Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

ETT BLÅGRÖNT LYFT

ETT GESTALTNINGSFÖRSLAG MED FOKUS PÅ BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR AVSEENDE DEN PLANERADE STADSDELEN JAKOBSBERG I KARLSTAD

Susanne Hasselberg och Ylva Ulfbecker

Examensarbete • 30 hp
Landskapsarkitektprogrammet, Ultuna
Institutionen för stad och land
Uppsala 2020

Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala
Examensarbete vid landskapsarkitektprogrammet, Ultuna
Kurs: EX0860, Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E - landskapsarkitektprogrammet – Uppsala, 30 hp
Kursansvarig institution: Institutionen för stad och land
Nivå: Avancerad A2E
© 2020 Susanne Hasselberg och Ylva Ulfbecker

Titel på svenska: Ett Blågrönt lyft - Ett gestaltningsförslag med fokus på blågrön infrastruktur avseende den planerade stadsdelen Jakobsberg i Karlstad
Titel på engelska: A bluegreen development - A design proposal with focus on bluegreen infrastructure concerning the planned district Jakobsberg in Karlstad
Handledare: Per Berg, SLU, institutionen för stad och land
Examinator: Gudrun Rabenius, SLU, institutionen för stad och land
Biträdande examinator: Hildegun Varhelyi och Åsa Ahrland, SLU, institutionen för stad och land
Omslagsbild: Perspektiv över strandpromenaden
Upphovsrätt: Samtliga bilder/foton/illustrationer/kartor i examensarbetet publiceras med tillstånd från upphovsrättsinnehavaren. Där inget annat anges är det författarnas egna bilder
Originalformat: A4
Nyckelord: Översvämningsskydd, blågrön infrastruktur, landskapsarkitektur, översvämningar i städer, översvämningsskyddade städer
Elektronisk publicering: https://stud.epsilon.slu.se

Vi vill tacka Per Berg för ett pedagogiskt och utmärkt handledarskap med goda synpunkter och diskussioner under projektets gång. Även stort tack till Karlstad Kommun för inspirerande introduktion och erfarenheter av projektområdet samt underlag för arbetet.

Ylva Ulfbecker och Susanne Hasselberg

Uppsala, juni 2020

SAMMANDRAG/ ABSTRACT

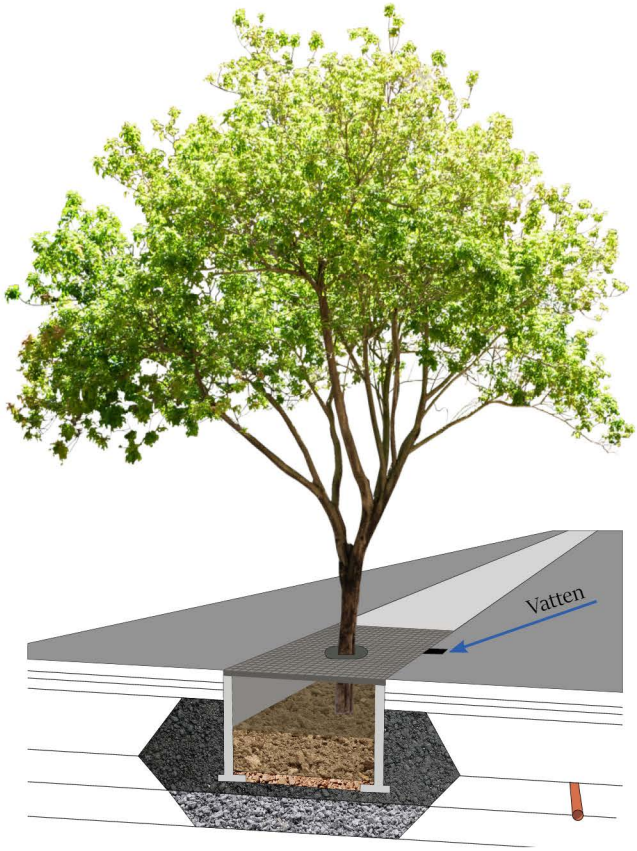
Intensifierade skyfall och större risk för översvämningar ökar behovet av nya lösningar. Blågrön infrastruktur kan vara framtidens lösning på städers dagvattenhantering. Med blågröna lösningar kan även hållbarheten och attraktiviteten öka i städerna. Vi har undersökt hur en stadsdel kan gestaltas som är anpassad för framtidens påfrestningar, samtidigt som den upplevs trivsam och skapar mervärden för både djur och människor. Genom att skapa lösningar som tillgodoser flera problem samtidigt, kan städer bli mer kostnadseffektiva eftersom separata lösningar både kräver utrymme och är kostsamma.

Översvämningar är i de flesta fall det naturfenomen som kan orsaka störst skador och kosta samhället mest, jämfört med någon annan naturkatastrof. Samtidigt kan klimatförändringarna komma att förvärra situationen med ökad intensitet och frekvens av skyfall i kombination med längre perioder av torka.

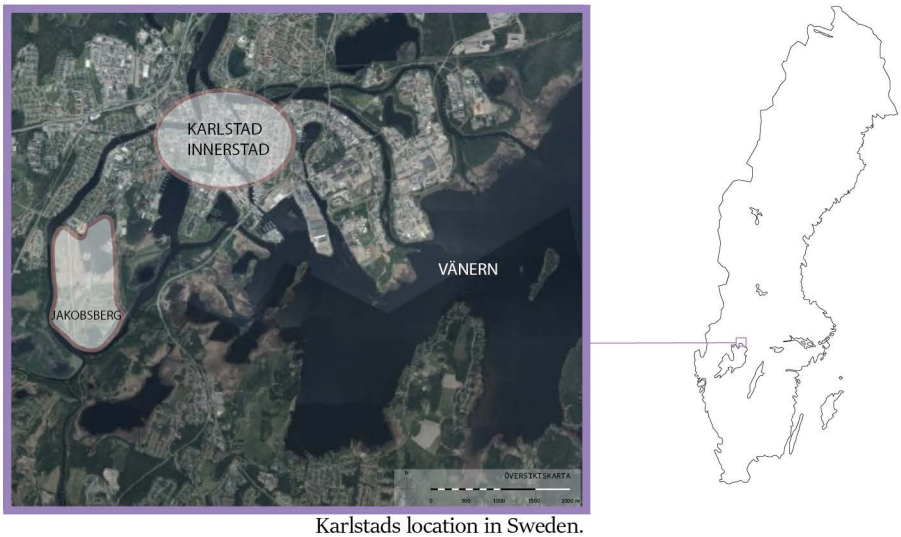
Karlstad kommun planerar att bygga en ny stadsdel som med stor risk kommer vara utsatt för översvämningar i framtiden. Det planeras en jordvall som översvämningsskydd runt området. Jordvallen skyddar Jakobsberg från älven intill men stänger också in regnvattnet i området. Därför ställs höga krav på att dagvattnet ska omhändertas lokalt i Jakobsberg. Pumpstationer kommer användas för att leda vidare vattnet till recipienterna, dock kommer det ökade antalet hårdgjorda ytor i den framtida stadsdelen leda till större påfrestningar på de rörbaserade systemen.

Vi har därmed undersökt- med hjälp av blågrön infrastruktur- hur dagvatten kan omhändertas och avlasta de rörbaserade systemen i detta området. Blågrön infrastruktur kan med fördel utnyttjas för att dämpa effekterna av skyfall och översvämningar, samtidigt som systemen bidrar med andra värden. I uppsatsen så beskrivs hur blågröna-system kan användas, konstrueras och kombineras för att effektivisera dagvattenhanteringen. BGI-systemen kan antingen anläggas som separata konstruktioner eller kombineras med andra enheter. Vid extrema regn krävs att flera BGI- enheter är anslutna till varandra för att regnvattnet ska tas om hand på bästa sätt.

Bilden visar hur en vegetationsyta kan konstrueras.



Bilden visar en täckt regnbädd.



Karlstads location in Sweden.

SUMMARY

In this master thesis we have investigated how Bluegreen infrastructure can be implemented in a planned district called Jakobsberg in Karlstad, in order to create a sustainable stormwater management. The important methods and results of this master thesis "A BLUEGREEN DEVELOPMENT" is here presented briefly, ending with a summarized discussion.

INTRODUCTION

Intensified rainfall and greater risk of flooding increase the need for new solutions. Bluegreen infrastructure (BGI) can be the solution to rainwater management in future urban areas. With blue-green solutions, sustainability and attractiveness can also increase in the cities. We have investigated how a neighborhood can be designed that is adapted to the climate change of the future, while at the same time the design is perceived pleasant and creates added value for both animals and people. By creating solutions that cater for multiple problems, cities can become more cost-effective, as separate solutions both require space and are more costly. Flooding is in most cases the natural phenomenon that can cause the greatest damage and cost society the most, compared to any other natural disaster. At the same time, climate change may exacerbate the situation with increased intensity and frequency of rainfall combined with longer periods of drought.

Karlstad municipality plans to build a new district that will be at high risk of flooding in the future. A wall of soil is planned as flood protection around the area. The wall will protect Jakobsberg from the river next to the area, but it will also enclose the rainwater inside the same area. Therefore, high demands are placed on the disposal of stormwater locally in Jakobsberg. Pump stations will be used to pass on the stormwater to the recipients, but the increased number of hardened surfaces in the planned district will lead to greater stress on the pipe- based systems. Therefore we have investigated- with the help of blue-green infrastructure - how stormwater can be disposed of and relieve the pipe-based systems in this area. BGI can advantageously be used to dampen the effects of rainfall and flooding, while at the same time providing the system with other values.

This essay describes how blue-green systems can be used, constructed, and combined to make stormwater management more efficient. BGI systems can either be constructed as separate structures or combined with other units. In extreme rainfall, several BGI units are required to be connected to each other in order for the rainwater to be handled in the best possible way.

AIM & RESEARCH QUESTIONS

The aim of this thesis is to investigate how a shoreline promenade and a central square in Karlstad can be designed with Bluegreen infrastructure, to enhance the values of the area. The research questions for the thesis is:

- What is Bluegreen infrastructure and how can it be implemented in the new district Jakobsberg in Karlstad.
- How does the area manage stormwater and how can Bluegreen infrastructure complement the pipe-based stormwater systems?
- What values does Bluegreen infrastructure contribute to the area?

A sketch of the methods used in our process.

METHOD

We have used a method triangulation in this thesis, which means that we have used several different methods to gather information about our topic. The different methods have complemented each other and together provided a good knowledge base in the work. Method triangulation is used to validate a unique case.

We used a literature review to investigate what Bluegreen infrastructure is. In the literature study, the concept of BGI was explored and why it should be implemented in urban planning and what other values BGI can entail. A primary source used in the literature study was "Public urban spaces - a manual in blue-green systems" - written by Thynell et al. 2019.

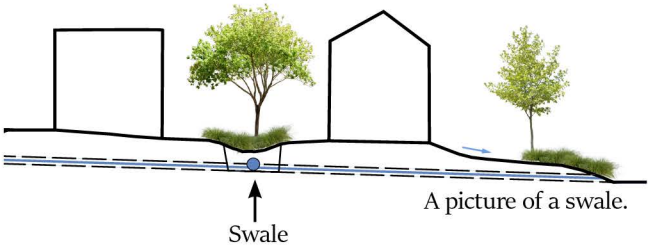
Documents relating to Jakobsberg have been studied to gain a good insight into the planned area. In the document studies about Jakobsberg, the detailed plan for the area is presented together with investigations on stormwater, bats, amphibians, and the wall of soil study. The detailed plan provided the basis for making a design proposal with a site-specific approach.

Historical values in Karlstad have been investigated for the residents of the future Jakobsberg to gain anchoring and connection to the site. To emphasize the history of the site in a design proposal can highlight identity and character on the spot.

KNOWLEDGE REVIEW

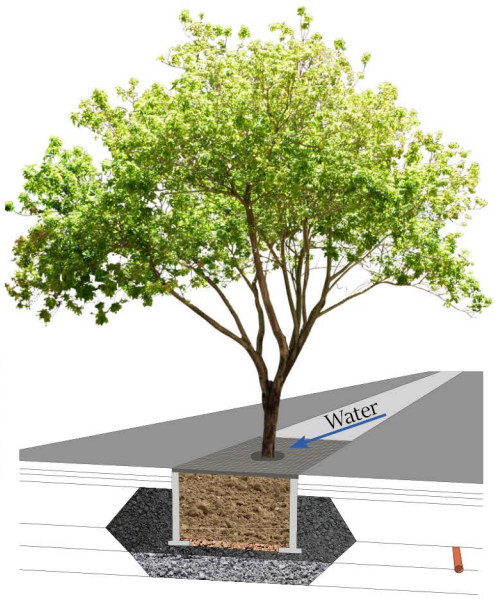
The knowledge review gives an overview of why BGI systems are needed, as well as how they can be constructed. The chapter starts by explaining how climate change can affect our future environment and lead to extreme weather such as downfall and flooding. And the economic and social consequences it can lead to in different societies.

Blue-green infrastructure (BGI), can improve the quality of wastewater as well as mitigate flooding while creating other values in city landscapes. In the chapter "A profound summary of BGI- systems" differents systems that can be used are explained thoroughly. These systems are swales, wetlands, ponds, green roofs, draining hardened surface, covered hardened surface, biofilters, rain-beds, the surface of vegetation, covered rain bed, and trees in hardened surfaces. The BGI- systems can be combined to make stormwater management more effective.



A picture of a swale.

A rain bed construction.



Tree in hardened surface.

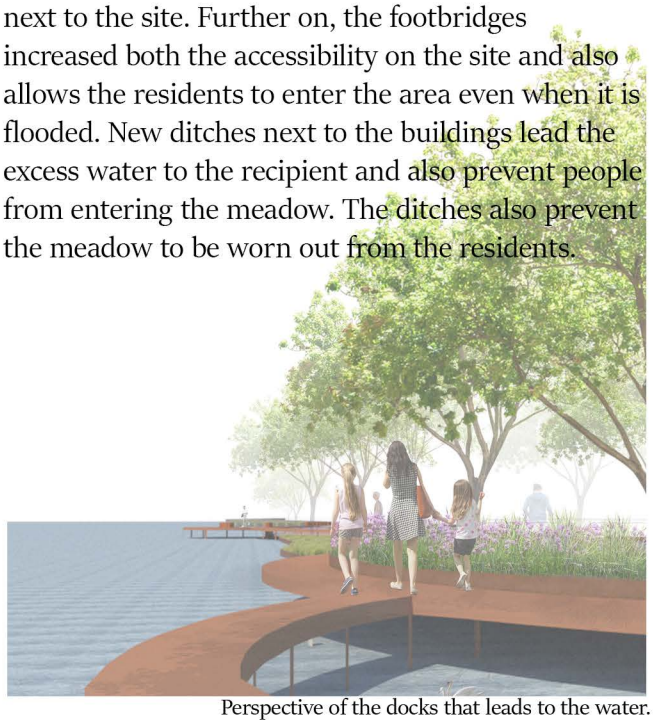
Covered rain bed.

THE RESULT

The gathered information from the literature studies was evaluated and became an inspiration to the result of the design proposal. Our design proposal with Bluegreen systems complemented the pipe-based stormwater systems and increased the aesthetics, biological, and social sustainability on the site.

The shoreline promenade and the central square are provided with sustainable stormwater management and cohesive design. The design proposal utilizes the potential of the area to be an urban greenery site.

The water contact was primarily increased through the clearing of brushwood along the shoreline and by making bridges out to Klarälven next to the site. Further on, the footbridges increased both the accessibility on the site and also allows the residents to enter the area even when it is flooded. New ditches next to the buildings lead the excess water to the recipient and also prevent people from entering the meadow. The ditches also prevent the meadow to be worn out from the residents.



Perspective of the docks that leads to the water.

DISCUSSION

The proposal shows how the site can sustainably manage stormwater with BGI-systems and also increases the recreational and aesthetic values in the area. The additions of footbridges create accessibility to the area with a cohesive organic design. The many rain beds take care of the stormwater together with providing benefits in the form of experience values and natural values. At the same time, the flowers in the rain beds create an attractive place that many are likely to visit. Our proposal highlights the water and creates an accessible place for all visitors.

Studies show that people feel good when being in nature and adding greenery to the city also creates a more healthy air. Our proposal for more greenery and green roofs that take care of the stormwater locally also creates added value for Jakobsberg's residents.

People have always wanted to live by the water and today's society is no exception. The consequence is that areas along the water are built without considering the long-term consequences, such as the problem of high water flows. Since its inception, the Klarälven river delta has varied in distribution and form. The water creates a meandering delta which changes the appearance through erosion. Today's society does not take into account the water's natural processor, which causes buildings to face problems in the future.

Jakobsberg's low position and changing edge towards the Klarälven river, together create insecurity for future generations' living. Jakobsberg is completely dependent on the two pumps constantly functioning, while the soil wall is not subjected to any significant erosion of the Klaräven

river. It is this concern that the residents must live with. Spending their savings on housing with such an uncertain future is a question all Jakobsberg residents must decide on. Insurance companies now know the risk of building houses low and it is more difficult to ensure such a house. No one wants to lose their savings on renovating the house for flooding every year. However, the Municipality of Karlstad has made investigations for the settlement to withstand floods, but if this works in practice only realization can show.

The wall of soil creates a problem with the water being unable to drain naturally into the Klarälven river and all water stays within the area. Therefore, high demands are placed on stormwater management in the area. In our opinion, BGI systems are necessary for the area, so as not to strain the area's two pumps.

A BGI system must have space for the desired function. However, research shows that vegetation in the city lowers the temperature in the cities, cleans the air, and contributes to people's well-being. Other advantages of BGI systems are that the vegetation has better conditions to grow, which leads to greater growth and more carbon dioxide is absorbed from the air. Even the stormwater is delayed and purified before the water reaches the pipe-based systems. This means that the pipes are not loaded and can work without flooding. However, these advantages are still better in the long run, which is why it is a good choice to choose green.

Groundwater issues must be considered as a unity of an area, which in our case was an advantage for the entire area to be exploited. In the city, BGI solutions might have been more difficult to implement due to its demands on large areas and cohesive units. When it comes to stormwater management in a city, hardly a single BGI unit helps. To completely replace the pipe-based systems, the BGI units need to be interconnected and allowed to have a larger area. The cities in the future may be using more and more to BGI systems for its many advantages, but today the pipe-based systems unfortunately dominate.

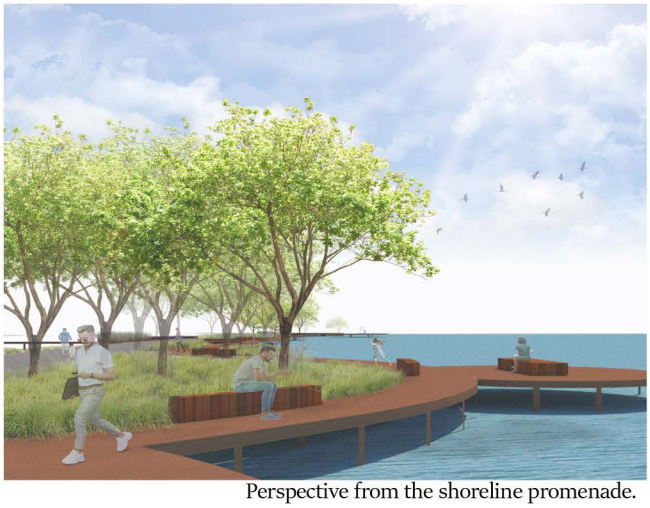
Our goal with this master thesis is that it can be used by people in the profession of urban growth and landscape architects when planning urban areas to have sustainable stormwater management together with creating a well-designed environment to live and thrive.

The new research questions that appeared when working with this master thesis was:

- What is bluegreen infrastructure and how can it be implemented in the new district Jakobsberg in Karlstad.
- How does the area manage stormwater and how can bluegreen infrastructure komplement the pipe-based stormwater systems?
- What values does bluegreen infrastructure contribute to the area?

Perspective of the whole square.

Perspective of parts of the square.



Perspective from the shoreline promenade.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

DEL 1- INTRODUKTION....12
BEGREPPSFÖRKLRING....13
BAKGRUND....14
SYFTE....15
FRÅGESTÄLLNINGAR....15
AVGRÄNSNINGAR....15
METOD....17
PRESENTATION AV METODER
LITTERATURSTUDIE
DOKUMENTSTUDIER
INTERVJUER
REFERENSOBJEKT
PLATSBESÖK
INVENTERING
OMRÅDESANALYS
SKISSARBETE
KONCEPT
PROGRAM
FÖRSLAG
DEL 2- KUNSKAPSÖVERSIKT....20
BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR....21
HUR BGI KAN MINSKA ÖVERSVÄMNINGAR
FRAMTIDA KLIMATRELATERADE SCENARION OCH URBANISERING....21
VARFÖR ÖVERSVÄMNINGAR INTRÄFFAR
URBANISERING
UTMANINGAR MED BGI....22
FÖRDELAR MED BGI
SAMMANFATTNING
BGI- ANLÄGGNINGAR....24
KONTROLL PÅ PLATS - SMÅ VOLYMER VATTEN
PROCESSKONTROLL
NEDSTRÖMSKONTROLL
STORA VOLYMER VATTEN
EVAKUERING AV DAGVATTEN TILL GRÖNOMRÅDEN - STORA VOLYMER VATTEN
SAMMANFATTNING
BGI- SYSTEM FÖRDJUPNING....25
FÖRVALTNINGSKEDJA
SVACKDIKE
VÅTMARK
FÖRDRÖJNINGSDAMMAR
GRÖNA TAK

DRÄNERANDE HÅRDGJORD YTA
TÄT HÅRDGJORD YTA
BIOFILTER
REGNBÄDDAR
VEGETATIONSYTA
TRÄD I HÅRDGJORD YTA
TÄCKT REGNBÄDD
ETT GATURUM AV BGI-SYSTEM
SAMMANFATTNING
KONSTRUKTION AV BGI- SYSTEM.....35
HUR ETT BGI- SYSTEM KAN KONSTRUERAS
ÖPPET FÖRSTÄRKNINGSLAGER
SEPARATA OCH KOMBINERADE BGI-SYSTEM
BGI- SYSTEMETS VEGETATION
VÄXTMATERIAL I BGI- SYSTEM
SAMMANFATTNING
REFERENSOBJEKT.....38
NORRA DJURGÅRDSSTADEN
ROSENDAL
ATT TA MED SIG
DEL 3- OMRÅDE FÖR FALLSTUDIEN I KARLSTAD.....39
VAL AV PLATS.....40
KARLSTAD OCH KLARÄLVEN.....40
ÖVERSVÄMNINGSHISTORIK I KARLSTAD
DOKUMENSTUDIER JAKOBSBERG.....41
JAKOBSBERG DAGVATTENHANTERING
JORDVALLEN I JAKOBSBERG
SAMMANFATTNING DAGVATTENHANTERING I JAKOBSBERG
STRANDSKYDD
GRÖNSTRUKTUR
NATURA 2000- OMRÅDET
SKYDDSVÄRDA ARTER INOM OMRÅDET
PLANPROGRAMMET JAKOBSBERG.....44
VISION KARLSTAD KOMMUN
INVENTERING.....45
OMRÅDESINDELNING
SAMMANFATTNING
ANALYS.....49
SAMBAND MED GRÖN- OCH VATTENSTRÅK
SIKTLINJER OCH VEGETATION
KLIMAT
BULLER
VÄGAR OCH ENTRÉER
DIKEN
TOPOGRAFI
FLÖDESSCHEMA

SWOT-ANALYS....55
ATT TA MED SIG
DEL 4- GESTALTNING....56
PROGRAM....57
PROGRAMPUNKTER
KONCEPT- ETT BLÅGRÖNT LYFT....57
DELOMRÅDEN....57
IDÉSTADIE- SKISSER....57
DEL 5- FÖRSLAG....60
ILLUSTRATIONSPLAN- ETT BLÅGRÖNT LYFT....61
BGI- ENHETER I OMRÅDET....62
STRANDPROMENADEN....63
BJÖRKSALEN
REGNBÄDDARNA
ÄNGEN....66
TORGET....70
DEL 6- DISKUSSION....72
RESULTATDISKUSSION....73
PROBLEMATIK MED ATT BO NÄRA VATTNET
VARFÖR VI SKA VÄLJA GRÖNT
SAMBAND MELLAN VÅRT PLANOMRÅDE OCH KARLSTAD KOMMUNS FÖRSLAG AV JAKOBSBERG
VIKTIGA RESULTAT FRÅN GESTALTNINGEN
FRMTIDENS STÄDER
PROBLEMATIK MED ATT BO TÄTT
METODDISKUSSION....76
LITTERATURSTUDIE
DOKUMENTSTUDIER
REFERENSPROJEKT
PLATSBESÖK
INVENTERING OCH ANALYS
UTVECKLING AV ARBETET....77
NYA FRÅGESTÄLLNINGAR
DEL 7- KÄLLOR....78

1 INTRODUKTION

Avsnittet inleds med begreppsprecisering som förklarar relevanta ord och begrepp. Därefter presenteras bakgrund, syfte och frågeställningar och avlutas med metod och avgränsningar.

BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Blå- grön infrastruktur (BGI) - Ett samlingsnamn för alla konstruktioner som tillsammans utnyttjar dagvattenhantering (Blå) och växtbäddar (grön) med hårdgjorda ytor (infrastruktur).
Dagvatten - Vatten i form av regn eller smältvatten som avrinner från hårdgjorda ytor som gator, byggnader mm.
Grå infrastruktur - En benämning för alla hårdgjorda ytor.
Klimatförändringar - Är en varaktig och tydlig förändring i vädrets egenskaper på sikt.
Infiltration- Infiltration sker när dagvatten tränger ner i markytan istället för att avrinna på markytan. Dagvatten perkoleras därefter tills det når ett dräneringssystem eller grundvattnet.
Luftbrunn - Står för gasutbytet mellan växtbädden och atmosfären under hårdgjorda ytor. Luftbrunnen ansluts direkt mot det öppna förstärkningslagret och är cirka en meter djup.
Luftdagvattenbrunn - Är en typ av luftbrunn som även tar hand om dagvatten.
Perkolation- Innebär att vattnet transporteras genom berg och jord. Definitionen syftar på när vattnet rör sig genom lager av poröst material.
Permeabilitet- Avser genomsläppligheten för vatten i marken
Sedimentation - Sker när fasta material sjunker genom vattnet och ansamlas på botten.
Styrningsbrunn - Reglerar och styrflödet av dagvatten i BGI-system. Den fungerar även som bräddningsbrunn genom att dagvatten svämmar över från en fylld enhet till en ledning eller brunn. En styrningsbrunn bistår även med gasutbyte under mark.
Recipient - En mottagare av vatten. En sjö, ett vattendrag eller ett hav dit dagvatten och renat avloppsvatten rinner.
Utjämningsmagasin - Tillfälliga uppehållsstationer för dagvatten exempelvis insjöar, dammar och våtmarker som dämpar flödestoppar. När nya hårdgjorda områden byggs ställs ofta krav på anläggning av nya utjämningsmagasin som kompenserar för de hårdgjorda ytorna.
Vattenbalans- Begreppet beskriver hur mycket vatten som kan tillkomma, försvinna och lagras i ett område under en tidsperiod.
Växtsubstrat - substrat av bergkross eller sand som ska uppnå olika fysikaliska krav som exempelvis genomsläpplighet.
Öppet förstärkningslager - syftar på ett förstärkningslager som består av makadam (bergkross) till största del. I vissa fall kan öppet förstärkningslager också kallas dränerande eller luftigt förstärkningslager.
Översvämning- Översvämning innebär att vattennivån i sjöar, hav och vattendrag stiger samt att markområden som normalt inte angränsar till vatten täcks av vatten. Översvämningar kan orsakas av att mer vatten adderas till ett vattendrag än vad det har förmåga att leda bort. Översvämningar kan även ske som ett resultat av mycket nederbörd, snösmältning, tjäle samt vid dammbrott.

BAKGRUND

Framtidens städer ställs inför utmaningar när nederbörden kan komma att öka och temperaturerna bli högre enligt World Meteorological Organization (2017). Den urbana miljön förväntas även bli tätare menar United Nations (2018). En framtida stadsplanering innefattar en hållbar dagvattenhantering där de rörbaserade systemen inte blir överbelastade och där vattennära städer är skyddade mot översvämningar. Rörbaserade dräneringssystem är inte tillräckliga för att hantera stora mängder vatten. Vilket gör att städer behöver hitta nya lösningar som kan omhänderta dagvatten och skapa andra värden som bidrar till en hållbar stad (Liu et al. 2019).

De hårdgjorda ytorna i städerna har ökat och flera funktioner i gaturummet ska samsas om plats. Däribland funktioner såsom gång-och cykelvägar, VA, el och vegetation. Vegetation har förmågan att rena, fördröja och filtrera dagvattnet i städer och därmed bidra till en naturlig hantering av nederbörd. I de tätbebyggda städerna konkurrerar olika funktioner om samma ytor, vilket medför att de behöver konstrueras för flera ändamål (Berg et al 2012). Blågrön infrastruktur (BGI) kan förutom att hantera dagvatten, med fördel konstrueras för att skapa sociala, biologiska, estetiska och ekonomiska värden. Vi vill undersöka hur BGI kan implementeras i en lågt belägen stadsdel i Karlstad, samt vilka värden det kan medföra. I området planeras även en jordvall som ska skydda stadsdelen mot översvämningar.

BGI anses av många planerare vara en lovande åtgärd för att skapa ett motståndskraftigt område mot klimatförändringar och föränderliga miljömässiga och mänskliga aspekter. Det är viktigt att i tidigt skede planera in BGI i regionala utvecklingsstrategier. BGI kan lindra effekter av nutida observerade, samt framtida troliga klimatscenarier (Faggian 2014).

Med förvärrade klimatförändringar och längre torra perioder kommer vattenresurshantering att bli komplicerad, då konkurrensen om vatten, mellan användare (industri, miljö och jordbruk) kommer bli allt mer påtaglig. Landskapsarkitekter och vattenresursförvaltare har ett allt större ansvar att ta dessa utmaningar i beaktande.

Det är ett ansvar som innefattar att kombinera markanvändningsplanering med nätverk av BGI, hantera grundvattnet och fylla på lager med avrunnet dagvatten. Ansvaret handlar inte bara om att bevara ekologiska funktioner utan att bygga motståndskraftiga områden som kan möta extrema väderfenomen som översvämningar (Falkenmark et. al 2006).

Karlstad är utsatt för stora översvämningsrisker, då staden omges av vatten både från Vänern samt Klarälven. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har identifierat Karlstad som ett av de områden i Sverige som är mest utsatt för översvämningar (MSB 2018).

Nederbörden förväntas öka i framtiden och staden har flera utsatta lägen, där extra åtgärder behövs för att ta hand om vattnet. Samtidigt är vatten önskvärt och har en rekreativ funktion och går att utnyttja genom att exempelvis anlägga strandpromenader i vattennära lägen, enligt oss.

Vi har valt att gestalta delar av den planerade stadsdelen Jakobsberg i Karlstad som ligger lågt i terrängen och har stora problem med översvämningar (Karlstad Kommun 2018). Karlstad Kommun har valt att exploatera stadsdelen på grund av dess centrala läge i kombination med bostadsbristen i staden. Detta medför en utmaning att skydda Jakobsberg och de cirka 3000 bostäder och verksamheter som planeras mot de eventuella översvämningar, som kan orsakas av skyfall och förändrade vattennivåer. Kommunen har som vision att göra Jakobsberg till en blågrön stadsdel där vatten och växtlighet står i fokus och tillsammans skapar en levande livsmiljö (Karlstad Kommun 2018).

SYFTE

Syftet med uppsatsen är att utforska hur en strandpromenad och ett torg i Karlstad kan gestaltas med blågrön infrastruktur för att förhöja planområdets olika värden och förstärka översvämningsskyddet för den nya stadsdelen.

FRÅGESTÄLLNINGAR

- Vad är blågrön infrastruktur och hur kan det implementeras i stadsdelen Jakobsberg i Karlstad?
- Hur hanterar Karlstad Kommun dagvattnet på platsen och hur kan BGI komplettera de rörbaserade systemen?
- Vilka olika värden kan BGI medföra till området?

