

Sommar- temperaturen i Stockholm

Michael Norman

MILJÖFÖRVALTNINGEN I STOCKHOLM, NOVEMBER 2011



MILJÖFÖRVALTNINGEN

Förord

Denna utredning är genomförd på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholms Stad och beställare är Christina Wikberger.

Stockholm i november 2011

Michael Norman

Rapporten har granskats av: Kristina Eneroth

Uppdragsnummer:	201166
Daterad:	2011-11-10
Handläggare:	Michael Norman 076-12 28 933
Status:	Preliminär



Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 8136
104 20 Stockholm
www.slb.nu

Innehåll

Slutsatser	4
Bakgrund	5
Syfte.....	5
Mätstationer	5
Högdalen	5
Torkel Knutssongatan, taknivå på Södermalm.....	6
Norrländsgatan	6
Hornsgatan	6
Sveavägen	7
Beckholmen	8
Observatorielunden	8
Metodik.....	9
Somrarna 1984-2011	9
Somrarna 1997-2011	9
Somrarna 2009-2011	9
Sommaren 2011	9
Sommaren 1994	9
Resultat	10
Somrarna 1984-2011	10
Somrarna 1997-2011	10
Somrarna 2009-2011	13
Påverkan från fasad.....	15
Sommaren 2011	16
Sommaren 1994	18
Referenser.....	19

Slutsatser

Denna studie har studerat sommartemperaturen i Stockholm med fokus på de högsta temperaturerna. Till underlag har data från SLB's samtliga temperaturmätningar i Stockholm innerstad används. Där finns mätningar i taknivå på Södermalm, mätningar på gångbanorna på Sveavägen, Norrlandsgatan och Hornsgatan samt fasadmätningar på den norra sidan av Hornsgatan. Som komplement har även SMHI's mätdata från mätstationen i Observatorielunden används. Samtliga mätningar i innerstaden har jämförts med temperaturen vid SLB's meteorologiska mast belägen i en liten skogsdunge inom Högdalens industriområde. Under juli och augusti 2011 gjordes även mätningar av temperaturen på Beckholmen för att studera påverkan från vattnet på temperaturen.

28 års temperaturdata från taket på Södermalm visade att temperaturer över 30 grader är sällsynta och förekom endast under 0,14 % av de analyserade timmarna, temperatur över 28 grader under 0,8 % av timmarna och temperatur över 25 grader förekom under 4 % av timmarna.

Temperaturen i taknivå i staden och i Observatorielunden var i snitt knappt en grad högre än ute i Högdalen. Skillnaden ökade vid höga temperaturer och det var 1,5 grader varmare i taknivå och i Observatorielunden om temperaturen översteg 30 grader.

Samtliga mätningar på gångbanorna på trafikerade gator visade i genomsnitt 1 grad högre temperaturer än i Observatorielunden och i taknivå. Skillnaden mot Observatorielunden minskade däremot vid höga temperaturer förmodligen för att den öppna platsen i Observatorielunden värms mer vid riktigt höga temperaturer.

Mätningarna på Sveavägen visade att träden gav lägre temperaturer än på gator utan trädplantering. Skillnaden var inte så stor, som mest 0,5 grader, men visade en något ökande trend vid höga temperaturer. Vid riktigt höga temperaturer är temperaturen nästan lika hög i Observatorielunden som bland träden på Sveavägen.

Mätningar intill en sydvänd fasad på Hornsgatans norra sida visade på något högre temperaturer än på den norra gångbanan på Hornsgatan.

Mätningarna på Beckholmen visade att närheten till vattnet kyler ner luften med ca en grad jämfört med Observatorielunden och ca 1,5 grader jämfört med gångbanorna i innerstaden. Samtliga mätningar visade att den kylande effekten från vattnet ökade ju högre temperaturen var.

Den extremt varma sommaren 1994 visade att temperaturen på gator i Stockholm kan överstiga 33 grader. Däremot var skillnaden mellan centrala Stockholm och Högdalen inte större under denna extremt varma period än under andra värmeböljor.

Bakgrund

Temperaturen påverkar hälsan hos människor och kan i extrema fall leda till förhöjd dödlighet hos framförallt äldre och sjuka. Det finns flera vetenskapliga studier som visar på tydliga samband mellan de höga temperaturerna som uppmättes i franska städer och dödligheten under sommaren 2003. I tätbebyggda områden är temperaturen oftast högre än i omgivningen. Detta beror dels på de många olika värmekällorna som finns i en stad i form av byggnader, fordon och annat värmealstrande verksamhet. Dels på att bebyggelse oftast har lägre albedo än icke bebyggda områden. Det lägre albedot leder till att en mindre del av inkommande solstrålningen reflekteras än i omgivningen vilket leder till högre temperaturer i bebyggda områden. Dessutom saknas i städer ofta växtlighet, som har en förmåga att kyla luften vid höga temperaturer. Med hänsyn till att temperaturen i Stockholmsområdet förväntas att öka de kommande 100 åren (SMHI 2007) är det av allt större vikt att ta hänsyn till temperaturerna inuti städerna. T.ex. har Rosby centret vid SMHI beräknat en ökning av mediantemperaturen i östra Svealand med 3 grader för perioden 2071-2100 jämfört med 1960-1991.

Temperaturläget och det senaste årets meteorologiska mätningar presenteras varje år i årsrapporten för Stockholms stad och den senaste finns för år 2010, SLB-rapport 1:2011 (Burman och Norman 2010). Denna studie är ett komplement till dessa rapporter.

Syfte

Avsikten med denna rapport är att sammanfatta resultaten av 15 års temperaturmätningar i centrala Stockholm och jämföra med samtidiga mätningar utanför staden. Syftet är att undersöka hur temperaturen skiljer sig mellan centrala Stockholm och förortsmiljöer. Dessutom att studera hur temperaturen varierar inne i centrala Stockholm beroende på var mätningarna görs samt att försöka komma fram till vilka faktorer som påverkar temperaturen inom de bebyggda områdena i Stockholms stad. Mätningar har gjorts på flera olika typer av platser, t.ex. solbelysta gator utan växtlighet, gator med växtlighet, parker, taknivå samt förortsmiljö. Utifrån dessa mätningar dras slutsatser om vilka miljöer som under sommarperioder har störst risk att få höga temperaturer.

Mätstationer

SLB-analys har sedan 1984 mätt temperaturen i taknivå på Södermalm i centrala Stockholm. Från 1997 mätt temperaturen på sammanlagt 7 platser i Stockholms innerstad samt i en förortsmiljö. Däremot har inte alla platser mätts samtidigt. Som komplement till SLB's mätstationer har studien kompletterats med SMHI's mätningar av temperaturen i Observatorielunden i centrala Stockholm. Nedan beskrivs de olika mätstationerna utförligare och under vilka perioder mätningar har gjorts på de olika platserna.

Högdalen

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6571730, Öst-Väst 153517.4

SLB's huvudmast för meteorologiska indata till beräkningsmodeller är belägen i ett industriområde i anslutning till Högdalen avfallsanläggning. Mätningarna av temperaturer görs på ca 3 m höjd på norra gaveln av en mindre byggnad som är totalt ca 3,5-4 m hög. Huset ligger i anslutning till en mindre skogsdunge där de övriga meteorologiska parametrar mäts på en mätmast. P.g.a. dess närhet till industriområdet är stationen inte helt representativ för en skogsmiljö, men är relativt representativ för förortsmiljö. Fasaden där temperaturmätningarna görs ligger i skugga under i stort sett hela dygnet. Stationen startades 1988.



