

# *Nya gröna rum*

*Ett digitalt perspektiv på designprocessen*





**LUNDS**  
UNIVERSITET

Författare: Maja Linse  
Examinator: Christer Malmström  
Handledare: David Andréen  
Examensarbete i arkitektur 2018  
Lunds Tekniska Högskola



## *Abstract*

The point of departure is an aim to study the impact a strategically engineered design process and a carefully selected set of tools can have on a design. Using computational tools in combination with a more traditional approach, the project investigates possible new green spaces in the harbour area of Malmö, which today lacks developed parks and green areas. The tools are selected based on an ambition to generate a spatial composition with a high degree of complexity, controlled by a clear logic. Climate data influences the final proposal in two different ways; firstly the precise location of the project is based on a sunlight hour analysis, secondly shading devices are informed by the amount of sunlight the design receives during summer. Timber was chosen as the structural material at an early stage and so was the structural strategy, which is a system based on the arch as the principal structural element. The final proposal is the result of simulations of structural behaviour in combination with active acts of design through an explorative process.

**ABSTRAKT** **4**

**1 INLEDNING** **8**

1.1 Syfte 11

**2 BAKGRUND** **12**

2.1 Byggmaterialet trä 13

*2.1.1 Varför trä?* 14

*2.1.2 Limträ* 16

2.2 Växthus: typologi, nu och då 18

2.3 Klimatzoner 20

2.4 Val av plats 24

*2.4.1 Malmö - parkernas stad?* 24

*2.4.2 Nyhamnsparcken* 28

2.5 Referensprojekt 30

*2.5.1 Gardens by the Bay* 30

*2.5.2 P & C Department Store* 32

*2.5.3 Sheffield Winter Garden* 33

**3 METOD** **34**

**4 DESIGN** **36**

4.1 Utformning av byggnaden 38

*4.1.1 Platsens roll i designprocessen* 42

4.2 Struktur och material 46

*4.2.1 Betong* 48

*4.2.2 Bågar - primärstruktur* 50

*4.2.3 Anslutningar* 54

*4.2.4 Horisontella element - sekundärstruktur* 56

*4.2.5 Glas* 60

*4.2.6 Interiöra rum* 62

4.3 Park 64

4.4 Ritningar och illustrationer 66

**5 DISKUSSION** **70**

**6 SLUTSATS** **72**

**REFERENSER** **76**

**APPENDIX** **80**

# *1 Inledning*

Utgångspunkten för mitt examensarbete är en ambition att förena olika perspektiv på arkitektur. Jag vill undersöka hur en strategiskt utformad arbetsprocess, som kombinerar generativa och analyserande kvaliteter från digitala verktyg med mer traditionella metoder, kan influera design. Jag vill inkludera ett miljöperspektiv och undersöka hur klimatdata kan användas som designverktyg. Genom att resonera kring strukturella principer i ett tidigt stadium av designprocessen vill jag uppnå ett resultat där strukturen och designen är integrerade med varandra.

Jag tycker att det finns stora kvaliteter i mötet mellan växtlighet och arkitektur och vid genomförandet av designundersökningen har jag valt att fördjupa mig i gröna rum. Malmö och stadens grönytor har utgjort underlag för val av plats och formulering av program.

Från ett helhetsperspektiv handlar undersökningen om process och hur den kan utformas för att uppnå nyskapande design. Viktiga aspekter att fundera över är vilken påverkan valet av verktyg har, och vilken information som influerar processen vid vilken tidpunkt.

## 1.1 Syfte

Syftet är att undersöka vad en strategiskt utformad arbetsprocess och medvetet valda verktyg kan innebära för en design. Min ambition är att åstadkomma ett resultat med både logik och komplexitet.

Frågeställning:

*Vad kan en strategiskt utformad designprocess bestående av digitala verktyg och traditionella strategier innebära vid utformningen av nya gröna rum i Malmö?*

## *2 Bakgrund*

### *2.1 Byggmaterialet trä*

Jag är intresserad av trä som byggnadsmaterial av många anledningar; materialets estetiska kvaliteter, dess strukturella egenskaper samt dess potentiella roll i att minska arkitekturens negativa inverkan på miljön. Tillsammans utgör de tre aspekterna bakgrunden till mitt val att inkludera materialet trä som en del i min designundersökning.

Nästa steg är att närmare utreda de olika egenskaperna för att skapa en tydligare bild av hur jag kan förhålla mig till materialet i designprocessen.

De estetiska kvaliteterna jag ser hos trä har sitt ursprung i en känsla av att materialet talar till många sinnen. Materialets strukturella egenskaper och miljömässiga fördelar är lättare att motivera och kvantifiera. I följande kapitel beskrivs resultatet från min undersökning av aspekter rörande miljö och struktur.

### 2.1.1 Varför trä?

Varför ska vi bygga i trä? Som verksam inom arkitektur i en tid av klimatförändringar finns det inget alternativ till att noggrant utvärdera material och dess påverkan på vår miljö. Idag finns det mycket information om hur olika material påverkar miljön under sin livscykel och den kunskapen bör ligga till grund för medvetna beslut.

Under min inledande undersökning blev det tydligt att en stor del av litteraturen som behandlar trä som byggnadsmaterial inkluderar materialets miljömässiga fördelar.

Jag vill låna en formulering från Timber, its nature and behaviour (Dinwoodie 2000, 2):

*Timber is the only renewable construction material*

Boken Tackla klimatförändringen: använd trä (Beyer 2007), en publikation från EU, erbjuder överblick över vilka potentiella miljömässiga fördelar materialet trä kan erbjuda, samt inkluderar aspekter av social och ekonomisk hållbarhet. Innehållet i boken har varit ovärderligt för min förståelse av hur dagsläget ser ut samt vilka utvecklingsmöjligheter som finns.

Växthuseffekten är ett naturligt fenomen som utgörs av atmosfärens värmande inverkan på jorden. Atmosfärens förmåga att reflektera, absorbera och släppa igenom strålning av olika våglängder skapar en situation där mer energi strålar in till jorden i form av solljus än vad som lämnar den i form av infraröd strålning. Solstrålning släpps igenom men infraröd strålning som lämnar jordytan absorberas och dels återstrålas, dels strålar ut i rymden. Gaserna i atmosfären avgör hur stor växthuseffekten är. Växthusgaserna är naturligt förekommande, men mängden och sammansättningen påverkas av mänskliga aktiviteter. De huvudsakliga växthusgaserna är vattenånga och koldioxid, men även dikväveoxid, metan och ozon. (Nationalencyklopedin: växthuseffekten)

Mänskliga aktiviteter har påverkat atmosfärens sammansättning så att växthuseffekten har förstärkts och åstadkommit ett varmare klimat. En viktig del av den här förändringen har orsakats av ökade koldioxidutsläpp, som i sin tur består till 75 % av förbränning av fossila bränslen och 25 % av förändrad markanvändning, enligt IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (Nationalencyklopedin: klimatförändring, Nationalencyklopedin: växthuseffekten)

Att använda mer trä är en möjlig metod för att minska mängden koldioxid i atmosfären och därmed minska människans inverkan på växthuseffekten. Trä kan åstadkomma en reduktion av mängden koldioxid dels genom att lagra kol, dels genom att reducera mängden utsläpp. Minskade utsläpp kan uppnås genom att ersätta andra material och genom att ersätta energi från fossila bränslen. (Beyer 2007, 12-13)

Det finns stor potential för en förändring inom byggsektorn; i en kubikmeter trä lagras 0,9 ton koldioxid och genom att ersätta andra byggnadsmaterial minskas utsläppen med ytterligare 1,1 ton med en total besparing av 2 ton koldioxid. (Beyer 2007, 12)

En livscykelanalys består av produktionsfas, användningsfas samt slutfas och kan erbjuda perspektiv på materialets fördelar som byggnadsmaterial.

Vid produktion av trä, det vill säga vid utvinning, tillverkning och transport, används mindre energi än vid produktion av aluminium, betong, stål plast och tegel. Under användningsfasen är trä fördelaktigt, särskilt i kalla klimat, då materialet är isolerande, utöver att det har låg vikt i förhållande till sina strukturella egenskaper. I slutfasen kan trä återanvändas, materialåtervinnas eller förbrännas. Vid förbränning släpper trä enbart ut koldioxiden som det hade lagrat under sin livstid, och nettoutsläppet av koldioxid är därför noll. (Beyer 2007, 32-37)

Trä som byggnadsmaterial har en potentiell roll i minskningen av den av människan ökade växthuseffekten, vilket är en bidragande faktor i valet att inkludera materialet som en del i mitt projekt.

### 2.1.2 Limträ

För att bygga i trä tror jag det är nödvändigt att förstå materialets egenskaper utifrån dess biologiska ursprung. Träd har inte evolverat under hundratusentals år för att åstadkomma det optimala byggnadsmaterialet, utan andra drivkrafter, som exempelvis stabilitet för att bära upp en krona, system för transport av molekyler och lagring av näring ligger bakom materialets egenskaper. Därtill varierar materialets egenskaper mellan olika träslag. Trä är ett organiskt material och skiljer sig markant från konstgjorda eller bearbetade material, som betong, plast och stål. (Dinwoodie 2000, 2)

Trä är ett anisotrop material, det vill säga att det har olika egenskaper i olika riktningar, vilket härleds till fibrernas orientering. Det har avgörande betydelse för hur stora samt vilken sorts laster träet klarar av i olika riktningar i förhållande till fiberriktningen. Trä är även ett hygroskopiskt material; det avger och tar upp fukt så att dess vatteninnehåll motsvarar omgivningens fuktighet, vilket kan innebära både fördelar och nackdelar för trä som byggnadsmaterial.

Högre fuktinnehåll minskar trädets strukturella egenskaper, medför svällningar och innebär större risk att träet bryts ned av svampar och insekter, men även att det kan reglera inomhusmiljön och skapa ett bättre klimat. (Herzog 2004, 32-33)

Att bearbeta trä genom olika metoder är ett sätt att hantera materialets av biologiska orsaker varierande egenskaper. Limträ är ett konstruktionsmaterial som motverkar begränsningen trädets naturliga storlek och individuella defekter medför. Utöver det har limträ ett antal intressanta egenskaper varav två utgör bidragande faktorer till mitt val av limträ som primärt material. Den första egenskapen är beständighet och det faktum att limträ klarar aggressiva miljöer bättre än många andra material. Den andra egenskapen är formbarhet och friheten att skapa varierande former. (Limträhandbok. Del 1. Fakta om limträ 2016, 5-7)





## 2.2 Växthus: typologi, nu och då

Jag har valt gröna rum som motiv för min designundersökning. En mer traditionell benämning är växthus och för att förstå byggnadstypologins roll i ett samtida perspektiv har en historisk genomgång varit en viktig del i min bakgrundsundersökning. Två böcker har varit särskilt värdefulla; *Glasshouses* (Woods & Warren 1988), och *Glasshouses* (Grant 2013). De har erbjudit insikt i såväl tekniska som samhälleliga och kulturella perspektiv. En kort återgivning av den historiska utvecklingen finns i appendix.

Växthus, glashus, drivhus, vinterträdgård eller orangerie, byggnadstypologin har gått under många namn, men dess ursprungliga syften har varit densamma genom tiderna; att erbjuda en konstgjord miljö där växter som annars inte skulle trivas på den befintliga platsen kan göra det, alternativt att tvinga fram tidigare mognad och förlänga odlingsäsongen. Utöver det har växthus ofta bidragit med estetiska, rekreativa och praktiska värden.

Ett inspirerande exempel som jag vill lyfta fram är ett orangeri som Louis XIV, "Solkungen", lät bygga år 1685. Genom enbart passiva designstrategier uppfylldes de termiska kraven för att övervintra citrusväxter. Trots att byggnaden uppfördes i Versailles, utanför Paris, där klimatet kan anses relativt mildt, ser jag det som en bedrift att så tidigt som under 1600-talet ha åstadkommit en väl fungerande passiv design.

Utifrån kunskapen om växthusens historia har jag förstått att det har funnits förespråkare för trä som byggnadsmaterial, trots att smäckra konstruktioner i gjutjärn ofta förknippas med växthus. Gjutjärn föredrogs under en tid för dess dekorativa egenskaper, trots att det var underlägset trä när det gällde underhåll och isolering. Mot bakgrund av klimatet i Malmö drar jag slutsatsen att trä är att föredra i en växthusbyggnad då det har både isolerande och strukturella egenskaper, utöver estetiska kvaliteter.

Utöver odling har rekreation och status varit centrala aspekter. Ur ett arkitektoniskt perspektiv kan det vara relevant att skilja dem åt. Byggnader för odling har haft produktion som syfte, vilket har avspeglats i uttrycket, medan glashus för rekreation har varit av mer spektakulär karaktär.

Idag har många botaniska trädgårdar och publika glashus i uppdrag att erbjuda kunskap och rekreation till allmänheten, men också bevara känsliga biotoper för framtiden. The Eden Project i Cornwall och Gardens by the Bay i Singapore är två välkända exempel.

Växthusens utveckling och betydelse i framtiden är svår att förutse, men ett potentiellt område är odling i rymden och på andra planeter. Det är fascinerande utsikter, men jag kommer inte att fördjupa mig i det inom ramen för den här undersökningen.

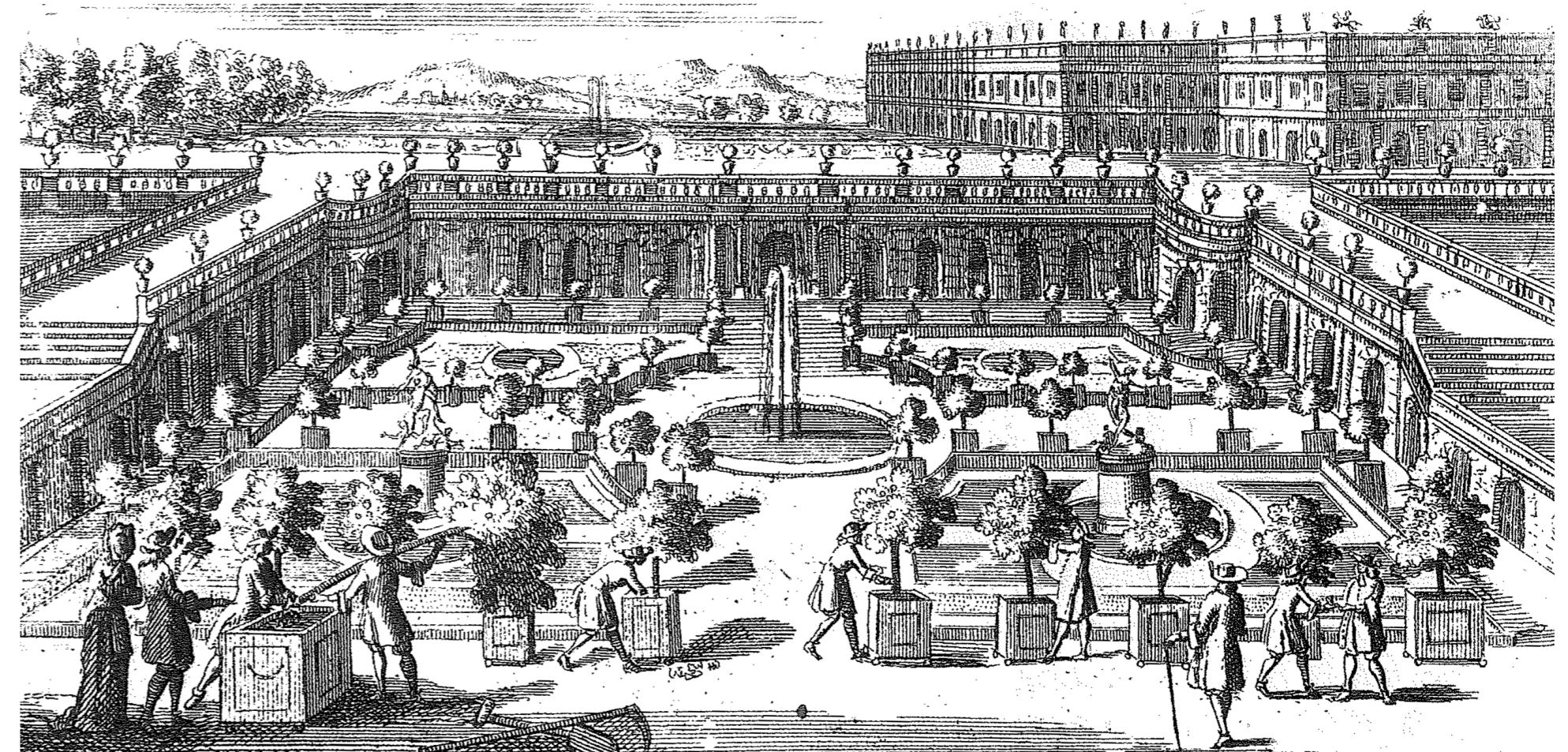


Bild: Kungliga orangeriet, Versailles. Woods, May & Warren, Areta Swartz (1988).  
Glass houses: a history of greenhouses, orangeries and conservatories. New York: Rizzoli



## 2.3 Klimatzoner

Växthus kan erbjuda olika typer av artificiellt klimat. I historien återfinns det exempel som har varit inriktade på olika växter med olika behov. Populära växter som ananas, vindruvor, aprikoser och citrus har odlats i byggnader speciellt utformade för den individuella artens krav på miljö. Det finns även samtida växthus som erbjuder varierande klimat. Gardens by the Bay i Singapore (se referensprojekt sida 30) är ett exempel på ett växthuskomplex som rymmer ett stort antal olika biotoper.

