

Värmekartläggning över Stockholms län

Faktablad 2019:11



Länsstyrelsen
Stockholm

Värmekartläggning av Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholms län har tagit fram en värmekartläggning över länet baserad på satellitdata.

Värmekartläggningen visar högsta uppmätta yttemperatur och är tillgängligt i Länsstyrelsens WebbGIS samt i geodatakatalogen. I detta faktablad beskrivs hur värmekartläggningen har tagits fram och hur den kan användas.

Planera för ett varmare klimat

Länsstyrelsen i Stockholms län har i uppdrag att samordna det regionala arbetet med klimatanpassning. I uppdraget ingår att stödja kommunernas klimatanpassningsarbete och analysera hur länet påverkas av klimatförändringarna. Som ett led i detta ska Länsstyrelsen ta fram underlag för ökad kunskap och planering. Ett framtida klimat med högre årsmedeltemperatur för med sig fler perioder med hög värme. Det finns därför behov av ett underlag som på ett enkelt sätt geografiskt åskådliggör stark värme och de relativa skillnaderna i kommunernas olika

bebyggelsemiljöer. Geografiska informationsbyrån har på uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län tagit fram en enklare värmekartläggning över hela länet som visar högsta uppmätta yttemperatur baserad på satellitdata.

Användbart inom såväl fysisk planering som beredskap

Värmekartläggningen är användbar i flera olika verksamhetsområden. Exempelvis lämpar sig materialet för att identifiera värmeöar eller analysera skillnader mellan olika bebyggelsetyper och strukturer. Det är möjligt att studera hur inslag

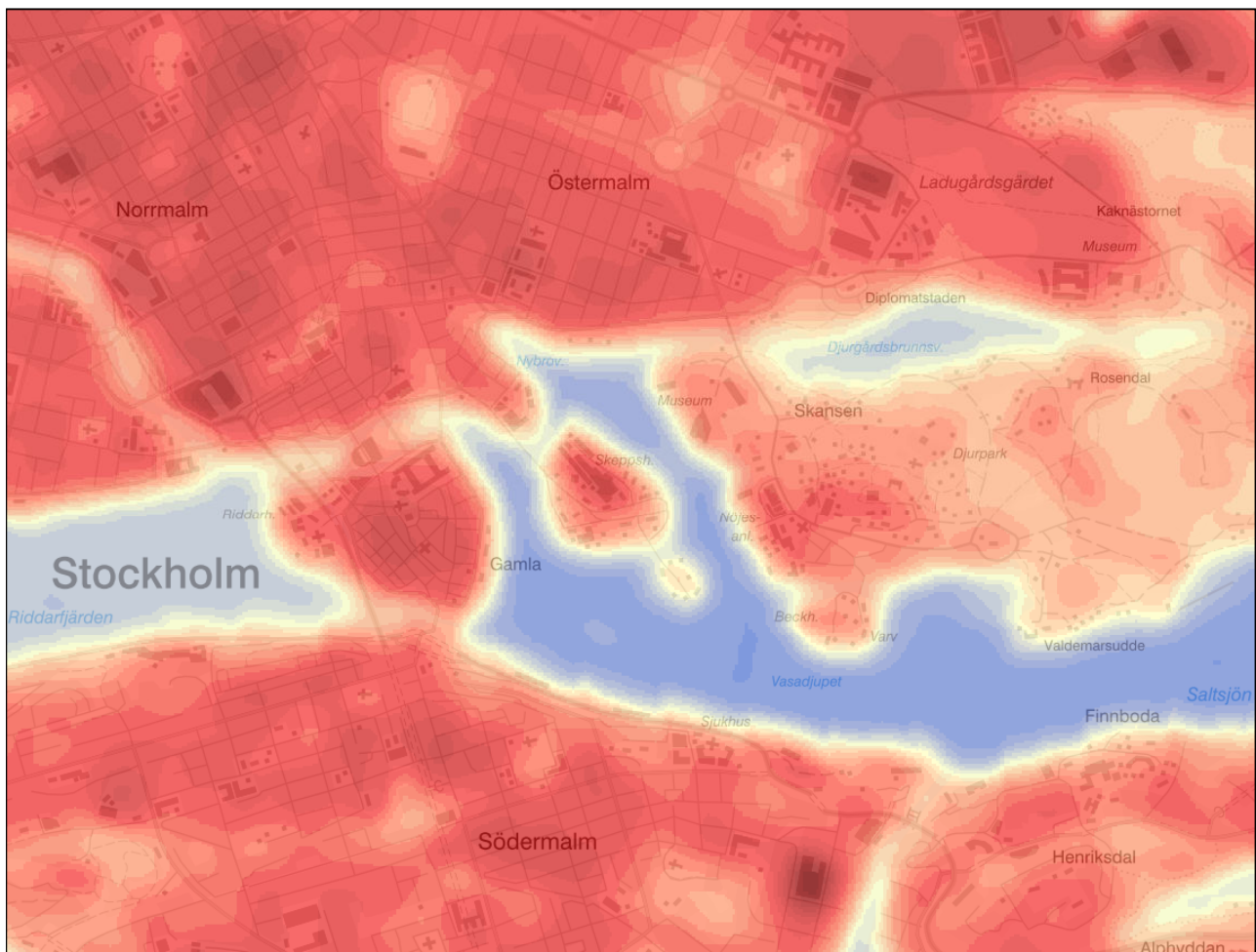
av olika typer av vegetation i en stadsmiljö påverkar temperaturen samt förutse hur yttemperaturerna i ett visst område kan komma att förändras om ett grönområde omvandlas eller tas bort. Kartläggningen kan även vara användbar för att utvärdera åtgärder som har genomförts – bidrog dessa till att sänka temperaturen i området? I arbetet för att ha en bättre beredskap inför och under en värmebölja kan det studeras huruvida sårbara verksamheter som sjukhus, vårdcentraler och äldreboenden ligger inom särskilt varma områden. Om detta identifieras kan förebyggande åtgärder genomföras eller beredskapsplaner tas fram.

