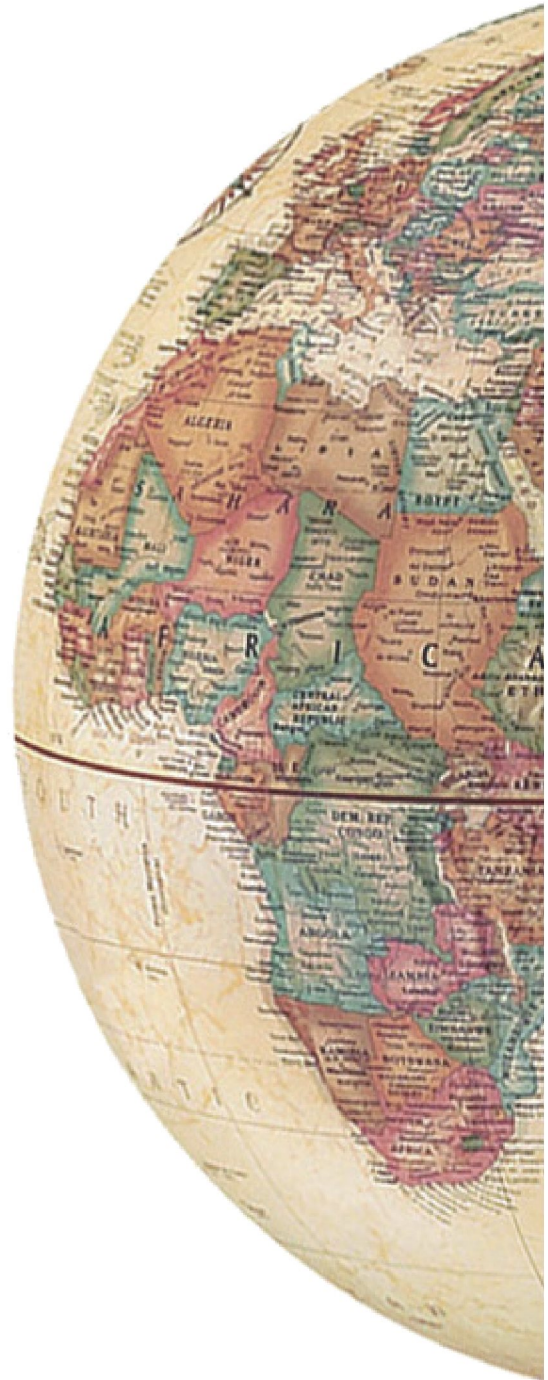


Urbana Värmeeffekter

-Kvarteret Sperlingens backe



GEOGRAFISKA INFORMATIONSBYRÅN

Kontaktuppgifter:
Tobias Edman
Geografiska informationsbyrån i Stockholm AB
tobias.edman@geografiskainformationsbyran.se



GEOGRAFISKA INFORMATIONSBYRÅN

Bakgrund

Vid ombyggnationen av kvarteret Sperlingens backe har Stockholm stad bett byggherrarna, Sturegallerian AB och Vasakronan att visa hur planförslaget påverkar stadsklimatet. Denna rapport har till syfte att ge en bakgrund till betydelsen av stadsklimatet och visa på hur kvarteret Sperlingens backe förhåller sig till temperaturfördelningen i den omgivande staden.

Introduktion

Klimatförändringar

Klimatscenarier visar att klimatförändringen bland annat kan innebära att vi får ett varmare klimat med fler och mer intensiva värmeböljor i Stockholm. Medeltemperaturen beräknas öka med 3-5 grader fram till år 2100. Antal dagar med en dygnsmedeltemperatur över 20 grader förväntas i Stockholms län öka från cirka fem dagar per år till mellan 30-40 dagar mot slutet av seklet. Även frekvensen, intensiteten och varaktigheten av perioder med ihållande höga temperaturer kommer att öka. En ökning av lufttemperaturen med 2-3 grader sommartid beräknas tredubbla frekvensen av perioder med hög värmestress¹. Värmeböljorna beräknas öka i antal och mot slutet av seklet kan de inträffa omkring 10-15 gånger per år. Kylbehovet i Stockholm förväntas öka med uppemot 50-100 grad-dagar till 2100².