Jag är intresserad av att skapa en design som utgörs av ett flertal olika klimat, vilket potentiellt kan ge en variationsrik upplevelse.

För att avgöra vilka mikroklimat som kan vara av intresse för en växthusbyggnad har jag utgått från Köppens klimatklassificering. Klimatet i Malmö tillhör varmttempererade regnklimat, och underkategorin fuktigt hela året. Det närmast angränsande klimatet är kalla snöklimat och underkategorin fuktigt hela året. De återstående klimatzoner som är varmare och därmed av intresse är tropiska regnklimat och arida klimat, med underkategorierna tropiskt regnskogsklimat och tropiskt savannklimat, respektive stäppklimat och ökenklimat. Utöver det är underkategorin torrtid på sommaren, medelhavsklimat, som tillhör varmttempererade regnklimat av intresse. (Nationalencyklopedin: Köppens klimatklassificering)

För förstå vad som kännetecknar respektive klimatzon och därmed kunna utforma rum som med framförallt passiva strategier erbjuder liknande klimat har jag utgått från de tre klimatvariabler som Köppens klimatklassificering bygger på; årsmedeltemperatur, månadsmedeltemperatur och årsmedelnederbörd. (Nationalencyklopedin: Köppens klimatklassificering)

Det som skiljer regnskogsklimat (Af) från savannklimat (Aw) är mängden nederbörd; savannklimat har en torrperiod under lågsolsäsongen. I övrigt har båda klimatzonerna hög temperatur med låg, respektive förhållandevis låg årsamplitud, det vill säga månadsmedeltemperaturen skiljer sig inte avsevärt mycket från årsmedeltemperaturen. Medeltemperaturen för den kallaste månaden understiger inte 18°C. (Nationalencyklopedin: Köppens klimatklassificering)

De arida klimaten stäppklimat (BS) och ökenklimat (BW) definieras utifrån att nederbörden under hela året är mindre än den potentiella avdunstningen. Det inträffar genom en kombination av varmt och torrt klimat, och därmed behövs både medeltemperatur och medelnederbörd för att definiera arida klimat. Steppklimat kan ha hög medeltemperatur under hela året eller ha en kall vinterperiod. Ökenklimat kan ha en kall vinterperiod, eller hög temperatur med stora variationer i temperatur över dygnet, eller mycket dimma. (Nationalencyklopedin: Köppens klimatklassificering)

Sommartorrt subtropiskt klimat, medelhavsklimat (Cs) har torrperiod under högsolsäsongen, sommaren, med en medeltemperatur över 10 °C under den varmaste månaden. Vintern är mild; medeltemperaturen under den kallaste månaden är över 3 °C. (Nationalencyklopedin: Köppens klimatklassificering)

Utifrån de olika klimatzonernas varierande karaktärer har jag kommit fram till att ett antal olika klimatsituationer att eftersträva med hjälp av passiva strategier. Det första situationen är rum där temperaturen över dygnet och året är jämn och över 18 grader. Varierande fuktighet skapas med alternativa metoder. Den andra situationen är rum som är varma, men där temperaturen tillåts sjunka under natten och under vintern. Den tredje situationen är rum som är varma under sommaren och svala under vintern, men så länge medeltemperaturen utomhus är över 10 °C under sommaren och över 3 °C under vintern behöver klimatskalet inte vara slutet. Den fjärde situationen utgörs av platsens egna klimat och definieras av enklare klimatskydd och rumsindelning.

1 Tropiska regnklimat: temperaturen över dygnet och året är jämn och över 18 grader



2 Arida klimat: varma, men temperaturen tillåts sjunka under natten och under vintern (stor dygnsamplitud och årsamplitud)

3 Varmtempererade regnklimat, torrtid på sommaren (medelhavsklimat): medeltemperaturen är över 10 °C under sommaren och över 3 °C under vintern



4 Varmtempererade regnklimat, fuktigt hela året: klimatet i Malmö, skyddat utomhusrum

De olika zonerna har olika karaktärer och behov. Analys av dem tillsammans med grundläggande förståelse för hur en byggnad fungerar ur ett termiskt perspektiv har varit verktyg vid utformning av designens olika zoner. Målet är att utnyttja olikheterna och arrangera zonerna så att de hjälper varandra att upprätthålla sina inbördes olika klimat.




*Regnrika tropiska klimat*

-  Tropiskt regnskogsklimat
-  Tropiskt savannklimat



*Arida klimat*

-  Stäppklimat
-  Ökenklimat



*Varmtempererade fuktiga klimat*

-  Torrtid på vintern
-  Torrtid på sommaren (medelhavsklimat)
-  Fuktigt hela året

*Kalltempererade fuktiga klimat*

-  Fuktigt hela året
-  Torrtid på vintern

*Polarklimat*

-  Tundraklimat
-  Glacialklimat

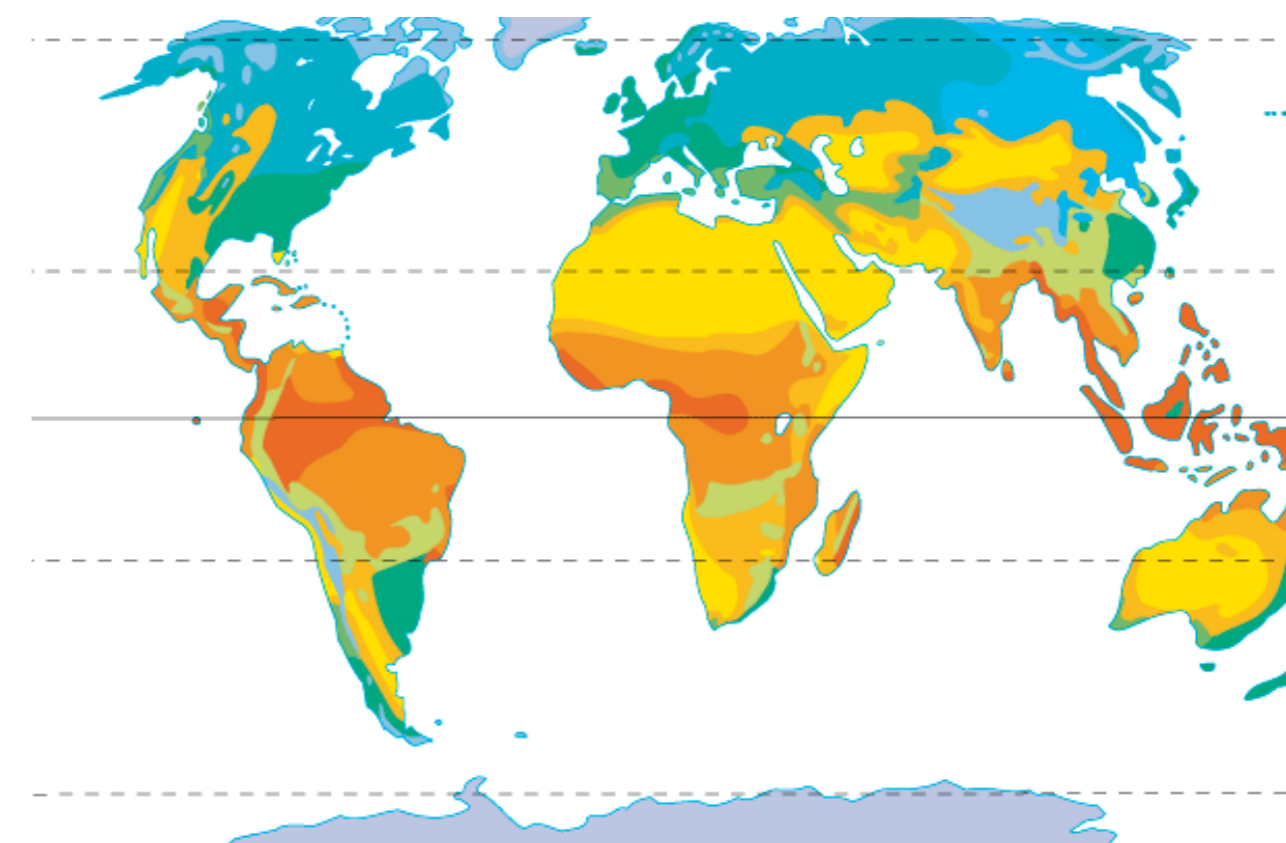


Bild: Nationalencyklopedin, Köppens klimatklassificering

## 2.4 Val av plats

### 2.4.1 Malmö - parkernas stad?

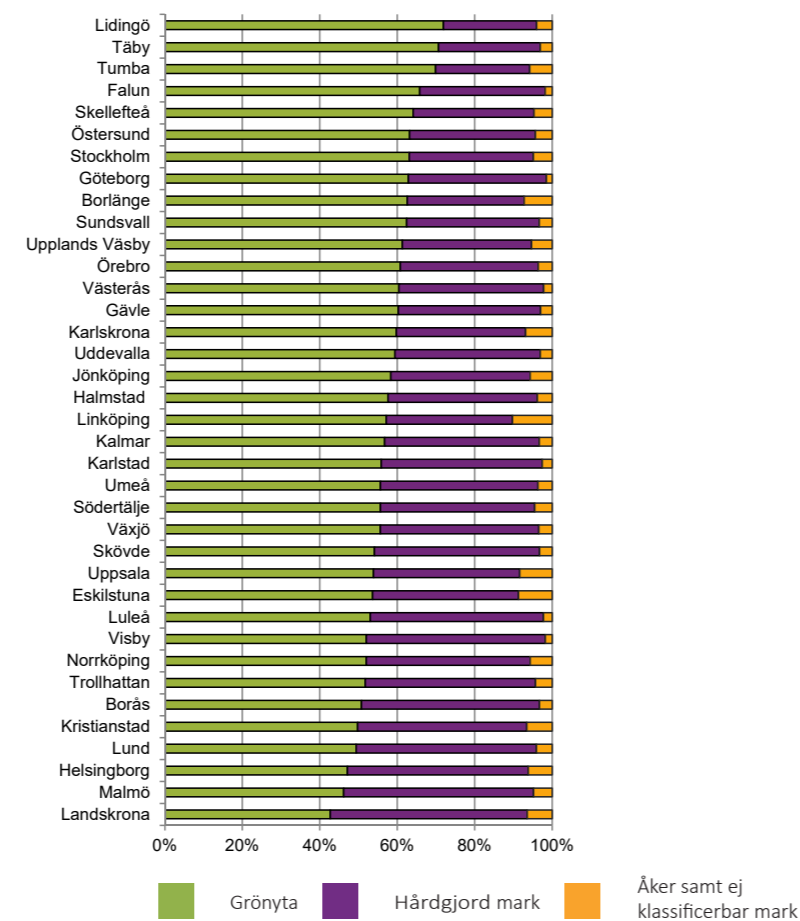
Utgångspunkten för valet av plats var att identifiera en omgivning där klimatskyddade gröna rum kan tillföra nya kvaliteter. I Malmö finns det gott om parker och kallas även för parkernas stad. Trots det ligger Malmö långt ner i statistiken enligt undersökningen Grönytor i och omkring tätorter 2010. (Statistiska centralbyrån: Grönytor och grönområden i och omkring tätorter 2009-) Av 37 undersökta orter var andelen grönyta i förhållande till tätortens totala landareal näst minst i Malmö, endast större än i Landskrona. Utöver det var grönytan per person minst av de undersökta tätorterna; endast omkring 126 kvadratmeter per invånare.

Malmö hade även minst allmänt tillgänglig grönyta per person, med 93 kvadratmeter per invånare. Statistiken tillhandahåller en definition av grönområde som en för allmänheten tillgänglig sammanhängande grönyta där storleken är minst 0,5 hektar.

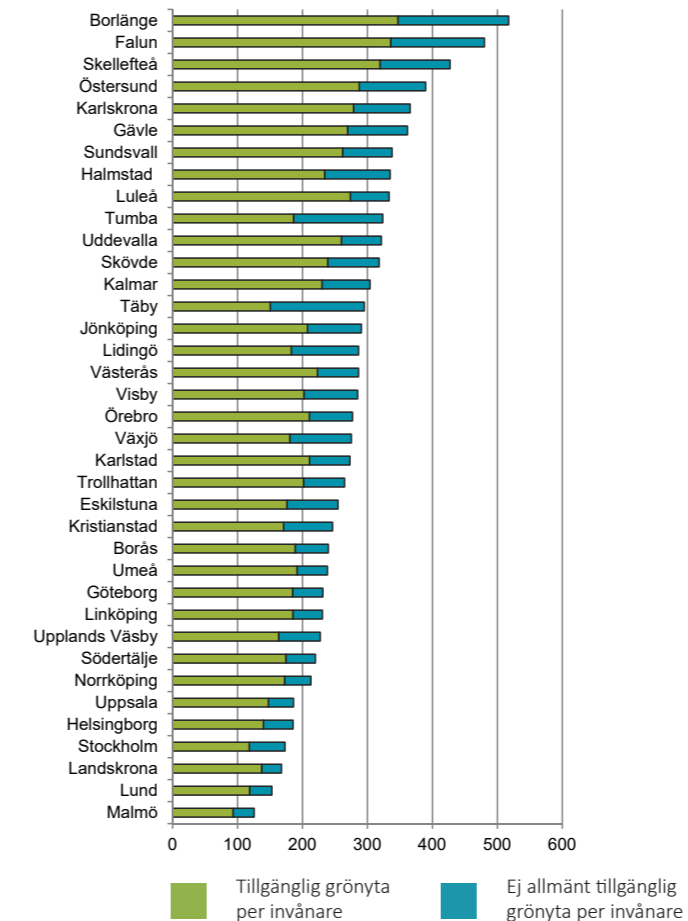
Antalet grönytor följde i stort sett storleken på tätorten, men i Malmö var antalet personer per grönområde störst, drygt 500 personer. I Malmö var även andelen invånare med 300 meter eller kortare till närmsta grönområde näst lägst. (Statistiska centralbyrån: Grönytor och grönområden i och omkring tätorter 2009-)

Utifrån statistiken presterar Malmö svagt i de flesta kategorier som berör grönytor och det finns därför incitament för utveckling. Särskilt problematiska är stenstaden och hamnen, där det är långt mellan grönområdena.

Grönytans andel av tätorternas landareal år 2010, procent



Tillgänglig respektive ej allmänt tillgänglig grönyta per tätortsinvånare 2010, kvadratmeter



Antal personer per grönområde per tätort 2010, antal personer

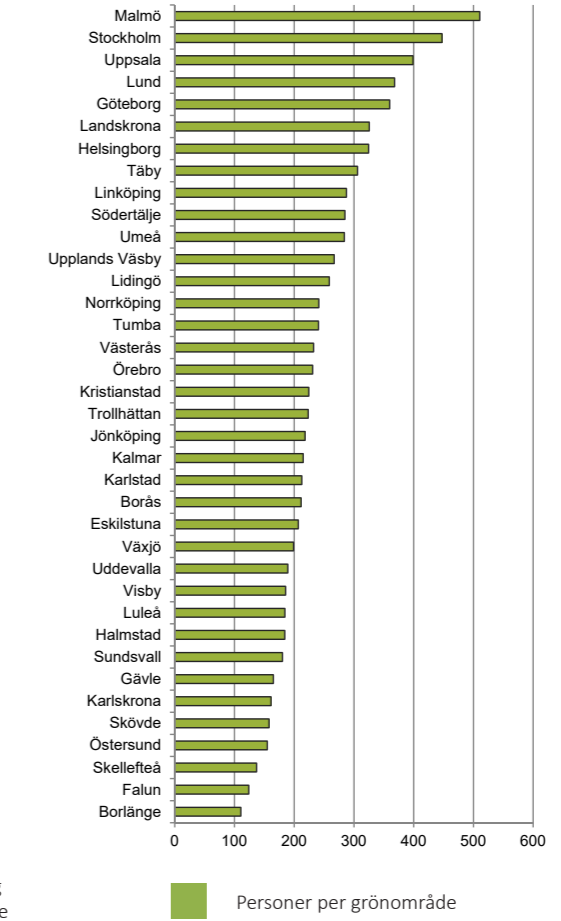


Diagram: Grönytor och grönområden i och omkring tätorter. Serie MI 12 [Elektronisk resurs] = Green areas within and around localities. (2009-). Stockholm: Statistiska centralbyrån

Mot bakgrund av hur situationen såg ut när undersökningen Grönytor och grönområden i tätorter (Statistiska centralbyrån: Grönytor och grönområden i och omkring tätorter 2009-) genomfördes har jag valt att fokusera på området Nyhamnen, dels för att det är ett område under utveckling, dels för att jag betraktar den gamla stenstaden som för tät för den typen av förändring det skulle innebära att introducera nya grönområden eller bygga växthus med tillräcklig tillgång till solinstrålning.