Till skillnad från det flertal modellerade värmekartläggningar som gjorts i Sverige, oftast över begränsade områden, ger analys från satellit en ögonblicksbild av yttemperaturen över stora arealer. Upplösningen 100 meter är låg så effekter från enskilda objekt kan inte utläsas. Däremot kan tydliga skillnader ses mellan större sammanhängande områden av en viss typ, med en viss struktur och fördelning av grönska jämfört med hårdgjorda ytor. Skogar ger en annan yttemperatur jämfört med öppen mark, villabebyggelse jämfört med innerstad eller vatten jämfört med land.

En varm dag kan temperaturen variera stort beroende på hur mycket alternativt lite vegetation det finns i närområdet och hur hög den är. Öppna gräsbevuxna fält blir varmare än skog. Urbana, hårdgjorda områden blir ofta väldigt varma, vilket syns i kartläggningen då tätorterna framträder som varmare än omgivningen. Figur 1 visar värmekartläggningen över centrala Stockholm. I Humlegården med sina höga träd är yttemperaturen cirka 5 grader lägre än omkringliggande hårdgjorda områden. Det är även tydligt att vattnet har en avkylande effekt för de närliggande områdena. Nedan beskrivs exempel på parametrar som påverkar yttemperaturen:

- Träd ger både skugga och avdunstning, två viktiga faktorer som förklarar att skog är svalare än gräsmark.
- Mycket träd i bostadsområden ger svalare ute- och innetemperaturer.
- När mängden träd och dess höjd minskar ökar temperaturen.
- I miljöer med få träd och stora öppna och hårdgjorda ytor ökar värmen snabbare.
- I trädfria miljöer med platta och svarta tak blir värmen kraftig redan på förmiddagen.

Figur 1. Värmekartläggning över centrala Stockholm



Värmekartläggning framtagen utifrån satellitdata

Indata till analysen består av uppmätt strålningsvärme vid markytan. Det är fritt tillgängligt satellitdata från satelliten Landsat-8, Band 10; TIRS – Thermal Infrared sensor, som med 100 meters upplösning registrerar våglängder kring 11 μm (mikrometer). Satellitdata finns tillgängligt i olika stadier av vidareförädling:

- **Markreflektanskalibrerade data:** Data är kalibrerade till markreflektans samt ortokorrigerade för att eliminera höjders inverkan. Varje pixel har alltså korrigerats för atmosfärens inverkan.
- **Top of atmosphere-korrigerad data:** Ortokorrigerat och korrigerat för sensorns interna avvikelser, men inte med hänsyn till atmosfärens inverkan.

