



Folkhälsomyndigheten

Kartläggning av bebyggelse med risk för höga temperaturer

Metodbeskrivning av GIS-verktyg utifrån marktäckning



Kartläggning av bebyggelse med risk för höga temperaturer

Metodbeskrivning av GIS-verktyg utifrån marktäckning

Bindningar och jäv

För Folkhälsomyndighetens egna experter och sakkunniga som medverkat i rapporter bedöms eventuella intressekonflikter och jäv inom ramen för anställningsförhållandet.

När det gäller externa experter och sakkunniga som deltar i Folkhälsomyndighetens arbete med rapporter kräver myndigheten att de lämnar skriftliga jävsdeklarationer för potentiella intressekonflikter eller jäv. Sådana omständigheter kan föreligga om en expert t.ex. fått eller får ekonomisk ersättning från en aktör med intressen i utgången av den fråga som myndigheten behandlar eller om det finns ett tidigare eller pågående ställningstagande eller engagemang i den aktuella frågan på ett sådant sätt att det uppkommer misstanke om att opartiskheten inte kan upprätthållas.

Folkhälsomyndigheten tar därefter ställning till om det finns några omständigheter som skulle försvåra en objektiv värdering av det framtagna materialet och därmed inverka på myndighetens möjligheter att agera sakligt och opartiskt. Bedömningen kan mynna ut i att experten kan anlitas för uppdraget alternativt att myndigheten föreslår vissa åtgärder beträffande expertens engagemang eller att experten inte bedöms kunna delta i det aktuella arbetet.

De externa experter som medverkat i framtagandet av denna rapport har inför arbetet i enlighet med Folkhälsomyndighetens krav lämnat en deklARATION av eventuella intressekonflikter och jäv. Folkhälsomyndigheten har därefter bedömt att det inte föreligger några omständigheter som skulle kunna äventyra myndighetens trovärdighet. Jävsdeklarationerna och eventuella kompletterande dokument utgör allmänna handlingar som normalt är offentliga. Handlingarna finns tillgängliga på Folkhälsomyndigheten.

Denna titel kan laddas ner från: www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material

Citera gärna Folkhälsomyndighetens texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Folkhälsomyndigheten, 2019.

Artikelnummer: 19043-2

Foto omslag: Scandinav/Mikael Svensson

Om publikationen

Publikationen är en metodbeskrivning för kartläggning av bebyggelse som riskerar att utveckla hälsoskadliga temperaturer.

Metoden utgår ifrån bebyggelsens marktäckning och bygger på resultaten från en pilotstudie som Klimatsamverkan Skåne gjorde år 2014. Folkhälsomyndigheten har gett Kristoffer Mattisson vid avdelningen för Arbets- och miljömedicin vid Lunds universitet i uppdrag att vidareutveckla metoden, bland annat utifrån slutsatser i Folkhälsomyndighetens rapport *Värmestress i urbana utomhusmiljöer – förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse*.

Publikationen består av en bakgrund om de faktorer som kan leda till utveckling av höga temperaturer i en tätort, samt en beskrivning av hur metoden utvecklats.

Därefter ges en beskrivning för hur man steg för steg tillämpar metoden i Geografiska Informationssystem, GIS, samt hur resultatet över riskområden för höga temperaturer kan kompletteras med geografisk data om sårbara grupper.

Publikationen är framtagen inom projektet Förebygga hälsoskadliga temperaturer i befintlig bebyggelse som har finansierats av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Projektledare har varit Elin Andersson. I den slutliga utformningen har enhetschefen Agneta Falk Filipsson deltagit.

Folkhälsomyndigheten, 2019

Britta Björkholm
Avdelningschef

Innehåll

Sammanfattning.....	8
Summary.....	9
Risken för hälsoeffekter är högre i tätorter.....	10
Sårbara grupper	10
Tätortens lokala klimat.....	10
Den urbana värmeön	11
Metoder för att kartlägga värmestress	12
Några svenska exempel	12
Metodutveckling utifrån kopplingen mellan marktäckning, temperatur och värmestress.....	13
Vegetation	13
Hårdgjorda ytor.....	13
Bebyggelsestäthet.....	13
Vattenytor behandlas som neutral faktor	14
Sammanvägning i riskområden	14
Geodata för marktäckning	14
Geodata om sårbara grupper	15
Metodens begränsningar	16
Praktisk tillämpning i GIS	17
Inledande bedömning	17
Steg 1 – Definiera analysområdet	17
Steg 2 – Skapa ett rutnät över analysområdet.....	17
Steg 3 – Klipp ut marktäckedata för analysområdet	18
Steg 4 – Klassificera marktäckedata för de olika faktorerna	18
Steg 5 – Vektorisera marktäckedata	20
Steg 6 – Sammanfoga polygoner	20
Steg 7 – Lägg till andel byggnadskroppar	21
Steg 8 – Koppla area till rutnätet och beräkna andel	21
Steg 9 – Väg samman för att identifiera riskområden för högre temperatur	24
Steg 10 – Kartlägg sårbara grupper.....	25

Att tolka resultatet.....	26
Tolkning genom överlagring av värmekartering	26
Ordlista	27
Referenser	28

Sammanfattning

Värmeböljor är den klimatteffekt som väntas få störst påverkan på hälsan i Europa, och värmeböljor förväntas bli vanligare, intensivare och mer långvariga i framtiden.

I tätorter skapas ett lokalt klimat som gör att befolkningen där kan bli mer exponerad för värme än i glesare bebyggda områden. Det gäller särskilt tätbebyggda områden med hög andel hårdgjorda ytor och lite vegetation. I sådana områden kan såväl lufttemperatur som strålningstemperatur bli hög och där är risken högre att så kallade värmeöar bildas.

En kartläggning som görs utifrån metodbeskrivningen i den här publikationen ska ses som en första indikation på vilka områden som löper risk att få höga temperaturer och som bör prioriteras i åtgärdsarbetet. Metoden ger även möjlighet att analysera områden utifrån grupper som är sårbara för höga temperaturer.

En identifiering av bebyggelse som riskerar att utveckla höga temperaturer kan utgöra underlag för prioritering av fysiska åtgärder utomhus, inomhus eller i byggnader som rymmer verksamheter där sårbara grupper befinner sig. Kartläggningen kan också fungera som underlag för prioritering av riktade informationsinsatser till boende och verksamheter inom ett riskområde, eller som ett underlag för prioritering av insatser inom hemsjukvård och hemtjänst.

Metoden har dock avgränsats till marktäckning och bygger i första hand på det kartmaterial som finns tillgängligt för kommuner och länsstyrelser. Kompletterande kartläggningar eller ingående platsundersökningar kan därför behövas innan man vidtar omfattande åtgärder.

I kapitlet Praktiskt tillämpning i GIS finns en metodbeskrivning för hur man steg för steg genomför kartläggningen. För att kunna följa metodbeskrivningen och tolka resultatet av kartläggningen så krävs förkunskap och förståelse för GIS. Beroende på förkunskaper kan en kartläggning för en tätort ta 6-12 timmar, inklusive tid för att hitta och ladda hem geodata.