Det finns ett förslag till Översiktsplan för Nyhamnen som förväntas antas under 2018. Förslaget omfattar ett avsnitt vid namn Grön stad och naturmiljöer, vilket behandlar betydelsen av grönområden med avseende på rekreativa värden och ekosystemtjänster, samt hur högkvalitativ grönska ska åstadkommas i en ny tät stadsdel. (Malmö Stadsbyggnadskontor: Översiktsplan för Nyhamnen: Fördjupning av Översiktsplan för Malmö 2015)

Ett stycke ur översiktsplanen visar på medvetenhet om dagens bristfälliga situation:

*Inom Nyhamnen finns det idag inga befintliga parker eller anläggningar för fysiska fritidsaktiviteter, samtidigt som det närmast angränsande delområdet Gamla staden är ett stort bristområde. Tillkomst av nya rekreations- och fritidsanläggningar inom Nyhamnen kan därmed vara viktigt även för denna del av staden.*

(Malmö Stadsbyggnadskontor: Översiktsplan för Nyhamnen: Fördjupning av Översiktsplan för Malmö 2015, 30)

Jag anser att det kan vara fördelaktigt att inleda stadsutvecklingsprocessen med att utforma parkerna då de kan utgöra lokala generatorer, det vill säga besöksmål som lockar och skapar intresse för stadsdelen innan den är fullt utvecklad. Vidare tror jag att det är positivt att börja med grönområdena i ett tidigt stadium så att växtligheten får tid att växa upp. När den övriga bebyggelsen sedan kommer på plats finns det redan väletablerade gröna rum.

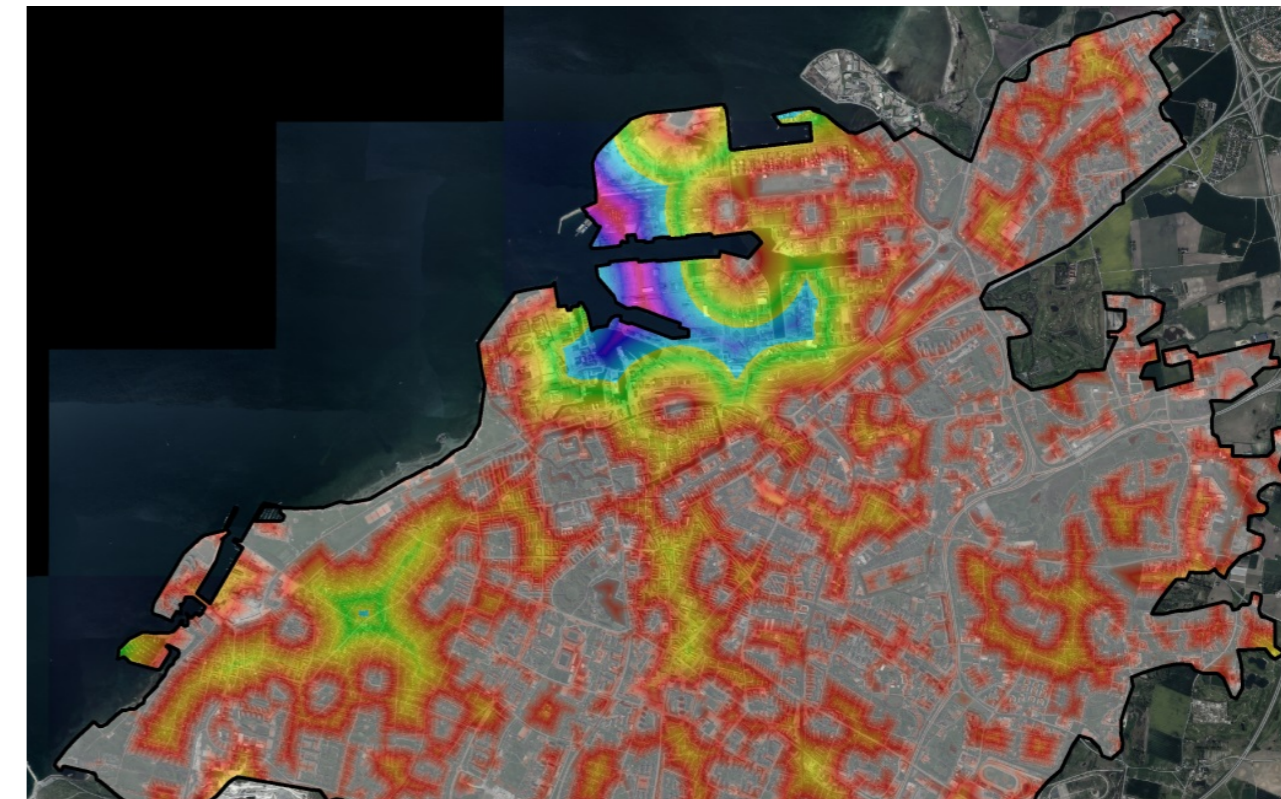


Bild: Grönytor och grönområden i och omkring tätorter. Serie MI 12 [Elektronisk resurs] = Green areas within and around localities. (2009-). Stockholm: Statistiska centralbyrån

*Kartan visar avstånd mellan grönområden i Malmö tätort. Partier som går mot gult, blått och lila indikerar områden där det är långt mellan grönområden. Sådana områden finns framförallt i nora delen av tätorten, kring hamnen och stenstaden. Observera att långa avstånd till grönområden inte behöver betyda att grönytor saknas.*

*I sydväst finns ett större parti med relativt långt till grönområde. Här dominerar stadsstrukturen av villabebyggelse och grönstrukturen är därför knuten till privata tomter. Ortofoto © Lantmäteriet.*

Statistiska centralbyrån: Grönytor och grönområden i och omkring tätorter 2009-



## 2.4.2 Nyhamnsparken

Den övergripande grönstrukturen omfattar ett antal parker. Parken planerad närmast Centralstationen, Nyhamnsparken, ligger inom området som definieras som etapp två, vilken omfattar perioden mellan år 2020 och år 2035 och kan därför komma att realiseras inom en snar framtid.

Jag har valt att utgå ifrån Nyhamnsparken på grund av dess centrala läge och för att den är planerad inom en nära förestående framtid. Idén är att utforma en lokal generator som förankrar platsen och skapar en identitet under utvecklingen av Nyhamnen som stadsdel.

Ett växthus kan inte ersätta kvaliteterna i en park, men kan tillföra nya värden i form av ett klimatskyddat publikt grönt rum. Utöver det finns möjligheten att förstärka ett nytt grönt rum, genom att erbjuda tillgänglig växtlighet året om och på så sätt artikulera platsens identitet. Klimatskyddade rum behöver inte innebära täta rum utan kan erbjuda klimatskydd av varierande grad, från reglerade inomhusmiljöer till vind- och regnskydd.



Bild: Översiktsplan för Nyhamnen: Fördjupning av Översiktsplan för Malmö. (2015) Malmö: Malmö Stadsbyggnadskontor, Malmö stad

## 2.5 Referensprojekt

Utifrån studier av trä som byggnadsmaterial, växthus som byggnadstypologi, potentiella funktioner och de lokala förhållandena i Malmö och Nyhamnen har jag valt ut ett antal referensprojekt som har varit värdefulla inspirationskällor.

### 2.5.1 Gardens by the Bay

Gardens by the Bay i Singapore är ett av Asiens största trädgårdsdestinationer och består av tre åtskilda trädgårdar: Bay South, Bay East och Bay Central. Efter en internationell tävling utsågs Grant Associates som vinnare för Bay South, vilken är den största trädgården. Bay South färdigställdes 2012. (Gardens by The Bay: Introduction, Gardens by The Bay: History and Development)

Enligt introduktionen från Gardens by the Bay's hemsida är syftet att erbjuda en publik värld av trädgårdar, som både underhåller och undervisar besökaren om plantor från varierande habitat världen över. The Cooled Conservatory Complex, utformad av WilkinsonEyre i samarbete med Grant Associates, Atelier One och Atelier Ten, utgör de två huvudsakliga växthusbyggnaderna i Bay South. Klimaten i växthusen är medelhavsklimat, respektive tropiskt bergsklimat, vilka är särskilt känsliga för klimatförändringar. (WilkinsonEyre: Cooled Conservatories, Gardens by the Bay)

Gardens by the Bay har varit en värdefull referens i form av inspiration gällande funktion och syfte. Rekreation och undervisning tillsammans med en medvetenhet om klimatfrågan är aspekter som har haft inflytande över min egen design.



Bild: WilkinsonEyre, Cooled Conservatories, Gardens by the Bay.



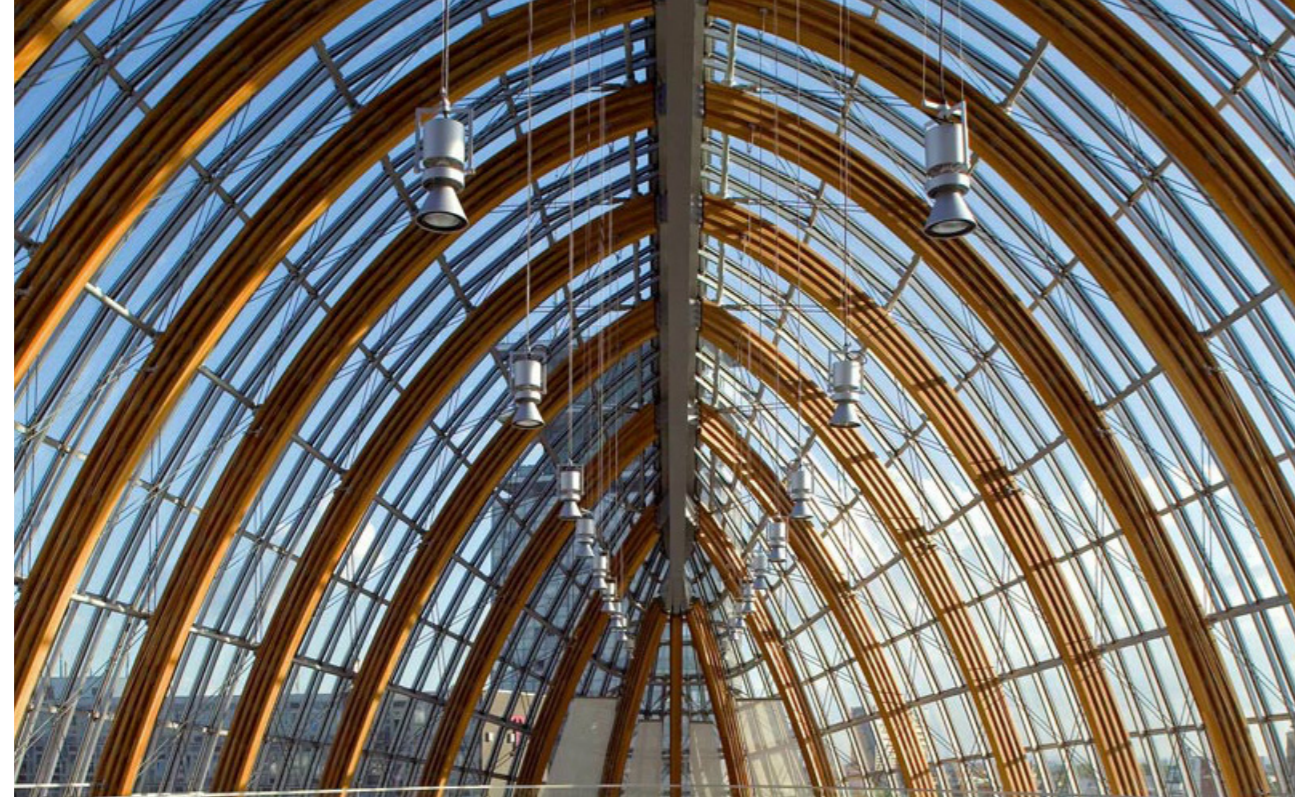


Bild: Arch20, P & C Department store, Renzo Piano Building Workshop Architects.

### 2.5.2 P & C Department Store

Peek & Cloppenburgs flaggskeppsbutik i Köln, Tyskland, är en byggnad som karaktäriseras av sin kurvade volym. Butiken är designad av Renzo Piano Building Workshop, Architects, och uppförd mellan 1999 och 2005. (Renzo Piano Building Workshop: P & C Department Store) Designen har tjänat som en visuell inspirationskälla.

Framförallt har bilder på de interiöra rummen och på detaljhanteringen hjälpt mig att resonera kring och utveckla mina egna strategier.



Bild: Pringle Richards Sharratt Architects, Sheffield Winter Garden.

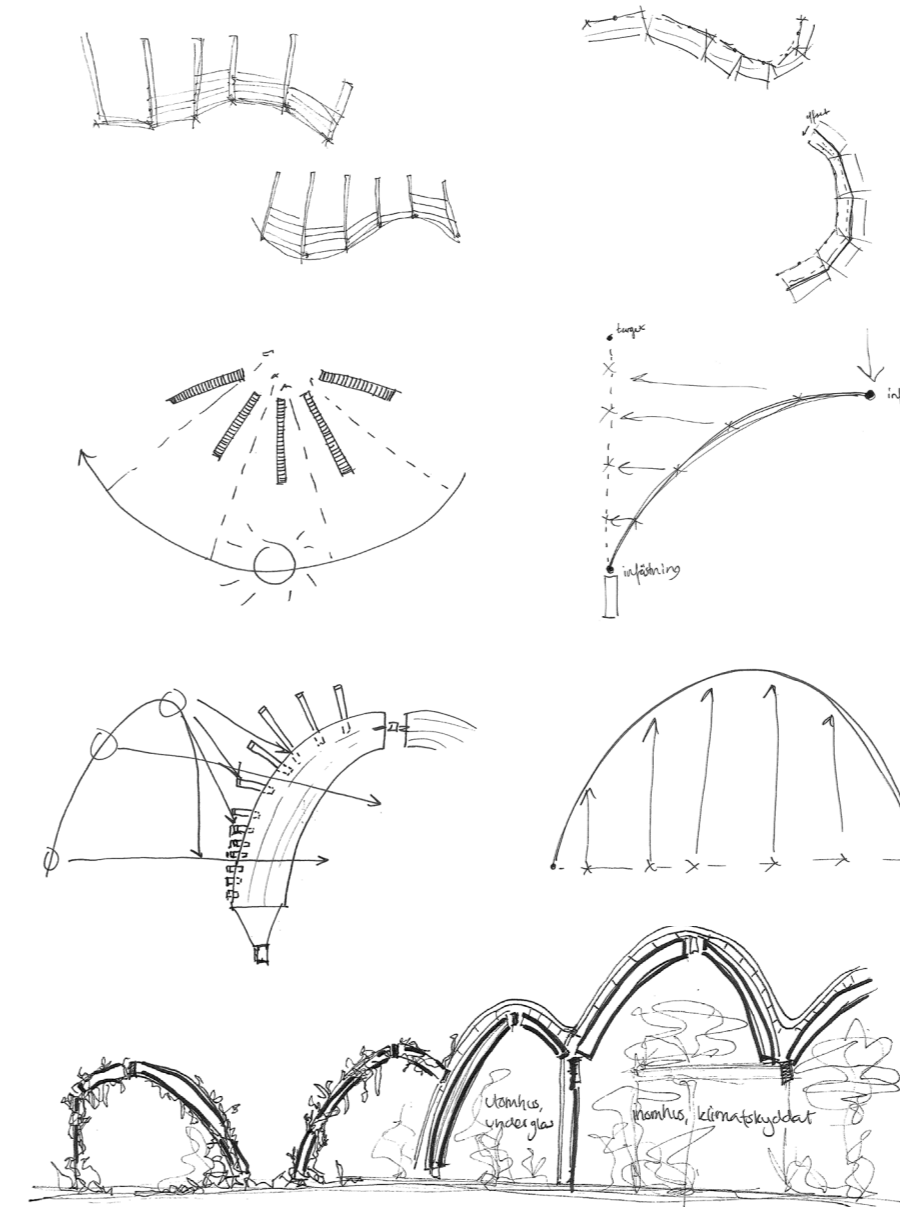
### 2.5.3 Sheffield Winter Garden

Sheffield Winter Garden färdigställdes 2002 och är en del av utvecklingsprojektet Heart of the City Project i Sheffield. Byggnaden utgör en del av ett nätverk av promenadstråk som länkar samman olika delar av centrala Sheffield. (Pringle Richards Sharratt Architects: Sheffield Winter Garden)

Sheffield Winter garden har varit inspirerande både gällande dess estetik och publika natur. Byggnadens roll ur ett urbant perspektiv och detaljeringen av de olika arkitektoniska elementen har varit inspirerande.



### 3 Metod

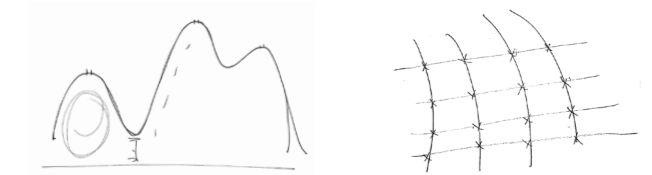


Min undersökning kombinerar generativa och analyserande kvaliteter från digitala verktyg med mer traditionella metoder. Under designprocessen och vid den slutgiltiga utformningen av mitt förslag har programmen RhinoCeros och Grasshopper varit mina huvudsakliga verktyg.

RhinoCeros är ett 3D-modelleringsprogram och Grasshopper är ett verktyg för programmering och används integrerat med RhinoCeros. Utöver det har två insticksprogram till Grasshopper varit särskilt värdefulla. Det första är Ladybug, som jag har använt för att studera och visualisera olika klimataspekter. Utifrån klimatdata för Köpenhamn har jag extraherat information som har utgjort underlag för designen. Det andra är Kangaroo Physics, som jag har använt för att generera geometri utifrån fysiska förutsättningar kombinerat med aktiva designbeslut.

