

Verktyg för klimatanpassning genom omgestaltning

Multifunktionella åtgärder på slutna innergård inom Chalmers campus Johanneberg

*Tools for Climate Adaptation through Redesign -
Multifunctional Measures in an Enclosed Courtyard at
the Chalmers Johanneberg Campus*

Siri Sandberg

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2026



Verktyg för klimatanpassning genom omgestaltning - Multifunktionella åtgärder på sluten innergård inom Chalmers campus Johanneberg

Tools for Climate Adaptation through Redesign - Multifunctional Measures in an Enclosed Courtyard at the Chalmers Johanneberg Campus

Siri Sandberg

Handledare: Arne Nordius, SLU Alnarp Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator: Thomas B. Randrup, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Bitr. examinator: Scott Wahl, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: A2E
Kurstitel: Independent Project in Landscape Architecture
Kurskod: EX0846
Program: Landskapsarkitektprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2026
Omslagsbild: Siri Sandberg (2026)

Nyckelord: Klimatanpassning, dagvattenhantering, skyfallshantering, pluvial översvämning, värmestress, multifunktionell, innergård, EU-taxonomin, gestaltungsförslag

Arbetet är utformat för att läsas i A3.

Bilderna i arbetet är författarens egna om inget annat anges.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

SAMMANFATTNING

Klimatförändringarna ökar risken för pluviala översvämningar och värmestress i urbana miljöer. Slutna innergårdar är ofta särskilt sårbara eftersom vatten inte kan avledas ytligt och kapaciteten för skyfall begränsas av utgående dagvattenledning. Omgivande fasader kan dessutom lagra värme och begränsa luftcirkulationen, vilket kan skapa ett varmare mikroklimat. Generellt har innergårdar även stor potential för att erbjuda närliggande, tillgängliga vistelseytor och avkoppling i vardagen.

Examensarbetet undersöker hur olika klimatanpassningsåtgärder kan användas för att möta dessa risker på slutna innergårdar, med ett primärt fokus på pluvial översvämning, samtidigt som fler multifunktioner som rekreativa och ekologiska värden kan möjliggöras. En verktygslåda med olika klimatanpassningsåtgärder har utarbetats och analyserats med EU-taxonomi som övergripande utgångspunkt för att bedöma åtgärdernas potential för klimatanpassning utan att skapa nya risker.

Slutsatserna från verktygslådan visar att skyfallshantering i första hand är ett volymproblem och att vegetationsbaserade ytliga magasin med träd har stor teoretisk potential att minska risken för översvämning och värmestress samtidigt som de kan bidra med ytterligare multifunktionella värden. Samtidigt är valet av åtgärder kontextberoende och påverkas av platsens specifika förutsättningar.

Verktygslådan har prövats i en fallstudie på en innergård inom Chalmers campus Johanneberg. Genom analyser av dagvattenflöde, värmerisker, solförhållanden, rumslighet och användarbehov samt insikter från referensplatser har ett gestaltungsförslag tagits fram. Detta visar hur ett sammanhängande system av ytliga åtgärder kan fördröja ett 100-årsregn med god marginal samtidigt som avtappningshastigheten kan minskas för att reducera risken för översvämning nedströms. Utformningen av åtgärderna bidrar även till ett förbättrat mikroklimat och ökade vistelsevärden med möjlighet till rekreation och studier på innergården.

ABSTRACT

Climate change increases the risk of pluvial flooding and heat stress in urban areas. Enclosed courtyards are often particularly vulnerable because rainwater cannot be drained from the surface, and the outgoing stormwater pipe limits their capacity to handle heavy rainfall. Surrounding facades can also trap heat and restrict air circulation, leading to a warmer microclimate. However, courtyards also offer significant potential for providing accessible recreational spaces and opportunities for relaxation in daily life.

This thesis explores how various climate adaptation measures can address these risks in enclosed courtyards, focusing primarily on pluvial flooding, while also enabling multifunctional benefits, such as recreation and ecological benefits. A toolbox of various climate adaptation measures has been developed and analyzed using the EU taxonomy as an overall framework for evaluating the potential of the measures for climate adaptation without creating new risks.

Findings from the toolbox indicate that managing extreme rainfall events is primarily a matter of volume, and that vegetation-based surface reservoirs with trees have significant theoretical potential to reduce flood risk and heat stress while also offering additional multifunctional values. However, the selection of measures depends on the specific context and conditions of the site.

The toolbox was tested through a case study of a courtyard within the Chalmers Johanneberg campus. A design proposal was developed based on analysis of stormwater runoff, heat-related risks, solar conditions, spatial constraints, and user needs, together with insights from reference projects. The results demonstrate how a coordinated system of surface measures can significantly delay a 100-year flood event and reduce discharge rates, thereby lowering the risk of downstream flooding. The proposed design also contributes to an improved microclimate and increased recreational value, with spaces for recreation and study within the courtyard.

TACK

Detta examensarbete har vuxit fram i dialog med landskapsarkitektkontoret Landskapsgruppen i Göteborg och fastighetsägaren Akademiska Hus. Jag vill rikta ett stort tack till dem för möjligheten att undersöka en verklighetsförankrad utmaning.

Jag är även tacksam för att ha fått vara en del av Landskapsgruppens kontor under arbetets gång, för värdefull handledning och många trevliga samtal vid frukostbordet och lunchträningar. Ett särskilt tack riktas till Sofia Svensson.

Jag vill även rikta ett varmt tack till min handledare Arne Nordius på Alnarp för kloka synpunkter, stöttning och tron på examensarbetet under processen.

Vidare vill jag tacka alla som på olika sätt har bidragit till arbetet genom intervjuer, enkäter, insläpp för platsbesök och samtal. Era erfarenheter och reflektioner har varit mycket värdefulla!

Slutligen vill jag tacka Albin, familj och vänner för skratt och stöd under arbetets gång.

Nu ser jag fram emot att möta nya utmaningar och växa i rollen som landskapsarkitekt!



Göteborg 2026-03-13

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	5
1.1. Syfte	5
1.1.1. Mål	5
1.1.2. Frågeställningar	5
1.1.3. Avgränsningar	5
1.2. Begrepp	6
2. BAKGRUND OCH KONTEXT	7
2.1. Klimatförändringarna och urbana klimatrisker	7
2.1.1. Dagvatten och skyfall	7
2.1.2. Värme och urbant mikroklimat	8
2.1.3. Några multifunktionella aspekter kopplade till klimatanpassning	8
2.2. EU-taxonomin som utgångspunkt för klimatanpassning	9
2.3. Introduktion av platsen för fallstudien	9
2.3.1. Platsen för fallstudien	9
2.3.2. Särskilda behov i campusmiljöer	10
2.4. Sammanfattande slutsatser från kapitlet	10
3. METOD OCH MATERIAL	11
3.1. Att analysera åtgärder med EU-taxonomin	11
3.2. Litteratursökning	14
3.2.1. Sökstrategi	14
3.2.2. Urvalskriterier	14
3.3. Verktygslådan	14
3.3.1. Val och avgränsning av plats för gestaltningsförslaget	14
3.3.2. Basunderlag	14
3.3.3. Platsanalys av tekniska aspekter	15
3.3.4. Platsanalys för upplevelsemässiga aspekter	17
3.3.5. Referensprojekt och expertintervjuer	18
3.3.6. Metod för framtagning av gestaltningsförslaget	19
4. DEL I - VERKTYGSLÅDAN MED ÅTGÄRDER FÖR KLIMATANPASSNING	20
4.1. Åtgärder för att minska risk för översvämning	20
4.1.1. Ytliga magasin	20
4.1.2. Underjordiskt magasin	21
4.1.3. Regnbäddar	22
4.2. Verktyg för värmereglering och förbättrat mikroklimat	24
4.2.1. Materialval och ytskikt	24
4.2.2. Vegetation	24
4.2.3. Vindreglering och byggd struktur	27
4.3. Samverkande blå-grön-gråa system	27
4.4. Sammanfattande slutsatser från kapitlet	27
5. DEL II: FALLSTUDIEN	29
5.1. Om platsen - innergården inom Edit	29
5.1.1. Material, möbler och utrustning	29
5.1.2. Stuprör och dagvattenbrunnar	29
5.1.3. Växtlighet	29
5.1.4. Belysning	29
5.1.5. Akademiska Hus ambitioner	29
5.2. Platsanalys – tekniska analyser, platsbesök och enkätresultat	33
5.2.1. Dagvatten- och skyfallsanalys	33
5.2.2. Värme och solanalys	34
5.2.3. Upplevelsemässiga aspekter	36
5.2.4. Sammanfattande analyskiss	38
5.3. Gestaltningsprogram	39
5.3.1. Funktionell målsättning (användarperspektiv)	39
5.3.2. Teknisk och klimatrelaterad målsättning	39
5.3.3. Rumsliga principer	39
5.4. Referensexempel	40
5.4.1. Innergård för studenter – hantering av dagvatten och skyfall i en campusmiljö i Umeå	40
5.4.2. Ohboy – grön volym på innergård i Malmö	41
5.4.3. Campus Ultuna – innergårdar i olika storlekar	42
5.4.4. Straussvej – innergård med synlig dagvatten- och skyfallshantering i Köpenhamn	44
5.5. Gestaltningsförslaget	45
5.5.1. Gestaltningskoncept – Urban djungel	45
5.5.2. Övergripande presentation av förslaget	46
5.5.3. Dagvatten- och skyfallshantering	56
5.5.4. Utformning och val av vegetation	57
6. DISKUSSION	60
6.1. Resultatdiskussion: Från verktyg till gestaltningsförslag	60
6.1.1. Dagvatten- och skyfallshantering inom slutna innergårdar	60
6.1.2. Värmereglering genom vegetation och gestaltning	60
6.1.3. Multifunktion och funktionella krav	61
6.1.4. Naturbaserade och blågröna lösningar i begränsade urbana miljöer	61
6.1.5. Bedömning av verktygslådans åtgärder utifrån EU-taxonomin	61
6.1.6. Analys av gestaltningsförslaget utifrån EU-taxonomin	61
6.1.7. EU-taxonomin som analysverktyg	62
6.1.8. Gestaltning och vistelsevärden	62
6.1.9. Skalbarhet och generaliserbarhet	63
6.1.10. Vidare arbete	64
6.2. Metodreflektion	64
6.2.1. Mixed-methods i en iterativ process	64
6.2.2. Datainsamling – verktygslådan	64
6.2.3. Datainsamling – fallstudien	64
6.2.4. Skissprocessen	65
6.2.5. Samarbetet med Akademiska hus och Landskapsgruppen	66
6.3. Reflektion över interdisciplinärt arbete	66
7. SAMMANFATTANDE SLUTSATS	67
8. KÄLLFÖRTECKNING	68
9. BILAGOR	72

1. Inledning

I takt med att städer exploateras och urbaniseringen ökar globalt minskar andelen grönytor, medan andelen hårdgjord yta ökar och markens naturliga infiltrationsförmåga minskar. Samtidigt blir klimatförändringarnas effekter alltmer påtagliga med fler skyfall, högre nederbörds mängd per år, högre genomsnittliga temperaturer och fler värmeböljor (IPCC 2023). Många städer har dessutom gamla ledningssystem som redan har svårt att möta det ökade trycket på grund av exploatering, vilka inte har kapacitet att hantera fler och kraftigare skyfall därtill (Kaspersen et al. 2017). Kombinationen av hög exploatering och förändrade nederbörds mönster gör urbana miljöer särskilt sårbara.

När exploateringen ökar blir också trycket på kvarvarande grönytor högre som samtidigt förväntas bidra till rekreation, återhämtning, biologisk mångfald och klimatanpassning (United Nations 2025).

För landskapsarkitekter innebär det att dagvatten- och skyfallshantering inte enbart är en teknisk fråga, utan en del av gestaltningen av urbana miljöer. Lösningarna behöver vara rumsligt integrerade, effektiva och kunna bidra till sociala värden.

I den globala hållbarhetsplanen Agenda 2030, antagen av FN 2015, är flera av målen direkt kopplade till klimatanpassning och grönblå infrastruktur i urbana miljöer (United Nations 2015). Exempel på några är:

- Mål 11.5 *Mildra de negativa effekterna av naturkatastrofer.*
- Mål 13.1 *Stärk motståndskraften mot och anpassningsförmågan till klimatrelaterade katastrofer.*
- Mål 15.9 *Integrera ekosystem och biologisk mångfald i nationell och lokal förvaltning.*

Ur ett svenskt perspektiv är klimatanpassning väsentligt då klimatförändringarna även påverkar norra Europa (European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023) och många svenska städer har en hög andel hårdgjorda ytor. Andelen hårdgjord yta i Stockholm är ca 33 procent, i Göteborg ca 40 procent och i Malmö ca 55 procent (SCB 2015). I Sverige beräknas samtidigt klimatförändringarna öka både årsnederbörden och antalet skyfall.

I enlighet med Mål 11 i Agenda 2030 verkar Rådet för levande och trygga städer med för att ta fram en nationell strategi för att skapa attraktiva städer genom strategiskt arbete och nationella mål (Regeringskansliet 2025). Rådet lyfter i den uppdaterade strategin vikten av robusta miljöer. För att skapa dessa städer lyfts vikten av klimatanpassning för en stärkt resiliens mot klimatförändringar (Landsbygd- och infrastrukturdepartementet 2025). Rådet trycker på att

åtgärder både kan utföras i större och mindre skala och att grönblå infrastruktur är en nyckelkomponent, då den kan stärka resiliensen och samtidigt gynna ekosystemtjänster. Klimat- och näringslivsdepartementet betonar att även privata aktörer har ett ansvar för att genomföra klimatanpassning som en del av verksamhetsarbetet för att skydda sina verksamheter och fastigheter (Klimat- och näringslivsdepartementet 2023).

På lokal nivå är innergårdar intressanta som typologi i detta sammanhang. Pluviala översvämningar bedöms generellt inte som ett lokalt avgränsat problem då vattnets avrinningsområden kan vara stora och går över fastighetsgränser. Många innergårdars avrinningsområde utgörs huvudsakligen av angränsande taktytor och innergården, där översvämningens risken i hög grad beror på lokala förutsättningar och på åtgärder. Innergårdar har dessutom ofta ett varmare mikroklimat i och med att de är omgivna av byggnader, vilket gör dem mer utsatta för värmerelaterade risker. Då innergårdar kan upplevas både inifrån husen och från gårdsrummet i sig, kan de fylla ett rekreativt behov både för besökare på platsen och betraktare från omgivande byggnader. Trots detta har innergårdar ofta varit undervärderade som rekreativ resurs, men har potential för klimatanpassning i den lilla skalan.

Ovanstående utmaningar förekommer även i campusmiljöer, där en hög andel byggnader, hårdgjorda ytor och slutna gårdsrum skapar risk för både pluviala översvämningar och värmerelaterad problematik. Fallstudien i detta arbete utgår därför från en innergård inom Chalmers campus Johanneberg, som är ett exempel på hur dessa utmaningar kan se ut. Campusmiljön i sig har även andra behov som att erbjuda rekreation och stödja kognitiv återhämtning, möjliggöra social samvaro och studieplatser för många personer samtidigt. Sammantaget utgör fallstudiens innergård ett exempel på hur klimatrisker kan te sig i en urban miljö, där lösningar behöver vara både yteffektiva, multifunktionella och rumsligt integrerade.

Examensarbetet är gjort i samarbete med fastighetsägaren Akademiska hus och landskapsarkitektkontoret Landskapsgruppen i Göteborg.

1.1. Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur olika verktyg (klimatanpassningsåtgärder) kan användas för att hantera klimatrelaterade risker på urbana slutna innergårdar och samtidigt möjliggöra flera vistelsevärden. Arbetets primära fokus är hantering av pluviala översvämningar, medan värmerelaterade risker behandlas som en kompletterande aspekt.

1.1.1. Mål

Målet med examensarbetet är att gestalta en innergård på Chalmers campus Johanneberg samt diskutera olika verktygs effekt och potential, bland annat utifrån EU-taxonomin. Målet är vidare att förstå vilka typer av åtgärder som är multifunktionella och kan bidra med värden som förbättring av mikroklimat samt vistelsevärden.

1.1.2. Frågeställningar

- Vilka åtgärder är mest relevanta för att hantera klimatförändringar, med fokus på vatten- och värmerelaterade klimatrisker, på slutna innergårdar i en befintlig miljö?
- Hur kan dessa lösningar bidra till multifunktionella värden såsom förbättrat mikroklimat, vistelsevärden och biologisk mångfald?
- Hur kan en verktygslåda med olika anpassningsåtgärder tillämpas i relation till campusmiljöns specifika behov av rekreation och möjligheter till studieyta?

1.1.3. Avgränsningar

Avgränsningarna i detta examensarbete är grundade på arbetets omfattning, tidsram och tillgängligt material. I avsnittet presenteras de mest relevanta avgränsningarna för förståelsen av arbetets syfte och frågeställning. Andra avgränsningar presenteras i metoden.

Fokus på pluvial översvämning framför värmerelaterade klimatrisker

Även om både vatten- och värmerelaterade klimatrisker förekommer på fallstudiens innergård är arbetets främsta fokus hantering av dagvatten och skyfall för att förebygga pluvial översvämning. Denna avgränsning har gjorts på grund av examensarbetets omfattning och att dessa typer av risker har varit lättare att kvantifiera och bedöma effektiviteten av.

Slutna innergårdar

Arbetet undersöker innergårdar där avrinningsområdet i huvudsak begränsas av omgivande struktur, till innergårdens markyta och angränsande taktytor. En sluten innergård kännetecknas av begränsad möjlighet för ytlig avledning av dagvatten. Möjligheten att ytligt avleda stora flöden till ytor utanför innergården behandlas inte. Arbetet utgår i stället från att nederbörden hanteras inom innergårdens eget avrinningsområde och dess anslutning till befintlig dagvattenledning.

Urval av åtgärder

Åtgärderna inom arbetet är ej begränsade till en viss kategori av åtgärder, som exempelvis naturbaserade lösningar. I många urbana

innergårdar är platsen och förutsättningarna komplexa. För att skapa utrymme för kreativa lösningar och gestaltningsmöjligheter inkluderas därför olika typer av åtgärder.

Arbetet avgränsas till åtgärder i markplan. Lösningar som kräver ingrepp på byggnader med ombyggnation, exempelvis gröna tak, behandlas inte. Detta motiveras av arbetets omfattning, avsaknad av byggnadsteknisk inriktning samt att den typen av åtgärder ofta innebär högre kostnader och större osäkerheter. Arbetet utgår från en lätt trafikklass och öppna förstärkningslager behandlas inte, då detta inte är lika relevant på innergårdar som i gatumiljön.

Gestaltningförslagets begränsningar

Gestaltningförslaget redovisar innegårdens rumsliga och upplevelsemässiga kvaliteter och föreslår övergripande anpassningslösningar. Fokus ligger på gestaltningsnivå och omfattar inte detaljprojektering, livscykelanalys eller säkerställning av juridiska krav som brand och utrymning.

För genomförande krävs vidare undersökningar, bland annat geotekniska undersökningar, inmätning av marknivån och mer omfattande ledningsunderlag samt skötselplan för att upprätthålla etablerade åtgärders funktion.

Beräkningarna av fördröjningsvolymerna är översiktliga och arbetet omfattar inte hydrologisk modellering eller simulering då det ligger utanför examensarbetets fokus och tidsram. Analysen av fallstudiens värmerelaterade risker görs på en övergripande nivå. Resultatet av åtgärderna i gestaltningförslaget redovisas därför främst kvalitativt.

1.2. Begrepp

Dagvatten: Dagvatten är den nederbörd och smältvatten som rinner av från hårdgjorda ytor, tak eller markytor (Svenskt vatten 2016). Ytavrinning uppstår när dagvattnets intensitet överstiger markens infiltrationsförmåga eller när markytan inte är genomsläpplig.

Skyfall: Begreppet skyfall innebär ett intensivt regntillfälle under en begränsad tidsperiod (MSB 2023; Naturvårdsverket 2025)¹. I en svensk kontext definieras det ofta som ett regntillfälle med minst 50 mm regn per timme, alternativt minst 1 mm per minut.

Pluvial översvämning: Pluvial översvämning uppstår när nederbördsintensiteten överstiger markens infiltrationsförmåga och kapaciteten i dagvattensystemet vid intensiva skyfall (SMHI u.å.c). När begreppet översvämningsrisk nämns i arbetet, syftar det på den pluviala översvämningsrisken.

100-årsregn/Återkomsttid: Begreppen beskriver den statistiska sannolikheten för att en nederbördshändelse ska inträffa under en viss tidsperiod (Svenskt vatten 2016). Ett 100-årsregn innebär en årlig sannolikhet på 1 procent för att ett sådant regntillfälle ska inträffa, utifrån historiska data.

Klimatfaktor och RCP-scenario: En klimatfaktor används vid dimensionering för att ta hänsyn till att regn förväntas bli mer intensiva i ett varmare klimat (SMHI 2017). Klimatfaktorn beskriver hur mycket nederbördsintensiteten förväntas öka i framtiden. Vid beräkning med en klimatfaktor på 1,25 antas exempelvis att nederbördsintensiteten ökar med 25 procent i framtiden. Klimatfaktorn förändrar inte regnets

varaktighet, utan den mängd nederbörd som förväntas falla under ett regntillfälle.

Klimatfaktorer baseras på klimatmodeller som utgår ifrån olika utsläppsscenarier, RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways), vilka beskriver möjliga utvecklingar av växthusutsläpp och hur klimatet kan påverkas av dessa (SMHI 2017).

EU-taxonomin: EU-taxonomin är ett ramverk inom EU:s hållbarhetslagstiftning och syftar till att främja miljömässigt hållbara verksamheter och investeringar (Europeiska unionen 2020). Ramverket består av sex övergripande miljömål och ställer krav på att åtgärder som bidrar till ett mål inte får orsaka betydande skada på något av de andra, enligt principen *Do No Significant Harm* (DNSH). När begreppet DNSH används i examensarbetet syftar det på denna princip. För mer information om EU-taxonomin, se avsnitt 2.2.

Klimatrisk: En risk är en bedömning med hänsyn till sannolikheten för att något inträffar och konsekvenserna om händelsen inträffar (MSB 2023). En klimatrisk syftar specifikt på klimatrelaterade risker. Vanliga klimatrisker som EU-taxonomin lyfter är bland annat vattenrelaterade risker på grund av förändrade nederbördsmonster och värmerelaterade risker som värmestress (Europeiska kommissionen 2021a)

Klimatanpassningsåtgärd: Åtgärd för att anpassa sig till konsekvenserna av de faktiska och förväntade klimatförändringarna (Europeiska unionen 2020). När begreppet anpassningsåtgärd benämns i arbetet, syftar det på klimatanpassningsåtgärd.

¹ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har bytt namn till Myndigheten för civilt försvar (MCF) 1 januari 2026. Då källorna är publicerade under det tidigare namnet och hämtade innan namnbytet, refererar texten till MSB.

2. Bakgrund och kontext

I detta kapitel presenteras den bakgrund och kontext som ligger till grund för arbetets syfte och frågeställningar. Kapitlet redogör för förändrade nederbördsmönster och värmerelaterade risker i urbana miljöer samt relevanta multifunktionella aspekter kopplade till klimatanpassning. Avslutningsvis introduceras EU-taxonomin som analytisk ram och fallstudiens kontext.

2.1. Klimatförändringarna och urbana klimatrisker

Klimatförändringarna påverkar Sverige genom förändrade nederbördsmönster och ökade temperaturer. Sedan slutet av 1800-talet har SMHI redan sett en ökning av nederbörd på 10-20 procent i Norra Norrland och Västra Götaland, vilka har haft störst regional ökning nationellt (Schimanke et al. 2022). Beroende på RCP-scenario bedöms andelen skyfall öka ytterligare mellan 20-40 procent i hela landet till år 2100 och oavsett scenario beräknar SMHI (2025a) en ökning på 10-20 procent i andelen skyfall redan år 2050.

Sydvästra Sverige, inklusive Västra Götaland, beräknas vara den region vars skyfall bedöms bli kraftigast, även om den procentuella ökningen av skyfall bedöms vara relativt jämn i landet (SMHI u.å.d). Kombinationen av en hög grundintensitet och tilltagande framtida intensitet innebär att regionen är särskilt utsatt. Beroende på klimatscenario bedömer SMHI en ökning nederbörd i Västra Götaland i medeltal mellan ca 9 procent enligt RCP 4,5 upp till ca 16 procent enligt RCP 8,5.

Samtidigt påverkas Sverige även av ökade temperaturer och fler värmeböljor. SMHI rapporterar om en ökning på 1.7 °C i medeltemperatur sedan 1800-talets slut, vilket är mer än den globala ökningen (Schimanke et al. 2022). Rapporten visar att extremt varma månader, definierade som månader där temperaturen ligger minst tre standardavvikelse över det historiska medelvärdet, nästan uteslutande har inträffat under de senaste 30 åren (ibid.).

I urbana miljöer förstärks dessutom värmen genom den urbana värmeöeffekten (urban heat island) då hårdgjorda ytor absorberar och lagrar värmen (se avsnitt 2.4) (SMHI 2025a). Detta kan bidra till högre temperaturer lokalt, vilket blir särskilt problematiskt under värmeböljor. Detta kan leda till ökade värmelaster i byggnader och därmed öka energibehovet för nedkylning.

I städer förstärks effekterna av ovanstående förändringar. Exploateringen är hög och de hårdgjorda ytorna minskar infiltrationen vilket ökar ytavrinningen, ledningssystemet är belastat och de volymer som kraftiga skyfall innebär kan inte hanteras med endast slutna rörsystem (Svenskt

vatten 2016). När ledningarna är fulla trycks dagvatten upp ur ledningarna på lågpunkter, vilket orsakar olika typer av skador.

I städerna finns samtidigt många andra behov som ska mötas, som hantering av värmerelaterade risker och sociala behov, vilket innebär att den yta som behövs för fördröjning och avledning för att undvika pluviala översvämningar, behöver kunna kombineras med andra funktioner. För att få plats med alla funktioner på ett kostnadseffektivt sätt, krävs välplanerade ytor som kan möta flera olika behov och funktioner (Edge 2025).

2.1.1. Dagvatten och skyfall

För att förstå hur ökade nederbördsmängder och intensiva skyfall påverkar urbana miljöer beskrivs nedan några centrala begrepp och mekanismer inom dagvattenhantering.

Sedan 1990-talet har synen på dagvatten breddats och har gått från att ses främst som ett problem till något som även kan vara en tillgång (Svenskt vatten 2016). Att ta hand om dagvatten kan bidra med funktioner som att minska risken för sättningar och föroreningar, samtidigt som det kan vara en del av gestaltningen. Från 2000-talet och framåt har hållbar dagvattenhantering, det vill säga metoder som efterliknar naturens sätt att hantera vatten, blivit allt vanligare (Svenskt vatten 2016). Hållbar dagvattenhantering kan innebära ett antal olika åtgärder, alla med fokus på att fördröja och skapa en trög avrinning samt infiltration av dagvattnet.

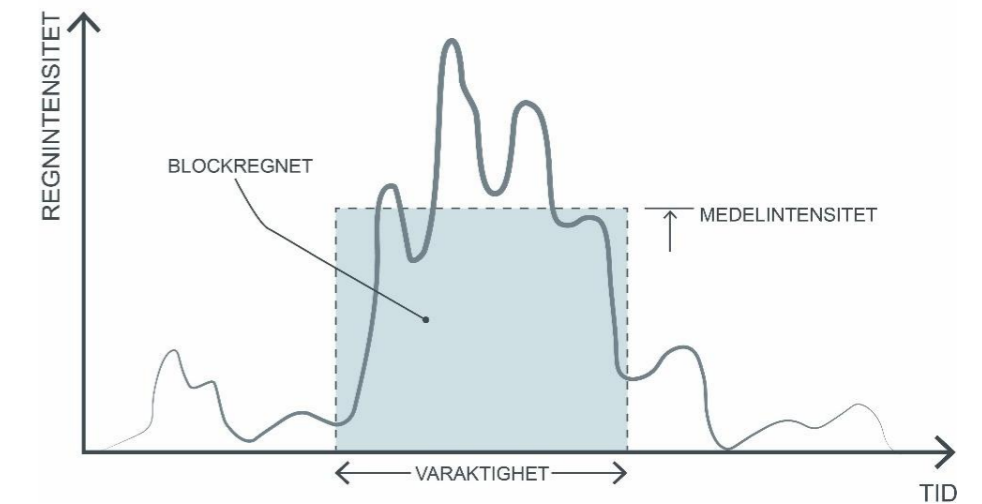
Ett avrinningsområde är det område som naturligt samlar nederbörd och smältvatten (Svenskt vatten 2016). Avrinningsområden avgränsas generellt av vattendelare i topografin som får vattnet att rinna åt olika håll, men kan även påverkas av element som byggnader, vilket ofta är fallet i slutna innergårdar. Vid skyfall kan dock det effektiva avrinningsområdet öka, exempelvis när vatten rinner över ytor som normalt inte bidrar till avrinning.

Avrinningskoefficient beskriver hur stor andel dagvatten som inte infiltreras och bidrar till avrinning. Ogenomsläppligt material, högre lutning och regnintensitet ökar avrinningskoefficienten medan fördröjningsåtgärder, låg lutning och infiltrerande åtgärder sänker den.

Vid beskrivning av nederbördsintensiteten kan det uttryckas i millimeter per tidsenhet, exempelvis per timme, eller i liter/sekund och hektar. 1 mm regn motsvarar 1 liter per m² (Svenskt vatten 2016). Meteorologer, som på SMHI, brukar generellt använda det förstnämnda, medan man i VA-tekniska kretsar brukar använda l/s, ha.

När man pratar om varaktighet av ett skyfall är det inte nödvändigtvis hela nederbördstillfället som inkluderas (Svenskt vatten 2016). Man brukar prata om flödestoppar och blockregnsintensitet, vilket är regnets maximala medelintensitet under en viss varaktighet (Figur 1). Detta

innebär att den totala volymen regn under hela nederbördstillfället generellt är större än under skyfallet, men att intensiteten under blockregnet är den största påfrestningen att hantera.



Figur 1. Graf över skyfall som visar blockregn i relation till ett nederbördstillfälle. Blockregnsintensiteten utgör medelvärdet av blockregnet. Illustrationen är inspirerad av figur 1.13 i P110 (Svenskt vatten 2016).

Återkomsttid

Ett 100-årsregn beskriver sannolikheten för att en nederbördshändelse ska inträffa under en viss tidsperiod (Svenskt vatten 2016). Detta görs utifrån sannolikhetsstatistik och historiska data om nederbördsmängder. Då klimatet förändras och nederbördstillfällena blir fler, räknar man dock med en klimatafaktor. Nederbördstillfällena med återkomsttid över 100 år har ett mindre historiskt statistiskt underlag och statistiken blir därmed mer osäker (Svenskt vatten 2016). Regnhändelsen i Malmö 2014 beskrivs ha varit ett 360-årsregn, Gävleregnet 2021 ett 300-årsregn (MSB 2023) och regnet i Köpenhamn 2011 ett 1000-årsregn (Svenskt vatten 2016).

Hydrologiska funktioner och mekanismer

Dagvattenhantering påverkas av olika hydrologiska processer. Nedan presenteras några av dessa som är relevanta vid analys av klimatanpassningsåtgärder.

Infiltration

En hydrologisk mekanism är infiltration, vilket beskriver vattnets förmåga att tränga in i ett poröst material, som exempelvis jord (Svenskt vatten 2016; MSB 2023). Markens infiltrationskapacitet avser markens förmåga att släppa in vattnet i sin interna porvolym. Hydraulisk konduktivitet är ett närliggande begrepp för jordmaterialets förmåga att leda vattnet vidare genom jordprofilen, där en hög hydraulisk konduktivitet innebär att vattnet snabbt kan röra sig ner genom marken

(MSB 2023). Är en jordmån porös kan vattnet som tagit sig igenom markytan sedan fortsätta ner genom jorden, vilket kallas perkolation.

Avledning, fördröjning och magasinering

Att avleda dagvattnet innebär att man, exempelvis med höjdsättning av marken så att självfall skapas, leder bort dagvattnet ytligt till en plats med större kapacitet att hantera vattenvolymen. Generellt rekommenderas att man inte stänger in vatten utan möjlighet till ytlig avledning då skyfall innebär stora volymer och det alltid finns risk för större regn än ledningarna är dimensionerade för (Svenskt vatten 2016), men detta går inte alltid att påverka, exempelvis då det redan finns många byggda miljöer med slutna utrymmen.

Slutna innergårdar har särskilda utmaningar då deras avrinningsområdes nederbörd ofta behöver hanteras inom innergårdens yta och utgående dagvattenledning. Utgående dagvattenledningar är begränsade, både i storlek och i antal, liksom det anslutande ledningssystemet har en begränsad kapacitet.

Genom att skapa utrymme för fördröjning kan risken för översvämning minska. Fördröjning innebär att dagvattnets avrinning bromsas upp innan det leds vidare till ledningsnät eller annan lämplig plats (Svenskt vatten 2016). Detta kan ske genom ytlig magasinering, exempelvis i nedsänkta ytor. Magasinering syftar på den volym där vatten tillfälligt lagras innan det avleds och/eller infiltreras.

Evapotranspiration

Begreppet evapotranspiration innefattar två övergripande hydrologiska processer, evaporation och transpiration (SMHI u.å.a). Evaporation är nederbörd som direkt avdunstar från ytor. Transpiration är avdunstningen som sker genom växters klyvöppningar, efter att vattnet sugts upp av rötterna. Den andel av nederbörden som fångas upp av vegetationens blad- och grenverk, kallas interception. Denna andel når aldrig marken och blir dagvatten utan avdunstar.

Evapotranspiration är beroende av många olika faktorer, som sol, vind och tillgängligt vatten i marken (SMHI u.å.a). Under vinterhalvåret i Norden är denna process generellt lägre, medan den under sommaren kan bidra till att minska den totala avrinningen.

Rening av dagvatten genom infiltration

Åtgärder för översvämning har även potential att rena dagvattnet genom åtgärder som använder sig av infiltration samt genom upptag av vegetation och dess rötters positiva påverkan på infiltrationskapaciteten (Edge 2025; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). För att minska spridning av föroreningar är det viktigt att dagvattnet renas nära källan och då kan lokala åtgärder vara fördelaktiga.

Behovet av rening är generellt lägre på kvartersmark i jämförelse med gatumiljöer och Edge (2025) menar att fokus på kvartersmark bör vara att fördröja dagvattnet för att undvika översvämning.²

2.1.2. Värme och urbant mikroklimat

Utöver ökade nederbördsmängder innebär klimatförändringarna även ökade temperaturer och fler samt längre värmeböljor (SMHI u.å.e). En värmebölja definieras enligt SMHI (2011) som minst fem dygn i rad med maximal temperatur på ≥ 25 °C. Värmeböljor har redan drabbat Sverige och sommaren 2018 är ett exempel på en långvarig värmebölja med värmer rekord i bland annat Göteborg (SMHI 2024b). I urbana miljöer förstärks dessa effekter genom den urbana värmeeffekten, vilket gör mikroklimatet till en relevant aspekt vid klimatanpassning.

Hälsorisker

Höga dagstemperaturer kan snabbt orsaka negativa risker för hälsan. Värmestress kan leda till uttorkning, nedsatt allmäntillstånd och värmeslag (Folkhälsomyndigheten 2022). I värsta fall kan värmestress leda till dödsfall, vilket kroniskt sjuka och äldre löper högre risk för. Stark solstrålning kan dessutom innebära negativa hälsorisker som ökad risk för hudcancer (Karolinska Institutet 2025).

Urbana värmeöar

I urbana miljöer uppstår ofta en effekt som kallas urbana värmeöar (urban heat island), där temperaturen blir högre än i omkringliggande landsbygd eller grönområden (SMHI 2025a). Detta beror bland annat på att hårdgjorda ytor, som betong, tegel och asfalt, absorberar och lagrar solenergin under dagen, vilken de avger under natten. Dessutom bidrar spillvärme från exempelvis nedkylning av hus och transporter till uppvärmning (SMHI 2025a).

Mikroklimat och termisk komfort

Uppmätt lufttemperatur är inte samma sak som den upplevda temperaturen. Den termiska komforten, alltså hur man upplever en temperatur, påverkas bland annat av solstrålning, vindförhållanden och luftfuktighet (Edge 2023). Mått som PET, Physiologically Equivalent Temperature, och UTCI, Universal Thermal Climate Index, utgår ifrån denna typ av faktorer för att beskriva den termiska komforten (ibid.). Innergårdar kan upplevas särskilt varma då omgivande byggnader begränsar luftcirkulationen och ackumulerar värme (Brown 2010).

Enligt Brown (2010) finns det ofta ett fokus inom landskapsarkitekturen på funktion, komposition och skönhet i utformning av miljöer, men Brown betonar att ytterligare en viktig aspekt för användningen av en plats är att besökarna känner att temperaturen är behaglig. Även om man har aspekter som sol och vind i åtanke, betonar Brown (2010) specifikt mikroklimatets påverkan på den termiska komforten och menar att en

plats med behagligt mikroklimat kommer att användas mer. Brown (2010) lyfter att den enskilda individen har svårt att påverka både klimatförändringarna och UHI-effekten, men att mikroklimatet är betydligt enklare att påverka.

Precis som ett för varmt mikroklimat är ett kyligt mikroklimat otrevligt att vistas i. I Norden är vintermånaderna kalla och då kan genomsläpp av solljus göra mikroklimatet behagligare, genom att tillföra värme under de kallare månaderna. Exponering för en lagom mängd solljus bidrar även till bland annat att underlätta dygnsrytmen, bildning av D-vitamin och allmän känsla av välbefinnande (Karolinska Institutet 2025).

2.1.3. Några multifunktionella aspekter kopplade till klimatanpassning

Klimatanpassning i urbana miljöer kan skapa eller stärka flera olika multifunktionella värden, som rekreation, estetiska värden och sociala aspekter. Nedanstående aspekter lyfts särskilt på grund av deras direkta koppling till de aktuella klimatriskerna.

Vattenretention och kopplingen mellan skyfall och torka

De största skyfallstillfällena sker under sommaren (Olsson & Foster 2023), alltså då det även är som störst risk för torka. Klimatprognoser visar på att torra perioder kan bli fler och längre då högre temperaturer leder till längre växtsäsong och högre avdunstning. Vid längre torrperioder kan infiltrationskapaciteten bli låg och marken då svårt att ta upp vatten, vilket gör att vattnet rinner på ytan vid skyfall trots att marken är i behov av vatten (SMHI u.å.b). Samtidigt kan kommuner införa bevattningsförbud under sommaren för att spara på dricksvattnet (Svenskt Vatten 2024).

Detta gör det fördelaktigt att kunna ta till vara på de skyfall som kommer under sommaren och kunna använda dem i torrperioder. Edge (2025) framhåller vikten av att tillvarata och betrakta dagvatten och skyfall samt andra vattentillgångar som dränvatten och grävatten som en resurs för att kunna hantera förändrade torrperioder framåt.

Biologisk mångfald och ekologisk resiliens

Klimatförändringarna innebär en påfrestning för biologisk mångfald och ekosystem, samtidigt som den globala mångfalden redan har visat på en nedåtgående trend (SMHI 2020). I rapporten från SMHI (2020), med grund i IPCC:s och IPBES:s kunskapsutvärdering, beskrivs ekosystem med en låg biologisk mångfald generellt som mer sårbara för klimatrelaterade störningar. I jämförelse kan ekosystem med högre biologisk mångfald i stället bidra till ökad ekologisk resiliens och alltså vara mer motståndskraftiga vid extrema väderhändelser.

Hur marken används och ytor utformas har därför en viktig roll för både klimat och den biologiska mångfalden (SMHI 2020). Åtgärder som minskar klimatförändringarnas effekter kan även bidra till en stärkt

² I detta arbetes fallstudie (se avsnitt 5.1 om platsen) bedöms innergården relativt skyddad från föroreningar, då inget vatten från gatan rinner in. På delar av omgivande tak finns dock oxidat,

grönt, kopparkoppar. Utifrån att rening av koppar genom infiltration är svårt (Stockholm Vatten och Avfall 2025b) samt att koppar som ärgats och blivit grönt skyddar taket för att korrodera och

minskar miljöpåverkan (Odnevall & Hedberg 2009), fokuserar inte examensarbetet på åtgärders möjlighet till rening av dagvatten.

biologisk mångfald och ekologisk resiliens. Naturbaserade och blågröna lösningar innebär dock inte per automatik en högre biologisk mångfald (SMHI 2020). För att undvika målkonflikter, där åtgärder för klimatanpassning har negativ effekt på den biologiska mångfalden, är det viktigt med ett helhetsperspektiv i planering och gestaltning.

2.2. EU-taxonomin som utgångspunkt för klimatanpassning

I detta arbete används EU-taxonomin som utgångspunkt för diskussion av olika åtgärders hållbarhet och potential (Se avsnitt 3.1 för tillvägagångssätt). EU-taxonomin är en del av EU:s hållbarhetslagstiftning med syfte att främja miljömässigt hållbara verksamheter och investeringar (Europeiska unionen 2020). Ramverket är en del av ”The European Green Deal” som är steg i EU:s arbete för att nå målen i Agenda 2030 och Parisavtalet.

EU-taxonomin består av sex övergripande mål (Europeiska unionen 2020).

1. Begränsning av klimatförändringarna
2. Anpassning till klimatförändringarna
3. Hållbart utnyttjande och skydd av vatten och marina resurser
4. Övergång till en cirkulär ekonomi med förbättrad avfallshantering och återvinning
5. Förebyggande och begränsning av föroreningar
6. Skydd av biologisk mångfald och sunda ekosystem och återställande av skadade ekosystem

EU-taxonomin ställer även krav, genom kriteriet *Do No Significant Harm* (hädanefter DNSH), på att insatser till ett av målen inte får orsaka betydande skada på något av de andra (Europeiska unionen 2020). Detta gäller både verksamhetens direkta miljöpåverkan och påverkan från produktens hela livscykel från produktion till avfallshantering (Se kap 3.1 för vidareutveckling av DNSH-kriteriet).

EU-taxonomin används vid bland annat EU- och Sverigebaserade miljöcertifieringssystem och tilldelning av så kallade gröna bidrag (Fastighetsägarna & Byggföretagen 2025; Sweden Green Building Council 2025). Exempel på certifieringar som EU-taxonomin på olika sätt idag ingår i är Miljöbyggnad Guld och BREEAM-SE (ibid.). Även om EU-taxonomin utgör en ram för hur bland annat bygg- och fastighetsbranschen kan bli mer hållbar, krävs det tolkning för applicering av kriterierna, vilket både Fastighetsägarna & Byggföretagen (2025) samt Sweden Green Building Council (2025) konstaterar.

I dagsläget är dess tillämpning begränsad inom landskapsarkitektur gällande anpassningsåtgärder, samtidigt som fastighetsägare i högre grad omfattas av EU-taxonominns krav på klimatriskanalyser och anpassningsåtgärder. Detta skapar behov av att undersöka hur taxonomins principer kan omsättas inom landskapsarkitektur för att uppfylla dessa kriterier. För fastighetetsägare, som Akademiska hus,

innebär detta att klimatrisker behöver identifieras och att relevanta anpassningsåtgärder görs för att verksamheten ska kunna klassificeras som hållbar enligt taxonomin. Samtidigt kräver taxonomin att anpassningsåtgärder varken får innebära negativa konsekvenser för en annan klimatrisk, eller orsaka betydande skada på andra miljömål (European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023).

Mot detta som bakgrund används EU-taxonomin i examensarbetet för att undersöka hur landskapsarkitektoniska åtgärder kan bidra till klimatanpassning och samtidigt uppfylla kravet att inte orsaka betydande skada på andra delar.

2.3. Introduktion av platsen för fallstudien

Detta avsnitt introducerar fallstudiens plats och övergripande kontext till klimatrisker för att tydliggöra varför platsen är relevant för arbetets frågeställningar och syfte. Mer information om platsval, avgränsningar och metodiska överväganden finns i metoden för fallstudien (Avsnitt 3.3.1). En detaljerad platsanalys och beskrivning av innergårdens fysiska och tekniska förutsättningar redovisas i Del II: Fallstudien (Kapitel 5).

2.3.1. Platsen för fallstudien

Arbetets fallstudie fokuserar på en innergård inom kvarteret Edit på Chalmers campusområde Johanneberg i Göteborg. Fastighetsägaren Akademiska hus har genomfört klimatriskanalyser för klimatrisker år 2100, för att identifiera sårbara fastigheter i sitt fastighetsbestånd som en del i arbetet gällande EU-taxonomin (Akademiska Hus 2024d). Undersökta klimatrisker är bland annat vattenrelaterade risker som översvämning och risk för värmestress (Akademiska Hus 2022).

Analyserna visar på att det finns översvämningrisker (Figur 2), bland annat inom kvarteret Edit och framför allt den nordöstra innergården (Akademiska Hus 2022). Utöver risk för översvämning bedöms även kvarteret vara utsatt för hög risk gällande värme (Figur 3). De genomförda analyserna är övergripande och är ett första led i klimatanpassningsarbetet. Enligt rekommendationer inom arbetet med EU-taxonomin bör dessa följas av platsspecifika undersökningar för att sedan välja relevanta åtgärder (Fastighetsägarna & Byggföretagen 2025). Vidare undersökningar kan bland annat innefatta platsbesök, fotografier och intervjuer för att stärka uppfattningen om klimatriskerna.



Figur 2. Skyfallskartering i Scalgo Live, enligt RCP8,5 för år 2100, för en del av Akademiska Hus fastigheter på Chalmers campus Johanneberg. Blåa fält indikerar översvämningrisk. Den nordöstra innergården inom Edit är markerad med vit streckad linje. © Akademiska hus (2022), använd med tillstånd. Redigerad av Siri Sandberg.



Figur 3. Värmeriskskartering, enligt RCP8,5 för år 2100, för en del av Akademiska Hus fastigheter vid Chalmers campus Johanneberg. Rött färgfält innebär hög risk för värmestress. Innergården inom Edit är markerad med vit streckad linje. © Akademiska hus (2022), använd med tillstånd. Redigerad av Siri Sandberg.

Byggnaderna i kvarteret blir varma under sommarhalvåret och värmelaster har rapporterats som återkommande problem (Akademiska Hus 2022), vilket är särskilt problematiskt då undervisning även bedrivs här sommartid. En övergripande mikroklimatanalys i Autodesk Forma (Se Avsnitt 1.1.1 *Avgränsning kring kvantitativ analys för termisk komfort*) bekräftar att innergården blir varm, då de storskaliga omkringliggande byggnaderna, hårdgjorda ytorna och begränsade skuggstrukturen bidrar till värmestress.

Samtidigt används den nordöstra innergården främst som passage idag och Akademiska hus har uttryckt att innergården vid Edit skulle behöva utformas på ett bättre sätt. Den stora skalan, de höga omgivande byggnaderna och den begränsade grönstrukturen bidrar till att platsen upplevs karg och exponerad. Vistelsekvaliteterna är i dagsläget begränsade, trots innergårdens centrala läge i anslutning till undervisningslokaler.

Platsen har därför en tydlig utvecklingspotential, både ur ett klimatanpassningsperspektiv och ur ett socialt och rumsligt perspektiv.

2.3.2. Särskilda behov i campusmiljöer

I campusmiljöer är både byggnader och utemiljöer viktiga komponenter i studenternas och de anställdas arbetsdagar. Därmed finns fler behov och funktioner för utomhusmiljön att uppfylla, utöver tekniska behov som fungerande dagvatten- och skyfallshantering. Miljöerna behöver stödja återhämtning, studier och social samvaro.

Forskning visar att natur och gröna miljöer har positiva effekter på människans mentala och fysiska hälsa (World Health Organization 2016). En metastudie visade på att en högre exponering för grönområden var associerad med flera positiva hälsoeffekter, som sänkt hjärtfrekvens och blodtryck (Twohig-Bennett & Jones 2018). En studie specifikt inom studiemiljöer visar på att studenter med utsikt mot växtlighet fick bättre kognitiv återhämtning från kognitiv belastning samt förbättrad återhämtning från fysiologisk stress, i jämförelse med studenter med utblick mot byggnader (Li & Sullivan 2016). Sammantaget indikerar forskningen att gröna inslag i studiemiljön kan ha betydelse för både koncentration och stressreglering.

Erfarenheter i en svensk kontext

Grönskans betydelse speglas även i samtal med verksamhetsutvecklare inom utbildningsmiljöer på campus (VC, 2025) som betonar grönskans betydelse i anslutning till studiemiljön. Utomhusmiljöer i anslutning till undervisningslokaler bedöms VC (2025) ha god potential att både kunna fungera för oplanerade vistelser och studier samt för schemalagd undervisning. VC (2025) utvecklar att om det är möjligt att skapa en studiemiljö utomhus i anslutning till inomhusmiljön flyter gränserna ihop, vilket underlättar användningen av miljön som studieplats.

Utomhusmiljön bedöms generellt kunna fungera för gruppundervisning, grupparbeten och individuella aktiviteter. Beroende på vilka aktiviteter man planerar ska kunna ske, ställs olika krav på miljön. Exempelvis kräver gruppundervisning särskilt god akustik. Gemensamma behov och funktioner bedöms vara bekväma sittplatser, väderskydd, möjlighet till wifi och eluttag. En variation av sittplatser och öppna respektive slutna vistelseytor är dessutom gynnsam för att tillgodose olika grupper. I intervjun reflekterar verksamhetsutvecklarna även kring vikten av att känna sig skyddad och trygg genom att sittplatsen är integrerad i rumsligheten.

Vid samtal kring dagvatten- och skyfallshantering inom campusmiljöer betonas vikten av att åtgärder väljs och gestaltas med flera årstider och när de inte aktivt tar hand om vatten, för att inte dra ner det estetiska värdet (VC, 2025). Exempelvis behöver ytliga magasin eller regnbäddar kunna fungera när de är torrlagda utan att upplevas som skrämiga eller tråkiga.

Fastighetsägaren för fallstudiens plats på Campus Johanneberg är Akademiska hus. I ett internt dokument framhävs just innergårdarnas betydelse för att stödja återhämtning, lärande och social interaktion (Akademiska Hus 2024c). Dokumentet specificerar att välutformade gröna miljöer har god potential för att minska stress, förbättra koncentrationen och verka stimulerande. Vidare poängteras möjligheten att välgestaltade innergårdar ska vara en tillgång för både den som befinner sig på innergården och den som blickar ut.

Sammanfattningsvis pekar både forskning och praktiska erfarenheter på campusmiljöns möjligheter och behov och vikten av att dessa olika delar kan samsas om ytan.

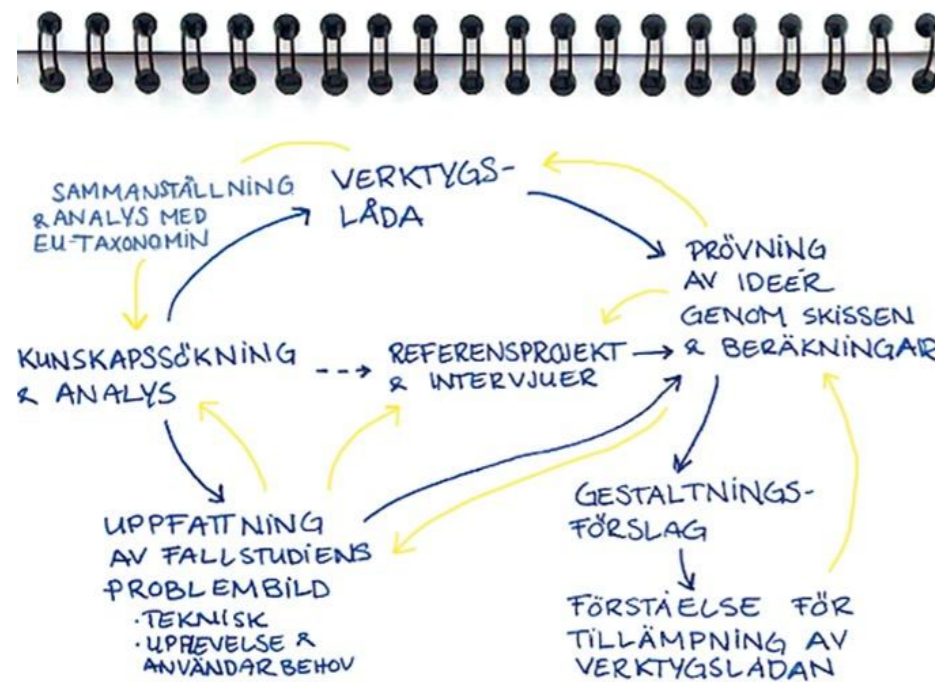
2.4. Sammanfattande slutsatser från kapitlet

- Slutna innergårdar kan vara särskilt sårbara för pluviala översvämningar och värmerelaterade risker, då avrinningsvägarna är begränsade och mikroklimatet förstärks av omgivande byggnadsstruktur.
- Då ytan är begränsad behöver flera funktioner och behov, som sociala, ekologiska och tekniska aspekter, samsas inom samma yta.
- EU-taxonomin princip om att inte orsaka betydande skada (DNSH) understryker vikten av robusta lösningar som hanterar klimatrisker utan att skapa negativa konsekvenser för andra miljömål
- Campusmiljöer har större krav och behov i utomhusmiljön. Detta skapar ett behov av åtgärder som kan hantera vatten och värme, utan att skapa nya risker, samtidigt som de bidrar till mikroklimatet samt användnings- och vistelseaspekter.

3. Metod och material

Arbetet med examensarbetets olika delar har skett parallellt och i hög grad iterativt (Figur 4), för att förstå och lösa utmaningar utifrån ett helhetsgrepp. En mixed-methods-ansats har använts där kvantitativa och kvalitativa tillvägagångssätt kombinerats. Detta hybrida angreppssätt lämpar sig väl inom arkitekturfältet för att ta fram underbyggda gestaltungsförslag (Kong et al. 2018).

Arbetet består av två huvudsakliga delar. Den första delen består av en verktygslåda med åtgärder för att förebygga översvämning respektive värmerelaterade klimatrisker, framtagen genom en kunskapsinsamling och analys. Den andra delen av arbetet är en fallstudie för innergården på Edit. Denna är uppdelad i fem delar och består av utvidgad information om platsen (Kap. 5.1), en platsanalys utifrån både fysiska och upplevelsemässiga aspekter (Kap. 5.2), ett sammanfattande gestaltungsprogram (Kap. 5.3), inspiration och kontextualisering genom referensprojekt (Kap. 5.4) och redovisning av gestaltungsförslaget (Kap. 5.5).



Figur 4. Skiss över den iterativa arbetsprocessen. Kunskapssökning har pågått parallellt med platsanalys, sammanställning av verktygslådan, identifiering och arbete kring referensprojekt samt framtagning av ett gestaltungsförslag. De blå pilarna motsvarar den huvudsakliga riktningen, medan de gula visar på den iterativa processen.

3.1. Att analysera åtgärder med EU-taxonomin

I examensarbetet används EU-taxonomin som utgångspunkt för struktur, utvärdering och diskussion av olika åtgärders hållbarhet och potential. Ramverket används som ett kvalitativt analysverktyg för att undersöka vilka åtgärder som kan bidra till klimatanpassning, synliggöra potentiella målkonflikter och diskutera åtgärders multifunktionella potential. Användningen av taxonomin ska därmed ses som en förenklad och kvalitativ tolkning av ramverket, anpassad för analys och resonemang om klimatanpassade åtgärder inom landskapsarkitektur.

Av de sex klimatmålen fokuserar examensarbetet på Mål 2: Anpassning till klimatförändringarna. Mål 2 innebär att göra anpassningsåtgärder som väsentligt minskar risken för en eller flera av de negativa konsekvenser som kan uppstå av de identifierade klimatriskerna (Europeiska unionen 2020). Valet motiveras av att Mål 2 inom EU-taxonomin utgör det centrala målet för både förvärv och ägande av byggnader samt för verksamheter inom utbildning (Europeiska kommissionen 2021c). För en innergård i en campusmiljö, som hyrs av en fastighetsägare, bedöms Mål 2 därmed som mest relevant.

Vid anpassning till identifierade klimatrisker är det viktigt att en åtgärd inte leder till felanpassning, där en risk minskar lokalt men ökar eller förskjuts vidare, exempelvis skapar nya översvämningrisker. De tekniska granskningskriterierna specificerar att åtgärder varken får öka negativa klimatrelaterade konsekvenser för naturen, människor, kulturarv eller tillgångar (Europeiska kommissionen 2021a; 2021c; 2023). Detta har i arbetet tolkats som att åtgärderna ska bedömas utifrån både lokal funktion och påverkan på omgivande system ur ett helhetsperspektiv.

Överordnat, för anpassning till klimatförändringarna, gäller DNSH-kriteriet om att åtgärder ej får orsaka betydande skada på ett av de andra målen (Europeiska kommissionen 2021d). Exempelvis får en åtgärd inte ha betydande negativa bieffekter som att försämra vattenstatus, öka utsläpp av föroreningar eller påverka biologisk mångfald negativt (European Union 2020a; Europeiska kommissionen 2021a). Dessa aspekter används vid diskussion av olika åtgärder för dagvatten- och skyfallshantering som kontroll för att identifiera målkonflikter, men är inte en fullständig DNSH-bedömning enligt taxonomins kriterier med exempelvis detaljerade livscykelanalyser.

Anpassningsåtgärderna ska även gå i linje med nationella, regionala och lokala strategier (Europeiska kommissionen 2021a; 2021c; 2023). I Sverige handlar detta om dokumentet Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning (Europeiska kommissionen 2025), utgivet av Klimat- och näringslivsdepartementet. I dokumentet lyfts behovet av att hantera ökade skyfall i tätorter genom multifunktionella

och lokala lösningar (Klimat- och näringslivsdepartementet 2023). Strategin betonar multifunktionalitet i stadsplanering och vikten av att klimatanpassning integreras i den ordinarie markanvändningen, i stället för att ses som separata lösningar. Vidare uppmuntras naturbaserade lösningar och grön infrastruktur med potential för multifunktionalitet. Detta ligger i linje med EU-taxonominns mål om klimatanpassningen och stärker även användningen av taxonomin som analysram i examensarbetet.

Generellt förespråkar EU-taxonomin naturbaserade åtgärder och i *Annex 2* (Europeiska kommissionen 2021a) samt *Delegerade akten 2023* (Europeiska kommissionen 2023) stärks formuleringen och åtgärderna beskrivs ska ”gynna naturbaserade åtgärder eller i möjligaste mån förlita sig på sk blå eller grön infrastruktur” (Europeiska kommissionen 2023:53). Naturbaserade åtgärder definieras som åtgärder som är inspirerade av naturen och samverkar med naturens processer (kommissionen 2025). Naturbaserade åtgärder beskrivs ofta som multifunktionella i aspekten att de ofta bidrar till flera ekosystemtjänster.

De tekniska granskningskriterierna för att åtgärder ska bidra väsentligt beskriver att anpassningsåtgärder ska ”övervakas och mätas mot på förhand fastställda indikator, och korrigerande åtgärder ska övervägas om dessa indikatorer inte uppfylls” (Europeiska kommissionen 2023:53). I detta examensarbete diskuteras kravet på mätbarhet främst i diskussionen kring dess innebörd.

Att lösningarna är ”no regret”/”low-regret”, alltså åtgärder som genererar fördelar för en bredd av klimatscenarier, är även en central aspekt vid jämförelse av åtgärder enligt vägledande dokument gällande all infrastruktur (Europeiska kommissionen 2021d). ”Win-win”-åtgärder som utöver den klimatanpassade funktionen medför fördelar inom andra områden som ekologiska, sociala och ekonomiska är också att föredra enligt EU-kommissionen. Även flexibla alternativ, som kan anpassas över tid utifrån klimatförändringarnas påverkan, alternativt är reversibla. Likaså är åtgärder som innebär säkerhetsmarginal en aspekt att ta hänsyn till vid övervägning av val av åtgärd. Andra överväganden som kan tas med vid jämförelse är åtgärder som innebär kortare projekttid.

