



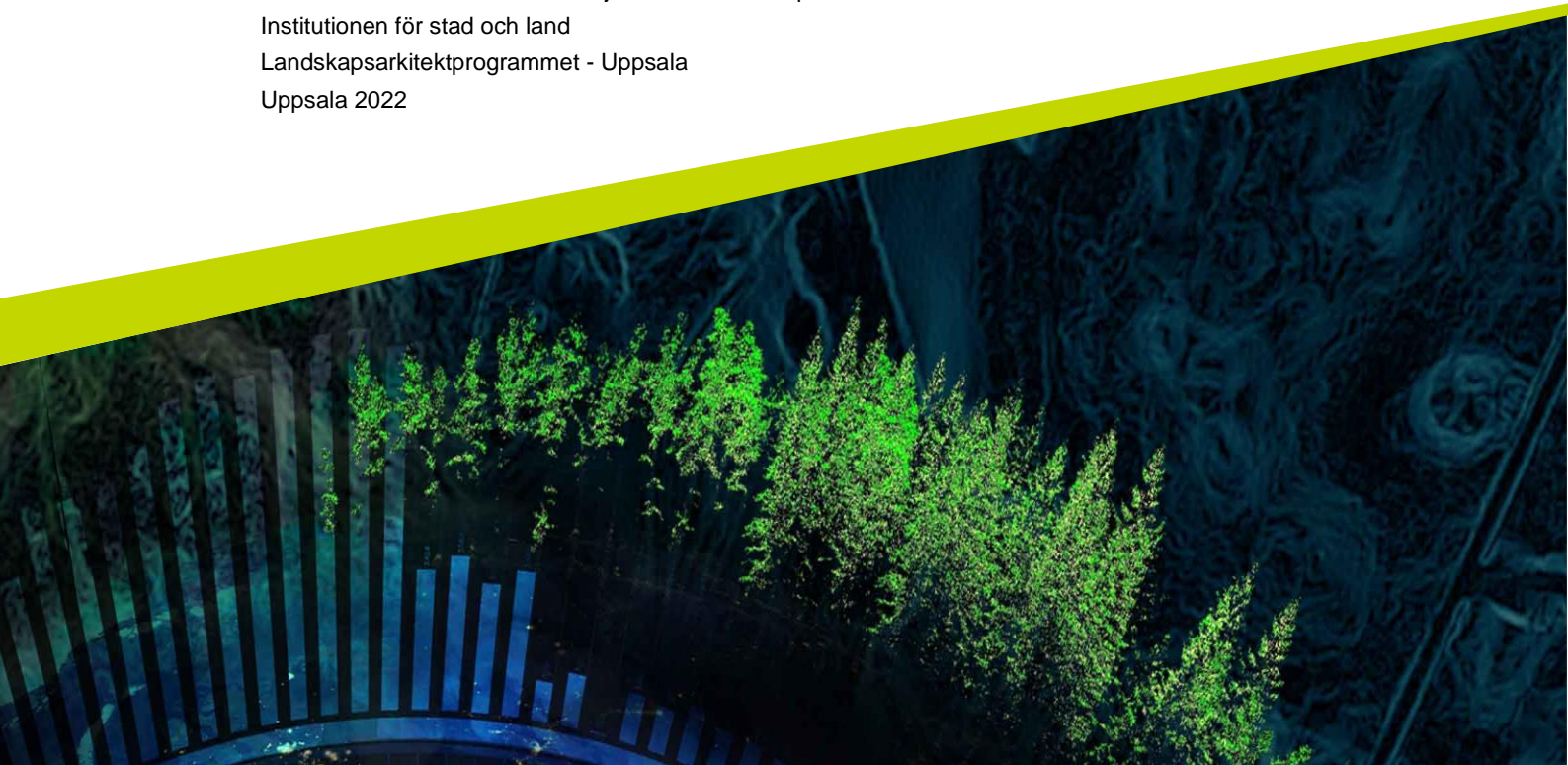
# Åtgärder mot urbana värmeöar

En jämförelse mellan två områden i Stockholm;  
Röda Bergen och Kvarteret Persikan

---

Love Hydmark

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för stad och land  
Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala  
Uppsala 2022



# Åtgärder mot urbana värmeöar. En jämförelse mellan två områden i Stockholm; Röda Bergen och Kvarteret Persikan

*Counteracting Urban Heat Islands. A comparison between two areas in Stockholm; Röda Bergen and Kvarteret Persikan*

Love Hydmark

**Handledare:** Daniel Valentini, SLU, Institutionen för stad och land  
**Bitr. handledare:** Marina Queiroz, SLU, Institutionen för stad och land  
**Examinator:** Viveka Hoff, SLU, Institutionen för stad och land

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i landskapsarkitektur  
**Kurskod:** EX0861  
**Program/utbildning:** Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för stad och land  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2022  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** UHI, Urbana värmeöar, Urbana värmeöeffekter, Stockholm

## Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

## Sammanfattning

Fysisk planering i allmänhet, och fysisk planering i syfte att motverka urbana värmeöffekter i synnerhet, har en direkt påverkan på Sveriges miljömål. Att planera för klimatförändringar och möjligheten att både kunna motverka och anpassa en stad efter ökade urbana värmeöffekter är dessutom något som både EU, FN och IPCC förespråkar. Stockholms stad har dock en otydlig kommunikation kring sitt arbete med urbana värmeöffekter.

Fokus i detta arbete ligger på att utvärdera huruvida strategier för att motverka urbana värmeöar är en bakomliggande värdering i utformandet av Stockholms nyare bostadsområden, samt att se vad detta får för utfall i praktiken. Två områden, det nya Kvarteret Persikan och det snart 100 år gamla Röda Bergen, har jämförts utifrån ett bedömningssystem. Resultatet visar att skillnaderna är små, speciellt gällande faktorer som urban utformning, vegetation och materialval. Resultatet visar också att det finns behov av att utveckla ett heltäckande bedömningssystem anpassat efter nordiska förhållanden.

*Nyckelord:* UHI, Urbana värmeöar, Urbana värmeöffekter, Stockholm

## Abstract

Spatial planning in general, and spatial planning related to mitigation of urban heat island effects in particular, has a direct impact on Sweden's environmental objectives. Furthermore, planning for climate change and the ability to both mitigate and adapt a city to increased urban heat island effects is encouraged by the EU, as well as the UN and IPCC. However, the City of Stockholm's communication regarding their work related to urban heat islands is unclear.

The aim of this bachelor's thesis is to evaluate whether strategies to counteract urban heat island effects is an underlying valuation in the planning and design of newly built areas in Stockholm, as well as to evaluate the practical outcome. Two areas, the new Kvarteret Persikan and the, soon to be, 100 years old Röda Bergen has been compared, based on an assessment system. The result shows small differences between the two areas, especially regarding factors related to urban structure, vegetation, and materials. The result also shows that development of an assessment system adapted to Nordic conditions is needed for future evaluation.

*Keywords:* UHI, Urban heat island, Urban heat island effects, Stockholm

# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introduktion</b> .....	<b>7</b>
1.1.1 En introduktion till urbana värmeöeffekter och dess påverkan på fysisk planering .....	7
1.1.2 Stockholm och urbana väremöeffekter .....	8
1.2 Syfte och frågeställning .....	9
1.3 Avgränsning .....	9
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>10</b>
2.1 Vad är en urban värmeö .....	10
2.1.1 Hur uppstår en urban värmeö? .....	11
2.1.2 Energiutbyten, lagringsprocesser och albedo .....	11
2.1.3 Anpassa eller motverka .....	13
2.1.4 Termisk komfort – Thoms obehagsindex .....	13
2.2 Stockholm och urbana värmeöeffekter .....	14
2.2.1 Urbana klimatförändringar i Stockholm .....	14
2.2.2 Stockholms miljömål och åtgärder mot UHI .....	15
2.3 Bedömningssystem .....	17
2.3.1 Vegetation .....	17
2.3.2 Urban utformning .....	17
2.3.3 Vattenförekomst och vattenformationer .....	18
2.3.4 Material och ytor .....	18
2.3.5 Skugga .....	18
2.3.6 Energi .....	19
2.3.7 Kommunikation .....	19
2.4 Röda Bergen och Kvarteret Persikan .....	20
<b>3. Metod</b> .....	<b>24</b>
3.1 Inläsning av litteratur .....	24
3.2 Förstudie .....	24
3.3 Undersökning - komparativ studie .....	25
<b>4. Resultat</b> .....	<b>26</b>
4.1 Resultat från förstudie .....	26
4.2 Resultat från komparativ studie .....	26

Över lag liten skillnad mellan de två områdena .....	26
Energiekonomi förmodat största skillnaden .....	27
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>29</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>32</b>
<b>Bilaga 1 .....</b>	<b>34</b>

## Förkortningar

UHI	Urban värmeö
GYF	Grönytefaktor
SVF	Sky view factor
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
SMHI	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

# 1. Introduktion

I detta inledande avsnitt introduceras uppsatsens ämne och problemrymden klargörs, för att förklara varför det valda ämnet är relevant för landskapsarkitekturen. Efter detta presenteras det syfte och den frågeställning som uppsatsen vilar mot. Slutligen tas avgränsningar upp.

