Förstudie – Termisk komfort, projekteringsguide



Stephen Burke
Charles Caure
Samer Hassanie
Martin Holgersson
Charlotte Svensson Tengberg
Max Tillberg
Emma Winqvist
Mats Persson

2025

Förord

Denna förstudie *Termisk komfort - en projekteringsguide* har tagits fram med stöd från Boverket. Förstudien har utformats och författats av en arbetsgrupp bestående av personer som tillsammans representerar både bred och djup kompetens och stor erfarenhet inom området.

Stort tack för kritisk granskning och stöd i arbetet med rapporten till:

Helena Bülow-Hübe, Fojab Arkitekter AB

Johannes Persson, ACC Glas och fasadkonsult AB

Simon Siggelsten, Malmö universitet

Mats Persson

Malmö universitet

Synpunkter och förslag lämnas via epost: mats.persson@mau.se

Sammanfattning

Denna förstudie om förutsättningar för och möjligheterna med en projekteringsguide för termisk komfort med fokus på övertemperaturer har genomförts på kort tid för att kunna vara underlag för framtida projekt. Åtminstone tre olika problemområden kan urskiljas:

- Det är svårt att definiera scenariodata för framtida väder och klimat samt påverkan av lokala förhållanden.
- Mängden variabler som har betydelse vid beräkning av termisk komfort är stort och det krävs fler simuleringar för att bättre kunna bestämma vilka variabler som huvudsakligen ska beaktas för att säkerställa beräkningsresultat.
- Hur stora variationer finns och hur ska riskvärdering göras för de klimatfiler som tas fram för framtida klimat.

Det behövs därför vidare forskning och utredningar inom dessa områden.

Förstudien innehåller ingen medicinsk del men konstaterar att det skulle vara värdefullt med bredare och djupare kunskaper om samband mellan ohälsa och övertemperaturer i Sverige.

Innehåll

1 Inledning 4
1.1 Bakgrund 4
1.2 Syftet och avgränsningar 5
1.3 Genomförande 5
1.4 Till dig som läsare 5

2 Forskning och vägledningar 6
2.1 Vägledningar i andra länder 6
2.2 Klimatfiler 6
2.3 Värmekartering av maximala marktemperaturer 8
2.4 Riskfaktorer för övertemperatur 9

3 Gällande lagar och regelverk 11
3.1 Lagar i Sverige 12
3.2 Förordningar 12
3.3 Föreskrifter 12

4 System, verktyg och vägledningar 15
4.1 Branschens vägledningar genom miljöcertifieringar 15
4.2 Standarder 18

5 Behov av projekteringsguide 20
5.1 Svårighet att beskriva framtida klimat 20
5.2 Mängden variabler att ta hänsyn till och riskvärdering 20
5.3 Beräkning av termisk komfort med hjälp av termisk simulering 21
5.4 Flera faktorer som påverkar bedömningen av övertemperatur 22

6 Kunskapsluckor och behov av forskning 24

7 Slutsatser och preliminära rekommendationer 26

Referenser 27

Bilaga 1 – Komfortberäkningar

Bilaga 2 – Litteratur och länkar relaterade till termisk komfort och klimatfiler

Förkortningar och begrepp

AR – Assessment Report (rapporter från IPCC, nuvarande är AR6)

CFD – Computational Fluid Dynamics

clo – Beklädnadsgrad (förkortning av engelska clothes). 1 clo motsvarar den beklädnad en människa behöver för att bibehålla termisk jämnvikt vid +21 ˚C.

GCM – General Circulation Model, eller Global Climate Model (numeriska modeller som simulerar atmosfäriska, havs-, kemiska, biologiska och markprocesser.) Det finns olika GCM (exempelvis CCSR/NIES, CSIRO, GFDL, HadCM3, m.fl.) och dessa kan ha olika AR scenarios (t.ex. RCP4,5, RCP8,5, m.fl.)

