

# SKYFALLSHANTERING MED BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR

- Ett gestaltungsarbete avseende skyfallshantering för Sahlgrenska  
Universitetssjukhuset





Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala  
Examensarbete för yrkesexamen vid landskapsarkitekturprogrammet, Ultuna  
Kurs: EX0860, Självständigt arbete i landskapsarkitektur, Avancerad A2E-  
landskapsarkitekturprogrammet – Uppsala, 30 hp

Kursansvarig institution: institutionen för stad och land

Nivå: Avancerad A2E

© 2019 Siri Fogelberg, Frida Gissén. siri.fogelberg@gmail.com, frida.gissen@gmail.com

Titel på svenska: Skyfallshantering med blågrön infrastruktur: ett gestaltungsarbete avseende skyfallshantering för  
Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Titel på engelska: Cloudburst management with blue green infrastructure: A design proposal regarding heavy rainfall  
management for the Sahlgrenska University Hospital

Handledare: Madeleine Granvik, SLU, institutionen för stad och land

Examinator: Daniel Bergquist, SLU, institutionen för stad och land

Biträdande examinator: Lars Johansson, SLU, institutionen för stad och land

Omslagsbild: Visionsbild för skyfallsyta 3: Entrétorget © Fogelberg & Gissén

Upphovsrätt: Samtliga foton/illustrationer/kartor/sektioner/tabeller i examensarbetet publiceras med tillstånd från  
upphovsrättsinnehavaren. Där inget annat anges är de författarnas egna.

Originalformat: A4 (liggande, booklet), resultat presenteras i A1 (stående).

Nyckelord: Skyfallshantering, Landskapsarkitektur, blågrön infrastruktur, klimatanpassning, gestaltning, vattenmagasi-  
nering, skyfall.

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

## **TACK TILL**

Henrik Brodin-Sköld, Mikaela Rudling och Camilla Wenke på Ramboll för ett bra samarbete och idéer till ett spännande projekt!  
Samt till vår handledare Madeleine Granvik för hjälp under arbetets gång och till alla som läst och gett kommentarer.

## ORDLISTA OCH DEFINITIONER

### AVRINNINGSSOMRÅDE:

Ett avrinningsområde är det område från vilket vatten dräneras till ett vattendrag. Avrinningsområdet begränsas av höjdryggar, som delar flödet från regn och smältvatten.

### BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR:

Innefattar systemet av bebyggda- samt naturliga grönområden och vattenelement. Den blågröna infrastrukturen kan utformas för att ersätta eller komplettera ledningar under mark. Blå syftar till vatten och grön till grönytor som gräs, skogar och planteringsytor.

### BRÄDDNING:

När vattenledningarnas kapacitet överskrids bräddas ledningen vilket innebär att vatten kommer upp till ytan ur brunnar eller ledningar. Detta leder till att avloppsvatten riskerar läcka ut när kombinerade ledningar bräddas.

### EKOSYSTEMTJÄNSTER:

De tjänster som ekosystem bidrar till att ge människor livskvalité och välfärd, exempelvis genom vattenrening eller upplevelsevärden.

### RECIPIENT:

Det vattendrag som är längst ner i ett avrinningsområde som tar emot vatten från högre belägna områden.

### SKYFALL:

Skyfall brukar främst inträffa sommartid i Sverige och definieras av SMHI som regn med antingen 50 mm under en timme eller regn med minst 1 mm/minut (SMHI 2017).

### SKYFALLSYTA:

En yta där vatten magasineras vid skyfall. Skyfallsytornas placering och magazineingsvolym för studiens arbetsområde är framtagna i strukturplanen (Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret 2017c).

### SKYFALLSÅTGÄRD:

De skyfallsåtgärder som föreslås för att magasinera vatten på skyfallsytorna är våtdamm (magasin med stående vattenyta), torrdamm (magasin utan stående vattenyta) eller underjordisk magasinering. Skyfallsåtgärderna är sammankopplade i skyfallssystem.

### STRUKTRUPLAN:

Strukturplaner som nämns i uppsatsen är framtagna av Göteborgs Stad för att identifiera vilka volymer vatten som behöver magasineras vid skyfall samt dess placering i form av skyfallsytor. Den ger även förslag på hur vattnet leds i form av skyfallsvägar samt omledas i form av styrning. De identifierade volymerna och magasineringssytorna bygger på att de kopplas ihop.

### SYNERGIEFFEKTER:

I denna studie syftar begreppet till att tillföra flera positiva effekter av skyfallsåtgärder i form av ekologiska- och sociala aspekter med upplevelsevärden i fokus.

### TORRDAMM:

Typ av skyfallsåtgärd som innebär att vatten magasineras på en plats där det inte finns stående vattenyta. Exempel på detta är nedsänkningar i marken vilka kan utformas som exempelvis en lekplan eller en nedsänkt gräsyta.

### UNDERJORDISKT MAGASIN:

Typ av skyfallsåtgärd som innebär att vatten magasineras i ett magasin som byggs under mark.

### VATTENSYSTEM:

Definierar vi som olika vattensystem inom ett avrinningsområde, vilket inkluderar både byggda system (som ledningar över och under mark) och naturliga vattendrag som påverkar varandra.

### VÅTDAMM:

Typ av skyfallsåtgärd som innebär att vatten magasineras på en plats där det finns stående vattenyta (damm).

### ÅTERKOMSTTID:

Begreppet används i samband med både nederbörd och flöden och definierar en säkerhetsnivå som bygger på sannolikheten att det inträffar. I studien används begrepp som 100-årsregn, 500-årsregn samt 10.000-årsflöde. Ett regn eller ett flöde med hög återkomsttid innebär mer vattenvolymer än ett regn eller flöde med lägre återkomsttid. Ett regn med en viss återkomsttid inträffar inte per automatik vart exempelvis 100:e år. Begreppet bygger på sannolikheten att ett 100-årsregn inträffar totalt tio gånger under 1000 år (Svenskt Vatten AB 2016).

### 100-ÅRSREGN:

Ett skyfall med hög intensitet under en kort period kan vara ett 100-årsregn, likaså ett mindre intensivt regn med lång varaktighet (Svenskt Vatten AB 2016). I båda fallen blir resultatet extrema nederbördsvolymer (Svenskt Vatten AB 2016).



## SAMMANFATTNING

Runt om i världen dör allt fler människor till följd av skyfall och extremväder. I och med klimatförändringarna väntas även Sverige få fler och större skyfall. När en katastrof inträffar är behovet av att samhällsviktig verksamhet fungerar som störst. Därför har MSB utrett vilka verksamheter som löper störst risk vid ett skyfall. En av dessa identifierade verksamheter är Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg. Med denna utgångspunkt skapar detta masterarbete inom landskapsarkitektur en gestaltning för att skydda sjukhuset mot översvämning vid ett regn med en återkomsttid på 100 år. Detta genom att gestalta ytor där vatten magasineras vid skyfall. Studien genomförs med hjälp av Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder som parallellt med denna studie utvecklas av Ramboll för stadens räkning. Som grund i metoden finns utpekade ytor för skyfallsmagasinerings, där vi utifrån metoden valde vilka typer av lösningar som passar på vilken yta samt analyserade dess genomförbarhet.

Övriga analysmetoder som genomförts är platsstudier med Lynch-inspirerad analys, upplevelseanalys, topografisk analys samt tidskisser. Ett gestaltungsprogram utgjorde en brygga från kunskapsöversikt, platsbesök av referensobjekt i Singapore, Sverige och Danmark till gestaltningen. Dessa delar av studien var betydelsefulla för kunskap, inspiration och lärdomar.

Studien visar att det är möjligt att skyfallsäkra Sahlgrenska sjukhuset, genom att titta på hela avrinningsområden som berör sjukhuset. Det resulterade i fem skyfallsytor som tillsammans magasineras 68000 kubikmeter vatten. Varje yta gestaltas utifrån de platsspeci-

fika förutsättningarna med vissa gemensamma programpunkter.

Skyfallsyta 1: *Guldhedshöjden* är belägen på ett berg, högst upp i vattensystemet mellan bostadshus, skolor och förskolor. Den på platsen befintliga grusplanen sänks ner 1,2 meter och tillägg i gestaltningen blir en vågformad trappa och läktare, ett tak som skydd för regn och sol, två gräskullar för lek samt nyplantering av fruktträd.

Skyfallsyta 2: *Guldhedsdalen* är belägen i en dal med lövskog där många människor rör sig. I dalen går idag en liten bäck. För att magasinera vatten på denna plats byggs tre vallar. Dessa integreras med gångstråk vilket möjliggör nya promenadslingor samt en mindre utflyktsplats.

Skyfallsyta 3: *Entrétorget* är placerad utanför sjukhusets huvudentré. Denna yta sänks och skapar ett nytt parktorg. Parkdelen är utformad med inspiration från det närliggande naturreservatet Vitsippsdalen och har vattenelement och en storskalig plantering av vitsippor (*Anemone ssp.*). För att tillgängliggöra stråken över torget byggs broar samt en torgyta med sittplatser. Lekelement integreras vid torgytan.

Skyfallsyta 4: *Vitsippsdalen* är placerad vid sjukhusområdet på kanten av ravinen mot naturreservatet Vitsippsdalen. Platsbristen har resulterat i ett underjordiskt magasin som inte syns särskilt mycket för den vanliga besökaren. Ovanpå magasinet skapas en vistelseyta med bänkar och en utkiksplats över Vitsippsdalen. Stråken från sjukhusområdet till utkiksplatsen förstärks för att underlätta besökare att hitta hit. På magasinet

blir det också yta för att ställa paviljonger som behövs för det ständigt växande sjukhuset.

Skyfallsyta 5: *Fågeldammen* är belägen längst ner i studiens avrinningsområde och är placerad i en kulturhistorisk park. Här finns idag en damm och för att kunna magasinera vatten förstärks denna damm med vallar. För att möjliggöra magasineringen genomförs även en sänkning av marknivåerna för den närliggande marken. I gestaltningen integreras nya gångstråk, en brygga samt en amfiteater.

## SUMMARY

Sweden is expected to experience an increased number of intense rainfall and flooding incidents due to climate change. These events can lead to natural disaster and impose severe strain on society. The protection of vital societal functions and critical infrastructure is of highest importance. In the City of Gothenburg in Sweden, risk for flooding was identified to be extremely large at the Sahlgrenska University Hospital area, which is also the focus of this thesis. The City identified a principal need to accumulate large amounts of water during heavy rain and suggested preliminary locations for these detention basins (figure 1). This thesis analyses how these local detention storages can be designed in order to provide its basic function while preserving aesthetic and environmental values.

## AIM AND QUESTION

The purpose of this study is to contribute to knowledge about how design solutions, with the capacity to store extreme rainfalls with a return period of 100 years, can be integrated in cities to protect vital societal functions and critical infrastructure during occasional severe cloudbursts. The field of the study is located in Linnéstadens' catchment area in Gothenburg, Sweden. The designs should also contribute to long term recreational and ecological values.

The research question for this thesis is: What site-specific conditions and opportunities are there to secure the Sahlgrenska University Hospital in the event of an extreme rainfall, with a return period of 100 years and how could these detention storages be design?

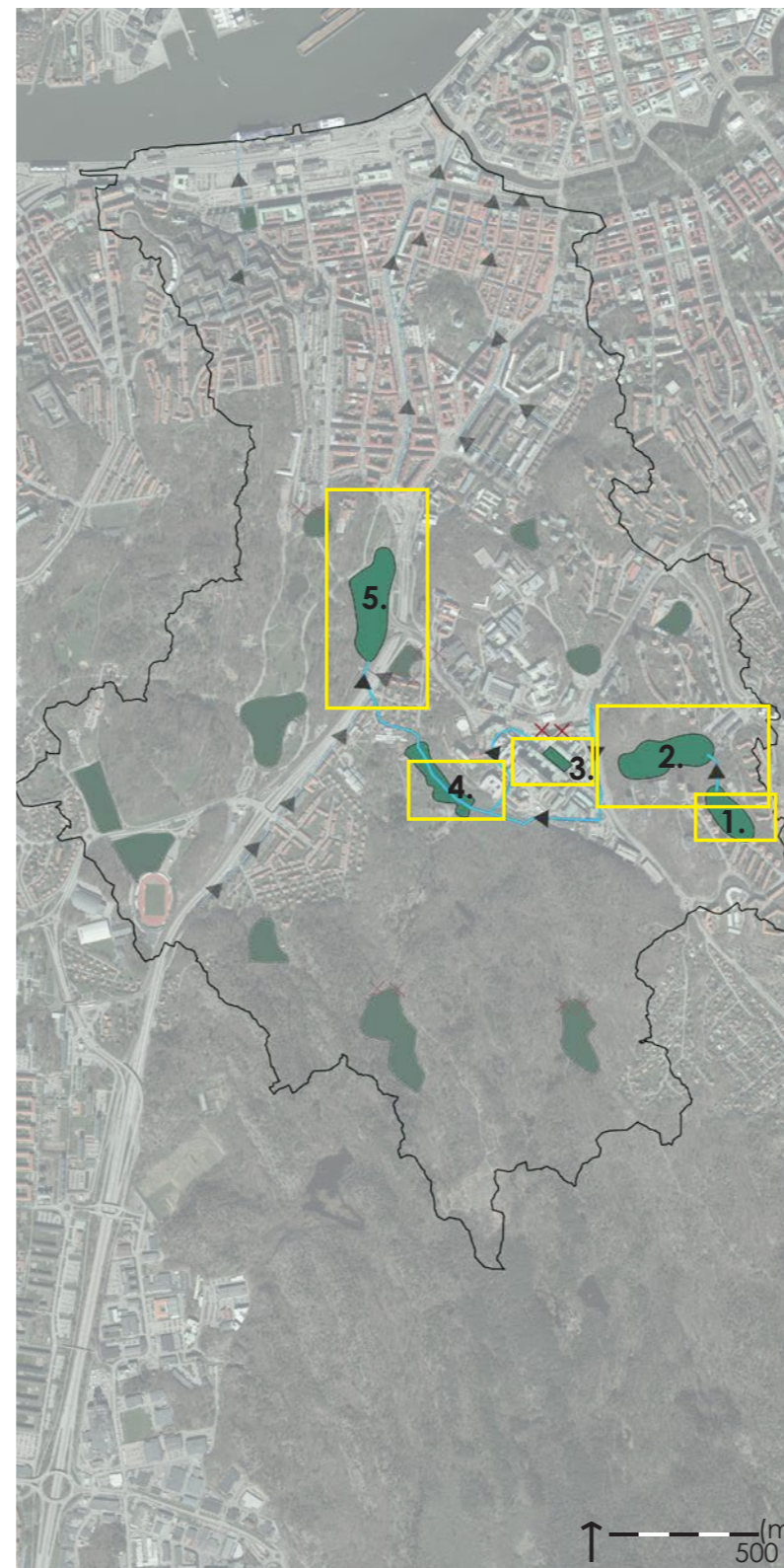


FIGURE 1. THE STRUCTURAL PLAN FOR LINNÉSTADEN'S DRAINAGE AREA WITH THE SUGGESTED PRELIMINARY LOCATIONS FOR THE DETENTION BASINS IN THIS STUDY (YELLOW RECTANGLES) IN GOTHENBURG. ORTOFOTO © LANTMÄTERIET.

## IMPORTANT PERSPECTIVES FROM THEORY

Important perspectives from theory and reference projects are integrated into the final design proposal through an architectural design program. The purpose of the theory is to provide a deeper understanding of water and the complex challenges that exist within the work of extreme rainfall. Therefore, there are different perspectives from theory integrated in the design proposal. One important perspective is *resilience*. It advocates that the equilibrium of systems is changeable and depends on different conditions and variations. The adopted systems themselves must be resilient enough to incorporate or handle variations that may occur. In climate adaptation, this means that planning— which is based on forecasts created from previous events— is not enough to reduce all uncertainties (Davoudi 2012).

The detention storage can be integrated with blue-green infrastructure, which is also used for storm water management and contribute to recreational benefits. Therefore, an in-depth understanding of storm water is required in order to assess and address the complexity of cloudburst and the management of water. Synergy effects that may emerge from blue-green infrastructure are also of great importance: for instance, within the field of environmental psychology there are studies that suggest positive health effects resulting from access to a green outdoor environment, e.g. Ulrich (1984).



## REFERENCE PROJECTS

The study of reference projects was conducted to study existing design solutions for heavy rainfall management. Knowledge and inspiration gained from the reference projects are integrated in the design proposal through the architectural design program. A research trip to Singapore was undertaken because of the common occurrence of large amounts of precipitation and the Singaporean government's long experience working within the field of heavy rain and storm water management. There are many examples of large-scale blue-green infrastructure projects in Singapore and the management of stormwater is visible in infrastructure all around the city, an example shown in figure II. Reference projects closer to Gothenburg were also stud-

ied, in terms of both distance and climate, example shown in figure III. These were chosen from current sites that previously have had problems with flooding from cloudbursts.

## METHODS

In order to design detention storage, this thesis relies on multiple perspectives in conjunction with a variety of methods. First, it utilises part of a method that is still under development by the City of Gothenburg. This method not only identifies what general type of action is needed but also identifies possible conflicts of interest and helps to unite different institutions of each local administration in their decision-making process. This is complemented by a participatory method for site

studies, including a Lynch-inspired qualitative analysis and a experience analysis based on the analysts' own experience of the site visits.

The sketching work was an important part of that process, from sketching early ideas with pen and paper, to drawing in computer programs which could then be used to calculate water volumes. A quantitative analysis of topography were conducted. A computer aided design program constituted an important bridge for combining values with data.

Several research trips were conducted in order to gain more knowledge. This, together with theory, was also input to the actual resulting design proposal. These methods were then combined and presented in a design of five detention storage solutions.

FIGURE II. VIEW FROM THE HOSPITAL OVER THE NEARBY POND, KHOO TECK PUAT HOSPITAL, SINGAPORE.



FIGURE III. DETENTION STORAGE IN TÅSINGE PLADS, COPENHAGEN.





## RESULTS

The proposed solution involves the use of five separate detention storage areas that together holds about 68,000 cubic meters of water, see figure IV-IX. Each detention storage area entails individual considerations based on the locations' site-specific conditions. The presented designs suggest that there exist opportunities to create new and unique value for visitors and that these values can be integrated in the design of the physical detention storage. It also shows that in many cases very large areas are needed to store the required water volume from an intense rainfall such as from a statistical "100-year rain".

## DISCUSSION AND ANALYSIS

Cloudburst management is a diverse subject that is not currently a part of the landscape architect's education curricula and traditional professional role. However, there are strong indications that the need of such knowledge is likely to grow due to the increased focus on climate effects and focus on cloudburst management among local administrations. The presented designs suggest possibilities to create new value for visitors which can be integrated in the design of detention storage. It also shows that in many cases very large areas are needed to store the water volume from an intense rainfall such as a "100-year rain". The study shows the importance of working with a larger context and an encompassing drainage area when working with cloudburst management.

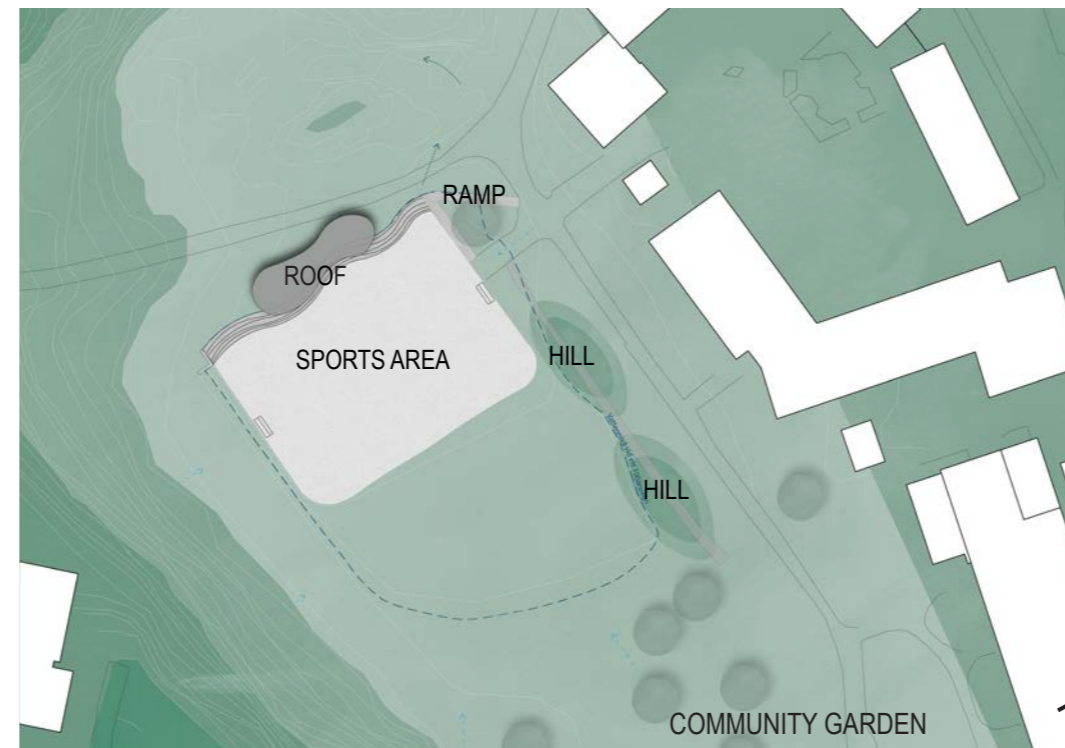


FIGURE IV. ILLUSTRATION PLAN OF DETENTION STORAGE AREA 1- GULDHEDSHÖJDEN.



FIGURE V. ILLUSTRATION PLAN OF DETENTION STORAGE AREA 2- GULDHEDSDALEN.



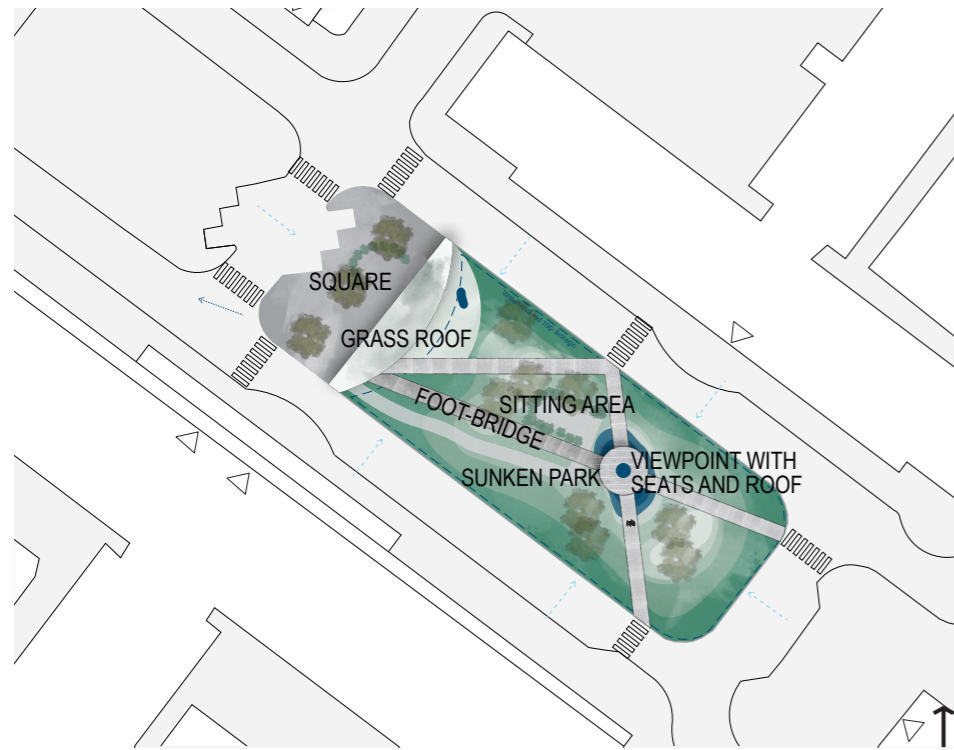


FIGURE VI. ILLUSTRATION PLAN OF DETENTION STORAGE AREA 3 - ENTRÉTROGET.

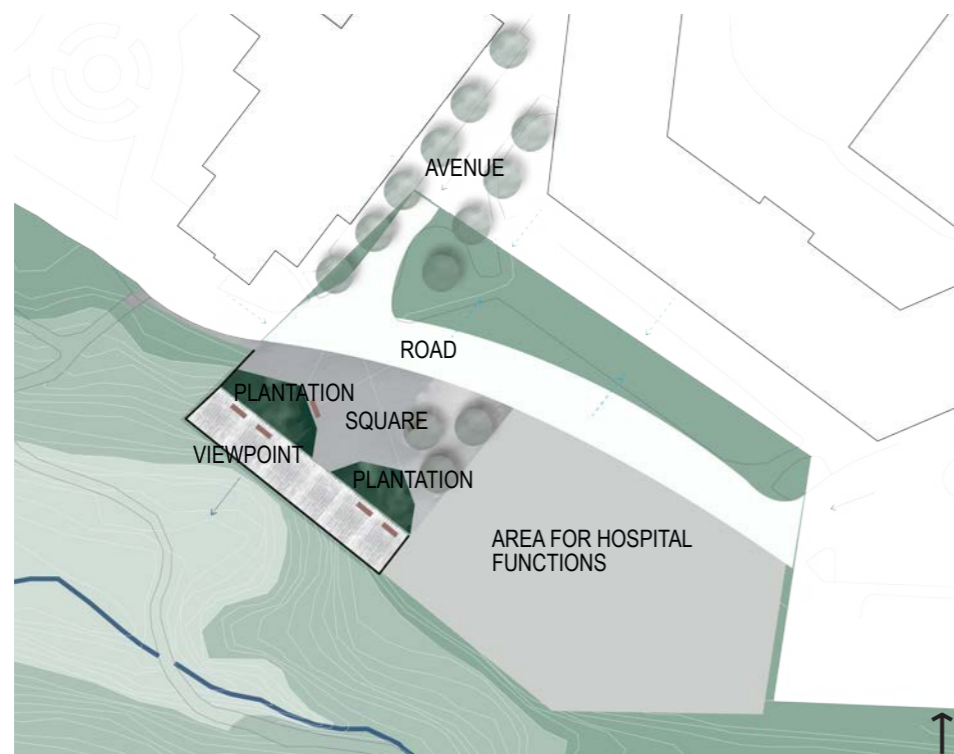


FIGURE VII. ILLUSTRATION PLAN OF DETENTION STORAGE AREA 4 - VITSIPPSDALEN.



FIGURE VIII. ILLUSTRATION PLAN OF DETENTION STORAGE AREA 5 - FÅGELDAMMEN.

The design for each detention storage area is analysed on an individual basis, according to the following categories: rainfall management; function; user-friendliness; feasibility; and whether the study's purpose is achieved through the design. A general conclusion is that it is possible to implement all detention storage areas at a cost that seems excessive but is nevertheless worthwhile. The deliberate landscape design of a detention storage area may contribute to achieving values and functions beyond the detention storage area's purely practical purpose.

#### DISCUSSIONS OF RESULTS

Do the design proposals work as suggested to mitigate the negative effects in the event of an extreme rain? Further investigations of the proposed detention storage solutions is required before they can be implemented. It is difficult to compare our results with other studies, because we cannot know how our designs would work in reality regarding the water management and other important functions. If we compare our design solutions to prevent flooding at the Sahlgrenska Hospital with the reference project KooH Teck Puat Hospital in Singapore, we can assume that the reference project is better protected since the flooding perspective was integrated already in an early stage of the project. As in all planning, cloudburst solutions are based on social values, where certain values are prioritized in the design process. The study's design proposals value the hospital's function higher than other values. This viewpoint argues for the design's major impact on the existing places and for the significant financial investments that are required.

## DISCUSSIONS OF METHODS

The aim and research question of this study builds on earlier work by, and in collaboration with, the company Ramboll on behalf of Gothenburg municipality. The study is rooted in a real, ongoing case of change in a city where work for flood management is ongoing, which gave the project a very clear but also narrower direction. Since the present study does not complete all the steps in the City of Gothenburg's method for flood protection against cloudbursts, we will not be able to evaluate the method in relation to our data.

Landscape architect perspectives usually emphasise the importance of the place/site itself, and that the site should be analysed from perspectives such as public perception and accessibility. This kind of analysis is not currently part of the City of Gothenburg's method for flood protection against cloudbursts. Therefore, by using a Lynch-inspired analysis and a structured analysis of experiences from site visits, we were able to identify several important site-specific conditions.

The architectural design program was used as a tool to link theory and insights from theory and reference projects into a singular, developing a design. The analysis of topography we used gave an approximate result; this result, however, was inadequate to calculate the exact volumes of water that could be stored in areas where the topography varies.



FIGURE IX. SECTION OF DETENTION STORAGE AREA 4 - VITSIPPSDALEN.



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## 1. INTRODUKTION

STUDIENS ARBETSOMRÅDE.....	15
SYFTE.....	17
AVGRÄNSNING.....	17
UPPSATSENS DISPOSITION.....	17
TIDIGARE ARBETE MED SKYFALLSÅTGÄRDER I GÖTEBORGS STAD..	18

## 2. KUNSKAPSÖVERSIKT

RESILIENS OCH KLIMATANPASSNING.....	22
KONSEKVENSER AV ÖVERSVÄMNINGAR.....	23
BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR.....	24
SAMMANFATTNING.....	25

## 3. REFERENSOBJEKT

STUDIERESA SINGAPORE.....	28
REFERENSOBJEKT I ETT TEMPERERAT KLIMAT.....	31

## 4. METOD

ANALYS OCH PLATSSTUDIER.....	35
GÖTEBRGS STADS METOD FÖR SKYFALLSÅTGÄRDER PLATSSTUDIER	
GESTALTNINGSPROCESSEN.....	38
TIMSKISSER TOPOGRAFISK ANALYS FEEDBACKMÖTE GESTALTNINGSPROGRAM GESTALTNINGSFÖRSLAG	

## 5. ANTAGANDEN

ANTAGANDEN FÖR ANALYS AV LÄMPLIGHET.....	42
ANTAGANDEN FÖR VAL AV SKYFALLSÅTGÄRDER.....	44

## 6. RESULTAT

SKYFALLSYTA 1: GULDHEDSHÖJDEN.....	47
SKYFALLSYTA 2: GULDHEDSDALEN.....	48
SKYFALLSYTA 3: ENTRETORGET.....	49
SKYFALLSYTA 4: VITSIPPSDALEN.....	50
SKYFALLSYTA 5: FÅGELDAMMEN.....	51

## 7. DISKUSSION

KONSEKVENSANALYS.....	53
ANALYS OCH DISKUSSION AV HUVUDRESULTATET.....	55
METODDISKUSSION.....	57
RESULTATETS VALIDITET.....	60
VIDARE FORSKNING.....	60

## 8. REFERENSER

KÄLLFÖRTVÄCKNING.....	63
FIGURFÖRTECKNING.....	65

## 9. BILAGOR

BILAGA 1: ANALYS AV LÄMPLIGHET.....	69
BILAGA 2: VAL AV TYPFALL.....	69
BILAGA 3: BERÄKNINGAR.....	70
BILAGA 4: TIMSKISSER.....	71





# 1. INTRODUKTION

---

I kapitlet presenteras studiens ämnes- och arbetsområde, syfte, frågeställning, avgränsningar samt uppsatsens disposition. Därefter ges en kort beskrivning kring tidigare arbete för skyfallsåtgärder samt historik för arbetsområdet.



