut över substratet <b>z</b> liter
<b>Vecka 6</b>	Fyllning vattensäck <b>x</b> liter	
Därefter återupprepas bevattningen enligt vecka 3 – vecka 6 under hela etableringsperioden vid växtsäsong.		





5

# DISKUSSION



## 5 Diskussion

Syftet med uppsatsen har varit att identifiera vilka principer som behöver beaktas för att möjliggöra en god vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Avsikten har varit att bidra med ökad kunskap som bidrar till bättre förutsättningar till att landskapsarkitekters och andra yrkesverksammas förslag och projekt erhåller önskad funktion och resultat. Syftet har vidare varit att utreda om urbana växtbäddar behöver utformas annorlunda i västra och östra Sverige för att synliggöra om regionala skillnader i klimatförutsättningar påverkar utformning eller etableringsskötsel.

Målet har varit att på principiell nivå presentera ett kunskapsunderlag som utgår från branschens erfarenheter och aktuellt forskningsläge. Med utgångspunkt från det kunskapsunderlaget har syftet vidare varit att presentera översiktligt projekteringsförslag med urbana växtbäddar. Frågeställningarna var utformade enligt följande:

- » Vilka principer för utformning och etableringsskötsel, kännetecknar växtbäddar som främjar dagvattenhantering respektive en god vegetationsutveckling och hur kan man kombinera båda dessa aspekter?
- » Hur kan en stadsgata med urbana växtbäddar utformas och projekteras för att anpassas till olika nederbördsförhållanden och antal isdagar i västra respektive östra Sverige?

Genom att intervjuer har gjorts med personer som har betydande erfarenhet och kunskap inom valt ämnesområde har svar mottagits om principer för urbana växtbäddar. För att få en bredare och djupare förståelse för ämnet har en litteraturöversikt utförts.

Med utgångspunkt från syfte och frågeställningar redogörs och diskuteras resultatet från detta arbete. Bland annat belyses de målkonflikter och prioriteringar som kan uppstå när urbana växtbäddar ska främja både vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Därefter diskuteras oväntade resultat med fokus på huruvida urbana växtbäddar behöver utformas annorlunda i Göteborg (västra Sverige) och Uppsala (östra Sverige). Principer som framkommit genom intervjuer, inklusive best practice för val av substrat och hållbarhetsaspekter, diskuteras. Vidare förs diskussion om resultatet anses kunna generaliseras och problematiken kring begreppstermonologin kopplat till urbana växtbäddar. Slutligen diskuteras val och tillämpning av den metod som har använts för detta arbete, och därefter lämnas slutsatser av arbetet och förslag till framtida forskning.

### 5.1 Dagvattenhantering och vegetationsutveckling

Konceptet att kombinera dagvattenhantering och vegetationsutveckling framstår som ett alternativ att inkludera i de urbana växtbäddarna. Det kan föreligga en konflikt i att möjliggöra fuktretention samtidigt som en tillräcklig vattenavledande förmåga tillhandahålls hos växtbädden, beroende på graden dagvattenhantering som efterfrågas. Det framgick av intervjuerna att de egenskaper som en växtbädd behöver för att er hålla en förmåga att främja dagvattenhantering och vegetationsutveckling, inte utesluter varandra. Det framgick dock också att det i nuläget ofta är stort fokus på dagvattenhantering och att problematik ofta uppstår när rening ska kombineras med dagvattenfördröjning. Emedan följande arbete har avgränsats från att utreda reningsförmågan i urbana växtbäddar utesluts inte vikten av att väga och prioritera dessa gentemot varandra i praktiken. Av resultat från intervjuer framgick att problemet med att kombinera rening och dagvattenfördröjning är att substraten som används för

att snabbt avleda dagvatten är relativt grova, och ett substrat som är optimerat för dagvattenrening är ett substrat med relativt låg hydraulisk konduktivitet och låg näringshalt. Här framstår det återigen som att en prioritering av aspekterna behöver göras gentemot varandra.

För att uppnå en kombination med både dagvattenhantering och vegetationsutveckling behöver en kompromiss göras mellan faktorer som fuktretention, strukturstabilitet, gasutbyte och hydraulisk konduktivitet. Just denna kompromiss framstår att vara dilemmat för de urbana växtbäddarna i de fall avsikten är att både möjliggöra en god vegetationsutveckling och dagvattenhantering, av den anledningen behöver mål tydliggöras för växtbädden. Specifikt den fukthållande förmågan och den vattenavledande förmågan kan vara två faktorer som initialt framstår som svåra att kombinera. För vegetationens skull behöver fukten finnas kvar i växtbädden, vilket generellt är möjligt genom att ha ett substrat med finare fraktionsstorlek, emedan för att avleda vattnet effektivt föreslås grövre fraktionsstorlekar. Däremot framgår det av resultat från intervjuer att makadam 2–5 som täckningslager, och i underliggande substratblandning, kan tillgodose en tillräcklig fuktretention, samtidigt som en god hydraulisk konduktivitet tillhandahålls (Hasselfors Garden AB u.å.). Detta i kombination med resultat från studie av Östberg et al. (2010), som visar att rotutvecklingen är bättre i grusbaserat substrat, kan betyda att det är möjligt att kombinera vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Problemet är kanske inte är att kombinera vegetationsutveckling och dagvattenhantering, utan snarare att vegetationsutvecklingen behöver vara prioriterad för att båda ska kunna ha en god samexistens.

Det principiella projekteringsförslaget för Skolgatan visar att en dagvattenfördröjning av ett 20-årsregn i både Uppsala och Göteborg är möjlig ur ett teoretiskt perspektiv där också vegetationens vattenbehov och jordvolym tillgodoses,



se bilaga 2 för beräkning. Hur förslaget skulle fungera i praktiken kvarstår oprövat, men utifrån de intervjuades erfarenheter, vilket projekteringsförslaget till stor del är baserat på, finns det underlag för att principerna som tillämpas i förslaget skulle kunna tillgodose goda förhållanden för vegetation och dagvattenhantering.

I avsnitt *1.1 Bakgrund* redogör vi för klimatförändringarnas effekter på den urbana miljön och vikten av väl fungerande urbana växtbäddar. Då resultatet tyder på att kombinationen av dagvattenhantering och vegetationsutveckling är möjlig, bör denna kombination även underlätta för att bemöta klimatförändringarnas tillhörande utmaningar som översvämningar, genom användning av dagvattenfördröjning, magasinering och interception samt att bemöta värmeöar via krontäckning från en välmående vegetation.

## 5.2 Oväntade resultat

Som en del i detta arbete ingick det att utreda om urbana växtbäddar behövde utformas annorlunda i västra och östra Sverige, utfallet visade på både väntade och oväntade resultat. I detta avsnitt redogörs för de oväntade resultaten.

Baserat på litteraturöversikten gjorde vi initialt en bedömning att det kunde finnas större skillnader i utformning av urbana växtbäddar, utifrån regionala skillnader gällande nederbörd och antalet isdagar (Muthanna et al. 2008; Kratky et al. 2017; Mantilla et al. 2023). Av resultat från intervjuer framkom dock att skillnaderna gällande nederbörd och antalet isdagar inte skulle resultera i en signifikant skillnad i utformningen, framför allt på grund av de relativt grova fraktionsstorlekarna som förordades i intervjuerna. Det resonemanget stöds av Mantilla et al. (2023) och Muthanna et al. (2008), som rekommenderar att grövre

substrat används för att växtbädden inte ska få en lägre infiltrationskapacitet under perioder med is och snö. Argumentet stöds ytterligare då substraten som Mantilla et al. (2023) och Muthanna et al. (2008) diskuterar utgörs av sandbaserade substrat, vilken enligt SGI (2023) har en fraktionsstorlek som är mellan 0,06–2 mm, det vill säga fraktionsstorlekar som är mindre än de substratsammansättningar som diskuteras i intervjuerna. I det fall aspekten rening avses inkluderas, där ett substrat med finare fraktionsfördelningar eventuellt inkluderas, kan det däremot argumenteras att vara relevant att överväga hur det bör påverka utformning av växtbäddar i västra och östra Sverige.

Det går att utläsa att det råder en signifikant procentuell skillnad gällande den genomsnittliga årsnederbörden mellan Göteborg och Uppsala. Göteborg har en genomsnittlig årsnederbörd som är 61,4% mer omfattande än i Uppsala, se tabell 3. Resultat av intervjuer antyder däremot att det är de dimensionerande regnen som utgör en utmaning att fördröja, och dessa skiljer sig inte procentuellt sett lika mycket åt mellan västra och östra Sverige, se tabell 1 och 2 som visar på en skillnad på mellan 2–25% beroende på återkomsttid och varaktighet. Argumentet att de dimensionerande regnen utgör en utmaning stöds både utifrån intervjuer och av litteraturöversikten (Rosenqvist & Rydén Sonesson 2017). Samtidigt belyser studien från Mantilla et al. (2023) att fuktighetsgraden och dess korrelation till frekvensen av nederbörd kan påverka växtbäddens förmåga att fördröja vatten. Här kvarstår frågan om detta också blir irrelevant på grund av det grövre substratet som diskuteras i intervjuerna. Men även om det utgör en faktor som påverkar är det enbart i genomsnitt cirka 11% fler nederbördsdagar per år i Göteborg jämfört med Uppsala, se tabell 7. Detta kan eventuellt betyda att det är en faktor av marginell betydelse i detta arbete som jämför

just Göteborg och Uppsala, men kanske är utav större vikt i områden där nederbördsfrekvensen skiljer sig mer åt.

Den procentuella skillnaden i de dimensionerande regnen illustreras i projekteringsförslagen vid Skolgatan, det görs genom en ökad utbredning på enbart 9,4% vid ett 20-årsregn med en varaktighet på 30 minuter, se bilaga 2 för beräkning. Att resultatet tyder på att antalet skillnader och deras omfattning är begränsade mellan östra och västra Sverige, utgår från argumentet att det krävs ett mer lokalt perspektiv. Mikroklimatet bör beaktas för den specifika platsen, snarare än generella skillnader mellan väst och öst, eller som för detta arbete, skillnader mellan Göteborg och Uppsala. Principerna som framkom av intervjuer, och som har tillämpats i projekteringsförslaget, tyder på att de regionala aspekterna inte har en avgörande betydelse för urbana växtbäddar, utan principerna bör snarare anpassas utifrån specifika platsens lokala klimat. Terrassen som beaktades i projekteringsförslagen och dess påverkan på dräneringen är ett exempel på dessa lokala aspekter, emedan de regionala skillnaderna visade att det främst var avrinningsområdet och den urbana växtbäddens volym som behövde justeras, samt möjligen en eventuell skillnad hos substratsammansättningen.

## 5.3 Generalisering av resultatet

Resultaten bedöms vara delvis generaliserbara. Principer som har diskuterats kan i stort tillämpas universellt i projekt med urbana växtbäddar för att främja en god vegetationsutveckling och effektiv dagvattenhantering. Kunskap om principerna kan främja möjligheten för förslag från landskapsarkitekter och andra yrkesverksamma att vara relevanta och praktiskt möjliga att genomföra. Däremot är detaljerna i utformningen beroende av lokala förutsättningar, vilket de intervjuade belyser. Därför kan exempelvis inte typritningarna från arbetets översiktliga

projekteringsförslag direkt överförs till ett annat projekt utan anpassning. Detta betyder också att arbetet inte kan generaliseras mellan västra och östra Sverige eftersom varje plats har sina specifika förutsättningar. Däremot i de fall diskussion förs utifrån de generella förutsättningarna i Göteborg och Uppsala, kan det argumenteras för att det är möjligt att generalisera projekteringsförslagen till viss del, men då för de två områdena.

## 5.4 Kompetens och samarbete mellan yrkesgrupper

I intervjuerna har deltagarna betonat vikten av kompetens och samarbete mellan olika yrkesgrupper. Mot bakgrund av att denna uppsats avser att bidra med ökad kunskap om vilka aspekter landskapsarkitekter behöver vara medvetna om, har det varit av särskilt intresse att få ta del av dessa resonemang. Att besitta kunskap kan avse att behärska ett ämnes relevanta delar på såväl bredd som djup, men det kan också innebära att veta när och om extra kunskap behöver inhämtas, var denna kunskap finns och att tänka att interdisciplinärt arbete lönar sig.

Av resultat från intervjuer framgick att kompetens är viktigt för såväl landskapsarkitekter som entreprenörer och skötselpersonal, till exempel i samband med att anvisningar upprättas för skötsel av växtbäddar eller för val av vegetation. Betydande arbete kan ha lagts ned på konstruktion av bäddarna men om vegetation och skötsel inte fungerar kommer inte växtbäddarna att fungera som det var avsett. Av den anledningen betonar vi vikten av landskapsarkitekter behöver ha kompetens för såväl vad ämnet avser, som en kommunikativ förmåga att göra ämnet lätt att förstå för mottagaren.

## 5.5 Principer och hållbarhet

Nedan diskuteras de principer som behöver beaktas vid utformning av urbana växtbäddar som avser att både möjliggöra en god vegetationsutveckling och dagvattenhantering i västra och östra Sverige.

### 5.5.1 Substrat och fuktretention

Från resultat av intervjuer framgick att substratsammansättningen eventuellt bör skilja sig åt mellan västra och östra Sverige, se avsnitt 4.1.5 *Övriga skillnader mellan västra och östra Sverige*. Det råder däremot osäkerhet i denna fråga och av den anledningen föreslås det att vara ett ämne att utredas för framtida forskning.

Det kan spekuleras kring betydelsen av fuktretention och substrat som kan tillhandahålla kapillärstigande egenskaper. För en region som har mindre nederbörd är denna fråga möjligen utav större vikt. Utifrån det kan det argumenteras vara värt att utreda huruvida andelen pimpsten bör utgöra en större andel av substratsammansättningen i exempelvis Uppsala än Göteborg. Av resultat från intervjuer framkom vikten av att beakta fuktretention och att det kan uppnås på flera olika sätt. Det framgick att fuktretention kan uppnås genom att en marktäckning görs med finare fraktionsstorlekar av makadam, alternativt med en marktäckning bestående av kokosfibermatta eller träflis. Utifrån prestanda verkar alla dessa alternativ fungera likvärdigt. Vi bedömer att den stora skillnaden blir utifrån ett hållbarhetsperspektiv och utifrån vilket estetiskt uttryck som föredras. Det estetiska uttrycket är utav värde, en fungerande växtbädd ger förutsättningar för att uppnå önskat uttryck. Med hänsyn till hållbarhet i materialval anser vi att bedömningar behöver göras. Av intervjuerna framkom det att kokosfiber inte är ett lokalproducerat material, vilket däremot träflis kan vara. Vidare är träflis

förnyelsebart jämfört med makadam, men makadam kan återanvändas vid tvätt. Vad som är det bästa alternativet för att uppnå fuktretention är svårt att avgöra och får avvägas till varje enskilt projekt, hänsyn behöver tas till transporter, om materialet är förnyelsebart och/eller om materialet kan återanvändas.

Om skillnader beaktas mellan västra och östra Sverige fyller marktäckningen en viktig funktion för dessa urbana växtbäddar oavsett region, det kan dock vara av större vikt i östra Sverige (Uppsala) då årsnederbörden är betydligt mindre jämfört med västra Sverige (Göteborg) (SMHI 2023b), se tabell 3 och 4. Om även temperaturen beaktas innebär det att Göteborg kan antas ha en högre avdunstning till följd av generellt högre temperatur jämfört med Uppsala (SMHI 2021), se tabell 5, vilket även ökar vikten av fuktretention i Göteborg. Oavsett region framstår fuktretention vara essentiellt för vegetationsutvecklingen.

### 5.5.2 Best practice

Biokol och grönkompost utgör komponenter i de urbana växtbäddarna som ser till att fukt och näring hålls kvar i substratet. Men vad som kan argumenteras vara *best practice* för den urbana växtbäddens vegetationsfrämjande egenskaper och vad som är hållbart ur ett miljöperspektiv kan diskuteras.

Pimpstenen framstår att vara ett substrat som tillhandahåller fördelaktiga egenskaper i form av kapillärstigande funktion till växtbäddar. Av resultat från intervjuer framgick att det fanns delade åsikter om pimpsten kan anses vara hållbart eller inte, och då med hänsyn till att det inte är ett lokalproducerat material, men att det inte heller finns något substitut i dagsläget. Vi anser att det föreligger en hållbarhetsproblematik i denna fråga som är svår att mäta. Till exempel används idag bland annat biokolsmakadam i växtbäddar och det materialet saknar den kapillärstigande effekten som pimpsten bidrar



med, vilket innebär att växtbäddarna lättare torkar ut. Biokolsmakadamen har en möjlighet att utgöras av lokalproducerat och återvunnet material, men risken för en misslyckad vegetationsetablering ökar och därav minskar också möjligheten för vegetationen att bidra med olika ekosystemtjänster som kan gynna ett gott stadsklimat. Det kan diskuteras om import av pimpsten kan rättfärdigas med hänsyn till hållbarhet för att öka möjligheterna till en god vegetationsutveckling, och tillhörande ekosystemtjänster. Sådana beräkningar och bedömningar skulle kunna vara av intresse att utföra i ett separat forskningsarbete. Vid fall där pimpsten inte används framstår det som ännu viktigare att använda lokalt producerad biokolsmakadam, annars uteblir de goda effekterna från pimpsten samtidigt som de fördelaktiga klimatkalkylerna med lokalproducerat material uteblir.

### 5.5.3 Homogenitet

Enligt resultat från några av intervjuerna framgick att homogeniteten i växtbäddens horisontala uppbyggnad var utav vikt eftersom det främjar såväl vegetationsutvecklingen som dagvattenhanteringen. Alternativ till homogenitet framfördes under intervjuer av Hägg, det innebar att en grövre fraktionsstorlek läggs under rotklumpen för en ökad stabilitet och för att tillhandahålla en zon med större porer där trädens grövre rötter kan etablera sig. Arbetets resultat utifrån intervjuerna pekar mot att homogenitet är att eftersträva då det enligt intervjuerna både är fördelaktigt för vegetationsutveckling och dagvattenhantering. Vidare kan det också argumenteras att färre olika lagerföljder innebär en minskad komplexitet vilket var en faktor som också belystes under intervjuerna för att öka möjligheten till en lyckad anläggningsprocess.