Summary

The climate event that is expected to cause the greatest health effects in Europe are heatwaves. In the future, heatwaves are expected to be more common, intense and long lasting.

Urban areas generate and absorb heat and therefor the population in densely populated areas, with a high proportion of hard surfaces and little vegetation, can be more exposed to heat than the population in sparsely populated areas.

A mapping completed, using the method in this publication, is to be seen as an indication of areas at risk for elevated temperatures which consequently should be prioritized for measures. The method also gives opportunity to assess areas on basis of the groups vulnerable to high temperatures.

An identification of settlements at risk for elevated temperatures can be used as a baseline for prioritization of physical measures outdoors, indoors, or in buildings that accommodate vulnerable groups. The mapping may also form ground for prioritization of communication to residents and occupations within areas at risk, or for prioritization of home nursing and home care.

The method is based on ground coverage and on the mapping material available for municipalities and county administrative boards. Complementary mapping, or more profound investigation, of locations might be needed before more measures are taken.

A step-by-step description of how to perform this method of mapping in GIS is presented. Prior knowledge and an understanding of GIS is needed to pursue the mapping and to interpret the results. Depending on the level of knowledge mapping for one urban center might take 6-12 hours, including time for the finding and downloading of geographical data.

N.B. The title of the publication is translated from Swedish, however no full version of the publication has been produced in English.

Risken för hälsoeffekter är högre i tätorter

Klimatet förändras och extrema väderhändelser blir vanligare. Värmeböljor väntas dessutom bli intensivare och mer långvariga. I Europa förväntas värmeböljor bli den klimataffekt som kommer att få störst påverkan på hälsan.

Ihållande perioder med höga temperaturer kan orsaka olika hälsoproblem, allt från milda besvär till ökad dödlighet. Hur allvarliga hälsoeffekterna blir avgörs av värmens intensitet och varaktighet.

Befolkningens värmestress kan dock minskas genom att vidta åtgärder som baseras på kunskap om samspelet mellan individuell hälsa, beteende och faktorer i bebyggd miljö.

Sårbara grupper

Höga temperaturer kan vara farligt för alla, men kan medföra olika stora risker för olika individer beroende på deras hälsotillstånd.

Grupper med nedsatt förmåga att reglera kroppstemperaturen eller reagera på risker är särskilt sårbara när det blir varmt. Det gäller framför allt äldre, kroniskt sjuka, fysiskt och psykiskt funktionsnedsatta, små barn och gravida samt personer som tar viss medicin. Social isolering är ytterligare en faktor som ökar risken för negativa hälsoeffekter vid höga temperaturer.

Tätortens lokala klimat

Det lokala klimatet påverkas av klimatzon, topografi, höjd över havet och avstånd till havet, men även den bebyggda miljön påverkar uppkomsten av höga temperaturer och värmeöar. Nedanstående faktorer kan medföra att tätorterna blir betydligt varmare än det omgivande landskapet, och att befolkningen där blir mer exponerad för värme än befolkningen i glesare bebyggda områden (1).

Storlek och form. En större tätort kan bli varmare än en mindre. Formen på tätorten påverkar också; en tätort med mer cirkulär form kan bli varmare än en avlång tätort.

Material. Mörka, täta och ogenomsläppliga material (till exempel betong, asfalt och tegel) absorberar värmen från solen och har en hög förmåga att lagra värme. Områden med mycket sådana material kan därför bli extra varma vid värmeböljor.

Bebyggelsegeometri. En tätare bebyggelse har förmåga att lagra mer värme. Hur byggnader är placerade och hur gator är riktade påverkar solexponeringen och i vilken grad värmen kan avlägsnas av vinden.

Antropogen värme. Värme från mänsklig aktivitet, till exempel förbränning, tillverkning, uppvärmning, kylning och trafik kan bidra till högre temperaturer i tätorten.

Vegetation. Vegetation har en temperatursänkande effekt genom skuggningen och den kylande effekten från växternas transpiration och avdunstning. Tätorter har generellt en låg andel vegetation.

Den urbana värmeön

Tätorter och deras bebyggelse skapar ett lokalt klimat som gör att befolkningen där kan bli mer exponerad för värme än befolkningen i glesare bebyggda områden.

En anledning till ökad exponering är det som kallas för urbana värmeöar, vilket framför allt är ett nattligt fenomen. Under eftermiddag och kväll kyls tätorten av långsammare än det omgivande landskapet och bibehåller därför värmen i högre utsträckning under natten. Under perioder med varmt väder kan den urbana värmeön öka risken för negativa hälsoeffekter och göra det svårt att sova och fysiskt återhämta sig från värmens effekter.

Den urbana värmeöeffekten blir starkare ju större och tätare bebyggelsen är. En stad med en miljon invånare kan bli upp till 8 grader varmare än sin omgivning, medan en tätort med under 1 000 invånare kan ha en värmeöeffekt om cirka 2 grader (2).

Det finns studier som visar att skillnader i lufttemperatur inom städer kan vara lika stora som skillnader mellan tätorter och dess omgivning (3). Inom till exempel Vancouver och Göteborg så observerades 5 respektive 9 °C i temperaturskillnad inom staden (4, 5). Intensiteten i den urbana värmeön har också visat sig vara högre i tätorternas centrala delar (6).

En annan anledning till att befolkningen i tätorter är mer utsatta för värme är att strålningstemperaturen kan bli mycket hög på platser som är vanliga i tätare bebyggelse, till exempel invid solbelysta väggar i vindskyddade lägen.

Metoder för att kartlägga värmestress

Under årens lopp har ett antal modeller tagits fram för att studera hur olika processer är kopplade till varandra, men också för att kartlägga var och när värmestress kan uppkomma i bebyggelse (1). Vissa modeller kan användas för att simulera värmestress på enskilda platser (i punkter), och andra kan användas för att simulera rumsliga variationer. De mest populära modellerna ur ett internationellt perspektiv är RayMan och ENVI-met, medan SOLWEIG har använts i stor utsträckning i Sverige. Samtliga kräver en viss erfarenhet av klimatdatahantering och klimatmodellering samt av att analysera och tolka modellberäkningarna.

Potentialen för bildande av värmeöar kan också uppskattas genom att klassificera marktäckning i Local Climate Zones (4). Utifrån dessa lokala klimatzoner går det att göra en koppling till hur olika typer av stadsbebyggelse bidrar till bildandet av värmeöar. För städer med fler än 100 000 invånare finns data och metodbeskrivning tillgängligt via Urban Atlas (7).