# INTRODUKTION

## SKYFALL: FRÅN UTMANING TILL MÖJLIGHET

---

Under hösten 2018 inträffade flera dödsfall i Europa till följd av intensiva regn och oväder. På Mallorca dog 12 personer när ett regnoväder svepte in den 10:e oktober (Carp 2018) och fem dagar senare omkom 13 personer i södra Frankrike då det föll 160–180 mm regn på fem timmar (Bolling & Svahn 2018). Köpenhamn drabbades i juni 2011 av ett regn med 1000-års återkomsttid som orsakade skador vilka uppskattades kosta mellan 8 till 16 miljarder danska kronor (MSB 2016). På många platser fanns en halvmeter vatten på gatorna men vad som blev mest kritiskt var översvämningen vid Rigshospitalet då sjukhusets konstruktion skadades allvarligt (ibid.). I Sverige har vi ännu inte haft lika allvarliga konsekvenser av skyfall men det finns exempel på hur kraftiga regn lamslår samhället. Ett exempel är St. Görans sjukhus i Stockholm där akuten översvämmades den 29 juli 2018 och akutintaget tvingades stänga (Canoilas 2018).

Skyfall kan beskrivas som en extrem och ovanlig väderhändelse. I framtiden väntas dock skyfall bli allt vanligare och mer intensiva (SMHI 2015, SMHI 2018b). Det är inget nytt fenomen men konsekvenser av översvämningar blir större och drabbar allt fler i tätbebyggda, hårdgjorda städer. Vid skyfall blir regnmängderna så stora att avrinning sker oavsett om marken är hårdgjord eller ej, eftersom vattnet inte hinner infiltreras. Infrastruktur dimensionerat för dagvatten kan inte hantera detta eftersom de vattenvolymer som samlas blir mycket större än vid vanliga regn. Klimatanpassning genom planering för extrema nederbörds mängder är därför en allt viktigare utmaning.

Det är dock en problematiskt fråga då det är juridiskt svårt att hitta ansvariga för hantering av regnvatten då frågorna hamnar under olika lagar. Kommuner har ett samlat ansvar, men



FIGUR 1. EN HÅRDGJORD KANAL SOM BYGGTS OM TILL FLOD. YTAN KAN ÖVERSVÄMMAS VID SKYFALL. BISHAN ANG MO-KIO, SINGAPORE.



vattenfrågorna är fördelat mellan flera aktörer (Svenskt Vatten AB 2014). Branschorganisationen Svenskt Vatten förespråkar att kommuner bör ansvara för att nya dagvattensystem klarar ett regn med 100-års återkomsttid utan skador på fastigheter och infrastruktur, men detta är inte juridiskt reglerat (ibid.).

Klimatanpassning kan tveklöst beskrivas som en av landskapsarkitektens stora utmaningar (Murphy 2016). I vårt kandidatarbete *Klimatanpassning – Landskapsarkitektens yrkesroll och kunskapsbehov* (2017) lyfte vi behovet av kompetensutveckling för yrkesgrupper inom stadsplanering och gestaltning gällande vattenhanteringsfrågor.

En väl genomförd gestaltning som utgår från hur vattensystem påverkar varandra inom ett avrinningsområde kan förhindra översvämningar och samtidigt bidra till upplevelsevärden för människor samt nya ekologiska värden. Ett exempel på en gestaltning utifrån detta perspektiv är den byggda floden i Bishan-Ang Mo Kio i Singapore (figur 1), som översvämmas vid skyfall utan att skada omgivande bebyggelse. Parken är även ett populärt besöksmål. Genom att integrera skyfallshantering i blågrön infrastruktur kan arbetet med att skyfallshantering utvecklas från en utmaning till en möjlighet.

## STUDIENS ARBETSOMRÅDE

Studiens arbetsområde ligger i södra Göteborg och innefattar Sahlgrenska Universitetssjukhuset med omnejd. Vid en händelse av ett regn med 100-års återkomsttid riskerar sjukhuset att översvämmas enligt figur 2. För att skydda sjukhuset mot översvämning vid ett skyfall finns det behov att se till hela avrinningsområdet. Dels ytor som direkt påverkar de vattenflöden som når sjukhuset, dels möjliggöra att flöden på sjukhuset transporteras

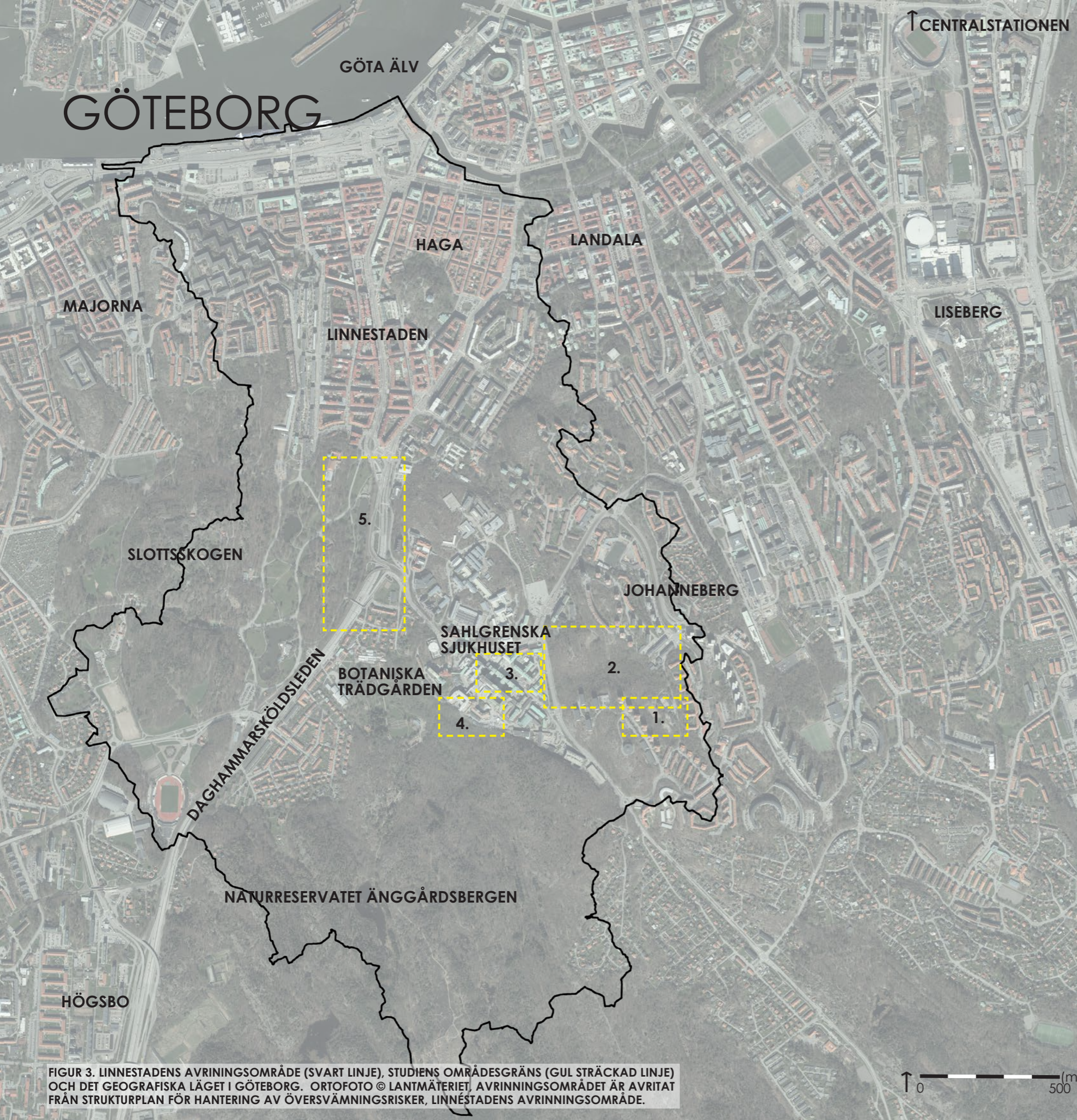
vidare för att minska översvämningsrisken på sjukhusområdet. Studiens arbetsområde innefattar därför Sahlgrenska Universitetssjukhuset samt delar av de högre belägna Guldhedshöjden och Guldhedsdalen samt de lägre belägna Vitsippsdalen och Slottsskogen, se figur 3. Området har en varierande i topografi med kullar i granit och lerjordar i dalarna. På nästkommande sida visas fotografier från arbetsområdet (figur 4-6).



FIGUR 2: BILDEN VISAR HUR SAHLGRENSKA UNIVERSITETSSJUKHUSET ÖVERSVÄMMAS VID ETT 100-ÅRSREGN. ORTOFOTO © LANTMÄTERIET, YTOR AVRITADE FRÅN VATTENIGOTEBORG.SE, SKYFALL- 100 ÅRSREGN.



# GÖTEBORG



FIGUR 3. LINNESTADENS AVRININGSOMRÅDE (SVART LINJE), STUDIENS OMRÅDESGRÄNS (GUL STRÄCKAD LINJE) OCH DET GEOGRAFISKA LÄGET I GÖTEBORG. ORTOFOTO © LANTMÄTERIET, AVRININGSOMRÅDET ÄR AVRITAT FRÅN STRUKTURPLAN FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGSRISIKER, LINNESTADENS AVRININGSOMRÅDE.

↑ 0 500 (m)

1. GULDHEDSHÖJDEN



FIGUR 4. FOTOGRAFI ÖVER FOTBOLLSPLANEN PÅ GULDHEDSHÖJDEN OMGIVEN AV BOSTADSHUS.

2. GULDHEDSDALEN



FIGUR 5. FOTOGRAFI ÖVER GULDHEDSDALEN PÅ GÅNGVÄG OCH VALL.

3. ENTRETORGET



FIGUR 6. FOTOGRAFI ÖVER SJUKHUSETS ENTRETORG.

4. VITSIPPSDALEN



FIGUR 7. FOTOGRAFI PÅ SJUKHUSOMRÅDETS MÖTE MED VITSIPPSDALEN.

5. FÅGELDAMMEN



FIGUR 8. FOTOGRAFI PÅ FÅGELDAMMEN I SLOTTSSKOGEN.



## SYFTE

Syftet med denna uppsats är att bidra med kunskap om hur skyfallsmagasin kan integreras i befintliga stadsstrukturer för att säkra samhällsviktig verksamhet och infrastruktur mot skyfall, genom att utveckla gestaltungs-lösningar inom Linnéstadens avrinningsområde i Göteborg utifrån platsspecifika förutsättningar för att kunna magasinera nederbördsvolymen vid ett 100-årsregn. Gestaltningarna ska även bidra till rekreativa upplevelser och ekologiska värden.

Studien utgår från följande frågeställning:

- Vilka platsspecifika förutsättningar och möjligheter finns det för att skyfallssäkra Sahlgrenska Universitetssjukhuset vid ett 100-årsregn och hur skulle magasinering av vatten kunna lösas genom gestaltning?

## AVGRÄNSNING

Studien avgränsades geografiskt till fem skyfallsytor, presenterade i figur 9. Dessa ytor valdes ut från *Strukturplanen för hantering av översvämningsrisker, Linnéstadens avrinningsområde* (2017). I strukturplanen omfattar de utvalda ytorna 2 separerade system för skyfallsåtgärder, se gul prickad linje i figur 9. Inom ett av systemen fanns skyfallsytor som exkluderades ur studien då de inte var direkt kopplade till sjukhuset och dess vattenflöden.

Studien avgränsades tematiskt till att handla om gestaltning av magasineringsytor för skyfall (skyfallsytor) i urbana miljöer. Vilken typ av magasineringsyta som gestaltats har tagits fram med stöd av Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder. Skyfallsytorna dimensioneras enligt *Strukturplanen för hantering av*

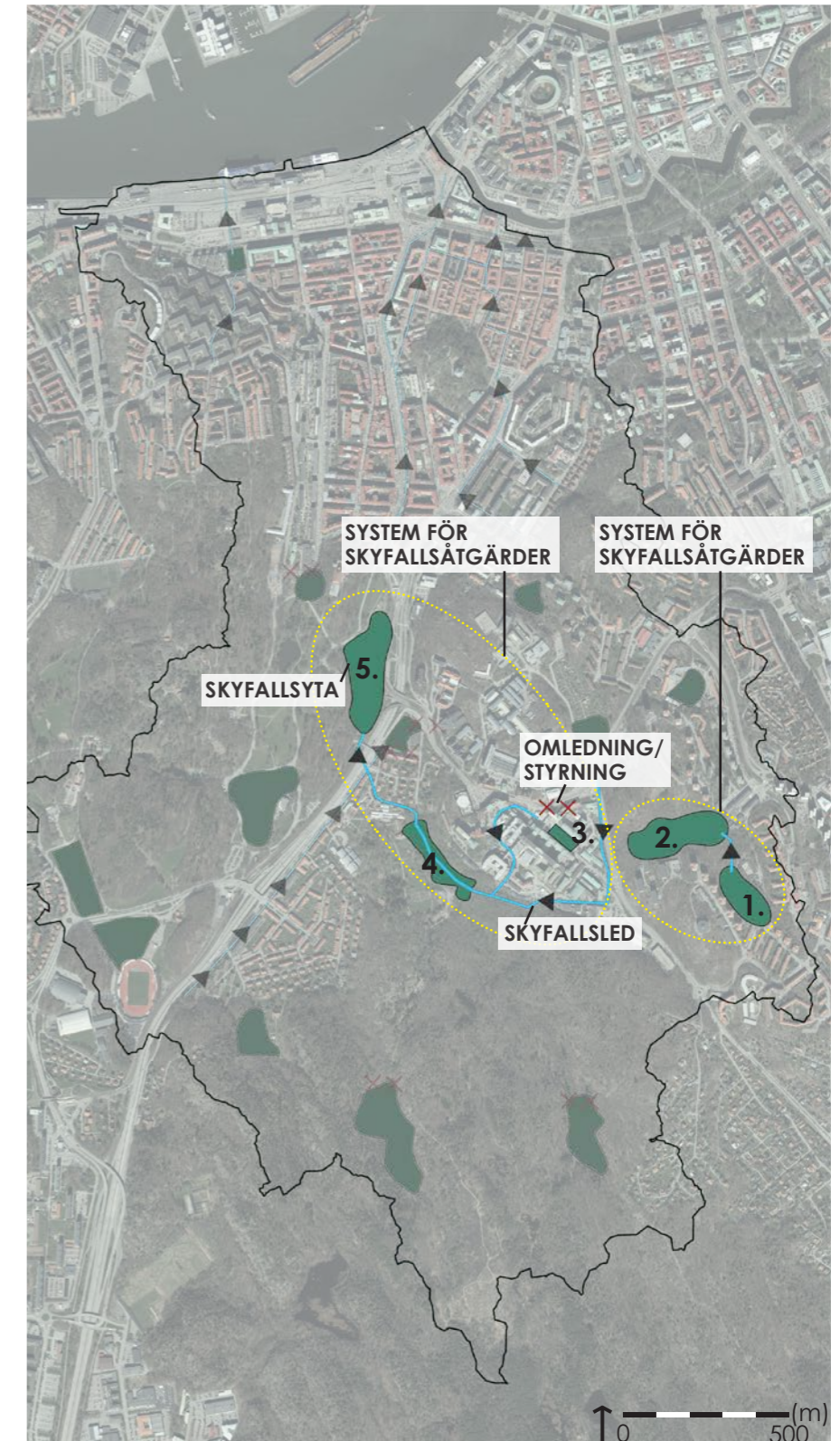
*översvämningsrisker, Linnéstadens avrinningsområde* (2017) vilket innebär att magasinerna behöver klara ett regn med 100-års återkomsttid med varaktighet på sex timmar samt en klimatkoefficient på 1,2. Klimatkoefficienten används för att ta med den nederbördsökning som väntas i och med klimattförändringarna.

Studien avser inte att visa exakta kostnader för genomförandet av projekt, hur reningsprocesser av vattnet går till eller hur tekniska lösningar fungerar. Resultatet redovisas som illustrationsplaner och sektioner. Studien genomfördes under perioden november 2018 till och med mars 2019, vilket var tidsperioden för kursen *Självständigt arbete i landskapsarkitektur* 30 hp, SLU Uppsala.

## UPPSATSENS DISPOSITION

Nedan presenteras kapitlen *Kunskapsöversikt* och *Referensobjekt*. Dessa kapitlen är förstudier och grundläggande delar för förståelse av vattenhantering och globala kontexter. Från dessa kapitlen hämtas insikter som integreras i gestaltungsprocessen i form av programpunkter i gestaltungsprogrammet.

Därefter följer *Metoden* som beskriver utförandet av studiens två delar: *Analys* och *platsstudier* samt *Gestaltungsprocessen*. I *Resultatet* presenteras val och antaganden som tagits under analys och skissarbete. Därefter presenteras gestaltungsningen i fem A1:or av de fem skyfallsytorna. Sedan presenteras *Diskussionen* med en konsekvensanalys, där varje skyfallsyta analyseras. Detta följs av diskussion av resultat och metod.



FIGUR 9. STRUKTURPLAN FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGSRISKEN, LINNÉSTADENS AVRINNINGSGRÄNS. © LANTMÄTERIET, YTOR AVRITADE FRÅN STRUKTURPLAN FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGSRISKEN, LINNÉSTADENS AVRINNINGSGRÄNS.



## TIDIGARE ARBETE MED SKYFALLSÅTGÄRDER I GÖTEBORGS STAD

Göteborgs Stad strävar efter att bli en internationell förebild inom regnvattenhantering och de arbetar aktivt med vatten- och översvämningssproblematik (Göteborgs Stad 2017). Staden har sedan tidigare haft problem med översvämningar. Då skyfall kan resultera i översvämningar långt ifrån de vanligtvis drabbade vattendragen krävs utredningar för att identifiera dessa riskområden.

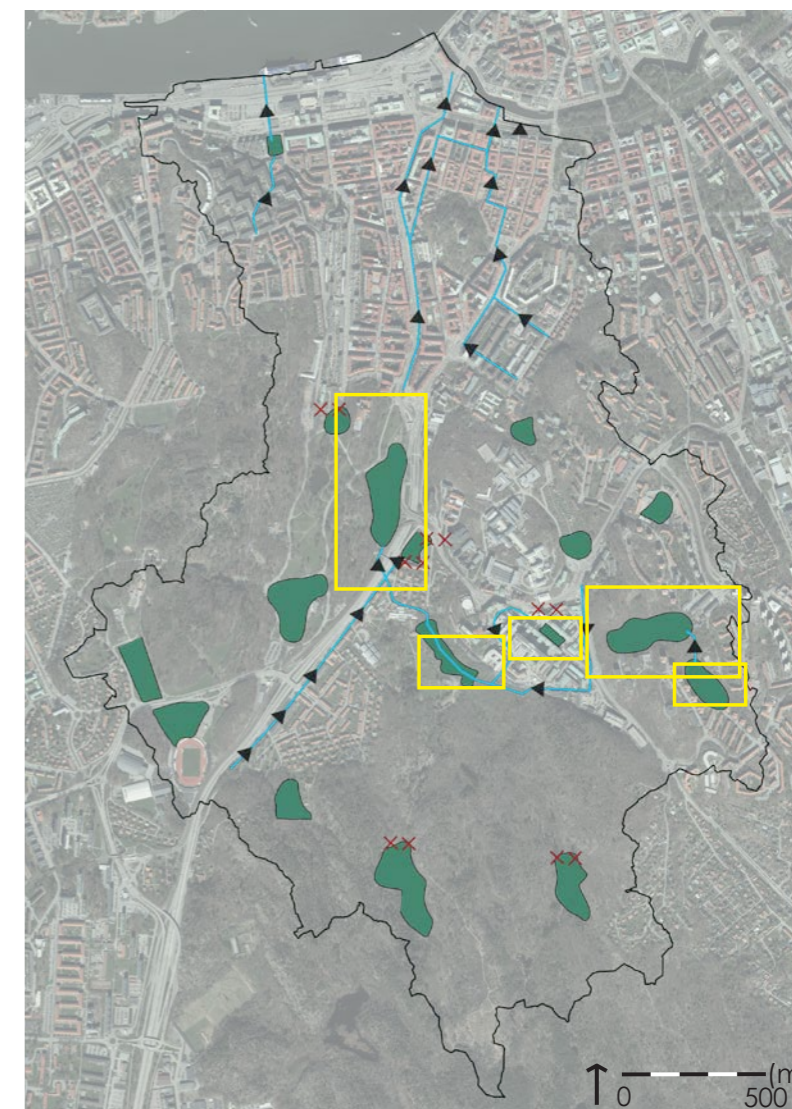
Som en del i Göteborgs Stads arbete för skyfallshantering finns nu *Förslag till översiktsplan för Göteborg-Tillägg för översvämningssrisker*, som utställningsförslag (Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret 2017a). Där finns mål och förslag till strategier beskrivna, med syftet att klimatanpassa med avseende på översvämningshantering (ibid.). Det tematiska tillägget till översiktsplanen beskriver att skador som kan uppkomma efter skyfall ska begränsas, andelen hårdgjorda ytor minskas vid exploatering och vatten utjämnas i första hand lokalt (ibid.). För samhällsviktiga verksamheter är ett av målen att dess vanliga funktion kan upprätthållas även då ett skyfall inträffar (ibid.).

För vidare arbete med det tematiska tillägget till översiktsplanen tog Göteborgs Stad fram strukturplaner. Dessa fungerar som underlag för att minska översvämningssrisker. Strukturplanerna identifierar vilka volymer vatten som behöver magasineras, samt dess placering i form av skyfallsytor. En av dessa är strukturplanen för Linnéstadens avrinningsområde, som presenteras i figur 10. Strukturplanen ger även förslag på hur vattnet ska ledas i form av skyfallsvägar samt omledas i form av styrning (Göteborgs Stad Stadsby-

ggnadskontoret 2017c). De identifierade volymerna och magasineringssytorna bygger på att de kopplas ihop i system.

Sahlgrenska sjukhuset riskerar de i särklass allvarligaste konsekvenserna inom Linnéstadens avrinningsområde i händelse av ett skyfall (Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret 2017b). Det får även högsta prioritet i ett perspektiv som innefattar hela staden (ibid.). Skulle strukturplanen implementeras beräknas konsekvenserna av ett skyfall kunna minimeras med 80 % (ibid.).

Detta är de ytor från strukturplanen som direkt påverkar de vattenflöden som når sjukhuset, samt de flöden som kommer från sjukhuset och måste transporteras vidare för att minska översvämningssrisken på sjukhusområdet.



FIGUR 10. STRUKTURPLANEN FÖR LINNÉSTADENS AVRINNINGSSOMRÅDE MED DE FÖRESLAGNA SKYFALLSYTORNA (GRÖNA YTOR), SKYFALLSLEDERNA (BLÅ LINJER) OCH STYRNING (RÖDA KRYSS) I GÖTEBORG. ORTOFOTO © LANTMÄTERIET, YTOR AVRITADE FRÅN STRUKTURPLAN FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGSSRISKER, LINNÉSTADENS AVRINNINGSSOMRÅDE.

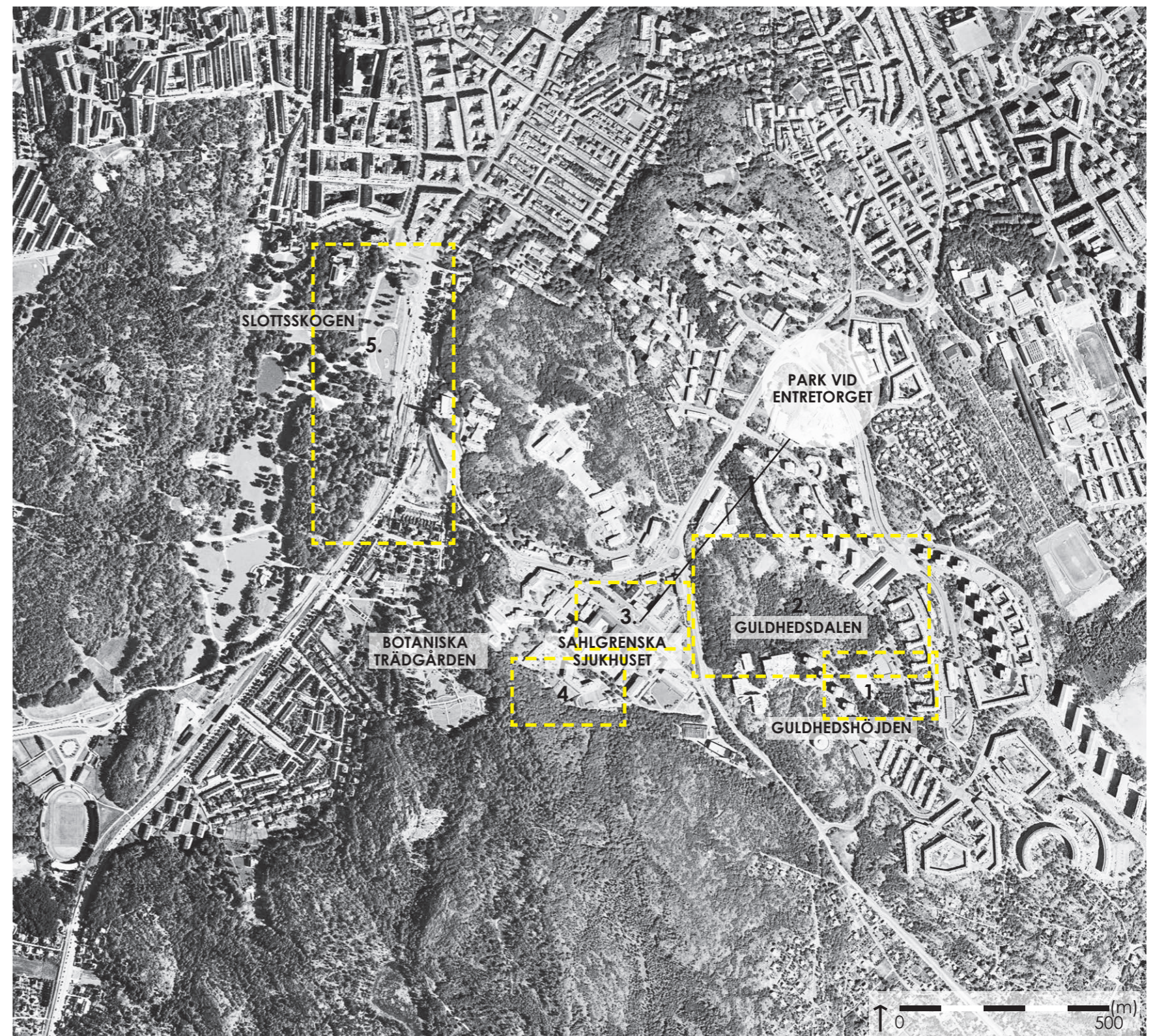


## HISTORIK

Parken Slottsskogen invigdes år 1874 och byggdes med utgångspunkt i att det skulle finnas grönytor för den växande befolkningen (Göteborgs Stad, u.å). Marken ägdes tidigare av gamla Älvsborgs Slott (ibid.). Sedan 1624 hade allmänheten rätt att vistat i området, dock endast medelklassen (ibid.). Från och med parkens invigning år 1874 skulle nu alla samhällsklasser välkomnas (ibid.). Den ritades med inspiration från engelska landskapsparker, Skansen i Stockholm samt nordens natur (ibid.).

År 1900 invigdes Sahlgrenska sjukhuset (Sahlgrenska sjukhuset 2018). Sedan dess har flertalet stora sjukhuskomplex byggts till, bland annat ett 18-våningar högt skivhus som tillkom år 1959 (ibid.). Figur 11 visar ett flygfoto från 1960-1965. Sedan dess har ytterligare byggnader tillkommit och parken vid huvudentrén har byggts om till ett hårdgjort torg.

Botaniska trädgården invigdes år 1923 i samband med en stor jubileumsutställning (Göteborgs Botaniska Trädgård 2018a). Trädgården placerades intill Vitsippdalen eftersom den ansågs vara en av få bevarade urskogarna i Västsverige (Göteborgs Botaniska Trädgård 2018b). Sedan 1936 fungerar trädgården även som forskning- och exkursionsträdgård för Göteborgs Universitet (Göteborgs Botaniska Trädgård 2018a).



FIGUR 11. HISTORISKT FOTO FRÅN ÅR 1960-1965 VISAR STÖRRE GRÖNYTOR ÄN VAD SOM FINNS IDAG OCH EN PARK UTANFÖR SJUKHUSETS HUVUDENTRÉ. © LANTMÄTERIET







## 2. KUNSKAPSÖVERSIKT

---

I kapitlet presenteras först begreppet resiliens som en del i klimatanpassningsarbetet. Detta följs av en fördjupning om konsekvenser och skydd mot översvämningar samt blågrön infrastruktur. Kunskapsöversikten ligger till grund för en djupare förståelse av vattenhantering och de komplexa utmaningar som finns inom arbetet med skyfallsåtgärder.

# KUNSKAPSÖVERSIKT

## ATT FÖRSTÅ SKYFALLSPROBLEMATIK

---

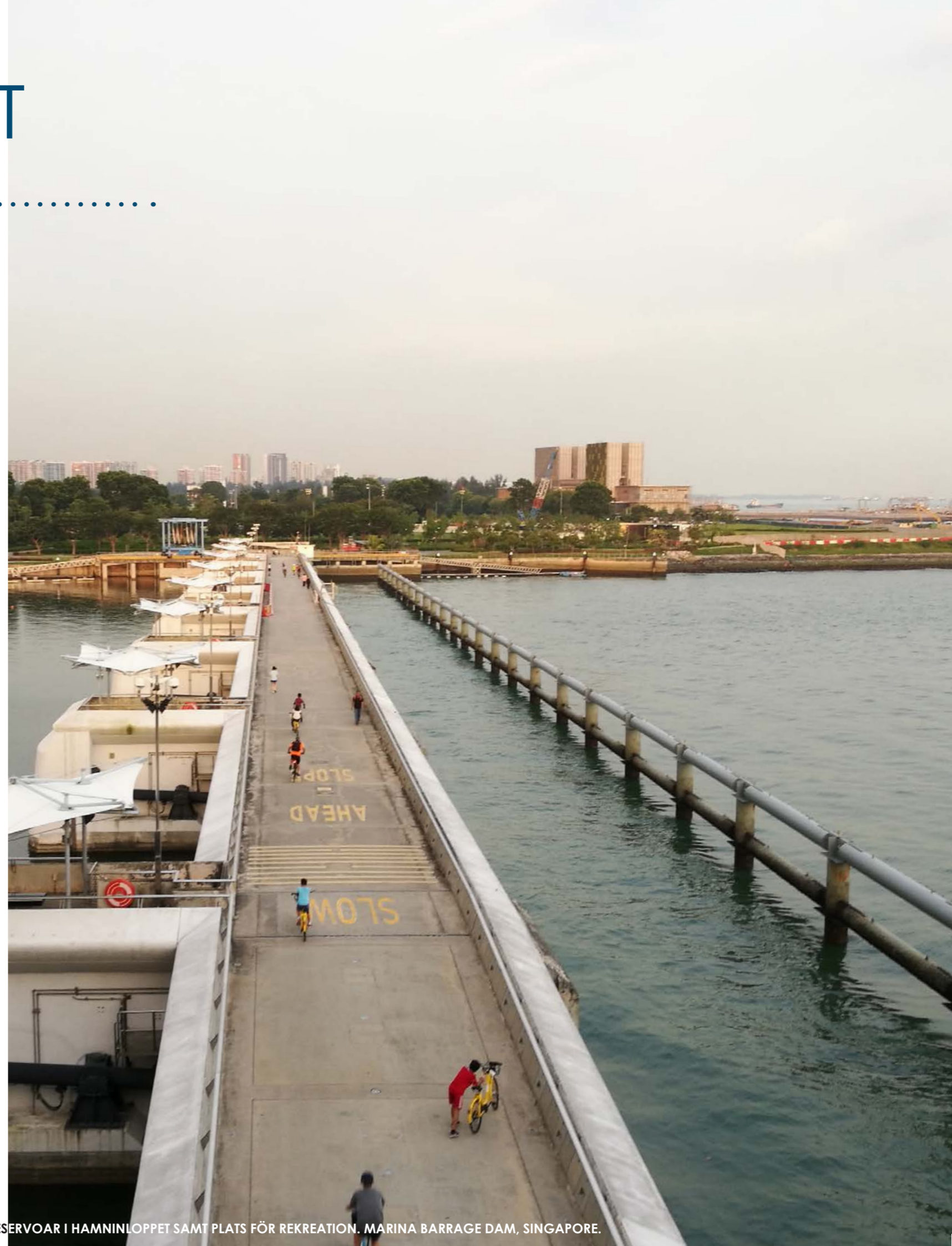
I kunskapsöversikten presenteras först begreppet resiliens som en del i klimatanpassningsarbetet. Detta följs av en fördjupning om konsekvenser och skydd mot översvämningar samt blågrön infrastruktur. Kunskapsöversikten ligger till grund för en djupare förståelse av de komplexa utmaningar som finns inom arbetet med skyfallsåtgärder.