AVGRÄNSNINGAR

Arbetets avgränsningar har delats upp i fyra kategorier som innefattar geografisk avgränsning, litterär avgränsning, avgränsning i analysen och tidsmässig avgränsning

GEOGRAFISK AVGRÄNSNING

Arbetet är begränsat till en del av stadsdelen Jakobsberg i Karlstad där vår teori om blågrön infrastruktur kommer appliceras. Eftersom arbetet avgränsas till att göra ett illustrativt förslag på hur BGI kan implementeras i området, kommer endast en del av Jakobsberg att innefattas i detta examensarbetet.

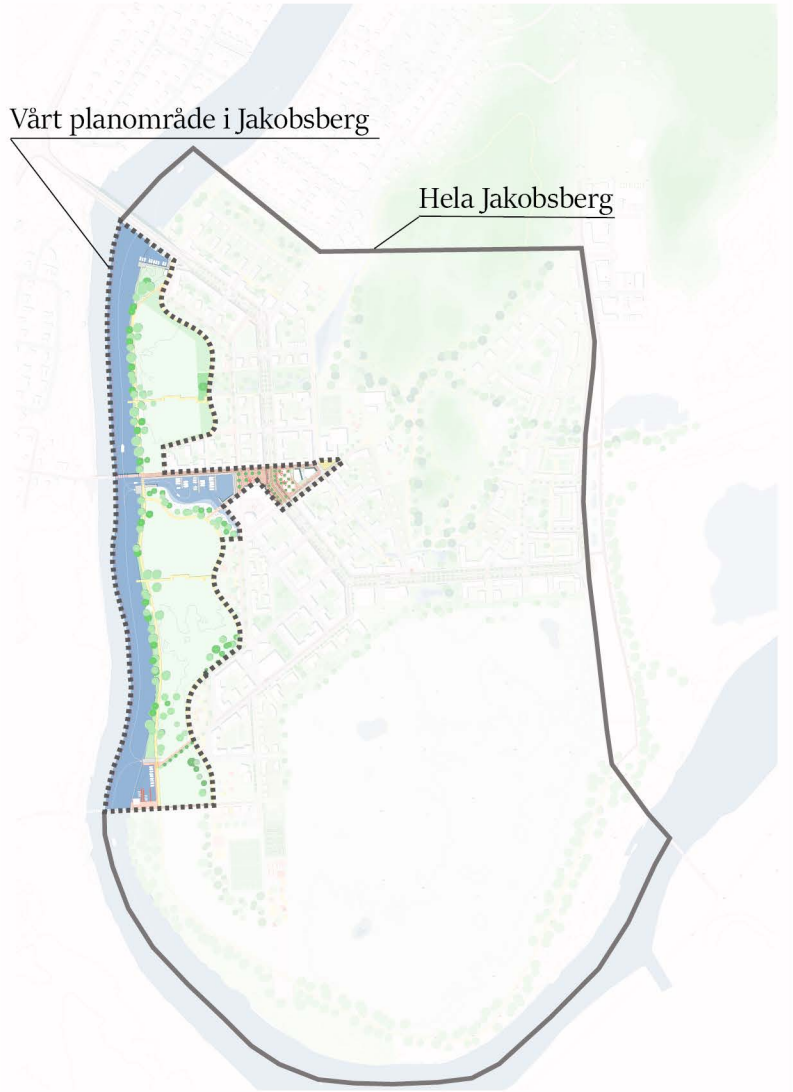


Bild. 1. Översiktsiktsplan av Jakobsberg i Karlstad och vårt planområde. Underlag från Karlstad Kommun med bearbetning av författarna.

LITTERÄR AVGRÄNSNING

För att begränsa arbetets utbredning kommer vi att fokusera på olika teorier om blågrön infrastruktur och schematiska konstruktioner under mark, som ska kopplas till vårt koncept.

AVGRÄNSNING I ANALYSEN

Vi har valt att analysera hela Jakobsbergs dagvattenhantering och inte bara examensarbetets planområde, eftersom BGI-system fungerar bäst om enheterna är sammankopplade. Dagvattenhantering kräver att vattnet planeras som en helhet inom ett område. Omkringliggande områdens dagvattenhantering kan påverka planområdets dagvattenhantering. Om inte vattnet tas omhand runt om planområdet kommer det att rinna in i det avsedda område för uppsatsen och begränsa en hållbar dagvattenhantering.

AVGRÄNSNING FÖRSLAG

Gestaltningsförslaget är inte ett färdigt förslag utan det syftar till att ge inspiration till hur platsen kan designas med hjälp av blågrön infrastruktur.

METOD

För att kunna svara på frågeställningarna har vi använt oss av metodtriangulering, vilket innebär att vi använt oss av flera olika metoder för att samla in information kring ett ämne (Robert Stake 2010). Metoden möjliggjorde tillförlitliga svar som baserades på flera källor (Patel & Davidson 2011). De olika metoderna kompletterade varandra och har tillsammans gett en god kunskapsgrund i arbetet. Metodtriangulering används för att kunna validera ett unikt fall.

LITTERATURSTUDIE

Litteraturstudien syftade till att ge en bred kunskapsöversikt över ämnet. I litteraturstudien utforskades begreppet BGI, varför det borde implementeras i stadsplanering och vilka andra värden BGI kan medföra.

I internetsökningarna har nyckelord som floodprotection, blue-green infrastructure, landscape architecture design, urban flooding, flood damage prevention design, och flood protection cities använts. En primär källa som använts i litteraturstudien är ”Levande gaturum- en handbok i blågröna system”- skriven av Thynell et al. 2019.

DOKUMENTSTUDIER

Eftersom gestaltningen skulle appliceras på en specifik plats i Karlstad har en studie över Karlstad och planområdet genomförts, för att få en förståelse för vilka förutsättningar som råder. Dokument har tillhandahållits från Karlstad kommun samt via hemsidor för att få kunskap om den planerade stadsdelen Jakobsberg och tidigare översvämningshistorik i Karlstad. Sökning efter information har skett via Google scholar, Primo, Web of Science, böcker och SLU- biblioteks databas.
Dokument som ligger till grund för arbetet är:

- Detaljplan för västra Jakobsberg. Dokumentdatum: 2018-10-26
- Miljökonsekvensbeskrivning- För detaljplan Jakobsberg västra, Karlstads kommun. Dokumentdatum: 2018-10-12
- Dagvattenutredning Västra Jakobsberg. Dokumentdatum: 2018-10-04
- Vallutredning Jakobsberg, Karlstad. Dokumentdatum: 2018-06-07
- Inledande konsekvensbedömning av naturvärden. Dokumentdatum: 2016-08-11

Historiska värden i Karlstad har undersökts för att de boende i det framtida Jakobsberg ska få en förankring och koppling till platsen. Att ta hänsyn till platsens historia i samband med en gestaltning kan ge en identitet och karaktär åt platsen.

Dokument som avser Jakobsberg har studerats i syfte att få en god inblick i planområdet. I dokumentstudierna om Jakobsberg presenteras detaljplanen för området, utredningar kring dagvatten, fladdermöss, groddjur samt vallutredningen. Detaljplanen gav underlag till att göra en gestaltning med anknytning till platsen. Vi frångick planprogrammet för att kunna gestalta för mer BGI på platsen.

INTERVJUER

Tidigt i arbetet bestämdes att studien skulle utföras på en plats i Karlstad, eftersom att vi hade kunskap om att Karlstad haft viss översvämningsproblematik. Vi kontaktade Karlstad kommun för att diskutera val av plats med översvämningsproblematik. Därefter fick vi kontakt med Malin Hedlund, översvämningssamordnare på Karlstad kommun. Efter mailkontakt bestämdes ett möte mellan oss, Malin Hedlund och stadsbyggnadarkitekten Per Anders Olsson. Inför mötet förberedde vi frågor som skulle ge oss en överblick över Karlstad och hur kommunen arbetat med översvämningsproblematik. Under mötet diskuterades även val av plats. Dialogerna under mötet resulterade i att vi ansåg att den planerade stadsdelen Jakobsberg var en lämplig plats att utföra studien på. Vidare intervjuer utfördes inte eftersom huvudsyftet med intervjun var att välja lämplig plats samt få tillgång till underlag och material för platsen. Under mötet diskuterade vi även vilka förväntningar vi hade på kommunen och att en viktigt aspekt var att få ta del av material kring den avsedda platsen. Vi diskuterade även vilka förhoppningar de hade på oss och de tyckte det var intressant om vi gjorde ett arbete om den planerade stadsdelen Jakobsberg.

REFERENSOBJEKT

För att få inspiration till vårt koncept undersöktes två referensprojekt. Norra Djurgårdsstaden i Stockholm och Rosendal i Uppsala. Referensobjekten valdes ut eftersom de är tätbebyggda områden s'r som medvetet arbetat med öppna dagvattenlösningar och grönstruktur.

PLATSBESÖK

Vi har vid ett par tillfällen besöktes Jakobsberg i Karlstad för att få en större förståelse för områdets förutsättningar. Platsbesöken medförde en större förståelse för skala, struktur, rumslighet och det omgivande landskapet.

Besöken har dokumenterats genom foton som sedan utvärderats. En inventering och en områdesanalys av platsen genomfördes vid besöken och genom dokumentstudierna. Det första besöket genomfördes den 17/2-2020 för att få en övergripande bild av platsen samt för att förstå hur området används. Vid övriga besök gjordes inventering och analys. Att besöka platsen flera gånger har gett en förståelse för områdets olika förhållanden över tid.

INVENTERING

En inventering utfördes längs med vattenstråket. Där noterades sollägen, vattenstånd, vegetation, topografi, siktlinjer, entreer, buller, upplevelsevärden och användning av platsen. Under platsbesöket noterade vi att vissa områden var översvämmade. Inventeringen var ett bra hjälpmedel för att förstå platsen fysiska förutsättningar. Platsen fotodokumenterades under promenaden.

OMRÅDESANALYS

Analysen är skapad utifrån vår framväxande proffessionella erfarenhet från vår femåriga landskapsarkitektutbildning. Området idag är obebyggt och det skulle medföra svårigheter att analysera platsen som den ser ut idag, då det planerade Jakobsberg kommer bli en ny stadsdel med andra förutsättningar.

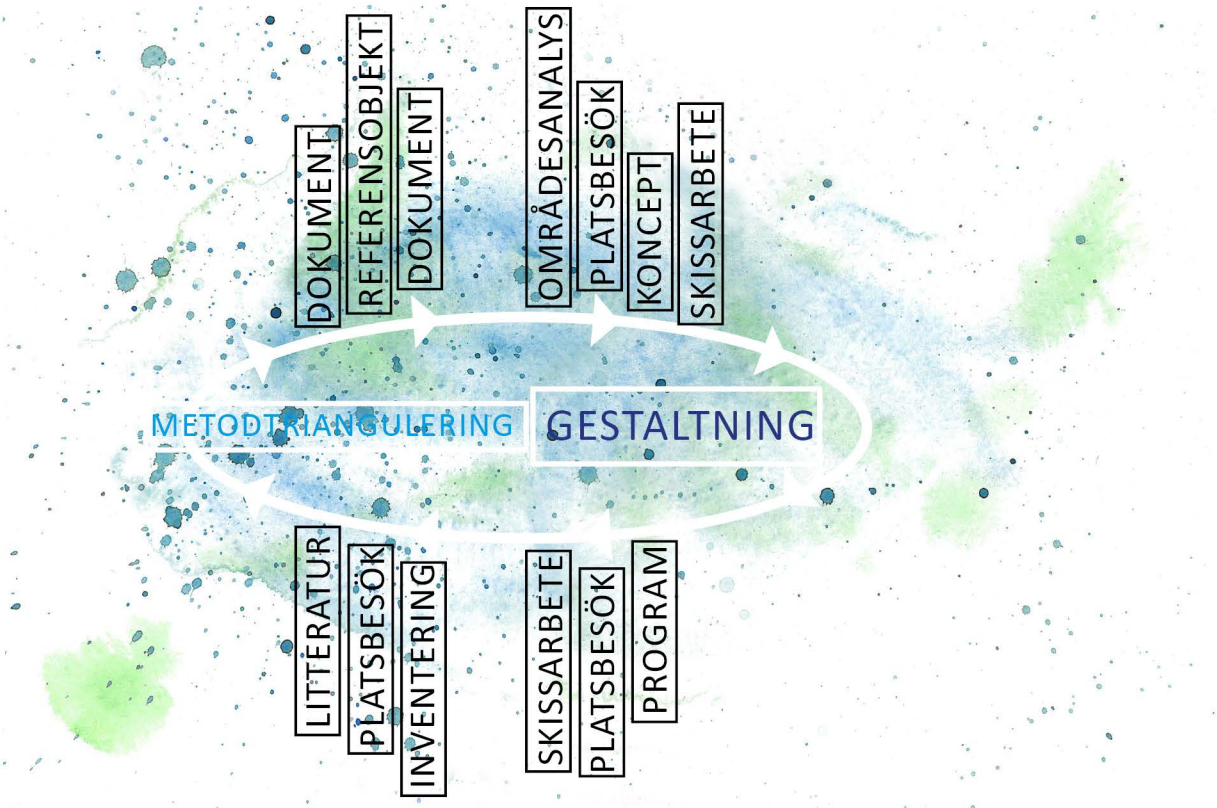


Bild. 2. Illustration av arbetsprocessen som visar dess upprepning och integration.

För att kunna utföra en platsspecifik gestaltning utfördes även en SWOT-analys där områdets styrkor, svagheter, möjligheter och hot undersöktes (Nationalencyklopedin 2020). SWOT- analysen baserades på material som finns kring de framtida byggnadsplanerna. Information om platsen från Karlstad kommun erhölls för att lättare

förstå den framtida stadsplaneringen och utföra en analys.

SKISSARBETE

Skissarbete används som en arbetsprocess inom arkitektyrket och fungerar som en metod för att undersöka och lösa problem (Nord & Birgerstam 1997).

Skissarbetet började med en timskiss där vi först gjorde tre skisser under fem min var av organiska former, sedan tre skisser under fem minuter av raka former. Detta gjorde att vi kunde komma på nya idéer. Efter timskissen presenterades skisserna. Vi gick igenom varje tankebana och tog inspiration av varandra för att forsätta skissandet var för sig. Därefter presenterade vi åter skisserna för varandra och diskuterade de olika förslagen. Detta resulterade i att vi kom fram till ett förslag som båda parter ville gå vidare med och utveckla. Skissandet var även ett hjälpmedel för att förstå platsen.

KONCEPT

Med hjälp av delstudiens resultat och analyserna utvecklades konceptet. Konceptet gav förslaget en sammanhållen design och funktion samt stärkte platsens identitet.

PROGRAM

För att ta fram ett ramverk till platsens gestaltningsförslag gjordes ett program. Programmets fokus var att utnyttja BGI för att framhäva platsens estetiska, sociala och biologiska värden samt ta hand om dagvattnet. Förslagets platsspecifika värden, detaljer, vegetation, aktiviteter och funktioner skapades ur programmet. Utifrån programmet utvecklades programpunkterna, som redogör för målet med gestaltningen.

FÖRSLAG

Den slutgiltiga designen av platsen presenteras under förslag. Analyser, SWOT-analys, platsbesök, inventering, skissarbete och kunskapsöversikten beaktas i utformningen av den slutgiltiga gestaltningen.

2 KUNSKAPSÖVERSIKT

I detta avsnitt presenteras en kunskapsöversikt som visar varför blågröna-system behövs, och beskriver dessa system översiktligt och på konstruktionsnivå.

BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR

Översvämningar påverkar infrastruktur, egendom, miljö, försörjning, samhälle och hälsa genom skador och exponering av föroreningar (Bates et al. 2008). Det är dels landskapsarkitektens roll att planera för framtida generationer med målet att sakta ned klimatförändringar orsakade av människor (Leary 2012). Den globala medeltemperaturen är beräknad att öka till mellan 1.4 till 5.8 grader Celsius till år 2100. Översvämningsmönstren kommer således att förändras (Meehl et. al 2007). En annan aspekt som påverkar framtidens städer är urbanisering eftersom mängden hårdgjorda ytor i städer ökar (Stahre 2004). Genom att använda blågrön infrastruktur (BGI) kan kvaliteten på avloppsvatten förbättras och översvämningar mildras, samtidigt som andra värden skapas i städerna (Fletcher et al. 2015). Något som stadsplanerare och lokala beslutsfattare kan dra nytta av i det framtida klimatförändringsarbetet (Johannessen et. al 2013).

HUR BGI KAN MINSKA ÖVERSVÄMNINGAR

Kraftigare nederbörd kan komma att bidra till ökade vattenflöden, vilket våra traditionella ledningsnät riskerar att inte klara av (Thynell et al. 2019).
En variation i flöden där både torrperioder och kraftiga regn ingår kan innebära problem för vegetationen. De rörbaserade systemen förhindrar växternas tillgång till vatten eftersom det leds bort. Ledningsystemen kan dock med fördel kombineras med BGI- system (Thynell et al. 2019).

En alternativ åtgärd för att minska översvämningar är blågrön infrastruktur (BGI), vilket är ett sammankopplat nätverk av designade och naturliga landskapskomponenter. BGI inkluderar vattendrag samt gröna och öppna områden. Vilket ger flera fördelaktiga funktioner såsom vattenlagring, översvämningskontroll samt skapandet av våtmarksområden för djurliv och vattenrening (Voskamp et. al 2015). Fördelarna med BGI är främst den effektiva minskningen av översvämningsrisken, samt dess kostnadseffektivitet på lång sikt jämfört med andra tillvägagångssätt (Ghofrani et al. 2017).
BGI- systemen använder naturliga processer såsom evapotranspiration, infiltration, långsam transport samt kvarhållning av vatten, som bilden ovan visar. BGI bevarar de lokala vattenresurserna i städer och stödjer den biologiska mångfalden (Fletcher et al. 2015).

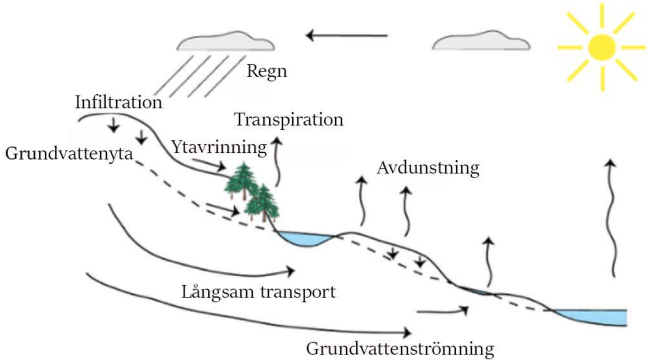


Bild 3. Vattnets kretslopp med evapotranspiration, infiltration och långsam transport (SMHI 2018). Bearbetad av författarna.

Fördelarna med BGI gäller även lagring av koldioxid via vegetation, habitatförbättringar samt ökad trivsel som välfärdsaspekt (Ashley et. al 2015, Simmons 2015, Cettner et. al 2013, O'Donnell et. al 2017). Dagvattenhanteringssystem i urbana miljöer kan bidra till förbättrad ekonomi, ge sociokulturella samt ekologiska fördelar, vilket gör det viktigt att integrera fungerande BGI system tillsammans med landskapsarkitektur (Liu et. al 2019).

FRAMTIDA KLIMAT-RELATERADE SCENARION OCH URBANISERING

Dagens städer står inför utmaningar när det kommer till hantering av ökad nederbörd och urbanisering (Holtzman 2018). Studier visar på att städer byggs tätare och befolkningen flyttar in till städerna, vilket gör att olika funktioner som behövs i ett fungerande samhälle konkurrerar om samma ytor (Boverket 2019).

VARFÖR ÖVERSVÄMNINGAR INTRÄFFAR

En högre havstemperatur resulterar i ökad evaporation och varm luft som kan hålla mer vattenånga, vilket leder till en förhöjd intensitet i nederbörden. Förändrade cirkulationsmönster i nederbörd påverkar även fördelningen av regn, vilket kan skapa översvämningar på nya platser (Meehl et. al 2007). Andra faktorer som kan förändra översvämningsmönstret är ökad erosion, befolkningstillväxt, urbanisering med fler ogenomträngliga ytor till följd och landskapsmodifieringar som vallar (Wenger et. al 2013). Fler aspekter är vattnets volym, varaktighet och intensiteten i nederbörd, markmaterial och topografi. Även mekanismer som hindrar

flöden, som dammar och vallar påverkar om en översvämning kommer att inträffa (Middleman et. al 2007).

Även skyfall förväntas inträffa oftare i framtiden till följd av ett varmare klimat. Förutom att orsaka översvämningar kan skyfall leda till ökad skred- och rasrisk (Klimatanpassning 2019). Skyfall är en större mängd regn som kommer inom en kort tid och sker vanligtvis under sommaren (SMHI 2017).

På grund av de globala klimatförändringarna är historiska data som förutspår översvämningar inte helt pålitliga, eftersom översvämningsegenskaperna ändras (Wenger et al. 2013, Rahman et. al 2010).

URBANISERING

Urbaniseringsgraden som är den andel av befolkningen i ett land som bor i städer, har i storstäderna ökat från 81 procent år 1970 till 85 procent av befolkningen år 2010 (Boverket 2019b). Enligt Swecos rapport "Sveriges nya geografi 2018" har befolkningstillväxten sedan 20 år tillbaka koncentrerats till storstadsregionerna. Denna befolkningsökningen leder till en fortsatt ökad förtätning i städerna enligt statistiken (Sweco 2018).

Att förtäta i städerna och inte ta ny mark i anspråk främjar den Svenska landsbygden samtidigt som redan befintlig infrastruktur kan användas. När en större andel av befolkningen bor i städerna ställs dock höga krav på att säkerställa boenden och en trygg miljö för alla. Fokus i städerna bör också vara att minska miljö- och klimatpåverkan samt skapa en social hållbarhet och ett hållbart resursanvändande. Det är den utmaningen som vi landskapsarkitekter ställs inför med ökad urbanisering (Boverket 2019b).

ÅTGÄRDER MOT ÖVERSVÄMNINGAR

De befintliga åtgärderna för att mildra konsekvenserna av översvämning består av att förebygga de negativa effekterna genom kontroll och struktur av flödet. Strategier för att förhindra översvämningar kan vara icke-strukturella eller strukturella åtgärder. De icke-strukturella insatserna för att minska översvämningsrisker kan vara markanvändningslagstiftning, hydrologisk prognos och varning. Detta arbete fokuserar på de strukturella åtgärderna som innefattar översvämningsskydd, skogsplantering, avledning av höga flöden samt konstruktion av vallar. Dessa insatser minskar vattennivån, volymen av avrinning samt omfattningen av översvämningsområdet (Ghanbarpour et. al 2013).

Ekosystemen bör tillåtas fungera naturligt. Det bör alltid finnas en ekologisk helhetsplan i botten på markanvändningen hos myndigheterna. Helhetsplanen borde innehålla grönt byggande och hållbar miljö, översvämningsskydd, dammar, träd som suger upp dagvatten, permeabla trottoarer kopplade till offentliga uppsamlingsdammar, öppna, historiskt bevarande och gynnandet av cykel-och gångtrafikanter (Mell 2008). Detta stöder ekologisk mångfald, vidmakthåller ren luft och vatten samt bidrar till god hälsa hos kommuner och invånare (Mell 2008, Tzoulas et al 2007).

Det är viktigt att ge stöd till multifunktionell markanvändning för att skapa flera fördelar med BGI, som exempelvis bättre luft och vatten. Även uppmuntra nya och bättre handlingsplaner samt öka kunskap och medvetenhet hos beslutsfattare om en övergång till BGI (Brown & Farelly 2009, Carlet 2015, O'Donnell et. al 2017).

Kommuner och statliga institutioner kan behöva strategier för att hantera framtida klimatkatastrofer i samband med översvämningar. Här behövs inte bara regler och lagar, utan mera nytänkande efterfrågas för att hantera framtida problem. Många storstäder vid kusterna kan löpa ökade risker och behöver se över sina känsliga infrastrukturer (Holtzman 2018).

UTMANINGAR MED BGI

Det finns ett glapp mellan den tekniska sidan av dagvattenhantering och de "mjukare" värdena. Den tekniska aspekten syftar till konstruktion och anläggning medan de "mjukare" värden innefattar planering och landskapsarkitektur. Liu et al. (2019) framhåller att det är viktigt att integrera landskapsdesign med hållbar dagvattenhantering och inte bara fokusera på den tekniska sidan av planeringen. Det är en fördel att ingenjörer och landskapsarkitekter arbetar tillsammans med dagvattenfrågor för att inte ekologiska, estetiska och hållbara dagvattenaspekter ska gå förlorade. Att integrera landskapselement avsiktligt i dagvattenhantering kan skapa fler värden (Liu et al. 2019). Det är inte ovanligt att konstruktionen av dagvattensystem leds av ingenjörer medan design i landskapet leds av landskapsarkitekter. När dessa processer sker separat så kan det leda till att olika funktioner i ett BGI-system går förlorade (Liu et al.

2019).

Enligt en entreprenör som arbetar med skötsel av BGI i Malmö, kostar skötsel av BGI-system med växtlighet dubbelt till tredubbelt mer än skötsel av traditionella planteringar. Den största kostnaden i skötsel är borttagning av skräp och alger från BGI- systemen samt att rensa dräneringskanalerna (Stahre 2008). Vegetationen får dock ofta bättre förutsättningar i BGI-system än i traditionella vegetationsytor, vilket leder till en större tillväxt. Eftersom BGI innehåller fler komponenter så är driften något högre för att det är fler komponenter än i traditionella system. Fördröjningen och reningen av vatten blir dock ofta större med BGI (Liu et al. 2019).

Implementering av BGI kan försvåras till följd av brist på tillgängligt utrymme, framtida användning och klimat. Andra faktorer som kan utgöra hinder för BGI är brist på kapital och utbildning/medvetenhet (O'Donnell et al. 2017).

FÖRDELAR MED BGI

Sammanfattningsvis skapar BGI bra förutsättningar för tillgång till vatten, en gynnsam miljö för biologisk aktivitet, en bra växtbäddsvolym samt gasutbyte i växtbädden. BGI- systemen har som funktion att utjämna de dagvattenflöden som finns inom ett område, avlasta de befintliga ledningsnäten, rena dagvattnet och reducera risken för eventuella översvämningar. Systemen kan även jämna ut dagvattenflöden och skapa mervärden genom att göra stadsrummen attraktivare och mer estetiskt tilltalande samt öka de ekologiska värdena. Vegetation har även förmågan att sänka temperaturen i städer och därmed kyla ner klimatet (Thynell et al. 2019).

Genom att använda vegetation i BGI-systemen kan dräneringsvatten från exempelvis taken användas för att bevattna växtligheten, samtidigt som vattenbalansen förbättras via grundvattenlagring, infiltration och rengöring av dagvatten. På så sätt kan ledningsnäten avlastas samtidigt som villkoren förbättras för mikroliv och vegetation (Liu et al. 2019, Stahre 2008).

Växterna får en ökad tillgång till vatten under perioder med lite regn och dricksvatten kan undvikas att användas i bevattningssyfte (Stahre 2008).

SAMMANFATTNING

- Städer behöver vidta strategier för att hantera framtida skyfall och översvämningar.
- BGI kan användas för att lindra effekterna av klimatförändringarna.
- BGI- systemen har som funktion att rena och fördröja dagvatten samt avlasta ledningsnäten.
- BGI- system är dyra vid anlägging och drift men lönar sig ofta på sikt.
- BGI- system kan med fördel användas för att skapa andra värden i stadsrummet, såsom estetiska och biologiska.

BGI- ANLÄGGNINGAR

BGI kan delas in i tre kategorier; “kontroll på plats”, “processkontroll” och “nedströmskontroll”. Systemen kan ta hand om olika mängder vatten och funktionerna skiljer sig åt.

KONTROLL PÅ PLATS - SMÅ VOLYMER VATTEN

Den första kategorin omnämns som “kontroll på plats” och innefattar småskaliga lösningar såsom regnbäddar, gröna tak, mindre dammar och permeabla trottoarer. Dessa lösningar syftar till att infiltrera och fördröja det lokala dagvattnet. Systemen förbättrar vattenkvaliteten, bidrar till en minskad översvämningsrisk och ökad lokal vattenbalans (Burns et al. 2012). Systemen kan ta hand om små volymer vatten, såsom dagligt regn och är ofta öppna system där vattnet syns och kan integreras i landskapsdesignen. De är relativt billiga att konstruera och hanterar den årliga nederbörden (Sørup et al. 2016).

PROCESSKONTROLL

Den andra kategorin benämns som “processkontroll” och innefattar hantering av dagvatten genom användning av diken och svackor som transporterar vattnet nedströms. Dessa metoder ökar fördröjningen samt lagringskapaciteten av vattnet och minskar därmed risken för översvämningar samtidigt som vattenkvaliteten och vattenbalansen förbättras (Burns et al. 2012).

NEDSTRÖMSKONTROLL

Den tredje kategorin heter “nedströmskontroll” och innefattar användning av större dammar, våtmarker och sjöar för att tillfälligt lagra vatten och fördröja utsläppet till andra urbana dräneringssystem. Dessa system är storskaliga och kan hantera större mängder vatten. Fördröjning av vatten förbättrar vattenkvaliteten genom sedimentation och förebygger översvämningar (Burns et al. 2012).

STORA VOLYMER VATTEN

Större dagvattenvolymer kräver kraftigare system för händelser som sker sällan, exempelvis skyfall. I dessa system är vattnet sällan synligt och de har potential att lagra mycket vatten i exempelvis containrar, som kombineras med nedsänkta grönområden och fungerar i förebyggande syfte mot översvämningar. Kostnaderna för dessa dagvattensystem är ofta höga. För att ett system ska kunna hantera både små- och stora vattenvolymer krävs system för både “nedströmskontroll” och “kontroll på plats”. Stora mängder vatten, som kan förekomma vid skyfall och översvämning, kan integreras med funktioner såsom lekplatser, parkeringar, gc-vägar och gator.

EVAKUERING AV DAGVATTEN TILL GRÖNOMRÅDEN - STORA VOLYMER VATTEN

Dagvattenhantering för större volymer vatten kan även utgöras av naturliga avledningar för stigande vatten, såsom evakuering av dagvatten till gröna områden med större vattenhållningsförmåga via kanaler och dränering (Liu et al. 2019).

Plantering av träd och gröna växter som suger upp och håller överskottsvatten samt att skapa våtmarker, kan gynna flora och fauna samtidigt som vattnet renas. Exempelvis kan dammar och dräneringssystem byggas, som kontrollerat avvattnas till parker och jordbruk (Holtzman 2018).

SAMMANFATTNING

- BGI- systemen kan delas in i olika kategorier. Mängden dagvatten som systemet kan fördröja avgör vilken kategori det tillhör.
- Systemen kan med fördel kombineras för att effektivisera fördröjningen och reningen av dagvatten.

BGI SYSTEM FÖRDJUPNING

BGI- systemen; “kontroll på plats, “nedströmskontroll” och “processkontroll” kan med fördel sammankopplas för att bilda en förvaltningskedja, som syns i bilden nedan . Förvaltningskedjan effektiviserar reningen och fördröjningen av dagvatten. I avsnittet ges även fördjupad kunskap över hur olika BGI- system fungerar och används. Ekosystemtjänster gynnas av gröna BGI-lösningar och de negativa aspekterna av hårdgjorda ytor minskar.

FÖRVALTNINGSKEDJA

Dagvattensystem kräver en fungerande förvaltningskedja, där de olika systemen sammankopplas för att effektivisera omhändertagandet av dagvatten. De olika systemen kompletterar varandra med olika funktioner och åstadkommer att en mindre och renare mängd når recipienten i slutskedet. Det är fördelaktigt om dagvattnet kan renas i ett så tidigt skede som möjligt i förvaltningskedjan, för att komma åt föroreningarna vid källan där de är koncentrerade (Thynell et al. 2019).

Vattnet fördröjs lokalt i början av förvaltningskejdan, på innergårdar och parkeringsplatser via olika BGI-element. Längre fram i förvaltningskedjan när vattnet når offentliga utrymmen som allmän platsmark, mindre parker och gaturum är det viktigt att fördröja och rena vattnet samt att minska översvämningsrisken genom att också transportera vattnet.

I slutet på förvaltningskejdan när vattnet når större offentliga parker och grönytor kan dammar och våtmarker anläggas för att skapa en samlad rening och fördröjning av dagvattnet. Denna kategori kallas “nedströmskontroll”. Vid extremregn kan områden som används till sport, rekreation och lek fungera som magasin för fördröjning. Denna kategori benämnde vi tidigare som “evakuering av dagvatten till grönområden” (Thynell et al. 2019).