## 1.1.1 En introduktion till urbana värmeöeffekter och dess påverkan på fysisk planering

“Reflect on the present, on the dynamics and the conditions that built it, and look forward at the same time, in search of a prospect to improve the future.” (Musco 2016:37).

Den moderna stadsplaneringens uppkomst brukar ofta symboliseras av Howard och Geddes, som båda verkade under slutet av 1800-talet (Musco 2016). Enligt Musco (2016) sammanfattar det inledande citatet det tankesätt som varit ledande för de arkitekter, landskapsarkitekter, ingenjörer och stadsplanerare som tagit sig an uppgiften att utforma staden sedan dess.

Under 1900-talet har stadsplaneringen bidragit till en häpnadsväckande utveckling gällande bland annat boendestandard, hygienrelaterade problem, kommunala transportmedel och välfärd. Sedan 1970-talet, och framför allt efter 2000-talet, har dock ytterligare en faktor inom stadsplaneringen fått allt större betydelse: miljön. Detta har på många sätt ändrat uppfattningen om vad stadsplanering är och vad begreppet bör innehålla (Musco 2016).

Enligt Musco (2016) är stadsplaneringens syn på ekologisk hållbarhet komplicerad, delvis på grund av att det, länder emellan, ofta inte råder konsensus om vad hållbar stadsplanering är. Att den allt kraftigare urbaniseringen har en stark påverkan på vår miljö är dock något de flesta är överens om. Både FN och EU har antagit mål för att bekämpa den globala uppvärmningen och för att uppnå dessa krävs strategiska beslut i planeringen av urbana miljöer (Ibid). Något som lett till att allt fler länder börjat utvärdera sina städers urbana värmeöeffekter.

En urban värmeö, hädanefter även UHI (från urban heat island), är ett urbant område som är påtagligt varmare än omgivningarna. Urbana värmeöar är i sig en produkt av urbanisering. Urbanisering definieras i detta fall utifrån Stewarts bok *The Urban Heat Island* (2021) som två olika, men relaterade, processer. Dels är det

att majoriteten av befolkningen lever och verkar i tätbefolkade områden, där deras sysselsättning främst utgörs av yrken som inte är relaterade till agrikultur. Dels är det förändringen av det naturliga landskapet, till exempel förändringar i topografi, vegetation och grundvattennivåer, som sker i skapandet av mänskliga urbana habitat. Kombinationen av dessa två processer skapar ett karaktäristiskt urbant klimat (Stewart 2021).

Utöver att bidra till ökad uppvärmning kan urbana värmeöar även kopplas till urbana luftföroreningar, liksom förändringar i luftflöden, hydrologi, ökad värmerelaterad dödlighet och sjukdom med mera. Att motverka den urbana värmeeffekten behöver alltså inte bara vara motiverat utifrån ett ekologiskt perspektiv, det kan även bidra till en bättre urban miljö överlag (Stewart 2021). Urbana värmeöar beskrevs för första gången 1808, i Luke Howards publikation *Climate of London* (Howard 1808 se Stewart 2021). Det dröjde dock fram till mitten av 1900-talet innan några mer storskaliga studier genomfördes, då framför allt i europeiska och japanska städer.

### 1.1.2 Stockholm och urbana väremoeffekter

”It is cheaper to take early, planned adaptation action than to pay the price for not adapting” (COM 2013:2)

Urbana värmeoeffekter har tidigare främst studerats i central och sydeuropeiska städer, såväl som städer med tropiskt klimat. En anledning till detta är att dessa städer har haft större problem med värmestress över lag.

Dock är det urbana klimatet i Stockholm i ständig förändring, till följd av globala klimatförändringar och den ökade urbanisering som skett under det senaste århundradet. Den genomsnittliga temperaturen under sommarhalvåret är högre, samtidigt som värmeböljor och andra extrema väderlekar inträffar med allt jämnare mellanrum. Det är en utveckling som förväntas hålla i sig och prognoser pekar på att Sveriges genomsnittliga temperatur kommer att stiga med upp till fyra grader Celsius innan år 2050 (Amorim et al. 2020). De senaste åren har också allt fler rapporter pekat på att även städer i Norden är drabbade av överdödlighet under årets varmaste dagar (De’ Donato et al. 2015). Detta blev kanske som allra tydligast under värmeböljan 2018.

I ”EU Strategy on Adaption to Climate Change” (2013) slår EU fast att vi inte bara måste försöka bromsa och åtgärda de globala klimatförändringarna, utan även anpassa oss efter de nya förutsättningar som följer med ett förändrat klimat. Det skulle därför kunna vara av vikt att redan idag planera för kraftigare urbana klimatförändringar, då de bostadsområden som byggs idag förmodas ha en livslängd över generationer.



Stockholms stad beskriver i sin översiktsplan från 2020 att Stockholm ska vara en klimatsmart stad som är redo att möta de påfrestningar som klimatförändringar kan medföra. Samtidigt nämns termer som urbana värmeöar, urbana värmeöeffekter och UHI inte över huvud taget.

## 1.2 Syfte och frågeställning

Fysisk planering i allmänhet, och fysisk planering i syfte att motverka urbana värmeöeffekter i synnerhet, har en direkt påverkan på Sveriges miljömål. Att planera för urbana värmeöeffekter är dessutom något som både EU, FN och IPCC förespråkar. Stockholms stad har dock en otydlig kommunikation kring sitt arbete med urbana värmeöeffekter.

Syftet med uppsatsen är att utvärdera huruvida strategier för att motverka urbana värmeöar är en bakomliggande värdering i utformandet av Stockholms nyare bostadsområden, samt att se vad detta får för utfall i praktiken. Detta kommer att göras genom att jämföra två områden i Stockholm utifrån ett bedömningssystem.

Frågeställning: Hur har det nyligen anlagda Kvarteret Persikan utformats för att kunna möta framtida urbana klimatförändringar och motverka UHI-effekter, jämfört med Röda Bergen?

## 1.3 Avgränsning

Uppsatsen har begränsats till att beröra två områden i Stockholm, Kvarteret Persikan och Röda Bergen. Dessa platser har valts på grund av sina många likheter, tanken är att detta ska minimera antalet felkällor. De har båda en liknande topografisk placering, belägna på en höjd i landskapet. Båda områdena är också belägna i utkanten av sina respektive närområden, Röda Bergen i nordvästra Vasastan och Kvarteret Persikan på östra Södermalm. Inget av områdena ligger i direkt anslutning till något större vattendrag, vilket förenklar jämförelsen då ett flertal parametrar kan uteslutas. Slutligen har de båda områdena en liknande gatustruktur, då de båda delas av en gåfartsgata med parkinslag.

Bedömningssystemet som jämförelsen utgår från är även det avgränsat. Eftersom det i sin ursprungliga form är anpassat efter en stad med tropiskt klimat har vissa punkter strukits eller modifierats.

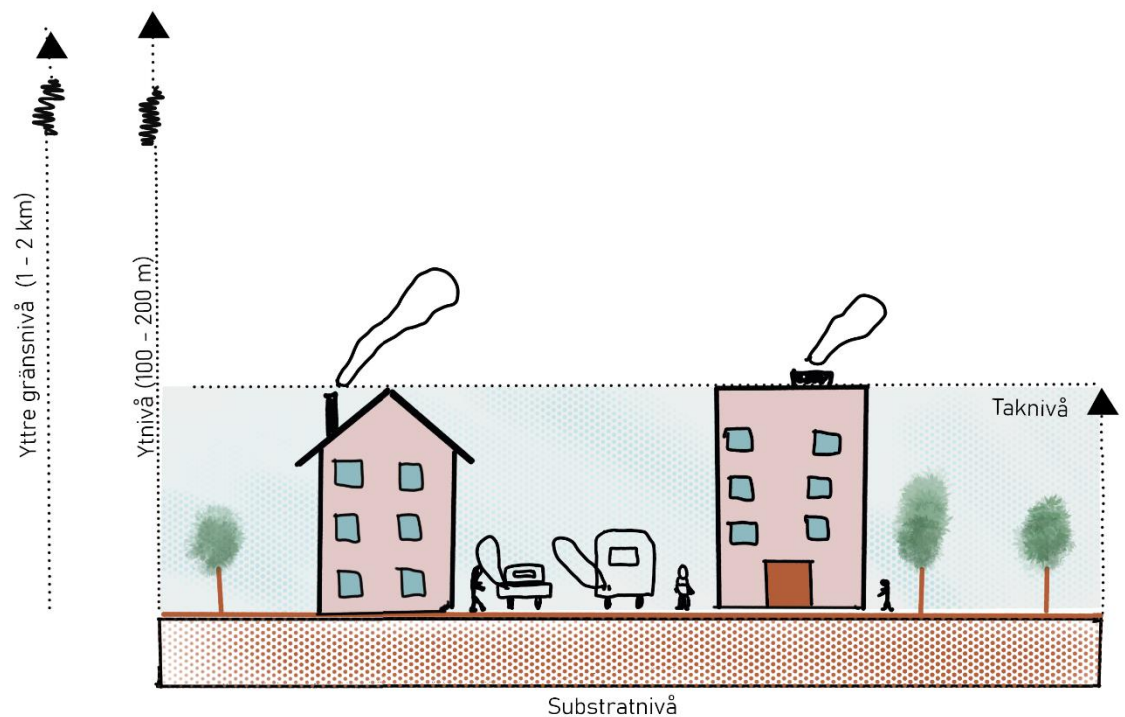
## 2. Bakgrund

Detta kapitel syftar till att redovisa det material som senare kommer analyseras och diskuteras. Först förklaras UHI på en grundläggande nivå. Sedan följer en redogörelse för Stockholm och stadens urbana klimatstrategi. Sedan förklaras bedömningsystemet som använts för jämförelsen. Slutligen introduceras de båda jämförda områdena.