Torkel Knutssongatan, taknivå på Södermalm

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6577880, Öst-Väst 153291.8

Mätstationen för meteorologin ligger på taket till Torkel Knutssongatan 20. Under de inledande åren mätningar gjordes på ett närliggande tak som har bedömt ha samma temperaturer. Taket är 20 m över markytan och temperaturmätningen är 2 m över taket. Taket ligger helt fritt i samtliga vädersträck. Taket har byggts om under perioden, men tros inte ha påverkat mätningarna i någon större utsträckning. Takbeläggningen är numer mörk vilket vid svaga vindhastigheter kan leda till aningen högre temperaturer än om taket hade haft en annan färg. Annars är temperaturen representativ för taknivå i hela staden. Temperaturmätningarna startades 1984.



Norrlandsgatan

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6580158, Öst-Väst 154035.1

Mätningarna sker på ett mätskåp för luftkvalitet som är beläget på gångbanan på västra sidan mellan Birger Jarlsgatan och Kungsgatan. Gatan går i nord-sydlig riktning. Mätningarna görs ca 2,5 m över markytan och ca 3 m från den västra fasaden. Norrlandsgatan är en smal gata med en totalbredd av 15 m. Inga träd finns på gatan. Endast mitt på dagen är gatan vid mätstationen solbelyst. Mätningarna representerar en tät gata med mycket trafik. Temperaturmätningarna startades 2004.



Hornsgatan

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6578026, Öst-Väst 152769.4

Mätningarna på Hornsgatan görs på två olika platser. Den ena sitter på fasaden vid Hornsgatan 108. Mätningarna görs på ca 3 m höjd och 0,5 m från den oftast solbelysta fasaden åt söder. Fasaden har en gulaktig färg. Mätningarna där startades 1994. Den andra mätpunkten är placerad på en mätvagn placerad i en parkeringsruta utanför Hornsgatan 108. Mätningarna sker på ca 3 m höjd och ca 3 m från fasaden. Mätningarna av temperatur på mätvagnen startades 2009. Hornsgatan sträcker sig i öst-västlig riktning och under sommarhalvåret är gatan och framförallt fasaden på den norra sidan solbelyst hela dagarna. Gatan är ca 24 m bred vid platsen och är kraftigt trafikerad. Inga träd eller andra objekt som skuggar finns på platsen. Mätningarna på mätvagnen är representativ för en kraftigt trafikerad gata som är solbelyst utan träd. Jämförelse mellan de båda stationerna på Hornsgatan visar att fasadmätningarna inte är

representativa för gatan utan endast för temperaturen precis intill fasaden. Fasadmätningarna används därför endast för att visa på lokala skillnader.



Till vänster placeringen av mätutrustningen intill fasaden och till höger placeringen av temperaturmätningen på mätvagnen.

Sveavägen

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6580638, Öst-Väst 153314.6

Mätningarna sker på ett mätskåp för luftkvalitet vid Sveavägen 59. Sveavägen går i nord-sydligt sträckning. Avståndet mellan husfasaderna är ca 33 meter. Mätningarna sker på ca 3 m höjd över gångbanan på Sveavägens västra sida och ca 5 m från husfasaden. Sveavägen har träd och mätplasten ligger i skugga bakom större träd under i stort sett hela dagen. Under eftermiddagen ligger även mätstationen i skugga från de höga husfasaderna. Mätningarna representerar en väl trafikerad gata med stora utvecklade träd och den minst solbelysta sidan av gatan. Mätningarna av temperatur startades 1994.



Beckholmen

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6578443, Öst-Väst 155740.1

Mätningarna sker i anslutning till ett mätskåp för luftkvalitet högst upp på Beckholmen. Mätningarna är placerade ca 10 m från det sydöstra hörnet på ett större boningshus. Omgivningarna består av träd och trädgårdar och marken är gräsbevuxen. Under större delen av dagen ligger gräsytor runt stationen i skugga av stora träd i omgivningen. Mätstationen är placerad 100 m från vattnet som finns i sydöstlig riktning från mätstationen. Mätningarna startades 29 juni 2011.



Observatorielunden

Koordinater SWEREF 99, 1800: Nord-Syd 6580734, Öst-Väst 153130.7

Observatorielunden är SMHI's mätstation i centrala Stockholm. Den är belägen högst upp i Observatorielunden intill byggnaderna. Observatorielunden ligger 42 m över havsytan och ca 35 m över Sveavägen nedanför. Kullen är bevuxen med träd, men själva mätplatsen är belägen på en öppen yta bevuxen med gräs ca 10 m nordost om Observatoriet. Under förmiddagen ligger mätplatsen i skugga av träden, men dagtid under sommaren är den öppna platsen solbelyst. Under eftermiddagarna skuggas platsen av Observatoriet. Mätningarna görs 1,5 m över marken. Mätningarna är representativa för öppen mark i parkmiljö. Däremot är de uppmätta temperaturerna förmodligen aningen högre än om mätstationen hade varit placerad i en parkmiljö med större andel skugga av träden. Högden över den omkringliggande staden kan även påverka genom att temperaturen är något lägre än nere på gatorna. Vid Stockholms observatorium har väderobservationer utförts sedan 1756. SMHI's började logga temperaturen varje timme 1997.



Metodik

Data från taknivån på Södermalm har använts för en statistisk fördelning av temperaturerna.

Data under perioden 1997 till 2011 har använts för analysen av skillnader i uppmätt temperatur. Startåret 1997 har valts med anledning av att det är första året som SMHI har tillgängliga timdata från mätstationen i Observatorielunden. För samtliga analyser har endast data under juni, juli och augusti används. Det är de tre månader som statistiskt har de högsta temperaturerna även om värmeböljor undantagsvis även inträffar i maj eller september.

Dagtid har definierats som 08:00-19:00 och natttid 20:00-07:00.

Samtliga data från SLB's stationer är timmedelvärden. Det innebär att temperaturen loggas kontinuerligt under hela timmen och ett värde per timme levereras. SMHI's mätdata från Observatorielunden är däremot den momentana temperaturen vid den aktuella tidpunkten. Skillnaden i loggning av data kan ge upphov till skillnaden under enstaka tillfällen. Normalt varierar inte temperaturen särskilt mycket under korta tidsintervall och skillnaden är förmodligen i de flesta fall liten.

Analysen har gjorts i flera olika delar då data från de olika stationerna varit tillgängliga under olika tidsperioder. Då temperaturen till mycket stor del samvarierar mellan de lika mätstationerna är det av största vikt att vid jämförelse mellan olika stationen endast använda data då samtliga stationer som jämförs var i drift.

Mes statistiskt signifikant skillnad menas att medelvärdet skiljer sig åt med 95 % konfidensintervall.

Somrarna 1984-2011

Statistisk presentation av hur ofta höga temperaturer har uppmätts i taknivå på Södermalm under de 28 åren med tillgängliga data under sommarperioden. Ger en indikation på hur ofta höga temperaturer kan förväntas.

Somrarna 1997-2011

Jämförelse mellan Högdalen, Observatorielunden, taknivå på Södermalm och gångbanan på Sveavägen.

SMHI's temperaturmätningar i Observatorielunden har endast sparats timme för timme sedan 1997 och därför görs analysen för perioden 1997-2011.

Somrarna 2009-2011

Jämförelse mellan Högdalen, Observatorielunden, taknivå på Södermalm, gångbana Norrlandsgatan, gångbana Hornsgatan, gångbana Sveavägen samt fasadmätningarna på Hornsgatan.

Mätningarna på gångbanorna på Norrlandsgatan, Hornsgatan och Sveavägen var samtliga i drift sommaren 2009 och analysen är därför gjord under perioden 2009-2011.

Sommaren 2011

Jämförelse mellan Högdalen, Observatorielunden, taknivå på Södermalm, Beckholmen, gångbana Norrlandsgatan, gångbana Hornsgatan, samt gångbana Sveavägen.