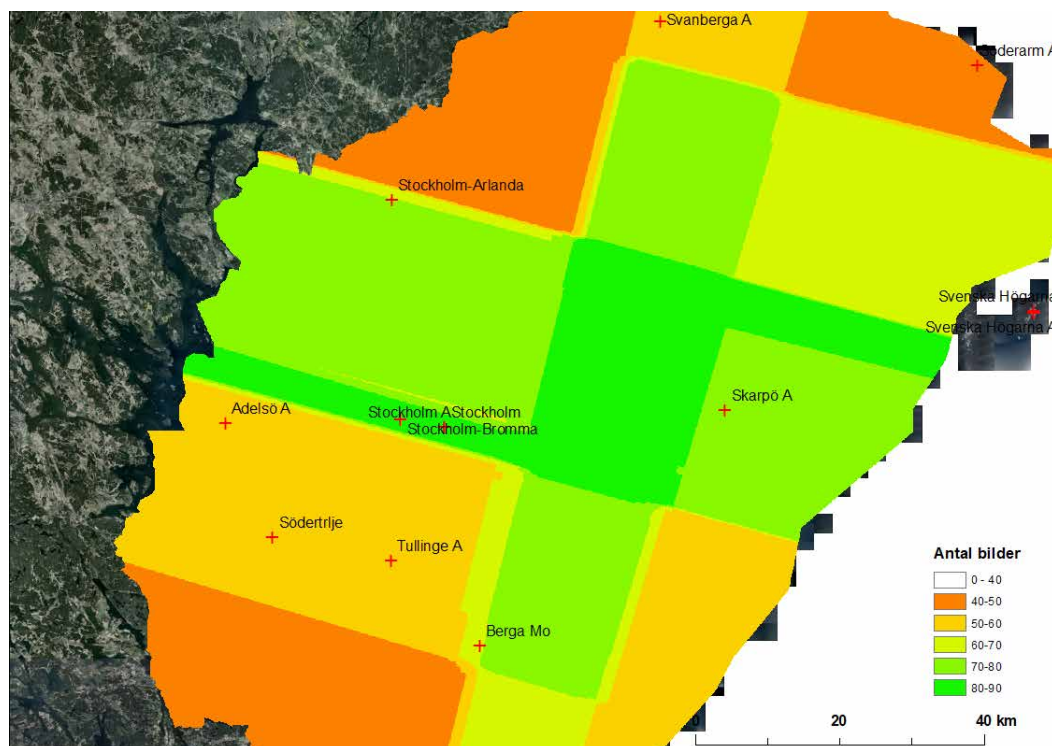
Markreflektanskalibrerade data är de mest förädlade. I dessa processer används information från mer högupplösta våglängdsband och i beräkningarna har man då samplat om 100-metersdata till 30-metersdata för att det ska stämma med övriga band. I projektet har 30-metersdata använts, men man ska ha i åtanke att sensorn ursprungligen mätte med 100 meters upplösning.

Sensorn mäter markytans strålningstemperatur, vilket inte ska förväxlas med lufttemperatur. Visserligen hänger dessa mätningar ihop, men det är mycket som

påverkar lufttemperaturen vid olika tillfällen som försvårar jämförelsen de emellan. Exempelvis påverkar vind luften som är en sammanhängande enhet som rör sig. Ytemperaturen är begränsad till ett specifikt område. Dessutom har olika ytor olika emissivitet beroende på ytans material. Emissivitet (ϵ) är ett mått på hur mycket ett objekt eller material reflekterar inkommande strålning. Om $\epsilon = 0$ reflekteras all inkommande strålning och om $\epsilon = 1$ absorberas all strålning.

Mätningar vid satellitsensorn beror av markytans emissivitet och temperatur samt atmosfärens absorption och genomsläpplighet i olika våglängdsområden.