### 2.1 Vad är en urban värmeö?

Definitionen av en urban värmeö utgår i denna uppsats från Stewart (2021). En urban värmeö kan enklast definieras som ett urbant område som är påtagligt varmare än det omkringliggande (icke urbaniserade) landskapet. Detta förutsätter att det omkringliggande landskapet har samma temperatur som det skulle haft även utan det anslutande urbana området. Vidare kan urbana värmeöar delas in i fyra underkategorier (Stewart 2021):

1. Takhöjd, vilket är luftens temperatur uppmätt under takhöjd.
2. Yttre gränshöjd, vilket är luftens temperatur uppmätt över takhöjd.
3. Ythöjd, vilket är ytans uppmätta temperatur sett ur ett tredimensionellt perspektiv, det vill säga mark, väggar och tak.
4. Substrathöjd, vilket är jordens uppmätta temperatur.



Figur 1. Illustration över de fyra kategorierna av UHI-effekter, i relation till staden. Illustration av Hydmark.

### 2.1.1 Hur uppstår en urban värmeö?

En urban värmeö är ett resultat av den förändring i marktäcknet (ursp. land cover) och den extensiva markanvändningen (ursp. intense occupation) som följer med urbanisering. Exempel på förändringar i marktäcknet är minskning av vegetation, upprättandet av byggnader och att täcka jorden med hårdlagda ytor. Markanvändningen syftar på den yta som tas upp för att driva de energi- och materialflöden (bränsle, föda, vatten, etcetera) som krävs för att till exempel tillgodose stadens ekonomi, underhålla transportsystem och värma eller kyla byggnader. Dessa flöden genererar avfall som deponeras i atmosfären, marken eller vattnet, antingen i eller utanför det urbana området. Dessa händelser leder slutligen till temperaturökningar inom alla ovan nämnda nivåer (Stewart 2021).

### 2.1.2 Energiutbyten, lagringsprocesser och albedo

Förändringar i temperatur är ett resultat av ändrade förhållanden i energiutbyten och lagringsprocesser. För den här uppsatsen är det framför allt tre energiformer som är relevanta: värmestrålning, sensibel värme och latent värme. Det finns även tre relevanta överföringsformer: strålning, konvektion och konduktion (Stewart 2021). Observera att definitionen av dessa begrepp har förenklats i denna uppsats.

Värmestrålning är både en energiform och en överföringsform. När energin kommer i kontakt med ett medium kan den passera igenom, reflekteras eller absorberas. Värmestrålning från solen är i huvudsak kortvågig, medan värmestrålning från jordens yta i huvudsak är långvågig. Det är information som är relevant för förståelsen av albedo och emessivitet (Ibid).

Albedo är ett materials reflektionsförmåga av kortvågig värmestrålning, det vill säga hur mycket solenergi som studsar tillbaka ut i atmosfären. Ett högre värde innebär högre reflektionsförmåga. Notera att atmosfärens förutsättningar, till exempel luftföroreningar och moln, bär påverkan på strålningen (Ibid).

Emessivitet är materialets förmåga att absorbera energi, vilket är likställt med dess förmåga att avge energi (värme) på den givna våglängden. I den här uppsatsen används emessivitet för att beskriva absorptionsförmågan från långvågig strålning (Ibid).

Yta	Albedo	Emessivitet
Gräs	0.16-0.26	0.90–0.98
Vatten	0.03-0.10	0.92–0.97
Snö	0.50-0.90	0.82–0.99
Asfalt	0.05-0.27	0.89–0.96
Tegel	0.2–0.6	0.90–0.92
Glas	0.08	0.87–0.95
Betong	0.10-0.35	0.85–0.87
Grus	0.08-0.18	0.92
Vit färg	0.50-0.90	0.85–0.95
Korrugerad plåt	0.10-0.16	0.13-0.28

Tabell 1- Albedo och emessivitet för några vanliga ytmaterial i urban miljö (Stewart 2021).

Sensibel värme är en överföring av energi till ett termodynamiskt system, som då ändrar temperatur. Överföringen sker antingen genom konvektion (rörelse i vätska eller gas) eller konduktion (värmeledning). Konvektion är relaterat till lagen om värmeöverföring, medan konduktion är relaterat till konduktivitet. Den solvärmade markens uppvärmning av luften är ett exempel på konvektion. En hårdgjord yta som smälter snö mer effektivt än det intilliggande gräset är exempel på konduktion (Ibid).

Latent värme är den energi som avges när is smälter och blir till flytande vatten, liksom när vatten förångas. Detta är en värme vi inte kan känna. Latent värme har påverkan på luftfuktighet, molnbildning och orkanbildning (Ibid).

### 2.1.3 Anpassa eller motverka

Strategier för att åtgärda problem med urbana värmeöar benämns ofta som *anpassande* eller *motverkande*. Anpassande strategier bygger på att anpassa staden till det förändrade klimatet, medan motverkande strategier bygger på att motverka klimatförändringen i staden (Stewart 2021).

Motverkande åtgärder handlar om att identifiera de bakomliggande orsakerna till UHI-effekter, för att försöka åtgärda dessa. I grund och botten handlar detta om att minimera värmeökningar och maximera värmeförluster. Detta kan i vissa fall åstadkommas med relativt enkla åtgärder, speciellt gällande enskilda, isolerade faktorer. Att måla ett svart tak med vit, reflekterande färg är ett exempel på en enkel motverkande åtgärd, då förändringar i albedo leder till lägre UHI-effekt. Däremot kan det bli svårt med motverkande åtgärder i de fall då det rör sig om komplexa strukturer, speciellt inomhus eller i själva konstruktionen av redan existerande bostadskvarter (ibid).

Anpassande åtgärder syftar till att åtgärda konsekvenserna av UHI-effekter, snarare än att åtgärda de bakomliggande faktorer som orsakat dessa. Två enkla former av anpassande åtgärder är till exempel att byta kläder eller uppsöka skugga då det blir för varmt. Inget av dessa exempel har någon påverkan på stadsstrukturens totala energiutbyte. UHI-effekten är alltså densamma som innan, men staden upplevs svalare då människan anpassat sig till det urbana klimatet. Luftkonditionering är även det en form av anpassande åtgärd, om än en speciell sådan då den bidrar ytterligare till höjda temperaturer utomhus (Ibid).

Många åtgärder kan vara både anpassande och motverkande på samma gång (ibid). Grönstruktur beskrivs ofta som motverkande åtgärder, samtidigt som de i högsta grad även kan vara anpassande. Detta förutsätter dock att grönstrukturen är tillgänglig att vistas i (Ruefenacht & Acero 2017).

### 2.1.4 Termisk komfort – Thoms obehagsindex

Begreppet termisk komfort beskriver temperaturen i en miljö, i vilken människor mår som bäst. Det vill säga en temperatur där det varken är för kallt eller för varmt. Vi använder oss både av anpassande och motverkande åtgärder för att kontrollera den termiska komforten. Till exempel kan vi ta på oss kläder när det är för kallt eller kyla ner ett rum som är för varmt med luftkonditionering.

Det finns ett flertal olika index för att bedöma den termiska komforten. Det mest etablerade inom klimat-relaterade studier är Thoms obehagsindex (ursp. Thoms discomfort index). Modellen utgår från temperatur och viktas utifrån luftfuktigheten. Utifrån detta index har tre tröskelvärden identifierats under en studie av Bolognas UHI-effekter (Musco 2016). Dessa tröskelvärden kommer användas som referenspunkt i den här uppsatsen. De tre tröskelvärdena är:

### **Svagt obehag (Indexvärde 24)**

Mindre än hälften av befolkningen upplever någon typ av obehag. Ingen ökning av sjukdomar eller dödlighet relaterat till värmestress har observerats (Musco 2016).

### **Obehag (Indexvärde 25)**

Mätbara effekter på äldre och människor med vissa underliggande sjukdomar. Allmän mortalitet ökar med upp till 15 procent, där kardiovaskulära sjukdomar är den vanligaste bakomliggande orsaken. Mortalitet orsakade av respiratoriska sjukdomar ökar med upp till 50 procent (Musco 2016).

### **Kraftigt obehag**

Allmän mortalitet ökar med upp till 30 procent. Mortalitet orsakade av respiratoriska sjukdomar ökar med upp till 80 procent. Även tidigare friska personer upplever värmestress, som kan yttra sig både fysiskt och psykiskt (Musco 2016).