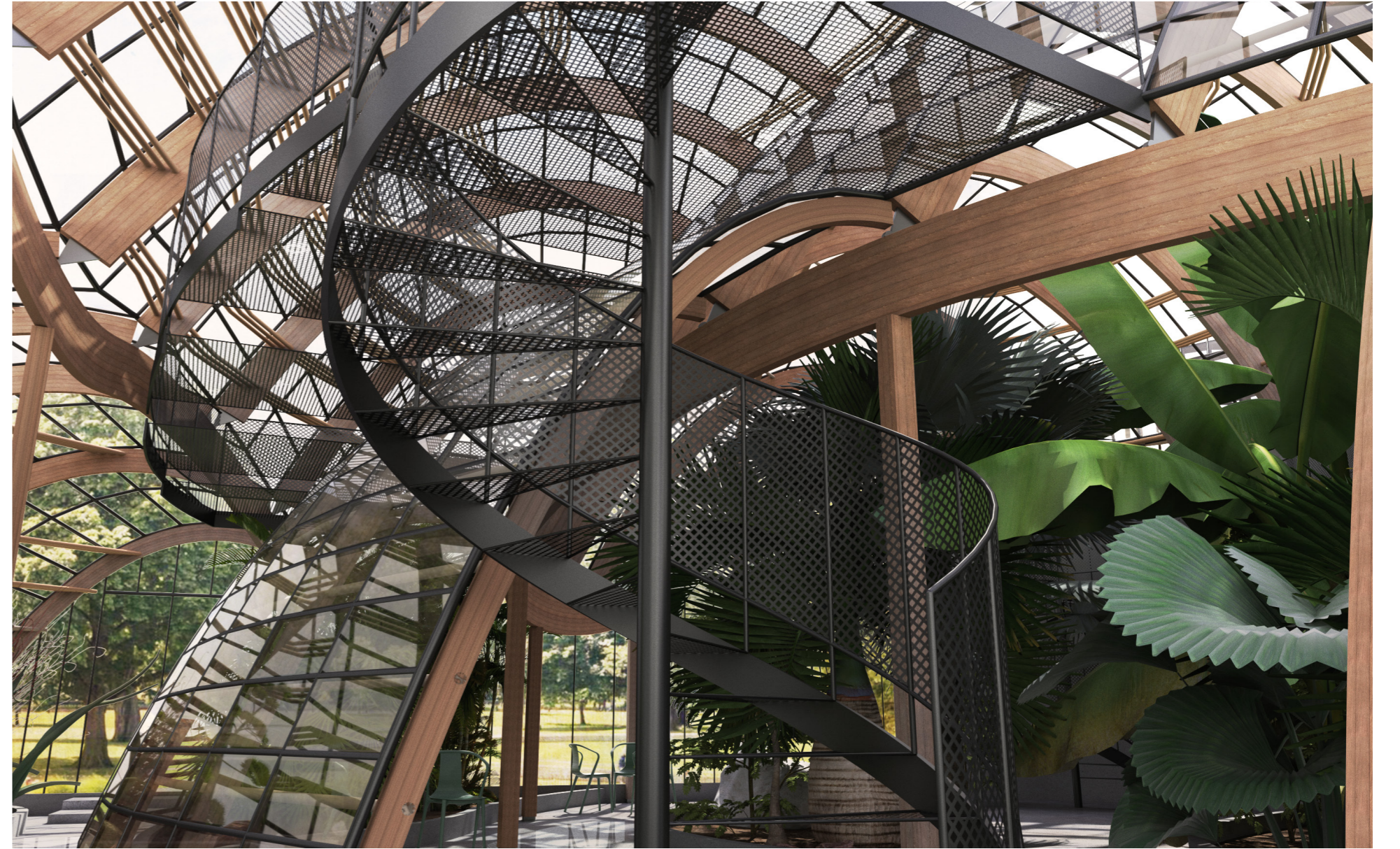
En skissmodell i skala 1:500 har varit ett användbart redskap för att tänka kring rumsligheter i parken och relationen till den framtida omgivande bebyggelsen.

Den snabba handskissen har varit ett genomgående värdefullt verktyg. Inför påbörjandet av ett skript eller en digital modellering har jag ofta skissat en förlaga, ett diagram eller en strategi. Framförallt har skissen varit användbar i kombination med skript då den hjälper till att konkretisera en annars abstrakt process.





*4 Design*





## 4.1 Utformning av byggnaden

Innan själva designprocessen tog vid var det viktigt att förstå vilka funktioner som skulle inkluderas.

Vid genomförandet av designundersökningen har jag valt att skapa nya gröna rum i Nyhamnsparken. Några rum utgörs av reglerade klimatzoner i ett kluster av interiöra rum, några rum har klimatskydd av varierande grad, andra exteriöra rum skapas i förhållande till byggd volym.

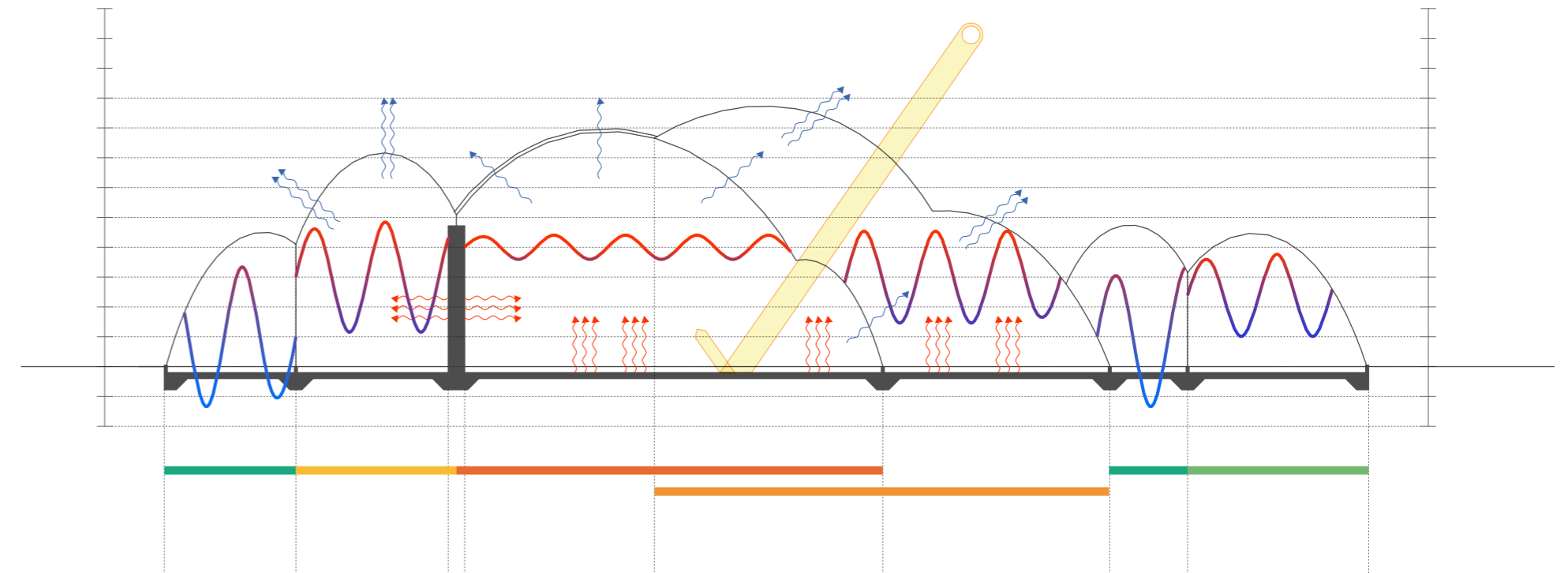
De olika rummen är utformade dels för människor, dels för varierande typer av växtlighet, och båda gruppernas behov ligger till grund för designen. Inomhusmiljön ska utgöras av olika klimatzoner och därmed erbjuda lämpliga förhållanden för flora som har sitt ursprung i olika biotoper. Målet med utformningen av rummen är att de ska interagera med varandra på ett sätt så att de hjälper varandra att upprätthålla sina inbördes olika klimat. Utifrån indelning i olika rum enligt klimatzoner behövs förståelse för hur de ska arrangeras för att skapa lokala mikroklimat som fungerar väl ur ett termiskt perspektiv.

Rummet med tropiskt regnklimat har störst krav på en konstant hög temperatur och placeras centralt i designen. Därigenom kan rummen med arida klimat och varmttempererade regnklimat, där temperaturen tillåts variera mer över dygn och över år, utgöra en buffert mot det varmttempererade fuktiga klimatet som råder i Malmö.

Utöver de klimatmässiga aspekterna har resonemang om rumsliga kvalitéer utgjort grunden för den utformningen.

Vid utformningen av designen är parken, de omgivande gatorna, samt befintliga och planerade byggnader i grannskapet viktiga att ta i beaktande. En aspekt att överväga är hur designen kan tillföra något till sin omgivning utan att en behöver gå in i byggnaden.

- Varmtempererade regnklimat, fuktigt hela året
- Varmtempererade regnklimat, torrtid på sommaren (medelhavsklimat)
- Arida klimat
- Tropiskt savannklimat
- Tropiskt regnskogsklimat







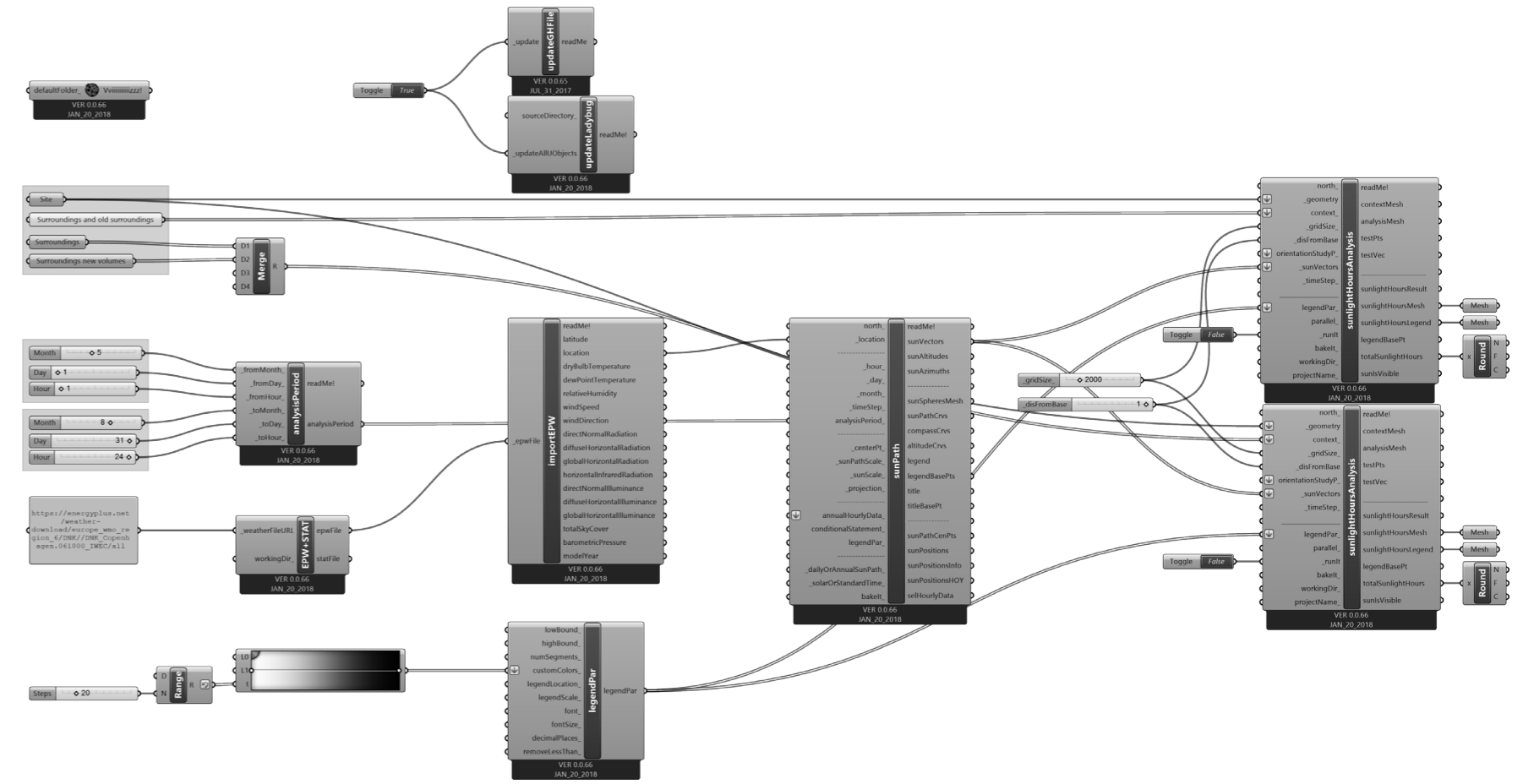
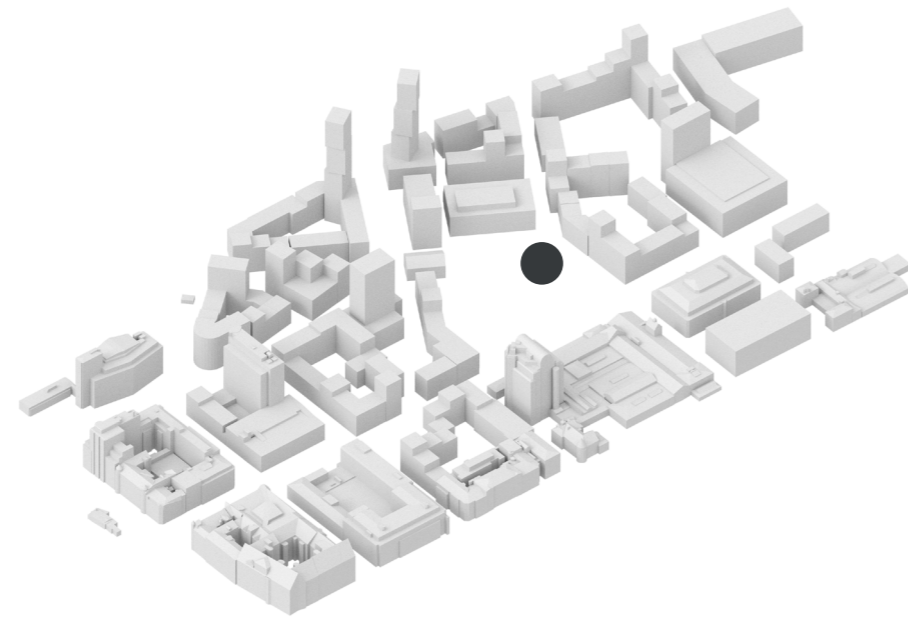
Bilder på platsen





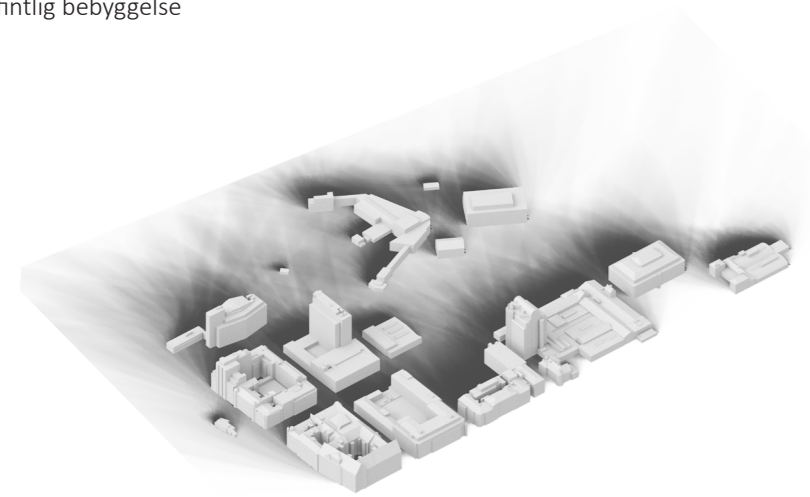
### 4.1.1 Platsens roll i designprocessen

Då Malmö ligger långt ifrån ekvatorn varierar mängden solljus kraftigt över året, vilket är en viktig parameter att ta hänsyn till. Mängden solljus är större under sommaren när behovet av uppvärmning i ett växthus är mindre och situationen är omvänd under vintern. Den framtida Nyhamnsparcken är den valda platsen för mitt projekt. Analys av antalet soltimmar på platsen under perioden november, december, januari och februari, respektive under perioden maj, juni, juli och augusti varit viktiga för att förstå hur designen kan informeras av de lokala förhållandena. Målet har varit att förstå var det potentiellt kan finnas mycket solstrålning under vintern och mer skugga under sommaren. Resultatet från studien av antalet soltimmar utgjorde underlag för mitt i val av plats i Nyhamnsparckens nordöstra del. Det innebär att designen är placerad långt ifrån de byggnader som skuggar parken mitt på dagen, eftermiddag och kväll och att platsen får mest sol då det är vanligt att människor har tid att besöka parken.