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

Klimatfil – fil med klimatdata för simulering av termisk komfort.

LST – Land Surface Temperature

met – Aktivitetsgrad och värmeavgivning (från engelska metabolic equivalent of task). 1 met motsvarar den energi eller det syre som förbrukas vid stillasittande.

NDVI – Normaliserat Differentierat Vegetations Index

NRC – National Research Council Canada

NSAT – Near Surface Air Temperature

PET – Physiologically Equivalent Temperature

PMV – Predicted Mean Vote (SS-EN ISO 7730:2006)

PPD – Predicted Percentage Dissatisfied (SS-EN ISO 7730:2006)

RCM – Regional Climate Model (regional klimatmodell)

RCP – Representative Concentration Pathways (växthusgasemissioner) som kan ge olika klimatscenarion.

RF – Relativ fuktighet

SET – Standard Effective Temperature

Väderfil – fil med väderdata från observationer och mätningar.

WCDH – Weighted Cooling Degree Hours

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Sverige har höga temperaturer i byggnader inte setts som ett stort problem. Bostäder och skolor utrustas sällan med komfortkyla, medan det är vanligt i t.ex. affärslokaler och kontor. Att begränsa värmeförluster och den energi som används för uppvärmning har legat i fokus vid utformning av byggnader. I takt med att byggnaders klimatskärm blir lufttätare, bättre isolerad och mer energieffektiv påverkas också det termiska klimatet och temperaturen inomhus under den varma årstiden.

De senaste åren har det rapporterats om flera fall med övertemperaturer, bland annat i skolmiljöer (Österbring 2021). Där har passiva åtgärder för att begränsa temperaturen inomhus utvärderats utifrån ett framtida klimatscenario, exemplifierat med 2018 års klimatdata. Författaren konstaterade att passiva åtgärder inte är tillräckliga för att hålla en adekvat inomhustemperatur samt att det saknas tydliga riktlinjer både gällande beräkning av termisk komfort för byggnader utan kylsystem och hur framtida klimatförändringar ska beaktas.

På ett liknande sätt har Ylmen & Schade (2021) undersökt hur värmeböljor påverkar inomhuskomforten. De har också kommit fram till att passiva åtgärder inte är tillräckliga och de framhåller att det är särskilt tydligt i södra Sverige.

I Kanada finns riktlinjer gällande övertemperatur i byggnader. Laouadi A et al. (2022) har utarbetat riktlinjerna och påpekar att termisk komfort handlar om hur en individ upplever sin miljö medan övertemperaturer handlar om att ett rum eller en byggnad är varmare än önskad (fördefinierad) temperatur som ska vara dimensionerande vid utformning av nya byggnader. Människors hälsa och prestation påverkas negativt av höga temperaturer, men det finns också variationer.

Hur ska en projekterande konsult bedöma förväntad innetemperatur, termisk komfort och risk för övertemperatur i byggnader? Det finns etablerade standarder för beräkning av termisk komfort som utgår från normalår eller historiska klimatdata. Flera studier har pekat på behovet av klimatdata och riktlinjer för beräkning av risken för framtida övertemperatur. Med Boverkets nya byggregler är det tydligt att byggbranschen måste ta hänsyn till framtida klimat när byggnader utformas.

Ett nytt krav är att också ta hänsyn till klimatutveckling och onormalt uteklimat under en ekonomiskt rimlig livslängd. I konsekvensbeskrivningen (Boverket 2024) lyfts det fram att det delvis saknas tydliga lastfall och tydliga branschrekommendationer i Sverige för hur verifieringen av termisk komfort ska gå till och att det är en förutsättning för en likvärdig hantering.

Tidigare studier har visat att det inte går att klara detta krav med enbart passiva lösningar. Det krävs även tekniska lösningar. Att tillföra aktiv kylning i delar av den befintliga och nya bebyggelsen innebär en stor utmaning, inte minst i förhållande till EU:s nya energiprestandadirektiv som ställer krav på att byggnadsbeståndet i Sverige energieffektiviseras.