I litteratursökningen användes främst SLU-bibliotekets söktjänst Primo (som innefattar en mängd databaser, publikationer och tidskrifter) med olika kombinationer av sökord på både engelska och svenska.

## RESILIENS OCH KLIMAT-ANPASSNING

Att motverka översvämningar som riskerar att uppstå vid skyfall är en av många utvecklingsområden inom klimatanpassningsarbetet. I diskussioner kring hur detta bör gå till används ofta begreppet resiliens som sätter klimatanpassning i ett större perspektiv. Resiliens innebär motståndskraft inom ett system och dess förmåga att fungera trots olika variationer (Holling 1973). Hur Begreppet används har varierat över tid sedan det myntades inom systemekologin på 70-talet. Idag används begreppet resiliens flitigt inom många vetenskapliga discipliner, såsom landskapsarkitektur.

Synen på hur ekosystem fungerar har förändrats över tid, i takt med resiliensbegreppet. Innan begreppet myntades var den rådande synen på ekosystem att det handlade om hur naturresurser skulle hanteras och förvaltas (Walker & Cooper



FIGUR 12. ÖVERSVÄMINGSSKYDD MELLAN HAMNINLOPP OCH HAV SKAPAR EN SÖTVATTENRESERVOAR I HAMNINLOPPET SAMT PLATS FÖR REKREATION. MARINA BARRAGE DAM, SINGAPORE.



2011). När begreppet resiliens började användas gavs en mer komplex syn på ekosystem än detta tidigare synsätt (ibid.). Det handlade då till stor del om systems möjlighet att återgå till jämvikt efter en störning och relationerna mellan olika parametrar inom ett system (Holling 1973). Ju snabbare systemet återgår till jämvikt efter en störning, desto stabilare är det (ibid.).

Idéen om att ekosystem återgår till jämvikt är utmanad. Det nyare synsättet på resiliens innebär att ekosystem beskrivs som mer föränderliga, vare sig de utsätts för yttre störning eller ej (Scheffer 2009). Detta innebär att det inte går att förutse exakt vad som inträffar i framtiden (Ahern 2011).

Denna syn på hur världen hänger ihop kan innebära stora förändringar för hur effektfulla åtgärder mot översvämning anses vara. Inom klimatanpassning betyder detta att planering, som bygger på prognoser som skapats utifrån tidigare inträffade händelser, inte är tillräckligt för att minska osäkerheter (Davoudi 2012).

Att bygga resilienta strukturer för en osäker framtid är därmed svårt. Ett exempel på en åtgärd som används idag handlar om att få in osäkerheter kring framtida nederbördsmängder. För att beräkna nederbördsmängder och dimensionering för att omhänderta detta används därför en klimatfaktor på 1,2 (Svenskt Vatten AB 2016). För utveckling inom resiliens kan fler åtgärder komma att behövas.

## KONSEKVENSER AV ÖVERSVÄMNINGAR

Skyfall är en av flera orsaker till översvämningar i städer. De flesta översvämningar som drabbat Sverige har uppkommit vid sjöar och vattendrag under snösmältning eller vid långvarig nederbörd, ibland i samband med skyfall (MSB 2012). En annan typ av översvämning är den som kan uppstå vid kustzoner. Vid havsnära områden kan klimatiförändringar orsaka permanenta översvämningar eller så kan de uppstå tillfälligt av starka vindar (ibid.).

Det finns många anledningar till att minska konsekvenserna vid översvämningar. För att kunna göra detta vid planering behövs en förståelse för effekterna av extremväder (Murphy 2016). Vilka konsekvenser en översvämning ger upphov till beror på faktorer som exempelvis vattenvolymer, vilka verksamheter som drabbas och hur väl rustat lokalsamhället är inför dessa naturkatastrofer.

Globalt sett sker många dödsfall på grund av översvämning, i genomsnitt dör cirka 5400 människor varje år (CRED 2011). I Sverige har 7 personer omkommit till följd av översvämningar mellan 1901–2010 (MSB 2012). Risken att förolyckas av en översvämning i Sverige är alltså relativt liten.

En desto vanligare risk för både människors hälsa och naturmiljöer är förorening av vattentäkter vilket ofta uppstår som följd av översvämningar (MSB 2012). Översvämningar utgör dock inte alltid ett hot mot naturmiljöer eftersom det är en naturlig process (ibid.). I

bebyggda- och kulturhistoriska miljöer uppstår däremot ofta omfattande skador (ibid.). Detta på grund av att få byggnader är konstruerade för att tåla stående vatten.

## SKYDD MOT ÖVERSVÄMNINGAR

Behov av åtgärder mot översvämningar finns först när det utgör en risk för samhällen och människor (MSB 2008). Det effektivaste sättet att undvika översvämningar vid exploatering är att ej planlägga översvämningdrabbade områden. Eftersom detta inte alltid tillämpats kan behov finnas att genomföra åtgärder i efterhand.

Tidigare beskrevs strategier mot översvämningar ofta med offensiva ord som motstånd och försvar (MSB 2008). Idag förespråkas oftare att vatten bör tillåtas ta plats vid översvämning (ibid.). Synen på hur arbetet med översvämningsskydd ska gå till förändras alltså över tid. Idag lyfts även att det inte går att helt skydda samhället mot översvämningar (Kundzewicz 2002).

Vilken typ av översvämningsskydd som krävs beror på vilken typ av översvämning som kan väntas. Vid översvämning från vattendrag byggs ofta upphöjda kajkanter eller vallar. För att skydda mot förhöjda havsnivåer har barriärer vid hamninlopp byggts, exempelvis i Singapore (se figur 12).

Strategier för skyfallsåtgärder bygger på liknande principer som för övrig översvämning med skillnaden att åtgärder krävs även uppströms i avrinningsområdet. Detta då översvämningar vid skyfall drabbar områden som normalt sett inte är översvämningdrabbade. För att hindra översvämningar behöver vattnet kunna ledas och fördröjas. En viktig strategier för skyfallsåtgärder

är därför samverkan mellan olika aktörer för att kunna arbeta över planområdes- och markägandegränser (Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län 2011).

## BLÅGRÖN INFRASTRUKTUR

Skyfallsåtgärder kan integreras med blågrön infrastruktur som vid normala förhållanden används för dagvattenhantering och rekreativa syften. Att integrera dagvattnet i skyfallsåtgärder är relevant och därför krävs en fördjupad förståelse för dagvatten. Det bör dock poängteras att blågrön infrastruktur som dimensioneras för dagvatten ej skyddar samhällen vid skyfall. I svenska städer har dagvatten traditionellt sett letts ut

i ledningsnätet via dagvattenbrunnar. Äldre dagvattenledningar under mark kombinerar ofta avloppsvatten och dagvatten. Detta leder till att avloppsvatten läcker ut vid stora regn när ledningarnas kapacitet överskrids och vattnet bräddas vilket skapar sanitära risker (Clayden & Dunnet 2007). Ledningar som transporterar dagvatten till naturliga vattendrag utan reningsprocesser skapar också problem med föroreningar. Dagvatten innehåller ofta föroreningar i form av sediment, bakterier och partiklar från exempelvis vägar (ibid.).

Infiltrerbara ytor behövs för vattenhantering vilket gör att befintliga ekosystem bör tas till vara på i planerings- och gestaltningsprocessen (Watson & Adams 2011). Vid regn bidrar vegetation till minskad ytavrinning, både i vattenvolymer och hastighet (Clayden & Dunnet 2007). Brist på vegetation kan skapa ytterligare

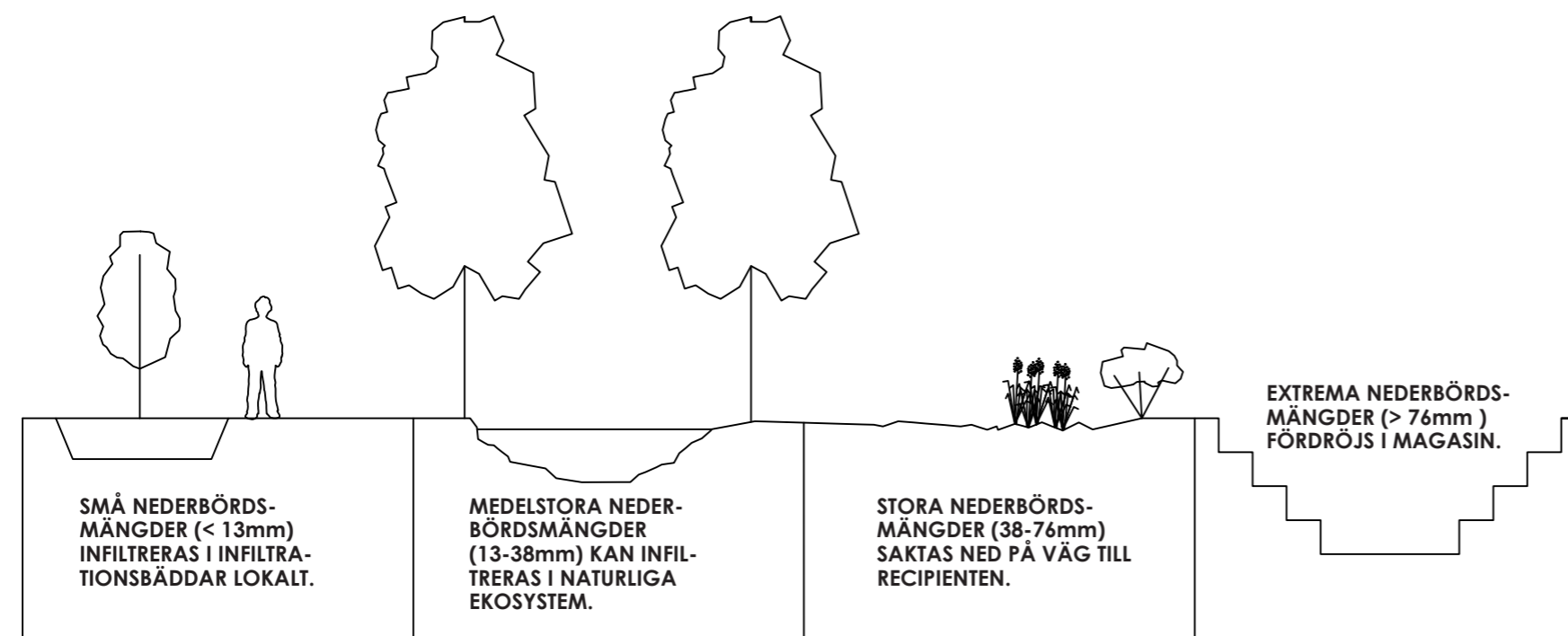
konsekvenser, som exempelvis påverkan på grundvattennivåer (Locatelli et al. 2017, Watson & Adams 2011).

Trots alla positiva aspekter som blågrön infrastruktur bidrar med kan det vara svårt att genomföra dessa projekt. Studier från England visar att det kan vara svårt att få pengar till projekt som främjar blågrön infrastruktur när det finns kunskapsbrister inom området (O'Donnel et al. 2017). Därför behöver de multifunktionella fördelarna med blågrön infrastruktur förmedlas, samt öka medvetenheten i samhället kring ämnet genom utbildning (ibid.).

## SYSTEM FÖR ATT FÖRDRÖJA OCH LEDA VATTEN

För ledning av vatten förespråkas ofta öppna system som svackdike framför ledningar i mark. Detta är på grund av lägre kostnader samt svackdikets fördröjande effekt. Mindre dagvattenvolymer kan infiltreras i växtbäddar men för stora regn och extrema nederbörds mängder som skyfall så krävs större konstruktioner, så kallade fördröjningsmagasin. Figur 13 visar exempel på hur regn kan fördröjas med olika lösningar beroende på dess storlek, utifrån Watson & Adams (2011).

När fördröjningsmagasin dimensioneras för att klara av stora volymer kan den naturliga vattenbalansen störas eftersom även mindre regn stannar kvar i magasinet (Watson & Adams 2011). Kerkez et al. argumenterar för att teknologiska lösningar kan skapa mer adaptiva vattensystem (2016). Detta exempelvis genom att styra öppning och stängning av utloppet från magasin vilket leder till att mindre regn släpps förbi.



FIGUR 13. REGN HANteras OLIKA BEROENDE PÅ NEDERBÖRDSVOLYM. ILLUSTRATIONEN VISAR HUR DESSA KAN LEDAS OCH FÖRDRÖJAS, UTIFRÅN WATSON & ADAMS (2011).



Teknik kan även användas för att kontrollera vattensystemens funktion. I Singapore finns det till exempel 210 vattenmätningssensorer och 49 kameror över kanaler samt ledningar som uppdateras var 5:e minut med information om vattenläget (PUB 2018).

## EKOSystemTJÄNSTER

Samspelet mellan organismer, djur och miljön inom ett ekosystem medför flertalet funktioner och processer som direkt eller indirekt påverkar människor positivt, detta kallas för ekosystemtjänster (Constanza et al. 2017). Begreppet började användas på 80-talet och har etablerats till att vara en brygga mellan det ekonomiska och det ekologiska synsättet (ibid).

Idag fungerar begreppet som ett samlingsbegrepp för de positiva effekter ekosystem ger för människors hälsa och välbefinnande (Bodin et al. 2016). Det finns många typer av ekosystemtjänster och de brukar delas upp i kategorierna producerande, reglerande, kulturella och understödande (ibid). Producerande ekosystemtjänster kan inom blågrön infrastruktur bidra med exempelvis frukt och bär. Reglerande kan innebära luftrening, pollinering, bullerdämpning och koldioxidbindning för att nämna några (ibid.). De kulturella ekosystemtjänsterna syftar bland annat till hälsa, upplevelser, sociala värden och kunskapsbildning (ibid.). De understödande innebär de effekter som inverkar på exempelvis vattensystem och den biologiska mångfalden (ibid.).

En fördel med grön infrastruktur är dess möjlighet att mildra värmeeffekter. Värmeeffekt är ett begrepp som beskriver lokala temperaturhöjningar i stadsmil-

jöer. Att plantera ett trädbestånd som har en rik variation i habitus och art sänker temperaturen mer än en gräsyta (Gunawardena et al. 2017). En studie från Göteborg uppmätte att ett stort grönområde (156 ha) kunde under en sommardag sänka temperaturen med hela 5,9 °C (Upmanis et al. 1998).

Blå infrastruktur kan antingen ge värmehöjande eller värmesänkande effekter beroende på utformning och klimat. Den värmehöjande effekten kan uppstå under nätter på sensommaren (Gunawardena et al. 2017). Detta gör att grön infrastruktur kan tyckas vara mer fördelaktig än blå infrastruktur (ibid.). Det bör därför poängteras att de tillsammans skapar ytterligare synergieffekter, exempelvis för människors välmående, vilket gör det fördelaktigt med en blågrön infrastruktur (ibid.). Den blå infrastrukturen kan även bidra till värmesänkning. Vatten i rörelse, som kanaler och fontäner, har visat sig ge en extra stor effekt (Kleerekooper et al. 2012). Ett exempel på detta är en studie från Japan där en fontän visade sig kunna sänka temperaturen med cirka 3 °C, vilket uppmättes hela 35 meter från fontänens placering (Nishimura et al. 1998).

Inom miljöpsykologin, vilket är ett stort forskningsområde, finns det flera studier som redogör för de positiva hälsoeffekter som vistelse i gröna miljöer innebär. En uppmärksam studie menar att patienter som har grönska utanför sitt fönster vid sjukhusvistelse kan tillfriskna snabbare än de som endast hade utsikt mot en vägg (Ulrich 1984).

## SAMMANFATTNING

Insikter från kunskapsöversikten:

- Genom att förmedla de multifunktionella fördelar som blågrön infrastruktur har ökar möjligheterna för att kunna implementera dessa projekt.
- Genom ett medvetet förhållningssätt till hela avrinningsområdet kan en genomtänkt skyfallshantering skapas.
- De befintliga ekosystemen bidrar till viktiga ekosystemtjänster.
- För infiltration och fördröjning av vatten hanteras olika stora regnmängder med olika lösningar. Detta för att inte fördämma mindre bäckar när fördröjningsmagasin dimensioneras för stora nederbördsmängder.
- Teknologiska lösningar kan vara till hjälp för att skapa mer adaptiva system.
- Grönstruktur med variation i arter och habitus kan mildra värmeeffekter.
- Gröna miljöer är viktigt för välmående och kan bidra till patienters tillfrisknande.







# 3. REFERENSOBJEKT

---

I kapitlet presenteras referensprojekt från Singapore, därefter följer en redovisning av referensobjekt från tempererat klimat.



# REFERENSOBJEKT

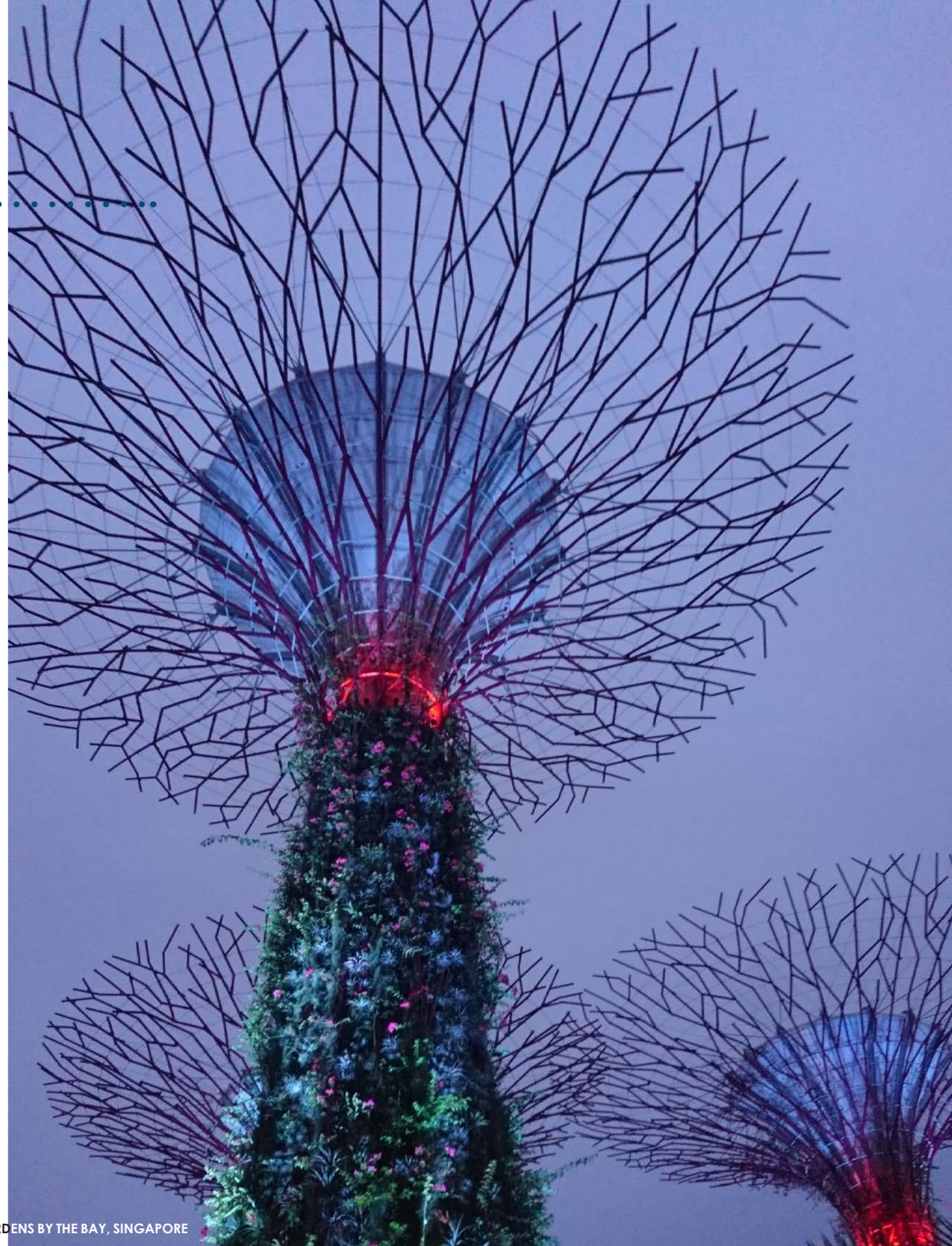
## SKYFALLSHANTERING I EN GLOBAL KONTEXT

Nedan presenteras referensprojekt från Singapore, därefter följer en redovisning av referensobjekt från tempererat klimat. Syftet med att studera referensobjekt var att få en ökad förståelse för vattenhantering och skyfallsåtgärder. Studieresan genomfördes under tre veckor i november 2018 för att få förståelse för skyfallsproblematik i en global kontext samt hur det går att kombinera med rekreativa och ekologiska värden. Insikter och lärdomar från studiebesöken var en grundläggande del för studiens gestaltningsprocess (se gestaltningsprogram i kapitel 4: Metod).

## STUDIERESA SINGAPORE

Beslutet att genomföra en studieresa till Singapore togs eftersom landet har arbetat med skyfallsproblematik och dagvattenhantering under en längre tid. Singapore är världens näst mest tätbefolkade land och de har en hög nederbörd: medelnederbörden är cirka 2166 mm/år och det regnar i snitt 167 dagar om året (Meteorological Service Singapore, u.å). Landets placering i Sydostasien presenteras i figur 15.

Det finns många exempel på storskaliga projekt av blågrön infrastruktur och hanteringen av vatten är integrerade i många gatumiljöer. Då landet inte har tillräckliga vattenreserver ses dagvattnet som en livsviktig resurs, vatten renas och används som dricksvatten. De är fortfarande beroende av importerat dricksvatten från Malaysia men har som mål att bli självförsörjande på vatten till år 2061 då landets vattenimportavtal går ut (NLB 2011).



FIGUR 14. SUPERTREES. GARDENS BY THE BAY, SINGAPORE





FIGUR 15. SINGAPORES LÄGE I SYDOSTASIEN © FREEVECTORMAPS.COM



FIGUR 16. DET BEHÖVS STOR MARKYTA FÖR ATT TA UPP LIKVÄRDIGA MÄNGDER VATTEN SOM TIDIGARE TRANSPORTERADES I DEN HÄRDGJORDA KANALEN. BISHAN-ANG MO KIO PARK, SINGAPORE.



FIGUR 17. VÄXTERNA LÅNGSMED FLODEN KLARAR OLIKA HÖGA VATTENFLÖDEN, BISHAN-ANG MO KIO PARK SINGAPORE.

Studieresan gav inspiration och lädom om storskalig vattenhantering. Referensobjekt valdes ut efter att ett stort antal platser besökts vilka hittats genom rekommendationer från Dr. Tan Puay Yok som gasvs uder en intervju. Han är programstudierektor på National University of Singapores landskapsarkitektutbildning, från landskapsarkitekter på Ramboll i Singapore, samt från sökningar via internet. Urvalet genomfördes utifrån följande kriterier: platsen skulle väcka intresse för oss som besökare och designelement skulle till viss del kunna vara applicerbara i Sverige. Referensobjekten besöktes främst dagtid. Medtaget material var kamera och ibland skissmaterial. Genom att promenera genom parker och gaturum upplevdes rörelsemönster och hur platserna används av människor. Detaljer och helhetslösningar studerades med fokus på vattenhantering. Referensobjekten beskrivs utifrån våra observationer, om ingen annan källa anges.

Insikter och lärdomar från platsbesöken presenteras respektive referensobjekt som programpunkter som tas med till gestaltningen. I kapitlet *Diskussion* lyfts ytterligare perspektiv kring referensobjekten, med ett kritiskt avstamp gällande platsernas funktion och utformning.

## BISHAN-ANG MO KIO PARK

Under tidigare exploatering byggdes floden Kallang River om till en hårdgjord kanal (Tan 2018). Målet med ombyggnationen var att restaurera kanalen till en flod, där dagvatten kan renas och skyfall får plats utan att skada omkringliggande bebyggelse (Tan 2018). Målet med den 62 ha stora parken var även att öka platsens biodiversitet och rekreativa värden (Natial Parks Board 2019a). Vatten leds via dagvattenledningar till parken och rinner sedan ut i en vattenreservoar.



FIGUR 18 & 19. NÄR DET REGNAT GÅR DET INTE ATT ANVÄNDA SMITVÄGARNASOM FINNS LÄNGST STRÅKET I BISHAN-ANG MO KIO PARK, SINGAPORE.

## GESTALTNING

Kanalen byggdes om till en meandrande flod (se figur 1, 16 och 17) som går igenom parken. Gestaltningen kan enkelt uttryckt beskrivas som "naturlik" med stora grönytor och trädplanteringar. Den har även urbana inslag med tillgängliga gång- och cykelvägar, broar och lekplatser. Genom hela parken finns informationsskyltar som beskriver vattenhanteringen samt markeringar som visar hur högt flöden når vid skyfall för att minska riskerna för personskador. Vid höga vattenflöden hamnar mindre gångvägar under vatten, se figur 18 och 19. Idag har många djur flyttat tillbaka till floden i parken, exempelvis fiskar, uttrar och sköldpaddor (Tan 2018).

## PROGRAMPUNKT FRÅN REFERENSOBJEKTET:

- Tydlig pedagogik om vattnet igenom parken ger besökaren förståelse för värdet av blågrön infrastruktur.





FIGUR 20. KANAL FÖR LEDNING AV VATTEN VID MOTORVÄG. ROCHOR RIVER, SINGAPORE.



FIGUR 21. VATTENLEK SOM GESTALTNINGSELEMENT VID KÖPCENTRUMET BUGIS JUNCTION, SINGAPORE.



FIGUR 22. UTSIKT FRÅN SJUKHUSET ÖVER DEN NÄRLIGGANDE DAMMEN, KHOO TECK PUAT HOSPITAL, SINGAPORE.

## SKYFALLSHANTERING I INFRASTRUKTUR

I Singapore blir vattenvolymerna vid skyfall stora och behöver ledas bort från tätbebyggda områden.

### GESTALTNING

Längs med större vägar löper ofta torrlagda kanaler där vatten leds från bostadsområden, vägar och sedan vidare till recipienten (figur 20). De torrlagda kanalerna fylls vid stora regn. Längsmed mindre kanaler finns ofta gångstråk och parker med platser för rekreation.

Ledningarna som transporterar vattnet till kanalerna döljs ofta under gångbanor. Den största skillnaden på utformningen av dessa, jämfört med hur en dagvattenledning i Sverige ofta ser ut, är att de är byggda som en mindre kanal där gångbanan fungerar som en överbyggnad. Detta gör att dessa ledningar har kapacitet att transportera stora flöden (dess tvärsnittsarea är ofta en till två kvadratmeter).

### PROGRAMPUNKT FRÅN REFERENSOBJEKET:

- Hårdgjorda ledningar (öppna eller slutna) fungerar som komplement till en blågrön infrastruktur.

## VATTEN SOM GESTALTNINGSELEMENT

Vatten är liksom grönska ett viktigt inslag i stadsmiljön för människors rekreativa upplevelse. Rent vatten kan även fungera som ett svalkande inslag.

### GESTALTNING

Olika former av vattnelement är vanliga inslag i både boende- och stadsmiljöer i Singapore. En gemensam nämnare är att de oftast inte är integrerade i dagvatten-systemet utan består av separata system som pumpar runt rent vatten (Tan 2018). Fontäner som figur 21 visar skapar både rörelse och variation i stadsrummet.

### PROGRAMPUNKTER FRÅN REFERENSOBJEKET:

- Synligt vatten i offentliga miljöer bidrar positivt till besökarens upplevelse, vattenspeglar och fontäner ger ett visuellt intressant uttryck samt reducerar brus.
- Fontäner i marknivå ger möjligheter för svalka och lek.

## KHOO TECK PUAT HOSPITAL

Khoo Teck Puat är ett sjukhus vars utemiljöer är anpassade efter patienter och utformats med konceptet "Ett sjukhus i en trädgård och en trädgård i sjukhuset" (Greenroofs 2019). Gestaltningen fokuserar även på att öka biodiversiteten på platsen samt hantera skyfall (Tan 2018).

### GESTALTNING

Byggnaden är placerad på en höjd och vid regn leds vatten till en närliggande damm (figur 22). Sjukhuset är terrasserat med vertikala odlingar och gröna tak innehållande höga träd. Vid stora regn kan grönska sakta ner vattnets flöde. Gestaltningmässigt ger byggnadens terrassering en upplevelse av ett grönt, böljande regnskogslandskap. Idag är det ett sjukhus många besöker just för att titta på hur grönska har integrerats i sjukhusmiljön (Tan 2018).

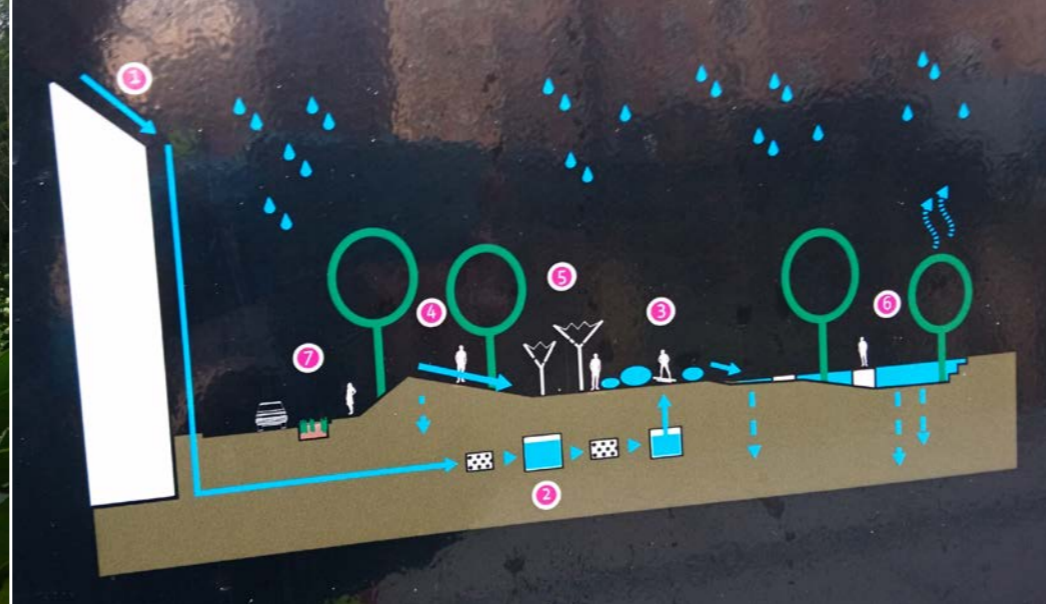
### PROGRAMPUNKT FRÅN REFERENSOBJEKET:

- Genom att tänka utanför boxen kan både ekologiska och estetiska upplevelsevärden skapas.





FIGUR 23. EN PARK MED STOR VARIATION AV GESTALNINGSELEMENT, GARDENS BY THE BAY, SINGAPORE.