Några svenska exempel

På olika platser i Sverige har åtgärder vidtagits för att identifiera riskområden och att hantera värmestress. Här är några exempel:

- I Södermanlands län har man applicerat beräkningsmodellen SOLWEIG för att studera strålningstemperaturer och hälsopåverkan (8).
- HazardSupport är ett femårigt projekt 2015–2020 där SMHI och Stockholm Environment Institute samarbetar i syfte att ta fram ett riskbaserat beslutsunderlag för klimatanpassning (9). I metodutvecklingen genomfördes en klimateffektstudie för värmebölja och översiktsplanering i Stockholms stad.
- En metod har utvecklats för analys av klimatrelaterade risker och anpassningsåtgärder i stadsmiljö (10). Här gjordes en fallstudie för Göteborgs hamn.
- Botkyrka kommun har undersökt sårbara grupper och hur man kan ta hänsyn till dem (11). I projektet identifierades ett antal åtgärder för kommunen, såsom att lokalisera och kommunicera svala platser som allmänheten kan uppsöka vid värmebölja, lokalisera brukare som bor högst upp eller längst ner i fastigheter, och skapa en rutin för informationsinsamling om brukare i riskgrupp (utifrån läkemedelsanvändning och sjukdomar) och uppdatering av den informationen i brukarregistret.

Metodutveckling utifrån kopplingen mellan marktäckning, temperatur och värmestress

Metoden är utvecklad med stöd i de slutsatser och metoder som sammanställts i Folkhälsomyndighetens rapport *Värmestress i urbana utomhusmiljöer – förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse* (1).

Material, bebyggelsegeometri och vegetation identifieras som tre viktiga faktorer som kan bidra till att antingen höja eller sänka temperaturen i en tätort. Utifrån dessa faktorer beskrivs olika typer av åtgärder och hur dessa åtgärder påverkar risken för värmestress. Påverkansgraden beskrivs på en skala från -3 till 3 och skiljer på dagtid och nattetid.

De tre variablerna vegetation, hårdgjorda ytor och bebyggelsetäthet valts ut för att representera de tre ovannämnda faktorerna. Variablerna kan användas var för sig eller vägas samman för att identifiera och visualisera potentiella riskområden.

Vegetation

Vegetation har en skyddande effekt mot värmestress både dag- och nattetid, och det är främst hög vegetation och större sammanhängande områden som ger lägre temperaturer. Andelen marktäckning av hög (> 5 meter) respektive låg (< 5 meter) vegetation används i verktyget. Eftersom den höga vegetationen anses ha mest temperatursänkande påverkan behandlas den separat och klassas som positiv påverkan. Den låga vegetationen klassas som neutral.

Hårdgjorda ytor

Mörka, täta och ogenomsläppliga material (till exempel betong, asfalt och tegel) absorberar värmen från solen och har en hög förmåga att lagra värme. Områden med mycket sådana material kan därför bli extra utsatta vid värmeböljor.

För att mäta andelen hårdgjorda ytor används marktäckedata för artificiella ytor och öppen mark utan vegetation.

Bebyggelsetäthet

Bebyggelsegeometrin beskriver bebyggelsens höjd, form, avstånd och riktning, och är en viktig faktor som påverkar det urbana klimatet. Framför allt spelar bebyggelsetätheten en stor roll, det vill säga hur tätt byggnaderna står intill varandra. En tätare bebyggelse lagrar generellt sett mer värme än en glesare bebyggelse och värmen avges också långsammare.

Samtidigt ger en tät bebyggelse upphov till skugga dagtid, vilket minskar solinstrålningen och därmed ger lägre yt- och lufttemperatur. Bebyggelsetätheten kan alltså påverka tätorters temperaturer både positivt och negativt, men i den här metoden räknas den som negativ (den bidrar till höga temperaturer) för att inte

missa ett potentiellt riskområde. För bebyggelseäthet används andelen markyta som täcks av byggnadspolygoner.

Vattenytor behandlas som neutral faktor

Öppet vatten såsom sjöar, dammar, kanaler och bäckar dämpar temperatursvängningarna över såväl dygnet som året. Kyleffekten är dock relativt utforskad och de studier som finns visar en begränsad effekt, särskilt nattetid. I detta verktyg har vattenytor därför behandlats som en neutral marktäckning.

Sammanvägning i riskområden

För att lokalisera och visualisera potentiella riskområden kan man väga samman de faktorer som påverkar temperaturen i en tätort. Det finns dock ingen exakt kunskap om hur temperaturen påverkas av storleken på de olika faktorernas andel av rutan. Här lämnas alltså utrymme för den som genomför analysen att bedöma de mest lämpliga kriteriegrunderna för den specifika tätorten.

Man kan dock i sammanvägningen utgå ifrån generella kriterier som finns i vetenskaplig litteratur. Ett exempel är att utgå ifrån kriterierna som använts i Local Climate Zones (4). Enligt dem ska områden ha över 40 procent av markytan täckt av byggnadskroppar för att räknas som tätbebyggda. Vidare anges att mindre än 30 procent av ytan ska vara permeabel (icke hårdgjord, genomsläpplig för vatten). Enligt klassificeringen i Nationella marktäckedata (12) ska mer än 10 procent av ytan vara bevuxen för att den ska klassas som vegetation.

De generella kriterierna för vad som är tätbebyggt (4) är utvecklat med data från hela världen, och det kan vara få områden som svarar upp mot dessa kriterier i Sverige. För mindre tätbebyggda och glesbefolkade samhällen kan man därför välja att justera ner kriteriet för vad som klassas som tätbebyggt.

Ett annat angreppssätt är att identifiera mer platsspecifika kriterier som gäller för en viss tätort. Kriterierna kan då sättas genom att lokalisera de rutor i tätorten som har högst andel bebyggda och hårdgjorda ytor och minst vegetation. Kriterierna för andelar sätts sedan i förhållande till tätorten som helhet.

Geodata för marktäckning

Kartläggningsverktyget utgår ifrån marktäckedata, och i denna metodbeskrivning används data från Nationella marktäckedata. Den rumsliga upplösningen där är 10 meter.

För att kunna koppla marktäckning till risk för högre temperaturer och värmestress, behöver marktäckedata klassificeras om så att de representerar de faktorer som påverkar temperaturen. Se kapitlet Praktisk tillämpning i GIS (steg 4 och tabell 1).

För bebyggelsestäthet används geodata från GSD-Fastighetskartan (13). SCB:s tätortsklassificering kan användas för att göra ett första urval av tätorter som ska kartläggas.

Beroende på vilken skala som används så får man olika utjämnande effekt av temperaturen. Storleken på rutorna har valts utifrån en definition av lokala klimatzoner (4) som har en storlek på 400–1 000 meter. För att göra verktyget mer tillämpligt och så relevant som möjligt på stadsplaneringsnivå så valdes skalan 400 meter. En liknande skala på 500 meter har tidigare använts för att kunna fungera som underlag vid översiktlig planering (6).

Även andra geodata kan användas i verktyget. GSD-Fastighetskartans geodata kan användas och de kan också kombineras med information från Fastighetsregistret. En annan källa till geodata är Urban Atlas, vilket är ett geografiskt informationssystem som kombinerar satellitbilder och statistik för städer över 100 000 invånare, och där olika lager med data samkörs och analyseras (7).

Om man har tillgång till relevanta geodata för att representera andra faktorer som påverkar temperaturen i den bebyggda miljön, såsom grönområden, orientering av byggnader och gator, byggnadshöjd och ytskiktens förmåga att reflektera solstrålning (albedo) (1), kan man integrera det i sin kartläggning på ett liknande sätt som de faktorer som ingår i den här metodbeskrivningen.