Anpassningar kan alltid komma att behöva göras efter lokala förutsättningar och likaså sker utveckling som innebär att ny kunskap behöver prövas. Utifrån de handböcker som har använts i arbetet är det enbart en konstruktionsritning av en regnbädd, tillhörande Malmö Stad, som använder en horisontalt homogen substratuppbyggnad, se 3.6.3 *Lagerföljd*. Flera av de vi intervjuade förordar denna homogenitet, det framgår dock inte ännu i de tekniska handböckerna. Det här väcker frågan om detta är en princip som bör testas i större utsträckning framöver.

### 5.5.4 Djup och dimensionering

Flera av de som intervjuades diskuterade hur djup en växtbädd bör vara. Av intervjuer framkom att det skulle vara en fördel för vegetationen om växtbäddarna var grundare jämfört med idag. Ett djup som nämndes under diskussioner var 800 mm, vilket kan jämföras med 950 respektive 1400 mm som Uppsala kommun använder idag (Uppsala kommun 2023) och 1000 mm för Göteborg stad (2023a, 2023b). Det framkom vidare från resultat av intervjuer att växtbädden kan byggas grundare än 800 mm, men i sådana fall behöver hänsyn tas till de lokala förutsättningarna. Vi bedömer att den större mängden nederbörd i västra Sverige inte nödvändigtvis är ett problem i relation till en grundare växtbädd, men detta i kombination med lokala förutsättningar kan utgöra ett problem. Exempelvis i Göteborg, där terrassen generellt är vattenmättad och där genomsnittliga årsnederbörden är hög kan det resultera i en försämrad vegetationsutveckling på grund av ofördelaktiga syre- och vattenförhållanden. Enligt resultat av intervjuer framfördes att i områden där det däremot är mycket torrt kan övervägande göras att bygga så grunt som 600–700 mm. Med hänsyn till det görs bedömning att i Uppsala skulle det kanske vara aktuellt att anlägga 600 mm djupa växtbäddar eftersom den genomsnittliga årsnederbörden är väsentligt lägre än i Göteborg, se tabell 4, för att säkerställa tillräcklig fukt för vegetationen. I det översiktliga projekteringsförslaget bedöms en växtbädd behöva ett

djup på 800 mm, framför allt på grund av dess kontext i staden. Grundare växtbäddar medför den problematiken att det inte går att använda lika stora kvaliteter på träden, eftersom rotklumpen blir för stor och hög gentemot höjden på växtbädden. Vilket alternativ som är mest lämpligt bör sannolikt bedömas enligt varje projekts förutsättningar.

Det framkom vidare av intervjuer att ett verklighetsbaserat problem med att anlägga grundare växtbäddar är att det kan bli svårt att få plats för växtbädden i det ofta trånga gaturummet, vilket innebär att den grundare och bredare utformningen inte alltid är tekniskt genomförbar. Vid fall där växtbädden inte kan bli bredare och ett visst djup behövs för att möjliggöra fördröjning av en specifik volym vatten, kan diskussion föras huruvida urbana växtbäddar är en lämplig lösning eller inte. En urban växtbädd är just en växtbädd, och om inte vegetationsutvecklingen lyckas kan det argumenteras, som Bellan framförde, att anläggningen har misslyckats. För att möjliggöra en god vegetationsutveckling och förhindra att vegetationen misslyckas kan möjligen andra alternativa lösningar komplettera en urban växtbädd med lägre kapacitet.

Med hänsyn till platsbrist i staden och eftertraktade ytarealer, kan det diskuteras om det översiktliga projekteringsförslag som presenteras i detta arbete är realistiskt eller inte, med hänsyn till förslagens generösa ytareal. Värt att nämna är att om kompromiss görs med vegetationsytans utbredning leder det till förlust av såväl infiltrationskapacitet som andra mervärden från vegetation.

Växtbäddsvolymen per träd i projekteringsförslagen är cirka 15 kubikmeter, vilket är i det lägre spektrumet av det som rekommenderas av AMA för att möjliggöra att större träd ska kunna uppnå fullgod storlek (Svensk Byggtjänst 2023). Här kan det argumenteras för att det skulle vara fördelaktigt att ett val hade gjorts att anlägga en större växtbädd. För att inte ta upp ännu mer ytareal

av gatan skulle föreslagen växtbädd kunna göras med en större magasin kapacitet på bredden under gatan/trottoar, det framkom som ett resultat av intervjuer att det kunde genomföras med förslagsvis makadam 32–64. Detta tar däremot upp mer utrymme under gatan respektive trottoar och ytterligare hänsynstagande behöver tas till existerande ledningar. Alternativ metod för ökad växtbäddsvolym är att bygga den djupare. En sådan lösning kan däremot anses vara kontraproduktivt om mål för växtbädden är att främja vegetationsutvecklingen, av resultat av intervjuer förklaras det bero på att luft- och vattenförhållandena blir sämre för vegetationen (Stål), om inte substratsammansättningen förändras också.

För att bemöta klimatförändringarna som medför extremare väder både genom intensivare regn och längre perioder av torka (Boverket 2023a; Naturvårdsverket 2024a), förordade flera av de som intervjuades att det är viktigt med magasinering av vatten. Vidare framgick av resultaten att det magasinerade vattnet kan användas för att bemöta vegetationens vattenbehov på ett hållbart sätt (Rovelstad; L. Nilsson). Vid jämförelse mellan Göteborg och Uppsala framgår det att det finns olika fördelar och förutsättningar för magasinering av vatten. Göteborg har en mer omfattande genomsnittlig årsnederbörd (SMHI 2023b), det innebär att det finns en potential att magasinera mer vatten och att bli ännu mindre beroende av manuell bevattning. Uppsala har däremot ett torrare klimat och har därför ett större behov av att kunna magasinera vatten åt vegetationen. Oavsett om magasinering är mer lönsamt i Göteborg eller Uppsala har båda områdena oförutsägbara torrperioder, magasinering kan därför vara en åtgärd för att förebygga den problematiken. Placering av dränering avgör hur mycket vatten som kan magasineras, och denna princip har inte specifik lösning för västra eller östra Sverige. Platsspecifika faktorer spelar en större roll i dess placering, ett exempel på detta är terrassens egenskaper.

### 5.5.5 Interception

Interception via vegetationen är en princip att beakta vid de fall där avlastning önskas såväl för VA-nätet som för de urbana växtbäddarna (Zabret & Šraj 2015), vilket också framgick av resultat från intervjuer. I det översiktliga projekteringsförslaget föreslås att de urbana växtbäddarna i Göteborg ska innehålla fler barrträd än bäddarna i Uppsala. Förslaget att Göteborg får fler barrträd motiveras med att barrträd har en högre interceptionskapacitet, vilket framkom under intervjuerna och att nederbörden är markant högre i Göteborg under vintern (SMHI 2023b). Vidare baseras argumentet att använda fler barrträd i Göteborg än i Uppsala på rekommendation från Zabret och Šraj (2015), som nämner att i områden där det förekommer mycket nederbörd under hösten och vintern är det mer fördelaktigt att plantera barrträd. Detta kan i teorin anses vara en fördelaktig lösning, men frågan kvarstår vilken faktisk fördelning mellan löv- och barrträd som är mest fördelaktig. Skapas det fler problem av att adaptera detta tankesätt på en principiell nivå? Om dessa urbana växtbäddar kommer användas i stor utsträckning i framtida stadsbyggnad, löper det en risk att barrträd kommer att bli överrepresenterade trädarter i staden.

### 5.5.6 Etableringsskötsel

Som ett resultat av intervjuer framkom det flera förslag om hur bevattning och etableringsskötsel av urbana växtbäddar bör utföras. De bevattningsmetoder som förespråkades speglar olika ansatser till vad som kan anses vara optimal bevattning men de har till stor del en gemensam målsättning, att växtbädden ska få tillgång till mer vatten och rätt mängd vatten samt att främja rotutveckling. En bevattningsstrategi som förespråkades av en av de intervjuade var att vid etablering tillförs växtbädden initialt tillräckligt med vatten för att bli vattenmättad, för att därefter ges regelbunden veckovis påfyllnad av vattensäcken och var fjortonde dag bevattnas hela ytan. Ett annat förslag som framkom under intervjuer avsåg att bevattningssäckar placeras intill stammen under första året, så att vattnet kommer rotsystemet till del, för att under andra året och framöver flyttas säckarna ut mot trädstöden runt omkring för att rötterna ska kunna sprida sig utåt. Båda metoderna syftar till att främja rotutvecklingen ut från den initiala rotklumpen, och den ena metoden utesluter inte nödvändigtvis den andra eftersom även bevattningssäckarna kan flyttas ut efter en period i den första metoden med bevattningsschema. Vidare överensstämmer förslaget med bevattningsschema, som omfattade en initial extra omfattande vattentillförsel, väl ihop med Fridell et al. (2023) som anger att växtbäddens substrat är särskilt torrt vid anläggning och behöver extra bevattning initialt.

Det är också av vikt att anpassa dessa bevattningsscheman till lokala klimatförhållanden och platsens specifika behov. Anpassningen bör inte nödvändigtvis ske statistiskt utifrån de generella klimatförhållandena i västra och östra Sverige, av intervjuer framkom att i stället rekommenderas en generell flexibilitet. Med hänsyn till resultat från intervjuer betonas vikten av att effektiva bevattningsscheman utformas med en förståelse för både nederbördsmönster och temperaturvariationer, det görs för att optimera vattenanvändningen utan



att kompromissa med växtutvecklingen. Flexibilitet krävs både för att främja vegetationsutvecklingen men även ur ett hållbarhetsperspektiv. Effektiv vattenanvändning är avgörande inte enbart för att främja en god vegetationsutveckling utan också för att bidra till miljömässiga mål om minskad resursförbrukning. Som ett resultat av intervjuer framkom ytterligare ett förslag som avsåg att främja vegetationen genom att förlänga perioden för etableringsskötsel, ur ett hållbarhetsperspektiv skulle ett sådant förslag kunna innebära att vegetationen får bättre möjligheter att överleva. Denna diskussion belyser vikten av att fortsatt utforska och utveckla bevattningstekniker som kan anpassas till både miljömässiga förutsättningar och vegetationens behov, för att optimera både hållbarhet och funktion i urbana växtbäddar.

### 5.5.7 Komplexitet

En växtbädd kan utformas med en standardlösning eller platsanpassad lösning, båda alternativen kan antingen vara enkla eller komplexa. Diskussionen kring användningen av platsanpassade lösningar och standardlösningar för urbana växtbäddar visar på ett förhållande som möjligtvis, men inte nödvändigtvis är, svårt att kombinera.

Att undvika standardlösningar kan argumenteras göra anläggningen mer komplex, men behöver inte nödvändigtvis betyda att den måste vara avancerad. Den specifika platsanpassningen som flera av de intervjuade förespråkade kanske kan vara möjlig att kombinera med enkla konstruktioner. För de översiktliga projekteringsförslag som presenteras i detta arbete föreslås till exempel att regnbäddarna enbart tillförs en typ av substrat genom hela växtbädden. En sådan lösning är ett exempel på en mindre komplicerad uppbyggnad, samtidigt som ett substrat används som bemöter vegetationens behov. Ett argument som talar emot standardlösningar är behovet av platsanpassning som förespråkas av flera av de intervjuade.

Detta får även stöd i litteraturöversikten från Mantilla et al. (2023), som framförde argument att om man inte tar hänsyn till klimatvariationer blir det också svårt att förutse växtbäddens prestanda.

Det är viktigt att hitta rätt balans mellan dessa perspektiv, genom att minska risken för misstag vid anläggning främjas förutsättningarna för en god vegetationsutveckling. Utmaningen ligger i att hitta en god balans mellan dessa perspektiv och att identifiera när det ena eller andra tillvägagångssättet är lämpligt. Sådana risker och utmaningar bör kunna omhändertas, eller i vart fall minska, genom att ständigt söka ny kunskap, forska, pröva nya metoder och genom samarbete mellan olika yrkesgrupper.

## 5.6 Paraplybegrepp

I detta arbete användes begreppet *urbana växtbäddar* som ett paraplybegrepp för olika typer av växtbäddar som förekommer i en urban kontext, vidare har avgränsning gjorts till växtbäddstyperna regnbädd och skelettjord/träd i hårdgjord yta. Ett paraplybegrepp kan vara fördelaktigt att använda för att skapa en övergripande förståelse och diskussion kring ämnet. Det möjliggör att yrkesverksamma, forskare och studenter kan tala om olika typer av grönskande strukturer i städer utan att behöva använda sig av specifika termer för varje konstruktionstyp. Däremot kvarstår problemet med att det inte finns någon gemensam terminologi. Begreppet *urbana växtbäddar* kan nyttjas som ett övergripande paraplybegrepp, men användning av specifika termer som hänvisar till just en specifik konstruktionstyp behöver fortfarande användas. För att illustrera detta kan arbetets projekteringsförslag användas som exempel. Vid Skolgatan i Uppsala föreslås anläggning av urbana växtbäddar, mer specifikt förekommer två olika konstruktionstyper, dels regnbäddar, dels skelettjordar. De har inte exakt samma utformning och de erbjuder olika

funktioner, och behöver därav kunna preciseras närmare. Emedan ett paraplybegrepp kan bidra med att rama in ämnet, kanske problemet med begreppsterminologin snarare antas bestå av att det förekommer många synonymer för vissa växtbäddstyper. Av den anledningen är det viktigt att vara tydlig i samband med förslag på utformning av växtbäddar, beställningar och instruktioner för skötsel.

## 5.7 Diskussion av metod

Grundad teori har valts med anledning av att metoden omfattar ett tillvägagångssätt där vikten betonas av att teorin ska kunna förankras i det som anses vara konkret (Glaser & Strauss 1967, se Dalen 2015). Det konkreta motsvarar i denna uppsats de svar som erhållits i samband med intervjuer och det är dessa, som enligt metod för grundad teori, behandlas genom kodning som indata till analys. I samband med kodning söks likheter och skillnader och Dalen (2015) förklarar det som att en systematisk jämförelse utförs. Det innebär vidare att det resultat som härleds ur analysen, har sin grund i erhållna svar från intervjuer (empiriska data). Det kan även förklaras som att härledning av teorier (hypoteser om slutsatser), som författarna till denna uppsats kommer att formulera, härleds genom induktion.

Emedan det finns andra metoder att tillämpa vid kvalitativa undersökningar har ett val gjorts att använda grundad teori som metod. Det har gjorts eftersom processen är förhållandevis konkret med flera fördelar i samband med kodningsprocessen. Sådant fördelar är till exempel arbetet med koder och analysen av dem, koderna kan vidare benämnas och användas som teman i avsnitt för resultat. Även om en annan analytisk metod hade använts i denna uppsats föreligger det problem med tolkning av svar. Som nämnts är det centralt att de svar som erhålls i

samband med intervjuer kommer fram i intervjun. Det finns alltid risk att författarnas subjektiva tolkningar påverkar dokumentation/transkribering av intervjuer, dessutom kommer läsarna av uppsatsen att göra sina tolkningar. Risken med subjektiva tolkningar bedöms dock vara lägre på grund av att intervjuer har gjorts med personer som besitter betydande kunskap och erfarenhet av området. I stället är risken i expertintervjuer förknippad med intervjupersonens legitimitet som expert. Likaså tillkommer problematiken med om svar på intervjuer kan anses som sanna, det vill säga om de är giltiga och att presenterat resultat därmed kan anses stämma.

Det kan spekuleras gällande antalet intervjuade och huruvida resultatet påverkas. I de fall färre personer hade intervjuats hade en djupare analys av dessa varit möjlig att genomföra inom arbetets tidsram, eller om fler hade intervjuats hade resultat kunnat anses ha stärkts, men det hade varit svårare att genomföra inom tidsramen.

Metod med intervjuer har kombinerats med litteraturoversikt, det har gjorts för att få förståelse för ämnet inför intervjuer och för att kunna utföra analyser. "Förståelse bestäms av en förförståelse eller förståelsehorisont" (Wormnæs 1996, se Dalen 2015:17). Med det menas att när vi möter de som intervjuas, och när svar (data) på intervjuer behandlas, kommer vi i egenskap av författare till denna uppsats att bidra med egen förförståelse. Denna förförståelse riskerar också att påverka de tolkningar som görs men är samtidigt nödvändiga för att utföra arbetet. Vidare noteras att en del av litteraturen är hänförligt till handböcker i ämnet, upprättade av kommuner och organisationer och att något färre avser vetenskapliga artiklar. Av den anledningen betonas återigen att intervjuerna är det huvudsakliga källan till kunskap i denna uppsats.

I arbetet genomfördes sju intervjuer, den slutgiltiga representationen skiljer sig mellan olika individer. Avsikten har inte varit att censurera någon av de intervjuade, utan deras representation är baserat på hur relevanta svaren varit utifrån arbetets frågeställningar. Vid fall där intervjufrågorna hade anpassats och skraddarsyts ytterligare utifrån respektive intervjupersons specifika kunskapsområde hade eventuellt representationen blivit mer jämnt fördelad.

## 5.8 Slutsats

Vi menar att det är möjligt att kombinera vegetationsutveckling och dagvattenhantering i urbana växtbäddar men att grundregeln bör vara att i varje projekt prioritera den ena eller andra aspekten. Vid prioritering av den ena aspekten kommer den andra att inskränkas. Det framstår vara fördelaktigt att prioritera vegetationsutveckling, dels då en urban växtbädd är just en växtbädd, och om inte vegetationsutveckling lyckas kan det argumenteras att anläggning har misslyckats. Vidare framstår det vara möjligt, ur ett teoretiskt perspektiv, att anlägga en växtbädd som har för avsikt att främja vegetationsutveckling och tillhandahålla en dagvattenfördröjning för åtminstone cirka 20 mm eller ett 20-årsregn som testades i följande arbete, och samtidigt inte inskränka möjligheten för att erhålla ekosystemtjänster. Det kan föreligga en konflikt i att möjliggöra fuktretention samtidigt som en tillräcklig vattenavledande förmåga tillhandahålls hos växtbädden, beroende på graden dagvattenhantering som efterfrågas. Då studier har redovisat att grusbaserade substrat kan främja en god rotutveckling, och samtidigt erhålla en relativt hög hydraulisk konduktivitet, finns det argument för att vegetationsutveckling och dagvattenhantering till viss del kan samexistera.