För att beräkna temperaturer inom hus och termisk komfort behövs data om framtidens väder. Nik et al. (2022) har sammanställt tillgängliga klimatdata och klimatfiler för övertemperaturberäkningar och kommit fram till att det finns en brist på dessa i Sverige. De påpekade även att det finns en brist på kunskap och erfarenhet

i branschen när det gäller konsekvensanalys av klimatförändringar. De synliggör även hur dagens standarder inom termisk komfort och beräkningar av inomhusklimat beaktar historiska data men inkluderar inte någon metod för att hantera ett framtida klimat, lokala variationer/mikroklimat eller fuktens inverkan som kan leda till att avfuktning krävs. Att dagens byggnader projekteras utifrån historiska data medför en avsevärd risk att fler kommer drabbas av övertemperatur - oftare och under längre perioder.

En kunskapssammanställning om grunderna inom termisk komfort har tagits fram av Bülow-Hübe et al. (2022).

1.2 Syftet och avgränsningar

Detta projekt ska bidra till en projekteringsguide för termisk komfort som bör innehålla underlag för en fackmässig verifiering av termisk komfort i projekteringen. Förstudien är främst till för att ta fram grunderna till ett efterföljande projekt med en djupare analys av klimatdata och klimatfiler som även tar hänsyn till de förväntade klimatförändringar.

Ett syfte är att studera metodik för hur risken för övertemperatur kan bedömas med klimatdata för sommartider i framtiden. Projektet ska ta fram förslag på vilka krav som bör ställas på data för framtidens klimat. Det ska också ge en vägledning hur standarder kring beräkning för termisk komfort kan tolkas gällande klassning av byggnadstyper och användare.

1.3 Genomförande

Projektet har genomförts i parallella processer med litteraturstudier, simuleringar och kartläggningar. Litteraturstudien samlade internationella lärdomar och erfarenheter om samband och beräkning av termisk komfort vid höga utetemperaturer. Tillsammans med förstudien publiceras en excel-fil med cirka 400 referenser som berör ämnet (googla ”bygglearn”). Med simulering och beräkning av inneklimat baserat på tillgängliga klimatfiler, genomfördes en analys av faktorer som beaktas och inte beaktas. Därefter formulerades en skiss till en svensk branschrekommendation för beräkning och bedömning av inneklimat fram baserat på litteraturstudien och analys av simuleringar och beräkningar.

Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp bestående av personer som tillsammans representerar både bred och djup kompetens inom simulering och utvärdering av innemiljö och termisk komfort. Arbetsgruppens huvuduppgift har varit att sammanställa relevanta och aktuella kunskaper.

1.4 Till dig som läsare

Den här förstudien presenterar en översiktlig sammanställning av kunskap och erfarenheter. Förstudien är resultatet av författarnas analyser och utredningar. Boverket har inte tagit ställning till innehållet.

2 Forskning och vägledningar

2.1 Vägledningar i andra länder

Forskning om termisk komfort och inneklimat bedrivs i flera länder. Två länder som har kommit långt när det gäller vägledningar är Norge och Kanada. Dessa har studerats, eftersom länderna också har liknande klimat som Sverige, och kan ge en inblick i hur vi i Sverige kan arbeta att utvärdera risken för övertemperatur inomhus och klimatdata för framtiden.

2.1.1 Vägledning i Norge

I Norge har Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) utvecklat en vägledning för hur termiskt inneklimat ska beräknas (RIF 2021). Vägledningen innehåller bakgrundsfakta och teori bakom beräkningar av inomhusklimat. Med Fangers metod (enligt SS-EN ISO 7730:2006) beräknas värden för termisk komfort (PPD och PMV) baserat på parametrar som operativ temperatur, lokal diskomfort och drag.