FIGUR 24. FOTOGRAFI AV INFORMATIONSSKYLT MED ILLUSTRATIV FÖRKLARING AV PLATSENS VATTENHANTERING, TÅSINGE PLADS, KÖPENHAMN.



FIGUR 25. NEDSÄNKNING FÖR VATTENMAGASINERING, TÅSINGE PLADS, KÖPENHAMN.

## GARDENS BY THE BAY

Ett av Singapores stora landmärken är hotellet Marina Bay Sands, vilket liknar en båt som svävar över tre skyskrapor. Här utvecklades ännu en turistdestination. Parken är en del av stadens vision om att bli "a city in a garden" och skulle visa Singapores intentioner att profilera sig som en grön parkstad samt verka för den biologiska mångfalden (National Parks Board 2019b).

### GESTALTNING

Parken stod färdig 2012. Den är 101 hektar stor och rymmer många delar: växthus, konsertområde, vattenpark för barn, olika vattenelement och planteringar med växter från olika världsdelar (Gardens by the Bay u.å). Det är en park med storslagna skulpturer, växter och kreationer, se figur 23. Parkens mest kända inslag är de 18 stycken karaktäristiska "Supertrees" (figur 14) som är mellan 25–50 meter höga stålkonstruktioner med vertikalt planterade växter.

### PROGRAMPUNKT FRÅN REFERENSOBJEKET:

- Tak för skydd av regn och sol bidrar till platser som uppskattas i olika väder.

## REFERENSOBJEKT I ETT TEMPERERAT KLIMAT

För att få en ytterligare breddning av kunskaper valdes även referensobjekt som låg närmare Göteborg i avstånd och klimat. De valdes utifrån platser som tidigare har haft problematik med skyfall och översvämningar. Även dessa referensobjekt skulle uppfylla kriterierna att platsen skulle väcka intresse för oss som besökare och designelement skulle till viss del kunna vara applicerbara på studiens arbetsområde.

### TÅSINGE PLADS

Vid det regn med 1000-års återkomsttid som drabbade Köpenhamn 2014 stod det klart att åtgärder för skyfallshandling krävdes. Torget behövde göras om för att magasinera vatten för att inte förvärra situationen nedströms vid ett ytterligare skyfall. Tåsinge plads besöktes i februari 2017 under kursen Studio staden 15 hp på Landskapsarkitektprogrammet. Platsen dokumenterades med fotografier.

### GESTALTNING

Det nya torget stod färdigt 2015 och var då Danmarks första klimatanpassade stadsrum (Klimakvarter 2015). Det gestaltades som ett parktorg med en nedsänkt lågpunkt, kallad Regnskogen (figur 25). Den andra delen av parken har underjordiska magasin och ovanpå dessa finns gräsytor. Idag tar torget hand om vatten från 8000 m<sup>2</sup> (Klimakvarter 2015). Vid gestaltningen lades stor vikt vid att framhäva vattnet vilket resulterade i informationsskyltar (figur 24) och en gestaltning där besökaren kan pumpa upp insamlad regnvatten.

### PROGRAMPUNKT FRÅN REFERENSOBJEKET:

- Att informera besökaren om varför det ser ut som det gör ökar chansen att förstå och uppskatta platsen.





FIGUR 26. GRÄSVALLEN SKYDDAR VID ÖVERSVÄMNING, CENTRALSJUKHUSET, KARLSTAD.

## CENTRALSJUKHUSET I KARLSTAD

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap anser att Karlstad är ett av de värst utsatta områdena i Sverige för översvämning, då staden är byggd på ett floddelta (SMHI 2018a). Vid ett 100-årsflöde skulle stora delar av staden hamna under vatten och redan vid ett 50-årsflöde skulle Karlstads centralsjukhus översvämmas (SMHI 2018a). Utöver översvämning från älven riskerade sjukhuset att översvämmas från skyfall då dagvattensystemet varit underdimensionerat (SMHI 2018a). Centralsjukhuset i Karlstad besöktes dagtid i december 2018. På plats dokumenterades och fotades området.

### GESTALTNING

En upphöjd gång- och cykelväg blir en skyddsvall mot Klarälvens kant. Där skyddskanten tar slut mot älven har det byggts en vall med en övertäckt spont (stödkonstruktion) i mitten som är gräsbevuxen och omgärdar sjukhuset, så vatten inte översvämmas från sidorna bredvid skyddsvallen, se figur 26. Bakom vallarna finns djupa svackor som kan magasinera vatten tillfälligt. Vattnet leds med marklutning till Klar-

älven genom skyddsvallen och vid höga vattennivåer i älven finns det backventiler som förhindrar vattnet att översvämma land (SMHI 2018a). Vattnet pumpas då istället ut till älven via tre pumpstationer (SMHI 2018a). Efter ombyggnationen skyddas sjukhusområdet från ett flöde med återkomsttid på 10000-år från Klarälven (SMHI 2018a). Projektet beräknas ha kostat cirka 58 miljoner kronor och stod färdigt 2018 (SMHI 2018a).

### PROGRAMPUNKTER FRÅN REFERENSOBJEKET:

- Det kan krävas en kombination av tekniska lösningar och höjdsättning för att motverka översvämning.



# 4. METOD

---

I kapitlet presenteras de metoder som använts för att besvara studiens syfte och frågeställning.



# METOD

## VÄGEN TILL GESTALTNING FÖR ATT SKYFALLSSÄKRA SJUKHUSET

Syftet med denna uppsats var att bidra med kunskap om hur skyfallsmagasin kan integreras i befintliga stadsstrukturer för att säkra samhällsviktig verksamhet och infrastruktur mot skyfall, genom att utveckla gestaltungslosningar inom Linnéstadens avrinningsområde i Göteborg utifrån platsspecifika förutsättningar för att kunna magasinera nederbördsvolymer vid ett 100-årsregn. Gestaltningarna ska även bidra till rekreativa upplevelser och ekologiska värden.

Studien utgick från följande frågeställning:

- Vilka platsspecifika förutsättningar och möjligheter finns det för att skyfallssäkra Sahlgrenska Universitetssjukhuset vid ett 100-årsregn och hur skulle magasinering av vatten kunna lösas genom gestaltning?

För att besvara syftet har ett antal metoder använts. De valda metoderna för att genomföra analyser är följande: delar av Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder, platsstudier (inkluderat Lynch-inspirerad analys och upplevelseanalys).

Det slutgiltiga gestaltungsförslaget bygger dels på resultat från analyserna samt lärdomar från kapitlen Kunskapsöversikt och Referensobjekt. För att utforma ett gestaltungsförslag användes följande metoder: topografisk analys, tidskisser, feedbackmöte, gestaltungsprogram, gestaltungsförslag samt analys av gestaltungsförslaget, enligt figur 27. Urvalet av metoderna beskrivs under respektive rubrik. Resultatet presenteras i A1-format.

### ANALYS OCH PLATSSTUDIER

GÖTEBORGS STADS METOD  
FÖR SKYFALLSÅTGÄRDER  
(ANALYS AV LÄMPLIGHET &  
VAL AV SKYFALLSÅTGÄRDER)  
+  
PLATSSTUDIER  
(UPPLELSEANALYS &  
LYNCH-INSPIRERAD ANALYS)

### GESTALTNINGSPROCESSEN

TOPOGRAFISK ANALYS  
(BERÄKNINGAR, AUTOCAD)  
+  
TIMSKISSER  
+  
FEEDBACKMÖTE  
(PRESENTATION, REVIDERING)  
+  
GESTALTNINGSPROGRAM  
+  
GESTALTNINGSFÖRSLAG  
(ILLUSTRATIONER, PLANER &  
SEKTIONER)  
+  
ANALYS AV  
GESTALTNINGSFÖRSLAG



## ANALYS OCH PLATSSTUDIER

Nedan presenteras de valda metoderna för platsanalys, vilka fungerade som en grund för gestaltungsarbetet. Dessa metoder utfördes parallellt och kompletterar varandra.

### GÖTEBORGS STADS METOD FÖR SKYFALLSÅTGÄRDER

I de strukturplaner som Göteborgs Stad har tagit fram (se kapitel 1) har det konstaterats att det finns ett behov av att magasinera stora mängder vatten vid skyfall. För att lösa skyfallsproblematiken behövs metoder för att kunna genomföra strukturplanen tas fram. För detta utvecklar Göteborgs Stad en metod för framtagande av skyfallsåtgärder i samarbete med Ramboll. Metoden ska vara klar i maj 2019. Denna metod benämns härnäst som Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder. Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder tillämpades i detta arbete för att välja en kombination av lösningar som skyfallsäkrar Sahlgrenska Universitetssjukhuset vid ett regn med återkomsttiden 100 år. Valet av lösningar låg sedan till grund för utformningen av platserna.

Syftet med Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder är att genomföra strukturplanens föreslagna åtgärder genom politisk förankring. Detta genom att identifiera eventuella intressekonflikter, ena olika förvaltningar och aktörer samt hitta lösningar för de föreslagna skyfallsåtgärderna. För att kunna göra detta analyseras kartor som visar markägande, viktiga natur- och kulturvärden, underjordisk infrastruktur samt om området berörs av befintlig detaljplan (Göteborgs

Stad, u.u). Metoden innebär även att välja skyfallsåtgärd. Detta genomförs genom att identifiera vilka typer av magasineringslösningar som passar bäst för de identifierade skyfallsytorna för att besvara studiens frågeställning. De lösningar som föreslås för magasinering på skyfallsytor är våtdamm, torrdamm eller underjordiskt magasin.

Valet att använda Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder som analysmetod gjordes för att genomföra en dagsaktuell analys genom att testa en metod under utveckling. Vi fick tillgång till den ännu inte färdigutvecklade metoden genom att samarbeta med Ramboll. De har tidigare utvecklat skyfallsstrategier för både Köpenhamn och New York (Ramboll 2017). Innan arbetet påbörjades hade Ramboll tagit fram det kartmaterial som analyseras i metoden.

I detta arbete gjordes ett flertal större avgränsningar av Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder. Metoden går ut på att implementera skyfallsåtgärder vilket inte kunde genomföras inom ramen för studien och därför genomfördes endast två av metodens åtta steg. Enligt metoden ingår omledning (stopp) och transport av vattnet (skyfallsleder) men detta genomfördes inte i detta arbete. Detta, i kombination med att det i metoden ska tas politiska beslut, resulterade i att dessa steg endast delvis kunde genomföras.

De antaganden som togs i metoden presenteras i kapitel 5, Antaganden. Nedan presenteras de två genomförda stegen, analys av lämplighet och val av skyfallsåtgärder. De två genomförda stegen granskades av metodutvecklarna på Ramboll innan skyfallsåtgärderna gestaltades.

### ANALYS AV LÄMPLIGHET

Analysen av lämplighet bygger på stadens genomförandeperspektiv och visar om de från strukturplanen specificerade skyfallsytornas placering är lämplig eller ej. Analysen genomfördes därför i detta arbete för att säkerställa att gestaltungsförslaget var möjligt att genomföra i praktiken, i syfte att kunna skyfallssäkra samhällsviktig verksamhet.

Vi kopplade ihop två system för skyfallsåtgärder som var åtskilda i strukturplanens föreslagna placering (se figur 11). Detta ställningstagande gjordes eftersom det primära syftet var att skyfallssäkra Sahlgrenska sjukhuset. Dessa områden uppströms (Skyfallsyta 1: Guldhedshöjden och Skyfallsyta 2: Guldhedsdalen) ansågs vara en del i samma vattensystem, eftersom det påverkade de flöden som slutligen når sjukhuset vid skyfall.

Bedömningarna av kartunderlaget gjordes utifrån metodens klassningssystem (se figur 28) och en färg valdes beroende på om bedömningen blev *positiv* (grön), *osäker* (gul) eller *negativ* (orange).

Sedan fattas beslut från intressentgruppen bestående av markägare och berörda förvaltningar, huruvida arbetet godkänns eller inte för vidare analys. I detta arbete har intressentgrupper identifierats, men det har inte rymts inom arbetets ramar att genomföra möten med dessa intressentgrupper. Ett hypotetiskt antagande gjordes istället om intressentgruppens bedömning. Denna sammanvägda bedömning för skyfallsyta 1–5 utifrån markägande, viktiga natur- och kulturvärden, underjordisk infrastruktur samt om området



Klassning	Konsekvens
<i>Berörs ej</i>	Typåtgärdens placering inom berör ej den aktuella parametern.
<b>Positiv</b>	Typåtgärden medför ingen konflikt för den aktuella parametern och bedöms vara genomförbar för Steg 3 (samt kan i vissa fall medföra potential för positiva mervärden)
<b>Osäkert</b>	Typåtgärdens utformning samt typfallsval enligt strukturplanen behöver ses över för att undvika konflikt. Detta kräver en vidare analys av placeringen med ökad detaljeringsgrad.
<b>Negativ</b>	Typåtgärdens placering berör den aktuella aspekten och bedöms kunna medföra risk för konflikt. Intressentgruppen tar beslut om huruvida det krävs ett omtag av strukturplanens placering av typåtgärder, alternativt om konflikten kan hanteras på alternativ väg (t.ex. ianspråktagande av mark). Beslut tas enligt följande:  A) Fortsatt utredning krävs, men godkänns för vidare analys i Steg 3 B) Fortsatt utredning krävs (avvakta resultat) C) Bedöms ej genomförbar (omtag i strukturplan)

FIGUR 28: UTSNITT FRÅN METODENS EXCEL-FIL SOM VISAR DE KLASSNINGAR SOM PARAMETRARNAS BEDÖMS UTFRÅN.  
© GÖTEBORGS STAD

berörs av befintlig detaljplan redovisas i kapitlet 5 Antaganden.

Enligt metoden får sedan varje system för skyfallsåtgärder en totalbedömning, även denna klassad utifrån färg. I detta steg inkluderas även skyfallsleder och styrning i bedömningen. Då endast skyfallsytorna analyserats i detta arbete inkluderas endast dessa i den sammanvägda bedömningen. Bedömningen blir samma färg som den lägst klassade bedömningen av skyfallsytorna, även detta redovisas i kapitlet Antaganden samt i bilaga 1. Analysen av lämplighet låg till grund för val av skyfallsåtgärder.

#### VAL AV SKYFALLSÅTGÄRDER

För varje skyfallsyta hämtades information från Strukturplan för hantering av översvämningrisker, Linné-

stadens avrinningsområde (2017c) angående magasineringsbehov och tillgänglig markyta. Därefter beskrevs ytans nuvarande markanvändningsområde utifrån platsbesöket. Utifrån dessa aspekter genomfördes en bedömning av platstillgången i förhållande till önskad magasineringsvolym och markyta. Bedömningen klassades som antingen *låg*, *mellan* eller *hög*. En plats med bedömningsklassen *låg* tillgång innebär att en lösning under jord kunde komma att krävas, *mellan* platstillgång betyder att det är osäkert vilken lösning som kan komma att krävas och en *hög* platstillgång innebär att lösningen förmodligen kunde implementeras ovan jord. Skyfallsåtgärder valdes utifrån bedömningen om platstillgång och utifrån den prioriteringsordning som metoden förespråkar: våtdamm, torrdamm, underjordiskt magasin vilket redovisas i resultatet samt i bilaga 2.

## PLATSSTUDIER

Platsstudier genomfördes för att kunna bidra till rekreativa upplevelser och ekologiska värden för att uppnå syftet. Det första platsbesöket genomfördes för att skapa en uppfattning av sjukhusområdet och dess koppling till Botaniska Trädgården. Vi undersökte även kommunikationsstråk till och från området. Platsbesöket genomfördes till fots på dagtid 2018-10-12. Områdena fotograferades och diskuterades under besöket.

Det andra platsbesöket genomfördes för att skapa en grundläggande förståelse för topografi och koppling mellan de av strukturplanen utpekade platserna för skyfallsytorna. Platsernas rörelsestråk, naturliga och byggda element, funktion, estetik, vatteninslag och dess omgivning diskuterades och fotograferades. Den fysiska miljön inventerades och analyserades med utgångspunkt i en Lynch-inspirerad analys vilken bygger på en teori om fem designelement (Lynch 1960). Besöket syftade till att konkretisera frågeställningen. Arbetsområdet besöktes till fots under dagtid 2018-12-05.

Det tredje platsbesöket genomfördes endast på sjukhusområdet och strukturplanens planerade skyfallsvägar studerades för att skapa förståelse kring hur gator, byggnader och blåljusvägar mötte områdets lågpunkter. Under besöket diskuterades och fotograferades miljöer och platser. Arbetsområdet besöktes till fots på dagtid 2018-12-07.

Ett fjärde platsbesök genomfördes med fokus på att förstå platsernas höjdsättning ännu bättre för skyfallsyta 1 och 2 (Guldhedshöjden och Guldhedsdalen).



Besöket genomfördes under gestaltningsprocessens senare del och de tänkta gestaltningarna diskuterades på plats. Besöket var till fots under dagtid 2019-01-30.

#### LYNCH-INSPIRERAD ANALYS

Den Lynch-inspirerade analysen bygger på att förstå områdets struktur och hur det upplevs av besökare som rör sig till fots. Syftet med studien är att gestalta skyfallslösningar, men för att skapa en fungerande plats för användaren bör ytterligare värden och utmaningar förstås. Detta var skälet till att analysen genomfördes. Lynchs teori om fem designelement: "Path, edges, districts, nodes and landmarks" (Lynch 1960) översattes till stråk, barriärer, kvarter, noder och landmärken. Ett stråk definierades som centrala gång-, cykel- och i vissa fall även bilvägar.

Stråken kan vara anlagda eller informella gångvägar där människor exempelvis genar över en gräsplan. Barriär definierades som något som leder till att besökaren upplever ett hinder. Det kan antingen vara ett visuellt hinder, exempelvis en väg som är enkel att ta sig över eller ett faktiskt hinder som exempelvis staket, brant topografi eller en motortrafikled utan gångöverfarter. Begreppet kvarter definierades som ett bebyggt område med sammanhängande arkitektur eller karaktär. Detta begrepp blir mer intressant att använda i stadsplaneringssammanhang och får därför inget fokus i denna analys. En nod definieras som en samlingspunkt. Noder kan exempelvis vara en stor arbetsplats, en hållplats eller ett populärt besöksmål. Det sista begreppet landmärke definierades som något

utmärker sig från omgivningen och ger en karaktär till omgivningen. Det kan exempelvis vara ett hus, en höjd eller en staty.

Under platsbesök två inventerades platserna med Lynch designelement i åtanke. Detta innebar att elementen i både natur- och bebyggd miljö diskuterades och utvärderades. Därefter sammanställdes analysplaner som hittas i resultatet.

#### UPPLEVELSEANALYS

Analysen genomfördes i samband med platsbesök och bygger på hur platserna upplevdes av oss utifrån vårt perspektiv som landskapsarkitekter. Upplevelseanalysen genomfördes som ett komplement till den Lynch-inspirerade analysen för att få in ytterligare perspektiv. Följande parametrar analyserades: rumslighet, hur platsen används, årstidsvariationer samt kontakten med omkringliggande blågröna strukturer. På respektive föreslagen skyfallsyta diskuterades dessa parametrar utifrån våra upplevelser av platsen.

Rumslighet analyserades för att det påverkar hur platsen upplevs och används. Rumslighet definierar vi som den volym eller tomrum som skapas av platsens topografi, grönstruktur eller bebyggda element. Det påverkas av dess proportioner och skala. Detta gjordes genom att identifiera dessa strukturer genom att ställa frågorna:

- Vilka element skapar rumslighet på platsen?
- Finns det olika rumsligheter i olika skalor på platsens? Hur påverkar de varandra?

Analysen genomfördes genom att vi lyssnade och skrev ner vad vi hörde. Ljudbilden varierar stort mellan tid på dygnet och årstider. Därmed blir analysen en beskrivning av hur vi upplever platsens ljudbild under våra platsbesök dagtid under oktober-januari.

Genom iakttagelser analyserades hur platsernas användes av besökare och observationer antecknades på plats. Människors användning av platser varierar stort mellan tid på dygnet och årstider. Därmed blir analysen en beskrivning av hur platsen användes under våra platsbesök dagtid under oktober-januari.

Årstidsanalysen innebar att vi, utifrån våra kunskaper inom växtmaterial, identifierade vilka växtmaterial som får en varierande karaktär över året. Detta genomfördes för att upplevelsen av en plats kan variera stort över året och den slutliga gestaltningen bör ta hänsyn till detta.

Den sista parametern som analyserades i upplevelseanalysen var platsens kontakt med blågröna strukturer. Detta gjorde vi genom att ställa oss frågorna:

- Finns utblickar till och från platsen gällande grönytor i form av park- och naturmark? I så fall, vilka?

Alla analysparametrar sammanfattades för respektive skyfallsyta i text och presenteras i resultatet under rubriken upplevelseanalys.



## GESTALTNINGSPROCESSEN

Följande metoder utfördes parallellt och de olika metoderna kompletterar varandra. För var och en av platserna genomfördes tidskisser för att identifiera utvecklingsmöjligheter och svårigheter. En tidskiss är en metod för idégenerering där gestaltungsutmaningarna belyses från olika håll. Den bygger på snabba skisser och diskussioner. Skissarbetet utvecklades gemensamt där kunskapsöversikten, analyser, platsstudier och studieresa låg till grund för beslut och avvägningar.

Sedan genomfördes topografisk analys vilket var en stor del i gestaltungsprocessen då denna utgjorde grunden för gestaltungsloösningarnas funktion som skyfallsmagasin. Volymberäkningar genomfördes med hjälp av AutoCad för att laborera med höjder och volymer. Därefter reviderades gestaltungsningen utifrån feedback och sedan utfördes detaljstudier för de fem skyfallsytorna.

### TIMSKISSER

I arbetet genomfördes flera tidskisser för att generera idéer. Skissande varvades med diskussioner. Därefter kombinerades de olika idéerna och sammanställdes i ytterligare skisser. För varje skyfallsyta genomfördes en inledande tidskiss. Utvalda delar av resultatet från tidskisser presenteras som bilaga 4 för att redovisa gestaltungsprocessen. De skisser som visas i bilagan var både förslag som förkastades samt idéer som finns med i den slutliga gestaltungsningen.

Fokus vid de första tidskisserna var att identifiera styrkor, svagheter och möjligheter på platserna samt att få igång idégenerering. Därefter gjordes vidare

skissande för de desingelement som ansågs ge tydligast karaktär till platsen. Exempelvis bedömdes skyfallsyta 3: Entrétorget efter den inledande skissen ha potentialen att bli ett föregångsexempel för vattenhantering. Idéen att gestaltungsningen kunde bli en tongivande plats som visar hur god gestaltungsning kan kombineras med skyfallsåtgärder formades. Detta medförde ett behov av ytterligare en tidskiss. Under tidskissen testades olika konceptuella formgivningar med inspirationer från tidigare platsbesök, kunskapsöversikt och egen fantasi. En övergripande design för skyfallsyta 3: Entrétorget togs fram men ett behov av vidare skissande på detaljer fanns. För ytan genomfördes därför ytterligare en tidskiss som fokuserade på tak, vattenelement, färger, belysning och hur de kunde integreras på platserna på bästa sätt. Materialet som användes under tidskisserna var skisspapper och pennor.

Under den sista tidskissen bearbetades gestaltungsfrågor utifrån punkterna som togs upp under feedbackmötet (se under rubrik Feedbackmöte). Vissa idéer utvecklades medan andra förkastades. Principer togs fram för höjdsättning och utformning av skyfallsytorna samt för hur vattnet leds in och ur dessa. Material som användes var skisspapper, pennor och AutoCAD.

### TOPOGRAFISK ANALYS

Förståelse för skyfallsytornas topografi var en förutsättning för att kunna höjdsätta marken för att magasinera skyfall. En grundförståelse skapades under platsbesöken men fördjupning gavs genom arbete i AutoCAD. Programmet användes för att få en fördjupad

förståelse för markens befintliga höjder och vilka ingrepp som krävdes för att kunna magasinera vatten vid skyfall. Denna metod valdes för att utläsa exakta höjder samt för att kunna modellera, rita sektioner och nya tillägg. Filen som användes var en DWG-fil som tillhandahållits av Göteborgs Stad. Parallellt med skissandet genomfördes även beräkningar på hur mycket vattenvolymer som skulle få plats på de olika skyfallsytorna vid olika ingrepp. Den topografiska analysen låg till grund för gestaltungsningens illustrationsplaner och sektioner. Under rubriken topografisk analys sammanfattas principerna för höjdsättning för respektive skyfallsyta som bygger på beräkningarna och arbetet i AutoCAD.

Grunden till illustrationsplaner och sektioner var att studera höjdkurvor och rita in nya höjder för att skapa nya volymer, i form av omslutande vallar där vatten kan magasineras. För varje skyfallsyta där vallar föreslogs testades ett stort antal höjder för vallarna alternativt en nedsänkning av markhöjder. Utifrån dessa genomfördes beräkningar för att undersöka hur stor volym vatten som kunde få plats (se ekvation för beräkningar nedan) samt ritande av sektioner vilka visade nya markhöjder i genomskärning och hur de möter befintliga höjder. Genom dessa sektioner, där även skalgubbar lades in kunde en förståelse fås för hur den nya markhöjden kunde upplevas. Utifrån de olika prototyperna valdes nya markhöjder som ansågs passa bäst för de olika ytorna utifrån respektive skyfallsytas gestaltungsprogram.



## BERÄKNINGAR

Beräkningarna bygger på grova uppskattningar. För exakta värden av magasineringsvolymen krävs ytterligare analysverktyg, men de visar att med en liknande gestaltning går det att rymma den vattenvolym som krävs. För volymbereäkningen användes formeln:

$$\text{Area} * \text{djup} = \text{Volym}$$

Arean hämtades från DWG-filen och djupet varierade beroende på den önskade magasineringsvolymen. Efftersom marken varierar i höjd krävdes en uppskattning av värdet för släntvolymen för att kunna ge en mer reell uppskattning av den faktiska volym som kan magasineras. Detta värde subtraherades från volymsberäkningen. Formeln som användes var:

$$\left(\frac{\text{höjd} * \text{längd}}{2}\right) * \text{omkrets} = \text{Volym}$$

Höjd innebar vattenvolymens höjning, längd var ett uppskattat medelvärde på släntlutningarnas längd och omkrets var sträckan runt skyfallsytan, alltså längden på den höjdkurva som vallen anslöt till. Uträkningarna finns i bilaga 3.

Genom att studera befintliga höjder och lutningar användes AutoCAD även för att analysera in- och utflöden till de olika skyfallsytorna. Detta för att förstå och möjliggöra vattnets väg vid ett skyfall men också för vattenhanteringsfunktion vid vanliga regnmängder och kunna vara en del av dagvattenhanteringen.

## FEEDBACKMÖTE

En presentation på delar av resultatet hölls inför yrkesverksamma inom stadsplanering på Ramboll i Göteborg. Gestaltningen presenterades i enkla plankartor och sektioner för att visa hur skyfallen magasineras. Därefter hölls en diskussion där landskapsarkitekter och andra kompetenser inom stadsutveckling ställde frågor samt gav förslag om gestaltningen. Dessa delar utvecklades i tidskisser. Feedbackmötet genomfördes 2019-01-31.

## GESTALTNINGSPROGRAM

Programpunkter låg till grund för platsernas gestaltning. Utifrån kunskapsöversiktens sammanfattning skrevs programpunkter som låg till grund för alla platsernas gestaltning. Sammanfattningen från kunskapsöversikten valdes utifrån de teoretiska delar som ansågs vara möjliga att applicera i en gestaltning i en svensk kontext. Denna sammanfattning utgjorde programpunkter för gestaltningen. Även från insikter och lärdomar utifrån kapitel 3, Referensobjekt, gjordes ett urval av insikter som ansågs vara möjliga att applicera i en gestaltning i en svensk kontext.

Sedan formulerades programpunkter för var och en av skyfallsytorna utifrån analys och platsstudier. Olika gestaltningskoncept diskuterades för att identifiera de olika platsernas karaktär. Gestaltningsprogrammet utgjorde bryggan från dessa delar till gestaltningen.

## GESTALTNINGSFÖRSLAG

Program som användes var AutoCAD, SketchUp, Adobe: Illustrator, Photoshop och InDesign. Vilken detaljeringsgrad gestaltningsförslagen fått varierar mellan skyfallsytorna då genomförandet av ett potentiellt projekt på platsen varierar i komplexitet. Skyfallsyta 3: Entrétorget är den plats med högst detaljeringsgrad, detta på grund av vår bedömning att platsen är extra komplex. Ett torg utanför en sjukhusentré kräver ett gediget gestaltningsarbete då många funktioner utöver vattenmagasinering behövs för ett fungerande förslag.

Parallellt med arbete i datorprogrammen genomfördes skissande för hand. Denna del tog vid efter att tidskisserna var genomförda. Denna process var iterativ och betydande för framtagandet av gestaltningsförslaget. Skissande som metod användes för undersökning av detaljer och för förståelse av hur gestaltningens element kan uppfattas i förhållande till sin omgivning. Utifrån idégenereringarna fanns en första idé av hur detaljer och platsernas form kunde se ut. Dessa idéer utvecklades vidare utifrån gestaltningsprogrammet, den Lynch-inspirerade analysen samt upplevelseanalysen. Först efter att platsernas funktion som magasineringsyta fastställdes utifrån den topografiska analysen kunde besluten kring den slutgiltiga gestaltningen tas.



## KONSEKVENSANALYS AV GESTALTNINGSFÖRSLAG

Följande kategorier och kriterier fungerade som verktyg för att göra den aggregerade analysen av respektive gestaltad skyfallsyta, som presenteras i diskussionskapitlet:

*Skyfallshantering* analyserades utifrån om bedömning gällande dimensioneringen ansågs vara tillräcklig för att kunna magasinera den föreslagna vattenvolymen.

*Funktion* analyserades utifrån platsens nya användningsområden. Ett kriterium för analysen var om fler funktioner implementeras i gestaltningen än vad som fanns tidigare.

*Användarvänlighet* analyserades utifrån om antalet stråk ökade eller minskade samt om dess tillgänglighet (i form av lutning) förbättrats eller ej. Även övriga funktioner som gestaltningen förespråkar, exempelvis trapp och lekytor analyserades utifrån tillgänglighetsperspektivet.

*Genomförbarhet* analyserades utifrån den kostnad för magasineringsytor som presenterades i Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder i förhållande till platsens nya användningsområde, se bilaga 2. Ett kriterium för denna analys var om platsen var i behov av ombyggnation eller ej.

Slutligen analyserades gestaltningen utifrån om *syftet* uppnås. Då skyfallshantering och rekreativa värden redan analyserats syftade analysen på om gestaltningen antas öka eller minska de ekologiska värden som finns på platsen.



# 5. ANTAGANDEN

---

I kapitlet presenteras antaganden som gjordes i studiens huvudmetod: Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder.



# ANTAGANDEN

## ANTAGANDEN AV INTRESSEGRUPPENS BESLUT

Nedan presenteras antaganden som gjordes i arbetets huvudmetod: Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder. En sammanfattad tabell övere metoden hittas i bilaga 1.