Då uppskattningar av termisk komfort till stor beror på självskattning kan dessa tröskelvärden variera mellan individer. På samhällsnivå har komfortindex dock bedömts vara relativt träffsäkra (Musco 2016).

## **2.2 Stockholm och urbana värmeöeffekter**

I detta kapitel redogörs för Stockholms arbete relaterat till UHI.

### **2.2.1 Urbana klimatförändringar i Stockholm**

Värmeböljor förväntas öka globalt de kommande åren, i såväl frekvens som intensitet och temperatur. Temperaturökningen i Skandinavien förväntas också vara högre än det globala genomsnittet. Analyser pekar på att Sveriges medeltemperatur lär öka med 2 till 4 grader Celsius under samma tid som den globala medeltemperaturen ökar med 2. Innan 2050 kommer andelen dagar med temperaturer över 75% - percentilen ha ökat med upp till 10 per år i Stockholm. (Amorim et al. 2020). Enligt beräkningar från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) (SMHI se Segersson & Amorim 2020) kommer extrema värmeböljor inträffa var tredje till femte år i slutet av århundradet, istället för var tjugonde år som idag (Segersson & Amorim 2020).

Den globala temperaturökningen i kombination med de kraftigare värmeböljorna och urbana värmeöeffekter gör det mycket troligt att sjukdom och dödlighet relaterat till värmestress kommer vara ett växande problem i Stockholm (Amorim et al. 2020). Faktum är att en studie visar att värmestressrelaterad

dödlighet ökat med mellan 10 och 20 procent mellan 1980 och 2009, jämfört med perioden 1900 till 1929 (Åström et al. 2013).

Under 2018 inträffade en fem veckor lång värmebölja i Sverige. Folkhälsomyndigheten rapporterade en kraftig överdödlighet under denna period, med 750 fler dödsfall än normalt. Enligt myndighetens beräkningar kan 745 av dessa knytas till värmeböljan. Även om den ökade dödligheten var spridd över hela landet var den som högst i Stockholm (Segersson & Amorim 2020).

Icke dödlig värmerelaterad ohälsa är svårare att studera, dock har man i Sverige kunnat visa på att även detta ökar under årets varmaste dagar. De som främst drabbas av värmerelaterad ohälsa är äldre, samt människor med vissa typer av underliggande sjukdomar. Gällande underliggande sjukdomar är det främst sådana som behandlas med vätskedrivande medicin, men även psykiskt sjuka är överrepresenterade, liksom brukare av viss psykofarmaka (Ibid).

En förklaring till den ökade dödligheten, utöver temperaturförändringarna i sig, tros vara att samhällen i kallare länder är sämre förberedda för att hantera värme. Invånarnas kunskapsnivå om hälsoriskerna med hög temperatur är generellt lägre, liksom användandet av klimatanläggningar. Någon anpassning till det varmare klimatet har inte heller skett på samhällsnivå (Åström et al. 2013, De' Donato et al. 2015).

## 2.2.2 Stockholms miljömål och åtgärder mot UHI

I *Översiktsplan för Stockholms stad (2020)* beskriver Stockholms stad att ”Stockholm ska vara en klimatsmart stad, där effektiv markanvändning och transporteffektiv stadsstruktur bidrar till ökad tillgänglighet, minskad klimatpåverkan och begränsad resursförbrukning. Stadsstrukturen och de tekniska systemen ska vara välfungerande och tåliga så att staden kan möta klimatförändringar och andra påfrestningar.” (Stockholms stad 2018:26)

Även om formuleringen av detta mål till stor del kan tyckas påminna om EUs beskrivning av UHI nämns begrepp som ”urban värmeö”, ”värmeö”, ”urbana värmeöeffekter” och ”UHI” över huvud taget inte i översiktsplanen. Vidare beskriver Stockholms stad, under rubriken *Klimatanpassade stadsmiljöer*, hur det är ”Centralt för stadsbyggandet är att bygga nya stadsdelar på ett klimatsäkert sätt samt att klimatanpassa befintliga stadsmiljöer. Klimatpåverkan ska minska när staden byggs ut. Staden behöver utveckla ett nätverk av grönska och vattenytor som utjämnar temperaturer och ökar motståndskraften mot översvämningar.” (Stockholms stad 2018:27).

På webbplatsen *Stockholms miljöbarometer*, som beskrivs av kommunen som en resurs för att följa stadens pågående miljöarbete, redovisas ett flertal av de miljörelaterade forskningsprojekt som ligger till grund för stadens miljöpolitik

(Miljöbarometern 2022). Miljöbarometern drivs av Miljöförvaltningen i Stockholms stad.

Från Miljöbarometern framgår det att Stockholms stad är, och har varit, involverade i en rad forsknings- och utvecklingsprojekt som berör klimatförändringar och anpassningar till dessa. Projekten är både lokala, nationella och globala och har ofta drivits tillsammans med andra myndigheter, universitet och privata företag, både svenska och utländska (Miljöbarometern 2022).

Ett av de projekt som Stockholms stad har varit involverat i är HazardSupport, en fallstudie utförd av SMHI och beställd av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap. Studiens syfte var att undersöka hur man kan minska negativa hälsoeffekter till följd av värmestress, genom fysisk planering (Segersson & Amorim 2020).

Rapporten slår bland annat fast att åtgärder för att minska sårbarheten vid en värmebölja främst bör utgå från vad som ger direkta effekter på närområdet, som närhet till grönområden till skugga. Författarna menar även att Stockholms stad inte bara kan fokusera på att stävja UHI-effekter, då ett flertal av de UHI-åtgärder som är vanliga i tropiska klimat kommer generera kallare och mörkare dagar under vintermånaderna i Sverige (Ibid).

I rapporten efterlyser författarna slutligen en förhöjd ambitionsnivå för urban klimatplanering (Ibid).

Ett annat projekt som Stockholms stad har varit inblandade i är GI: NORD. Projektet utfördes i samarbete med SMHI. Rapporten är skriven med syfte att sammanfatta hur grön infrastruktur används för klimatanpassning i nordiska städer, samt identifiera vilka frågor som kräver vidare undersökning och vilka krav som borde ställas på de som är involverade i det praktiska arbetet vid nybyggnation (Persson et al 2018).

I rapporten konstaterar SMHI att Sverige är ett av världens mest urbaniserade länder, samtidigt som den genomsnittliga mängden blå och grön infrastruktur i svenska städer med över 100 000 invånare är bland de högsta i Europa (Ibid).

Rapporten lyfter bland annat politiska beslut, brist på riktlinjer och lagstadgat stöd för grön infrastruktur, kunskapsbrist och ekonomisk osäkerhet som faktorer som hindrar utvecklingen av grön infrastruktur. En annan faktor är svårigheten med att engagera de boende i ett område för att öka kunskapsnivåerna om varför anläggningar ser ut som de gör och hur de bör förvaltas (ibid).



## 2.3 Bedömningsystem

För att kunna utföra jämförelsen mellan de två olika områdena utgår jämförelsen utifrån ett bedömningsystem. Systemet är baserat på *Strategies for cooling Singapore* (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017) och utgår från över 80 olika åtgärder som satts ihop i kluster om sju kategorier. I det här kapitlet kommer dessa kategorier, samt de åtgärder som valts ut inom var kategori, att förklaras.

Då ”Strategies for cooling Singapore”, är ett åtgärdspaket som är specifikt anpassat till Singapore och dess tropiska klimat finns ett flertal åtgärder i dokumentet som inte är relevanta för Stockholms klimat. Som juridiken ser ut idag är det dessutom vissa av åtgärderna sådana som varken Stockholms stad eller byggaktörer har möjlighet att påverka. Vidare har det inte varit möjligt att hitta information om vissa åtgärder, speciellt då avgränsningen i tid har varit en begränsande faktor.

### 2.3.1 Vegetation

Vegetation är en av de mest beprövade motverkande åtgärderna mot UHI. Vegetativt material har generellt högt albedo och hög emissivitet. Vegetation, i form av till exempel träd, kan även skugga och kyla ytor som annars vore varma. Detta kan dels bidra till att öka den termiska komforten, men kan även sänka energiförbrukningen som krävs för att kyla byggnader under varma dagar.

I den här uppsatsen används Stockholms Green space factor index, härnästefter GYF från grönytefaktor, för att bedöma vegetationens kvalitet.

GYF redovisar ytan av funktionella grönytor i förhållande till hårdgjorda ytor i ett kvarter. GYF-värdet beräknas genom att dividera mängden funktionell grönyta genom total yta. Utöver det tillkommer poäng för de typer av vegetation som anses ha extra värdefulla egenskaper. Det kan handla om att vegetationen också skapar sociala ytor, eller har hög biodiversitet. Den totala poängen viktas och balanseras sedan, beroende på vilka tilläggs-poäng som delats ut. Stockholms GYF är baserat på fyra olika kategorier av värden och minst 60 procent av varje kategori måste uppfyllas vid nybyggnation (Stockholms stad 2021).