För en god vegetationsutveckling krävs det främst att den urbana växtbädden kan tillgodose gasutbyte, fuktretention och strukturstabilitet. För dagvattenhantering krävs det främst att växtbädden har en tillräcklig hydraulisk konduktivitet, kan fördröja vatten och strukturstabilitet. Utmaningen ligger i att ha en tillräcklig hydraulisk konduktivitet samtidigt som substratet i den urbana växtbädden har en tillräcklig fuktretention. Genom att använda ett retentionslager bestående av makadam 2–5 mm, träflis eller kokosfibermatta kan man uppnå en tillräcklig fuktretention till underliggande substrat bestående av biokolsmakadam 2–5 mm, grönkompost och eventuellt pimpsten. Att ha ett substrat som innehåller pimpsten framstår vara best practice utifrån att främja vegetationsutveckling, men det krävs diskussion huruvida materialet är försvarbart ur en hållbarhetssynpunkt eller inte.

Hur utformningen för en stadsgata påverkas, utifrån variation i nederbördsförhållanden i västra och östra Sverige, är det främst dimensioneringen och eventuellt avrinningsområdet som påverkas. För att möjliggöra en god vegetationsutveckling och samtidigt möjliggöra en dagvattenhantering menar vi att det främst är lokala, inte regionala skillnader som bör beaktas. Andra faktorer som vi menar är särskilt viktiga att utgå ifrån i varje enskilt projekt för att säkerställa möjligheterna till ett lyckat resultat är substratsammansättning, fraktionsstorlek, homogenitet i uppbyggnad, dimensionering, terrassens egenskaper, avrinningsområde, vegetationens interceptionskapacitet, etableringsskötsel och anpassning till lokala förutsättningar.



## 5.9 Framtida forskning

Branschen är i ständig utveckling, och exempelvis vilken substratsammansättning som kan anses vara best practice kan ändras med tiden. Då det idag framstår som svårt att ersätta pimpsten och dess egenskaper, kan det vara viktigt ur ett hållbarhetsperspektiv att veta hur många volymprocent pimpsten som ger störst avkastning i relation till vegetationsutveckling.

Av intervjusvar framgick att det förelåg en viss osäkerhet gällande om substratsammansättningen borde skilja sig åt utifrån klimatvariationerna mellan östra och västra Sverige, på grund av den osäkerheten kan det argumenteras att vara av intresse att undersöka den frågan vidare.

Detta arbete omfattade att undersöka om och hur urbana växtbäddar kan behövas utformas olika beroende på regionala klimatförutsättningar. Det kan även argumenteras vara utav intresse att undersöka om urbana växtbäddars utformning påverkas av regionala klimatförutsättningar i södra och norra Sverige.

Under intervjun med Hägg framkom det en osäkerhet kring hur stor andel av vattnet i biokolen som faktiskt är växttillgängligt. Då samtliga kommuner som var inkluderade i detta arbete använder biokol i sina substrat för urbana växtbäddar kan det argumenteras att vara utav intresse att utreda.

Under intervjuerna kom det fram att etableringsskötseln, specifikt gällande etableringsbevattning, eventuellt kunde skilja sig åt mellan olika arter. Detta är värt att undersöka, både för att främja en god vegetationsutveckling och ur ett hållbarhetsperspektiv, till exempel för att inte tillföra mer vatten än nödvändigt.

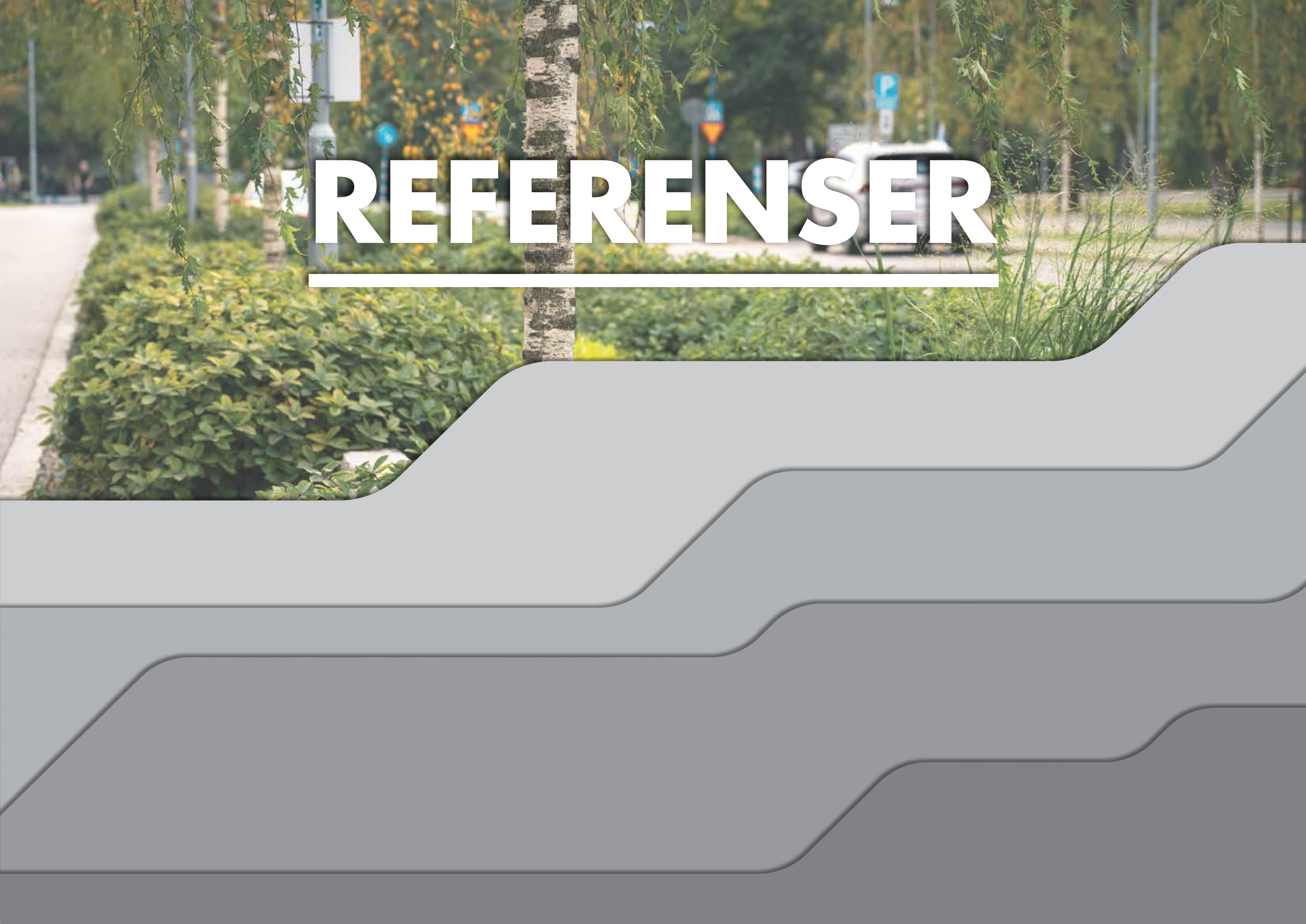
Vidare kom det fram under intervjuerna att olika yrkesgruppers kompetensområden, synsätt och prioriteringar påverkar vilka lösningar som väljs för gaturummen. Till exempel kan den "gröna" sidan föredra att prioritera utformning av urbana växtbäddar och den "blå"

sidan föredra exempelvis brunnar. Med olika yrkesgrupper avses i detta sammanhang yrkesgrupper inom vatten och avlopp som har fokus på att hantera dagvatten, respektive "den gröna" sidan med fokus på urbana växtbäddar. Hur ett sådant samarbete kan främjas och effektiviseras skulle kunna vara ett område för framtida forskning och vara värdefull kunskap för branschen.

En aspekt avseende kompetens avser styrning, i detta sammanhang skulle det kunna vara av intresse att undersöka om det är fördelaktigt att driva etableringsskötseln i egen regi, såväl ur perspektivet att vegetationen i växtbäddarna främjas som vad det skulle innebära för ekonomiska konsekvenser.

# REFERENSER

---





# Referenser

## Skriftliga källor

- Alm, H. (2005). *Skelettjord – att hantera trafikdagvatten i stadsmiljö*. [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdfer/rapporter/dagvatten/skelettr2005\\_24.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdfer/rapporter/dagvatten/skelettr2005_24.pdf) [2024-03-05]
- Armson, D., Stringer, P. & Ennos, A.R. (2012). The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11 (3), 245–255. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.05.002>
- Asadian, Y. & Weiler, M. (2009). A New Approach in Measuring Rainfall Interception by Urban Trees in Coastal British Columbia. *Water Quality Research Journal of Canada*, 44. <https://doi.org/10.2166/wqrj.2009.003>
- Backhaus, A. & Fryd, O. (2013). The aesthetic performance of urban landscape-based stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe. *Journal of Landscape Architecture*, 8 (2), 52–63. <https://doi.org/10.1080/18626033.2013.864130>
- Bergstedt, A. & Jägerud, L. (2018). *Naturbaserade lösningar mot översvämning - en praktisk handbok*. (2018:13). [https://catalog.lansstyrelsen.se/store/13/resource/DO\\_2018\\_\\_3#:~:text=Ytavrinningen%20minskar%20genom%20att%20%C3%B6verga%20%C3%A5,minskad%20risk%20%C3%B6r%20%C3%B6versv%C3%A4mning%20nedstr%C3%B6ms](https://catalog.lansstyrelsen.se/store/13/resource/DO_2018__3#:~:text=Ytavrinningen%20minskar%20genom%20att%20%C3%B6verga%20%C3%A5,minskad%20risk%20%C3%B6r%20%C3%B6versv%C3%A4mning%20nedstr%C3%B6ms). [2024-01-18]
- Beryani, A., Goldstein, A., Al-Rubaei, A.M., Viklander, M., Hunt, W.F. & Blecken, G.-T. (2021). Survey of the operational status of twenty-six urban stormwater biofilter facilities in Sweden. *Journal of Environmental Management*, 297, 113375. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113375>
- Boverket (2010). *Mångfunktionella ytor Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*. [https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella\\_ytor.pdf](https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf) [2024-02-22]
- Boverket (2019a). Ekosystemtjänster för klimatanpassning – dagvattenlösningar och temperaturreglering. Boverket. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/> [2024-02-22]
- Boverket (2019b). *Typer av ekosystemtjänster - PBL kunskapsbanken*. [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/det\\_har/typer/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/det_har/typer/) [2024-01-18]
- Boverket (2020). *Ekosystemtjänster ger attraktiva och hållbara städer*. Boverket. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/naturen/attraktivt/> [2024-01-19]
- Boverket (2021). *Fördröjning och minskning av dagvatten*. Boverket. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/dagvattenhantering/> [2024-03-05]
- Boverket (2023a). *Faktablad om dagvatten och skyfall i den täta staden*. <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/uppdrag/klimatanpassningsarbete-for-den-byggda-miljon/resultat-i-uppdraget/faktablad/> [2024-02-22]
- Boverket (2023b). *Reglerande ekosystemtjänster*. Boverket. <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/ekosystemtjanster/olika-typer-av-ekosystemtjanster/reglerande-ekosystemtjanster/> [2024-03-12]
- Dalen, M. (2015). *Intervju som metod*. 2 upplagan. Gleerups Utbildning AB.
- Dujesiefken, D. & Kockerbeck, P. (1999). *Jahrbuch der Baumpflege*. Thalacker Medien. [2024-04-25]
- Eigenbrod, F., Bell, V.A., Davies, H.N., Heinemeyer, A., Armsworth, P.R. & Gaston, K.J. (2011). The impact of projected increases in urbanization on ecosystem services. *Proceedings: Biological Sciences*, 278 (1722), 3201–3208
- Fridell, K., Border, M., Brattström, M., Hallgren, E., Vysoký, M., Linnersten, I., Linde, A., Sixtensson, S., Bruhn, F., Thynell, A., Lameri, T.O., Sandell, B. & Backlund, A. (2023). *Levande stadsrum - en handbok i Blågröngrå system 4.0*. Edge. [2024-01-28]
- Fridell, K., Simonsen, E., Hellman, F. & Schouenborg, B. (2022). *Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar - Referensanläggningar*. (2019–00175). [https://www.ri.se/sites/default/files/2023-02/Rapport%20MUD%20-%20Referensanl%C3%A4gningar%2020230125\\_o.pdf](https://www.ri.se/sites/default/files/2023-02/Rapport%20MUD%20-%20Referensanl%C3%A4gningar%2020230125_o.pdf) [2024-02-22]
- Gillner, S., Vogt, J., Tharang, A., Dettmann, S. & Roloff, A. (2015). Role of street trees in mitigating effects of heat and drought at highly sealed urban sites. *Landscape and Urban Planning*, 143, 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.06.005>
- Gülten, A., Aksoy, U.T. & Öztop, H.F. (2016). Influence of trees on heat island potential in an urban canyon. *Sustainable Cities and Society*, 26, 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.006>
- Göteborg Stad (2023a). *Standardritning - Växtbädd träd i grönyta typ Biokol. Hantering av dagvatten Jordmaterial och växtbäddar*. Göteborg Stad. [https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/J3G-C\\_Vaxtbadd-for-trad-biokol-och-hantering-av-dagvatten.pdf](https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/J3G-C_Vaxtbadd-for-trad-biokol-och-hantering-av-dagvatten.pdf) [2024-01-12]
- Göteborg Stad (2023b). *Standardritning - Växtbädd träd i hårdgjord yta typ Biokol. Hantering av dagvatten Jordmaterial och växtbäddar*. Göteborg Stad. [https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/J3E-B\\_Vaxtbadd-for-trad-i-hardgjord-yta-biokol-och-hantering-av-dagvatten-1.pdf](https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/J3E-B_Vaxtbadd-for-trad-i-hardgjord-yta-biokol-och-hantering-av-dagvatten-1.pdf) [2024-01-12]
- Hasselfors Garden AB (u.å.). *Makadamsubstrat Citykross 2-6. Hasselfors garden*. <https://www.hasselforsgarden.se/produkter/citykross-2-6/> [2024-02-26]
- Jergmo, F. & Fridell, K. (2015). Grågröna systemlösningar för hållbara städer. *Movium Fakta*, 2015 (2). <https://pub.epsilon.slu.se/27942/1/fridell-k-et-al-220518.pdf>

- Kratky, H., Li, Z., Chen, Y., Wang, C., Li, X. & Yu, T. (2017). A critical literature review of bioretention research for stormwater management in cold climate and future research recommendations. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11 (4), 16. <https://doi.org/10.1007/s11783-017-0982-y>
- Larm, T. & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämnning av dagvatten*. (2019–20). Svenskt Vatten AB. <https://www.svensktvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf> [2024-02-06]
- Mantilla, I., Flanagan, K., Muthanna, T.M., Blecken, G.-T. & Viklander, M. (2023). Variability of green infrastructure performance due to climatic regimes across Sweden. *Journal of Environmental Management*, 326. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116354>
- MSB (2016). *Nederbörd och översvämningar i framtidens Sverige*. (MSB 973). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://www.msb.se/sv/publikationer/nederbord-och-oversvamningar-i-framtidens-sverige/> [2024-02-22]
- Muthanna, T., Viklander, M. & Thorolfsson, S. (2008). Seasonal climatic effects on the hydrology of a rain garden. *Hydrological Processes*, 22, 1640–1649. <https://doi.org/10.1002/hyp.6732>
- Naturvårdsverket (2023). *Naturbaserade lösningar*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatanpassning/naturbaserade-losningar/> [2024-01-19]
- Naturvårdsverket (2024a). *Klimatförändringarnas effekter i Sverige*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/> [2024-01-18]
- Naturvårdsverket (2024b). *Vad är ekosystemtjänster? Vad är ekosystemtjänster?* <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/mark-och-vattenanvandning/ekosystemtjanster/vad-ar-ekosystemtjanster/> [2024-01-19]
- NOAA (u.å.a). *NOAData - NOAA Online Weather Data*. <https://www.weather.gov/wrh/Climate?wfo=lxw> [2024-03-12] (Ifyllda parametrar: Baltimore Area, Monthly summarized data, 1991-2020, Precipitation, Sum)
- NOAA (u.å.b). *NOAData - NOAA Online Weather Data*. <https://www.weather.gov/wrh/Climate?wfo=pqr> [2024-03-12] (Ifyllda parametrar: Portland Airport Area, Monthly summarized data, 1991-2020, Precipitation, Sum)
- Prudencio, L. & Null, S.E. (2018). Stormwater management and ecosystem services: a review. *Environmental Research Letters*, 13 (3), 033002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa81a>
- Rasmusson, A. (2024). *Vad handlade "Multifunktionella urbana växtbäddar" seminariet om?* <https://www.slu.se/ew-nyheter/2024/1/vad-handlade-multifunktionella-urbana-vaxtbaddar-seminariet-om/> [2024-04-25]
- RISE (u.å.). *Biofilter/Växtbädd*. RISE. <https://www.ri.se/sv/klimatsakrad-stad/klimatsakrade-konstruktioner/biofiltervaxtbadd> [2024-02-26]
- Rosenqvist, H. & Rydén Sonesson, T. (2017). *Robust översvämningshantering under osäkerhet i framtida förtätning och klimatförändring - Ett förslag på beslutsanalys*. (5039). <https://lup.lub.lu.se/luur/d?func=downloadFile&recordOID=8905656&fileOID=8905661> [2024-02-22]
- Schwaab, J., Meier, R., Mussetti, G., Seneviratne, S., Bürgi, C. & Davin, E.L. (2021). The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. *Nature Communications*, 12 (1), 6763. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>
- SGI (2023). *Jordarter*. Sveriges geotekniska institut. <https://www.sgi.se/sv/Forskning--larande/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/jordmateriallara/lera-och-kvicklera/> [2024-04-25]
- SGU (2023a). *Kartvisare och diagram för mätstationer, Län: Uppsala, Kommun Uppsala, Stationsnamn Uppsala\_2, Visa Diagram, Diagramtyp: Nivå i meter under markyta, Visa Allt. Sveriges geologiska undersökning*. <https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/matstationer/> [2024-03-12]
- SGU (2023b). *Kartvisare och diagram för mätstationer, Län: Västra Götaland, Kommun: Göteborg, Stationsnamn: Göteborg\_3, Visa Diagram, Diagramtyp: Nivå i meter under markyta, Visa Allt. Sveriges geologiska undersökning*. <https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/matstationer/> [2024-03-12]
- SLU (2023). *Testbäddar för biokolbaserade växtsubstrat för stadsmiljö*. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/institutioner/stad-land/forskning/Landskapsarkitektur/pagaende-projekt/testbaddar/> [2024-03-12]
- SMHI (2021). *Excel-fil med normalvärden för månadstemperatur för perioden 1991-2020 (213 kB, xlsx)*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/daserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775> [2024-03-12]
- SMHI (2022). *Excel-fil med normalvärden för maxtemperatur för perioden 1991-2020 (380 kB, xlsx)*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/daserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775> [2024-03-12]
- SMHI (2023a). *Excel-fil med normalvärden för antal nederbördsdygn med minst 0,1 mm för perioden 1991-2020*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/daserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775> [2024-03-12]
- SMHI (2023b). *Excel-fil med normalvärden för månadsnederbörd för perioden 1991-2020*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/daserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775> [2024-03-12]