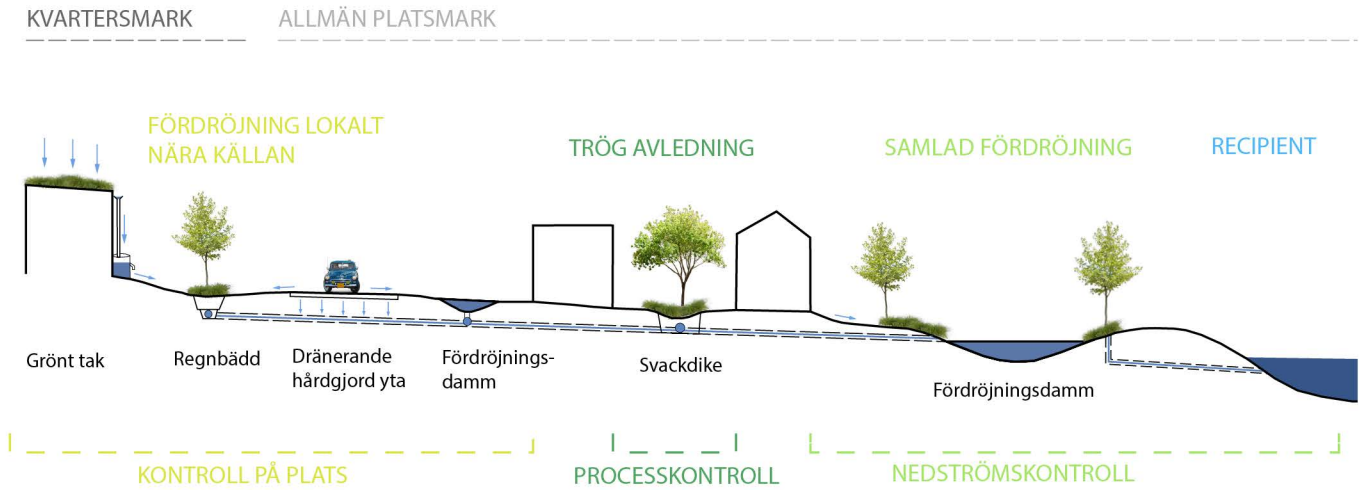


Bild 4. Illustration över förvaltningskedja. Utformad av författarna med inspiration från Svenskt Vatten (2011).

SVACKDIKE

Viktiga element i hållbara dagvattensystem är svackdiken som ofta kombineras med brunnar och vattenlagringstankar (Liu et al. 2019). Svackdiken leder dagvattnet nedströms och ökar fördröjningen samt lagringskapaciteten av vattnet. Därmed minskar risken för översvämningar samtidigt som vattenkvaliteten och vattenbalansen förbättras (Burns et al. 2012). Svackdiken används för att rena vattnet från trafikföroreningar innan det förs vidare (Karlstad Kommun 2018).

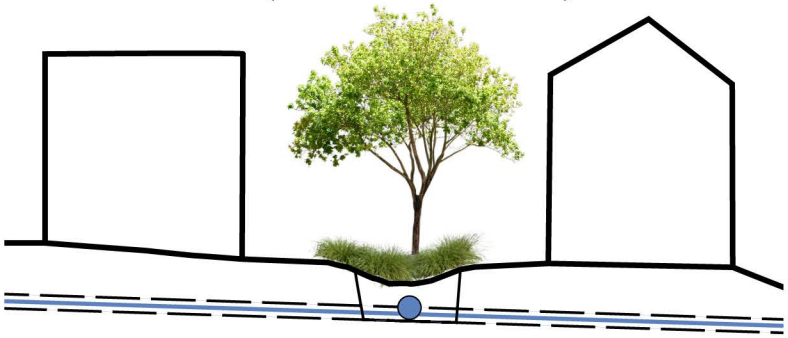


Bild 5. Illustration av svackdike där vattnet fördröjs och renas innan det når vattenledningarna. Utformad av författarna.

VÅTMARK

Hållbara dagvattensystem efterliknar naturens sätt att hantera dagvatten genom fördröjning i exempelvis våtmarker (Voskamp et. al 2015). För att tillfälligt lagra vatten och fördröja utsläppet till andra urbana dräneringssystem kan våtmarker skapas. Dessa system är storskaliga och kan hantera större mängder vatten. Fördröjning av vatten förbättrar vattenkvaliteten genom sedimentation och förebygger översvämningar (Burns et al. 2012; Thynell et al. 2019) . Våtmarker gynnar även flora och fauna samt renar vattnet (Holtzman 2018). När vattnet når större offentliga parker och grönytor i slutet på förvaltningskedjan kan våtmarker anläggas för att skapa en samlad rening och fördröjning av dagvattnet (Thynell et al. 2019).

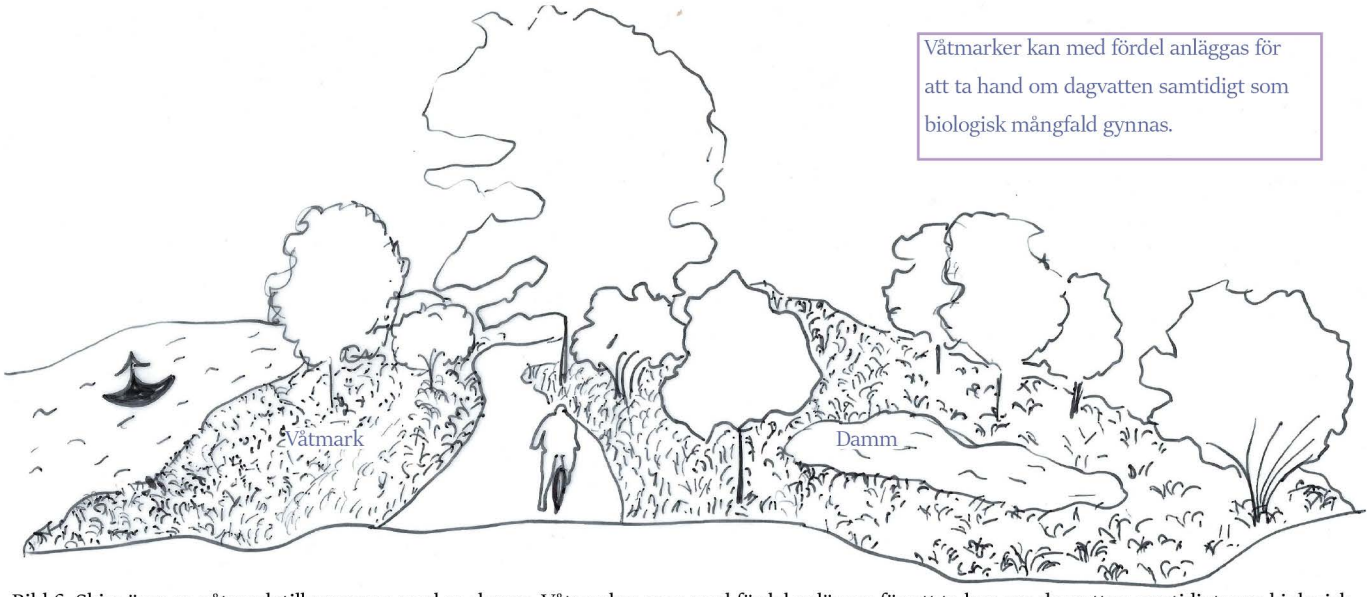


Bild 6. Skiss över en våtmark tillsammans med en damm. Våtmarker man med fördel anläggas för att ta han om dagvatten samtidigt som biologisk mångfald gynnas.

FÖRDRÖJNINGSDAMMAR

Kan magasinera och lagra vatten innan det förs vidare till dräneringssystemen. Dammar kan ofta hantera stora mängder nederbörd samtidigt som de bidrar med vacker natur och ekologiska värden (Burns et al. 2012; Stahre 2008).

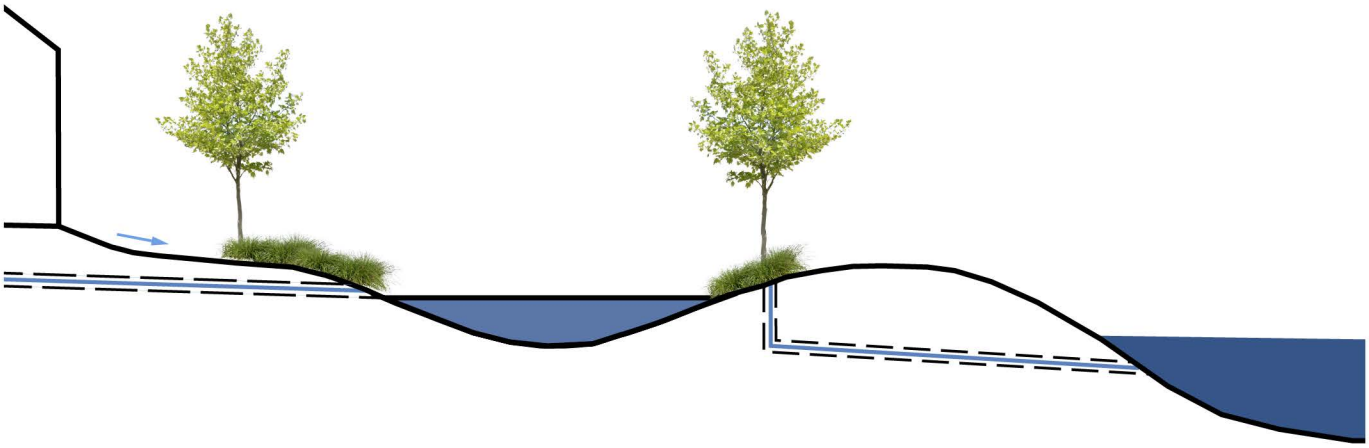


Bild 7. Illustration av en fördröjningsdamm som samlar, fördröjer och renar stora mängder vatten. Utformad av författarna.

GRÖNA TAK

Det finns två typer av gröna tak. Den ena sorten är ett sedumtak som består av torktåliga växter som är anlagda på ett tunt jordlager. Sedumtaket kräver lite skötsel. Den andra sorten har ett tjockare jordlager, ofta med träd och buskar. Detta kräver en hög skötsel och är kostsamt (Stahre 2008).
Gröna tak reducerar mängden nederbörd som når marken. Forskning har visat att gröna tak med ett tunt jordlager minskar mängden nederbörd med 50% som rinner av taken under ett år. Hälften av nederbörden tas upp av vegetationen och jorden tillsammans med avdunstning (Stahre 2008).

GRÖNA TAK BIDRAR MED:

- Ger ett svalare stadsklimat genom att jämna ut lufttemperaturen
- Fördröjer vattnet och minskar därmed belastningen på ledningsnäten
- Vegetationen i de gröna taken renar luften
- Sammankopplar grönområden i staden vilket möjliggör för insekter och pollinatörer att sprida sig
- En plats för djur och växter att leva på i stadsmiljön. Ett större jorddjup ger en högre artrikedom
- Ljudmiljön förbättras
- Mötesplats för boende

(C/O City (2017)

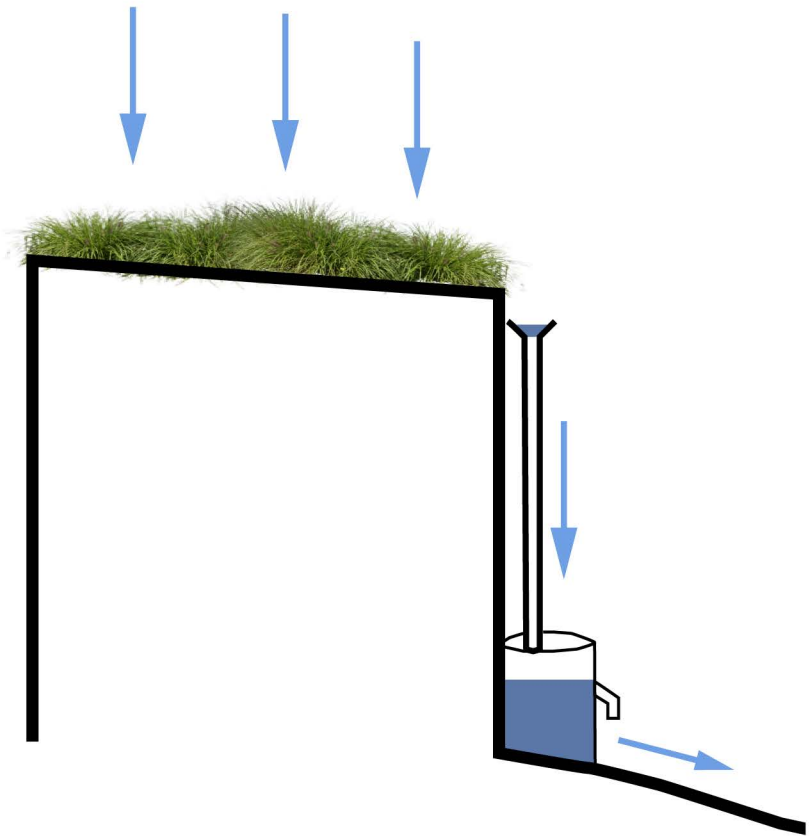


Bild 8. Illustration av ett grönt tak där regnvattnet först tas upp av vegetationen, sedan infiltreras och fördröjs vattnet och leds tillslut till en vattentank. Vattnet kan sedan användas till bevattning. Utformad av författarna.

DRÄNERANDE HÅRDGJORD YTA

En hårdgjord yta som är dränerande kan utgöras av grus, dränerande asfalt, natursten eller marksten. Dessa ytor på öppen överbyggnad har förmågan att rena och fördröja dagvatten. Beläggningen som ytan utgörs av avgör om den har absorberande, biologiskt nedbrytande eller filtrerande egenskaper. Genomsläppliga material i överbyggnaden möjliggör infiltration av dagvatten som därefter når det öppna förstärkningslagret där reningen och fördröjningen fortsätter (Thynell et al. 2019)

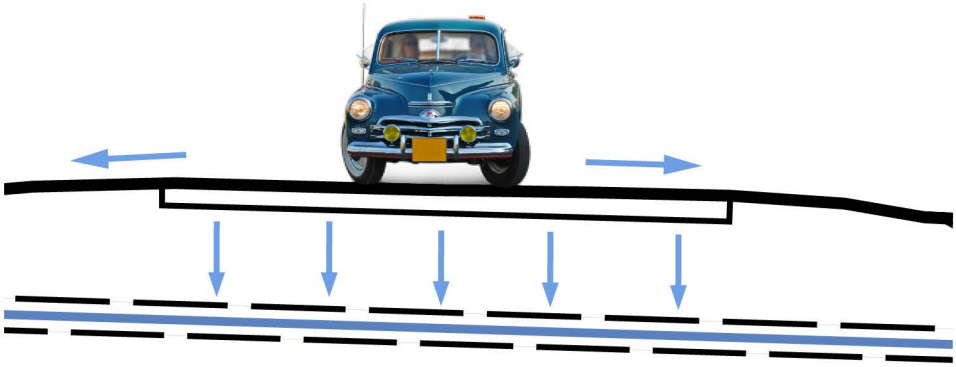


Bild 9. Illustration av en dränerande hårdgjord yta där vattnet infiltreras genom ytan. Vattnet når sedan det öppna förstärkningslagret där reningen och fördröjningen fortsätter, tills vattnet når vattenledningarna. Utformad av författarna.

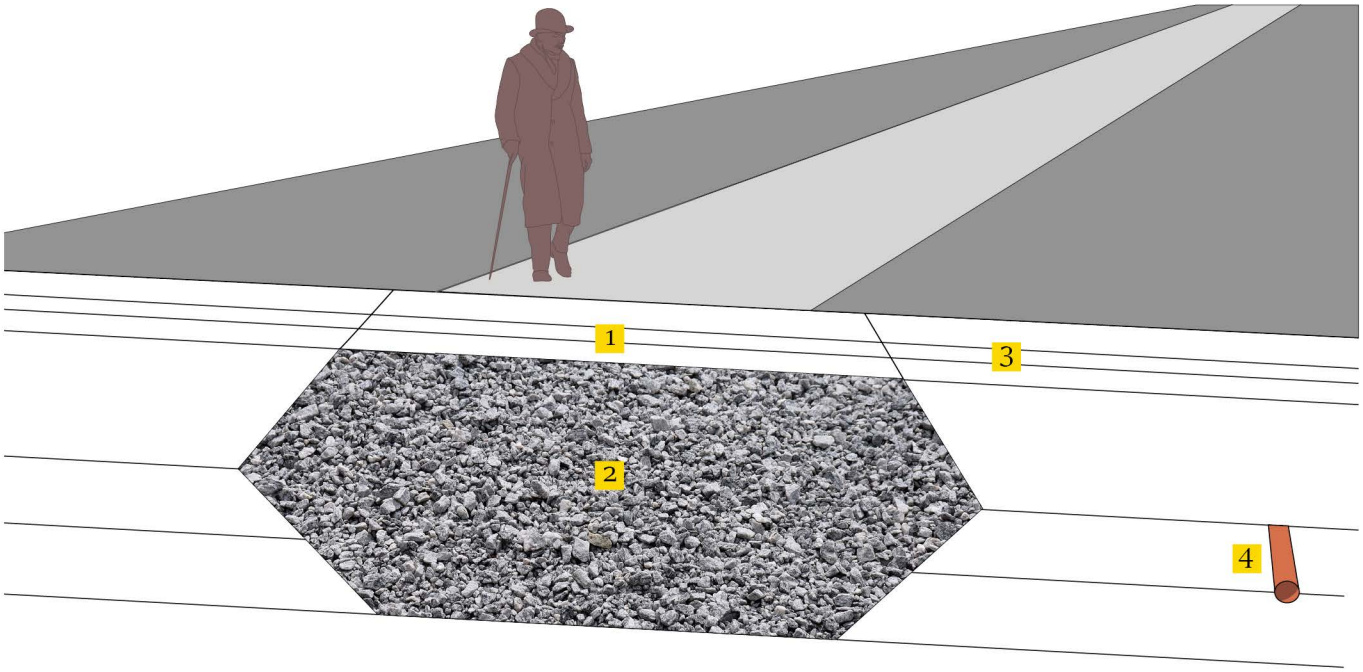


Bild 10. Visar en dränerande hårdgjord yta på öppet förstärkningslager. Utformad av författarna med inspiration från Thynell et. al (2019).

1. Dränerande beläggning
2. Öppet förstärkningslager
3. Konventionell överbyggnad
4. Dagvattenstamledning

TÄT HÅRDGJORD YTA

Täta hårdgjorda ytor kan fungera som parkeringar, vägar eller GC- banor. Dessa anläggs på öppna förstärkningslager. Dagvattnet transporteras utmed lågpunkter och låglinjer för att sedan ledas till en regnbädd via inlopp eller brunn. Därifrån leds vattnet till det öppna förstärkningslagret genom en brunnsvägg. Den enda skillnaden mellan tät hårdgjord yta och dränerande hårdgjord yta är att det övre lagre är tätt istället för dränerande. (Thynell et al. 2019).

BIOFILTER

Till kategorin biofilter hör regnbäddar och växtbevuxna infiltrationsbäddar. Material som ingår i ett biofilter är sand, sandinblandad jord, restprodukter, biokol, mineraliska material och organiska material. I rätt sammansättning kan dessa material fördröja vatten såväl som rena dagvattnet. Initialt infiltreras dagvattnet samtidigt som det renas och fördröjs för att sedan transporteras vidare till recipienten (Vatteninformationssystem Sverige 2020).

Biofilter kan vara estetiskt tilltalande och bidra till gröna stadsmiljöer samtidigt som de kan minska luftföroreningar och förbättra stadsklimatet. Systemen kan placeras i tätbebyggda områden vid hantering av små mängder dagvatten. Eftersom de kräver liten plats vid tillförsel av dagvatten från mindre ytor, exempelvis parkeringsytor och vägar (Vatteninformationssystem Sverige 2020).

Principen med biofilter och regnbäddar är att maximera porvolymen med likstora partiklar. Jorden innehåller mycket porer och kan därför vattenfyllas till 30 procent (Boverket 2019).

REGNBÄDDAR

Regnbäddar efterliknar naturens sätt att rena, fördröja och omhänderta dagvatten (Stahre 2004). Bäddarna innehåller vegetation, inlopp, erosionskydd, fördröjningszon, bräddningsavlopp samt filtermaterial. Det öppna förstärkningslagret i en regnbädd bidrar med en god markstruktur och fördröjer dagvattnet. Ovanpå det öppna förstärkningslagret anläggs en växtbädd med önskad vegetation (Thynell et al. 2019; Stahre 2004). Eftersom ytan på regnbädden är svagt skålformad kan dagvattnet bli stående och fördröjas innan infiltrationen påbörjas. Denna yta benämns som fördröjningszon och den är ofta 10-20 cm djup (Thynell et al. 2019).

Regnbäddarna kan antingen konstrueras som nedsänkta eller upphöjda ytor. En nedsänkt regnbädd ligger något under de omkringliggande ytorna, vilket gör att dagvattnet från dessa ytor kan avrinna till växtbädden. En upphöjd bädd ser ut som en planteringslåda och kan ta hand om dagvatten från omgivande byggnader samt från nederbörd (Fridell & Jergmo 2015).

Systemen avlastar dagvattenledningar genom att fördröja samt rena dagvattnet (Fridell & Jergmo 2015). Regnbädden innehåller bland annat biokol som kan absorbera organiska föreningar och näringsämnen som växterna och mikroorganismerna bryter ned. Växtsubstrat som används i regnbäddar innehåller lite näring och har en hög genomsläpplighet. Risker med substratet är att det finkorniga materialet kan orsaka igensättning när dagvattnet infiltreras. Makadam kan användas som ett täcklager på ytan av regnbädden om den ska bestå av växter. Täcklagret skyddar ytan mot uttorkning och avdunstning såväl som mot ogräs (Thynell et al. 2019). Regnbäddar är en mycket viktig del i BGI- systemen, de bidrar till mervärden i stadsrummet genom att tillföra grönska samtidigt som de renar och fördröjer dagvatten (Thynell et al. 2019).

Skillanden mellan regnbädd och vegetationsyta är att regnbäddens yta är skålformad och har ett täcklager, samt att regnbädden har ett inlopp med sandfångstkar.

1. Täcklager eller fördröjningszon av makadam som skyddar mot uttorkning, avdunstning och ogräs.
2. Övre växtsubstrat som tar upp dagvatten, som växterna kan tillgodogöra sig.
3. Undre växtsubstrat av mineraljord vanligtvis sand, som har en renande och filtrerande förmåga.
4. Öppet förstärkningslager med biokol. En avskiljare mellan det grova makadamet under och mineraljorden över.
5. Öppet förstärkningslager av grovt makadam, som kan hålla stora volymer vatten utan att rötterna skadas. Här sker sedimentering av föroreningar.
6. Inlopp med sandfångstkar.
7. Konventionell överbyggnad.
8. Dagvattenstamledning.

(Thynell et al. 2019, Boverket 2019a)

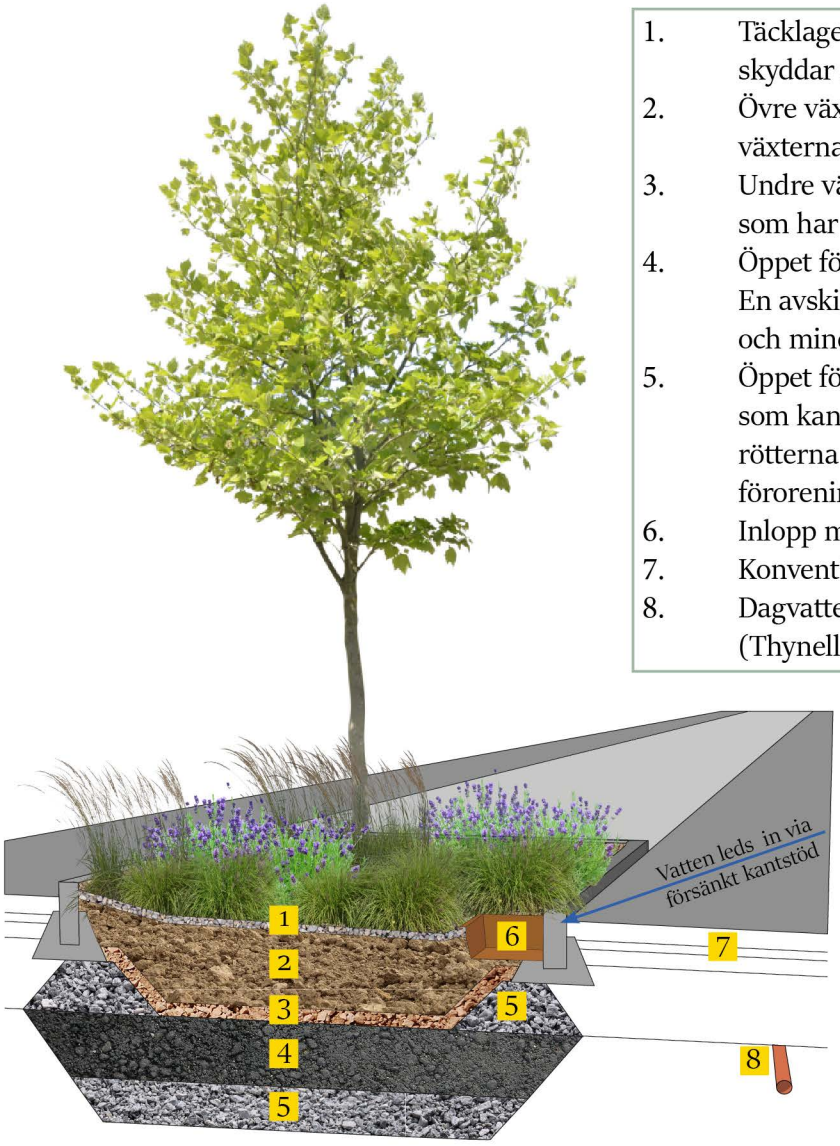


Bild 11. Illustration av en regnbädd på öppet förstärkningslager. Regnbädden kan även utföras som en gräsyta med samma konstruktion. Utformad av författarna med inspiration från Thynell et. al (2019).

VEGETATIONSYTA

Vid ett mindre behov av dagvattenrening, kan en vegetationsyta på ett öppet förstärkningslager användas. I BGI-system används vegetationsytor som har genomsläppliga växtsubstrat ovan öppet förstärkningslager (Thynell et al. 2019). Rötterna kan då lätt växa genom förstärkningslagrets biokol och makadam som ges stor yta. Vattnet omhändertas via brunnar som leds till det öppna förstärkningslagret underifrån. Om det ska planteras växter på vegetationsytan kan ett täcklager med makadam 8-11 ca 50 mm i storlek behövas. Täcklagret förhindrar avdunstning och ger ett skydd mot ogräs. Om det ska vara gräs på vegetationsytan behövs inget täcklager (Thynell et al. 2019).

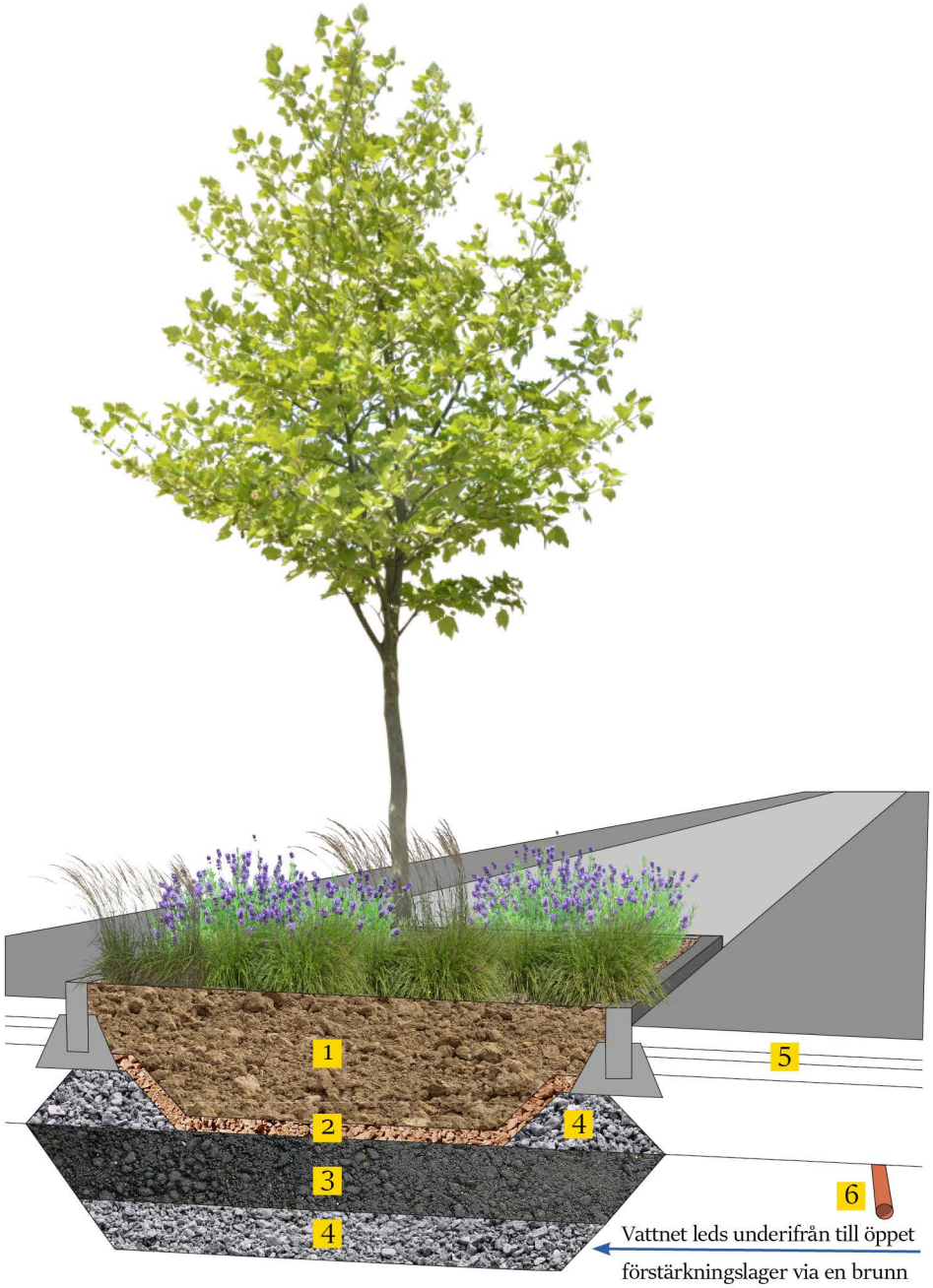


Bild 12. Illustration av en vegetationsyta på öppet förstärkningslager. Vatten leds inte till ytan ovanifrån, till skillnad från regnbädden. Vattnet leds istället till det öppet förstärkningslagret via en brunn, där växterna kan ta upp vattnet. Utformad av författarna med inspiration från Thynell et. al (2019).

1. Övre växtsubstrat
2. Undre växtsubstrat
3. Öppet förstärkningslager med biokol
4. Öppet förstärkningslager
5. Konventionell överbyggnad
6. Dagvattenstamledning

TÄCKT REGNBÄDD

En täckt regnbädd kan användas på tätbebyggda platser där det inte finns plats för vegetation ovan mark. En täckt regnbädd har samma funktioner som en traditionell regnbädd, som fördröjning och rening av vatten. Den täckta regnbädden har också trädgropsfundament eller markgaller utan undervegetation. Det är möjligt att utnyttja funktioner som att cykla eller gå ovanför en täckt regnbädd samt att ställa cykelställ eller papperskorgar över. Betongfundament kan hjälpa att öka bärigheten och hålla isär material på hårdgjorda ytor omkring. En täckt regnbädd innebär förhöjda kostnader och insatser vid behov av schakt och konstruktionsförändringar (Thynell et al. 2019). Eftersom en täckt regnbädd inte innehåller undervegetation, minskar mängden organiskt material och tillväxten. Rötter som dör skapar bioporer som är viktiga för jordens förmåga att infiltrera vatten (Thynell et al. 2019).

