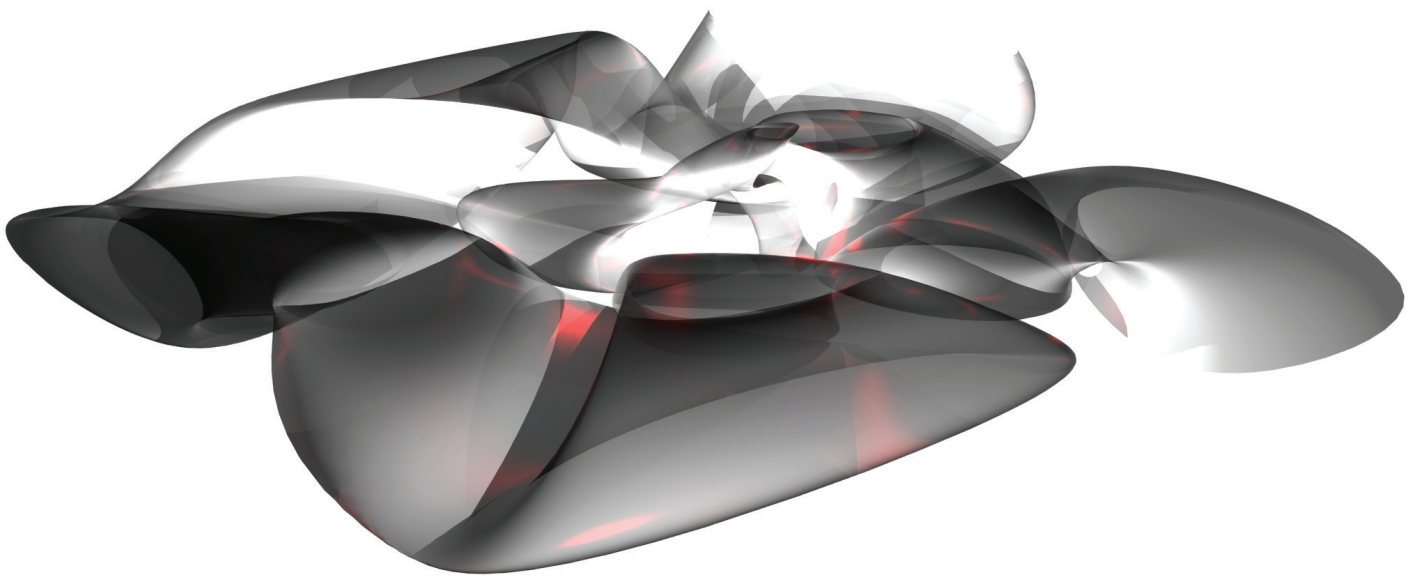




# Voronoi-tesselationer i designprocessen

Victor Forssman



Kandidatarbete vid institutionen för stad och land i Uppsala, LA- avdelningen  
EX0282 Kandidatarbete i landskapsarkitektur, 2009, 15hp på landskapsarkitektprogrammet  
© Victor Forssman  
Titel:Voronoiesselationer i designprocessen  
Nyckelord:geometri form process  
Handledare: Kerstin Nordin, institutionen för stad och land  
Examinator: Sofia Sandqvist, institutionen för stad och land  
Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se/>

# Voronoi-tesselationer i designprocessen

Arbetet ska undersöka hur väl Voronoisystem fungerar i en designprocess. Finns det någon mening med att jobba med detta system och vilka möjligheter ger det? Arbetet ska även försöka belysa de problem och brister som finns i systemet ur ett arkitektoniskt perspektiv. Själva arbetet är en undersökning av Voronoisystemet med hjälp av exempel där olika data testas för att se hur detta påverkar resultatet; går det att producera abstrakt form som har en tydlig visuell koppling till de data formen bygger på?

Det handlar alltså inte om att avsäga sig designansvar utan snarare om att försöka generera abstrakt platspecifik form.

## Inledning

Voronoisystemet är uppkallat den ryska matematikern Georgy Voronoy som utvecklade systemet runt 1908. Det användes dock så tidigt som 1650 men Georgy Voronoy var den person som definierade matematiken bakom (wikipedia). Den applikation av systemet som det här arbetet handlar om är den harmoniska uppdelningen av yta och volym, men systemet har många andra användningsområden inom bland annat matematik, biologi och fysik, för att nämna några.

Voronoidiagram är på sätt och vis inte mer märkligt än gyllene snittet. Båda systemen, eller metoderna, handlar om att dela upp yta i harmoniska segment. Gyllene snittet har utnyttjats inom arkitekturen så tidigt som när pyramiderna i Giza byggdes samt Parthenon-templet i Grekland. Dock är detta något spekulativt eftersom mätningar har visat på ett väldigt precist geometriskt förhållande, dock inte exakt (Elam 2001). Gyllene snittet handlar om estetisk, visuell upplevelse och har både sin grund och sitt förkroppsliggande i geometrisk form. Voronoidiagrammen kan representera en ytterliggare nivå som kan koppla samman geometri och kontext på ett teoretiskt, och förhoppningsvis visuellt sätt.

Det verkar alltså som om tanken om att formen ska och bör innehålla något mer än godtyckliga linjer är väldigt gammal. Det är ett intressant ämne som har fått väldigt många olika uttryck genom tiderna. Sedan 1970 har arkitekturen blivit allt mer teoretiserade, alla möjligheter att bryta upp kuben har utforskats entusiastiskt (Janson 2001). På senare tid har ARUP som är en stor amerikansk ingenjör-firma dedikerat en hel avdelning till att utforska form: AGU-advanced geometry unit. AGU jobbar efter devisen om att arkitekturen har reducerats till uppreparande effektsökeri och försöker hitta en väg ur detta (Balmond 2006).

Jag tycker likt AGU och anser därför att arkitekturen ska spegla platsen på ett mer medvetet sätt. Varje linje ska kunna motiveras och ska betyda någonting. Vi har pratat väldigt mycket om platsanpassning under min utbildning. Det har handlat mycket om att förstå behov och att förstå sammanhang, efter det har någon sorts design producerats. Det enda som har varit platsanpassat, förutom på en praktisk nivå, har i många fall varit att studenten har haft platsen i tankarna när han eller hon har ritat. Formen har sällan speglat kontexten på ett mer kraftfullt sätt. Det här arbetet är ett försök att hitta sätt att utveckla form som är hänsynslöst platsanpassad, bortkopplad från sociotopkartor och ett visst antal parkeringsrutor per invånare.

Jag har i huvudsak blivit inspirerad av A+U:s specialnummer om den Singalesiska konstruktören Cecil Balmond, samt boken Architecture + process som handlar om den amerikanska arkitekten Frank Gehry och hans designprocess. Till detta kommer en stor mängd webbsidor som handlar om abstrakt form i förhållande till arkitektur.

## Avgränsning

Mitt arbete utforskar endast voronoidiagrammen som verktyg på ett schematiskt sätt. Jag kommer att använda voronoidiagrammen på tre olika exempel:

- Fotgängare
- Solens rörelse - skugga
- Byggnader kontra öppen yta

Exemplet med byggnader kontra öppen yta görs för att undersöka de tredimensionella aspekterna av diagrammen. Jag kommer inte relatera till några praktiska situationer eller funktionsproblem i exemplen, utan ska istället värdera diagrammens resultat bland annat utifrån detta perspektiv i själva diskussionsdelen. Arbetet utforskar diagrammen på ett kompromisslöst sätt. Jag kommer att försöka utveckla diagrammen på ett sätt som förhoppningsvis resulterar i att diagrammets betydelse, alltså det som avses att redovisas, bibehålls i största möjliga omfattning. Det är inte svårt att utveckla diagrammen till grafiskt intressanta former. Svårigheten ligger i att bibehålla sammanhanget de redovisar. På det här kandidatarbetets framsida ser ni till exempel bokstäverna v och f bearbetade till oigenkännlighet.