Mätningarna på Beckholmen startades 29 juni och därför jämförs endast mätdata under perioden 29 juni till 31 augusti.

Sommaren 1994

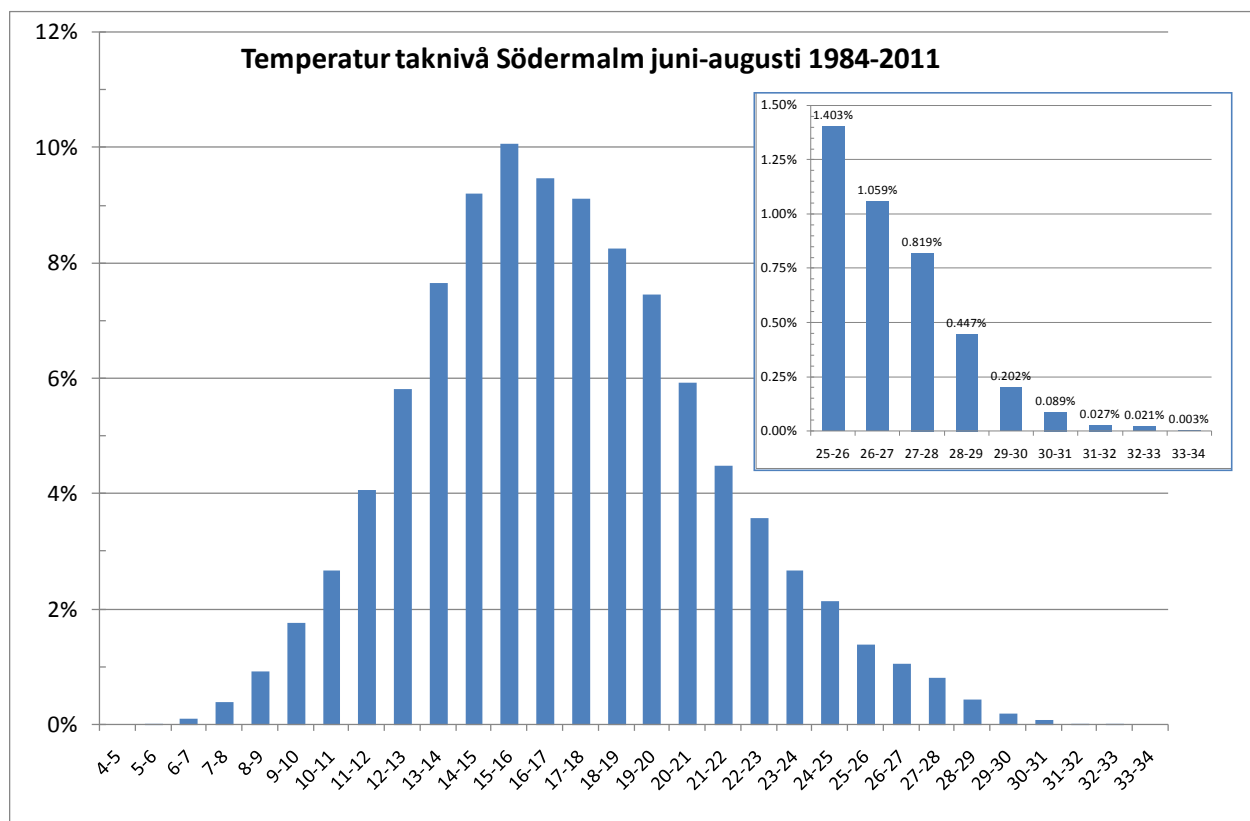
Jämförelse mellan Högdalen, taknivå på Södermalm och gångbanan på Sveavägen.

Sommaren 1994 var ovanligt varm och flera av temperaturrekorden för stationer i Stockholmsområdet kommer från den sommaren. En analys har därför gjorts för tillgängliga data för 6 juli till 31 augusti 1994 och anger mått på extremtemperaturer.

Resultat

Somrarna 1984-2011

Totalt 28 somrar med temperaturdata finns tillgängliga i taknivå på Södermalm. Fördelningen av temperaturen under juni-augusti under dessa somrar presenteras i Figur 1. De vanligaste förekommande temperaturerna är 15-16 grader med 10 % av timmarna. För denna studie är de höga temperaturerna av störst intresse och de har därför förstörats i figuren. Temperaturer över 25 grader har uppmätts i 4 % av timmarna under de 28 åren, temperatur över 28 grader under 0,8 % av timmarna och temperaturer över 30 grader uppträder endast i 0,14 % av timmarna. Slutsatsen är att riktigt höga temperaturer (dvs över 30 grader) är sällsynt förekommande i taknivå i Stockholm.



Figur 1. Statistisk fördelning av temperaturen i taknivå på Södermalm under juni-augusti under 1984-2011. Infällt finns en förstoring av den del av grafen som innehåller temperaturer över 25 grader.

Somrarna 1997-2011

Att temperaturdata till väldigt stor del samvarierar mellan de olika mätstationerna visas i Tabell 1 med r^2 värden över 0,94 för samtliga kombinationer mellan de olika dataseten. Medeltemperaturer samt extremvärden under perioden 1997-2011 presenteras i Tabell 2.

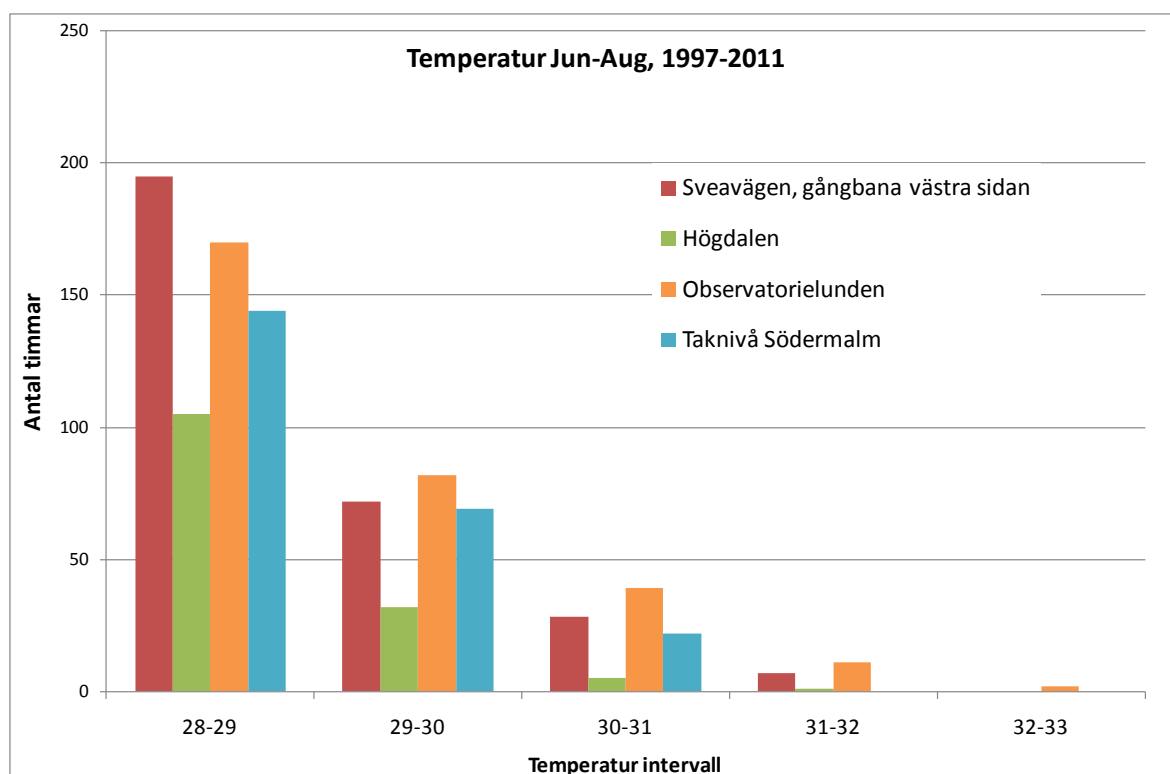
Tabell 1. Korrelationen mellan de olika dataserierna för juni-augusti 1997-2011. Korrelationen anges som r^2 .