- SMHI (2023c). *Skyfall och rotblöta* / SMHI. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel> [2024-02-22]
- SMHI (2024). *Statistik för extrema korttidsregn – skyfall* / SMHI. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel/statistik-for-extrem-korttidsnederbord-1.159736> [2024-02-22]
- Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering - Planering och exempel*. Svenskt Vatten. [2024-01-29]
- Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden. VA SYD*. [https://www.vasyd.se/-/media/Dokument\\_ny\\_webb/Dagvatten/Dagvatten--och-%C3%B6versv%C3%A4mningsplaner/BlueGreenFingerprintsPeterStahrewebb.pdf](https://www.vasyd.se/-/media/Dokument_ny_webb/Dagvatten/Dagvatten--och-%C3%B6versv%C3%A4mningsplaner/BlueGreenFingerprintsPeterStahrewebb.pdf) [2024-04-10]
- Stockholm International Water Institute (2015). *Gröna lösningar för renare vatten - regnbäddar i Portland. SIWI - Leading expert in water governance*. <https://siwi.org/latest/grona-losningar-for-renare-vatten-regnbaddar-i-portland/> [2024-01-19]
- Stockholm Stad (2024). *Växtbäddar - Stockholms stad*. <https://parker.stockholm/vaxter-djur/trad/vaxtbaddar/> [2024-02-22]
- Stockholm Vatten och Avfall (u.å.a). *Skelettjord*. Stockholm vatten och avfall. [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf) [2024-02-23]
- Stockholm Vatten och Avfall (u.å.b). *Tröga transportsystem*. Stockholm vatten och avfall. [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/trogavled\\_ny\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/trogavled_ny_h.pdf) [2024-01-24]
- Stångby Plantskola (u.å.a). *Acer rubrum 'Red Sunset'*. Stångby Plantskola. <https://stangby.nu/sortiment/acer-rubrum-red-sunset/> [2024-04-25]
- Stångby Plantskola (u.å.b). *Alnus x spaethii 'Späth'*. Stångby Plantskola. <https://stangby.nu/sortiment/alnus-x-spaethii-spath/> [2024-04-25]
- Stångby Plantskola (u.å.c). *Pinus nigra ssp. nigra. Stångby Plantskola*. <https://stangby.nu/sortiment/pinus-nigra-ssp-nigra-svarttall/> [2024-04-25]
- Svensk Byggtjänst (2023). *AMA Anläggning 23* / Svensk Byggtjänst. Svensk Byggtjänst. [2024-04-24]
- Svenskt Vatten AB (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. (P110 utgåva 1). Svenskt Vatten AB. [https://vav.griffel.net/filer/P110\\_del1\\_web\\_low\\_180320.pdf](https://vav.griffel.net/filer/P110_del1_web_low_180320.pdf) [2024-03-05]
- Sörensen, J., Johansson, A., Nordgren, M., Sternudd, C. & Persson, M. (2016). Klimatanpassning mot urbana översvämningar genom transprofessionell samverkan – Adapting to flood risk in a changing climate through transprofessional cooperation. *VATTEN – Journal of Water Management and Research*, 72, 177–185
- Tan, Z., Lau, K.K.-L. & Ng, E. (2016). Urban tree design approaches for mitigating daytime urban heat island effects in a high-density urban environment. *Energy and Buildings*, 114, 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.031>
- United States Environmental Protection Agency (2021). *Green Streets Handbook*. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-04/documents/green\\_streets\\_design\\_manual\\_feb\\_2021\\_web\\_res\\_small\\_508.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-04/documents/green_streets_design_manual_feb_2021_web_res_small_508.pdf) [2024-02-23]
- Uppsala kommun (2023). *Blågröna system, Principritning 2.0*. Uppsala kommun. <https://tekniskhandbok.uppsala.se/globalassets/teknisk-handbok/dokument/tekniska-anlaggningar/blagrongra-system/principritningar-m-1-9.pdf> [2024-01-24]
- Uppsala kommun (2024). *Riktlinje för Uppsalas träd*. <https://www.uppsala.se/contentassets/bobbf9c7ca4c4c9cb802aa8a21c4a2c0/9.-riktlinjer-for-uppsalas-trad.pdf> [2024-03-12]
- Uppsala Vatten (u.å.). *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark*. Uppsala Vatten. <https://www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d4305359/1652255013839/Riktlinjer%20dagvatten%20Uppsala.pdf> [2024-05-28]
- VA-guiden (2024). *Nedsänkta regnbäddar* / VA-guiden. <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/nedsankt-vaxtbadd/> [2024-02-23]
- Zabret, K. & Šraj, M. (2015). Can Urban Trees Reduce the Impact of Climate Change on Storm Runoff? *Urbani Izziv*, 26, S165–S178
- Östberg, J., Stål, Ö., Martinsson, M. & Fransson, A.-M. (2010). Förebyggande av rotinträngningar i VA-ledningar – utveckling av beslutsstöd. (2010–04). Svenskt Vatten AB. [https://vav.griffel.net/filer/Rapport\\_2010-04.pdf](https://vav.griffel.net/filer/Rapport_2010-04.pdf) [2024-04-11]

## Muntlig kommunikation

- Britt-Marie Alvem (2024). Trädspécialist, Landskapsarkitekt LAR/MSA, Stockholm Stad. 2024-03-01 [Intervju]
- Patrick Bellan (2024). Trädspécialist, Malmö Stad. 2024-02-20 [Intervju]
- Oskar Hägg (2024). Trädspécialist, Göteborg Stad. 2024-03-01 [Intervju]
- Linda Nilsson (2024). Dagvatten- och skyfallssamordnare, Malmö Stad. 2024-03-04 [Intervju]
- Ronnie Nilsson (2024). Projektledare anläggning, Landskapsarkitekt LAR/MSA, Uppsala kommun. 2024-02-27 [Intervju]
- Elisabeth Rovelstad (2024). Trädgårdstekniker, rådgivare, Stångby plantskola. 2024-02-28 [Intervju]
- Örjan Stål (2024). Landskapsingenjör VIÖS AB, Universitetsadjunkt vid SLU institutionen för Stad & Land. 2024-03-06 [Intervju]

# Figurförteckning

Figur 1. Overview of the coding process. Illustration: Own material.....	6
Figur 2. A selection of the study's illustrations and sections. Section AA-aa and CC-cc illustrates skeletal soil with trees in a hardened surface. Section BB-bb and DD-dd illustrates rain gardens with trees and associated undergrowth. The illustration plans display the principle-based design proposal. Illustration: Own material.....	7
Figur 3. Uppsatsens arbetsprocess. Litteraturoversikt och granskning av tekniska handböcker görs dels för att bidra till att besvara arbetets frågor, dels för att identifiera kunskapsluckor som behöver besvaras via intervjuer. Erhållna kunskaper från litteraturoversikt, tekniska handböcker och svar från intervjuer ligger till grund för konkretisering i form av principiellt projekteringsförslag. Avslutningsvis redovisas en diskussion och slutsatser.....	15
Figur 4. Översikt av kodningsprocessen. Intervjufrågor ställs till de intervjuade, därefter dokumenteras okodade svar för att sedan kodas/delas in i kategorier och slutligen sammanställs kodade svar. Illustration: Eget material.....	16
Figur 5. Arbetets berörda områden Göteborg och Uppsala ligger i område SV (sydvästra Sverige) respektive SÖ (sydöstra Sverige), kompletterad med cirklar för utmärkning av Uppsala och Göteborg. Illustration: (SMHI 2024) bearbetad av författarna.....	23
Figur 6. Stapeldiagram Genomsnittlig nederbörd (mm)/månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2023b).....	25
Figur 7. Graf Genomsnittlig temperatur/månad (30-årsperiod) - jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2021).....	25
Figur 8. Stapeldiagram Genomsnittligt antal nederbördsdagar / månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2023a).....	25
Figur 9. Grundvattennivå meter under ytan Uppsala (SGU 2023a). Bild: SGU.....	26
Figur 10. Grundvattennivå meter under ytan Göteborg (SGU 2023b). Bild: SGU.....	26
Figur 11. Bild avser visa rötter som växer i stenmaterial intill ledningsgravar trots att rötterna ursprungligen planterats i vanlig jord. Bild: Örjan Stål u.å.....	31
Figur 12. Principskiss som visar skillnaden mellan en homogen uppbyggnad och en uppbyggnad med flera horisontella skikt.....	32
Figur 13. Visar rotklump innan testförsök påbörjas. Bild: Örjan Stål 2021.....	36
Figur 14. Rotsystemsutveckling efter tre månader med bevattning enligt Ståls bevattningsregi. Bild: Örjan Stål 2021.....	36
Figur 15. Närbild på utvecklat rotsystem efter tre månader med bevattning enligt Ståls bevattningsregi. Bild: Örjan Stål 2021.....	36
Figur 16. Graf avser visa hur djupet på växtbäddarna kan justeras baserat på hur torrt lokalklimatet är.....	39
Figur 17. Karta som visar platsens position i Uppsala samt arbetsområdets avgränsning. Skala 1:10 000/A3. Bild: Lantmäteriet 2024©.....	44

Figur 18. Solstudie som visar sol- och skuggförhållanden vid Skolgatan, Uppsala, i juni vid klockan 09:00, 12:00, 15:00 och 18:00. Solstunden är baserad på områdets utformning idag. Notera bristen av skugga på Skolgatan och avsaknaden av vegetation och infiltrerbara ytor. Bild: Eget material.....	45
Figur 19. Karta genererad i programmet SCALGO LIVE som visar avrinningsområdet vid ett 20-årsregn i Uppsala med en varaktighet på 30 minuter, vilket motsvarar 22 mm. Notera ansamling med vatten i mitten av Skolgatan. Bild: SCALGO LIVE©.....	46
Figur 20. Karta genererad i programmet SCALGO LIVE som visar avrinningsområdet vid ett 20-årsregn i Uppsala med en varaktighet på 30 minuter, vilket motsvarar 24,8 mm. Notera ansamling med vatten i mitten av Skolgatan. Bild: SCALGO LIVE©.....	46
Figur 21. Illustrationsplan som visar projekteringsförslagets utformning, höjdsättning och växtlista i Uppsala.....	47
Figur 22. Projekteringsplan som visar förslagets utformning, höjdsättning, komponenter och växtlista i Uppsala. Pilar visar vattnets rörelse.....	48
Figur 23. Sektion AA-aa visar skelettjord med träd i hårdgjord yta. Robinans storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.....	49
Figur 24. Sektion BB-bb visar regnbädd med träd och tillhörande undervegetation. Berlineralens storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.....	49
Figur 25. Illustrationsplan som visar projekteringsförslagets utformning, höjdsättning och växtlista i Göteborg.....	50
Figur 26. Projekteringsplan som visar förslagets utformning, höjdsättning, komponenter och växtlista i Göteborg. Pilar visar vattnets rörelse.....	51
Figur 27. Sektion CC-cc visar skelettjord med träd i hårdgjord yta. Rödlönnens storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.....	52
Figur 28. Sektion DD-dd visar regnbädd med träd och tillhörande undervegetation. Svarttallens storlek visas vid plantering och i fullvuxet stadie.....	52
Figur 29. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Uppsala. Notera placering av dränering 150 mm ovan terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.....	53
Figur 30. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Göteborg. Notera placering av dränering i nivå med terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.....	53
Figur 31. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Uppsala. Notera placering av dränering 150 mm ovan terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.....	54
Figur 32. Sektion som visar detaljerad information för skelettjord och regnbädd i Göteborg. Notera placering av dränering i nivå med terrass. Observera att typritningarna avser visa principer och inte utgöra en fulländad konstruktionsritning.....	54

# Tabellförteckning

Tabell 1. Skyfallsstatistik för den region som omfattar Göteborg och visar återkomsttid (år) samt varaktighet (minuter eller timmar) (SMHI 2024). Det första talet (utfallet i mm) presenteras i millimeter och tal efter utfallet avser osäkerhet. Av tabell kan utläsas att till exempel vart tionde år är utfallet 24,5 mm under en timme.....	24
Tabell 2. Skyfallsstatistik för den region som omfattar Uppsala och visar återkomsttid (år) samt varaktighet (minuter eller timmer) (SMHI 2024). Det första talet (utfallet i mm) presenteras i millimeter och tal efter utfallet avser osäkerhet. Av tabell kan utläsas att till exempel vart tionde år är utfallet 22,6 mm under en timme.....	24
Tabell 3. Tabell visar normalvärden för nederbörd för normalperioden 1991–2020.....	24
Tabell 4. Genomsnittlig nederbörd (mm)/månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2023b).....	25
Tabell 5. Genomsnittlig temperatur / månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A) (SMHI 2021).....	25
Tabell 6. Antal isdagar, dygn med maxtemperatur <0,0° C (SMHI 2022).....	25
Tabell 7. Genomsnittlig antal nederbördsdagar/ månad (30-årsperiod) – jämförelse Uppsala (Station Uppsala) och Göteborg (Station Göteborg A). (SMHI 2023a).....	25
Tabell 8. Ståls föreslagna bevattningsregi som användes för en lind i kolmakadam, erhållen i samband med intervju 2024. Vattensäcken fylls på varje vecka med 75 liter vatten, och var 14:e dag sker en bevattning av hela ytan med 200–800 liter vatten. Resultat för rotsystemets utveckling efter tre månader går att se i figur 13, 14 och 15.....	36
Tabell 9. Tabellen visar skillnader och likheter mellan projekteringsförslagen i Uppsala och Göteborg.....	55
Tabell 10. Sammanfattat förslaget bevattningsschema för projekteringsförslagen. Tabellen avser visa utförande av bevattningsschema, inspirerat av bevattningsschema framtaget av Stål (2024), se tabell 8.....	57



# BILAGOR

---





# Bilaga 1 – Intervjufrågor

## Patrick Bellan

### Följande arbete avser diskutera följande frågeställningar:

- Vad kännetecknar urbana växtbäddar som antingen främjar tillväxt eller gör mest nytta att hantera översvämningar, och vilka principer för konstruktion, gestaltning och skötsel har dessa olika system?
- Hur kan Kungsängstorg, i Uppsala, gestaltas och utformas med urbana växtbäddar för att hantera nederbördsförhållandena och hur behöver gestaltningen och utformningen anpassas för att hantera nederbördsförhållandena i Göteborg?

Växtbäddar som avses hanteras och diskuteras i vårt arbete är biofilter (regnbäddar), skelettjordar, torrdammar och traditionella växtbäddar (exempelvis med AMA jord A och B).

### Underlag för intervjuer

1. Vilka principer kännetecknar växtbäddar som främjar dagvattenhantering respektive en god vegetationsutveckling?
  - 1.1. Utifrån din erfarenhet, går det att kombinera båda aspekterna?
2. Utifrån nederbördsförhållandena och antalet isdagar i Uppsala och Göteborg, se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s.1–3:  
(Aspekter vi gärna diskuterar i relation till fråga 2.1–2.4: Substrat, lagerföljd, dimensionering, växtval, inlopp, placering och övrigt.)
  - 2.1. Borde, och i så fall hur, växtbäddarna skilja sig i östra och västra Sverige om avsikten är att främja vegetationsutveckling?

- 2.2. Borde, och i så fall hur, växtbäddarna skilja sig i östra och västra Sverige för att främja deras dagvattenhanterande förmåga?
  - 2.3. Går det att konstruera växtbäddar som erhåller goda förutsättningar för vegetationen och som kan erhålla en god dagvattenhantering? Om ja, hur?
  - 2.4. Anser du att man ska sträva efter någon annan lösning för att bemöta vegetationens behov i de urbana växtbäddarna? Om ja, vilken?
3. Sandjordar, grusjordar, pimpstensjordar eller annan substrattyp, vilken eller vilka är lämpliga för att främja vegetationsutveckling respektive en god dagvattenhanteringsförmåga? Går det att kombinera båda?
  - 3.1. Är vissa av dessa substrattyper mer eller mindre lämpliga i västra Sverige (Göteborg) eller östra Sverige (Uppsala) utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar?
  - 3.2. Vilken fraktionsstorlek anser du att ett substrat behöver för att inte få en allt för reducerad infiltrationskapacitet under vintern (period med is, snö och frost)?
4. Vi har kollat på typritningar på Uppsala kommuns och Göteborgs stads tekniska handböcker. (Visa ritningar, peka ut skillnader?) Borde någon av dessa lösningar anpassas för att bättre passa de lokala förhållandena i öst och väst (Utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar)?
5. Om man ser till den generella jordarten i Uppsala (postglacial lera, glacial lera) och Göteborg (blålera; postglacial lera, glaciålera) borde anläggningarna utformas eller dimensioneras olika beroende på skillnaderna i dessa terrasser?

- 5.1. Hur påverkar grundvattennivån utformningen av dessa dagvattenlösningar? (Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s. 4)
6. Utifrån statistiken som nämndes ovan, borde det vara skillnad på etableringsskötseln, exempelvis gällande bevattning, i öst och väst för att främja vegetationen?
  - 6.1. Skiljer det sig i olika substrat eller växtbäddstyper?
7. Hade du förespråkat olika lösningar i östra och västra Sverige?
  - 7.1. Vilken typ av dimensionerande regn anser du att urbana växtbäddar bör dimensioneras för? Skiljer det sig mellan olika typer? Skiljer det sig mellan väst och öst?