### 2.3.2 Urban utformning

Den urbana utformningen kan ha både anpassande och motverkande effekter på UHI. Topografi, varierande byggnadshöjd och dess relation till gatubredd, vägnätsstruktur samt växtlighetens höjd är alla exempel på faktorer som påverkar det urbana klimatet. Dels genom en påverkan på luftflöden, men även genom

påverkan på både kortvägig och långvägig reflektion (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017). I jämförelsen har bedömningen utgått från en uppskattad *aspect ratio* och ett schablonvärde för *Sky view factor*, hädanefter SVF.

Aspect ratio anger förhållandet mellan en byggnads höjd och en gatas bredd. Värdet presenteras som en kvot och i det här fallet har byggnadens höjd satts till 1. Den angivna aspect ration är baserad på den genomsnittliga hushöjden och den genomsnittliga gatubredden. I verkligheten kan dock aspect ratio inom kvarteret variera. (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017)

SVF anger förhållandet mellan strålningen som träffar en plan yta och den strålning som avges från den aktuella hemisfären. SVF är ett mått på mängden himmel som är synlig från marken. Ett SVF-värde på 1 innebär att det inte finns några skymmande objekt och att himlen är fullt synlig. Ett lågt SVF innebär mer skugga, vilket i sin tur innebär att UHI-effekten kan vara lägre på yt- och substratnivå. Samtidigt innebär detta också att mängden värme som avges under natten kommer vara mindre. (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017)

I jämförelsen bedöms SVF-värdet utifrån ett schablonvärde, baserat på en tabell som skapats av Stewart och som presenteras i boken *The Urban Heat Island* (2021).

### 2.3.3 Vattenförekomst och vattenformationer

Vatten har en kylande effekt och kan verka åtgärdande mot UHI, speciellt djupa vattenformationer som sjöar, floder och andra liknande vattendrag. Även dagvattendammar och fontäner kan ha en lokalt småskalig kylningseffekt. (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017). Eftersom inget av de valda områdena ligger i direkt anslutning till vatten kommer jämförelsen endast ta hänsyn till dagvattendammar och fontäner.

### 2.3.4 Material och ytor

Material i både byggnader såväl som öppna ytor och gator har en påverkan på UHI. Genom att använda sig av material med högt albedo och hög emissivitet kan stadens UHI-effekt motverkas (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017).

I den här uppsatsen kommer materialets kvalitet främst bedömas utifrån schablonvärden, enligt tabellen i figur 1.

### 2.3.5 Skugga

Skugga har en åtgärdande effekt på UHI, genom att det påverkar den sensibla värmeöverföringen och kan sänka temperaturen på alla fyra nivåer. Skuggan kan komma från byggnader, vegetation och permanenta såväl som tillfälliga skuggskydd. (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017)

### 2.3.6 Energi

Fastigheternas energiekonomi både påverkar och påverkas av UHI. Under varma somrardagar leder urbana värmeeffekter till att det krävs mer energi för att kyla bostäder, under vintermånaderna råder dock omvända förhållanden. Energiförluster i byggnader kommer från ventilation, genom väggar, golv och tak och läckor (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017).

Inomhustemperaturen har en stark påverkan på en byggnads energiförbrukning, både vad det gäller uppvärmning och nedkylning. Samtidigt är en god inomhustemperatur viktig för den termiska komforten (Ruefenacht & Acero 2017).

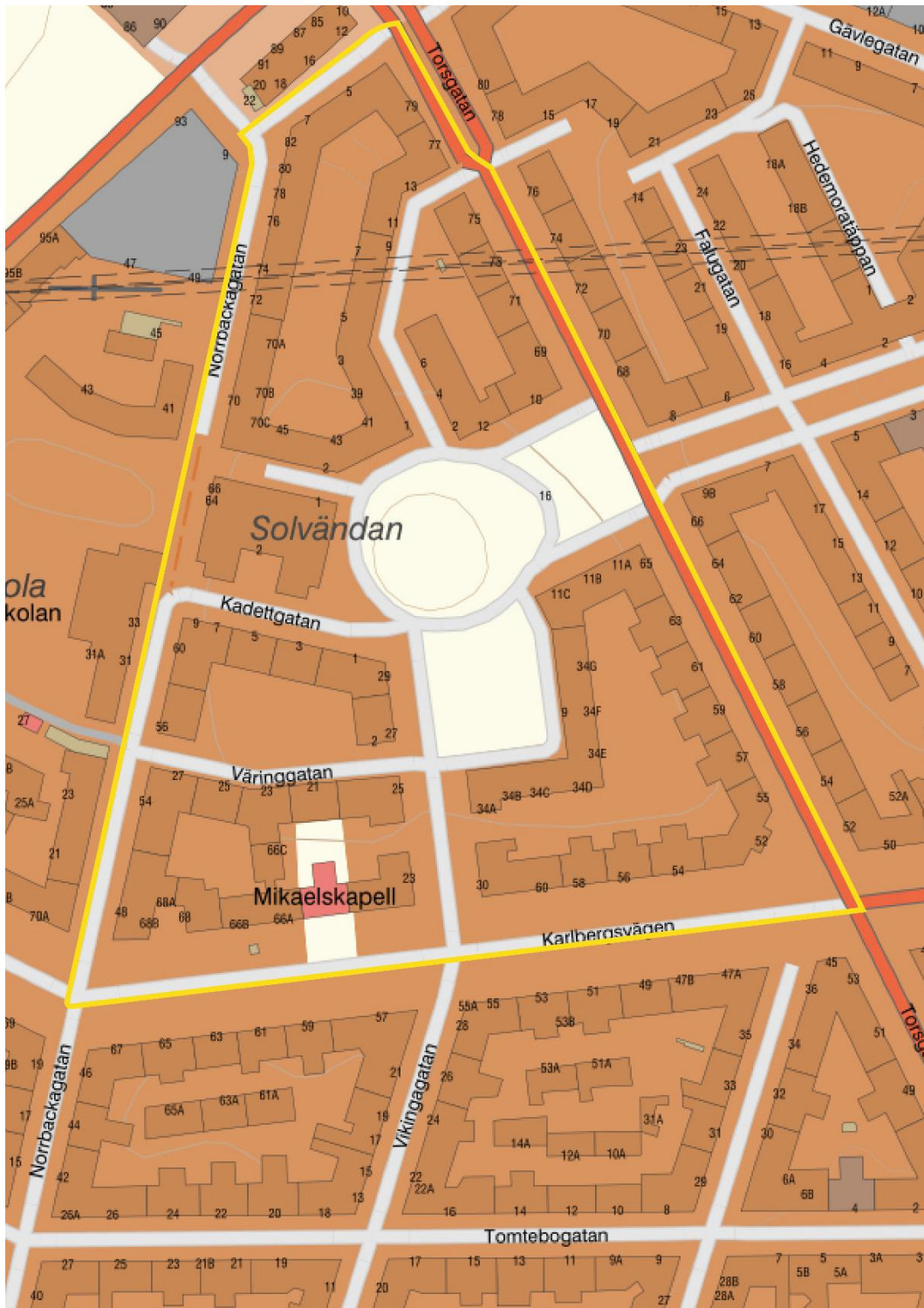
Det finns idag stora möjligheter att kontrollera och optimera energiförbrukningen i fastigheter. I Sverige regleras den tillåtna energiförbrukningen i Boverkets föreskrifter.

### 2.3.7 Kommunikation

Fossildrivna fordon orsakar inte bara utsläpp och luftföroreningar. Den låga verkningsgraden i motorerna innebär också att en stor del av bränslet avgår i värme. Genom välplanerad kollektivtrafik kan användandet av fossilfria fordon minska. Det är även troligt att en övergång till eldrivna fordon, med sin höga verkningsgrad, skulle ha en positiv påverkan på både luftkvalitet och UHI (Ruefenacht, A. Acero, J. 2017).

Då de båda jämförda områdena i Stockholm bedöms ha mycket liknande förutsättningar gällande kollektivtrafik och bilism har kommunikation strukits ur jämförelsen.

## 2.4 Röda Bergen och Kvarteret Persikan



Figur 2 - Röda Bergen markerat i karta © Lantmäteriet

**Röda Bergen** är ett informellt men etablerat namn på ett bostadsområde i den nordvästra delen av Vasastan. Området planlades främst av stadsplanerare Per Olof Hallman och uppfördes till stor del under det första kvartalet av 1900-talet. Även

stadsträdgårdsmästare Mauritz Hammarberg tros ha varit delaktig i utformningen av grönstrukturen.

Områdets struktur är tydligt inspirerad av idén om den svenska småstaden, med småskalig bebyggelse som anpassats till topografin och skapar brutna kvartersformer. Byggnaderna är uppförda med inspiration från hansaarkitektur och svensk 1700-talsbarock (Arkitekturens pärlor i SVT 2014).

Det utvalda området om cirka 5,5 hektar ansluter till, och avgränsas av, Karlbergsvägen, Torsgatan och Norrbackagatan. Fastigheterna består av Vasen, Krukan, Fatet, Urnan och Kakelugnen och är alla mellan fyra och fem våningar höga.