	Högdalen	Sveavägen fasad västra sidan	Observatorielunden	Taknivå Södermalm
Högdalen	1,00			
Sveavägen, gångbana	0,94	1,00		
Observatorielunden	0,97	0,97	1,00	
Taknivå Södermalm	0,96	0,98	0,98	1,00

Tabell 2. Sammanställning av temperaturdata för juni-augusti 1997-2011. Samtliga temperaturer i grader Celsius. Alla skillnader i tabellen är statistiskt signifikanta (95 % konfidensintervall). Procenttalet i kolumnen för timmar över 30 grader anger hur stor del av tiden temperatur över 30 grader uppmättes.

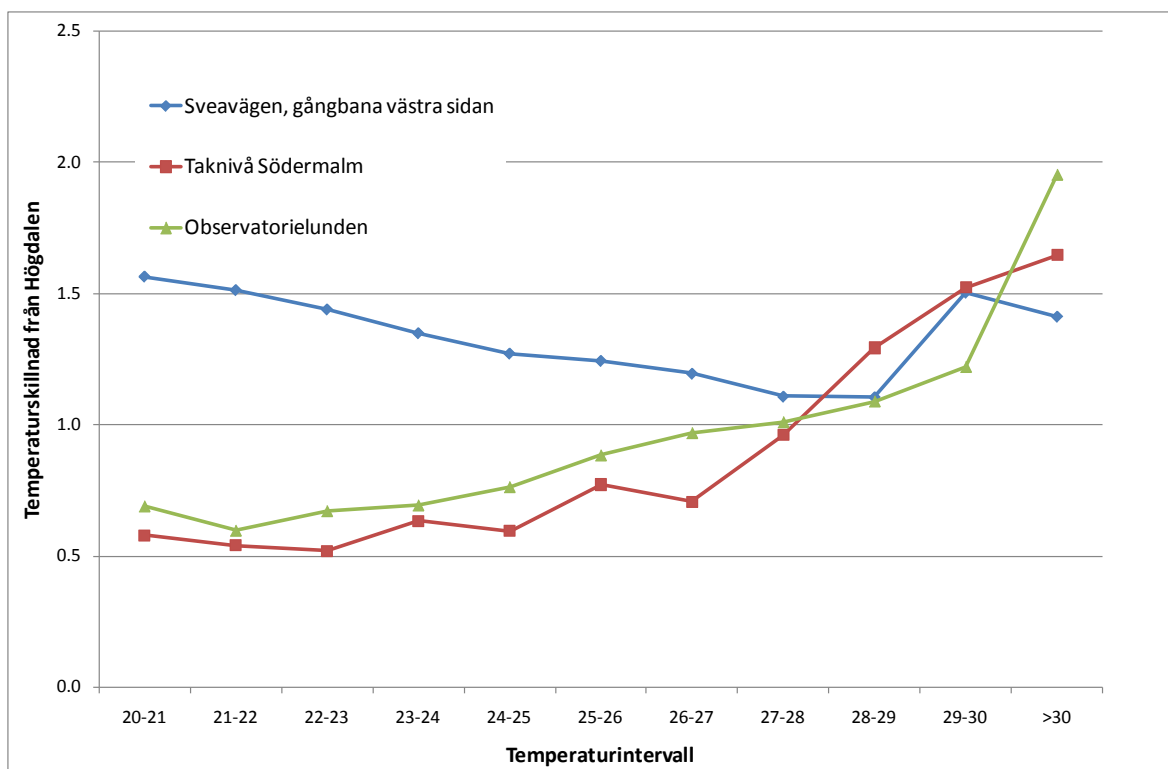
Station	Medel-temp.	Medeltemp. dagtid	Medel-temp. nattetid	Max	Antal timmar >28 ° C	Antal timmar >30 ° C	Antal mätvärden
Högdalen	16,6	18,7	14,5	31,0	143 (0,4 %)	6 (0,02 %)	33045
Taknivå Södermalm	17,3	18,9	15,7	30,4	235 (0,7 %)	22 (0,07 %)	32961
Observatorielunden	17,4	19,2	15,5	31,8	304 (0,9 %)	52 (0,16 %)	32548
Sveavägen, gångbana västra sidan	18,2	19,5	16,8	31,5	172 (0,5 %)	35 (0,11 %)	32890

De lägsta temperaturerna uppmättes i Högdalen utanför centrala Stockholm och de högsta temperaturerna i Observatorielunden och på Sveavägen. Genomsnittsskillnaden mellan Högdalen och Observatorielunden och taknivå på Södermalm var 0,8 till 1,0 grader. Om endast mätdata dagtid används minskar skillnaden till som mest 0,5 grader i genomsnitt. Nattemperaturen är tydligt lägre utanför staden (Högdalen) än vid de övriga stationerna. För denna studie är inte nattemperaturerna så intressant och analyseras inte ytterligare. Mätvärden från Sveavägen var signifikant högre i genomsnitt än de andra stationer och både dagtid och nattetid. Däremot var det fler timmar över både 28 och över 30 grader i Observatorielunden än på Sveavägen. På Sveavägen var det 35 timmar över 30 grader under perioden, vid Observatorielunden 52 timmar och endast 6 timmar i Högdalen.



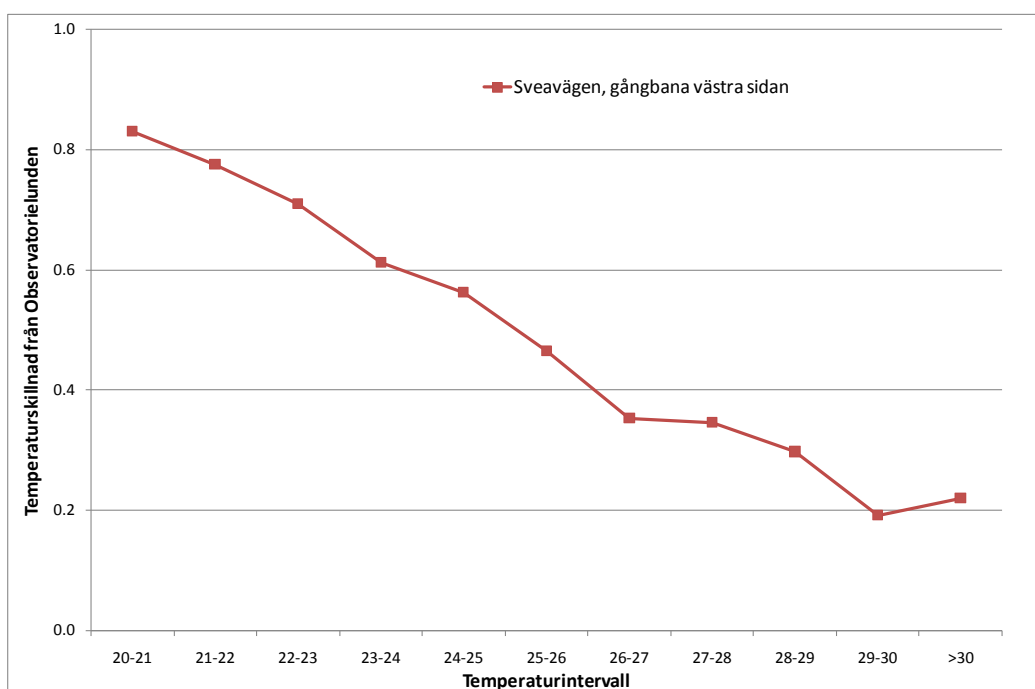
Figur 2. Antalet timmar med temperatur över 28 grader uppdelat per grad.