RIF har också studerat sambandet mellan termiskt inneklimat och produktivitet på en arbetsplats. Studien visar att en optimal temperatur för arbete i kontor är 22–26 ˚C. Utanför detta intervall minskar produktiviteten både när det är kallare och varmare. Arbeidstilsynet (motsvarande Arbetsmiljöverket) tillåter dock att temperaturen överstiger 26 ˚C under 50 timmar per år under brukstiden då utetemperaturen är mer än 22 ˚C.

Vägledningen från Norge lyfter fram ett av de större problemen som finns vid beräkning av termiskt inneklimat, nämligen variationen i indata. Det riskerar att bli stor spridning i resultat beroende på vem som beräknar och vilka program som används. Ju fler valmöjligheter som finns, desto fler konkurrensfördelar kan utnyttjas, något som enligt vägledningen oftast bidrar till ett sämre reellt inomhusklimat. Det är denna variation en branschvägledning ska kunna minimera.

2.1.2 Vägledning i Kanada

National Research Council Canada (NRC) har tagit fram en vägledning och ramverk för utvärdering och beräkning av övertemperaturer och inomhusklimat i byggnader (Laouadi et al. 2022). Vidare ska även vägledningen implementeras för att bedöma lämpliga åtgärder för att minska risken för övertemperaturer.

Kanadas vägledning belyser till exempel att människor har andra behov av termisk komfort när de sover, eftersom både metabolism och klädsel avviker från den under dagtid. En stor del av vistelsetiden i vanliga bostäder äger ju rum om natten. Gällande ålder och längd på värme noteras bl.a. att äldre är mindre känsliga för att behöva acklimatisera sig för varmare klimat.

Vägledningen från Kanada har mycket statistik som underlag och beskriver ingående bakgrunden, varför god termisk komfort är viktigt. Vägledningen är inte lika tydlig i sin beräkningsgång men har inslag av indata, främst vad gäller clo och met där de har sett stora variationer mellan dag och nattetid.

2.2 Klimatfiler

Frågan om hur klimatet kan påverka energianvändning i byggnader är ingen ny fråga. Redan 1995 skrev Rosenthal et al. i USA att global uppvärmning kan påverka en byggnads värme- och kylbehov. Sedan dess har många arbetat med att försöka ta fram pålitliga klimatdata (typår) som kan användas för energiberäkningar.

Detta visade sig vara väldigt komplext, med flera möjliga metoder som kan användas. Guan (2009) beskriver att det finns i huvudsak fyra olika metoder för framtagande av framtida klimatdata:

1. Extrapolering (grad-dag metoden)
2. Imposed offsetmetod
3. Stokastiska vädermodeller
4. Globala klimatmodeller

Ett problem som Guan (2009) diskuterar, är att byggbranschen behöver klimatfiler med timvärden på ingående parametrar. Globala klimatmodeller producerar medelklimat, och inte väderdata på timnivå. Dessutom spelar fukt en stor roll för energibehov och termisk komfort. På grund av beräkningsmetoder som räknar på timme samt krav på indata till en beräkning av termisk komfort kan metod 1 (extrapolering av grad-dag) direkt uteslutas då den är olämplig då extremvärdena samt dagsvariationer inte finns med.

Metod 2, Imposed offsetmetoden handlar om att ta befintlig klimatfil/data och justera enligt resultaten från en global klimatmodell (så kallad morphing). Det går att använda en rad olika tillvägagångssätt för att göra justeringen (beskrivs inte i denna rapport). Metod 2 bygger på historiska klimatdata, likt metod 1, som justeras utifrån olika scenarier. Metoden är vanlig vid framtagande av framtida klimatdata då den kan producera timvärden på temperatur, vindhastighet, vindriktning, fukt och solstrålning.

Metod 3 handlar om att generera data på timnivå med stokastiska metoder utifrån ett par variabler. Metoden kan generera klimatdata på timnivå, men det krävs flera simulerade år för att få med den önskade ändring i klimat då denna metod bygger på statistiska metoder och kan ha stora osäkerheter. Risken med metoden är att data kanske inte hänger ihop som i verkligheten, och resultaten kan vara osannolika under vissa perioder.