Urbana värmeöar

Människor i städer är särskilt utsatta under värmeböljor då städer skapar högre temperaturer än sin omgivning genom värmelagring, så kallad Urban Heat Island Effect eller urbana-värme-ö-effekt. Städernas hårdgjorda ytor har en bristfällig kyleffekt. Bebyggelsen lagrar värme och avger den till omgivningen nattetid.



¹ Thorsson, S., Lindberg, F., Björklund, J., Holmer, B. & Rayner, D. 2011: Potential changes in outdoor thermal comfort conditions in Gothenburg, Sweden due to climate change: the influence of urban geometry. International Journal of Climatology 31:324–335.

² Björn Stensen, Johan Andréasson, Sten Bergström, Joel Dahné, Dan Eklund, Jonas German, Hanna Gustavsson, Kristoffer Hallberg, Sandra Martinsson, Signild Nerheim och Lennart Wern, Regional klimatsammanställning — Stockholms län, SMHI, Rapport Nr 2010-78

Strålningstemperatur

Strålningstemperaturen har en större förklaringsgrad relaterat till hälsa jämfört med lufttemperatur³. Strålningstemperaturen är summan av den kortvågiga och den långvågiga strålningen från omgivningen som en människa exponeras för. Medan skillnaden i lufttemperatur främst är ett nattligt fenomen (Urban Heat Island Effect), är skillnaden i strålningstemperatur störst under dagen. Det innebär att människor i städer i större grad riskerar att utsättas för värmestress och värmerelaterade hälsoeffekter än människor bosatta utanför staden. Eftersom solinstrålningen styrs av bebyggelsegeometrin, är strålningstemperaturen direkt kopplad till denna. Skillnaden i bebyggelsegeometrin ger därför upphov till stora skillnader i strålningstemperatur under klara sommar dagar.

Lufttemperatur

På samma sätt som bebyggelsegeometri, har vegetation en reglerande effekt på temperaturen, främst på grund av sin förmåga att ge skugga, men också på att transpiration från träden sänker lufttemperaturen. Parker och bostadsnära skogar är i allmänhet svalare än omgivande bebyggelse, såväl dagtid som nattetid. Precis som byggnader har träd större inverkan på strålningstemperaturen än på lufttemperaturen. Medan lufttemperaturen endast är någon grad lägre under ett träd jämfört med en solbelyst plats en varm och solig sommar dag, kan strålningstemperaturen vara 30 grader lägre under trädet, vilket motsvarar en upplevd temperaturskillnad på 14 grader.