## Teori

Ett Voronoidiagram fungerar genom att dela upp yta eller volym på ett harmoniskt sätt. Koordinater med en fixerad plats har en cell (Dirichlet-cell) som består av all volym eller yta som är närmare just den punkten än alla andra punkter. När två eller flera koordinater har lika långt till en specifik plats uppkommer ett jämnviktsförhållande som definierar cellernas gränser. Koordinaterna behöver inte vara just koordinater utan kan naturligtvis bestå av vad som helst som går att mäta eller definiera.

Diagrammet eller tessellationen, en utfyllnad av ett plan med geometriska figurer utan överlappning eller mellanrum, som är produkten av beräkningarna kan sägas redovisa intensitet eller energi, lite beroende av vilka data som används. Små celler i tessellationen betyder hög energi/intensitet och stora betyder låg. Tessellationens utsträckning är självreglerande då den behöver tre punkter för att skapa en ny cell. Om det bara finns två punkter blir diagrammet bara ett streck som beskriver var mittpunkten mellan de två punkterna befinner sig.

Skillnaden mellan begreppen tessellation och diagram utgörs av att en tessellation är en geometrisk term medan diagram är en term som beskriver en grafisk framställning av siffror och samband mellan funktioner och variabler. Jag kommer därför använda begreppet tessellation när jag syftar på geometri och begreppet diagram när jag syftar på den grafiska aspekten.

Arbetet ska pröva Voronoidiagrammet i en designprocess. Den designprocess jag avser är en mycket förenklad variant där jag bortser från analys eller funktion. Det är en formundersökning som enbart bygger på diagrammet som verktyg samt de specifika parametrar som jag har definierat i mina exempel. Anledningen till att jag använder ordet designprocess beror på att jag har ett mål med själva formgivning och att jag har definierat faktorer som jag ska förhålla mig till under arbetets gång. Min tanke är att diagrammen skulle kunna utgöra ett intressant verktyg i ett tidigt stadium av en riktig designprocess. Till exempel skulle det vara intressant att använda verktyget direkt efter analysen för att undersöka olika strukturer och skapa en koppling mellan struktur och form.

Diagrammen är en matematisk algoritm som inte redovisas i det här arbetet då det rör sig om väldigt komplex matematik i flera steg. Voronoidiagram är en del av så kallad Delaunay-triangulering och för att förstå matematiken bakom Voronoidiagram måste även Delaunay-

trianguleringen förklaras. Den praktiska applikationen kan ske för hand eller med hjälp av script eller plugins till olika program.

## Metod

Genom att testa algoritmen på olika exempel ska arbetet ge förståelse för vilka möjligheter och begränsningar Voronoisystemet har. Ett exempel ska även undersökas med ett tredimensionellt Voronoidiagram. De olika exemplen som undersöks kommer bestå av bilder där jag påför koordinaterna på de ställen som är relevanta för exemplet i fråga.

Koordinaterna i fotgängarexemplet placeras på fotgängare. Detta exempel avser att undersöka om diagrammen kan spegla koncentrationer, i det här fallet rör det sig om var människor uppehåller sig på en plats.

Koordinaterna i exemplet som beror solens rörelse utspelar sig på en fiktiv torgyta med huskroppar av varierande höjd och bredd. En dagsljussimulering utförs på torget under åtta timmar, åtta stillbilder med ett intervall av 60 minuter. Koordinaterna markerar skuggans utbredning på torgytan. Exemplet ska undersöka om det går att förmedla någon slags visuell rörelse med diagrammen.

Det tredimensionella exemplet utspelar sig på samma fiktiva torg som föregående exempel utspelade sig på. Här placeras koordinaterna på alla hörn som ligger i anslutning till torget. Huskropparnas baksidor, från torget sett, är inte med i försöket.

Eftersom arbetet har sin utgångspunkt i arkitektur ska jag resonera kring hur väl det går att applicera det tredimensionella diagrammet till verkligheten. På vilket/vilka sätt går det att jobba vidare med diagrammen utan att tappa det som diagrammet avser att redovisa?

De tre olika exemplen kommer att utvecklas på flera sätt för att visa på olika sätt att arbeta vidare med diagrammen på ett abstrakt sätt.

Jag har i huvudsak jobbat med ett 3D-program som heter Rhinoceros samt en studentversion av Autodesk 3dstudiomax 9. Alla bilder har därefter renderats med en renderingsmotor som heter V-ray och är en så kallad ray-tracer. Det innebär att ljusvågor passerar genom varje pixel för att bygga upp bilden på ett mer fotorealistiskt sätt. Detta sker naturligtvis på ett teoretiskt plan.

Rhinoceros utrustades med en plugin som producerar diagrammen och när jag använde 3dstudiomax använde jag ett extra program som heter qhull. Först modelleras formen som diagrammet bygger på i 3dstudiomax, sen exporteras den till qhull som producerar självdiagrammet som i sin tur importeras tillbaka in i 3dstudiomax för rendering.

## Exempel 1 – Fotgängare



Bild 1: Torget som ska undersökas. Royaltyfri bild från <http://www.sxc.hu>

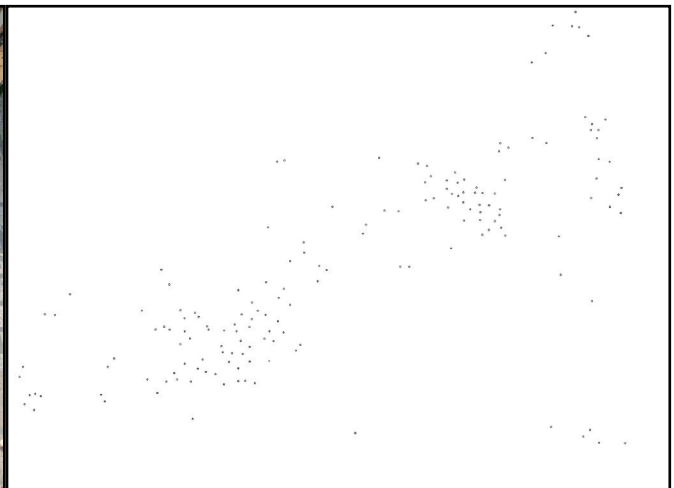


Bild 2: Varje person som står upp på torget har fått en koordinat som ska föras in i algoritmen.



Bild 3: Voronoidiagram med koordinater.

På bild 3 ovan ser vi hur algoritmen har disponerat ytan. Diagrammet förmedlar koncentrationer av människor bra men det är svårt att uppfatta någon rörelse i formerna, det ser väldigt statiskt ut. Däremot förmedlas den huvudsakliga rörelseriktningen som ett band av mindre celler från vänster nedre hörn till det övre högra hörnet på ett någorlunda tydligt sätt, det finns en antydning av riktning. Bild 4 visar samma diagram men utan koordinaterna. Känslan av riktning har försvagats som en följd av detta. Det här första exemplet kan betraktas som en redovisning av själva metoden. Det här är nämligen en av de mer vanliga applikationerna som metoden har. Bild 3 skulle lika gärna kunna redovisa förekomsten av telemaster på ett stort område eller antalet idrottsanläggningar inom en kommun.