I en av de delegerade akterna till EU-taxonomin (Europeiska kommissionen 2021c) beskrivs tekniska kriterier för ekonomiska verksamheter med anläggningar som hanterar dagvatten, där fokus bland annat ligger på retention, infiltration, fördröjd avledning och förbättrad vattenkvalitet. Dessa kriterier omfattar inte Akademiska hus verksamhet formellt, då fastighetsförvärv och ägande inte ingår i denna sektor. Då det finns en begränsning av andelen tekniska krav och kriterier för anpassning av utomhusmiljön och landskapsarkitektur inom

mål 2, används de delar av kriterierna som berör dagvattenrelaterad klimatanpassning som kvalitativa analysaspekter för att diskutera och synliggöra olika aspekter av möjliga dagvatten- och skyfallsåtgärder.

I *Kommissionens tillkännagivande om teknisk vägledning om klimatsäkring av infrastruktur under perioden 2021–2027*, kopplat till taxonomin, beskrivs att bedömningen av anpassningsåtgärder både kan vara kvalitativ och kvantitativ (Europeiska kommissionen 2021d). En enklare bedömning av åtgärder beskrivs kunna motiveras vid enklare infrastruktur med begränsade klimatrisker, vilket den aktuella innergården bedöms vara i jämförelse med större stadsdels- och kommunprojekt. Med detta som bakgrund fokuserar detta arbete på en kvalitativ översiktlig bedömning gällande olika kriterier och ämnar inte fastställa kvantitativa beräkningar av exempelvis livscykelbedömning, koldioxidutsläpp för olika åtgärders transportalternativ eller detaljerad analys av olika åtgärders potentiella påverkan på vattenkvaliteten.

Utifrån ovanstående och de dokument kopplade till EU-taxonomin som lyftes i kap. 2.2 har en övergripande ram tagits fram med relevanta aspekter att ha i åtanke vid analys av åtgärdernas potential att bidra till klimatanpassning utifrån EU-taxonomin (Figur 5). I Tabell 1 vidareutvecklas aspekterna för ett utvidgat beskrivande analysunderlag.

Sammantaget används EU-taxonomin som en ram för strukturerade jämförelser mellan åtgärder, för att undersöka åtgärderna med störst potential att öka motståndskraften för klimatförändringarnas konsekvenser utan att samtidigt skapa nya risker.

Aspekter	Analysfrågor och resonemang	Tolkning baserad på:
Bidrag till anpassning av klimatrisker (Mål 2)	Minskar åtgärden identifierade klimatrisker? I detta arbete framför allt klimatrisker gällande pluviala översvämningar.	¹ Artikel 11
Minskar resiliens på klimatanpassning (Mål 2)	Skadar åtgärden andra klimatanpassade funktioner (t.ex. ökar risk för vattensamling i angränsande ytor)?	¹ Artikel 11, ² Kap. 7.2, 7.7, 9.1, 9.3, ⁷ Kap 7.2, 9.1 & 11
Vattenhantering	Bidrar åtgärden till retention, infiltration, fördröjd avledning och/eller förbättrad vattenkvalitet?	³ s.53, 4 Kap 2.3
Mätbarhet	Kan åtgärden övervakas och mätas mot fördefinierade indikatorer och korrigeras om dessa indikatorer inte uppfylls? Hur kan den mätas?	² Kap. 7.2, 7.7, 9.1, 9.3, ³ s53, ⁷ Kap 7.2, 9.1 & 11
Naturbaserad/blå-grön lösning	Är åtgärden naturbaserad eller integrerar blå/grön infrastruktur?	¹ Artikel 11, ² Kap. 7.2, 7.7, 9.1, 9.3, ⁴ s.69, ³ s53, ⁷ Kap 7.2, 9.1 & 11
Multifunktionalitet baserat på EU-kommissionens "win-win"	Bidrar åtgärden till andra ekologiska, sociala eller ekonomiska fördelar? Exempelvis temperaturreduktion, dagvattenhantering, vattenretention, rekreation och biologisk mångfald.	¹ Artikel 11, ² Kap. 7.2, 7.7, 9.1, 9.3, ⁴ s.69, ³ s53, ⁷ Kap 7.2, 9.1 & 11
No-regret / Low-regret	Ger åtgärden fördelar oavsett framtida klimatscenario?	⁵ s.69
Flexibilitet/skalbarhet	Går åtgärden att anpassas med tiden? Exempelvis genom att skala upp eller är reversibel?	⁵ s.69
DNSH Mål 1, klimatbegränsning	Riskerar åtgärden att motverka klimatbegränsning? (exempelvis höga utsläpp, minskar kolsänkor, minskar energieffektivitet)	¹ Artikel 10
DNSH - Mål 3 vatten	Riskerar åtgärden att försämra vattenkvalitet eller vattenstatus?	¹ Artikel 12, ⁶ Tillägg B
DNSH - Mål 4 föroreningar	Riskerar den att öka andelen föroreningar i mark, vatten eller luft? Riskerar åtgärden att tex tillföra föroreningar (mikroplast, tungmetaller, kemikalier)?	¹ Artikel 14, ⁶ Tillägg C
DNSH - Mål 5 cirkulär ekonomi	Riskerar åtgärden att medföra en hög användning av primära råmaterial, ökad nedskräpning eller försvårar återvinning?	¹ Artikel 13
DNSH - Mål 6 biologisk mångfald	Riskerar den att försämra den biologisk mångfald eller ekosystem?	¹ Artikel 15
Fotnot	Källa som tolkningen baseras på	
1	Europeiska unionen (2020). Europaparlamentets och rådets förordning 2020/852 om inrättande av en ram för att underlätta hållbara investeringar och om ändring av förordning (EU) 2019/2088	
2	Europeiska kommissionen (2021). Kommissionens delegerade förordning (EU) 2021/2139.	
3	Europeiska kommissionen (2023). Kommissionens delegerade förordning (EU) 2023/2485	
4	Hållbar dagvattenhantering i tätorter från Komplettering av Europaparlamentets och rådets förordning (EU)	
5	Europeiska kommissionen (2021). Kommissionens tillkännagivande om teknisk vägledning om klimatsäkring av infrastruktur under perioden 2021–2027, s69	
6	Europeiska kommissionen (2021). Annex 1 - Bilaga till kommissionens delegerade förordning (EU) .../... om komplettering av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2020/852	
7	Europeiska kommissionen (2021). Annex 2 - Bilaga till kommissionens delegerade förordning (EU) .../... om komplettering av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2020/852	

1

Undersök åtgärden utifrån Taxonomins mål 2

- Minskar den nuvarande/framtida klimatrisker?
- Medför åtgärden negativa effekter på andra anpassningsåtgärder?

2

Hur väl stämmer den överens med taxonomins rekommendationer för åtgärder klimatanpassning mål 2?

- NBS eller grönblå
- Multifunktioner (Win-win)
- No regret/low regret
- Flexibel, reversibel och skalbarhet

3

DNSH, riskerar åtgärden att skada (både direkt och indirekt)

- Begränsning av klimatförändringar
- Vattenstatus
- Öka föroreningar
- Biodiversitet

Figur 5. Övergripande aspekter för analys av åtgärder utifrån EU-taxonomin

Tabell 1. Tabell som visar analysaspekter, för bedömning av hållbarhet, utifrån tolkning av dokument kopplade till EU-taxonomin. Fotnoter hänvisar till tolkningen av kriteriet.

3.2. Litteratursökning

Litteratursökningar har genomförts för att samla in relevant forskning och beprövad erfarenhet, både för arbetets bakgrund och för att besvara arbetets frågeställningar.

3.2.1. Sökstrategi

Databaser som använts för att slå sökord i olika kombinationer är främst Scopus, Web of science och Primo SLU. Litteratur har även identifierats med snöbollseffekten i stor utsträckning, det vill säga genom referenser i artiklar och övrigt material som lästs.

Följande sökord har använts i olika kombinationer och på olika språk (engelska och svenska): klimatanpassning, skyfall, dagvatten, avrinning, fördröjning, naturbaserad lösning, blå lösningar, gröna lösningar, multifunktioner, värmereglering, värmestress, värmelaster, EU-taxonomi.

Gällande olika klimatanpassningsåtgärder har olika dokument och vägledningar som utgår ifrån beprövad erfarenhet och forskning varit viktiga källor. Dessa har valts ut genom förslag från handledare, tidigare nämnd litteratur under utbildningen, kommundokument, Google-sökningar för olika åtgärder och snöbollseffekten.

Litteratursökningarna resulterade i ett stort antal träffar. Urval av litteratur skedde genom översiktlig genomläsning av titel och abstract/innehållsförteckning, där irrelevanta studier/dokument sållades bort. Därefter gjordes fördjupade urval utifrån relevans för arbetets frågeställningar. För att hantera mängden material organiserades litteraturen efter teman kopplat till arbetets innehåll, som dagvatten- och skyfallshantering samt värmereglering.

3.2.2. Urvalskriterier

För att arbetet ska spegla dagens fält har artiklar med utgivningsår i närtid premierats. Jag har premierat litteratur med svensk kontext när jag bedömt att kontexten kan ha spelat en större roll för resultatet. Vid rekommendation för analys av skyfall har jag exempelvis bedömt det väsentligt att utgå ifrån nationella källor som MSB och SMHI. Sökningarna har avgränsats till svenska och engelska texter.

3.3. Verktygslådan

Syftet med verktygslådan är att översiktligt jämföra olika typer av klimatanpassningsåtgärder och deras potentiella kapacitet och funktioner i relation till de klimatrisker som analyseras i arbetet. Den är inte avsedd att fungera som ett heltäckande underlag för projektering.

Verktygslådan består av två delar: åtgärder primärt för att förebygga pluvial översvämning respektive för värmereglering. Åtgärderna har kategoriserats och beskrivits övergripande för att rymmas inom arbetets omfattning. Arbetets primära fokus på pluvial översvämning innebär att dessa åtgärdstyper behandlas mer utförligt, medan verktygslådan för värmereglering är kompletterande och mer översiktlig.

Underlaget bygger på litteratursökningar (enligt avsnitt 3.2.1) och en intervju om skyfall- och dagvattenhantering (se 3.3.5). En sammanfattande tabell har gjorts för att översiktligt visa åtgärdernas tendenser i olika avseenden. Tabellen ska tolkas med försiktighet och främst ses som en kvalitativ sammanfattning av verktygslådans materialinsamling och analys.

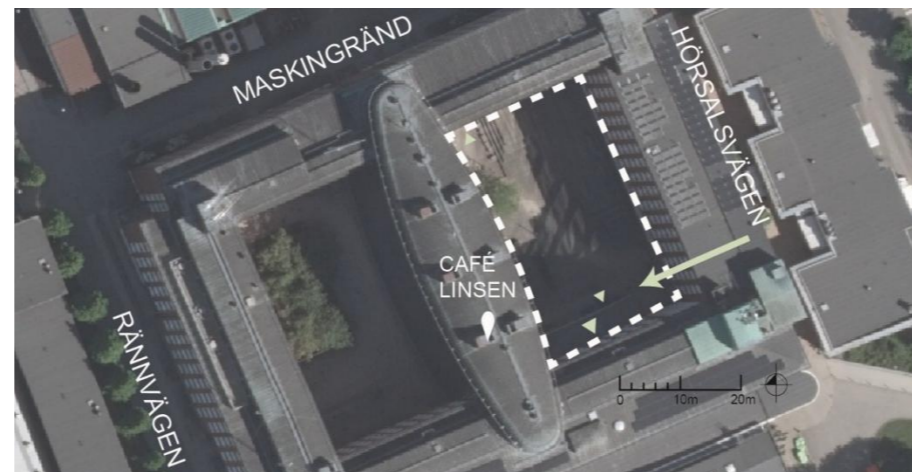
3.3.1. Gestaltungsförslaget: Val och avgränsning

Innergården som valts för fallstudiens omgestaltning är inom kvarteret Edit på Chalmers campusområde i Johanneberg. Valet gjordes utifrån dialog med en ansvarig för utomhusmiljöer på Akademiska Hus, utifrån dess resultat på genomförda klimatriskanalyser (se kap. 2.3.1).

Innergårdsmiljöer bedöms särskilt intressanta att undersöka för fastighetsägare som Akademiska hus, då deras avrinningsområde ofta är avgränsat till dess yta och omgivande tak, samtidigt som ytan för att införa åtgärder på är begränsad.

Avgränsning till en av innergårdarna

Kvarteret Edit består av två innergårdar, men detta arbete har avgränsats till den nordöstra (Figur 6) då den har tydliga risker kopplade till både pluvial översvämning och värme. Ett avgränsat fokus har möjliggjort en mer fördjupad analys och gestaltning inom examensarbetets omfattning.



Figur 6. Flygfoto över kv Edits innergårdar. Skala 1:1000 (A3). Den vita streckade linjen visar den östra innergården. Mindre pilar visar entrén från innergården till omgivande byggnader, medan den större pilen visar portikens position. (© Lantmäteriet 2025, redigerad av Siri Sandberg).

Innergårdens förutsättningar och antaganden

Den valda innergårdens avrinningsområde består av innergårdens yta och omgivande tak. Även om innergården har en portik som löper mellan innergården och gatan utanför kan inte dagvatten röra sig ytligt från innergården, då marknivån i portiken delas av en höjdrygg som genom topografin förhindrar ytlig avrinning (se kap 5.2.1).

Utifrån tillgängligt underlag (Göteborgs stad, Stadsbyggnadsförvaltningen 1999) bedöms innergården inte vara uppbyggd på bjälklag. Arbetet tar därmed avstamp i att markdjupet ej är begränsat i form av bjälklag. Ritningsunderlaget visar inte heller på källare eller annan underbyggnad under innergårdens yta (Göteborgs stad, Stadsbyggnadsförvaltningen 1999).

Markdjupet, liksom jordmån, är okänt inom innergården. Jordmån påverkar i hög grad infiltrationen, då en sandig jordmån har dränerande egenskaper, medan en lerig jordmån är vattenhållande med sämre förutsättningar för infiltration. SGU:s karta för jordarter visar en översiktlig bild av befintliga jordarter (Sveriges geologiska undersökning (SGU) 2023). Campus Johanneberg bedöms bestå främst av urberg samt glacial lera. Kartverket är inte detaljerat nog för att dra någon säker slutsats om jorden på Edits innergård utan är framtaget för översiktlig planering. Även om ingen geoteknisk undersökning har gjorts inom examensarbetet, finns det anledning att utgå ifrån att den underliggande marken har begränsad infiltrationskapacitet. Detta utifrån att marken i Göteborg generellt består av en hög nivå av lera som är vattenhållande och därmed har låg permeabilitet samt berg (Trafikkontoret Göteborg 2015; Göteborgs stad 2019b). Utifrån detta underlag förlitar sig dagvatten- och skyfallslösningarna i gestaltungsförslaget inte på infiltration.

3.3.2. Basunderlag

En baskarta i dwg-format har använts i arbetet från Göteborgs stads öppna data (Göteborgs stad 2023) som grund till platsanalys och gestaltungsförslagets digitala bearbetning. Då materialet saknar information, exempelvis portiken, trappan, dörrar, trädäck, växtbäddar och belysning, har underlaget kompletterats utifrån inmätningarna med måttband vid platsbesök. Basunderlaget har även kompletterats av en intern DWG-fil med inmätning av byggnader på Chalmers från ett av Landskapsgruppens tidigare projekt på Chalmers campusområde. Utöver det har ritningar från Göteborgs stadsarkiv (Göteborgs stad, Stadsbyggnadsförvaltningen 1999) inhämtats samt internt ledningsunderlag från Akademiska hus (Se bilaga 1 och 2).

3.3.3. Platsanalys av tekniska aspekter

Analys har genomförts för att förstå innergårdens tekniska förutsättningar. Enligt EU-taxonomin ska åtgärder som bidrar till Mål 2, anpassning mot klimatförändringarna, baseras på plats specifika risker utifrån en klimatrisk- och sårbarhetsanalys (Europeiska kommissionen 2020).

Då tidigare genomförda klimatriskanalyser (Se 2.3.1) är översiktliga, har kompletterande analyser genomförts inom examensarbetet för att kunna föreslå relevanta åtgärder. Då arbetets primära fokus är dagvatten och skyfallshantering, ligger största vikten i en skyfallsanalys för att undersöka den volym som behöver kunna omhändertas. Denna har kompletterats med en överskådlig värmeanalys och en sol- och skuggstudie för att förstå innergårdens värmerelaterade klimatrisker. De tekniska analyserna har även kompletterats med information från platsbesök, exempelvis nuvarande lutningar (Se 3.3.4 *Platsbesök*).

För att studera värmerisker rekommenderar Fastighetsägarna, i sin tolkning av EU-taxonomin, MBS:s värmekartering som en datakälla för att identifiera temperaturrelaterade risker (Fastighetsägarna & Byggföretagen 2025). För nederbörd rekommenderar Fastighetsägarna och Byggföretagen (2025) bland annat SMHI:s klimatscenariotjänst (SMHI 2025b), vilken delvis har använts i arbetet för att förstå förändrade nederbördsmönster, men har kompletterats med att arbeta med rationella metoder som erbjuder en mer detaljerad översvämningsanalys utifrån platsens specifika kontext.

De genomförda tekniska analyserna under arbetet ger en övergripande förståelse av riskerna, men ersätter inte en fullständig klimatriskutredning. De bedöms dock ge tillräcklig detaljnivå utifrån examensarbetets omfattning för att utgöra underlag för bedömning, val och motivering av åtgärder i relation till EU-taxonomin och det gestaltungs-förslag som utvecklats.

Dagvatten- och skyfallsanalys

En skyfallsanalys har genomförts för att undersöka omfattningen av de volymer som gestaltningen i fallstudien behöver hantera. Enligt EU-taxonomin ska konsultverksamhet som arbetar med åtgärder för klimatrisker använda en metodik som ”bygger på bästa praxis och tillgängliga riktlinjer och tar hänsyn till senaste vetenskapliga rön för sårbarhets- och riskanalys” (Europeiska kommissionen 2023).

För att komplettera Akademiska hus klimatriskanalyser och förståelsen för vilken fördröjningsvolym som krävs för innergårdens avrinningsområde har den rationella metoden använts för att beräkna dimensionerande flöden för olika regnvaraktigheter.

Val av scenario vid skyfallsberäkning

Vid kartering av klimatrisker gällande vattenflöden i den fysiska planeringen rekommenderar Boverket (2024a) användning av RCP 8,5. RCP 8.5 representerar ett framtidsscenario med fortsatt höga utsläpp av växthusgaser fram till 2100 och som generellt bedöms ha störst påverkan på nederbördsmönster. Även om scenariot inte nödvändigtvis är det mest sannolika, rekommenderar Boverket RCP8,5 vid klimatriskanalys för att ta höjd för framtidens stora osäkerheter och därför ha en större säkerhetsmarginal. Enligt EU-taxonomin rekommenderas det att inledande analyser görs enligt RCP6.0 eller RCP8.5 (Europeiska kommissionen 2021d). För projekt med möjlighet att anpassa åtgärderna stegvis, utifrån övervakning av klimatförändringarna, eller för klimatsäkring fram till år 2060, kan scenario 4.5 även vara utgångspunkt enligt taxonomin. Taxonomin uttrycker även att klimatriskanalyser ska genomföras för olika befintliga framtidsscenarioer (Europeiska kommissionen 2021b). Fastighetsägarna & Byggföretagens (2025) tolkning av EU-taxonomin rekommenderar att scenarier RCP4.5 respektive RCP8.5 används vid sårbarhetsanalys. Med detta som bakgrund har scenarier RCP4.5 samt RCP8.5 använts i detta examensarbete som utgångspunkt för skyfallsanalyserna.

Klimatfaktor utifrån scenarier

SMHI har tagit fram prognoser för hur skyfallsmängden påverkas beroende på RCP-scenario i framtiden (SMHI 2017) och P110 rekommenderar att SMHI:s beräkning av klimatfaktor följs vid skyfallsanalys (Svenskt vatten 2016). Enligt SMHI (SMHI 2017) motsvarar RCP-scenariot 4.5 en klimatfaktor på 1,2 medan scenario RCP8.5 motsvarar en klimatfaktor på 1,4 oavsett varaktighet på nederbördstillfället (Tabell 2). Svenskt vatten rekommenderar dock att den lägsta klimatfaktorn som används är 1,25 vid beräkning av nederbördstillfällena vid varaktigheter under 1h (Svenskt vatten 2016). I linje med Svenskt Vatten räknar Göteborgs stad med klimatfaktor 1,25, som lägsta klimatfaktor vid skyfallsberäkning (Göteborgs stad 2019b). Därmed är 1,25 den lägsta klimatfaktor som arbetet beaktar.

Tabell 2. Sammanställning för beräknad klimatfaktor utifrån utsläppsscenario. Den

	År 2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
	RCP4,5	RCP8,5	RCP4,5	RCP8,5	RCP4,5	RCP8,5
Ökning (%)	10	10	15	20	20	40
Klimatfaktor	1,1	1,1	1,15	1,2	1,2	1,4

procentuella ökningen är den relativa förändringen skyfall jämfört med data från 1971–2000, vilket räknas som nuvarande klimat. Notera att ökningen av skyfall beräknas öka oavsett utsläppsscenario fram till mitten av seklet. Källa: (SMHI 2017).

Tillvägagångssätt för val av varaktighet vid beräkning av 100-årsregn

Ett 100-årsregn innebär olika nederbördsvolymer beroende på regnets intensitet och varaktighet (Svenskt vatten 2016). Exempelvis kan ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 innebära 49,2±7,8mm vid 15 minuters varaktighet respektive 63,2 ± 10,0 mm vid 60 minuters varaktighet (SMHI 2025c).

Vid dimensionering för fördröjning av ett regntillfälle, exempelvis 100-årsregn, kan man genom provning undersöka vilken regnvaraktighet som ställer störst krav på erforderlig fördröjningsvolym för det specifika avrinningsområdet (Svenskt vatten 2016). Denna varaktighet kallas kritisk varaktighet. Den kortaste varaktighet som normalt används vid skyfallsberäkning är 10 minuter (ibid.).

Beräkning av fördröjningsvolym för olika varaktigheter

I examensarbetet prövades olika regnvaraktigheter för ett 100-årsregn för att identifiera den kritiska varaktigheten och därmed den erforderliga fördröjningsvolymen. Detta gjordes genom att först beräkna maximalt flöde med den rationella metoden (Se ekvation 1) och därefter beräkna den volym som behöver fördröjas utifrån möjlig avtappning (Ekvation 2 till 4). Beräkningsmodellerna som använts och presenteras nedan är i linje med nationella rekommendationer i P110 (Svenskt vatten 2016).

EKVATION 1 - DEN RATIONELLA METODEN

$$Q_{dim} = \varphi \times A \times i(t_r) \times f_c$$

Där:

- Q_{dim} = dimensionerande toppflöde [liter/sekund]
- φ = avrinningskoefficient
- A = områdets area [i hektar]
- $i(t_r)$ = regnintensitet [liter/sekund x hektar]
- f_c = klimatfaktor

Den rationella metoden (Ekvation 1) passar bra för att uppskatta det dimensionerade flödet inom fallstudien, då avrinningsområdet är mindre än 30 hektar, är relativt rektangulärt och har i stor utsträckning samma avrinningskoefficient (Svenskt vatten 2016). För beräkning av den rationella metoden krävs blockregnsstatistik för olika regns varaktigheter och återkomsttider, avrinningsområdets area, avrinningskoefficienten och vald klimatfaktor.

Svenskt vatten (2016) utgår ifrån Dahlströms blockregnsstatistik.³ Dahlström (Dahlström 2010) rekommenderar att denna blockregnsstatistik används för svenska förhållanden, om inte den specifika orten har mer egen etablerad data. Även om SMHI generellt ser en ökad nederbörd i området som Västra Götaland ligger i (se 2.1.1) utgår deras underlag för 15 minuter i varaktighet som lägst. Då jag inte

³ Se tabell 4.6 i kapitel 4.4.1.2 i P100 (Svenskt vatten 2016)

har hittat blockregnsstatistik för 10 minuters varaktighet specifikt för Göteborg, utgår jag ifrån Dahlströms blockregnsstatistik med 5 till 10 minuters intervall för att kunna testa varaktigheter från 10 minuter.

Fallstudiens avrinningsområde avser innergårdens yta samt de omgivande takens yta vars nederbörd rinner till innergården. Beräkningen av avrinningsområdet genomfördes i Autocad och baserades på tidigare inmätningar från Landskapsgruppen, Google Earth och bygghandlingar (Göteborgs stad, Stadsbyggnadsförvaltningen 1999).

Under examensarbetet prövades även avrinningsområdet att delas in i delavrinningsområden utifrån taktytor kopplade till takrännor och stuprör baserat på tillgängligt ritningsunderlag. Då skillnaden mellan det största och minsta delavrinningsområdet från takyta till takränna var cirka 12 procent, bedömdes skillnaden som försumbar på detta arbetes detaljeringsgrad och innergården behandlas som ett sammanhängande avrinningsområde. Detta med hänsyn till osäkerheter i underlaget som tekniska detaljer för takrännorna samt att skyfall överbelastar stuprör, vilket leder till att vatten väller över takrännorna och då ändå inte följer den teoretiska indelningen av stuprören.

För beräkning av den rationella metoden krävs även en avrinningskoefficient för avrinningsområdet. En areaviktad medelavrinningskoefficient har översiktligt beräknats utifrån befintliga marktyper. Detta har gjorts med hjälp av översiktlig beräkning i CAD av fallstudiens olika ytor (Figur 33 & Tabell 8) och avrinningskoefficienter för olika typer av ytor⁴ hämtade ur P110 (Svenskt vatten 2016).

Beräkningar med den rationella metoden har gjorts med klimatfaktorerna 1,25 respektive 1,4 för att undersöka om den kritiska varaktigheten skiljer sig mellan scenarierna.

För dimensionering av fördröjningsvolym (Ekvation 2) krävs, utöver resultat från den rationella metoden, beräkning av tillrinningsvolymen (Ekvation 3) och avtappningsvolymen (ekvation 4). Den möjliga avtappningsvolymen (Ekvation 4) beräknas med Colebrook-White-ekvationen⁵. Vid avläsning av diagrammet krävs information om diameter, lutning och råhetstal på dagvattenledning. Denna information baseras på tillgänglig information om ledningarna (se bilaga 1 och 2) och lutningsberäkningar (se bilaga 3). Nedanstående beräkningar har gjorts för fallstudien i Excel (se bilaga 4 och 5).

EKVATION 2 - DIMENSIONERING AV FÖRDRÖJNINGSVOLYM

$$V_{d,max} = V_{in} - V_{out}$$

Där:

$$V_{d,max} = \text{erforderlig fördröjningsvolym [liter]}$$

$$V_{in} = \text{tillrinningsvolym [liter]}$$

$$V_{out} = \text{avtappningsvolym [liter]}$$

Med andra ord är Ekvation 2 = Ekvation 3 - Ekvation 4.

EKVATION 3 - TILLRINNINGSVOLYM

$$V_{in} = Q_{dim} \times t_r$$

Där:

$$V_{in} = \text{tillrinningsvolym [liter]}$$

$$Q_{dim} = \text{dimensionerande toppflöde [liter/sekund]}$$

$$t_r = \text{regnvaraktighet [sekund]}$$

EKVATION 4 - AVTAPPNINGSVOLYM

$$V_{out} = Q_{out} \times t_r$$

Där:

$$V_{out} = \text{avtappningsvolym [liter]}$$

$$Q_{out} = \text{dimensionerande utflöde [liter/sekund]}$$

$$t_r = \text{regnvaraktighet [sekund]}$$

Beräkning av fördröjningsvolym utan avtappning

Vid dimensionering av fördröjningsvolym tas normalt till mängden vatten som kan avledas genom ledningssystemet under regnets varaktighet (Svenskt vatten 2016). Då extrema skyfall belastar ledningssystemen bortom deras dimensioneringsnivå (Svenskt vatten 2016) och framtidsscenarioer är just prognoser finns det även fördel att ta höjd vid beräkning av nederbördsvolym för att kunna hantera risken för översvämning. I praktiken rekommenderar vissa konsulter⁶ att skyfallsåtgärder ska kunna hantera ett 100-årsregns hela volym med vald varaktighet, utan avdrag för avtappningsvolymen. Detta för att minska risken för översvämning om rör täpps igen av skräp, is eller snö. Beräkningar har därför gjorts för fördröjningsvolym utifrån varaktighet både med och utan avdrag för möjlig avtappningskapacitet.

Dagvattenhantering vid mindre regntillfällen

Utöver att hantera 100-årsregn finns det stora fördelar med att kunna ta hand om dagvattnet lokalt för mindre regntillfällen. Genom att lokalt omhänderta de första 10 mm nederbörd vid varje regntillfälle kan 75 procent av årsvolymen av dagvatten omhändertas (Svenskt vatten 2016). Genom en fördröjning av 15 mm kan 85 procent av årsvolymen hanteras, vilket innebär en relativt stor avlastning för ledningssystemet. I arbetet har därför även beräkning gjorts utifrån avrinningsområdet, för att se vilken volym detta är. Ambitionen om att kunna hantera en hög andel av årsnederbörden följer Akademiska Hus mål att inte koppla sina stuprören till ledningsnätet för att minska belastningen (Akademiska Hus 2024d).

Analys för värmerelaterade aspekter

En översiktlig värmekartering, solstudie och kvalitativ analys av mikroklimatet ligger till grund för analys av värmerelaterade aspekter på innergården. Utifrån arbetets omfattning och tidsram har inte kvantitativa simuleringar genomförts.

Översiktlig värmekartering från MSB

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har tagit fram värmekartor för övergripande värmeriskanalys. MSB:s kartering mäter markyttemperaturen och är baserad på satellitdata från Landsat 7, 8 och 9 (MSB 2024). Markyttemperaturen visas i raster med en cellstorlek på 30 m. MSB:s värmekartering har sedan redigerats i Illustrator där färger har stärkts och kompletterats med byggnadslinjer samt text för enklare redovisning.

Solstudier i Autodesk Forma

För ökad förståelse för platsen har solanalyser genomförts. Dessa har gjorts i Autodesk Forma som är ett digitalt analysverktyg för tidiga skeden inom stads- och landskapsplanering. Vid uppstart av modellen har allmänt tillgängliga data importerats. Detta omfattar terrängdata med 1 m upplösning, byggnadsdata från *Swedish national Government register*, träd från *Open street map* och *Mapbox-satellitbilder* valts som underlag. Mindre justeringar har gjorts i grova drag gällande byggnadernas tak för att justera byggnadsform och höjd för de tak som påverkar innergårdens solinsläpp. Träden, som använts för att se hur placering och storlek kan påverka solexponering och mikroklimat, är dock förenklade kompakta volymer och begränsade i detaljering. Olika arter har olika typer av grenverk, bladtäthet och storlek, och skuggorna från träd varierar i praktiken mellan arter och under olika årstider.

⁴ Se tabell 4.8 i kapitel 4.4.1.4 i P110 (Svenskt vatten 2016) för information om avrinningskoefficienter.

⁵ Colebrook-White-ekvationen är ett verktyg för beräkning av flödesförlust. Se diagrammet i kap. 10.3 s 135 i P110, figur 10.5 (Svenskt Vatten 2016). För enklare avläsning kan även beräkningen genomföras online på:

<https://www.pipelife.se/service/beraekningsverktyg/floedesfoerlustberaekning-foer-fyllda-tryckroer-och-avloppsroer.html>

⁶ Konsult inom VA på Landskapsgruppen.

Syftet med solanalyserna var att få ökad förståelse för vilka områden som är mer respektive mindre exponerade för sol, för ökad förståelse för vistelsekvaliteter och utmaningar under året att arbeta utifrån i gestaltningen. I Sverige finns regler och rekommendationer för solljus i inomhusmiljön, men inte krav på direkt sol på utomhusytor (Boverket 2024). Arbetet undersöker istället omfattningen av direkt solljus utifrån en brittisk samhällsbyggnadsorganisations rekommendationer, Building Research Establishment (BRE), som rekommenderar att minst 50 procent av gården nås av solljus minst två timmar vid vårdagjämning (Building Research Establishment u.å.).

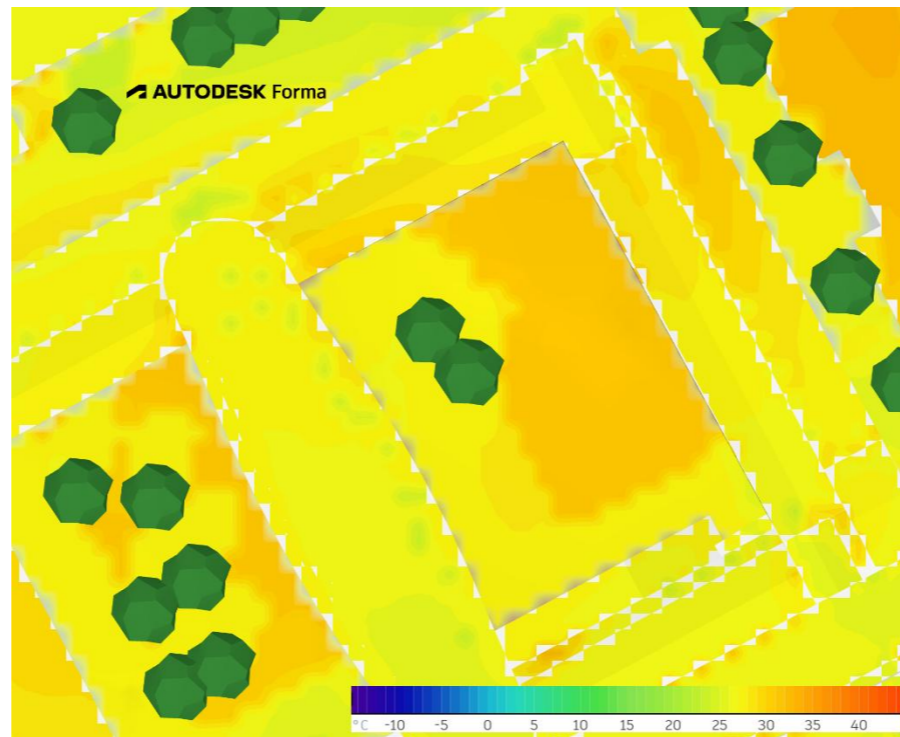
Autodesk Forma beräknar soltimmar genom simulering av solens position utifrån platsens geografiska läge och datum (Johansen 2025). Analysen bygger på att spåra solstrålar från rutnät med 0,5 m × 0,5 m av mätpunkter på markytan mot solens position, för att se huruvida respektive punkt är belyst eller skuggad vid olika tidpunkter. Detta simuleras för var sjätte minut och resultatet presenteras i en sammansatt bild där olika delar av markytan illustreras med olika färger, baserat på andelen timmar som respektive del i rutnätet erhåller direkt solljus under det valda datumet.

Dagarna som valts för att undersöka den direkta solstrålningen är vårdagjämning, sommarsolstånd, höstdagjämning och vintersolstånd. Exakta datum för när händelserna infaller kan skifta upp till tre dagar, exempel beroende på om det är skottår (SMHI 2024a). Därmed har datumen för 2026 valts: 20 mars, 21 juni, 23 september och 21 december.

Avgränsning kring kvantitativ analys för termisk komfort

Autodesk Forma erbjuder även analys av mikroklimatet. Vid simulering av fallstudiens innergård visar programmet på värmerelaterade utmaningar under sommaren (Figur 7). Även om programmet strävar efter att uppskatta ett UTCI-mått för termisk komfort, har programmet begränsningar. Detta då Autodesk Forma är en statisk förenklad modell och exempelvis inte tar hänsyn till värmelagringen i material eller dess albedo, vegetations evapotranspiration eller att träd inte är kompakta volymer utan har varierande genomsläpplighet av ljus (Autodesk Forma u.å.). Det innebär exempelvis att skillnaderna mellan hårdgjort och grönt sannolikt underskattas.

Även om programmet kan användas som en analysmetod i tidiga skeden, bedöms fallstudien lilla skala påverkas för mycket av osäkerheterna och analysen används därför även som bakgrund. I stället diskuteras innergårdens och omgivande byggnaders solexponering, material samt vegetation och utformning gällande den termiska komforten.



Figur 7. Illustrativ mikroklimatsimulering av upplevd temperatur (kl. 14 i juli när lufttemperaturen är 26 °C) i Autodesk Forma som indikerar risk för värmestress i utemiljön.

3.3.4. Platsanalys för upplevelsemässiga aspekter

För att förstå platsens mjuka värden, som upplevelse, rumslighet och användning, har platsbesök genomförts och kompletterats av dialoger med användare av platsen och de kringliggande byggnaderna.

Platsbesök

Under arbetet har platsbesök gjorts ett flertal gånger. Vid besöken har platsen och dess användning dokumenterats genom fotografier, skisser och anteckningar. Inmätningarna har även gjorts med måttband för att fastställa positionen på nyckeldelar såsom dörrar, trappor, växtbäddar med mera. Lutningar har undersökts med en digital klinometer genom mobilappen Clinometer.

Innergården har både betraktats från utsidan och insidan. Platsbesök har utförts följande datum:

- Ons 2025/10/29 kl. 14-14:30 (ljust, klart väder)
- Må 2025/11/24 kl. 14:30-15:30 (ljust, mulet)
- Sö 2025/11/30 kl. 16:30-17 (mörkt)
- Må 2025/12/01 kl. 9-13 (ljust, klart väder)
- Må 2025/12/08 kl. 7:20-7:40 (mörkt, lätt regn)
- Ti 2025/12/30 kl. 13-13:45 (ljust, klart väder)
- Ons 2026/01/14 kl. 06:30-7 (mörkt, duggregn, snö)
- To 2026/01/15 kl. 19-19:15 (mörkt, regn, snö)
- Ons 2026/01/28 kl. 20:10-20:30 (mörkt)

Dialog med användare

För att få en större förståelse för innergårdens användning, kvalitéer och brister under årets alla årstider genomfördes dialog med både anställda och studenter. Eftersom arbetet gjordes från november till mars, då mikroklimatet och ofta även användarmönstret inte speglar sommarhalvårets, bedömdes det viktigt att komplettera de egna observationerna med erfarenheter från personer som upplevt platsen från fler delar av året. Användare av platsen fick beskriva om och hur de använder platsen, vilka funktioner och behov de i nuläget upplever att platsen uppfyller, samt vilka behov eller funktioner som inte möts. Dialogen har skett genom en enkät med 40 deltagare. Enligt riktlinjer för examensarbeten (Viklund 2021) har uppgiftslämnarna i samtliga kategorier anonymiserats.

Enkäten

Frågorna i enkäten (se bilaga 6) bestod av en blandning av fasta svarsalternativ och öppna frågor. Fasta svarsalternativ är vanligt vid enkäter och fördelaktigt vid insamling av många svar (Davidson & Patel 2019). Vid de fasta svarsalternativen, med mer öppna frågor, listades många olika tänkbara alternativ i blandad ordning för att inte styra deltagarna. De öppna frågorna möjliggjorde att deltagaren fritt kunde beskriva egna upplevelser och önskemål. Filterfrågor användes i enkäterna för att sälla bort frågor som ej bedömdes som relevanta för samtliga deltagare, för att minska mätfel eller bortfall (Statistiska centralbyrån 2016).

Urvalet av deltagare utgör personer som passerat innergården samt studenter och anställda i omkringliggande byggnader. Enkäten delades ut till personer som satt i innergårdens omgivande byggnader genom QR-kod 1 december 2025 klockan 9–10 och 12–13. Mellan klockan 9–12 satt affischer med information om undersökningen på pelarna vid in- och utgången till innergården. Flera likadana affischer satt uppe i byggnaden från 1/12/2025 till 8/12/2025. Fyra av dessa var i A3 och hängdes upp på anslagstavlor. Med caféts tillåtelse sattes även sju A4-affischer upp på pelare vid fönsterväggen med vy över innergården på våning markplan och våning 1.

Totalt svarade 40 personer på enkäten (se bilaga 7), varav 35 var studenter och 5 lärare. Då det inte förekom någon signifikant skillnad mellan grupperna och underlaget var litet behandlades svaren tillsammans. Svaren från enkäten analyserades både kvantitativt och kvalitativt genom sammanställning av svarsfrekvenser, medelvärden och genomgång av fritextsvar.

Utformning av frågor i enkät och expertintervjuer

Frågorna i enkäten och intervjuerna utformades utifrån riktlinjer från SCB med fokus på tydlighet, lättbegriplig formulering och neutralitet

för att undvika ledande frågor (Statistiska centralbyrån 2016). Frågornas ordning strukturerades tematiskt, enligt omvänd-tratt-teknik. Tekniken innebär att man inleder med mer konkreta och avgränsade frågor först, följt av öppnare frågor som uppmuntrar reflektion (Davidson & Patel 2019). Innan frågor framfördes informerades deltagarna om syftet: att bredda förståelsen för hur innergården används, upplevs och vilka funktioner som uppskattas respektive saknas, som underlag för ett gestaltungsförslag i ett masterarbete.

3.3.5. Referensprojekt och expertintervjuer

Fem olika referensprojekt har studerats (Tabell 3). Projekt kopplade till innergårdar med dagvatten- och skyfallshantering och/eller campusmiljöer och valdes för att spegla en bredd av åtgärder och gestaltungsstrategier. Projekten hittades genom tidigare erfarenheter, litteratur och förslag av handledare, Akademiska hus och intervjuobjekt.

Fyra referensobjekt har besökts. Övrig plats har studerats genom intervjuer, bilder och interna dokument. Ett platsbesök som genomfördes under studietiden men före examensarbetet har inkluderats.

Personer som intervjuats gällande referensprojekt och expertkunskap tillfrågades utifrån potentiella referensplatser (se Tabell 4), rekommendation av arbetets handledare och andra personer som jag kommit i kontakt med under arbetets gång. Både personer som har ritat projekten, varit beställare och som har hand om skötsel av projektobjekten har sökts. Samtliga intervjuer hölls digitalt via Zoom, Teams eller telefon. Under intervjuerna fördes anteckningar som stöd. Intervjuerna har inte analyserats som separata resultat, utan som ett stöd för referensplatser. En expertintervju hördes för verktyglådan (SkD).

Anonymisering

Intervjuerna har anonymiserats (se kod i Tabell 4) i enlighet med riktlinjer för examensarbeten (Viklund 2021). Första kapitalbokstaven och eventuellt medföljande gemen står för stad/projekt/verksamhet som referensen gäller. Den andra och eventuellt tredje kapitalbokstaven berättar om typen av fokus som platsen och intervjun har haft. D innebär att intervjun har berört dagvatten och skyfallshantering och C står för campusmiljö.

Utformning av intervjuer

Frågorna i intervjuerna (se bilaga 8, se respektive kod) utformades som semistrukturerade. Denna form möjliggör för respondenten att styra svarets innehåll i stor utsträckning (Davidson & Patel 2019). Detta bedömdes fördelaktigt då semistrukturerade frågor ger en gemensam utgångspunkt som låter respondenterna lyfta egna perspektiv, erfarenheter och nyanser. Metoden för intervjuerna och frågeformuleringen är genomförd i linje med avsnittet *Utformning av frågor i enkät och intervju* i avsnitt 3.3.4.

Projekt	Stad	Platsbesök	Datum för platsbesök	Intervju om referensplats
Campus Umeå, biblioteksinnergård	Umeå	Nej	-	Ja
Ohboy, innergård	Malmö	Ja	20250226	Ja
Innergårdar på Campus Ultuna, VHC & BioCentrum	Uppsala	Ja	20251226	Ja
Straussvei, innergård	Köpenhamn	Ja	20230919	Ja

Tabell 3. Referensprojekt inom fallstudien.

Kod	Beskrivning	Datum
VC	Två personer som arbetar inom verksamhetsutveckling för utbildningsmiljöer (högskola/universitet).	20251121
UvDC	Landskapsarkitekt som har arbetat med projektering på Campus Ultuna med innergårdar inom Veterinärmedicinsk och husdjursvetenskapligt centrum (VHC).	20251205
UmDC	Två landskapsarkitekter som har arbetat med projektering av innergården vid Umeå universitet.	20251210
MD	Landskapsarkitekt som har arbetat med projektering av innergården för Ohboy i Malmö.	20251211
SkD	Universitetslektor, forskare inom skyfalls- och dagvattenhantering i urbana miljöer.	20260128
UbDC	Landskapsarkitekt som har arbetat med projektering av innergård vid Ultuna universitetsbyggnad BioCentrum.	20260205
KD	Landskapsarkitekt som arbetat med "Framtidens innergård" i Straussvei i Köpenhamn.	20260218

Tabell 4. Redogörelse för de personer som intervjuats under arbetet och den anonymiserade koden för deras intervjuer. Frågorna för de semistrukturerade intervjuerna kan ses i bilaga 8 för respektive kod.

3.3.6. Metod för framtagning av gestaltningsförslaget

Metoden bakom gestaltningsförslaget är en iterativ process där verktygslådan, platsanalysens fysiska och upplevelsemässiga aspekter samt studier av referensprojekt successivt har prövats genom skisser (

Figur 8). Arbetets iterativa metod har tagit stöd i metaprocessen, vilket är en övergripande och återkommande cykel av att pröva, ompröva och justera idéer i relation till platsens förutsättningar, undersökta referensexempel och teori (Krupinska 2016). Detta är centralt i arbetet då innergårdens komplexitet kräver att flera alternativa lösningar har undersökts parallellt och värderats utifrån deras förmåga att hantera dagvatten och skyfall, förbättra mikroklimatet och minska värmelaster och möta andra behov och funktioner för campusmiljön. Värderingen av gestaltningen har skett i samtal med kollegor och handledare, men stödjer sig också på den gestaltningskompetens jag har jobbat upp under mina fem år på landskapsarkitektutbildningen.

Genom att löpande jobba med platsanalys och skisser ges kreativiteten ett större utrymme i arbetet än om detta sker efter att verktygslådan är fastställd. Att inleda arbetet med att skissa, snarare än att först göra klart alla analyser, ligger i linje med Krupinska (2016), som beskriver arkitektens arbetssätt. Hon menar att man ofta förstår problemet genom att arbeta med flera olika lösningar, snarare än en linjär process. Att skissa i ett tidigt skede kan därför både öppna upp för mer kreativitet och en bättre förståelse för problemen.

I början fanns ett större fokus på att samla information genom olika typer av platsanalyser samt teori om olika sätt att arbeta med dagvatten, skyfall och värme. Men skissande skedde redan i detta skede för att förstå platsen och tillåta de idéer som kom initialt. Skisser har gjorts både som schematiska analyser, som frimärksskisser för att förstå rumslighet och som verktyg för att testa olika idéer. Den interaktiva metoden innebär att skissen fungerar som ett verktyg för att tänka och inte som produktion av färdiga resultat. Detta går i linje med Carlgren et al. (2016) som i en studie om designprocessens delar betonar vikten av visualisering och prövande i designprocessen för att utforska. Se avsnitt 6.2.4 för reflektion över processen av gestaltningsförslaget.



Figur 8. Schematisk skiss över delar bakom gestaltningsförslaget.

4. Del I - Verktöglådan med åtgärder för klimatanpassning

Detta kapitel besvarar arbetets två första frågeställningar. Verktöglådan ska skapa en uppfattning dels om vilka åtgärder som är relevanta för hantering av dagvatten och skyfall för att undvika pluvial översvämning på en slutna innergård, dels åtgärder för värmereglering för att minska risk för värmestress.

Åtgärderna i verktöglådan delas in utifrån deras främsta klimatanpassade funktion. Mellan delarna finns det synergier och indelningen ska inte ses som svartvit, då åtgärder kan bidra i båda avseenden.

4.1. Åtgärder för att minska risk för översvämning

För slutna innergårdar med begränsad yta bedöms åtgärder med fördröjningskapacitet centralt för att minska risken för översvämning vid större skyfall (Göteborgs stad 2019b; Feltelius 2023; Edge 2025; Stockholm Vatten och Avfall u.å.a). Genom att fördröja vattnet jämnas flödet ut och handlingsutrymme skapas tills vattnet kan ledas vidare.

En viktig parameter enligt SkD (2026), forskare inom skyfalls- och dagvattenhantering, vid dagvatten- och skyfallshantering är att välja åtgärder utifrån syfte och funktion. Vid vardagsregn upp till 10-årsregn kan funktionen vara att fördröja relativt små volymer (ibid.). Då kan exempelvis åtgärder som ökar infiltrationsförmågan och minskar avrinningen vara relevanta. SkD (2026) understryker att skyfallshantering å andra sidan i grunden är ett volymproblem. Infiltrationsökande åtgärder blir snabbt mättade och bidrar då inte till skyfallshanteringen. För att effektivt reducera större flödestoppar (Figur 1) krävs volymer med stor magasineringskapacitet.

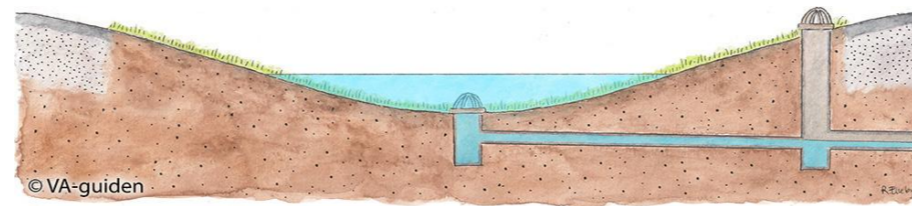
Vid nederbördsvolymerna som överskrider åtgärdens dimensionerade kapacitet är det viktigt att vattnet kan ledas vidare till närmaste recipient utan att orsaka översvämning med risk för skador (Svenskt vatten 2016). Detta kan ske genom exempelvis kontrollerad bräddning eller bräddavlopp kopplat till ledningssystemet (Svenskt vatten 2016; Edge 2025). Om bräddningsmöjligheten är begränsad kan det vara fördelaktigt att dimensionera för större fördröjningsvolymerna, då ledningssystemet belastas under kraftiga skyfall, särskilt nedströms.

För flödesutjämnande åtgärder rekommenderas en tömningstid på 12 till 24h, för att kunna hantera nästkommande regn (Svenskt Vatten Utveckling 2019). Edge (2025) förespråkar att fördröjande system töms inom 24 timmar efter dimensionerat regn och Fridell och Jägermo (2015) rekommenderar att fördröjningszonen i regnbäddar dräneras inom 24 till 48h.

4.1.1. Ytliga magasin

Ytliga magasin är nedsänkta markytor, även kallade överdämningsytor, som är avsedda för att kontrollerat fyllas med vatten, för att temporärt magasinera och fördröja avrinningen (Se Figur 9 för exempel). Åtgärden kan utformas på olika sätt, exempelvis som torra dammar, gräsklädda eller hårdgjorda nedsänkningar (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d). Gemensamt för utformningar är att de är öppna system med inlopp, magasinvolym och utlopp (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d). Utifrån grundvattenförhållanden, jordens genomsläpplighet, föroreningar i området och behov kan ytliga magasin vara täta eller ha en öppen botten som låter vatten infiltrera ner under markytan (Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d). Även regntunnor kan ses som ett ytligt magasin, om än i mindre skala.

Beroende på utformning kan ytliga magasin klassas som en grön, grå eller hybrid åtgärd (Göteborgs stad 2021). Gröna varianter med vegetation kan klassificeras som en naturbaserad lösning, medan hårdgjorda nedsänkningar primärt har en hydraulisk funktion. De kan även vara hybrider, nedsänkningar med vegetation men med utloppsledning i lågpunkten.



Figur 9. Sektion av en överdämningsyta, en typ av ytligt magasin. © VA-guiden. Använd med tillstånd.

Hydrologisk funktion och kapacitet

Ytliga magasinens hydrologiska funktion bygger på deras förmåga att temporärt lagra vatten i en tillgänglig magasinvolym. Öppna, ytliga lösningar kan ofta hantera större vattenvolymer än slutna rörsystem eftersom vattnet kan breda ut sig över en större yta och lagras temporärt ovan mark (Svenskt vatten 2016 s.36-37; Edge 2025). Detta innebär att flödestoppar kan dämpas effektivt. Genom att funktionen är synlig möjliggör enklare kontroll av funktion och flödesvägar (Edge 2025).

Öppna magasin är volymeffektiva, då hela volymen kan utnyttjas för vatten till skillnad från porösa magasin där endast en andel är tillgänglig (Göteborgs stad 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; SkD 2026). Åtgärden har stor potential att fungera både självständigt och i ett led av flera åtgärder för skyfallshantering (Stockholm Vatten och Avfall

2025d). Kapacitet är direkt kopplad till utformningens area och djup (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d; SkD 2026).

Vegetationsbaserade utformningar kan bidra till rening, primärt från partikelbundna föroreningar, genom filtrering och genom att sänka flödes hastigheten vilket gynnar sedimentation (Göteborgs stad 2021; European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; Thorsson et al. 2025; VA-guiden u.å.d). Långsmala utformningar och åtgärder med kraftigt strypt utlopp kan öka uppehållstiden i magasinet, vilket gynnar rening av dagvattnet (Göteborgs stad 2021; VA-guiden u.å.d; Stockholm Vatten och Avfall 2025d). Åtgärder som möjliggör infiltration kan ytterligare bidra till rening genom filtrering (ibid.), men tjäle försämrar reningseffekten vintertid (Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d).

Regntunnor kan tekniskt betraktas som ytliga magasin, då de är ytliga behållare som kan magasinera och fördröja vatten. I praktiken har klassiska regntunnor en begränsad kapacitet vid skyfall (Thorsson et al. 2025; SkD 2026). SkD (2026) förklarar att regntunnors begränsning inte ligger i den tekniska funktionen, utan i delen av regnförloppet man vill hantera. Den vidareutvecklar att klassiska regntunnor fylls tidigt och därmed kan vara fulla innan blockregnet (Figur 1). Vid skyfall kan flödet dessutom bli högre än vad stuprören kan avleda, så att vattnet i stället väljer över takrännan ner på gården och förbi regntunnan. SkD (2026) beskriver vidare att klassiska regntunnor har god potential att bevara vatten som senare kan återbrukas, men att åtgärden har begränsad effekt på flödestoppar under skyfall. Detta pekar på att regntunnor som ytliga magasin inte är en ensamstående åtgärd vid skyfallshantering, men har en god kompletterande funktion för vardagsregn och vattenåterbruk.

Multifunktionella värden

Öppna magasin har stora gestaltningsmöjligheter och potential att utformas som vistelse- eller aktivitetsytor (Göteborgs stad 2019a; 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025d). När ytan inte hanterar regn kan den exempelvis fungera som aktivitets- eller sittyta eller mötesplats, vilket ger åtgärden hög multifunktionell potential (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025d). Beroende på gestaltning och utformning, som exempelvis en nedsänkt amfiteater, kan man då kombinera dagvatten- och skyfallshantering med sociala och rumsliga värden. Olika typer av regnvattenbehållare, som regntunnor, kan utformas för att tillföra estetiska värden, men bedöms generellt inte ha lika många eller starka multifunktionella värden i jämförelse med ytliga nedsänkningar som torrdammar (Thorsson et al. 2025).

Öppna lösningar synliggör vattnets rörelser och dess tillfälliga närvaro har pedagogiska värden (Göteborgs stad 2021). Forskning tyder även på

att synligt vatten kan väcka fascination och bidra till avkoppling även i mindre urbana utrymmen (Nordh et al. 2009). Utformningar som inkluderar vegetation, som gräsmatta, gräs eller halvgräs, kan dessutom bidra till flera ekosystemtjänster och bland annat bidra till värmereglering (Göteborgs stad 2019a; Boverket 2021a; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; Thorsson et al. 2025).

Begränsningar och DNSH aspekter

Ytliga översvämningsytor är ytkrävande då de är beroende av volym ovan mark (Göteborgs stad 2019a; 2021; European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023; Stockholm Vatten och Avfall 2025d). Vegetationsbaserade utformningar kräver att slänten inte är för brant, vilket gör att lösningen kräver en större planarea. I täta urbana miljöer kan det därför vara svårt att skapa tillräckligt stora nedsänkta volymer och samtidigt möta tillgänglighetskrav. Det kräver även acceptans för tillfälligt vatten i rummet.

För att inte riskera oavsiktlig vattensamling, som kan innebära nya risker för bland annat byggnader, krävs det även en medveten och platsspecifik utformning, där nivåer, inlopp, utlopp samt bräddutlopp är genomarbetade (Göteborgs stad 2019a). Infiltrationsbaserade lösningar, öppna magasin med öppen botten, kan även innebära risk för påverkan av grundvattnet i förorenade områden (VA-guiden u.å.d).

Att skapa nedsänkta ytliga magasin kräver schaktning, vilket ger klimatavtryck (Elleby 2025). Tung transport vid bortforsling av jord har likaså ett negativt avtryck. Ifall man vid etablering av åtgärden kan återvinna massorna i omgivande markmodellering kan transporten undvikas. Hårdgjorda ytliga magasin, särskilt med betongkonstruktioner, bedöms generellt ha ett högre klimatavtryck än vegetationsbaserade utformningar, på grund av materialanvändning och anläggningsprocesser. Även om täta vegetationsbekladda magasin har en viss klimatpåverkan från dammduken är klimatavtrycket betydligt lägre jämfört med delar som krävs i underjordiska magasin (Elleby 2025).

Regntunnor är ofta i någon form av metall- eller plastkonstruktion, vilket ger klimatavtryck. Regntunnor placeras ofta nära byggnader i anslutning till stuprör, vilket gör att överfyllnad eller skada potentiellt kan leda till oönskad avrinning nära fasaden med större risk för att gå obemärkt förbi innan större skada är skedd.

Kostnad och drift

Anläggningskostnader för ytliga magasin varierar utifrån platsens förutsättningar och utformning, men bedöms som relativt låg (Göteborgs stad 2019a; 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025d). Åtgärden bedöms vara mer kostnadseffektiv än underjordiska magasin, i relation till vattenvolymen åtgärden kan hantera. Schaktning och bortforsel av jord innebär dock kostnader, vilka även påverkas av

jordmaterialet som schaktas. Det är viktigt att åtgärden dimensioneras så att den hinner torka upp mellan regntillfällena (Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d).

Drift och underhåll bedöms vara relativt okomplicerat men nödvändigt. Oavsett utformning behövs bortplock av skräp, kontroll av in- och utlopp (Göteborgs stad 2019a; 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025d; VA-guiden u.å.d; SkD 2026). Vegetationsbaserade utformningar kräver ytterligare regelbunden skötsel (Stockholm Vatten och Avfall 2025d, SkD 2026). Vid hög föroreningsbelastning kan även sediment behöva avlägsnas (VA-guiden u.å.d).

SkD (2026) bedömer att öppna, nedsänkta lösningar endast är långsiktigt hållbara om de gestaltas med hög omsorg och kombineras med en tydlig och realistisk drift- och skötselplan, då bristande underhåll riskerar att underminera både funktion och social acceptans. Även om hårdgjorda ytor kan upplevas robustare, med mindre risk för att växtmaterial täpper till utlopp, menar SkD att de kräver mer skötsel än underjordiska magasin, samtidigt som de inte tillför ekosystemtjänster som ytliga vegetationsbekladda.

Lämplighet för innergård

På innergårdar med begränsad yta kan det vara en utmaning att skapa tillräckligt stora magasinvolymen ovan utan att otillgängliggöra platsen och dess användbarhet. Samtidigt kan ytor magasin gestaltas för att tillföra värden. Genom användning av spänger eller ramper kan man även bibehålla erforderlig tillgänglighet, samtidigt som det kan tillföra platsen upplevelsemässiga värden. Exempelvis genom spänger eller sitttytor för att inte ge avkall på tillgängligheten. För innergårdar med behov av både skyfallshantering och förbättrad vistelsekvalitet bedöms ytliga magasin vara en relevant åtgärd, antingen som primärlösning eller som komplement.