Yttemperatur

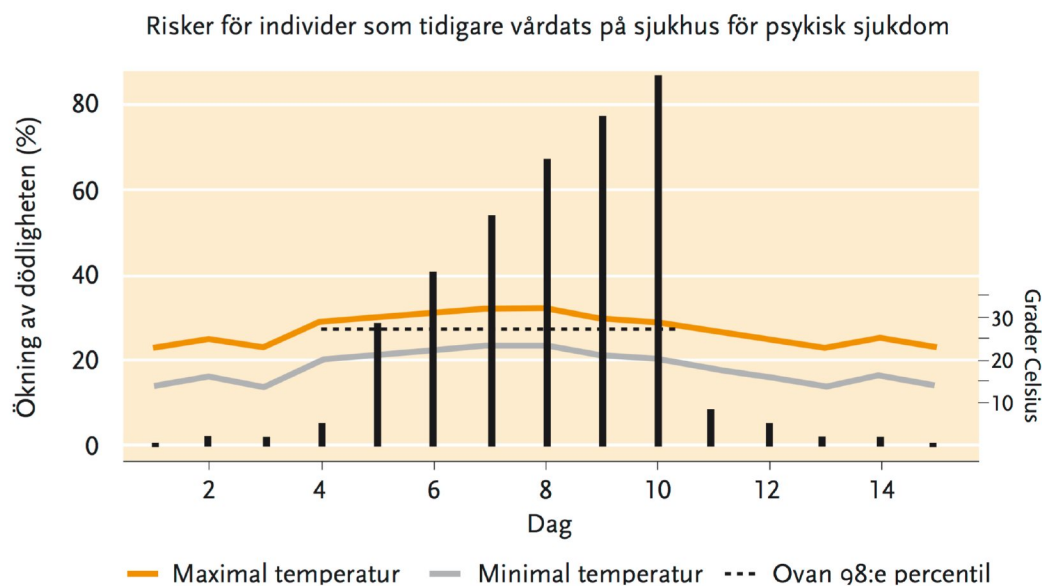
En yta värms upp av solinstrålningen och bidrar till både luft- och strålningstemperatur. Yttemperatur är objektets egen temperatur, yttemperaturen blir tydlig varma sommar dagar när vissa ytor, som asfalterade planer kan vara svåra att beträda. Det är yttemperaturen som genom överföring till lufttemperatur är grunden för den urbana-värme-ö-effekten.



Hälsoeffekter

Ett varmare klimat bedöms ha både direkta och indirekta konsekvenser för människors hälsa (figur 1). Bland utsatta grupper finns gamla, små barn och personer med hjärt-, kärl- och lungsjukdomar samt psykiska sjukdomar. Värmerelaterad dödlighet är störst för åldersgruppen över 80 år och då framförallt relaterat till höga strålningstemperaturvärden dagtid. Vid strålningstemperaturer över 59.4 °C identifierades en 10 % högre mortalitetsrisk för äldre över 80 år. Andra åldersgrupper är också utsatt för risk men inte i samma utsträckning som den övre åldersgruppen.

³ Sofia Thorsson, Joacim Rocklöv, Janina Konarska, Fredrik Lindberg, Björn Holmer, Bénédicte Dousset, David Rayner, Mean radiant temperature – A predictor of heat related mortality, Urban Climate, Volume 10, Part 2, December 2014, Pages 332-345, ISSN 2212-0955



Figur 1. Temperatur och dödlighet. Temperaturkurva i kombination med staplar som visar risk för ökad dödlighet⁴.

I stadsplaneringen finns flera åtgärder som kan vidtas för att förebygga negativa värmeeffekter. Effektiva åtgärder är grönare närmiljö med parker, träd, gröna tak och väggar. Den fysiska miljön kan förändras med grönska och genom att skapa skuggplatser och solavskärmning, framförallt vid skolor och förskolor, äldreboenden, vårdcentraler och omsorgsboenden

Temperaturreglering

Hantering av stark värme i stadsmiljö

Stark värme är ett stort problem i bebyggd miljö eftersom det dels kan hindra tillgängligheten i staden när värmekänsliga personer inte kan ta sig fram överallt, men också för att det finns mätbart negativa hälsoeffekter med ökad dödlighet under flera på varandra följande dagar med ihållande höga temperaturer, av SMHI definierade som värmeböljor när varmaste temperaturen är över 25°C under fem dagar i rad. De grupper som är särskilt utsatta är små barn, äldre och personer med psykisk sjukdom och ju längre period desto större effekter.

⁴ Folkhälsomyndighetens rapport R2010-12

Dataunderlag för analyser av temperaturreglering

Satellitdata

Det finns ett antal satelliter som registrerar värmestrålning (yttemperatur) och som kan användas för att identifiera områden med risk för stark värme. De som i första hand är tillgängliga är Landsat 8 och ASTER som registrerar värmestrålning i 100 respektive 90 meters upplösning. Sentinel-3 samt Aqua och Terra har temperatursensorer men med en upplösning på 1 km, vilket är väl grovt för stadsplaneringstillämpningar.