Samtliga uppmätta timmar över 28 grader presenteras i Figur 2. Överlägset minst timmar uppmättes vid Högdalen. Under några enstaka timmar har temperaturer över 31 grader uppmätts i Observatorielunden och på Sveavägen, men annars är de maximala temperaturerna under eller lika med 31 grader, se Tabell 2.



Figur 3. Skillnaden i temperatur mellan Högdalen och stationerna i centrala Stockholm under juni-augusti 1997-2011, för temperaturer över 20 grader.

Den genomsnittliga skillnaden i temperatur mellan Högdalen och stationerna i centrala Stockholm presenteras i Figur 3. Figuren är ett mått på hur stor skillnad det är mellan temperaturen i centrala Stockholm jämfört med en förort. I tagnivå på Södermalm samt i Observatorielunden är det ca 0,5 grader varmare än i Högdalen upp till temperaturer på 23 grader, men för högre temperaturer ökar temperaturskillnaden. För temperaturer över 30 grader blir skillnaden över 1,5 grader. Skillnaden mellan Sveavägen och Högdalen visar på en något sjunkande trend för högre temperaturer. Orsaken kan vara att träden på Sveavägen kylvärmer mer än träden kring Högdalen.



Figur 4. Skillnaden i temperatur mellan Observatorielunden och Sveavägen under juni-augusti 1997-2011, för temperaturer över 20 grader.

Den genomsnittliga skillnaden i temperatur mellan Observatorielunden och Sveavägen presenteras i Figur 4. Figuren är ett mått på skillnaden i temperatur mellan en park och en gatustation i centrala Stockholm. Skillnaden mellan Sveavägen och Observatorielunden minskar vid ökande temperaturer, men temperaturen är trots det högre på Sveavägen än i Observatorielunden. Förmodligen kyls träden på Sveavägen relativt mer vid höga temperaturer än vad träden i Observatorielunden gör.

Analysen över perioden 1997 till 2011 visar på mycket tydlig effekt av staden på temperaturen. I genomsnitt är temperaturen i parker och i taknivå i centrala Stockholm 1 grad högre än i ett förortsområde. Skillnaden ökar med högre temperaturer och var i genomsnitt 1,5 grader högre i parken och i taknivå än ute i förorten om temperaturen övertiger 30 grader. Sveavägen är en gata där mätningarna skett på västra sidan som nästan aldrig är solbelyst och en gata med träd på gångbanan. Där är temperaturskillnaden från förorten Högdalen konstant med cirka 1,5 grader och sjunker något med högre temperaturer i innerstaden. Det visar på att skuggiga gångbanor med växtlighet i närheten mycket sällan uppmäter höga temperaturer.

Studien visade även att en solbelyst öppen plats i Observatorielunden uppmäter samma eller något högre temperaturer än en trafikerad gata med stora utvecklade träd om temperaturen var riktigt hög.

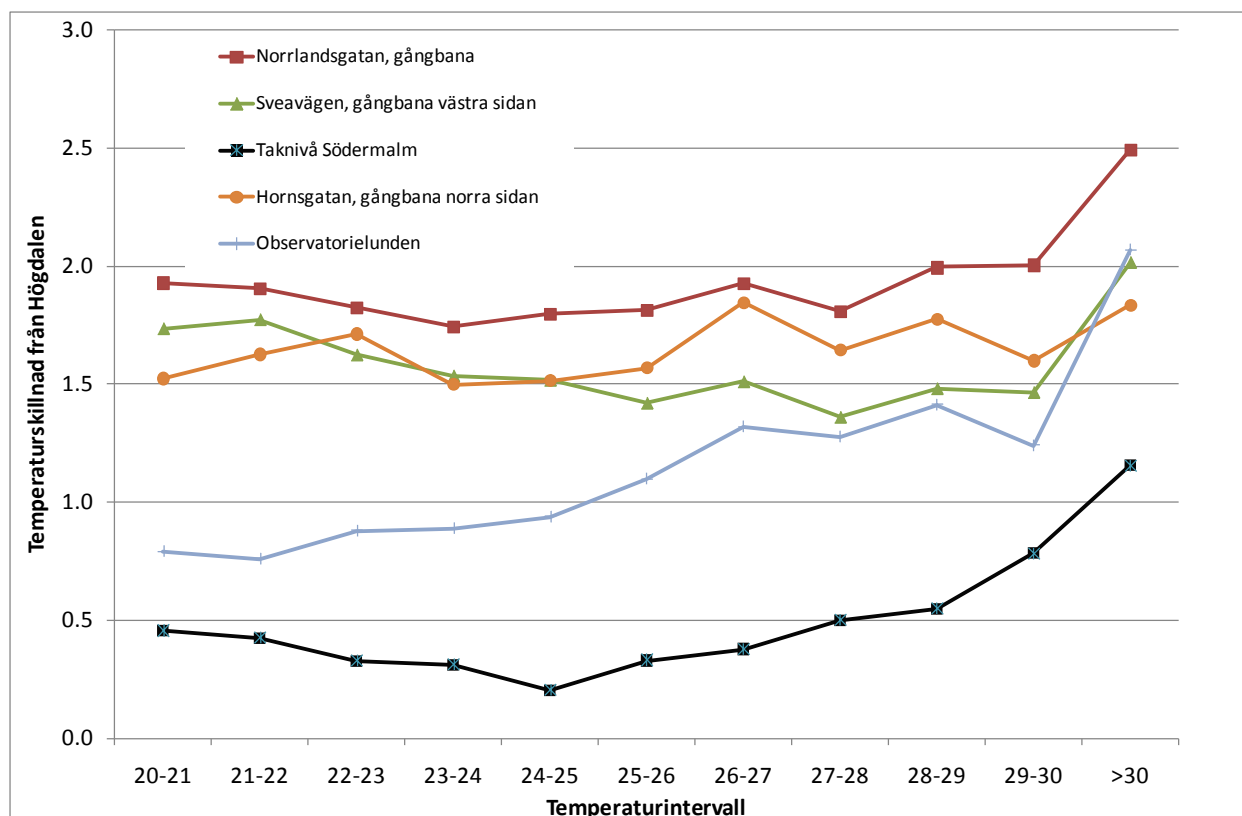
Somrarna 2009-2011

Medeltemperaturer samt extremvärden under perioden juni-augusti 2009-2011 presenteras i Tabell 3. Analysen innehåller betydligt färre timmar med temperaturer över 30 än analysen ovan. Bland annat uppmättes inga temperaturer över 30 vid Högdalen under dessa tre somrar. Samtliga mätningar inne i centrala Stockholm visar på tydligt högre temperaturer än vid Högdalen utanför staden. Gatustationerna visar samtliga minst en grad högre temperatur och flera fall nästan två graders skillnad från Högdalen. I genomsnitt är skillnaden något mindre under dagtid beroende på lägre temperaturer vid Högdalen nattetid. De maximala temperaturerna uppmättes intill den solbelysta fasaden på Hornsgatan, men även Norrlandsgatan uppmätte temperaturer på 32 grader.

Tabell 3. Sammanställning av temperaturdata för juni-augusti 2009-2011. Alla skillnader i tabellen är statistiskt signifikanta (95 % konfidensintervall). Procenttalet i kolumnen för timmar över 30 grader anger hur stor del av tiden temperatur över 30 grader uppmättes.