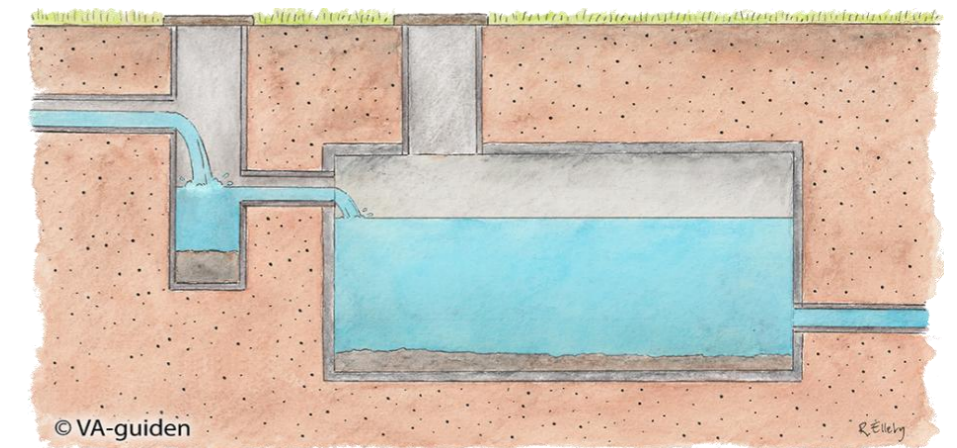
Flexibilitet, skalbarhet samt win-win och low regret

Ytliga magasin bedöms generellt som flexibla och relativt reversibla åtgärder. Markmodelleringar kan exempelvis i många fall justeras över tid genom ytterligare urgröpning eller återfyllning, vilket gör åtgärden anpassningsbar vid osäkerhet av exakta flöden. Hårdgjorda nedsänkningar är dock generellt större och mer beständiga ingrepp med mindre flexibilitet. Även om regntunnors kapacitet är begränsad för skyfall, kan den anses både flexibel och skalbar då man enkelt kan ta bort och lägga till fler regntunnor.

Som åtgärd kan ytliga magasin anses ha goda förutsättningar för att kategoriseras som win-win- och no-regret-lösningar. Utformningar som kombinerar dagvatten- och skyfallshantering med ekologiska, temperaturreglerande och rekreativa värden bedöms ha särskilt hög multifunktion (Göteborgs stad 2019a; Thorsson et al. 2025).

4.1.2. Underjordiskt magasin

Underjordiska magasin är volymer under mark som tillfälligt lagrar dagvatten med kontrollerad avtappning till ledningsnätet. De kan utformas på olika sätt, exempelvis som rör-, kasset- eller kammarmagasin (Se exempel på avsättningsmagasin, Figur 10). Gemensamt är ett inlopp, en dimensionerad fördröjningsvolym och ett utlopp (Göteborgs stad 2019a; 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025a; VA-guiden u.å.a; u.å.c). Underjordiska magasin kategoriseras som grå lösningar då de är hårdgjorda och tekniska konstruktioner utan en direkt koppling till vegetation eller vattnets naturliga cykel. Perkolationsmagasin är även en form av underjordiskt magasin. Denna typ av åtgärd bidrar dock till vattnets naturliga cykel då den har en öppen botten som låter vatten perkolera ner genom jorden (Stockholm Vatten och Avfall 2025c; VA-guiden u.å.c). Denna åtgärd kan dock endast användas vid jord med god dräneringsförmåga, låg grundvattennivå och för områden utan mycket föroreningar (ibid.). En central fördel är att underjordiska magasin innebär en stor fördröjningsvolym utan att använda yta ovan marken.



Figur 10. Sektion av avsättningsmagasin, en typ av underjordiskt magasin. © VA-guiden. Använd med tillstånd.

Hydrologisk funktion och kapacitet

Underjordiska magasin har generellt potential till hög fördröjningsvolym i förhållande till ockuperad markvolym och kan därför vara effektiva för fördröjning av skyfall i täta miljöer (Göteborgs stad 2019a; 2021; SODA 2023a; Stockholm Vatten och Avfall 2025a; SkD 2026; VA-guiden u.å.c; u.å.a). Exempelvis kassetmagasin bedöms ha en porositet på 90 procent (Stockholm Vatten och Avfall u.å.b). Då åtgärden är under marken är inloppets utformning, skötsel och bräddningsmöjlighet väsentligt, speciellt vid skyfall då flödet är högt (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025a; VA-guiden u.å.a; u.å.c). Kan inte vattnet flöda igenom ökar risken för översvämning, vilket kan orsaka skada.

Till viss del kan underjordiska magasin bidra till rening av dagvatten (Göteborgs stad 2021; Feltelius 2023; VA-guiden u.å.a; u.å.c;

Stockholm Vatten och Avfall 2025a; c). Reningen sker främst genom sedimentation, vilket fungerar väl för rening av partikelbundna metaller men sämre för lösta ämnen. Underjordiska magasin med makadam ger bättre rening jämfört med ihåliga magasin, men även kortare livslängd då sediment inte kan avlägsnas lika enkelt (VA-guiden u.å.a).

Multifunktionella värden

Förutom underjordiska magasinets potential till dagvattenhantering är ytterligare värden väldigt begränsade (Göteborgs stad 2019a; 2021; SODA 2023a; b; Stockholm Vatten och Avfall 2025a). Funktionen är inte synlig och tillför därmed inget positivt för mikroklimatreglering, rekreation, rumsliga eller pedagogiska värden. Åtgärden möjliggör dock fri markanvändning ovan jord (Göteborgs stad 2019a; 2021; SODA 2023a; a; Stockholm Vatten och Avfall 2025a; VA-guiden u.å.c; u.å.a), exempelvis om det krävs för samlingsytor eller hårdgjorda funktioner. Vissa utformningar av dagvattentankar bedöms kunna bevara vatten, som senare kan återanvändas för bevattning (SODA 2023a).

Begränsningar och DNSH aspekter

Även om underjordiska magasin i sig är oberoende av markytan, kan de begränsa möjligheterna till vegetation ovanpå, särskilt för buskar och träd vilka behöver större jorddjup (Göteborgs stad 2019a; 2021). Därmed kan åtgärder indirekt påverka dagvattenhantering, värmereglering och mikroklimat negativt, beroende på magasinets dimensioner och överbyggnad. Perkulationsmagasin kan dock utformas för att möjliggöra vattenupptag för växter (Stockholm Vatten och Avfall 2025c).

För att möjliggöra utrymme under jord för underjordiska magasin krävs omfattande schaktning och transport av jord. Konstruktionen är ofta i plast eller betong (Göteborgs stad 2019a; 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025a; VA-guiden u.å.c; u.å.a). Detta innebär att etableringen av åtgärden är ett större initialt ingrepp med högre klimatavtryck. Åtgärden kan även riskera att ledningar behöver dras om, ifall dessa krockar med magasinets position och magasinet inte kan anpassas (Göteborgs stad 2019a; 2021).

Kostnad och drift

Underjordiska magasin bedöms ha en hög investeringskostnad (Göteborgs stad 2019a; Feltelius 2023), i synnerhet utifrån att de inte tillför andra mervärden. Kostnader varierar dock utifrån typ och utformning samt markförhållanden, betongmagasin bedöms betydligt mer resurskrävande jämfört med mindre rör och kassetmagasin exempelvis (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025a). Gällande drift och underhåll bedöms kostnaden som måttlig, då det krävs kontinuerlig drift för att bland annat hålla inloppen fria (Göteborgs stad 2021; SODA 2023a; b; Stockholm Vatten och Avfall 2025a; VA-guiden u.å.a). Beroende på åtgärdens utformning krävs även

slamsugning. För perkulationsmagasinets kan materialet i och under åtgärden behöva ersättas efter 25-50 år (Stockholm Vatten och Avfall 2025c; VA-guiden u.å.c).

Lämplighet för innergård

Underjordiska magasin kan vara en relevant åtgärd i täta innergårdsmiljöer där markytan är begränsad och det finns behov av större vattenvolymer utan att ta yta i anspråk ovan marken. Samtidigt innebär underjordiska magasin begränsningar för större vegetation, ett högt anläggningsingrepp och låga multifunktionella värden. På innergårdar som har behov av temperatursänkning, ett förbättrat mikroklimat eller ekosystemtjänster bedöms åtgärden därför inte vara en primär lösning. Dock kan de vara relevanta i situationer där skyfallshantering kräver volym som inte kan lösas genom ytliga eller vegetationsbaserade lösningar.

Flexibilitet, skalbarhet samt win-win och low regret

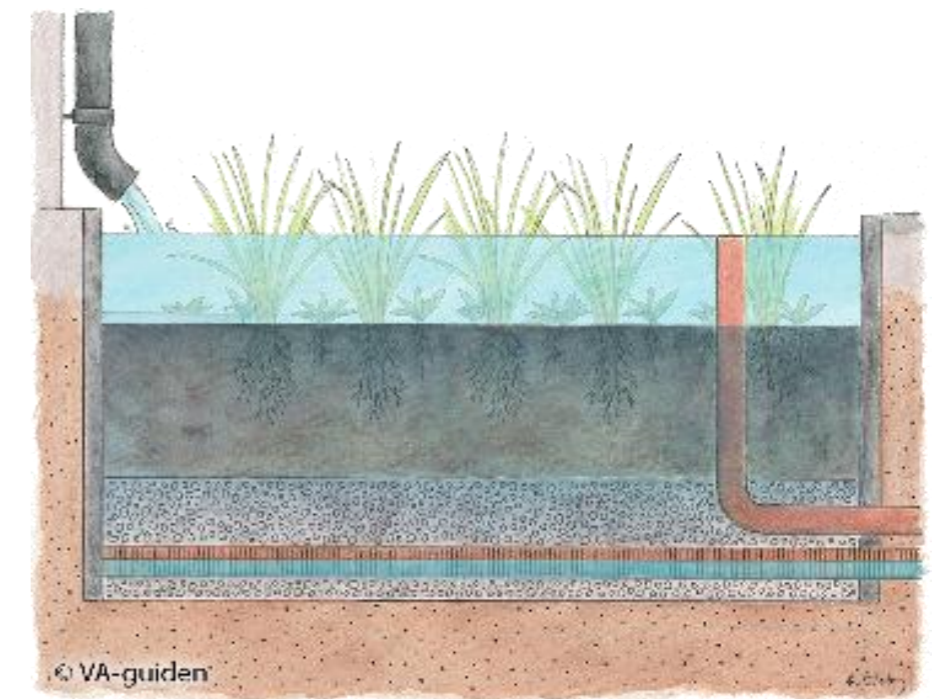
Även om vissa typer av underjordiska magasin, som kassetmagasin, kan vara relativt flexibla i utformning av anläggningsskedet, bedöms åtgärden generellt svår att anpassa eller skala om efter tid vid behov, då de är fasta konstruktioner under jord (Göteborgs stad 2019a). Trots att underjordiska magasin kan vara användbara i urbana miljöer för att fördröja dagvatten och skyfall, bedöms de sammantaget sällan vara varken win-win-lösningar eller low regret i och med de få multifunktionella värdena och det relativt stora ingreppet (Göteborgs stad 2019a; Stockholm Vatten och Avfall 2025a).

4.1.3. Regnbäddar

Regnbäddar eller regnträdgårdar, är planteringar uppbyggda på porös växtjord med växtlighet ovanpå som tar emot, fördröjer och infiltrerar vatten från omgivande ytor (SODA 2021a; b; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; VA-guiden u.å.b). Regnbäddar kan även beskrivas som en typ av biofilter, vars mål är att efterlikna naturens hydrologiska och biologiska processer för att omhänderta dagvatten (Fridell & Jergmo 2015). Utifrån detta kan en regnbädd klassificeras som en naturbaserad lösning, i linje med taxonomins inriktning på naturbaserade/blågröna lösningar för klimatanpassning.

Regnbäddar kan både vara nedsänkta (se Figur 11) och upphöjda konstruktioner, med tät respektive öppen botten, beroende på platsens förutsättningar (Fridell & Jergmo 2015; SODA 2021a; b; Edge 2025; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Relevanta förutsättningar är exempelvis markens topografi, jordtyp, grundvattennivå och eventuell förekomst av ledningar eller bjälklag samt närhet till byggnader. Gemensamt för konstruktionerna är någon typ av inlopp med erosionsskydd, växtsubstrat och en fördröjningszon ovanför, bräddavlopp och någon typ av avvattningssystem (ibid.). En bevattningszon kan skapas i botten av en regnbädd (Fridell & Jergmo

2015; Edge 2025). Detta möjliggör vattenretention för vegetationen och blir en buffert vid torra perioder.



Figur 11. Sektion av en nedsänkt regnbädd. © VA-guiden. Använd med tillstånd.

Hydrologisk funktion och kapacitet

Regnbäddarnas funktion bygger på att regn leds till regnbädden via ytliga inlopp eller stuprör och sedan infiltreras i växtsubstratet (Fridell & Jergmo 2015; SODA 2021a; b; Edge 2025; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). För att undvika att växtbädden ska bli vattensjuk krävs en jord med en god hydraulisk konduktivitet. Beroende på om regnbäddens botten är öppen eller stängd kan vattnet exempelvis perkolera vidare ner genom marken eller dräneras till ledningssystemet.

Fördröjningszonen, nivåskillnaden mellan plantering och kant, möjliggör bräddning när inflödet överstiger infiltrationskapaciteten (ibid.). Djupet begränsas för att undvika stående vatten under en längre tid och är vanligtvis under 30 cm (Fridell & Jergmo 2015; SODA 2021a;b; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Edge (2025) anger att ett vanligt djup är mellan 5-20 cm. Vid större skyfall än regnbäddens kapacitet leds vattnet bort genom bräddfunktioner till exempelvis ledningsnät eller ett öppet förstärkningslager (Edge 2025; Stockholm Vatten och Avfall 2025b).

Regnbäddarnas hydrologiska funktion är flödesutjämning och temporär magasinering av dagvatten (Fridell & Jergmo 2015; Göteborgs stad 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; VA-guiden u.å.b). Vid vardagliga regn sker avledning huvudsakligen genom infiltration och fördröjning i växtsubstrat, medan kapaciteten vid kraftigare regn främst är kopplad till volymen i fördröjningszonen och regnbäddens yta.

Flera källor pekar på att regnbäddar generellt är effektiva för att hantera vardagsregn men sällan har en tillräcklig kapacitet som ensam åtgärd vid skyfall vid klassisk utformning (Fridell & Jergmo 2015; Boverket 2021a; Göteborgs stad 2021; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; VA-guiden u.å.b).

Utöver fördröjning bidrar regnbäddar med rening av dagvatten, främst genom sedimentering, men delvis även genom att partiklar i filtermaterialet absorberar näringsämnen från dagvattnet och organiska föroreningar (Fridell & Jergmo 2015; Edge 2025; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Växter kan även förbättra vattenkvalitén (Fridell & Jergmo 2015; Stockholm Vatten och Avfall 2025b), men effekten är relativt begränsad och uppskattas till ca 2-7 procent av en regnbädds totala rening, vilket ofta uppgår till ca 50-80 procent av tungmetallerna (Fridell & Jergmo 2015).

Multifunktionella värden

Utöver regnbäddars potential att omhänderta dagvatten lokalt samt i viss mån fördröja, har regnbäddar hög potential att bidra till flera andra ekosystemtjänster och upplevelsevärden. Regnbäddar kan exempelvis bidra till minskning av värmeöar, förbättrat mikroklimat, mentalt välbefinnande samt estetiska och kulturella värden (Boverket 2021a; SODA 2021a;b; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; Thorsson et al. 2025). Beroende på utformning kan regnbäddar även vara en del av eller integreras med vistelseytor. Regnbäddar bedöms även kunna bidra till biologisk mångfald, men potentialen är beroende av flera faktorer som växtval och koppling till andra gröna strukturer (Boverket 2021a; SODA 2021a;b; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; Thorsson et al. 2025). Stockholm Vatten och Avfall (2025) belyser även att regnbäddar med öppen botten medverkar till en naturlig vattenbalans genom att vattnet perkolerar genom botten till grundvattnet. Tillförsel av certifierad biokol i substratet skapar en kolsänka (SODA 2021a; b; Edge 2023; Stockholm Vatten och Avfall 2025b).

Fridell & Jergmo (2015) lyfter även regnbäddars pedagogiska potential då regnets väg synliggörs i det urbana landskapet. Edge (2025) betonar, i likhet med Fridell och Jergmo, att synliggörandet av blågröna lösningar kan bidra till ökad förståelse av vattnets kretslopp.

Begränsningar och DNSH-aspekter

Djupet på en regnbädd rekommenderas som lägst till 400-500 mm (Fridell & Jergmo 2015; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; VA-guiden u.å.b). Om växtbäddsdjupet är tillräckligt stort kan även träd och buskar planteras (Fridell & Jergmo 2015; VA-guiden u.å.b) och Fridell och Jergmo (2015) rekommenderar minst 600 mm för buskar och 800

mm för träd. Då växtsubstratet i regnbäddar har precisa krav för att kunna möjliggöra en god infiltration, rening av dagvattnet och fungera som växtmiljö, behövs generellt annan växtjord än den på platsen (Fridell & Jergmo 2015; SODA 2021a; Edge 2025; Elleby 2025). Anläggning innebär därmed ofta schaktning och transport med växtsubstrat och makadam till platsen samt bortforsling. Typen av växtsubstrat varierar i klimatpåverkan, där producerad växtjord med torv eller grönkompost kan ge relativt höga utsläpp (Elleby 2025). Återbruk av befintlig jord eller substrat med lägre torvinnehåll kan minska klimatavtrycket. Tillsammans med andra material, som kantstöd och dukar, medför åtgärden ett initialt klimatavtryck (ibid.).

Vid utformning behöver även hänsyn tas till grundvattenförhållanden och eventuell föroreningsbelastning för att inte sprida föroreningar vid öppen botten (Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Det är även viktigt att beakta risken för att skada byggnader om regnbäddar placeras nära fasaden. Exempelvis bör det finnas säkra avrinningsvägar och ifall regnbädden placeras inom tre meter från fasaden rekommenderas tätt botten för att undvika att belasta husgrundens dränering (SODA 2021a; European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023).

Kostnad och drift

Investerings- och driftkostnaden för en nedsänkt och en upphöjd regnbädd bedöms på en mellannivå och likvärdiga enligt översikten som SODA presenterar (SODA 2021a;b). Stockholm Vatten och Avfall (2025) bedömer kostnader för en nedsänkt regnbädd likvärdiga med anläggning av underjordiskt magasin (avsnitt 4.1.2), men att de faktorer som främst påverkar kostnaden är platsens förutsättningar och gestaltningen. I jämförelse menar Soda (2021a;b) dock att magasin under marken har en högre investeringskostnad i jämförelse med regnbäddar.

Regnbäddar är driftberoende och för att bibehålla funktionen krävs det att man ett par gånger städar bort skräp och ser till att inlopp till regnbädden, sandfång och bräddbrunnar är fria (Fridell & Jergmo 2015; SODA 2021b). Bristande skötsel kan leda till igensättning och därmed öka risken för lokal översvämning. Detta är särskilt relevant ur ett DNSH-perspektiv, då en åtgärd som inte fungerar riskerar att skapa nya klimatrelaterade risker.

Regnbäddar har även ett visst bevattningsbehov, framför allt vid etablering, men eventuellt krävs även stödbevattning vid långvarig torka (Fridell & Jergmo 2015; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Valet av rätt växt på rätt plats är även särskilt viktigt i regnbäddar, då växterna har en viktig roll för att behålla infiltrationskapaciteten i växtsubstratet (Fridell & Jergmo 2015; Stockholm Vatten och Avfall 2025b).

Driftkostnaden bedöms likvärdig för en robust perennplantering (Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Gällande ekonomi bedömer även Göteborgs stad att regnbäddars fördelar gör åtgärden tämligen billig.

Lämplighet för innergård

Då stängda innergårdar inte generellt belastas av tung trafik, minskar risken för problem som kompaktering i växtbädden, vilket annars kan vara en utmaning med regnbäddar på kvartermark (Edge 2025). Regnbäddarnas multifunktionalitet gör dem dessutom väl lämpade för innergårdar, där utrymmet ofta är begränsat och dagvattenhanteringen behöver dela plats med funktioner som vistelse och grönska, vilket regnbäddarna kan erbjuda.

På grund av deras begränsade kapacitet att fördröja stora skyfall bör regnbäddar dock ses som en del i kedjan, snarare än ensamt ansvariga för 100-årsregn. Att koppla regnbädden samman med ett öppet förstärkningslager eller underjordiskt magasin för att öka kapaciteten har exempelvis visat sig kunna vara effektivt för större volymkapacitet (Göteborgs stad 2021; Edge 2025).

Flexibilitet, skalbarhet samt win-win och low regret

Att regnbäddar kan utformas på olika sätt och anpassas till platsspecifika förutsättningar (Fridell & Jergmo 2015; Stockholm Vatten och Avfall 2025b) ger stöd för att åtgärden kan betraktas som flexibel. Möjligheten att efter hand skala upp och öka kapaciteten hos en enskild växtbädd är dock relativt begränsad då åtgärdens fördröjningsförmåga främst är kopplad till fördröjningszonens volym. Om infiltrationskapaciteten eller växternas vitalitet försämras kan dock jorden luckras upp eller bytas ut och växter ersättas eller kompletteras (Fridell & Jergmo 2015; Stockholm Vatten och Avfall 2025b). Det är även möjligt att lägga till nya åtgärder på samma avrinningskedja för att skala upp.

I många avseenden kan regnbäddar anses som en win-win- och low-regret-lösning, i linje med EU-taxonominns prioriteringar för åtgärder. Beprövad erfarenhet visar att de fungerar i dagens klimat i Sverige och att de tillför värden både vid vardagligt regn och skyfall (Boverket 2021a; SODA 2021a; b; Stockholm Vatten och Avfall 2025b; VA-guiden u.å.b). Utöver att minska risken för översvämning innebär även de många multifunktionerna en riskreducering vid implementering av åtgärden, även om framtida klimatscenarier skulle avvika från prognoser. En aspekt som däremot är svårare att avgöra är det framtida klimatets påverkan på regnbädden, exempelvis om utfallet blir annat än dagens prognoser och det blir torrt i långa perioder men nederbörd uteblir.

4.2. Verktyg för värmereglering och förbättrat mikroklimat

I slutna innergårdar där luftcirkulationen är begränsad och omgivande fasader lagrar värme kan värmestress förstärkas. Reglering av upplevd värme handlar inte bara om åtgärder för att sänka lufttemperaturen, utan även om åtgärder som påverkar hur värmen upplevs. Trots att lufttemperaturen generellt är relativt jämn kan den upplevda temperaturen skilja mycket beroende på värmestrålning från omgivande material, strukturer och luftrörelser i staden (Brown 2010).

I gårdsrum där byggnader begränsar luftutbyte blir därför åtgärder som reducerar solinstrålning och yttemperatur betydelsefulla för att förbättra den termiska komforten. Nedan redogörs för några centrala verktyg för att minska värmestress och förbättra mikroklimat på slutna innergårdar.

4.2.1. Materialval och ytskikt

Mark- och ytskikt påverkar värmeregleringen genom sin förmåga att absorbera, reflektera och lagra värme (Edge 2023).

Värmereglerande funktion

Albedo är ett materials förmåga att reflektera eller absorbera solinstrålning. Ett högt albedo, på en skala 0–1, innebär en hög reflektionsgrad, vilket minskar mängden lagrad värme och uppvärmningen av mikroklimatet. Mörka material absorberar mer värme i jämförelse med ljusa ytor (Tabell 5).

Tabell 5. Tabell redovisar olika material och ytors albedovärde. Tabellen baseras på Edges sammanställning (2023, s.15) av Santamouris (2021).

Material/yta	Albedo
Asfalt	0,05-0,20
Betong	0,10-0,35
Gräs	0,30
Trä (ek)	0,10
Grus och singel	0,72
Vitlasyr	0,50-0,90

Olika material har även olika värmehållande egenskaper. Vissa material släpper ifrån sig värmen snabbare och kyls ned, medan andra har hög värmelagringsförmåga (Edge 2023). Material som sten, tegel och betong kan lagra värme en längre tid efter solinstrålning och fungera som ett värmeelement, medan exempelvis trä har låg värmehållande förmåga.

Multifunktioner

Val av material även skapa fler multifunktioner. Genom att ha en låg andel hårdgjorda material kan man skapa en bättre ljudmiljö (Boverket 2021b). Mjuka och ojämna markytor är bättre på att dämpa ljud, i jämförelse med hårda, släta material som reflekterar ljud i högre grad.

Material på marken påverkar även dagvattenhanteringen genom ytavrinningen och infiltration och hårdgjorda ytor har mindre fördröjande förmåga av dagvatten (Svenskt vatten 2016). Asfalts

avrinningskoefficient har exempelvis ett schablonvärde på cirka 0,8, stensatta ytor med grusfogar 0,7, gångar med grus 0,2 och gräsytor omkring 0-0,1 (Svenskt vatten 2016, tabell 4.4.1.4). Svenskt Vatten (2016) påpekar samtidigt att ytor snabbt kan bli vattenmättade vid långvariga eller intensiva regn, vilket gör att avrinningskoefficienten ökar. Materialval kan därför ses som ett steg i att reducera belastningen på befintligt ledningssystem vid dagvattenhantering, men behöver kombineras med volymbaserade åtgärder för att hantera skyfall.

Begränsningar och DNSH-aspekter

Beroende på placering och utformning av material med högt albedo riskerar att skapa bländning och ökad strålningsbelastning för människor i vistelseytor (European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023). Hög reflektion kan även innebära skada för biologisk mångfald, genom att stärka ljusföroreningar. Materialval på ytskikt behöver även balanseras med behov som slitage, för att användningen inte ska skada ytskiktet (Edge 2023).

Vid större materialbyten behöver även klimatavtryck, livscykelperspektiv och möjligheten till återbruk beaktas, i linje med principen om DNSH-principen. Likaså är det väsentligt att undersöka hur ytans användningsbehov kan fungera med önskad yta, exempelvis om användarbehovet kräver att ytan är tålig för slitage.

4.2.2. Vegetation

Vegetation omfattar örtartade växter, buskar och träd. Den kan både utformas som fristående planteringar eller integreras i dagvatten- och skyfallsåtgärder som regnbäddar eller ytliga magasin. Ytor med vegetation är en central del inom naturbaserade och blågröna åtgärder med stor potential att påverka temperatur- och mikroklimat (Boverket 2019).

Värmereglerande funktion och kapacitet

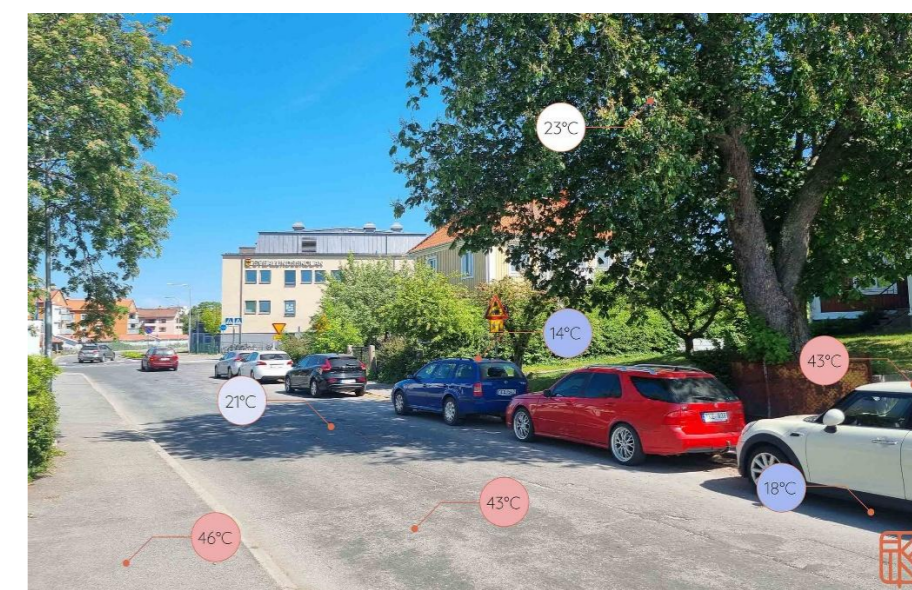
Beroende på utformning kan vegetation ha stor påverkan på mikroklimatet. Vegetation påverkar både lufttemperaturen och den upplevda temperaturen genom bland annat evapotranspiration, skuggning, dämpning av vind och minskad uppvärmning av ytor (Shashua-Bar et al. 2009; Sjöman & Johansson 2020; Edge 2023).

Studier av träd i urbana miljöer har visat att en del av den inkommande solenergin används till vegetationens transpiration, vilket minskar andelen energi som annars skulle värma upp luft och ytor. En studie i Göteborg uppskattade att ca 30 procent av den inkommande solinstrålningen inom trädens kronyta omvandlades till latent värme genom transpiration under sommardagar (Konarska et al. 2015).

Den totala vegetationsvolymen bedöms ha störst påverkan för värmesänkning på urbana innergårdar (Shashua-Bar et al. 2009). Flerskiktad vegetation med både marktäckare, buskar och träd visade störst potential i att sänka lufttemperaturen än enskilda komponenter. Träd bedömdes dock ha störst nedkylande effekt i förhållande till deras vattenförbrukning (ibid.).

Träd

Träd sticker ut bland typer av växtlighet med deras temperaturreglerande potential (Shashua-Bar et al. 2009). Trädkontoret har sett exempel där yttemperatur och lufttemperatur skiljs åt med 18 °C i närheten av varandra (Figur 12). En svensk studie genomförd i simuleringsprogrammet ENVI-met har visat på situationer där områden under vegetation och träd är 17 °C, medan hårdgjorda ytor av asfalt och betong når 42 °C (Sjöman & Slagstedt 2015).



Figur 12. Fotografier visar skillnaderna i yttemperatur på en gata i Örebro en dag då lufttemperaturen är 28 °C. Yttemperaturerna skiljer sig åt med 32 °C. © Trädkontoret. Använd med tillstånd.

Möjligheten till värmereglering skiljs åt hos träd. Ett välmående träd har bättre förutsättningar att sänka temperaturen, då vitaliteten är kopplad till mer omfattande skugga och evapotranspiration (Edge 2025). Studier har visat att upp till 80 procent av ett trädets temperatursänkande förmåga är kopplat till dess förmåga till beskuggning genom att hindra solstrålarna från att värma upp exempelvis mark eller byggnader (Edge 2025). Genom skuggning kan man minska solinstrålningen på byggnaders fasader och tak och därmed byggnaders värmelaster vilket potentiellt kan minska energiåtgången för nedkylning av byggnader (Edge 2023). Optimal placering för temperatursänkning i byggnad är då

i öster, väster eller söder i förhållande till byggnaden, 9 till 15 meter ifrån fasaden (ibid.).

Olika träddarter har olika blad- och grenverk, vilket påverkar deras förmåga att skugga (Sjöman et al. 2021). Träd med glesare grenverk och stamstruktur, uttryckt genom ett lågt Wood Area Index (WAI), har högre genomsläpplighet för solstrålar under vintern och ger därmed mer värme, jämfört med träd med hög täthet. På motsvarande sätt har träd med hög bladvolym under sommaren, uttryckt genom ett högt Plant Area Index (PAI), bättre förmåga att ge skugga och kyla ner.

Sjöman et al. (2021) visar i en jämförande studie att det finns stor spridning i hur mycket skugga olika träddarter ger och att andelen skugga under sommaren respektive vintern inte korrelerar, utan varierar mellan arter. Exempelvis visade turkisk hassel (*Corylus colurna*) och bohuslind (*Tilia platyphyllos* 'Rubra') på likvärdig PAI (ca 5,6), men där turkisk hassel uppvisade ett betydligt högre WAI (1,46 jämfört med 0,43), vilket innebär avsevärt större skuggning även vintertid. I ett nordiskt klimat, då solen ofta är önskvärd under vår och höst medan skugga behövs under sommaren, är även tidpunkten för bladutspring respektive lövfällning relevant att beakta (Edge 2023). Exempel på träd med låg andel skugga under vintern, hög andel under sommaren och sent bladutspring är praktkapalpa (*Catalpa speciosa*), korstörne (*Gleditsia triacanthos*) och svart valnöt (*Juglans nigra*) (se Tabell 6, s 26).

Hydrologisk multifunktion

Vegetationsbaserade åtgärder kan ha en central roll för dagvattenhantering vid vardagsregn, även om dess bidrag vid skyfall är begränsad (SkD 2026). Enskilda träd och mindre vegetationsytor ansågs i en studie ha viss till måttlig potential bland blågröna åtgärder att reducera avrinningsvolym per ytenhet i jämförelse med fördröjningsytor (Thorsson et al. 2025).

Vegetation påverkar dagvattenhanteringen genom evapotranspiration och infiltration (Boverket 2019). Interceptionskapaciteten, en del av evapotranspirationen, varierar mellan olika växttyper och påverkas av art, kronstruktur, vitalitet och årstid (Berland et al. 2017; Anys & Weiler 2024; Ji et al. 2025). Generellt har träd med många små löv en högre interceptionsförmåga än träd med större blad. Sammantaget bedöms träd med högre täthet i grenverket, stam- och lövstrukturen ha en större interceptionskapacitet, då det finns en större mängd grenar och blad som kan fånga upp vatten (Xiao & McPherson 2002). För lövfällande träd innebär detta att interceptionskapaciteten minskar betydligt under vintern, samtidigt som evapotranspirationen minskar kraftigt till följd av att transpirationen i stort sett upphör (ibid.).

En slovensk simuleringsstudie uppskattade en möjlig minskning av avrinningen i urbana miljöer upp mot 20-25 procent vid mindre regn och 16-25 procent vid skyfall (Alivio et al. 2025). Störst interception bedöms flerskiktade bestånd ha, i och med större andel bladmassa. Även

om de morfologiska egenskaperna spelar in, anses mängden nederbörd och tidsfördelningen vara mest avgörande för interceptionskapaciteten (ibid.). Utifrån intervjun med SkD (2026) är det tydligt att vegetationens roll i dagvattenhantering främst bör förstås i ett vardagsregn-perspektiv då förmågan att omhänderta och fördröja vatten i urban miljö är begränsad vid skyfall jämfört med volymbaserade åtgärder. SkD poängterar att trädens huvudsakliga bidrag ligger i deras potential i reglering av mikroklimat och rumsliga kvaliteter, medan deras hydrologiska effekt snarare betraktas som ett mervärde. Träd och buskar har även reducerad vattenupptagningsförmåga under höst och vinter, vilket påverkar dagvattenavrinningen (Svenskt vatten 2016).

SkD (2026) understryker dock att trädens evapotranspirationförmåga har stor betydelse för vardagsregn och att vegetation i ett långsiktigt perspektiv, som under ett år, kan bidra avsevärt till reducerad total avrinning och lokalt omhändertagande. Vid skyfall kan dock vegetationsbaserade åtgärder komplettera andra primära åtgärder, genom att reducera flöden och risken för erosion.

Andra multifunktioner

Vegetationsbaserade åtgärder kan generera många multifunktionella värden utöver bidrag till dagvattenhantering (Boverket 2019; Thorsson et al. 2025). Enligt Boverket (2019) har träd samt vegetationsytor med större volym och flerskiktad struktur generellt fler ekosystemtjänster. Beroende på val av arter och struktur kan vegetationsbaserade åtgärder ha stora positiva värden för biologisk mångfald. Thorsson et. al (2025) såg multifunktionell potential inom blågröna åtgärder med vegetation gällande estetiska och användarrelaterade värden. Vegetationens utformning hade dock stor påverkan på värderingen av dessa aspekter och större träd, ängar och parker visade på särskild potential.

Växtlighet kan även tillföra estetiska och rumsliga kvaliteter, stärka platsers attraktivitet och identitet. I linje med Nordh et al. (2009) är mängden upplevd grönska en plats restaurativa potential, där en större upplevelse av grönska har större potential till avkoppling. Nordh et al. (2009) såg även att variationen i grönska var positiv. På innergårdar kan vegetation vara viktiga gröna inslag som mjukar upp hårdgjorda miljöer och skapar rumsligheter. Vintergröna växter erbjuder grönska året om, samtidigt som de har en bättre förmåga att reducera vind (Edge 2023), vilket kan vara fördelaktigt för den termiska komforten under kallare årstider. Det finns samtidigt även ett upplevelsevärde med vegetation som ändrar uttryck under året och markerar årstiderna.

Utöver att ojämna och icke-hårdgjorda material har en positiv påverkan på ljudbilden (4.2.1) har vegetation även potential till att förbättra ljudmiljön. Detta kan göras genom träd, buskar och andra växter och andra inslag som skapar trevliga ljud, som löv som prasslar i vinden, vilket kan maskera oljud (Boverket 2021b).

Begränsningar och DNSH-aspekter

Vegetation är beroende av tillräckligt jorddjup, val av rätt växt på rätt plats, god etablering och rätt skötsel (Edge 2023). Fel val av växt eller bristande underhåll kan leda till försämrad funktion, både gällande dess temperaturreglerande effekt, omhändertagande av dagvatten och de annars så många multifunktionerna.

Träd kan även utgöra en risk för att skada hus. För att undvika att skapa nya risker rekommenderar European Commission: Directorate-General for Climate Action (2023) att träd etableras väl i växtbädd med tillräcklig rotvolym, med hänsyn till placering i relation till fasad och eventuell erosionsbenägen jord samt att man undviker arter med svag ved nära fasader. Övergripande är dock vegetationsbaserade åtgärder förknippade med relativt låga risker och lågt klimatavtryck, med liten risk att skapa nya översvämningrisker om de inte felaktigt ges huvudansvar för skyfallshantering.

Det finns även risk för erosionskador på växtbäddarna om dagvatten leds direkt på växtbädden från stuprörens utkastare (Edge 2025). För att förhindra att växtbädden tar skada kan den utformas med erosionssskydd eller genom att vattnet färdas till den genom en rännal eller brunn.

Flexibilitet, skalbarhet samt win-win och low regret

Vegetationsbaserade åtgärder bedöms som flexibla och reversibla åtgärder. Planteringar kan justeras, kompletteras eller tas bort efter tid. I många fall kan till och med träd flyttas. Detta gör vegetationsbaserade åtgärder anpassningsbara vid osäkerhet av framtida klimatavtryck. Åtgärdstypen kan även betraktas som både en win-win-lösning och low-regret-lösning, då den tillför flera värden oavsett klimatscenario.

Kostnad och drift

Vegetationsytor har generellt relativt låg anläggningskostnad i jämförelse med andra blågröna åtgärder, men varierar beroende på utformning och vad man ställer kostnaden i relation till (Thorsson et al. 2025). Gräsmattor, buskar, grupper av träd liksom urban skog värderas billigare i anläggning jämfört med enskilda större gatuträd, mindre parker och regnbäddar (ibid.). Edge (2025) menar även att det generellt är billigare att anlägga en växtbädd än att anlägga en regnbädd (Edge 2025). Skötselkostnader varierar också utifrån utformningen, men kan innefatta skräpplockning, ogrärensning, beskärning och eventuell bevattning samt återplantering. Enligt Thorsson et. al (2025) sticker både enskilda träd, träd i grupp, buskar och urban skog ut som billigare i drift, i jämförelse med bland annat blomsterplantering, regnbädd och mindre parker. Genom val av rätt växt på rätt plats kan skötselkostnader generellt minskas.

Vetenskapligt namn	Trivialnamn	Genomsläpplighet av ljus sommar (%) / Skuggningsgrad sommartid HÖG SKUGGA, MÅTTLIG SKUGGA, TYDLIG MEN INTE TÄT, LÄTT/LÅG SKUGGA	Genomsläpplighet av ljus vinter (%) / Skuggningsgrad vintertid HÖG SKUGGA/TÄT GRENSTRUKTUR, MÅTTLIG SKUGGA/DELVIS GENOMSLÄPPLIG, LÅG SKUGGA /GLES GRENSTRUKTUR	Bladutspring (för lövfällande) TIDIGT (mars-april), MEDIUM (april-maj), SENT (maj-juni)	Rekomendation för regnbädd/ BGG- system/SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)?
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Hästkastanj	8-27% ²	73% ²	Tidigt ²	-
<i>Acer saccharinum</i>	Silverlön	10-28% ² & PAI (5,73) ³	60-87% ² & WAI (1,04) ³	Medium ²	¹ Ja, ⁴ Ja
<i>Alnus x spaethii</i>	Spaeths al	PAI (3,21) ³	WAI (1,02) ³	*Tidig	¹ Ja, ⁴ Ja
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	14-24% ²	48-88% ²	Tidigt ²	¹ Ja
<i>Catalpa bignonioides</i>	Praktkatalpa	Moderatly dense ⁴	*Relativt sirlig struktur, tyder på måttlig till gles	Sent ⁶	¹ Ja, ⁶ Ja
<i>Carya ovata</i>	Skidhickory	15-28% ²	66% ²	Sent ²	-
<i>Fraxinus ornus</i>	Mannaask	PAI (ca 2,96) ³	WAI (0,98) ³	Sent ⁶	¹ Ja
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Korstörne	25-50% ² Open crown ⁴	50-85% ²	Sent ^{2,6}	⁴ Ja
<i>Juglans nigra</i>	Svart valnöt	9% ²	55-72% ²	Sent ²	-
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Kinesträd	Moderatly dense ⁴	Mycket gles ⁶	Sent ²	¹ Ja
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulpanträd	10% ²	69-78% ²	Sent ²	-
<i>Paulownia tomentosa</i>	Kejsarträd	Moderatly dense ⁴	*Ser sirlig ut i grenstruktur, tyder på hög genomsläpplighet	Sent ²	¹ Ja
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Pagodträd	PAI (5,82) ³	WAI (0,41) ³	Sent ⁶	¹ Ja
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Pagodträd	PAI (5,82) ³	WAI (0,41) ³	Sent ⁶	¹ Ja
<i>Tilia cordata</i>	Skogslind	7-22% ²	46-70% ²	Medium ²	-
<i>Quercus rubra</i>	Rödek	12-23% ²	70-81% ²	Medium ²	-

Tabell 6. Sammanställning och kategorisering över några trädarters ljusgenomsläpplighet under sommar respektive vinter, bladutspring samt potential för användning i regnbäddar och blågröna dagvattensystem (BGG/SUDS). Tabellen grundas på de refererade källorna som anges i fotnoterna och är inspirerad av Edge (2023, s. 20).

Kategorisering	Ljusgenomsläpp under sommaren
Gles krona, lätt skugga	ca 40–60 %
Måttlig skugga, tydlig men inte tät	ca 25–40 %
Tät krona, tydlig skugga	ca upp till 25 %

Kategorisering	Ljusgenomsläpp under vintern
Gles vinterkrona, lägre skugga	ca 60% uppåt
Måttlig skugga, delvis genomsläpplig	ca 35–60 %
Hög skugga, tät grenstruktur	upp till ca 35 %

Tolkning baserad på följande källa/källor.

- ¹ Levande stadsrum - en handbok i Blågröngrå system version 5.0, Edge (2025)
- ² Mikroklimat och värmeöar - ur ett urbant landskapsperspektiv, Edge (2023)
- ³ Plant and Wood Area Index of Solitary Trees for Urban Contexts in Nordic Cities, Sjöman Deak, Sjöman, Bassuk (2021)
- ⁴ Tree Species Selection for Green Infrastructure, Hirons & Sjöman (2025)
- ⁵ Stadsträdslexikon, Henrik Sjöman & Johan Slagstedt (2015)

* Innebär att detta är en subjektiv uppskattning utifrån tidigare erfarenheter

4.2.3. Vindreglering och byggd struktur

Urbana miljöer med tät och hög byggstruktur kan även begränsa luftcirkulationen, vilket kan fånga och behålla den varma luften. Även om utformningen av gårdsrummet är svår att påverka i en befintlig miljö, utan större ingrepp genom ombyggnation, kan man påverka hur luft rör sig inom innergården. I slutna gårdsrum kan exempelvis placeringen av träd bidra till en lokal nedkylande effekt genom advektion. Svalare luft, som uppstår genom skugga och evapotranspiration från vegetationen, kan då ackumuleras inom gårdsrummets instängda väggar (Brown 2010).

Byggda strukturer som pergolor och solsegel kan skapa skugga och därmed minska risken för värmestress genom att reducera direkt solinstrålning (European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023). I jämförelse med vegetation har vissa byggda skugglösningar dock visat mer begränsad effekt på lufttemperaturen. I en israelisk studie av semislutna innergårdar medförde skuggande tyg-solsegel viss ökning av temperaturen jämfört med en exponerad innergård (Shashua-Bar et al. 2009). Detta i jämförelse med träd och gräs som i stället visade på en temperatursänkning med ca 2,5 °C.

För den upplevda värmestressen är den strålningsrelaterade temperaturen, alltså den sammanlagda värmestrålningen som en människa exponeras för från omgivande ytor och solen, dock ofta mer avgörande än lufttemperaturen. Studier av urbana miljöer visar att variationer i skuggning från byggnader och vegetation kan skapa stora skillnader i strålningsbelastningen över korta avstånd, vilket i stor utsträckning påverkar upplevelsen av värmestress (Lindberg et al. 2025).

Medveten placering av sittplatser och vistelseytor kan påverka den termiska komforten och minska risker för värmestress.

Multifunktioner

Pergolor eller spaljéer med lövfällande klättrväxter kan bidra med både skugga och estetiska värden och vistelsékvalitet under sommaren (Edge 2023). Vid val av lövfällande arter kan de bidra till ett mildare mikroklimat vintertid genom att släppa igenom ljus och värme (Edge 2023).

Begränsningar och DNSH-aspekter

Olika typer av skuggande konstruktioner kan innebära en risk vid storm, speciellt om dessa är konstruerade på ett sätt så att de är ett stort vindfång. Detta kan innebära risker för skada på byggnader vid kraftiga vindar (European Commission: Directorate-General for Climate Action 2023).

4.3. Samverkande blå-grön-gråa system

Om utloppsnivån från ett ytligt magasin med vegetation, en växt- eller regnbädd, ligger en bit ovanför botten, kan man skapa ett vattenmagasin genom en konstgjord grundvattennivå. Genom utformning av ett inbyggt vattenmagasin i ett öppet förstärkningslager i blågröngråa system visar beräkningar att vegetationen kan försörjas i minst två månader utan tillskott av vatten (Edge 2025). Denna princip möjliggör en koppling mellan skyfallshantering och torkresiliens, då magasinerat vatten från intensiva regn kan bidra till bevattning under torra perioder.

Dessa vattenmagasin kan dessutom kopplas samman med fler blågrönbaserade åtgärder för att fördela vattnet mellan olika växtbäddar och öka kapaciteten (Edge 2025). Ett sammanhängande system ger dessutom större flexibilitet och resistens över tid, då vattnet kan fördelas (ibid.).

4.4. Sammanfattande slutsatser från kapitlet

En övergripande sammanfattning av generell potential för att uppnå olika aspekter för åtgärdstyperna i kapitlet i relation till varandra presenteras i

Verktygslådan

Tabell 7 (se nästa sida). Tabellen ska inte ses som ett facit utan som en övergripande sammanfattning. Potentialen bland åtgärdstyperna är i stor utsträckning kontextberoende och kan variera utifrån platsens förutsättningar och utformning av åtgärden.

- För hantering av pluviala översvämningar i slutna innergårdar är fördröjningsvolymen den mest avgörande faktorn. Ytliga och underjordiska magasin är de åtgärdstyper med störst kapacitet att reducera flödestoppar vid kraftiga regn.
- Underjordiska magasin har generellt lägre potential till multifunktionalitet, medan ytliga magasin har högre potential till det.
- Regnbäddar och vegetation är betydelsefulla för lokal dagvattenhantering och temperaturreglering, men har begränsad kapacitet vid extrema skyfall och bör därför kombineras med volymbaserade åtgärder.
- För värmerelaterade risker har vegetation, speciellt träd och flerskiktad vegetation, stor påverkan på värmereglering och mikroklimatet.
- Klimatanpassande åtgärder som kombinerar ytlig fördröjning med vegetation bedöms ha bättre potential att möta både vatten- och värmerelaterade risker, samt kunna tillföra fler multifunktioner, i jämförelse med tekniska och slutna åtgärder.

Verktyslådan

Tabell 7. Sammanfattande jämförelse av åtgärdstypernas potential utifrån sammanställning och analys i verktyslådan.

Färgkodningen ska tolkas som en sammanfattande och jämförande analys utifrån kapitlet, snarare än exakta värden.

Vid behov kompletteras färgkoden med text.

FÄRGKODNING	
	Hög potential
	Viss potential
	Neutral eller begränsad potential
	Nej/Risk för negativ påverkan
	Inte berörts för att kunna bedömas inom Verktyslådan

	UNDERJORDISKT MAGASIN	YTLIGT MAGASIN	REGNBÄDD	MATERIALVAL	VEGETATION (MED TRÄD)	VINDREGLERING OCH BYGGD STRUKTUR
Kapacitet att hantera dagvatten vid mindre regn	Varierar beroende på utformning	Varierar beroende på utformning	Varierar beroende på utformning	Beror på permeabilitet i materialval	Viss potential (evapotranspiration)	/
Fördröjning av skyfall	Varierar beroende på utformning	Varierar beroende på utformning	Begränsad	/	Begränsad	/
Potential för värmereglering dagtid	Kan indirekt begränsa värmereglering om träd inte kan etableras ovanpå.	Vid vegetationsbaserad utformning	Varierar beroende på typ av växtlighet	Begränsad, främst indirekt genom albedo och värmelagring. Kan dock även bidra till ökad värmebelastning.		
Naturbaserad/blå-grön baserad lösning	(Nej)	Varierar beroende på utformning		Varierar beroende på utformning		Varierar beroende på utformning
Multifunktionalitet baserat på EU-kommissionens win-win-princip	Kan i vissa fall möjliggöra multifunktionalitet genom att frigöra yta ovan mark.					
No-regret / Low-regret	Främst riktad mot dagvatten- och skyfallshantering.			/		/
Flexibilitet/skalbarhet	Svår att skala upp eller anpassa	Varierar beroende på utformning	Varierar beroende på utformning	Varierar beroende på utformning	Varierar beroende på utformning	/
Övergripande DNSH	Högt klimatavtryck (plast/betong). Begränsar vegetation ovanför. Risk vid bristande underhåll.	Låg risk, men schakt och materialval påverkar klimatavtryck. Risk vid bristande underhåll. Positiv effekt vid vegetationsutformning.	Viss klimatpåverkan. God rening och potential för biologisk mångfald.	Låg risk, men varierar mycket utifrån det specifika materialets klimatavtryck och risk för bländning.	Låg risk, hänsyn bör dock tas kring artval/placering/långsiktig drift. Tydlig positiv effekt för biologisk mångfald.	Varierar beroende på materialval och utformning.

Tolkningen baseras på följande källor

Feltelius (2023)	Edge (2025)	Boverket (2019; 2021a)	Boverket (2021b)	Alivio et al. (2025)	Brown & Brown (2010)
Göteborgs stad (2019a; 2021)	Elleby (2025)	Edge (2025; 2023)	Edge (2023)	Anys & Weiler (2024)	Edge (2023)
Intervju SkD (2026)	Göteborgs stad (2019a; 2021)	Elleby (2025)	Santamouris (2021) (via Edge)	Berland et al. (2017)	Lindberg et al. (2025)
Stockholm Vatten och Avfall (2025a; c; u.å.b)	European Commission DG Climate Action (2023)	European Commission DG Climate Action (2023)	European Commission: Directorate-General for Climate Action (2023)	European Commission DG Climate Action (2023)	Berland et al. (2017)
SODA (2023a; b)	Intervju SkD (2026)	Fridell & Jergmo (2015)	Svenskt Vatten (2016)	Boverket (2019; 2021b)	
VA-guiden (u.å.a; c)	Nordh et al. (2009)	Intervju SkD		Edge (2023; 2025)	
SODA (2023a; b)	Stockholm Vatten och Avfall (2025d)	SODA (2021a; b)		Intervju SkD (2026)	
	Svenskt Vatten (2016)	Stockholm Vatten och Avfall (2025b)		Ji et al. (2025)	
	Svenskt Vatten Utveckling (2019)	Thorsson et al. (2025)		Konarska et al. (2015)	
	VA-guiden (u.å.d)	VA-guiden (u.å.b)		Nordh et al. (2009)	
	VA-guiden (u.å.d)			Shashua-Bar et al. (2009)	
				Sjöman & Johansson (2020)	
				Sjöman & Slagstedt (2015)	
				Sjöman et al. (2021)	
				Svenskt Vatten (2016)	
				Thorsson et al. (2025)	
				Xiao & McPherson (2002)	

5. Del II: Fallstudien

Denna del utgör examensarbetets tillämpande del och prövar hur arbetets frågeställningar kan omsättas på en konkret plats (se Figur 13). Genom fallstudien undersöker arbetet hur dagvatten- och skyfallshantering samt värmereglering kan integreras i gestaltningen av en redan byggd innergård med begränsad yta, samtidigt som fler värden tillförs i campusmiljön.

Den valda innergården representerar en situation som är relativt vanlig i urbana campusmiljöer. Innergården är mestadels hårdgjord, omgiven av höga byggnader och utsatt för klimatrelaterade risker. Samtidigt är platsen i närheten av undervisningslokaler och med ett stort flöde av studenter, vilket ställer krav på funktionalitet och trygghet men också ger potential som plats för återhämtning och studier.

5.1. Om platsen - innergården inom Edit

Edit är en del av Chalmers campusområde i Johanneberg (Figur 14, s.30). Kvarteret ligger i den södra delen av campusområdet och byggdes 1963 (Akademiska Hus 2024b). 1999 gjordes en tillbyggnad i glas, Linsen (se Figur 15, s.30), vilket delade upp den tidigare större innergården i två mindre. Innergården för fallstudiens omgestaltning är ca 42x28 m (Figur 15, s.30). Innergården nås genom en av entréerna i omgivande byggnader eller genom en portik (se Figur 16, s.30) genom den östra byggnaden till Hörsalsvägen. Ytterligare en dörr finns på innergårdens östra sida, men denna är inte en entré.

I kvarteret Edit finns institutioner för Data- och informationsteknik, Elektroteknik samt Rymd-, geo- och miljövetenskap. Det finns olika typer av undervisningslokaler, grupprum och plats för enskilda studier. Utöver det är café Linsen beläget på andra våningen i byggnaden Linsen (Figur 15, s.30)

5.1.1. Material, möbler och utrustning

Marken är i stor utsträckning hårdgjord och består av 70x70 cm betongplattor (se Figur 18, s.31). Det finns ett stort terrasserat trädäck i det nordöstra hörnet (se Figur 17 & Figur 20, s.31), som även har picknickbord med bänkar samt några större långsmala, flyttbara bänkar (se Figur 15, s.30). Ovanpå trädäcket finns två eluttag i det nordöstra hörnet vid både den östra och den norra fasaden. Bredvid trädäcket står även sex granitblock med träpanel (se Figur 18, s.31).

Den största ingången (Figur 18) till byggnaderna nås med en trappa i skiffer (se Figur 22, s.32) längs innergårdens södra del. Samtliga omgivande fasader består av varmrött tegel utöver tillbyggnaden Linsen

i väst som har glasfasads (se Figur 20, s.31). Byggnader har sex våningar, men Linsen har något högre våningsplan och är därmed högre. På tegelbyggnaderna finns även uppstickande vinds- och ventilationsutrymmen. Tegelbyggnaderna i norr och öst har en ljusgrå sockel med mindre fönster i dess överkant. Fönstrens underkant är ca 1,9 m från marknivån.

Vid trappan finns en soptunna. I innergårdens sydvästra del av finns en kolgrill mellan spaljeerna se (Figur 23, s.32). Inom innergården finns inte parkering för cyklar eller elsparkcyklar, men fasaden utanför portiken, vid Hörsalsvägen erbjuder många parkeringsplatser för dessa behov.

5.1.2. Stuprör och dagvattenbrunnar

Det finns fyra stuprör på innergården (se Figur 21, s.31). I dagsläget leds dagvattnet främst direkt från stuprör till ledningsnätet, men stupröret vid trappan i sydöst kan även justeras för att släppas ut direkt vid trappavsatsen (se Figur 22, s.32).

Innergården har 8 dagvattenbrunnar (se Figur 21, s.31), baserat på tillgängligt ledningsunderlag (bilaga 1 & 2) och platsbesök. Utifrån platsbesök har vissa positioner på brunnarna justerats i kartunderlaget. Ledningsunderlaget (bilaga 1 & 2) är inte helt samstämmigt gällande de underliggande ledningarna, varav Figur 21 (s.31) är en övergripande uppskattning. Det senaste ledningsunderlaget (se bilaga 1) visar att innergårdens dagvattenledningar består av plast innan de förenas till ett utgående gjutjärnrör med en rördimension på 225 mm. Bilaga 1 redogör även för några av ledningsnivåerna i brunnarna på innergården, vilka redovisas (Figur 21, s.31).

5.1.3. Växtlighet

På innergården finns några växtbäddar (se Figur 15, s.30). I den största står två träd (se Figur 23 & Figur 24 s.32) som bedöms vara körsbär, *Prunus avium*, baserat på stam, knoppar och fallna blad. Träden verkar ha det för fuktigt med för lite ljus i nuläget. Marken under träden är bar med enstaka plantor av murgröna, *Hedera sp.* (se Figur 26, s.32). På innergårdens sydvästra hörn finns två växtbäddar, 1,4 m i bredd (se Figur 23, s.32). I dessa växer rosor, *Rosa sp.*, spaljerade på pelare. Under växer gräs samt näva, *Geranium sp.* I ett planteringskärl intill trappan växer murgröna (se Figur 27, s.32). Utformningen under jord på växtbäddarna är okänd.

5.1.4. Belysning

Det finns två olika typer av belysning på innergården (se Figur 15 för positioner). Väggmonterad belysning och pelarebelysning (Figur 28, s.32). I portiken finns takmonterad belysning (se Figur 16, s.30).

5.1.5. Akademiska Hus ambitioner

Akademiska Hus vill bidra till att minska klimatförändringarna och dess påverkan på sina fastigheter (Akademiska Hus 2024d). Att göra campusmiljöerna säkra mot klimatrisker bedöms som en väsentlig hållbarhetsfråga. Ett fokusområde är att minska vattenanvändningen utomhus och kunna ta vara på dagvattnet för att undvika att belasta det kommunala ledningssystemet (Akademiska Hus 2024d). En ökad mängd dagvatten ökar dock risken att inte kunna ta hand om dagvattnet, vilket både belastar ledningssystemet och riskerar att orsaka skador på fastigheterna.



Figur 13. Vy över innergården (rödmarkerad) och med omgivning. Perspektivet är taget från söder mot norr. Importerad från © Autodesk Forma. Redigerad av Siri Sandberg.



Figur 14. Kartan i skala 1:10 000 visar kvarteret Edit i relation till Chalmers campusområde Johanneberg (streckad linje, större). Den aktuella innergården för fallstudien är markerad med en streckad yta. © Lantmäteriet (2025). Redigerad av Siri Sandberg.



Figur 15. Karta som visar innergården (streckad linje) med omgivning (skala 1:1000). Trianglar markerar entréer till innergården från omgivande byggnader. Pil visar portiken till innergården. © Lantmäteriet (2025). Redigerad av Siri Sandberg.