Geodata om sårbara grupper

För att skapa ytterligare underlag för prioritering av åtgärder kan kartläggningen, kompletteras med geodata om områden eller verksamheter med hög andel personer i sårbara grupper.

Som ett exempel i metodbeskrivningen (se steg 10) används antalet personer över 65 år som bor i ett område. I SCB:s ”Register över totalbefolkningen” finns data om befolkningstäthet i rutor för personer över 65 år.

Analysen kan också kompletteras med belägenhetsadresser för verksamheter där sårbara grupper bor eller befinner sig under en stor del av dygnet, till exempel servicebostäder, äldreboenden, förskolor och sjukhus. Man kan också manuellt komplettera med uppgifter från brukarregister om aktuella vårdtagare för hemsjukvård och hemtjänst.

I ett projekt i Botkyrka kommun undersöktes tillgängliga data för att lokalisera sårbara grupper för höga temperaturer (11). Projektet Climatools konstaterar att det finns en rad register som skulle kunna användas för att identifiera sårbara grupper i relation till riskområden för höga temperaturer (14). Många kommuner har tillgång till registerdata i sina GIS-verktyg för att hjälpa sårbara grupper vid olika väderkriser, och en rad kommuner använder GIS för att hantera kriser.

Analyserna i GIS är inte avancerade, men insamling och bearbetning av registerdata kan vara tidskrävande och kan kompliceras av ansvars- och

sekretessfrågor. Ett sådant arbete bör därför göras i god tid, i ett förberedande skede av beredskapsarbetet.

Metodens begränsningar

En kartläggning utifrån marktäckning är tänkt att ge en första översiktlig vägledning för prioritering i åtgärdsarbetet. Kompletterande kartläggningar eller ingående platsundersökningar kan dock behövas innan man vidtar omfattande åtgärder.

Metoden har avgränsats till kopplingen mellan marktäckning, temperatur och risk för värmestress. Metodutvecklingen har tagit sin utgångspunkt i rapporten *Värmestress i urbana utomhusmiljöer – förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse* (1).

Metoden utgår också från slutsatser i rapporten *Local climate zones for urban temperature studies* (4), där slutsatsen är att skalan i en kartläggning behöver vara inom 400–1 000 meter. Endast inom denna skala kan en relevant kartläggning om temperatur (lokala klimatzoner) göras.

Metoden bygger i första hand på data som finns lätt tillgängliga för kommuner och länsstyrelser.

Flera viktiga aspekter som är kopplade till markytans egenskaper och marktäckningen inkluderas i metodbeskrivningen. Samtidigt finns det andra faktorer i den bebyggda miljön som metoden inte tar hänsyn till, till exempel orientering av byggnader och gator, byggnadshöjd och albedo. Även andra meteorologiska faktorer, som vind och luftfuktighet, kan påverka värmeöars uppkomst och intensitet.

Metoden är inte validerad mot andra sätt att mäta risken för höga temperaturer eller värmestress.

Praktisk tillämpning i GIS

Nedan följer en stegvis beskrivning av hur man kan gå tillväga för att göra en översiktlig kartläggning och identifiera områden med högre risk för höga temperaturer inom tätorter. Exempelområde är Strängnäs som har cirka 14 000 invånare och klassas som en mindre tätort.

För att kunna följa metodbeskrivningen och tolka resultatet av kartläggningen så krävs förkunskap och förståelse för GIS. Beroende på förkunskaper kan en kartläggning för en tätort ta 6-12 timmar, inklusive tid för att hitta och ladda hem öppna geodata.

Beskrivningen anger kommandon från ArcGIS, men kan genomföras med motsvarande kommandon i annan mjukvara.

Inledande bedömning

Innan dessa steg tillämpas kan man utifrån storleken på tätorten göra en generell bedömning av risken för att urbana värmeöar ska uppstå och vilken intensitet denna kan tänkas få. SCB:s tätortsklassificering kan användas för att göra ett första urval av tätorter som ska kartläggas.

Ju tätare och större staden är, desto högre är den generella risken för att höga temperaturer ska uppstå. Den generella kopplingen mellan antalet invånare och den maximala effekten av värmeöar (2):

- 1 000 000 invånare ger en intensitet på cirka 8 °C
- 100 000 invånare ger en intensitet på cirka 6 °C
- 1 000 invånare ger en intensitet på upp till cirka 2 °C

Avvikelse kan dock förekomma. Det kan också uppstå stora skillnader i temperatur inom ett bebyggt område, så därför kan det finnas behov av att genomföra kartläggningar även i mindre tätorter.

Steg 1 – Definiera analysområdet

Första steget är att definiera analysområdet. Detta kan göras för hela eller delar av en tätort. Ett sätt att göra detta är att utgå ifrån SCB:s klassificering av tätorter, och även inkludera omgivande mark, eftersom värmeutvecklingen beräknas för områden om 400x400m. Det går även att manuellt rita upp en polygon för det område som ska kartläggas.

I exemplet nedan används SCB:s tätortspolygon för Strängnäs. Tätortspolygoner finns att ladda ner från SCB:s öppna data (15).

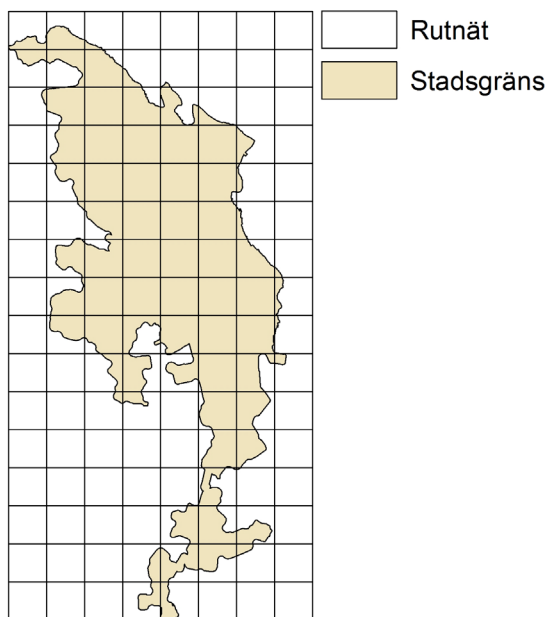
Steg 2 – Skapa ett rutnät över analysområdet

De skillnader i temperatur som kan uppstå inom en stad är beroende av den skala som undersöks. För att kunna klassificera lokala klimatzoner används därför en

minimiradie på 400 meter (4). För att undvika skarpa gränser i analysen görs kartläggningen i ett rutnät.

Skapa ett rutnät över det område som ska analyseras (figur 1). Detta rutnät skapas med kommandot ”Create Fishnet” (Data management). Ange ”Template extent” till det rasterlager som utgör analysområdet. Ange storleken på rutor till 400 meter. Rutnätet utgörs av polygoner, inte polylines.

Figur 1. Stadsgränsen för Strängnäs och det rutnät som ligger till grund för att klassa staden i olika bebyggelsezoner.



Steg 3 – Klipp ut marktäckedata för analysområdet

Klipp ut de marktäckedata som ska ligga till grund för analysen. Detta görs med verktyget ”Clip”. Ange rutnätet som den polygon som avgränsar det område som ska klippas ut. Det är viktigt att marktäckedata klipps ut för alla de rutor som ingår i analysen.