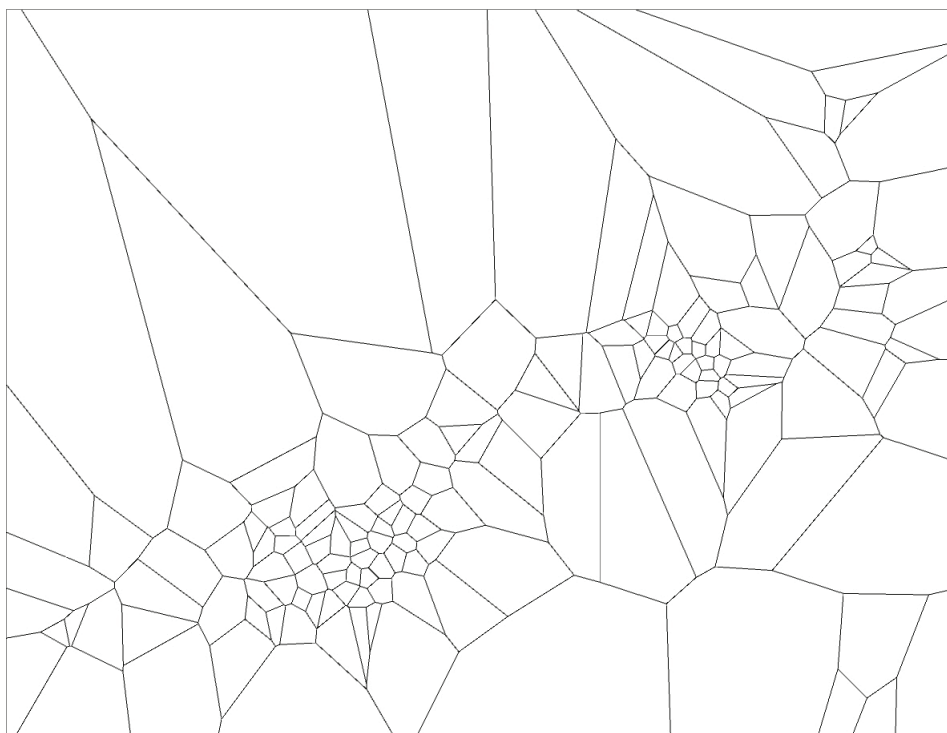
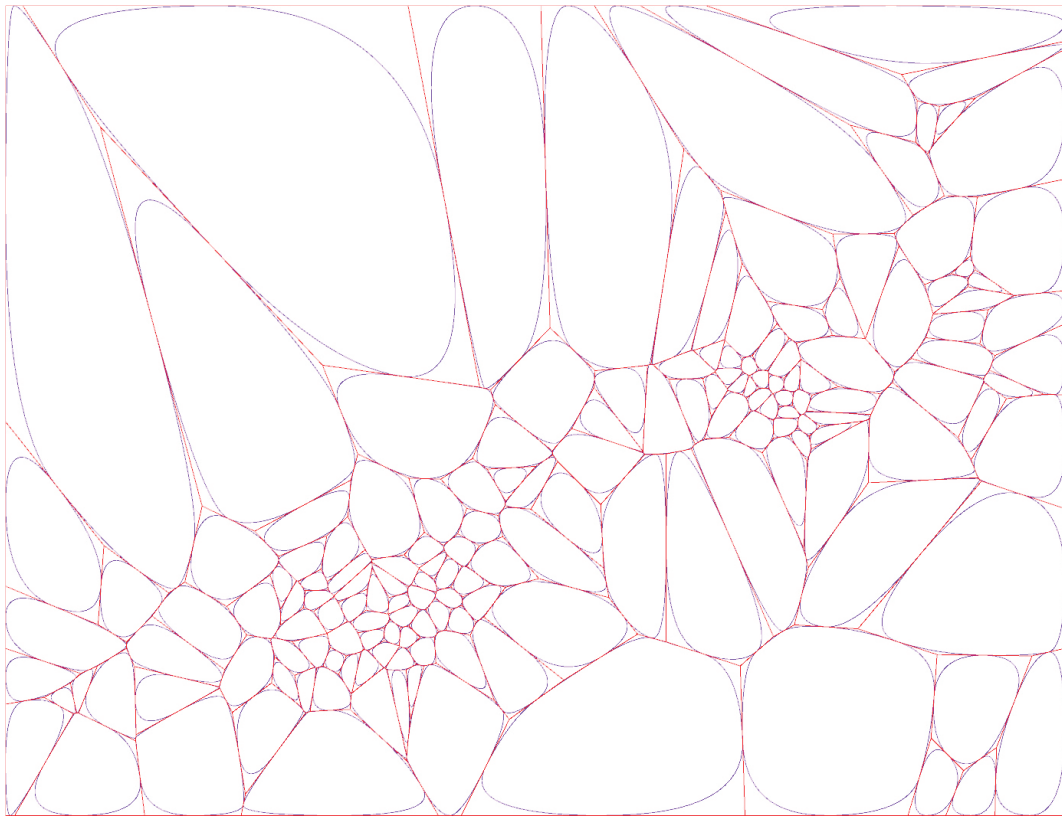
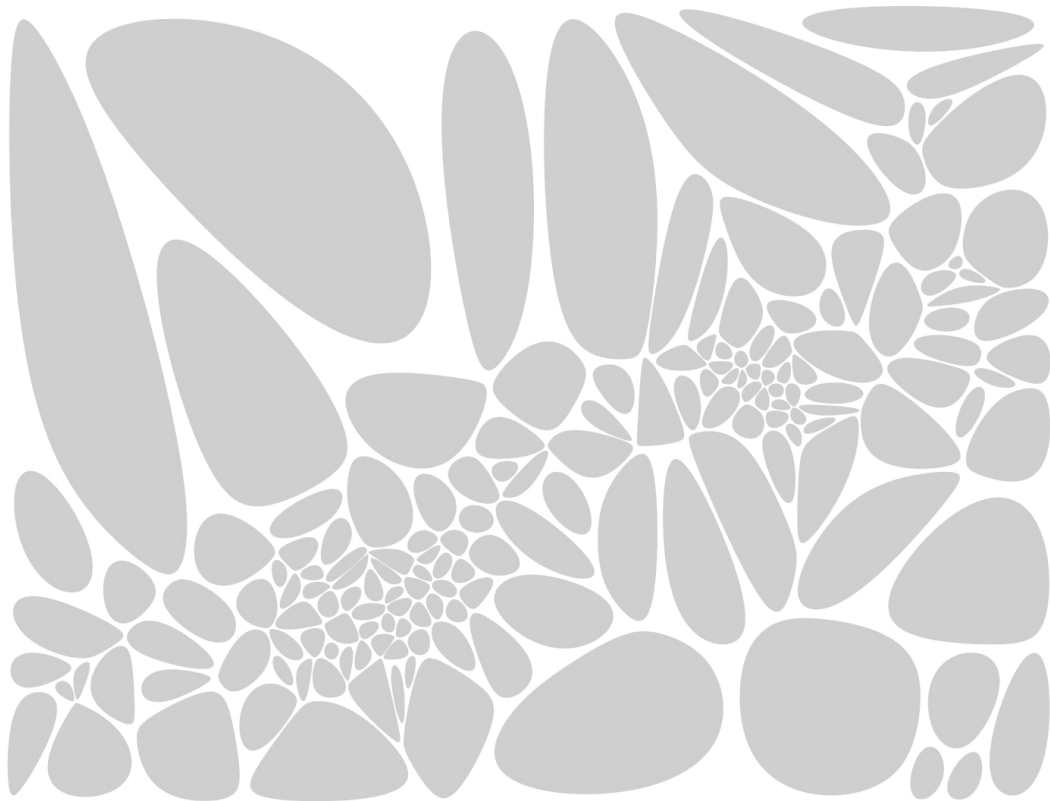


Bild 4: Voronoidiagram utan koordinater.