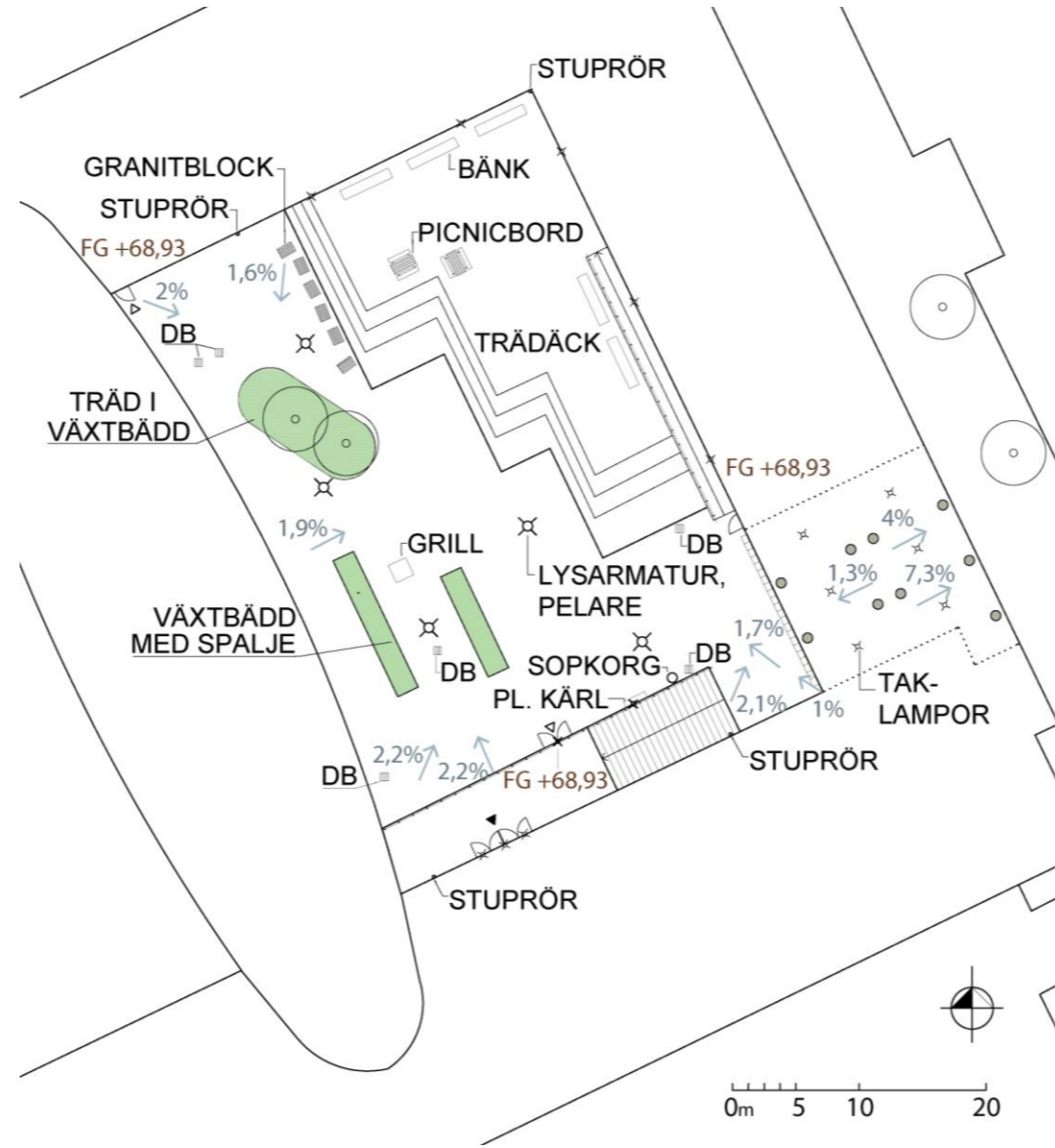
Figur 16. Portiken mellan innergården och Hörsalsvägen. Bilden högst upp visar innergården innan belysningen tänts (2025-11-30 kl. 16:55), den mittersta bilden visar portiken med belysning (2025-12-08 kl. 7:30) och den nedersta bilden visar portiken i dagsljus (2025-12-01 kl. 9:30)



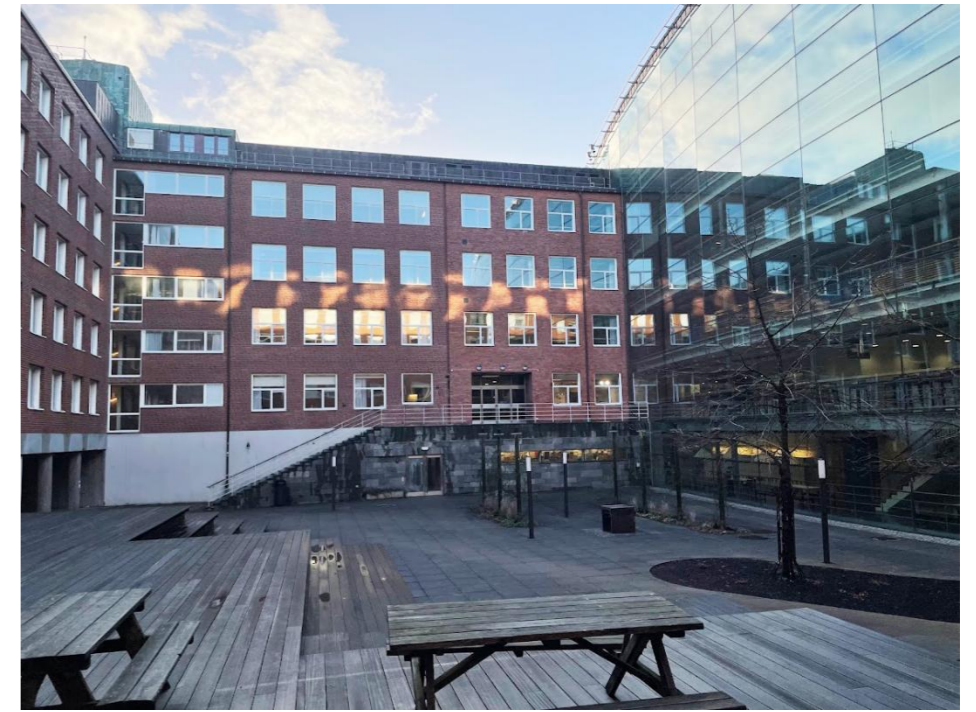
Figur 17. Fotot är taget på Linsens 5:e våning och visar innergården från det sydvästra hörnet. På bilden syns trädäcket.



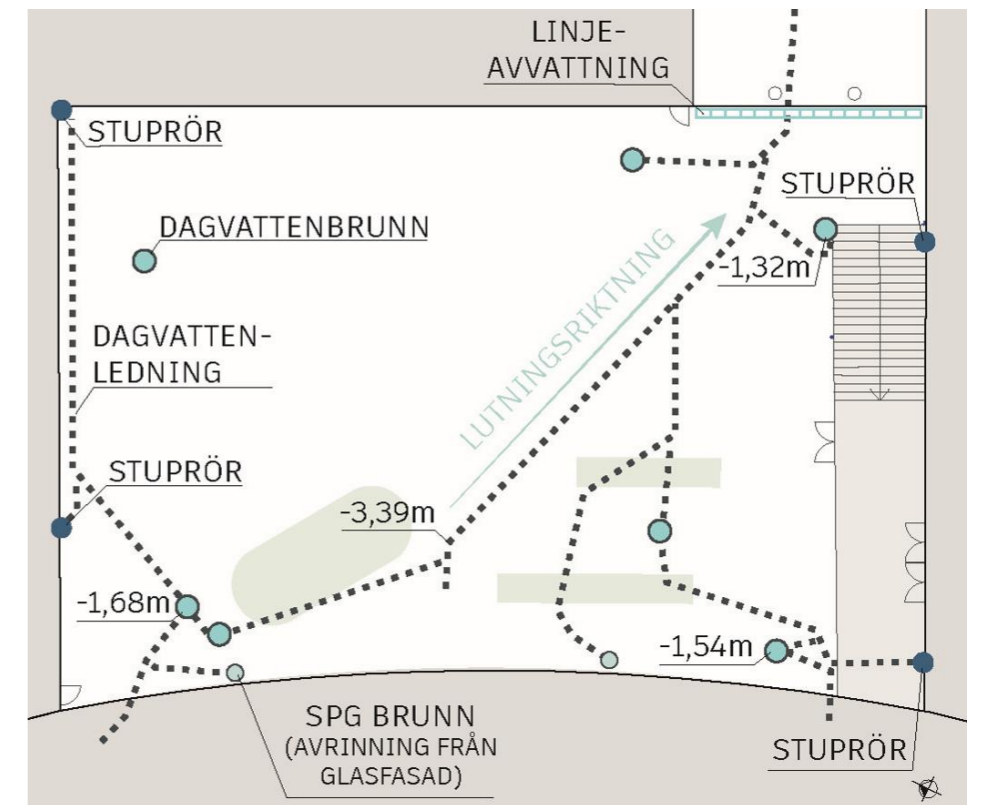
Figur 18. Stenblock med träpanel på innergården. Dessa verkar inte vara fastmonterade.



Figur 19. Situationsplan över innergårdens nuvarande utseende. Planen visar möblering och positioner på bland annat växtbäddar, belysningsarmatur samt stuprör. Skala 1:500 (A3)



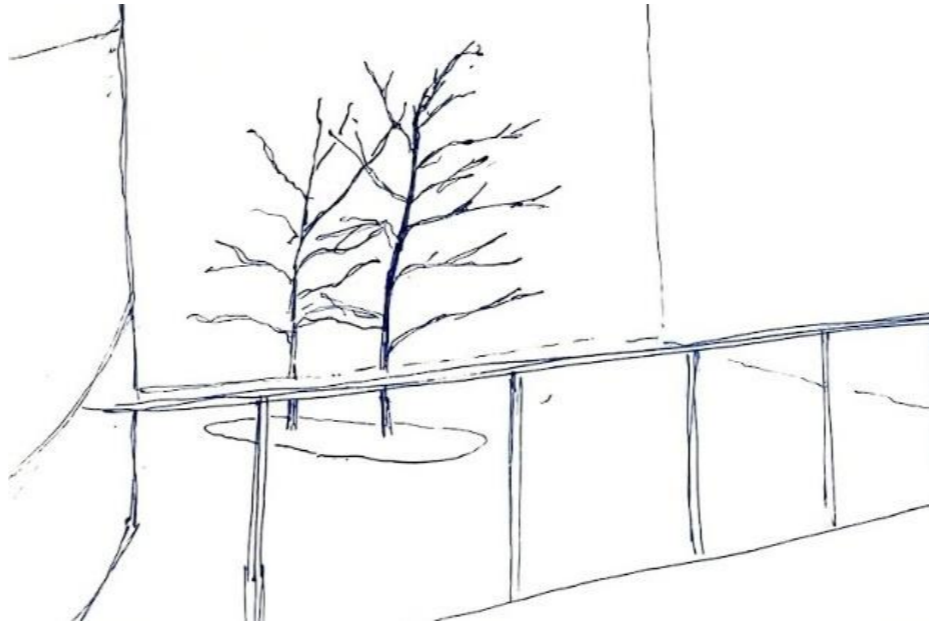
Figur 20. Foto på innergården från trädäcket i norra delen av innergården, ovanpå trädäcket (2025-12-01 kl.11). På bilden syns bord med bänkar i förgrunden samt trappan i bakgrunden.



Figur 21. Övergripande plan över dagvattenbrunnar och stuprör. Planen illustrerar en uppskattning av dagvattenledningarna (streckade linjer) utifrån det senaste ledningsunderlaget (Bilaga 1). Några höjder visar inmätning av ledningarnas djup i relation till marknivån. För att förenkla planen har bl.a. nedstigningsbrunnar utelämnats. Dessa kan ses i bilaga 1. De ljusgröna fälten visar nuvarande planteringsytor.



Figur 22. Ett av stuprören på innergården. Stuprören kan både på- och fränkopplas till ledningssystemet.



Figur 24. Skiss från trappan som illustrerar hur träden sträcker sig mot öst för att få sol.



Figur 23. Spaljén med rosor och de två befintliga träden till vänster (2025-11-09). Utspritt finns även belysningsstolpar.



Figur 25. Pelare med rosor i två smala växtbäddar (2025-12-30).



Figur 26. Under träden finns enstaka plantor av murgröna (2025-12-30).



Figur 27. Murgröna i planteringskärl (2025-12-01).



Figur 28. Innergården med pelarbelysning från det nordvästra hörnet (2025-12-01).

5.2. Platsanalys – tekniska analyser, platsbesök och enkätresultat

Som grund för gestaltungsforlaget har en platsanalys gjorts for att undersoka forutsattningarna pa innergarden. Platsanalysen omfattar analys av de klimatrelaterade utmaningarna som finns pa platsen, som skyfall och varme, samt upplevelsebaserade analyser baserade pa platsbesök och enkäten. Underlaget tydliggör sammantaget platsens klimatrelaterade forutsattningar och användarnas behov i denna campusmiljö.

5.2.1. Dagvatten- och skyfallsanalys

Innergården tycks fungera som en lågpunkt där vatten samlas och ackumuleras vid intensiva regn och i enkäten uppgav flera att det samlats vatten vid regn på innergården (se bilaga 7). En höjdlinje i portiken skiljer innergården från omgivningen (se Figur 29 & Figur 30) och marklutningen samlar dagvatten framför allt i sydvästra halvan av innergården (se Figur 31). Höjdkammen kan möjligen kopplas till underliggande byggnadskonstruktion (se Bilaga 10). Detta innebär att innergården i praktiken fungerar som ett slutet gårdsrum ur ett dagvattenperspektiv.

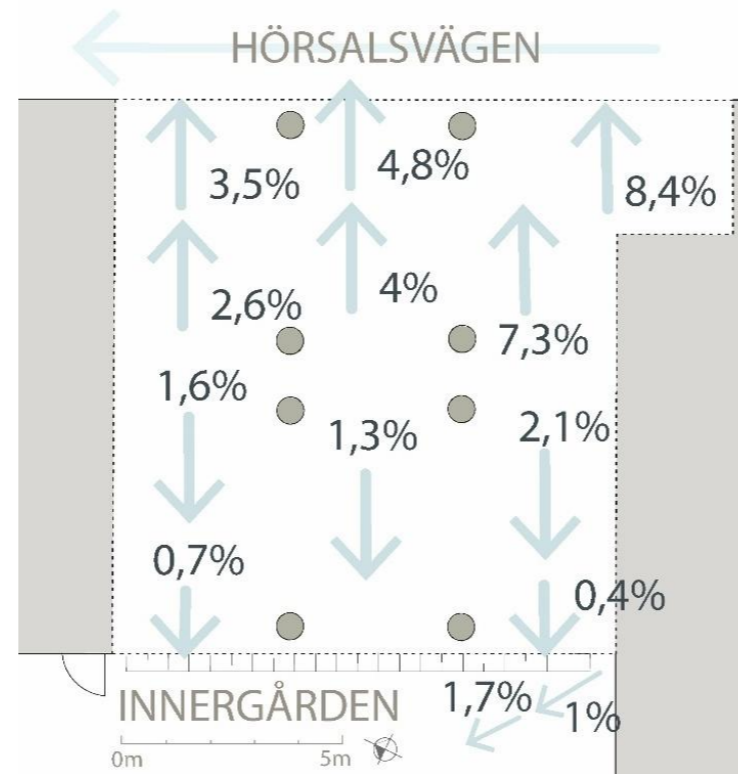
Den exakta lutningen under trädäcket är okänd, men marken bedöms luta lätt uppåt mot det nordöstra hörnet. Dagvattenbrunnen position indikerar att det kan finnas lågpunkter även i det nordöstra hörnet (Figur 31).

Avrinningsområdet och nuvarande avrinningskoefficienter

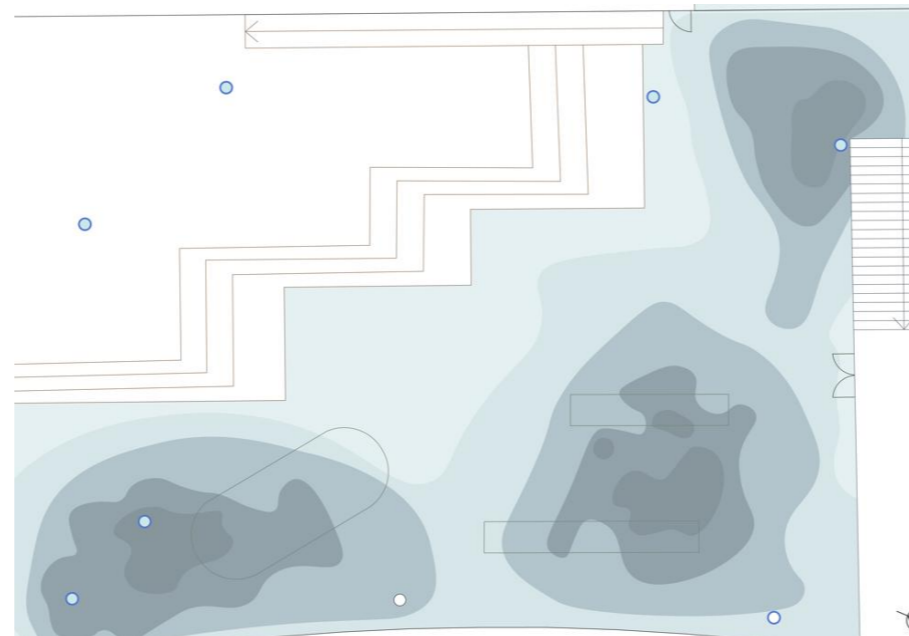
Utifrån beräkning i Autocad bedöms avrinningsområdet vara ca 1788 m², vilket avrundas till 1800 m² i arbetet (Figur 32). Avrinningsområdet består av tak, betongplattor och planteringsytorna (Figur 33). Cirka 33 procent av avrinningsområdet utgörs av ytor med avrinningskoefficient 0.9, 64 procent av ytor med koefficient 0.8 och resterande cirka 2 procent av mer genomsläppliga ytor med koefficient 0.1. Detta ger en sammanvägd medelavrinningskoefficient på ca 0.81 (Tabell 8).



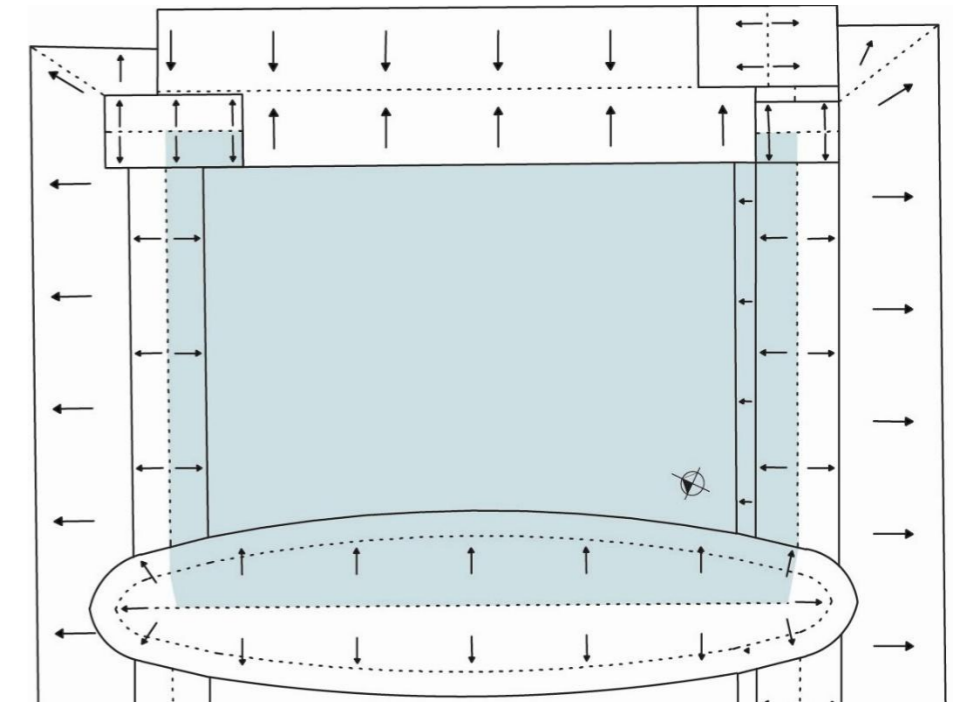
Figur 29. Foto genom arkaden med höjdlinjen (röd streckad linje) som delar upp innergårdens avrinningsområde.



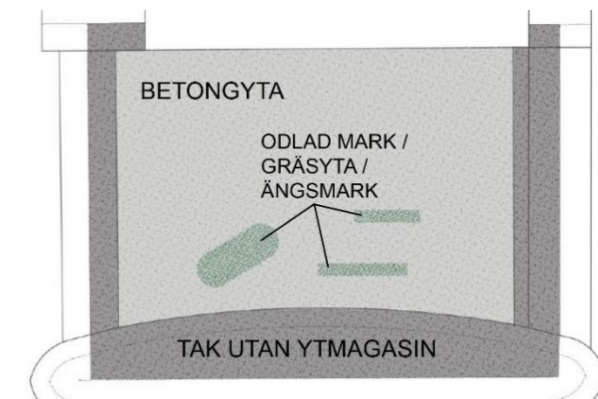
Figur 30. Lutningar vid portik mellan Hörsalsvägen och fallstudiens innergård, uppmätta med klinometer. Pilar pekar neråt i topografin och lutningarna visar på en höjdkam vid portikens mitt som skapar en barriär för ytlig avledning av dagvatten.



Figur 31. Ungefärliga lågkurvor på innergården. Mörka områden symboliserar lågpunkter. Analysen är baserad på visuell tolkning under platsbesöken i kombination med analys i Scalgo Live. De blåa fälten är schematiska och visar inte skalens höjdkurvor, utan syftar till att ge en övergripande uppfattning om lutningen på platsen.



Figur 32. Innergårdens avrinningsområde (blå yta). Pilarna visar takens lutningsriktning. Avrinningsområdet bedöms vara ca 1800m² (1788m²) utifrån Bygghandlingar från stadsmiljöförvaltningen, Landskapsgruppens inmätningar och Google Earth. Skala 1:600 (A3).



Figur 33. Översiktlig klassificering av ytor i avrinningsområdet utifrån avrinningskoefficienter enligt P110 kapitel 4.4.1.4 (Svenskt vatten 2016). Då kategorierna är begränsade har den mest liknande beskrivningen valts.

Typ av område	Avrinningskoefficient	Andel area av området	% area av området
Tak utan ytmagasin	0,9	592,61	33%
Betongyta	0,8	1 138,64	64%
Odlad mark, gräsyta, ängsmark	0,1	57,05	3%
Totalt		1 788,30	100%

$$\text{Medelkoefficient} = \frac{(0,33 \times 0,9) + (0,64 \times 0,8) + (0,03 \times 0,1)}{1} = 0,812$$

$$\text{Medelkoefficient} \approx 0,81$$

Tabell 8. Medelavrinningskoefficienten beräknas till ca 0,81 utifrån innergårdens ytor. Avrinningskoefficienterna enligt P110, kapitel 4.4.1.4 (Svenskt vatten 2016).

Tillrinningsvolym

Utifrån beräkningar bedöms tillrinningsvolymen till området under den kritiska varaktigheten vid ett 100-årsregn vara ca 55 m³ respektive ca 60 m³ med klimatfaktor 1,25 respektive 1,4 (se bilaga 4). Dessa volymer motsvarar den totala tillrinningen till området utan hänsyn till ledningssystemets avtappning.

Avtappningsvolym

Innergårdens utgående dagvattenledning är 255 mm och består av gjutjärn (se bilaga 1). Gjutjärnsrör innebär ett råhetstal på ca 1,0 mm enligt P110 vid beräkning⁷. Lutningen på utgående ledning uppskattas till ca 25 ‰ (se bilaga 3).

Den maximala teoretiska kapaciteten beräknas med Colebrook-White-ekvationen till ca 76,7 l/s. Vid dimensionering används dock inte den maximala hydrauliska kapaciteten eftersom exempelvis sediment och skräp kan minska flödet i ledningen. Den teoretiska kapaciteten reduceras därför med en schablon på 1/3, som är en standardmarginal i dagvattenberäkningar. Detta gör att den dimensionerade avtappningskapaciteten blir ca 50 l/s.

Kritisk regnvaraktighet för erforderlig fördröjningsvolym

Utifrån beräkningar (se bilaga 4) inträffar kulmen för den erforderliga fördröjningsvolymen vid ett 100-årsregn vid 10 minuter enligt både klimatfaktor 1,25 och 1,4. Detta är systemets kritiska regnvaraktighet utifrån nuvarande ledningar. Detta innebär en erforderlig fördröjningsvolym, med avtappning inräknad på ca 25 m³ för klimatfaktor 1,25 respektive ca 30 m³ enligt klimatfaktor 1,4 (se Tabell 9). Detta förutsatt att ledningarna är fria nedströms.

Dagvattenhantering vid vardagsregn

För att lokalt omhänderta dagvatten på 10 mm respektive 15 mm, enligt rekommendation av Svenskt vatten (2016), krävs 18 m³ vid 10 mm respektive 27 m³ vid 15 mm för fallstudiens avrinningsområde på 1800 m² (Tabell 9).

Sammanställda nederbördsvolym för nuvarande utformning

Tabellen visar en sammanställning av volymer för dagvatten- och skyfallshantering utifrån ledningsunderlaget. För beräkning av skyfall presenteras fördröjningsvolymen både med och utan avtappning. Att veta volymen utan avtappning är relevant då detta är fallet om ledningssystemet är fullt nedströms på grund av skyfall eller om dagvattenbrunnarna är igensatta av is, skräp eller snö.

	Skyfall 100- årsregn		Dagvatten	
	Klimatfaktor 1,25	Klimatfaktor 1,4	10 mm	15 mm
Beräkning	Se bilaga 4	Se bilaga 4	10x1800m ² = 18 000 liter	15x1800m ² = 27 000 liter
Volym med avtappning ≈ m ³	25m³	30m³	18 m³	27m³
Volym utan avtappning ≈ m ³	55m³	60m³		

Tabell 9. Fördröjningsvolym för avrinningsområdet vid ett 100-årsregn med kritisk varaktighet på 10 minuter, med klimatfaktor 1,25 respektive 1,4. Tabellen visar även volymen av dagvatten för avrinningsområdet vid 10 mm respektive 15 mm nederbörd. För att räkna om volymen från liter till kubikmeter divideras resultatet med 1000.

5.2.2. Värme och solanalys

I detta avsnitt analyseras innergården översiktligt kring värmeförhållanden, solinstrålning och mikroklimat på innergården.

Kvarteret är värmeutsatt

Baserat på MSB:s kartering har markytetemperatur på 37°C uppmätts mellan 2017–2024 (Figur 34, s.35). I enkätundersökningen anmärkte 35 procent att de omkringliggande byggnaderna blir varmare än behagligt under sommaren (se Bilaga 7). I enkäten pekades framför allt glasbyggnaden Linsen (Figur 15) ut som särskilt varm, men även den nordöstra delen.

Även om markytetemperatur (se Figur 34, s35) inte direkt kan översättas till upplevd värmestress, indikerar den hög värmelagring i markmaterialen som påverkar mikroklimatet. Platsbesöken visar att en stor andel av ytorna är mörka material och en stor del även material med hög värmeinlagringsförmåga. Detta innebär att det troligen blir väldigt varmt under heta sommardagar, även in på eftermiddagen, speciellt i det nordöstra hörnet där solen ligger på (Figur 35, s35). Samtidigt innebär det också att mikroklimatet blir mildare än omgivningen under svalare dagar.

Begränsat solljus under vårdagjämning

Solstudier i Autodesk Forma visar att innergården har begränsad tillgång till direkt solljus under vår- och höstdagjämning (Figur 35). Under vårdagjämning har endast ca 20 procent av gårdsytan direkt

solljus i minst 2h. Innergården når därmed inte Building Research Establishment's rekommendation om minst 2h solljus på 50 procent av ytan under vårdagjämning. Den begränsade solinstrålningen beror främst på omgivande byggnaders höjd och utformning samt innergårdens storlek.

Solanalysen är dock genomförd med förenklade kompakta trädvolym. De två befintliga körsbärsträden, *Prunus avium*, har som art sent bladutspring i maj (Hirons & Sjöman 2025). Även när simuleringen genomförts utan träd kvarstår en begränsning av direkt solljus under vinterhalvåret, vilket indikerar att trädens kompakta volym har mindre påverkan på resultatet. Under vårdagjämning belyses ca 25 procent i minst två timmar. Vid vintersolståndet är gården i princip helt utan sol både med och utan träd inräknat.

Ungefär hälften av enkättagarna ansåg att möjligheten till sol på innergården var en anledning till vistelse och 35 procent av intervjupersonerna uttryckte önskemål om solbelysta ytor på innergården framöver (se Bilaga 7). Detta pekar på vikten av att ta vara på solbelysta ytor under vår och höst när temperaturen sjunker. Även om utformningen av gården inte kan ändra byggnadsvolymerna, kan man genom gestaltning välja att inte försämra läget genom att inte välja träd med täta grenar med tidigt bladutspring. Sommartid har den slutna innergården generellt en relativt hög solinstrålning, vilket både indikerar potential för vistelse och behov av skuggande och temperaturdämpande åtgärder. I analysen kan man se att träd minskar solinstrålningen som når markytan och det sydvästra hörnet förblir skuggat av byggnadsstrukturerna (se Figur 35, s35).

Mikroklimatet på innergården

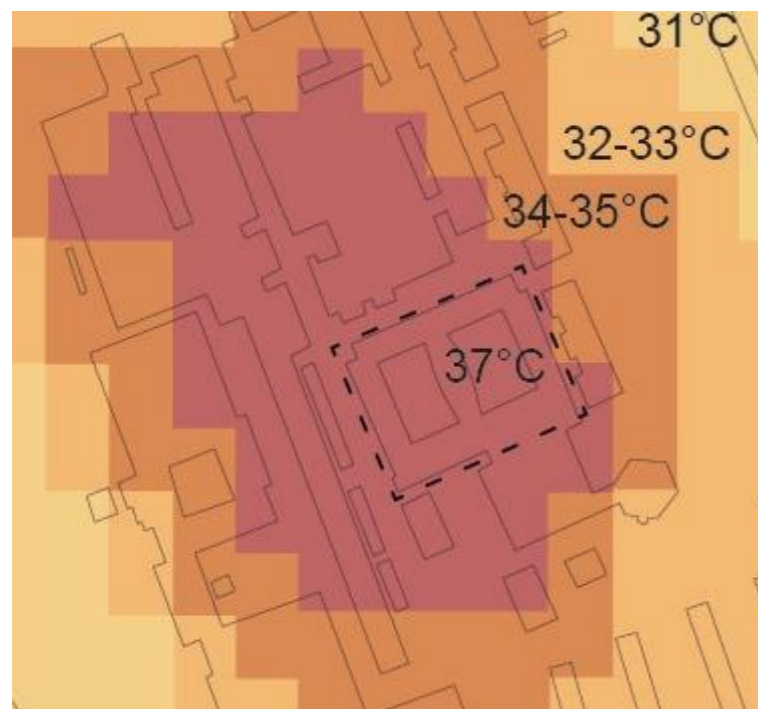
Synpunkten att mikroklimatet är otrevligt på innergården förekommer frekvent i enkätsvaren (se Bilaga 7). Störst problematik verkar gälla kyla och vind under vinter och höst. Platsen upplevs också som blåsig och därmed kallare, under samtliga genomförda platsbesök. Detta framkommer både i fasta svarsalternativ och fritextsvar. Mest negativ effekt verkar vinden ha höst- och vintertid. Platsbesöken och enkäten indikerar att innergården saknar vindskyddande strukturer som balanserar klimatet under året.

Gällande upplevelsen av temperatur på innergården tycker en enkätresponent att innergården blir varmare än behagligt på våren och några (5 procent) nämner att värme är ett stort problem på innergården under sommaren (se Bilaga 7). Samtidigt lyfter ca 22 procent att de upplevt brist på skugga när de vistats på innergården och 15 procent önskar att det finns skuggade ytor på Edits innergård. 50 procent av deltagarna ser generellt ett behov av skugga i studiemiljöer.

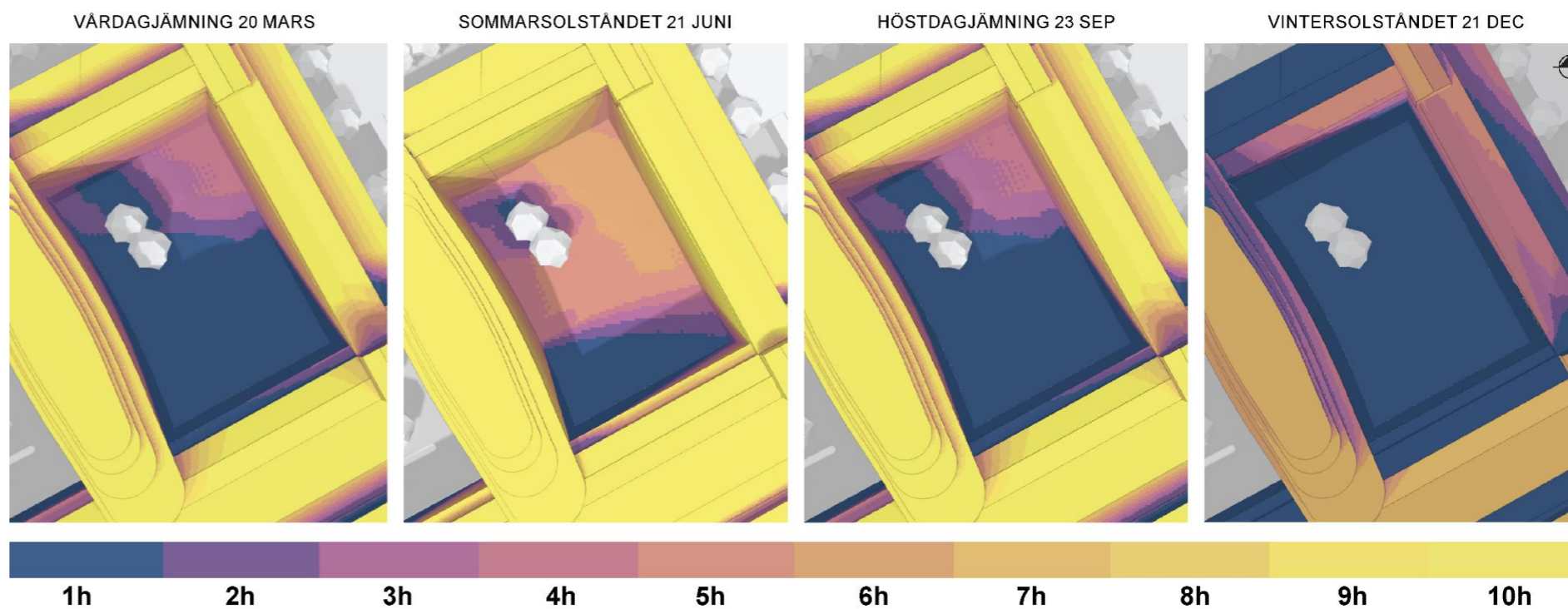
⁷Råhetstalet påverkar friktionen i ledningen. 1,0 är rekommenderat värde för gjutjärnsrör i god kondition, för mer information se s77 i P110 (Svenskt vatten 2016).

Sammanfattning

Sammantaget finns det flera olika typer av utmaningar kring mikroklimatet på innergården som varierar under olika årstider. Under sen höst och vinter bör vinddämpande åtgärder och ljusinsläpp prioriteras och under tidig vår finns behov av att värna om solbelysta lägen. Under sommaren bör ytor med skugga finnas, både i markplan och på solbelastade fasader för att begränsa värmelaster, utan att begränsa solstrålningen i för stor andel under resten av året.



Figur 34. Värme kartering av maxtemperaturer som uppmätts på markytan mellan 2017–2024. Kvarteret som innergården är inom är markerat med streckad linje. Uppmätta temperaturer i respektive färgområde är utskrivna. Underlag från © MSB (2024). Redigerad av Siri Sandberg.



Figur 35. Solstudien visar antalet soltimmar på innergården under vårdagjämning (20 mars), sommarsolstånd (21 juni), höstdagjämning (23 september) och vintersolstånd (21 december). Analysen visar att innergården har mycket begränsad solinstrålning under vår och höst samt i princip ingen direkt sol under vintersolståndet. Analysen är genomförd och importerad från © Autodesk Forma, redigerad av Siri Sandberg.

5.2.3. Upplevelsemässiga aspekter

Vid alla platsbesök förekom det relativt mycket rörelse på platsen, men användningen var begränsad till passage till och från entréerna. I enkäten uppgav 97,5 procent att de hade använt innergården det senaste året, men att innergården idag främst upplevs och används som en passage (se Bilaga 7). Medelvärdet för hur inbjudande platsen upplevs är ca 2,7 på en femgradig skala (se bilaga 7). I flera fritextsvar beskrivs platsen som anonym och hård med en avsaknad av tydlig rumslighet, vilket minskar incitamenten för vistelse (se bilaga 7). Detta bekräftar bilden av en plats med en tydlig logistisk funktion men svaga sociala och rumsliga kvaliteter.

Användningsområden

Resultaten visar att innergården är välkänd och frekvent passerad. Den benämns som lättillgänglig och bra för att enkelt få frisk luft (se bilaga 7). Platsen används främst för transport, men även fika/lunch, socialt umgänge, väntplats/mötesplats och paus/återhämtning. Hälften använder innergården väldigt sällan för annat än passage (Figur 36). Återkommande formuleringar i fritext är ”inte en inbjudande plats”, ”fyller sitt syfte, men inget mer” och ”otrevligt mikroklimat” (se bilaga 7, fråga 10 & 17). Detta tyder på att platsen har hög exponering och potential att nå många, men låg attraktionskraft som vistelsemiljö i nuläget.

De flesta som uppehåller sig på innergården gör det under våren och sommaren (se bilaga 7). Två personer nämner att innergården används vid insparks- och studentevenemang. Trädäcket lyfts i enkäten som ett positivt element av ungefär en tredjedel och verkar användas vid studentaktiviteter ibland. Det framkommer dock att trädäcket är i behov av underhåll.

Att det går att vara flera personer på platsen beskrivs i fritext av en enkätrespondent som det bästa med platsen i dagsläget (se bilaga 7). De som aldrig använt gården till annat än passage anger att det beror på att platsen är otydlig eller mörk, utöver bristen på grönska som många uttrycker saknas. Att innergården upplevs ha ett otrevligt mikroklimat och att sittplatser saknas anges också som orsaker till att platsen ej används.

Rörelsemönster

Entré A, huvudentrén, observerades vid platsbesöken användas oftast (se Figur 15). För att komma till denna entré går man upp för en bred, monumental trappa. Entré B (se Figur 37) är utformad för att möta tillgänglighetskrav och har därför en viktig funktion. Entré C är inte tillgänglighetsanpassad. I enkäten var spridningen relativt jämn för vilka dörrar som används för in- och utpassering, även om huvudentrén (A) används mest. Detta talar för att det finns ett behov av att kunna behålla goda rörelseförbindelser till samtliga tre ingångar till omgivande

byggnader. Utifrån platsbesöken verkar det som att det finns rörelse på campusområdet från tidig morgon till sen kväll. Vid samtliga platsbesök, även före innan kl. 07 och efter kl. 20, har det funnits flera som passerat innergården.

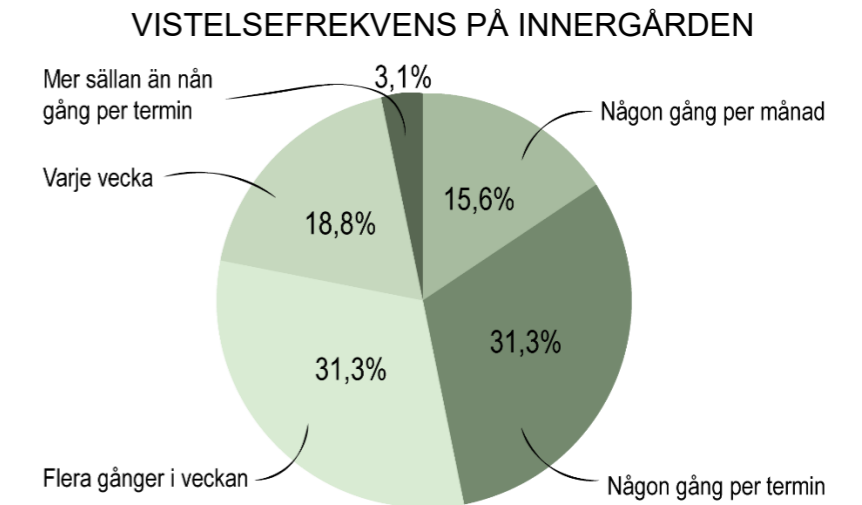
Uttittad och avlyssnad

Under platsbesöken upplevs skalan som stor då innergården är öppen och omgiven av höga byggnader (se Figur 39, se s.37). Även om det finns vissa rumsskapande element som i någon mån bryter ner skalan, såsom den upphöjda träterrassen och i spaljéer, upplevs innergården som en sammanhängande och storskalig yta vars rumslighet i hög grad definieras av omgivande byggnader.

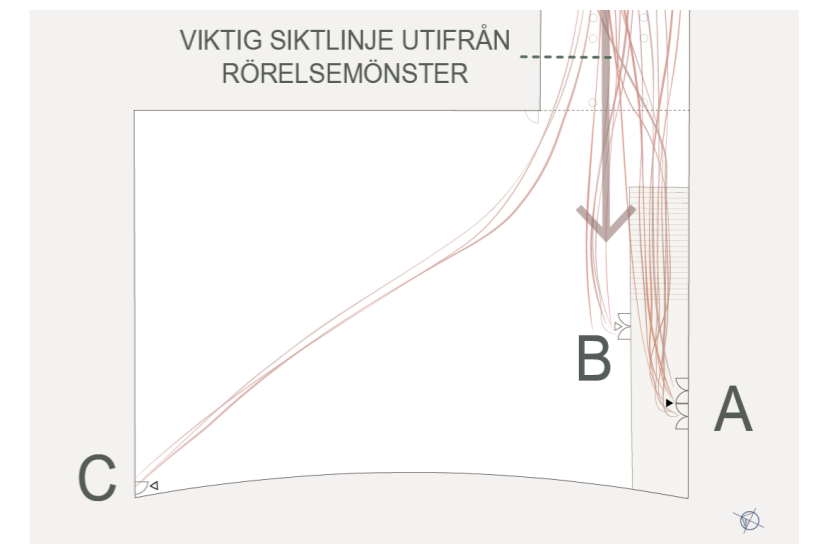
De mindre indelningarna som finns, exempelvis spaljéerna som omgärdar grillplatsen (se Figur 25), upplevs inte som tydligt utformade rum. Avståndet mellan de långa spaljéraderna är relativt trångt och deras linjära formspråk samspelar inte med omgivande strukturer, som Linsens böjda fasad. I viss mån kan det otydliga rumsskapande förstärkas av den årstiden, då klätterväxternas avsaknad av blad gör att spaljéerna saknar volym och visuell tyngd. Sammantaget bidrar detta dock till att spaljéerna upplevs som ett diffust mellanrum. De många belysningsstolparna på gårdens västra halva (se Figur 23) stärker upplevelsen av rumslig otydlighet då de uppträder som fristående, vertikala och hårda element utan tydlig koppling till rumslig struktur eller vistelsezoner.

Öppenheten, i kombination med att de omgivande byggnaderna har mycket fönsteryta, gör att man känner sig exponerad (Figur 38 & Figur 39). Flera respondenter understryker denna känsla av exponering och uttrycker exempelvis att det är ”Väldigt öppet, känns som att man blir väldigt synlig, finns inget där...” (se bilaga 7, fråga 10). Trädäckets nuvarande utformning och exponering mot resten av gården stärker känslan av att vara uttittad. Detta då trädäcket är upphöjt och vänder sig mot innergården så att personer som vistas på trädäcket tittar neråt på de som är på markytan, utan att något bryter sikten.

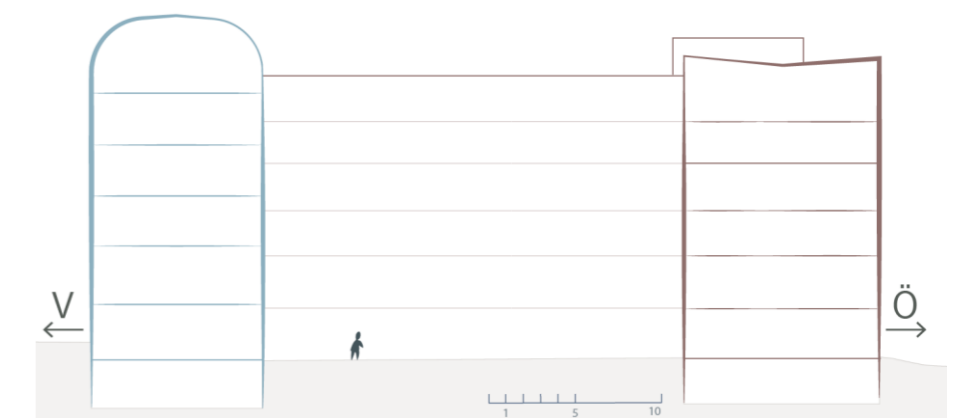
Samtidigt skapar den kala innergården en akustik som gör att ord ekar och volymen blir hög då orden studsar på väggarna. Detta gör att man hör vad som sägs bland sällskap som passerar. Enkäten visar att flera bedömer en tyst och lugn miljö som en viktig kvalitet i campuslandskapet och att man önskar att innergården vore tystare (se bilaga 7). Sammantaget pekar enkätresultaten och platsbesöken på behovet av rumslig trygghet, visuell och audiell avskärmning och en större möjlighet att välja graden av exponering.



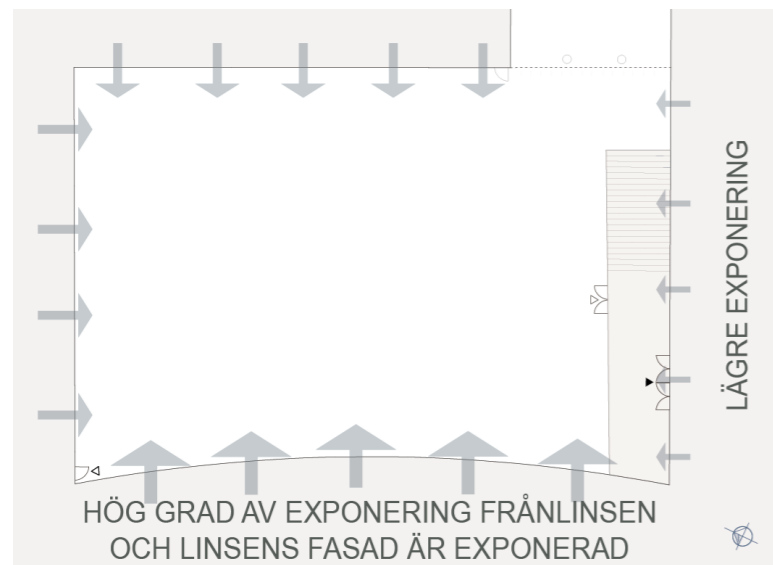
Figur 36. Vistelsefrekvensen på innergården för enkätrespondenterna (se bilaga 7, fråga 11).



Figur 37. Entréer och rörelsemönster på innergården, utifrån observationer under platsbesök och enkät svar (se bilaga 7). Utifrån ett väldigt frekvent rörelsemönster genom portiken utgör pilen en viktig siktlinje.



Figur 38. Skalan är stor på innergården.



Figur 39. Från Linsen är exponeringen störst, medan trappformationen minskar upplevd exponering.

Naturen saknas

Efterfrågan på mer grönska är stark (80 procent) och återkommer i både flervals- och fritextsvar (se bilaga 7). Grönska kopplas i svaren till trivsel och estetik, skugga och vinddämpning, minskad känsla av exponering samt mer ombonad miljö. Många efterfrågar fler och större träd samt planteringar med blommor. Bland respondenterna som endast passerar gården är bristen på grönska den största anledningen till att de ej uppehåller sig på innergården. Efterfrågan på vegetation visar att grönska är ett centralt behov. 37,5 procent av samtliga deltagare önskar även synligt vatten på innergården, vilket är ytterligare tecken på att inslag av naturen efterfrågas.

Mörka tidpunkter

Enkäten visar att innergården fungerar sämre under vintern och kvällar, exempelvis med frisvar som ” *Innergården tappar sitt syfte under vinterhalvåret, då det är kallt och halt där*” och ” *Bli(r) pisskallt o blåsigt ibland på kvällen främst*” (se bilaga 7, fråga 15). Trots att det finns belysning i dagsläget (Figur 40) upplevs innergården som relativt mörk under platsbesök och enkätensvaren är samstämmiga. Portiken upplevs under platsbesök som mörk, speciellt innan belysningen tänts men det hunnit bli mörk (Figur 16).

Önskade funktioner på innergården

Platser för fika och lunch prioriteras högt i enkäten (se bilaga 7). Även sittplatser återkommer i enkätensvaren frekvent gällande frågor om saknade funktioner och behov. 40 procent önskar generellt mer sittmöjligheter och 60 procent önskar mer sittmöjligheter med bord. Nästan hälften vill kunna sitta flera tillsammans och 15 procent att även kunna sitta avskilt. 75 procent anser att det är viktigt att sittmöjligheterna är bekväma.



Figur 40. Fotografi över innergården på eftermiddagen under vintern (2025-12-08 kl.15:15).

Innergården som studiemiljö

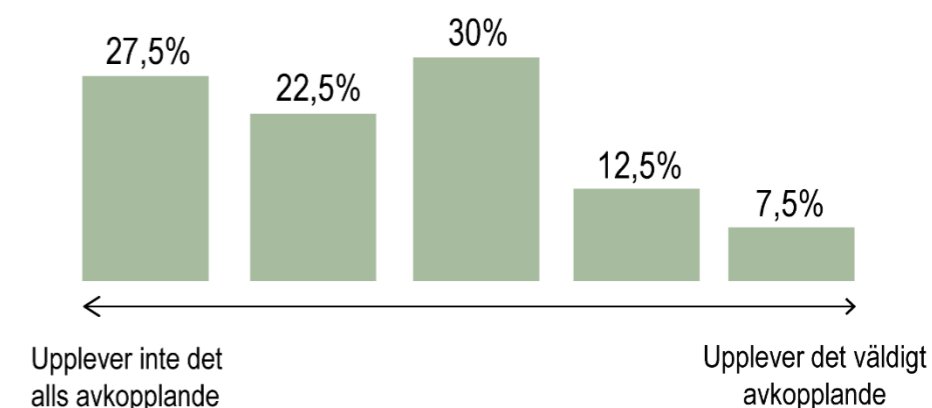
Innergården används i liten utsträckning för studier i nuläget enligt enkäten. I fritext angav respondenterna vad som är viktigt för att utemiljön ska fungera för studier eller arbete. Vindskydd och tillgång till skugga för att kunna se datorn nämndes ofta, exempelvis av en deltagare som uttryckte: ” *Solskydd så man kan se vad det står på datorskärmen. Skydd mot vind så att papper inte flyger i väg*” (se bilaga 7, fråga 26). Även behovet av tillräckligt många och bekväma sittplatser med bord. Grönska nämndes också som viktigt för en lugn studiemiljö.

Att betrakta innergården från insidan

Eftersom innergården omges av fönster finns stor potential att betrakta den som ett avkopplande motiv från insidan. Enkäten visar dock att gården inte upplevs särskilt avkopplande att betrakta i nuläget (se Figur 41). Från enkätundersökningen (se bilaga 7) framkommer det att de flesta generellt uppskattar att betrakta grönska (82,5 procent). Att kunna betrakta vädret (37,5 procent) och ha öppen sikt (35 procent) värderas även högt.

Utifrån observationer under platsbesöken verkar överlägset flest betrakta innergården från glasbyggnaden Linsen (Figur 39). Linsen är öppen för samtliga utan passerkort och cafét på första våningen är vänt mot innergården. På bottenplan och första våningen finns sittplatser med vy mot innergården längs hela sidan och resterande våningar består av korridorer där studenter uppehåller sig i väntan på att bli insläppta i undervisningslokalerna samt vid kortare raster. Resterande byggnader har även många fönster, men kräver passerkort i flera fall och verkar bestå till stor del av mindre arbetsrum. Sammantaget dominerar andelen utblickar på innergården från Linsen mot innergården med stor potential att låta många ögon vila.

UPPLEVD AVKOPPLING VID BETRÄKTNING AV INNERGÅRDEN FRÅN INSIDAN?



Figur 41. Diagrammet visar enkätrespondenternas upplevelse av att betrakta innergården från insidan av omgivande byggnader på en skala 1–5 (bilaga 7, fråga 23).

Sammanfattning

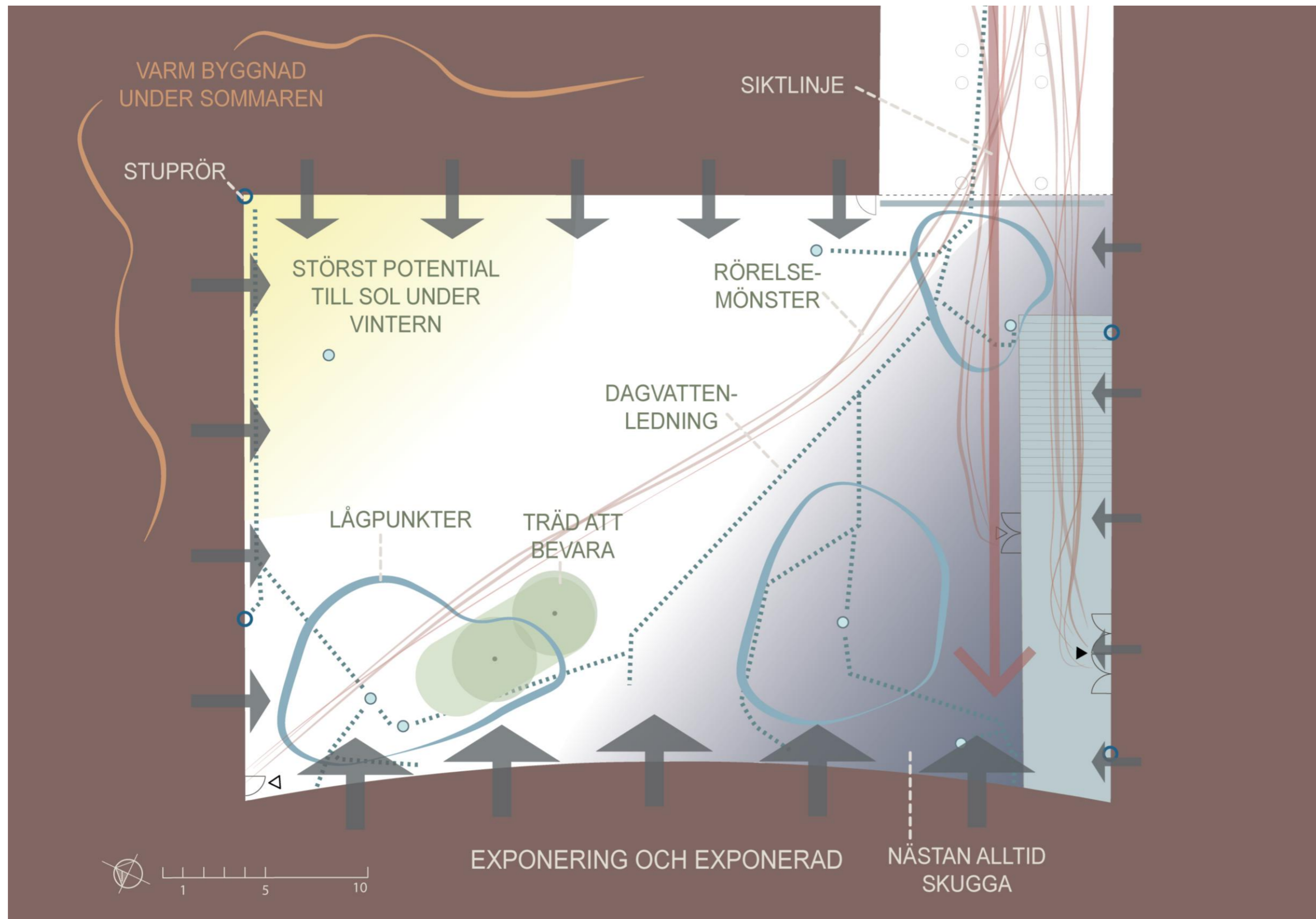
Enkätensvaren stärker uppfattningen om platsens nuvarande funktion som genomgångsyta och för tillfälliga evenemang, speciellt under det kallare halvåret (se bilaga 7). Detta trots att platsens närhet till studielokalerna som ger hög potential för både kortare och längre vistelser. För en campusmiljö, där det är särskilt fördelaktigt att stödja återhämtning, vardagsanvändning och informella möten, finns därmed stor förbättringspotential.

Enkäten pekar på behovet av en gestaltning som kan tillgodose flera typer av användning parallellt och att både ge rum för avskild och gemensam vistelse. Sammantaget visar analyserna att flera faktorer samverkar till att innergården i nuläget har låg attraktionskraft för att vistas längre på. Tre faktorer framstår dock som särskilt avgörande för att innergården i nuläget inte används som vistelsemiljö: brist på grönska, ett ogynnsamt mikroklimat samt en hög grad av upplevd exponering. Dessa faktorer bör därför prioriteras i gestaltungsförslaget, medan aspekter som möblering och kompletterande funktioner är väsentliga förstärkande åtgärder.

Att användarnas upplevda behov på innergården främst är kopplat till ovanstående gör att tekniska lösningar för dagvatten och skyfall fördelaktigt skulle kunna kombineras eller fungera parallellt med åtgärder som förbättrar vistelsekvalitén.

5.2.4. Sammanfattande analyskiss

Utifrån ovanstående avsnitts platsanalys redovisas några av de viktigaste rumsliga och klimatrelaterade förutsättningarna på platsen i en sammanfattande analys (se Figur 42).



Figur 42. Sammanfattande analys som visar några av de viktigaste förutsättningarna på platsen.

5.3. Gestaltungsprogram

Resultatet från platsanalysen ligger till grund för gestaltungsprogrammet, den samlade målsättningen för omgestaltningen av kvarteret Edits nordöstra innergård. Gestaltungsprogrammet fungerar som en brygga mellan platsanalysens resultat och gestaltungsförslaget. Det övergripande målet är att skapa en innergård som är mer resilient mot klimatförändringarna och är en funktionell och attraktiv vistelsemiljö för studenter, där åtgärder mot översvåmnings- och värmerisker integreras i gestaltningen.

5.3.1. Funktionell målsättning (användarperspektiv)

- Innergården ska utgöra en **attraktiv vistelsemiljö** och erbjuda plats för återhämtning, social samvaro och studier.
- Det ska finnas **varierade sittmöjligheter** för olika konstellationer. Då innergården ska fungera för studieaktiviteter, ställs högre krav på möblering och solskydd. Minst en sittyta ska kunna fungera i undervisningssammanhang för större grupper.
- Platsen ska både kunna användas **ensam eller i grupp** och erbjuda ytor med olika grader av avskildhet samt öppenhet.
- Gestaltningen ska möjliggöra **vistelse** under **flera årstider** och erbjuda någon form av rekreativt värde året om. Under vår och höst ska solbelysta och vindskyddade platser prioriteras, medan sommaren ska erbjuda tillgång till skuggiga platser.
- **Entréer och rörelsestråk** ska fortsatt vara tydliga och framkomliga, utan att vistelsezonerna upplevs som genomgångszoner. Entréerna i syd ska prioriteras.
- Innergården ska bidra med **återhämtning vid utblick** från insidan och utblickar från omgivande byggnader, framför allt från glasbyggnaden Linsen i väst, ska upplevas som rogivande och harmoniska. Samtidigt ska gestaltningen minska känslan av att de som vistas på gården känner sig iakttagna.

5.3.2. Teknisk och klimatrelaterad målsättning

De tekniska och klimatrelaterade målen är uppdelade i tre kategorier: Dagvatten och skyfall, Värmereglering och mikroklimat samt Hållbarhet.