## Elisabeth Rovelstad

**Vårt arbete utreder följande frågeställningar (Notera att du inte behöver svara på dessa två frågor utan dem finns med som kontext till vad vi jobbar med):**

- Vad kännetecknar urbana växtbäddar som antingen främjar tillväxt eller gör mest nytta att hantera översvämningar, och vilka principer för konstruktion, gestaltning och skötsel har dessa olika system?
- Hur kan Kungsängstorg, i Uppsala, gestaltas och utformas med urbana växtbäddar för att hantera nederbördsförhållandena och hur behöver gestaltningen och utformningen anpassas för att hantera nederbördsförhållandena i Göteborg?

Växtbäddar som avses hanteras och diskuteras i vårt arbete är biofilter (regnbäddar), skelettjordar, torrdammar och traditionella växtbäddar (exempelvis med AMA jord A och B).

### Underlag för intervjuer

1. Hur påverkas valet substrat och växtval av nederbördsförhållandena och antalet isdagar i Uppsala och Göteborg? Se bifogad fil "Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg", s.1–3
  - 1.1. Går det att konstruera växtbäddar som erhåller goda förutsättningar för vegetationen och som kan erhålla en god dagvattenhantering? Om ja, hur?
  - 1.2. Vilken fraktionsstorlek anser du att ett substrat behöver för att inte få en allt för reducerad infiltrationskapacitet under vintern (period med is, snö och frost)?

2. Vi har kollat på typritningar på Uppsala kommuns och Göteborgs stads tekniska handböcker. (Visa ritningar, peka ut skillnader?) Borde någon av dessa lösningar anpassas för att bättre passa de lokala förhållandena i öst och väst (Utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar)?
3. Om man ser till den generella jordarten i Uppsala (postglacial lera, glacial lera) och Göteborg (blålera; postglacial lera, glaciållera) borde anläggningarna utformas eller dimensioneras olika beroende på skillnaderna i dessa terrasser?
4. Hur påverkar grundvattennivån utformningen av dessa dagvattenlösningar? (Se bifogad fil "Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg", s. 4). Kan ytligt grundvatten vara en resurs trädens rötter kan nyttja?
5. Utifrån statistiken som nämndes ovan, borde det vara skillnad på etableringsskötseln, exempelvis gällande bevattning, i öst och väst för att främja vegetationen?
  - 5.1. Skiljer det sig i olika substrat eller växtbäddstyper?
  - 5.2. Hur anser du att bevattningen bör utföras? För- och nackdelar med olika metoder?
6. Hade du förespråkade olika lösningar i östra och västra Sverige?
  - 6.1. Vilken typ av dimensionerade regn anser du att urbana växtbäddar bör dimensioneras för? Skiljer det sig mellan olika typer? Skiljer det sig mellan väst och öst?
7. Om du fick rekommendera 5–10 växter till oss när vi ska göra växtval för vårt projekt, vilka arter/sorter hade du valt då? Skiljer det sig i öst och väst?

## Oskar Hägg, Ronnie Nilsson och Örjan Stål

Växtbäddar som avses hanteras och diskuteras i vårt arbete är regnbäddar, skelettjordar, torrdammar, vegetationsyta på öppet förstärkningslager och konventionella växtbäddar (exempelvis med AMA jord A och B).

### Underlag för intervjuer

1. Vilka principer kännetecknar växtbäddar som främjar dagvattenhantering respektive en god vegetationsutveckling?
  - 1.1. Utifrån din erfarenhet, går det att kombinera båda aspekterna?
2. Utifrån nederbördsförhållandena och antalet isdagar i Uppsala och Göteborg, går det att konstruera växtbäddar som erhåller goda förutsättningar för vegetationen och som kan erhålla en god dagvattenhantering? Om ja, hur?

Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s.1–3. Aspekter vi gärna diskuterar är: substrat, lagerföljd, dimensionering, växtval, inlopp, placering och övrigt.
3. Är vissa substrattyper mer eller mindre lämpliga i västra Sverige (Göteborg) eller östra Sverige (Uppsala) utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar?
  - 3.1. Vilken fraktionsstorlek anser du att ett substrat behöver för att inte få en allt för reducerad infiltrationskapacitet under vintern (period med is, snö och frost)?
4. Vi har kollat på typritningar på Uppsala kommuns och Göteborgs Stads tekniska handböcker samt typritningar från Malmö Stad. Borde någon av dessa lösningar anpassas för att bättre passa de lokala förhållandena i öst och väst (Utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar)?

5. Om man ser till den generella jordarten i Uppsala (postglacial lera, glacial lera) och Göteborg (blålera; postglacial lera, glaciallera) borde anläggningarna utformas eller dimensioneras olika beroende på skillnaderna i dessa terrasser?

5.1. Hur påverkar grundvattennivån utformningen av dessa dagvattenlösningar? (Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s. 4). Kan ytligt grundvatten vara en resurs som trädens rötter kan nyttja?

6. Utifrån statistiken som nämndes ovan, borde det vara skillnad på etableringsskötseln, exempelvis gällande bevattning, i öst och väst för att främja vegetationen?

6.1. Skiljer det sig i olika substrat eller växtbäddstyper?

7. Hade du förespråkat olika lösningar i östra och västra Sverige?

7.1. Vilken typ av dimensionerande regn anser du att urbana växtbäddar bör dimensioneras för? Skiljer det sig mellan olika typer? Skiljer det sig mellan väst och öst?



## **Britt-Marie Alvem**

Växtbäddar som avses hanteras och diskuteras i vårt arbete är regnbäddar, skelettjordar, torrdammar, vegetationsyta på öppet förstärkningslager och konventionella växtbäddar (exempelvis med AMA jord A och B).

### **Underlag för intervjuer**

1. Vilka principer kännetecknar växtbäddar som främjar dagvattenhantering respektive en god vegetationsutveckling?

1.1. Utifrån din erfarenhet, går det att kombinera båda aspekterna?

2. Utifrån nederbördsförhållandena och antalet isdagar i Uppsala och Göteborg, hade du förespråkat olika lösningar i östra och västra Sverige? Hade det exempelvis skiljt sig mellan substrat, lagerföljd, dimensionering, växtval, inlopp, placering eller annat?

Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s.1–3.

3. Är vissa substrattyper mer eller mindre lämpliga i västra Sverige (Göteborg) eller östra Sverige (Uppsala) utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar?

3.1. Vilken fraktionsstorlek anser du att ett substrat behöver för att inte få en allt för reducerad infiltrationskapacitet under vintern (period med is, snö och frost)?

4. Vi har kollat på typritningar på Uppsala kommuns och Göteborgs Stads tekniska handböcker samt typritningar från Malmö Stad. Borde någon av dessa lösningar anpassas för att bättre passa de lokala förhållandena i öst och väst (Utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar)?

5. Om man ser till den generella jordarten i Uppsala (postglacial lera, glacial lera) och Göteborg (blålera; postglacial lera, glaciallera) borde anläggningarna utformas eller dimensioneras olika beroende på skillnaderna i dessa terrasser?

5.1. Hur påverkar grundvattennivån utformningen av dessa dagvattenlösningar? (Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s. 4). Kan ytligt grundvatten vara en resurs som trädens rötter kan nyttja?

6. Utifrån statistiken som nämndes ovan, borde det vara skillnad på etableringsskötseln, exempelvis gällande bevattning, i öst och väst för att främja vegetationen?

6.1. Skiljer det sig i olika substrat eller växtbäddstyper?

7. Vilken typ av dimensionerande regn anser du att urbana växtbäddar bör dimensioneras för? Skiljer det sig mellan olika typer? Skiljer det sig mellan väst och öst?

8. Anser du att dessa urbana växtbäddar bör ha ett magasin som kan lagra växttillgängligt vatten? Om ja, förespråkar du någon specifik lösning?

## Linda Nilsson

Växtbäddar som avses hanteras och diskuteras i vårt arbete är regnbäddar, skelettjordar, torrdammar, vegetationsyta på öppet förstärkningslager och konventionella växtbäddar (exempelvis med AMA jord A och B).

### Underlag för intervjuer

1. Vilka principer kännetecknar växtbäddar som främjar dagvattenhantering respektive en god vegetationsutveckling?

1.1. Utifrån din erfarenhet, går det att kombinera båda aspekterna?

2. Utifrån nederbördsförhållandena och antalet isdagar i Uppsala och Göteborg, hade du förespråkade olika lösningar i östra och västra Sverige? Hade det exempelvis skiljt sig mellan substrat, lagerföljd, dimensionering, växtval, inlopp, placering eller annat?

Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s.1–3.

3. Är vissa substrattyper mer eller mindre lämpliga i västra Sverige (Göteborg) eller östra Sverige (Uppsala) utifrån nederbördsförhållanden och antalet isdagar?

3.1. Vilken fraktionsstorlek anser du att ett substrat behöver för att inte få en allt för reducerad infiltrationskapacitet under vintern (period med is, snö och frost)?

4. Om man ser till den generella jordarten i Uppsala (postglacial lera, glacial lera) och Göteborg (blålera; postglacial lera, glaciallera) borde anläggningarna utformas eller dimensioneras olika beroende på skillnaderna i dessa terrasser?

4.1. Hur påverkar grundvattennivån utformningen av dessa dagvattenlösningar? (Se bifogad fil ”Statistik Nederbörd & Temperatur\_Uppsala-Göteborg”, s. 4).

5. Vilken typ av dimensionerande regn anser du att urbana växtbäddar bör dimensioneras för? Skiljer det sig mellan olika typer? Skiljer det sig mellan väst och öst?

5.1. Vilka typer av anläggningar är lämpliga för att hantera 50–100-årsregn i en urban kontext?

6. Anser du att dessa urbana växtbäddar bör ha ett magasin som kan lagra växttillgängligt vatten? Om ja, förespråkar du någon specifik lösning?

7. Om man etablerar ett systemtänk och sammankopplar anläggningar, kan man då dimensionera växtbäddarna för regn med en kortare återkomsttid och samtidigt erhålla en tillräckligt god fördröjningsförmåga gällande dagvatten? Hur kan detta system utformas?



## Bilaga 2 – Beräkningar

Nedan redovisas de beräkningar som gjorts för dimensionering av växtbäddarna på Skolgatan som innefattar, växternas vattenbehov, volym på växtbädd och dimensionerande regn. Först redovisas beräkningar som berör båda platser och sedan beräkningar som är platsspecifika till Uppsala respektive Göteborg.

### Generellt

#### Porositet

Porositet biokolsmakadam 2–5, med grönkompost = 38%

Porositet pimpsten 2–8 = 85%

Porositet makadam 32–64 = 30%

Sammansättning växtsubstrat: 90 volym% biokolsmakadam 2–5, med grönkompost & 10 volym% pimpsten 2–8 =  $(0,9 \times 0,38) + (0,1 \times 0,85) = 0,427 = 42,7\%$  porositet

Trädens vattenbehov:

Förenklat antagande gällande trädens vattenbehov vid fullvuxet stadiet under juni månad: Kronprojektering x Bladarea Index x Potentiell vattenavdunstning x Faktor för verklig vattenavdunstning

$(r^2 \times \pi) \times 4 \times 0,0047 \times 0,2 = (5\text{m}^2 \times \pi) \times 4 \times 0,0047 \times 0,2 = 0,2953 \text{ m}^3 = 295,3 \text{ liter/dag}$

$295,3 \text{ liter/dag} \times 30 \text{ dagar} = 8859 \text{ liter/månad}$  och träd

$8859 \text{ liter/månad}$  och träd  $\times 14 \text{ träd} = 124\ 026 \text{ liter/månad}$  (i juni)

Antag att undervegetation konsumerar 2 mm/dag

Ytarea regnbädd =  $(3 \text{ m} \times 20 \text{ m}) \times 4 = 240 \text{ m}^2$

Undervegetationens vattenbehov under 30 dagar =  $240 \text{ m}^2 \times 2 \text{ mm/dag} \times 30 \text{ dagar} = 14\ 400 \text{ liter}$

Totalt vattenkonsumtion i juni =  $124\ 026 \text{ liter} + 14\ 400 \text{ liter} = 138\ 426 \text{ liter}$

\*(Värden för Bladarea Index, Potentiell vattenavdunstning, Faktor för verklig vattenavdunstning samt Undervegetations vattenkonsumtion tas från kurs LK0399 SLU Ultuna)

### Uppsala

Avrinningsområde = 4000 m<sup>2</sup>

Nederbörd: 22 mm (30 min varaktighet/20-årsregn)

Volym vatten som ska fördröjas:  $22 \text{ mm} \times 4000 \text{ m}^2 = 88\ 000 \text{ liter} = 88 \text{ m}^3$

Antag att planteringsytans bredd = 3 m

Antag att hela profilen har en porositet på 42,7%

Beräknad växtbäddsvolym för att fördröja 88 m<sup>3</sup> vatten:  $X \times 0,42,7\% = 88 \text{ m}^3$

$X = 88 / 0,427 = 206,1 \text{ m}^3$

Tvärsnittsarea växtbädd utan släntlutning:  $3 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 2,4 \text{ m}^2$

Area bortfall slänt:  $((0,8 \times 0,8) / 2) \times 2 = 0,64 \text{ m}^2$

Tvärsnittsarea växtbädd med släntlutning 100%:  $2,4 \text{ m}^2 - 0,64 \text{ m}^2 = 1,76 \text{ m}^2$

$X \times 1,76 \text{ m}^2 = 206,1 \text{ m}^3$

$X = 206,1 \text{ m}^3 / 1,76 \text{ m}^2 = 117,1 \text{ m}$  lång växtbädd

Antag att 33% av ytarealen utgörs av träd i hårdgjord yta

Antag att 45% utgörs av makadam 32–64

Volymförlust porositet makadam 32–64:  $0,33 \times 0,45 = 0,148$

Totalt längd växtbädd:  $117,1 \text{ m} \times 1,148 = 134,4 \text{ m}$

Nederbörd juni = 61,2 mm

Antag förenklad interceptionsförmåga hos träden = 30%

Krontäckning = 40%

Antag generell avrinningskoefficient = 0,9

Mängd vatten inom avrinningsområdet =  $(61,2 \text{ mm} \times 4000 \text{ m}^2 \times 0,4 \times 0,3) + (61,2 \text{ mm} \times 4000 \text{ m}^2 \times 0,6 \times 0,9) = 29\ 376 + 132\ 192 = 161\ 568 \text{ liter}$

Slutsats: Tillförsel av vatten (161 568 liter) är större än vegetationens vattenkonsumtion i fullvuxet stadiet (138 426 liter).

Växtbäddens infiltrationskapacitet

Antag substratets hydrauliska konduktivitet = 1000 mm/h

Mängd nederbörd per hektar:  $22 \text{ mm} \times 10\ 000 = 220\ 000 \text{ liter/ha}$  under 30 min

Omvandla till liter per sekund och hektar:  $220\ 000 \text{ liter/ha}$  under 30 min / 1800 sekunder  $122 \text{ liter/s}$  och ha

Omvandla till m<sup>2</sup>:  $122 \text{ liter/s}$  och ha / 10 000 = 0,0122 liter/s och m<sup>2</sup> = 0,0122 mm/s

Omvandla till mm/30 min:  $0,0122 \text{ mm/s} \times 30 \text{ min} \times 60 \text{ sec} = 21,96 \text{ mm} / 30 \text{ min}$

Omvandla till liter/ ha och 30 minuter:  $122 \text{ liter/s} \text{ och ha} \times 1800 = 219\,600 \text{ liter/ ha och 30 minuter}$

Avrinnande dagvatten:  $219\,600 \text{ liter/ ha och 30 minuter} \times 0,9 \times 0,4 \text{ ha} = 79\,056 \text{ liter}$

Vattnet fördelat på växtbäddens ytareal:  $79\,056 \text{ liter} / 240 \text{ m}^2 = 329,4 \text{ liter/m}^2 \text{ och 30 minuter}$

Slutsats: Växtbädden klarar av att infiltrera ett regn på 22 mm som varar i 30 minuter utan att få stående vatten.

## Göteborg

Avrinningsområde =  $4000 \text{ m}^2$

Nederbörd:  $24,8 \text{ mm}$  (30 min varaktighet/20-årsregn)

Volym vatten som ska fördröjas:  $24,8 \text{ mm} \times 4000 \text{ m}^2 = 96\,320 \text{ liter} = 96,3 \text{ m}^3$

Antag att planteringsytans bredd =  $3 \text{ m}$

Antag att hela profilen har en porositet på  $42,7\%$

Beräknad växtbäddsvolym för att fördröja  $88 \text{ m}^3$  vatten:  $X \times 0,42,7\% = 96,3 \text{ m}^3$

$X = 96,3 / 0,427 = 225,5 \text{ m}^3$

Tvärsnittsarea växtbädd utan släntlutning:  $3 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 2,4 \text{ m}^2$

Area bortfall slänt:  $((0,8 \times 0,8) / 2) \times 2 = 0,64 \text{ m}^2$

Tvärsnittsarea växtbädd med släntlutning 100%:  $2,4 \text{ m}^2 - 0,64 \text{ m}^2 = 1,76 \text{ m}^2$

$X \times 1,76 \text{ m}^2 = 225,5 \text{ m}^3$

$X = 225,5 \text{ m} / 1,76 \text{ m}^2 = 128,1 \text{ m}$  lång växtbädd

Antag att  $33\%$  av ytarealen utgörs av träd i hårdgjord yta

Antag att  $45\%$  utgörs av makadam 32-64

Volymförlust porositet makadam 32-64:  $0,33 \times 0,45 = 0,148$

Totalt längd växtbädd:  $128,1 \text{ m} \times 1,148 = 147,1 \text{ m}$

Nederbörd juni:  $73,7 \text{ mm}$

Antag förenklad interceptionsförmåga hos träden =  $30\%$

Krontäckning =  $40\%$

Antag generell avrinningskoefficient =  $0,9$

Mängd vatten inom avrinningsområdet =  $(73,7 \text{ mm} \times 4000 \text{ m}^2 \times 0,4 \times 0,3) + (73,7 \text{ mm} \times 4000 \text{ m}^2 \times 0,6 \times 0,9) = 35\,376 + 159\,192 = 194\,568 \text{ liter}$

Slutsats: Tillförsel av vatten ( $194\,568 \text{ liter}$ ) är större än vegetationens vattenkonsumtion i fullvuxet stadiet ( $138\,426 \text{ liter}$ ).