Metod 4, globala klimatmodeller, använder resultat från meterologi och deras globala modeller. Denna metod, likt metod 3, behöver flera simulerade års indata för att generera ett år som kan användas i energiberäkningar för att få med variansen i de närmaste 50–100 åren. Resultaten från dessa modeller kan inte användas direkt då dessa innehåller trender i klimat och inte klimatfiler på timnivå.

En nyare artikel (Rodrigues et al. 2023), beskriver att morphing (metod 2) är en vanlig metod som används idag för att producera timbaserade klimatdata för energiberäkningar. Det finns flera dataprogram som klarar av det, så som WeatherShift, Weather Morph, och CCWorldWeatherGen, men nackdelen är att dessa morph-program inte får med extremfall. De kan vara lämpliga för energiberäkningar, där medelvärdet av olika parametern är baserat på flera år är det viktigaste, samt för att få en indikation om det kan uppstå problem med termisk komfort. Problemet är, enligt Rodrigues et al., att denna metod är väldigt grov då data är baserat på en GCM (global klimatmodell) och gamla baselines (antagande om utveckling av klimatförändring), en grov "grid" som kan ta fel klimatdata (en "grid" är en del av jorden där GCM-modeller, till exempel en modell kan ha upplösning över Skåne och problemet är att generera data för bara Malmö baserat på modellens utdata som täcker Skåne), och som nämndes tidigare, kan metoden inte producera extrema värden.

För att lösa detta problem används en RCM (Regional Climate Model), eller lokal klimatmodell. En viktig skillnad är att en GCM, modellera ett område på mellan

100–300 km^2 medan en RCM kan vara ner till 2,5 km^2 (Nik 2016). På detta sätt går det att ta fram olika klimatfiler för olika stadsdelar. Det kräver att data från en eller fler RCM används för att konvertera till en klimatfil som kan användas i ett simuleringsprogram. En teknik är att ”morpha” även dessa data, det vill säga att ta en historisk klimatfil och justera den enligt resultaten från din RCM. Olika klimatfiler kan genereras utifrån olika resultat från GCM, RCM, och AR-scenarios för en geografisk plats. Det är alltså inte möjligt att använda resultatet från dessa direkt i ett beräkningsprogram.

Enligt Nik (2016) finns det även nackdelar med morphing. Extremfall kommer inte med eftersom det fortfarande baseras på historiska data (utan extrem fall). Det finns också en risk att metoden underskattar effekten av klimatförändring relativ en RCM. Det är därför lämpligt att jobba med RCM:s som omfattar minst 20–30 år generering av en klimatfil. Dessutom bör klimatfilen vara baserad på flera GCM, RCM, och AR. En klimatfil bör vara baserad på totalt flera hundra års modelldata.

Dagens forskning undersöker hur flera av dessa metoder kan kombineras.
Till exempel genom att använda metod 4 (generera data med flera lokala klimatmodeller) för att modifiera historiska klimatdata (metod 2) så att det framtida klimatdata stämmer överens med framräknade. Det finns fortfarande problem med denna metod då klimatfiler måste byggas och analyseras före användning.

Lui et al. (2016) undersökte hur framtida klimatdata för innemiljöanalyser kan genereras. I studien jämförs resultat från en genererad klimatfil baserat på referensår (liknande det som används i energiberäkningar) med en mer inriktade fil för ovanligt varma somrar (varmsommarfiler). I studien tog de fram två varianter av varmsommarfiler, en baserad på viktade kylgradtimmar (Weighted Cooling Degree Hours, eller WCDH), och en fil baserad på fysisk ekvivalenttemperatur (Physiologically Equivalent Temperature, eller PET) för att kontrollera hur utvärderingsmetoden för innemiljö skulle påverka klimatfilen. Slutsatsen från denna studie var att det är bäst att generera klimatfiler med probabilistiska metoder och att inte bara använda en fil. Helst ska tre filer tas fram (10 percentil, 50 percentil och 90 percentil) för att kunna utvärdera risken för övertemperatur. Dessutom gav PET högre temperaturer än WCDH vilket visar att det spelar roll vilket utvärderingsmodellen som används.