Dagvatten och skyfall

- Övergripande målsättning är att **multifunktionella** och **low-regret** åtgärder ska prioriteras. Målet är ett robust system som fungerar för flera klimatscenarier.
- Innergården ska kunna omhänderta vardagsregn motsvarande **15mm** nederbörd, vilket innebär 27 m³, utan att belasta ledningssystemet.
- Vid skyfall ska innergården dimensioneras för den kritiska varaktighet som ger störst erforderlig fördröjningsvolym för ett **100-årsregn enligt RCP8.5**. Som minst måste innergården kunna fördröja 30 m³ utifrån nuvarande avtappningskapacitet. Dimensioneringen ska möjliggöra reducerad avtappningskapacitet om möjligt, exempelvis genom strypt utlopp, samt kunna hantera nederbördsvolymen även vid begränsad funktion i ledningssystemet. Denna volym ska vara tömd inom 24 timmar.
- Utformningen ska möjliggöra insamling och **återanvändning av regnvatten** till bevattning, i den mån det är tekniskt rimligt.

Värmereglering och mikroklimat

- Utformningen ska bidra till **minskad solinstrålning** på omgivande byggnaders **fasader** för att minska värmelaster inomhus under sommaren.
- Gestaltningen ska **förbättra mikroklimatet** för vistelse på innergården året runt och integrera vinddämpande åtgärder för minskad turbulens.
- Minst en plats på innergården ska utformas till ett **varmare** mikroklimat under **vår och höst** och ta vara på solinstrålningen, medan minst en yta ska erbjuda skugga och ett **svalare** mikroklimat under **sommaren**.

Hållbarhet

- Gestaltning, materialval och konstruktioner utformas i linje med **DNSH-principen** enligt EU-taxonomin (se avsnitt 3.1). Detta innebär att utformningen varken direkt eller indirekt får medföra signifikant negativ påverkan på andra hållbarhetsaspekter, som orsakar ökade växthusgasutsläpp, föroreningar eller försämrad vattenstatus. Utformningen av dagvatten- och skyfallshanteringen samt värmereglering ska inte heller skapa betydande nya risker för omgivande byggnader, ytor eller användare
- Utformningar med lägre anläggningsinsats och **mindre ingrepp**, hållbara material och återbruk ska prioriteras. Växtvalen ska vara platsanpassade och minimera behovet av bevattning och gödsling efter etablering. Drift och underhåll ska beaktas vid utformning.
- De två redan etablerade **träden** på innergården ska **bevaras**.

5.3.3. Rumsliga principer

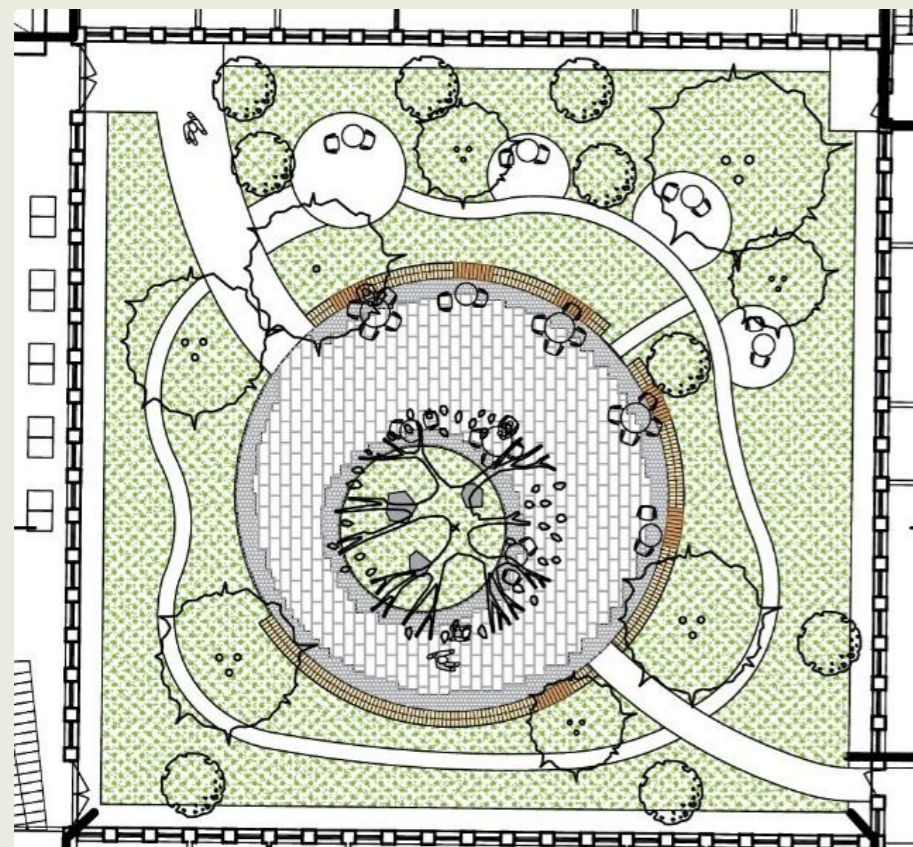
- Gestaltningen ska sträva efter att omvandla innergården till en mer **intim och lummig** plats där grönskan är påtaglig. Utformningen och formspråket ska mjuka upp och kontrastera mot byggnadernas hårda uttryck, bryta ner skalan samt minska känslan av exponering.
- Flerskiktad växtlighet ska användas för att skapa **rumsligheter i olika skalor**.
- Innergården ska utformas för att erbjuda dekorativa inslag **året runt** och lyfta fram årstiderna.
- Belysning ska utformas för att förstärka innergårdens rumsligheter och öka **trygghetskänslan** utan att bidra till överbelysning och riskera att skada ekologiska system.
- **Vatten ska synliggöras** och användas som en del av gestaltningen för att bidra till platsens identitet samt visuella och auditiva upplevelsevärden.

5.4. Referensexempel

För att bredda förståelsen för hur innergårdar, klimatanpassning och/eller campusmiljöer kan utformas har ett urval av projekt använts som inspiration till gestaltungsförslaget. Exempelen visar olika typer av åtgärder och gestaltungsstrategier. Målet med kapitlet är att ge stöd och inspiration till fallstudiens gestaltungsförslag. Därmed beskrivs projekten övergripande och fokus läggs på enstaka aspekter per projekt. Flera av referensobjekten kan innehålla liknande lösningar eller tillvägagångssätt som inte har redogjorts för i respektive referensavsnitt. Detta eftersom kapitlets syfte är att inspirera gestaltungsförslaget.

5.4.1. Innergård för studenter – hantering av dagvatten och skyfall i en campusmiljö i Umeå

Innergården (Figur 43) på campus i Umeå är nyproducerad innergård och färdigställdes 2025 (UmDC 2025). Innergården är 24 x 24 m och omges av en tvåvåningsbyggnad som rymmer universitetsbiblioteket och kontor. Gården är utformad för att både fungera som en fridfull vistelsemiljö och som ett motiv att betrakta från omgivande fönster. Gestaltningen är formstark och präglas av grönska, i linje med konceptet *Grönskan i centrum* (Akademiska Hus 2024a).



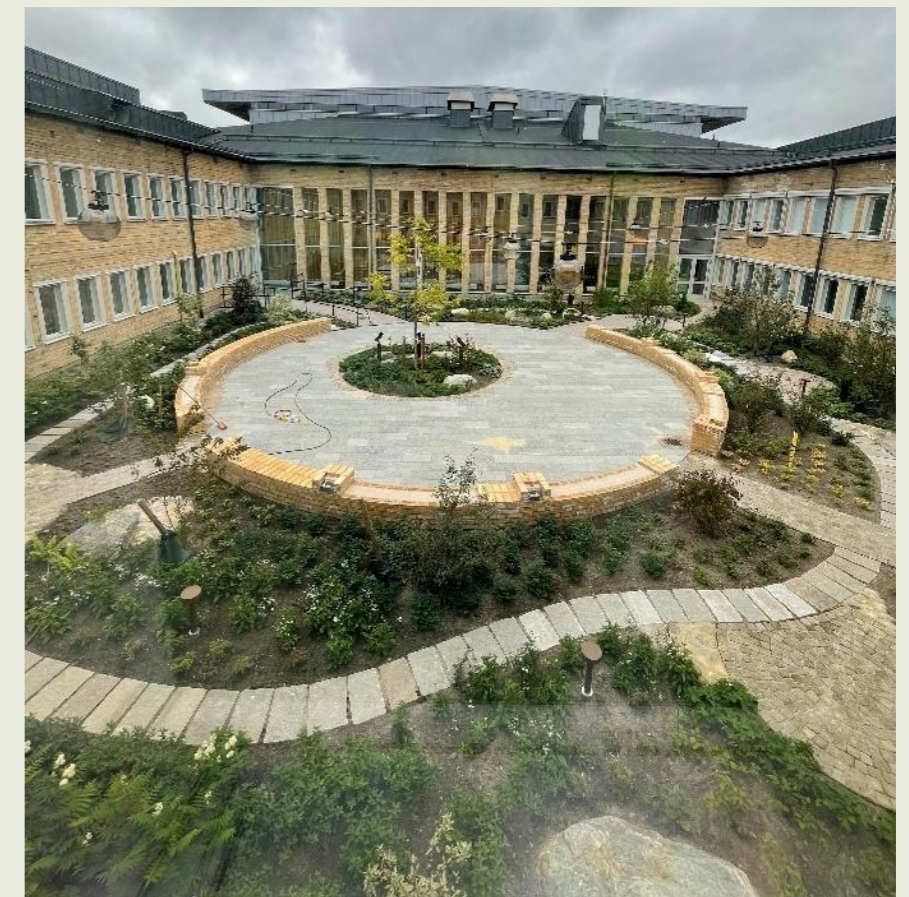
Figur 43. Illustrationsplan över innergården inom Umeå Campus (Akademiska Hus 2024a). © Akademiska Hus, använd med tillstånd (2024).

Genom planteringar närmast fasaderna skapas en känsla av avskildhet mellan innergårdens umgängesytor och arbetsplatserna innanför fönstren (se Figur 44). Trots sin begränsade yta rymmer innergården flera olika typer av sittplatser (se Figur 43). Det finns både en större samlingsplats i centrum och mindre sittgrupper vid de smalare gångarna genom planteringarna. Centralt på innergården, på dess utformade lågpunkt, växer manchurisk valnöt (*Juglans mandshurica*) som karaktärgivande träd (Akademiska Hus 2024a). En stor andel av markbeläggningen är återbrukad, exempelvis smågatsten, plattor och stenblock (Akademiska Hus 2024a; UmDC 2025).

Innergården är anlagd på mark utan bjälklag (UmDC 2025). Samtidigt finns en skyddsvärd källare ett par meter under marknivån, vilket haft stor påverkan på utformningen. Inledningsvis fanns idéer om att omhänderta dagvattnet lokalt från omgivande stuprör, men för att inte riskera fuktskador i källaren påkopplades stuprören till ledningssystemet. Kapaciteten för skyfallshantering beskrivs även som begränsad då avledningen av dagvattnet är beroende av en utgående ledning med begränsad kapacitet (UmDC 2025). Samtidigt bidrar åtgärder som en central nedsänkning med bräddbrunn, ett underjordiskt dagvattenmagasin, en dränerande trädgröp och planteringsytor med makadam samt permeabla material till både dagvatten- och skyfallshantering (Akademiska Hus 2024a; UmDC 2025). Möjligheten att kombinera dagvatten- och skyfallsåtgärder med ytor för vistelse och studier bedöms generellt som positiv (UmDC 2025). Under intervjun betonades dock vikten av att inte göra systemet alltför beroende av en enskild lösning. UmDC (2025) lyfter att det finns risker om alla dekorativa och rumsliga värden är direkt kopplade till en teknisk funktion, exempelvis en regnbädd måste bytas ut efter försämrade infiltration.

Detta tar jag framför allt med mig:

- Att det är möjligt att skapa flera typer av sittplatser även på en begränsad yta genom struktur och hierarki
- Vikten av att ha en mångfald av åtgärder för både hantering av dagvatten- och skyfallslösningar samt gestaltning och funktion
- Vikten av ett tydligt, samlingskoncept vid gestaltning av en innergård
- Vikten av tydlig hierarki för gångstråk beroende på behov och önskad rörelse
- Värdet av att undersöka möjligheten till återbruk av markbeläggning
- Att det kan vara fördelaktigt att på mindre ytor separera tekniska och rumsliga funktioner för att få plats med allt, exempelvis genom ett underjordiskt magasin.
- Höjdsättning och marginaler till entréhöjder är väsentliga för långsiktigt hållbara lösningar



Figur 44. Foton på innergården vid på Umeå campus, tagna efter etablering av växterna. © Akademiska Hus, använd med tillstånd (2025).

5.4.2. Ohboy – grön volym på innergård i Malmö

Innergården till flerbostadshuset och lägenhetshotellet Ohboy i Malmö färdigställdes omkring 2017 och är en del av ett bostadsprojekt i Västra Hamnen (MD 2025). Innergården är ca 20 x 35 m (se Figur 45). Innergården är inte helt sluten utan har smalare passager. Den omges av byggnader upp till sex våningar och kvarteret har en hög exploateringsgrad.

Innergården är anlagd direkt på utfyllnadsmark med en hög andel sand, vilket ger god dräneringsförmåga men medför samtidigt en torr och krävande ståndort (MD 2025). MD beskriver platsens förutsättningar som en varm, blåsig och periodvis väldigt skuggig plats.

Gestaltningen präglas av en tydlig ambition om att skapa stor grön volym på begränsad yta. Strategin vid etablering av träden var att satsa på ett antal stora trädexemplar och kombinera det med några mindre (MD 2025). På detta sätt nåddes en grön volym tidigt och samtidigt möjliggörs en successiv utveckling över tid genom träd i olika stadier.

Träden är planterade relativt nära fasaden, vilket ger plats för många träd i relation till gårdens storlek (se Figur 46 & Figur 47). Den vertikala grönskan förstärks ytterligare genom användning av klättrväxter. Innergården domineras av lövfällande träd, vilket möjliggör ett högre solinsläpp under vinterhalvåret, samtidigt som inslag av vintergröna träd bidrar till ett relativt grönt intryck året runt (Figur 48). Källare i byggnaden ställer krav på dränering, vilket gör att taken avvattnas till stuprör som leds ner i marken och kopplas till perforerade rör på säkert avstånd från byggnaden, vilket möjliggör infiltration och självbevattning av växtbäddarna (MD 2025).



Figur 45. Ortofoto av innergården Ohboy i Malmö (vita linjen). Skala 1:1000 (A3). ©Lantmäteriet (2026). Redigerad av Siri Sandberg.

Dagvattenhanteringen bygger främst på markens naturliga infiltrationskapacitet, på att det finns få hårdgjorda ytor, på gröna tak och på att regnvatten i viss mån leds till växtbäddarna.

En aspekt som lyfts av MD (2025) är betydelsen av förvaltning och ledet mellan projektör och förvaltaren. Att samma aktör ansvarar för drift har gett ett större toleransutrymme för förändring över tid, exempelvis för växtval som inte fungerat optimalt från början.

Detta tar jag framför allt med mig:

- Potentialen i att skapa stark rumslighet genom sammanhängande grön volym
- Det omslutande intrycket av att plantera träd relativt nära fasad i täta innergårdar för att möjliggöra fler träd och en mer vertikal grön struktur
- Värdet av att kombinera ett mindre antal större trädexemplar med yngre träd för att uppnå både omedelbar rumslig effekt och långsiktig utveckling
- Vikten av tätt samarbete mellan både projektör, byggaktör och förvaltning för en långsiktigt hållbar gestaltning

Figur 46. Foto visar på träd nära fasad på innergården för Ohboy i Malmö. © Gustav Nässlander, använd med tillstånd (2020).



Figur 47. Vy av att innergården på Ohboy © Gustav Nässlander, använd med tillstånd (2020).



Figur 48. Foto av innergården på Ohboy som har grönska även under vintern. Bilden är tagen i liknande vinkel som bilden ovan. © Siri Sandberg (2025).

5.4.3. Campus Ultuna – innergårdar i olika storlekar

Referensplatsen Campus Ultuna delas upp i två delar (se Figur 49), innergårdar inom Veterinärmedicinskt och husdjursvetenskapligt centrum (VHC) samt innergården vid BioCentrum. Innergårdar anlades för ca 15 år sedan, där ambitionen var att skapa sammanhängande gröna miljöer (UvDC 2025; UbDC 2026). När innergårdar planerades fanns inget fokus på skyfallshantering från beställarens sida (ibid.). Alla benämnda innergårdar är omslutna av byggnader och anlagda direkt på marken. Jordmånen är genomsläpplig då området ligger på Uppsalaåsen, vilket har varit fördelaktigt för dagvattenhanteringen.



Figur 49. Ortofotograf av referensobjekten inom Campus Ultuna. Den vita rutan till vänster visar innergårdarna inom VHC, medan den högra rutan visar innergården inom BMC. Skala 1:5000 (A3). © Lantmäteriet (2025). Redigerad av Siri Sandberg.

Innergårdar inom Veterinärmedicinskt och husdjursvetenskapligt centrum (VHC) – små innergårdar med stora intryck

Innergårdarna inom VHC har olika rumsliga förutsättningar, men gemensamt är att de flesta är små. Vissa av innergårdarna är så små som 8×8 m. Alla innergårdarna är fysiskt omslutna av byggnader och byggnadshöjden varierar mellan en och fyra våningar med hög våningshöjd. De små innergårdarna är primärt avsedda för utblick och ljusinsläpp från och till omgivande arbetsrum och studiemiljöer i den storskaliga byggnaden (UvDC 2025).

Gestaltningen av de små innergårdarna präglas av ett skulpturalt tillvägagångssätt, där växtmaterialet används på ett tredimensionellt sätt för att skapa individuella karaktärer och rumsligheter trots begränsad yta. Ett exempel på detta är innergårdar med stadiga volymer av liguster i formade metallarmeringar, tillsammans med murgröna (*Hedera helix*) och vintergröna (*Vinca minor*) (se Figur 50). Växtmaterialet har fungerat väl över tid, trots begränsade ljusförhållanden (UvDC 2025).

På några av de mest skuggiga innergårdarna används vildvin (*Parthenocissus sp.*) upphängt i vajrar mellan fasaderna (se Figur 51). Vildvinet bildar ett draperi genom rummet och skapar en stark visuell identitet, särskilt under växtsäsongen. På vajrarna finns även belysning, vilket stärker upplevelsen vintertid. Utformningen visar hur enkla element kan ge kvaliteter på små ytor med svåra förutsättningar. På en av innergårdarna har dock klättrväxterna i vajrar av någon anledning tagits ner, vilket belyser risken med att ha ett bärande element. En tydlig skötselplan som förmedlar intentionen med gestaltningsidén bedöms vara avgörande för att gestaltningen ska fungera över tid (UvDC 2025).

Det är även en större innergård på VHC, omkring 35×60 m med tydliga vistelsefunktioner kopplade till campusmiljön (se Figur 52). Denna gård har bättre ljusförhållanden och är uppdelad i flera rum. Gestaltningen möjliggör umgängesyta för både större och mindre grupper (UvDC 2025). Kurvade bänkar, häckar och planteringar skapar olika stora, halvslutna cirkular. Efter anläggningen har vissa förändringar gjorts, exempelvis tillägg av spaljéer, troligen uppsatta för sol- och/eller vindskydd. Enligt UvDC (2025) går dessa tillägg delvis emot den ursprungliga gestaltningen, men de vittnar samtidigt om ett behov av skugga och vindskydd i campusmiljöer där gårdarna används mer aktivt.

Dagvattenhanteringen på innergårdarna inom VHC bygger främst på höjdsättning och ytlig avledning. Marknivån lutar svagt från fasader och till rännदार. Lösningen verkar ha fungerat väl hittills (ibid.).

Detta tar jag framför allt med mig:

- Även små och mörka innergårdar kan ges stark rumslig och visuell kvalitet genom ett skulpturalt gestaltningsgrepp
- Tredimensionell vegetation kan vara relativt enkel och vara starka rumsskapande element
- En utformning intressant att betrakta från insidan kan vara ett lika viktigt mål som aktiv vistelse på innergårdar
- Vikten av sol- och vindskydd på campusinnergårdar



Figur 50. Innergård på Ultuna VHC med djurinspirerade ligusterhäckar som skapar tredimensionella gröna volymer och rumslig avskärmning.



Figur 51. Foto av en liten och skuggig innergård inom Ultuna VHC. Vildvin upphängt i vajrar bildar en tredimensionell grön gardin och trots väldigt begränsad markyta och ljusinsläpp skapas en stark rumslig och visuell identitet genom gestaltningen av den vertikala vegetationen.



Figur 52. Den större innergården inom VHC utformad för vistelse i olika gruppinstallationer. I bildens mitt syns en spaljé som installerats i efterhand.

Sluten innergård vid BioCentrum – frodig även vintertid

Den östra innergården på BioCentrum är en campusinnergård i ungefär samma storlek (ca 43 x 23 m) som kv. Edits östra innergård (ca 42 x 28 m). BioCentrums innergård är ett relevant exempel på hur man kan kombinera en sluten innergård av denna storlek, omgiven av relativt höga byggnader, med en stark upplevelse av grönska och yttlig dagvattenhantering för vardagsregn. Den södra delen av innergården är skuggig medan den norra delen nås av en högre andel solljus. Trots detta upplevs BioCentrums innergård som grön och lummig, även vintertid, vilket är tydligt vid platsbesök under slutet av december (se Figur 53). Innergården är utformad för studenter (UbDC 2026). På innergården finns fasta bänkar i olika konstellationer, men alla med stöd av växtlighet i ryggen (se Figur 54). UbDC (2026) lyfter i samtal potentialen med flyttbara möbler och slutna gårdar, då det ger stort utrymme för olika konstellationer.

En central kvalitet i gestaltningen är den flerskiktade vegetationen, där träd, buskar och marktäckare tillsammans skapar olika rumsligheter och bryter ner skalan. Inslaget av vintergrön grönska, exempelvis i form av lagerhägg (*Prunus laurocerasus*), murgröna (*Hedera helix*) och skugggröna (*Pachysandra terminalis*), bidrar till att innergården har en starkt rumslig och estetiskt tilltalande karaktär även vintertid. Vegetationen skapar tillsammans med topografin stommen i gestaltningen och en stark känsla av att röra sig i grönska (UbDC 2026). Utformningen och den påtagliga grönskan skapar även ett intressant motiv vid betraktning från de omgivande byggnaders fönster.

Innergården rymmer förhållandevis många träd i förhållande till sin yta (se Figur 55). Innergården rymmer ca 11 träd med arter som robinia (*Robinia pseudoacacia*), katsura (*Cercidiphyllum japonicum*) och magnolia (*Magnolia sp.*). Träden bedöms vid platsbesöket ha utvecklats till höga, relativt smala kronor som strävar uppåt mot ljuset. UbDC (2026) beskriver detta som typiskt för träd i skuggiga eller täta miljöer och menar att detta möjliggör kortare planteringsavstånd till fasad och därmed även plats för fler träd. Samtidigt betonas vikten av att ha en medvetenhet och uppfattning av hur träden kommer att utvecklas, för att inte riskera att de växer närmare än vad som är accepterat av fastighetsägare och därmed beskärs hårt, vilket riskerar att skada trädens vitalitet och den rumsliga kvaliteten.

Den uppbyggda topografin, i form av mjuka kullar som uppskattats till högst ca 1,4 m ovanför marknivån, bryter siktlinjer och får besökaren att sänka tempot och förstärker upplevelsen av grönska. Detta bidrar till att innergården upplevs större än om ytan var helt plan

Dagvattenhanteringen är yttlig och lågmäld, men tydligt integrerad i gestaltningen med detaljer som synliggör vattnet (se Figur 56). Regnvatten från stuprör leds yttligt till rännor och växtbäddar, vilket möjliggör fungerande självbevattning utan tekniskt bevattningssystem

(UbDC 2026). Lösningen är främst anpassad för vardagsregn och har fungerat väl över tid, men innergården är inte dimensionerad för att hantera skyfall.

Detta tar jag framför allt med mig:

- Vintergröna växter, framför allt i ögonhöjd/i närhet av betraktaren/betraktarens rörelsezon, har stor påverkan på upplevelsen av grönska utanför växtsäsong
- Flerskiktad vegetation i kombination med markmodellering förstärker känslan av att vara omsluten av grönska och bidrar till stark rumslighet
- Många träd på liten yta är möjligt, även på innergårdar med skuggade partier, om man eftersöker/accepterar en mer vertikal utveckling
- Välplanerad dagvattenhantering kan genom självbevattning ersätta behovet av teknisk bevattning av vegetationen



Figur 53. Innergården inom BioCentrum upplevs grön och frodig vintertid. Ett böljande stråk omges av uppbyggd topografi och skapar en känsla av avskilhet.



Figur 54. På innergården inom Ultuna campus BioCentrum finns fasta bänkar med stöd i ryggen.



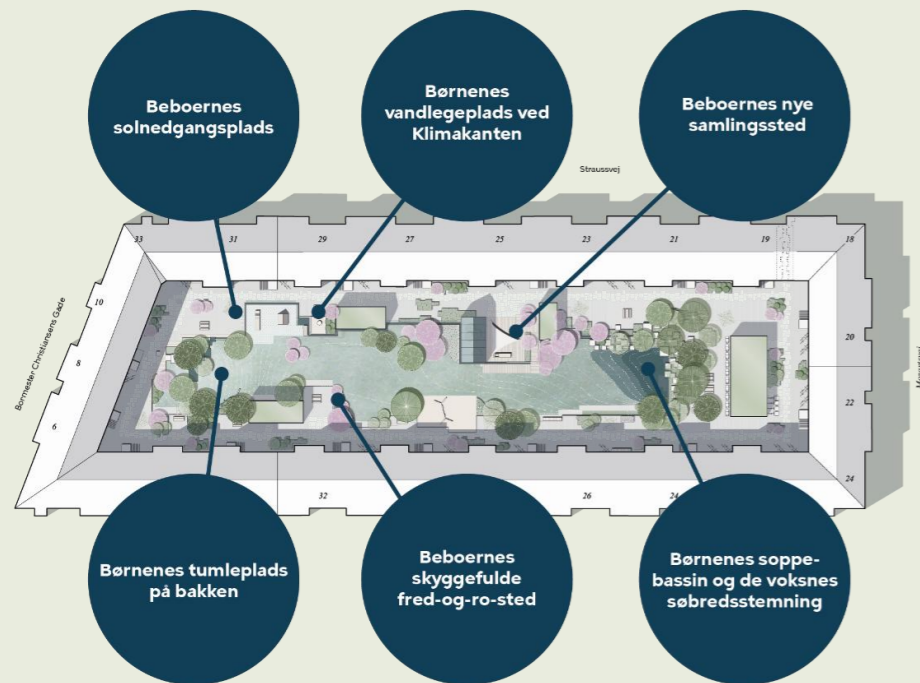
Figur 55. På Ultuna BioCentrums innergård står många träd, samtliga lövfällande.



Figur 56. Detalj på vattenränna i gångvägen inom BioCentrum, som blir extra framträdande när regn faller och bildar en vattenspegel emellan stenarna.

5.4.4. Straussvej – innergård med synlig dagvatten- och skyfallshantering i Köpenhamn

”Framtidens innergård” i Straussvej i Köpenhamn visar hur slutna bostadsgårdar kan utformas för att hantera både vardagsregn och skyfall, samtidigt som det tillför rekreativa och sociala värden (Klima-, Miljö- och Teknikforvaltningen u.å.). Projektet är en del av Klimatkvarteren, vilket har varit en satsning inom staden för att skapa en mer motståndskraftig stadsdel mot klimatförändringarna i Köpenhamn. Innergården är slutna, anlagd på direkt mark, ca 30 x 110 m (Figur 57) och färdigställdes 2021 (KD 2026).



Figur 57. Illustrationsplan över projektet "Framtidens innergård" i Straussvej. Planen pekar bland annat ut var de boende kan avnjuta solnedgången, en vattenlekplats, en inglasad samlingslokal och en lugn plats med skugga samt en plaskdamm. © City of Copenhagen & arkitektbyrå BOGL, använd med tillstånd.

Gestaltningen tar avstamp i vattnets väg genom gården och den synliga hanteringen av vattnet upplevs vid platsbesöket utgöra innergårdens ryggrad. Regnvatten från tak och andra hårdgjorda ytor leds in på gården och fördröjs stegvis (Teknologisk Institut 2021). Regnbäddar fördröjer och renar dagvattnet som första steg. Därefter bromsas flödet upp av en sekvens med mindre regntunnor som går in i varandra (se Figur 58), även benämnd som vattentrappa, innan vattnet leds vidare i en öppen ränna genom gården för att slutligen samlas i en större nedsänkning på innergården (se Figur 59). Vattnet från den nedsänkta dammen cirkulerar dagtid till sekvensens start, vilket bidrar till cirkulation och förbättrad rening av vattnet (Teknologisk Institut 2021). Den större fördröjningsvolymen i dammen kompletteras även av mindre nedsänkningar i markytan (Figur 60).

Dammen har en permanent vattenyta och stor marginal för vattennivån att stiga vid skyfall, vilket möjliggör ytlig magasinering av stora volymer. Innergården har utformats med kapacitet att kunna hantera ett 100-årsregn inom gården, vilket avlastar stadens ledningssystem (Klima-, Miljö- och Teknikforvaltningen u.å.). Enligt KD (2026) har gården fungerat väl vid samtliga skyfall sedan anläggningen färdigställdes.

I ena hörnet av dammen är sitt- och lekytor integrerade i innergårdens utformning (se Figur 59). Dessa rymmer en stor mängd personer men är välintegrerade i gestaltningen, vilket gör att platsen inte upplevs som tom när den inte används.

Inför projektet uttrycktes oro kring säkerhet kopplad till den öppna vattenytan, särskilt gällande barn. Enligt uppföljande erfarenheter från projektet har dock inte rapporterats några problem sedan gården togs i bruk (KD 2026). Samtidigt framhålls att systemet kräver en tydlig organisation för drift och underhåll. Erfarenheter från projektet visar att involvering av slutanvändarna samt de som ska ansvara för drift och underhåll i ett tidigt skede, en tydlig ansvarsfördelning och löpande uppföljning är viktiga för att utformningen ska fungera långsiktigt (ibid.).

Referensplatsen illustrerar hur en stor skyfallsvolym kan hanteras ytligt på en slutna innergård och potentialen i att låta dagvattenhanteringen vara en bärande del av gestaltningen och platsens identitet, snarare än en dold teknisk funktion. Vattnets permanenta närvaro ger platsen en stark identitet och vattentrapporna skapar upplevelsen av liv på gården genom porlande ljud samtidigt som de tydliggör vattnets väg genom platsen.

Detta tar jag framför allt med mig:

- Den gestaltande och pedagogiska potentialen i sekventiell, ytlig fördröjning.
- Vattnets potential som identitetsskapande element.
- Att man med en kombination av ytliga åtgärder kan skapa en hög fördröjningskapacitet som samtidigt integreras i gestaltningen och användningen av platsen.
- Vikten av en tydlig organisation för drift och underhåll.



Figur 58. Vatten fördröjs genom kärll av cortenstål, innan det fortsätter vidare till en ränna inom "Framtidens innergård" i Straussvej.



Figur 59. Inom "Framtidens innergård" i Straussvej finns en fluktuerande damm med stor kapacitet för skyfall på innergården. Sitt- och lekytor i betong är placerade runt dammen. © Jenny Hulthén, använd med tillstånd (2023).



Figur 60. Fotografi inom "Framtidens innergård" i Straussvej på mindre nedsänkningar vilket fördröjer och synliggör dagvatten. © Siri Sandberg (2023).

5.5. Gestaltungsförslaget

Gestaltungsförslaget som presenteras i kapitlet bygger på slutsatser från verktygslådan, platsanalysen och det gestaltungsprogram som tagits fram samt inspiration från referensobjekt. Förslaget visar hur verktygslådan kan tillämpas på en sluten innergård på Chalmers campus Johanneberg för att minska risken för pluviala översvämningar och värmerelaterade risker. Åtgärderna integreras i gestaltningen och bidrar samtidigt till värden i form av ökade användar- och vistelsekvaliteter.

5.5.1. Gestaltningkoncept – Urban djungel

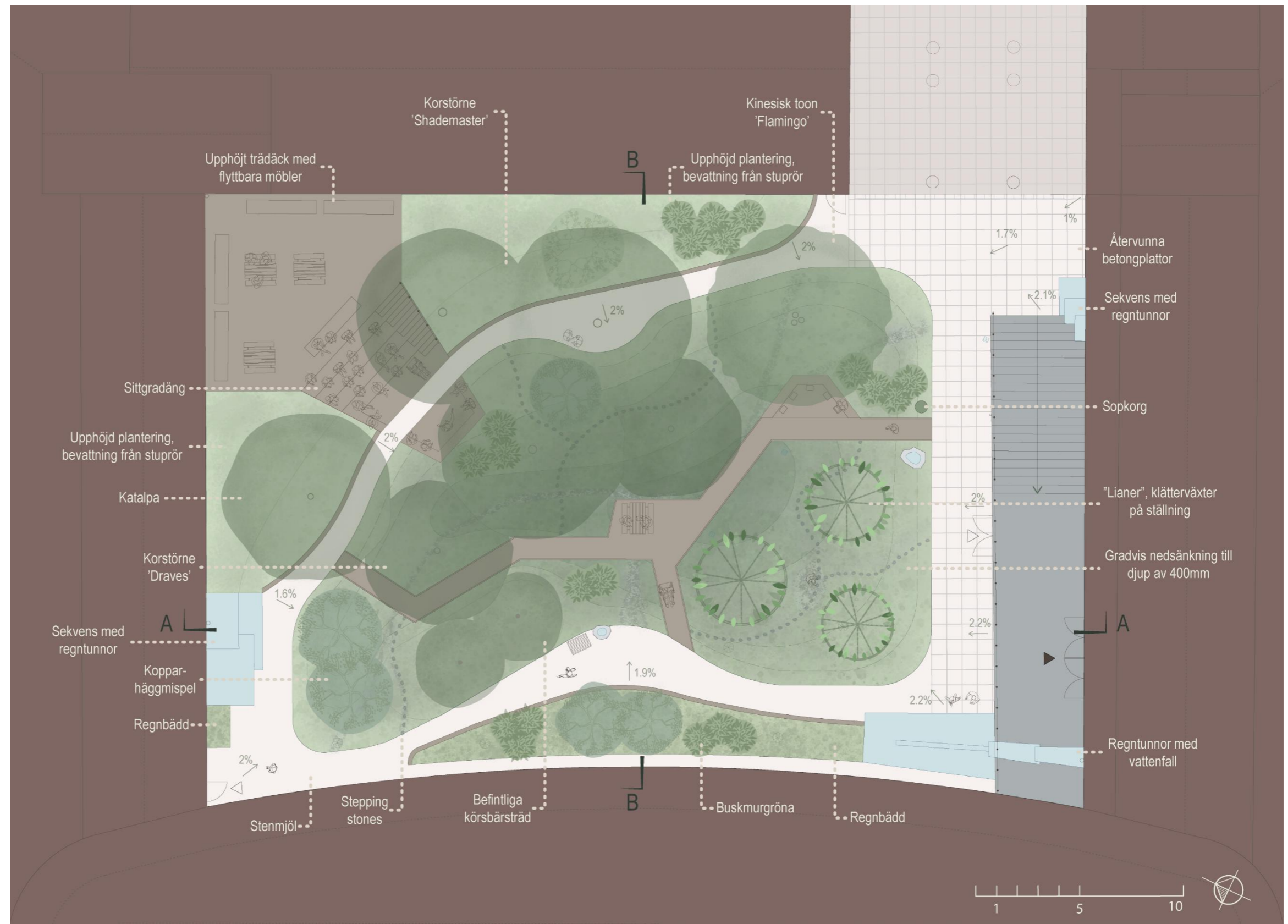
Konceptet för innergården har varit att skapa en urban djungelmiljö, där den hårda urbana bebyggelsen möter en mjukare och lummig djungel. Upplevelsemässigt har målet varit att skapa en känsla av att kliva in i och omslutas av ett grönt rum i den urbana miljön.

Innergården ska erbjuda en grön rekreativ miljö för studier, pauser och vistelse i kontrast till de omgivande hårdgjorda ytorna. Gestaltningen syftar till att skapa en rik och varierad upplevelse både vid betraktning och vid vistelse i den djungelliknande miljön.

Konceptet *Urban djungel* tar avstamp i kontrasten mellan byggnadernas geometriska och hårda formspråk och en mjukare, mer organisk vegetation. Innergården blir därmed både en utsida som kan betraktas och en insida som kan upplevas.

5.5.2. Övergripande presentation av förslaget

Förslaget (se Figur 61-Figur 68) bygger på en flerskiktad vegetation som tillsammans med vattnets synlighet och en central nedsänkning skapar ett omslutande och grönt vardagsrum utomhus i campusmiljön. En upphöjd spång möjliggör rörelse ovanför nedsänkningen i den djungel-liknande miljön. Vegetationens primära mål är att förbättra mikroklimatet, skapa rumsligheter och förbättra vistelsekvaliteten, medan dagvatten och skyfall primärt hanteras genom ett ytligt magasin, kompletterat av sekvenser av regntunnor och regnbäddar.



Illustrationsplan 1:200

Figur 61. Illustrationsplan för gestaltungsförslaget. Planen visar förslagens utformning, den centrala nedsänkningens utbredning, regntunnor och regnbäddar samt lignosernas arter. Höjdkurvor motsvarar 10 cm nivåskillnad. Elevationsutsnitt markerar längdelevation (AA) och breddlevation (BB). Skala 1:200 (A3).

Elevation A-A 1:200

Förslaget i kontext

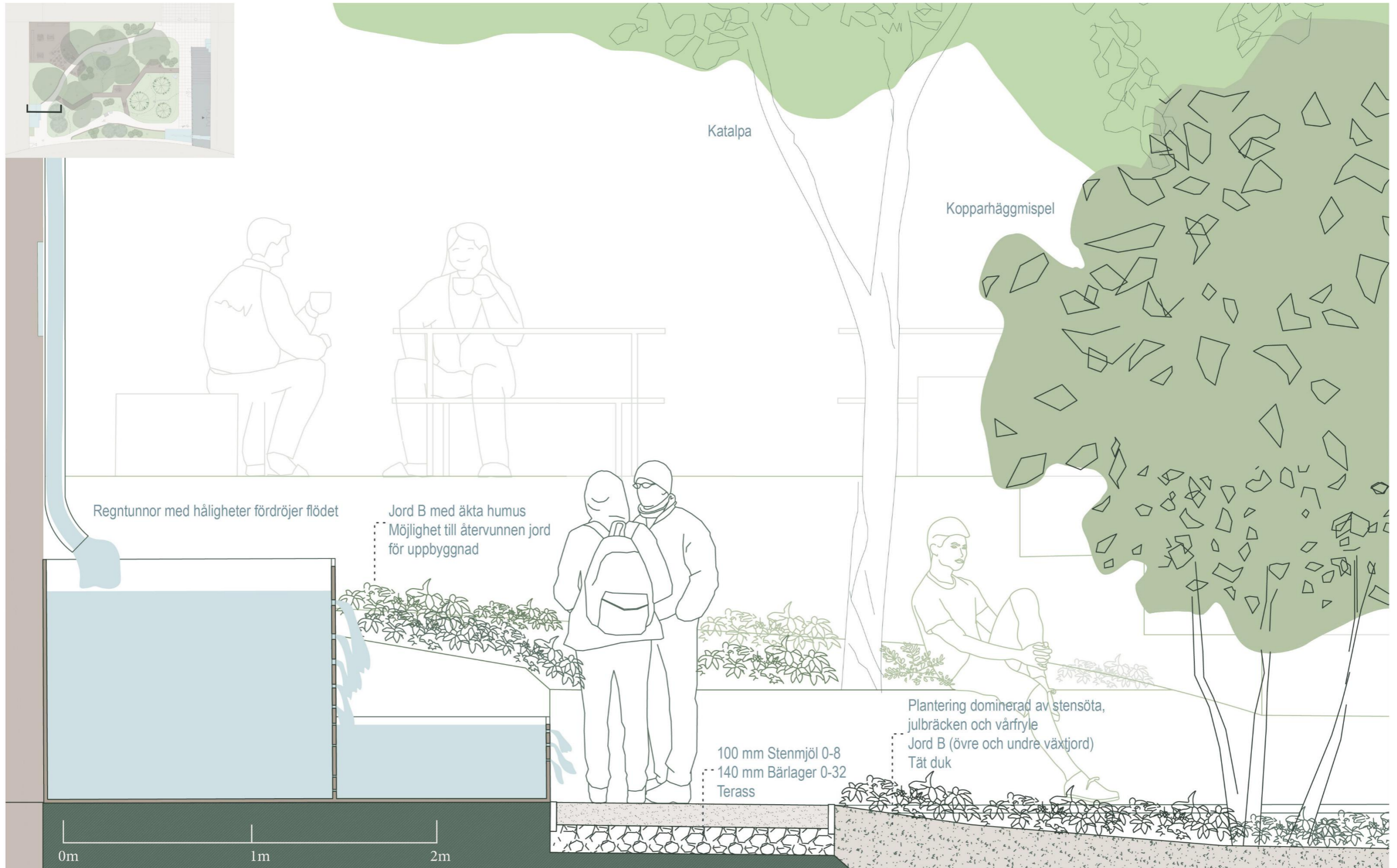


Figur 62. Förslaget för innergården i dess kontext. Norr är uppåt i bilden. Skala 1:1500 (A3). © Lantmäteriet (2026). Redigerad av Siri Sandberg.



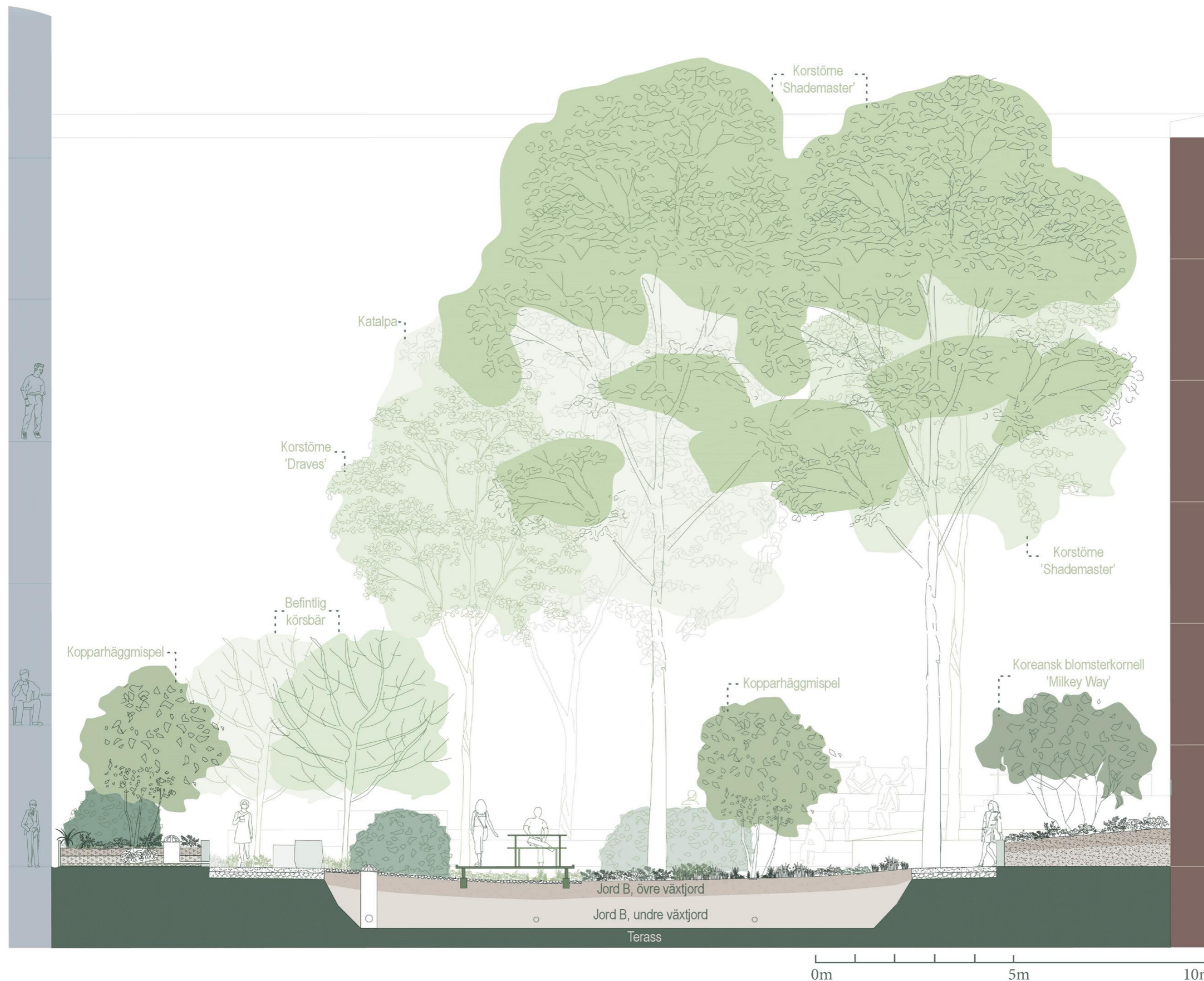
Figur 63. Elevation A-A visar innergården i skala 1:200 (A3). Elevationen illustrerar relationer mellan vegetationen, nedsänkningen och vistelsezoner samt hur vegetationens höjdvariation bryter ner skalan och skapar omslutning utan att upplevas som otrygg.

Detalj från elevation A-A 1:20

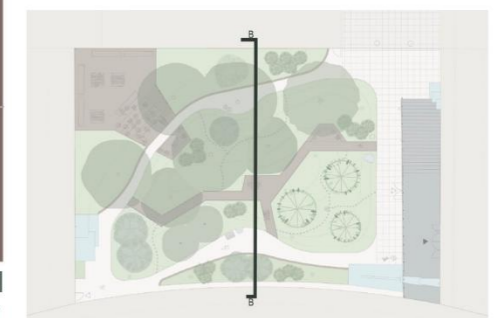


Figur 64. Detalj av elevation A-A i skala 1:20 (A3). Elevationen visar hur dagvatten från stuprör fördröjs stegvis i regntunnor, innan det ytligt leds mot nedsänkningen genom öppningar.

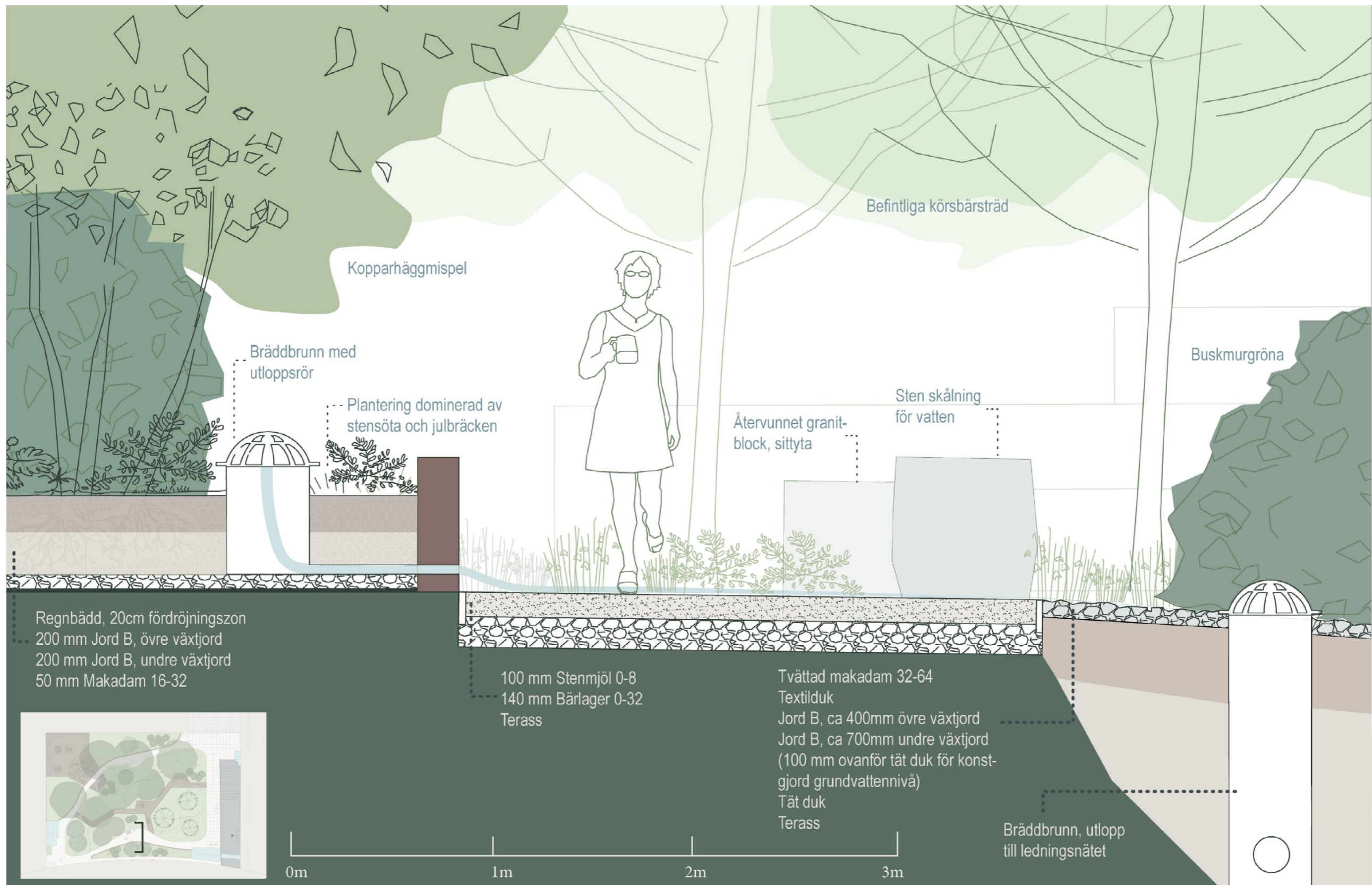
Elevation B-B 1:100



Figur 65. Elevation B-B i skala 1:100 (A3). Elevationen illustrerar mötet med innergården och Linsens glasfasad i väster och tegelfasaden i väster.



Detalj från elevation B-B 1:20



Figur 66. Detalj från elevation B-B i skala 1:20 (A3).

Illustration från entrén

Figur 67. Illustration från innergårdens sydöstra hörn.

I förgrunden till vänster syns regntrapporna efter regn, där vattnet sakta leds vidare.

Bakom trappvolymen syns vattenfallet, där vatten droppar ner längs metalltrådarna och är blickfång både från portikens entré och inifrån glasbyggnaden Linsen.

I nedsänkningen skapas en frodig djungellik miljö, med träden illustrerade i full storlek, där besökaren kan koppla av eller studera. Bakom planteringen i illustrationens högra kant skymtas träplatån och trädäcket.



Illustration inifrån cafét

Figur 68. Illustration från det sydvästra hörnet inomhus på andra våningen, som blickar ut mot innergården. Utformningen av innergården skapar ett rogivande motiv att blicka ut på då man exempelvis väntar i kön till cafét, passerar förbi eller sitter och studerar. Utformningen av växtligheten möjliggör utsikt över innergården, utan att den som vistas blir alltför exponerad, tack vare träd och klätterväxter som formar gröna tak. Utomhus i förgrunden syns regntunnorna som leder till vattenfallet.



Utformning och rumsligheter

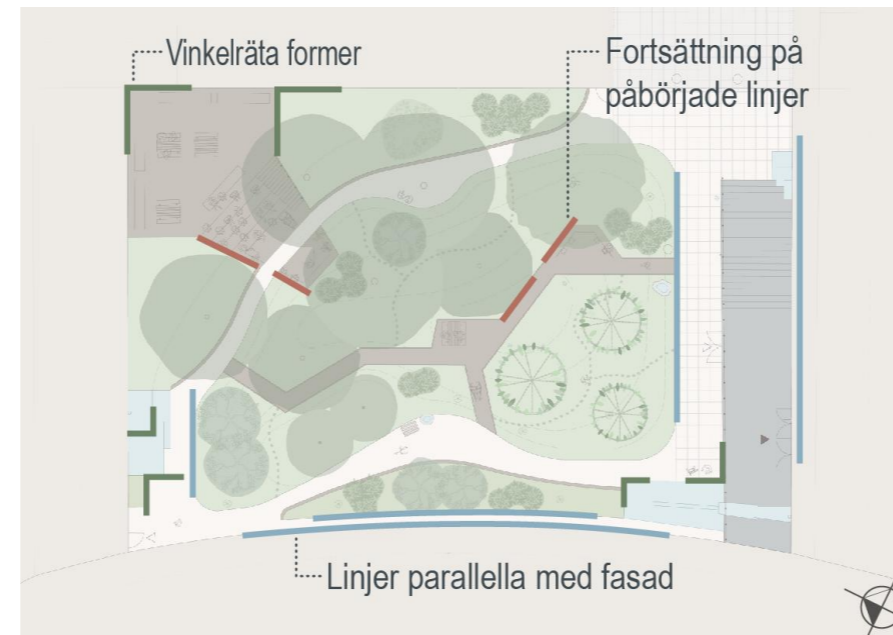
Innergårdens djungelmiljö ramas in av mer raka och geometriska former som knyter an till omgivande byggnaders struktur (Figur 69). Detta skapar en kontrast och övergång mellan fasadernas formspråk och djungelmiljön. Djungeln består av mjukare, mer oregelbundna former med tätare vegetation, med syftet att skapa en känsla av att vara omsluten utan att upplevas som otrygg. Innergården har på så sätt både en "utsida" och en "insida" med en gång som skiljer delarna (Figur 70). Denna uppdelning skapar en visuell distans till djungelmiljön, som både kan betraktas inifrån byggnaderna och från innergårdens utkanter, samtidigt som det förenklar driften vid exempelvis fönstertvätt.

Utformningen tar stöd i olika typer av befintliga linjer (Figur 69), exempelvis med linjer som är parallella med fasaden samt vinkelräta former upplockade från hörn och trappavsatsen. Vid innergårdens södra möte med omgivningen är gestaltningen rak, öppen och med tydliga geometriska former. Markbeläggningen följer portikens uttryck med samma bredd och likadana betongplattor för att binda ihop kopplingen till omgivande kvarter. Här betraktas djungelmiljön från utsidan. Om man kliver in i djungelmiljön genom träspången förändras upplevelsen. Former, växtlighetens täthet och spångens lekfullt brytande riktningar skapar känslan av att kliva in i en annan värld. Inne i djungelmiljön har vinkelräta former medvetet undvikits och trädäcket bryter i andra vinklar. Stepping stones slingrar sig mjukt och förstärker det organiska formspråket. Denna rumsliga kontrast syftar till att stärka rekreativa och restaurativa kvaliteter samt minska känslan av exponering från omgivande fasader.

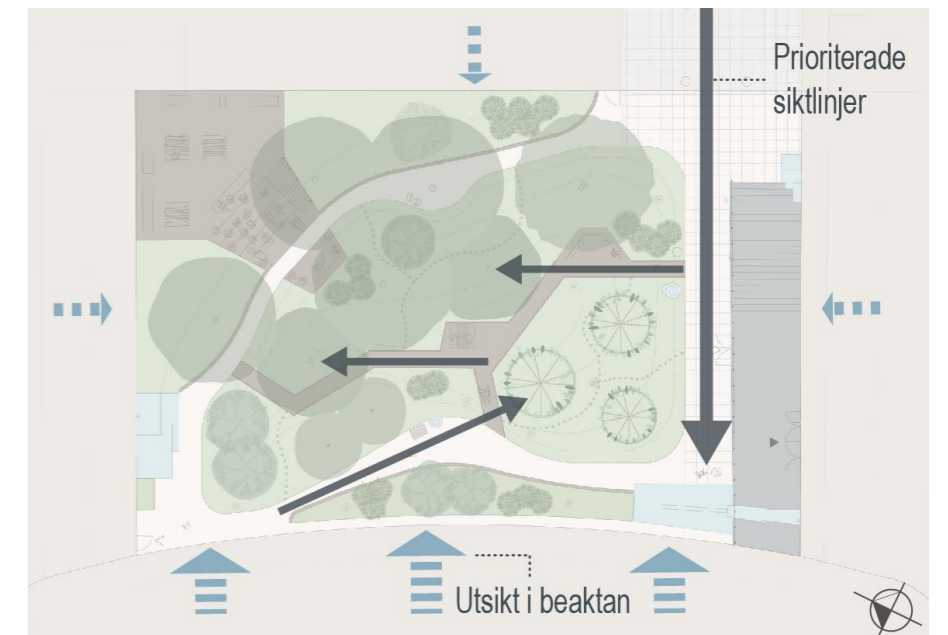
Siktlinjer och vyer

Gestaltningen är utformad för att leda vissa prioriterade siktlinjer (Figur 71) och aktivt bryta andra. När man kommer in på innergården genom portiken leds blicken in längs med trappan mot "vattenfallet" i det sydvästra hörnet. Fallet är placerat för att både kunna upplevas inifrån och på utsidan och kunna fungera som blickfång. Placeringen av de högsta vegetationsvolymerna i nordost och lägre volymer i väst skapar ett djup vid betraktning från Linsens glasfasad, vars utsikt prioriteras (Figur 72). Enstaka volymer i regnbädden längs med Linsen skapar förgrundsmotiv vid betraktning från första eller andra våningen, med café och studieplatser.

Inne i djungelmiljön har jag utgått ifrån några av trädens placeringar, som har haft relativt fasta positioner utifrån skuggningsbehovet, och låtit dessa vara blickfång. Genom att knäcka gången riktas besökarens blick mot nya motiv, för att skapa en längre och mer överraskande upplevelse. Genom att arbeta med trädkronor och tredimensionella klättraväxtställningar skapas ett "tak" vilket minskar känslan av exponering och utsatthet på innergården från omgivningen.



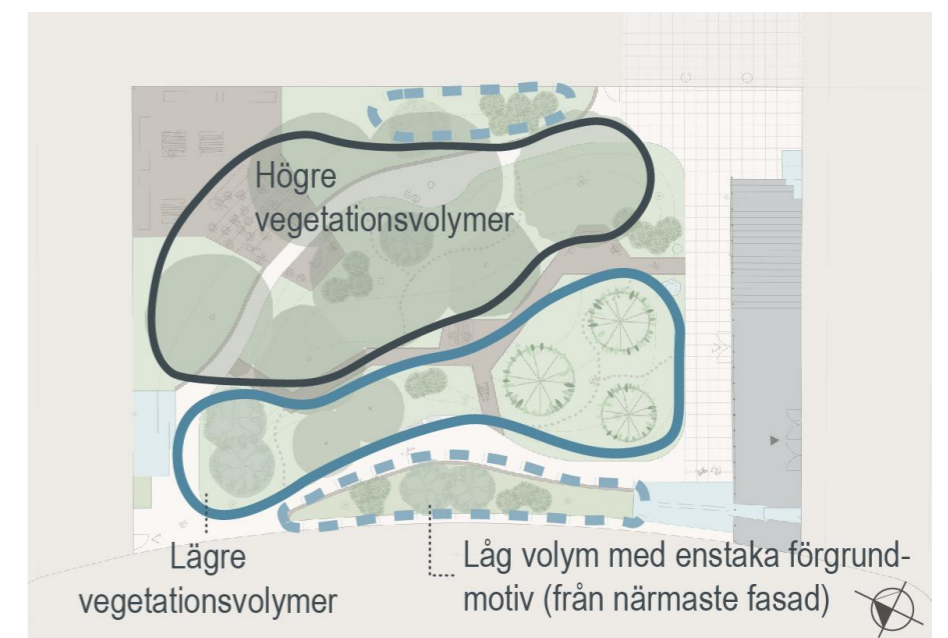
Figur 69. Några typer av de linjer som gestaltningen tagit avstamp i.