Växtbäddens infiltrationskapacitet

Antag substratets hydrauliska konduktivitet =  $1000 \text{ mm/h}$

Mängd nederbörd per hektar:  $24,8 \text{ mm} \times 10\,000 = 248\,000 \text{ liter/ha under 30 min}$

Omvandla till liter per sekund och hektar:  $248\,000 \text{ liter/ha under 30 min} / 1800 \text{ sekunder} = 137,8 \text{ liter/s och ha}$

Omvandla till  $\text{m}^2$ :  $137,8 \text{ liter/s och ha} / 10\,000 = 0,01378 \text{ liter/s och m}^2 = 0,01378 \text{ mm/s}$

Omvandla till  $\text{mm}/30 \text{ min}$ :  $0,01378 \text{ mm/s} \times 30 \text{ min} \times 60 \text{ sec} = 24,80 \text{ mm} / 30 \text{ min}$

Omvandla till liter/ ha och 30 minuter:  $137,8 \text{ liter/s och ha} \times 1800 = 248\,040 \text{ liter/ ha och 30 minuter}$

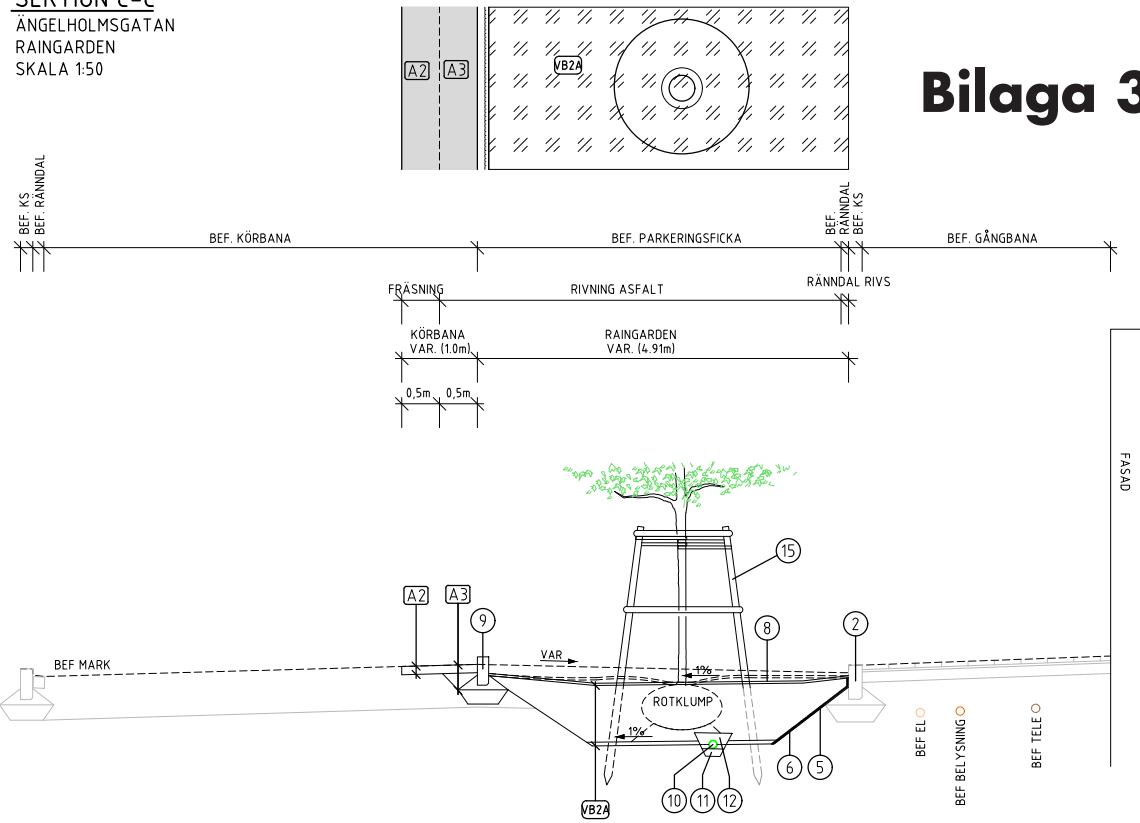
Avrinnande dagvatten:  $248\,040 \text{ liter/ ha och 30 minuter} \times 0,9 \times 0,4 \text{ ha} = 89\,294 \text{ liter}$

Vattnet fördelat på växtbäddens ytareal:  $89\,294 \text{ liter} / 240 \text{ m}^2 = 372,0 \text{ liter/m}^2 \text{ och 30 minuter}$

Slutsats: Växtbädden klarar av att infiltrera ett regn på  $24,8 \text{ mm}$  som varar i 30 minuter utan att få stående vatten.

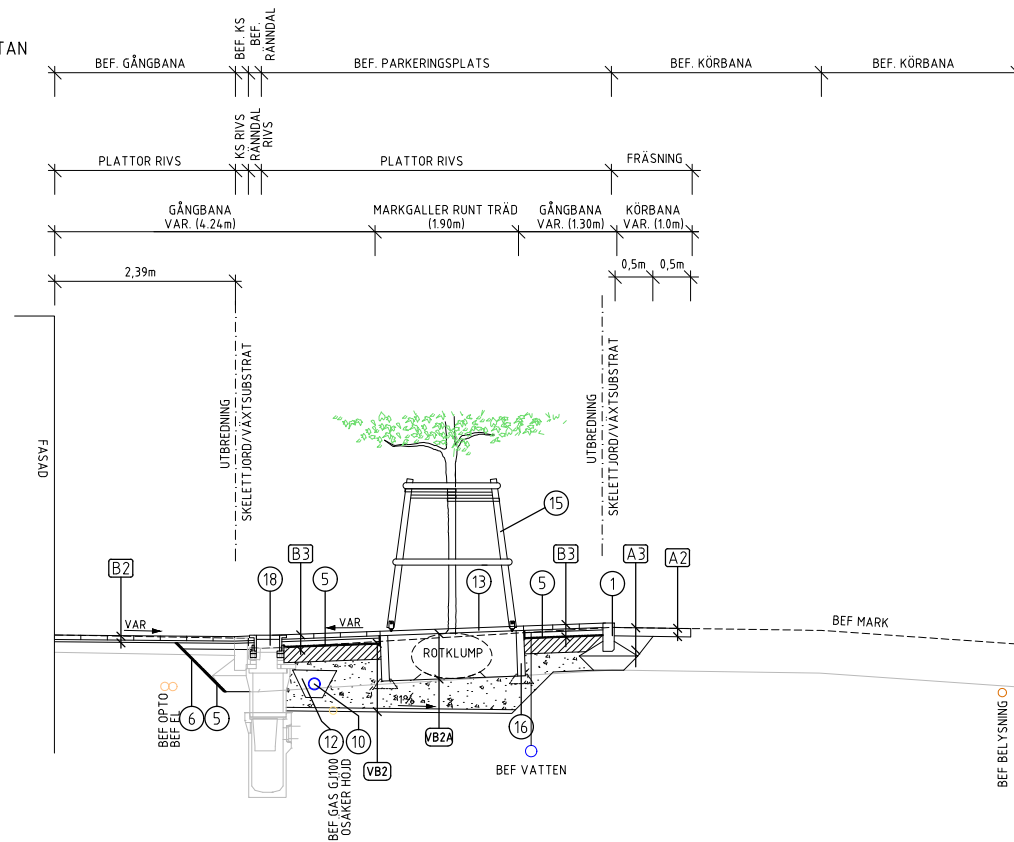


SEKTION C-C  
 ÄNGELHOLMSGATAN  
 RAINGARDEN  
 SKALA 1:50



# Bilaga 3 – Malmö Stad typritningar

SEKTION D-D  
 KORSNINGEN ÄNGELHOLMSGATAN- KRISTIANSTADSGATAN  
 VÄSTRA HÖRNAN  
 SKALA 1:50



ÖVERBYGGNADSTABELL

BENÄMNING	MATERIAL	mm	AMA KOD	ANMÄRKNING
A2	KÖRBANA – ASFALT t= 110 mm			
	BUNDET BÄRLAGER AGF 16 100/150	110	DCB.21121	–
A3	KÖRBANA – ASFALT t= 190 mm			
	BUNDET BÄRLAGER AGF 16 100/150	110	DCB.21121	–
	OBUNDET BÄRLAGER KROSSMATERIAL 0–40 mm	80	DCB.312	–
B2	GÅNGBANA BETONGPLATTOR t= 90 mm			
	BELÄGGNING BETONGPLATTOR 350 x 350	60	DCG.21	–
	SÄTTLAGER –	–	–	–
B3	GÅNGBANA BETONGPLATTOR t= 170 mm			
	BELÄGGNING BETONGPLATTOR 350 x 350	60	DCG.21	–
	SÄTTLAGER –	–	–	–
	OBUNDET BÄRLAGER KROSSMATERIAL 0–40 mm	30	DCB.313	–
C2	GÅNGBANA KLINKER t= 90 mm			
	BELÄGGNING KLINKER 190 x 190	60	DCG.391	–
	SÄTTLAGER –	–	–	–
C3	GÅNGBANA KLINKER t= 170 mm			
	BELÄGGNING KLINKER 190 x 190	60	DCG.391	–
	SÄTTLAGER –	–	–	–
	OBUNDET BÄRLAGER KROSSMATERIAL 0–40 mm	30	DCB.313	–
D	REFUG/KLACK SMÄGATSTEN t= 210 mm			
	BELÄGGNING SMÄGATSTEN	100	DCG.111	–
	SÄTTLAGER –	–	–	–
	OBUNDET BÄRLAGER KROSSMATERIAL 0–40 mm	80	DCB.313	–

VÄXTBÄDDAR

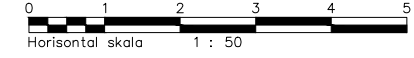
BENÄMNING	MATERIAL	TJOCKLEK mm	AMA KOD	ANMÄRKNING
VB1A	VÄXTSUBSTRAT MALMÖMODELLEN 2.0 T=VAR mm			
	VÄXTSUBSTRAT 70% PIMPSTEN 2–8 30% GRÖNKOMPOST 0–20		DCL.143	
VB1	SKELETTBÄDD MALMÖMODELLEN 2.0 T=MIN 850 mm			
	LUFTIGT BÄRLAGER MAKADAM 32–63	200	DCB.312	
	SKELETT MAKADAM 100–120 + PIMPSTEN 2–8	600 100 l/m <sup>2</sup>	DCL.143	
	BOTTENSKIKT BOKOL ÖGÖDSLAD, EBC TRÄFLISRÄVARA	50	DCL.143	
VB2A	VÄXTSUBSTRAT MALMÖMODELLEN BOKOL T=VAR mm			
	VÄXTSUBSTRAT 70% PIMPSTEN 2–8 20% GRÖNKOMPOST 0–20 10% BOKOL EBC, TRÄFLISRÄVARA, NÄRINGSLOADDAD		DCL.143	
VB2	SKELETTBÄDD MALMÖMODELLEN BOKOL T=MIN 850 mm			
	AVJÄMNINGSLAGER MAKADAM 8–11	50	DCB.312	ENDAST CLAESGATAN, SEKTION B–B
	LUFTIGT BÄRLAGER MAKADAM 32–63	200	DCB.312	150 VID CLAESGATAN
	SKELETT MAKADAM 100–120 + 40% PIMPSTEN 2–8, 20% GRÖNKOMPOST 0–20 40% BOKOL EBC, TRÄFLISRÄVARA, NÄRINGSLOADDAD	600 100 l/m <sup>2</sup>	DCL.143	
	BOTTENSKIKT BOKOL ÖGÖDSLAD, EBC TRÄFLISRÄVARA	50	DCL.143	
VB3A	VÄXTSUBSTRAT STOCKHOLMSMODELLEN KOLMAKADAM T=VAR mm			
	VÄXTSUBSTRAT 75% MAKADAM 2–6 12,5% GRÖNKOMPOST 0–20 12,5% BOKOL EBC, TRÄFLISRÄVARA, NÄRINGSLOADDAD		DCL.143	
VB3	VÄXTSUBSTRAT STOCKHOLMSMODELLEN KOLMAKADAM T=MIN 850 mm			
	AVJÄMNINGSLAGER MAKADAM 8–11	50	DCB.312	ENDAST CLAESGATAN, SEKTION B–B
	LUFTIGT BÄRLAGER MAKADAM 32–63	200	DCB.312	150 VID CLAESGATAN
	SKELETT 85% MAKADAM 32–90 + 7,5% GRÖNKOMPOST 0–20 7,5% BOKOL EBC, TRÄFLISRÄVARA, NÄRINGSLOADDAD	600	DCL.143	
	BOTTENSKIKT BOKOL ÖGÖDSLAD, EBC TRÄFLISRÄVARA	50	DCL.143	
VB4	SKELETTBÄDD MALMÖMODELLEN T=MIN 800 mm			
	LUFTIGT BÄRLAGER MAKADAM 32–63	200	DCB.312	
	SKELETT MAKADAM 100–120 + PIMPSTEN 2–8	600 100 l/m <sup>2</sup>	DCL.139	

ÖVRIGT

1	KANTSTEN	GV1, 30CM	–	DEC.14	–
2	BEF KANTSTEN BEHÅLLS	GV1	–	–	–
3	SKYDDSRÖR	PE 160MM RUNT BEF KABELRÖR	–	DEN.1294	–
4	RÄNNDALSPLOTTA	350x350 MM	–	DEJ.12	–
5	GEOTEXTIL	BRUKSKLASS N3	–	DBB.131	–
6	GEOMEMBRAN	LDPE 0,5MM PÅ SCHAFTSLÄNT	–	DBD.1	–
7	KLINKER	TRIKOPSMSSA	–	DCG.391	SE PRINCIPSSKISS 1
8	KROSS	2–4MM	30	DDC.24	–
9	KANTSTEN	GV1, 40CM	–	DEC.14	–
10	VÄ-LEDNING	–	–	PBB.5xxx	–
11	LEDNINGSBÄDD	–	–	CEC.211	–
12	KRINGFYLLNAD	–	–	CEC.311/CEC.33	–
13	KROSS	–	60	DDC.25	–
14	RÄNNDALSTEN	MAKADAM 2–4MM	–	DEC.112	–
15	TRÄDSTÖD	–	–	DDC.21	–
16	TRÄDROPSFUNDAMENT	600MM	–	DDC.211	–
17	STYRNINGSBRUNN	STB	–	PDY.54	–
18	BEF DAGVATTENBRUNN	NIVÅUSTERAS	–	PDH.93	–
19	LUFTNINGBRUNN	LB1	–	PDY.91	–
20	LUFTNINGBRUNN	LB2	–	PDY.92	–
21	CYKELSTÄLL	BÄGE	–	DEK.6	–

ANVISNINGAR:

SEKTIONER VISAR FÄRDIG YTA, ÖVERHÖJNING VISAS EJ UTAN FRAMGÅR AV MÄNGDFÖRTECKNING MED BESKRIVANDE TEXT MARK & VA



FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG

**MALMÖ STAD**  
 FASTIGHETS- & GATUKONTORET  
 205 80 MALMÖ  
 TELEFON 040 – 34 10 00

**4875**  
**GRÖNARE MÖLLAN**

SEKTIONER C-C, D-D

PROJEKTLEDARE CL	PROJEKTÖR EL	GRANSKARE GG	FORMAT A1	ARKIVERINGSFÖLJD
MALMÖ FASTSTÄLLD AV	2020-04-22	SKALA 1:50	RITNINGSNUMMER A1-SEK 02	REV

Plotlad: 2020-04-28 10:06:53: \\intra.malmo.se\vis\lgemensamt\Projekt\K\K PG 18 4875 (stasse)\03 Teknik\032 RU\0321 CAD\T\ritDef\A1-SEK.dwg

# Bilaga 4 – Uppsala kommun typritningar

## HÄNVISNINGAR

FÖR TECKNFÖRKLARING SE RITNING M-1

## ANMÄRKNINGAR

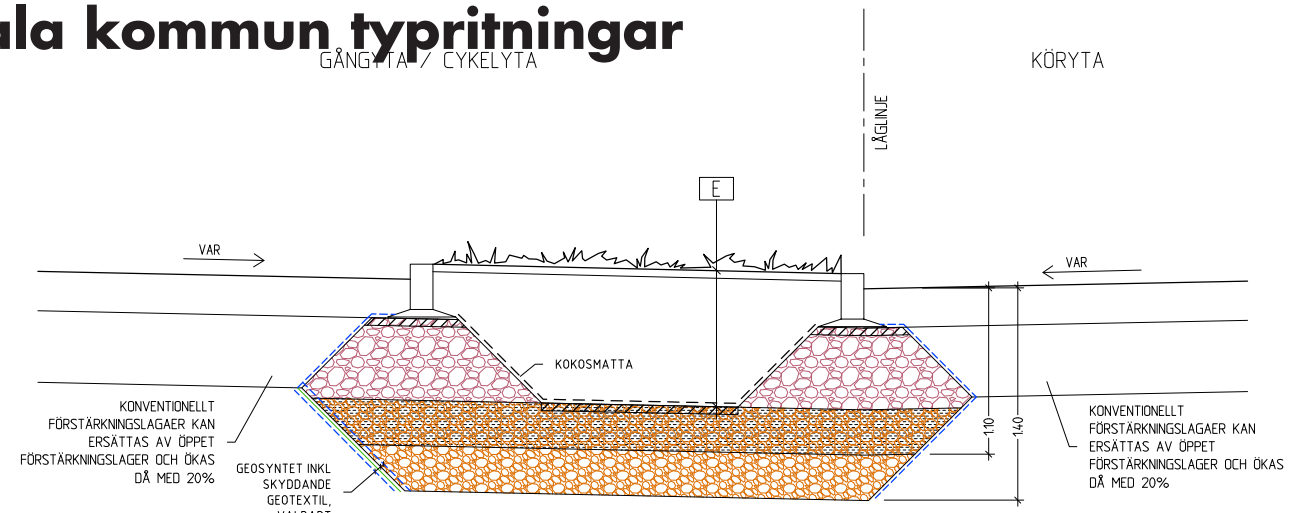
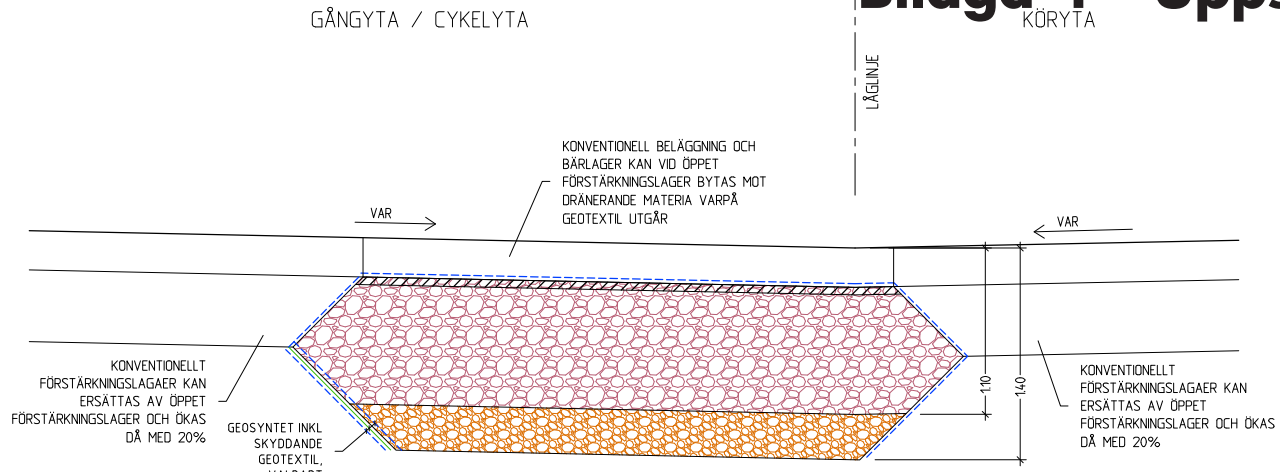
x RITNING HAR LINJER OCH SKRAFFERINGAR I FÄRG  
 x RITNINGARNA ÄR ÄMNAD SOM STÖD VID PROJEKTERING OCH FÄR EJ ANVÄNDAS RAKT AV VID UPPHANDLING AV ANLÄGGNINGSENTREPRENAD

x AVVATTNINGSSYSTEM KAN UTFORMAS PÅ MÅNGA OLIKA SÄTT OCH MÅSTE ANPASSAS EFTER PLATSENS UNIKA FÖRUTSÄTTNINGAR

x GENERELLT HAR SCHAFTSLÄNT OCH MATERIALGRÄNSER RITATS 1:1

x GENERELLT HAR SCHAFTSLÄNT OCH MATERIALGRÄNSER RITATS 1:1

x DE KODER SOM ANGES I SEKTIONSMARKERINGARNA PÅ PLANRITNINGAR ÄRSYFTAR DE KONSTRUKTIONER SOM BESKRIVS I HANDBOKEN LEVANDE GÅTURUM OCH NAMNGES I LATHUNDEN