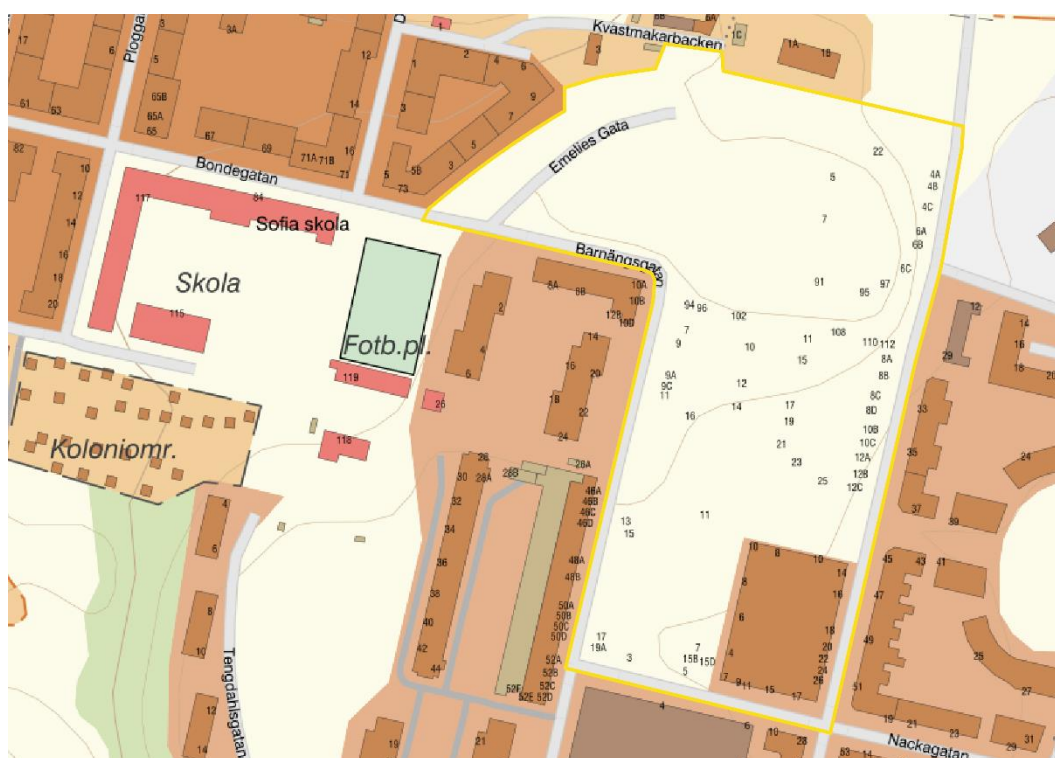
Röda Bergens byggnadsstruktur består av fem brutna kvarter, i varierande storlek. De hus vars fasader vetter ut mot någon av de större gatorna, det vill säga Torsgatan, Norrbackagatan och Karlbergsvägen, är alla fem våningar höga.

Majoriteten av områdets grönstruktur återfinns på bostadsgårdarna, men de två norra kvarteren binds också samman med de södra via parken Solvändan.

Genomgående längs med Karlbergsvägen, och fläckvist längs med Vikingagatan, förekommer förgårdsmark.

Stora och väletablerade träd förekommer längs med förgårdsmarken, såväl som på innegårdarna och i Solvändan.

Gatustrukturen är utformad så att tydliga axlar bildas både i nord-sydlig och öst-västlig riktning, främst Torsgatan och Karlbergsvägen. Detta skapar goda förutsättningar för vindrörelse genom kvarteret, något som även den gröna korridor som Solvändan är en del av bidrar med.



Figur 3 - Kvarteret Persikan markerat på karta © Lantmäteriet

**Kvarteret Persikan** är ett kvartersområde under anläggning, beläget på östra Södermalm. Tidigare fanns här en bussdepå som nyttjades av Stockholms lokaltrafik. Den är idag riven. Området ska bestå av sju bostadskvarter, anlagda av nio olika byggaktörer. De planerade byggnaderna består främst av bostäder som bildar både slutna och öppna kvartersformationer, om totalt 3,9 hektar. De beräknas stå klara och vara redo för inflytt från och med 2023. Området angränsar till Bondegatan, Barnängsgatan, Nackagatan och Tegelviksgatan (Stockholms stad n.d.a).

En park som är tänkt att huvudsakligen fungera som gångstråk, Persikoparken, kommer anläggas genom området i väst-östlig riktning. Den kommer att ansluta till Mandelparken i öst och till Barnängsgatan / Skånegatan i väst, där Vitbergsparken tar vid. Området förbinder alltså två redan existerande parkstrukturer med varandra, och formar därigenom en grön korridor.

Strukturen på områdets utformning bestäms genom de olika plandokument som tagits fram av stadsbyggnadskontoret i Stockholms stad. I det kvalitetsprogram som tillhör detaljplanen framgår vilka principer och värderingar som varit drivande bakom de reglerande beslut som tagits. De tre huvudprinciper Stockholms stad utgått ifrån under planeringsarbetet är att skapa en naturlig fortsättning på stenstaden, anlägga en promenadvänlig struktur samt anlägga bottenvåningar som berikar stadsrummet. Miljöfrågor kommenteras endast i en historisk eller social

kontext. Ekologisk hållbarhet kommenteras alltså inte över huvud taget (Stockholms stad n.d.c, n.d.b, n.d.a).

## 3. Metod

Detta kapitel behandlar de metoder som använts under uppsatsskrivandet. Dels för att finna information, dels hur denna information har behandlats för att kunna besvara uppsatsens frågeställning. Kapitlet redogör för inläsning av litteratur, såväl som analysmetod.

### 3.1 Inläsning av litteratur

Arbetet inleddes med informationsinsamling i form av litteraturinläsning. Vetenskaplig litteratur har främst hämtats genom sökningar i Primo och ScienceDirect. Exempel på sökord har varit *Urban heat islands, planning for uhi, Uhi + Stockholm* och liknande. Då vissa frågor växt fram under arbetets gång har sökningarna blivit alltmer specifika med tiden.

Information har även hämtats från Stockholms stads hemsida och olika myndigheter som Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut och Boverket. Detta är främst information relaterat till planhandlingar, utredningar och byggregler.

### 3.2 Förstudie

Inför undersökningen utfördes en förstudie, för att ytterligare säkerställa huruvida de valda områdena var komparabla eller ej. Förstudien utgick från underlag hämtat från UrbanSIS: Climate Information for European Cities, hädanefter UrbanSIS.

UrbanSIS, som finansieras av Copernicus, är skapat med syftet att utforma ett pilotprojekt för att presentera klimatdata om urbana områden. Datan presenteras i en interaktiv karta, där användaren själv väljer vilken plats och data som ska studeras. För vissa faktorer presenteras både historiska och nutida data, såväl som en framtidsanalys. Copernicus är ett EU-ägt projekt, som kan beskrivas som ett observationssystem för global miljöövervakning och säkerhet.

De faktorer som undersöktes var:

Solstrålning, som är den direkta och indirekta kortvågiga strålning ( $W/m^2$ ) som träffas av en plan yta på genomsnittlig taknivå, angivet i genomsnittlig total energi per månad.

Antal varma dagar per år, år 2064 - En prognos för antalet varma dagar per år 2064, med en temperatur över 75 - percentilen.



Termisk komfort enligt Thom, år 2064 - En prognos för år 2064, som visar antalet dagar per år då Thoms obehagsindex uppgår till ett värde av 24, respektive 28.

Att just år 2064 valts som referens beror på att det är det år längst fram i tiden som UrbanSIS data täcker.

### 3.3 Undersökning - komparativ studie

För att besvara frågeställningen genomförs en komparativ studie. Själva jämförelsen är baserad på ett redan existerande bedömningssystem, om än ett modifierat sådant.

Ett flertal jämförda faktorer är utförda genom beräkningar av mätvärden som jämförs med referensvärden i olika index. Vissa av dessa mätvärden är så kallade schablonvärden, det vill säga standardiserade tabellvärden. Andra värden är baserade på uträkningar. Dessa uträkningar har skett utifrån kartstudier med hjälp av digitala verktyg, som mätfunktionen i Google Maps och med hjälp av linjal och utskrivet kartunderlag.

Vissa värden är också tillhandahållna direkt från byggaktörer, genom plandokument och liknande handlingar. Vidare är vissa uppgifter baserade på foton av de bägge platserna, speciellt i de fall då det rör sig om att uppskatta höjder, såväl på fasader som på träd. Även material i tak, fasader och markbeläggning i Röda Bergen har bedömts från foton.

Genom en analys utifrån detta bedömningssystem genereras ett resultat som kan besvara uppsatsens frågeställning.

## 4. Resultat

I detta kapitel presenteras resultaten, först från förstudien och sedan från den komparativa studien.

### 4.1 Resultat från förstudie

I förstudien jämfördes tre olika värden för de två områdena. Resultatet tyder på att de bägge områdena troligtvis kommer möta samma typ av klimatförändringar i framtiden. De båda områdena har samma genomsnittliga solstrålning.