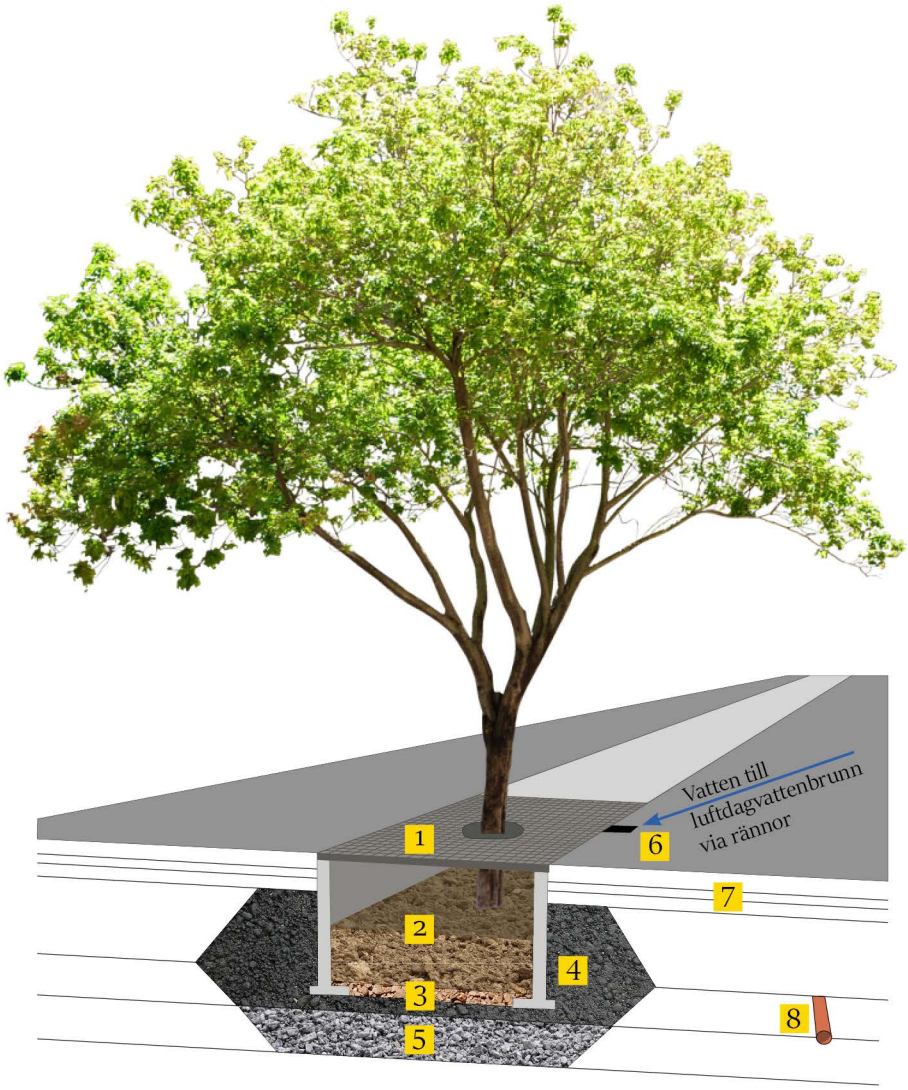


Bild 14. Visar schematisk bild över en täckt regnbädd på öppet förstärkningslager. Vattnet leds till luftvattenbrunnen via rännor som sedan leder vattnet till öppet förstärkningslager. Utformad av författarna med inspiration från Thynell et. al (2019).

1.	Markgaller
2.	Övre växtsubstrat
3.	Undre växtsubstrat
4.	Öppet förstärkningslager med biokol
5.	Öppet förstärkningslager
6.	Luftdagvattenbrunn
7.	Konventionell överbyggnad
8.	Dagvattenstamledning

TRÄD I HÅRDGJORD YTA

Konstruktionen kan användas där det finns begränsad plats för planteringar eller där stora ytor är hårdgjorda. Konstruktionen består av ett fundament där trädet planteras och som är positionerat i det öppna förstärkningslagret. I fundamentet finns öppningar i sidorna där trädets rötter kan växa ut och på så sätt använda en större växtbäddsvolym samt en rikligare vattentillgång och gasutbyte. Trädet kan därmed utveckla ett rotsystem som är mer finförgrenat och sträcka sig längre under marken vilket förbättrar dess livsmiljö och därmed ökar chanserna för en bättre dagvattenrening (Thynell et al. 2019).

Ytan kring fundamentet består av växtsubstrat som innehåller näring och vars genomsläpplighet är hög. Det öppna förstärkningslagret är placerat under och är uppblandat med kompost och biokol. I växtsubstratet på fundamentet kan växter planteras, alternativt kan ett markgaller placeras uppe på konstruktionen. Genom att anlägga ett täcklager av makadam kan uttorkning av växtsubstratet förhindras (Thynell et al. 2019).
Träd i stadsmiljöer kan bidra med fördröjning av regnvatten då en stor del av vattnet som hamnar på bladen avdunstar. Detta kan ha inverkan på mikroklimatet då temperaturen i närheten kan bli lägre. Andra fördelar som stora träd för med sig är grönska i stadsrummet, skydd mot vind och sol och en ökad biologisk mångfald. Det ska alltid finnas två brunnar med luftningsfunktion i varje stråk med träd i hårdgjorda ytor, för att säkerställa gasutbytet i marken. (Thynell et al. 2019).

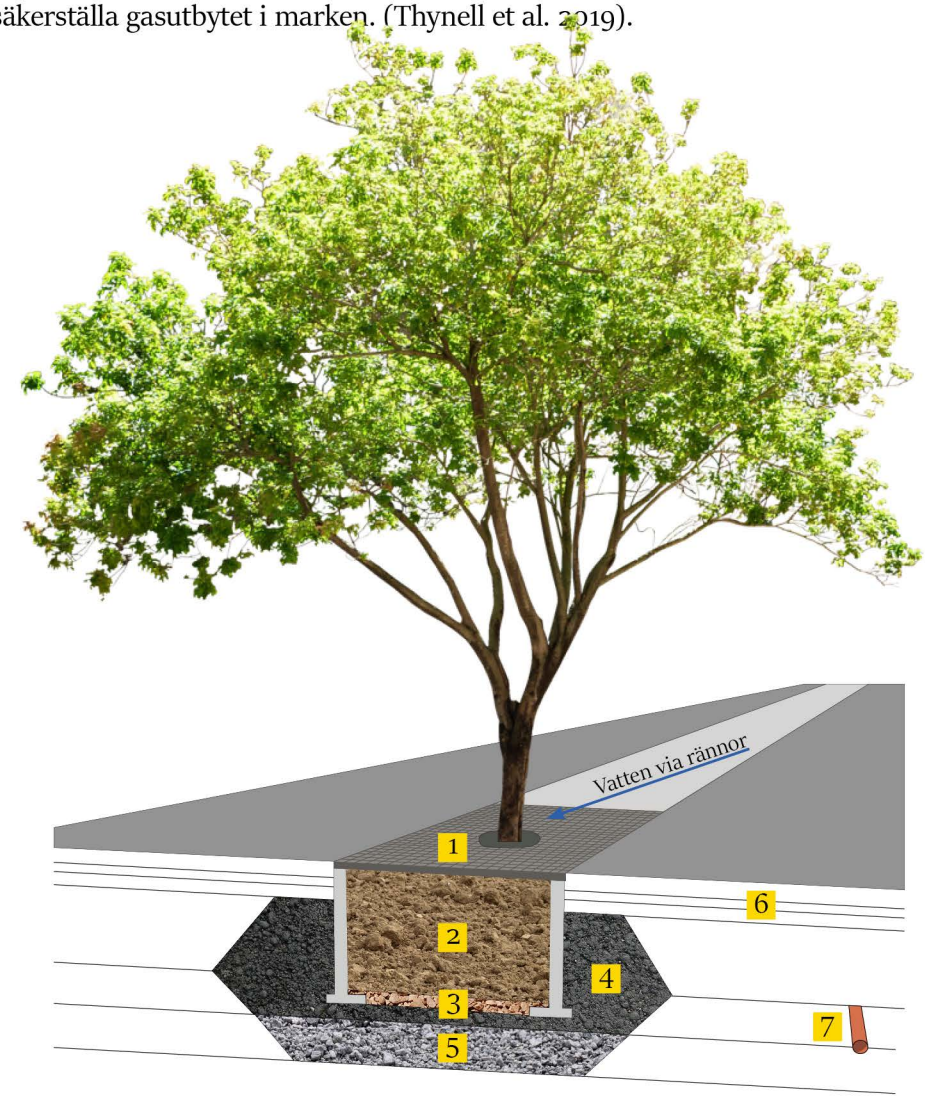


Bild 13. Illustration av träd i hårdgjord yta på öppet förstärkningslager med biokol och ibland kompost. Via rännor leds dagvattnet till luftvattenbrunnar som sedan leder vattnet till öppet förstärkningslager. Utformad av författarna med inspiration från Thynell et. al (2019).

1.	Markgaller där dagvattnet rinner in
2.	Övre växtsubstrat
3.	Undre växtsubstrat
4.	Öppet förstärkningslager med biokol
5.	Öppet förstärkningslager
6.	Konventionell överbyggnad
7.	Dagvattenstamledning

ETT GATURUM AV BGI-SYSTEM

BGI-systemens växtbäddsfunktion och fördröjande kapacitet fungerar bäst genom att anlägga systemen i ett sammanhängande stråk. Dagvattet kan tas upp i olika enheter längs stråket. Via brunnar eller infiltration når dagvattnet BBG-systemen. Två brunnar med luftningsfunktion behövs för att säkerställa gasutbytet i marken. Med två brunnar uppstår en ventelationseffekt. Dessa två brunnar kan vara luftdagvattenbrunnar, styrningsbrunnar eller luftbrunnar. Styrningsbrunnar reglerar flödet mellan det konventionella leningsnätet och BBG-enheterna (Thynell et. al 2019).

1. Tät eller dränerande bär- och slitlager
2. Öppet förstärkningslager
3. Öppet förstärkningslager med biokol
4. Avbrott
5. Styrningsbrunn
6. Luftdagvattenbrunn

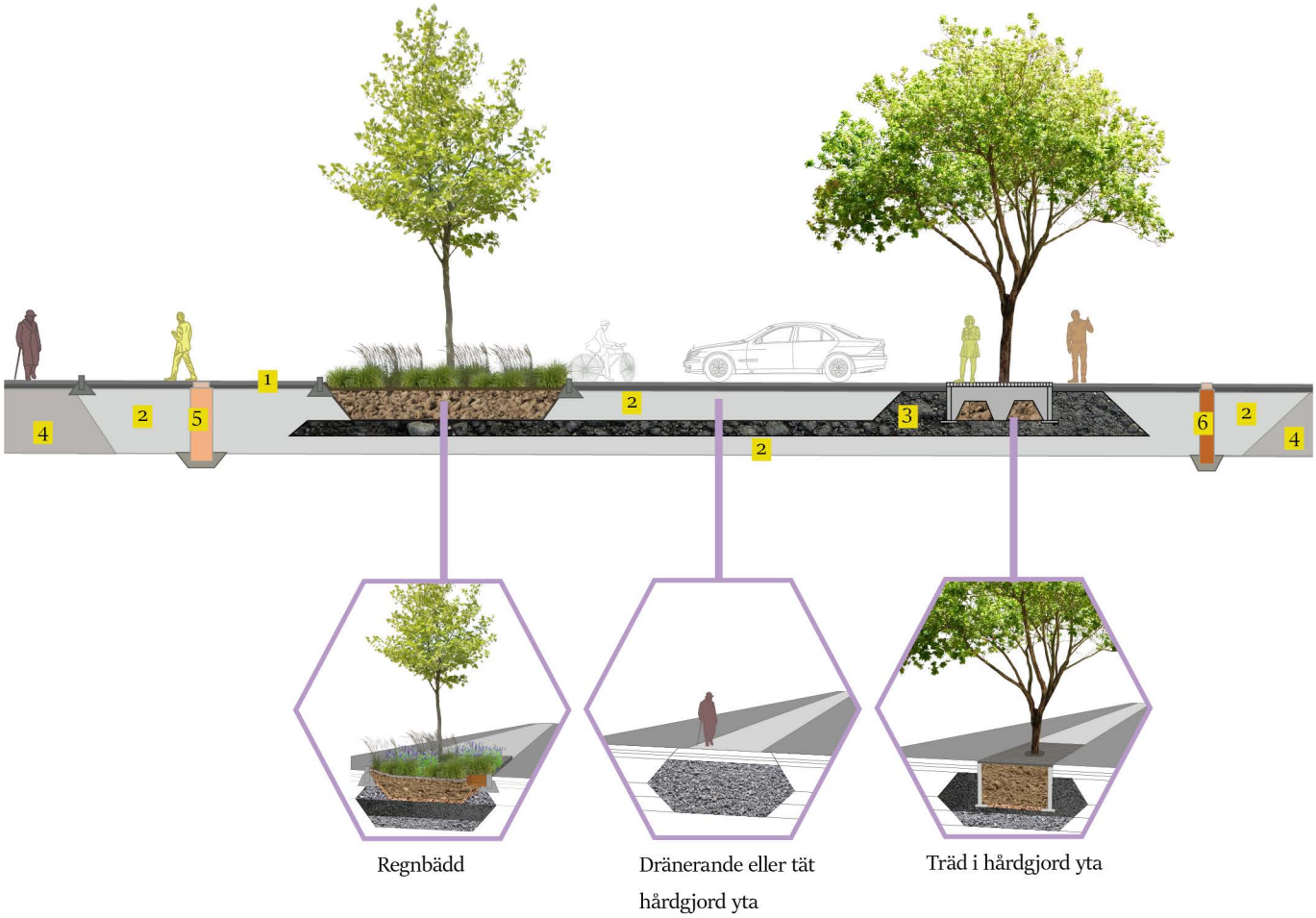


Bild 15. Snitt av en BGI-enhet på öppet förstärkningslager. Avbrotten är enheter som angränsar. Bilden visar från vänster en regnbädd, em dränerande eller tät hårdgjord yta samt ett träd i en hårdgjord yta. Under enheten finns ett lager av öppet förstärkningslager med biokol. Kompost eller pimpsten kan tillföras för bättre tillväxt. Utformad av författarna med inspiration från Thynell et. al (2019).

KONSTRUKTION AV BGI-SYSTEM

Följande avsnitt bygger på "Levande gaturum – en handbok i Blågröngrå system". Handboken syftar till att beskriva BGI- system i detalj och hur de blå, grå och gröna funktionerna kan samverka. Handboken är framtagen genom ett samarbete mellan olika kommuner, ansvariga utgivare är Anna Thynell och Kent Fridell.

HUR ETT BGI-SYSTEM KAN KONSTRUERAS

BGI- system utgörs av ett öppet förstärkningslager samt anordningar i marken. Systemen kan konstrueras på många olika sätt och anpassas efter de förutsättningar som råder på en plats. Det öppna förstärkningslagret i ett BGI-system består av större fraktioner av bergkross, vilket gör att materialet innehåller luft och kan släppa igenom mycket vatten. Materialet har en hög porositet och den hydrauliska konduktiviteten är hög när det kommer till gas- och vattenutbyte. Detta resulterar i att vattnets flöde går att styra inom BGI-systemet samt till ledningsnäten.

Systemen konstrueras baserat på de dagvattenvolymer som ska hanteras. De kan antingen dimensioneras för att ha kapacitet att hantera mindre regn (som exempelvis kan återkomma vart 1-2 år), för 10-30 års- regn eller extrem nederbörd som sker väldigt sällan. Dagvattnet leds till det öppna förstärkningslagret via brunnar, regnbäddar eller beläggningar som är dränerade. Vid hantering av större vattenmängder behöver systemen vara inriktade på fördröjning. Rening kan ske i anknytning till fördröjningen om dagvattenmängden är mindre.

ÖPPET FÖRSTÄRKNINGSLAGER

System som anläggs i marknivå kan rena och leda bort dagvatten såväl som att förse en plats med grönska. När BGI- systemet anläggs under mark så ingår ett förstärkningslager som har funktionen att rena och fördröja dagvatten samt förse växternas rötter med utrymme. Det öppna förstärkningslagret är avgörande för att dessa funktioner och volymen av det öppna förstärkningslagret kan dimensioneras efter BGI- systemets behov. System som är avsedda att fördröja dagvatten dimensioneras inte på samma sätt som system som exempelvis ska rena dagvatten. Genom att sammankoppla det öppna förstärkningslagret med exempelvis grönska eller parkeringsplatser kan fler funktioner kombineras samtidigt som dagvatten renas och fördröjs. Systemen kan konstrueras på olika sätt men bör anpassas efter gaturummets förutsättningar.

I förstärkningslagret blandas makadam och substrat i växtbädden med biokol för att öka reningen. Kolen binder vatten och näring samt föroreningar och fungerar även som så kallad kolsänka på grund av sin långa nedbrytningstid. Ett öppet förstärkningslager av makadam gör att överskottsvatten efter regn ska vara borta inom 24 timmar. Vattnet kan inte transporteras uppåt i ett öppet förstärkningslager, vilket gör att islinser inte kan bildas. Islinser kan skapa tjälskjutning och lyftning av marknivån vilket aldrig är bra i en anläggning.

STYRNINGSBRUNNAR

Styrningsbrunnar reglerar och styr dagvattenflödet och bistår med gasutbyte i BGI system. De placeras oftast på den lägsta punkten i varje enhet (Thynell et al. 2019).

LUFTBRUNNAR

Luftbrunnar bistår med gasutbyte i växtbäddar men har ingen koppling till styrningsbrunnar. Luft och viss del vatten kan ta sig direkt till det öppna förstärkningslagret via brunnens perforerade sidor (Thynell et al. 2019).

LUFTDAGVATTENBRUNNAR

Systemets gasutbyte sker även via luftdagvattenbrunnar och placeras i lågpunkter eller låglinjer. Skillnaden gentemot styrningsbrunnar är att styrningsbrunnarna också har ledningar och flödesregulatorer som reglerar vattenflödet.

Via perkolationshål i brunnens sidor leds dagvattnet direkt till öppet förstärkningslager, dagvattentunnlar eller styrningsbrunnar. Vattnet leds via en dräneringsledning eller en tät ledning.

En dräneringsledning släpper igenom vatten till öppet förstärkningslager under tiden vattnet leds till styrningsbrunnen. De perforerade sidorna i luftdagvattenbrunnar gör att luft kan cirkulera i förstärkningslagret när det kopplas samman med dräneringsledningar (Thynell et al. 2019).

SEPARATA OCH KOMBINERADE BGI-SYSTEM

BGI- systemen kan antingen anläggas separat eller sammanflätas med andra system. De är dock fördelaktiga att anlägga i sammanhängande stråk för att dess förmåga ska nå sin fulla potential gällande växtbäddsfunktion och fördröjning. När de anläggs tillsammans med andra systemen bildar de en förvaltningskedja som vi tidigare nämnt. När systemen anläggs som individuella konstruktioner, exempelvis som vegetationsytor och regnbäddar försämras fördröjningseffekten samt förmågan att omhänderta dagvattnet. Under extrem nederbörd är det viktigt att de olika BGI komponenterna är anslutna till varandra för att kunna ta hand om vattnet på bästa sätt.

BGI-SYSTEMETS VEGETATION

Växter i ett BGI-system måste klara längre tider av torka, låga näringsnivåer samt kortare tid med stående vatten. När växter står i vatten bli marken syrefattig och en aerob miljö skapas. Både syrebrist och gaserna som bildas under en anaerob (syrefattig) nedbrytning är skadliga för växten. Skadorna på växten liknar torkskador då den syrefattiga miljön leder till sämre upptag av vatten och näring som skapar en bristande förankring. Under vinterperioden är de flesta växter inte så känsliga för stående vatten, då växterna är i vila. Om växtbädden tar upp en stor mängd vatten från snösmältningen, kan den ändå ha friska växer bara vattnet sjunkit bort innan temperaturen stiger och växterna vaknar till liv igen.

För att infiltration av dagvatten och gasutbytet ska fungera även på vintern borde växter med växtdelar som står kvar under vintern väljas, då växtdelarna kan förhindra isbildning. Växter med vinterkaraktär skapar också biologiska och estetiska värden.

Ett BGI-system har även ett högt mikroliv då dess utbyggnad tillåter gasutbyte. Det kan bli ett större vatten- och näringsupptag om symbiosen mellan mikroliv och växter fungerar som den ska, vilket i sin tur gynnar växter som är vedartade (träd, buskar och rosor). Eftersom växtbädden är något nedsänkt jämfört med omkringliggande områden kan lite högre växter väljas för att skapa en effekt. Växter med styv stjälk och högre höjd klarar sig bättre i regnbäddar, då det alltid är någon del av växten som är ovanför vattenytan och en styvare stjälk klarar vattenflöden bättre.

För att kunna försörja växterna vid etableringen kan växtsubstrat behövas fyllas på, eftersom växtsubstratet till BGI-system ofta har en lägre vattenhalt när det levereras. Om växter planteras på vintern är bevattning på våren viktigt för att de inte ska torka ut. Några veckor innan lövsprickning måste växtsubstratet ha en hög markfukt. Bevattningen måste ske med en kontinuitet och mängd att ytan ovanför klumpen inte torkar vid etableringen.

Träd som ska planteras i dessa växtsubstrat bör ha ett utvecklat rotsystem och vara förkultiverade i “root control bags” eller “springning” som är olika sätt som träd förkultiveras på. I de delar av landet där det finns risk för kalla vintrar bör sen höstplantering undvikas. Brunnar vädrar ut farliga gaser samtidigt som de förser växtbädden med syre och vatten direkt till rötterna, utöver det vatten som kommer in via styrningsbrunnarna. Med en kombination av ovanstående faktorer tillsammans med rätt val av växter kommer planteringarna med största sannolikhet att frodas. Detta kräver förstås att växterna lyckats etablera sig på platsen. Därför är det viktigt att under första tiden av etableringsfasen vara noggrann med skötseln av växterna. Växternas fulla storlek måste beaktas vid planering av nya områden. Om exempelvis ett träd mår bra, så kan det bli väldigt stort. Det är därför viktigt att välja träd efter specifik plats så att träden får rum att växa. Om rätt storlek på träd väljs från början kan höga kostnader för beskärning i framtiden undvikas (Thynell et al. 2019).

Vegetation i stadsmiljöer behöver plats där rötterna kan tillgodoses med syre, näring och fukt. Om inte rötterna får tillräckligt med plats kan de orsaka stopp i dränerings- och avloppsledningar. Dessa förhållanden möjliggör att växter kan bilda friska rotsystem, vilket är viktigt för deras överlevnad som i sin tur ger en funktionell vattenrening.

VÄXTMATERIAL I BGI-SYSTEM

De material som används i en växtbädd ovanför förstärkningslagret kallas växtsubstrat. Vanliga växtjordar passar inte till BGI-system utan man använder olika typer av sandjordar med över 70% sand till planteringar som kräver mindre infiltration (Thynell et al. 2019). Bergkross tillsammans med biokol och kompost samt en liten andel finmaterial har visat sig fördelaktigt som växtbäddsmaterial.

Materialet har en hög genomsläpplighet,

en lucker struktur som inte riskerar att packas trots hög belastning samt ett bra gasutbyte. Växtbäddsmaterialet är väl anpassat till stadsmiljöer där belastningen från trafik och bebyggelse är hög och kan med fördel användas tillsammans med växter för att skapa funktionella BGI system (Thynell et al. 2019).

SAMMANFATTNING

- Ett öppet förstärkningslager ligger under markytan i ett BGI-system och har funktionen att rena och fördröja dagvatten samt förse växternas rötter med utrymme.
- I förstärkningslagret blandas makadam och substrat i växtbädden med biokol för att öka reningen.
- Vattnets flöde går att styra i det öppna förstärkningslagret av bergkross samt till ledningsnätet.
- Dagvattnet leds till det öppna förstärkningslagret via brunnar, regnbäddar eller beläggningar som är dränerade.
- Genom att sammankoppla det öppna förstärkningslagret med grönska eller parkeringsplatser kan fler funktioner kombineras samtidigt som dagvatten renas och fördröjs.
- BGI-system fungerar bäst att anlägga i sammanhängande stråk för bäst växtbädds- och fördröjningsfunktion.
- Växter i ett BGI-system har krav på att klara både långa perioder av torka samt stående vatten.
- Växtbäddsmaterialet består av bergkross tillsammans med biokol och kompost samt en liten andel finmaterial.

REFERENSOBJEKT

Vi har besökt Rosendal i Uppsala och Norra Djurgårdsstaden i Stockholm för att få inspration till vår gestaltning. I båda områdena har man aktivt arbetat med regnbäddar, för att ta hand om dagvatten samt för att skapa andra värden.

NORRA DJURGÅRDSSTADEN

Norra Djurgårdsstaden är ett pågående stadsutvecklingsområde i Stockholm. Ekosystemtjänster har en central del i stadsutvecklingen och Stockholms stad arbetar utifrån tre principer för att uppnå en grönstruktur som är robust. Dessa är att:

- Skapa en grönstruktur som uppfyller flera funktioner.
- Stärka spridningsambandet mellan den södra och norra delen av Djurgården.
- Använda dagvattnet som en tillgång (Cocity 2020).

Vi har tagit inspiration till vår gestaltning från Jaktgatan i Norra Djurgårdsstaden. Med hjälp av regnbäddarna har man skapat levande gaturum med rumsligheter som varierar i skala. Efter ett besök i stadsdelen kan man tydligt se att regnbäddarna bidrar till mervärden och funktioner i stadsrummet. BGI systemen i området bidrar till sociala, ekologiska och ekonomiska värden (Cocity 2020).

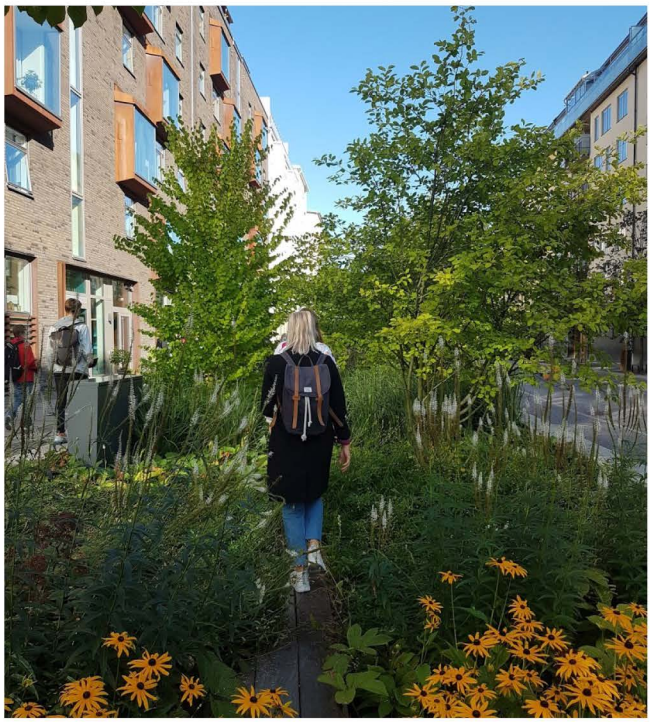


Bild 16. Visar en växtbädd på Jaktgatan i Norra Djurgårdsstaden. Tagen av författarna.

ROSENDAL

Rosendal har vuxit fram som en ny stadsdel i Uppsala, med byggstart 2013, där dagvatten har ett stort fokus. Dagvattnet renas och fördröjs lokalt av regnbäddar som är sammansatta under mark med ett öppet förstärkningslager. Jorden i regnbäddarna består av makadam, kompost och biokol (Karavanlandskap 2019).

Dagvattnet som inte kan tas om hand lokalt leds till täta dagvattendammar, för att ytterligare rena och fördröja vattnet. Rosendal strävar efter att ta hand om regnvattnet i öppna och synliga lösningar för biologiska, pedagogiska och estetiska skäl. Öppna dagvattenlösningar kan markant reducera vattnet som omhändertas i ledningsnät och minska antalet dagvattenbrunnar. Rosendals utveckling med BGI i gatumiljö är en ny strategi för att hantera regnvatten och är en av de första projekten i Sverige med BGI i stor skala (Karavanlandskap 2019).

Bild 17. Visar en växtbädd i Rosendal. Tagen av författarna.

SAMMANFATTNING

- Öppna dagvattenlösningar kan med fördel användas för att skapa mervärden. Såsom biologiska, estetiska, pedagogiska, ekonomiska och sociala värden.

- Öppna dagvattenlösningar bidrar till en hållbar stadsutveckling och kan användas för att förstärka spridningsamband.

3 OMRÅDE FÖR FALLSTUDIEN I KARLSTAD

I detta avsnitt presenteras bakgrundshistoria om Karlstad samt information om Jakobsberg som erhållits via dokumentstudier, platsbesök och intervjuer. Baserat på informationen som tillhandahållits via dokumenten och planprogrammet har inventering och analys utformats efter platsens planerade förutsättningar och problematik.

VAL AV PLATS

Detta avsnitt inleds med bakgrundsinformation om varför vi valt att arbeta med en plats i Karlstad. Karlstad har tidigare haft problem med översvämningar och påverkas av flöden från både Vänern och Klarälven vilket gör det till en intressant stad ur översvämningssynpunkt. Den framtida stadsdelen Jakobsberg valdes därefter ut efter möten med stadsarkitekten och översvämningssamordnaren i Karlstads kommun. I avsnittet beskrivs även vilka förutsättningar som råder på platsen.

Bild 18. Översiktsbild över Karlstad. Underlag från Karlstad kommun, Lantmäteriets Geodatasamverkan med tillägg av författarna.

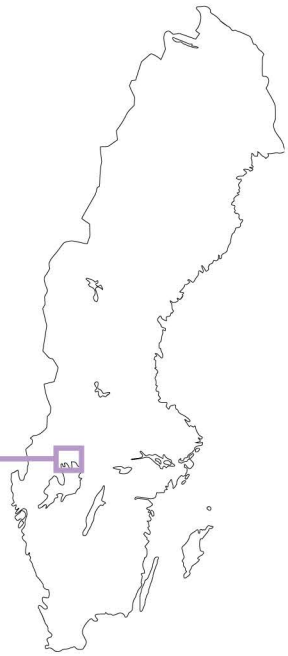


Bild 19. Karlstads geografiska läge vid Vänern (Publicdomainvectors 2020).

KARLSTAD OCH KLARÄLVEN

Klarälven omringar Karlstad till stor del och utgör ett hot mot staden, såväl som mot planområdet Jakobsberg, om dess flöde ökar. Älven utgör även en tillgång som en rekreativ resurs och bör därmed utnyttjas i den framtida stadsdelen (Ibsen et al. 2011).

Klarälven som är belägen vid planområdet, är den sydligaste älven i Sverige och rinner igenom både Norge och Sverige. Älvens meandrande former sträcker sig från norska fjällen, genom skogslandskapet i nordvärmland och till sist till Karlstad och Vänern. Klarälven har många funktioner för både djur och människor och har använts som transportör av sand och timmer samt som transportled. Klarälven har även ett starkt kulturarv och identitet. Under 2000-talet har Klarälven även blivit en viktig lärosal för studenterna på Karlstad universitet, som använt älven som ett studieobjekt (Ibsen et al. 2011).

Längs Vänern förekommer deltaavlagringar som bildas vid den nivå där en flod mynnar ut i ett hav eller en sjö. Sedimentationen av Karlstadsdeltat påbörjades cirka 1600 år innan vår tideräknings början. Utan Klarälvens deltaavlagringar hade inte Karlstad kunnat byggas där staden ligger idag, då staden ligger på Klarälvendeltat (Ibsen et al. 2011). Karlstadsdeltat är cirka 30 km2 stort och kan bli uppemot 10 km brett, kvantiteten av material som Klarälven för med sig under året varierar kraftigt. Deltat växer med cirka 1 hektar per år och tillförseln av material ökar med vattenföringen (Ibsen et al. 2011). Under vinterhalvåret varierar mängden uppslammat material som älven för med sig till 10-20 ton/dygn. Under våren kan så mycket som 5000 ton material/dygn föras med älven och vid högvatten kan mängden öka ytterligare. Tillförseln av sediment resulterar i att deltat fortsätter byggas ut och förändras med tiden (Ibsen et al. 2011). Aktiviteter som inneburit stor påverkan på landskapet vid Klarälven innefattar bl.a. timmerflottning och vattenkraftutbyggnaden (Ibsen et al. 2011). Att bo vid vattnet är idag eftertraktat men det finns en risk med bebyggelse vid vattnet i och med översvämningsrisken. Vid höga vattenflöden riskerar Klarälven att svämma över. Även vindförhållanden är viktiga att ta i anspråk, eftersom att vinden kan höja vattennivån ytterligare med någon halvmeter (Ibsen et al. 2011). Vid kraftig nederbörd ökar vattenflödet snabbt samt vattennivån i älven, vilket gör förebyggande arbeten kring översvämningar till en central fråga. En annan faktor som påverkar vattennivån i Klarälven samt Vänern, är ökad nederbörd vintertid. Avrinningen ökar med tjälad mark och i kombination med snösmältning och regn.