Steg 4 – Klassificera marktäckedata för de olika faktorerna

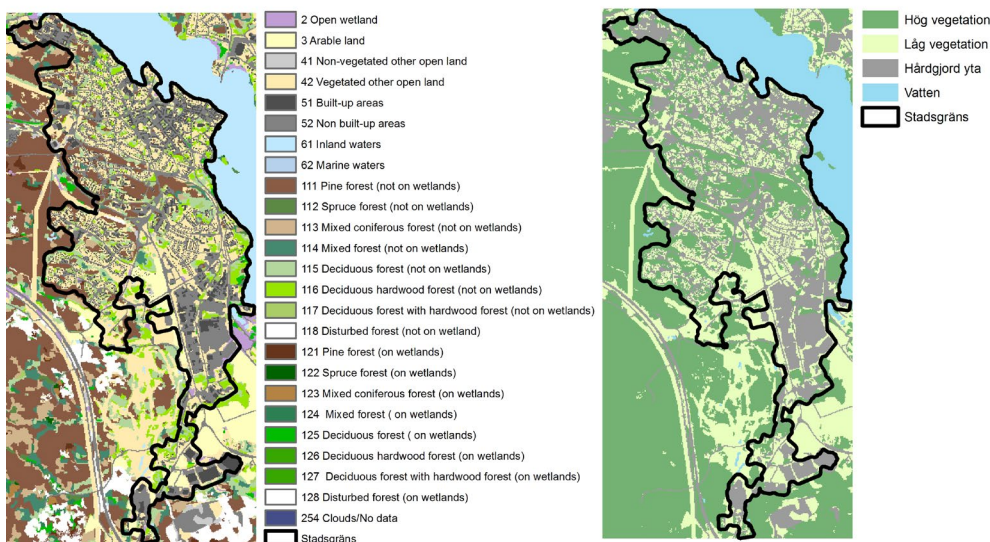
För att kunna koppla marktäckedata till risk för högre temperaturer och värmestress, behöver data klassificeras om så att de representerar de faktorer som påverkar temperaturen (figur 2).

Klassa om lagret markanvändning enligt tabell 1 nedan. Detta görs med hjälp av ”Reclassify” (Spatial analyst).

Tabell 1. Omklassificering av data från Nationella marktäckedata.

Ursprungsklasser i Nationella marktäckedata	Klassificering för kartläggning	Kommentarer till omklassificerad marktäckedata
111-128 Skog	Hög vegetation	Bidrar till att sänka temperaturer.
41 Övrig öppen mark utan vegetation 51 Exploaterad mark, byggnad 52 Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg 53 Exploaterad mark, väg/järnväg	Hårdgjorda ytor	Bidrar till att höja temperaturer.
2 Öppen våtmark 3 Åker 42 Öppen mark med vegetation	Låg vegetation	Anses i den sammanvägda klassningen vara neutral.
61 Sjö och vattendrag 62 Hav	Öppna vattenytor	Anses vara neutralt då öppna vattens inverkan på temperaturen anses vara begränsad. Räknas därmed bort från rutans area.
7 Oklassat	-	Oklassad marktäckning exkluderas ur analysen och behandlas i praktiken som låg vegetation, vilken anses vara neutral. Om det finns oklassat (som är okänt) räknas det bort från rutans area.

Figur 2. Den vänstra delen av figuren visar marktäckning enligt Nationella marktäckedata och den högra delen visar den omklassificerade marktäckningen.



Steg 5 – Vektorisera marktäckedata

För att enklare kunna hantera data och beräkna andelen av olika typer av marktäckning, behöver den omklassificerade marktäckedatan vektoriseras. Om andra marktäckningsdata än Nationella marktäckedata används och redan är i vektorformat, kan detta steg skippas.

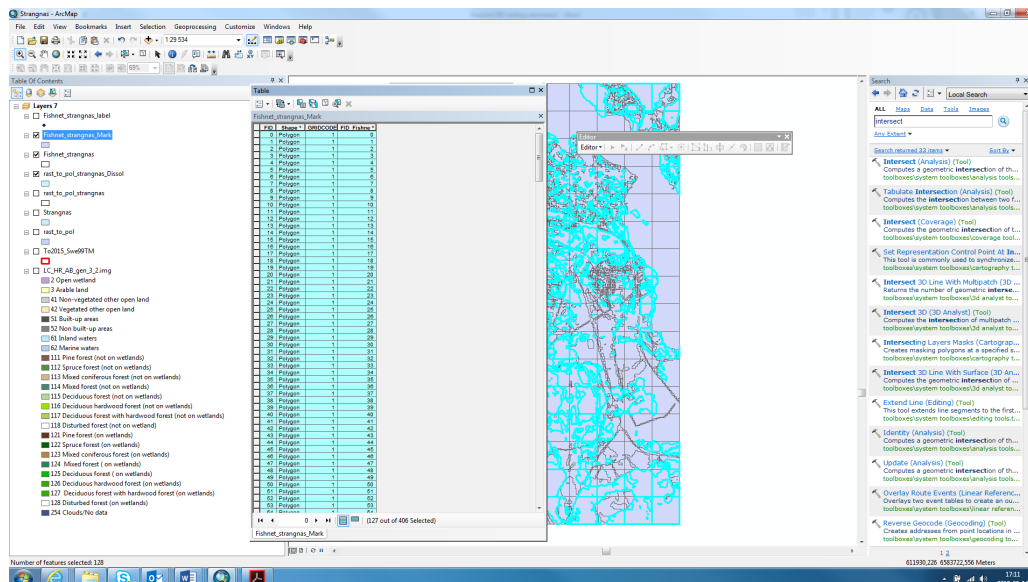
Vektorisera det datalager för marktäckning som ska användas, med hjälp av verktyget ”raster to polygon”.

Steg 6 – Sammanfoga polygoner

Slå samman alla polygoner inom samma klass (hög vegetation, låg vegetation, hårdgjorda ytor, vatten) genom att använda ”Dissolve” (Data management). Ange de fält som klassificerats till de fyra klasserna i steg 3. För Nationella marktäckedata innebär detta att sammanslagningen ska göra för ”GRIDCODE”. Behåll alternativet att flerdelade polygoner tillåts.

Slå därefter samman lagret som precis skapats med det rutnät som du skapat under steg 2 genom att använda ”Intersect”. Detta för att kunna beräkna hur stor andel av rutan som täcks av respektive klass. Rensa så att endast fyra kolumner återstår: FID, Shape, GRIDCODE (Klassificering), FID_Fishne (Id för rutan) (figur 3).

Figur 3. Attributtabellen efter rensning.



Dela därefter upp varje enskild klass till en egen shapefil genom att välja ut en klass i taget och exportera (GRIDCODE). Detta görs genom att välja en enskild klass i attributtabellen. Högerklicka därefter på lagret i innehållsförteckningen och välj exportera. Döp varje klass till sitt eget namn, till exempel namnet hog_veg för Hög vegetation (figur 4).