Analys av antalet soltimmar, 1 novemer till 28 februari

Befintlig bebyggelse

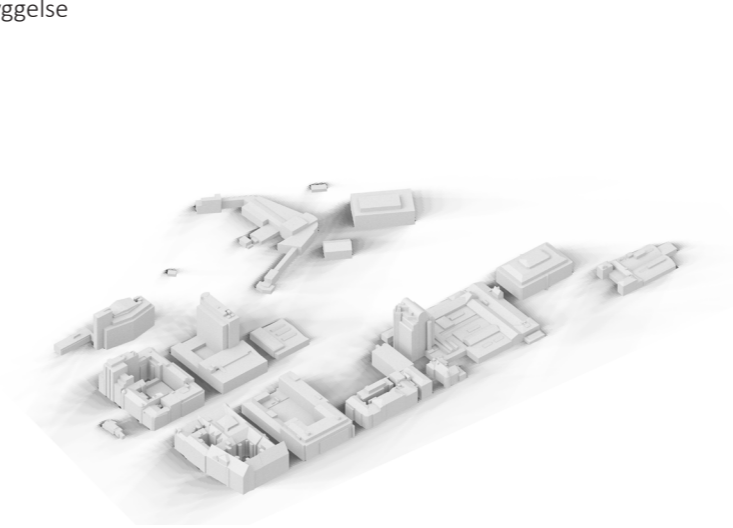


Befintlig bebyggelse och förslag till Översiktsplan för Nyhamnen

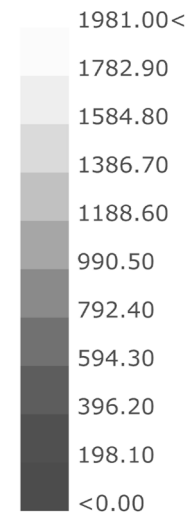
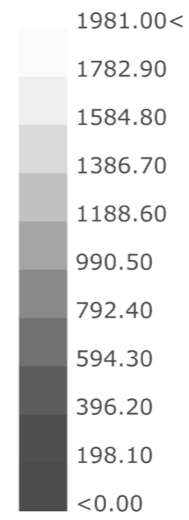
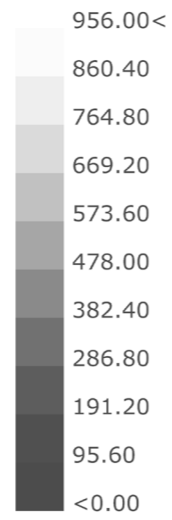
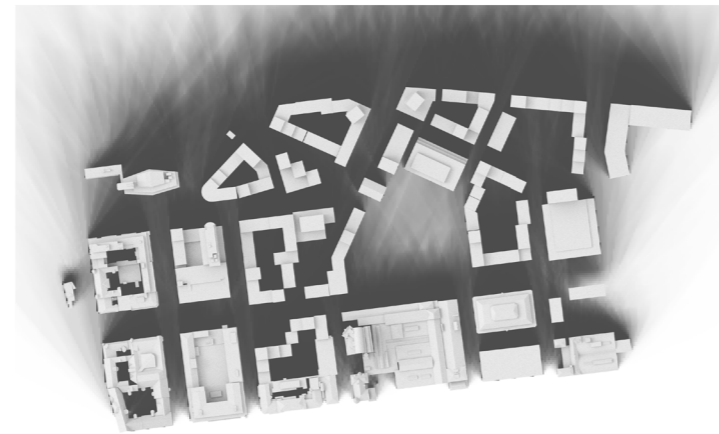
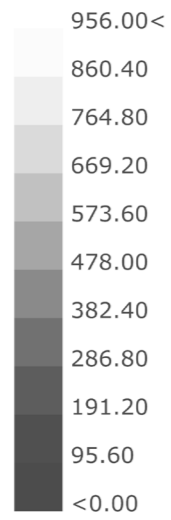
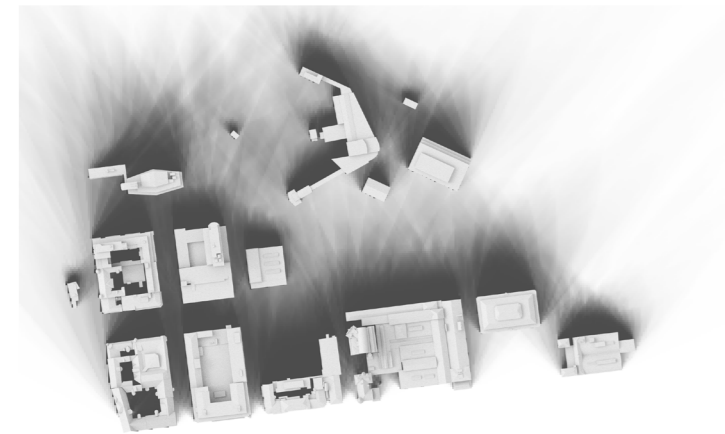


Analys av antalet soltimmar, 1 maj till 31 augusti

Befintlig bebyggelse

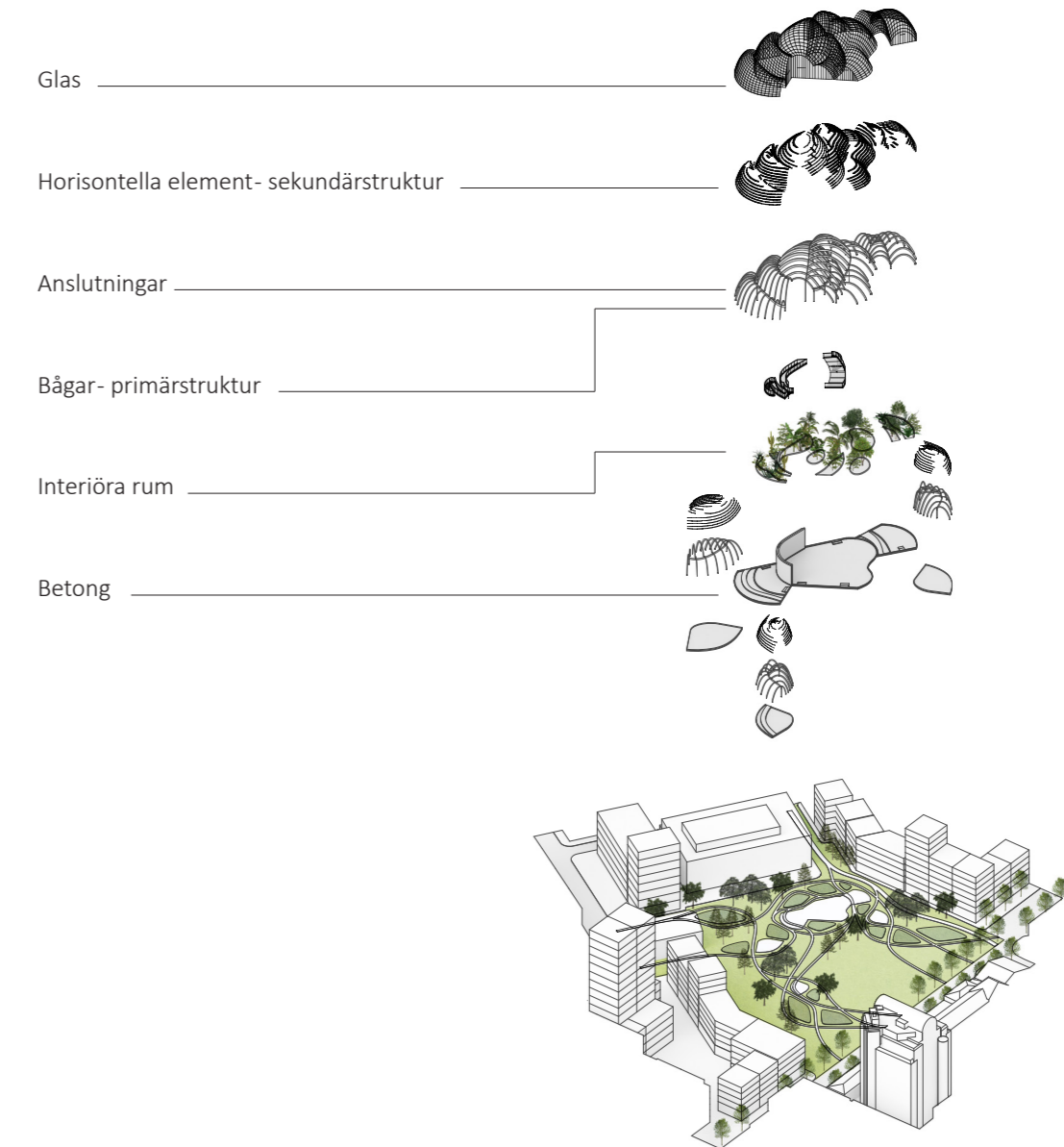


Befintlig bebyggelse och förslag till Översiktsplan för Nyhamnen



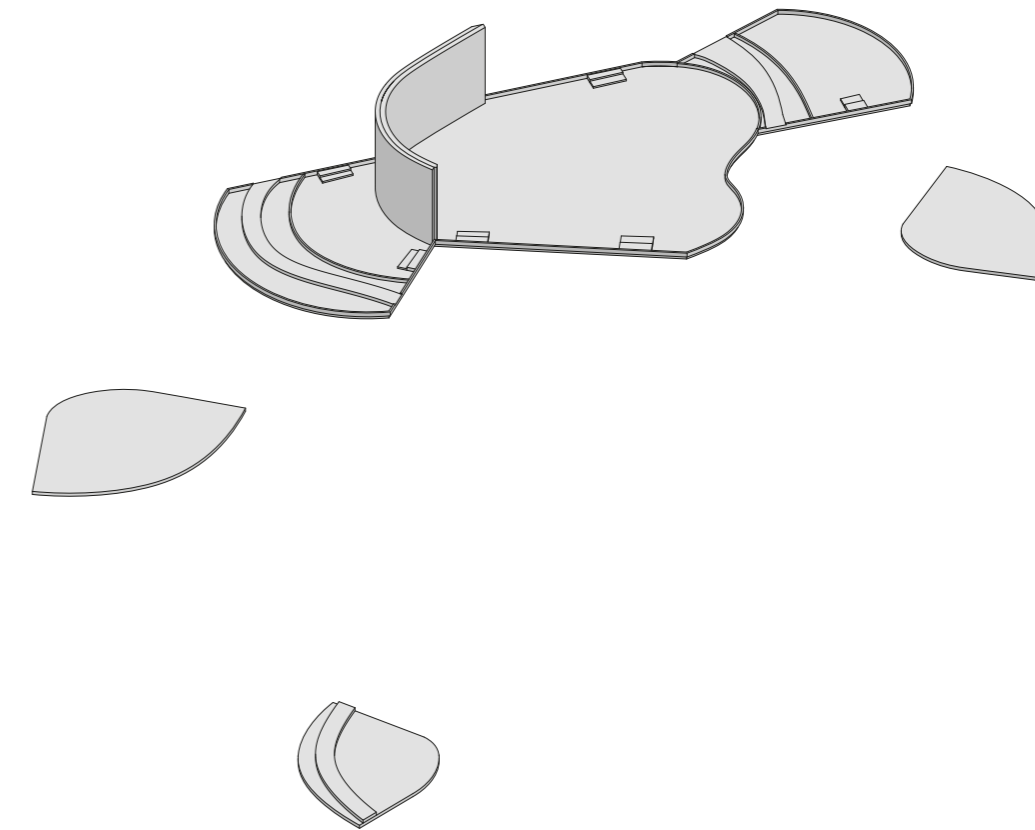
## 4.2 Struktur och material

Under arbetsprocessen har ett antal olika aspekter omfattande struktur och material varit av särskild betydelse och presenteras i följande kapitel som separata delar. De strukturella elementen och hur de är aslutna till varandra har haft stort inflytande över både min undersökning och utformningen av mitt slutgiltiga förslag. Även studie av möjliga tillvägagångssätt att designa utifrån lokala klimatförhållanden har utgjort en betydelsefull del av mitt arbete. Vid resonemang kring hur passiva strategier kan skapa en väl fungerande byggnad har val av material utöver klimatdata utgjort en väsentlig del av mitt projekt.



#### 4.2.1 Betong

Klimatskalet mot norr utgörs av en vägg i betong för att generera termisk massa vilket buffrar temperaturvariationer i byggnaden, samt för att undvika glas mot norr, vilket skulle innebära värmeläckage. Genom att ha en sluten vägg i norr och glasade fasader i övriga riktningar skapas förutsättningar för passiv uppvärmning som potentiellt kan minska energianvändningen i designen.



#### 4.2.2 Bågar - primärstruktur

Utifrån valet av trä som byggnadsmaterial har jag valt att använda mig av limträ och av bågen som primärt strukturellt element, dels för att det är en konstruktion som lämpar sig för större spännvidder, dels för de möjligheter bågen erbjuder gällande estetik och rumsliga upplevelser.

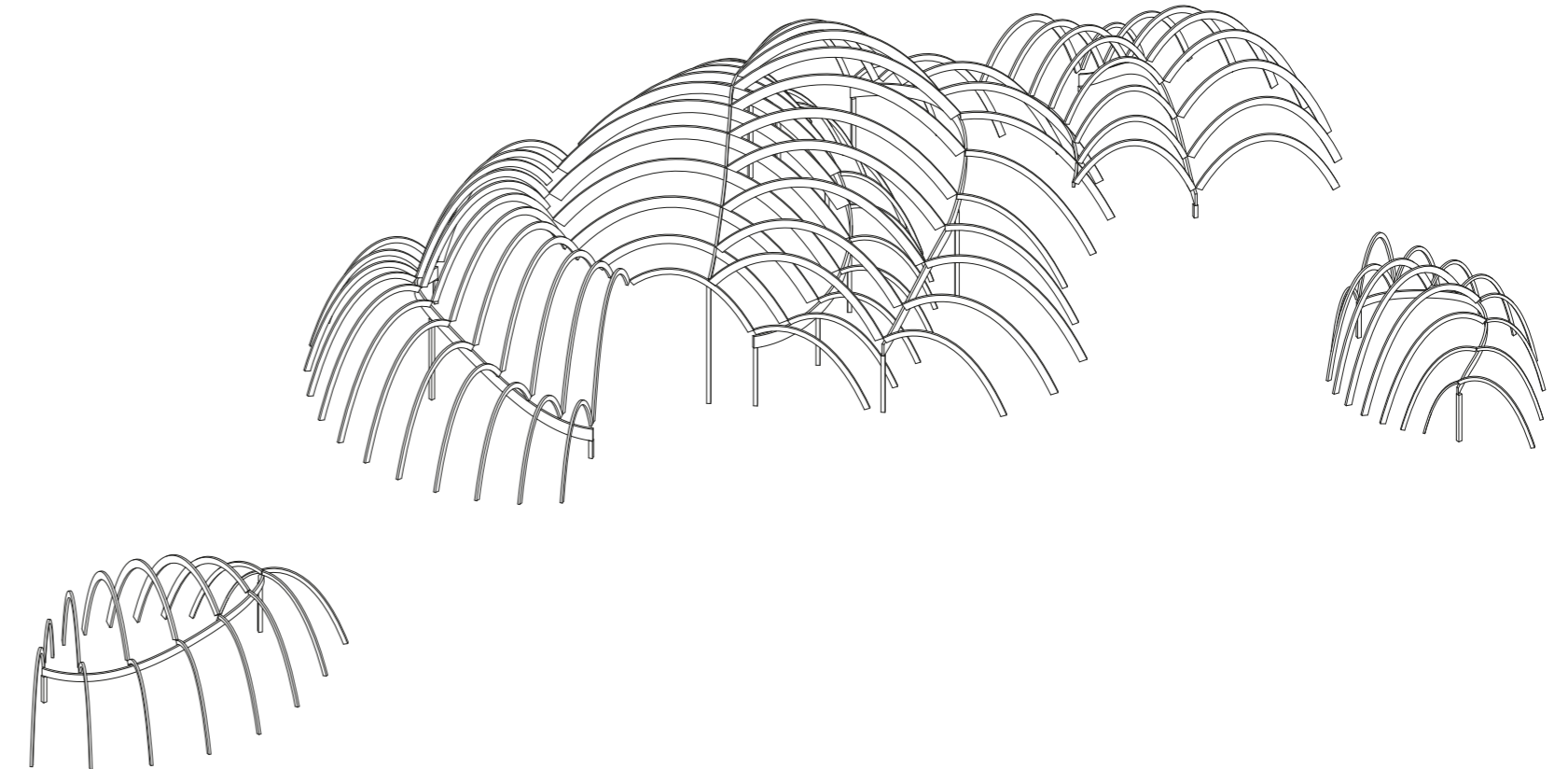
Optimalt ska bågens form följa trycklinjen för de dominerande lasterna. Dock kommer det finnas momentpåverkan från andra laster, vilka har olika trycklinjer. En parabelformad båge blir ofta kompromissen. (Limträhandbok. Del 2. Projektering av limträkonstruktioner 2016, 153)

Med utgångspunkt i bågen som grundläggande element arbetade jag fram ett skript i Grasshopper som genererar bågar fördelade längst förbestämda kurvor, vilka i sin tur utgör designens avgränsning i markplan.

Den globala formen blir ett resultat av simuleringen av bågarnas beteende utifrån parametrar som exempelvis längd, styvhet och infästningspunkter samt de ursprungliga kurvorna, vilka jag kontrollerar i detalj. Indelningen i zoner och teorier om hur rum ska samverka termiskt var utgångspunkterna när jag fattade beslut.