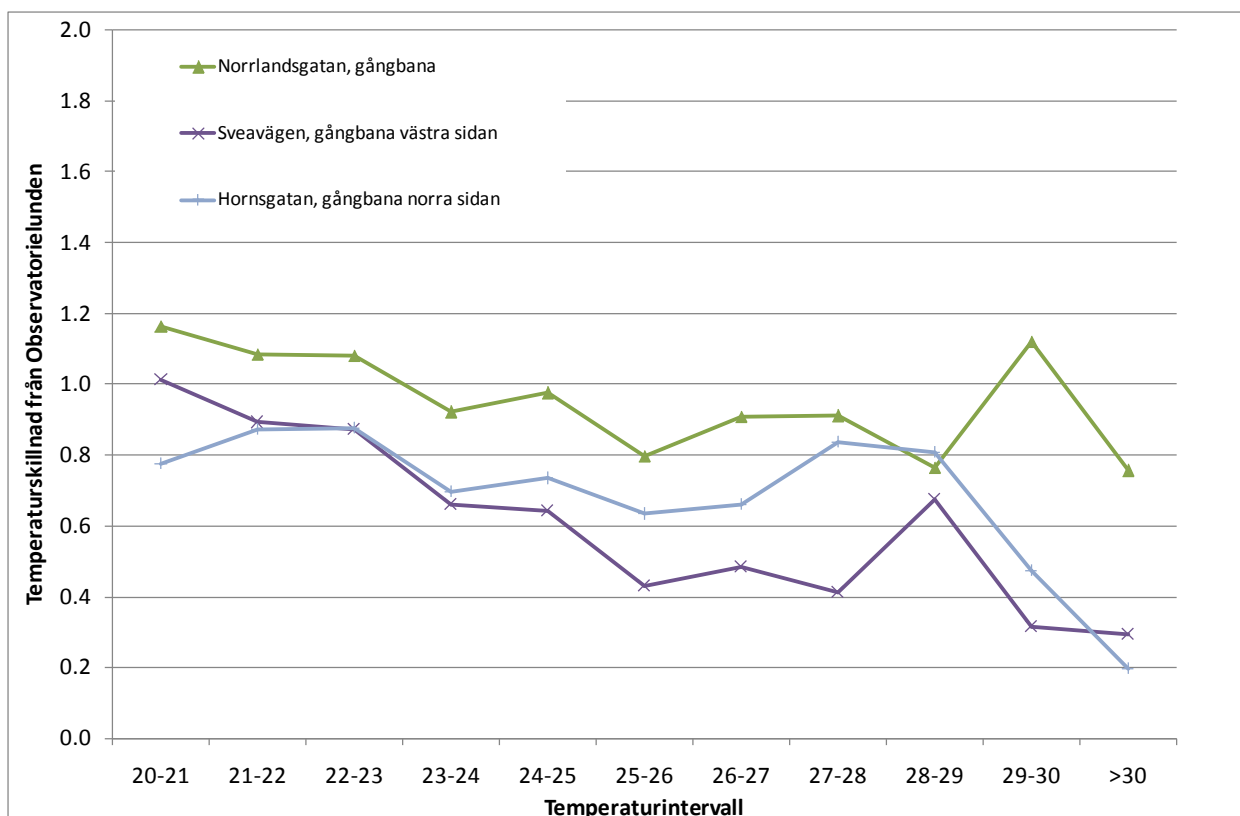
Station	Medeltemp.	Medeltemp. dagtid	Medeltemp. nattetid	Max	Antal timmar >28 ° C	Antal timmar >30 ° C	Antal mätvärden
Högdalen	16,7	18,6	14,8	29,5	20 (0,3 %)	0	6624
Taknivå Södermalm	17,3	18,8	15,8	30,4	27 (0,4 %)	2 (0,03 %)	6543
Observatorielunden	17,5	19,3	15,6	31,8	47 (0,7 %)	15 (0,23 %)	6617
Sveavägen, gångbana västra sidan	18,4	19,7	17,1	31,2	58 (0,9 %)	16 (0,24 %)	6600
Hornsgatan, gångbana norra sidan	18,1	19,7	16,5	31,4	59 (0,9 %)	11 (0,17 %)	6474
Norrlandsgatan, gångbanan västra sidan	18,5	19,9	17,1	32,0	81 (1,2 %)	18 (0,27 %)	6609

Den genomsnittliga skillnaden i temperatur mellan Högdalen och stationerna i centrala Stockholm presenteras i Figur 5. Skillnaden från Högdalen mot taknivå på Södermalm och i Observatorielunden överensstämmer med studien ovan. Samtliga mätningar på gångbanorna är i genomsnitt 1,5-2 grader varmare än Högdalen. Fasadmätningarna på den solbelysta fasaden på Hornsgatans norra sida visar på högst skillnad. Skillnaden överstiger 3 grader för temperaturer över 30 grader.



Figur 5. Skillnaden i temperatur mellan Högdalen och stationerna i centrala Stockholm under juni-augusti 2009-2011, för temperaturer över 20 grader.

Den genomsnittliga skillnaden i temperatur mellan Observatorielunden och gatustationerna i centrala Stockholm presenteras i Figur 6. Den visar att samtliga gatustationer har högre temperaturer än Observatorielunden. Skillnaden mellan Observatorielunden och de olika gångbanemätningarna är mellan en halv och en grad. Fasaden på Hornsgatan visar högst temperaturskillnad, och skillnaden från Observatorielunden ökar med ökande temperaturer. Skillnaden överstiger 1,5 grader för temperaturer över 27 grader. Från Figur 6 kan även skillnaden mellan gångbanemätningarna och fasadmätningarna på Hornsgatan delvis utläsas. I genomsnitt uppmättes samma temperatur vid fasaden som på gångbanan (Tabell 3). Däremot finns det tydliga skillnader för höga temperaturer. Skillnaden ökar med ökande temperaturer och uppgår till drygt en grad för temperaturer över 26 grader. Skillnaden orsakas av att solen lyser på fasaden som värms upp och avger värme som inte kommer gångbanans mätning tillgodo. Av Figur 6 framgår även att Norrandsgatan har något högre temperaturer än gångbanorna på Sveavägen och Hornsgatan. Det kan vara orsakat av att Norrandsgatan är smalare vilket håller kvar den varma luften mer effektivt, men det kan även vara så att träden på Sveavägen gör att temperaturerna där hålls lägre än på Norrandsgatan.

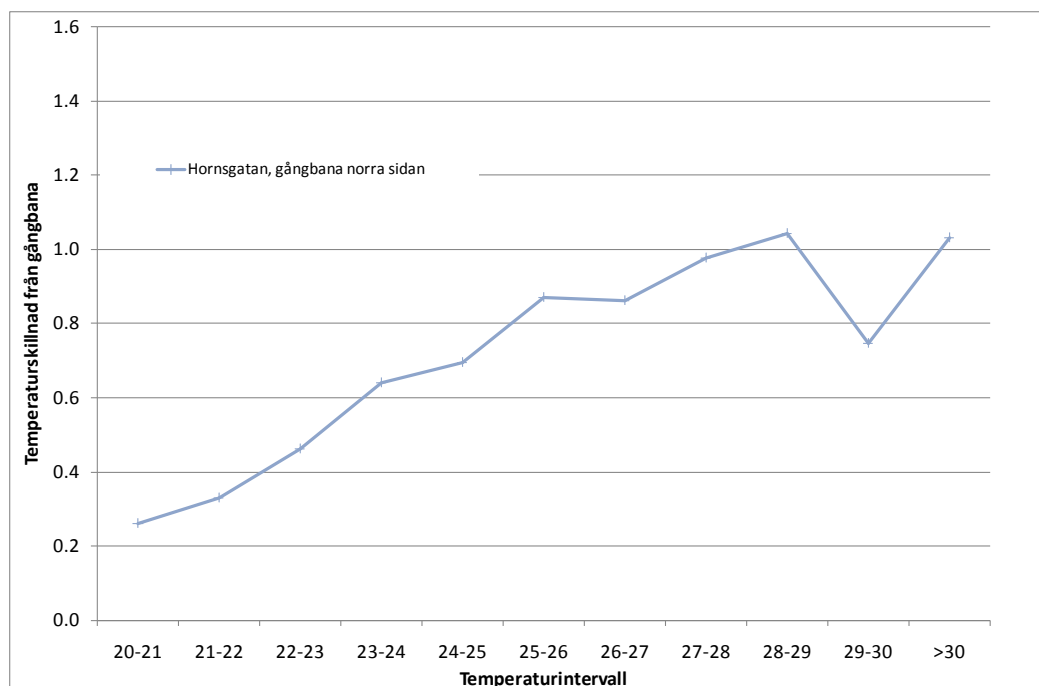


Figur 6. Skillnaden i temperatur mellan Observatorielunden och gatustationerna i centrala Stockholm under juni-augusti 2009-2011, för temperaturer över 20 grader.