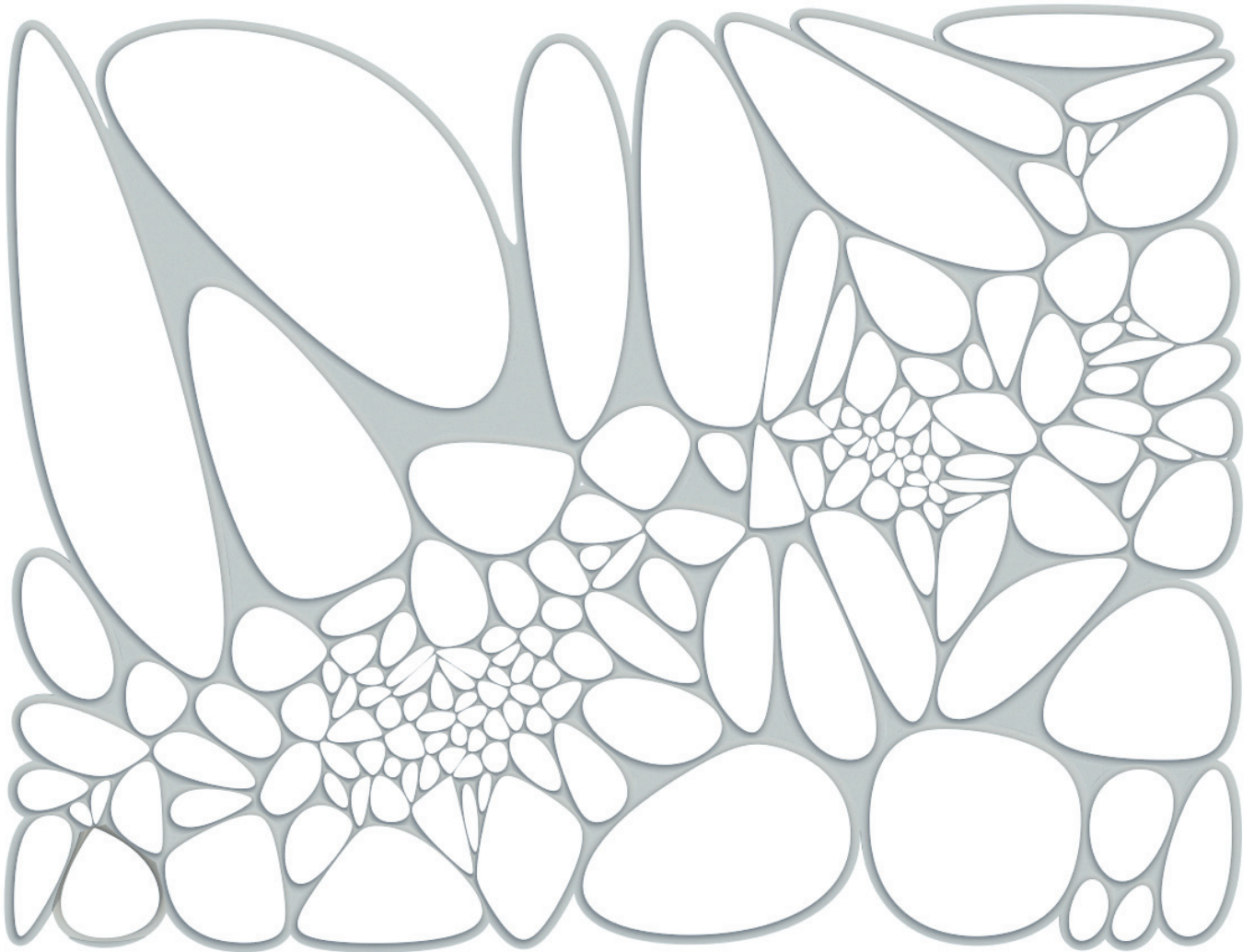


*Bild 5: Utveckling av formen inom ramarna för tessellationen.*



*Bild 6: Skalering av tessellationen.*

Bild 5 redovisar ett sätt av många att arbeta vidare med diagrammen. Formerna är uppmjukade med en kurva som tangerar alla cellens sidor och har en kurvatur som är relativ till cellens storlek. Resultatet påminner lite om organisk cellpackning eller bubblorna i ett glas. Nu är diagrammet inte längre en tessellation eftersom det finns mellanrum. Avsikten är att få en mer lättarbetad form ur arkitektonisk synvinkel. Nu skulle det till exempel gå att placera in olika funktioner utan att bryta upp formen.



*Bild 7: Mellanrummen blir formen*

Bild 7 visar en vidareutveckling av formen på bild 6. Mellanrummen har blivit det som definierar formen. Cellerna är mindre än i det ursprungliga diagrammet men de har fortfarande samma storleksförhållande till varandra, det visar med andra ord det diagrammet visade från början. Strukturellt är det en intressant bild, men när det gäller arkitektoniska fysiska möjligheter är det svårt att dra några slutsatser. Eftersom diagrammet bara fokuserar på en viss typ av data i det här exemplet tycker jag att formen ur arkitektonisk synvinkel är svag. På bilden ser vi också att diagrammets självreglerande egenskap utgör en svårforcerad begränsning. Det går inte att bryta upp den rektangulära ramen utan att ta bort enskilda celler eller modellera om formen till någon annan geometrisk figur, jag är begränsad till en rektangel i detta sammanhang.



## Exempel 2 – skuggor och sol

Bild 8 visar de åtta soldiagrammen med tillhörande Voronoidiagram och koordinater. Koordinaterna är placerade på skuggornas hörn innanför eller i direkt anslutning till torget.

Försöket går ut på att undersöka om det går att förmedla rörelse med hjälp av Voronoidiagram. Med rörelse avser jag fysisk rörelse, lägesändring av en kropp. I det här fallet jorden i relation till solen och som en konsekvens av det; skuggor.

Försöket är intressant därför att arkitektur ofta tillskriv någon form av rörelse eller andra diffusa benämningar som arkitektur, det fysiska objektet, rent praktiskt inte kan besitta.

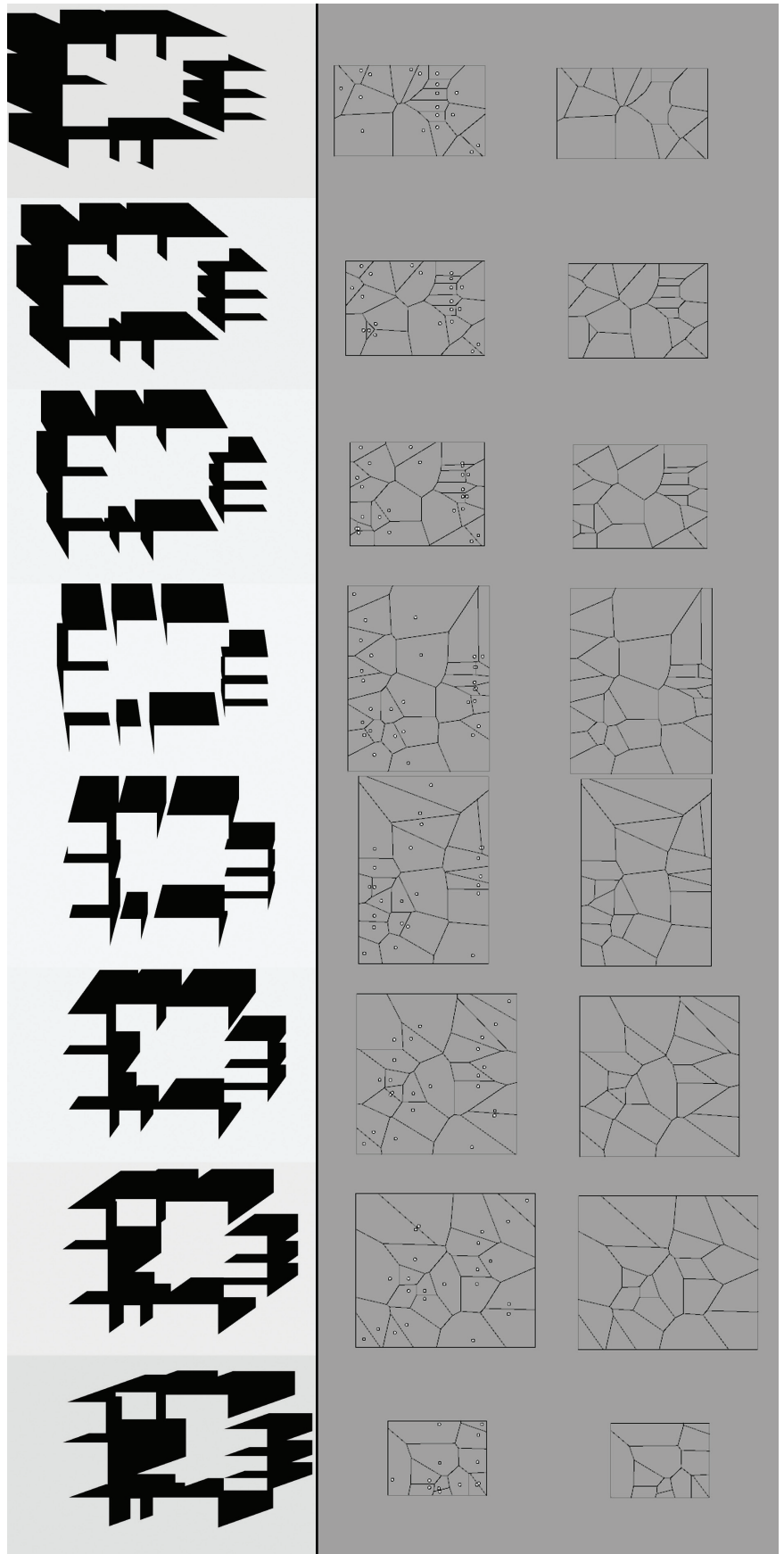


Bild 8: Skuggvandring med tillhörande koordinatsystem och Voronoidiagram.