Kom ihåg att kontrollera att rätt klass har exporterats i respektive lager.

Figur 4. Utbredning av data för hög vegetation.



Lägg till en kolumn och döp den till Area_xx; exempelvis namnges filen med hög vegetation Area_hog. Beräkna arean för polygonen genom att använda ”Calculate geometry”, vilket görs genom att högerklicka på huvudet i kolumnen.

Steg 7 – Lägg till andel byggnadskroppar

Data över byggnadskroppar finns tillgängliga i Lantmäteriets GSD-Fastighetskartans topografi, vektor, för de organisationer som är med i Geodatasamverkan (16).

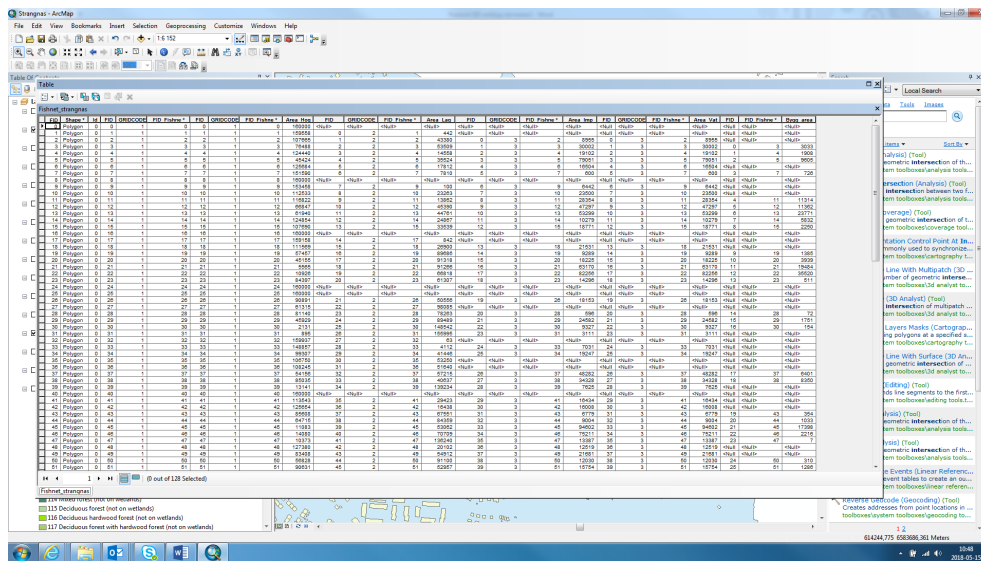
Lägg till lagret för byggnadskroppar och slå samman polygonerna genom ”Dissolve”. Gör därefter en sammanslagning med rutnätet (från steg 2) genom ”Intersect”. Lägg därefter till en kolumn och namnge denna Area_byg. Beräkna arean genom att högerklicka och välj ”Calculate geometry”.

Steg 8 – Koppla area till rutnätet och beräkna andel

För de fyra filer som tagits fram i steg 7 (hårdgjorda ytor, hög och låg vegetation) och den fil som tagits fram i steg 8 (bebyggelsestäthet), gör en koppling till rutnätet som tagits fram i steg 2 (figur 5). Sammanslagningen görs med verktyget Join och baseras på ID på rutnät. Det är mycket viktigt att varje enskild join görs mot originalrutnätets ID, alltså inte mot ID från de redan påkopplade variablerna (hårdgjord yta, låg och hög vegetation och byggnadspolygoner).

Detta steg görs för att sammanföra information om andelen marktäckning av olika faktorer och kunna välja ut riskområden utifrån alla de olika attributen. Denna fil blir en samlingsfil för resultaten och kan också användas för visualisering av de enskilda faktorer som påverkar uppkomsten av höga temperaturer.

Figur 5. Attributtabelnen för rutnätslagret efter att länkning är gjord med areaberäkning för de olika faktorerna.



Efter att sammanslagningarna är gjorda kan det vara bra att rensa bort de attribut i filen som inte behövs för vidare analys (figur 6).

Figur 6. Attributtabelnen för rutnätslagret efter rensning så att endast kolumner med area för varje enskild faktor finns kvar.

FID	Shape *	FID Fishne	Area Hog	Area Lag	Area Imp	Area Vat	Bygg area
0	Polygon	0	160000	0	0	0	0
1	Polygon	1	159558	442	0	0	0
2	Polygon	2	107665	43380	8955	8955	0
3	Polygon	3	78488	53509	30002	30002	3033
4	Polygon	4	124440	14558	19102	19102	1908
5	Polygon	5	45424	35524	79051	79051	9605
6	Polygon	6	125684	17812	16504	16504	0
7	Polygon	7	151590	7810	600	600	726
8	Polygon	8	160000	0	0	0	0
9	Polygon	9	153458	100	6442	6442	0
10	Polygon	10	112533	23263	23500	23500	0
11	Polygon	11	116822	13862	28354	28354	11314
12	Polygon	12	66847	45390	47297	47297	11362
13	Polygon	13	61940	44761	53299	53299	23771
14	Polygon	14	124854	24867	10279	10279	5832
15	Polygon	15	107690	33539	18771	18771	2250
16	Polygon	16	160000	0	0	0	0
17	Polygon	17	159158	842	0	0	0
18	Polygon	18	111569	26900	21531	21531	0
19	Polygon	19	57457	89886	9289	9289	1385
20	Polygon	20	45155	91318	18225	18225	3939
21	Polygon	21	5565	91266	63170	63170	19484
22	Polygon	22	160000	0	0	0	0

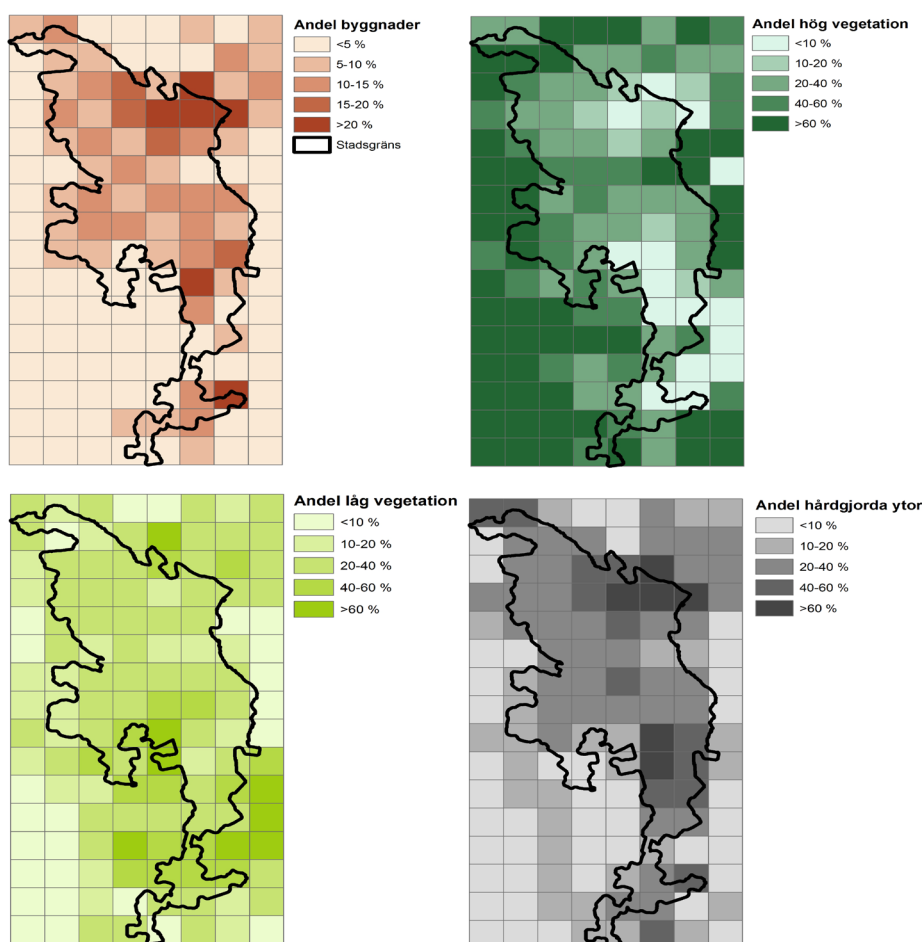
Lägg till fem nya kolumner för att beräkna andelen hög vegetation, låg vegetation, hårdgjord yta, byggnadspolygoner och vatten. Byggnadspolygoner används som ett