ÖVERSVÄMNINGSHISTORIK I KARLSTAD

I diagrammet visas tidigare översvämningar som haft stor påverkan på Karlstad. Idag skyddas Karlstad till viss del av Höljesdammen som invigdes 1962, samt andra översvämningsskydd. Men även idag skulle en översvämning i staden få allvarliga ekonomiska konsekvenser (Ibsen et al. 2011).

SMHI´s beräkningar visar att Vänerns vattennivå kan stiga till +47.2 m.ö.h, dessa värden är dock baserade på vad klimatförändringarna skulle kunna resultera i värsta fall. Trots att +47,2 m.ö.h är osannolikt högt så råder Klimat- och sårbarhetsutredningen tillsvidare att nybyggnationer undviks under denna nivå (Klimat- och sårbarhetsutredningens delbetänkande 2006 s.102).

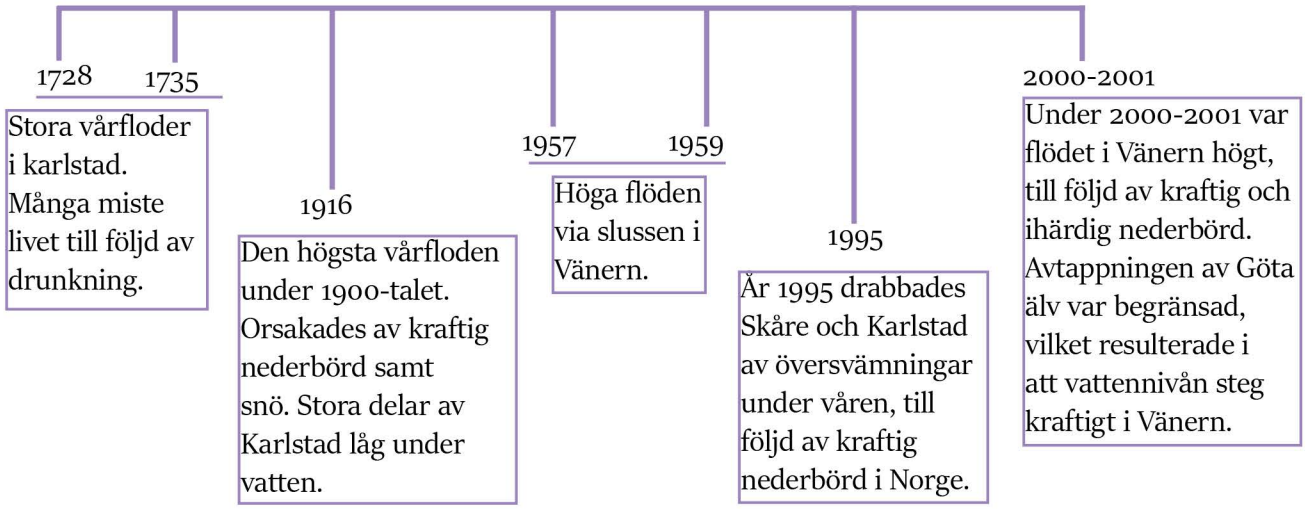


Bild 20. Visar Karlstads översvämningshistoria

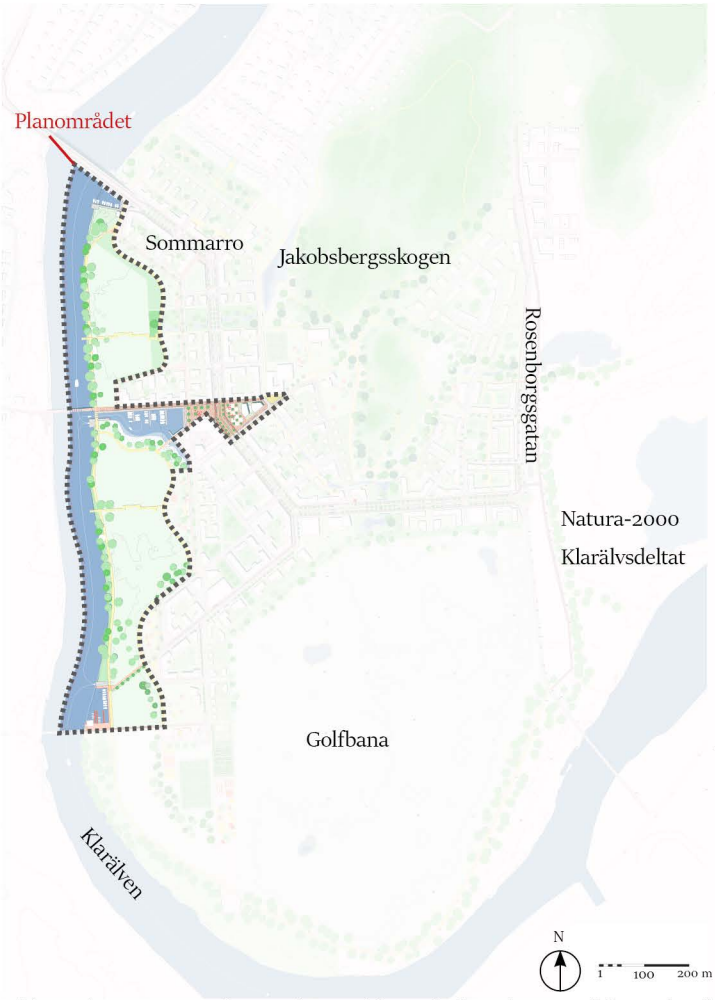


Bild 21. Visar examensarbetets planområde, underlaget kommer från Karlstad Kommuns (2018).

DOKUMENTSTUDIER-JAKOBSBERG

Jakobsberg är en planerad stadsdel i sydvästra Karlstad. Planområdet består av 85 hektar mark och i norr gränsar området mot Sommarro villaområde samt den biotopskyddade Jakobsbergsskogen, i väster gränsar området mot Klarälven och i öst ligger Sommarro golfbana samt Natura- 2000 området Klarälvsdeltat. Rosenborgsgatan är belägen öster om planområdet. I väster gränsar även platsen mot en befintlig invallning mot Klarälven (Karlstad kommun 2019).

Inom området planeras mellan 3000-3500 bostäder, skolor, förskolor, service, centrumverksamheter och torg såväl som natur, rekreationsområden och parker som binder samman området. Området är flackt och har tidigare varit en flygplats, man kan fortfarande se spår av från den tidigare landningsbanan (Karlstad kommun 2018). Jakobsberg ligger väldigt lågt med marknivåer som varierar från +43.5 m.ö.h till +45.5 m.ö.h. I den nordvästra delen finns ängsmark som innehåller höga naturvärden (Karlstad kommun 2019).

Platsens läge intill Klarälven och 2 km från Karlstad centrum gör det till en attraktiv plats för bostadsbebyggelse. Jakobsberg är beläget vid ett Natura 2000 område vilket medför att platsen har skyddsvärda arter och viktiga ekosystemtjänster

vilka i största möjliga mån ska bevaras (Calluna 2018).

I området finns en äldre jordvall från 1940-talet, vars syfte är att skydda Jakobsberg mot eventuella översvämningar. Karlstad kommun har som avsikt att förstärka, förlänga och höja jordvallen för att skydda den framtida stadsdelen. Vallen medför dock att dagvattnet måste avvattnas med hjälp av dräneringssystem som är anslutna till pumpstationer. Därmed sker ingen naturlig avvattning (Calluna 2018).

JAKOBSBERGS DAGVATTENHANTERING

Platsens läge tillsammans med behovet av en invallning medför svårigheter med avrinningen av dagvattnet. Pumpstationer kommer användas för att leda vidare vattnet till recipienterna. Diken kommer användas för att rena vattnet från trafikföroreningar, innan det förs vidare (Karlstad kommun 2019). Området kommer att utgöras av fler hårdgjorda ytor, vilket kommer öka medelflödet från pumpstationerna och öka påfrestningen på de rörbaserade systemen (Calluna 2018). Dagvattnet kommer med hjälp av pumpstationer ledas ut till Klarälven, som fungerar som recipient, inom området finns tre avrinningsområden som ska fördröja och rena vattnet. Diken tillsammans med ledningar ska leda bort vattnet mot pumpstationerna. Vid kraftiga skyfall leds vattnet bort mot golfbanan med hjälp av ledningar och ytliga stråk. En fördröjning av vattnet sker vid golfbanan samt den anlagda dammen, innan det pumpas vidare ut i Klarälven (Karlstad kommun 2019).

Vissa delar av planområdet samt golfbanan ligger under Vänerns medelvattennivå. Ett redan befintligt dräneringssystem finns inom planområdet som ansluter till en pumpstation beläget öster om golfbanan (Karlstad Kommun 2018).

Landningsbanan som fortfarande är kvar från tiden då flygplatsen fanns fungerar som en vattendelare för hela området. Vattnet avrinner åt olika håll från landningsbanan och skapar instängda områden där vatten samlas, detta vatten behöver pumpas bort (Karlstad Kommun 2018).

Karlstad Kommun har som mål att hälften av kvarterets dagvatten ska tas om hand på kvartersmark, inom området. Övrig vattenfördröjning ska ske på allmän mark. Vatten från trafik ska fördröjas från föroreningar i öppna dagvattensystem där föroreningarna kan sedimenteras och renas. Resterande dagvatten ska avvattnas via öppna dagvattensystem längs vägar och gator. Dessa öppna dagvattensystem ska utformas med en magasinsvolym som ska kunna ta hand om och fördröja större skyfall. Det ska även finnas flertalet dagvattendammar i naturområdena och i parkerna, för att fördröja dagvattnet ytterligare (Karlstad Kommun 2018). Ledningsnät och öppna diken i Jakobsberg föreslås kunna hantera regn som kan ske vart tjugonde år. Fördröjning av dagvatten kommer b.la ske via fördröjningsdammar (WSP 2018).

Enligt WSP (2018) kommer ledningsnätet inte ha kapacitet att leda undan vatten vid större skyfall. Skyfall kommer att orsaka höga vattennivåer i den norra delen av Jakobsberg. Vattnet ska ledas bort via dagvattensystem samt via ytliga stråk och golfbanan (WSP 2018).

Klarälven fungerar som sagt som recipient för dagvattnet som avrinner från Jakobsberg. Markavvattningssystemen består av dräneringsledningar som leder undan dagvattnet och grundvattnet som trycks in från Klarälven till en pumpstation vid Jakobsbergsbron. Dagvattnet har inget naturligt utlopp eftersom det stängs in av den befintliga invallningen på platsen. Istället infiltreras stora mängder vatten i marken för att sedan föras vidare med hjälp av ledningarna till pumpstationen (Karlstad kommun 2019). Karlstad kommun (2019) har beslutat att använda följande metoder för olika typer av vatten:

- **Regn** - Det dimensionerande flödet för regn är beslutat att ligga på 20 års regn med 25% klimatfaktor.
- **Skyfall** - Dagvattensystemet kommer vara anpassat för att klara 100-års regn. Ledningarna kommer inte kunna klara av större regn är 100-års regn utan ytliga stråk där vattnet leds undan för att inte byggnader eller viktiga funktioner i området ska påverkas. I de instängda områdena inom planområdets norra del förväntas vattennivån bli hög. Ytliga stråk som leder bort vattnet till golfbanan föreslås.
- **Höga vattennivåer i Klarälven eller Vänern** - Jordvallen kommer skydda området mot höga flöden och nivåer i Vänern och Klarälven. Dagvattnet pumpas ut från området så dagvattenhanteringen kommer inte påverkas (Karlstad Kommun 2018).

JORDVALLEN I JAKOBSBERG

För att kunna hantera Jakobsbergs översvämningar i kombination med klimatrelaterade ökade skyfall och samtidigt ta tillvara på stadsdelens ekologiska värden, behövs en hållbar dagvattenhantering. Då Jakobsberg omringas av en jordvall till viss del kan inte vatten från skyfall avvattnas naturligt

till Klarälven och en stor del av vattnet stannar i stadsdelen (Karlstad kommun 2019). När de rörbaserade dagvattensystemen i området inte längre klarar av de intensifierade skyfallen kan översvämningar uppstå, då kan blågrön infrastruktur vara ett bra alternativ till att hantera överskottsvattnet på plats (Liu et al. 2019).

Den befintliga vallen i området är cirka 10 meter bred och den varierar mellan nivåerna +45.7 till +46.8 m.ö.h. Längs vallen löper vandrings- och gångstråk. Tyréns har tagit fram ett förslag där det nya förslaget på vall följer den gamla vallen, med undantag för där båthamnen kommer byggas. Förslaget jämfördes med andra alternativ och ansågs lämpligast i dagvattenhanteringssynpunkt, eftersom störst mängd dagvatten kunde hanteras i öppna utjämningsmagasin innan det når recipienterna. Enligt miljökonsekvensbeskrivningen kan Klarälven komma att påverkas som recipient för dagvattenavrinningen. Förorenat dagvatten som når Klarälven kan ha konsekvenser för biologiska faktorer (Calluna 2018).

Den nya vallen föreslås bli 4650 meter lång och ska skydda hela området mot eventuella översvämningar. Den kommer att placeras vid befintliga vägar och vall. På vissa delar kommer vallen att behöva höjas cirka 1 meter. Förslaget ansågs ha minst påverkan på landskapsbilden. Enligt utredningen är jordvall en bra metod för att skydda ett område mot översvämningar, dock kräver vallen framtida drift och underhåll (Tyréns 2018). Det finns nu en befintlig pumpstation i planområdets sydvästra del som tar hand om områdets dagvatten, då vattnet inte naturligt kan avvattnas till Klarälven på grund av vallen. Jordvallen föreslås att utföras med tätjord. Med hjälp av vallen säkras Jakobsberg mot 10 000- årsnivån som kan uppnås i Klarälven (Tyréns 2018).

SAMMANFATTNING DAGVATTENHANTERING I JAKOBSBERG

Sammanfattningsvis är Jakobsberg utsatt för översvämningar eftersom terrängen i området är flack och platsen påverkas av vattennivåerna från både Klarälven och Vänern.

Invallningen kommer att innebära större påfrestningar på de rörbaserade systemen eftersom vattnet inte kan ledas ut till naturliga recipienter. Trafikbelastningen i området kommer vara relativt stor, vilket kan resultera i att vattnet blir förorenat när det pumpas ut i Klarälven (Karlstad Kommun 2018).

Genom att använda olika typer av BGI-system kan vattnet renas, fördröjas och magasineras innan det leds vidare till recepienterna samt minska belastningen på de rörbaserade- systemen (Karlstad Kommun 2018).

STRANDSKYDD

Längs Klarälven finns ett strandskydd på 100 meter. Karlstad Kommuns översiktsplan har målet att öka tillgängligheten till Klarälven och Vänern ytterligare och Jakobsberg pekas ut som ett av de områdena som behöver öka tillgängligheten till vattnet.

Planförslaget kommer upphäva strandskyddet vid tre områden för brofästet i områdets norra del, vid småbåtshamnen samt för gc-bron vid planområdets torg och vid en gc-bro i sydväst. Strandskyddet kommer också upphävas för mindre bryggor längs Klarälven. Jordvallen kommer inte att påverkas av strandskyddet (Karlstad Kommun 2018).

GRÖNSTRUKTUR

Vegetationen i området domineras av trädarter som björk, sälg och gråal samt av ängsvegetation och vass. Inom området finns även naturliga kärr och slåttergynnad flora, på golfbanan finns några anlagda dammar. Naturvärdena inom området anses vara höga. Platsen är en viktig fågellokal och en population av den fridlysta orkidén grönvit nattviol, har observerats. Inom området finns även flera fladdermusarter samt groddjur (Karlstad Kommun 2018).

NATURA 2000- OMRÅDET

Intill Jakobsberg är natura 2000- området Klarälvsdeltat beläget. Deltat har höga naturvärden och präglas av flera olika våtmarkstyper som bildar vegetationsmosaik. I deltat pågår även deltabildningsprocesser där ny mark bildas. Området ska bevaras eftersom det här finns en hög variationsrikedom och sjöar som är naturligt näringsrika, fuktängar samt svämlövskog. Inom Jakobsberg finns inga Natura- 2000 naturtyper (Karlstad Kommun 2018).

SKYDDSVÄRDA ARTER INOM OMRÅDET

Fridlysta arter som salamander och åkergroda har påträffats i området. Befintliga vatten i planområdet har inventerats och bedömts vara lekmiljö för både insekter och groddjur. De är även viktiga som livsmiljöer för amfibier och bör därför bevaras, vilket Karlstad kommun har som intention att göra.

(Sweco 2016).
Karlstad kommun har tagit fram en fladdermusutredning som underlag för den framtida exploateringen i Karlstad. Utredningen syftar till att ta reda på om det förekommer rödlistade fladdermusarter och om fladdermössen kommer påverkas i samband med exploateringen. Fladdermössen trivs i lövrika skogsområden med gamla träd. I städer kan buller och belysning missgynna fladdermössen (Berthinussen & Altringham 2012).

Åtta olika fladdermusarter påträffades i området och Karlstad Kommun värnar om att bevara fladdermössen i planområdet, i största möjliga mån. Jakobsberg ligger intill Klarälven och har en gynnsam position för fladdermössen. På grund av att det finns mer insekter nära vatten, så attraherar vattenmiljöer många fladdermöss. Gräsmarkerna i planområdet drar även till sig många insekter. Det som är viktigast att bevara i planområdet är kantzonerna mot Klarälven men även delar som regelbundet svämmas över. Gränszonen mellan land och vatten där skiljelinjen mellan permanent våtmark och terrestert habitat är odefinierbar, är värdefulla miljöer för fladdermössen (Ecocom 2016).

Enligt artskyddsförordningen 4 § 2 är det inte tillåtet att under övervintrings-parnings-, uppfödnings- samt flyttningsperioder störa fladdermössen avsiktligt. Artskyddsförordningen 4 § 4 förbjuder även att förstöra eller skada fladdermössens viloplatser eller fortplantningsområden även om det är oavsiktligt (Naturvårdsverket 2009).

Planförslaget för bostäderna som Karlstad kommun skapat är för tätbebyggt för att bevara biologisk mångfald i den byggda miljön. Fladdermöss skulle gynnas av fler insprängda grönytor där de kan förflytta sig mellan bebyggelse och grönytor (Ecocom 2016). Kantzonen mot Klarälven är den mest bevarandevärda.

PLANPROGRAMMET JAKOBSBERG

Karlstad kommun vill ta tillvara Jakobsbergs gröna värden och om möjligt förstärka dem. Området som är beläget intill Klarälven, kommer att tillvaratas genom att en strandpromenad anläggs samt genom konstruktion av brygg- och båtplatser. På platsen har tidigare funnits en flygplats, vilket Karlstad kommun vill ska vara avläsbart i gestaltningen. Inom området ska det förutom bostäder och verksamheter finnas gröna stråk, parker samt spridningsmöjligheter för olika arter (Karlstad Kommun 2018).

VISION KARLSTAD KOMMUN

Karlstad kommun har som vision att göra Jakobsberg till en blågrön stadsdel där vatten och växtlighet står i fokus och skapar en levande livsmiljö. Ängen som finns inom planområdet har under lång tid slagits och utvecklat höga naturvärden. Översiktsplanens mål angående friluftsliv och rekreation är att stränder ska bibehållas och utvecklas för att bli tillgängliga för allmänheten, tillgängliggöra friluftsområden för allmänheten samt skapa möjligheter för vattenknutet friluftsliv som fiske, bad, paddling, segling, båtsport, långfärdsskridskor och fågelskådning. Problematiken kring översvämningar är stor och behöver lösas eftersom platsen ligger i ett utsatt läge (Karlstad Kommun 2018).

Planområdet ska knytas samman med intilliggande rekreations- och naturområden såväl som omgivande stadsdelar. Den tidigare landningsbanan ska enligt Karlstad kommun vara synlig i den nya planen eftersom flygplatsen är en viktig del av områdets historia. Några delar av landningsbanan ska fungera som någon typ av evenemangsplats medan andra delar ska ansluta till den nya huvudgatan. Vattenkontakten med Klarälven ska förstärkas och användas som en resurs och vatten ska återspeglas i gestaltningen av den nya stadsdelen. Kvaliteter såsom utblickar, vyer och promenadstråk ska premieras inom området (Karlstad kommun 2018).

I områdets centrala del planeras ett torg som ska knyta an till Klarälven. Parkerna inom området är ett viktigt inslag och ska angränsa till bostadshusen. I jämförelse med omgivande stadsdelar kommer Jakobsberg ha en högre täthetsgrad. Bilparkeringar kommer koncentreras till parkeringshus som är strategiskt planerade inom området. Parkeringshusen gör att bilarna får ta mindre plats i stadsdelen. Den befintliga golfbanan som finns inom området kommer att bevaras. Kommunen anger att parker och grönområden med fördel kan anläggas längs ängsmarkerna samt vid vattnet (Karlstad kommun 2018). Kommunen har som avsikt att anlägga ett gång- och cykelstråk i anslutning till vallen som ska skydda området mot översvämningar. Mycket av den befintliga vegetationen kan behållas men behöver gallras ur (Karlstad kommun 2018).

INVENTERING

Idag används området som en plats för rekreation och golf. Större delen av området är obebott och det finns många naturvärden att skydda på platsen.

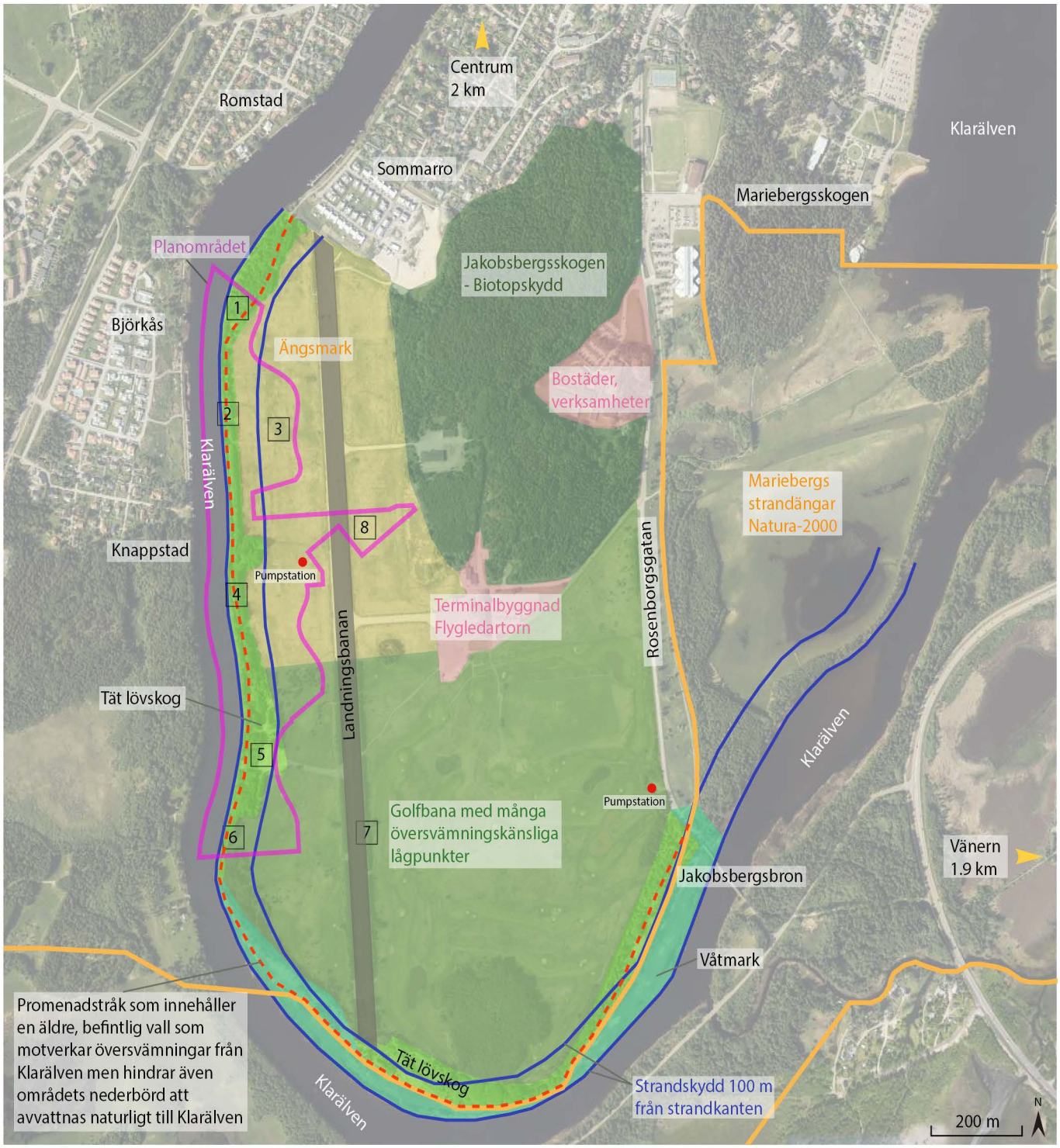


Bild 22. Översiktskarta över området idag. Planområdet som vi valt att gestalta är markerat i lila men vi har valt att inventera hela området översiktligt, som en grund för analysen och förslaget. Underlag från Karlstad kommun, Lantmäteriets Geodatasamverkan med bearbetning av författarna.

OMRÅDESINDELNING

1). Tät otillgänglig natur
2). Befintligt promenadstråk
3). Ängsmark
4). Sank ängsmark
5).Tät lövskog
6). Befintlig jordvall
7). Golfbana
8). Ängsmark och landningsbana

- Tät lövskog
- Golfbana
- Jakobsbergsskogen
- Våtmark
- Byggnader
- Strandskydd
- Prommenadstråk med befintlig vall
- Natura-2000
- Planområdet

OMRÅDESINDELNING

1 Tätt område med mycket björkar. Beståndet med sly gör platsen otillgänglig och förhindrar utsikten över vattnet. Översvämmad på vissa ställen. Alla bilder är tagna av författarna.

Bild 23. Björkskog.

Bild 24. Översvämmad natur.

Bild 25. Mycket sly som behöver gallras.

Bild 26. Otillgänglig natur.

2 Befintligt promenadstråk med närhet till Klarälven.

Bild 27. Visar det befintliga stråket längs älven.

Bild 28. Promenadstråk.

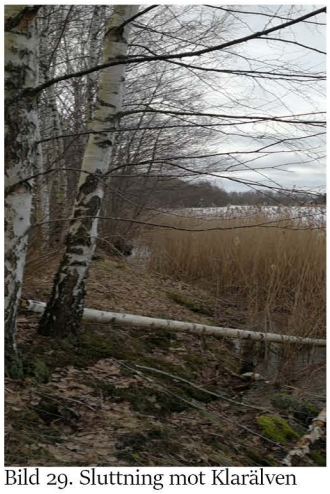


Bild 29. Sluttning mot Klarälven och våtmark.

3 Torräng med höga biologiska värden. Översvämmad på vissa ställen.

Bild 30. Bilden visar delar av torrängen.

Bild 31. Torrängen.

Bild 32. Översvämmad ängsmark.

OMRÅDESINDELNING

4 Otillgängligt område längst Klarälven som består av sly och våt ängsmark.

Bild 33. Våt ängsmark.

Bild 34. Otillgänglig våtmark.

5 Tät lövskog som övervägande består av gråal. Översvämmat på vissa ställen.

Bild 35. Skog med gråal.

Bild 36. Gråal.

6 Den befintliga jordvallen följer Klarälven och promenadstråket.

Bild 37. Jordvallen.

Bild 38. Den befintliga jordvallen som fungerar som översvämningsskydd för området idag.

7 Golfbanan kommer att bevaras vid framtida exploatering.

Bild 39. Sommarro Golfbana.

Bild 40. Bilden visar hur golfbanan är något översvämmad på vissa ställen.

8 Torräng samt tidigare landningsbana.

Bild 41. Bilden visar delar av torrängen i området.

Bild 42. Tidigare landningsbana.

SAMMANFATTNING

Stråket används idag som en passage. Sittplatser och målpunkter att uppehålla sig vid saknas samt nöjligheten att vistas vid vattnet. Sråket har dock stor potential med sitt vattennära läge och omgivande natur. Den tidigare landningsbanan kan tydligt utläsas i landskapet och det finns stora områden med bevarandevärd natur.

ANALYS

Eftersom Jakobsberg ska bli en ny stadsdel har vi valt att basera analysen på Karlstad Kommuns planförslag för Jakobsberg.

SAMBAND MED GRÖN- OCH VATTENSTRÅK

Karlstad kommuns planförslag visar hur de vill att sambanden med grön- och vattenstråk ska se ut. Genom att bevara och sammankoppla stora grönområden kan insekter, djur och växter fortsätta att leva på platsen. Det är viktigt att sammankoppla gröna områden för att på bästa vis ta vara på både dagvattnet och djurlivet, som nämnt i delstudien. Området har många bevarandevärda områden som den biotopskyddade Jakobsbergsskogen, torrängarna väster om landningsbanan som har en rik biologisk mångfald samt strandpromenaden utmed Klarälven som är ett viktigt habitat för fladdermöss och groddjur. Torrängarna bör skötas med ängsslåtter. Kommunens plan är att knyta ihop de olika grönområdena med gröna stråk (Karlstad Kommun 2018).

Klarälven flyter ut i Vänern och kommunen planerar mindre dammar för att ta vara på dagvattnet. I områdets västra del planeras tre stycken hamnar för småbåtar (Karlstad Kommun 2018).

Eftersom BGI-system fungerar bäst genom att sammankoppla olika BGI-enheter har vi valt att analysera hela Jakobsberg och inte bara detta examensarbetets planområde. Dagvattenhantering kräver att vattnet planeras som en helhet av ett område, inte bara en del. Om inte omkringliggande områden tar hand om dagvattnet så kommer planområdet att påverkas. Sambandet mellan grön- och vattenstråk visar att Jakobsbergs grönområden är sammankopplade och detta bidrar till en ökad dagvattenhantering.

Bild 43. Samband med grön- och vattenstråk utefter Karlstad Kommuns förslag och underlag (2018). Bearbetad av författarna.

Bild 44. Siktlinjer och vegetation från Karlstads Kommuns underlag och förslag med bearbetning av författarna.

SIKTLINJER OCH VEGETATION

Längs med stråket finns siktlinjer mot Klarälven och skogsområdet på andra sidan älven. Siktlinjerna måste förstärkas genom gallring av befintligt sly längs med stråket. Vyn mot Klarälven är värdefull och ger platsen en identitet. Andra värdefulla siktlinjer är från torget och ner mot vattnet samt siktlinjer mot de öppna ängarna.

Kommunen har valt att spara befintlig vegetation utmed Klarälven och gallra det sly som hindrar sikten och skapar otrygghet. De befintliga träden utmed älven utgörs främst av vårtbjörk, asp, knäckepil och klibbal.

KLIMAT

Planområdet kantas av träd och undervegetation, vilket lämnar ytorna i mitten helt öppna för solljus. Området ligger i västlig riktning och får mest eftermiddags- och kvällssol. De stora, öppna ytorna i mitten av ängarna är utsatta för sol under hela dagen.

De stora, öppna ytorna i mitten saknar helt vindskydd och är väldigt utsatta för vind. De få träden som kommunen valt att spara längs Klarälven är troligtvis inte tillräckligt med skydd mot vinden. Däremot skyddas området delvis från östliga vindar på grund av bebyggelsen i öster.