Höjddata

För att kunna modellera betydelsen av träd, hus och terräng är det viktigt med information om höjder. Höjden kan man få från ett stort antal olika källor. Oftast kommer höjddata från laserpunktmoln från flygburen eller markbunden laser, fotogrammetrisk matchning av flygbilder eller från inmätning i fält.

Bebyggelse och huskroppar

Huskropparnas avgränsning i tre dimensioner är av stor betydelse för utbredningen av områden med risk för stark värme. Byggnadsdata kan variera mellan information om byggnadens geometriska avgränsning i två plan till fullständiga 3D-modeller. För modellering av temperatur är det viktigt att det finns 3D-information kopplat till husavgränsningarna även om det inte rör sig om fullständiga modeller.

Biotop och Träddata

Träd har stor betydelse för värme i stadsmiljöer eftersom de ger svalka. Träddata kan antingen samlas in genom trädinventeringar med information om position, art, stam- och krondiameter samt höjd för både stam och krona. Finns det inga trädinventeringsdata att tillgå så kan man från höjddata modellera fram flera av ovanstående parametrar, framför allt kan höjd, krondiameter och position bestämmas.



Modellresultat

Med information om träd, byggnader, marktäckning och topografi kan ett stort antal analyser göras. En enkel analys är en skugganalys, alternativt en sky-view analys för att beräkna hur solutsatt en plats är vid ett givet klockslag eller ackumulerat över en viss period.

Mer avancerade analyser tar hänsyn till hur solens strålar reflekteras och påverkar strålningstemperaturen på en plats. Ett exempel på en sådan analys är Solweig, som har utvecklats vid Göteborgs universitet och använts för analyser bland annat i Eskilstuna och Stockholm. Med Solweig kan man också modellera utifrån givna meteorologiska förutsättningar och modellera baserat på framtida klimat och olika scenarier. Det finns andra modeller som även tar hänsyn till att det i stadsmiljö kan bildas lokala värmeöar "Heat Islands" och lokala förändringar i vindriktning. Dessa är dock betydligt mer krävande ur ett modelleringsperspektiv, både vad det gäller parametrar och processorkraft.

GEOGRAFISKA INFORMATIONSBYRÅN

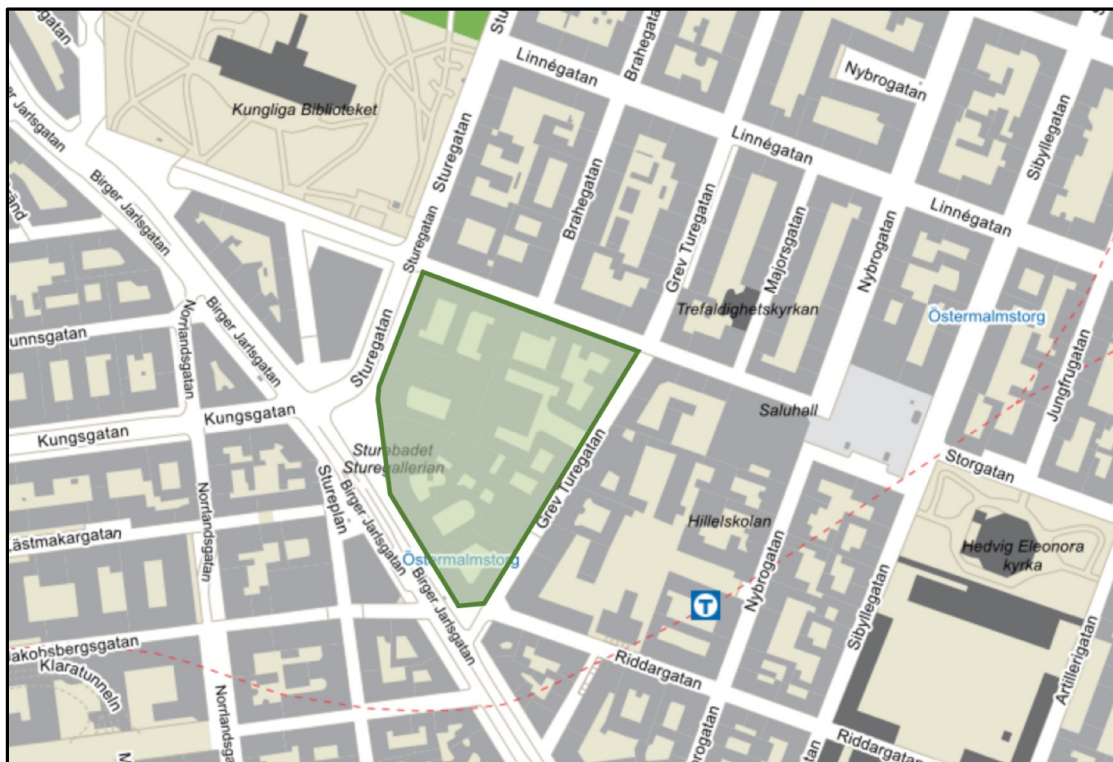
Fallstudie "kvarteret Sperlingens backe"