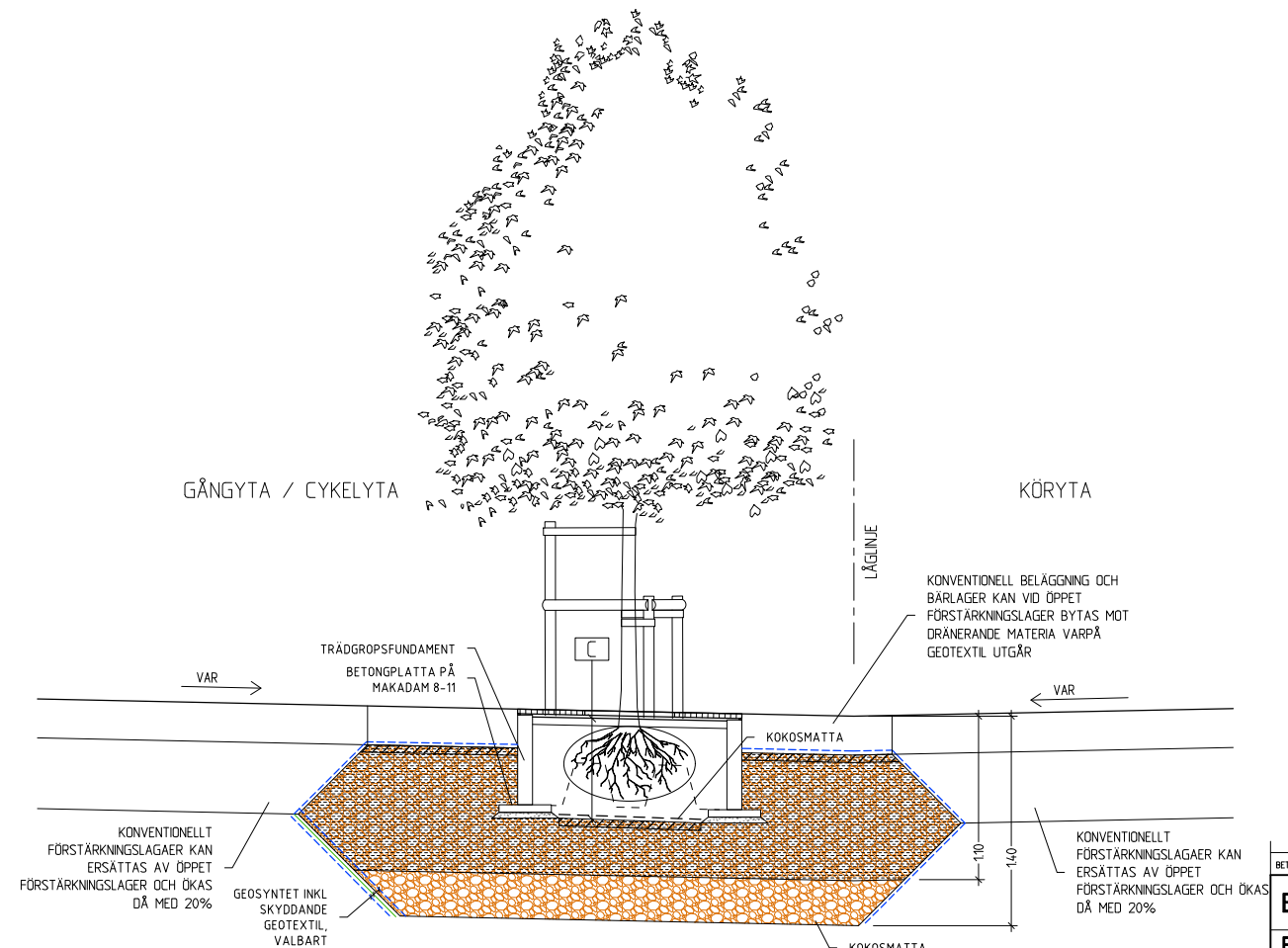
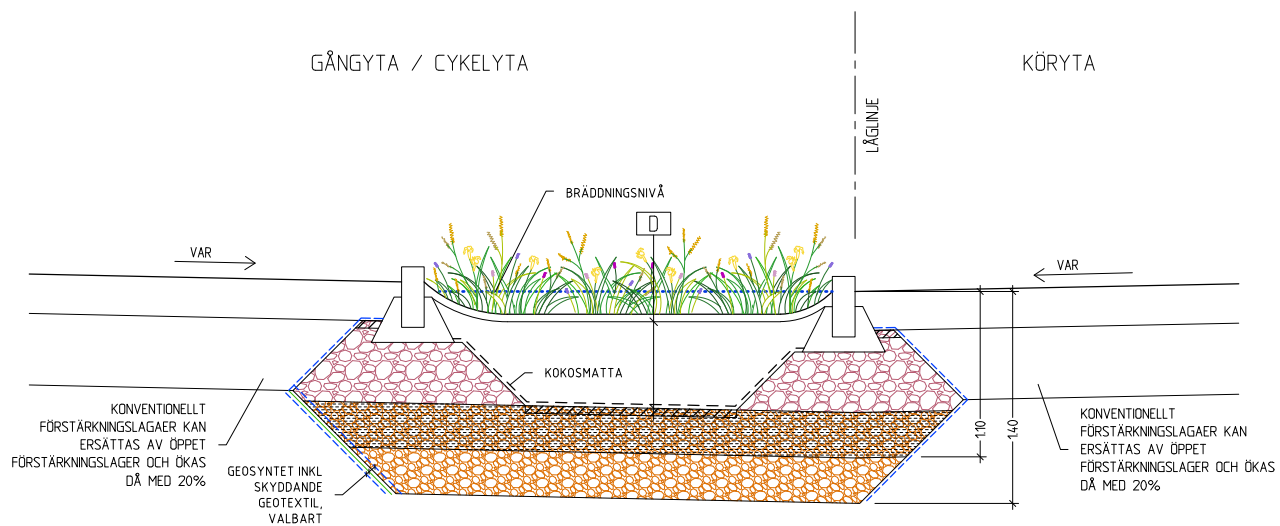


### TVÄRSEKTION

1AH, 1BH, 2AH, 2BH  
 SKALA A1 125, A3 150

### TVÄRSEKTION

1EH, 2EH  
 SKALA A1 125, A3 150

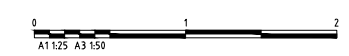


### TVÄRSEKTION

1DH, 2DH  
 SKALA A1 125, A3 150

### TVÄRSEKTION

1CH, 2CH  
 SKALA A1 125, A3 150



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>BLÅGRÖNGRÅ SYSTEM</b>				
<b>PRINCIPRITNING 2.0</b>				
TVÄRSEKTIONER. HÖGRE KRAV 1AH/2AH, 1BH/2BH, 1CH/2CH, 1DH/2DH, 1EH/2EH				
<b>ed ge</b>		<b>Uppsala kommun</b>		
www.edges.se				
UPPRAG NR	HANDLÄGGARE			
19-014	ERIK HALLGREN			
DATUM	UPPDRAGSANSVARG			
2021-10-18	KENT FRIEELL			
SKALA	RITNINGSNUMMER			
A1 125 A3 150	M-6			

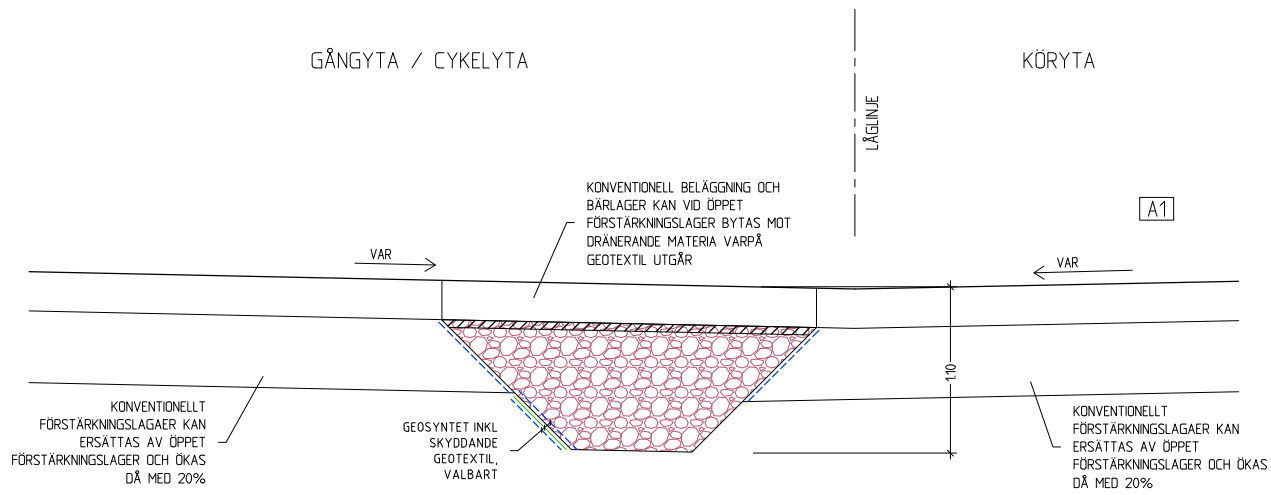


**HÄNVISNINGAR**

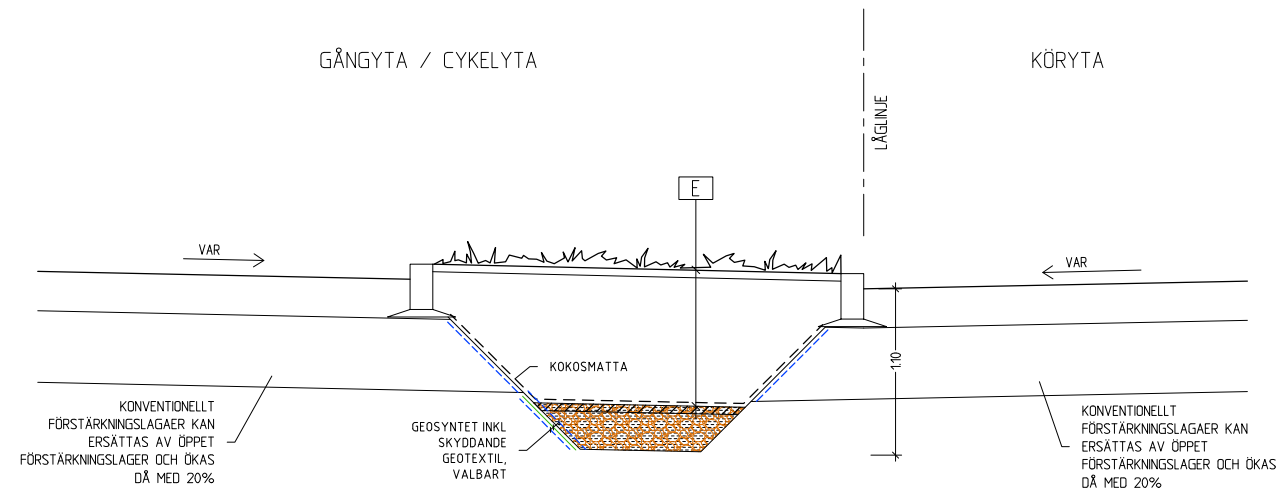
FÖR TECKNFÖRKLARING SE RITNING M-1

**ANMÄRKNINGAR**

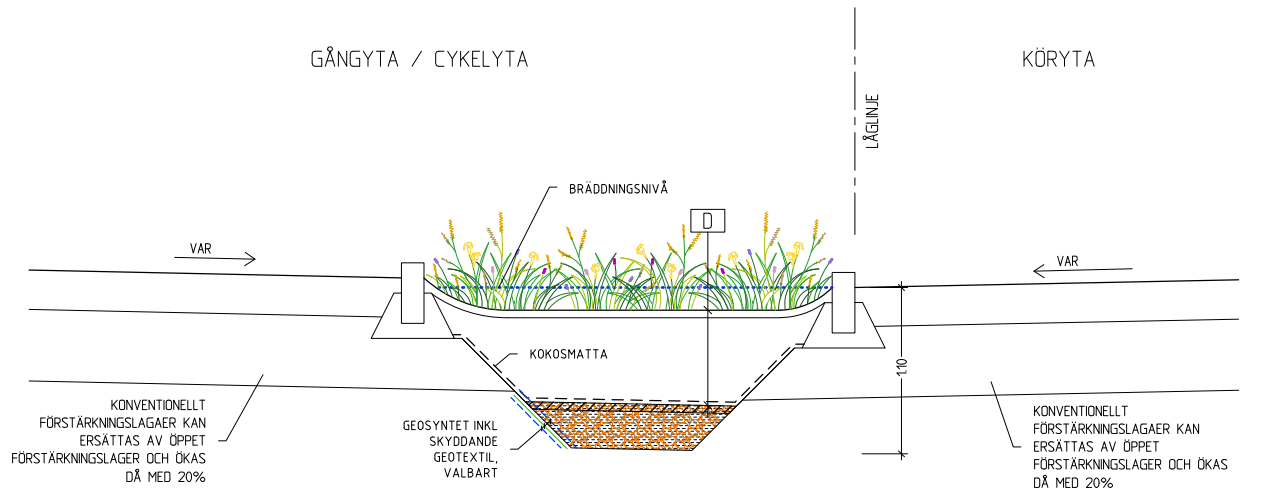
- x RITNING HAR LINJER OCH SKRAFFERINGAR I FÄRG
- x RITNINGARNA ÄR ÄMNAD SOM STÖD VID PROJEKTERING OCH FÄR EJ ANVÄNDAS RAKT AV VID UPPHANDLING AV ANLÄGGNINGSENTREPRENAD
- x AVVATTNINGSSYSTEM KAN UTFORMAS PÅ MÅNGA OLIKA SÄTT OCH MÅSTE ANPASSAS EFTER PLATSENS UNIKA FÖRUTSÄTTNINGAR
- x GÄNNELLT HAR SCHAFTSLÄNT OCH MATERIALGRÄNSER RITATS 1:1
- x GÄNNELLT HAR SCHAFTSLÄNT OCH MATERIALGRÄNSER RITATS 1:1
- x DE KODER SOM ANGES I SEKTIONSMARKERINGARNA PÅ PLANRITNINGAR ÄRSYFTAR DE KONSTRUKTIONER SOM BESKRIVS I HANDBOKEN LEVANDE GÅTURUM OCH NAMNGES I LATHUNDEN



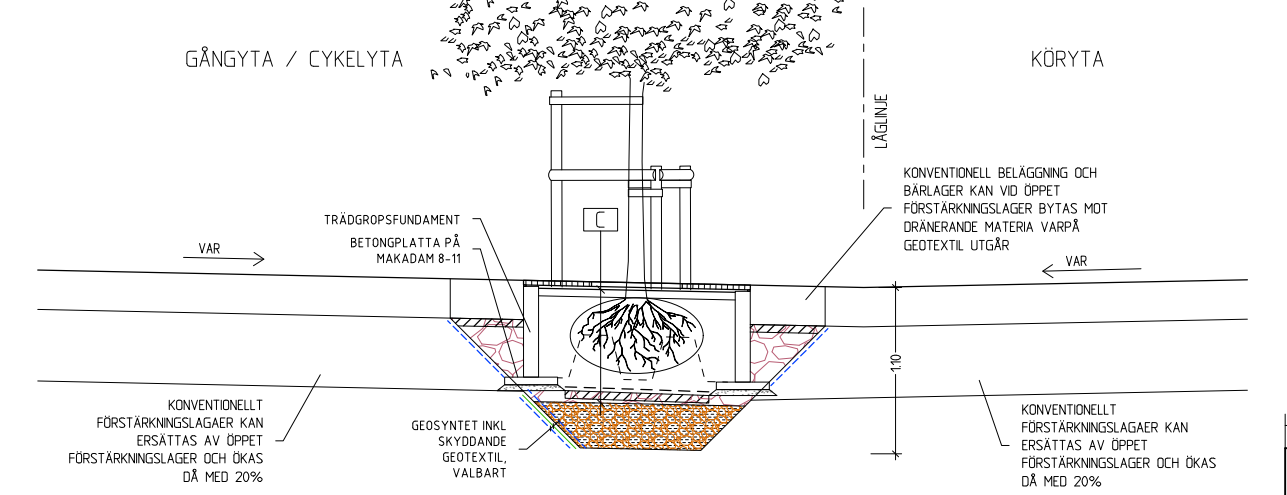
**TVÄRSEKTION**  
1AL, 1BL, 2AL, 2BL  
SKALA A1 1:25, A3 1:50