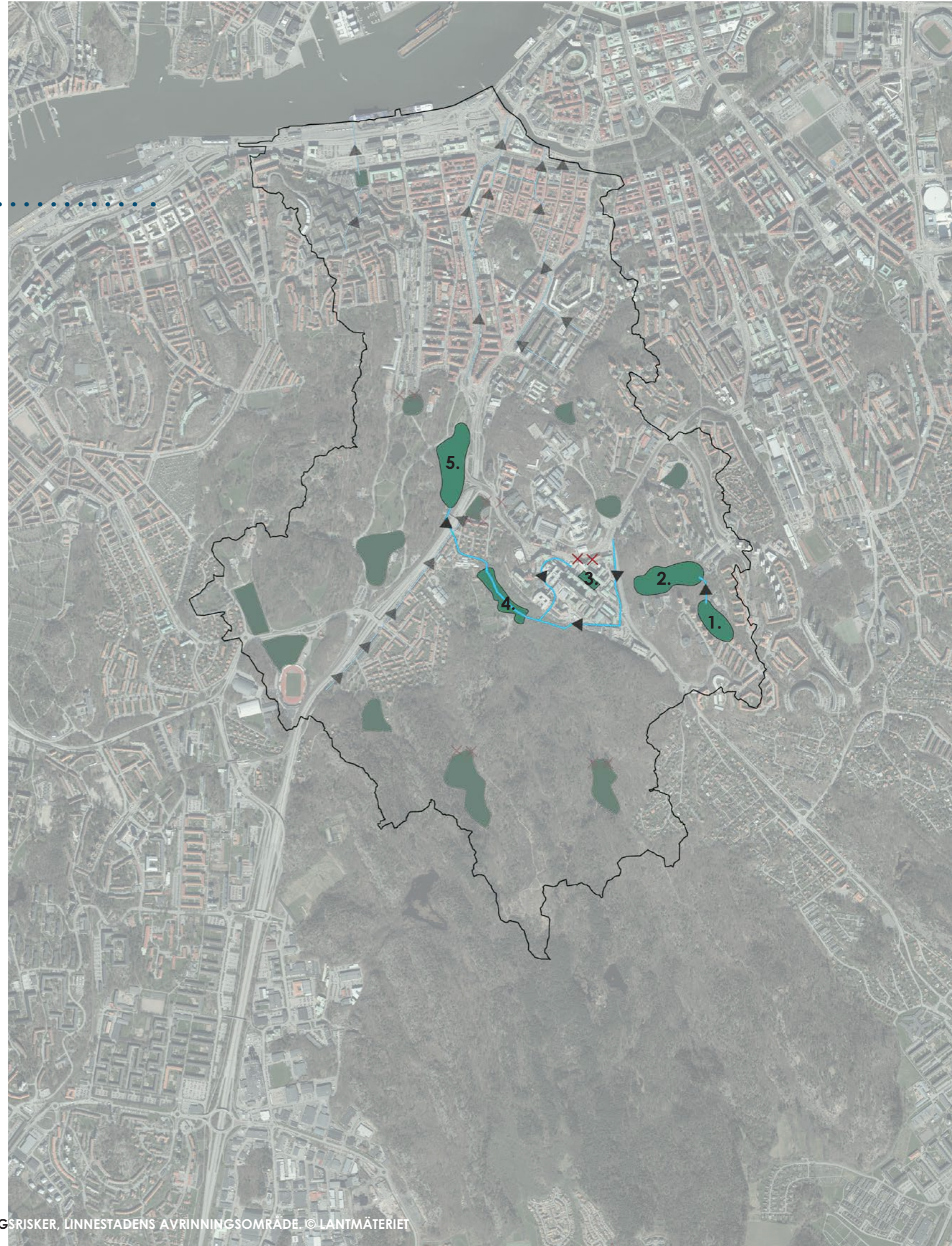
## ANTAGANDEN FÖR ANALYS AV LÄMPLIGHET

Nedan presenteras våra beslut för respektive skyfallsyta, utifrån färgklassningen av varje enskild yta. Därefter gjordes ett antagande av intressentgruppens beslut om totalbedömningen.

Skyfallsyta 1: Guldhedshöjden klassades som *positivt* (grön färg) samt att åtgärden ej skulle medföra konsekvenser där intressekonflikter uppstod. Därför antogs beslutet om totalbedömning från intressentgruppen för skyfallsyta 1 vara *positivt* (grön färg).

För Skyfallsyta 2: Guldhedsdalen bedömdes förslaget kunna tas vidare trots att den fått klassningen *osäkert* (gul färg) på parametern natur- och kulturvärden. Detta ställningstagande togs eftersom gestaltningen ansågs kunna ta hänsyn till platsens natur- och kulturvärden. Angående det kulturvärde som finns på platsen, en fornlämning, krävs ytterligare utredningar, men det bedömdes möjligt att göra en gestaltning som inte inkräktar på fornlämningen. Därför antogs beslutet om totalbedömning från intressentgruppen för skyfallsyta 2 vara *osäkert* (gul färg).

För Skyfallsyta 3: Entrétorget bedömdes förslaget kunna tas vidare trots att den fått klassningen negativ (orange färg) på





parametrarna rådighet, planer- och program samt teknisk infrastruktur. Det privata fastighetsbolag som äger marken antogs vara intresserade av att skyfallssäkra sina fastigheter trots att det innebär eventuell ändring i detaljplan samt omledning av mindre ledningar under mark. Därför antogs beslutet om totalbedömning från intressentgruppen för skyfallsyta 3 vara *osäkert* (gul färg).

För Skyfallsyta 4: Vitsippsdalen bedömdes förslaget inte kunna tas vidare på grund av att den fått klassningen *osäkert* (orange) för parametrarna rådighet samt natur- och kulturvärden. Den föreslagna platsen, Vitsippsdalen, är belägen i Änggårdens naturreservat och Göteborgs Botaniska Trädgård. Vitsippsdalen har en naturlig bäck med ädellövskog och är ett populärt besöksmål. Området faller inom riksintresse för kulturmiljö, friluftsliv och naturmiljö. Det klassas även som ett ekologiskt känsligt område. Detta ger platsen ett särskilt starkt juridiskt skydd. Därför antog vi att intressentgruppens bedömning fortsatt skulle bli *negativt* (orange färg).

På grund av denna klassning frångicks den föreslagna placeringen av skyfallsytan. Skyfallsyta 4 förflyttades därför till Vitsippsdalens inlopp (strax uppströms från den tidigare föreslagna ytan) där marken redan exploaterats. Den nya ytan är placerad inom Sahlgrenska sjukhusets område (privat mark) och för denna yta genomfördes analys av lämplighet, vilket presenteras i bilaga 1. Ytan fick klassningen *negativt* (orange) på parametern rådighet. Vi antog att intressentgruppen beslut blev att processen kunde gå

vidare trots detta eftersom fastighetsägaren antas vara intresserade av att skyfallssäkra. Därför antogs beslutet om totalbedömning från intressentgruppen för skyfallsyta 4 vara *osäkert* (gul färg).

För Skyfallsyta 5: Fågeldammen bedömdes förslaget kunna tas vidare trots att den fått klassningen *negativt* (orange färg) på parametern natur- och kulturvärden då området ligger inom ekologiskt känsligt område och klassas som riksintresse för kulturmiljö. Ställningstagandet att gå vidare gjordes efter platsbesök och analys som visade den befintliga dammens stora renoveringsbehov samt att en gestaltning skulle kunna bevara både platsens karaktär och till stor del behålla de ekologiska värdena. Därför antogs beslutet om totalbedömning från intressentgruppen för skyfallsyta 5 vara *osäkert* (gul färg).

Den sammanvägda bedömningen utifrån klassningen blev *osäkert* (gul). Detta betyder att vidare utredning krävs men utifrån övriga analyser och platsbesök togs beslutet att fortsätta till metodens nästa steg, val av skyfallsåtgärder.

SKYFALLSYTA	BESLUT
1	Bedömdes positivt.
2	Bedömdes osäkert.
3	Bedömdes osäkert.
4	Bedömdes osäkert.
5	Bedömdes osäkert.

TABELL 1: TABELLEN VISAR VÅRT BESLUT OM INTRESSENTGRUPPENS BESLUT UTIFRÅN ANALYSEN AV LÄMPLIGHET.



## ANTAGANDEN FÖR VAL AV SKYFALLSÅTGÄRDER

Skyfallsyta 1: Guldhedshöjden fick klassningen *positiv* (grön färg) i Analys av lämplighet. Val av skyfallsåtgärd blev torrdamm, detta på grund av att platstillgången bedömdes hög. Beslutet att inte välja våtdamm, vilket bör prioriteras först enligt metodens prioriteringslista, togs på grund av den nuvarande markanvändningen på platsen. Placeringen bredvid förskolor skulle innebära en alltför stor säkerhetsrisk.

Skyfallsyta 2: Guldhedsdalen fick klassningen *osäkert* (gul färg) i Analys av lämplighet. Platsstudier genomfördes som en form av vidare analys av de platsspecifika förutsättningarna. Valet av skyfallsåtgärd blev våtdamm, enligt metodens prioriteringsordning, men i praktiken kommer endast mindre områden inom skyfallsytan ha en stående vattenyta, detta på grund av att tillrinningen till området inte är tillräckligt stor för att skapa stora ytor med stående vattenyta.

Skyfallsyta 3: Entrétorget fick klassningen *osäkert* (gul färg) i Analys av lämplighet. Platsstudier genomfördes som en form av vidare analys av de platsspecifika förutsättningarna. Valet av skyfallsåtgärd blev våtdamm enligt metodens prioriteringsordning.

Skyfallsyta 4 (med ny placering): Vitsippsdalen fick klassningen *osäkert* (gul färg) i Analys av lämplighet. Platsstudier genomfördes som en form av vidare analys av de platsspecifika förutsättningarna och den bedömdes som en möjlig plats för skyfallsåtgärder. På grund av låg platstillgång blev val av skyfallsåtgärd underjordiskt magasin.

Skyfallsyta 5: Fågeldammen fick klassningen *osäkert* (gul färg) i Analys av lämplighet. Klassningen osäkert innebär att osäkerheter kring ytans placering fanns och att vidare analys av placeringen krävdes. Platsstudier genomfördes som en form av vidare analys av de platsspecifika förutsättningarna. Valet av skyfallsåtgärd blev våtdamm, efter metodens prioriteringsordning.

Ledningsdata och andra underlag studerades för skyfallsyta 3 (Entrétorget) och 4 (Vitsippsdalen) där vissa ledningar bedöms orimligt att flytta på. Gestaltningen anpassades därför efter dessa och på de ytor som planerades att gräva djupt bedömdes befintliga dagvattenledningar vara möjliga att flytta då det rör sig om mindre dagvattenledningar.

SKYFALLSYTA	BESLUT
1	Torrdamm.
2	Våtdamm.
3	Våtdamm.
4	Underjordiskt magasin.
5	Våtdamm.

TABELL 2: TABELLEN VISAR VÅRT BESLUT OM VAL AV SKYFALLSYTA UTIFRÅN ANALYSEN AV LÄMPLIGHET.



# 6. RESULTAT

---

I kapitlet presenteras gestaltningsförslaget som besvarar frågeställningen i A1-format. Förslaget grundar sig i programpunkter vilka hämtats från kunskapsöversikten, referensobjekt samt analyser och platsstudier.







# GULDHEDSHÖJDEN

## SKYFALLSYTA 1



LYNCH-INSPIRERAD ANALYS SKALA 1:2500/A1

### FÖRSLAGET

Skyfallsytan gestaltas som en multifunktionell yta med plats för både programmerad och spontan lek. På platsen finns en nedsänkt grusyta för sport och lek, läktare med tak som skyddar mot sol och regn. Två nya kullar har skapats i kanten till den nedsänkta ytan som ger en pulkbacke under vinterhalvåret. Nya fruktträd planteras på platsen för att öka biodiversiteten.

### PROGRAMPUNKTER

- #### FRÅN KUNSKAPSÖVERSIKTEN
- Förmedla de multifunktionella fördelarna som blågrön infrastruktur har för att kunna implementera dessa projekt.
  - Ha ett medvetet förhållningssätt till hela avrinningsområdet för en lyckad skyfallshantering.
  - Ta tillvara på de befintliga ekosystemerna eftersom dessa bidrar till viktiga ekosystemtjänster.
  - Infiltrera och fördröja olika stora regnmängder med olika lösningar. Detta för att inte fördrämma mindre bäckar när fördröjningsmagasin dimensioneras för stora nederbörds-mängder.
  - Ha en grönstruktur med variation i arter och habitus för att mildra värmeeffekter.
  - Innefatta gröna miljöer för att bidra till människors välmående, och för de ytor på sjukhusområdet även bidra till patienters tillfrisknande.

### FRÅN REFERENSPROJEKT

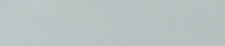
- Tak för skydd av regn och sol bidrar till platser som uppskattas i olika väder.
- Tydlig pedagogik om vattnet igenom parken ger besökaren förståelse för värdet av blågrön infrastruktur.

### FRÅN PLATSBESÖK

- Multifunktionella ytor.
- Plats för spontan och programmerad lek.

### VATTENVOLYM

2.500m<sup>3</sup>  
Motsvarar 2,5 simbasänger (25m x20m x2m)



I en svacka uppe på Guldhedshöjden ligger skyfallsytan mellan förskolor, skolor och bostadshus. Platsen används idag som en förlängning av förskolegården och uteklassrum för de omkringliggande skolorna. På den planerade skyfallsytan finns idag en mindre inlagd grusfotbollsplan, en yta med odlingslådor och nyplanterade äppelträd. Från denna höjd leds vatten vidare i en naturlig ravin ner till Guldhedsdalen.

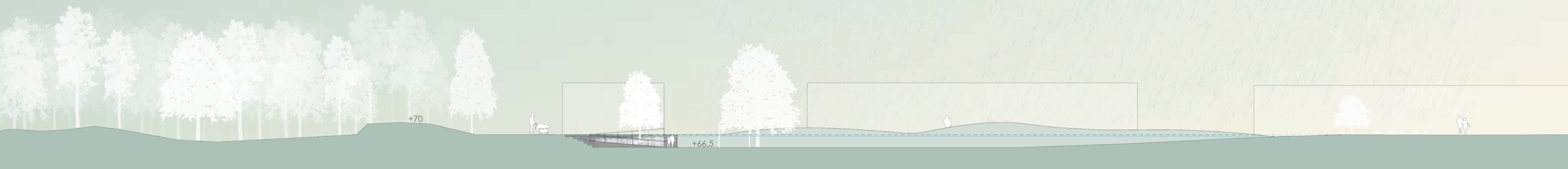
### TOPOGRAFISK ANALYS

Magasinet läggs på en lägre markhöjd än omgivande mark vilket skapar en naturlig avrinning till magasinet. Skyfallsytan behöver vara 1,18 meter djup om den har arean 2125 m<sup>2</sup>.

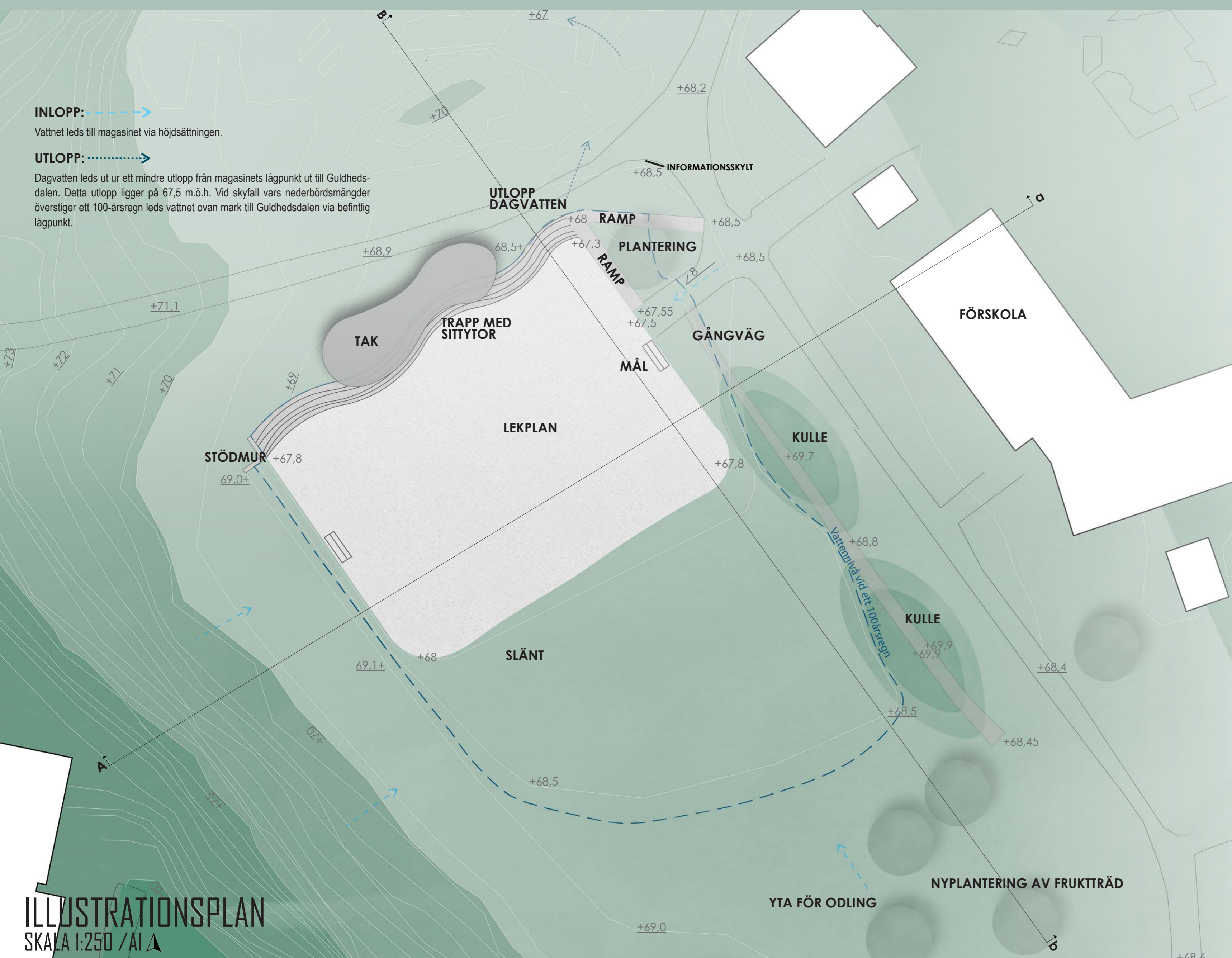
### PLACERING



A-a SNITT 1:500 NEDSÄNKNING AV LEKYTA.



B-b SNITT SKALA 1:250 /A1 NEDSÄNKNING AV LEKYTA.



**INLOPP:**  
Vattnet leds till magasinet via höjdsättningen.

**UTLOPP:**  
Dagvatten leds ut ur ett mindre utlopp från magasinet ut till Guldhedsdalen. Detta utlopp ligger på 67,5 m.ö.h. Vid skyfall vars nederbörds-mängder överstiger ett 100-årsregn leds vattnet ovan mark till Guldhedsdalen via befintlig lägpunkt.

### VÄXTER

På platsen planteras fruktträd och bärsbuskar, dessa arter ger både värblomning och möjligheter för skörd. Arterna som väljs är enkla att sköta samt sorter utan taggar. I växtbädden vid rampen planteras en låg spirea samt kopparhåggmispel som båda blommar i vitt och får röda höstfärger.

Höstfärg björkspirea Blommande fruktträd Häggmispel

### MATERIAL & DETALJER

De nya kullarna består av gräs och på sportplanen läggs grus. Trapp och ramp gjuts i betong med räcken i lackerat stål. I den vägformade trappen integreras sittytter i trä och även under taket finns träbänkar. Nattetid tänds belysning i taket vilket lyser upp sittplatserna. Taket hålls upp av pelare och består av trä och stål.

Gräskullar Grus Trä Tak Vägformad trappa Sittplatser

### ILLUSTRATIONSPLAN

SKALA 1:250 /A1



# GULDHEDSDALEN

## SKYFALLSYTA 2



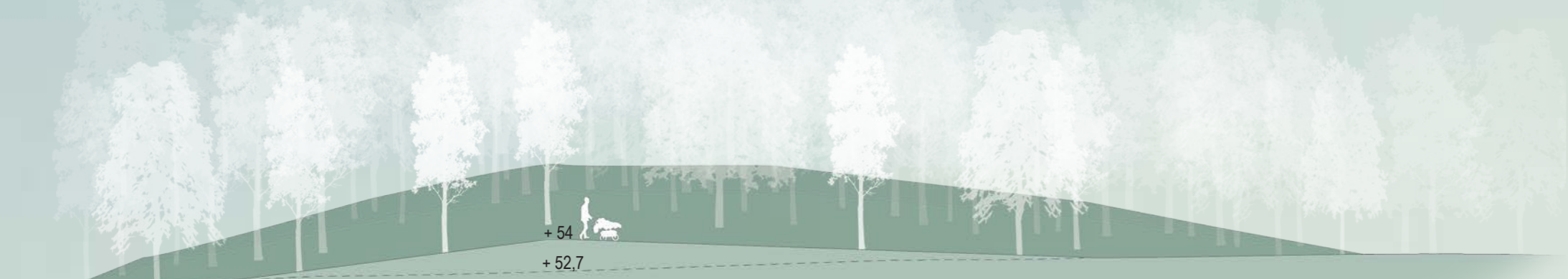
## FÖRSLAGET

För att kunna magasinera vatten i Guldhedsdalen krävs förstärkta vallar i tre steg, detta skapar flera mindre magasineringsskyfall som inte utgör ett lika stort visuellt ingrepp. Ingreppen anpassas i största mån till naturområdets karaktär och därför byggs vallar som planteras med gräs. Det finns informationsskyltar som förklarar den blågröna infrastrukturens relevans för skyfallsåtgärder och ekosystemtjänster.

Skyfallsåtgärden gestaltas som tre separata vallar. På vallarna skapas nya promenadstråk genom området. Genom vallarna finns rör dimensionerade för små regn som leder vattnet vidare i naturmarken, detta för att inte fördämma naturområdet helt och bevara naturmiljöer. Vid stora skyfall, när infödet till magasinet är större än utflödet, fylls magasinet upp. Förutom att minska volymen vatten som når Sahlgrenska sjukhuset vid skyfalls förhindrar detta förslag även erosion av naturmarken.

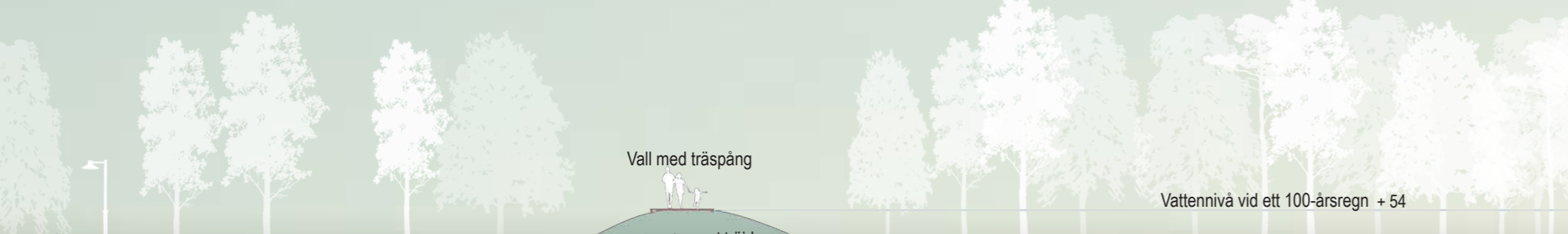
De ekar (*Quercus robur*) som växer på området höjder antas inte påverkas av de ingrepp som implementeras nedströms. Ekarna nere i dalen kan påverkas negativt och några enskilda träd behöver tas bort för implementeringen av skyfallsåtgärden. Den övriga sumpskogen som finns på platsen är till stor del primärarter och väntas därför kunna återställas relativt snabbt efter ingreppet. Till viss del kan implementeringen med nya vallar bidra till större ytor av stående vattenyta vilket kan utöka denna biotops area.

## VALL 1



A-a SNITT 1:250 UPPHÖJNING AV GÅNGVÄGEN UPP OCH ÖVER

## VALL 2



B-b SNITT 1:250 LÅNGSTGÅENDE GENOMSKÄRNING AV DELAR AV VALL 1 SAMT MAGASINERINGSVOLYMN

## VÄXTER

Vallarna byggs med bland annat jord där gräs planteras för att integrera vallarna i omgivningen. På platsen återplanteras även träd av de arter som tas ned vid anläggning vilket inkluderar ek, al, björk och hassel.



Gräsvallar



Hassellund



Ekar

## MATERIAL & DETALJER

På vallarna byggs en träspång som leder besökaren runt det nya promenadstråket. Vid de platser där fallhöjd finns från vallarna byggs ett räcke med ledstäng, även denna i trä. Gångvägarna på vallarna möter spångar på plint som följer dalens topografi. Vid utflyktsplatsen finns träsitbänkar med utsikt över naturområdet.



Räcke vid fallrisk



Träspångar



Träbänkar

## ILLUSTRATIONSPLAN

SKALA 1:1000 / A1

## ANALYS & PLATSSTUDIER

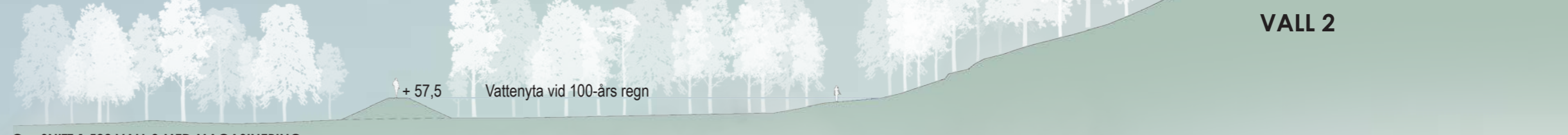
Guldhedsdalen är belägen på höjden ovanför Sahlgrenska sjukhuset med brant topografi och berg i dagen. Det finns stråk i form av asfalterade promenadslingsor genom området. Övrig terräng är relativt svårtilgänglig med träd, sly, stående vatten och branta sluttningar. Dessa bergväggar upplevs som barriärer men väl uppe på dem syns utblickar över skogsområden och Sahlgrenska sjukhuset. Idag finns en sumpskog i Guldhedsdalen tack vare en gräsbeklädd vall som fördröjer vatten i en dalgången. Vattnet leds från sumpskogen under vallen via ett rör ner i en bäck som rinner mot Sahlgrenska sjukhuset. När vattnet kommer ned till Ehrenströmgatan leds det vidare genom ledning under mark till sjukhusområdet. Ehrenströmgatan upplevs som en barriär vid rörelse mellan Guldhedsdalen och Sahlgrenska sjukhuset.

### GÖTEBORGS STADS METOD FÖR SKYFALLS-ÅTGÄRDER

Placeringens lämplighet bedöms osäker (gul) utifrån antaganden av intressentgruppens beslut (kapitel 5). Val av skyfallsåtgärd blev våtdamm med magasineringsvolymen 10.500 m<sup>3</sup>. Den sammanvägda bedömningen av möjligheten att implementera de valda skyfallslösningarna blev positiv (grön).

### UPPLEVSEANALYS

Träd, höjder och gångbanomas sträckning är de element som främst påverkar rumsligheter på platsen för skyfallsytan. De upplevs ofta som småskaliga och varierar i form och karaktär vid rörelse genom



C-c SNITT 1:500 VALL 3 MED MAGASINERING

### FRÅN REFERENSprojekt

- Synligt vatten i offentliga miljöer bidrar positivt till besökarens upplevelse, vattenspegel och fontäner ger ett visuellt intressant uttryck samt reducerar brus.
- Tydlig pedagogik om vattnet igenom parken ger besökaren förståelse för värdet av blågrön infrastruktur.

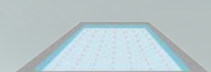
### FRÅN PLATSbesök

- Bevara platsen karaktär.
- Skapa nya rekreativstråk.

### VATTENVOLYM

10.500 m<sup>3</sup>

Motsvarar 10,5 simbasänger (25m x20m x2m)



området. Skillnaderna förstärks av variationen i växtmaterial. Vissa områden med mycket sly, tätvuxna träd och buskar upplevs som mer slutna än de platser där träden är större och utblickarna längre. Genom området finns en mindre bäck som porlar och delvis "överröstar" buller från väg. På platsen hörs mycket fågelkvitter. Området verkar användas som stråk till bostäder som ligger i nära anslutning till platsen samt för löpning och promenad. Genom att undersöka spår i snön såg vi att människor främst rörelse sig längs med gångstråken och uppe på den vall som omgärdar sumpskogen. Platsen består främst av lövskog vars karaktär särskilt brukar framhävas vid vårens lövsprickning samt vid höstfärgningen. Guldhedsdalen är en betydande del av den blågröna strukturen i området.

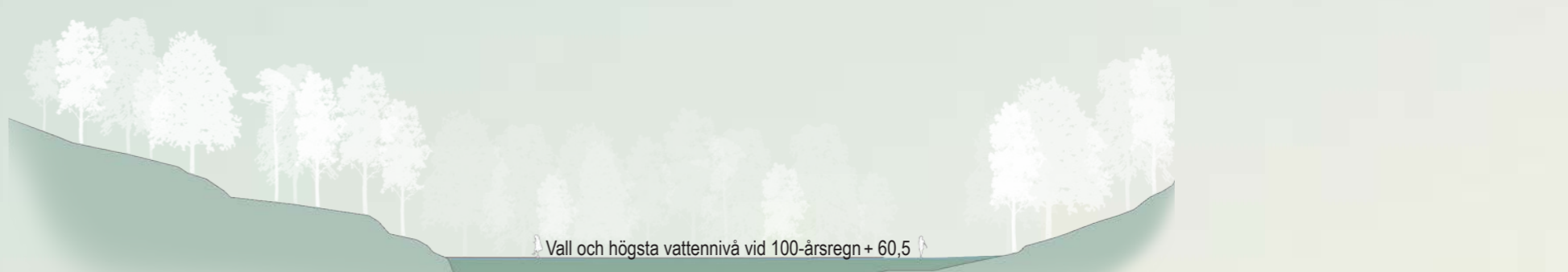
### TOPOGRAFISK ANALYS

Befintlig naturmark modelleras i största möjliga mån inte för att minimera ingreppet på området om utan vatten samlas upp med hjälp av tre byggda vallar. Vallarna möter befintliga höjder i dalen och placeras i höjdluckorna +54 +57,5 samt +60,5. Höjderna på vallarna varierar. Vall 1 har som högsta höjd 2,5 meter över befintlig markhöjd. Vall 2 och 3 har som högsta höjd 2 meter över befintlig markhöjd.