Satelliten Landsat-8 går i en polär omlopps bana runt jorden och har en omloppstid runt jorden på cirka två timmar. Satelliten passerar Stockholms läns breddgrader klockan 11 på förmiddagen. Då jorden snurrar runt sin axel täcks olika områden per varv, satellitens sensor registrerar på så sätt olika stråk. Eftersom sensorn registrerar ett brett stråk under varje varv så blir det ett stort överlapp av sensorns bilder på våra breddgrader. Satellitbilderna lagras med ett visst överlapp mellan två på varandra följande registreringar. Detta medför att det ser ut som om det finns många fler bilder än antal passager för en viss position. Ett exempel på detta är Arlanda som enligt skiktet "Antal Bilder" finns i 71 olika bilder men som registrerats under 47 olika datum, se Figur 1. Det fanns således flertalet dubletter där tidpunkten skilde med någon minut.



Figur 2. Antalet godkända Landsat8-bilder under perioden maj-juni 2013-2018

Analys av värme genom satellitdata

Analys av befintliga satellitscener har genomförts i följande steg:

1. Data från Landsat-8 mellan år 2013–2018 har använts som underlag. För att begränsa sökrymden användes endast data från början av maj till mitten av september för varje år. Under denna period inträffar de varmaste dagarna.
2. För att undvika processande av oanvändbara bilder genomförs först en grov sällning – endast registreringar med mindre än 25 procent moln enligt metadata användes i analysen. I praktiken så är den siffran grovt underdriven – 25 procent molntäcke kan se ut som 75 procent när man tittar på bilderna. Även om vissa pixlar i en sådan bild skulle kunna vara användbara är risken för stor att moln och slöjor påverkar resultatet. I Tabell 1 redovisas datum för de satellitscener som passerat molnfiltrering och därmed ingår i analysen.
3. Maxvärdet i Band 10 – TIRS av bilder som passerat ovanstående steg beräknades per pixel och år. Medianvärdet av maxvärdena årsvis beräknades och exporterades som raster med 30 meters upplösning (interpolerat från 100 meters).
4. Ytterligare interpolation för att få mjukare konturer vid inzoomning eller utskrift i stora skalor genomfördes till 10 meters upplösning (cirka 1:10 000)

Rasterbilden interpolerades till 10 meters upplösning med bikubisk interpolation. Koordinatsystem Sweref99TM. Programvara som använts för produktionen är Google Earth Engine och QGIS samt ArcMap.

Alla bilder som registrerats i området under tidsperioden överlagrades varandra och för varje position, alltså varje enskild pixel, identifieras den varmaste. Det är alltså den varmaste identifierade yttemperaturen för varje pixel som presenteras i värmekartläggningen. Temperaturen anges i Kelvin, som sedan räknas om till grader Celcius.

Värmekartläggning i GIS-skikt

Framtagen värmekartläggning finns tillgänglig i Länsstyrelsens WebbGIS [LstAB Länskarta Stockholms län](#) samt i [geodatakatalogen](#). Där är det möjligt att utforska kartläggningen samt ladda ner GIS-skikten. Beskrivning av underlaget i WebbGIS:

- **LstAB Värmekarta – max yttemperatur (10):** Maximala uppmätta yttemperaturer med 10 meters upplösning. Skiktet är lämpligt för betraktning i skala ner till 1:10 000.
- **LstAB Värmekarta – infoklick för att få yttemperaturen i en punkt:** Genom att markera detta lager kan du klicka i valfri punkt i kartan för att få information om yttemperaturen.

Beskrivning av underlag som kan laddas ner i geodatakatalogen:

- Maximala uppmätta yttemperaturer: rasterdata med 10, 30 respektive 100 meters upplösning i GeoTIFF-format, referenssystem Sweref99TM. Lämpligt för betraktning i skala ner till 1:10 000.
- Antal satellitbilder som ingått i analysen: Rasterdata med 100 meters upplösning i GeoTIFF-format, referenssystem Sweref99TM.

Tabell 1. Datum för de satellitscener som passerat molnfiltrering etc. och därmed ingår i analysen.