Figur 71. Prioriterade och brutna siktlinjer i förslaget samt prioritering av utsikt från omgivande byggnader.



Figur 70. Illustration av var djungelmiljön upplevs från insidan och var den betraktas utifrån.



Figur 72. Förslagets största träd är placerade i nordost för att minska värmeinstrålning, medan träden blir lägre mot den västra fasaden.

Rörelsemönster och gångstråk

Innergårdens möjliga rörelsemönster har olika syften och hierarkier för att både möjliggöra effektiva genomgångar och mer långsamma och upplevelsebaserade rörelser. Det primära gångstråket (Figur 73) är ca 360 cm brett, med stabil markbeläggning från återanvända betongplattor. Det är samma typ av plattor som i portiken, vilket gör att gångstråket till huvudentrén och den tillgängliga entrén blir en förlängning av portiken.

Ett sekundärt stråk slingrar sig mellan djungelmiljön och dess periferi (Figur 73). Gångstråket varierar i bredd för att skapa dynamik i rörelsen och möjliggöra möten mellan gående. Gångens bredd är som minst ca 1 meter, med bredare partier på minst 180 cm var 5:e till 8:e meter, för tillgänglighet och mötesplatser/rumsbildningar. Markmaterialet på det sekundära stråket är stenmjöl 0-8 mm. Djupet dimensioneras till 100 mm, för att möjliggöra enklare skötsel.

I djungelmiljön finns ett upplevelsestråk med en knäckt träspång. Denna ligger i jämnhöjd med omkringliggande mark utanför nedsänkningen, för att både vara tillgänglig och skapa upplevelsen av att man går ovanför marken. Spången är 110 cm inklusive avåkningskydd, byggd med återvunna träplankor från det nuvarande trädäcket. Regelbundet finns öppningar med sitt- och vändplatser. Träspången kompletteras av stepping stones som slingrar sig igenom nedsänkningen, vilket både bildar genvägar och ger möjlighet till avskildhet.

Innergårdens användning

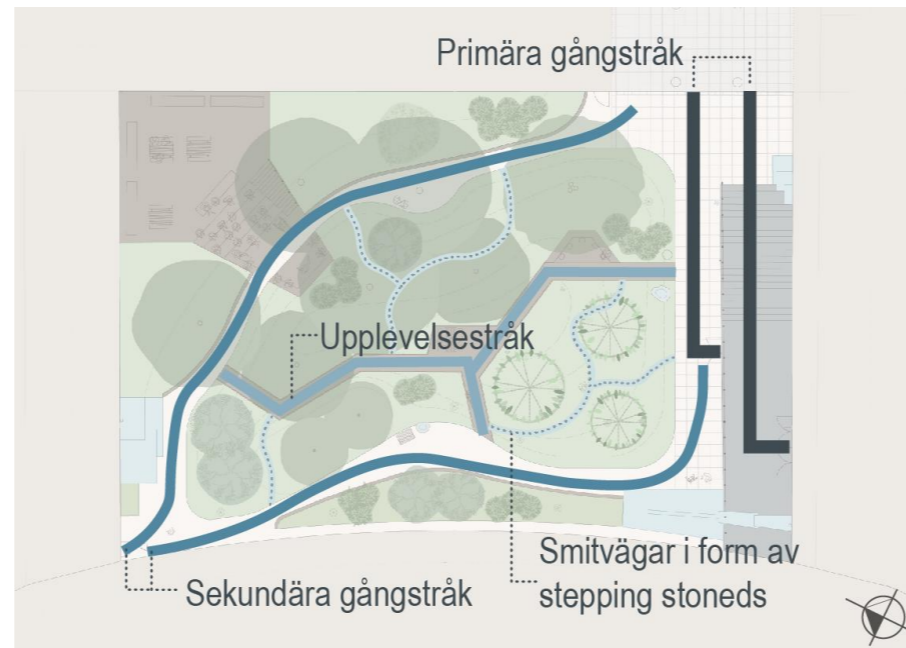
Innergården är utformad för att fungera både som studieplats och rekreativ miljö. Med olika utformningar, placeringar och material erbjuder gestaltningen flera typer av sittplatser och uppfyller gestaltungsprogrammets funktionella mål (Figur 74). Under sommaren finns det flera skuggade umgängesytor. För att möjliggöra varmare umgängesytor under vår och höst är den största vistelseytan i det nordöstra hörnet upphöjd.

Den upphöjda plattformen i trä är som högst ca 170 cm över markhöjd, likt nuvarande trädäck. Den tar vara på vår- och höstsol för att erbjuda ett varmare mikroklimat under kallare årstider. Från plattformen löper en gradäng ner till markplan. Det lägsta planet i gradängen är indraget i markplan, vilket både ger ökad tillgänglighet och stärker kopplingen till ett mötande trädäck med bänk på motsatt sida av gången. På plattan och i gradängen finns möjlighet till eluttag, som en förlängning av de uttagen på fasaden i det nordöstra hörnet.

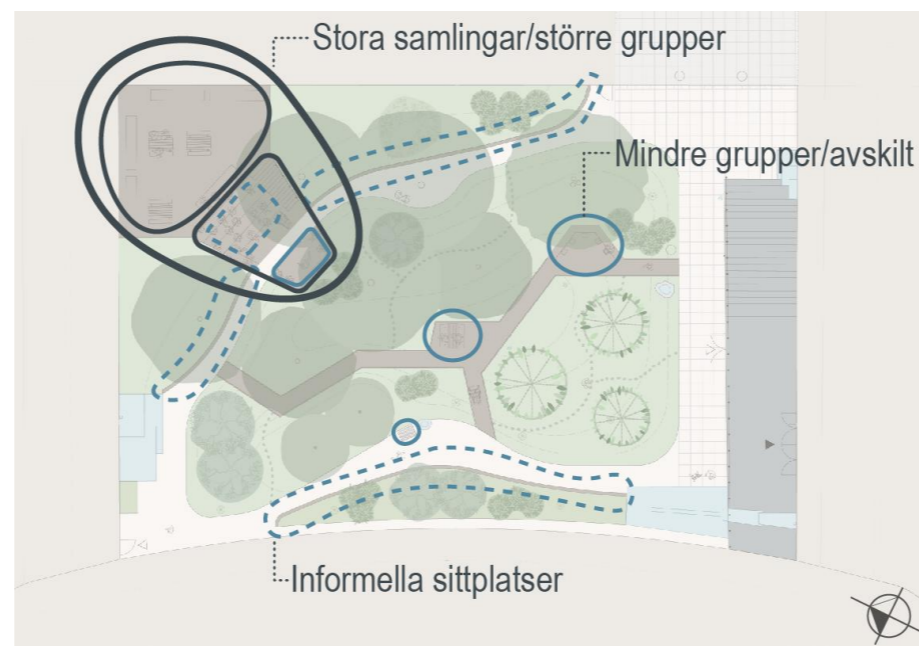
Träplattan, gradängen och trädäcket i marknivån är sammanlänkade i form och material och kan användas både gemensamt, exempelvis under insparksevenemang samt separat. Gradängen kan tillsammans med trädäcket i markplan användas i undervisningssammanhang (se Figur 61 & Figur 65) och rymmer tillsammans ca 50-60 personer sittande.

Samtidigt kan ytorna även användas separat för enskilda studier, grupparbeten, sociala sammanhang eller lunchraster.

I djungeldelen finns flera avskilda sittplatser med olika typer av bord. Dessa kan både användas i grupp och separat. Längs utkanten av djungelmiljön löper planteringar med bredare kant som kan fungera som informella sittplatser. Genom att integrera sittplatser kan innergården rymma många personer, utan att den upplevs som "tom" när det är färre personer. Genom bredare släpp i gångar erbjuder gestaltningen även flera informella mötesplatser.



Figur 73. Stråkens hierarkier och möjliga rörelsestråk i gestaltungsförslaget.



Figur 74. Innergårdens utformning erbjuder olika typer av vistelsemöjligheter och sittplatser.

Vattnets närvaro

Dagvattnet synliggörs och används som en del av gestaltningen för att bidra till innergårdens identitet och upplevelsevärden. Vissa delar har även en aktiv roll i fördröjningen, som regntunnorna i trappformationer (Figur 67) och nedsänkningen, medan andra delar främst har ett dekorativt värde (Figur 75).

För att vattenfallet i det sydvästra hörnet ska framträda som blickfång, även vid mindre regn, leds dagvattnet via ståltrådar från den övre regntunnan till den nedre (Figur 76). Ståltrådarna gör så att dagvattnet enkelt leds nedåt längs trådarna genom ytspänning och vidhäftning.



Figur 75. Vatten synliggörs inom innergården på olika sätt. En urgröpning i en sten skapar en permanent vattenspegel som reflekterar omgivningen i vattenytan. Referensbild från Ronneby Brunnsspark. ©Arne Nordius, använd med tillstånd.



Figur 76. Vattenfallet vid Linsen med trådarna som leder dagvattnet från den övre smala regntunnan till den nedre regntunnan. Till höger syns en sten med vattenspegel.

Belysning

Innergården belyses med mjukt ljus riktat neråt för att skapa trygghet, men inte bidra till ljusföroreningar som kan störa djurliv. Träspången i djungelmiljön kan belysas på ett sätt som även ger ett dekorativt värde (se Figur 77 för inspiration). För ytterligare dekorativa inslag under de mörkare månaderna kan ljusslingor hänga ner med klättrväxterna och förstärka intrycket av "lianerna". I nedsänkningen kan bollar i metallnät med ljusslingor (Figur 78) placeras under vintern, som idag redan finns på andra delar av campus Johanneberg. Den nätliknande strukturen kan associeras till tekniska system eller nätverk, men även till planter, vilket skapar en symbolisk koppling till institutionerna i kvarteret Edit.



Figur 77. Referensbild som förslag på träspångens belysning i djungeln som både skapar trygghet och ett dekorativt inslag. ©Azizun, Adobe Stock.

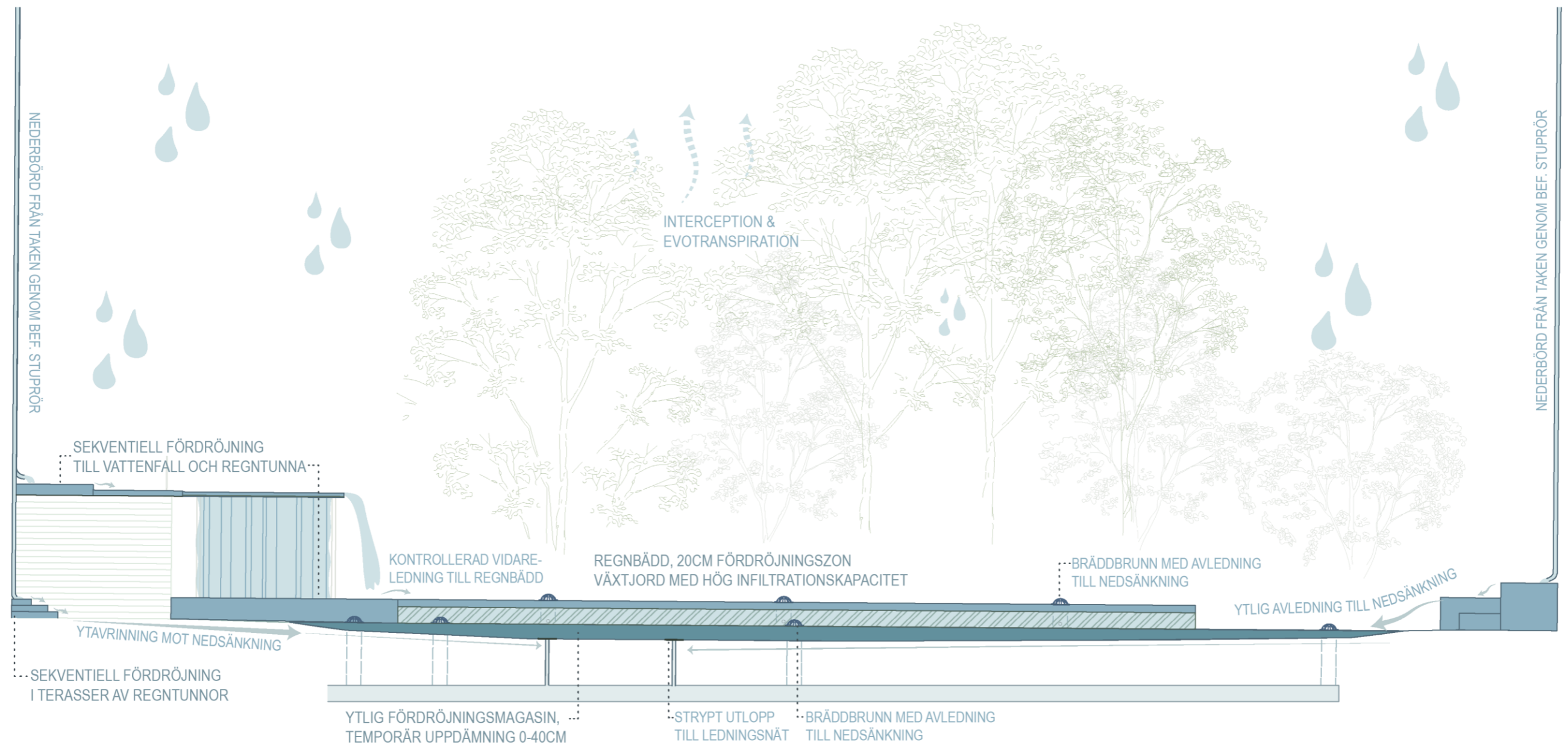
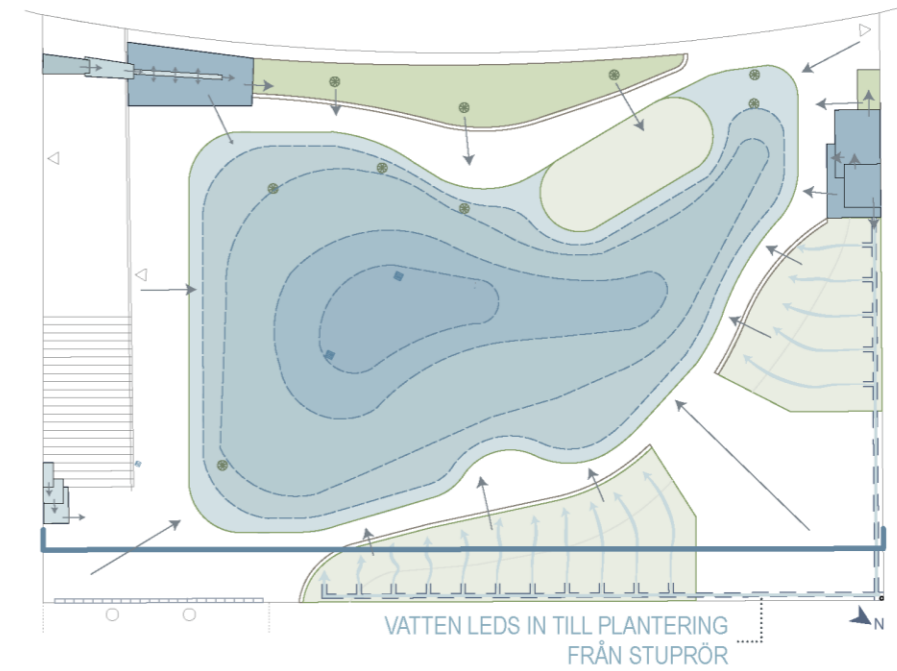


Figur 78. Förslag på dekorativ belysning som vintertid placeras i nedsänkningen. Fotot är taget inom Chalmers Johanneberg. © Siri Sandberg (2026).

5.5.3. Dagvatten- och skyfallshantering

Förslaget uppfyller med marginal gestaltungsprogrammets tekniska målsättning om att kunna fördröja ett 100-årsregn och vid kritisk varaktighet. Inngården är utformad som ett sammanhängande system för fördröjning, avledning och tillfällig magasinering av dagvatten där flera åtgärder samverkar i ett öppet och sekventiellt system (Figur 79). Genom ytlig fördröjning minskas även risken för att föroreningar förs vidare utan viss rening genom sedimentation i regnbäddar och andra vegetationsytor.

Figur 79. Diagrammatisk plan och sektion över vattnets flöden och fördröjningsprinciper. Höjdkurvorna i planen motsvarar 10 cm. Se bilaga 9 för vidareutveckling av den diagrammatiska planen.



Dimensioneringen har inte enbart utgått från innergårdens lokala avtappningskapacitet utan även från hur innergården påverkar systemet nedströms. Trots en möjlig avtappning på 50 l/s har en reducerad avtappning till 10 l/s (se bilaga 5) valts som dimensionerat utlopp från nedsänkningen för att minska flödestoppar och belastningen nedströms. Detta innebär att den kritiska varaktigheten förändras. Vid strypt avtappning förskjuts den kritiska varaktigheten till 40 minuter (klimatfaktor 1,25) respektive 50 min (klimatfaktor 1,4) och erforderlig volym uppgår då avrundat uppåt till ca 65 m³ respektive ca 80 m³ med avtappning. Utan avtappning är tillrinningsvolymen enligt dessa varaktigheter ca 90 m³ respektive 110 m³ (Tabell 10).

	Skyfall 100 - årsregn	
	Klimatfaktor 1,25	Klimatfaktor 1,4 (RCP8,5)
Beräkning av kritisk regnvaraktighet	Se bilaga 5	Se bilaga 5
Volym med avtappning ≈ m³	65 m³	80 m³
Volym utan avtappning ≈ m³	90 m³	110 m³

Tabell 10. Presentation av kull för erforderlig fördröjningsvolym, vid kritisk varaktighet, vid strypt avtappning, till 10 liter/sekund, för avrinningsområdet vid skyfall med klimatfaktor 1,25 respektive 1,4. Siffrorna är avrundade till närmaste övre femtal.

Valet att strypa avtappning grundar sig i hur flödet påverkar helheten. Detta då den strypta avtappningen reducerar flödestoppar och belastningen på ledningsnätet nedströms, där bland annat ett närliggande område löper stor risk för omfattande översvämning vid fasad (Akademiska Hus 2022). Dimensioneringen tar därmed hänsyn till systempåverkan och inte enbart lokal maximal kapacitet, vilket skapar säkerhetsmarginaler i systemet.

Total fördröjningsvolym

Den totala fördröjningsvolymen på innergården beräknas till ca 113 m³ (se bilaga 9). Volymen fördelas mellan den ytliga nedsänkningen (ca 79 m³), ett antal regntunnor i sekvens (ca 25 m³) och regnbäddar med 20 cm fördröjningszon (ca 9 m³). Dessa beräkningar är översiktliga och avrundade. Även om slänter har tagits i åtanke vid beräkning av nedsänkningen, har inte volymavdrag gjorts för exempelvis växtlighet och träspångens stomme.

Hela innergårdens fördröjningsvolym töms på lite mer än 3 timmar⁸ vid full dimensionerad volym, vilket uppfyller kravet om tömning inom 24 timmar. Vid händelser som överskrider den strypta avtappningen på innergården, tar bräddbrunnar över som säkerhetsfunktion och leder vatten vidare till befintligt ledningsnät.

Åtgärderna är dimensionerade för att fungera över flera klimatscenarioer. De klarar den minsta erforderliga fördröjningsvolymen för den kritiska varaktigheten med den strypta avtappningen vid 100-årsregn både för klimatfaktor 1,25 och RCP 8,5 (se bilaga 5). Att förslaget överstiger den erforderliga fördröjningsvolymen möjliggör att utformningen kan hantera samtliga varaktigheter för 100-årsregn utifrån olika klimatscenarioer trots att avtappningen stryps. Utformningen har marginal att hantera för varaktigheter upp till 60 minuter under RCP 8,5 respektive 90 minuter vid RCP 4.5 (se bilaga 5) även i scenarion utan fungerande avtappning, exempelvis vid igensättning av snö eller skräp. Detta innebär sammantaget att innergården inte enbart uppfyller minimikraven för ett 100-årsregn, men har kapacitet att hantera osäkerheter i det framtida klimatet och andra möjliga risker.

Nedsänkningen, det bärande ytliga magasinet

Den centrala nedsänkningen (se Figur 79. Diagrammatisk plan och sektion över vattnets flöden och fördröjningsprinciper. Höjdkurvorna i planen motsvarar 10 cm. Se bilaga 9 för vidareutveckling av den diagrammatiska planen.) är 79 m³ och är som djupast 400 mm med slänter (se bilaga 9) inom generella riktlinjer⁹. Det innebär att nedsänkningen rymmer i sig självt ett 20-minuters 100-årsregn enligt klimatscenario RCP 8,5 utan avtappning (se bilaga 5). Dimensioneringen av utbredning och djup har balanserats mellan att skapa en tillräcklig fördröjningsvolym, inte vara i konflikt med ledningar, undvika onödigt omfattande schakt, bibehålla god tillgänglighet och skapa ett tillräckligt djup för att rumsligt upplevas som en tydlig nivåskillnad.

Inom nedsänkningen finns stråk av tvättad makadam, 32-64 mm, för att enklare leda vattnet till den djupaste delen med utloppen (se Figur 61). De flesta av bräddbrunnarna placeras lite upphöjt i dessa stråk för att minska risken för igensättning av växtmaterial.

Regntunnor och regnbäddar, de första stegen i systemet

Regntunnor är placerade i anslutning till befintliga stuprör och är det första steget i fördröjningen (Figur 79). Totalt har de kapacitet att fördröja ca 25m³. Genom placering i sekvenser, med öppningar i valda

väggar, skapas stegvis ett flöde mellan tunnorna. Detta synliggör vattnets flöde och bidrar till innergårdens identitet.

När tunnornas töms rinner vattnet vidare till regnbäddar och till nedsänkningen. Genom att inte perforera hela vägen ner på den valda väggen i samtliga regntunnor, möjliggörs kvarhållning av dagvatten för framtida bevattning.

Regnbäddarna har 20 cm fördröjningszon och kapacitet att omhänderta ca 9 m³. Utöver detta bidrar ett lager makadam, för vattenmagasin (se Avsnitt 5.5.4 *Växtjord*), till viss fördröjning.

Upphöjda regnbäddar, i stället för nedsänkta, har valts för att minska ingrepp i marken och konflikt med nuvarande ledningar (se bilaga 1). I regnbäddarna finns bräddbrunnar som leder överskridande kapacitet av dagvatten mot gårdens nedsänkning.

Målet att omhänderta vardagsregn motsvarande 15 mm, på innergården 27 m³, uppnås därmed genom regntunnor och regnbäddar utan att nedsänkningen egentligen behövs för fördröjning. Detta fördelar omhändertagningen av dagvatten, vilket gör att nedsänkningen inte lika ofta står i väta och växterna mer sällan får syrefattiga förhållanden. Det i sin tur möjliggör bättre vitalitet för växterna.

Relation till nuvarande mark- och ledningssituation

Marken på innergården lutar generellt ca 2 procent mot nedsänkningen och i stor utsträckning bedöms nuvarande markhöjder kunna behållas utanför nedsänkningen (se Figur 61). Ingrepp i marken, som nedsänkningen, har utformats för att inte kräva omdragning av det nuvarande ledningssystemet, utifrån tillgängligt ledningsunderlag (se bilaga 1). Placeringen av nya utlopp och bräddbrunnar har, utifrån tillgängligt ledningsunderlag placerats i anslutning till befintliga ledningar för enklare påkoppling.

5.5.4. Utformning och val av vegetation

Gestaltningförslaget bygger på en flerskiktad vegetation där träd, buskar, klätterväxter och markväxter samverkar för att skapa rumslighet, förbättra mikroklimatet samt minskade värmelaster på fasader och innergården under sommaren. Förslaget bidrar både till klimatanpassning och gestaltningen. Utformningen och valen av träd bidrar till värmereglering genom skuggning och evapotranspiration, vilket sänker yttemperaturer och minskar solinstrålning mot fasader. Det reducerar i sin tur risken för värmestress hos personer som vistas på innergården under varma perioder. Förslaget bevarar de två nuvarande körsbärsträden i nordväst. Lutningar från den befintliga växtbädden

⁸ Ett dygn har 86 400 sekunder (60 sekunder * 60 minuter * 24 timmar). Med ett flöde på 10 liter/sekund töms 113 000 liter på ca 3h 8 minuter (113 000 liter ÷ 10 liter per sekund = 11 300 sekunder vilket motsvarar 3,139 timmar).

⁹ Rekommendation av maximal kantlutning slänter för översilningsytor och dammar varierar mellan ca 10 procent- 25 procent (Persson 2020).

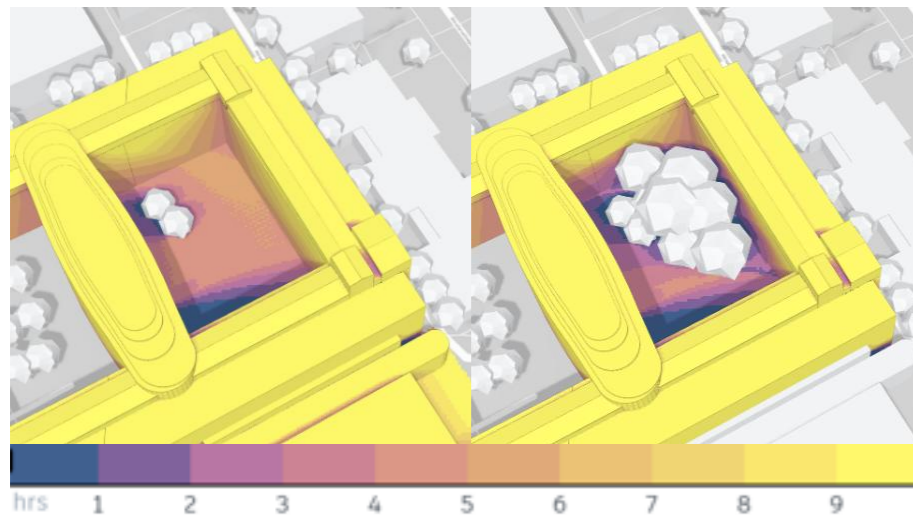
justeras för att minska stående markfukt, vilket kan gynna trädens vitalitet.

Rumslig struktur

De största trädvolymerna är placerade i nordost (Figur 72), där behovet av skuggning under sommaren är som störst och där värmeinstrålningen mot fasaderna är mest intensiv. Genom tät placering av lövfällande träd med sent bladutspring och glesare kron- och vedstruktur möjliggörs skugga sommartid (Figur 80) samtidigt som solinsläpp under årets kallare perioder ger ett varmare mikroklimat.

Mot väster och sydväst är vegetationen lägre. Detta möjliggör solinstrålning under kallare delar av året, samtidigt som förgrundsmotiv som kopparhäggmispel (*Amelanchier laevis* f.k. BÄCKLÖSA E) och buskmurgröna (*Hedera helix* 'Arborescens') skapar viss visuell avskärmning från Linsens glasfasad.

Flerskiktad vegetation bidrar även till minskad turbulens och kan bidra till viss förbättrad akustik genom att bryta reflektionen av ljudet från omgivande hårda fasader. Majoriteten av marktäckarna är vintergröna, vilka tillsammans med vintergröna buskar även tillför dessa värden vintertid, utöver att de ger innergården struktur och grönska.



Figur 80 visar antalet soltimmar på innergården och omgivande fasader i dagläget jämfört med gestaltningsförslaget under sommarsolståndet (21 juni), Fokus är på de mest solutsatta fasaderna. Även om analysen är övergripande och inte tar hänsyn till att träden har visst solgenomsläpp, indikerar det en tydlig effekt. Analysen är gjord i Autodesk Forma.

Växtjord

Samtliga växtytor utgår från Jord B enligt AMA Anläggning. Valet har gjorts för att få väl-dränerade växtbäddar som fungerar i föreslagen dagvattenhantering över tid. En sandbaserad jord med begränsad mullhalt minskar risken för syrebrist vid översvämning och bidrar till en stabil hydraulisk funktion över tid. Begränsat med lättnedbrytligt material innebär även mindre risk för försämring av

genomsläpligheten och sättningar. Ur ett hållbarhetsperspektiv blir det en långsiktig lösning.

Nedsänkningen, med flera stora träd, har ett totalt växtbäddsdjup på 1100 mm och är uppbyggd med 400 mm övre växtjord (5-8 procent mullhalt) och 700 mm underliggande växtjord (högst 2 procent mullhalt). Dräneringsrören är placerade ca 15 cm ovanför tät botten. Detta skapar en konstgjord grundvattennivå som fungerar som vattenreserv vid torrare perioder.

Jord B bedöms kunna användas i regnbäddar enligt Edge (2025) och regnbäddarna i förslaget består av sandbaserad jord B med begränsad mullhalt för att skapa tillräcklig hydraulisk konduktivitet och undvika igensättning. Jorden består av undre växtjord, för bäst dränerande effekt. Dräneringsrören ligger 50 mm ovanför tät botten, för en konstruerad grundvattennivå, med makadam under för ökad porvolym. Växtbäddsdjupet har begränsats till 450 mm. Detta utifrån en avvägning mellan behovet av 200 mm ytlig fördröjningszon, hänsyn till befintligt ledningsunderlag, ambitionen att undvika onödig schakt samt att inte skapa en stor vägg framför Linsens glasfasad.

De upphöjda planteringarna i norr och öster sluttar lätt ner från fasadernas sockel mot innergårdens centrum och består av både övre och undre växtjord B. Jord från nedsänkningen kan potentiellt återanvändas, efter testning, för planteringarnas uppbyggnad. Detta skulle minska transportbehovet och klimatpåverkan. För arter som generellt föredrar en mer mullrik jord är det särskilt viktigt att den organiska fraktionen består av äkta humus, som är stabil och har mindre klimatpåverkan i jämförelse med torv. Då konstruktionen samtidigt ska vara dränerande har jord B valts även här, i stället för jord A. Planteringarna bevattnas genom perforerade rör kopplade till det nordöstra stupröret (Figur 79), vilket minskar behovet av extern bevattning. Vid ett större regn avleds överskottet från planteringarna till nedsänkningen.

Val av träd

Målet med valet av träd har varit att möjliggöra skugga sommartid, minska känslan av exponering på innergården, bryta ner samt klara växtförhållandena och samspela med konceptet Urban Djungel. Samtliga träd har sent bladutspring och relativt ljusgenomsläpplig gren- och vedstruktur, vilket möjliggör solinstrålning under vår och höst (Sjöman & Slagstedt 2015).

Växtzon och mikroklimatet på platsen har stor betydelse för vilka träd som kan växa och trivas på en plats (Riksförbundet Svensk Trädgård 2021). I Göteborg gäller växtzon 2, men innergårdars förutsättningar bidrar, som nämnts, till ett mildare mikroklimat.

I gestaltningen finns två sorter av korstörne (*Gleditsia triacanthos*), tre exemplar av 'Shademaster' och två av 'Draves'. Korstörne är en

pioniärart som etablerar sig snabbt även i svårare urbana miljöer (Sjöman & Slagstedt 2015; Hirons & Sjöman 2025). Den är ljussökande, vilket gör att den vid skuggigare sammanhang sträcker sig uppåt och i stället får en smalare krona, vilket har eftersträvat i gestaltningen. Habitus är generellt smal med uppåtsträvande grenar, vilket går väl hand i hand med konceptet urban djungel. Den klarar både torra och periodvis fuktiga förhållanden (Sjöman & Slagstedt 2015; Edge 2025), vilket gör att den passar bra både i ett varmare mikroklimat med dränerande jord och i ett ytligt magasin som tillfälligt översvämmas. För god etablering väljs exemplar med stamomfång på minst 14-16cm (Sjöman & Slagstedt 2015). *Gleditsia triacanthos* 'Draves' blir generellt 12 till 14 meter hög och 5 till 7 meter bred med pyramidalt habitus (ibid.). *Gleditsia triacanthos* 'Shademaster' kan bli uppåt 20 meter hög och 10 meter bred, även om den vid mer skuggiga förutsättningar ofta blir lägre och smalare (ibid.). 'Shademaster' utvecklar en skärmlik krona, vilket har gjort att dessa har placerats nära det nordvästra hörnet för effektiv skugga sommartid. Båda sorterna har gyllene höstfärger, men 'Shademaster' relativt sent (ibid.), vilket förlänger innergårdens färger på hösten.

På innergårdens norra och varmaste del föreslås även katalpa (*Catalpa bignonioides*). Även katalpa har god tolerans för tillfällig översvämning, näringsfattiga miljöer och periodvis torka (Sjöman & Slagstedt 2015; Edge 2025). Den har stora blad, vilket ger frodig karaktär och tydlig skuggeffekt. Sent bladutspring möjliggör vårsol, medan bladmassan skapar kraftig skugga sommartid och bidrar till djungelkänslan med dess stora blad. Trädet blir 10-15 m högt och 8-10 m bred, men smalare och i det högre spannet när det växer bredvid annat (ibid.), vilket har varit eftersträvsvärt. Vid varma somrar får trädet vackra kräm vita blommor under slutet av juli och bladen har en vacker gul höstfärg. För god etablering rekommenderas även att katalpa väljs i en större kvalitet (Sjöman & Slagstedt 2015).

Ett exemplar av kinesisk toon, *Toona sinensis* 'Flamingo', i multistam placeras i närheten av innergårdens entré från portiken inom den ytligaste delen av nedsänkningen. Trädet är tåligt för skugga och tål periodvis markfukt (Stångby Plantskola u.å.c), men gynnas av en väl-dränerad plantering i ett svalare klimat. Trädet blir vanligen 15-20 meter högt och 8-12 meter brett och smalare när det växer i skuggan (Stångby Plantskola u.å.c). Även detta träd har en tät krona under sommaren och sent bladutspring (Sjöman & Slagstedt 2015). Trädets uttryck är exotiskt och löven är stora och parbladiga och upp till 70 cm långa (ibid.), vilket förstärker djungelkaraktären. Sorten 'Flamingo' har ett färgglatt bladutspring i rosa, vilket ger trädet en bred årstidsvariation då det även blommar i kräm vitt under juni-juli och har gul höstfärg (ibid.).

Val av buskar

Målet med buskskiktet har varit att minska turbulens, skapa trygghet i ryggen och visuell avskärmning samt bidra till konceptet och årstidsvariation. Urvalet består av 18 exemplar av buskmurgröna (*Hedera helix* 'Arborescens'), fem exemplar av kopparhäggmispel (*Amelanchier laevis* Bäcklösa E) och ett exemplar av koreansk blomsterkornell (*Cornus kousa* 'Milky Way').

Buskmurgrönan kompletterar de generellt sirliga lignoserna och bidrar med en robust struktur och färg året om som vintergrön lignos. Den planteras i förslaget tillsammans med flera exemplar för att forma tydliga volymer. Arten är tålig, klarar många typer av jordar och klarar skugga väl (Stångby Plantskola u.å.d). Busken blir ca 1,5 meter bred och hög och har setts användas i regnbäddar.

Kopparhäggmispel är en tålig buske som blir ca 4-6 meter i höjd och 3-5 meter i bredd (Stångby Plantskola u.å.a). Busken bidrar till gestaltningen med dess sirliga grenstruktur, ett sent bladutslag med vacker blomning i maj samt kraftfull orange höstfärg.

Blomsterkornell är ett buskträd, generellt 2-4 meter i bredd och höjd (Stångby Plantskola u.å.b). Den är skuggtålig (ibid.) och föredrar en inte alltför blöt tillvaro eller torra (Hirons & Sjöman 2025) och är därför placerad i den nordöstra upphöjda växtbädden som bevattnas genom ränna med vatten från stuprör. För minskad risk för att förhållandena blir för torra är det viktigt att mullhalten i jord B består av äkta humus. Sorten 'Milky Way' erbjuder en vacker blomning i juni, vackra mörkgröna blad och röd höstfärg (Stångby Plantskola u.å.b).

Klättrväxter som lianer

På den sydvästra delen av innergården finns tre tredimensionella trädliknande metallställningar med klättrväxter som klättrar på "stammen" och sedan hänger ner vertikalt likt lianer (Figur 63 & Figur 67). Dessa bidrar till att stärka djungelkänslan, samtidigt som de stärker känslan av omslutning, minskar exponeringen från Linsens glasfasad och bidrar med grönska på innergårdens skuggigaste del. Dessa är även i närheten av "vattenfallet", vilket ger ett starkt vertikalt intryck i den sydvästra delen. På ställningarna växer skuggtåliga klättrväxter, storbladig murgröna (*Hedera helix* 'Worner') och rådhusvildvin (*Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii'). Storbladig murgröna bidrar med vintergröna kvalitéer på stammen, medan rådhusvildvin bidrar med årstidsvariation och mörkröd höstfärg. På ställningarna hänger även ljusslingor som skapar belysta lianer under mörk höst och vinter.

Karaktärgivande marktäckare

Valet av primära marktäckare har utgått från målet att skapa en robust grön bas som stärker konceptet, tillför grönska vintertid och som generellt klarar både torra och tillfällig översvämning, även om de specifika växtplatsernas behov och förutsättningar varierar.

En av karaktärsväxterna med stark anknytning till konceptet är vintergröna ormbunkarna stensöta (*Polypodium vulgare*) och julbräcken (*Polystichum acrostichoides*). Dessa är tåliga ormbunkar och klarar i skuggiga lägen även torra förhållanden som torr-rabatter (Wahlsteen & Lorentzon 2010). Silverfryle (*Luzula nivea*) bidrar till gestaltningen som vintergrön marktäckare året om, utöver blomning mellan maj och juni (Plantarum u.å.). Arten är tålig för både skugga, markfukt och slittålig, vilket gör att den passar bra bland stepping stones i nedsänkningen.

Andra arter som förekommer är vintergröna *Carex pilosa* och *Funkia* (*Hosta 'Purple Heart'*) som finns grupperade på enstaka platser och bidrar med stora blad och blomning under sensommaren. Båda dessa benämns som användbar i regnbäddar (Edge 2025).

6. Diskussion

Detta kapitel diskuterar examensarbetets resultat och metod i förhållande till syfte, mål och frågeställningar. De frågeställningar som har väglett arbetet är:

- Vilka åtgärder är mest relevanta för att hantera klimatförändringar, med fokus på vatten- och värmerelaterade klimatrisker, på slutna innergårdar i en befintlig miljö?
- Hur kan dessa lösningar bidra till multifunktionella värden såsom förbättrat mikroklimat, vistelsevärden och biologisk mångfald?
- Hur kan en verktygslåda med olika anpassningsåtgärder tillämpas i relation till campusmiljöns specifika behov av rekreation och möjligheter till studieyta?

6.1. Resultatdiskussion: Från verktyg till gestaltungsförslag

I arbetet har jag undersökt olika verktygs kapacitet och potential för att hantera vatten- och värmerelaterade klimatrisker på slutna innergårdar. Denna verktygslåda har sedan prövats genom att utforma en gestaltning av en sluten innergård utsatt för både vatten- och värmerelaterade klimatrisker. Följande avsnitt diskuterar dessa delar och processen att gå från verktyg till gestaltning.

6.1.1. Dagvatten- och skyfallshantering inom slutna innergårdar

Utifrån examensarbetets kunskapsinsamling från litteratur och intervjuer kan man dra slutsatsen att olika typer av åtgärder har olika förutsättningar för skyfallshantering. Resultatet visar att vissa åtgärder främst bidrar till hantering av initial avrinning och vardagsregn, medan andra har större möjlighet att fördröja avrinning och reducera flödestoppar. Det sistnämnda har arbetet konstaterat är avgörande vid skyfall, som i stor utsträckning innebär ett volymproblem på slutna innergårdar. Detta gör ytliga och nedsänkta magasin med hög porositet särskilt relevanta.

Flera åtgärder med mindre möjlighet till fördröjning av volym har dock god potential för hantering av vardagsregn. Åtgärder som regnbäddar och vegetation har däremot större multifunktionell potential. Detta talar för relevansen av att kombinera åtgärder, speciellt i slutna mindre avrinningsområden som även blir mer sårbara om en funktion sätts ur funktion.

Behovet av markbaserad volymhantering

I början av skissprocessen för gestaltungsförslaget undersökte jag möjligheten att hantera den totala erforderliga fördröjningsvolymen

utan markingrepp, genom stora regntunnor i trappformationer och fördröjningszoner i upphöjda regnbäddar kopplade till stuprör.

Skyfallsproblematiken bedöms dock generellt kräva åtgärder med ingrepp i marken om den befintliga markens topografi inte möjliggör fördröjning utan att orsaka skada på omgivande byggnader. Detta då dagvatten vid kraftiga skyfall överskrider stuprörens kapacitet och väller över takrännorna ut på gården och då behöver hanteras där. Därmed är det en stor risk vid skyfallsanpassning att begränsa avrinningsområdets fördröjning till att endast ske i anslutning till stuprör. Utifrån intervjun med skyfallssakkunnig (SkD 2026) förstärktes vikten av att inte endast dimensionera för toppintensiteten, utan även för regn innan och efter.

Detta ledde till att olika nedsänkta ytliga utformningar prövades och att gestaltungsförslaget utformades så att innergården fungerar som ett sammanhängande system för fördröjning, där flera åtgärder samverkar.

Volymkapacitet och multifunktion

Ytliga magasin har generellt potential till högre porositet och att rymma en större vattenvolym per utgrävd jordvolym. Utifrån verktygslådan bedöms ytliga magasin med vegetation, specifikt träd, ha betydligt större potential att minska risken för värmestress för människor och värmelaster på byggnader samt kunna integreras i gestaltningen med fler multifunktioner jämfört med underjordiska magasin.

Det finns dock flera aspekter som ställer krav på ytliga magasin utformning. Bland annat ställer tillgänglighet krav på utformningen av topografiska skillnader av säkerhetsskäl. Likaså kan krav på framkomlighet för drift och brand fordra viss bredd på gångar. Utformningar av ytliga magasin med vegetation kräver i sin tur slänter för goda växtförhållanden och för att inte skapa nya risker genom att orsaka erosion vid höga flöden. Detta innebär att mer horisontell yta generellt krävs för ytliga magasin.

Ovanstående har beaktats i fallstudien, men examensarbetet har avgränsats avseende exempelvis brandväg, för att kunna genomföras inom tidsramen. Med det sagt har innergården i fallstudien möjliggjort tillräcklig horisontell yta, med stor marginal, för ett ytligt magasin. Genom träspången med regelbundna bredare delar kan man röra sig även som rörelsehindrad för att både möjliggöra framkomlighet till de olika entréerna och platsbildningarna samt upplevelsen av den djungelliknande miljön.

Om den enskilda innergårdens yta och form dock inte ger utrymme för den horisontella ytan som krävs för att möta erforderlig fördröjningsvolym och samtidigt möta de andra kraven som finns, kan ett ytligt magasin vara irrelevant och det inte spela någon roll hur många multifunktioner åtgärden rent teoretiskt kan erbjuda. Då kan ett

underjordiskt magasin i stället vara mer yteffektivt och ur ett helhetsperspektiv anses mer multifunktionellt, genom att använda mer djup per kvadratmeter och erbjuda fri yta ovanför, även om exempelvis möjligheten till jorddjup för träd kan begränsas. Det innebär att kontexten får stor påverkan på vilken teoretisk åtgärd som blir mest yt- och multifunktionell.

Dimensionering, systemperspektiv och robusthet

Gestaltungsförslaget har dimensionerats med marginal över minsta erforderliga fördröjningsvolym. Lösningen kan därmed i viss mån betraktas som överdimensionerad i relation till den beräknade minimivolymen. Samtidigt har utformningen haft i åtanke en low-regret strategi som skapar ett mer robust system vid osäkerhet i klimatprognos, igensättning och delvis fyllda magasin, dessutom integrerat i gestaltningen med flera multifunktioner. Eftersom vissa antaganden gjorts utifrån ledningsunderlaget där mått saknats och ingen hydraulisk modellering genomförts, bedömdes det vidare även fördelaktigt att arbeta med säkerhetsmarginal.

Den större fördröjningsvolymen möjliggör även reducerad avtappning, vilket minskar belastningen på ledningsnätet nedströms. Gestaltungsförslaget illustrerar därmed hur slutna innergårdar kan bidra till att reducera flödestoppar ur ett större systemperspektiv.

En viktig aspekt vid utformningen av klimatanpassningsåtgärder är systemets robusthet över tid. För att kunna hantera dagvatten och skyfall långsiktigt är det fördelaktigt att lösningen inte hänger på en enskild åtgärd, utan består av ett samverkande system där vatten kan fångas upp, fördröjas och magasineras i flera steg. Om flera funktioner koncentreras till en enskild komponent ökar systemets sårbarhet vid funktionsbortfall. Genom att kombinera flera olika åtgärder i gestaltningen minskar denna sårbarhet och systemet kan fortsätta fungera även om en del av systemet tillfälligt har reducerad funktion.

6.1.2. Värmereglering genom vegetation och gestaltning

Det framgår tydligt att vegetation, särskilt träd, har stor möjlighet att påverka risken för värmestress samt värmelaster på byggnader även om kunskapsinsamlingen gällande dessa klimatrisker har varit sekundärt fokus.

Värmereglering har varit en aktiv del i gestaltningen i fallstudien och behovet av skugga från träd har därför i stor utsträckning styrt utformningen. Att minska solinstrålning på innergården och omgivande fasader under sommaren har vägts mot att möjliggöra solinsläpp under kallare månader för ett varmare mikroklimat samt att förhålla sig till risker med placering av träd nära fasad. Av dessa har minskning av risk för värmestress för människor samt värmelaster på byggnader

prioriterats högst, men gestaltningen har försökt hitta en kompromiss för att även möta de andra behoven.

Gestaltningförslaget avser att balansera dessa säsongsvisa behov genom att välja lövfällande träd med sent bladutspring och glesare grenstruktur, som möjliggör solinsläpp under vintern men skugga under sommaren. Flerskiktad vegetation med inslag av vintergröna buskar har varit önskvärt för att bidra till minskning av turbulens vintertid och dess visuella effekt. Mellanskiktet har därför utformats och placerats för att inte skugga de vistelseplatser som annars skulle få sol under vår och höst.

Vid översiktligt test av skuggeffekter på fasader i Autodesk Forma var det tydligt att höga träd nära fasaden har stor påverkan på antalet soltimmar på fasaden. Med stöd i referensprojekt bedömdes en relativt nära trädplacering vara möjlig samt rimlig för att bidra till minskade värmelaster på fasaden och därmed potentiellt även behovet av luftkonditionering under sommaren, vilket skulle innebära minskad energianvändning. Högre träd med relativt smal krona prioriterades för att kunna placeras nära fasaden. Genom att träden står tätt och en del i skugga, kommer deras jakt på ljuset att skapa ett smalare habitus.

För värmereglering har val av ytmaterial även inneburit avvägning. Ytor med vegetation kan bidra till större temperaturreducering genom evapotranspiration och minskad värmelagring, men är även mer känsliga för slitage. Är slitaget för högt på en vegetationsyta minskar dess värmereglerande potential. Gångstråk behöver även kunna vara tillgängliga, varför viktiga gångstråk har prioriterats vara hårdgjorda. Valet av stenmjöl som primär ny hårdgjord markbeläggning har därmed varit en kompromiss mellan värmerisk och funktion. I nedsänkningen möjliggör spången att man kan vistas i djungelmiljön utan slitage på vegetationen och vid stepping stones har mer slittåliga perenner planterats.

En konflikt kan uppstå mellan ett generellt större behov av drift och underhåll för vegetation i jämförelse med hårdgjorda ytor samt ytskiktens påverkan på värme och dagvatten. EU-taxonomin betoning av naturbaserade lösningar bedöms dock ge stöd för att prioritera vegetationen.

Gestaltningförslagets applicering av verktyglådan exemplifierar att åtgärder för minskning av värmerelaterade risker har stor teoretisk potential att kombineras och integreras med skyfallsanpassning på en slutna innergård, utan att funktionerna står i konflikt. Det krävs dock god etablering samt en genomtänkt och genomförbar skötselplan. Då gestaltningförslaget varken har prövats och utvärderats eller värmesimulerats, kan den faktiska reduceringen inte kvantifieras då inga beräkningar har genomförts.

6.1.3. Multifunktion och funktionella krav

Likt den modelluppbyggnad som gjorts i Thorsson et al. (2025) är prioriteringen av eftersträvansvärda multifunktioner relevant vid bedömningen av vilken typ av klimatanpassad åtgärd som genererar mest multifunktioner eller är mest ekonomisk. Även om olika åtgärder har olika förutsättningar, har de flesta kontexter något behov som måste mötas för att platsen överhuvudtaget ska kunna fungera. Om en åtgärd inte möter miniminivån för klimatrisker eller andra primära krav och det underhållet som de kräver, blir åtgärden både ineffektiv och dyr, även om det finns andra multifunktioner som kommer med åtgärden.

Detta understryker behovet av prioritering, att kunna se vad som är minimikrav och vad som kan avvägas mot andra behov och sedan utgående från den enskilda platsen undersöka utfall av olika typer av åtgärder och utformningar. Även om regnbäddar och vegetationsytor erbjuder fler multifunktioner än exempelvis underjordiska magasin, finns en risk att man skapar nya risker om man endast ser till andelen multifunktioner en åtgärd kan bidra med, men inte beaktar hur väl åtgärden kan hantera de kritiska kraven.

6.1.4. Naturbaserade och blågröna lösningar i begränsade urbana miljöer

I EU-taxonomin finns ett stort fokus på att anpassningsåtgärder ska vara naturbaserade lösningar eller blågröna lösningar. Inom skissprocessen och framtagningen av verktyglådan har olika åtgärdstyper och utformningar prövats. Flera av åtgärderna som generellt inkluderas inom begreppet och samtidigt har större volymmässig och fördröjande potential, som våtmarker, stora dagvattendammar och svackdiken, bedöms generellt inte få plats inom slutna innergårdar eller bli irrelevanta när det inte är möjligt med ytlig avledning.

Exempelvis bedömdes svackdiken vara irrelevanta på mindre slutna innergårdar då vattnet inte kan avledas ytligt till närmsta recipient, utan då använder yta utan större bidrag till skyfallshantering. Likaså bedöms ytliga nedsänkningar med vatten innebära att volym tas ifrån tillgänglig volym för skyfall och att en större schaktning skulle krävas. Även om det finns värden med permanent vattenyta, bland annat för biologisk mångfald, har fokuset i arbetet varit att inte göra ett för stort ingrepp, vilket generellt kan vara en utgångspunkt för innergårdar. Detta både utifrån miljömässig hållbarhet vid anläggning och för hållbarheten av omgivande byggnaders konstruktion.

Med det sagt saknar inte naturbaserade eller blågröna lösningar möjlighet att hantera skyfall och gestaltningförslaget visar på hur tillräcklig erforderlig volym uppnås med stor marginal genom den vegetationsbekladda nedsänkningen.

Likt fallstudien behöver även ytliga vegetationsbaserade skyfallsåtgärder på slutna områden ledas vidare till underjordiska tekniska åtgärder, som en dagvattenledning, för att ta sig ut till närmaste recipient. I praktiken utgör klimatanpassning i urbana miljöer därför sällan renodlade naturbaserade eller grönbå lösningar utan är en kombination av dessa och tekniska komponenter.

6.1.5. Bedömning av verktyglådans åtgärder utifrån EU-taxonomin

Utifrån verktyglådans icke-platsspecifika kontext bedöms ytliga magasin med vegetation som den åtgärd som bäst kan följa EU-taxonomin som hållbarhetsutgångspunkt för att möta klimatriskerna. Samtidigt är många faktorer i EU-taxonomin kontextberoende och det är därmed svårt att bedöma vilken åtgärd som exempelvis kan innebära signifikant skada på biologisk mångfald eller vattenresurser.

Olika dagvatten- och skyfallsåtgärder innebär även olika omfattande ingrepp och materialval. Det kan exempelvis handla om schaktmassor, betong, plastkassetter, täta dukar och växtsubstrat. Ännu fler möjliga material och komponenter när man ser till en hel gestaltning, varför deras klimatavtryck är svåra att jämföra. Det är inte helt enkelt att jämföra olika klimatpåverkan från olika åtgärder och hitta likvärdig information för att jämföra komponenter som finns tillgängliga på marknaden. EU-taxonomin gällande landskapsplanering är även relativt generellt utformad och stöttar inte jämförandet med krav eller riktvärden för anpassningsåtgärder i relation till de andra övergripande hållbarhetsmålen.

Den sammanfattande tabellen (se 4.4) är alltså en övergripande förenkling av komplexa åtgärder där är beroende av kontext och utformning av åtgärden. Att kategorisera åtgärder översiktligt har varit nödvändigt utifrån arbetets omfattning, men det har även gjort det svårt att kommentera åtgärdstyper med många olika varianter och egenskaper.

6.1.6. Analys av gestaltningförslaget utifrån EU-taxonomin

Nedanstående är en sammanfattande bedömning av gestaltningförslaget utifrån de övergripande aspekter som presenterades i avsnitt 3.1.

Väsentligt bidrag till klimatanpassning

Utifrån EU-taxonomin mål 2, anpassning till klimatförändringar, bedöms de föreslagna åtgärderna bidra väsentligt till att minska risken för pluvial översvämning och reducera flödestoppar genom ytlig magasinering och reducerad avtappning. Genom dimensionering med marginal över den minsta erforderliga fördröjningsvolymen hanteras den mest krävande varaktigheten av 100-årsregn enligt både RCP 4.5 och RCP 8.5. Detta, kompletterat av kontrollerad bräddning och

utrymme för att hantera risker som igensättning, minskar risken för översvämning på innergården. Genom att strypa utloppet och minska belastningen på ledningsnätet nedströms förskjuts inte heller översvämningsrisken. Alltså minskas risken för översvämning utan att nya klimatrelaterade risker skapas, vilket ligger i linje med taxonomin. Vegetationens utformning bidrar även till klimatanpassning genom värmereglering med trädens skugga och evapotranspiration.

Överensstämmelse med taxonomins rekommendationer

Då åtgärderna i gestaltningen kan hantera ett 100-årsregn utifrån flera klimatscenarier med marginal minskar risken för ”felinvestering” i linje med low-regret och gör lösningen relevant även vid osäkerhet. Dessutom skapas marginal för hantering av regn före och efter regnets toppintensitet, om magasinet redan vid händelsens början är delvis fyllt, osäkerheter i klimatantaganden och ledningsunderlag samt tillfällig igensättning eller en reducerad funktion i åtgärderna över tid.

Nedsänkningen, regnbäddarna och vegetationen är multifunktionella win-win-lösningar och bidrar till klimatanpassning, förbättrat mikroklimat och vistelsevärden. Då systemet är ytligt är det relativt flexibelt och exempelvis regntunnor och regnbäddar kan både skalas upp, omvandlas och tas bort utan omfattande ingrepp. Regntunnor kan både beskrivas som en naturbaserad lösning och en teknisk lösning, beroende på definitionen av begreppet.

Orsaka ingen betydande skada (DNSH)

Åtgärderna bedöms inte orsaka signifikant skada enligt DNSH-principen. Riskförskjutning undviks genom strypt utlopp och kontrollerad bräddning, vilket minskar belastningen nedströms. Begränsad schaktning och potentiell möjlighet till återanvändning av jorden kan bidra till minskad klimatpåverkan vid anläggning. Genom en utformning anpassad till befintliga ledningar minskas även ingreppen.

En hög andel återbruk av material, exempelvis träplankor, markbeläggning och möbler, minskar materialåtgången. Vid nya material har material med lägre klimatavtryck prioriterats, som gångar av stenmjöl i stället för exempelvis marktegel.

Genom ytlig dagvattenhantering möjliggörs viss rening innan vattnet når ledningsnätet, vilket minskar spridningen av föroreningar. Förslagets ökade andel vegetation och bevarandet av befintliga träd kan bidra till ökad biologisk mångfald.

6.1.7. EU-taxonomin som analysverktyg

Värderingen av åtgärder, utifrån EU-taxonomin, har begränsningar i form av att mycket är upp till tolkning. Även om flera aspekter lyfts, som win-win-alternativ, flexibilitet, no-regret- och low-regret-alternativ samt förkortade projekttider (se kap. 3.2), är det inte fastställt vad som krävs för att respektive faktiskt uppfylls. Att ovanstående beskrivs som

centrala överväganden och inte som krav eller specificering av antalet punkter som bör uppfyllas gör målen tolkningsbara. Även om några av de tekniska granskningskriterierna ställer krav på att åtgärder, som att de inte får skada människor, natur och kulturarv, att de följer nationella anpassningsstrategier samt att de kan övervakas och mätas (Europeiska kommissionen 2021b; 2023), finns det utrymme för tolkning av vad det i sin tur innebär.

Det konkreta kravet på mätbarhet är även något som potentiellt kunde göra att åtgärder som är lätta att sätta ett kvantitativt värde på, enkla att följa upp och justera prioriteras framför andra åtgärder som inte är lika mätbara. Även om det finns ett värde i skalbarhet utifrån klimatutveckling, finns det risker med kravet på vad som går att mäta och följa upp. Det kunde exempelvis anses lättare att kvantifiera effekten av en byggd struktur som skapar en oföränderlig skugga i jämförelse med vegetation vars struktur utvecklar sig med åren.

En utmaning, vid användning av EU-taxonomin som utgångspunkt för hållbarhet, är att begreppet naturbaserade lösningar och grönblå infrastruktur rymmer tolkning och taxonomins definition (se kap. 3.2) är relativt vag. Samtidigt finns det fördelar med ett ramverk som inte är alltför fyrkantigt och rymmer tolkning för att inte endast schablonlösningar används för enkelhetens skull. Likaså finns det fördelar med tolkningen av att anpassningsåtgärder ska ”*gynna naturbaserade åtgärder eller i möjligaste mån förlita sig på sk blå eller grön infrastruktur*” (Europeiska kommissionen 2023:53), då det kräver prövning av den typen av åtgärder samtidigt som det skapar handlingsutrymme för situationer, som arbetet diskuterat kan uppstå på slutna innergårdar.

Enligt taxonomin ska åtgärderna reducera de identifierade klimatriskerna till en godtagbar nivå (Europeiska kommissionen 2021d). Vad en godtagbar nivå innebär är dock också upp till tolkning av varje aktör, men objektets funktion och skyddsvärde är aspekter som lyfts i förhållande till implementeringskostnader.

Det övergripande DNSH-kravet inom EU-taxonomin är inte heller så enkelt att tolka och applicera inom landskapsarkitektur. För exempelvis byggnader finns mer detaljerad vägledning kring material och energieffektivitet, medan motsvarande riktlinjer för utemiljön är i nuläget mer övergripande. Detta kan i viss mån bero på att taxonomin inte preciserar specifika krav om inte det finns tillräckligt stort vetenskapligt stöd, utan då istället tillämpar försiktighetsprincipen (Europeiska kommissionen 2020). Utifrån litteraturinläsning under examensarbetet anser jag att det finns potential för kriterierna att utvecklas så att landskapsplanering får en högre detaljeringsnivå inom EU-taxonomin.

Utmaningen med hur EU-taxonomin ska tolkas och tillämpas är något som både Sweden Green Building Council (2025) och Fastighetsägarna

och Byggföretagen (2025) lyfter i sina dokument om taxonomin. EU-taxonomin omfattar dessutom ett stort antal dokument som kan vara svår att överblicka. Även om taxonomin innebär möjligheter kring att främja klimatanpassning och ekologisk hållbarhet, finns det utrymme för vidareutveckling inom dess roll för landskapsarkitektur.

Med det sagt är inte taxonomin heller avsedd att vara ett tekniskt projekteringsverktyg inom landskapsarkitektur, vilket också förklarar öppna formuleringar. Genom att taxonomin hänvisar till lokala regler och riktlinjer kan det finnas kontextanpassade riktlinjer som i sin tur reglerar projekteringen i större detalj.