Prognosen för antalet varma dagar per år 2064, med en temperatur över 75 – percentilen är även de snarlika. Prognosen för Röda Bergen visar på 112 varma dagar per år, medan Kvarteret Persikans prognos pekar på 111 varma dagar per år. Även den termiska komforten år 2064, bedöms vara snarlik utifrån Thoms obehagsindex. Antalet dagar med ett värde på 24 förväntas vara 24 i Röda Bergen, jämfört med 23 i Kvarteret Persikan. Antalet dagar då den termiska komforten överskrider 28 förväntas vara 3 per år, både i Röda Bergen och Kvarteret Persikan.

### 4.2 Resultat från komparativ studie

I följande stycken kommer resultatet presenteras och kommenteras. En tabell över de jämförda värdena finns bifogad som bilaga. Diskussion följer i nästa kapitel.

#### Över lag liten skillnad mellan de två områdena

Resultatet från jämförelsen mellan Röda Bergen och Kvarteret Persikan visar att de båda områdena har mycket liknande förutsättningar för att motverka och anpassa sig till UHI-effekter. Ett problem under jämförelsens gång har dock varit att ett flertal värden inte varit möjliga att identifiera. Inte minst under den första kategorin, där de två områdenas vegetation jämförs. Visuellt tycks de båda områdena ha ungefär samma mängd aktiv ekologisk yta, dock har något GYF-värde inte gått att identifiera. Det är extra problematiskt att något värde för GYF inte går att finna för Kvarteret Persikan, inte minst då redovisning av GYF ska vara ett absolut krav för godkänd markanvisning från Stockholms stad.

Övriga skillnader i vegetation syns främst i att Kvarteret Persikan delvis planeras ha gröna tak, vilket medför både högre albedo och emmesivitet än konventionella takmaterial. Vissa av de involverade byggaktörerna i Kvarteret Persikan planerar

även anlägga gemensamma odlingsytor för de boende, något som Röda Bergen inte har. Varken Röda Bergen eller Kvarteret Persikan har några mobila skuggskydd anlagda eller planerade, vilket medför att områdena förlitar sig på vegetation för skugga. Utifrån jämförelsen av vegetationen bedöms alltså skuggskyddet vara snarlikt.

Även de båda områdenas urbana utformning genererar liknande värden utifrån bedömningssystemet. Kvarteret Persikan har större variation i byggnadshöjd och utformning, vilket förmodligen medför ökad intensitet i luftflöden. Dock medför de högre byggnaderna tillsammans med de smalare gatubredderna ett högre aspect ratio-värde än vad Röda Bergen har. Röda Bergen har även tydliga axlar med öppna gatuhörn, vilket bör medföra mer effektiv luftgenomströmning jämfört med Kvarteret Persikans gatustruktur.

Även gällande material så är de båda områdena snarlika. Röda Bergens fastigheter består i princip uteslutande av putsade fasader med tegeltak. Gatubeläggningen är till stor del asfalt. I Solvändan är markbeläggningen främst bestående av grus, mindre växtbäddar och berg i dagen. I Röda Bergen finns inga svala tak. Infiltration och dagvatten kan främst ske via trädgroppar och växtbäddar.

Kvarteret Persikans markbeläggning ska bestå av asfalt på de vägar där bilar får framföras. Övriga gator kommer beläggas med betongplattor, grus och gatutegel. Fastigheternas fasader består av betong, tegel, anodiserad plåt, plåt, puts, kakel, corténstål och trä. Över lag är konstruktionsmaterialen likvärdiga med hänseende till albedo, emissivitet och värmekapacitet.

Även kommunikation var en faktor som bedöms som likvärdig. I de båda områdena finns god tillgång till kommunal trafik. Det finns även utbyggd infrastruktur för såväl bilar som fotgängare och cyklister.

Då inget av de två områdena hade några förekomster av vattenformationer i direkt anslutning har denna faktor helt enkelt strukits ur jämförelsen.

## Energiekonomi förmodat största skillnaden

Varken Röda Bergen eller Kvarteret Persikan har solceller i anslutning till fastigheterna. I *Kvalitetsprogram för gestaltning KV. Persikan på Södermalm (2013)* nämns orden ”Solcell” och ”Förnybar energi” inte över huvud taget.

Mängden energi som en fastighet får förbruka regleras idag av Boverket och Plan- och bygglagen. Detta innebär att fastigheterna i Kvarteret Persikan inte får förbruka mer än 55 kWh/m<sup>2</sup> per år (Stockholms stad 2022). Enligt energideklARATIONER från bostadsrättsföreningarna Brf Fatet 4 på Torsgatan och Brf Kakelugnen på Vikingagatan, förbrukar fastigheterna 155 respektive 148 kWh/m<sup>2</sup> per år (Boverket 2019; Boverket 2020.). Övriga energideklARATIONER i Röda Bergen är genomförda innan 2014 och saknar därför både angivet primärenergital och energiklass. Då alla fastigheter i Röda Bergen är uppförda under samma tidsperiod,

med snarlika förutsättningar och material, antas den generella energiförbrukningen vara omkring 150 kWh/ m<sup>2</sup> i Röda Bergen.

## 5. Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultatet, metoden och frågeställningen; Hur har det nyligen anlagda Kvarteret Persikan utformats för att kunna möta framtida urbana klimatförändringar och motverka UHI-effekter, jämfört med Röda Bergen?

### **Finns det ett behov av UHI-planering i Stockholm?**

Stockholm är en av världens nordligaste huvudstäder, med relativt låg frekvens av ohälsosamt varmt väder jämfört med sydligare städer. Därtill är vintrarna både långa och kalla. Utifrån denna kontext skulle behovet av klimatplanering i Stockholm kunna ifrågasättas. Inte minst då UHI-effekter också medför att de kalla vinterdagarna blir varmare, vilket är positivt för både den termiska komforten och energiförbrukning vid uppvärmning.

Samtidigt gäller de klimatprognoser som Stockholms stad planerar utifrån framför allt de kommande 30 åren (Amorim et al. 2020). Många av de projekt som börjat planeras efter att den nuvarande översiktsplanen vann laga kraft kommer förmodligen inte stå klara förrän efter 2030. Det innebär att de nya områdena är planerade utifrån en klimatdata för de kommande 20 åren, samtidigt som byggnadernas livslängd mycket väl kan komma att uppgå till långt mycket mer.

### **Grön infrastruktur som enda åtgärd**

Både Sverige och Stockholms stad har formulerat ambitiösa miljömål. Stockholm ska vara både utsläppsnegativ och rustad för framtida klimatförändringar. Detta går helt i linje med såväl EU:s som FN:s rekommendationer och krav. Det kan därför framstå som problematiskt att byggaktörer anser att två av de största hindren för hållbar utveckling av grönstruktur är politiska beslut och bristande styrning (Persson et al 2018.).

Det skulle kunna argumenteras för att detta problem tydliggörs i fallet med Kvarteret Persikan. Att Stockholms stad inte nämner miljön i något annat än en historisk eller kulturell kontext, varken i detaljplanen eller något tillhörande plandokument, gör att ett stort ansvar för utveckling av den gröna infrastrukturen läggs på byggaktörerna själva. Även om många miljöfrågor regleras i miljöbalken skulle reglerande plandokument kunna vara ett effektivt sätt för Stockholms stad att driva miljöarbetet framåt.

Utifrån Stockholms översiktsplan framgår det att Stockholms stad valt att prioritera grön infrastruktur som både anpassande och motverkande åtgärder mot UHI och andra klimatförändringar. Detta är ett val som stöds av resultatet i MBS:s rapport *HazardSupport* (Segersson & Amorim 2020), som menar att grön infrastruktur på lokalnivå är det viktigaste steget för att minska värmestress under

varma dagar. Även EU framhåller satsningar på grön infrastruktur som ett av de viktigaste stegen för att minska UHI-effekter (Musco 2016).

Det finns dock ingen motsättning i att satsa på grön infrastruktur och samtidigt göra satsningar inom andra områden, som förnybar energi eller materialval. Ett av Sveriges miljömål är att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045. Utifrån detta mål hade det varit mycket rimligt att genom plandokumenterna reglera bostäderna till att vara klimatneutrala.

EU menar att det är billigare att anpassa en stad efter möjliga klimatförändringar tidigt i planeringsprocessen, än att betala priset för att inte göra det den dag klimatförändringar är ett faktum (Musco 2016).

Även om vissa åtgärder, som att måla tak eller markbeläggning i reflekterande färg för att höja albedo, är åtgärder som är fullt applicerbara i efterhand så finns det också många åtgärder som inte kommer kunna göras utan omfattande kostnad, oavsett om denna kostnad mäts i pengar eller utsläpp.

MSB lyfter också vintermånaderna som ett argument till att fokusera på grön infrastruktur som åtgärd till att öka Stockholms resiliens, det vill säga Stockholms långsiktiga förmåga att hantera förändringar och fortsätta utvecklas i klimatrelaterade frågor. De menar att en god klimatplanering bör ta hänsyn till de negativa vind och nederbördseffekter som kan uppstå vid urbana strukturåtgärder mot UHI (Segersson & Amorim 2020). Det är en viktig poäng, även om inte heller detta nödvändigtvis är ett hinder för att satsa på flera åtgärder samtidigt. Dessutom skulle ett obefintligt luftflöde bidra till ökad luftförorening. Just luftgenomströmning är dessutom något som båda de jämförda områdena tycks hantera effektivt, vilket skulle kunna tyda på att Stockholm inte har något att vinna på att förstärka luftflödena i staden ytterligare.