Nik (2016) tittade även på möjligheten att ta fram framtida klimatfiler för användning inom energiberäkningar. Metoden som beskrivs är lik Lui et al. (2016) i att generera mycket klimatdata från olika GCM, och RCM (med olika AR) sedan morpha ner det till ett par årsklimatfiler. Denna metod skulle kunna användas för att generera varmsommarfiler för användning i innemiljöberäkningar, dock bör filerna inte användas i energiberäkningar och vice-versa.

2.3 Värmekartering av maximala marktemperaturer

En värmekartering är en visuell representation av temperaturfördelningar över ett specifikt geografiskt område. Syftet med värmekartering är att få ett planeringsunderlag för att identifiera och analysera områden med extremtemperaturer och för att stödja klimatanpassningsåtgärder.

För Sverige har MSB tagit fram en nationell värmekartering som visar den maximala marktemperaturen (LST – Land Surface Temperature) som uppmätts under sommarperioden 1 juni – 31 augusti under åren 2017–2023. Marktemperaturen har beräknats från satellitdata (Landsat 7, 8 och 9) med hjälp av en metod utvecklad av

NASA, baserad på parametrar som NDVI (Normaliserat Differentierat Vegetations Index) och emissivitet. Temperaturerna har sammanställts i rasterkartor med 30 meters upplösning (”omsamplad” från 100 meter) för att ge en detaljerad bild av maximala marktemperaturer. Efter att LST har beräknats för varje pixel, har samtliga nedladdade satellitscener överlagrats, och det högsta temperaturvärdet för varje pixel har sparats i en mosaik som skapar en nationell karta med maxtemperaturer per pixel under en tidsperiod. Maxtemperaturen presenteras i klasserna <35 °C, 35–40 °C, 40–45 °C och 45–50 °C och presenteras både i treårsperioder och hela perioden 2017–2024. Korrelation med SMHI:s lufttemperatur har använts för validering, vilket visar en måttlig relation ($R^2 = 0,49$) exklusive outlets (MSB 2024).

Godo et al. (2017) har analyserat relationen mellan marktemperatur och lufttemperatur nära marken (NSAT – Near Surface Air Temperaturer) baserat på 17 års data. De fann att även om temperaturerna generellt är starkt kopplade är sambanden inte linjära. Studien understryker vikten av att förstå de bakomliggande faktorerna som påverkar relationen mellan LST och NSAT, särskilt vid höga temperaturer och extrema klimatförhållanden. Under höga temperaturer kan LST överstiga NSAT med flera grader, särskilt under dagen och över torra, icke-vegeterade områden. Skillnader på upp till 20 °C har rapporterats vid extrema förhållanden.

Även SUN et al. (2020) betonar att förhållandet mellan LST och NSAT är mycket komplext och att det finns betydande skillnader mellan marktemperatur och lufttemperatur i urbana miljöer. Under extrema temperaturförhållanden (t.ex. värmeböljor) är skillnaden mellan LST och NSAT ofta större.

2.4 Riskfaktorer för övertemperatur

2.4.1 Faktorer som påverkar risken

Det finns flera faktorer som påverkar risken för övertemperatur såsom:

Utomhusklimatet har en stor inverkan på hur varma våra byggnader blir inomhus. Utomhusklimatet beskrivs bland annat av uteluftstemperatur, RF, vindhastighet och vindriktning samt solinstrålning och hur dessa samverkar. Utomhusklimatet är också styrande för vilka åtgärder som är lämpliga för att minska övertemperatur.