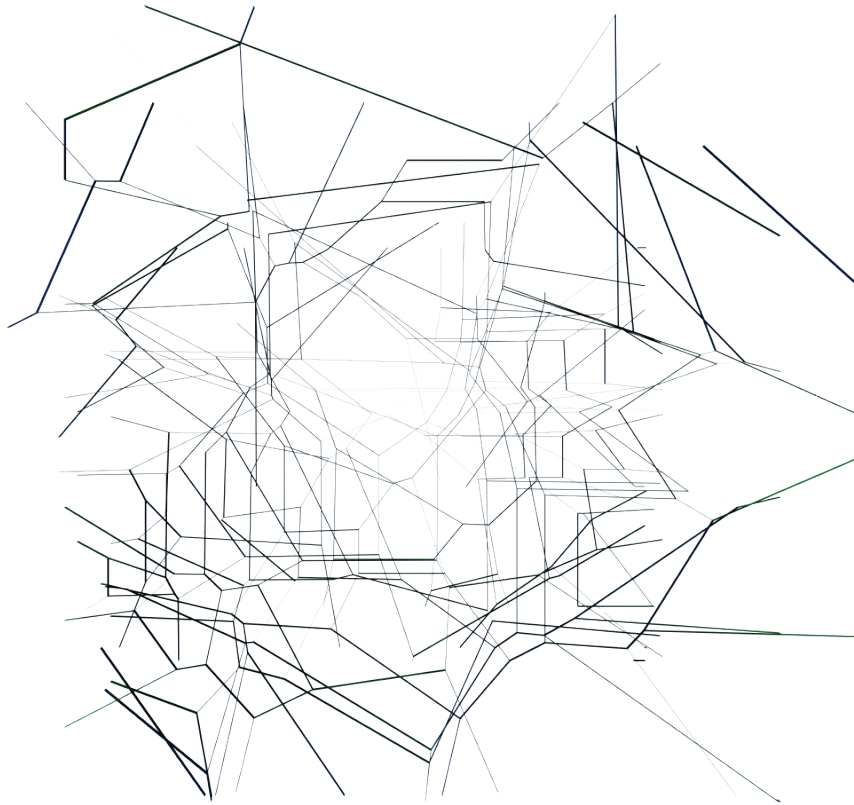


Bild 9: Sammanslagning av alla diagram.

Bilderna på detta uppslag visar sammanslagning av samtliga åtta diagram men på två olika sätt. Anledning till sammanslagningen är att diagrammen på bild sju inte uppvisar någon märkbar känsla av rörelse, men det är helt i sin ordning då datan som de bygger på är statistisk. Som jag ser det finns det två logiska handlingar som skulle kunna lösa det statistiska läget. Den en är att slå ihop alla åtta ögonblicksbilder och se hela förloppet i en och samma bild, det andra är att slå ihop all data och föra in i ett gemensamt diagram som då representerar hela rörelseförloppet.

Bild 9 visar en sammanslagning av alla åtta diagrammen. Rent subjektivt tycker jag att bilden visar en kraftig rörelse. Det är en mycket abstrakt bild och jag tycker att den påminner lite om en explosion, det kanske är därifrån min association till rörelse kommer. Rent metodiskt är bilden ett misslyckande då jag har brutit upp diagrammet. Det går inte längre att urskilja cellerna som själva metoden bygger på. Som ett ytterligare steg har jag isolerat de olika riktningarna i cellväggarna i bild 10. De inom 45 grader av horisontellt och de inom 45 grader av vertikalt. Det ger återigen en subjektiv känsla av rörelse i båda riktningarna, men precis som på bild 8 har diagrammet reducerats ner till en alltför abstrakt nivå för att det ska anses lyckat i detta sammanhang.

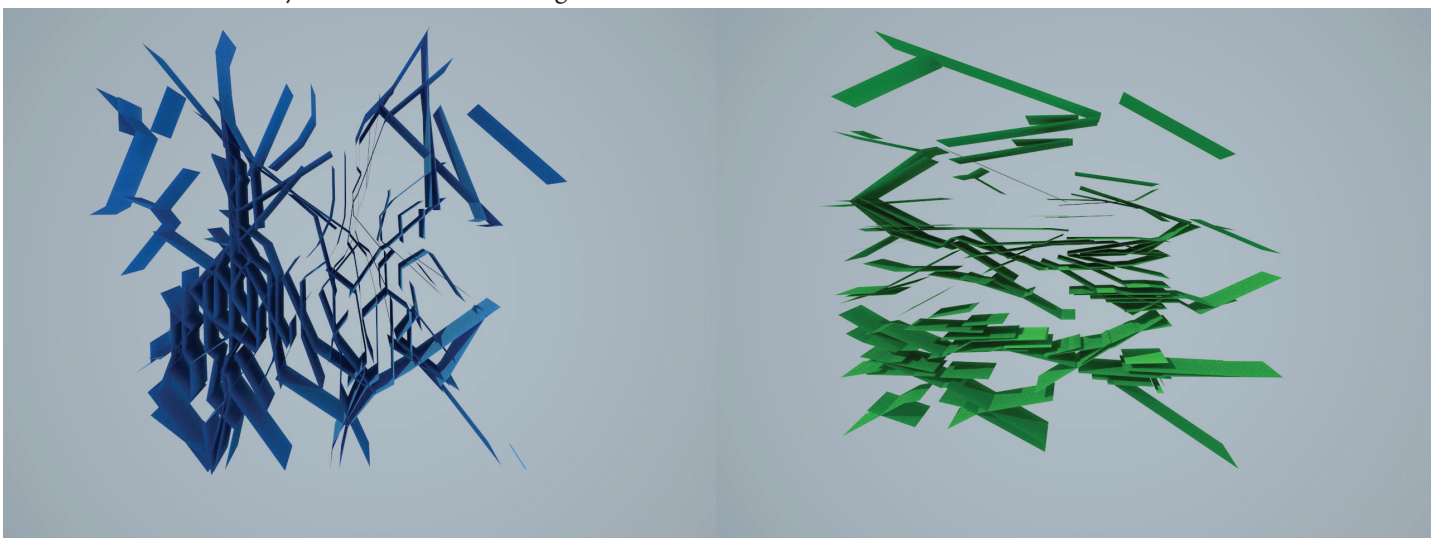
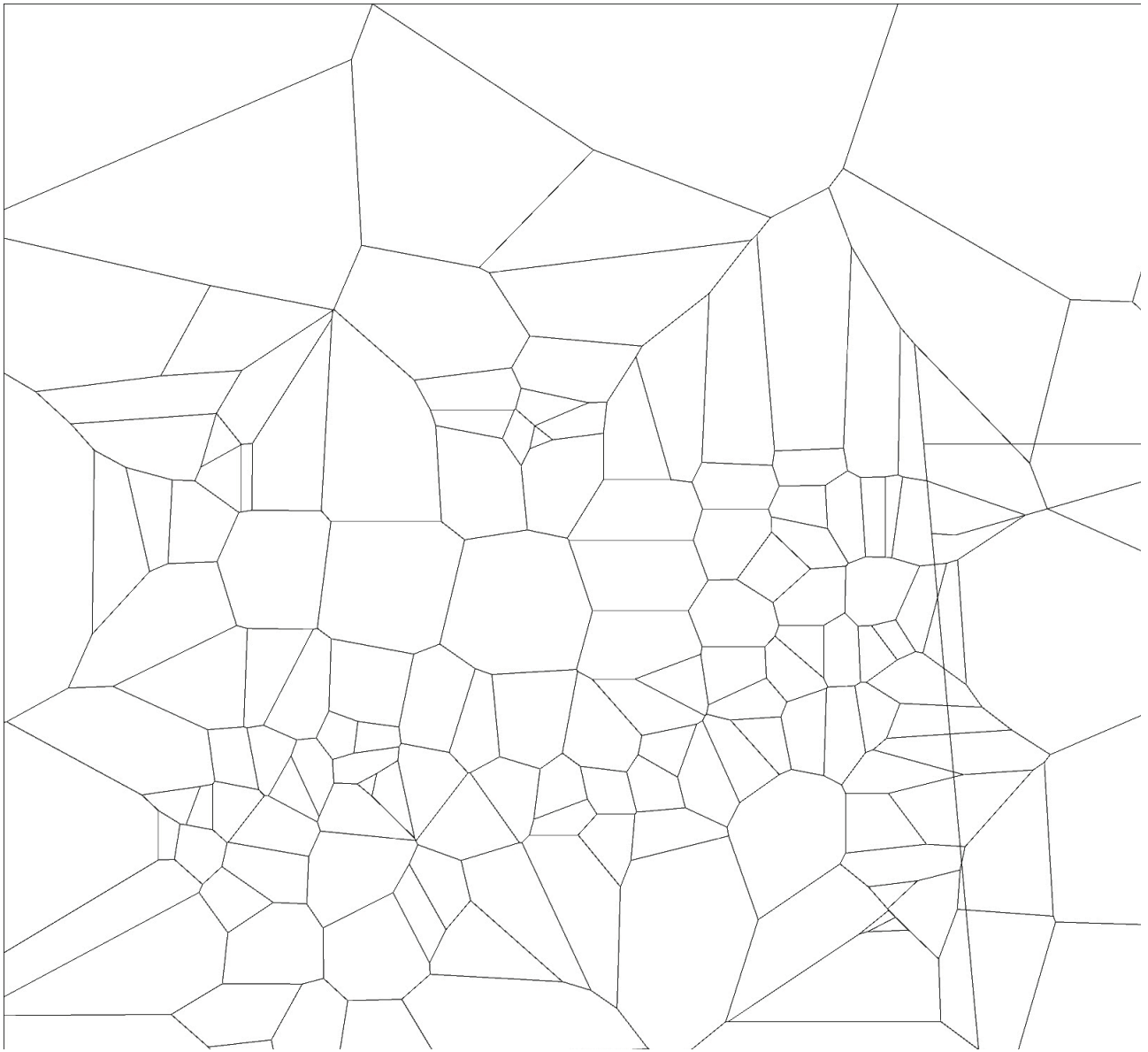