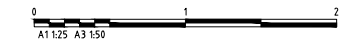
**TVÄRSEKTION**  
1EL, 2EL  
SKALA A1 1:25, A3 1:50



**TVÄRSEKTION**  
1DL, 2DL  
SKALA A1 1:25, A3 1:50

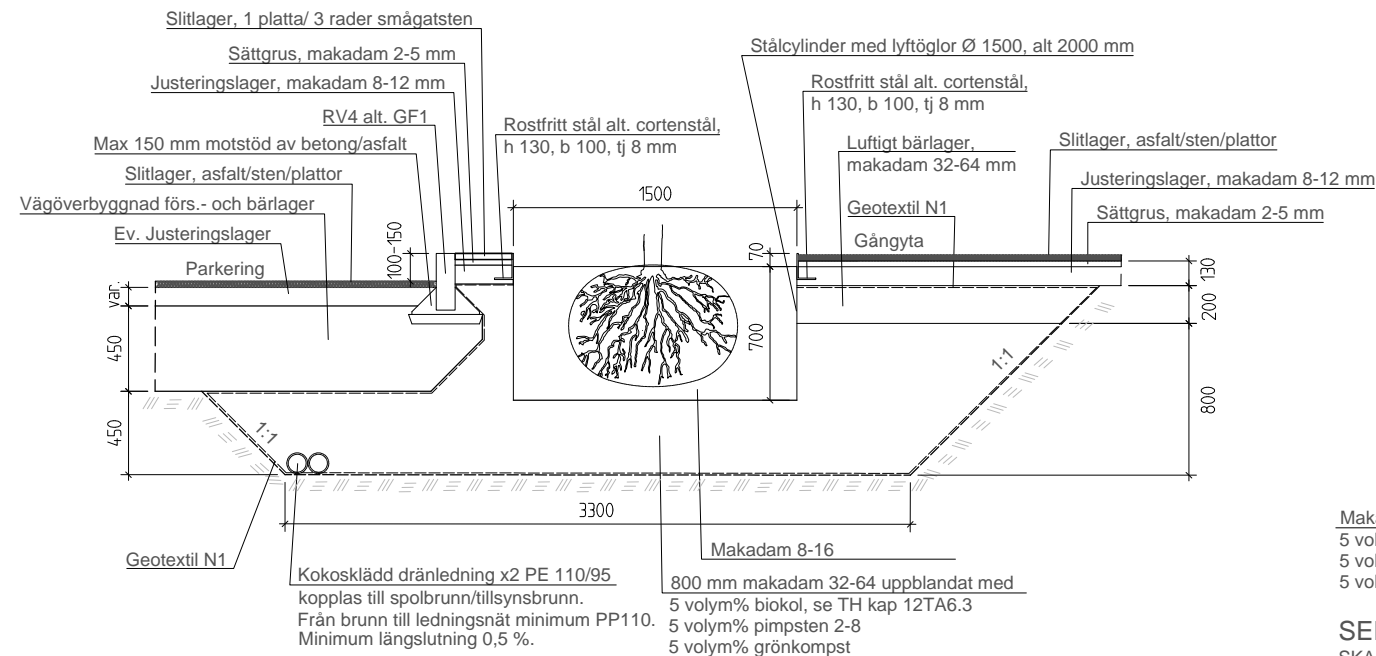


**TVÄRSEKTION**  
1CL, 2CL  
SKALA A1 1:25, A3 1:50

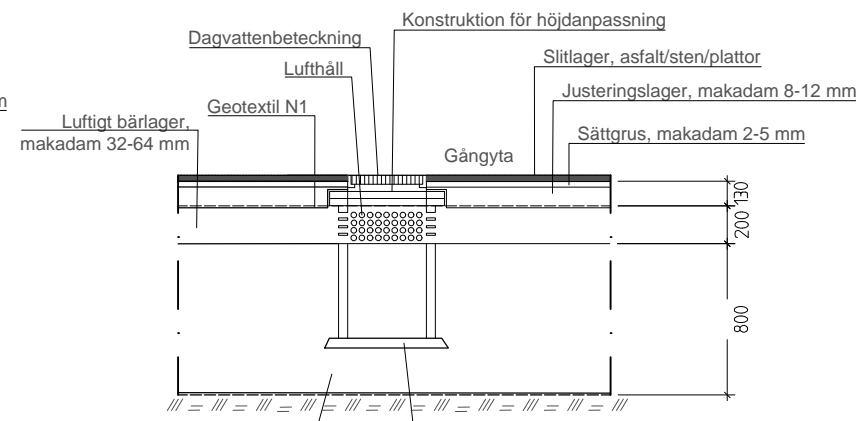


BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>BLÅGRÖNGRÅ SYSTEM</b>				
<b>PRINCIPRITNING 2.0</b>				
TVÄRSEKTIONER. LÄGRE KRAV 1AL/2AL, 1BL/2BL, 1CL/2CL, 1DL/2DL, 1EL/2EL				
<b>ed ge</b>		<b>Uppsala kommun</b>		
www.edges.se				
UPPRAG NR	HANDLÄGGARE			
19-014	ERIK HALLGREN			
DATUM	UPPRAGSANSVARG			
2021-10-18	KENT FRIDELL			
SKALA	A1 1:25	RITNINGSNUMMER		BET
	A3 1:50	M-7		

Storlek stålcylinder vid plantering  
Träd med stamomfång > 50cm = stålcylinder Ø 1500mm  
Träd med stamomfång > 45cm = stålcylinder Ø 2000mm



**SEKTION VÄXTBÄDD**  
SKALA 1:20 (A1)  
MÅTT ANGES I MM



Makadam 32-64 mm upplandat med  
5 volym% biokol, se TH kap 12TA6.3  
5 volym% pimpsten 2-8  
5 volym% grönkompst

**SEKTION LUFTNINGSBRUNN**  
SKALA 1:20 (A1)  
MÅTT ANGES I MM

## ANVISNINGAR:

För kontakt se TH kap 1C kompetens "Träd" eller "Kontaktlista Parkförvaltare".

Schaktbotten och - sidor ska besiktigas av stadsmiljöförvaltningen före utläggning av skelettjord.

Cylindern ska ställas på packad skelettjord och skelettjord fylls omkring röret i lagertjocklekar på 200-250 mm. Varje lager ska packas väl med tungpadda, 500 kg. I stålröret ska makadam 8-16 anbringas. Därefter ska stålröret tas upp och plantering utföras.

Cylinderns storlek ska ha diameter 1500 mm alternativt 2000mm. Storleken är avhängt trädets planteringsstorlek samt öppningen i hårdgjord yta/stålets/kantstödets diameter.

## LUFTNINGSBRUNN

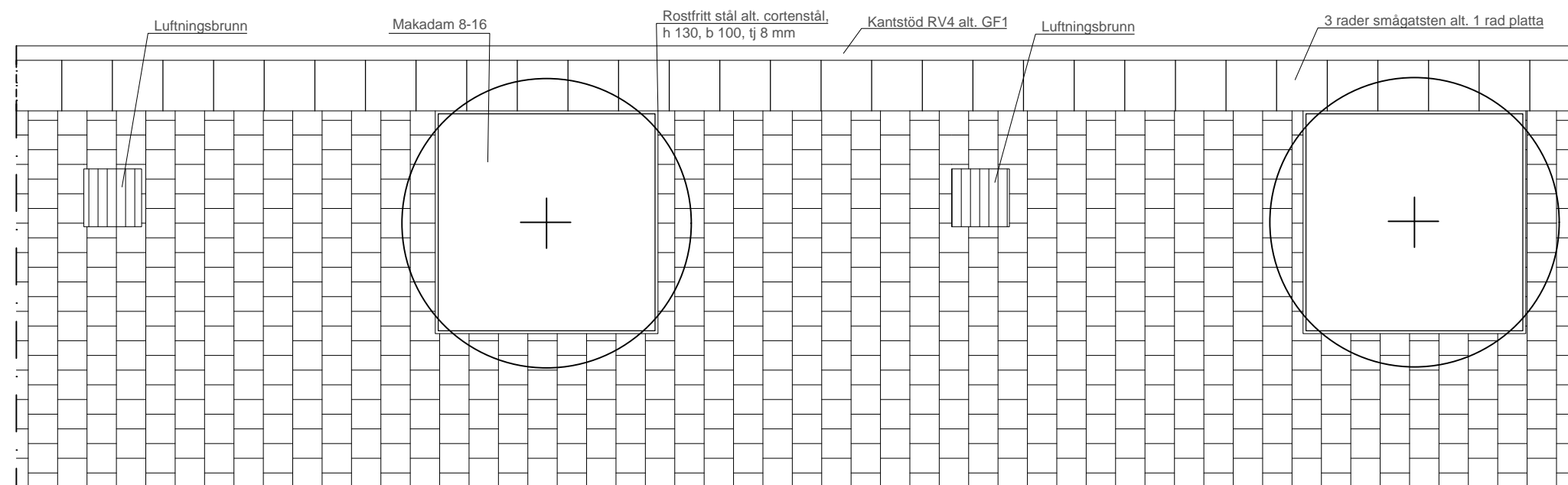
Luftningsbrunn ska användas för luft- och vattentillförsel. Brunn ska utföras med sandfång och hål i botten. Sandfångsvolym ska minst vara 60 liter. Lufthål placeras i nivå med det luftiga bärlagret. Brunnen ska justeras på ett lager makadam 2-6 mm. Antal brunnar ska vara 1 st/träd. Dagvattenbeteckning ska utföras körbar och läsningsbar.

## KANTSTÖD KRING TRÄD

Mot köryta ska i första hand granitkantsten användas, då i första hand RV4 alt. GF1. Mot övriga ytor används i första hand kantstöd av stål. Samråd ska ske med stadsmiljöförvaltningen.

## DRÄNERING

Dräneringsledning ska vara kokosklädd PE 110/95. Ledning ska kopplas på närmaste dagvattenbrunn alternativt nytt dagvattenmagasin.



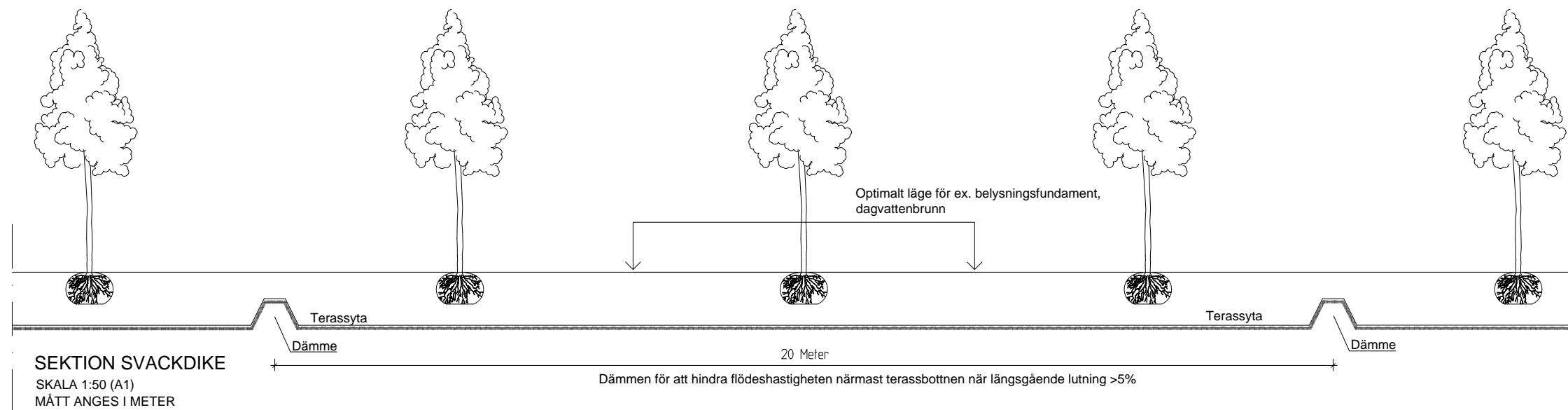
**PLAN**  
SKALA 1:20 (A1)  
MÅTT ANGES I MM

<p>Göteborgs Stad Stadsmiljöförvaltningen</p>	<p>STANDARDDRITNING Växtbädd träd i hårdgjord yta typ Biokol. Hantering av dagvatten Jordmaterial och växtbäddar</p>		<p>Rev. 1 Rev. 2 Rev. 3</p>
	<p>Beslutad av Avdelning: Planering och investering</p>	<p>Ansvarig Enhet:</p>	

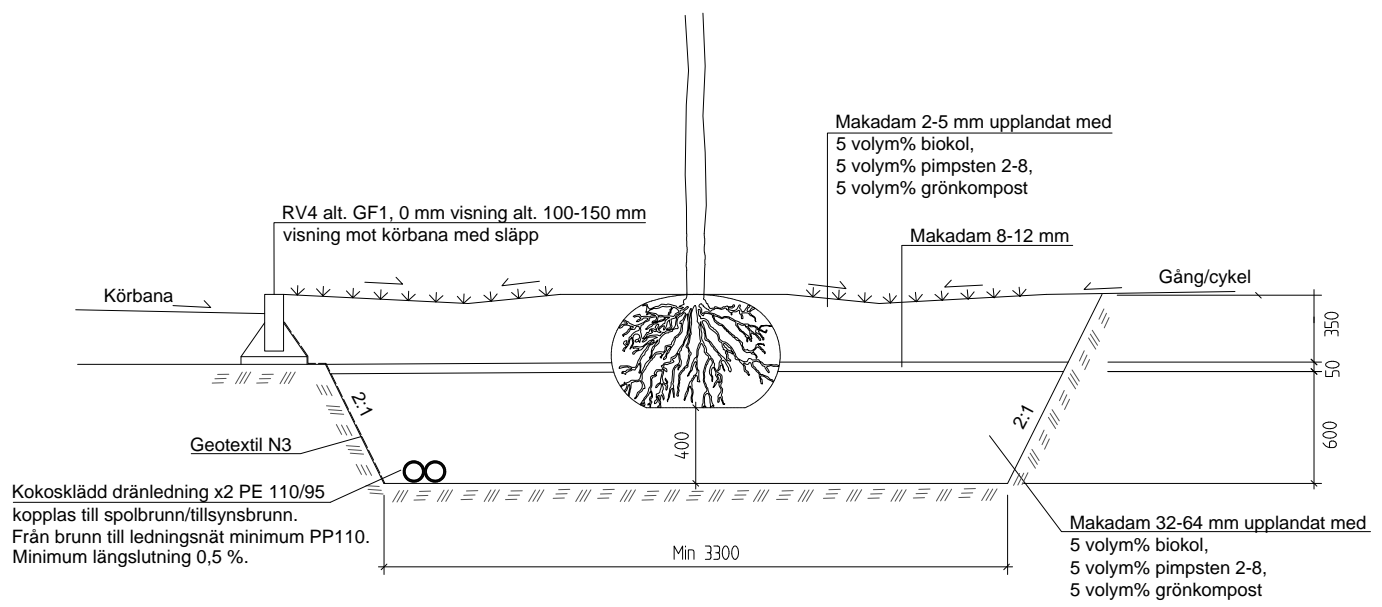


# J3:G VÄXTBÄDD TRÄD I GRÖNYTA TYP BIKOL

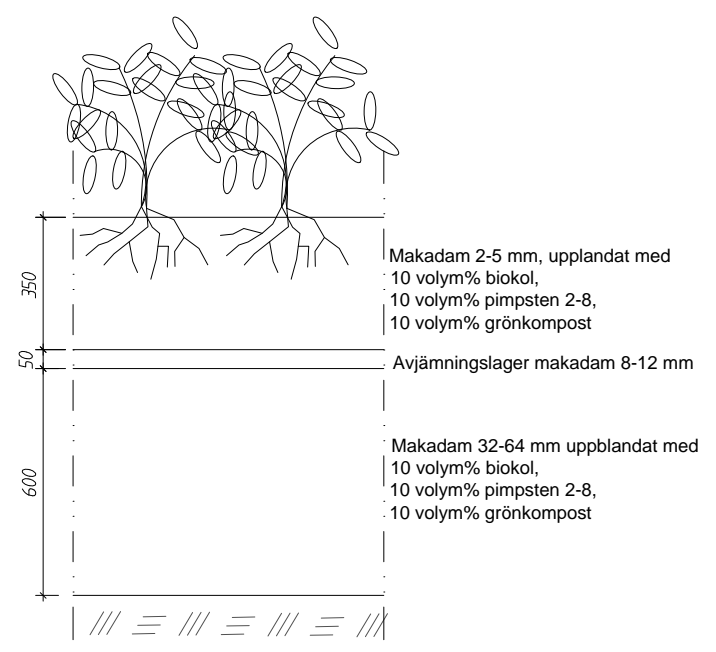
ANVISNINGAR:  
För kontakt se kompetens "Träd".



SEKTION SVACKDIKE  
SKALA 1:50 (A1)  
MÅTT ANGES I METER



SEKTION VÄXTBÄDD TRÄD MED BIKOL  
SKALA 1:20 (A1)  
MÅTT ANGES I MM



SEKTION VÄXTBÄDD PERENN/BUSK MED BIKOL  
SKALA 1:10 (A1)  
MÅTT ANGES I MM

		<b>STANDARDRITNING</b> Växtbädd träd i grönyta typ biokol Hantering av dagvatten Jordmaterial och växtbäddar		GBlter fr.o.m TH 2023:1	
Beslutad av Avdelning: Planering och investering	Ansvarig Enhet: Investering	FORMAT A1	SKALA VAR	RITNINGNUMMER J3:G	REV C