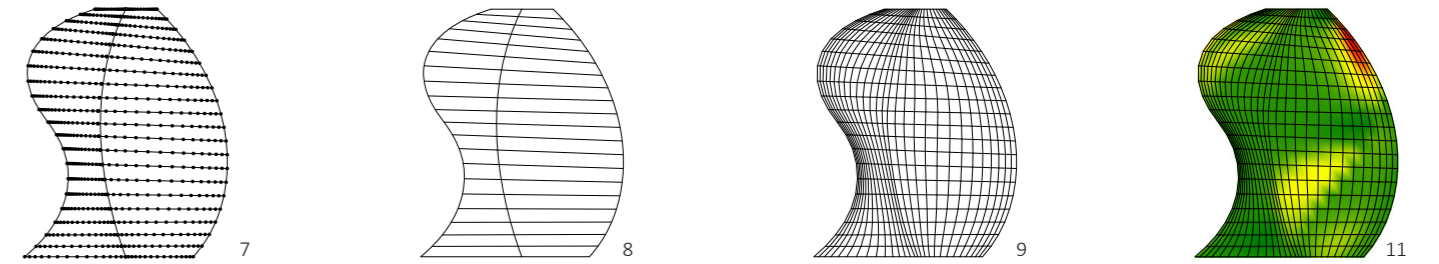
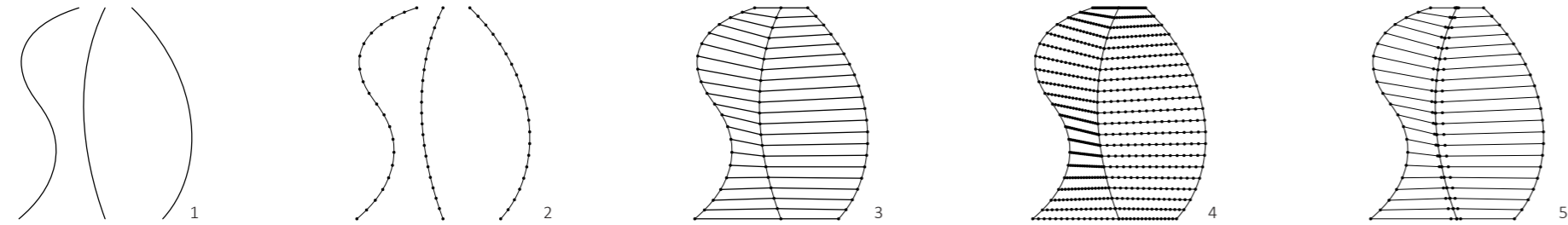
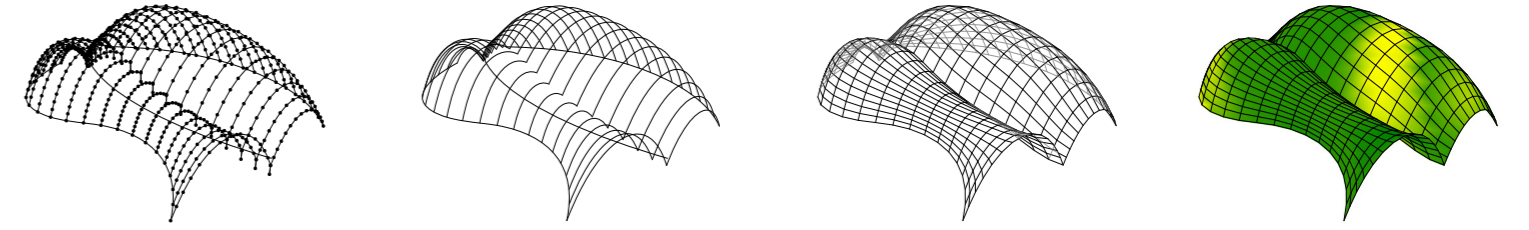
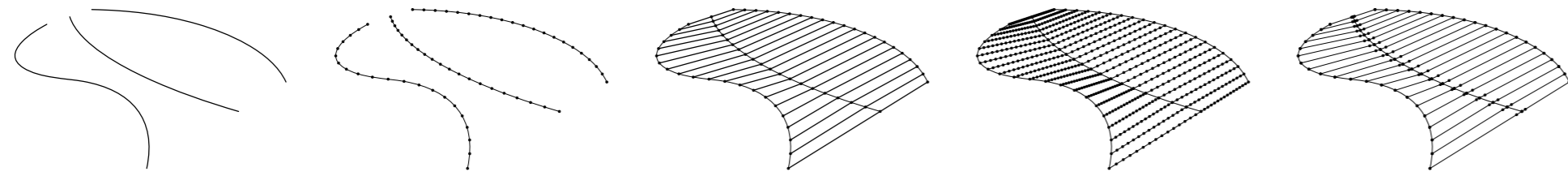
Bågarnas höjd härleds från deras spännvidder och återfinns i spannet omkring 150 mm till 500 mm. Där bågarna möts finns en balk, som stöttas upp av pelare om det inte finns annat stöd.

Bågarna är enkelkrökta, vilket innebär att de är relativt okomplicerade byggnadselement. Balkarna där bågarna möts är däremot dubbelkrökta, vilket är mer komplicerat, men saknar inte föregångare.





Skript



1  
Koppla kurvor från Rhinoceros till Grasshopper

2  
Dela in kurvorna i ett antal segment

3  
Rita linjer mellan de punkter där kurvorna från föregående steg är delade

4  
Dela in de nya kurvorna i ett antal segment

5  
Sortera ut ett antal av de punkter där kurvorna från föregående steg är delade

6  
Definiera ett mål att simulera: stång (rod) överensstämmande (coincident) infästningspunkter (anchor) och vertikal kraft (point load)

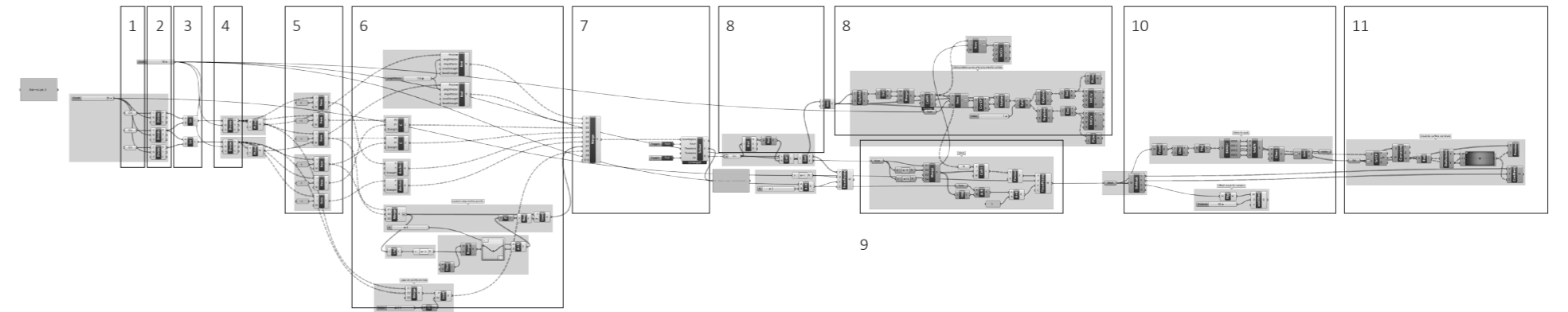
7  
Före de olika målen och simulera dem i kangaroo solver

8  
Sortera ut kurvor från resultatet från simuleringen

9  
Generera ett mesh från resultatet från simuleringen

10  
Konvertera mesh till polysurface

11  
Dela in polysurface i enskilda ytor och analysera dess krökningar



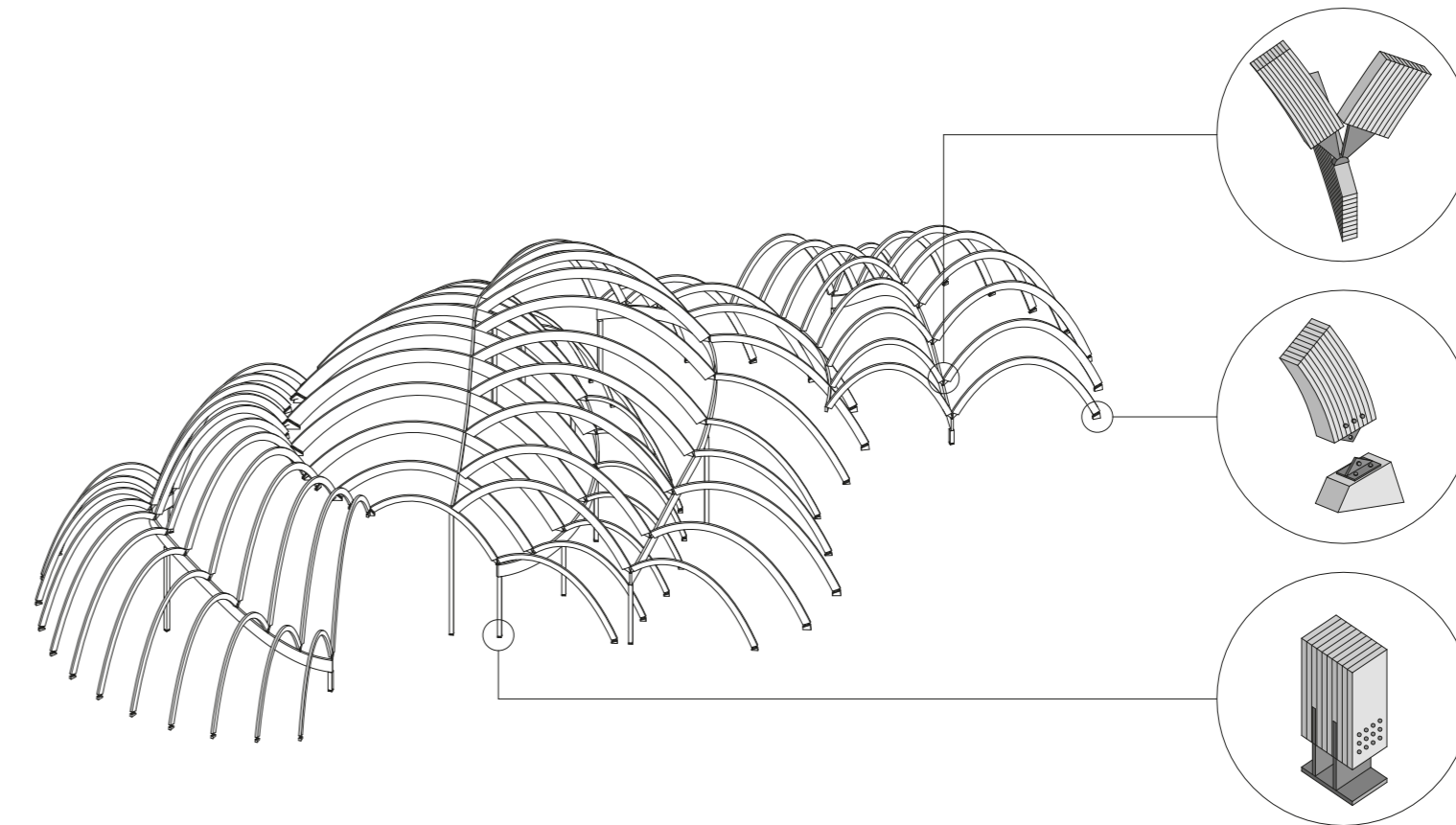
### 4.2.3 Anslutningar

Vid utformning av de olika anslutningsdetaljerna har Limträhandbok. Del 1. Fakta om limträ (2016), Limträhandbok. Del 2. Projektering av limträkonstruktioner (2016) och samtal med Vedad Alic (2017) utgjort de huvudsakliga källorna till information. I mitt förslag är anslutningsdetaljerna utformade på en konceptuell nivå, där ambitionen har varit att välja rätt sorts led utifrån vilka krafter som ska överföras och vilka typer av element som ska anslutas.

Simuleringsmodellen har varit användbar för att förstå hur anslutningsdetaljerna ska utformas, utöver att det har varit ett centralt verktyg i designprocessen. Resultatet av simuleringen är ett system av bågar i jämvikt, där framför allt vertikala krafter behöver hanteras i anslutningarna. Det innebär att anslutningarna mellan bågar kan utgöras av en ledad detalj.

Anslutningsdetaljen mellan bågar och golv är bottenplatta och ledad tapp, vilket är en lösning hämtad från Limträhandbok. Del 2. Projektering av limträkonstruktioner (2016, 165).

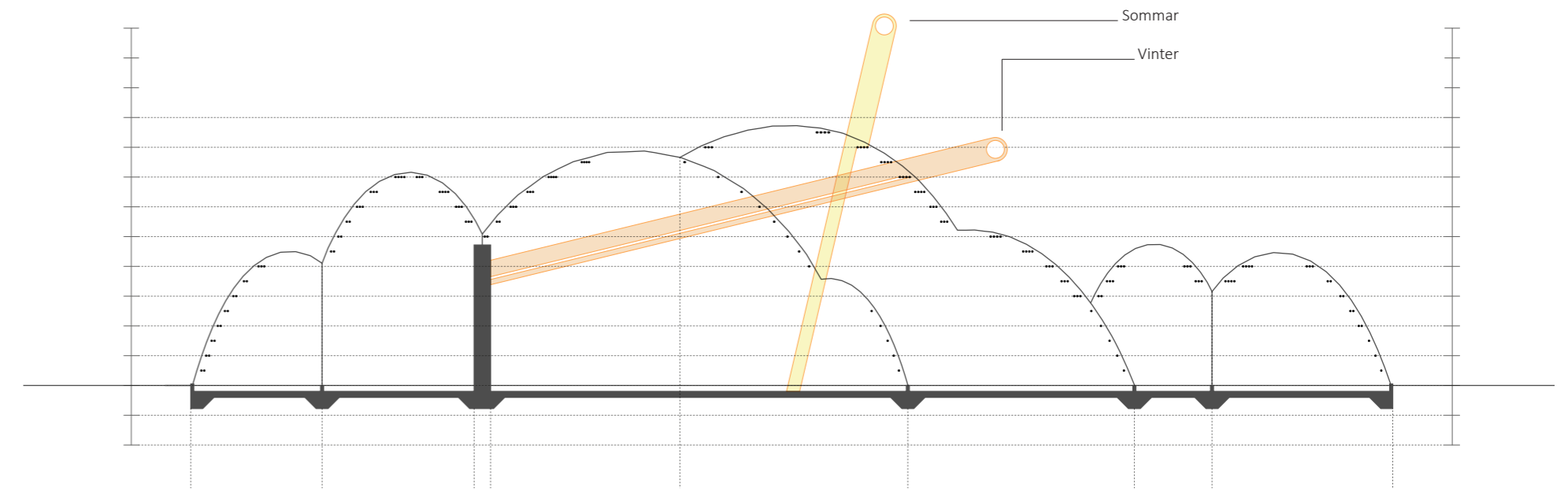
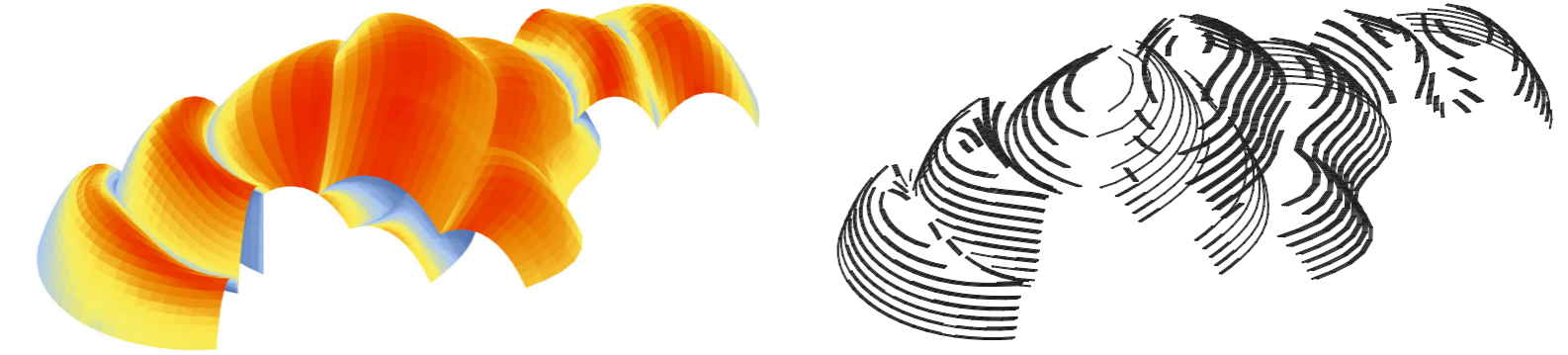
Mötet mellan pelare och golv hanteras med inslitsade stålplåtar, vilket är ett diskret val av pelarfot. (Limträhandbok. Del 2. Projektering av limträkonstruktioner 2016, 212-214)



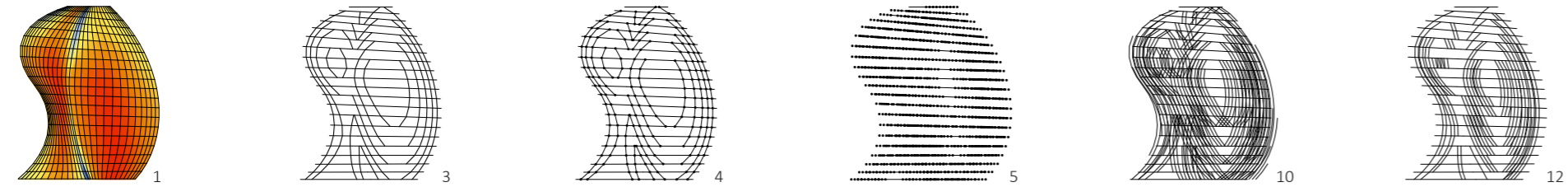
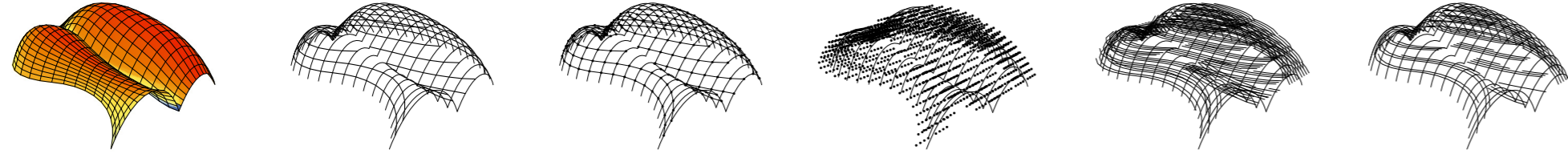
#### 4.2.4 Horisontella element - sekundärstruktur

Horisontella lameller i trä utgör den sekundära strukturen som stabiliserar bågarna i sidled och fungerar samtidigt som solskydd. Antalet lameller i horisontalld och därmed lamellernas solskyddande effekt härleds från analys av hur mycket solenergi som träffar glaset. Mer solenergi resulterar i fler lameller. För att släppa in strålningsenergin, men samtidigt undvika bländande ljus är lamellerna placerade innanför klimatskalet i glas. Därigenom utnyttjas energin samtidigt som solljuset sprids i rummen.