Kvarteret Sperlingens backe ligger i Östermalm på gränsen mot Norrmalm och är en del i Stockholm citys shoppingområde. Kvarteret Sperlingens backe avgränsas av Birger Jarlsgatan, Sturegatan, Humlegårdsgatan och Grev Turegatan (figur 2a).

Temperatur

Uppmätta ytemperaturer

Inom C/O City har en tidserie med Landsat 8 data tagits fram, som visar maxtemperaturen för varje pixel under 2013 till 2016. Resultatet är ett dataset som visar relativa temperaturskillnader mellan olika områden vid stark värme. Den rumsliga fördelningen av ytemperaturer på Östermalm, Norrmalm och i Vasastan visar på lägre relativa ytemperaturer i parker som Humlegården (23°C) och kyrkogårdar. Den täta stenstaden får högre värden och vattnets avkylande effekt blir tydlig (figur 2b). Kvarteret Sperlingens backe är en del av ett område med relativt förhöjd dagtemperatur (30°C), men är inte del av ett lokalt maximum (32°C). Nattetid blir mönstret annorlunda, vatten får en värmekvarhållande effekt och ytemperaturen blir låg på områden med hög värmeavstrålning. Kvarteret Sperlingens backe ligger i ett stråk med lägre ytemperaturer nattetid (figur 2c). Utifrån att mönstret nattetid och dagtid till delar tar ut varandra kan man varken säga att kvarteret Sperlingens backe bidrar negativt till förhöjda temperaturer eller positivt till sänkta temperaturer.



Figur 2a. Kvarteret Sperlingens backes geografiska avgränsning i grönt mellan Birger Jarlsgatan, Sturegatan, Humlegårdsgatan och Grev Turegatan.

GEOGRAFISKA INFORMATIONSBYRÅN



Figur 2b. Variation i maximal yttemperatur dagtid, uppmätt med Landsat



Figur 2c. Variation i maximal yttemperatur nattetid, uppmätt med Landsat 8 under 2013-2016

Strålningstemperatur

Stockholms stad har låtit genomföra en strålningstemperaturmodellering med modellverktyget Solweig (figur 3a-d). Resultaten visar att de mest utsatta delarna i anslutning till kvarteret Sperlingens backe är den korta sydvända gaveln i korsningen Birger Jarlsgatan och Grev Turegatan samt Stureplan. Det är de platser som har särskilt hög sannolikhet för stark värme (strålningstemperatur över 59,4°C). De djupa innergårdarna i kvarteret Sperlingens backe utgör svala refuger där solstrålningen inte når ner för att kunna värma upp mark och väggar. Det finns också träd på flera av gårdarna som bidrar till att skapa ett svalt klimat. Den arkitektoniska utformningen bidrar således till att skapa en miljö som dämpar risken för kraftig värme.