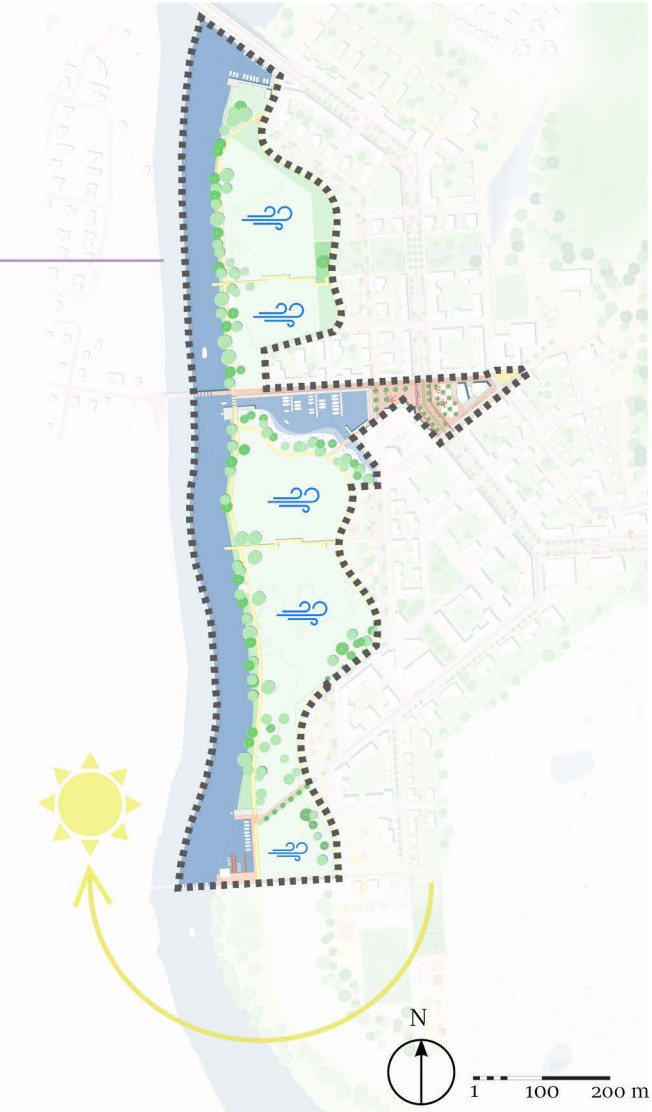


Bild 45. Visar områdets klimatförhållanden från Karlstads Kommuns underlag och förslag med bearbetning av författarna.

BULLER

Planområdet utsätts främst för buller från den nya genomfarten västerut, som också är huvudgatan. Bilar tillåts köra i 50 km/h och beräknas ha ljudnivåer mellan 62–65 dBA på bostadsbyggnadernas mest exponerade fasad. Riktvärdet är på 60 dBA, vilket gör att ljudnivån på huvudgatan överskrider riktvärdet. Längs lokalgatan beräknas ljudnivån vara runt 60 dBA trettio meter från lokalgatan (Karlstad Kommun 2018).

Sammanfattningsvis utsätts inte området för störande buller inom större delen av området.

Bild 46. Visar bullret som skapas av den nya genomfarten västerut samt från lokalgatan. Underlag från Karlstads Kommuns förslag med bearbetning av författarna.

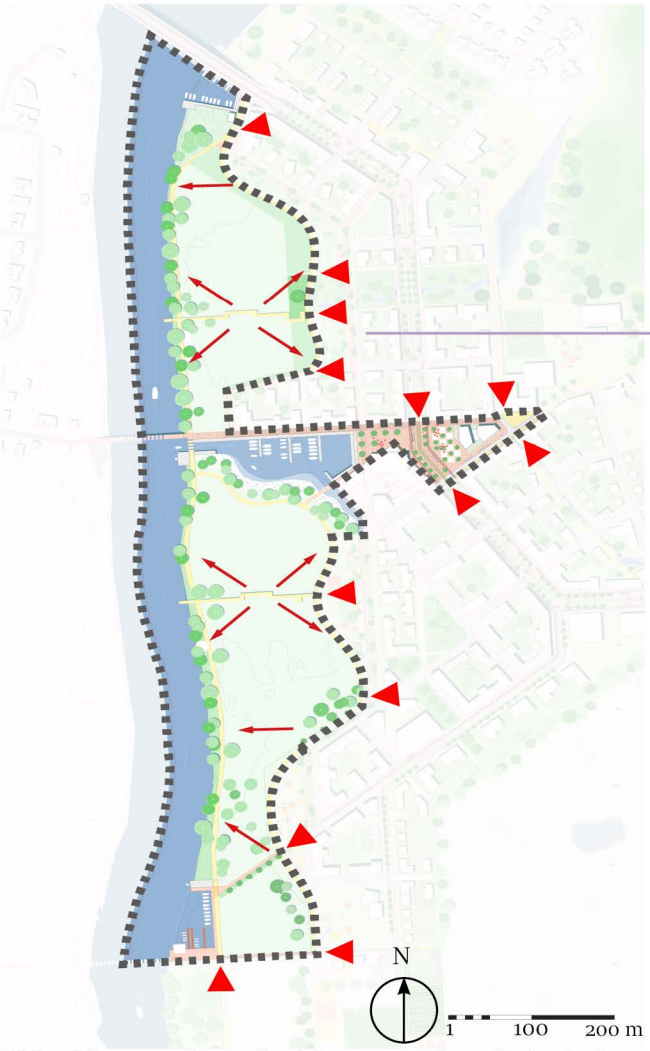


Bild 47. Visar vart stigar troligtvis kommer att skapas i brist på vägar samt områdets entréer. Underlag från Karlstads Kommuns förslag med bearbetning av författarna.

VÄGAR OCH ENTRÉER

Med största sannolikhet kommer det skapas stigar över ängsmarkerna som kommunen vill skydda. I kommunens planförslag finns endast två vägar över de stora ängsmarkerna och det är inte troligt att invånarna kommer att välja att gå på spängerna när de kan korsa överallt på ängen. För att förhindra slitage på den värdefulla ängen borde fler alternativa vägar skapas, för att inte hela ängen ska förstöras av ökad nedtrampning. Bilden visar var invånarna troligtvis kommer att gena i brist på vägar. Eftersom området kommer att få en markant förhöjd användning med ökande invånarantal, ökar också slitaget på grönområderna.

Det finns många betydelsefulla entréer till området, vilket gör det lättillgängligt. Bebyggelsens gatustruktur skapar många vägar ner till planområdet

Bild 48. Visar vårt förslag på dikens placering i naturliga lågpunkter. Dikena skapar även en barriär mot ängen så besökare intevtrampar ner ängen. Underlag från Karlstads Kommuns förslag med bearbetning av författarna.

DIKEN

Den huvudsakliga avrinningen och fördröjningen av dagvatten sker i öppna diken (blå linjer) inom planområdet. Hälften av allt dagvatten kan fördröjas lokalt på kvartersmark, med olika BGI-system för att inte belasta pumpstationerna mer än nödvändigt. Resterande dagvatten kan fördröjas på allmän platsmark via exempelvis fördröjningsdammar, svackdiken och regnbäddar. Vid kraftigt regn leds dagvattnet till golfbanan för fördröjning, enligt Karlstad Kommun (Karlstad Kommun 2018).

Kommunens plan är att lägga dikena längs med bebyggelsen i öst men vårt förslag är att lägga dem längs med ängen istället där det är naturliga lågpunkter. Dikena skapar en barriär mot ängen som kan hindra besökare att trampa ned ängens viktiga biologiska värden. Att lägga dikena längs med ängen kan leda besökarna att gå på gångvägarna istället för på ängen.

TOPOGRAFI OCH LÅGPUNKTER

Planområdet, i rött, är väldigt flackt med en marknivå som varierar mellan +45,5 och +46,6 m.ö.h. Den befintliga jordvallen som omringar området idag varierar mellan nivåerna +45,7 till +46,8 m.ö.h.

Lågpunkterna i blått markerar var vattnet skulle samlas vid skyfall. Vi har endast valt att markera de lågpunkter som ligger i och runt planområdet, eftersom de är de enda lågpunkterna som påverkar området. Den här kartan tillsammans med flödeskartan på nästa sida, visar hur vattnet rör sig inom området och var det stannar upp.

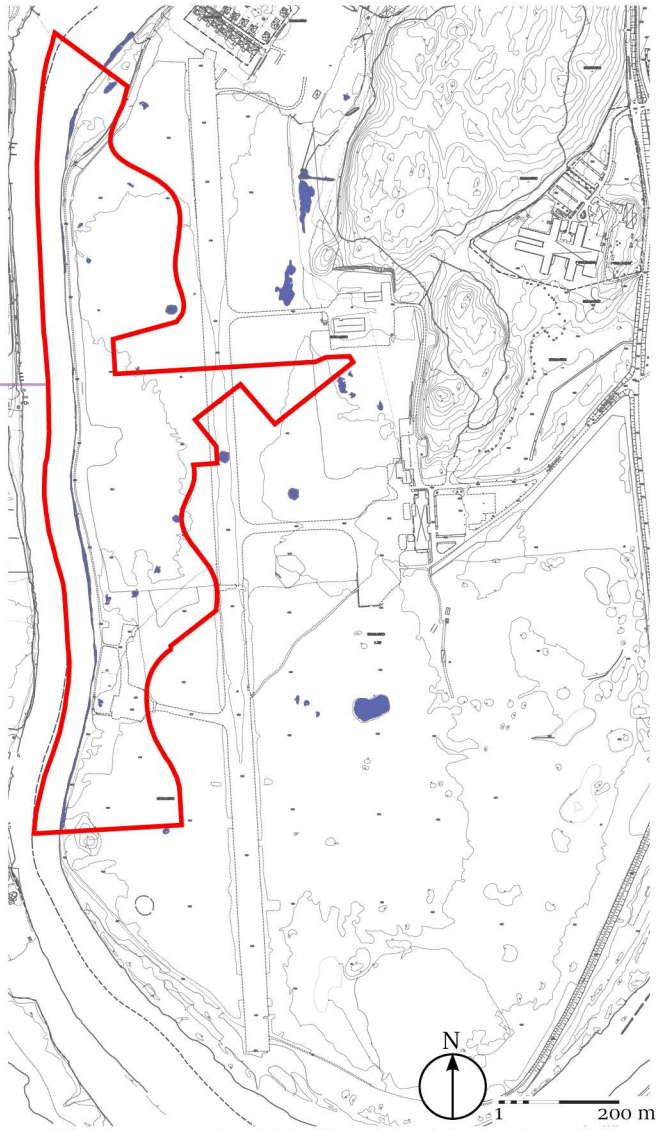


Bild 49. Visar planområdets höjdskillnader och lågpunkter. CAD-underlag från Karlstad Kommun med bearbetning av författarna.

FLÖDESSCHEMA

Då området ligger lågt beläget längs med Klarälven är det svårt att leda ut dagvattnet till Klarälven med naturligt självfall. Dessutom skulle området hotas av översvämningar om Klarälvens nivå skulle höjas. Därför vill Kommunen pumpa ut dagvattnet från området. Dagvattnet transporteras till Jakobsberg två pumpstationer via ledningar, diken och svackdiken. Från pumpstationen pumpas vattnet ut till närmaste recipient som är Klarälven.

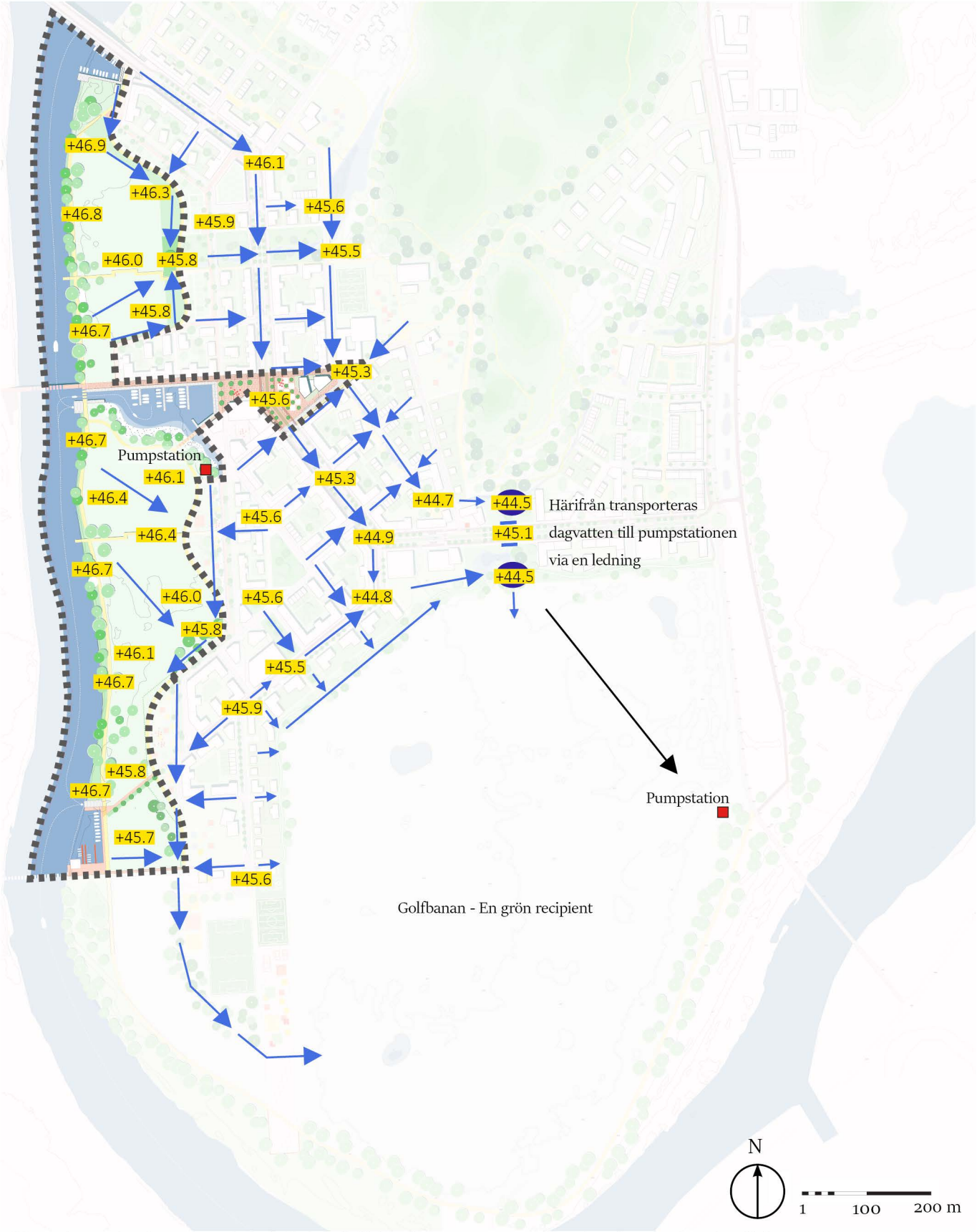


Bild 50. Visar Karlstad Kommuns (2018) förslag på flödesschema samt pumparnas placering. Bearbetad av författarna.

SWOT - ANALYS

Swotanalysen samlar områdets olika aspekter och föutsättningar i fyra delar. Delarna är styrkor, svagheter möjligheter och hot på svenska (Nationalencyklopedin 2020). Analysen ska med hjälp av dessa fyra delar utvärdera och klargöra vilka problem och positiva aspekter som området har. De positiva aspekterna vill vi förstärka och de negativa minimera.

STYRKOR	SVAGHETER
- Nära kontakt med vattnet - Hög biologisk mångfald och många naturvärden - Stora och sammansatta grönytor - Flackt landskap som förenklar anläggning	- Ökat invånarantal leder till mer nedskräpning och slitage - Få mötesplatser och sittplatser - Buller från trafiken längs bebyggelsen - Stora ytor som är väldigt utsatta för vind, sol och regn - Kommunen vill arbeta med blågrön infrastruktur men visar inte det tydligt i illustrationsplanen eller i planprogrammet. - Brist på målpunkter
MÖJLIGHETER	**HOT**
- Skapa vattenknutna aktiviteter - Möjlighet att lyfta fram platsens tidigare markanvändning - Platsens historia skapar en platsbunden identitet	- Det kommer sannolikt att skapas stigar och onödigt slitage på ängarna på grund av att kommunens planförslag innehåller för få vägar. - Kostsamt och tidskrävande att bebygga en plats som är så lågt beläget. Platsen kommer alltid hotas av översvämningar om jordvallen eller pumparna går sönder.

SAMMANFATTNING

- Analysen visar att det finns många bevarandevärda naturtyper och kommunens plan att binda samman olika grönområden kommer gynna både dagvattenhanteringen och djurlivet.
- Det finns många öppna områden som både är utsatta för sol och vind.
- Det flacka landskapet förenklar anläggning och skapar lång siktlinjer. Att landskapet ligger så lågt skapar svårigheter i dagvattenhanteringen och området kommer ständigt hotas av översvämningsproblem om jordvatten eller pumparna går sönder.
- Karllstads Kommuns illustrationsplan har en brist på vägar, vilket till slut kommer att leda till att genvägar skapas på ängarna. Analysen visar vart genvägarna troligtvis kommer att skapas, som vi tar med oss till gestaltningen.
- Områdets närhet till vattent samt de många entréerna till platsen förväntas locka besökare.
- Vägarna vid bebyggelsen förväntas inte störa besökarna på planområdet nämnvärt.

4 GESTALTNING

I detta avsnitt presenteras konceptet, programmet samt skissarbetet.

PROGRAM

Genom programmet ska BGI implementeras i området och förhöja platsens värden på ett hållbart och estetiskt tilltalande sätt. Området ska upplevas som en destination och punkterna ska knyta områdets historia till gestaltningen och stärka platsens identitet.

PROGRAMPUNKTER

- Implementera BGI i området.
- Tillföra mötesplatser och sittplatser för vila, rekreation och interaktion mellan invånarna.
- Lyfta fram platsens tidigare markanvändning, för att skapa en koppling mellan invånarna och platsen.
- Utnyttja och framhäva vattnet och den befintliga naturen.
- Ge platsen en helhet genom återkommande element.
- Skapa möjlighet för vattenknutna aktiviteter.

KONCEPT - ETT BLÅGRÖNT LYFT

Konceptet "Ett blågrönt lyft" syftar till att förhöja platsens värden genom att implementera BGI i området. Konceptet grundades i en sammanfattning av delstudiens resultat, där tre viktiga värden var återkommande. Det första värdet var det “blå” som syftar på områdets kontakt med vattnet för dess rekreativa, estetiska och sociala syfte. Det andra värdet var det “gröna” som grundas i platsens grönska för en mer hållbar stadsdel. Det sista värdet syftar till områdets historia. Då platsen tidigare använts som en flygplats kan historien ge invånarna en anknytning till platsen samt ge området en identitet. De blå och gröna värdena tillsammans med platsens historia som flygplats frambringade konceptet “Ett blågrönt lyft”. Förr lyfte bara flygplan från platsen men idag är syftet att ge platsen ett hållbart lyft med hjälp av blågrön infrastruktur.

Konceptet “Ett blågrönt lyft” med de tre värdena gav platsen en sammanhållen design och funktion som både speglar platsens dåtid samt en hållbar framtid.

DELOMRÅDEN

Området är uppdelat i olika delområden som strandpromenaden, ängen och torget för att läsaren lättare ska kunna orientera sig i förslaget.

Bild 51. Visar planområdets tre olika delområden strandpromenaden, ängen och torget. Underlag från Karlstad Kommun med bearbetning av författarna.

IDÉSTADIE

Innan vi kom fram till den färdiga gestaltningen så genomförde vi en skissfas. Här visar vi ett urval av de skisser som hjälpte oss komma vidare i vår gestaltningsprocess.

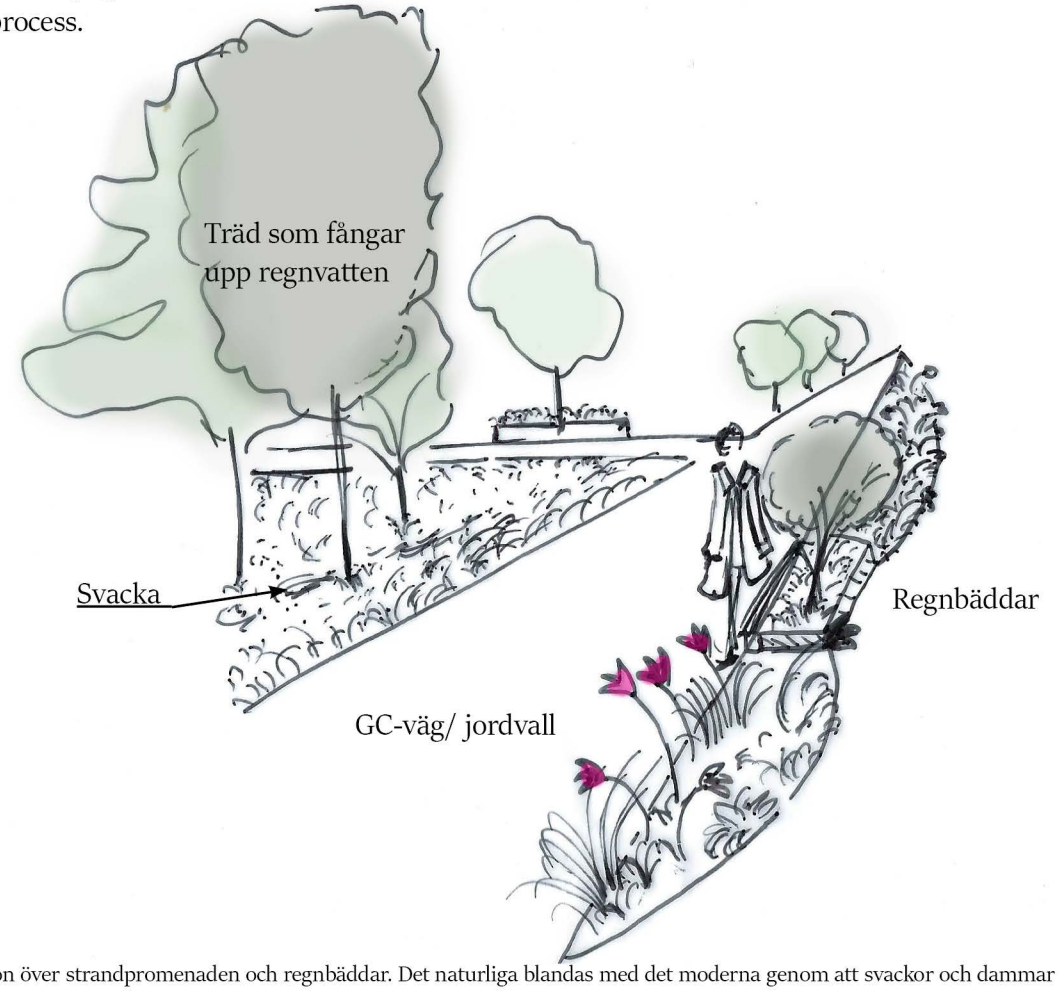


Bild 52. Illustration över strandpromenaden och regnbäddar. Det naturliga blandas med det moderna genom att svackor och dammar anläggs som smälter in i den befintliga naturen. Dessa varvas med upphöja och nedsänkta regnbäddar som skapar dynamik.

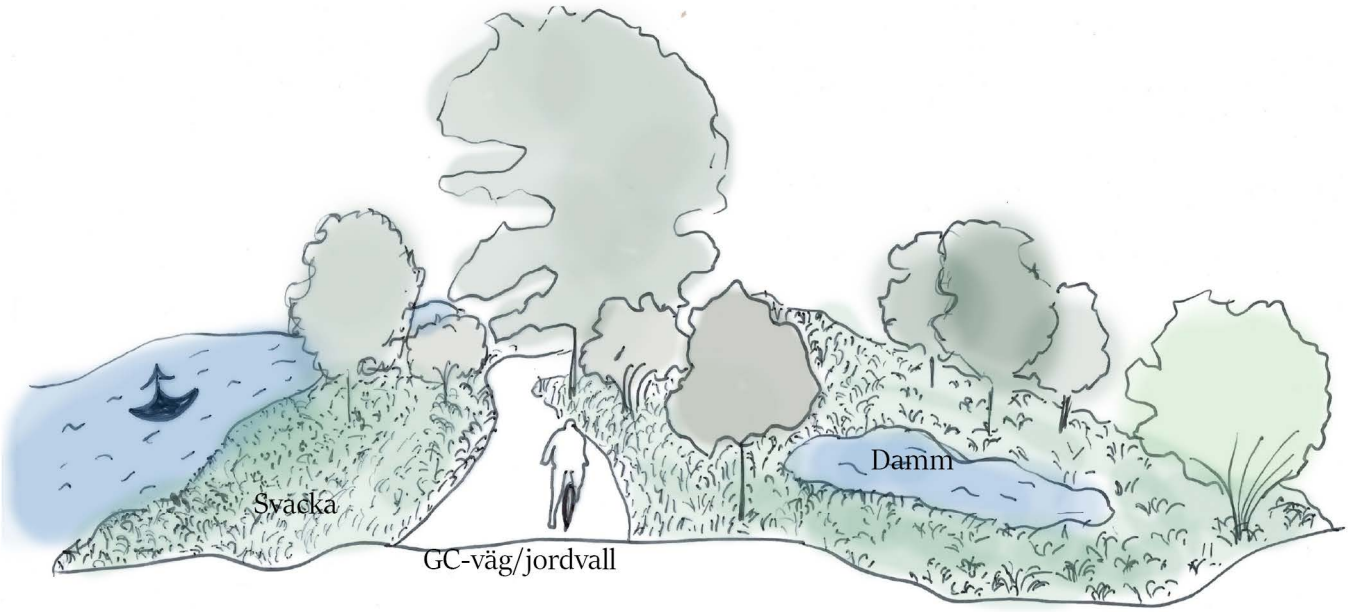


Bild 53. Skiss över ängen där svackor och dammar kan anläggas. Svackor och våtmarker kan med fördel anläggas för att ta hand om dagvatten samtidigt som biologisk mångfald gynnas.

Bild 54. Illustration över en spång som går genom ängen. Spången ska omslutas av ängen. Besökarna känner sig som en del av naturen. samtidigt som spängerna tillåter att ängen och dess viktiga biotop bevaras.

Bild 55. Illustration över strandpromenaden och en brygga vid vattnet. Längs med strandpromenaden kommer bryggor att anläggas på vissa platser för att tillgängliggöra Klarälven för besökarna.

5 FÖRSLAG

Här presenteras den färdiga gestaltningsidén.

ILLUSTRATIONSPLAN - ETT BLÅGRÖNT LYFT

Bild 56. Illustrationsplan av planområdet. Husens placering och vägarna utanför arbetsområdets gränser är skapade av Karlstad Kommun. Utformad av författarna.

Området är indelat i tre delar; ängen, strandpromenaden och torget. Platsen sammanlänkas av spängerna som sträcker sig genom de olika områdena.

Längs promenaden löper en gång- och cykelväg. Under denna är jordvallen anlagd som ska skydda området mot översvämningar. Utefter promenaden finns spänger som leder ut till vattnet och tillgängliggör ängsmarkerna. Här finns även rumsligheter i olika skalor som utgörs av regnbäddar. Karaktären i området är naturlig, men regnbäddarna bidrar med dynamik och modernitet. Spängerna och träbryggorna varierar i skala och det blir en upplevelse att följa dem till olika delar av platsen. Vissa av dem leder fram till utsiktsplatserna där man kan samlas och kika på fåglarna som häckar i området.

Torget är enkelt och avskalat men får ett lyft med de nya regnbäddarna och vattenspelet som sätts på under varma sommardagar.

TECKENFÖRKLARING

- Utkiksplats
- Träspänger
- Bryggor
- Ängsmarker
- Jordvall/GC- väg

BGI- ELEMENT

- Fördröjningsdammar
- Träd
- Upphöjda och nedsänkta regnbäddar
- Grönt tak

1 150 300 m

Skala 1:6000/A4

N

BGI - ENHETER I OMRÅDET

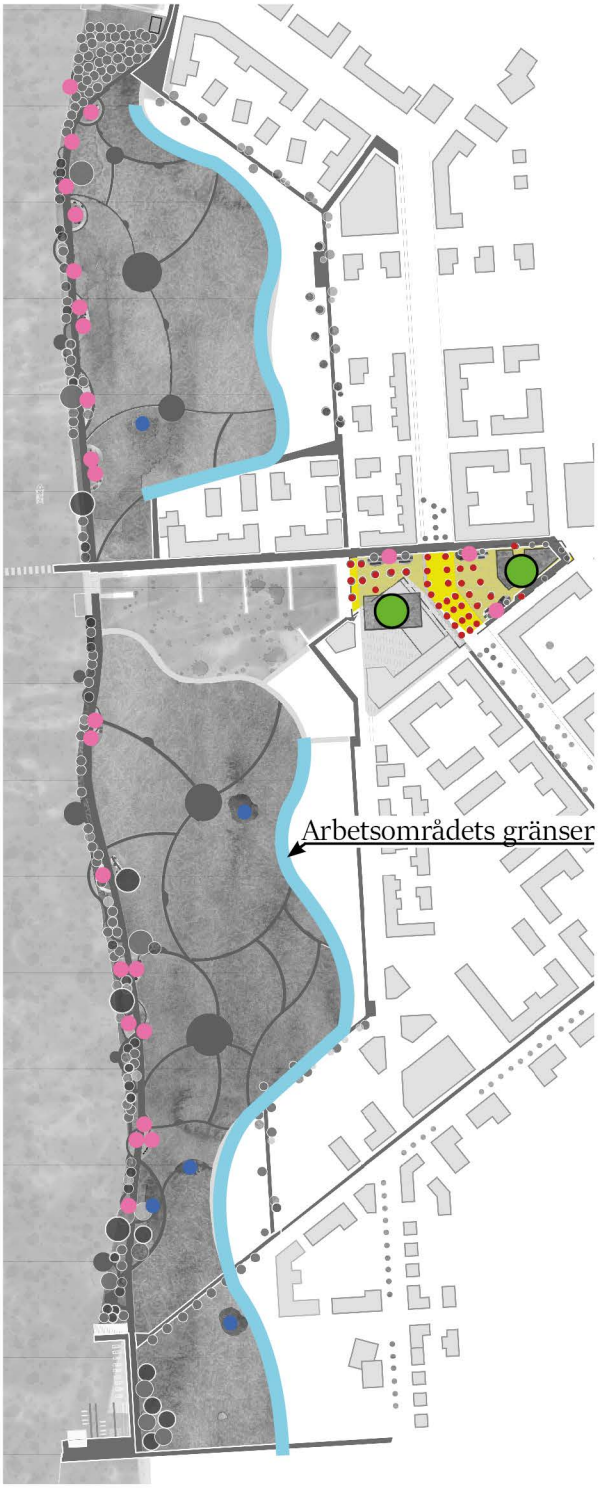


Bild 57. Visar var de olika BGI-enheterna är placerade.

1 150 300 m

Skala 1:6000/A4

N

De olika BGI, enheterna är strategiskt placerade för att ta hand om dagvattnet på bästa sätt. Bilden visar var de olika enheterna är placerade. Våtmarker finns söder om området och vi har valt de BGI-enheter som tar hand om största möjliga mängd dagvatten, varav vissa BGI-enheter som nämns i kunskapsöversikten inte kommer med. BGI- enheterna kompletterar den naturliga miljön som också tar upp dagvatten.

TECKENFÖRKLARING

- Grönt tak
- Svackdiken
- Regnbädd
- Täckt regnbädd
- Dränerande hårdgjord yta
- Fördröjningdammar

STRANDPROMENADEN

Strandpromenaden löper längst Klarälven, hit kan besökare komma för att promenera längst gång- och cykelvägen, ge sig ut på ängen eller omslutas av träden med hjälp av spängerna eller träbryggorna.

Gång- och cykelvägen löper längst hela strandpromenaden. Gc-vägen är anlagd ovanpå jordvallen som skyddar området mot översvämningar. De olika BGI-elementen kompletterar jordvallen genom att ta hand om dagvattnet i området och avlastar de rörbaserade systemen. BGI-systemen ansluts till varandra för att bilda fördröjningskedjor. Dessa kedjor effektiviserar dagvattenhanteringen i området samtidigt som de bidrar med upplevelsevärden på platsen.

Regnbäddarna bidrar med estetiska och biologiska värden, samtidigt som de skapar rumsligheter. Spängerna och träbryggorna ligger ovanför marknivå vilket möjliggör att området kan användas även när det är översvämmat. De varierar i bredd och storlek för att göra området tillgängligt.