Eftersom solskydd primärt är intressant under sommarmånaderna har jag utgått från strålningen under juni, juli och augusti vid beräkningarna. Här hade det varit intressant att utföra en mer detaljerad undersökning av när solskydd behövs. Utformningen av skriptet erbjuder möjlighet att ändra undersökningsperioden, vilket hade varit en tänkbar fortsättning vid ytterligare detaljering av projektet. Eftersom det är principen att härleda design utifrån klimatdata som har varit mitt intresse nöjer jag mig med den generaliseringen av undersökningsperiod som jag har gjort.



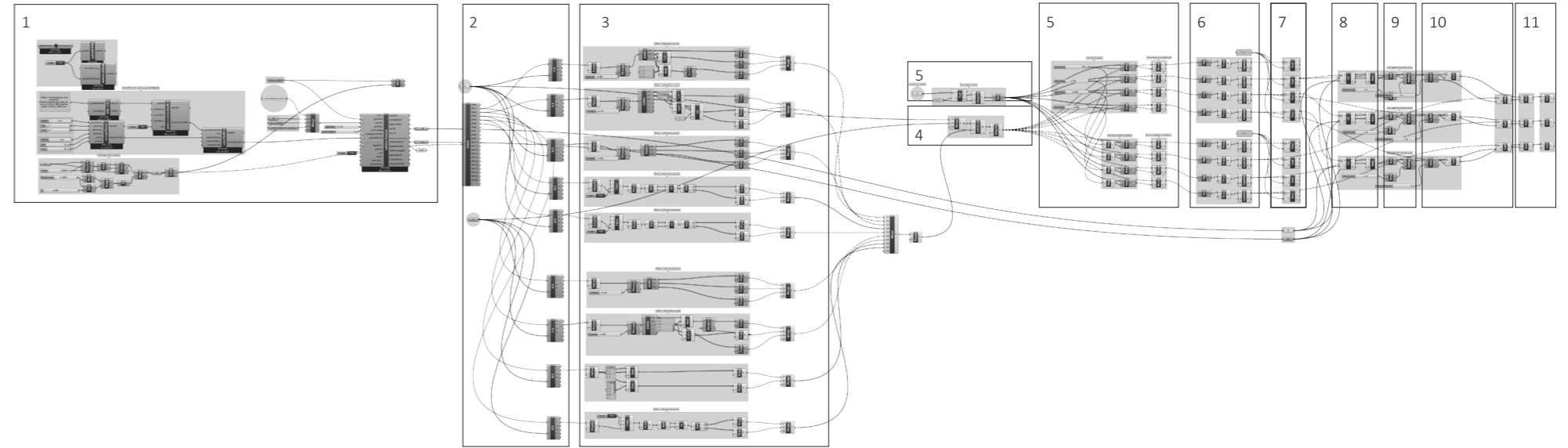
# Skript



- 1  
Analysera solstrålningen som träffar volymen under perioden 1:a juni till 31:a augusti, inklusive skuggverkan från omgivande byggnader
- 2  
Hitta skärningspunkterna mellan kurvorna som är genererade i tidigare skript och horisontella plan med avstånd 0,5 meter
- 3  
Rita polylines mellan alla skärningspunkter
- 4  
Hitta skärningspunkterna mellan polylines från föregående steg och kurvorna som är genererade i tidigare skript för att få skärningspunkter med med rätt datastruktur

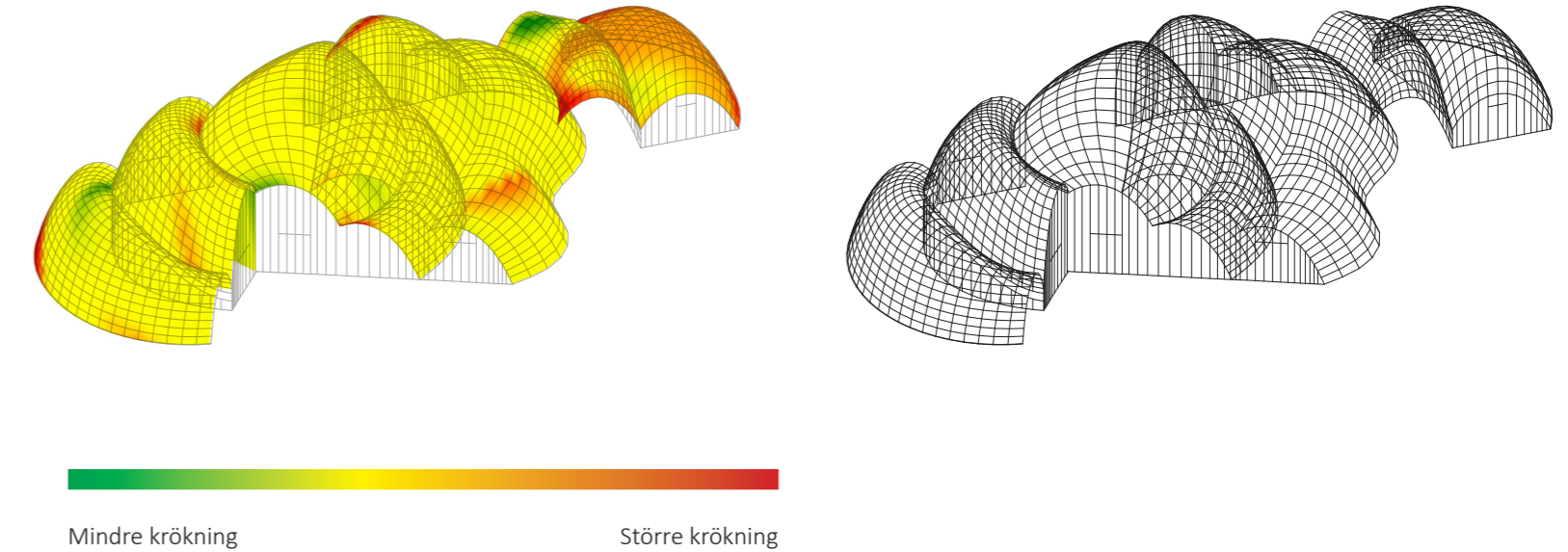
- 5  
Flytta skärningspunkterna längst vektorerna av bågarna i plan; 100 mm, 4 gånger i både positiv och negativ riktning
- 6  
Rita polylines mellan de flyttade punkterna och explodera dem till enskilda kurvsegment
- 7  
Utvärdera kurvsegmentens mittpunkter
- 8  
Analysera var mittpunkterna och punkter i meshet som representerar volymen är närmast varandra för att få ett index och plocka ut strålningsvärdet
- 9  
Omvandla strålningsindexet till ett värde mellan 1 och 4

- 10  
- Om strålningsvärdet inte är större än 1 raderas kurvsegment från den 2:a flyttade kurvan  
- Om strålningsvärdet inte är större än 2 raderas kurvsegment från den 3:a flyttade kurvan  
- Om strålningsvärdet inte är större än 3 raderas kurvsegment från den 4:a flyttade kurvan
- 11  
Joina kurvorna
- 12  
Omvandla återstående kurvsegment till geometri i Rhinoceros  
Ta bort kurvsegment som inte är inneslutna i volymen  
Ta bort segment som inte möter en båge  
Ge kurvsegmenten volym genom pipe-kommando



#### 4.2.5 Glas

Bågarna definierar designens volym som är innesluten i ett skal av glas, vilket har en kurvatur. Det finns ett antal tillvägagångssätt för att hantera den kurvaturen; ett är att triangulera ytan och därmed kunna använda plana glaspaneler. Ett annat tillvägagångssätt är att använda plana glaspaneler som böjs vid montering så att de får en kurvatur. Ett tredje skulle kunna utgöras av använda i förväg välvda glaspaneler. Utifrån ett estetiskt ställningstagande har jag valt att använda fyrhörniga glaspaneler, vilka böjs vid montering. Genom att analysera den gaussiska krökningen och medelkrökningen av de individuella glaspanelerna skapas en förståelse för var på ytan krökningen av de fyrhörniga panelerna kan anses rimlig och var den är för stor och behöver vidareutvecklas. Inom ramen för det här projektet visualiseras krökningen, men vidare diskussion om gränsvärden och hantering av sådana lämnas öppet.





#### 4.2.6 Interiöra rum

De interiöra rummen och dess växtlighet ska kunna upplevas från olika nivåer, vilket uppnås genom trappor och balkonger där takhöjden möjliggör det. De olika växtzonerna skapar upplevelser genom visuell variation, då växtligheten skiljer sig mellan de olika rummen, samt genom varierande klimat.





## 4.3 Park

Utformningen av parken är genomförd på en konceptuell nivå. Målet är att skapa mindre, intima rum i det stora parkrummet. Några av rummen är inslutna i ett klimatskal, andra definieras av bågar och ytterligare andra av skapas med vegetation och markbeläggning. Utformningen önskar jag ska läsas som en idé om rumsindelning, snarare än som en slutgiltig design.

Idén om olika interiöra klimatzoner fortsätter ut i parken, men med lokala arter som kan återfinnas i Skåne.

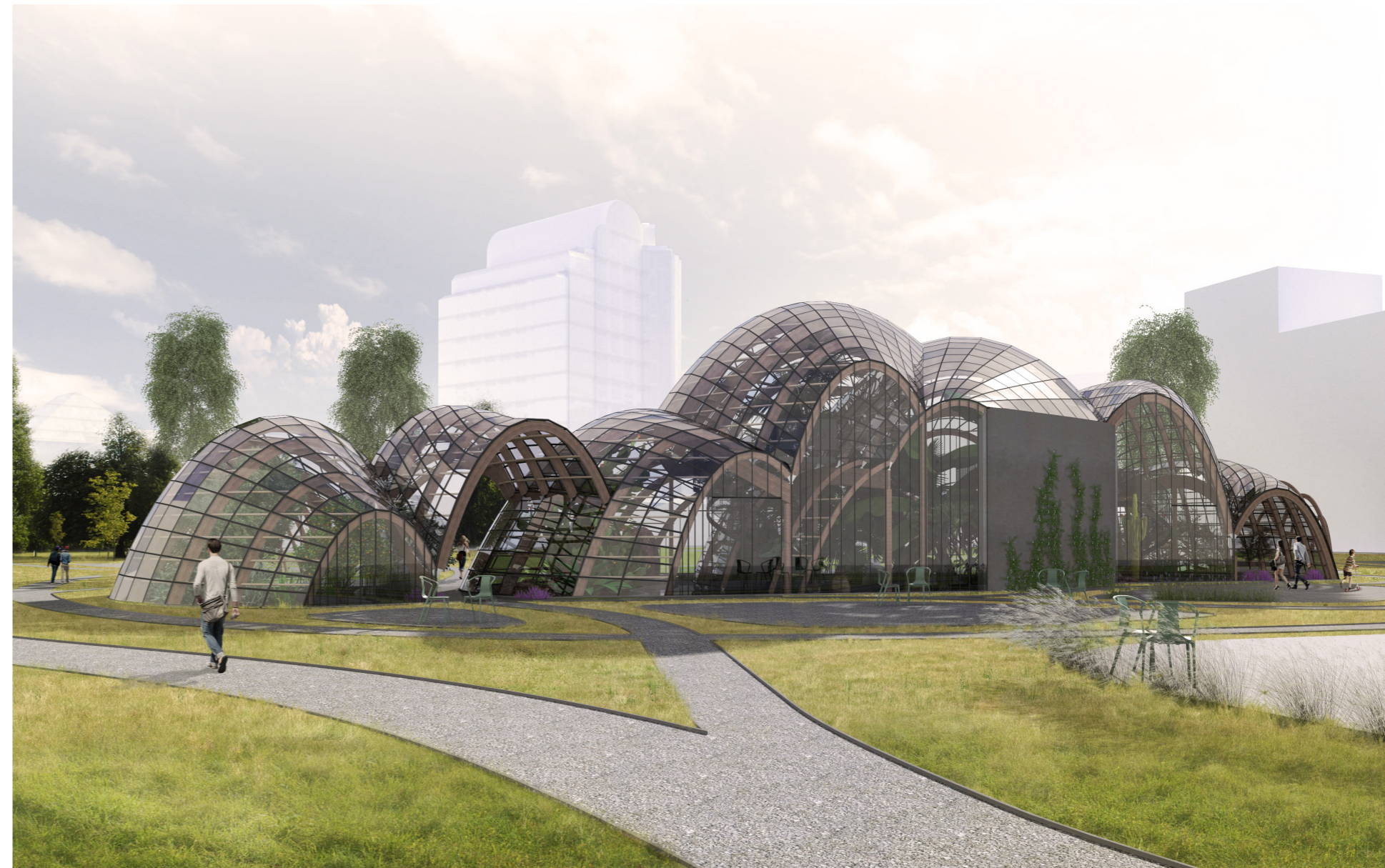
Stråken är utformade så att de möter planerade entréer till parken. Några av stråken passerar genom designen och syftet är att erbjuda parkens besökare inblick i de interiöra rummen utan att behöva ta steget att gå in genom en dörr, in i byggnaden.

I översiktsplanen för Nyhamnen finns ett planerat cykelstråk längst Nyhamnsparkens östra sida i nord-sydlig riktning (Malmö Stadsbyggnadskontor: Översiktsplan för Nyhamnen: Fördjupning av Översiktsplan för Malmö 2015, 39). I den skissartade utformningen av parken är cykelstråket bevarat.

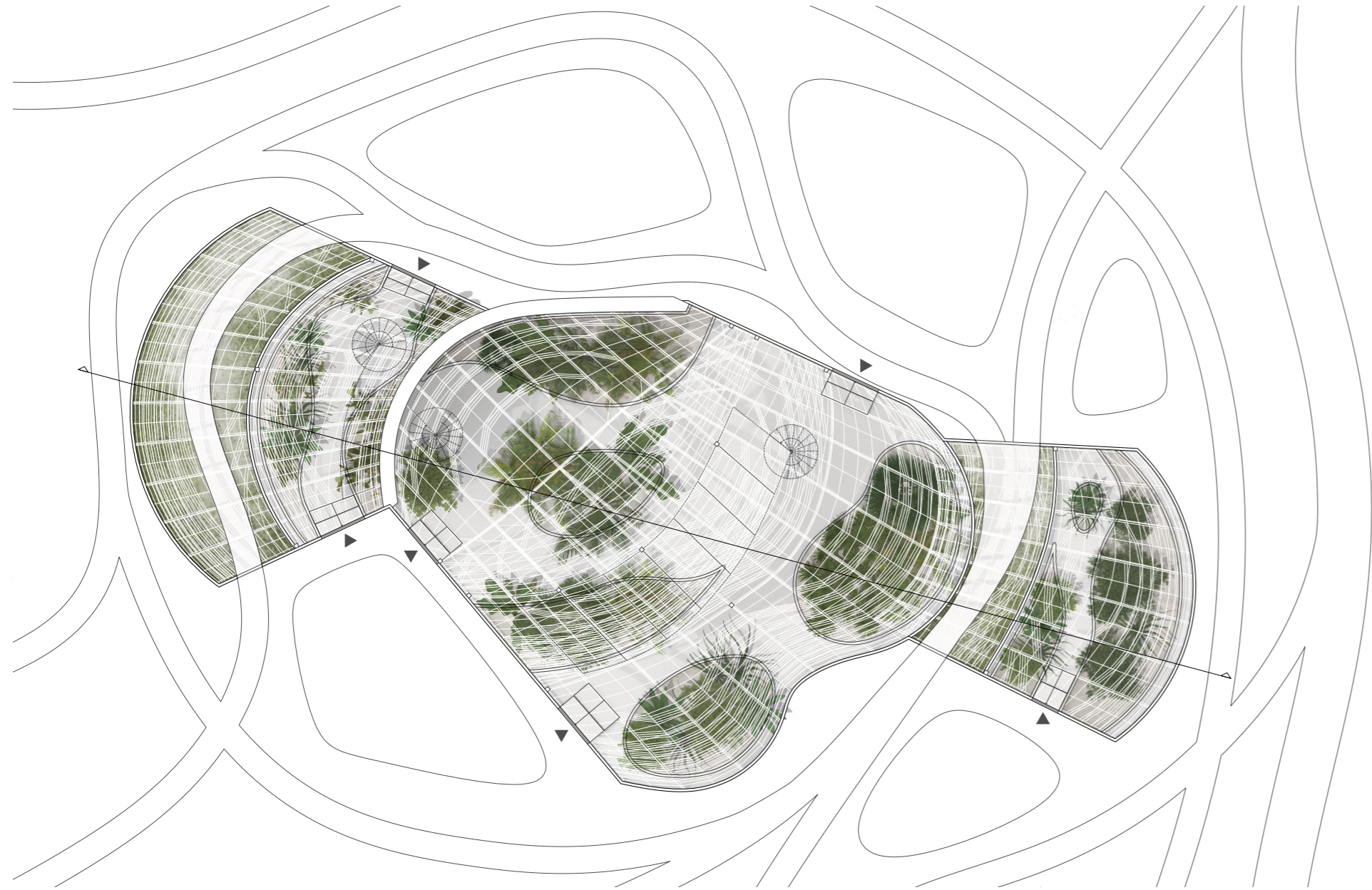




#### 4.4 Ritningar och illustrationer







Plan 1:200



**Varmtempererade fuktiga klimat**

Fuktigt hela året

- Aesculus*
- Magnoliaceae*
- Malus domestica*
- Betula*
- Pinus*
- Salix*

**Arida klimat**

Stäppklimat

- Acacia*
- Agavaceae*
- Cactaceae*
- Echinocactus*
- Opuntia ficus-indica*

**Regnrikt tropiskt klimat**

Tropiskt regnskogsklimat

- Arecaceae*
- Coco*
- Musa*
- Orchidaceae*

**Regnrikt tropiskt klimat**

Tropiskt savannklimat

- Acacia*
- Pennisetum*
- Malvaceae*

**Varmtempererade fuktiga klimat**

Torrtid på sommaren (medelhavsklimat)

- Citrus*
- Ficus*
- Laurus*
- Myrtaceae*
- Olea*

Sektion 1:200

## 5 Diskussion

De skript jag har utformat erbjuder möjlighet att utvidga komplexiteten i förslaget och ytterligare differentiera systemen. Datan som analyseras kan väljas utifrån andra parametrar, gärna i samråd med andra kompetenser.