## PLACERING



## VALL 3



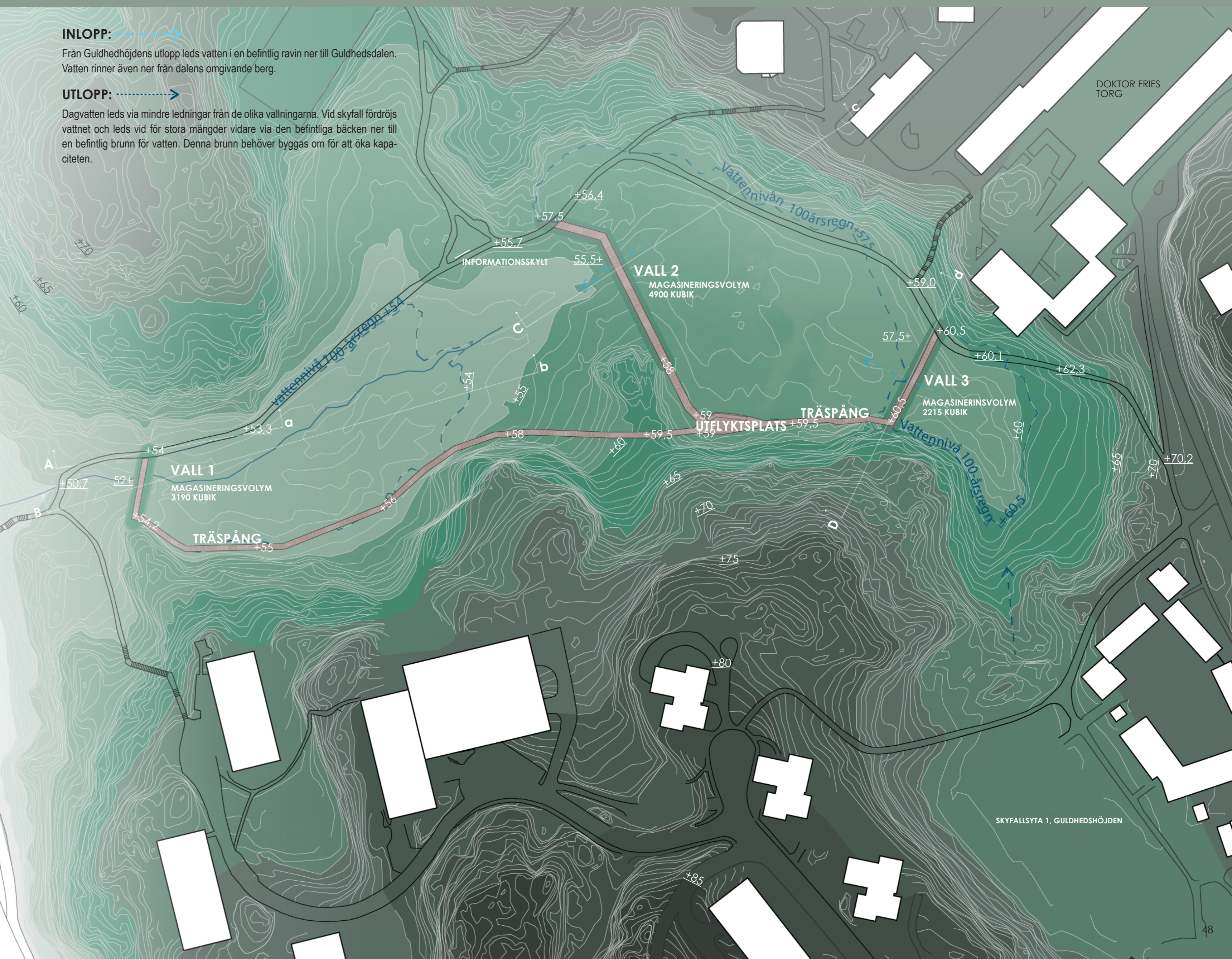
D-d SNITT 1:500 VALLEN MED MAGASINERING

### INLOPP:

Från Guldhedshöjdens utlopp leds vatten i en befintlig ravin ner till Guldhedsdalen. Vattnet rinner även ner från dalens omgivande berg.

### UTLOPP:

Dagvattnet leds via mindre ledningar från de olika vallningarna. Vid skyfall fördröjs vattnet och leds vid för stora mängder vidare via den befintliga bäcken ner till en befintlig brunn för vatten. Denna brunn behöver byggas om för att öka kapaciteten.





# ENTRÉTORGET SKYFALLSYTA 3



## ANALYS & PLATSSTUDIER

Sahlgrenska universitetssjukhuset är avskärmat av två stora vägar samt en ravin vid Vitsippsdalen. Inom sjukhusområdet finns byggnader från olika epoker som mestadels är i tegel. På området finns främst hårdgjorda ytor, de få infiltrerbara ytorna är planteringar ofta innehållande städsegröna växter som sorter av rhododendron (*Rhododendron ssp.*), idegran (*Taxus ssp.*) och lagerhägg (*Prunus laurocerasus*). Många av träden är relativt låga, särskilt jämfört med de höga byggnaderna. Flera av sjukhusets byggnader ligger på en lägre marknivå än vägen och är därför extra känsliga för översvämningar. Ett stort skivhus i tegel utgör ett tydligt landmärke.

Den planerade skyfallsytan ligger på ett torg utanför sjukhusets huvudentré vilket är en central nod. Torget är nyrenoverat och har liten variation av växtlighet. På platsen finns magnolior (*Magnolia ssp.*) som enda sort av träd, cykelställ, en upphöjd planteringsbädd, umor med annuall-planteringar och parksoffor. I dagsläget är torgytan inte en lågpunkt. De två planerade skyfallslederna inom området går längs med gator i varierad bredd för att ledas via skyfallsyta 4 och sedan till Vitsippsdalen.

Entrétorget är en komplex plats. Det är dels den yta som ligger i närmast anslutning till sjukhusets huvudentré och vid skyfall leder en eventuell översvämning till direkta konsekvenser. De flesta ytorna inom sjukhusområdet är bebyggda med hus eller parkeringar. Det finns idag några platser i form av mindre parker men dessa kan komma att bebyggas i och med att sjukhusverksamheten behöver allt fler och större lokaler. Tillgängliga utemiljöer där det finns plats för rekreation för patienter, anställda och besökare är redan idag en bristvara och efterfrågan av detta väntas öka ytterligare.

### GÖTEBORGS STADS METOD FÖR SKYFALLS-ÅTGÄRDER

Placerings lämplighet bedöms osäkert (gul) utifrån antaganden av intressentgruppens beslut (kapitel 5). Val av skyfallsåtgärd blev

våtdamm med magasineringsolymen 1000 m<sup>3</sup>. Den sammanvägda bedömningen av möjligheten att implementera de valda skyfallsåtgärderna blev positiv (grön).

### UPPLEVSEANALYS

Byggnaderna som ligger i anslutning till entrétorget skapar en rumslighet i stor skala. Det finns inget "tak", exempelvis trädkronor, pergola eller dylikt som kan bidra till en mer intim skala på platsen. De bebyggda element som finns på torget är inte tillräckligt omslutande för att ge en mindre rumslighet. Denna öppna skala ger dock överblick på platsen och det är enkelt att navigera sig. Skyfallsytans placering i nära anslutning till en större väg ger buller från både bilar och spårvagn. De människor som vi observerade rörde sig över torget mellan entréer samt till och från buss- och spårvagnshållplats. Vid parkeringsfickor stod även ett antal människor och väntade. Ingen besökare uppehöll sig på torget under tiden för våra platsobservationer. Detta är en plats människor besöker under alla tider på dygnet vilket kräver bra belysning för den upplevda tryggheten. Från platsen finns inga utblickar till grönområden och de träd som planterats på torget är inte vintergröna. I december fanns en större julgran utplacerad på torget vilken gav det annars hårdgjorda torget ett mjukare intryck.

### TOPOGRAFISK ANALYS

Magasinet läggs på en lägre markhöjd än omgivande mark vilket skapar en naturlig avrinning till inloppet. Omgivande gator kan behöva byggas om för att få rätt lutning mot magasinet. Av gestaltungs-mässiga skäl sänks parkytan med 2 meter som djupast, på ett område om 300 m<sup>2</sup>. Ytterligare grönytor, 990 m<sup>2</sup> får ett medeldjup på 0,4 meter.

### PLACERING



## FÖRSLAGET

Entrétorget är den centrala noden för utemiljö inom området. För att säkra de framtida besökarnas möjlighet att vistas utomhus i gröna miljöer bör detta område utvecklas och Sahlgrenska Sjukhusets nya torg blir därför ett parktorg. Gestaltungs-mässigt ändras entrétorget från ett hårdgjort torg till att få en stor andel grönyta med varierad växtlighet och möjlighet för rekreation. Med hjälp av en nedsänkt yta kan stora mängder vatten magasineras vid behov, när ytan inte används för magasinering upplevs den som en nedsänkt parkmark. Som besökare till sjukhuset är det en upplevelse att komma till entrézonerna, här finns tak för skydd mot sol och regn samt gröna vyer. Sjukhusets entrézon markeras och med hjälp av belysning tillförs upplevelsevärden under mörka tider och trygghet förstärks. Då det är flera höga hus som omger torget ges betraktaren upplevelsevärden även upifrån sett. Vid entrétorget är rörelsestråken tillgängliga och funktioner som parkeringar nära entré bevaras. Vattnet ska få en central roll på platsen, genom damm, vattenlek och som ett gestaltungs-element vid regn. Detta gestaltungs-element är det tak ovanför utikisplatsen vars trattformning leder vattnet till mitten. Det finns även informationsskyltar som förklarar den blågröna infrastrukturens relevans för skyfallsåtgärder.

## PROGRAMPUNKTER

### FRÅN KUNSKAPSÖVERSIKTEN

- Förmedla de multifunktionella fördelar som blågrön infrastruktur har för att kunna implementera dessa projekt.
- Ha ett medvetet förhållningssätt till hela avrinningsområdet för en lyckad skyfallshantering.
- Ta tillvara på de befintliga ekosystemen eftersom dessa bidrar till viktiga ekosystemtjänster.
- Infiltrera och fördröja olika stora regnmängder med olika lösningar. Detta för att inte fördämma mindre bäckar när fördrjningsmagasin dimensioneras för stora nederbördsmängder.
- Ha en grönsstruktur med variation i arter och habitus för att mildra värmeeffekter.
- Innefatta gröna miljöer för att bidra till människors välmående, och för de ytor på sjukhusområdet även bidra till patienters tillfrisknande

### FRÅN REFERENSProjekt

- Tänka utanför boxen för att både ekologiska och estetiska upplevelsevärden kan skapa en wow-faktor.
- Tak för skydd av regn och sol bidrar till platser som uppskattas i olika väder.

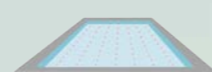
- Fontäner i marknivå ger möjligheter för svalka och lek.
- Synligt vatten i offentliga miljöer bidrar positivt till besökarens upplevelse, vattenspegel och fontäner ger ett visuellt intressant uttryck samt reducerar brus.
- Tydlig pedagogik om vattnet igenom parken ger besökaren förståelse för värdet av blågrön infrastruktur.

### FRÅN PLATSBEÖK

- Skapa en plats för upplevelse och rekreation.
- Tillgängliga stråk behövs.
- Öka andel infiltrerbara ytor.
- Öka artvariationen på platsen.
- Bevara vitala funktioner så som möjlighet till parkering.
- Arbeta med belysning.
- Markera sjukhusets entrézon.

### VATTENVOLYM

1000 m<sup>3</sup>  
Motsvarar 1 simbasäng (25m x20m x2m)



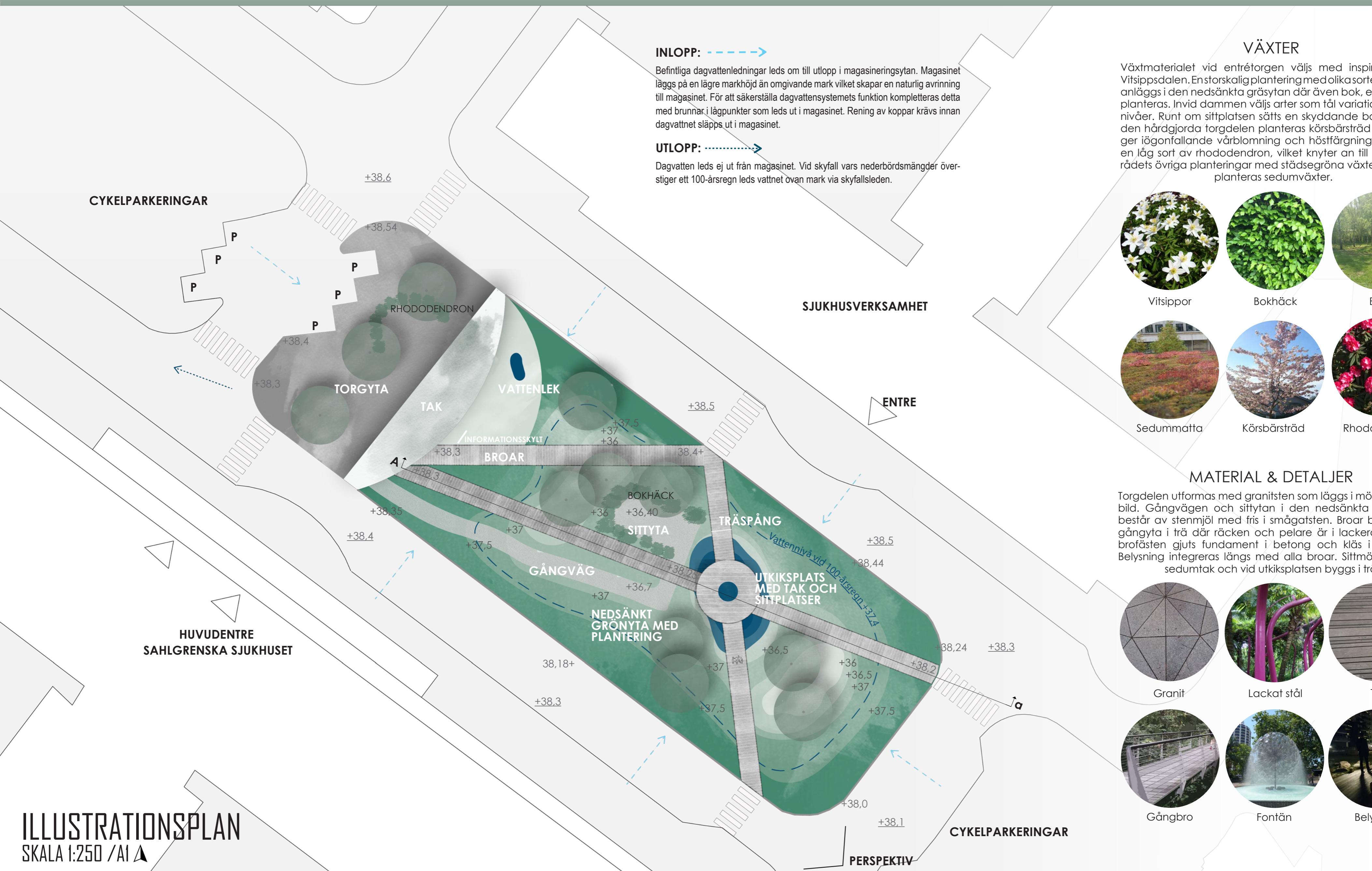
## PERSPEKTIV



PERSPEKTIV ÖVER ENTRÉTORGET. GLASTAKET VID UTIKISPLATSEN SAMLAR UPP REGNVATTEN SOM LEDS NER TILL DAMMEN, LIKT ETT VATTENFALL. BROAR, RÄCKEN OCH GLASTAKET LYES UPP NÄTTEID.



A-a SEKTION 1:175 ENTRÉTORGET I GENOMSKÄRNING MED BROAR, NEDSÄKT PARKYTA, UTIKISPLATSER OCH DAMM.



### INLOPP:

Befintliga dagvattenledningar leds om till utlopp i magasineringssytan. Magasinet läggs på en lägre markhöjd än omgivande mark vilket skapar en naturlig avrinning till magasinet. För att säkerställa dagvattensystemets funktion kompletteras detta med brunnar i lågpunkter som leds ut i magasinet. Rening av koppar krävs innan dagvattnet släpps ut i magasinet.

### UTLOPP:

Dagvatten leds ej ut från magasinet. Vid skyfall vars nederbördsmängder överstiger ett 100-årsregn leds vattnet ovan mark via skyfallsleden.

## VÄXTER

Växtermaterialet vid entrétorgen väljs med inspiration från Vitsippsdalen. En storskalig plantering med olika sorters vitsippor anläggs i den nedsänkta grönytan där även bok, ek och björk planteras. Invid dammen väljs arter som tål variation i vattennivåer. Runt om sittplatsen sätts en skyddande bokhäck. På den hårdgjorda torgdelen planteras körsbärsträd som både ger iögonfallande vårblooming och höstfärgning ihop med en låg sort av rhododendron, vilket knyter an till sjukhusområdet övriga planteringar med städsegröna växter. På taket planteras sedumväxter.



## MATERIAL & DETALJER

Torgdelen utformas med granitsten som läggs i mönster enligt bild. Gångvägen och sittytan i den nedsänkta parkdelen består av stennjöl med fris i smågatsten. Broar byggs med gånggryta i trä där räcken och pelare är i lackerat stål. Vid brofästena gjuts fundament i betong och kläs i natursten. Belysning integreras längs med alla broar. Sittmöbler under sedumtak och vid utikisplatsen byggs i trä.





# VITSIPPSDALEN SKYFALLSYTA 4



LYNCH-INSPIRERAD ANALYS SKALA 1:2500/A1

## FÖRSLAGET

För att i största möjliga mån bevara Vitsippsdalen byggs ett underjordiskt magasin vid inloppet till dalen från sjukhusområdet. Magasinet släpper igenom vanliga dagvattenflöden men stängs vid höga flöden genererat av skyfall. Vid utbyggnaden av sjukhusområdet krävs ytor för paviljonger dit verksamheter kan flytta tillfälligt. Övan magasinet reserveras en markyta till detta. På platsen byggs en utkiksplats med bänkar. En mindre torgyta med granitsten, planteringar, träd skapar ytterligare vistelseytor samt förstärker sjukhusets koppling till naturreservatet.

Det finns även informationsskyltar som förklarar den blågröna infrastrukturens relevans för skyfallsåtgärder och varför man här valt ett underjordiskt magasin för att bevara Vitsippsdalen.

## PROGRAMPUNKTER

### FRÅN KUNSKAPSÖVERSIKTEN

- Förmedla de multifunktionella fördelar som blågrön infrastruktur har för att kunna implementera dessa projekt.
- Ha ett medvetet förhållningssätt till hela avrinningsområdet för en lyckad skyfalls-hantering.
- Ta tillvara på de befintliga ekosystemen eftersom dessa bidrar till viktiga ekosystem-tjänster.
- Infiltrera och fördröja olika stora regnmängder med olika lösningar. Detta för att inte fördrämma mindre bäckar när fördrjningsmagasin dimensioneras för stora nederbörds-mängder.
- Ha en grönstruktur med variation i arter och habitus för att mildra värmeeffekter.
- Innefatta gröna miljöer för att bidra till människors välmående, och för de ytor på sjukhusområdet även bidra till patienters tillfrisknande

## ANALYS & PLATSSTUDIER

Den nya platsen för Vitsippsdalen är belägen precis ovanför den tidigare tänkta platsen på en yta som idag upplevs som en bakgata till sjukhusområdet. De stråk som knyter ihop platsen är delvis bilvägar och mindre trottoarer. Det är inte tydligt var dessa stråk leder och det är svårt att navigera sig. På området finns främst hårdgjorda ytor och de få infiltrerbara ytorna består av planteringar, ofta innehållande städsegröna växter som sorter av rhododendron (*Rhododendron* spp.), idegran (*Taxus* spp.) och lagerhägg (*Prunus laurocerasus*). Området gränsar till en byggarbetsplats och staket upplevs som en barriär. Omringliggande byggnader, främst med tegelfasader, innefattar verksamheter för sjukvård. Det finns ett mindre promenadstråk som leder ner till Vitsippsdalen men detta upplevs svårt att hitta till.

### GÖTEBORGS STADS METOD FÖR SKYFALLS-ÅTGÄRDER

Placerings lämplighet bedöms osäker (gul) utifrån antaganden av intressentgruppens beslut (kapitel 5). Val av skyfallsåtgärd blev underjordiskt magasin med magasineringsolymen 20.000 m<sup>3</sup>. Den sammanvägda bedömningen av möjligheten att implementera de valda skyfallslösningarna blev positiv (grön).

### UPPLEVSEANALYS

Rumsligheten på skyfallsytan upplevs som otydlig. Det finns ingen tydlig avgränsning av ytan utan byggnader, byggstängsel och parkeringsplatser skapar en visuellt rörig plats. Den enda tydliga avgränsningen är den slänt som möter Vitsippsdalen. I övrigt upplevs platsen

som en bakgata dit få människor rör sig. Från platsen hörs bilar som körs inom sjukhusområdet men det är inte ett direkt buller. På denna plats rör sig idag främst människor till parkeringsplatserna eller när-liggande byggnader. I nära anslutning till ytan finns en gångväg ner till Vitsippsdalen men denna är svårillgänglig och under våra observationer sågs den inte användas. Gångvägen är inte tydligt utmärkt och besökare som inte känner till området antogs ha svårt att hitta hit. Platsens styrka är dess närhet till naturreservatet och det är även här som årstidsvariationer kan upplevas. Närliggande plan-teringer består främst av städsegröna växter vilket skapar upplevelse-kvaliteter året runt.

### TOPOGRAFISK ANALYS

Det underjordiska magasinet blir cirka 6 meter djupt med en area på 3 465 m<sup>2</sup>. Marknivån ovanför magasinet görs till en lågpunkt vilket gör att vattnet tar sig dit och samlas, om det inte hinner ta sig ner tillräckligt snabbt i öppningarna till magasinet.

### PLACERING

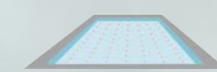


### FRÅN REFERENSProjekt

- Det kan krävas en kombination av tekniska lösningar som bäckventiler och höjdsättning för att motverka översvämning.
- Tydlig pedagogik om vattnet igenom parken ger besökaren förståelse för värdet av blågrön infrastruktur.

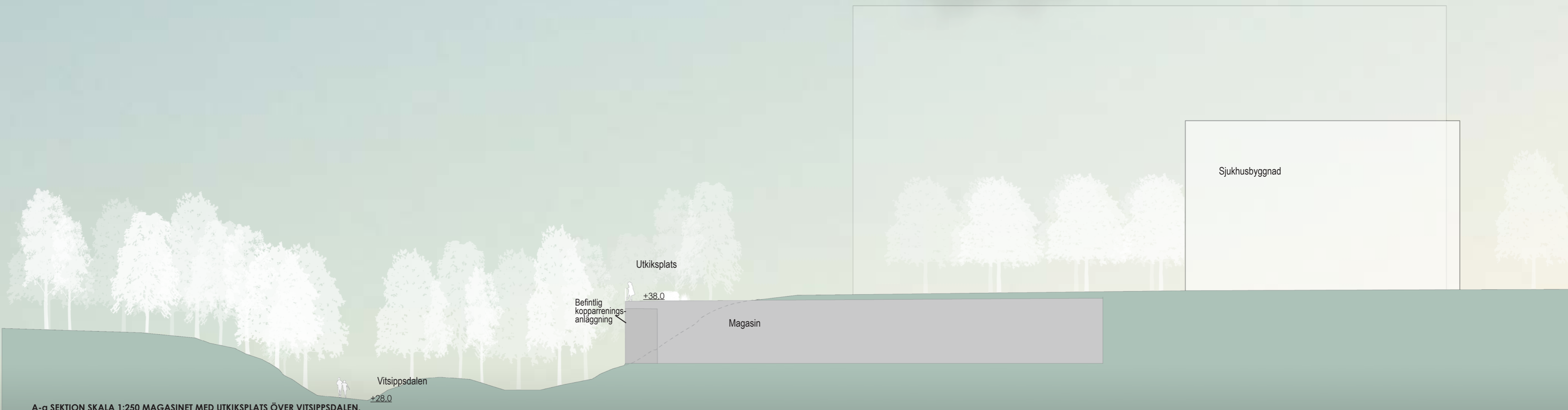
### VATTENVOLYM

10.500 m<sup>3</sup>  
Motsvarar 10,5 simbasänger (25m x20m x2m)



### FRÅN PLATSBesök

- Möjliggöra för platseffektiv användning genom att göra yta för moduler eller bebyggelse ovan magasinet.
- Utkiksplats över naturreservatet.
- Integrera befintligt system för kopparrening till magasinet.
- Utforma magasinets kant mot Vitsippsdalen på ett sätt som minskar det visuella ingreppet.



A-A SEKTION SKALA 1:250 MAGASINET MED UTKIKSPLATS ÖVER VITSIPPSDALEN.



### INLOPP:

Vid skyfall kommer vatten från två befintliga skyfallsvägar. Dessa skyfallsvägar sluttar rakt ner i magasinet med galler över.

### UTLOPP:

För dagvatten finns det i nedre delen av magasinet ett utlopp via den befintliga kopparreningsanläggningen.

### VÄXTER

Jordmassorna nedtill på magasinets kant mot Vitsippsdalen görs till en gräsbeklädd sluttning och klättrväxter planteras och tillåts klättra upp för väggen. I planteringsbäddarna planteras städsegröna växter som knyter an till omkringliggande planteringar. För att förstärka stråket mellan Entrétorget och Vitsippsdalen planteras rader med smalkroniga gatuträd. På torget planteras den torktåliga mannaasken som blommar i vitt och får en starkt gul höstfärg.



Mannaask höstfärg



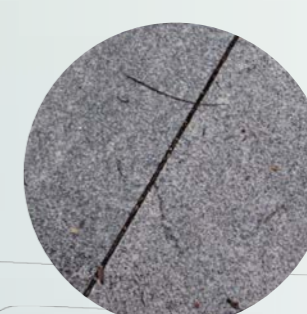
Rhododendron



Städsegrön häck

### MATERIAL & DETALJER

Markmaterialet som väljs till torgdelen är hållar av granit. Den betongkant som magasinet skapar mot Vitsippsdalen gestaltas för att minska det visuella intrycket från dalen. Betongväggen integreras i marken nedtill med pålagda jordmassor. Utkiksplatsen byggs i trä med räcken i lackerat stål.



Granit



Lackat stål



Trä



Utkiksplats



Sittplatser



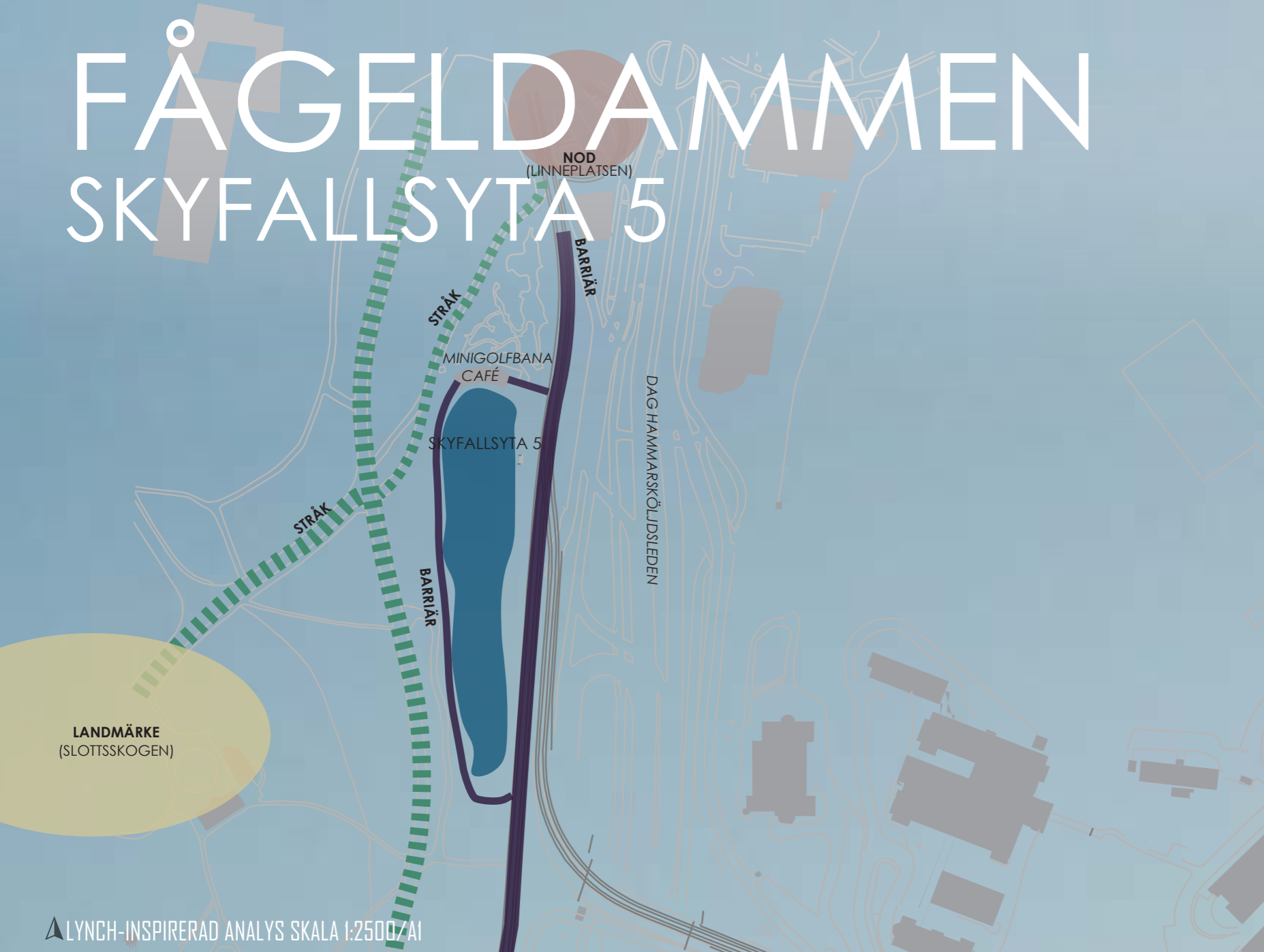
Träd i torgyta

ILLUSTRATIONSPLAN  
SKALA 1:250 / A1



# FÅGELDAMMEN

## SKYFALLSYTA 5



LYNCH-INSPIRERAD ANALYS SKALA 1:2500 / A1

## ILLUSTRATIONSPLAN

SKALA 1:1000 / A1



A-A SEKTION SKALA 1:250 / A1 DET NYA GÅNGSTRÅKET LÅNGT MED VATTNET OCH VALLEN SOM SKYDDAR VÄGEN.

B-B SEKTION SKALA 1:500 / A1 NEDSÄNKNING OCH AMFITEATERN SOM SKYDDAR DAGHAMMARSKÖLDSLEDEN.

## ANALYS & PLATSSTUDIER

Den planerade skyfallsytan är placerad där det idag redan finns en damm, kallad för Fågeldammen. Dammen omgärdas av dubbla stängsel och bebos av änder. Dammen har en mindre träbeklädd ö. Vid brynzonen växer stora exemplar av asp (*Populus tremula*) och ek (*Quercus robur*). Lutningen och höjdskillnaden från vattnet till gångvägen inne i parken är stor men mot spårvägen som går längs med Dag Hammarsköldsleden är höjdskillnaden låg. Fågeldammen är den lägsta punkten i arbetsområde och idag skulle stora nederbörds mängder betyda att spårvägen och Dag Hammarsköldsleden översvämmas. Då Fågeldammen tar emot allt vatten som kommer från sjukhusområdet är den förorenad från alla koppartak. Idag finns en rening för koppar innan vattnet tar sig vidare men tidigare föroreningar har inte sanerats från dammen.

### GÖTEBORGS STADS METOD FÖR SKYFALLS-ÅTGÄRDER

Placeringens lämplighet bedöms osäker (gul) utifrån antaganden av intressentgruppens beslut (kapitel 5). Val av skyfallsåtgärd blev våldamm med magasineringsolymen 34.000 m<sup>3</sup>. Den sammanvägda bedömningen av möjligheten att implementera de valda skyfallsåtgärderna blev positiv (grön).

### UPPLEVSEANALYS

Skyfallsytan vid Fågeldammen är en långsmal yta vars rumslighet beror på om du rör dig i anslutning till gångvägen eller om du tar dig ner mot dammen, på de platser där det är möjligt. Området runt om

(mot Slottsskogen) har en öppen karaktär vilket är en styrka. De träd som växer i slätten mot vattnet bidrar till en lägre skala på platsen vid gångstråket än ute på de öppna gräsytorerna. Om du rör dig ner mot vattnet mellan träden ökar denna kontrast ytterligare, denna plats är mer skyddad och har en tydligare rumslighet. Själva dammen är svårtillgänglig med dubbla staket och dessa förstör både utsikt samt känslan av att ha vatten nära. Ytan ligger angränsar till Dag Hammarsköldsleden som dels leder till buller från den täta trafiken samt ljud från spårvagnarna. Vid tiden för rusningstrafik är detta extra märkbart medan vid andra tillfällen med lugnare trafik kan ljudet från fåglarna som lever vid dammen höras. De människor som observerades vid platsen använde sig främst av gångvägarna. Denna plats upplevs som rekreativ, människor som promenerar verkar inte ha bråttom utan rör sig ofta i sällskap med andra. De som cyklar eller joggar vid området passerar däremot platsen fort och ofta ensamma. Denna yta är redan en del i den blågröna infrastrukturen och både upplevs och används olika under årstiderna.