mått på byggnadstäthet. Högerklicka på huvudet av varje kolumn och beräkna andelen.

För att beräkna varje enskild faktors andel ska man dela faktorns area med den totala landytans area. Börja med att beräkna hur stor del av respektive ruta som består av land. Total landyta i en ruta tas fram genom att subtrahera totalarean för varje yta (16000 m^2) med ytan vatten i rutan. Därefter delas den enskilda faktorns area med landytan.

Det går nu att visualisera vilka delar av staden som kan ha en högre alternativt lägre risk utifrån de enskilda faktorerna (figur 7).

Figur 7. Fördelningen av de enskilda faktorerna som ingår i kartläggningen.



Steg 9 – Väg samman för att identifiera riskområden för högre temperatur

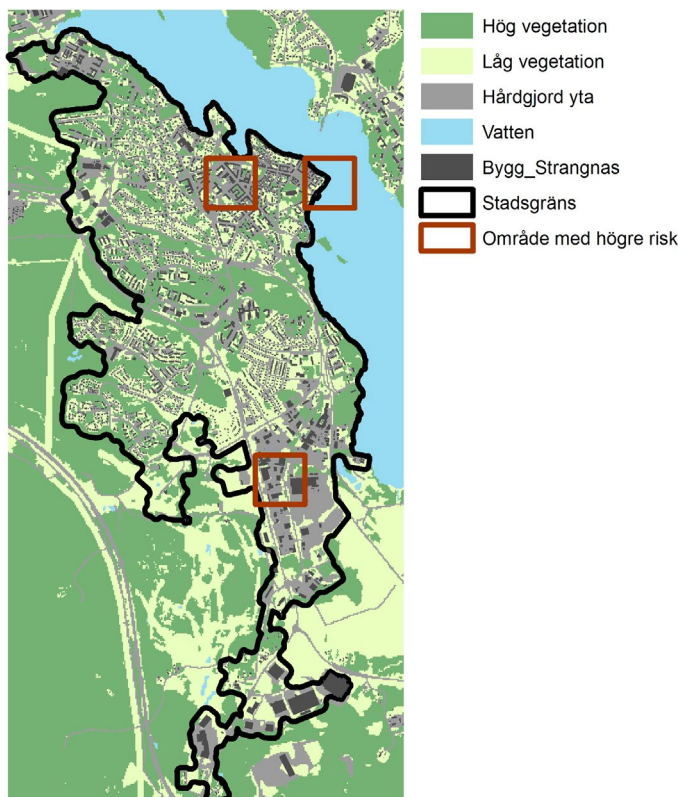
För att få en samlad bild av risken för att en plats ska utveckla höga temperaturer, vägs de enskilda faktorerna samman. En bedömning av lämpliga kriteriegrunder behöver göras för den specifika tätorten och här kan de generella kriterier som beskrivs i avsnittet Sammanvägning i riskområden utgöra utgångspunkt:

- Andel hög vegetation < 10 procent
- Andel hårdgjorda ytor > 70 procent
- Andel byggnadskroppar > 40 procent

För exemplet Strängnäs är orten ur ett internationellt perspektiv relativt glesbefolkad och inte så tätbebyggd och därför har andelen byggnadspolygoner justerats ner från 40 till 20 procent.

Högerklicka på resultatfilen och öppna attributtabellen. Gör sedan en selektering utifrån förbestämda kriterier för andelen vegetation, hårdgjorda ytor och andel byggnadskroppar. Exportera sedan utvalda rutor till en egen shapefil, genom att högerklicka på resultatfilen och exportera de utvalda områdena.

Figur 8. De områden i Strängnäs som kartläggningen identifierat som riskområden för höga temperaturer.

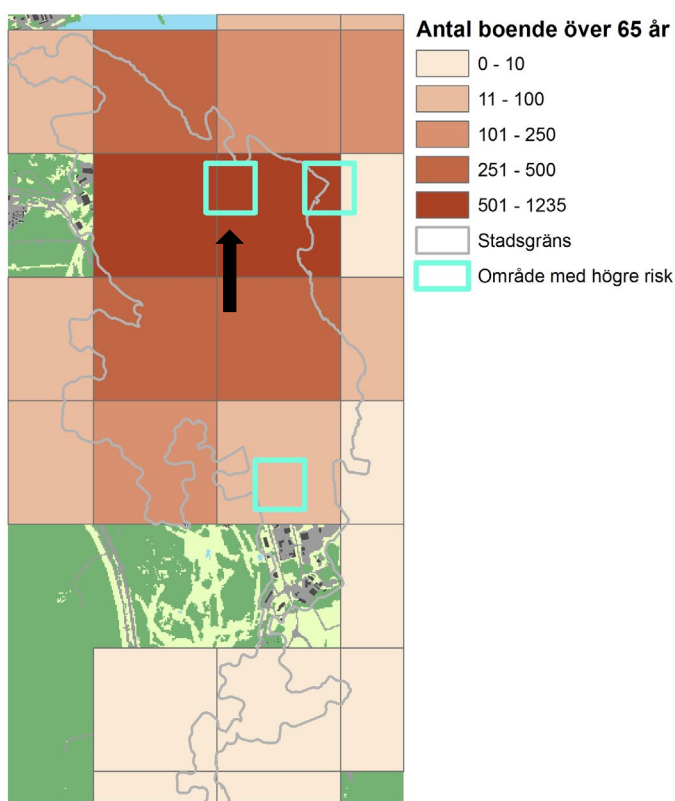


Steg 10 – Kartlägg sårbara grupper

Genom att överlagra befolkningstäthet i rutor för personer över 65 år med riskområden för höga temperaturer, går det att påvisa ytterligare skäl till att ett område kan prioriteras för förebyggande åtgärder.