Bild 10: Vertikala och horisontella axlar.



*Bild 11: Vertikala och horisontella axlar.*

Bild 11 visar den andra lösningen där all data förs in i samma diagram. Det finns en antydning till rörelse men det kräver med säkerhet ett större antal mätpunkter. Problemet med ett ökat antal mätpunkter är att diagrammet i så fall redovisar var det finns mest skugga. Det kan absolut vara ett intressant uppslag men eftersom det här exemplet avser att redovisa rörelse var det här försöket det som kom närmast målet. Tre andra dagsljussimuleringar utfördes på samma torg men med olika tider på dygnet och med olika tidsintervaller, men resultatet var som sagt inte speciellt tillfredställande. En intressant grafisk utveckling av diagrammet på bild 10 skulle kunna vara att färglägga fälten efter korresponderande skugglinje. Det borde kunna resultera i ett lyckat försök ur grafisk aspekt. Men det är en väldigt tidsödande utsvävning och arbetet fokuserar inte på de grafiska aspekterna och därför undersöks det inte vidare.

## Exempel 3 – byggnader och öppen yta

Det sista och mest komplexa försöket handlar om den tre-dimensionella varianten av Voronoidiagram. Det här är en svår metod att presentera på papper.

Bild 13 redovisar var på byggnaderna koordinaterna är placerade. Husens baksidor är inte med i undersökningen eftersom jag väljer att utföra undersökningen med torget och vistelsen på torget som mål. Husen baksidor skulle påverka diagrammet väldigt mycket men om vi befinner oss på torget så påverkar inte baksidorna oss i någon visuellt aspekt.

På Bild 14 finns det färdiga 3D-diagrammet. Det är relativt svårtolkat men eftersom mitt arbete främst har som syfte att undersöka vilka möjligheter det finns att arbeta vidare med systemet innebär det inte ett problem.

När diagrammet betraktas utifrån ett planperspektiv som på bild 15 är det lättare att se vilka möjligheter det finns. Jag har tidigare nämnt att 3D-diagrammet ska undersökas utifrån devisen att det ska appliceras på verkligheten. Utifrån det resonmanget kommer jag att undersöka markmodellering med Voronoidiagrammet.

Första steget blir att skalera diagrammet i horisontellt led, då är fortfarande cellernas förhållande till varandra intakt. Därefter kan jag skala av den högsta nivån av diagrammets 2 horisontella nivåer. De två nivåerna är genererade av husens högsta nivåer och har inte någon logisk plats i marknivå. De påverkar fortfarande underliggande lager eftersom de har satt sitt avtryck i diagrammets lägre nivåer.

På bild 16 ser vi resultatet av modelleringen och modelleringen tillsammans med husen som omgärdar torget. Modelleringen är kraftigt överdriven i höjdskala.

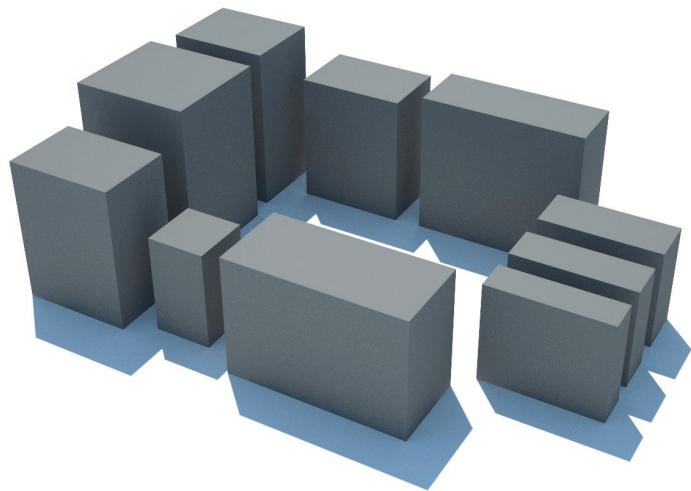


Bild 12: Det fiktiva torget med tillhörande byggnader.

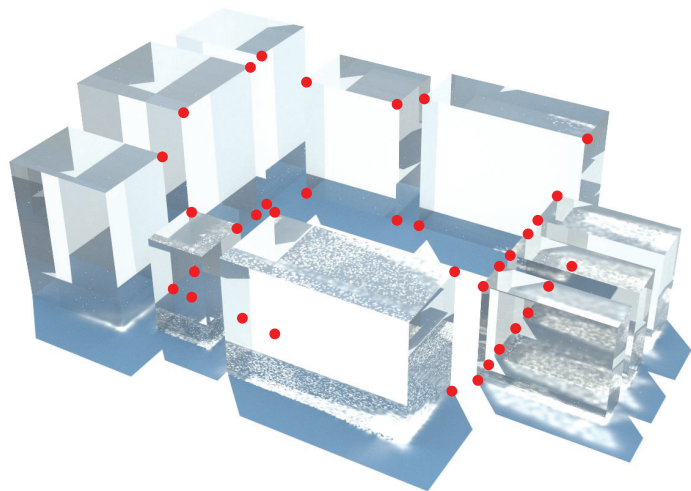


Bild 13: Koordinaterna är markerade i rött.



Bild 15: Det färdiga diagrammet, plan.