Figur 3a. Kvarteret Sperlingens backe i ortofoto med 25 cm upplösning.



Figur 3b. Medelstrålningstemperatur på typdag för värmebölja, variationen i bilden är strålningstemperatur på 29°-40°.



GEOGRAFISKA INFORMATIONSBYRÅN

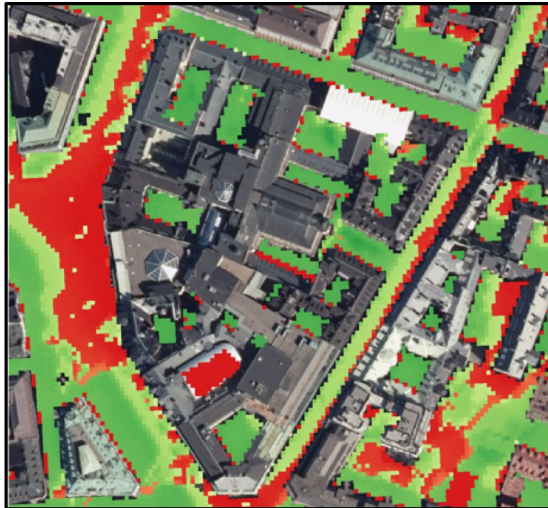


Figure 3c. Strålningstemperatur klockan 15 på eftermiddagen på typdag för värmebölja, variationen i bilden är strålningstemperatur på 32°-60,5°.

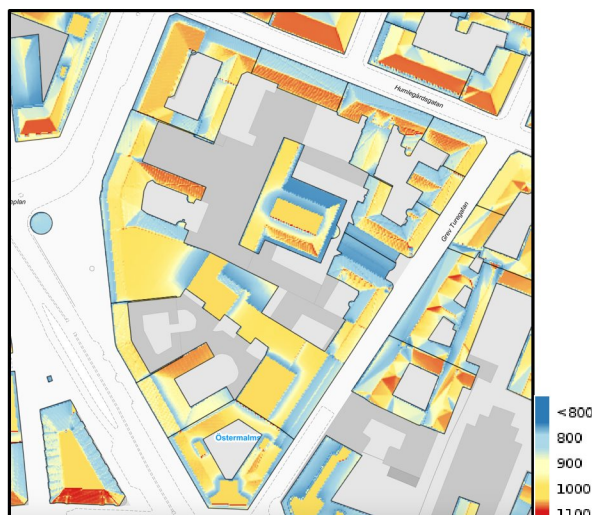


Figur 3d. Riskkarta med timmar över en strålningstemperatur som utgör stark värme (> 59,4°). Orange är mer än en timme och röd är mer än två.

Solinstrålning

Det finns en solkarta över Stockholm som Stockholms stad har beställt (figur 4). På den kan man se hur mycket solenergi som når ett specifikt tak. Om man tittar på kvarteret Sperlingens backe så är tydligt att inga av de befintliga taken är riktade för att optimalt fånga upp solens strålar, vilket ur ett temperaturperspektiv är fördelaktigt och tyder i likhet med uppmätta ytemperaturer och modellerade strålningstemperaturer på att bidraget till urbana värme-ö-effekter inte är särskilt stort i dagsläget.