Figur 9 visar en sådan överlagring till kartläggningen över Strängnäs. Resultatet visar ett område (markerat med en svart pil) som har identifierats som ett möjligt riskområde för att utveckla högre temperaturer, och som också visar sig vara ett område som har många boende över 65 år. Detsamma gäller för den andra rutan i norra Strängnäs, men den ligger mindre centralt. För rutan som ligger längst söderut är det få boende över 65 år, vilket kan motivera att det ges en lägre prioritet för åtgärder.

Figur 9. Identifierade områden med hög risk för höga temperaturer utifrån marktäckning har överlagrats med befolkningstäthet för personer över 65 år.



Kartbilderna kan även kompletteras med andra geodata såsom belägenhetsadresser för verksamheter där sårbara grupper bor eller befinner sig under en stor del av dygnet, till exempel servicebostäder, äldreboenden, förskolor och sjukhus. För användning inom kommunen kan brukarregister om aktuella vårdtagare för hemsjukvård och hemtjänst också inkluderas i analysen.

Att tolka resultatet

En kartläggning som görs utifrån denna metodbeskrivning ska ses som ett första vägledande steg om vilka områden som löper högre risk att få höga temperaturer. Metoden har dock sina begränsningar, se avsnittet Metodens begränsningar, och därför är det viktigt att tolka resultatet utifrån den specifika tätorten.

Tolkningen av resultatet kan göras med hjälp av aspekter som lyfts i denna skrift, samt med den kunskap som sammanställts i rapporten *Värmestress i urbana utomhusmiljöer – förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse* (1). Innan man vidtar omfattande åtgärder kan man också behöva göra kompletterande kartläggningar eller ingående platsundersökningar.

Vid tolkningen av kartbilderna ska de indelningar man får genom rutindelningen inte tolkas som skarpa gränser. Marktäckningen i en ruta påverkar i praktiken risken för höga temperaturer även i intilliggande rutor. I metoden används en indelning i rutor i syfte att sudda ut de skarpa gränser som uppstår vid användning av vektordata, men i den kartbild som skapas är de ändå synliga.

Områden som ligger mer centralt i städer kan ges högre prioritet i åtgärdsarbetet. Detta är inget som har kunnat vägas in i den aktuella metoden, men avståndet till centrum i staden kan påverka intensiteten på värmeöen (6). Med detta menas att ett område som har en viss marktäckning och ligger mitt i staden kan ha högre temperaturer än ett område som har samma marktäckning i ytterkanten av staden.

Tolkning genom överlagring av värmekartering

För att ge ett ytterligare underlag till tolkningen går det att överlagra identifierade riskområden med värmekarteringar som gjorts med satellitdata för yttemperatur (17, 18). Satellitdata från en varm dag ger en bild av var i tätorten som det blev varmt just den dagen. Om varma områden visar sig sammanfalla med ett riskområde utifrån marktäckning kan det ge en enkel form av validering för kartläggningen. Det kan å andra sidan också illustrera att ett riskområde utifrån marktäckning kan ha bidragit till att värme ökar i närliggande områden (rutor), eller illustrera att ett grönområde kan ha bidragit till att lindra effekterna från ett riskområde utifrån marktäckning.

Ordlista

GIS	Geografiska informationssystem. Datorbaserade system för att hantera, analysera och presentera geografiska data.
Permeabilitet	Ett materials förmåga att släppa igenom vätska.
Termisk admittans	Ett materials förmåga att ta upp och avge värme.
Urban värmeö	Fenomenet att urbana områden generellt är varmare än sin omgivning. Främst ett nattligt fenomen. Anges vanligtvis som skillnad i lufttemperatur, men kan också anges som skillnader i ytemperatur, strålningstemperatur etc.
Urban värmeö – intensitet	Storlek på skillnaden i temperatur mellan tätorten och dess omgivning.
Värmebölja	En längre sammanhängande period med hög lufttemperatur. En värmebölja definieras av SMHI som ”en sammanhängande period då dygnets högsta temperatur överstiger 25 °C minst fem dagar i sträck”.
Värmestress	Uppkommer då kroppen inte längre kan reglera sin temperatur genom utsöndring av svett och ökat blodflöde. Kroppstemperaturen stiger och det påfrestar bland annat andning, hjärta och blodcirkulation.

Referenser

1. Folkhälsomyndigheten. Värmestress i urbana utomhusmiljöer – förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse. Folkhälsomyndigheten; 2018.
2. Oke TR. City size and the urban heat island. Atmospheric Environment (00046981). 1973;7(8):769.
3. Petralli M, Massetti L, Brandani G, Orlandini S. Urban planning indicators: useful tools to measure the effect of urbanization and vegetation on summer air temperatures. International Journal of Climatology. 2014;34(4):1236.
4. Stewart ID, Oke TR. Local climate zones for urban temperature studies. Bulletin of the American Meteorological Society. 2012(12):1879.
5. Eliasson I, Svensson MK. Spatial air temperature variations and urban land use — a statistical approach. Meteorological Applications. 2003;10(2):135.
6. Svensson MK, Eliasson I, Holmer B. A GIS based empirical model to simulate air temperature variations in the Göteborg urban area during the night. Climate Research. 2002;22(3):215-26.
7. European Environment Agency. Copernicus Land Monitoring Service – Urban Atlas. Available from: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-urban-atlas>
8. Länsstyrelsen Södermanlands län. Riskbild 3 Södermanland - Extrema vädersituationer, klimatförändringar och lokala effekter. Nyköping: Länsstyrelsen; 2016.
9. SMHI. Delprojekt värmeböljor Stockholms stad [2018-05-31]. Available from: <https://www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/hydrologisk-forskning/hazardsupport-1.101587>
10. Andersson-Sköld Y, Thorsson S, Rayner D, Lindberg F, Janhäll S, Jonsson A, et al. An integrated method for assessing climate-related risks and adaptation alternatives in urban areas. Climate Risk Management. 2015;7:31-50.
11. Botkyrka kommun. Beredskap vid värmeböljor - Beskrivning av processen i ett projekt och förslag till fortsatt arbete. Botkyrka kommun; 2011.
12. Naturvårdsverket. Nationella marktäckedata. Available from: <https://www.naturvardsverket.se/Samar-miljon/Kartor/Nationella-Marktackedata-NMD/2018>
13. Lantmäteriet. Fastighetskartan. Available from: <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/fastighetskartan/>
14. Climatools. Att använda geografisk information vid väderkriser för att bistå sårbara grupper i ett förändrat klimat. FOI-R-2762-SE.
15. SCB. Öppna data. Available from: <https://www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/geodata/oppna-geodata/tatorter/>
16. Geodatasamverkan. Available from: <https://www.geodata.se/anvanda/geodatasamverkan/>
17. Rymdstyrelsen. Öppna data. Available from: <https://www.rymdstyrelsen.se/oppna-data/>
18. Länsstyrelsernas geodataportal. Available from: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>



Folkhälsomyndigheten

Solna Nobels väg 18, SE-171 82 Solna **Östersund** Forskarens väg 3, SE-831 40 Östersund.

www.folkhalsomyndigheten.se