### TOPOGRAFISK ANALYS

Vatten från omkringliggande parkmark leds till magasinet genom dess topografi. För att kunna magasinera vatten byggs en vall längs med östra sidan av dammen för att möjliggöra en höjning av dammens vattenyta från 13,5 möh till 16 möh. Detta ger en totalhöjning på 2,5 meter av möjlig vattennivå. För att få plats med den stora vattenvolymen krävs dels en nedsänkning av delar av den befintliga marknivån (vilket är placerat vid dammens norra del) samt invallning av gräsytor.

### PLACERING



## FÖRSLAGET

Fågeldammens karaktär av öppna gräsytor med stora träd och vatten förstärks. Tillgängligheten till vattnet förbättras med hjälp av terrassering av mark och borttag av de dubbla stängselen mot dammen. För att skapa en säker miljö även utan stängsel görs slätterna flacka med växter planterade i vattenbrynet för att förhindra olyckor. För att få Fågeldammens att fungera som skyfallsmagasinerings krävs en ombyggnation för att öka den befintliga dammens volym. Detta görs genom att bygga en vall mot Dag Hammarsköldsleden samt att skapa en torrdomsytta som vattnet rinner till vid riktigt extrema förhållanden. Befintliga träd bevaras i största möjliga mån där bevarandet av ekarna har största prioritet. Det ska även finnas informations skyltar som förklarar den blågröna infrastrukturens relevans för skyfallsåtgärder och vattnets väg hit.

## PROGRAMPUNKTER

### FRÅN KUNSKAPSÖVERSIKTEN

- Förmedla de multifunktionella fördelar som blågrön infrastruktur har för att kunna implementera dessa projekt.
- Ha ett medvetet förhållningssätt till hela avrinningsområdet för en lyckad skyfallshandling.
- Ta tillvara på de befintliga ekosystemen eftersom dessa bidrar till viktiga ekosystemtjänster.
- Infiltrera och fördröja olika stora regnmängder med olika lösningar. Detta för att inte fördämma mindre bäcker när fördrjningsmagasin dimensioneras för stora nederbörds mängder.
- Ha en grönstruktur med variation i arter och habitus för att mildra värmeeffekter.
- Innefatta gröna miljöer för att bidra till människors välbefinnande, och för de ytor på sjukhusområdet även bidra till patienters tillfrisknande

### FRÅN REFERENSPROJEKT

- Synligt vatten i offentliga miljöer bidrar positivt till besökarens upplevelse, vattenspeglar och fontäner ger ett visuellt intressant uttryck samt reducerar brus.
- Det kan krävas en kombination av tekniska lösningar som backventiler och höjdsättning för att motverka översvämning.
- Tydlig pedagogik om vattnet igenom parken ger besökaren förståelse för värdet av blågrön infrastruktur.

### FRÅN PLATSBESÖK

- Förbättra säkerheten.
- Förstärka platsens karaktär.
- Tillgängliggöra vattnet.

### VATTENVOLYM

34.000m<sup>3</sup>  
Motsvarar 34 simbasänger (25m x20m x2m)



### INLOPP: →

Vattnet från skyfallsleden leds via rör under Dag Hammarsköldsleden. Dessa rör startar från den befintliga markhöjden (16,9 m. ö. h) och slutar ner till magasinets inlopp. För att säkerställa systemets funktion krävs flera rör. De rören med lägst utloppspunkt stängs med backventiler vid höga nederbörds mängder. Resterande rör har utsläppspunkt vid 16 m. ö. h. Dag Hammarsköldsleden behöver höjas för att kunna bygga rören under vägbanan. Mellan dammarna transporteras vatten i ledningar. Vid rörens inlopp kan vatten komma att ansamlas. Med hjälp av styrningsåtgärder (exempelvis upphöjda väghinder) samlas vattnet på ett kontrollerat sätt.

### UTLOPP: →

Det dagvatten som leds till dammen tillåts stanna kvar.

### VÄXTER

På nya vallar och de ytor som schaktas planteras gräs. Nyplantering av ekar sker invid dammen.



Gräs



Ek



Ekblad

### MATERIAL & DETALJER

Den nya gångvägen byggs i asfalt för att klara ett högt slitage. Amfiteatern byggs av granit och gräs. Bryggan i dammens norra del består av trä.



Amfiteater



Brygga



Trä

Utgående markhöjd

Vattennivå vid 100-års regn

Amfiteater

Dag Hammarsköldsleden



# 7. DISKUSSION

---

I kapitlet tas egna tankar och reflektioner om studien upp. I detta inkluderas analys, diskussion om studiens kunskapsbidrag, reflektioner kring metoder, resultatets validitet samt vidare forskningsfrågor.



# DISKUSSION

## LÄRDOMAR FRÅN PROJEKTET

I det här kapitlet tas egna tankar och reflektioner om arbetet upp. I detta inkluderas analys, diskussion om kunskapsbidrag, reflektioner kring metoder, resultatets validitet samt vidare forskningsfrågor.

## KONSEKVENSANALYS

Nedan analyseras konsekvenser av skyfallsytornas gestaltning utifrån aspekter som skyfallshantering, funktion, användarvänlighet, genomförbarhet samt om studiens syfte uppnås genom gestaltningen utifrån analyskriterier presenterade i kapitel 4, Metod.

### SKYFALLSYTA 1: GULDHEDSHÖJDEN

På Guldhedshöjden föreslås en nedsänkning på 1,2 meter av den befintliga sportytan med tillägg av en vågformad trappa som delvis har tak, vågformade kullar samt plantering av fruktträd och bärbuskar.

Vi bedömer att den volym som strukturplanen föreslår (2.500 m<sup>3</sup>) är möjlig att magasinera på platsen. Platsens funktion kommer delvis att ändras i och med gestaltningen. Grusplanen kommer finnas kvar men som nedsänkt. Detta kan försämra användarvänligheten något då höjdskillnaden gör den mindre tillgänglig. För att tillgänglighetsgöra ytan har gestaltningen därför en ramp.

Tillägget av den vågformade trappan med tak fungerar som läktare och ger en väderskyddad plats att umgås på



FIGUR 30. GESTALTNING MED VATTENLEK, TÅSINGE PLADS, KÖPENHAMN.



vilket ses som ett positivt tillägg till platsen. De två kullarna som föreslås antas kunna bli ett roligt lekelement vintertid för mindre barn. Odlingarna som idag ligger på platsen flyttas lite längre söderut. Dock kan ytan för odling bli mindre vilket är en negativ effekt av gestaltningen. Som kompensation planteras fler fruktträd.

## SKYFALLSYTA 2: GULDHEDSDALEN

I Guldhedsdalen föreslås tre vallar med gräs som kan fånga upp vattnet i den befintliga dalen. Ovanpå vallarna samt längs med dalen byggs träspångar för att skapa ett nytt gångstråk.

Vår bedömning är att gestaltningen fungerar för att fördröja vattenvolymer vid skyfall, men dimensioneringen är möjligtvis i underkant för de 10.500 m<sup>3</sup> som behöver magasineras. Gestaltningen ökar delvis användarvänligheten då nya gångstråk läggs till. Vallarna skapar en mer utmanande terräng då de blir ytterligare backar att ta sig uppför längs med den befintliga gångvägen, detta kan leda till sämre tillgänglighet inom området. Idag går det inte att ta sig till området utan att gå i trappor eller en brant backe, vilket gör att de besökare som tagit sig dit antas klara de extra höjderna på gångvägen. Genomförbarheten bedöms som god då byggandet av vallar inte förknippas med stora kostnader. En försvarande faktor för genomförandet av förslaget kan dock vara Guldhedsdalens branta topografi som gör den svåråtkomlig för anläggningsmaskiner.

Gestaltningen kan bidra till nya rekreativa värden i och med att fler gångstråk skapas. Om gestaltningen

leder till ökade ekologiska värden är svårt att veta i och med att träd kommer tas bort för anläggning kommer vissa ekologiska värden att minska. Däremot finns möjlighet att ytterligare sumpskog kan skapas vilket kan öka vissa ekologiska värden.

## SKYFALLSYTA 3: ENTRETORGET

Entrétorget föreslås få en nedsänkt del med vatten, träd, buskar och vitsippor, inspirerat av det närliggande naturreservatet Vitsippsdalen. Ovanför nedsänkningen går broar för att skapa tillgängliga stråk över torget.

Vi bedömer att ytan kan fördröja mer vattenvolym än de 500 m<sup>3</sup> som strukturplanen specificerar. För besökaren skulle möjligheterna för passage över ytan försämrans något och antal cykelparkeringar minskar. Fördelarna bedömer vi är den ökade mängden grönyta med planteringar som ger rekreativa värden. Torget får fler sittplatser och utsikt över parkytan. Belysning och färger gör torget till en intressant plats att betrakta uppiifrån, vilket gynnar de patienter och anställda som ser torget från sina rum.

För att säkerställa torgets funktion ur olika tillgänglighetsaspekter skulle en fördjupad analys behöva genomföras. Detta skulle eventuellt behöva innebära korrigeringar i gestaltningen. En risk ur tillgänglighetssynpunkt är slänterna. Eventuella skydd som förhindrar fall skulle kunna behövas på vissa partier.

Detta projekt bedöms kostsamt då både stora ändringar av markhöjder och dagvattenledningar krävs på hela ytan. Detta i kombination med att torget byggdes

om för ett fåtal år sedan, leder till att projektets genomförbarhet inom de närmaste åren inte anses som god.

## SKYFALLSYTA 4: VITSIPPSDALEN

Gestaltningförslaget för Vitsippsdalen innebär att skyfallsytan är ett underjordiskt magasin beläget på kanten av Vitsippsdalen. Ovanpå magasinet skapas en torgyta samt en utkiksplats över Vitsippsdalen.

Vår bedömning av skyfallsyta 4 är att den klarar av att fördröja de 20.000 m<sup>3</sup> vatten som strukturplanen specificerar. Platsen har idag inte några rekreativa värden och gestaltningen ökar antalet funktioner och användningsområden.

Genomförbarheten är tveksam då förslaget tros bli väldigt dyrt att genomföra. Det kräver djupgående geotekniska analyser för att veta hur mycket berg och lera som behöver sprängas och schaktas för att lämna plats till magasinet. Detta påverkar kostnaderna avsevärt.

Det finns idéer att bygga en bro från sjukhusområdet till Botaniska trädgården och möjligheten att kombinera detta med magasinet vore fördelaktigt och kan utvecklas vidare. Ekologiskt sett tillför gestaltningen inte några direkta värden och ett visst ingrepp kommer ske i Vitsippsdalen vilket kan påverka ekologiska värden negativt. Gestaltningen är resultatet av en förflyttning från den tidigare tänkta ytan i Vitsippsdalen. I jämförelse är ingreppet på naturmiljön mindre med den föreslagna gestaltningen än om ytan hade behållits där den låg tidigare.



## SKYFALLSYTA 5: FÅGELDAMMEN

Gestaltningförslaget för Fågeldammen innebär en gräsvall mellan dammen och Dag Hammarskjöldsleden. Vallen förlängs förbi dammen med en amfiteater som fungerar som en torrdamm dit vatten översvämmar från Fågeldammen vid stora skyfall.

Vår bedömning är att ytan klarar av att hantera den volym som strukturplanen föreskriver (34.000 m<sup>3</sup>). En förutsättning är att de planerade backventilerna för inloppet till dammen fungerar. Detta behöver dock analyseras ytterligare. Utöver detta bör en beredskapsplan inrättas kring hur en pump kan användas vid skyfall som förstärkning till backventilerna.

Vi tror att användarvänligheten ökar med gestaltningen då ett nytt gångstråk skapas på en lägre marknivå, närmare dammen. Detta gångstråk är positivt ur ett rekreativt syfte. Vissa träd kan behöva tas ned vid ombyggnationen. Detta motverkar till viss del syftet att öka platsens ekologiska värden vilket gör nyplanteringen av träd angeläget. Gestaltningen bedöms ha hög genomförbarhet, förutsatt att cafét och minigolfbanan går att flytta. Förslaget bedöms vara kostsam i och med att inloppet för vattnet leds under Dag Hammarskjöldsleden.

Vallen som byggs mot Dag Hammarskjöldsleden måste hålla för att skydda blåljusvägen. Det kan upptäckas vid en fördjupad analys att vallen behöver förstärkas ytterligare. Detta skulle kräva mer plats samt en högre vall, men det skulle fortfarande vara genomförbart.

## ANALYS OCH DISKUSSION AV HUVUDRESULTATET

Genom att testa en metod under utveckling för skyfallshantering har uppsatsen bidragit till att (med en del avgränsningar och antagande) visa på hur arbetsprocessen av skyfallshantering skulle kunna se ut. Arbetet har också bidragit till att visa på vikten av att se hela vattensystemet inom ett avrinningsområde. Uppsatsen visar också att rekreativa och ekologiska värden är möjliga att integrera i arbete om skyfallshantering, samt att landskapsarkitekters kompetens är relevant inom detta område.

Resultatet bygger på analyser av de förutsättningar som fanns på platserna då studien genomfördes. Andra förhållanden kan påverka hur vattnet kan ledas och magasineras. Det innebär att ytterligare bebyggelse inom avrinningsområdet kan kräva större magasineringsvolymer. Likt Scheffer (2009) beskriver så är systems jämvikt föränderliga och beror på olika förhållanden och variationer.

Likt all planering bygger även skyfallsåtgärder på värderingar där vissa parametrar prioriteras över andra. Uppsatsens gestaltningförslag värderar sjukhusets funktion högre än andra värden inom arbetsområdet och argumenterar därför för de stora ingrepp som föreslås. För de ingrepp som förespråkades i park- och naturmark lämnades naturreservatet i Vitsippsdalen medan Guldhedsdalen (ett område med bostadsnära natur) och Slottsskogen (en kulturhistorisk park) fick magasineringssytor för skyfall. Hur prioriteringar likt

dessa tas är en viktig diskussion som bör lyftas inom skyfallshantering. Att skyfallssäkra är ytkrävande vilket innebär att det i vissa fall ställs mot andra markexploateringsintressen. Därför anser vi att skyfallsytor i största möjliga mån bör integreras i blågrön infrastruktur, då grönytor är viktiga ur många aspekter. De behöver bidra till fler värden än endast skyfallssäkring, exempelvis genom rekreationsytor.

Den sammanvägda bedömningen från analys av lämplighet utifrån Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder blev *osäkert*. Det råder alltså osäkerheter kring genomförbarheten för projektet vilka skulle kräva ytterligare utredningar. I det nästa steget, val av skyfallsåtgärd blev bedömningen däremot *positiv*. Den positiva bedömningen av skyfallsåtgärderna innebär att det troligtvis är fysiskt möjligt att lösa problematiken.

Att öka andelen infiltrerbara ytor med hjälp av öppna dagvattenlösningar förespråkas inte bara av Göteborgs Stad (Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret 2017a) utan även globalt, bland annat av Watson & Adams (2011). Genom att smarta lösningar för olika nederbördsmängder kan framstående öppna vattenlösningar skapas, som Bishan-Ang Mo Kio Park i Singapore. I Sverige är vi ännu inte så vana att se skyfallsåtgärder i urbana- eller rurala miljöer. Därför kan gestaltningen för Skyfallsyta 3: Entrétorget visa att det även i en västsvensk kontext går att integrera skyfallshantering med dagvattenhantering, samtidigt som nya platsvärden skapas. Genom att förmedla skyfallsytans funktion tror vi att acceptans kan skapas för de stora ingrepp som krävs för att skyfallssäkra sjukhuset.



Detta ligger i linje med vad O'Donnell et al. (2017) förespråkar, relevansen av att förmedla syftet med blågrön infrastruktur.

De positiva effekter av blå- & grön infrastruktur i form av ekosystemtjänster som Bodin et al. (2016), Gunawardena et al. (2017), Kleerekoper et al. (2012), (Nishimura et al. 1998), Upmanis et al. (1998) och Watson & Adams (2011) beskriver anser vi är goda argument för att i första hand prioritera dessa lösningar för skyfall framför ledningar och magasin under jord. Detta redovisar vi i våra gestaltningar i form av att grönstruktur sparas, kompletteras och utökas.

Hur stor effekt implementering av grönytor ger i form av ekosystemtjänster som Bodin et al. (2016) beskriver, är svårt att veta. Om gestaltningen för Skyfallsyta 3: Entrétorget kan bidra till patienters tillfrisknande liksom Ulrich (1984) menar är ingen garanti, men genom att återinföra grönstruktur på platsen så finns möjligheten att undersöka detta.

När det kommer till de tekniska funktionerna av skyfallshantering, exempelvis brunnar, in- och utlopp, så behövs dessa för att säkerställa systemets funktion. Kertesz et al. (2016) argumenterar för mer adaptiva vattensystem med smart teknik, detta tror vi är en del av framtida lösningar, liksom vattensystemet i Singapore med kameraövervakning (PUB 2018) eller andra lösningar som sensorer av vattennivåer eller flöden. Dessa typer av system kunde ha använts i gestaltningen för exempelvis Guldhedsdalen. Det hade kunnat vara ett mer noggrant system för att veta att tillräckligt mycket vatten släpps igenom vallarna för att säkerställa mindre regn-

mängders naturliga flöden samtidigt som det fungerar som skydd mot skyfall. Det skulle också innebära en möjlighet att släppa lite mer vatten vid exempelvis en vårflood om det ansågs önskvärt. För att säkerställa att tekniska funktionerna inte krockar med de estetiska värdena anser vi att placering och utformning behöver studeras.

Ett 100-årsregn är en ovanlig och extrem företeelse (Svenskt vatten AB 2014, 2016, Murphy 2016). Ett skyfall kan liknas med en naturkatastrof. Hur relevant blir det då att investera i åtgärder för skyfallssäkring? Som MSB (2012) skriver har 7 personer omkommit av översvämningar i Sverige under 109 år. Detta är en relativt låg siffra och av dessa incidenter var skyfall troligtvis inte alltid den bakomliggande faktorn. Att skyfallssäkra platser i efterhand har en väldigt hög investeringskostnad. Denna kostnad bör därför jämföras med andra potentiella investeringar som räddar liv, exempelvis åtgärder i trafiken eftersom många människor dör i trafikolyckor varje år.

Det är viktigt att vara strategisk i var resurser läggs och förstå att det inte går att helt skydda ett samhälle mot översvämningar, som Kundzewicz (2002) argumenterar för. Det skulle dock innebära stora negativa konsekvenser om ett sjukhus inte fungerar efter skyfall. Därför anser vi att åtgärder krävs för att försöka skydda Sahlgrenska Universitetssjukhuset och dess viktiga samhällsfunktion. För andra projekt ser vi att en av de viktigaste åtgärderna är att inte planlägga känslig bebyggelse och infrastruktur i lågpunkter.

Att jämföra resultatet med andra studier är svårt

eftersom vi inte vet hur gestaltningarna skulle fungera i realiteten med avseende på skyfallshantering. Om vi däremot gör en jämförelse mellan den i uppsatsen föreslagna skyfallshanteringen för Sahlgrenska och referensprojektet Kooh Teck Puat Hospital i Singapore kan vi anta att referensprojektet har en bättre skyfallshantering då detta perspektiv fanns med från början. Att inkorporera skyfallsperspektivet tidigt i planeringsprocessen är det bästa skyddet mot skyfall.

De gestaltningar som presenteras i resultatet är designade utifrån de respektive platsernas förutsättningar. Därför kan inte studiens resultat appliceras på andra platser. De programpunkter som inhämtas från kunskapsöversikt och referensobjekt skulle däremot kunna appliceras på helt andra platser. Likaså vissa av gestaltningselementen. Gestaltningen bygger på prognoser eftersom den genomfördes för att klara ett regn med 100-års återkomsttid. Om detta sätts i relation till vad Ahern (2011) och Davoudi (2012) beskriver så är det inte garanterat att gestaltungsförslaget för de fem skyfallsytorna som presenteras klarar ett skyfall även om alla dimensioneringar, analyser och beräkningar är korrekt utförda. Detta tror vi kan innebära ett framtida paradigmskifte inom planering.

Paradigmskiftet skulle innebära att nya metoder krävs inom planering som inte endast bygger på prognoser. De vattenvolymer som gestaltningarna magasineras är uträknade med en klimatkoefficient på 1,2. Denna faktor är kanske därför inte tillräcklig för att beräkna eventuella ökning av nederbörd. Ytterligare säkerhetsåtgärder kan därför behövas, liksom gestaltningen



för skyfallsyta 3: Entretorget, som kan magasinera mer vatten än det som föreskrivits för ett 100-års regn. Ytterligare skiften inom planering inom översvämningshandling är det nu rådande synsättet att låta vatten ta plats i händelse av översvämning, som MSB (2008) beskriver.

Skyfallshandling ligger idag utanför landskapsarkitektens traditionella yrkesroll men i och med det ökade arbetet för skyfallsåtgärder som idag sker i samhället, kommer troligtvis detta kunskapsfält att växa. Denna uppsats bidrar med kunskap om hur skyfallsmagasin kan integreras i befintliga stadsstrukturer för att säkra samhällsviktig verksamhet och infrastruktur mot skyfall.

En betydande lärdom för landskapsarkitekter är att skyfallshandling inte kan lösas med de magasineringslösningar som dimensioneras för dagvattenhandling. Det är stora vattenvolymer som behöver magasineras och dessa kan inte endast integreras i dagvattenhandlingen. Genom de gestaltningar för skyfallshandling som har presenterats i denna uppsats visas även möjligheter för att skapa rekreativa upplevelser för besökare som även ger ekologiska värden, samt att det krävs stora ytor för att kunna magasinera ett 100-årsregn.

Det finns ingen myndighet eller organisation i Sverige som har ett juridiskt ansvar för skyfallshandling (Svenskt Vatten AB 2014, 2016) vilket gör att implementering av åtgärder faller mycket på kommunernas egna engagemang. Skyfallsåtgärder kräver stora markområden vilket skapar problem kring rådighetsfrågor. Som Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värm-

lands län (2011) förespråkar är en särskilt viktig del i strategier för skyfallsåtgärder samverkan mellan olika aktörer för att kunna arbeta över planområdes- och markägandegränser. Det är därför intressant att det tas fram metoder på hur en kommun kan tackla dessa frågor.

Att arbeta med skyfallsåtgärder är en viktig del inom klimatanpassningsarbetet. Genom att integrera det i planering och gestaltning kan arbetet för skyfallshandling bidra till att skapa platser med många funktioner, och därmed kan skyfall utvecklas från en utmaning till en möjlighet.

## METODDISKUSSION

Nedan diskuteras arbetssätt och samarbete samt metoder för analys och platsstudier. Här tas tankar om uppsatsen huvudmetod: Göteborg Stads metod för skyfallsåtgärder upp. Detta följs av diskussion kring gestaltungsprocessen som integrerar insikter från kunskapsöversikt och referensobjekt.

## ARBETSSÄTT OCH SAMARBETE

Att arbeta i par har påverkat både arbetsprocessen och det färdiga resultatet. Vi valde från början att gemensamt genomföra alla delar i arbetet. Alla avvägningar, tillvägagångssätt och val diskuterades vilket lett till att vi i alla steg behövt argumentera och enas. Då vi i studien ställdes inför ett för oss helt nytt designproblem, att magasinera en volym som totalt motsvarar cirka 68

simbassänger på en relativt liten areal, var det till stor hjälp att kunna bolla idéer för att driva arbetet framåt.

Valet av att samarbeta med Ramboll resulterade till stor del i det syfte och frågeställning som sedan låg till grund för studien. Det gav även möjlighet att ställa frågor om vattenhandling till yrkesverksamma med andra kompetenser inom området, vilket bidrog till att säkerställa gestaltningarnas funktioner.

## ANALYS OCH PLATSSTUDIER

Nedan diskuteras metodval och dess relevans för uppsatsens resultat.

### GÖTEBORGS STADS METOD FÖR SKYFALLSÅTGÄRDER

Metoden för att analysera föreslagna skyfallsytor var under utveckling vid tiden då detta arbete genomfördes, den färdiga metoden skiljer sig från den tidigare versionen som vi arbetade med. I skrivande stund (mars 2019) är metoden inte klar men den ser ut att ha utvecklats till att endast innehålla de första fyra första stegen och inte inkludera implementeringen av en gestaltning.

Det tar tid att förankra politiska beslut, vissa kräver även ändringar i detaljplanen och att integrera gestaltungslösningar i samma metod blir en väldigt lång process. För vår studie, som inte är ett förankrat beslut politiskt eller har genomgått ett samråd, fungerade Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder som en tydlig grund för gestaltningarna.



Då alla steg i metoden inte genomfördes och den desutom förändrats sedan den testades, är det svårt att göra en full utvärdering för hur effektiv metoden är. Det som upplevdes var att det med metoden gick snabbt att få en uppfattning om konflikter och problem för varje yta. Vi som landskapsarkitekter förespråkar att varje yta bör analyseras även utifrån andra perspektiv som hur platserna upplevs, viktiga målpunkter och rörelser på platsen som underlag för gestaltungsarbetet. Vilket vi gjorde som ett komplement till Göteborgs Stads metod för skyfallsåtgärder.

Strukturplanen som ligger till grund för skyfallsytorna i denna metod, bygger främst på höjddata och analyserar inte vad som faktiskt finns på platserna. Att redan i strukturplanen genomföra en första analys av genomförbarhet vore därför att förespråka eftersom att vissa utpekade placeringar av skyfallsytor inte kan integreras på den befintliga ytan. Med detta i åtanke bedömdes det rimligt att byta placeringen för Skyfallsyta 4: Vitsippsdalen efter att analysen visade på många intressekonflikter för platsen. Det kan dock vara problematiskt att flytta en yta uppströms i ett vattensystem. För att veta att det går kan modelleringen som låg till grund för strukturplanen eventuellt behöva göras om. Med detta som argument borde därför en analys av genomförbarhet integrerats redan i strukturplanen. I studien fanns inte möjligheten att göra om modelleringen trots flytt av yta, utan avgränsades till att placeringen fortfarande tar hand om allt vatten som kommer från sjukhuset.

De steg som i studien genomfördes av oss, analys av lämplighet och val av skyfallsåtgärd, kommer nöd-

vändigtvis inte genomföras av en landskapsarkitekt. Våra yrkeskunskaper låg delvis till grund för våra ställningstaganden, exempelvis valet av att inte gestalta skyfallsytan i Vitsippsdalen. Vilka värden, exempelvis natur- och kulturhistoriska, kan vi riskera att de påverkas för att kunna implementera skyfallsåtgärder? Vilka värden är viktigast att bevara och hur ser prioriteringen mellan dem ut? Detta är relevanta frågor att integrera i planeringen som bör bedömmas enskilt i varje fall.

#### PLATSSTUDIER

De parametrar som undersöktes är viktiga delar inom landskapsarkitektur, men andra val av analysmetoder hade varit möjligt. En annan analysmetod, som exempelvis utgår från ett utförligt analysprotokoll hade kunnat resultera i att andra landskapsarkitekter kunnat genomföra studien och fått fram ett resultat som liknar vårt. Med de analysmetoder som valdes för denna studie, antas resultatet skilja sig beroende på vem som utför studien. Att använda sig av en mer strikt metod hade därför kunnat ge resultatet från analysen en högre validitet. Vi anser dock att det kan finnas en styrka i möjligheten att utforma metoder som analyserar platsvärden under studiens gång, eftersom att identifiering av platsspecifika värden kan gå förlorade genom att endast följa ett protokoll. Att på plats kunna diskutera värden, problem och lösningar är en betydande del i gestaltungsprocessen.

Valet av att genomföra en Lynch-inspirerad analys och en upplevelseanalys innebar att vi, utifrån dessa metoder kunde identifiera platsspecifika förutsättnin-

gar. Hade ytterligare platsstudier genomförts hade vårt resultat troligtvis sett annorlunda ut. Ytterligare platsstudier som skulle ha bidragit positivt till studiens resultat är exempelvis en grönstrukturanalys. Eftersom studien främst fördjupar sig inom vatten kan andra perspektiv ha missats.

#### GESTALTNINGSPROCESSEN

De topografiska analyser som vi genomfört låg till grund för vårt resultat. Dessa gav ett ungefärligt resultat och är inte tillräckliga för att räkna ut exakta vattenvolymer i natur- och parkmark utan skulle behöva kompletteras med en modellering. Beräkningarna i topografiska analysen fungerade dock för de enklare beräkningarna vilket var Skyfallsyta 1: Guldhedshöjden, Skyfallsyta 3: Entrétorget och Skyfallsyta 4: Vitsippsdalen. Valet av timskisser gjordes då det är en metod som landskapsarkitekter ofta använder i idégenereringsfasen. Denna metod ger olika resultat beroende på vem som utför den och som med all gestaltning skiljer sig resultatet beroende på landskapsarkitekt. Resultatet hade antagligen sett annorlunda ut om andra analysmetoder och idégenereringar genomförts.

I studien genomfördes gestaltningen utifrån gestaltungsprogrammet som delvis byggde på vår analys av hur platserna används och kan tänkas kunna användas. Detta ledde till att vi, utifrån våra kunskaper som landskapsarkitekter, kunde implementera många funktioner för brukare. I realiteten ger detta arbetssätt inte en fullständig bild av hur människor upplever platserna idag. För att skapa en djupare förståelse för detta samt



identifiera ytterligare behov skulle en gedigen medborgardialog krävas. Detta skulle exempelvis kunna genomföras utifrån att bjuda in till dialog på platserna eller genom intervju- och enkätstudier. En plats som kan lyftas som särskilt komplex och där en medborgardialog skulle vara särskilt viktig är entrétorget utanför sjukhuset. Denna miljö måste fungera både i den dagliga verksamheten, för alla de människor som arbetar på platsen och främst för de människor som av olika skäl besöker sjukhuset.

Gestaltningens programmet utformades utifrån sammanfattningar och insikter från kunskapsöversikten och referensobjekt. Denna metod innebar att våra gestaltningar kopplas från forskning och praktiska lärdomar till gestaltning. Det innebär att urvalet av litteratur och platsbesök påverkat svaret på frågeställningen i högsta grad. Gestaltningen hade därför kunnat få en annorlunda utformning om ett annat urval genomförts. Det bör tilläggas att de erfarenheter och kunskaper som vi tidigare inhämtat från utbildning och arbete också utgör en grund i gestaltningen. Vissa programpunkter fick större plats i resultatet än andra, exempelvis att omhänderta olika stora regn med olika lösningar samt att ta till vara på befintliga ekosystem. Detta då vi bedömde de som betydande aspekter från teorin och en förutsättning för att skapa en lyckad helhetslösning.

Det fanns svårigheter att hitta forskningsartiklar som specifikt behandlade skyfall ur ett gestaltningssperspektiv vilket antas ha att göra med att det är ett relativt nytt arbetsområde. I ett internationellt perspektiv kan en förklaring till detta vara att definitioner på sky-

fall varierar mellan länder och regn som klassas som vanligt förekommande i ett land med höga nederbörds-mängder kan jämföras med skyfall i en svensk kontext.

På de platser som sedan länge arbetat med skyfall som Singapore, är skyfallshanteringen integrerade i stadsplaneringen på ett annat sätt än i Sverige. Valet att åka till Singapore för att hämta inspiration har påverkat arbetet. Det fanns tidiga tankar att åka till Kina eller USA, vilka hade gett helt andra referensobjekt och påverkat resultatet. Målet med studieresan var att besöka ett land med helt andra förutsättningar än Sverige för att se andra lösningar och försöka hitta inspiration till något som fungerar i svensk kontext.