EU-taxonomin möjliggör ändå en referensram relaterad till platsspecifika gestaltningsbeslut mot övergripande europeiska hållbarhetsmål. Taxonomin har varit ett användbart diskussionsverktyg, men kan inte självständigt användas som tekniskt beslutsstöd då det krävs tolkning och även sakkunskap inom anpassningsåtgärdens område.

6.1.8. Gestaltning och vistelsevärden

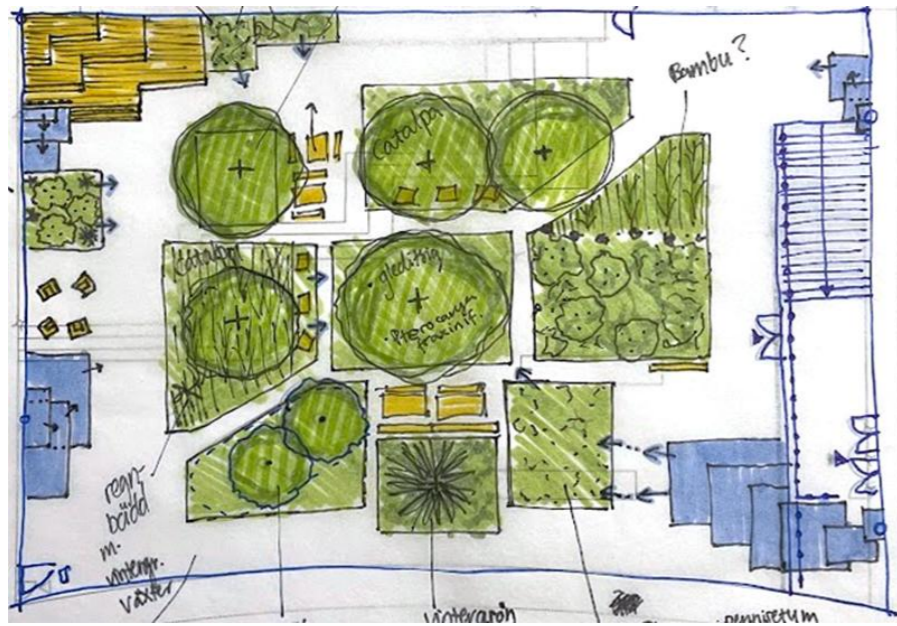
Extremväder, som 100-årsregn, sker inte varje dag. Däremot används denna typ av plats varje dag och kan påverka användarna på olika sätt. Genom att försöka välja lösningar, i den mån det är möjligt, som integrerar skyfalls- och värmeriskhanteringen med utformning, kan platsen ge funktion och mening för bägge delarna.

Vid utformning av gestaltningsförslaget har därför typ och utformning av klimatanpassningsåtgärder för vatten och värme som kan integreras i gestaltningen prioriterats. I en ytlig nedsänkning kompletterad av vegetation såg jag stor potential för en omfattande rumslighet och för att kunna ge besökaren känslan av avkoppling.

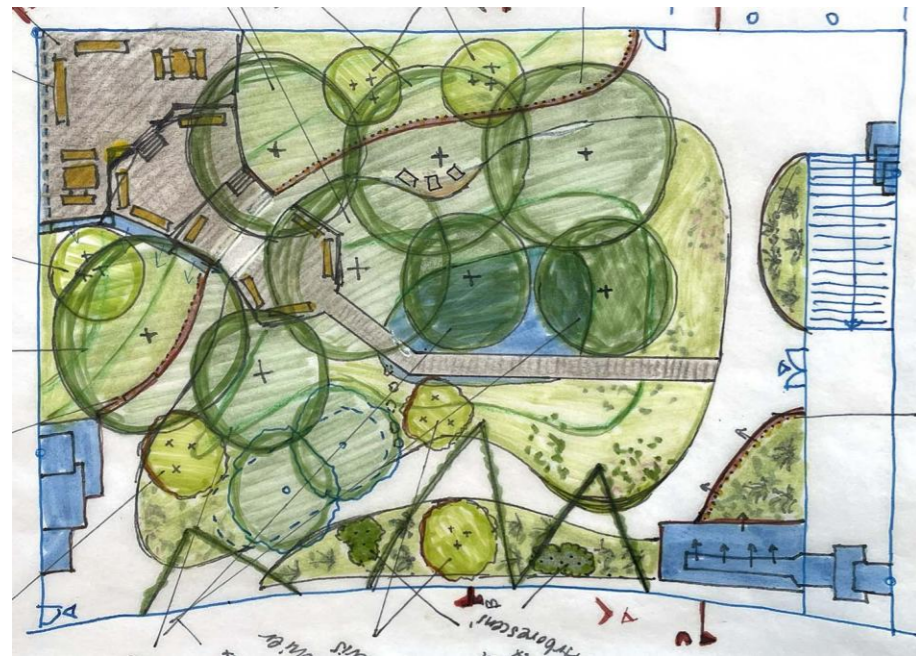
Tillgängligt underlag möjliggjorde även en relativt utbredd nedsänkning, så länge den inte var alltför djup. Gestaltningsförslagets fördröjningsvolym har idag stor marginal till den minsta erforderliga fördröjningsvolymen och kunde därför anses överdimensionerad, rent utifrån fördröjningsaspekten. Visst hade nedsänkningen kunnat göras grundare, men här kände jag att vistelsevärdet, att uppnå känslan av en nedsänkning, inte kunde göras grundare. Man kunde även dra ner på volymen i regntunnor, men jag har samtidigt sett ett värde i att visa på olika möjligheter för fördröjning och synliggörande av vatten och visa på ett samverkande system med större klimatresiliens och systempåverkan än den enskilda innergården.

Alternativa gestaltningskoncept

Utformningen av nedsänkningen och vegetationsytorna väckte även frågor om det övergripande formspråket för innergården. Under skissprocessen har det funnits två övergripande gestaltningskoncept med olika formspråk. Det ena utgick från ett mer geometriskt formspråk med raka linjer och större uppdelning av ytor, delvis inspirerat av japanska trädgårdar med små atrium (Figur 81). Det andra utgick från ett mer organiskt formspråk med mjukare, mer böljande former (Figur 82).



Figur 81. Tidig skiss med mer strikt och geometriskt formspråk. Vegetationen organiseras som öar mellan hårdgjorda ytor.



Figur 82. Tidig skiss med mer organiskt formspråk. Vegetationsytorna binds samman till ett mer sammanhängande grönt rum.

Det mer strikta och geometriska gestaltningskonceptet (Figur 81) innebar en större hårdgjord yta, där vegetationen organiserades som separata planteringsytor mellan gång- och vistelseytor. Strukturen skapade en tydlig uppdelning mellan plantering och rörelseytor samt en större andel slittålig yta, men innebar samtidigt att vegetationen framstod mer som enskilda element i rummet och större andel hårdgjord yta.

Trots att en tillräcklig fördröjningsvolym skulle kunna uppnås i båda alternativen bedömdes det mer organiska formspråket vara mer fördelaktigt i relation till arbetets övergripande mål. Den organiska utformningen (Figur 82) möjliggjorde en större sammanhängande vegetationsyta i nedsänkningen och krävde en lägre andel hårdgjorda ytor. Detta skapade bättre förutsättningar för både vatten- och värmehantering genom högre andel infiltrationsytor, evapotranspiration och skuggning. Utformningar med mjukare formspråk bedömdes även enklare kunna uppnå större volympotential för reduktion av avtappning.

Den mer sammanhängande vegetationen bidrog även till en tydligare rumslig upplevelse av nedsänkningen som ett grönt rum. Det organiska formspråket stödde därmed konceptet Urban djungel där vegetationen, nedsänkningens utformning och gestaltningens uttryck förstärker varandra och bildar ett sammanhängande grönt rum. Geometriska element har behållits i innergårdens periferi som kontrast mot det mjukare formspråket och överbygger de omgivande byggnadernas former.

Gestaltningens avvägningar mellan årstider och användning

Utformningen av innergården har även väckt frågan: För vilken tid man gestaltar för och för vad? Innergårdens nära läge till entréer och potential att betrakta dem gör dem till aktuella året om, men under vintern kanske behovet inte är att vistas ute i längre stunder utan snarare att kunna betraktas inifrån och upplevelsen på väg till och från studiemiljön.

Genom lite vintergröna buskar minskas den värsta vinden under vintertid, men annars har inte gestaltningen prioriterat väderskydd för vintern. För att ge upplevelsen av grönska och konceptet Urban djungel året om föreslår gestaltningen vintergröna marktäckare i stor utsträckning. Detta i kombination med dekorativ belysning. För att ta vara på tidig vårsol är trädäcket upphöjt och placerat där solen lättast når.

Likaså har inte väderskydd för regn prioriterats i gestaltningsförslaget, då ett sådant tar upp en del plats, men de flesta kanske ändå inte vill sitta ute och studera vid regn när närmiljön erbjuder studieplatser med tak utan fukt. Bortprioriteringen har i stället möjliggjort mer utrymme för träd och buskar som skapar platser där man kan studera utan att bli bländad.

Att inte ha en hög andel vintergröna buskar har även varit en fråga om trygghet. Även om fokus har varit att innergården ska upplevas grön, gärna året om, har det varit en avvägning mellan det och otrygghet om sikten begränsas kraftigt. Genom taktisk placering och en begränsad höjd på vintergröna buskar försöker gestaltningen möta båda målen.

6.1.9. Skalbarhet och generaliserbarhet

Initialt fanns en ambition att identifiera generella lösningar på slutna innergårdar för att minska tröskeln för implementering av klimatanpassningsåtgärder. Genom att sammanfatta aktuell kunskap om olika typer av klimatanpassningsåtgärder i relation till deras kapacitet och multifunktioner bedömer jag att steget till att en lösning faktiskt kan implementeras är mindre. Då många innergårdar verkar vara försummade med stora hårdgjorda och grå ytor som ingen verkar använda, och som varken underlättar för dagvatten-, skyfallshantering eller mikroklimatet, verkar det finnas en stor potential. Innergårdarnas avskurenhet från omgivningen och ofta liknande vatten- och värmerelaterade klimatrisker spekulerade jag även bidrog till större möjligheter till typlösningar. Ingången i examensarbetet var därför en målsättning kring att kunna bidra till flera värden där det är bättre att göra något åt de största problemen än att optimera lösningar för alla olika delområden.

Under examensarbetet har jag dock blivit ödmjuk inför min målsättning att kunna generalisera en verktyglåda som fungerar överallt. Som Edge betonar i sin handbok för BGG-system (Edge 2025) passar ingen åtgärd alla situationer och varje plats bör undersökas, även om dagvatten- och skyfallsåtgärder som kombinerar blågröngråa lösningar övergripande är särskilt relevanta på kvartersmark med ont om plats.

Trots att man kan jämföra, diskutera och se mönster i exempelvis kapacitet för skyfallshantering, finns det många fler aspekter att beakta. En lösning som utan tvekan är den bästa på en plats, kan i värsta fall skapa nya risker och förvärra situationen på en annan plats. Markens egenskaper, markdjupet, nuvarande utformning av dagvattenledningar, förekomst av andra ledningar, byggnadernas utformning, avrinningsområdets storlek, användarbehovet, solinsläpp, geografisk position, närhet till tillgängligt material för olika åtgärder, möjlighet till återanvändning av jord, budget samt drift- och underhållsmöjligheter är bara några aspekter som påverkar vilka lösningar som inte bara är bäst, utan som överhuvudtaget fungerar på en plats.

Med detta som utgångspunkt har min målsättning kring att ta fram typlösningar utvecklats, även om jag fått större förståelse för viktiga aspekter. Och kanske är det just det som är det viktigaste i vår roll som landskapsarkitekter. Att analysera den aktuella platsen och inse att det inte finns typlösningar som gäller överallt, men att det finns många verktyg som kan prövas. Det är viktigt att utemiljöns funktion, egenskaper och potential tas till vara och att olika perspektiv och

sakkunskap tas till vara för att kunna lyfta platsen och dess potential. Det är kanske enklare sagt än gjort innan steget i yrkeslivet är taget, men med det som utgångspunkt för vårt ansvar i yrkesrollen når vi förhoppningsvis längre fram i att skapa värdefulla, användbara och hållbara miljöer.

Idén om att hellre göra något än inget kan i efterhand ses som en sympatisk tanke, men potentiellt farlig. Om fel typ och utformning av åtgärd installeras kan det skapa en falsk trygghet eller skapa nya risker. Därav hade upprepning av fallstudien, fast på andra innergårdar och med både hydraulisk modellering och värmesimulering, varit värdefull innan man kan uttala precisa slutsatser om exakta typlösningar.

6.1.10. Vidare arbete

Detta arbete har varit ett försök att närmare undersöka och jämföra olika anpassningsåtgärder, deras utmaningar, multifunktioner och potential samt förstå hur dessa kan överföras i en gestaltning. Samtidigt som arbetet har bidragit med ökad kunskap har det även synliggjort nya frågor och områden för vidare arbete.

Exempelvis kunde vidare arbete innefatta att gå mer in på djupet på de olika åtgärdestyperna, då de flesta åtgärder kan utformas på olika sätt och beroende på utformning och kontext innebära olika fördelar respektive risker. Vidare studier kunde även omfatta hydraulisk modellering av skyfallsflöden och värmesimuleringar för att kvantifiera åtgärdernas påverkan. Ett generellt större grepp om värme vore fördelaktigt då många nyanser inte lyfts i detta arbete, på grund av avgränsningen av det som sekundärt fokus, för att möjliggöra arbetets omfattning.

En utökning av biologisk mångfald i verktygslådan och undersökning av hur konkreta komponenter och utformningar inom olika anpassningsåtgärder kan skapa synergier och konflikter med biologisk mångfald. Det hade även varit intressant att undersöka åtgärders livslängd och hur förvaltning av dessa har fungerat i praktiken.

För att grunda förslaget inom fallstudien och säkerställa genomförbarhet vore det relevant att utföra geotekniska undersökningar av jorrdjup till berg under innergården och jordens egenskaper. För större säkerhet kring hur gestaltungsförslagets helhet fungerar långsiktigt vore det relevant att ta fram en skötsel- och underhållsplan. Vidare kunde ett uppföljningsprogram som mäter hur innergårdens hantering av dagvatten och skyfall, värme samt olika användningsaspekter påverkas före och efter införandet. Det vore även intressant att genomföra en pilotstudie där åtgärder för verktygslådan prövades inom flera olika slutna innergårdar för att kunna dra större slutsatser kring olika verktyg.

Funktioners hållbarhet över tid och avvägning av risk

En aspekt som endast berörts översiktligt i detta arbete är klimatanpassningsåtgärders funktion och hållbarhet över tid. Detta kan exempelvis handla om hur länge en regnbädd behåller sin

infiltrationskapacitet, vilka åtgärder som krävs för återställning av funktionen. För flera blå-grön-gråa system finns det fortfarande osäkerheter kring livslängd och funktion över tid på grund av begränsad erfarenhet (Fridell & Jergmo 2015; Edge 2025).

Drift och skötsel återkommer samtidigt som en viktig faktor för åtgärders långsiktiga funktion. En viktig fråga för framtida arbete är därför hur olika klimatanpassningsåtgärder fungerar över tid i praktiken, samt hur drift- och underhållsbehov påverkar deras långsiktiga effektivitet. Det kunde även vara relevant att förstå hur känsliga olika åtgärder är för perioder med bristande underhåll och vilka konsekvenser detta kan få för systemets funktion. En bättre förståelse för åtgärders funktion över tid hade hjälpt att identifiera low-regret-lösningar som är robusta över tid.

En ytterligare aspekt för vidare arbete är hur klimatanpassningsåtgärder bör bedömas i relation till risk. Alla åtgärder innebär någon form av risk och som nämnts (Avsnitt 1.2) handlar risk både om sannolikheten för en händelse och omfattningen av dess konsekvenser. I praktiken innebär detta att valet av åtgärder ofta blir en värderingsfråga.

Exempelvis kan det handla om risken att en åtgärd förlorar sin funktion och orsakar översvämning innan skadan upptäcks, i jämförelse med den klimatpåverkan eller den ekonomiska kostnaden som uppstår vid mer omfattande konstruktioner eller vid reparation och utbyte av åtgärder. Även användarrelaterade aspekter kan spela in, såsom hur länge en plats kan accepteras funktionsnedsättas vid reparation eller ombyggnad.

I detta sammanhang kan potentiellt EU-taxonomin ge stöd i avvägning mellan olika lösningar genom att betona riskreducering till godtagbar nivå, främjandet av naturbaserade och blågröna lösningar samt DNSH-principen.

Vid klimatanpassning uppstår därmed frågan om det är bättre att genomföra ett mer omfattande ingrepp som klarar mer extrema skyfall och värmeböljor eller mindre ingrepp som endast hanterar mer begränsade händelser men innebär en lägre klimatpåverkan och lägre kostnader. Denna typ av avvägningar vore relevant att undersöka i vidare studier.

6.2. Metodreflektion

Följande avsnitt reflekterar över metoderna under processen och dess begränsningar.

6.2.1. Mixed-methods i en iterativ process

Att arbeta med en mixed-methods-ansats har varit en förutsättning för att ta ett helhetsgrepp om både verktygslådan och gestaltungsförslaget. Det kvantitativa underlaget har möjliggjort insamling av data, risker och begränsningar som inte har varit synliga genom enbart observationer.

De kvalitativa metoderna fångar rumsliga kvaliteter, behov och användningsmönster som det kvantitativa underlaget inte förmedlar.

Arbetet har genomförts iterativt där analyser, kunskapsinsamling och skissprocessen har påverkat varandra. Genom skiss i analys- och gestaltungsprocessen uppstod nya frågor som undersöktes vidare i verktygslådan, samtidigt som kunskapsinsamlingen påverkade gestaltningen. Detta arbetssätt ligger i linje med den iterativa metaprocess som beskrivs av Krupinska (2016), där förståelsen för platsen utvecklas genom växling mellan analys, skiss och omprövning. Att arbeta parallellt med arbetets olika delar möjliggjorde växling mellan olika typer av uppgifter, vilket har hjälpt att hålla kreativiteten och produktiviteten uppe.

6.2.2. Datainsamling – verktygslådan

Verktygslådans åtgärder har förenklats och kategoriserats på en övergripande nivå på grund av arbetets tidsram. Vägledande dokument kring klimatanpassning och intervjun om skyfall kan inte ersätta en mer omfattande litteraturstudie eller intervjustudie kring olika klimatanpassningsåtgärder. Samtidigt har upplägget bidragit med erfarenhetsbaserad kunskap som inte alltid finns i akademisk litteratur.

Den sammanfattande tabellen (Verktygslådan

Tabell 7) hjälper verktygslådans användare att översiktligt uppfatta skillnader i kapacitet för respektive klimatrisk, multifunktionalitet och potentiella målkonflikter. Samtidigt innebär denna typ av förenkling att nyanser går förlorade om tabellen läses separat. Genom kommentarer i tabellen har jag försökt tydliggöra en bit av nyanserna, men det hade varit mer rättvist att dela upp de olika åtgärderna i underkategorier, exempelvis som hårdgjorda ytliga magasin, ytliga magasin med vegetation och ytliga magasin i form av regntunnor för att minska andelen nyanser som försvinner.

6.2.3. Datainsamling – fallstudien

Analyser inom fallstudien har förenklats och begränsats i flera avseenden. Mer detaljerade analyser hade kunnat ge mer exakta resultat, men hade samtidigt gjort arbetet betydligt mer omfattande. Dessutom begränsas analyserna av antaganden som gjorts utifrån tillgänglig information vid avsaknad av detaljerad information kring ledningslutning, markhöjder och lutningar samt markens förutsättningar. Det gör att resultatet av analyserna ses som översiktligt, snarare än som exakt underlag.

EU-taxonomin anger att klimatanpassningsåtgärderna bör baseras på en analys som ”bygger på bästa praxis och tillgängliga riktlinjer och tar hänsyn till senaste vetenskapliga rön för sårbarhets- och riskanalys” (Europeiska kommissionen 2023). I ett examensarbete med begränsad omfattning innebär detta en utmaning, då vissa analyser som hydraulisk

modellering eller avancerade värmesimuleringar kräver mer omfattande data och program samt tid. I detta arbete har därför taxonomins principer främst använts som en kvalitativ ram för analys och diskussion av olika åtgärder.

Samtidigt lyfter taxonomins formulering frågan om vilken analysnivå som är rimlig i olika projekt. I praktiken behöver omfattningen av analyser ofta anpassas till projektets skala, resurser och komplexitet. Det kan därför vara relevant att bedöma vilken nivå av analys som är tillräcklig i respektive kontext, snarare än att varje klimatanpassningsåtgärd alltid baseras på den mest avancerade analysmetoden.

Skyfallsanalys

För mer detaljerad beräkning och jämförelse mellan olika dagvatten- och skyfallsåtgärder på ett specifikt avrinningsområde krävs normalt hydrografiska modeller (SkD 2026). I arbetet avgränsades detta på grund av arbetets omfattning, fokus och tidsram och i stället användes den rationella metoden, vilket innebär en förenkling men ger en uppskattning av fördröjningsvolym i mindre avrinningsområden. Metoden bedömdes rimlig, då platsen uppfyller den rationella metodens grundläggande kriterier, som ett rektangulärt avrinningsområde under 30 hektar med ungefär samma avrinningskoefficient (Svenskt Vatten 2016). Dessutom har avrinningsområdet korrigerats utifrån bedömning av takets avrinning. Frånvaron av hydrografisk modellering innebär att resultatet bör tolkas som en översiktlig uppskattning, vilket för marginalen i dimensioneringen är fördelaktigt.

Analys för värmerisk

I analysen för värmerisk användes MSB:s värmekartering och Autodesk Forma. Markytatemperaturanalysen från MSB och sol- och skugganalysen i Autodesk är övergripande förenklingar och kan resultera i att situationen både över- och underskattas, likaså effekten av trädens effekt på innergården. För att få ett precist resultat kring lufttemperatur, ytemperatur och termisk komfort rekommenderas mer avancerade program såsom ENVI-met, SOLWEIG eller UMEP. Detta hade gett större detaljförståelse både för helheten och enskilda komponenters påverkan.

Platsanalys av upplevelsemässiga aspekter

Dialogen med användare genomfördes genom enkäten på plats. Antalet deltagare var begränsat, liksom urvalet, då enkäten gjordes i november och exempelvis riskerar man att missa perspektiv från studenter som studerar under sommaren. Vid genomförandet var det även sen höst och regnigt, vilket kan ha påverkat deltagarnas upplevelse av platsen. Trots att frågorna utformades enligt riktlinjer från SCB finns alltid en risk att formuleringar påverkar hur deltagare tolkar frågor. I efterhand önskar jag även att frågorna hade berört primära tider för användning, då detta

har stor påverkan på utformningen av vistelseplatserna. Vissa begrepp i frågorna kunde även ha preciserats tydligare, för att minska risken för feltolkning.

Trots dessa begränsningar gav enkäten samtidigt relevanta insikter om platsen, vilka hade varit svåra att identifiera genom enbart platsanalys. För ett mer tillförlitligt resultat vore det dock fördelaktigt med fler respondenter och uppföljning under fler årstider.

Referensplatser

Att använda referensplatser har inspirerat gestaltungsförslaget på flera sätt. Platsernas utformning har gett mod till exempelvis användning av träd relativt nära fasaden. Kompletteringen av intervjuer har dessutom gett många lärdomar och reflektioner.

Initialt undersökte jag referensplatser med liknande kontext som fallstudien. Även om jag besökt projekt i Göteborg, har de efter hand prioriterats bort, då jag ansåg att de valda projekten visade störst bredd till minst antalet referensplatser.

Även om fler projekt med liknande utgångspunkter som fallstudiens har varit eftersträfvansvärt, finns det saker att plocka från projekten även om inte exempelvis växterna eller dagvattenlösningar kan överföras utan anpassning. Examenarbetets omfattning har helt enkelt begränsat andelen platsbesök och utforskning av potentiella referensplatser. Det kan även vara en fördel att inte förutsättningarna är för lika, då det tvingade mig att verkligen undersöka och utgå ifrån den specifika platsen.

En nackdel med frågorna i intervjuerna är att de i större utsträckning har berört dagvatten och skyfall och i mindre grad värme. Detta berodde på det primära fokuset på skyfall när frågorna formulerades. Samtidigt har värmereglering berörts då det är en viktig del vid gestaltning av en plats, men potentiellt kunde fler aspekter lyftas kring värme som nu missats. Det vore även värdefullt att komplettera med intervjuer från fler perspektiv, som fastighetsskötare och förvaltare, för att få större förståelse för gestaltningens utfall.

6.2.4. Skissprocessen

Den iterativa skissprocessen har varit ett sätt att pröva egna idéer och prioritera bort förslag som inte tydligt bidrog till examensarbetets syfte. Genom att arbeta med flera alternativa skisser undersöktes både nuvarande volymer och potentiella volymer för dagvattenhantering samt olika utformningar för vistelse och vegetation. Fokus har därmed successivt smalnats av från en bredd av idéer, utformningar och funktioner till ett mer koncentrerat förslag som adresserar de viktigaste behoven för just fallstudiens utgångspunkt.

En utmaning i processen har varit att väga många olika aspekter mot varandra, som skyfallsanpassning, värmereglering, värdet av

multifunktioner, markförutsättningar, hållbarhet kopplad till EU-taxonomin, konstruktion, rumslighet och användarbehov. Detta har krävt prioriteringar och avvägningar där vissa idéer och funktioner har fått utgå för att stärka helheten i förslaget.

Flera av dessa aspekter berör dessutom olika specialistområden, vilket innebär att vissa bedömningar har behövt göras utifrån tillgänglig litteratur, intervjuer och övergripande riktlinjer snarare än detaljerad expertanalys. Detta har stundtals gjort det utmanande att avgöra hur olika faktorer bör viktas mot varandra, vilket visar på komplexiteten med att jobba med klimatanpassning i befintliga urbana miljöer där många aspekter samverkar.

Innergårdar som typologi vid gestaltning

En utmaning i gestaltungsarbetet har varit att innergården just är en innergård. Även om en innergård, likt alla platser, har en kontext, är den ofta begränsad då det främst är de omgivande fasaderna som definierar rummet tillsammans med klimatet. Detta innebär bland annat färre siktlinjer och kopplingar till omgivningen att ta avstamp i.

Denna utmaning lyftes även i intervjuer med yrkesverksamma landskapsarkitekter (UvDc 2025; UmDC 2025; UbDC 2026) i samband med referensprojekt som var innergårdar. Under flera av samtalen betonades vikten av ett tydligt koncept vid gestaltning av innergårdar. Detta är något som varit ett stöd i gestaltungsprocessen. Konceptet tog avstamp i platsens förutsättningar och platsanalysen och fungerade sedan som vägledning för bland annat formspråk och växtval.

Intuition och att förstå och motivera sina val

Gestaltungsprocessen innebär många beslut och avvägningar. Under och efter framtagningen av gestaltungsförslaget har jag försökt reflektera kring varför jag har gjort vissa val, bland annat genom presenterade analyskisser i avsnitt 5.5.2. Varje streck på pappret betyder något och det är viktigt att veta vad strecket förankras i samt betyder för platsens rumslighet och funktion. Att sätta ord på både medvetna och mer intuitiva beslut är dock inte alltid enkelt, särskilt när de inte direkt kan kopplas till en tydlig funktion eller komponent. Samtidigt är det viktigt att inte fastna i planestetik utan att se betydelsen av strecket framför sig.

Trots att analyser och gestaltungsprogram har varit viktiga underlag och underlättat beslut vid utformningen av förslaget, innebär gestaltning också en viss grad av intuition kring rum och form. Även med samma underlag kan olika gestaltningar uppstå beroende på hur arkitekten tolkar platsen och dess möjligheter. Under skissprocessen upplevdes vissa former, möten och placeringar fungera bättre tillsammans, medan andra kombinationer kändes ”fel” när skissen betraktades.

Även om denna intuition kan vara svår att formulera, är den svår att bortse från i gestaltungsarbete. Metoder, riktlinjer och analysverktyg kan ge viktiga ramar, men den konceptuella förståelsen av platsen, hur verktygslådor tillämpas och den som gestaltar blir också en del av resultatet. Ambitionen har därför varit att förankra besluten i platsanalys och de olika behoven kopplade till klimatanpassning och studiemiljön, samtidigt som erfarenhet och den intuition som byggts upp under landskapsarkitektutbildningen fått ta plats i processen. Detta speglar även en grundläggande aspekt av gestaltungsarbete inom landskapsarkitektur, där analytiska underlag och rumslig intuition ofta samverkar i utformningen av en plats.

6.2.5. Samarbetet med Akademiska hus och Landskapsgruppen

Samarbetet med Akademiska Hus bidrog till att identifiera problematiken på fallstudiens innergård och skapade en praktisk utgångspunkt för arbetet. Genom samarbetet fick jag tillgång till internt material och platskunskap som varit värdefulla i analyserna. Det finns säkert fler platser man hade kunnat använda inom fallstudien, men det har varit värdefullt att använda en plats där det finns en uttalad problematik och önskan om förbättring.

Samarbetet med Landskapsgruppen har både bidragit till utformningen och utvecklingen av arbetet. Kontoret uttryckte intresse för en samlad verktygslåda för klimatanpassningsåtgärder och en ökad förståelse för EU-taxonomin. Detta har legat till grund för att undersöka taxonomin och relatera den till klimatanpassningsåtgärder. Landskapsgruppen har även bidragit med handledning under projektets gång, vilket har varit värdefullt för ökad kunskap och förslagets utveckling.

Utöver den egna påverkan på resultatet av den som ritar, sker mycket vid samtal med andra. Att jag under arbetet har haft möjlighet att bolla mina idéer och skisser med erfarna landskapsarkitekter, utöver arbetets handledare, har varit otroligt värdefullt då det både har utmanat och utvecklat förslaget. Att snabbt förklara sin idé för andra hjälper en själv att hitta kärnan i det man vill förmedla och belyser även luckorna som man själv kan bli blind för.

6.3. Reflektion över interdisciplinärt arbete

Den kanske största lärdomen som jag tar med mig från examensarbetet är respekten för de olika disciplinerna som finns i anslutning till utemiljön och som landskapsarkitekter samarbetar med. Många delar av detta examensarbete har berört dessa områden och utvecklat min kunskap, bland annat kring skyfallsberäkning och ledningar. Trots att jag har försökt beakta olika kunskapsingångar och belysa olika perspektiv är jag ödmjuk inför att jag bara har skrapat på ytan.

I arbetet med examensarbetet har min förståelse för dagvatten- och skyfallshantering samt värmereglering fördjupats. Parallellt har arbetet även tydliggjort hur komplext området är och hur många aspekter som behöver beaktas i praktiken. Detta har bidragit till en ökad respekt för de olika specialistkunskaper som finns inom angränsande discipliner. Man kan inte veta det man inte vet, men man kan vara ödmjuk inför att det med största sannolikhet finns många aspekter man inte vet och därför vara lyhörd och nyfiken på de expertområden som finns i utemiljön.

7. Sammanfattande slutsats

Examensarbetet bidrar med att koppla en översiktlig analys av klimatanpassningsåtgärder till ett konkret gestaltungsförslag och visar därmed hur en verktygslåda med anpassningsåtgärder kan integreras i gestaltning. På så sätt bidrar arbetet med att visa hur klimatanpassning kan utvecklas från separata åtgärder till en helhetsmässigt gestaltad och multifunktionell utemiljö.

Vilka åtgärder är mest relevanta för att hantera klimatförändringar, med fokus på vatten- och värmerelaterade klimatrisker, på slutna innergårdar i en befintlig miljö?

- Skyfall inom slutna innergårdar är i stor utsträckning en volymrelaterad utmaning, vilket gör volymbaserade åtgärder relevanta för att minska översvämningsrisken.
- Kombinationer av flera åtgärder är mer fördelaktiga än en enskild lösning, bland annat för att hantera olika delar av flödet och skapa ett robust system.
- Kombinationen av grönblå och gråa komponenter är generellt nödvändiga när inte vattnet kan avledas ytligt ut från slutna områden vid skyfall, snarare än renodlat naturbaserade.
- Klimatanpassningsåtgärder behöver utformas med hänsyn till både lokala och större systemeffekter, exempelvis påverkan på ledningsnätet nedströms, för att undvika riskförskjutning.
- Åtgärder som möjliggör vegetation, framför allt träd, har stor betydelse för mikroklimatet och potential att bidra till minskad risk för värmestress för människor och minskade värmelaster på byggnader.
- Vilken åtgärd som är mest relevant är kontextberoende och påverkas av faktorer som tillgänglig yta, markförhållanden, ledningar och användarbehov.
- Drift, livslängd och förvaltning är viktiga aspekter att beakta för att inte skapa nya risker

Hur kan dessa lösningar bidra till multifunktionella värden såsom förbättrat mikroklimat, vistelsevärden och biologisk mångfald?

- Multifunktionella lösningar som kombinerar volym med vegetation har generellt större potential att bidra till multifunktionella värden som mikroklimatreglering, vistelsekvaliteter och biologisk mångfald. Samtidigt är multifunktion kontextberoende och om miniminivån för klimatrisker, eller annat nödvändigt krav, inte uppnås blir värdet av multifunktioner sekundärt.

Hur kan en verktygslåda med olika anpassningsåtgärder tillämpas i relation till campusmiljöns specifika behov av rekreation och möjligheter till studieyta?

- Trots potentialen i verktygslådor och generella strategier är kontexten avgörande och påverkar avvägningen mellan olika verktyg.
- Dimensionering för klimatrisker är inte bara en fråga om teknisk dimensionering utan även värdering utifrån risk, konsekvens, ekonomi och systempåverkan.
- Sammantaget visar gestaltungsförslaget att klimatanpassning kan integreras i gestaltningen och samtidigt bidra till studiemiljön genom att skapa platser för vistelse, avkoppling och studier.

Övrigt:

- EU-taxonomin kan vara användbar som utgångspunkt för klimatanpassning och hållbarhet, men kräver tolkning i relation till platsens kontext.
- Trots potentialen i verktygslådor och generella strategier är platsanalys avgörande då varje innergård har egna förutsättningar.



8. Källförteckning

- Akademiska Hus (2022). Utsatthet för klimatrisker. Internt dokument.
- Akademiska Hus (2024a). Bilaga: case innergården - umeå universitetsbibliotek. Internt.
- Akademiska Hus (2024b). *EDIT*. <https://www.akademiskahus.se/campus--fastigheter/goteborg/chalmers---campus-johanneberg/> [2025-11-17]
- Akademiska Hus (2024c). Upprustning av innergårdar (internt)
- Akademiska Hus (2024d). Års- och hållbarhetsredovisning 2024. <https://www.akademiskahus.se/siteassets/dokument/finansiella-dokument/arsredovisningar/arsredovisning-2024-sve.pdf> [2025-11-12]
- Alivio, M.B., Radinja, M., Šraj, M. & Bezak, N. (2025). An evaluation of the stormwater runoff reduction of two distinct tree species to support urban greening as nature-based solutions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 107, 128792. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.128792>
- Anys, M. & Weiler, M. (2024). Rainfall interception by urban trees: Event characteristics and tree morphological traits. *Hydrological Processes*, 38 (4), e15146. <https://doi.org/10.1002/hyp.15146>
- Autodesk Forma (u.å.). *Introduction to the microclimate analysis*. <https://help.autodeskforma.com/en/articles/6932531> [2025-12-17]
- Berland, A., Shiflett, S.A., Shuster, W.D., Garmestani, A.S., Goddard, H.C., Herrmann, D.L. & Hopton, M.E. (2017). The role of trees in urban stormwater management. *Landscape and Urban Planning*, 162, 167–177. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017>
- Boverket (2019). *Ekosystemtjänster för klimatanpassning – dagvattenlösningar och temperaturreglering*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/> [2026-02-27]
- Boverket (2021a). *Matris - Gröna lösningar* (excel). <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/> [2026-01-02]
- Boverket (2021b). *Mer grönska reducerar ljud*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/ljud/> [2026-02-27]
- Boverket (2024). *Solljus i Boverkets byggregler (BBR)*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/ljus-i-byggnader/solljus/> [2025-11-27]
- Brown, R.D., Jr. (2010). *Design with Microclimate: The Secret to Comfortable Outdoor Space*. Island Press. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/slub-ebooks/detail.action?docID=3317501> [2025-11-26]
- Building Research Establishment (u.å.). *Daylight and Sunlight*. <https://tools.bregroup.com/certifiedthermalproducts/page.jsp?id=3792> [2025-11-27]
- Carlgren, L., Rauth, I. & Elmquist, M. (2016). Framing Design Thinking: The Concept in Idea and Enactment. *Creativity and Innovation Management*, 25 (1), 38–57. <https://doi.org/10.1111/caim.12153>
- Dahlström, B. (2010). *Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse*. (2010–05). Svenskt Vatten AB. https://vav.griffel.net/filer/Rapport_2010-05.pdf
- Davidson, B. & Patel, R. (2019). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. 5. uppl. Studentlitteratur.
- Edge (2023). *Mikroklimat och värmeöar - ur ett urbant landskapsperspektiv. En rapport inom det Vinnova-finansierade projektet Multifunktionell klimatanpassning i samverkan*. Vinnova Sveriges innovationsmyndighet. <https://www.ri.se/sites/default/files/2024-01/Mikroklimat%20och%20värmeöar%20ur%20ett%20urbant%20landskapsperspektiv.pdf>
- Edge (2025). *Levande stadsrum- en handbok i Blågröngrå system*, version 5.0. <https://edges.se/wp-content/uploads/2025/11/Levande-Stadsrum-En-handbok-i-Blagrongra-system-v5.0.pdf>
- Elleby, R. (2025). Se slutseminariet för SODA i efterhand. *VA-guiden*. <https://vaguiden.se/2025/12/se-slutseminariet-for-soda-i-efterhand/> [2026-01-21]
- European Commission: Directorate-General for Climate Action (2023). *EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change - best practice guidance*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141> [2025-12-29]
- Europeiska kommissionen (2020). *Europaparlamentets och rådets förordning 2020/852, Bilaga I*. OJ L. <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj> [2025-11-12]
- Europeiska kommissionen (2021a). *Annex 1 - Bilaga till kommissionens delegerade förordning (EU) om komplettering av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2020/852*. (C(2021) 2800 final). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_3&format=PDF [2025-11-08]
- Europeiska kommissionen (2021b). *Annex 2 - Bilaga till kommissionens delegerade förordning (EU) om komplettering av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2020/852*. (C(2021) 2800 final). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_2&format=PDF [2025-12-02]
- Europeiska kommissionen (2021c). *Kommissionens delegerade förordning (EU) 2021/2139*. *EU Official Journal*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32021R2139> [2025-11-28]
- Europeiska kommissionen (2021d). *Kommissionens tillkännagivande om teknisk vägledning om klimatsäkring av infrastruktur under perioden 2021–2027*. (EU Official Journal (C 373/01))
- Europeiska kommissionen (2023). *Kommissionens delegerade förordning (EU) 2023/2485*. *Europeiska unionens officiella tidning*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302485 [2025-11-20]
- Europeiska kommissionen (2025). *Country Profiles. Climate ADAPT*. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/countries-regions/countries> [2026-01-02]
- Europeiska unionen (2020). *Europaparlamentets och rådets förordning 2020/852 om inrättande av en ram för att underlätta hållbara investeringar och om ändring av förordning (EU) 2019/2088*. OJ L. <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj> [2025-12-29]
- Fastighetsägarna & Byggföretagen (2025). *EU-taxonomin: Rekommendation kring klimatrisk- och sårbarhetsanalys i enlighet med EU-taxonomin*. https://www.fastighetsagarna.se/globalassets/bilder/fakta/taxonomi/dokument/taxonomi-tolkning-av-aktivitet-71-72-och-77-_rev241111.pdf?bustCache=1764575003981
- Feltelius, V. (2023). *Multifunktionella urbana dagvattenåtgärder, MUDs*. *VA-guiden*. <https://vaguiden.se/2023/05/multifunktionella-urbana-dagvattenatgarder-muds/> [2026-01-05]
- Folkhälsomyndigheten (2022). *Hälsoeffekter av värmeböljor – En kunskapssammanställning*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publikationer-och-material/publikationsarkiv/h/halsoeffekter-av-varmeboljor/> [2025-12-02]
- Fridell, K. & Jergmo, F. (2015). *Regnbäddar - Biofilter för behandling av dagvatten*. *Movium fakta*, (2), 1–12. <https://pub.epsilon.slu.se/27942/1/fridell-k-et-al-220518.pdf>
- Göteborgs stad (2019a). *Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder*. <https://www.vattenigoteborg.se/Information/DownloadDocument?file=8.%20%C3%85tg%C3%A4rds katalog/%C3%85tg%C3%A4rdsplan%20f%C3%B6r%20skyfall-metodbeskrivning-Bilaga2-Katalog%20skyfalls%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf&folder=down-pourReports> [2025-12-19]

- Göteborgs stad (2019b). Översiktsplan för Göteborg - Tematiskt tillägg för översvämningsrisker. Stadsbyggnadskontoret Göteborg stad. https://geodata-external.sbk.goteborg.se/files/oversiktsplan/ttop_oversvamningsrisker.pdf
- Göteborgs stad (2021). Göteborg när det regnar - En exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering. <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/dagvatten/G%C3%B6teborg-n%C3%A4r-det-regnar-2018.pdf>
- Göteborgs stad (2023). *Baskarta DWG*. https://opengeodata.goteborg.se/files/baskarta/baskarta_dwg.html [2025-11-18]
- Göteborgs stad, Stadsbyggnadsförvaltningen (1999). Bygglövshandling för Johanneberg 31:9. Arkivmaterial erhållet via tjänsten "Beställ arkiverade bygghandlingar" [2025-11-18]
- Hirons, D.A. & Sjöman, D.H. (2025). Tree Species Selection for Green Infrastructure - A Guide for Specifiers. Tree & Design Action Group. <https://www.tdag.org.uk/tree-species-selection-for-green-infrastructure.html> [2025-02-28]
- IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-11/> [2025-11-27]
- Ji, W., Wang, R., Liu, G., Gao, C., Wang, Y., Li, B., Wang, J. & Xiong, P. (2025). Rainfall characteristics affected canopy rainfall redistribution more than canopy structure and leaf micromorphology in three urban forest species in China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 113, 129068. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.129068>
- Johansen, M.N. (2025). *Comparison of the Forma Site Design sun hours analysis to traditional methods and reality*. Autodesk Forma. <https://help.autodeskforma.com/en/articles/5594826-comparison-of-the-forma-site-design-sun-hours-analysis-to-traditional-methods-and-reality> [2025-12-17]
- Karolinska Institutet (2025). *Solljus och UV-strålning*. <https://ki.se/imm/miljomedicinsk-riskbedomning/riskwebben/solljus-och-uv-stralning> [2025-11-27]
- Kaspersen, P., Høegh Ravn, N., Arnbjerg-Nielsen, K., Madsen, H. & Drews, M. (2017). Comparison of the impacts of urban development and climate change on exposing European cities to pluvial flooding. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 4131–4147. <https://doi.org/10.5194/hess-21-4131-2017>
- Klima-, Miljö- og Teknikforvaltningen (u.å.). Fremtidens Gårdhave ved Straussvej — Klimakvarter Østerbro. *Klimakvarter*. <https://klimakvarter.dk/en/projekt/strausvej/> [2026-02-08]
- Klimat- och näringslivsdepartementet (2023). *Nationell strategi och regeringens handlingsplan för klimatanpassning*. (24:97). Regeringskansliet. <https://www.regeringen.se/contentassets/981309b513244d3eb987e0cf8ff69e37/nationell-strategi-och-regeringens-handlingsplan-for-klimatanpassning-skr.-20232497.pdf>
- kommissionen (2025). *Nature-based solutions - Research and innovation*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en [2025-12-29]
- Konarska, J., Uddling, J., Holmer, B., Lutz, M., Lindberg, F., Pleijel, H. & Thorsson, S. (2015). Transpiration of urban trees and its cooling effect in a high latitude city. *International Journal of Biometeorology*,. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1014-x>
- Kong, S.Y., Mohd Yaacob, N. & Mohd Ariffin, A.R. (2018). Constructing a Mixed Methods Research Design: Exploration of an Architectural Intervention. *Journal of Mixed Methods Research*, 12 (2), 148–165. <https://doi.org/10.1177/1558689816651807>
- Krupinska, J. (2016). *Att skapa det tänkta - en bok för arkitekturintresserade*. 1. uppl. Studentlitteratur AB.
- Landsbygd- och infrastrukturdepartementet (2025). *Ny strategi för levande och trygga städer*. (2024/25:96). Regeringskansliet.
- Li, D. & Sullivan, W.C. (2016). Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue. *Landscape and Urban Planning*, 148, 149–158. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.015>
- Lindberg, F., Wallenberg, N., Thorsson, S., Haeger-Eugensson, M., Lönn, J., Holmberg, B., Frid, M. & Fahlström, J. (2025). Micro-scale, city-wide analysis of outdoor thermal comfort during heatwaves in high latitude cities: influence of building geometry and vegetation. *International journal of biometeorology*, 69. <https://doi.org/10.1007/s00484-025-03030-2>
- MSB (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter*. (2260). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://rib.msb.se/filer/pdf/30510.pdf> [2025-11-14]
- MSB (2024). *Värmekartering*. ArcGIS StoryMaps. <https://gis.msb.se/portal/apps/storymaps/stories/9b3a5dc917fb486ebcb79091bdf18269> [2025-12-15]
- Naturvårdsverket (2025). *Hållbar dagvattenhantering*. <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avlopp/hallbar-dagvattenhantering/> [2026-01-26]
- Nordh, H., Hartig, T., Hagerhall, C.M. & Fry, G. (2009). Components of small urban parks that predict the possibility for restoration. *Urban Forestry & Urban Greening*, 8 (4), 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.06.003>
- Olsson, J. & Foster, K. (2023). *Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige*. (Klimatologi, 6). SMHI.
- Persson, J. (2020). *Personssäkerhet vid dammar och översvämningsytor – hur staket kan undvikas och varför*. <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d6d67a0d-4ef6-4f0e-aa38-bea1e3cd3d9f/Personssäkerhet+vid+dammar+och+översvämningsytor%2C+rappport.pdf?MOD=AJPERES> [2026-03-02]
- Plantarum (u.å.). *Luzula nivea. Movium plantarum*. <https://plantarum.slu.se/showperenn.aspx?plantid=1766&nav=plantdetails> [2026-03-12]
- Regeringskansliet, R. och (2025). *Regeringen presenterar ny strategi för levande och trygga städer*. Regeringskansliet. [Text]. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2025/02/regeringen-presenterar-ny-strategi-for-levande-och-trygga-stader/> [2025-11-24]
- Riksförbundet Svensk Trädgård (2021). *Så utläser du zonkartan och hittar din odlingszon*. <https://svenskttradgard.se/tradgardsrad/zonkartan/utlasa-zonkartan/> [2025-11-19]
- SCB (2015). *Hårdgjord mark (tätorter med mer än 30 000 invånare) per tätort. År 2010 - 2015*. *Statistikdatabasen*. https://www.statistikdatabasen.scb.se/443/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0805__MI0805A/GYHgMarkTo37/ [2025-11-24]
- Schimanke, S., Joelsson, M., Andersson, S., Carlund, T., Wern, L., Hellström, S. & Kjellström, E. (2022). *Observerad klimatförändring i Sverige 1860–2021*. (Klimatologi, 69). SMHI.
- Shashua-Bar, L., Pearlmutter, D. & Erell, E. (2009). The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate. *Landscape and Urban Planning*, 92 (3), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.04.005>
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015). *Stadsträdslexikon*. 1. uppl. Studentlitteratur.
- Sjöman, J., Hirons, A., Bassuk, N. & Sjöman, H. (2021). Plant and Wood Area Index of Solitary Trees for Urban Contexts in Nordic Cities. *Arboriculture & Urban Forestry*, 47 (6), 252–266. <https://doi.org/10.48044/jauf.2021.022>
- Sjöman, J.D. & Johansson, E. (2020). Nature-based Solutions to Urban Microclimate Regulation. I: Sang, N. (red.) *Modelling Nature-based Solutions: Integrating Computational and Participatory Scenario Modelling for Environmental Management and Planning*. Cambridge University Press. 247–275. <https://doi.org/10.1017/9781108553827.008>
- SMHI (2017). *Sammanfattning till Extremregn i nuvarande och framtida klimat*. (47). <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/skyfallsstatistik-regional-statistik-for-extrema-korttidsregn> [2025-11-12]
- SMHI (2020). *Klimatförändringar och biologisk mångfald*. (Klimatologi, 56).

- <https://www.naturvardsverket.se/publikationer/x/klimatforandringar-och-biologisk-mangfald/> [2026-02-23]
- SMHI (2024a). *Variationer i datum för solståndet*. <https://www.smhi.se/blogg/blogg/2022-06-21-variationer-i-datum-for-solstanden>. <https://www.smhi.se/blogg/blogg/2022-06-21-variationer-i-datum-for-solstanden> [2025-12-17]
- SMHI (2024b). *Värmeböljor i Sverige*. (49). <https://www.smhi.se/publikationer-fran-smhi/sok-publikationer/2011-06-21-varmeboljor-i-sverige> [2025-12-02]
- SMHI (2025a). *Högre temperaturer i staden*. [text]. <https://www.smhi.se/forskning/forskningsprojekt/vara-forskningsprojekt/hazardsupport---riskbaserat-beslutsstod-for-framtidens-naturolyckor/varme-och-luftmiljo-i-stader/hogre-temperaturer-i-staden> [2026-02-24]
- SMHI (2025b). *Klimatscenariotjänsten*. [text]. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenariotjansten/klimatscenariotjansten> [2025-11-13]
- SMHI (2025c). *Skyfallsstatistik: Regional statistik för extrema korttidsregn*. [text]. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/skyfallsstatistik-regional-statistik-for-extrema-korttidsregn> [2025-11-24]
- SMHI (u.å.a). *Avdunstning*. [text]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/vattenbalans-och-vattnets-kretslopp/avdunstning> [2026-02-24]
- SMHI (u.å.b). *Markvatten*. [text]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/vattenbalans-och-vattnets-kretslopp/markvatten> [2025-11-27]
- SMHI (u.å.c). *Olika typer av översvämningar*. [text]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/oversvamningar/olika-typer-av-oversvamningar-> [2026-02-24]
- SMHI (u.å.d). *Statistik för extrema korttidsregn – skyfall*. [text]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel/statistik-for-extrema-korttidsregn---skyfall> [2025-11-24]
- SMHI (u.å.e). *Värmebölja*. [text]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/temperatur/varmebolja> [2025-12-02]
- SODA (2021a). Nedsänkta växtbäddar. [2025-12-18]
- SODA (2021b). Upphöjda växtbäddar. <https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2023/05/Upphojda-vaxtbadda1.pdf> [2025-12-18]
- SODA (2023a). Dagvattentank under mark. <https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2023/05/Dagvattentank-under-mark-1.pdf> [2025-12-19]
- SODA (2023b). Fördröjningsmagasin under mark. <https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2023/05/Fordrojningsmagasin-under-mark-1.pdf> [2026-12-19]
- Statistiska centralbyrån (2016). *Frågor och svar – om frågekonstruktion i enkät- och intervjuundersökningar*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/ovrigt/ovrigt/ovriga-publikationer-nej-statistik/pong/publikationer/fragor-och-svar--om-fragekonstruktion-i-enkat--och-intervjuundersokningar/> [2025-11-19]
- Stockholm Vatten och Avfall (2025a). Avsättningsmagasin. https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/avmag_h.pdf [2026-01-07]
- Stockholm Vatten och Avfall (2025b). Nedsänkt växtbädd. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf> [2026-01-05]
- Stockholm Vatten och Avfall (2025c). Perkolationsmagasin. [2026-01-07]
- Stockholm Vatten och Avfall (2025d). Överdämningsyta/torr dammar. https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf [2026-01-30]
- Stockholm Vatten och Avfall (u.å.a). *Anläggningsjämförelse. Dagvattenwebben*. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar/anlaggningsjamforelse2/> [2026-01-05]
- Stockholm Vatten och Avfall (u.å.b). Dimensioneringstabell. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/exls/dimensioneringstabell.xlsx>
- Stångby Plantskola (u.å.a). Amelanchier laevis fk BÄCKLÖSA E - Kopparhägmspel. <https://stangby.nu/sortiment/amelanchier-laevis-fk-backlosa-e/> [2026-02-18]
- Stångby Plantskola (u.å.b). Cornus kousa ‘Milky Way’ - Koreansk blomsterkornell. <https://stangby.nu/sortiment/cornus-kousa-milky-way/> [2026-02-18]
- Stångby Plantskola (u.å.c). Toona sinensis - kinesisk toon. <https://stangby.nu/sortiment/toona-sinensis/> [2026-02-18]
- Stångby Plantskola (u.å.d). Trädporträtt Hedera– Murgröna. <https://stangby.nu/sortiment/hedera-helix-murgrona/> [2026-02-18]
- Svenskt vatten (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten: funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem; publikation P110*. 1. uppl. Svenskt vatten AB. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=6106092d-b3ce-341f-87db-c8524d744ce6>
- Svenskt Vatten (2024). *Torka, vattenbrist, kapacitetsbrist och bevattningsförbud – vad gäller?* <https://www.svensktvatten.se/om-oss/nyheter-och-press/nyheter/torka-vattenbrist-kapacitetsbrist-och-bevattningsforbud--vad-galler/> [2025-11-27]
- Svenskt Vatten Utveckling (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. (2019–20). <https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2025/06/svurappport-2019-20-Larm.pdf>
- Sveriges geologiska undersökning (SGU) (2023). *Kartvisaren Jordarter 1:25 000-1:100 000*. <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/> [2026-01-12]
- Sweden Green Building Council (2025). Certifieringar och EU-taxonomin. <https://www.sgbc.se/app/uploads/2025/05/2025-05-19-Certifieringar-och-EU-taxonomin.pdf>
- Teknologisk Institut (2021). *Fremtidens Gårdhave ved Strausvej, København - Beskrivelse af renseteknologi til regnvand*. https://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/06/Fremtidens-Gardhave-ved-Strausvej-tekniskbeskrivelsen_20210609_fardig_KATN_Teknologisk-Institut.pdf [2026-01-28]
- Thorsson, S., Bäcklin, O., Friberg, J., Eriksson, S.F., Haghatafshar, S., Konarska, J., Kotze, S., Lindberg, F., Malmberg, C.-A., Rayner, D., Schade, J., Ström, L., Sundén, B., Sundström, B., Wallenberg, N. & Ylmén, P. (2025). A framework for integrated assessment of blue-green infrastructure: A decision support tool for evaluating climate adaptation and social benefits in relation to construction and maintenance costs. *Cities*, 166, 106239. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106239>
- Trafikkontoret Göteborg (2015). Underlag till förslag till linje av val av dagvattenlösningar/anläggningar i olika typer av gator. https://tekniskhandbok.goteborg.se/Arkiv/2018-1/_site/Content/File/1E_9_Forslag%20pa%20dagvattenanlaggnigar_2018-04.pdf [2025-12-01]
- Twohig-Bennett, C. & Jones, A. (2018). The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental Research*, 166, 628–637. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.030>
- United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs*. <https://sdgs.un.org/2030agenda> [2026-01-12]
- United Nations (2025). *The Sustainable Development Goals Report 2025*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/> [2025-11-17]
- VA-guiden (u.å.a). Avsättningsmagasin. <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/avsattningsmagasin/> [2026-01-28]

- VA-guiden (u.å.b). Nedsänkta regnbäddar. *Anläggningswiki*.
<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/nedsankt-regnbadd/> [2026-01-06]
- VA-guiden (u.å.c). Perkolationsmagasin.
<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/perkolationsmagasin/> [2026-01-28]
- VA-guiden (u.å.d). Överdämningsytor.
<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/overdamningsytor/> [2026-01-29]
- Viklund, J. (2021). Lathund för uppsatsskribenter - Om formalia i B-, C, magister och masteruppsatser. Litteraturvetenskapliga institutionen, Uppsala universitet.
https://www.uu.se/download/18.521b26ff18c42ff37f01a1b9/1702394183328/lathund_uppsats_2021.pdf
- Wahlsteen, E. & Lorentzon, K. (2010). *Ormbunkarnas återkomst*. (8/2010). Utemiljö och Movium – Centrum för stadens utemiljö, vid SLU. <https://pub.epsilon.slu.se/28103/1/wahlsteen-e-et-al-220527.pdf> [2026-02-01]
- World Health Organization (2016). Urban green spaces and health. World Health Organization. Regional Office for Europe.
<https://iris.who.int/handle/10665/345751>
- Xiao, Q. & McPherson, E.G. (2002). Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. *Urban Ecosystems*, 6 (4), 291–302. <https://doi.org/10.1023/B:UECO.0000004828.05143.67>

9. Bilagor

Se följande sidor för bilagor.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

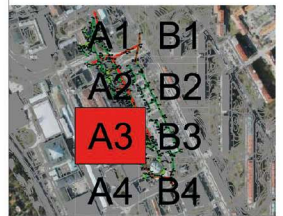
Bilaga 1 - Ledningsunderlag (2025), skala 1:500 (A3)



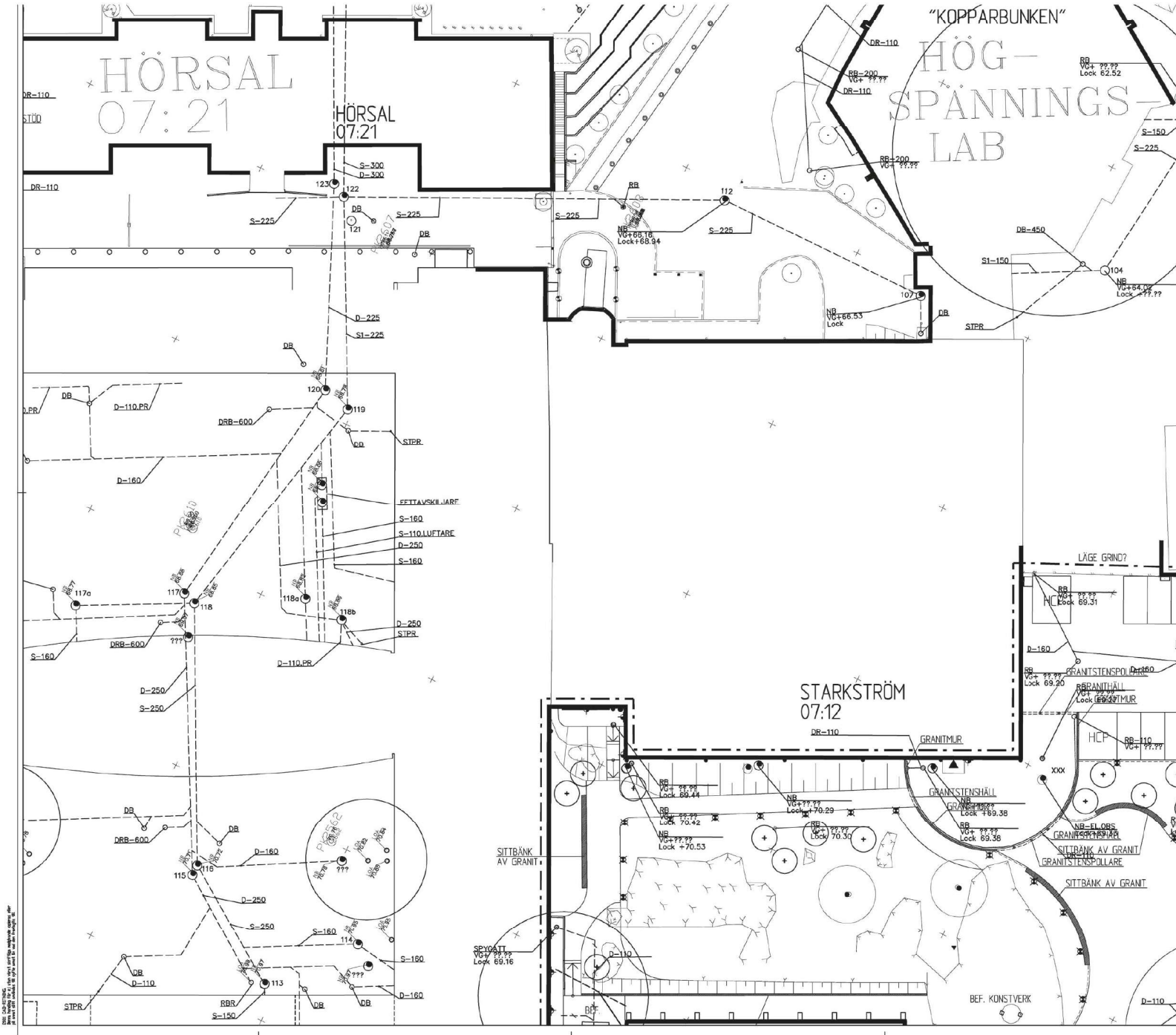
- NEDSTIGNINGSBRUNN
- DAGVATTENBRUNN
- DRÄNVATTENBRUNN
- ACO-RÄNNA
- ÄNDPROPP
- STUPRÖR
- TILLSYNSBRUNN
- RENNSBRUNN
- PUMPGROP/STATION
- INLOPP
- UTLOPP
- VATTENBRUNN/VENTIL

LEDNINGSSYSTEM

- DAGVATTEN
- DRÄNERING
- SPILLVATTEN
- KOMBINERAD
- EJ FILMAD LEDNING



Bilaga 2 - Ledningsunderlag (2008)



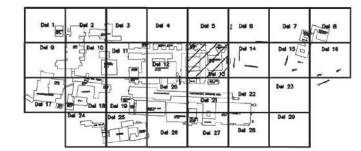
FÖRKLARINGAR

- DB Dagvattenbrunnar
- DBR Dränvattenbrunnar
- XXX Numrerade brunnar är Nedstigningsbrunnar
- STPR Stuprör
- S Spilvatten
- D Dagvatten
- KV Källvatten
- TL Tryckluft
- G Gasledning
- KB Koldbärledning

Underlaget till dessa ritningar är hämtat dels från befintliga planritningar samt från uppmätningar på plats. För exakt placering skall kontrollmätningar göras.