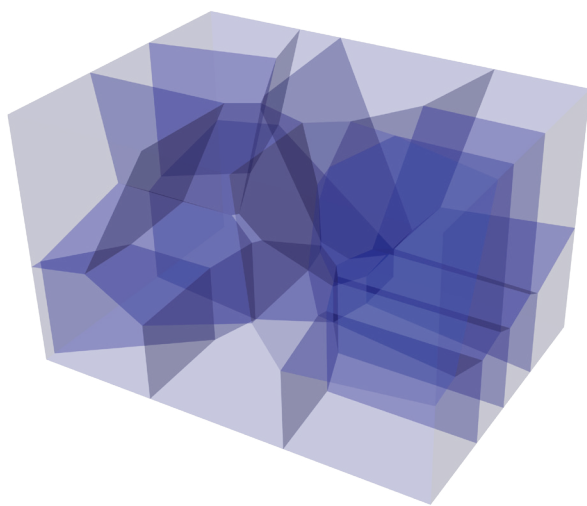
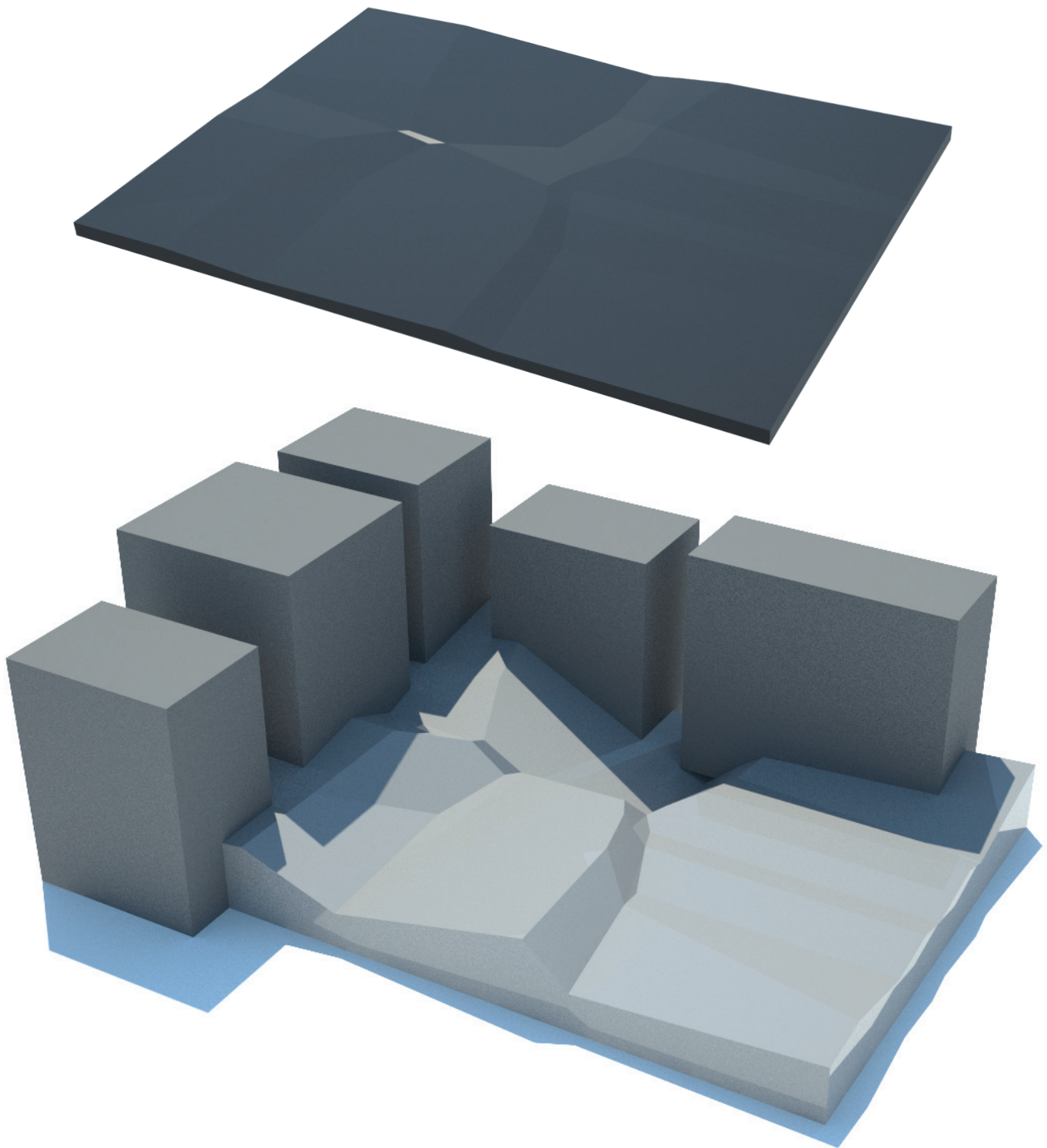


Bild 14: Det färdiga diagrammet.





*Bild 16: Modellerat markplan och samma markplan med överdriven höjdskala tillsammans med byggnader.*

Resultatet är intressant ur många aspekter. För det första är modelleringen en direkt konsekvens av torgets plats i den fiktiva staden. Med andra ord en bokstavlig tolkning av det i sammanhanget vanligt förekommande uttrycket platsanpassning, vilket oftast avser en hänsyn till geografiskt läge, fysiska och sociala förutsättningar samt behov. Det är en betydelse som kan ge upphov till viss förvirring när det gäller offentlig plats eftersom så många av begreppets grundstenar bygger på de människor som använder platsen. Människor flyttar eller hittar nya platser som passar dem bättre och behoven samt den sociala sammansättningen förändras sig därför kontinuerligt. Därför menar jag att den här tolkningen av begreppet är den mest intressanta i sammanhanget.



# Resultat

## Generella iakttagelser

En av de mest intressanta egenskaperna voronoitesselationerna har ur arkitektonisk synpunkt är att det är en väldigt bra metod för att generera abstrakt form ur platsens data. Ur till exempel en viss folkmängd eller rörelsemönster kan tesselationerna ge en form som är väl förankrad på platsen men samtidigt väldigt abstrakt. Att kunna förmedla någon sorts kontext genom arkitekturen är intressant ur många synvinklar. Framförallt vill jag påstå att det går att åstadkomma arkitektur som är intressant ur den bemärkelsen att den kan växa i människors medvetanden när/om de upptäcker formens ursprung. Det låter högtravande men det är inte konstigare än när vi betraktar en tavla eller en bild och upptäcker små saker som vi inte har sett i bilden förut.

Själva tesselationen kan betraktas som en mall som går att utveckla till något annat. Till exempel är det rent designmässigt relativt enkelt att omvandla formen från något mycket geometriskt till en organisk form utan att tappa diagrammets uppdelning av ytan. Det är också ett väldigt bra verktyg ur analysynpunkt redan i ett tidigt skede.

Voronoidiagrammet har sin grafiska form, det finns ingen tvekan om hur formen har uppkommit om vetenskapen om diagrammen finns hos betraktaren. I alla fall så länge tesselationen inte har förvanskats alltför mycket.

I själva processen är det svårt att bearbeta diagrammet så att hänsyn tas till fysiska hinder eller sådant som inte går att överföra till data eller koordinater. Det är en av de större bristerna, det finns ingen sensibilitet i systemet. All praktisk anpassning till verkligheten måste ske i ett ytterligare steg. Det går med andra ord inte att få en färdig lösning på en rituppgift som är kopplad till en plats, till exempel ett torg. Det går naturligtvis inte med något matematiskt verktyg som genererar form, men det är ändå viktigt att påpeka att det faktiskt innebär ett extra steg i designprocessen. I en konventionell designprocess är designen ofta en produkt som produceras genom ett ständigt bollande av idéer mot de problem arkitekten ställs inför. Med ett Voronoidiagram som verktyg blir det inte så mycket bollande av eftersom diagrammet är oflexibelt. I alla fall i det sammanhang som det här arbetet avser att belysa. Det är ett problem som blir förstorat eftersom diagrammen är i centrum. I en riktig designprocess är diagrammen naturligtvis bäst lämpade som komplement i ett tidigt skede.

Det är även svårt att omvandla en konventionell landsskapsanalys med faktorer som rumslighet och växtbestånd till data som går att stoppa in i ekvationerna, bara det är en uppgift som tar tid och kräver ett stort mått av kreativitet. Ännu en kreativ utmaning är att abstrahera diagrammet ytterligare. Generellt är det svårt att förmedla en känsla av rörelse, om en rörelse definieras som ett antal koordinater som rör sig längs en yta. Det är ytterst tveksamt att kombinera olika data i diagrammen, det blir otydligt och svårt att jobba vidare med eftersom cellerna genereras utifrån sin relation till omkringliggande celler.