År	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Antal bilder	16	16	9	11	9	17
Datum	2013-05-06	2014-05-02	2015-05-21	2016-05-07	2017-05-03	2018-05-04
	2013-05-15	2014-05-18	2015-06-13	2016-05-23	2017-05-19	2018-05-06
	2013-05-31	2014-05-25	2015-06-15	2016-05-30	2017-05-26	2018-05-20
	2013-06-07	2014-06-10	2015-07-01	2016-06-01	2017-06-02	2018-05-22
	2013-06-25	2014-06-12	2015-07-24	2016-06-08	2017-06-27	2018-05-29
	2013-07-09	2014-07-05	2015-08-09	2016-07-19	2017-07-06	2018-06-05
	2013-07-11	2014-07-12	2015-08-16	2016-07-26	2017-07-13	2018-06-14
	2013-07-18	2014-07-14	2015-08-18	2016-08-04	2017-07-29	2018-06-23
	2013-07-25	2014-07-21	2015-09-10	2016-08-27	2017-08-14	2018-06-30
	2013-08-03	2014-08-06		2016-09-05		2018-07-16
	2013-08-12	2014-08-15		2016-09-12		2018-07-23
	2013-08-19	2014-08-22				2018-07-25
	2013-08-26	2014-08-31				2018-08-01
	2013-08-28	2014-09-07				2018-08-08
	2013-09-04	2014-09-14				2018-08-17
	2013-09-13	2014-09-16				2018-09-02
						2018-09-09

Bra att känna till inför tolkning av kartläggningen

Resultatet redovisas som maximala strålningstemperaturer vid markytan i grader Celsius mätta över sexårsperioden 2013 till 2018. Värdena är yttäckande och kontinuerliga för hela länet, inte enbart för enskilda mätstationer. De är faktiska, uppmätta, temperaturer till skillnad från andra värmekarteringar som beräknar temperaturer i ett framtida klimat. Viktigt att ha i åtanke är att temperaturkarteringen visar markytans temperatur vilket kan skilja en del från lufttemperaturer, framförallt beroende av vilken höjd ovanför marken mätningen gjorts. Det kan även antas att högsta inträffade yttemperatur inte har registrerats av satelliten vilket kan bero på följande aspekter:

- Satelliten passerar klockan 11 på förmiddagen och en solig sommardag kan yttemperaturen senare på dagen vara flera grader varmare.
- På grund av moln/dis under den/de varmaste dagarna har yttemperaturerna inte registrerats.
- Värmetopparna kan ha inträffat mellan satellitens passager och redovisas då inte i denna kartläggning.

För att kunna tolka och använda framtaget material är det viktigt att känna till eventuella felkällor:

- Atmosfärens inverkan på satellitbilden. Detta resulterar i en liten skillnad i uppmätt yttemperatur mellan de centrala delarna av en satellitscen och ytterkanterna.
- Temperaturerna är inte absolutkalibrerade.
- Kartläggningen ska inte studeras i större skala än 1:10 000, gärna mindre exempelvis 1:50 000 eller 1:100 000. Detaljeringsgraden i mätningarna är inte tillräckligt hög för planering av enskilt byggprojekt utan ska ses som en översikt och vägledning.
- Yttemperaturen kan inte användas för att beskriva lufttemperaturen för ett område då detta inte är samma sak, även om luft- och yttemperaturerna har ett tydligt samband.

TIRS – Thermal Infrared Sensor – en sensor som med 100 meters upplösning registrerar våglängder kring 11 μm . (1 μm = 1 miljondels meter.)

Emissivitet (ϵ) – ett mått på hur mycket ett objekt eller material reflekterar inkommande strålning. Om $\epsilon=0$ reflekteras all inkommande strålning och om $\epsilon=1$ absorberas all strålning.

Bikubisk interpolation – ett av flera sätt att få digitala bilder att se mer detaljrika ut än de egentligen är.

*Mer information kan du få av
Länsstyrelsens enhet för samhällsplanering
Tfn: 010-223 10 00*

*Faktabladet hittar du på vår webbplats
www.lansstyrelsen.se/stockholm*

ISBN: 978-91-7281-925-2