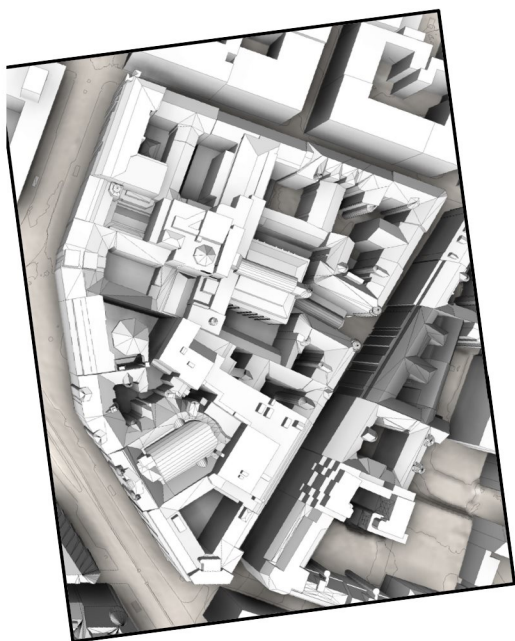


Figur 4. Solkartan över kvarteret Sperlingens backe som visar instrålningen av solenergi i kWh/m² och år. Hög solinstrålning visas med röd färg och ger då bättre förutsättningar för solenergi än tak med lägre instrålning som visas med blå färg

Planförslaget

Ombyggnaden av kvarteret Sperlingens backe kommer innebära att en del av taken höjs och att det tillkommer en del nya byggnadskroppar när kvarteret förtätas (figur 5 a och b). Miljöerna utanför kvarteret som öppenheten på Stureplan och korningen Birger Jarlsgatan och Grev Turegatan ligger utanför planområdet. Inom kvarteret så kommer de djupa innergårdarna till största delen bibehållas och takstrukturen se ut som den gör nu. En del av taken kommer höjas upp, men det kommer inte bli några stora förändringar när det gäller takvinklar i förhållande till solinstrålningen. De högre byggnaderna kommer att utgöra ett solfång och kan riskera förhöjda fasadtemperaturer, men de kommer å andra sidan ge en struktur med skugga som sänker temperaturerna på andra utsatta byggnadsdelar. I figur 5 b nedan ser man de tillkommande byggnaderna i olika färger. De kommer fortsättningsvis ha en till största delen nordsydlig orientering vilket minskar solexponering. De befintliga innergårdarna kommer att bibehållas förutom i den turkosa byggnaden nedan där innergården blir trängre, vilket leder till ytterligare skuggmiljö. Mellan den orangea och ljusgröna byggnaden tillkommer det en skuggig innergård. Det gula punkthuset som också särskiljer sig från den ursprungliga bebyggelsen kommer ha en liten yta exponerad mot syd och kommer bidra med skugga till bakomliggande hus och gårdar. En eventuell värmeeffekt med förhöjda strålningstemperaturer kan antas vid det gula husets västvägg utifrån hur den modellerade strålningstemperaturen var fördelad över Stureplan. Påverkan på stadsklimatet bör dock inte skilja sig nämnvärt från dagens bebyggelse.





Figur 5a. 3D-modell över nuvarande byggnader i kvarteret Sperlingens backe



Figur 5b. 3D-modell över de planerade byggnaderna i kvarteret Sperlingens backe. Bebyggelsestrukturen kommer till största delen bibehållas, men vissa av taken och byggnaderna kommer förändras. De färglagda byggnadskropparna är de tillkommande byggnaderna.

Sammanfattning och slutsats



- Ombyggnaden av kvarteret Sperlingens backe kommer sannolikt inte att påverka värmeförhållandena i kvarteret i nämnvärd omfattning. Huvudskälen till detta är att ombyggnationen i huvudsak inte kommer att förändra strukturen med innergårdar eller takens utformning och material.
- Ombyggnaden av kvarteret Sperlingens backe kommer sannolikt inte att påverka omgivande kvarter med urbana-värme-ö-effekter på annat sätt än det gör idag.
- Kvarteret Sperlingens backe är en del av ett stråk med stor andel hårdgjorda ytor och något förhöjd strålningstemperatur idag. Därför kan det finnas skäl att tro att värmestressen i ett förändrat klimat kommer att förvärras om inga åtgärder genomförs. Detta är generellt för de stråk och områden i den täta staden med förhöjda strålningstemperaturer. Det är tydligt att stadsdelar med få träd och parker som inte ligger nära vatten har högst strålningstemperatur under dagtid.
- Takens geometri och höjd efter ombyggnationen bör inte i sig ge någon ökad urban-värme-ö-effekt