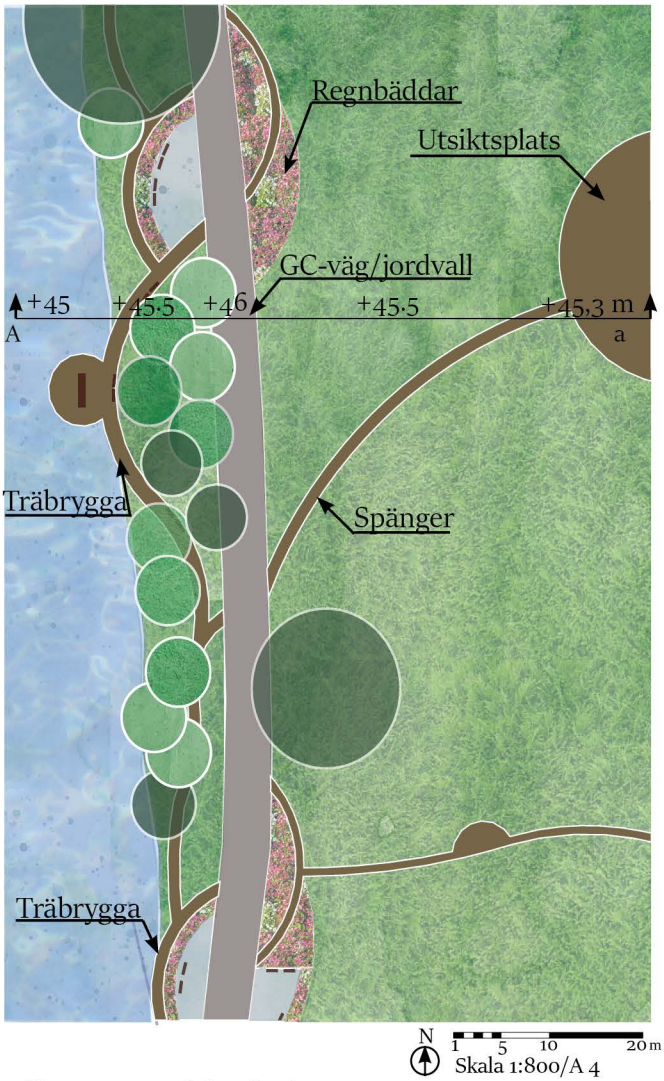


Bild 58. Spängerna leder till träbryggor som går ut över vattnet så att besökarna kan komma nära Klarälven. Siffrorna visar platsens höjder.

BJÖRKSALEN

Vid entréen i norr välkomnas besökarna av en sal med vita stammar och gröna blad. Om man väljer att gå ut på spången omsluts man av björkarna och leds ut mot en brygga i Klarälven. Annars kan man gå vidare på gång- och cykelvägen och mötas av regnbäddar och sittplatser längre fram. Björkarna står tätt och utgör även ett habitat för fladdermössen som finns i området.

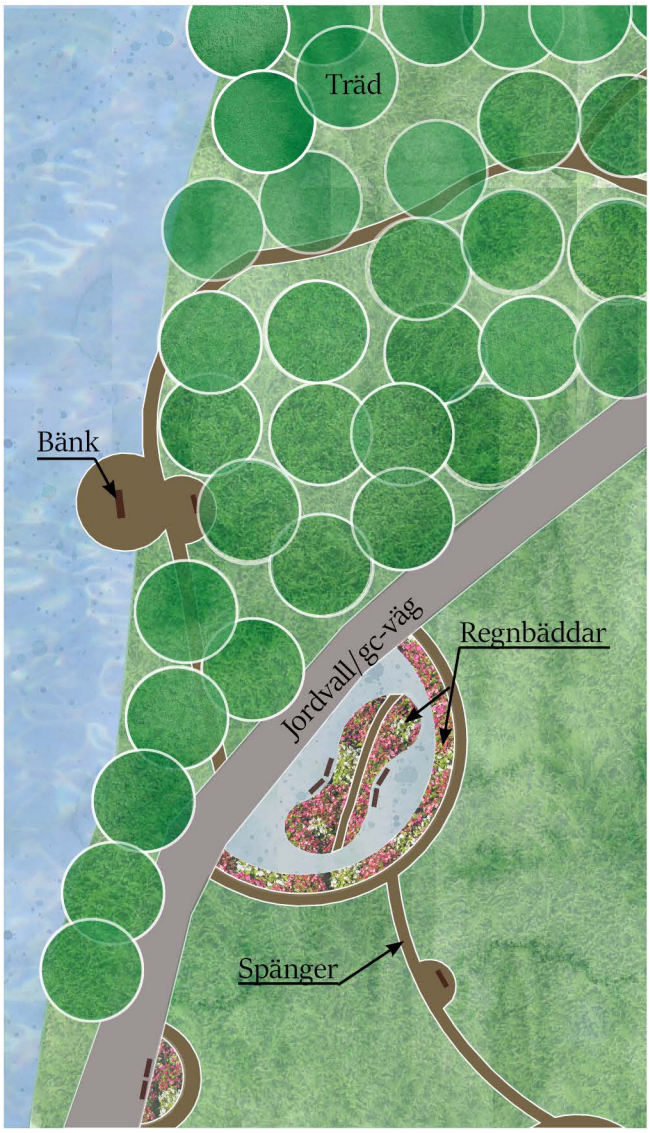
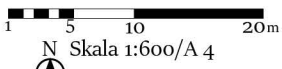


Bild 59. Förstorad bild över Björksalen.



REGNBÄDDARNA

Bild 60. Längs promenaden finns rumsligheter där man kan uppehålla sig. Dessa utgörs av regnbäddar som är upphöjda eller nedsänkta. Det finns även ett flertal bryggor utplacerade längs strandkanten.

Bild 61. Perspektivet visar hur gång- och cykelvägen interagerar med regnbäddarna och spängerna. Till höger i bilden visas delar av torrängen och till vänster Klarälven. Regnvattnet leds in i regnbäddarna med hjälp av inlopp, se bild 11.

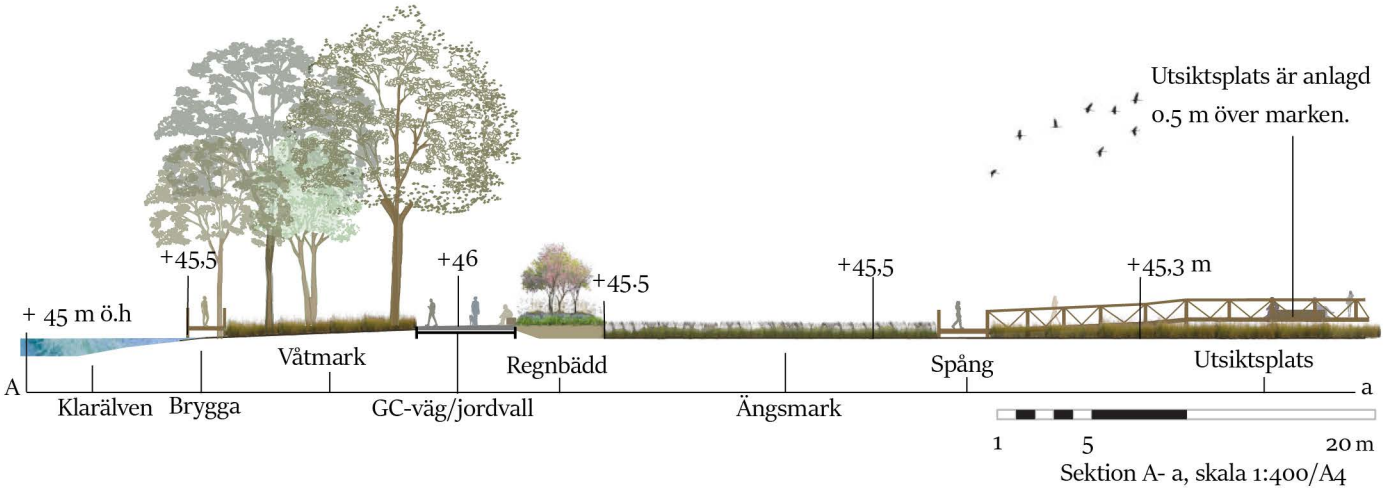


Bild 62. Sektionen skär igenom strandpromenaden, ängen och utsiktsplatsen. Den visar hur spängerna leder ut besökarna till Klarälven. Samt hur regnbäddarna samspelar med gång- och cykelvägen och skapar rumslighet och skydd i ryggen. Till vänster i sektionen leder spängerna till utkiksplatsen, där besökarna kan samlas och titta ut över området eller bara njuta av solen. Siffrorna visar höjdskillnaderna på platsen.

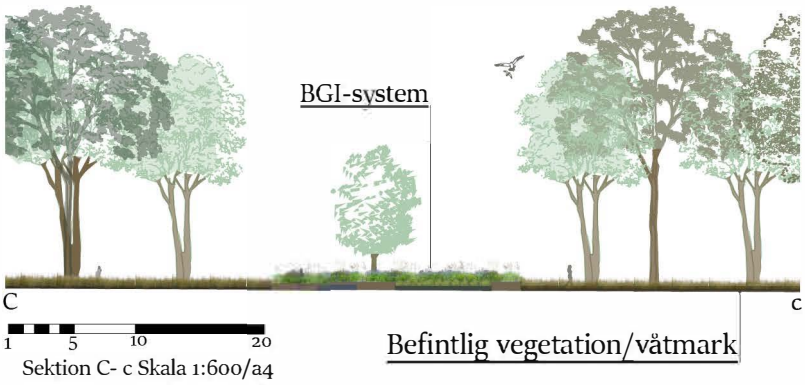


Bild 63. Sektion över strandpromenaden. Sektionen visar hur BGI- systemen integreras med gc-vägen/ översvämningsskyddet och skapar rumsligheter där besökarna kan vistas. Den befintliga våtmarken närmast Klarälven bevaras eftersom den utgör ett viktigt habitat för groddjuren i området och bidrar till fördröjningen och reningen av dagvattnet.

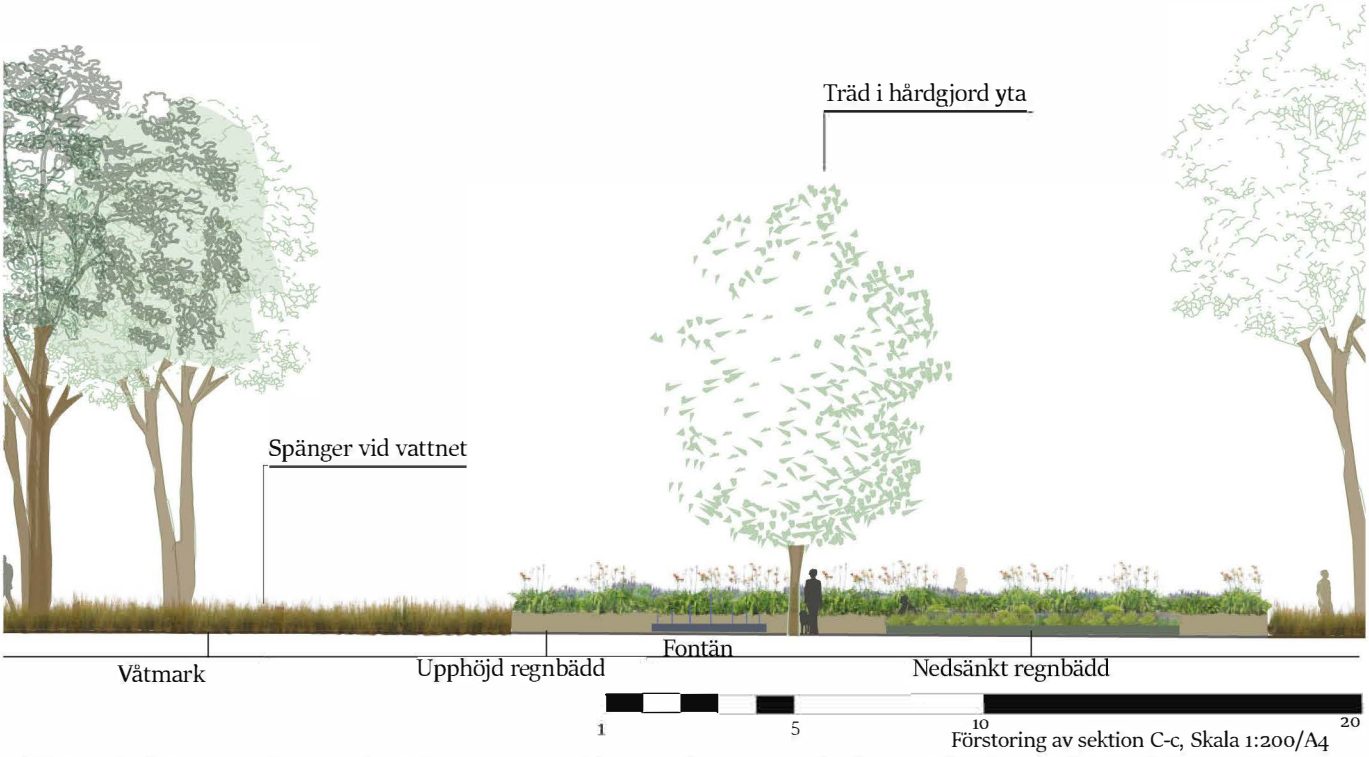


Bild 64. Detaljbild över strandpromenaden. Sektionen visar en del av strandpromenaden där de upphöjda och nedsänkta regnbäddarna skapar en sluten rumslighet där besökarna kan vistas. Bakom den nedsänkta regnbädden finns bänkar och på sidan en fontän som bidrar med dynamik till platsen. Bakom planteringarna finns spänger som leder till vattnet och en brygga.

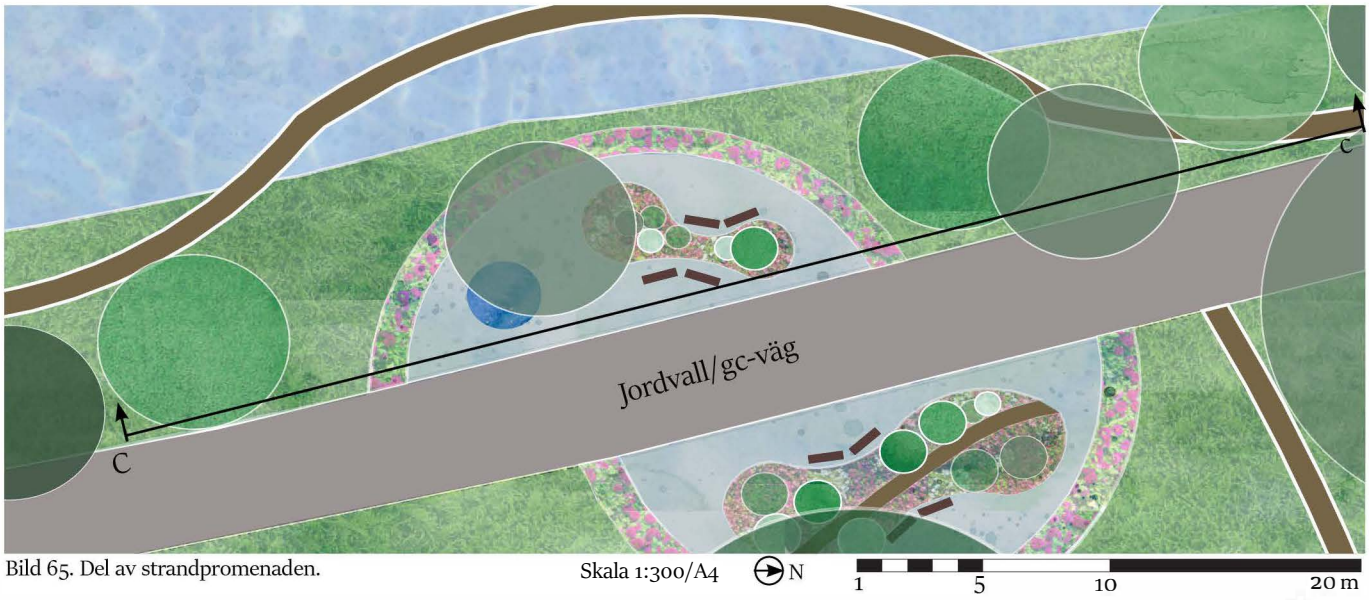


Bild 65. Del av strandpromenaden.

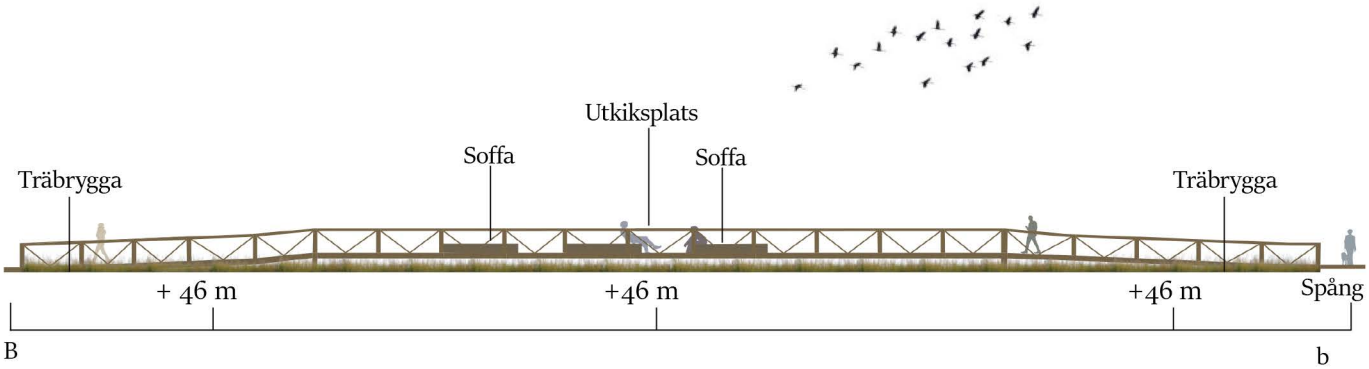


Bild 66. Sektion över utkiksplatsen. Vyn visar utkiksplatsen och hur den förhåller sig till omgivande ängsmark. På utkiksplatsen finns flera bänkar som tillåter att folk kan uppehålla sig här under en längre tid. Siffrorna visar platsens höjder.

1 5 10 20m

Sektion B- b, Skala 1:300/A4

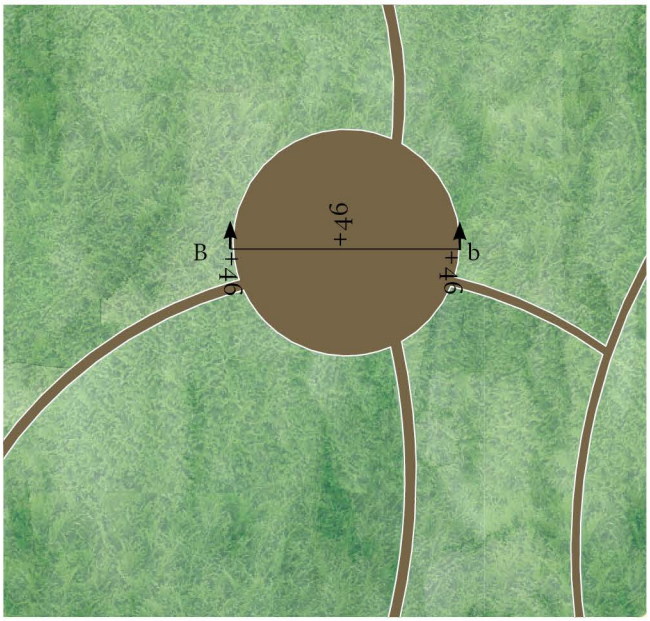


Bild 67. Förstorad bild över spänger som leder fram till utsiktsplatser. Siffrorna visar platsens höjder.

N 1 10 20 30 40

Skala 1:1000/A4

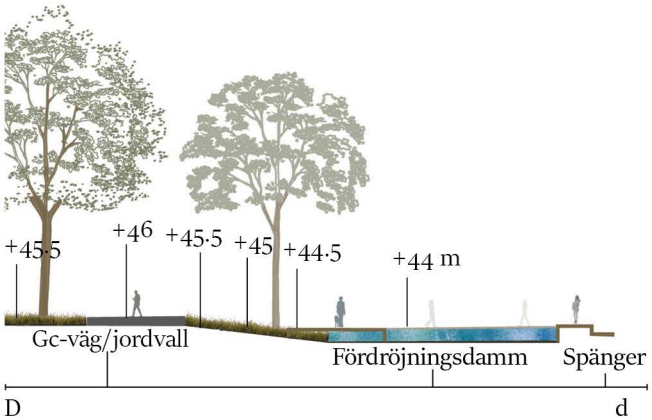
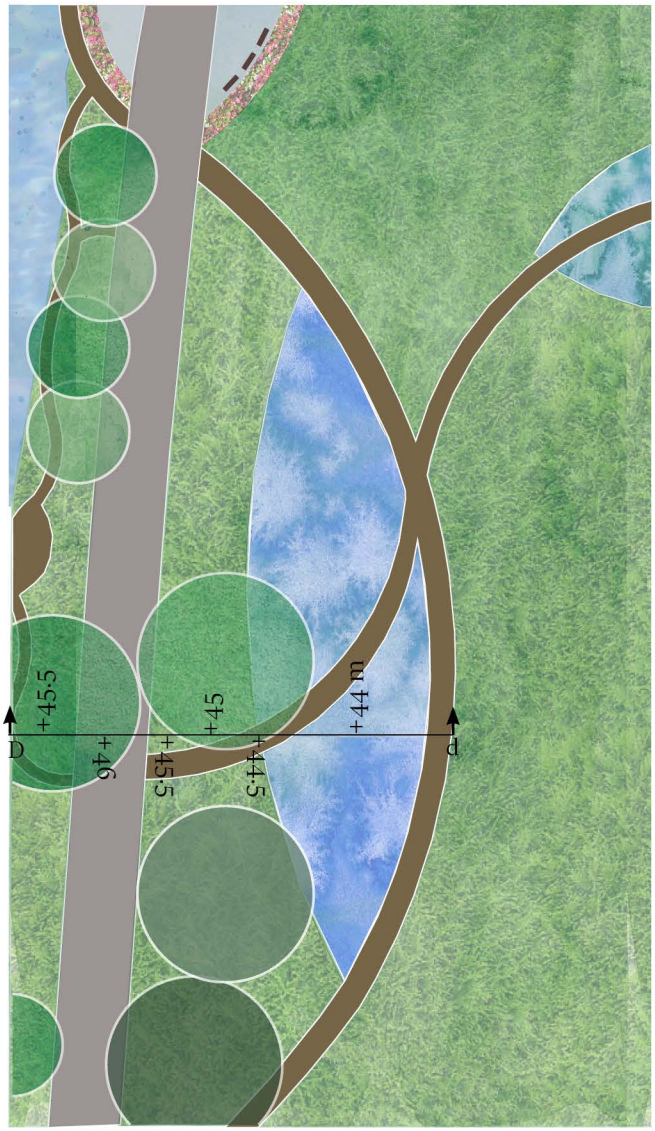


Bild 68. Sektionen visar när svackorna är vattenfyllda. Siffrorna visar höjdskillnaderna.

Sektion D- d, skala 1:400/A4



N 1 5 10 20

Skala 1:600/a4

Bild 69. I området finns några lågpunkter som fungerar som fördröjningsdammar vid kraftigt regn. Spängerna löper över svackorna och det blir en upplevelse att ledas över dem när de är vattenfyllda. Siffrorna visar höjdskillnaderna, angivet i meter.

Spängernas böljande former ger ett naturligt intryck och smälter in väl i omgivningen. De sträcker sig genom upphöjda och nedsänkta regnbäddar så att besökarna omsluts av planteringarna.

Bild 70. Visar hur spängerna leder ut besökarna över vattnet.

Perspektivet illustrerar hur vissa spänger leder ut i Klarälven samt hur regnbäddarna bidrar med volym och dynamik på platsen. Spängerna tillgängliggör området, samtidigt som viktiga biotoper såsom ängen och våtmarkerna bevaras. De varierar i storlek för att skapa både intima och öppna platser. Det blir en upplevelse att ledas med spängerna eftersom att de tar en till olika platser som skiljer sig åt i karaktär och natur.

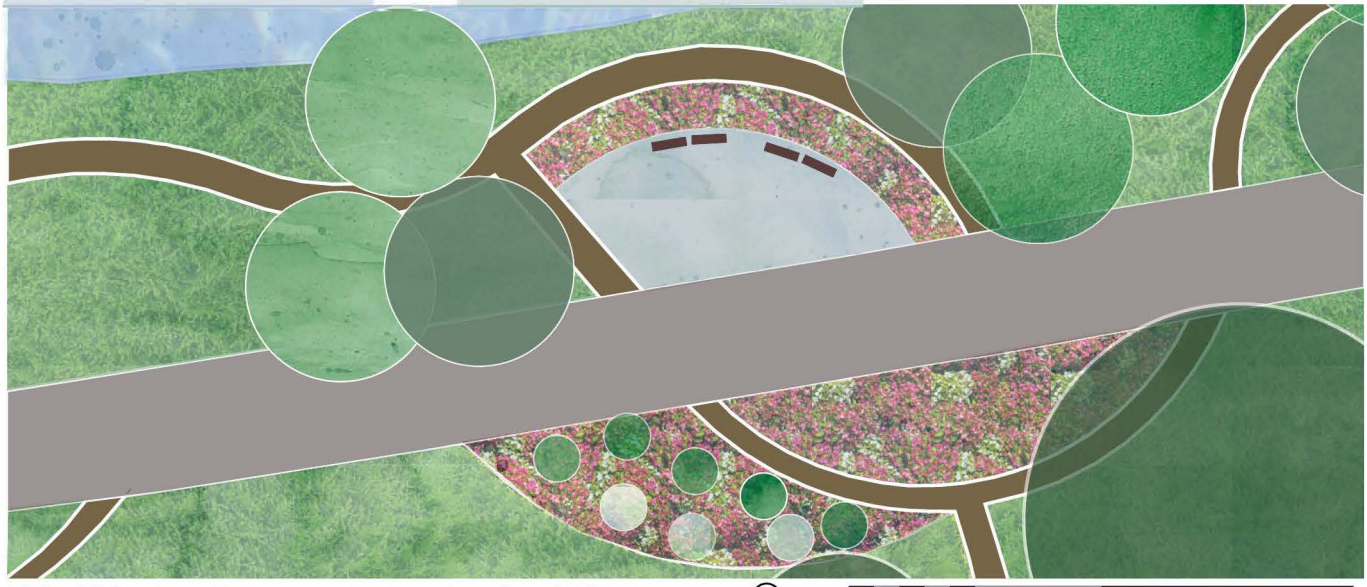


Bild 71. Bilden visar spängerna, strandpromenaden och regnbäddarna.

N 1 5 10 20 m

Skala 1:300/A4

Bild 72. Perspektiv över träbryggorna som leder till Klarälven. Perspektivet visar hur spängerna leder ut till bryggor vid älven. Mycket av den befintliga naturen bevaras som består av ängsmark och träd. Vegetationen bidrar med omhändertagandet av regnvatten samtidigt som viktiga biotoper bevaras. Regnvattnet avleds naturligt till vegetationen, eftersom att dessa ytor är något nedsänkta i förhållande till gc-vägen. Ut med spängerna och bryggorna finns bänkar utplacerade där besökarna kan uppehålla sig. Bryggorna kommer att omges av räcken för att göra dem tillgängliga och säkra att använda för alla.

DETALJER

Bild 73. Inspirationsbild av ett räcke. Alla träbryggor kommer omges av räcken för att öka tryggheten och möjliggöra att fler kan vistas på platsen. Räckena kommer att vara utformade på samma sätt som vid utkiksplatserna. Vissa bryggor kommer även ha räcken.

MATERIAL

Bild 74. Materialbild.
Spänger, bryggor, bänkar och räcken kommer att vara av trä för att skapa en sammanhållen design som återkommer genom hela området. (Pxfuel 2018).

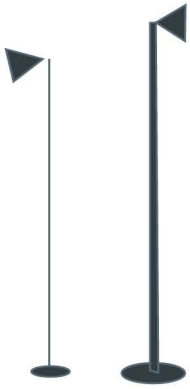
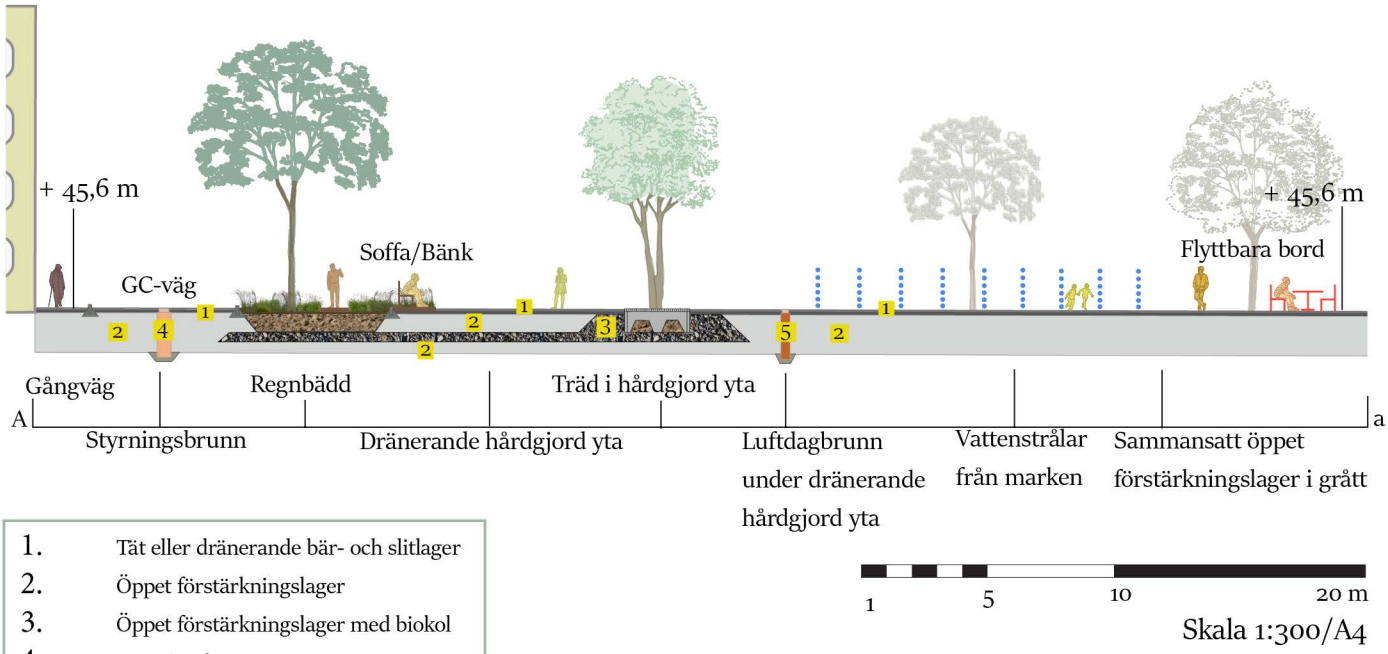


Bild 75. Belysning kommer att återkomma i området i form av spotlights vid spänger och bryggor och stolpar vid gc-vägen.

TORGET

På torget finns stora regnbäddar med spänger som leder besökarna genom planteringarna.
Här finns även ett vattenspel som sätts på under varma dagar och flyttbara sittplatser som placeras ut på sommaren. En av byggnaderna vid torget har ett grönt tak, vilket mjukar upp stadsdelen samtidigt som det tar hand om regnvattnet.

De olika BGI-enheterna är sammansatta under mark med ett öppet förstärkningslager. Jorden i regnbäddarna och de täckta regnbäddarna består av makadam, kompost och biokol. De olika BGI-enheterna på torget är; täckta regnbäddar, regnbäddar och dränerande hårdgjorda ytor som bild. 57 visar. Övriga ytor på torget är dränerande hårdgjorda ytor för att ta hand om maximalt med dagvatten. Under fontänen är dock ytan tät för att vattnet ska kunnas samlas upp i brunnen runt om och återanvändas.



1. Tät eller dränerande bär- och slitlager
2. Öppet förstärkningslager
3. Öppet förstärkningslager med biokol
4. Styrningsbrunn
5. Luftdagvattenbrunn

Bild 76. Sektion A-a över torget från vänster med konstruktioner under mark. I bilden syns en regnbädd och ett träd i en hårdgjord yta med ett sammansatt öppet förstärkningslager i grått. Under enheterna finns ett sammansatt öppet förstärkningslager med biokol och eventuellt pimpsten och kompost.