Informationen om de enskilda ytornas eller glaspanelernas böjning skulle kunna användas för att förfina formen, exempelvis optimerad så att de enskilda panelernas böjning blir så liten som möjligt.

Hur de olika rummen samverkar termiskt skulle behöva utredas ytterligare. Jag har gjort antaganden om att dubbla glasväggar bidrar till ytterligare isolering, även om avståndet mellan väggarna är stort. Förhållandena mellan de olika klimatzonerna har informerats sorterings av rum, och vid vidare utveckling av mitt projekt skulle de olika rummens potentiella inbördes samverkan vara en viktig aspekt att ta hänsyn till.

Kontrollerad komplexitet har varit önskvärt i mitt projekt, men har också inneburit svårigheter. Anslutningsdetaljer och möten mellan olika element och mellan klimatskyddade rum och utomhusmiljö varierar genom designen och har därför utformats på en schematisk nivå. Då de strukturella elementen utgörs av trä är det min hypotes att materialets isolerande förmåga skulle motverka värmeförluster, snarare än att verka som köldbryggor.

De horisontella lamellerna, som även fungerar som solskydd, informeras av mängden strålning under juni, juli och augusti. Mängden strålning översätts till ett värde; mer strålning genererar ett högre antal lameller och därmed större solskyddande effekt. Den generaliseringen jag har gjort skulle kunna studeras mer i detalj och exempelvis variera mellan de olika volymerna. Analysperioden skulle kunna definieras mer förfinat för att uppnå ett mer kontrollerat eller specifikt resultat.

## *6 Slutsats*

Det har varit värdefullt att undersöka hur digitala verktyg kan användas under en designprocess för att generera form. Genom att kombinera aktiva ställningstaganden och analys av klimatdata har jag uppnått ett resultat som inte hade varit möjligt med en mer traditionell process. De olika skripten har genererat resultat med en hög grad av komplexitet och inneboende information. Då jag inte är expert inom solskydd, klimat eller byggnadskonstruktion har jag fått göra antaganden och generaliseringar, men tack vare skripten och projektets parametriska uppbyggnad är det möjligt att informera designen med annan data utan att konceptet förändras.

Det har varit givande att arbeta med klimat och resonera kring hur arkitektoniska grepp kan kombineras med passiva strategier. Genom att inkludera klimataspekter i mitt arbete har jag fått möjlighet att nyfiket studera dem som ett verktyg för design i en integrerad process, snarare än som ett externt krav.



Ett stort tack till de som har varit en del av mitt examensarbete.

Tack till min handledare David Andréen och till min examinator Christer Malmström. Tack till Erik Serrano och Vedad Alic för råd om struktur och material. Tack till familj och vänner.

## Referenser

## Litteratur

Beyer, Gunilla (2007). Tackla klimatförändringen: använd trä. Bryssel: CEI-Bois

Ching, Frank, Onouye, Barry & Zuberbuhler, Doug (2009). Building structures illustrated: patterns, systems, and design. Hoboken: Wiley

Dinwoodie, J. M. (2000). Timber, its nature and behaviour [Elektronisk resurs]. 2nd ed. London: E & FN Spon  
Downloaded by [Lund University Libraries (master)] at 01:03 06 September 2017

Grant, Fiona (2013). Glasshouses. Oxford: Shire Publications

Herzog, Thomas (2004). Timber construction manual. Basel: Birkhäuser

Limträhandbok. Del 1. Fakta om limträ. (2016). Stockholm: Svenskt trä  
Tillgänglig på Internet: <https://www.svenskttra.se/siteassets/6-om-oss/publikationer/pdf/limtrahandbok-del-1-svenska.pdf>

Limträhandbok. Del 2. Projektering av limträkonstruktioner. (2016). Stockholm: Svenskt trä  
Tillgänglig på Internet: <https://www.svenskttra.se/siteassets/6-om-oss/publikationer/pdf/limtrahandbok-del-2-svenska.pdf>

Woods, May & Warren, Arete Swartz (1988). Glass houses: a history of greenhouses, orangeries and conservatories. New York: Rizzoli

Översiktsplan för Nyhamnen: Fördjupning av Översiktsplan för Malmö. (2015) Malmö: Malmö Stadsbyggnadskontor, Malmö stad

## Elektroniska källor

Gardens by the Bay, History and Development <http://www.gardensbythebay.com.sg/en/the-gardens/our-story/history-and-development.html> (hämtad 2018-01-04)

Gardens by the Bay, Introduction. <http://www.gardensbythebay.com.sg/en/the-gardens/our-story/introduction.html> (hämtad 2018-01-04)

Grönytor och grönområden i och omkring tätorter. Serie MI 12 [Elektronisk resurs] = Green areas within and around localities. (2009-). Stockholm: Statistiska centralbyrån

Nationalencyklopedin, klimatförändring. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/klimatförändring> (hämtad 2017-10-19)

Nationalencyklopedin, klimatklassificering. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/klimatklassificering> (hämtad 2017-09-28)

Nationalencyklopedin, Köppens klimatklassificering. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/köppens-klimatklassificering> (hämtad 2017-09-28)

Nationalencyklopedin, trä. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/trä> (hämtad 2017-09-22)

Nationalencyklopedin, träd. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/träd> (hämtad 2017-09-22)

Nationalencyklopedin, växthus. <http://www.ne.se> (hämtad 2017-09-22)

Nationalencyklopedin, växthuseffekten. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/vaxthuseffekten> (hämtad 2017-10-19)

Pringle Richards Sharratt Architects, Sheffield Winter Garden. <http://www.prsarchitects.com/projects/arts-civic/sheffield-winter-garden> (hämtad 2018-01-04)

Renzo Piano Building Workshop, P & C Department Store. <http://www.rpbw.com/project/p-and-c-department-store> (hämtad 2018-01-04)

WilkinsonEyre, Cooled Conservatories, Gardens by the Bay. <http://www.wilkinsoneyre.com/projects/cooled-conservatories-gardens-by-the-bay> (hämtad 2018-01-04)

## Övriga källor

Alic, Vedad, doktorand, 2017 (muntl.) (2017-12-11)

## Bilder

Arch20, P & C Department store, Renzo Piano Building Workshop Architects. <https://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2016/11/Arch2O-Matilda-Home-Massimiliano-and-Doriana-Fuksas-for-Wallpaper-13.jpg> (hämtad 2018-01-12)

Grönytor och grönområden i och omkring tätorter. Serie MI 12 [Elektronisk resurs] = Green areas within and around localities. (2009-). Stockholm: Statistiska centralbyrån

Nationalencyklopedin, Köppens klimatklassificering. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/köppens-klimatklassificering> (hämtad 2017-09-28)

Pringle Richards Sharratt Architects, Sheffield Winter Garden. <http://www.prsarchitects.com/sites/default/files/2016-05/prs-wintergarden-04interior.jpg> (hämtad 2018-01-04)

WilkinsonEyre, Cooled Conservatories, Gardens by the Bay. [http://www.wilkinsoneyre.com/assets/images/413\\_413P203\\_h.jpg](http://www.wilkinsoneyre.com/assets/images/413_413P203_h.jpg) (hämtad 2018-01-04)

Woods, May & Warren, Arete Swartz (1988). Glass houses: a history of greenhouses, orangeries and conservatories. New York: Rizzoli

Översiktsplan för Nyhamnen: Fördjupning av Översiktsplan för Malmö. (2015) Malmö: Malmö Stadsbyggnadskontor, Malmö stad



## Appendix

### Växthusens historia

Under antiken fanns det kunskap om att värme och ljus påverkar växters utveckling. Uppvärmda planteringar åstadkoms genom att odla i grävda fördjupningar i marken eller i upphöjda drivbänkar med gödsel som genererade värme. Skivor av transparent silikat, vilket även användes till fönster, kunde täcka drivbänkar och skapa en längre odlingssäsong. Alternativet var att plantera i krukor eller odlingsbäddar på hjul som kunde flyttas inomhus under vintern eller kalla nätter. (Woods & Warren, 3)

Citrus har kultiverats i Persien sedan 400-talet e.Kr. tack vare de doftande blommorna och frukterna med dess förmodade medicinska egenskaper. Troligtvis spreds citrusen via araberna till Spanien och medelhavsländerna under 1200-talet och kom att odlas i Italien under 1400-talet. (Grant 2013, 7)

Citrusträd, men även växter som jasmin, myrten, oleander återfanns som viktiga inslag i italienska trädgårdar under renässansen. Citrusträden var antingen planterade i krukor, som flyttades inomhus under vintern, eller planterade direkt i marken och försågs med temporära strukturer. Trots att det andra alternativet var mer arbetsintensivt föredrogs det ofta tack vare bättre skörd. (Woods & Warren, 5)

Renässansträdgårdarna och dess citrusplanteringar spreds till norra Europa, där kravet på god förvaring under vintern var större. I Tyskland utvecklades under

tidigt 1600-tal tillfälliga träbyggnader vilka värmdes upp med hjälp av glödpannor. Dock var det modernt att liksom i renässansträdgårdar plantera citrusträden i krukor, vilket i sin tur ledde till en utveckling av mer permanenta byggnader för vinterförvaring. Så småningom framkom det att röken från glödpannorna som användes för uppvärmning förgiftade växterna och system med rökkanaler i golvet utvecklades. (Grant 2013, 8)

Louis XIV, "Solkungen", lät bygga ett orangeri 1664 och ytterligare ett 1685, det senare dubbelt så stort som det första. Det andra växthuset saknade uppvärmningsanordningar, men med det två meter djupa taket, fönster med dubbla glas samt endast en yttervägg var det inte nödvändigt. (Woods & Warren, 27)

Teknikerna för glasproduktion utvecklades samtidigt som förståelsen för fenomenet växthuseffekt ökade. John Evelyn var en engelsman med intresse för hur uppvärmningsanordningar i växthus borde utformas med fokus på växternas hälsa. Han anses även vara upphovsmannen till ordet "konservatorium", med innebörden av vinterförvaring av växter. (Woods & Warren, 28-31)

Fascination för exotiska växter, som ställer högre krav på ljus och värme än citrusträd, drev utvecklingen av växthus och dess system framåt. Under 1700-talet introducerades många nya arter i Storbritannien från rikets många kolonier (Grant 2013, 12). De uppvärmda byggnaderna där värmekrävande exotiska växter kunde odlas, utvecklades i Holland under 1680-talet och gavs namnet "stove" och senare "hothouse" (Grant 2013, s 17) Ananassen kom att få en särställning som citrusväxterna tidigare hade haft. (Woods & Warren, 61)

Richard Bradley var en botanist som förespråkade betydelsen av ljus för växters hälsa. Tillsammans med den italienska arkitekten Alessandro Galilei formgav han runt 1717 ett mer avancerat växthus än de samtida motsvarigheterna. Bradleys strävan att optimera tillgången till ljus avspeglades i byggnadens utformning. En kupol vars södra halva utgjordes av glas släppte in strålarna från den låga vintersolen och det mer vertikala ljuset under sommaren. (Woods & Warren, 57).

Mot slutet av 1700-talet ökade förståelsen för växters behov av ljus. Växthus började förse med glastak, något som endast de enklare, funktionsbetonade "hothouses" hade haft tidigare. Under 1760-talet utvecklades produktionen av gjutjärn och resultatet innebar nya möjligheter att skapa mer komplexa former. Omkring år 1800 uppfördes ett växthus i gjutjärn och

med glastak i Chiselhampton och byggnaden blev i och med de nya materialen och teknikerna en milstolpe i växthusens historia. (Woods & Warren, 89-90) [bild chiselhampton]

Sir George Mackenzie föreslog år 1815 att en halv kupol var den optimala formen för ett växthus då det maximerade instrålningen av solljus. J.C Loundon var en inflytelserik person inom hortikultur. Han utgick från Mackenzies designteori och utvecklade en ny sorts fönsterinfattning i smidesjärn som möjliggjorde kurvatur i konstruktionen. Loundon överlät rättigheterna till sin design till konstruktionsfirman W. and D. Bailey, vilka kom att konstruera flertalet kurvade glashus, bland annat Palmhuset i Bicton Park, omkring 1820 (Woods & Warren, 112-113) [Bild bitcon palmhouse]

Parallellt med arkitekturen utvecklades även teknikerna som användes i växthus. Från att ha värmts upp med röckanaler utvecklades år 1788 system för uppvärmning med vattenånga. Tanken på uppvärmning med varmvatten fanns i slutet av 1700-talet och realiserades i ett växthus för första gången år 1826. Varmvatten visade sig vara det mest pålitliga mediet för uppvärmning då det erbjöd jämnare temperatur och mindre risk för explosioner. Även glaset förbättrades och från omkring 1830 fanns tekniken för att tillverka större glaspaneler. (Woods & Warrens, 121)

Joseph Paxton var en person med stor betydelse för utformningen av glashus. Han skapade ett taksystem bestående av en veckad konstruktion i nord-sydlig riktning, vilket han använde vid utformningen av The Great Conservatory i Chatsworth. Byggnaden färdigställdes 1841 och var Paxtons första större framgång. (Woods & Warren s 123-124)

The Palm House i Kew, designat av Decimus Burton och Richard Turner och färdigställt 1848, följde The Great Conservatory, men var till för allmänheten. Konstruktionen utgjordes helt av metall, i motsats till The Great Conservatory. (Woods & Warren, 125-127)

The Chrystal Palace, färdigställt till The Great Exhibition 1851, var ytterligare en framgång för Paxton. Byggnadskomponenterna i trä, metall och glas var till stor del prefabricerade, vilket innebar att byggnaden kunde uppföras på kort tid, samt att den kunde nedmonteras och uppföras igen. (Woods & Warren, 142-143)

Publika glashus blev populära i Europa under 1870-talet och uppfördes i många europeiska städer, bland annat i Köpenhamn, Florens och Madrid. Drivkrafterna bakom de många glashusen var intresse för botanik, men även prestige och status. (Woods & Warren 146)

Glashus blev även populära bland Europas kungligheter. De kungliga växthusen i Laeken, Belgien, vilka huvudsakligen uppfördes av Kung Leopold II under andra halvan av 1800-talet, tillhör de främsta exemplen bland de kungliga glashusen i Europa. (Woods & Warren, 153-155)

Från mitten av 1800-talet blev privata glashus vanliga i både överklassen och medelklassen. Till en början var många utformade av arkitekter men från 1870-talet och framåt dominerade specialiserade tillverkare (Woods & Warren, 160). Omkring sekelskiftet 1900 blev trä i kombination med metall vanligare som byggnadsmaterial och ersatte den gjutna metallen, som tidigare hade dominerat, trots dess underlägsna egenskaper. Järn kräver mer underhåll då det rostar i fuktiga miljöer, leder värme, vilket innebär värmeförluster samt expanderar och krymper vid temperaturvariationer, vilket skadar glaspanelerna. (Woods & Warren, 160)

Första och andra världskriget innebar mänskliga såväl som ekonomiska förluster och underhållet av många privata glashus i Storbritannien kunde inte längre finansieras. Som ett resultat blev glashusen även omoderna och betraktades som en onödig extravagans. (Woods & Warren, 191)