MSB nämner även att kylande åtgärder över lag bör undvikas, även detta med hänsyn till de kalla vintermånaderna (Segersson & Amorim 2020). Detta rör sig dock förmodligen om en slarvig formulering, då den gröna infrastruktur som MSB förespråkar har störst nedkylande effekt av alla UHI-åtgärder, enligt Musco (2016).

### **Brist på referenspunkter och underlag**

Det är nu över 100 år sedan Röda Bergen började byggas. På den tiden hade inga större UHI-studier genomförts. Varken EU eller FN hade bildats, än mindre hade några klimatmål formulerats.

Ändå tycks Röda Bergen vara ungefär lika motståndskraftigt mot urbana klimatförändringar som Kvarteret Persikan, som år 2022 ännu inte är klart för inflytt.

Detta väcker frågan om vad Stockholm har för referenspunkter när de bedömer ett bostadsområdes resiliens. Det framgår varken i översiktsplanen eller någon av de två rapporter som diskuterats. Även om det går att visa hur mycket varje enskild UHI-åtgärd kan minska eller öka utsläpp och temperaturhöjningar, så tycks det inte

finnas något system för att bedöma den sammanlagda resiliensen. Införandet av GYF-krav för några år sedan är dock ett steg åt detta håll och med tiden kan detta förmodligen ge underlag för att underlätta framtida urban planering.

### **Metoden och studiens utförande**

En uppenbar svaghet i studiens genomförande är avgränsningen i frågeställningen, endast två kvarter har studerats och jämförts. Även om frågeställningen delvis har besvarats i den här uppsatsen så är studien för liten för att dra några egentliga slutsatser om Stockholms åtgärder mot UHI över lag.

Metoden har utformats utifrån ett bedömningssystem som ursprungligen är anpassat för urbana miljöer i tropiska klimat. Det är svårt att säga i vilken utsträckning detta system går att applicera på ett skandinaviskt klimat. Det blir också tydligt att de olika åtgärderna är sammanlänkade och att bristande åtgärder inom en kategori kan ha en negativ effekt på vilka värden som genereras inom en annan. Till exempel finns ett tydligt sådant samband mellan vegetation och skugga. Kanske borde dessa åtgärder klumpas ihop till en kategori, speciellt då Stockholm kanske inte har samma behov av exempelvis mobila skuggskydd som en tropisk stad har.

### **Behov av forskning och frågor för vidare undersökning**

Det finns mycket klimatdata att tillgå om Stockholm, inte minst med tanke på att staden varit delaktig i UrbanSIS och liknande klimatforskningsprojekt. Det finns alltså en bred kunskap om hur Stockholms klimat förändras.

Däremot är det tydligt att Stockholm i dagsläget saknar verktyg för att utvärdera och följa upp de insatser som görs mot UHI och klimatförändringar, utöver GYF. Ett problem med GYF är dock att det endast bedömer den gröna infrastrukturen. Även om satsningar på grön infrastruktur är en uttalad strategi från Stockholms stad så skulle det kunna vara behjälpligt med ett mer heltäckande och övergripande bedömningssystem för framtida exploatering.

Att utveckla ett sådant system är något som Stockholm och andra skandinaviska städer skulle kunna driva som en fråga för vidare undersökning.

## Referenser

- Amorim, J.H., Segersson, D., Körnich, H., Asker, C., Olsson, E. & Gidhagen, L. (2020). High resolution simulation of Stockholm's air temperature and its interactions with urban development. *Urban Climate*, 32, 100632. <https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2020.100632>
- Arkitekturens pärlor (2014). Röda Bergen. [Tv-program]. Sveriges television, 2022-04-15. <https://www.svtplay.se/video/2599981/arkitekturens-parlor/arkitekturens-parlor-sasong-2-avsnitt-16> [2022-06-12]
- Åström, D.O., Forsberg, B., Ebi, K.L. & Rocklöv, J. (2013). Attributing mortality from extreme temperatures to climate change in Stockholm, Sweden. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2022>
- Boverket (2019). *Sammanfattning av energideklaration 1015835*. Karlskrona.
- Boverket (2021). *Sammanfattning av energideklaration 1051211*. Karlskrona.
- De' Donato, F.K., Leone, M., Scortichini, M., de Sario, M., Katsouyanni, K., Lanki, T., Basagaña, X., Ballester, F., Åström, C., Palady, A., Pascal, M., Gasparrini, A., Menne, B., Michelozzi, P. & Semenza, J.C. (2015). Changes in the Effect of Heat on Mortality in the Last 20 Years in Nine European Cities. Results from the PHASE Project. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 15567–15583. <https://doi.org/10.3390/ijerph121215006>
- Lantmäteriet (2022). *Röda Bergen. SWEREF 99 TM, RH 2000*. Fastighetskarta [Kartografiskt material] <https://minkarta.lantmateriet.se> (2022-06-13).
- Lantmäteriet (2022). *Kvarteret Persikan. SWEREF 99 TM, RH 2000*. Fastighetskarta [Kartografiskt material] <https://minkarta.lantmateriet.se> (2022-06-13).
- Miljöbarometern (2022). *Miljöbarometern*. <https://miljobarometern.stockholm.se/om-webbplatsen/>
- Musco, Francesco. (2016). Counteracting Urban Heat Island Effects in a Global Climate Change Scenario. (Musco, Francesco., ed.). book, Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-10425-6>
- Ruefenacht, L. & Acero, J.A. (2017). *Strategies for Cooling Singapore. Strategies for cooling Singapore a catalogue of 80+ strategies to mitigate urban heat island and improve outdoor thermal comfort*. book, Singapore: Cooling Singapore.



- Segersson, D. & Amorim, J. (2020). *Fysisk planering i ett varmare klimat*. Norrköping.
- Stewart, I.D. (2021). *The Urban Heat Island*. (Mills, Gerald., ed.). book, San Diego: Elsevier.
- Stockholms stad (2018). *Översiktsplan för Stockholms stad*. Stockholm.
- Stockholms stad (2021). *GYFGrönytefaktor för kvartersmark*. Stockholm.
- Stockholms stad (n.d.a). *DP2013-01783*. Stockholm: Boverket.
- Stockholms stad (n.d.b). *Kvalitetsprogram 2013-01783*. Stockholm: Exploateringskontoret.
- Stockholms stad (n.d.c). *Planbeskrivning Detaljplan för kv Persikan 5 mm i stadsdelen Södermalm, Dp 2013-01783*. Stockholm: Exploateringskontoret.

# Bilaga 1

Tabellen visar jämförelsen mellan de två områdena. Teckenförklaring: ”x” innebär att åtgärden ej kunde identifieras. ”Ja” innebär att åtgärden kunde identifieras. ”Delvis” innebär att åtgärden till viss del kan identifieras, men inte införts som en heltäckande åtgärd. ”Uppgift saknas” innebär att det inte funnits någon data att tillgå.

Kategori:	Jämförelse	
	Röda Bergen	Kvarteret Persikan
Vegetation		
GYF	Uppgift saknas	Uppgift saknas
Gröna tak	x	Delvis
Gröna fasader	x	x
Vegetation runt byggnader	Ja	Ja
Gröna trottoarer	Ja	Ja
Urban grönska mikroskala	Ja	Ja
Urban grönska mellanskala	Ja	Ja
Gröna parkeringsplatser	x	x
Urban odling	Nej	Delvis
Urban Struktur:	Röda Bergen	Kvarteret Persikan
Sky view factor:	0.3 - 0.6	0.3 - 0.6
Aspect ratio:	1 : 1.17	1 : 1.78
Byggnadshöjd / Trädhöjd	1: 0.88	1: 0.64
Varierad byggnadsform	x	Ja
Varierad byggnadshöjd	x	Ja
Gatubredd	19.8 m genomsnitt	14 m genomsnitt
Topografi	Varierad	Varierad
Öppna ytor vid korsningar	Ja	x
Luftflöden genom byggnader	x	x
Vatten:	Röda Bergen	Kvarteret Persikan
Dammar	x	x
Fontäner	x	x
Material och ytor:	Röda Bergen	Kvarteret Persikan

Kylda trottoarer	x	x
Infiltration dagvatten gata	Brunnar och trädgropar	Brunnar och trädgropar
Svala tak	x	Delvis
Svala fasader	x	x
Reflektiva material	x	x
PCM	x	x
Vattenkyld fasad	x	x
Skugga:	Röda Bergen	Kvarteret Persikan
Permanent skuggskydd	Vegetation	Vegetation
Flyttbara skuggskydd	x	x
Skugga från byggnader		
Transport	Röda Bergen	Kvarteret Persikan
Kollektiv	Ja	Ja
Cykel/gång	Ja	Ja
Energi	Röda Bergen	Kvarteret Persikan
Värmeförlust		
Förnybar energi	x	Ja
Blandstad/ blandade funktioner	Kommersiell yta bottenplan	Kommersiell yta bottenplan

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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