Ursprungsritningar är upprättade av:
Landskap- & markkontroll
Kerth Henriksson AB

Senaste revidering utförd:
08-02-02



ORIENTERINGSFIGUR



BET	NIT	ÄNDERINGEN AVSER	DATEM	SIGN
RELATIONSHANDLING				
LOKALISERINGSPLAN				

UTGIV	REV./ÄR: EXAM		
2008-02-02			
TF33 YTTRE VA, VÄRME, KYLA, TRYCKLUFT			
RENVATTEN, KULVERT			
DEL AV PLAN			
DEL 13			
FORMAT	SKALA	NUMMER	SET
A1	1:200	V53:13	

Bilaga 3 – Beräkning av lutning på utgående dagvattenledning

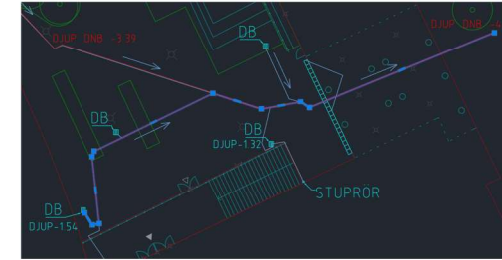
Översiktlig beräkning av lutning på utgående dagvattenledning för att få en uppfattning (och ett varde) som möjliggör beräkning av nuvarande avtappningsflöde från avrinningsområdet m.h.a. Colebrooks diagram.

Utifrån det senaste ledningsunderlaget (Bilaga 1) har jag utgått ifrån en av de längsta bitarna av dagvattenledningen där det finns djup specificerat emellan (DNB -3,39 m från markytan och -4,59 m). Mellan dessa brunnar är det 46,8 meter. Med detta som bas har jag räknat ut lutningen (se nedan) som blir 25 promille.

$$Lutning = \frac{(4,59 - 3,39)}{46,8} = \frac{1,2}{46,8} = 0,025641 \dots \approx 0,025$$

Lutning = 2,5 procent

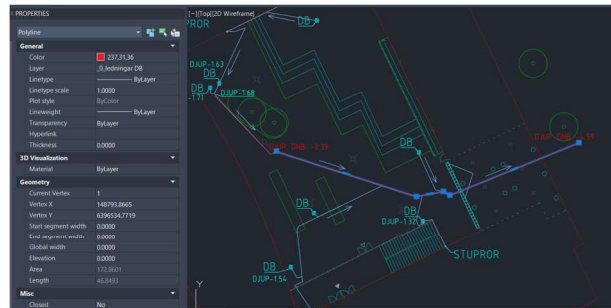
Lutning = 25‰



$$Lutning = \frac{(4,59 - 1,54)}{53,9} = \frac{3,05}{53,9} = 0,056586 \dots \approx 0,056$$

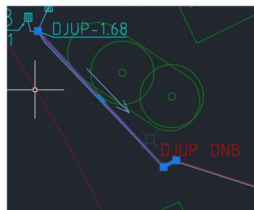
Lutning = 5,6 procent

Lutning = 56‰



Jag anser alltså att en lutning på 25 ‰ är det som är mest rimligt att utgå ifrån vid beräkning av avtappningsflödet enligt Colebrooks diagram.

Har även beräknat lutningen i en annan del av ledningen, som dock är väldigt kort (-1,68 m och -3,39 m på 12,9 m). Detta ger lutningen 132 ‰.



Från en annan ledningsdel (den längsta) mellan punkterna -4,59m och -1,54m är det 53,9m. Detta ger en lutning på 56 promille. Då ledningen antagligen snabbt går ner för att möta den förstnämnda ledningen och sedan plana ut, bedömer jag att den förstnämnda ledningslutningen är rimligare att utgå ifrån.

Bilaga 4 - Beräkning av dimensionerande flöde och fördröjningsvolym med rationella metoden (befintlig avtappningskapacitet)

Återkomsttid = 100 år
 Avrinningskoefficient = 0,81
 Områdets area i hektar = 0,18

Varaktighetsberäkning för störst erforderlig magasinvolym vid 100 års regn utifrån avtappningsvolym 50 liter. Tabellen visar beräkningarna för att undersöka vilken varaktighet som kräver den största erforderliga fördröjningsvolymen för respektive klimatfaktor utifrån fallstudiens förutsättningar.

Dimensionerat utflöde = 50 l/s

		EKVATION 1		EKVATION 3		EKVATION 4		EKVATION 2			
		$Q_{aim} = \varphi \times A \times i(t_r) \times f_c$		$V_{in} = Q_{dim} \times t_r$		$V_{out} = Q_{out} \times t_r$		$V_{d,max} = V_{in} - V_{out}$		Till kubikmeter = G/1000	
		=C*0,18*0,81		=D*B*60		=50*B*60		= E - F			
A	B	C	D	E	F	G					
Utan klimatfaktor	Regn-varaktighet, minuter	Flöde, blockregn	Dimensionerat toppflöde, utan klimatfaktor	Tillrinningsvolym	Avtappningsvolym	Erforderlig fördröjningsvolym (liter)			(≈ m ³)		
	10	488,8	71,26704	42760,224	30000	12 760,22	12,8	KULM, kritisk varaktighet: Störst erforderlig fördröjningsvolym			
	15	386,8	56,39544	50755,896	45000	5 755,90	5,76				
	20	323,1	47,10798	56529,576	60000	3 470,42	3,5				
	30	247	36,0126	64822,68	90000	25 177,32	25,2				
	40	202,5	29,5245	70858,8	120000	49 141,20	49,1				
	50	172,8	25,19424	75582,72	150000	74 417,28	74,4				
Klimatfaktor 1,25	Regn-varaktighet, minuter	Flöde, blockregn	Dimensionerat toppflöde klimatfaktor 1,25	Tillrinningsvolym	Avtappningsvolym	Erforderlig fördröjningsvolym (liter)			(≈ m ³)		
	10	488,8	89,0838	53450,28	30000	23 450,28	23,45	KULM, kritisk varaktighet: Störst erforderlig fördröjningsvolym			
	15	386,8	70,4943	63444,87	45000	18 444,87	18,44				
	20	323,1	58,884975	70661,97	60000	10 661,97	10,66				
	30	247	45,01575	81028,35	90000	8 971,65	8,97				
	40	202,5	36,905625	88573,5	120000	31 426,50	31,43				
	50	172,8	31,4928	94478,4	150000	55 521,60	55,52				
Klimatfaktor 1,4 (RCP 8,5)	Regn-varaktighet, minuter	Flöde, blockregn	Dimensionerat toppflöde klimatfaktor 1,4	Tillrinningsvolym	Avtappningsvolym	Erforderlig fördröjningsvolym (liter)			(≈ m ³)		
	10	488,8	99,773856	59864,3136	30000	29 864,31	29,86	KULM, kritisk varaktighet: Störst erforderlig fördröjningsvolym			
	15	386,8	78,953616	71058,2544	45000	26 058,25	26,06				
	20	323,1	65,951172	79141,4064	60000	19 141,41	19,14				
	30	247	50,41764	90751,752	90000	751,75	0,75				
	40	202,5	41,3343	99202,32	120000	20 797,68	20,80				
	50	172,8	35,271936	105815,808	150000	44 184,19	44,18				

Bilaga 5 - Beräkning av dimensionerande flöde och fördröjningsvolym med rationella metoden (reducerad avtappningskapacitet 10l/s)

Återkomsttid = 100 år

Avrinningskoefficient = 0,81

Områdets area i hektar = 0,18

Dimensionerat utflöde = 10 l/s

Varaktighetsberäkning för störst erforderlig magasinvolym vid 100 års regn utifrån avtappningsvolym 10 liter. Tabellen visar beräkningarna för att undersöka vilken varaktighet som kräver den största erforderliga fördröjningsvolymen för respektive klimatfaktor utifrån fallstudiens förutsättningar.

			EKVATION 1	EKVATION 3	EKVATION 4	EKVATION 2			
			$Q_{dim} = \varphi \times A \times i(t_r) \times f_c$ = C*0,18*0,81	$V_{in} = Q_{dim} \times t_r$ = D*B*60	$V_{out} = Q_{out} \times t_r$ = 10*B*60	$V_{d,max} = V_{in} - V_{out}$ = E - F	Till kubikmeter = G/1000		
A	B	C	D	E	F	G			
Utan klimatfaktor			Dimensionerat toppflöde, utan klimatfaktor	Tillrinningsvolym	Avtappningsvolym	Erforderlig fördröjnings- volym (liter)	(≈ m ³)		
	Regn- varaktighet, minuter	Flöde, blockregn							
	10	488,8	71,26704	42760,224	6000	36 760,22	36,8		
	15	386,8	56,39544	50755,896	9000	41 755,90	41,76		
	20	323,1	47,10798	56529,576	12000	44 529,58	44,5		
	30	247	36,0126	64822,68	18000	46 822,68	46,8		
	40	202,5	29,5245	70858,8	24000	46 858,80	46,9		
	50	172,8	25,19424	75582,72	30000	45 582,72	45,6		
	60	151,5	22,0887	79519,32	36000	43 519,32	43,5		
							KULM för kritisk varaktighet: Störst erforderlig fördröjningsvolym		
Klimatfaktor 1,25			Dimensionerat toppflöde klimatfaktor 1,25	Tillrinningsvolym	Avtappningsvolym	Erforderlig fördröjnings- volym (liter)	(≈ m ³)		
	Regn- varaktighet, minuter	Flöde, blockregn							
	10	488,8	89,0838	53450,28	6000	47 450,28	47,45		
	15	386,8	70,4943	63444,87	9000	54 444,87	54,44		
	20	323,1	58,884975	70661,97	12000	58 661,97	58,66		
	30	247	45,01575	81028,35	18000	63 028,35	63,03		
	40	202,5	36,905625	88573,5	24000	64 573,50	64,57		
	50	172,8	31,4928	94478,4	30000	64 478,40	64,48		
	60	151,5	27,610875	99399,15	36000	63 399,15	63,40		
	90	112,5	20,503125	110716,875	54000	56716,875	56,72		
							KULM för kritisk varaktighet: Störst erforderlig fördröjningsvolym		
Klimatfaktor 1,4 (RCP 8,5)			Dimensionerat toppflöde klimatfaktor 1,4	Tillrinningsvolym	Avtappningsvolym	Erforderlig fördröjnings- volym (liter)	(≈ m ³)		
	Regn- varaktighet, minuter	Flöde, blockregn							
	10	488,8	99,773856	59864,3136	6000	53 864,31	53,86		
	15	386,8	78,953616	71058,2544	9000	62 058,25	62,06		
	20	323,1	65,951172	79141,4064	12000	67 141,41	67,14		
	30	247	50,41764	90751,752	18000	72 751,75	72,75		
	40	202,5	41,3343	99202,32	24000	75 202,32	75,20		
	50	172,8	35,271936	105815,808	30000	75 815,81	75,82		
	60	151,5	30,92418	111327,048	36000	75 327,05	75,33		
	90	112,5	22,9635	124002,9	54000	70002,9	70,00		
							KULM för kritisk varaktighet: Störst erforderlig fördröjningsvolym		

Bilaga 6 – Enkätfrågor för fallstudiens innergård

Enkät: Nordöstra innergården på Edit

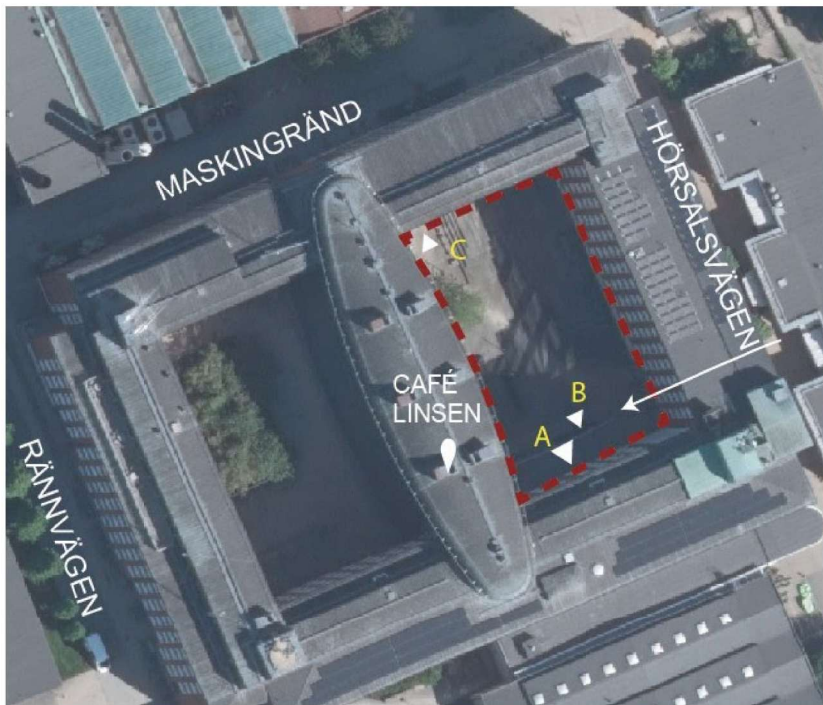
Jag genomför ett masterarbete om hur den nordöstra innergården (se bild nedan) i kvarteret Edit på Chalmers kan utvecklas. Syftet med formuläret är att bredda förståelsen för hur innergården används, upplevs och vilka funktioner som saknas, som underlag för ett gestaltungsförslag.

Enkäten tar ca 2-5 minuter att besvara. Svaren är anonyma.

Tack för att du deltar!

* Anger obligatorisk fråga

Kartbild på aktuell innergård vid Edit. (© Lantmäteriet 2025, redigerad av Siri Sandberg).

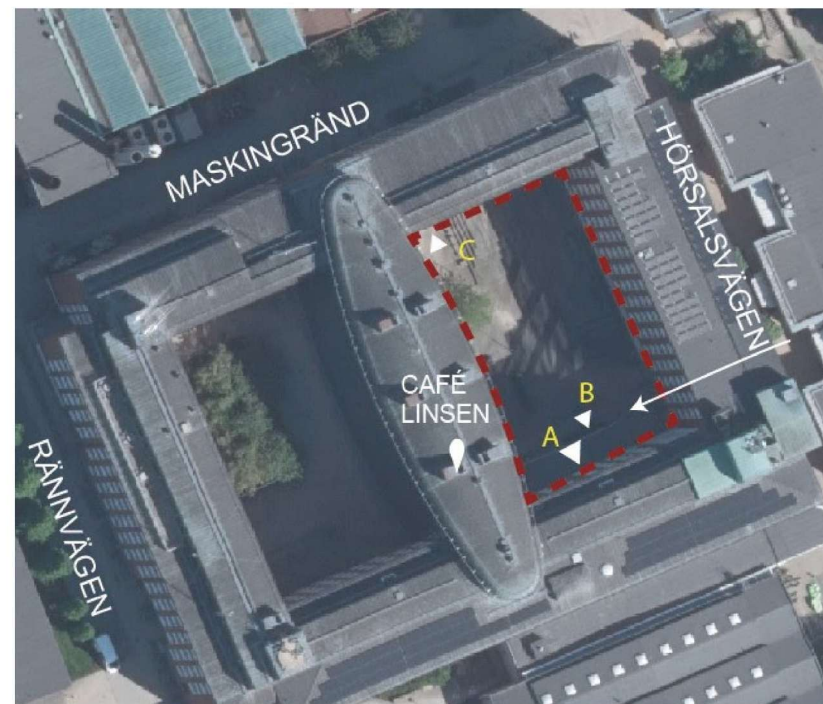


1. Vilken/vilka kategorier tillhör du? *

Markera alla som gäller.

- Student
 Anställd på Chalmers
 Anställd vid annan verksamhet på Campusområdet
 Övrigt: _____

2. Har du **vistats/passerat** den markerade innergården vid Edit under det senaste året? *



Markera endast en oval.

- Vistats och/eller passerat Fortsätt till fråga 3
 Varken vistats eller passerat Fortsätt till fråga 20

Vistats och/eller passerat innergården

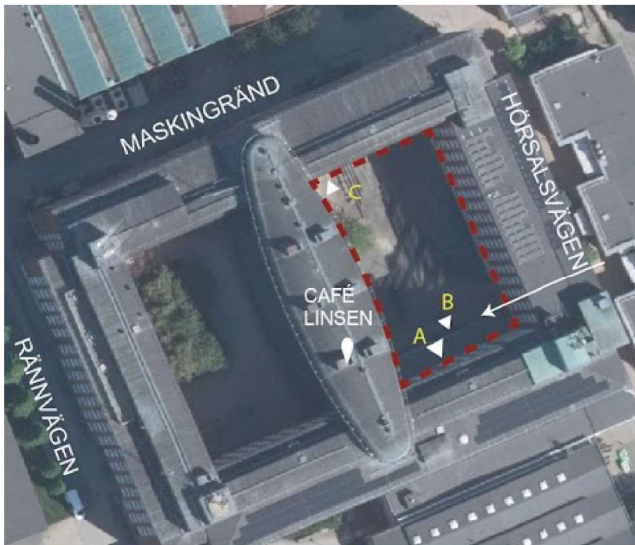
3. När du passerar genom innergården, hur inbjudande upplever du innergården är *
på en skala 1-5?

Markera endast en oval.

1 2 3 4 5

Inte Väldigt inbjudande

4. Vilken/vilka ingångar brukar du använda till byggnaden när du går mellan
innergård och omgivande byggnader? *



Markera alla som gäller.

- A
 B
 C
 Endast gått in och ut genom tunneln

5. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på vintern? *

Markera endast en oval.

- Behaglig
 För varm
 För kall
 Vet ej

6. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på våren? *

Markera endast en oval.

- Behaglig
 För varm
 För kall
 Vet ej

7. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på sommaren? *

Markera endast en oval.

- Behaglig
 För varm
 För kall
 Vet ej

8. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på hösten? *

Markera endast en oval.

- Behaglig
 För varm
 För kall
 Vet ej

9. Har du vistats på innergården? *

Markera endast en oval.

Ja, har vistats på innergården Fortsätt till fråga 11

Nej, passerar endast Fortsätt till fråga 10

Passerar endast

10. Vad gör att du inte stannar på innergården? *

Markera alla som gäller.

Saknar sittplatser

För lite grönska

Upplevs som otydlig eller mörk

Otrevlig mikroklimat (t.ex. för varmt / kallt / blåsigt)

Ogynnsam utformning / möblering

Har inte tid / behov

Övrigt: _____

Fortsätt till fråga 20

Vistelse på innergården

11. Hur ofta vistas du på innergården? *

Markera endast en oval.

Flera gånger i veckan

Varje vecka

Någon gång per månad

Någon gång per termin

Mer sällan

12. Vad använder du innergården till? Du kan välja flera alternativ. *

Markera alla som gäller.

Paus / återhämtning

Fika eller lunch

Studieplats

Socialt umgänge

Väntplats / mötesplats

Transportsträcka / genomgång

Övrigt: _____

13. Under vilka årstider använder du innergården? Du kan välja flera alternativ. *

Markera alla som gäller.

Vår

Sommar

Höst

Vinter

14. Har du upplevt att innergården fungerar sämre under vissa tider på dygnet eller året? Exempelvis i hur den kan användas. *

Markera endast en oval.

Ja Fortsätt till fråga 15

Nej Fortsätt till fråga 17

Innergården fungerar sämre under vissa tider på dygnet/årstider

15. Vad tycker du fungerar sämre & under vilken tid på dygnet/vilka årstider? *

16. Har du varit på innergården under sommaren (juni-augusti)? *

Markera endast en oval.

- Ja
 Nej

Fortsättning, vistelse på innergården

17. Har du upplevt följande på innergården? Du kan välja flera alternativ. *

Markera alla som gäller.

- Vatten som samlas vid regn
 Hög värme
 Brist på skugga
 Mycket skugga / mörk plats
 Stark vind
 Buller / akustik
 Inget av ovanstående
 Övrigt: _____

18. Vad får dig att välja att vara på innergården? Du kan välja flera alternativ. *

Markera alla som gäller.

- Närhet till studiemiljö/arbetsplats
 Sittplatser
 Möjlighet att umgås flera tillsammans
 Möjlighet att studera
 Trädäcket
 Tystnad
 Solläge
 Skyddat läge från sol
 Grönska
 Övrigt: _____

19. Vad tycker du är det bästa med innergården?

Förbättringspotential

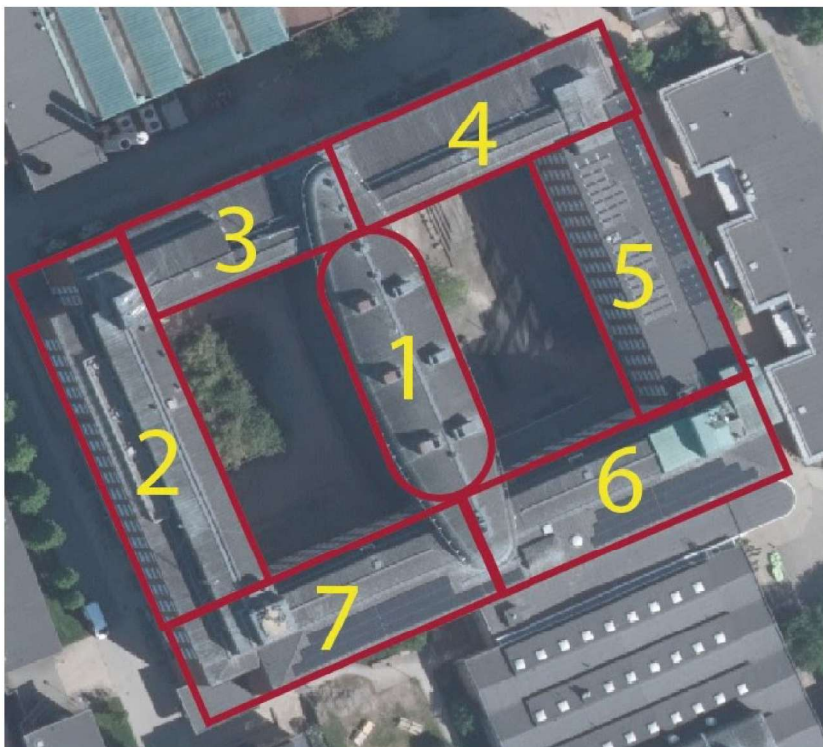
20. Har du upplevt att temperaturen i byggnaderna runtom innergården blir varmare än behagligt under sommaren? *

Markera endast en oval.

- Nej *Fortsätt till fråga 22*
 Ja

Ja, har upplevt att temperaturen i byggnaderna runtom innergården blir varmare än behagligt under sommaren?

21. Är det någon specifik del som du upplevt blir varm? *



Markera alla som gäller.

- Nr 1 Glasbyggnaden linsen
- Nr 2 - Västra delen
- Nr 3 - Nordvästra delen
- Nr 4 Nordöstra delen
- Nr 5 Östra delen
- Nr 6 Sydöstra delen
- Nr 7 Sydvästra delen
- Nej
- Vet ej
- Övrigt: _____

Fortsättning förbättringspotential

22. Vilka kvaliteter är viktiga för dig i en utomhusmiljö på campus? Du kan välja flera alternativ. *

Markera alla som gäller.

- Bekväma sittplatser
- Möjlighet att sitta flera tillsammans
- Möjlighet till avskildhet
- Tillgång till bord
- Tillgång till elluttag
- Skugga / solskydd
- Vindskydd
- Grönska
- Belysning
- Tystare miljö
- Övrigt: _____

23. Hur avkopplande upplever du det är att betrakta innergården från insidan av byggnaden? *

Markera endast en oval.

- 1 2 3 4 5
- Upp Upplever det väldigt avkopplande att blicka ut

24. Vad uppskattar du generellt att betrakta när du sitter inomhus? *

Markera alla som gäller.

- Öppen sikt
- Känslan av att vara omsluten
- Grönska
- Rörelseaktivitet (andra människor)
- En plats med lite rörelse
- Vädret
- Övrigt: _____

25. Vilka funktioner skulle du önska på innergården vid Edit? *Du kan välja flera alternativ.* *

Markera alla som gäller.

- Platser för fika / lunch
- Utomhusstudie- /arbetsplatser
- Fler sittmöjligheter
- Fler sittmöjligheter med bord
- Möjlighet att sitta flera tillsammans
- Möjlighet att sitta avskilt
- Möjlighet att ladda dator/telefon
- Mer grönska
- Fler träd
- Stort träd
- Planteringar med blommor
- Synligt vatten (t.ex. damm, fontän mm.)
- Öppna ytor
- Ytor med skugga
- Ytor med sol
- Vindskydd
- Tystare miljö
- Övrigt: _____

26. Vad är viktigt för att utemiljön ska kunna fungera att studera/arbete i enligt dig?

27. Har du andra idéer om hur innergården skulle kunna förbättras? *

Markera endast en oval.

- Ja
- Nej *Fortsätt till avsnitt 11 (Tack för din tid!)*

Förbättringspotential

28. Hur innergården skulle kunna förbättras? *

Tack för din tid!

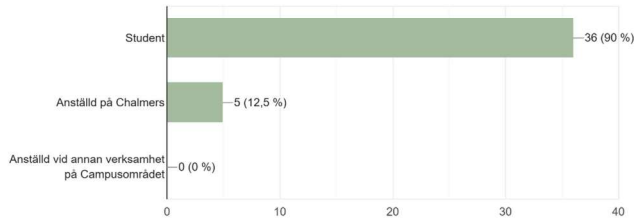
Det här innehållet har varken skapats eller godkänts av Google.

Google Formulär

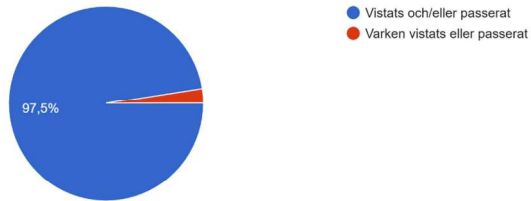
Bilaga 7 - Enkät svar på "Enkät: Nordöstra innergården på Edit"

Observera att numreringen endast avser att möjliggöra referering till specifika frågor i examensarbete. Frågorna som deltagaren svarar på baseras på dennes tidigare svar. Se bilagan för enkätfrågor.

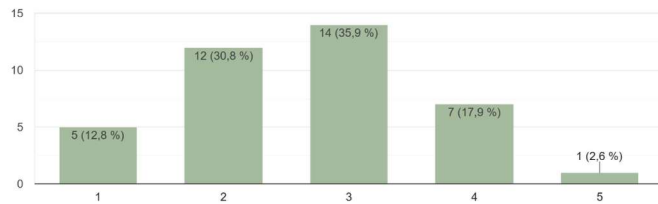
1. Vilken/vilka kategorier tillhör du?
40 svar



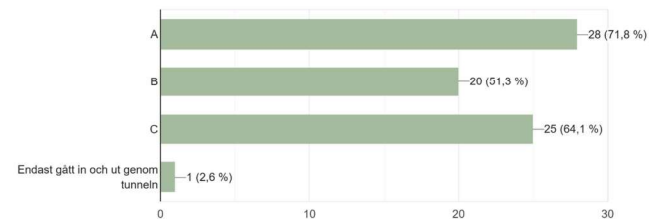
2. Har du vistats/passerat den markerade innergården vid Edit under det senaste året?
40 svar



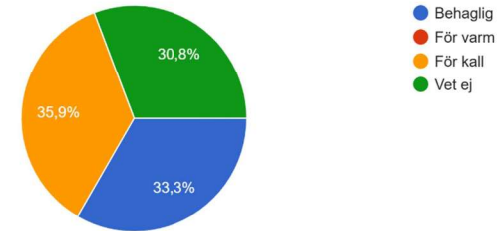
3. När du passerar genom innergården, hur inbjudande upplever du innergården är på en skala 1-5? (1=Inte alls, 5= Våldigt inbjudande)
39 svar



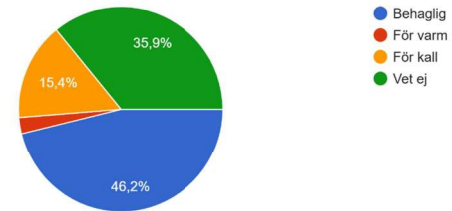
4. Vilken/vilka ingångar brukar du använda till byggnaden när du går mellan innergård och omgivande byggnader?
39 svar



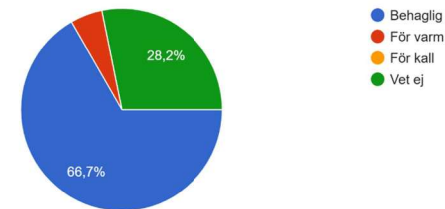
5. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på vintern?
39 svar



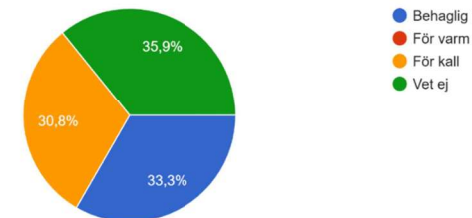
6. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på våren?
39 svar



7. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på sommaren?
39 svar



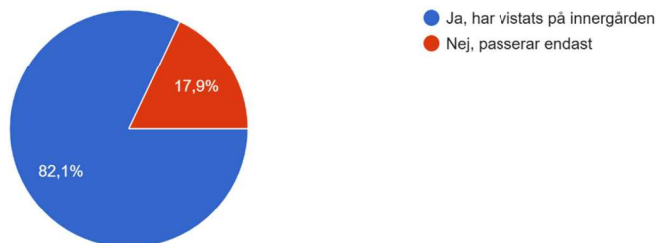
8. Hur brukar du uppleva innergården i temperatur på hösten?
39 svar



9.

Har du vistats på innergården?

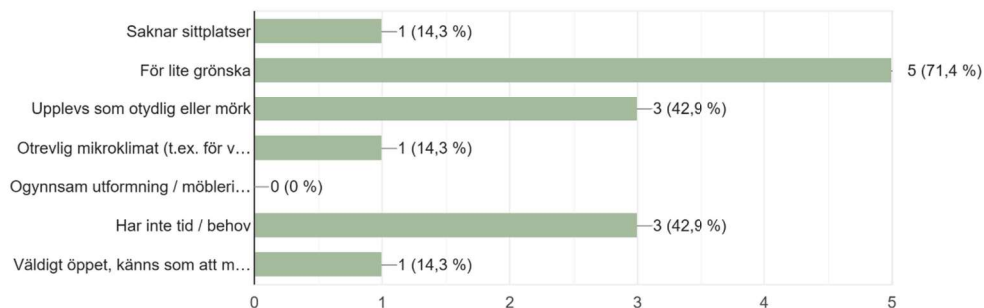
39 svar



10.

Vad gör att du inte stannar på innergården?

7 svar



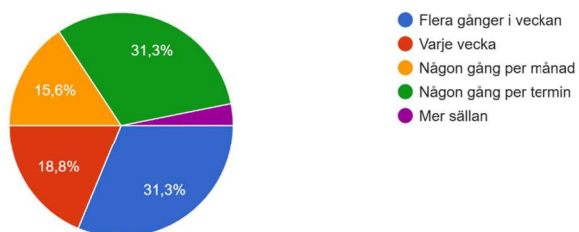
Forts. på svarstext:

- Otrevlig mikroklimat (t.ex. för varmt / kallt / blåsigt)
- Ogynnsam utformning / möblering
- Väldigt öppet, känns som att man blir väldigt synlig, finns inget där, finns ingen trevlig sittplats förutom altandäcket. Fördrar mycket hellre andra platser att sitta på om man är utomhus och tar en kaffe med kollegor. (Fritext)

11.

Hur ofta vistas du på innergården?

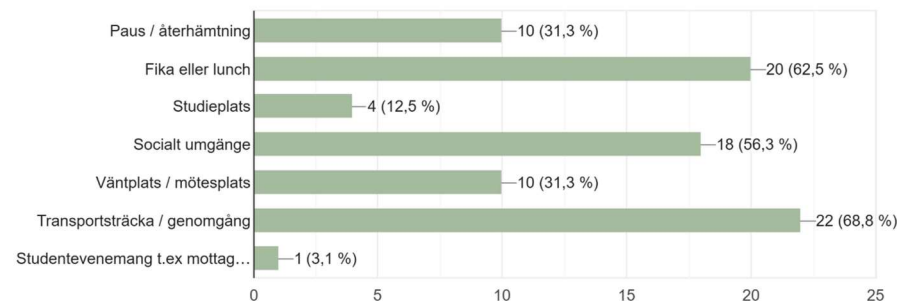
32 svar



12.

Vad använder du innergården till? Du kan välja flera alternativ.

32 svar



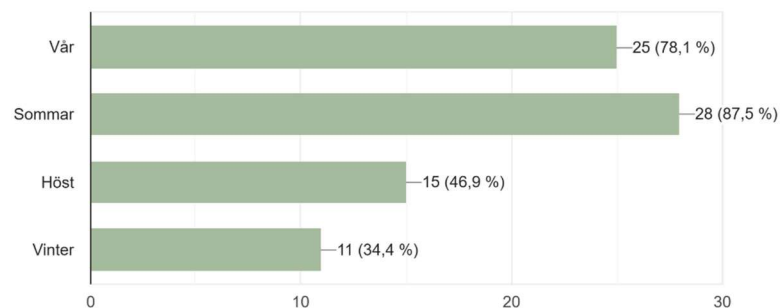
Forts. på svarstext:

- Studentevenemang t.ex mottagning/pubrunda

13.

Under vilka årstider använder du innergården? Du kan välja flera alternativ.

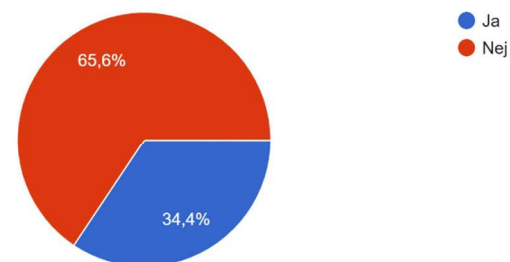
32 svar



14.

Har du upplevt att innergården fungerar sämre under vissa tider på dygnet eller året? Exempelvis i hur den kan användas.

32 svar



15.

Innegården fungerar sämre under vissa tider på dygnet/årstider

Vad tycker du fungerar sämre & under vilken tid på dygnet/vilka årstider?

11 svar

Bli piss kallt o blåsigt ibland på kvällen främst

Is och skit, går inte att sitta

Innegården tappar sitt syfte under vinterhalvåret, då det är kallt och halt där

Kallt att vistas på vintern/höst

Lite kallt och blåsigt men det är de la överallt

Det är rätt mörkt är min känsla. Så tider då det är mörkt.

Belysning, värme

Kallt på vintern så inte särskilt trevligt att vistas där

Inget dör att göra på vintern

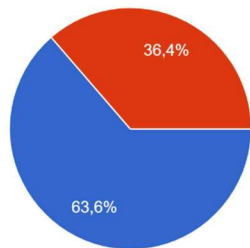
Hösten och vintern

Svårt att äta/umgås ute när det är vinter och kallt

16.

Har du varit på innergården under sommaren (juni-augusti)?

11 svar

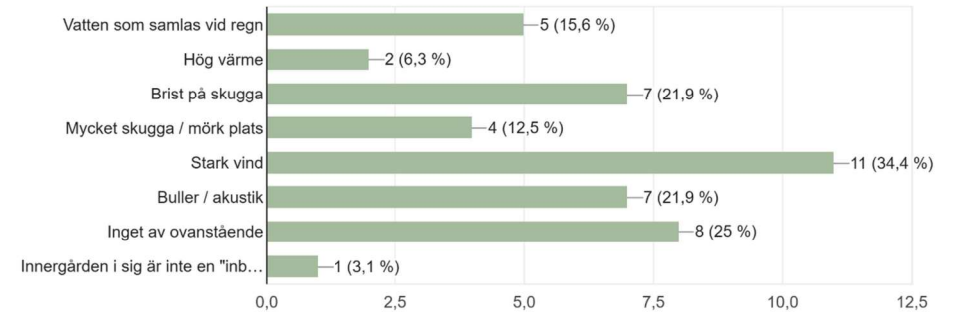


● Ja
● Nej

17.

Har du upplevt följande på innergården? Du kan välja flera alternativ.

32 svar



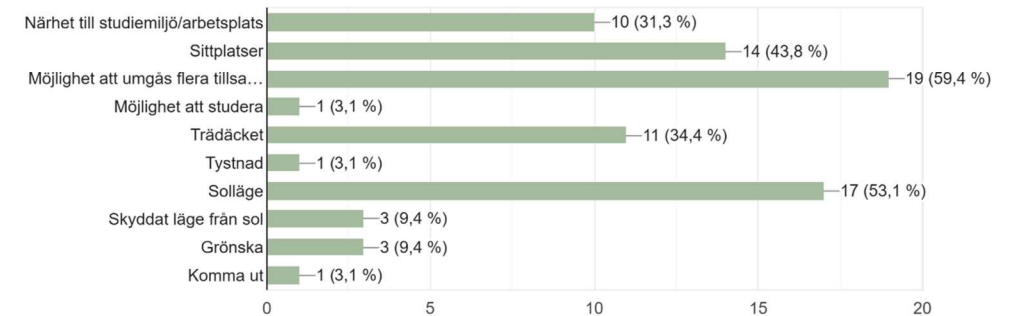
Forts. på svarstext:

- Innegården i sig är inte en "inbjudande plats" men den fyller sitt syfte (*Fritext*)

18.

Vad får dig att välja att vara på innergården? Du kan välja flera alternativ.

32 svar



Forts. på svarstext:

- Möjlighet att umgås flera tillsammans

19. Vad tycker du är det bästa med innergården?

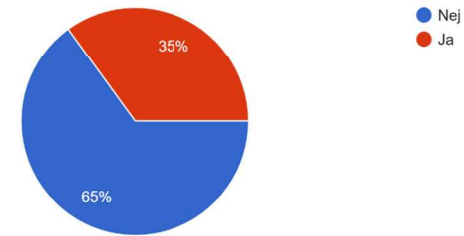
16 svar

Att kolla på glaset av Edithuset
Frisk luft, kalle
Det absolut bästa med innergården är att den kan användas under sommarhalvåret för att hålla en del arrangemang utav olika föreningar och sektioner. Under mottagningen hålls många grillar och fester där
Lättillgängligt
Den är så stor
Stort och bra för folksamlingar samt genomgång
Kul häng
Ingen vind.
Solig lunch på höst/sommar/vår
Anka + borg
Typ inget?
Uteservering på pubrundan
Trallet
Trädäcket
Trevlig plats
Mysigt häng!
Solig lunch på höst/sommar/vår
Anka + borg
Typ inget?
Uteservering på pubrundan
Trallet
Trädäcket
Trevlig plats
Mysigt häng!

20.

Har du upplevt att temperaturen i byggnaderna runt om innergården blir varmare än behagligt under sommaren?

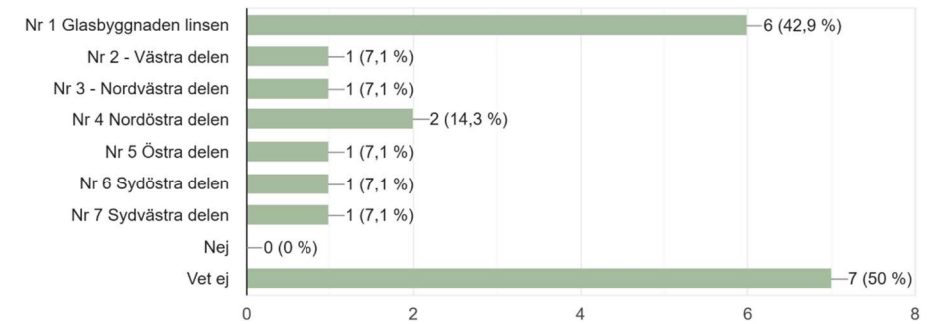
40 svar



21.

Är det någon specifik del som du upplevt blir varm?

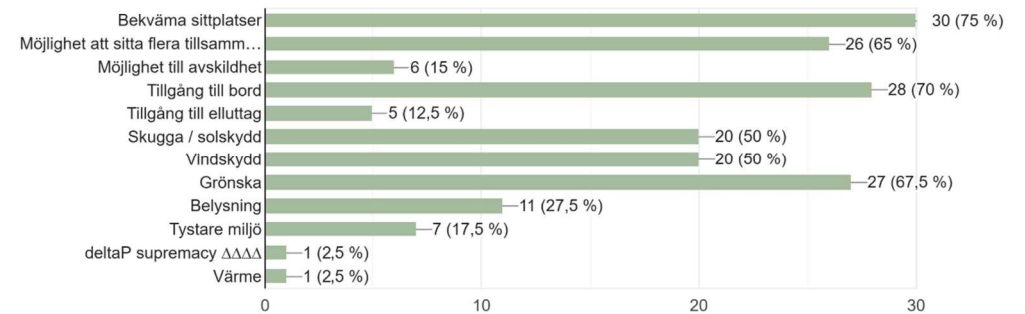
14 svar



22.

Vilka kvaliteter är viktiga för dig i en utomhusmiljö på campus? Du kan välja flera alternativ.

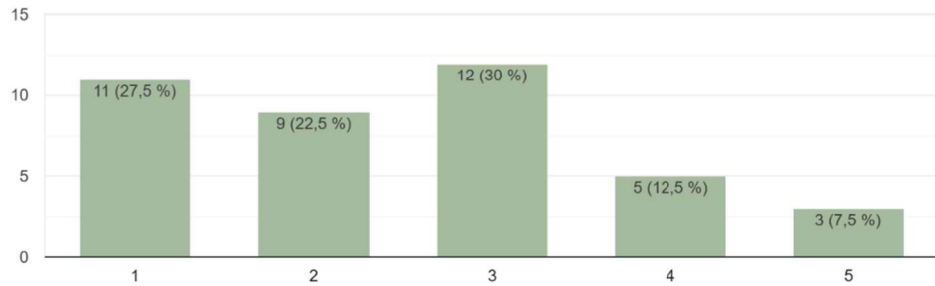
40 svar



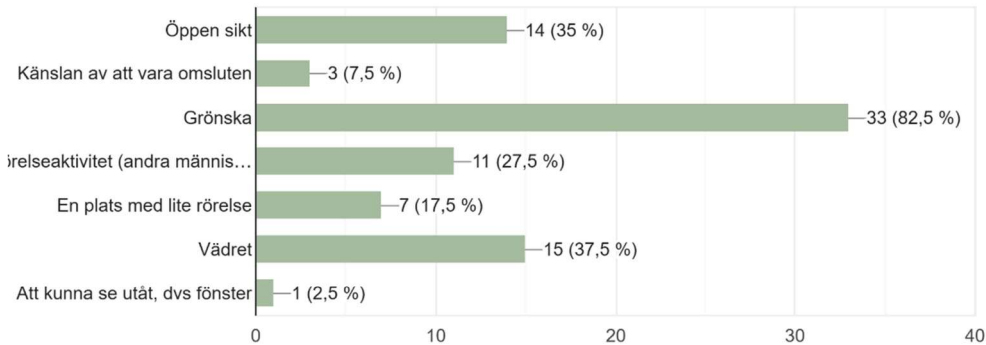
Forts. på svarstext:

- Möjlighet att sitta flera tillsammans

23.
Hur avkopplande upplever du det är att betrakta innergården från insidan av byggnaden?
(1= Upplever inte det alls avkopplande, 5= Upplever det väldigt avkopplande att blicka ut)
40 svar

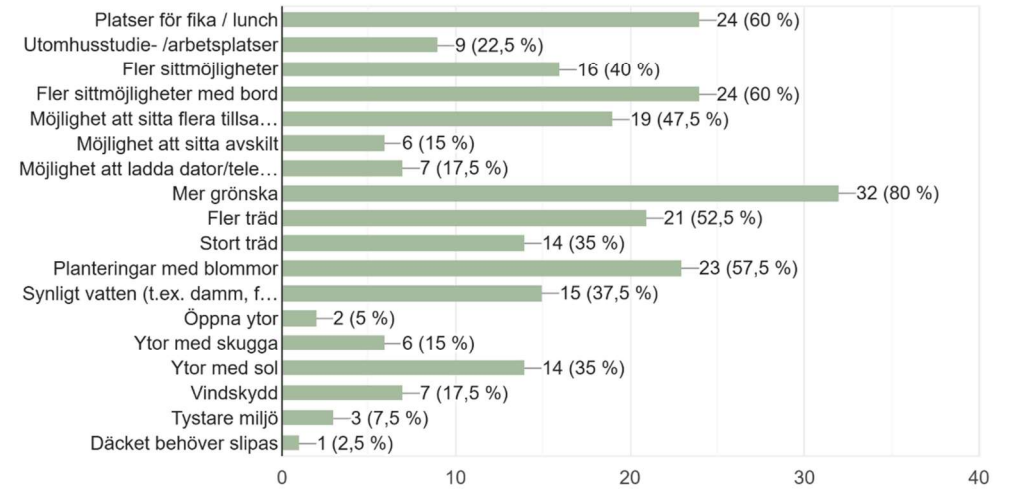


24.
Vad uppskattar du generellt att betrakta när du sitter inomhus?
40 svar



Forts. på svarstext:
- Rörelseaktivitet (andra människor)

25.
Vilka funktioner skulle du önska på innergården vid Edit? Du kan välja flera alternativ.
40 svar



Forts. på svarstext:
- Möjlighet att sitta flera tillsammans
- Möjlighet att ladda dator/telefon
- Möjlighet att ladda dator/telefon

26.
Vad är viktigt för att utemiljön ska kunna fungera att studera/arbeta i enligt dig?
19 svar

- Bekväma sittplatser och grönska
- Good Ambiance
- Inte blåsa så jäkla mycket
- Att man inte får flisor i bakkdelen
- jag studerar inte utomhus generellt, tror inget skulle hjälpa på den fronten
- Uttag , bord , grönska
- Vindskydd, akustik
- Måste vara åt det lugnare hållet. Samt tillgång till skugga.
- Bord och stolar som är lämpliga för användning av dator eller penna och papper.

(forts svar fråga 26)

Inga flisor i fingrarna

Värme

Solskydd så man kan se vad det står på datorskärmen. Skydd mot vind så att papper inte flyger iväg

Varmt väder och solskydd

Sittplatser

Vindskydd sittplats med bord

Att man inte för stickor av trädäcket, mycket sittplatser

Bra sittplatser, bord och eluttag.

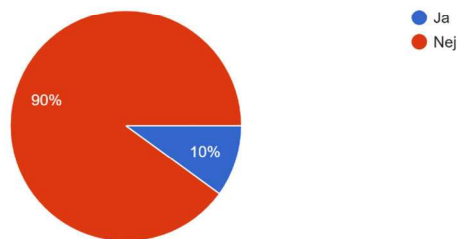
Bord och sittplatser

Platser med bord

27.

Har du andra idéer om hur innergården skulle kunna förbättras?

40 svar



28.

Förbättringspotential

Hur innergården skulle kunna förbättras?

4 svar

Mer grönska

Slipa däcket

Lös så att linsen inte blir så gallet kall på vintern. Vet inte hur man gör men jag fryser varje gång jag sitter här(kanske är mer en sak för insidan av linsen dock).

Bar med permanent personal i Hawaii-tema

Bilaga 8 - Intervjufrågor

Intervju - verksamhetsutvecklare för utbildningsmiljöer (VC)

Inledning / Bakgrund

- Kan ni kort beskriva ditt/ert uppdrag?

Erfarenhet gällande studiemiljöer och utomhusvistelse på campus

- Vad brukar studenter och anställda lyfta som viktigt för att kunna studera eller arbeta utomhus?
- Finns det specifika funktioner eller utrustning som ni ser ett högt tryck utomhus i campusmiljöerna (t.ex. möblering, solskydd mm)?
- Har ni exempel på andra campusmiljöer där utomhusstudieplatser fungerar bra? Vad gör dem framgångsrika?
- Vilka lärdomar från andra projekt tycker ni är mest relevanta när man arbetar med campusinnergårdar?
- Vilka kvaliteter tycker du saknas på den aktuella innergården för att den ska fungera bättre som studieplats?
- Vilka funktioner eller kvaliteter tror ni är viktigast för att studenter ska välja att vistas utomhus på rasterna?

Dagvatten- och skyfallshantering

- Hur ser ni på möjligheten att kombinera dagvatten- och skyfallshantering med ytor för vistelse och studier?
- Vilka utmaningar ser ni med att integrera blå-gröna lösningar på innergårdar med begränsad yta?
- Finns det dagvatten- och skyfallslösningar eller utformningsprinciper ni tror är särskilt lämpade för campusmiljöer? Varför?
- Vilka aspekter anser ni är viktigast ur ett förvaltnings- och driftsperspektiv?

Övergripande avslutande frågor

- Vad skulle ni beskriva kännetecken för en "lyckad" campusmiljö?
- Finns det något ni vill tillägga som vi inte pratat om men som du tror är viktigt för projektet?

Intervju – innergårdar i campusmiljö, Ultuna och Umeå (UvDC, UmDC, UbDC)

Inledning / Bakgrund

- Kan du/ni kort beskriva ditt/ert uppdrag och din/er roll i gestaltningen av innergårdarna på Ultuna?

Innergårdarna, grundförutsättningar

- När projektet genomfördes, vilka var de huvudsakliga förutsättningarna eller ramar som styrde arbetet?
- Är innergårdarna på bjälklag eller mark? Hur påverkade det era val?
- Fanns det några särskilda tekniska begränsningar (exempelvis nivåer, ledningar, markdjup) som påverkade utformningen?
- Har ni fått någon uppfattning om hur gestaltningen har fungerat?

Gestaltning av utomhusytor i campusmiljö

- Hur resonerade ni gällande att gestaltningen av innergården just är i en campusmiljö?
- Vilka funktioner eller kvaliteter bedömde ni som särskilt viktiga för studenter och anställda?

- Har du några erfarenheter från andra projekt om vad som gör att studenter väljer att vistas eller studera utomhus?
- Finns det något du tycker man ofta underskattar vid projektering av campusinnergårdar?

Dagvatten- och skyfallshantering

- Fanns det några riktlinjer eller mål för dagvatten- och skyfallshantering som ni behövde förhålla er till?
- (*Om ja*) Vilka faktorer vägde tyngst i slutliga val av lösningar? Exempelvis kapacitet, estetik, drift, multifunktioner?)
- (*Om ja*) Hur dimensionerade ni funktionerna (t.ex. makadammagasin, permeabla lager, dräneringsledning)?
- Om man skulle rita samma gårdar idag, vilka typer av åtgärder för skyfall eller lokal dagvattenhantering hade ni övervägt?
- Hur ser ni generellt på möjligheten att kombinera dagvattenåtgärder med ytor för vistelse och studier?
- Vilka dagvatten- och skyfallslösningar tror ni generellt är mest realistiska att integrera på små innergårdar med begränsat utrymme?

Drift, skötsel och utfall

- Finns det lösningar ni valde bort på grund av drift, budget?
- Vilka aspekter anser ni är viktigast ur ett förvaltnings- och driftsperspektiv?

Innergårdar

- Utifrån er erfarenhet, vilka gestaltungsprinciper är mest värdefulla när man utformar små innergårdar?
- Vad tror ni är viktigast att tänka på när man kombinerar flera funktioner på liten yta (grönska, vistelse, ev. dagvattenlösningar)?

Avslutande fråga

- Finns det något du vill tillägga som vi inte har pratat om?

Intervju – Ohboy, innergård i Malmö (MD)

Innergården, grundförutsättningar

- Är innergården på bjälklag eller mark?

Dagvatten- och skyfallshantering

- Fanns det några riktlinjer eller mål för dagvattenhantering respektive skyfall som ni behövde förhålla er till?
- Vilka typer av dagvatten- och skyfallslösningar arbetade ni med?
- Hur stor andel dagvatten kan gården hantera? Hur stora skyfall?
- Vilken typ av dagvattenlösningar har du erfarenhet av fungerar bättre respektive sämre i praktiken?
- Vilken typ av skyfallslösningar har du erfarenhet av fungerar bättre respektive sämre i praktiken?
- Vilka dagvatten- och skyfallslösningar tror du generellt är mest realistiska att integrera på små innergårdar med begränsat utrymme?
- Hur ser ni på möjligheten att kombinera dagvattenåtgärder med ytor för vistelse?

Växtval

- Hur påverkade ovanstående era val gällande vegetation?
- Var det självklart att kunna ha stora träd?
- Hur resonerade ni gällande val av växter och träd?
- Har växterna utvecklats som ni tänkte? Vad har fungerat bättre/sämre?

Drift, skötsel och utfall

- Finns det lösningar ni valde bort på grund av drift, budget
- Vilka aspekter anser ni är viktigast ur ett förvaltnings- och driftsperspektiv?

Innergårdar

- Utifrån era erfarenheter, vilka gestaltungsprinciper är mest värdefulla när man utformar små innergårdar?
- Vad tror du är viktigast att tänka på när man kombinerar flera funktioner på liten yta (grönska, vistelse, ev. dagvattenlösningar)?
- Har ni fått någon uppfattning hur gestaltningen fungerat?

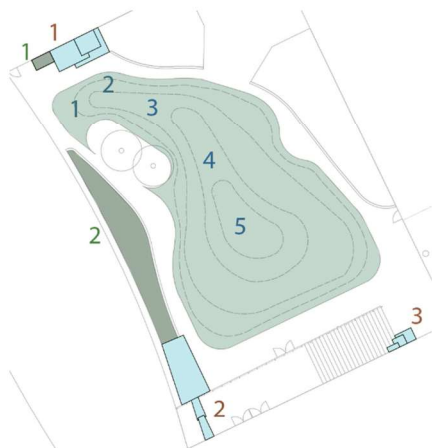
Avslutande fråga

- Finns det något du vill tillägga som vi inte pratat om?

Intervju – Skyfallsexpert (SkD)

- När ytan är väldigt begränsad: vad ser du som de mest väsentligt för att fördröja skyfall?
- Hur ser du kring implementering av öppna magasin i jämförelse med underjordiska på instängda innergårdar? Vilka åtgärder anser du är att föredra?
- Hur ser du på användningen av regntunnor som skyfallsåtgärd?
- Vilken roll anser du träd och annan växtlighet har i dagvatten- respektive skyfallshantering, på mindre ytor som innergårdar (exempelvis evapotranspiration)?
- Har du några exempel på lyckade lösningar för nedsänkta områden på innergårdar?

Bilaga 9 - Beräkning av fördröjningsvolym på innergården



Alla kvadrat- och kubikmeter är översiktligt avrundade (i underkant, för marginal).

Ytligt magasin, nedsänkning (primär åtgärd för skyfall) – ljusare grönt område

Området 1 (Yttersta): 79m², djup ner till 10cm (Slänt lutar mellan 3,7% och 14%)

Området 2: 102m², djup ner till 20cm (Slänt lutar mellan 3,9% och 12,5%)

Område 3: 168m², djup ner till 30cm (Slänt lutar mellan 1,2% och 7,6%)

Område 4: 70m², djup ner 40cm (Slänt lutar mellan 1,2% och 6,7%)

Området 5 (Innorna): 31m², djup 40cm

Formeln som använts för att göra en uppskattande volymläsningsberäkning av nedsänkningen (med slänter i åtanke) är frustum-formeln för stympat pyramid:

$$Volym = \frac{\text{höjden från botten till ytan}}{3} \times (Area_{\text{Botten}} + Area_{\text{Ytan}} + \sqrt{Area_{\text{Botten}} \times Area_{\text{Ytan}}})$$

Ytarean: 450 m²

Bottenarean: 31m²

$$Volym = \frac{0,40}{3} \times (31 + 450 + \sqrt{450 \times 31})$$

$$Volym = ca \mathbf{79m^3}$$

Regntunnor - blått område

Tre regnbäddar med djup mellan 45cm och 1.3 meter.

Området 1 (Nordvästra hörnet)

$$Volym = (4,2 \times 1,3) + (6,7 \times 0,9) + (3,3 \times 0,45)$$

$$Volym = ca \mathbf{13m^3}$$

Området 2 (Sydvästra hörnet)

Utgår från trappvolymen, de som ligger högre än innergårdens markplan är mellan 15cm och 30cm i djup. Den större behållaren under vattenfallet är 65cm djup.

$$Volym = Area \times Höjd$$

$$Volym = (1,9 \times 0,3) + (1,9 \times 0,15) + (1 \times 0,15) + (17 \times 0,65)$$

$$Volym = ca \mathbf{12m^3}$$

Området 3 (Sydöstra hörnet)

Integrerad i trappan och följer trappstegen, djup mellan 17cm och 51cm.

$$Volym = Area \times Höjd$$

$$Volym = (0,2 \times 0,17) + (0,2 \times 0,28) + (0,2 \times 0,51) + (0,2 \times 0,17) + (0,48 \times 0,34) + (1,48 \times 0,17)$$

$$Volym = ca \mathbf{0,5m^3}$$

Regnbäddar, fördröjningszonen – mörkare grönt område

Området 1 (Nordvästra hörnet)

Ca 2,3m², djup 20cm.

$$Volym = Area \times Höjd$$

$$= 2,3 \times 0,2$$

$$Volym = ca \mathbf{0,5m^3}$$

Området 2 (Längs Linsen i väster)

Ca 46m², djup 20cm.

$$Volym = Area \times Höjd$$

$$= 46 \times 0,2$$

$$Volym = ca \mathbf{9m^3}$$

Total fördröjningsvolym = Nedsänkning (79m³) + Regntunnor (25m³) + Regnbäddar (9m³)

$$\mathbf{Total\ fördröjningsvolym = 113m^3}$$