MATERIAL

Bild 77. Visar inspiration till markmaterial på torget, där vissa av ytorna består av en yta som reflekterar ljus. Bilden är tagen i Karlstad av författarna.

Bild 78. Regnbäddarna på torget är gjorda av cortenstål (Pixabay 2018).

Bild 79. Plan över torget med regnbäddar i organiska former. Spänger genom regnbäddarna leder besökarna genom planteringarna och mitt på torget sprutar vatten upp från marken. Underlag från Karlstad Kommun och resten är utformat av författarna.

Bild 80. Perspektiv över torgytan mot bebyggelsens mitt. Bilden visar en regnbädd med två sittytor och en spång i mitten samt flyttbara möbler och vattenstrålar som kommer upp från marken. Cykelbanan syns till vänster i bilden som går mot hamnen och den nya cykel- och gångbron till andra sidan älven. Träden i den hårdgjorda ytan är täckta regnbäddar och resterande hårdgjorda ytor är dränerande.

Bild 81. Fågelperspektiv över torget i sin helhet. Längst ner i bilden syns hamnbassängen och den vattennära kontakten som torget har.

6 DISKUSSION

Diskussionen grundas i alla uppsatsens delar och svarar på syfte och frågeställningar. Inledningsvis dikuteras resultatet, följt av metoddiskussion. Avsnittet tar också upp nya frågeställningar som uppkommit under arbetet.

SYFTE

Syftet med uppsatsen är att utforska hur en strandpromenad och ett torg i Karlstad kan gestaltas med blå grön infrastruktur för att förhöja planområdets olika värden och förstärka översvämningsskyddet för den nya stadsdelen.

FRÅGESTÄLLNINGAR

- Vad är blågrön infrastruktur och hur kan det implementeras i stadsdelen Jakobsberg i Karlstad?
- Hur hanterar Karlstad Kommun dagvattnet på platsen idag och hur kan BGI komplettera de rörbaserade systemen?
- Vilka olika värden kan BGI medföra till området?

DISKUSSION

I denna delen av arbetet diskuteras resultaten, den metodik som tillämpades och idéer om vad som kan forskas vidare i ämnet.

RESULTATDISKUSSION

Arbetets syfte var att utforska hur en strandpromenad och ett torg i Karlstad kan gestaltas med blågrön infrastruktur, för att förhöja planområdets olika värden. Vårt gestaltningsförslag skulle sannolikt komplettera de rörbaserade systemen med hjälp av gröna lösningar, då dagvattnet tas omhand lokalt i stor utsträckning och fördröjs innan vattnet når de rörbaserade systemen. Designförslaget skulle bidra till ökad tillströmning till platsen då dess användbarhet och attraktion har förstärkts.

Det är mycket sannolikt att förnyelsen av planområdet med BGI kommer förbättra levnadssituationen för de boende. De nya hamnarna och livliga båttrafiken förväntas stimulera turismen på platsen och tillföra nya besökare som kan uppleva området. Litteraturstudien visar att gröna lösningar ger attraktiva levnadsmiljöer. Vårt syfte och mål har uppfyllts men målet med förslaget kan bara utvärderas efter realisering. Förslaget har dock en vetenskaplig grund vilket stärker vårt resultat.

VARFÖR MAN BORDE UNDVIKA ATT EXPLOATERA OBEBYGGDA OMRÅDEN

Forskning visar att exploatering av obebyggda områden borde undvikas. Ny mark tas i anspråk och inkräktar på landsbygden. Samtidigt måste ny infrastruktur byggas för att kunna anlägga nya områden, vilket både är kostsamt och belastar miljön. Karlstad kommun har länge velat bebygga flera områden runt Karlstad men fått avslag, dels på grund av miljöbelastningen och minskandet av landsbygdsområden.

Exploateringen av Jakobsberg inkräktar även på strandskyddet runt området. Ett strandskydd finns för att bevara värdefulla miljöer längs vatten och för att hindra privatisering av vattennära områden. Det är viktigt att vattennära områden är tillgängliga och öppna för alla. I Jakobsberg kommer området vara öppet för alla även om strandskyddet upphävs på många ställen, som vid bryggorna. Vårt förslag hindrar inte människor från att vistas i området, utan tillgängliggör och lockar nya människor att besöka platsen.

PROBLEMATIK MED ATT BO NÄRA VATTNET

Människor har sedan urminnes tider velat bo vid vattnet och dagens samhälle är inget undantag. Följden blir att områden längs med vatten bebyggs utan att beakta de långsiktiga konsekvenserna, som problem med höga vattenflöden. Klarälvsdeltat har sedan det uppkom varierat i utbredning och form. Vattnet skapar ett meandrande delta som via erosion ändrar utseende. Dagens samhälle tar inte hänsyn till vattnets naturliga processer, vilket leder till att byggnader får problem i framtiden.

Jakobsbergs låga läge och föränderliga kant mot Klarälven, skapar tillsammans en otrygghet gentemot framtida generationers boende. Jakobsberg är helt beroende av att de två pumparna ständigt fungerar, samtidigt som jordvallen inte utsätts för påtaglig erosion av Klarälven. Det är denna oro som de boende måste leva med. Att lägga sina besparingar på ett boende med så pass oviss framtid är en fråga alla Jakobsbergs invånare måste ta ställning till. Försäkringsbolag vet nu risken med att bygga hus lågt och det är svårare att försäkra ett sådant hus. Ingen vill förlora sina besparingar på att renovera huset för översvämning varje år. Karlstad Kommun har dock gjort utredningar för att bebyggelsen ska klara av översvämningar men om detta fungerar i praktiken kan bara realisering visa.

VARFÖR VI SKA VÄLJA GRÖNT

Nackdelar med BGI-system är att skötseln kostar dubbelt till tredubbelt mer, än skötsel av traditionella planteringar. BGI-system har flera komponenter och dräneringskanaler som måste rengöras från

alger och skräp. Även anläggningskostnaden är dyrare än konventionella dagvattensystem, då BGI-system innehåller många olika komponenter. Att planera en stad är komplext och det är viktigt att planera för hållbara städer som klarar framtidens påfrestningar. BGI är, trots dyrare skötsel och anläggningskostnader ett steg mot en mer hållbar stad, vilket kommer bevisas nedan. Landskapsarkitektens roll är att styra beslutsfattare i den riktning som är mest hållbar i längden.
Både en fördel och en nackdel med BGI är att systemen tar plats i staden. Ett BGI-system måste ha utrymme för att få önskad funktion. Forskning visar dock att vegetation i staden sänker temperaturen i städerna, renar luften och bidrar till människors välmående.

Andra fördelar med BGI-system är att vegetationen får bättre förutsättningar att växa, vilket leder till större tillväxt och att mer koldioxid tas upp från luften. Även dagvattnet fördröjs och renas innan vattnet når de rörbaserade systemen. Detta leder till att ledningarna inte belastas och kan fungera, utan översvämningar. Dessa fördelar väger ändå tyngre i längden, varför det är ett bra val att välja grönt.

SAMBAND MELLAN VÅRT PLANOMRÅDE OCH KARLSTAD KOMMUNS FÖRSLAG AV JAKOBSBERG

Vi tog med oss några viktiga aspekter genom att analysera hela Jako planområdet. En aspekt är dagvattenhanteringen, där vi insåg att det inte är möjligt att bara utreda dagvattenhanteringen på vårt planområde. Vatten från omkringliggande områden skulle då förhindra en hållbar dagvattenhantering, på grund av att vatten runt omkring kan rinna in i planområdet. De sammansatta grönområdena i hela Jakobsberg skapar möjlighet att ta hand om dagvattnet med hög kapacitet. Svackorna och de många våtmarkerna kan ta hand om stora volymer vatten. Flödesschemat demonstrerar hur hela området är skapat för att dagvattnet ska rinna till svackdiken och fördröjningsdammar, för att bidra till en hållbar dagvattenhantering.

Jordvallen skapar ett problem i och med att vattnet inte kan avvattnas naturligt till Klarälven och allt vatten stannar inom området. Höga krav ställs därför på dagvattenhanteringen inom området. BGI-system är enligt oss nödvändigt i området, för att inte belasta områdets två pumpar.
Den nya stadsdelen kommer även att medföra en ökad andel trafik och mer föroreningar när det kommer till dagvattnet. BGI-systemen i området kommer förutom att fördröja vattnet även rena det, innan det pumpas vidare till recipienten, Klarälven.

I planering av dagvatten måste en helhet av området analyseras, vilket är en fördel eftersom hela Jakobsberg ska exploateras. BGI-lösningar kanske varit svårare att implementera i staden på grund av kravet på stora ytor och sammanhållna enheter. När det kommer till dagvattenhantering i en stad hjälper knappt en enskild BGI-enhet. För att helt ersätta de rörbaserade systemen behöver BGI-enheterna vara sammanlänkade och tillåtas få en större yta. I framtiden kanske städerna går över allt mer åt BGI-system för de många fördelar de för med sig men idag dominerar de rörbaserade systemen tyvärr.

Vårt förslag att placera dikena längs med ängen istället för längs med byggnaderna (Bild.48), är enligt oss en bättre lösning. Den naturliga lutningen är till fördel för vårt förslag och dessutom hindras besökare från att trampa ned ängen genom en barriär av diken. Ängen består av många olika sorters blommor och gräs som inte klarar att beträdas kontinuerligt, till skillnad från en vanlig gräsmatta. Därför är det viktigt att minimera genvägar och nedtrampning av den värdefulla torrängen.

Ängen som har höga biologiska värden måste bevaras på bästa sätt och Karlstad Kommuns förslag för vägar och placering av diken skapar enligt oss minimal möjlighet att skydda ängens värden. Med tiden kommer förslitningsskador skapas på ängens viktiga flora, om endast en väg genom varje äng anläggs som Kommunen föreslår. Vårt förslag att skapa fler vägar kommer i större utsträckning bevara ängens biologiska värden. När det inte finns något behov av att gena över ängen, kommer troligtvis endast vägarna att användas av besökarna för passage.

Under utsiktsplatserna och spängerna är det möjligt att vissa växter inte klarar skuggan som skapas. Dock kan kan andra växter som trivs i skuggan breda ut sig där. Vi tror ändå att skuggan som skapas av spängerna och utsiktsplatserna inte kommer att påverka ängens värden markant, om det jämförs med förslitningsskadorna som troligtvis kommer att skapas utan några vägar på ängen.

VIKTIGA RESULTAT AV GESTALTNINGEN

Spängerna över ängen ger många fördelar. Dels förhindrar de slitage på ängen samtidigt som ängen går att beträda även när platsen är översvämmad. På grund av områdets låga placering tillsammans med

att dagvattnet inte kan avvattnas naturligt , kommer det ibland att ta tid för områdets två pumpar att ta hand om dagvattnet. Under skyfall kommer därför vissa delar av området tidvis ligga under vatten. Spängerna gör att Jakobsbergs invånare kan använda ängen även om ängen är översvämmad.

Förslaget visar många regnbäddar, som tillsammans med jordvallen och vårt förslag på diken och dammar, kommer att ta hand om dagvattnet i ett hållbart system. BGI skapar inte bara fördelar för en hållbar dagvattenhantering, utan ger även fördelar i form av upplevelsevärden och naturvärden. Regnbäddarna skapar en mer sammanhållen design genom att bryta av den annars naturliga strandkanten. Samtidigt skapar blommorna i regnbäddarna en attraktiv plats som många troligtvis kommer att besöka. Vårt förslag lyfter fram vattnet och skapar en tillgänglig plats för alla besökare.

Karlstad Kommuns förslag på torget skapar enligt oss begränsade upplevelsevärden. Vårt förslag att implementera regnbäddar i organiska former ger mer grönska till staden. Studier visar att människor mår bra av naturen och att tillföra grönska till staden skapar även en mer hälsosam luft. Vårt förslag till mer grönska och gröna tak som tar hand om dagvattnet lokalt, skapar även mervärden för Jakobsbergs invånare.

FRAMTIDENS STÄDER

Framtiden kommer att utvisa om städerna är redo för de troliga klimatförändringarna. Vi menar att det genom naturliga processer går att ta hand om dagvatten i stor skala. Det är politikernas uppgift att ta detta i beaktande genom att anpassa städerna till det framtida klimatscenariet, med naturliga processer som BGI.

PROBLEMATIK MED ATT BO TÄTT

Täthetsgraden i bebyggelse är idag väldigt hög i urbana städer. När städerna blir trängre och grönytor förvandlas till hårdgjorda ytor, skapas problem för den biologiska mångfalden. Karlstad Kommuns förslag att bevara stora grönområden i Jakobsberg och skapa kopplingar för både djur och växter, är en bra utveckling för alla sorters framtida hållbara städer. Det är ett etiskt dilemma att skapa tillgänglighet för både djur och människa, då olika värden måste vägas mot varandra. Ska människors boende, vägar och aktiviteter prioriteras framför djurens naturliga habitat? Ska biologisk mångfald gynnas eller till exempel en fotbollsplan med konstgräs? Det är ett etiskt dilemma som stadsplanerare ständigt måste ställas inför. Det är oftast människors behov som prioriteras, även om vi vet att biologisk mångfald är viktig att bevara och gynna. Det är vår uppgift som framtida stadsplanerare att framöver planera för både djur och människor i lika stor utsträckning.

I fladdermusutredningen och grodutredningen framgår att båda arterna behöver oförändrade habitat för att trivas. Karlstad Kommun har tagit detta i beaktande genom att bevara mycket av områdets lövskog längs strandpromenaden och våtmarksområdet i söder. Vi har valt att bevara björksalen i norr samt att bevara de flesta träden längs strandpromenaden för att gynna fladdermössen. Även om området kommer bli tätbefolkat behöver inte naturvärdena förändras markant, då de viktiga områdena för biologisk mångfald i Jakobsberg är bevarade.
Dock är det inte bara naturvärdena som påverkas av att vi bygger tätt. Även människors upplevelsevärden påverkas. Människor vill troligtvis inte bo där insynen från andra sidan gatan är uppenbar. Urbaniseringen påverkar vårt sätt att bo eftersom nya landområden undviks att exploateras. Det resulterar i att städerna behöver bebyggas tätare för att undvika att ta landsbygdsmark i anspråk. Befintlig infrastruktur kan utnyttjas, genom att förtäta i staden och att bygga ut i stadsnära områden.

En annan viktig faktor som påverkar stadsmiljöer och hur de upplevs, är höjden på bebyggelsen. I tätbebyggda områden är det inte ovanligt att husen är höga, vilket resulterar i att den omgivande marken skuggas. Fågelperspektivet i förslaget visar att en stor del av torget kommer att skuggas på grund av att husen är höga. Detta är en nackdel i nordens kalla klimat. Människor kanske vill sitta i skuggan en varm sommardag i juli men resterande dagar när det är kallt drar sig människor till soliga ytor.

Karlstad Kommun har planerat en stor väg mitt genom stadsdelen och torget. Bilvägen mitt i stadsdelen gör att hela ytan blir bunden till trafiken. Även om kommunen gjort flera analyser för att dra bilvägarna på bästa sätt, anser vi att det är en förlegad stadsplanering att dra en stor bilväg genom det enda centrala torg som finns. Det påverkar upplevelsevärdena på torget negativt och minskar känslan av trygghet, när den stora bilvägen går rakt igenom. Hade torget varit sammansatt skulle förutsättningarna för att göra en väl gestaltad

livsmiljö på torget varit bättre.

Kanske kan den sociala distanseringen vi just nu lever i få dagens samhällsplanering att gå mot en luftigare stad med mer utrymme. Coronakrisen har dramatiskt öppnat ögonen för hur framtidens städer borde byggas, för att kunna möta en pandemi. För vem kan upprätthålla en distans på två meter till varje människa, om planeringen bara tillåter oss att mötas på en mindre yta.

Marken i Karlstad är idag hårdvaluta och kommunen måste med alla medel kunna möta den ökade urbaniseringen med fler bostäder och verksamheter för arbete och Jakobsberg är ett resultat av det. De hårt exploaterade städerna präglas av en häpnadsväckande kortsiktighet, när forskning visar på att just ljus och grönska i städerna krävs för att fungera optimalt och att människor ska må bra. Ljus och grönska prioriteras lätt bort i de kortsiktiga vinsternas namn. Eftersom det ofta genererar mer vinst att utnyttja mark till bostäder än till grönområden. Vi vill i detta arbete påpeka att vi rusar mot en framtid där träd utanför fönstret är en lyx förbehållen de högre sociala klasserna.

För att bygga framtidens socialt och ekologiskt hållbara städer kanske man kan inspireras av områden med högst huspriser per yta, som Äppelviken i Stockholm. Människor drar sig till småskaliga trädgårdsstäder som präglas av historia, grönska och utrymme. Dock är det inte alltid möjligt att planera på det sättet så att alla får plats. Men att ha dessa småskaliga utrymmen i åtanke kanske kan påverka framtidens stadsplanering. Vi vill alla sträva efter en väl gestaltad livsmiljö men vad det faktiskt innebär och hur det kan appliceras i verkligheten är ett arbete för sig.

METODDISKUSSION

Metodtrianguleringen som använts för att svara på syftet och frågeställningarna ansågs fungera väl. Metoden gick ut på att besvara samma frågor med olika infallsvinklar och metoder. Då arbetet baseras på många olika metoder och källor kunde ett säkrare svar ges över ämnet.

LITTERATURSTUDIE

Litteraturstudien visade varför BGI-systemen behövs, samt gav en inblick i hur de fungerar och kan konstrueras. Vår första frågeställning om vad blågrön infrastruktur är har bearbetats och besvarats. Studien bygger delvis på Levande gaturum- En handbok i Blågröngrå system där vi förklarar och besvarar vad BGI är samt hur dessa system kan användas på Jakobsberg. Dels för att ta hand om dagvatten samt för att bidra till en bättre levnadsmiljö.

Frågeställning nummer två undersöker hur platsen hanterar dagvattnet och hur BGI kan komplettera de rörbaserade systemen. Här har ett flödesschema, ett dikesförslag, höjdsättning samt jordvallsunderlag, legat till grund för områdets dagvattenhantering. När vi hade undersökt dagvattenhanteringen, kunde vi besluta vilka BGI-system som var lämpliga för området. Många olika åtgärdsförslag och faktorer har föreslagits och analyserats, varför även denna frågeställning har besvarats.

Vår sista frågeställning berörde vilka värden BGI kan medföra till området. Genom våra analyser och tidigare forskning kring hur grönska påverkar människan och naturen, har vi påvisat vilka värden BGI medför i litteraturstudien.

DOKUMENTSTUDIER

Dokumentstudien har kompletterat litteraturstudien och har tillhandahållits från Karlstad Kommun. De olika dokumenten har givit oss platsspecifik information som har varit nödvändig för detta examensarbete. Karlstad Kommun har hyrt in externa aktörer för att få en objektiv bedömning över områdets förutsättningar. Karlstad Kommun äger marken och har ett intresse av att marken bebyggs, därför är det positivt att de olika utredningarna inte är gjorda av kommunen själva.

REFERENSOBJEKT

Det var lyckat att använda referensprojekt som metod, för att inspireras i gestaltningsarbetet. Referensprojekten visar olika sorters BGI-system och de studerades både genom faktasökning och platsbesök.Vi erhöll mycket information från Norra Djurgårdsstaden där vi inspirerades av regnbäddarna med spänger i. I Rosendal inspirerades vi av hur BGI-system används i stor skala. Genom att studera de båda referensprojekten kunde vi jämföra dessa för att se vad som är mest hållbart. Vi hade först planerat att åka på inspirationsresa till Nederländerna som länge har haft problem med översvämningar, för att få en djupare insikt i olika BGI-system globalt sett. Dock kunde vi inte längre åka på grund av Corona pandemin, som just nu förhindrar människor att resa.

PLATSBESÖK

Eftersom platsen idag är helt obebyggd skulle det medföra svårigheter att basera analysen och resultatet på hur platsen ser ut idag. Karlstad Kommun hade redan bestämt hur bebyggelsen och vägarna skulle dras och därför var vi tvungna att basera analys och resultat på kommunens underlag. Detta medförde att vi var tvungna att visualisera hur platsen skulle se ut när bebyggelsen och vägarna var klara och utveckla vårt förslag utefter en visualisering. I vanliga fall kan man göra en analys och inventering på plats och basera resultatet på själva platsen. Vi kunde bara använda underlaget från Karlstad Kommun och en Sketchup fil med bebyggelsen för att visualisera hur vi ville gestalta torget. För idag existerar inte den platsen som kommunen ska bebygga. Vi kunde dock göra en platsspecifik gestaltning längs strandpromenaden, eftersom det inte planeras någon bebyggelse där.

INVENTERING OCH ANALYS

Vi har använt oss av observationer under inventeringen och analysen, för att få en god grund till arbetet. Att besöka en plats flera gånger minskar risken för att vår bild av platsen var felaktig. Vi besökte platsen under både vinter och vår, vilket gav oss en en tydlig bild om hur platsen används. Det är viktigt att se hur en plats förändras över tid genom att variera de olika besökens tidpunkter.

UTVECKLING AV ARBETET

Det är möjligt att detta examensarbete kan utvecklas till principer. Dessa principer skulle i sin tur kunna appliceras på nybyggda områden, där man vill tillföra BGI-system för en hållbar dagvattenhantering. Principerna kan vara de olika BGI-enheterna som nämnts i detta examensarbetet samt att de måste sammankopplas för bästa prestanda. Vi ville i detta arbete framhäva att BGI-enheterna också skapar en estetiskt hållbarhet samt formar mötesplatser för interaktion, som också kan vara en princip för utveckling av arbetet.

Mer omfattande studier skulle behöva genomföras för att vidare undersöka Jakobsberg Dessa skulle kunna innefatta intervjuer eller enkätstudier riktade till människor som vistas i området. På så sätt skulle vi kunna få en större inblick i hur olika målgrupper uppfattar och använder platsen idag. Att ha kunskap om hur barn, tonåringar, vuxna, äldre, och funktionshindrade använder och uppfattar en plats kan ge insikt i hur den ska designas för framtida bruk.

Vårt mål med detta arbetet är att det ska kunna användas av stadsplanerare och landskapsarkitekter i planering av urbana områden, med målet att skapa en hållbar dagvattenhantering tillsammans med en väl gestaltad livsmiljö.

NYA FRÅGESTÄLLNINGAR

Genom examensarbetets gång uppkom nya frågeställningar som kan vara intressanta att utveckla.

- Finns det andra sätt att bygga på i framtiden som inte kräver att vi måste bebygga i lågt belägna områden?
- Hur kan man få olika yrkesgrupper att samarbeta vid utformningen av BGI, för att fler värden ska tillgodoses?
- Hur kan BGI- system integreras i städer för att helt ersätta de rörbaserade systemen?

7 KÄLLOR

OFFENTLIGA DOKUMENT

Calluna (2018) *Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplan, Jakobsberg Västra.* Tillgänglig:https://karlstad.se/globalassets/karlstad-vaxer/projekt/detaljplaner2/jakobsberg-vast/mkb-samrad-20181025.pdf [2020-03-12]

Ecocom (2016). *Inventering av fladdermöss inför ny detaljplan i Karlstad kommun. Kalmar, Sweden.* Tillgänglig: https://karlstad.se/globalassets/karlstad-vaxer/projekt/detaljplaner2/jakobsberg-vast/fladdermoss_2016_ecocomab.pdf [2020-03-25]

Karlstad kommun (2019). *Dagvattenutredning, Västra Jakobsberg,* Karlstad kommun
Klimatanpassning (2019). Skyfall. Tillgänglig: https://www.klimatanpassning.se/klimatanpassa/vagledning-for-klimatanpassning/hantera-risker/skyfall-1.89213 [2020-03-19]

SWECO (2016). *Groddjursinventering Jakobsberg.* Tillgänglig: https://karlstad.se/globalassets/karlstad-vaxer/projekt/detaljplaner2/jakobsberg-vast/groddjursinventering-jakobsberg_slutlig-aug16.pdf [2020-03-14].

SWECO (2018). *Sveriges nya geografi 2018*. Tillgänglig: https://www.sweco.se/siteassets/vart-erbjudande/verksamhetsomrade/samhallsanalys/sng2018.pdf [2020-03-23].

Tyréns (2018), *Vallutredning Tyréns Karlstad.* Tillgänglig: https://karlstad.se/globalassets/karlstad-vaxer/projekt/detaljplaner2/jakobsberg-vast/pm-vallutredning_tyrens-20180607.pdf [2020-03-14].

WSP (2018). *PM Principiell dagvattenhantering.* Tillgänglig: https://karlstad.se/globalassets/karlstad-vaxer/projekt/detaljplaner2/jakobsberg-vast/pm-principiell-dagvattenhantering-2018-10-04.pdf [2020-03-12].

WEBBSIDA/INTERNETSIDA

Boverket (2019a). *Vad kan man göra för att bevara, utveckla eller skapa ekosystemtjänster på hårdgjorda ytor?.* https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/platser/hardgjorda/starka_hardgjort/ [2020-04-27]

Boverket (2019b). *Urbanisering.* Tillgänglig: https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsmarknad/bostadsforsorjning/flyttningar/urbanisering/ [2020-03-23].

C/O City (2020). *I Norra Djurgårdstaden får naturen göra jobbet.* Tillgänglig: https://www.cocity.se/vagledningar-och-exempel/i-norra-djurgardsstaden-far-naturen-gora-jobbet/ [2020-05-26].

C/O City (2017). *Gröna lösningar ger levande städer.* Tillgänglig: https://www.cocity.se/wp-content/uploads/2018/06/grona_losningar_levande_stader-1.pdf?fbclid=IwAR0Hohtq5_Lr0Vd3IgAuKX6y9WZATA_lWOhRfiDEk4UH6OF5vDEY9gBY5CU [2020-05-26].

Karavanlandskap (2019). *Gator Rosendal.* Tillgänglig: http://karavanlandskap.se/gator-rosendal-klimat/ [2020-05-26].

Nationalencyklopedin (2020). *SWOT- analys.* Tillgänglig: https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/swot-analys [2020-04-19].

SMHI (2017). *Skyfall och rotblöta*. Tillgänglig: https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339 [2020-03-19].

Vatteninformationssystem Sverige (2020), *Biofilter*. Tillgänglig: https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE000790 [2020-03-18]

BÖCKER

Ibsen, H., Svensson, E., Nyberg, L., Andersson, J-O., Berg, R., Engström, G., Jakobsson, E., Ripemo, T., Stenson, L., Styffe, T., Svensson, G. & Swantesson, J. (2011) *Klarälven*. Karlstad University Press.

Nord, Lennart & Birgerstam, Pirjo (1997). *Skissandet som didaktiskt fenomen*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Stahre, Peter (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering*: planering och exempel. Stockholm: Svenskt vatten.

RAPPORTER

Ashley, R., et al., (2015). *UK sustainable drainage systems: Past, present and future*. Proceedings of the ICE-Civil Engineering, vol. 168, ss. 125–130.

Berthinussen, A., & Altringham, J. (2012). *The effect of a major road on bat activity and diversity*. Journal of Applied Ecology, vol. 49(1), ss. 82-89.

Brown, R. and Farrelly, M., (2009). *Delivering sustainable urban water management: A review of the hurdles we face*. Water Science and Technology, vol. 59, ss. 839–846.

Burns, M.J.; Fletcher, T.D.; Walsh, C.J.; Ladson, A.R.; Hatt, B.E. *Hydrologic shortcomings of conventional urban stormwater management and opportunities for reform*. Landsc. Urban Plan. 2012, 105, 230–240.

Carlet, F., (2015). *Understanding attitudes toward adoption of green infrastructure: A case study of US municipal officials*. Environmental Science & Policy, vol. 51, ss. 65–76.

Cettner, A., et al., (2013). *Stormwater management and urban planning: Lessons from 40 years of innovation*. Journal of Environmental Planning and Management, vol. 56, ss. 786–801.

Faggian, R. (2014). *Blue-green infrastructure for creating resilient regions, a case study in the Gippsland region, Victoria, Australia*.

Falkenmark, M. & Rockstrom, J. (2006). *The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management*. Journal of Water Resources Planning and Management, vol.132(3), ss.129–132.

Fletcher, T.D.; Shuster, W.; Hunt, W.F.; Ashley, R.; Butler, D.; Arthur, S.; Trowsdale, S.; Barraud, S.; Semadeni-Davies, A.; Bertrand-Krajewski, J.C.; et al. *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage*. Urban Water J. 2015, 12, 525–542.

Fridell, K,. Jergmo, F. (2015). Regnbäddar- *Biofilter för behandling av dagvatten*. Tillgänglig: https://www.movium.slu.se/system/files/news/11238/files/movium_fakta_2-2015_rangbaddar-slutlig.pdf [2020-03-26].

Ghofrani, Z., Sposito, V., Faggian, R. (2017).*A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. International Journal of Environment and Sustainability,* North America. Tillgänglig: https://www.sciencetarget.com/Journal/index.php/IJES/article/view/728 [2020-03-24]

Holtzman, A. (2018). *The Design of Public Policy: Sustainability and Resilience at the City Scale*. Architectural

Design, vol. 88(1), ss. 122–127 Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Johannessen, Å. och Hahn, T., 2013. *Social learning towards a more adaptive paradigm? Reducing flood risk in Kristianstad municipality, Sweden.* Global Environmental Change, vol. 23, ss. 372–381.

Leary, N., Adejuwon, J., Barros, V., Burton, I., Kulkarni, J., Lasco, R. (2008), *Climate change and adaptation*, Earthscan, UK och USA.

Liu, L., Fryd, O. & Zhang, S. (2019). *Blue-green infrastructure for sustainable urban stormwater management-lessons from six municipality-led pilot projects in Beijing and Copenhagen.* Water, Switzerland, vol. 11(10).

Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M.,Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J. M., Noda, A. (2007), *Global climate projections,* Climate change, vol. 3495, ss. 747–845.

Mell, I. C. (2008), *Green infrastructure: concepts and planning*, In FORUM ejournal, ss. 69–80.

MSB (2018). *Översyn om områden med betydande översvämningsrisk*. Enligt förordning (2009:956) om översvämningsrisker

Naturvårdsverket. (2009). *Handbok för artskyddsförordningen, del 1 – fridlysning och dispenser.* Rapport 2009:2.

O'Donnell E. C., Lamond J. E. & Thorne C. R. (2017). *Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study,* Urban Water Journal, vol.14:9, ss. 964-971.

Rahman, A., Haddad, K., Ishak, E., Weinmann, E., and Kuczera, G. (2010), *Regional flood estimation in Australia: An overview of the study in relation to the upgrade of Australian rainfall and runoff*, Flood Management Association..

Sørup, HJD, Lerer, SM, Arnbjerg-Nielsen, K, Mikkelsen, PS & Rygaard, M 2016, '*Efficiency of stormwater control measures for combined sewer retrofitting under varying rain conditions*: Quantifying the Three Points Approach (3PA)', Environmental Science & Policy, vol. 63, pp. 19-26. Tillgänglig: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.010

Stahre, P (2008). *Blue- green fingerprints in the city of Malmö,* Sweden- Malmö´s way towards a sustainable urban drainage. Malmö, Sweden, VA-syd. Tillgänglig: https://www.vasyd.se/-/media/Documents/Informationsmaterial/Vatten-och-avlopp/Dagvatten/BlueGreenFingerprintsPeterStahrewebb.pdf [2020-03-24].

Thynell, A., Fridell, K., Bruhn, F., Fors, J. (2019). *Levande gaturum- en handbok i Blågröngrå system.*

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., and James, P. (2007), *Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure*: A literature review, Landscape and urban planning, vol. 81(3), p. 167–178.

Voskamp, I. and Van de Ven, F.H.M. (2015), *Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events,* Building and Environment, vol. 83, ss. 159-167.

Wenger, C., Hussey, K., and Pittock, J. (2013). *Living with floods: key lessons from Australia and abroad*, Technical report, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast.

United Nations (2019). *World Urbanization Prospects*: The 2018 Revision. New York. Tillgänglig: https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf [2020-05-1 3].

World Meteorological Organization (2017). *WMO Statement in the state of the Global Climate in 2016.* Tillgänglig: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3414 [2020-05-13].

BILDKÄLLOR

Se bilaga 1.

Om inget annat anges © Hasselberg & Ulfbecker (2020), gällande illustrationsbilder, fotografier och diagram.