Studien visade att samtliga mätstationer i centrala Stockholm har mer än en grad högre temperaturer jämfört med förortsmiljön i Högdalen, med undantag av taknivå på Södermalm. Gatustationerna visade i snitt en grad högre temperaturer än Observatorielunden, men en tendens till att skillnaden minskade vid högre temperaturer. Studien visar också att en gata med träd i snitt har lägre temperaturer än gator utan träd.

Påverkan från fasad

Sedan sommaren 2009 har mätningarna både på gångbanan och intill fasaden på Hornsgatan varit i drift. Under de 3 somrarna kan en jämförelse göras av temperaturen 3 m från fasaden jämfört med temperaturen intill fasaden. Under nätterna och för temperaturer under 20 grader så uppmättes i stort sett samma temperaturer intill fasaden som på gångbanan. Däremot när temperaturen överstiger 20 grader så är det varmare intill fasaden än på gångbanan. Dessutom blir temperaturen intill fasaden ännu högre om temperaturen stiger ytterligare. Detta illustreras i Figur 7. Där visas till exempel att om temperaturen överstiger 27 grader var det en grad varmare intill fasaden jämfört med gångbanan. Den sydvända fasaden på Hornsgatan är inte representativ för temperaturerna på gångbanorna där människor normalt vistas. Däremot visar den att intill en oskyddad sydvänd fasad lokalt kan temperaturen bli över en grad varmare än på den intilliggande gångbanan.



Figur 7. Skillnaden i temperatur mellan fasaden och gångbanan på Hornsgatan under juni-augusti 2009-2011, för temperaturer över 20 grader.

Sommaren 2011

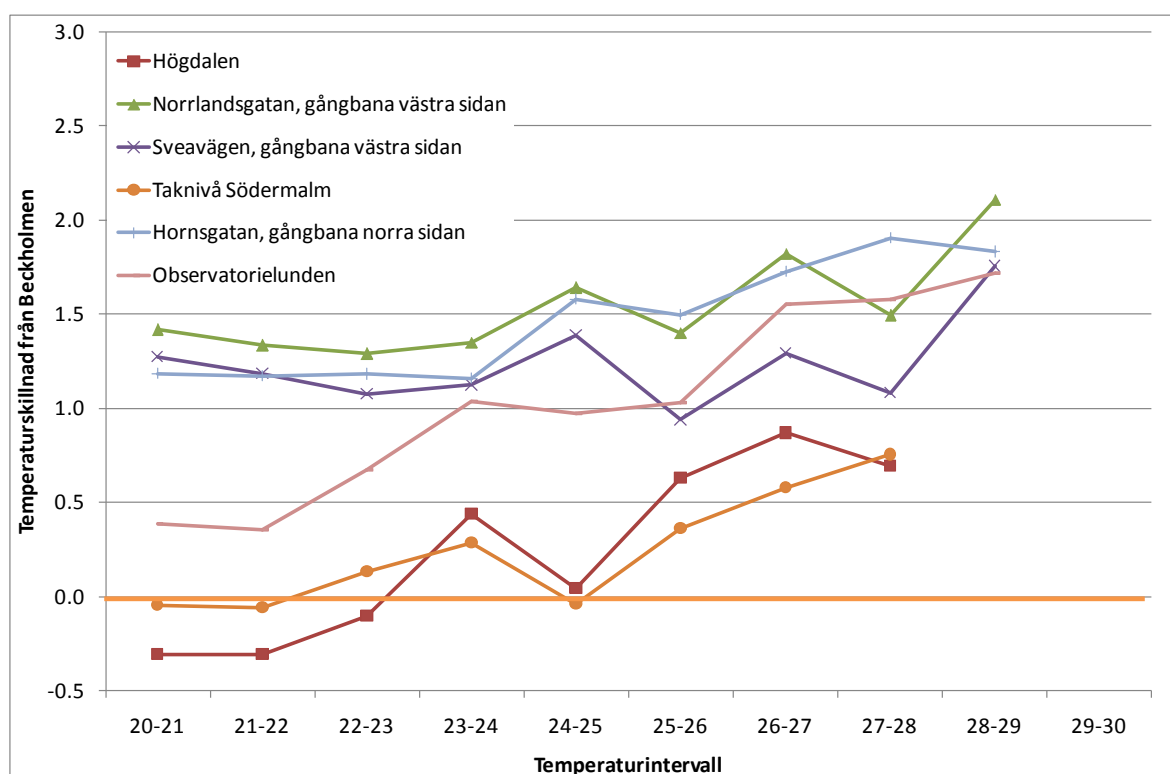
Under slutet av juni 2011 kompletterades de övriga mätningarna i centrala Stockholm med en temperaturmätning på Beckholmen. Analyser nedan visar på de skillnader som uppmättes i temperaturen på Beckholmen jämfört med de övriga stationerna från 29 juni till 31 augusti 2011. En sammanställning av temperaturdata under perioden finns i Tabell 4. Sommaren 2011 innehöll inga extremt höga temperaturer vilket visas av att ingen mätstation uppmätte några temperaturer över 29 grader. Av den orsaken kan inte vattnets påverkan på temperaturen på Beckholmen utvärderas för de extrema temperaturerna. Beckholmen uppvisade signifikant lägre temperaturer än samtliga mätstationer i Stockholm innerstad placerade i gatumiljö (samtliga skillnader är statistisk signifikanta med 95 % konfidensintervall). I snitt en grad lägre temperaturer uppmättes på Beckholmen än i gatumiljö, men skillnaden för maxvärdena skiljer oftast två grader. Temperaturen på Beckholmen var i genomsnitt likartad med temperaturen i taknivå på Södermalm och i Observatorielunden. Däremot uppmättes i Observatorielunden högre högsta temperaturer än på Beckholmen, vilket visar att vattnet kyler mer än en park.

Tabell 4. Sammanställning av temperaturdata för 29 juni - 31 augusti 2011.