Många idéer växte fram under studieresan, exempelvis vattenlek och tak för väderskydd. Vi tror att det är betydelsefullt att lära av andra när det kommer till att implementera skydd för skyfall. Genom att på befintliga platser kunna observera hur de används, vad som fungerar och vilka lösningar som inte fungerar ur både ett brukar- och skyfallsperspektiv gavs många insikter som var till stor hjälp under det fortsatta gestaltningsarbetet. Att däremot "kopiera" en lösning från en plats till en annan är inte möjligt eller önskvärt då varje plats har unika förutsättningar som bör integreras i gestaltningsarbetet för ett lyckat resultat. För inspirationen från Singapore behövde många aspekter beaktas eftersom klimatet, samhället och ekonomin skiljer sig från den svenska kontexten. Här kom våra kunskaper inom ståndort, ljusförhållanden och växtmaterial till stor nytta.

I Singapore har planeringen för skyfallshantering i många fall genomförts med skyfallsperspektivet inte-

grerat från början. Ett exempel på detta är de stora torrlagda kanaler som transporterar vatten vid skyfall (figur 20). Det skiljer sig stort till vår studies arbetsområde där skyfallsproblematiken löses i efterhand. Detta kan också vara en bidragande faktor till att det var svårt att hitta artiklar. Dessa aspekter gör att det är viktigt att vara kritisk till de källor vi hittat som berör skyfall. Eftersom dessa händelser är så pass ovanliga är de metoder och strategier som förespråkas inte prövade i stor skala. Därmed gäller det att kritiskt utvärdera och granska de färdigställda åtgärderna som idag finns, vid händelse av skyfall.

Utifrån våra kunskaper inom skyfallshantering och landskapsarkitektur kan en förbättringspotential ses för de referensprojekt som studerats. I Bishang-Ang Mo Kio Park (den byggda floden i Singapore) slutar parken tvärt med ett möte med en hårdgjord kanal. Denna kanal ansluter efter några hundra meter till ett stort naturområde. En bättre gestaltning hade kunnat möjliggöra en starkare koppling mellan dessa grönområden. I Karlstad har inte gestaltningen fokuserat på upplevelser. Nya gångvägar, träd och dammar skulle kunna ha inkorporerats i gestaltningen och skapat nya mervärden på platsen. I Tåsinge plads finns flera gestaltningselement som har en bristande funktion. Den lek som finns på platsen, i form av pumpar, var under vårt besök ur funktion, se figur 30. Ytterligare lekelement som inte är beroende av avancerade tekniska funktioner hade därför varit passande. Den delen av parken som kallas för Regnskogen består av planteringar och på denna yta hade det varit möjligt att integrera vistelseytor.



## RESULTATETS VALIDITET

Studien har visat hur processen skulle kunna se ut för hantering av skyfall för ett område, genom att använda en metod under utveckling. Studien visar även vikten av att se hela vattensystemet inom ett avrinningsområde.

Det behövs dock vidare utredning innan en implementering av skyfallsytorna kan ske men studien visar på en gestaltning som förmodligen är genomförbar, om markägare och kommun kommer överens om projektets finansiering. De olika ytorna och de tillhörande gestaltningarna ser väldigt olika ut vilket ger en stor variation i underhåll och driftskostnader. Hur väl ytorna fungerar som magasin beror till stor del på vattnets möjlighet att ta sig dit. Detta innebär att underhåll av inlopp och utlopp är av största relevans för magasinens funktion.

## VIDARE FORSKNING

Arbetet med att skyfallssäkra städer i Sverige är ett relativt nytt område där fokus hittills legat på att identifiera risker och utveckla strategier. För att vidareutveckla vårt projekt finns flera utvecklingsområden. Varje skyfallsyta skulle kunna gestaltas var för sig med en högre detaljeringsgrad. Att fördjupa hur vattnet tar sig in i magasinerna och hur dagvattnet tar sig ut, ur både funktions-, drift och gestaltningsspektiv, är ett ytterligare

utvecklingsområde. Att inkorporera en bro från Skyfallsyta 4: Vitsippsdalen till Botaniska trädgården likaså. För vidare studier inom landskapsarkitektur och skyfallsåtgärder föreslår vi följande frågeställningar:

- Hur kan skyfallsleder utformas för att kunna integreras i den befintliga stadsstrukturen?
- Vilka gestaltungsprinciper kan användas för att magasinera skyfall i redan tätbebyggda städer?
- Hur väl fungerar de skyfallsåtgärder som är byggda i tempererade klimat för besökare?
- Hur kan skyfallsmagasin i form av öppna blågröna lösningar gestaltas med fokus på tillgänglighetsperspektiv?







# 8. REFERENSER

---

I kapitlet presenteras källförteckning och  
figurförteckning.



# REFERENSER

- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), ss. 341–343. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.02.021
- Bodin, A. Hidemark, J. Stintzing, M. Nyström, S. (2016). *Arkitektens handbok*. 3. uppl., Lund: Studentlitteratur AB
- Bolling, C & Svahn, C. (2018). 13 döda i översvämning i Frankrike- regnoväder ligger kvar. *Dagens Nyheter*, 15 oktober. Tillgänglig: <https://www.dn.se/nyheter/varlden/fem-doda-i-oversvamning-i-frankrike-regnovader-ligger-kvar/> (2018-11-07)
- Canoilas, V. (2018). Sjukhus drabbat av översvämning. *Dagens Nyheter*, 29 juli. Tillgänglig: <https://www.dn.se/sthlm/sjukhus-drabbat-av-oversvamning-tar-emot-farre-patienter/> (2018-11-07)
- Carp, O. (2018). Flera döda på Mallorca - femåring saknas. *Dagens nyheter*, 11 oktober. Tillgänglig: <https://www.dn.se/nyheter/varlden/fler-doda-pa-mallorca-femaring-saknas/> (2018-11-07)
- Clayden, A & Dunnet, N. (2007). *Rain Gardens- Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. Portland, Or.: Timber press.
- Costanza, R. de Groot, R. Braat, L. Kubiszewski, I. Fioramonti, L. Sutton, P. Farber, S. & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, ss.1-16. DOI: 10.1016/j.ecoser.2017.09.008
- CRED. (2011). *2010 Disasters in numbers*. Bryssel: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. [https://www.unisdr.org/preventionweb/files/17613\\_rectoversodisasters2010.pdf](https://www.unisdr.org/preventionweb/files/17613_rectoversodisasters2010.pdf)
- Davoudi, S. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? *Planning Theory & Practice*, 13(2), ss. 299–307. DOI: 10.1080/14649357.2012.677124
- Gardens by the Bay. (u.å). *About the Gardens*. Tillgänglig: <http://www.gardensbythebay.com.sg/en/the-gardens/our-story/introduction.html> (2019-03-01)
- Greenroofs. (2019). *Khoo Teck Puat Hospital (KTPH)*. Tillgänglig: <http://www.greenroofs.com/projects/khoo-teck-puat-hospital-ktph/> (2019-01-04)
- Gunawardena, K,R. Walls, M,J. Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 584, ss. 1040-1055. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.158
- Göteborgs Botaniska Trädgård. (2018a). *Om Botaniska*. Tillgänglig: <http://www.botaniska.se/om-botaniska/> (2019-03-04)
- Göteborgs Botaniska Trädgård. (2018b). *Vitsippsdalen*. Tillgänglig: <http://www.botaniska.se/tradgard--vaxthus/tradgarden/vitsippsdalen/> (2019-03-04)
- Göteborgs Stad. (u.å). *Slottsskogen*. Tillgänglig: [https://goteborg.se/wps/portal/enhets-sida/slottsskogen/om-parken/historia!/ut/p/z1/04\\_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8zi-TYzcDQy9TAy9\\_Q0MLAwcQ4JdnPy9zQ3d3Y-31wwkpiAJKG-AAjgb6XvpR6Tn5SUCrwp30I-y08ndOyykG2OuYIGVuk60cVpaalFqUW6WXkF-5foR5SXI-ul5-en56TqJefn6hfkRIR5FjsqAgDI6Npu/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](https://goteborg.se/wps/portal/enhets-sida/slottsskogen/om-parken/historia!/ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8zi-TYzcDQy9TAy9_Q0MLAwcQ4JdnPy9zQ3d3Y-31wwkpiAJKG-AAjgb6XvpR6Tn5SUCrwp30I-y08ndOyykG2OuYIGVuk60cVpaalFqUW6WXkF-5foR5SXI-ul5-en56TqJefn6hfkRIR5FjsqAgDI6Npu/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/) (2019-03-04)
- Göteborgs Stad. (2017). *Göteborg när det regnar: en exempel och inspirationsbok för god dagvattenhantering*. Göteborg: Göteborgs Stad. [http://www.samhallsbyggarna.org/media/635983/goteborg-na-r-det-regnar-en-exempel-och-inspirationsbok-fo-r-god-dagvattenhantering\\_2018-04.pdf](http://www.samhallsbyggarna.org/media/635983/goteborg-na-r-det-regnar-en-exempel-och-inspirationsbok-fo-r-god-dagvattenhantering_2018-04.pdf)
- Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (u.u). *Åtgärdsplaner för skyfallshantering*. Göteborg: Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret.
- Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (2017a). *Förslag till översiktsplan för Göteborg. Tillägg för översvämningsrisker*. Göteborg: Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20utställning-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/\\$File/Utställning.pdf](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20utställning-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/$File/Utställning.pdf)
- Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (2017b). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker, Linnéstadens avrinningsområde*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret Göteborg. Tillgänglig PDF via: <https://www.vattenigoteborg.se/about?site=sky>
- Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (2017c). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker, metodbeskrivning*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret Göteborg. Tillgänglig PDF via: <https://www.vattenigoteborg.se/about?site=sky>
- Holling, CS. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, ss. 1–23. DOI: 10.1146/annurev.es.04.110173.000245



- Kerkez, B. Geuden, C. Lewis, M. Montestruque, L. Quigley, M. Wong, B. Bedig, A. Kertesz, R. Braun, T. Cadwalder, O. Poresky, A. (2016). Smarter Stormwater Systems. *Environmental Science & Technology*, 50(14), ss. 7267-7273. DOI: 10.1021/acs.est.5b05870
- Kleerekoper, L. van Esch, M. Baldriri Salcedo, T. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, ss. 30-38. DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.06.004
- Klimakvarter. (2015). *Tåsinge plads*. Köpenhamn: Klimakvarter. [http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/06/T%C3%A5singeplads\\_pixi\\_2015\\_DK\\_WEB.pdf](http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/06/T%C3%A5singeplads_pixi_2015_DK_WEB.pdf)
- Kundzewicz, ZW. (2002). Non-structural flood protection and sustainability. *Water International*, 27(1), ss. 3-13. DOI: 10.1080/02508060208686972
- Locatelli, L. Mark, O. Mikkelsen, PS. Arnbjerg-Nielsen, K. Deletic, A. Roldin, M. Binning, P. J. (2017). Hydrologic impact of urbanization with extensive stormwater infiltration. *Journal of Hydrology*, 544, ss. 524-537. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2016.11.030
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län. (2011). *Stigande vatten, en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden*. Västra Götalands och Värmlands län: Länsstyrelserna. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.5776ebef1633f-ba4a971530/1526373215959/2011-72.pdf>
- Meteorological Service Singapore. (u.å). *Climate of Singapore*. Tillgänglig: <http://www.weather.gov.sg/climate-climate-of-singapore/> (2019-02-10)
- MSB. (2008). *Översvämningar och riskhantering. En forskningsöversikt*. Karlstad: Myndigheten för skydd och beredskap. <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/24693.pdf>
- MSB. (2012). *Översvämningar i Sverige 1901-2010*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/26098.pdf>
- MSB. (2016). *Skyfallsförebyggande åtgärder, exempel på arbete i Köpenhamns och Fredriksbergs kommuner*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28191.pdf>
- Murphy, M. (2016). *Landscape architecture theory: an ecological approach*. Washington, DC: Island Press.
- National Parks Board. (2019a). *Bishan-Ang Mo Kio Park*. Tillgänglig: <https://www.nparks.gov.sg/gardens-parks-and-nature/parks-and-nature-reserves/bishan---ang-mo-kio-park> (2019-01-20)
- National Parks Board. (2019b). *City in a Garden*. Tillgänglig: <https://www.csc.gov.sg/articles/a-city-in-a-garden> (2019-03-01)
- Nishimura, N. Nomura, T. Iyota, H. Kimoto, S. (1998). Novel water facilities for creation of comfortable urban micrometeorology. *Solar Energy*, 64(4-6), ss. 197-207. DOI: 10.1016/S0038-092 X(98)00116-9
- NLB. (2011). *Singapore-Malaysia water agreements*. Tillgänglig: [http://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP\\_1533\\_2009-06-23.html](http://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP_1533_2009-06-23.html) (2018-12-04)
- O'Donnel, E, C. Lamond, J, E. Thorne, C, R. (2017). Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, 14(9), ss.964-971. DOI: 10.1080/1573062X.2017.1279190
- PUB. (2018). *Water Level Sensors & CCTVs*. Tillgänglig: <https://app.pub.gov.sg/waterlevel/pages/WaterLevelSensors.aspx> (2018-11-25)
- Ramboll. (2017). *New climate resiliency project in New York*. Tillgänglig: <https://ramboll.com/media/rgr/ramboll-wins-new-resiliency-project-in-new-york-city> (2019-01-26)
- Sahlgrenska Universitetssjukhuset. (2018). *Historik*. Tillgänglig: <https://www.sahlgrenska.se/om-sjukhuset/historik/> (2019-03-04)
- Scheffer, M. (2009). *Critical Transitions in Nature and Society*, Princeton NJ: Princeton University Press.
- SMHI. (2015). *Från utsläppsscenarioer till lokal nederbörd och översvämningsrisker*. Norrköping: Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.99243!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/klimatologi\\_38.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.99243!/Menu/general/extGroup/attachmentColHold/mainCol1/file/klimatologi_38.pdf)
- SMHI. (2017). *Skyfall och rotblöta*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339> (2018-11-07)



SMHI. (2018a). *Skydd för översvämningar, Centralsjukhuset i Karlstad, fördjupning*. Tillgänglig: <http://www.klimatanpassning.se/atgarda/lar-av-andra/anpassningsexempel/skydd-for-oversvamningar-centralsjukhuset-i-karlstad-fordjupning-1.34205> (2019-01-05)

SMHI. (2018b). *Skyfallen kan bli ännu värre i ett förändrat klimat*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/ny-forskning-skyfallen-kan-bli-annu-varre-i-ett-forandrat-klimat-1.142644> (2018-12-10)

Svenskt Vatten AB. (2014). *Kommunal dagvattenhantering – juridiska och finansiella aspekter, Rapport nr 2014-07*. Bromma: Svenskt Vatten AB. [http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport\\_2014-07.pdf](http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2014-07.pdf)

Svenskt Vatten AB. (2016). *Publikation P110- Avledning av dag-, drän- och spillvatten, del I*. Bromma: Svenskt Vatten AB. [http://vav.griffel.net/filer/p110\\_del1\\_jan2016.pdf](http://vav.griffel.net/filer/p110_del1_jan2016.pdf)

Tan, P. Y. (2018). Intervju, National University of Singapore, Singapore. (2018-11-15)

Ulrich, R. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224, ss. 420-421. DOI: 10.1126/science.6143402

Upmanis, H. Eliasson, I. Lindqvist, S. (1998). The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Goteborg, Sweden). *International Journal of Climatology*, 18 (6), ss. 681-700. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0088(199805)18:6<681::AID-JOC289>3.0.CO;2-L

Walker, J. & Cooper, M. (2011). Genealogies of resilience: From systems ecology to the political economy of crisis adaptation. *Security Dialogue*, 42(2), ss. 143–160. DOI: 10.1177/0967010611399616

Watson, D & Adams, M. (2011). *Design for flooding: architecture, landscape and urban design for resilience to flooding and climate change*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

## FIGURFÖRTECKNING

Om inget annat anges © Fogelberg & Gissén (2019), gällande fotografier, illustrationer och tabeller.

**Figure I:** Kollage bestående av följande: På underlag från GSD-Ortofoto, 0,5 m färg, © Lantmäteriet, hämtad 2019. Information avritad från Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (2017b). Strukturplan för hantering av översvämningssrisker, Linnéstadens avrinningsområde, s. 3 Figur 1-1. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret Göteborg. Tillgänglig PDF via: <https://www.vattenigoteborg.se/about?site=sky>

**Figure IV-VIII: Illustration plans:** På underlag från Baskarta (dwg), © Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. Tillhandahållet av Geodataavdelningen, Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret.

**Figur 2:** Kollage bestående av följande: På underlag från GSD-Ortofoto, 0,5 m färg, © Lantmäteriet, hämtad 2019. Information avritad från Göteborgs Stad. (2019). *Skyfall, scenario 100-årsregn*. Tillgänglig via: [vattenigoteborg.se](http://vattenigoteborg.se)

**Figur 3, 9, 10, 29:** Kollage bestående av följande: På underlag från GSD-Ortofoto, 0,5 m färg, © Lantmäteriet, hämtad 2019. Information avritad från Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (2017b). *Strukturplan för hantering av översvämningssrisker, Linnéstadens avrinningsområde*, s. 3 Figur 1-1. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret Göteborg. Tillgänglig PDF via: <https://www.vattenigoteborg.se/about?site=sky>

**Figur 11:** Historiskt ortofoto Underlag från Historiskt ortofoto, 1955-1967 © Lantmäteriet, hämtad 2019.

**Figur 15:** Singapores läge i sydostasien På underlag från Free Vector Maps, © FreeVectorMaps.com. *Map of Southeast Asia- Single Color*. (2013). Tillgänglig: [https://freevectormaps.com/world-maps/southeast-asia/WRLD-SEA-01-0001?ref=search\\_result](https://freevectormaps.com/world-maps/southeast-asia/WRLD-SEA-01-0001?ref=search_result) (2019-03-15)

**Figur 28:** Utsnitt från metodens exceldokument parameterlistan som visar klassningen, © Göteborgs Stad. Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. (u.u). *Åtgärdsplaner för skyfallshantering*. Göteborg: Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret.



## RESULTAT A1

### Bakgrundsbild A1or: Moln

kissCCO. (u.å). Tag cloud Transparency and translucency Sky. Tillgänglig: [\(https://www.kisscco.com/png/tag-cloud-transparency-and-translucency-sky-small-rd3c4p\(CCO\)\)](https://www.kisscco.com/png/tag-cloud-transparency-and-translucency-sky-small-rd3c4p(CCO)) (2019-03-15)

### Placering, karta:

På underlag från Baskarta (dwg), © Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. Tillhandahållet av Geodataavdelningen, Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret.

### Lynch-inspirerad analys:

På underlag från Baskarta (dwg), © Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. Tillhandahållet av Geodataavdelningen, Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret.

### Illustrationsplaner:

På underlag från Baskarta (dwg), © Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret. Tillhandahållet av Geodataavdelningen, Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret.

### Sektioner:

Skalgubbar, på underlag från:

skalgunbar.se. (u.å). #151. Tillgänglig: <https://skalgunbar.se/2012/05/13/151-f-and-i-took-a-long-walk-through-goteborg-today/> (2019-03-13)

skalgunbar.se. (u.å). #192. Tillgänglig: <https://skalgunbar.se/2012/12/03/192-and-a-walking-the-high-line-of-paris/> (2019-03-13)

skalgunbar.se. (u.å). #248. Tillgänglig: <https://skalgunbar.se/2013/10/28/248-being-an-uncle-comes-with-responsibilities-going-to-museums-for-example/> (2019-03-13)

skalgunbar.se. (u.å). #254. Tillgänglig: <https://skalgunbar.se/2013/11/19/254-c-and-s-driving-around-with-the-stroller/> (2019-03-13)

skalgunbar.se. (u.å). #261. Tillgänglig: <https://skalgunbar.se/2014/02/17/261-a-snowy-day-and-d-is-walking-quickly-with-his-fancy-valise/> (2019-03-13)







# 9. BILAGOR

---

I kapitlet presenteras bilagor i form av dokument från Göteborgs stads metod för skyfallsåtgärder samt uträkningar och tidskisser från gestaltningsprocessen.



## BILAGA 1: ANALYS AV LÄMPLIGHET

	RÄDIGHET	PLANER & PROGRAM	NATUR- & KULTURVÅRDEN	TEKNISK INFRASTRUKTUR	BEDÖMNING AV ANALYS AV LÄMPLIGHET (EFTER ANTAGANDEN KRING INTRESSENTGRUPPENS BESLUT)
SKYFALLSYTA 1	Åtgärder är placerade på allmän platsmark alternativt kommunal kvartersmark.	Åtgärder berör ej planer eller program.	Åtgärder är ej placerade inom område med utpekade natur- och kulturmiljövården. Observera att inventering ändå kan krävas.	Åtgärder är ej placerade på område med omfattande teknisk infrastruktur.	
SKYFALLSYTA 2	Åtgärder är placerade på allmän platsmark alternativt kommunal kvartersmark.	Åtgärder berör ej planer eller program.	Åtgärder är delvis placerade inom område med utpekade natur- och kulturmiljövården, där det kan uppstå konflikt.	Åtgärder är ej placerade på område med omfattande teknisk infrastruktur.	
SKYFALLSYTA 3	Åtgärder är placerade på privat kvartersmark.	Åtgärder är placerade inom plan-eller programområde med riks för målkonflikt för exploatering.	Åtgärder är ej placerade inom område med utpekade natur- och kulturmiljövården. Observera att inventering ändå kan krävas.	Åtgärden är placerad på område med omfattande teknisk infrastruktur.	
SKYFALLSYTA 4	Åtgärder är placerade på privat kvartersmark.	Åtgärder är placerade inom plan-eller programområde med riks för målkonflikt för exploatering.	Åtgärder är ej placerade inom område med utpekade natur- och kulturmiljövården. Observera att inventering ändå kan krävas.	Åtgärder är delvis placerade på område med teknisk infrastruktur.	
SKYFALLSYTA 5	Yta placerad på park och naturnämndens mark	Åtgärder berör ej planer eller program.	Åtgärder är delvis placerade inom område med utpekade natur- och kulturmiljövården, där det kan uppstå konflikt.	Åtgärder är ej placerade på område med omfattande teknisk infrastruktur.	
				SAMMANVÄGD BEDÖMNING:	

TABELL 3. SAMMANSTÄLLNING AV STEG 2 - ANALYSEN FÖR LÄMPLIGHET.

	RÄDIGHET	PLANER & PROGRAM	NATUR- & KULTURVÅRDEN	TEKNISK INFRASTRUKTUR	BEDÖMNING
SKYFALLSYTA UTIFRÅN PLACERING FÖRESLAGEN I STRUKTURPLANEN	Åtgärder är placerade på privat kvartersmark.	Åtgärder berör ej planer eller program.	Åtgärd kan medföra påverkan på natur eller kulturvården med särskilt starkt juridisk skydd.	Åtgärder är ej placerade på område med omfattande teknisk infrastruktur.	

TABELL 4: UTSNITT FRÅN ANALYS AV LÄMPLIGHET FÖR DEN URSPRUNGLIGA PLACERINGEN AV SKYFALLYTA 4. BEDÖMNINGEN BLEV NEGATIV.

## BILAGA 2: VAL AV TYPFALL

	DIMENSIONERANDE VOLYM (m³)	YTA I STRUKTURPLANEN (m²)	BEDÖMNING AV TILLGÅNGLIG YTA	VAL AV TYPFALL	KOSTNAD (m²)	BEDÖMNING
SKYFALLSYTA 1	2500	10500	Hög	Torrdamm	2800-4100	
SKYFALLSYTA 2	10500	23500	Mellan	Vätdamm	2070	
SKYFALLSYTA 3	500	1600	Mellan	Vätdamm	2800-4100	
SKYFALLSYTA 4	20500	x	Låg	Underjordiskt magasin	13800 (m³)	
SKYFALLSYTA 5	34000	28000	Mellan	Vätdamm	2070	
SAMMANVÄGD BEDÖMNING:						

TABELL 5. SAMMANSTÄLLNING AV STEG 3 - VAL AV SKYFALLSLÖSNING



## BILAGA 3: BERÄKNINGAR

### SKYFALLSYTA 1

Volymbehov: 2.500 m<sup>3</sup>

Area= 2125 m<sup>2</sup>

Djup behöver vara 1,18 m.

### SKYFALLSYTA 2

Volymbehov: 10.500m<sup>3</sup>

Vall 1:

vid +52,3 höjs vallen 1,7m till +54

Area= 5511 m<sup>2</sup>

Volym= 3186 m<sup>3</sup>

Vall 2:

vid 55,5 höjs vallen 2m till +57,5

Area= 7350 m<sup>2</sup>

Volym= 4900 m<sup>3</sup>

Vall 3:

vid +58 höjs vallen 2,5m till +60,5

Area= 1800 m<sup>2</sup>

Volym= 2213 m<sup>3</sup>

Totalvolym: 3185+ 4900+ 2215= 10.300 m<sup>3</sup>  
(200m<sup>3</sup> för lite)

### SKYFALLSYTA 3

Volymbehov: 1000 m<sup>3</sup>

Area: 1.290 m<sup>2</sup>

Ytan blir två meter som djupast, på ett område om 300 m<sup>2</sup>. Detta tar en volym på 600 m<sup>3</sup>. Övrigt medeldjup: 400 m<sup>3</sup>/990 m<sup>2</sup>= 0,4 meter.

### SKYFALLSYTA 4

Volymbehov: 20.000 m<sup>3</sup>

Area= 3.465 m<sup>2</sup>

Djup behöver vara 5,77 m.

### SKYFALLSYTA 5

Volymbehov: 34.000 m<sup>3</sup>

Damm, övre del:

Grundvattennivå = 13,5 möh

Area vid 16 möh =13700 m<sup>2</sup>

Släntvolym= 830m x 8,75m<sup>2</sup>= 7260 m<sup>3</sup>

Volym vatten = (13 700m<sup>2</sup> x 2,5m) - 7260 m<sup>3</sup> = 27000 m<sup>3</sup>

Damm, nedre:

Grundvattennivå = 15 möh

Area vid 16 möh =2000 m<sup>2</sup>

Släntvolym= 395m x 2m<sup>2</sup>= 790 m<sup>3</sup>

Volym vatten = (2000m<sup>2</sup> x 1m) - 790 m<sup>3</sup> = 1210 m<sup>3</sup>

Amfiteatern:

Grundvattennivå = 14 möh

Area vid 16 möh =2164 m<sup>2</sup>

Släntvolym= 210 m<sup>3</sup>

Volym vatten = (2164m<sup>2</sup> x 2m) - 210 m<sup>3</sup> = 4118 m<sup>3</sup>

Gräsytan:

Grundvattennivå = 15,5 möh

Area vid 16 möh =3360 m<sup>2</sup>

Släntvolym= 29 m<sup>3</sup>

Volym vatten = (3360m<sup>2</sup> x 0,5m) - 29 m<sup>3</sup> = 1651 m<sup>3</sup>

Total vattenvolym:

1651 m<sup>3</sup> +4118 m<sup>3</sup> +1210 m<sup>3</sup> +27000 m<sup>3</sup> = 33.979 m<sup>3</sup>



# BILAGA 4: TIMSKISSER

## TIDIGA SKISSER



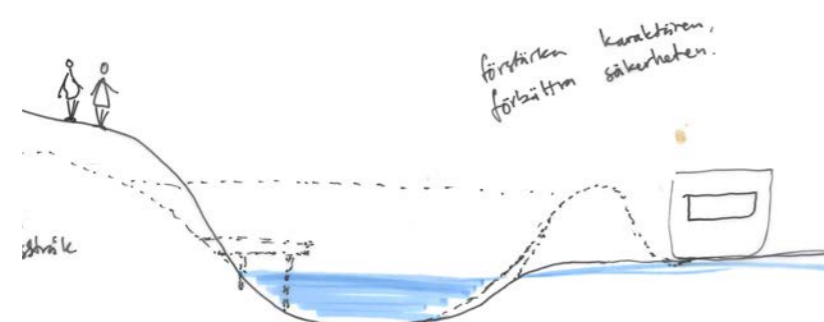
FÖRSTA SKISSEN PÅ SKYFLLSYTA 1, SKOLGÅRDEN.



FÖRSTA SKISSEN PÅ SKYFLLSYTA 2, GULDHEDSDALEN.

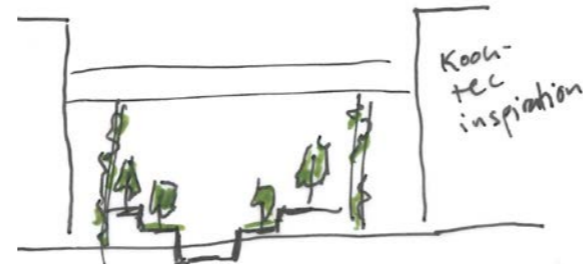


FÖRSTA SKISSEN PÅ SKYFLLSYTA 4, MAGSINET.

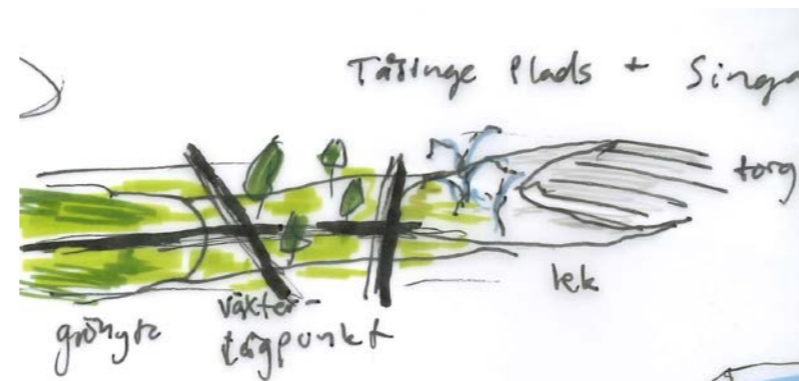


FÖRSTA SKISSEN PÅ SKYFLLSYTA 5, FÅGELDMMEN.

## SKISSER FÖR SKYFALLSYTA 3: ENTRETORGET



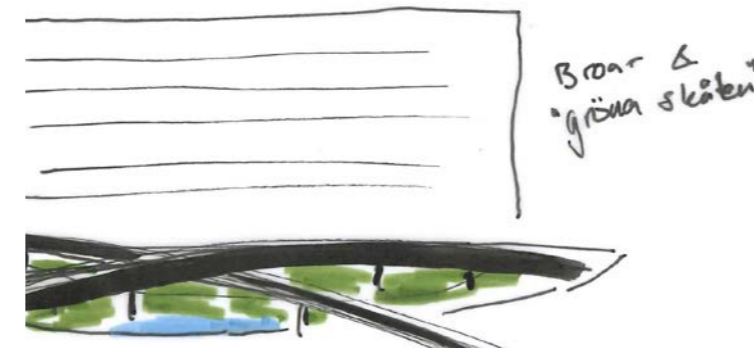
IDEGENERERING AV SKYFALLSYT 3, SJUKHUSTORGET.



IDEGENERERING AV SKYFALLSYTA 3, SJUKHUSTORGET. EN KOMBINATION AV "SINGAPORE" OCH TÅSINGE PLADS, FÖRSTA SKISS AV VAD SOM BLEV DEN SLUTLIGA GESTALTNINGEN.



IDEGENERERING AV SKYFALLSYTA 3, SJUKHUSTORGET.



IDEGENERERING AV SKYFALLSYT 3, SJUKHUSTORGET.

## DETALJER



DETALJSKISS, TAK FÖR SKYFALLSYTA 3, SJUKHUSTORGET.



DETALJSKISS, TAK OCH BELYSNING FÖR SKYFALLSYTA 3, SJUKHUSTORGET.



DETALJSKISS, VATTENGESTALTNING PÅ SKYFALLSYTA 3, SJUKHUSTORGET.