## Diskussion

Det går att jobba abstrakt och platsspecifikt med Voronoidiagram. Att diagrammen producerar kontextuellt förankrad form är ett faktum och abstrakt finns det väldigt mycket att hämta. Svårigheten ligger i att tona ner abstraktionen till något som är mer trovärdigt och genomförbart.

I det första exemplet som handlade om fotgängare fungerade metoden precis som det var tänkt. Det gick att se ett tydligt samband mellan människorna på platsen och den genererade formen. I en verklig situation hade metoden inte fungerat lika bra. För att få någon trovärdighet i linjerna behövs det väldigt många diagram som spänner över ett bredare spektrum av aktiviteter; hur ser det till exempel ut när det är vinter jämfört med sommar? Hur skiljer sig koncentrationen av människor åt över ett dygn? Det finns väldigt många

faktorer som ska värderas i designprocessen och i exempel 2 blev det väldigt tydligt att det är svårt att kombinera diagrammen utan att tappa tråden.

Exempel 2 producerade de mest intressanta formerna som formade den rörelse som undersökningen syftade till att hitta. Till exempel påminner bild 9 väldigt starkt om den londonbaserade arkitekten Zaha Hadids tidiga skisser i olja (Noever 2003), men i det här fallet markerar liknelsen snarare ett misslyckande eftersom en del av min uppgift är att försöka hitta ett sätt att baka in kontexten utan att bli formalistisk. När jag sedan lade ihop all data i ett gemensamt diagram kom jag lite närmare målet med undersökningen. Det började framträda ett mönster som var på väg att bli den koppling till skuggans vandring över torget som jag letade efter. Problemet här var med största säkerhet en brist på mätpunkter. En större mängd bilder ur dagsljussimuleringen hade kunnat ge ett bättre resultat. Svårigheten i det försöket ligger i att skuggorna kommer överlappa varandra på väldigt många ställen eftersom torget har hus på alla sidor. Det resulterar i konvergerande data som redovisar var det är mest skugga istället för förflyttning.

I exempel 3 fungerar det 3-dimensionella diagrammet väldigt bra och ger ett relativt sansat resultat. Det är inte fantastiskt intressant ur arkitektonisk synvinkel men fullt genomförbart och extremt platsanpassat, ur en form-teoretisk synvinkel. Problemet i det fallet ligger istället i själva designprocessen, diagrammet är väldigt begränsande. Det går naturligtvis även att jobba grafiskt med diagrammet på torget i form av olika markbeläggningar och dylikt men utöver det är formen helt klar. Det finns många sätt att jobba vidare på ur formalistisk perspektiv men om jag ska hålla mig till verktyget så går det knappast att använda till något annat än markmodellering eller någon form av zonerings i det här fallet.

En annan intressant upptäckt jag gjorde när jag jobbade med 3D-modellen var att torget inte hade någon egen cell. Det fanns inte med i algoritmen. Jag kan självklart hävda att det till viss del fanns med i beräkningarna eftersom botten på varje byggnad hade en koordinat som också definierar torget. Men rent praktiskt och faktiskt är det byggnaderna som har definierat formen, torget är underordnat byggnadernas volymer. Det är inte en riktigt bra utgångspunkt vare sig för ett torg eller en landskapsarkitekt. Jag tycker att det var en intressant miss under omständigheterna och något som är viktigt att ha med sig när liknande projekt påbörjas.

Generellt har metoden fungerat bra. Jag tycker att det är ett intressant verktyg ur många perspektiv. Till exempel anser jag att den klassiska skissprocessen ofta resulterar i form som är främmande för platsen. Med det menar jag den associativa designen som till exempel kan yttra sig som en vågig kant på en hamnpromenad. Den motiveras lämpligen med kopplingen till vattnet som en självklar liknelse. Jag tycker att arkitekten i det fallet har gjort det lite lätt för sig och reducerat arkitekturen till visuellt lättköpta lösningar. Med det menar jag inte att den typen av formgivning skulle vara dålig men det finns många sätt att beskriva en vågrörelse eller vattnets rörelse på ett mer kreativt sätt. I just det här fiktiva exemplet så skulle en djupare förståelse och fokusering på vattnets egenskaper kunna ge väldigt intressanta resultat som är trovärdiga på ett helt annat sätt eftersom de faktiskt är avbildande, om än på ett abstrakt plan.

Det finns väldigt många som vurmar för den typen av mjuka ondulerande linjer som bara en tränad hand med en penna kan åstadkomma. Själva skissarbetet tycker jag är otroligt viktigt men jag anser också att det finns en vits med att sjunka ner djupare i själva formen och kunna producera design som faktiskt betyder någonting, inte bara liknar något. Det är självklart ingenting som gör någon väsentlig skillnad för majoriteten men det är åtminstone genuint och trovärdigt.

Själva Voronoisystemet är väldigt nischat, det finns inte så många situationer där det skulle fungera på egen hand. Ett sådant abstrakt tillvägagångssätt som jag har undersökt i det här arbetet behöver en väldigt konceptuell situation, det skulle säkert fungera alldeles utmärkt att jobba med detta och liknande system på till exempel ett tekniskt universitets campus där det finns en uttalad vilja att koppla formgivningen till universitetets undervisning. Nu

menar jag inte en kompromisslös applicering över en stor yta utan snarare som ett intressant, och i processen, synligt tillvägagångssätt som kan berika uppfattningen om den färdiga formgivningen och stärka kopplingen mellan husarkitektur och landskapsarkitektur. Utöver just den specifika situationen tycker jag att det kan vara svårt att motivera användningen av Voronoi och liknande metoder i och med att själva verktyget och dess produkt är så oflexibla.

För mig har det varit väldigt tidsödande att förstå matematiken och kunna använda verktyget i de modelleringsprogram som jag har använt. Det är en ganska brant inlärningskurva som har tagit mycket tid från själva skrivarbetet.

Undersökningen visade att det var svårt att omforma diagrammen utan att tappa deras syfte. Jag anser att när jag manipulerar diagrammen till oigenkännlighet försvinner syftet med att använda verktyget och jag befinner mig då på ruta ett igen. Rent estetisk utgör det inget problem men det blir inte lika platsanpassat och därmed tappar det oerhört mycket trovärdighet. Det blir lätt väldigt mycket spektakulära former men väldigt lite arkitektur.

## Källor

- Balmond, Cecil (2006). Cecil Balmond. A+U, November 2006 special issue. Tokyo: The Japan Architect Co., Ltd.
- Balmond, Cecil (2007). Elements. London: Prestel publishing Ltd.
- Elam, Kimberly (2001). Geometry of design. New York: Princeton architectural press.
- Extreme environments in architecture (senast uppdaterad 2006).(Elektronisk) Tillgänglig :< <http://dip16.blogspot.com/>. (2006-11-16)
- Friedman, Mildred (red.)(2003). Gehry talks, architecture+process. London: Thames & hudson.
- The Geometry Center Home Page, Q-hull (senast uppdaterad 2003).(Elektronisk) Tillgänglig:< <http://www.qhull.org/>.(2003-12-30)
- Janson, Anthony F & H.W(2001). History of art. sixth edition. London: Thames & Hudson.
- Noever, Peter (red)(2003). Zaha Hadid architecture. West Hollywood: MAK
- Object-E architecture (senast uppdaterad 2007).(Elektronisk) Tillgänglig:< <http://object-e.blogspot.com/2007/03/voronoi-study-part01.html>. (2007-03-01)
- Re-think architecture (senast uppdaterad 2009).(Elektronisk) Tillgänglig:< <http://rethinkarchitecture.blogspot.com/>.(2009-01-23)
- The Voronoi Web Site (senast uppdaterad 2008).(Elektronisk) Tillgänglig:< [http://www.voronoi.com/wiki/index.php?title=Main\\_Page](http://www.voronoi.com/wiki/index.php?title=Main_Page). (2008-06-04)
- Wikipedia (senast uppdaterad 2009).(Elektronisk) Tillgänglig:< [http://en.wikipedia.org/wiki/Voronoi\\_diagram](http://en.wikipedia.org/wiki/Voronoi_diagram). (2009-05-30)