Station	Medeltemp., ° C	Medeltemp. dagtid, ° C	Medeltemp. natttid, ° C	Max, ° C	Antal timmar >28 ° C	Antal mätvärden
Högdalen	17,6	19,4	15,8	27,6	4 (0,3 %)	1523
Beckholmen	18,1	19,5	16,7	27,0	1 (0,07 %)	1523
Taknivå Södermalm	18,2	19,5	16,8	27,5	2 (0,13 %)	1523
Observatorielunden	18,3	20,0	16,6	28,3	6 (0,4 %)	1522
Sveavägen, gångbana västra sidan	19,4	20,5	18,1	28,5	7 (0,5 %)	1523
Hornsgatan, gångbana norra sidan	19,1	20,6	17,7	29,0	13 (0,85 %)	1523
Norrländsgatan, gångbanan västra sidan	19,4	20,7	18,0	28,8	10 (0,7 %)	1523

Den genomsnittliga skillnaden i temperatur mellan samtliga mätstationer och Beckholmen presenteras i Figur 8. Figuren visar entydigt att vid temperaturer över 23-24 grader uppmäter samtliga stationer högre temperaturer än Beckholmen. T.ex. i temperaturintervallet 23-24 grader uppmättes vid Observatorielunden ca en halv grad högre temperatur jämfört med Beckholmen, men om temperaturen överstiger 27 grader ökar denna skillnad till att vara drygt 1,5 grader. På gångbanorna på Hornsgatan och Norrländsgatan var temperatur nästan 2 grader högre än på Beckholmen om temperaturen översteg 28 grader.

Då temperaturen under sommaren 2011 saknade temperaturer upp emot och över 30 grader är det svårt att direkt jämföra med de andra studierna ovan. Däremot visar samtliga kurvor i Figur 8 ökande skillnader vid ökande temperaturer. Det är därför mycket troligt att skillnaden skulle varit ännu större om temperaturen varit högre sommaren 2011. I studien har dessutom ingen sortering för olika vindriktningar gjorts. Vid sydlig vind är Beckholmen betydligt mer påverkad av det kringliggande vattnet än vid nordlig vind. Det är därför också troligt att den kylande effekten vid vind från vattnet t.o.m. är större än de två grader som observerades i snitt vid temperaturer över 28 grader då alla vindriktningar togs med.



Figur 8. Skillnaden i temperatur mellan samtliga mätstationer och Beckholmen under 29 juni – 31 augusti 2011, för temperaturer över 20 grader.

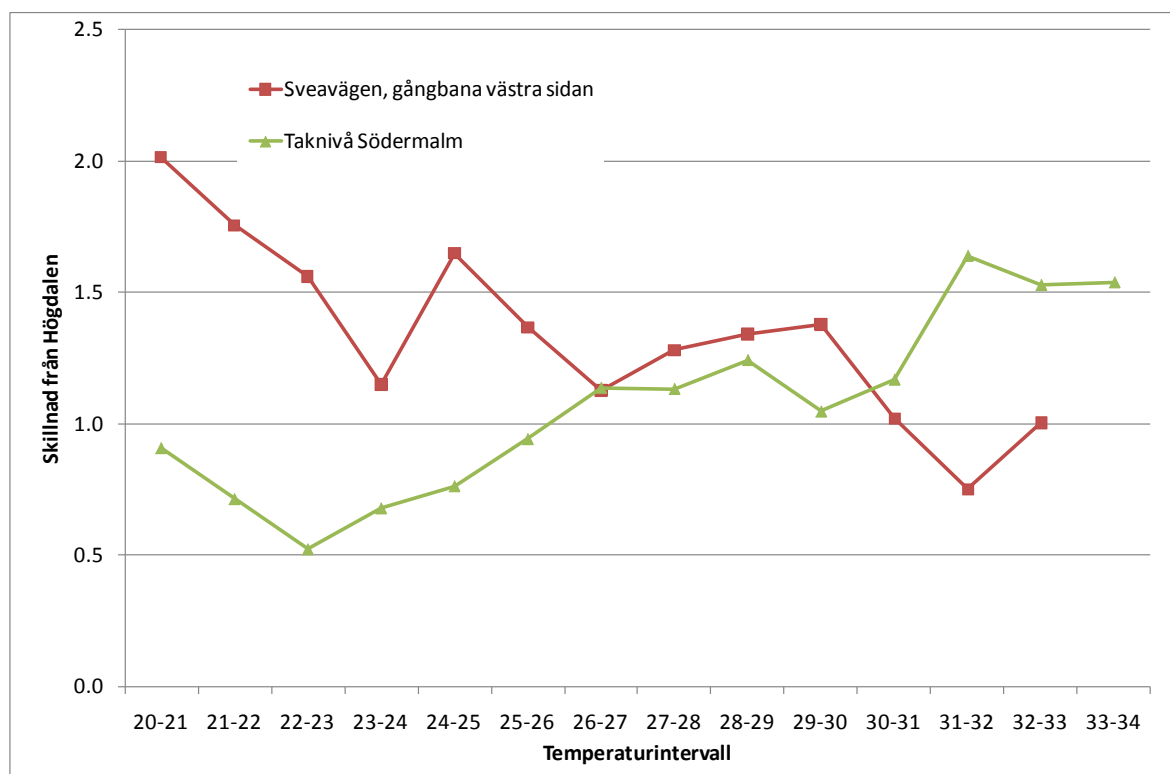
Sommaren 1994

Sommaren 1994 innehöll en del för Stockholm extrema temperaturer. En sammanställning presenteras i Tabell 5. Av den framgår att så många som drygt 40 timmar hade temperaturer över 30 grader i taknivå på Södermalm och att de högsta temperaturerna översteg 33 grader. Även ute i Högdalen var temperaturen vid flertalet tillfällen över 30 grader.

Tabell 5. Sammanställning av temperaturen för 6 juli till 31 augusti 1994.

Station	Medeltemp., ° C	Medeltemp. dagtid, ° C	Medeltemp. nattetid, ° C	Max, ° C	Antal timmar >28 ° C	Antal timmar >30 ° C	Antal mätvärden
Högdalen	18,5	20,5	16,5	32,0	56 (4,1 %)	21 (1,6 %)	1352
Taknivå Södermalm	19,4	21,3	17,6	33,5	78 (5,8 %)	41 (3,0 %)	1352
Sveavägen, gångbana västra sidan	20,1	21,6	18,5	33,0	67 (5,0 %)	34 (2,6 %)	1334

Skillnaden i temperaturen vid Högdalen och på Sveavägen samt i taknivå på Södermalm visas i Figur 9. Endast en sommar finns med som data och det statistiska underlaget är därför begränsat. Denna figur kan jämföras med Figur 3 som innehåller betydligt större mängd data. Resultaten är tämligen likvärdiga genom att vid höga temperaturer är temperaturen i taknivå på Södermalm ca 1,5 grader högre än vid Högdalen. Den skuggiga gångbanan på Sveavägen visar på en mindre skillnad mot temperaturen i Högdalen under de högsta temperaturerna och understiger t.o.m. 1 grad för temperaturer över 31 grader.



Figur 9. Skillnaden i temperatur mellan Högdalen och stationerna i centrala Stockholm under 7 juli – 31 augusti 1994, för temperaturer över 20 grader.

Analysen av de extrema temperaturerna under sommaren 1994 visar att temperaturen i innerstaden tydligt är högre än i förorten. Däremot visar de inte att skillnaderna skulle vara högre vid temperaturer betydligt över 30 grader än för temperaturen precis under 30 grader.

Referenser

Burman, L., Norman, M., 2011. Luften i Stockholm. Årsrapport 2010. SLB rapport 1:2011.
http://slb.nu/slb/rapporter/pdf8/slb2011_001.pdf

SMHI, 2007. Sveriges klimat i framtiden. Rossby centrets beräkningar av framtida klimatet Sverige.
<http://www.smhi.se/klimatdata/klimatscenarier/klimatanalyser/Sveriges-lans-framtida-klimat-1.8256>



är en enhet vid Miljöförvaltningen i Stockholm som

- utreder
- mäter
- beräknar
- informerar

avseende kvalitet på utomhusluft. SLB-analys genomför även externa uppdrag vad gäller luftkvalitet.

ISSN 1400-0806

SLB-analys

Miljöförvaltningen i Stockholm

Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4. Box 8136, 104 20 Stockholm

Tel 08-508 28 800, dir. SLB-analys 08-508 28 880

URL: <http://www.slb.nu>