Byggnadens utformning har också stor inverkan för termisk komfort. Färgen på fasaden, fönsterarea, fönsterriktning, val av stomme, klimatskärmens isolerings prestanda och täthet samt skuggning är faktorer som kan påverka hur den termiska komforten upplevs. Det spelar också stor roll hur byggnaden används, vilka personlaster som finns, typ av solskydd som används och hur ventilationssystemet är utformat och inställt.

Vädring av byggnader kan motverka övertemperatur till viss del. Om uteluften är svalare än inomhusluften kan den ha en kylande effekt. I så fall hjälper vädring mot övertemperatur med ökade luftflöde genom huset. Men, som många konstaterade under värmeböljan 2018, har vädring när uteluften är mycket varmare än luften inomhus motsatt effekten – risken för övertemperatur ökar då med vädring. Österbring (2021) visade i sin rapport att bara aktiva kylsystem kunde motverkar de inomhusproblem som fanns i skolor under 2018. Ingen kombination av passiva åtgärder (vädring, solskydd m.m.) kunde lösa denna situation.

Brukarna i byggnaden spelar också stor roll för den termiska komforten. En byggnad med mer elektronik och boende med en högre aktivitetsnivå riskerar

övertemperatur snabbare på grund av sin värmeproduktion. Känsliga persongrupper tål inte lika höga inomhustemperaturer lika lång tid och dessa personer riskerar att uppleva övertemperaturer före icke-känsliga personer.

Hur staden är utformad kan påverka den lokala risken för övertemperatur i stadsdelar. Exempelvis kan urbana värmeöar höja mark- och lufttemperaturen i en stadsdel medan skuggade stadsdelar hjälper till sänka temperaturerna. Stadsdelar med större grönområden, eller vid havet, har inte lika ofta värmeöar.

Träd och växtlighet hjälper till att sänka luft- och marktemperaturer genom att absorbera värme och ge skuggning, Dessutom hålls yttemperaturen ner av växter genom avdunstning av fukt, så växterna blir inte varmare än oorganiska ytor så som målade trä eller betong. Singapore är ett bra exempel på en ort där risken för urbana värmeöar reduceras genom att plantera träd och andra växter längs flera gator för att skugga asfalten och gående. Singapore är ett varmt land med erfarenhet av hur urbana värmeöar påverkar den termiska komforten både utomhus och inomhus.
"By lowering ambient temperatures, trees also help businesses save electricity by reducing the use of air conditioning. In addition, trees provide ecosystem services, such as stormwater interception, which would otherwise require even greater infrastructural investments" Singapore (2025).

2.4.2 Risk för övertemperatur

Enligt Liu et al. (2016) bör en metod för utvärdering av övertemperatur vara baserad på om en parameter eller flera parametrar har använts. En enkel bedömningsmetod för en enklare parameteranalys är till exempel WCDH som bara tittar på antal timmar över en viss temperatur. Komposit-metoder, såsom PET eller Fanger's PMV metod, tar hänsyn till lufttemperatur, RF, personers värmeproduktion, strålningsutbyte och luftrörelser. PET kan beräkna värmestress och PET är den rekommenderade metoden för utvärdering av termisk komfort i Tyskland.

Metoderna Predicted Mean Vote (PMV) och Predicted Percent Dissatisfied (PPD) är kände begrepp för utvärdering av inomhusmiljö och termisk komfort (Bülow-Hübe et al. 2022). Dessa ger lite olika värden som kan vara svåra att tolka medan PET ger en ekvivalent temperatur.

I Storbritannien finns det klimatfiler för framtiden som är baserat på historiska data (morphed historiska data) och därmed behöver förbättras i framtiden. Problemet är att klimatfilerna är mer normaliserade och inte har extremer. Det beror på hur de tagits fram. UKCP09 Weather Generator ger dagsvärde som måste översättas till timvärde vid simuleringar, vilket innebära att extrema fall inte finns med.

Det är en utmaning att välja en representativ klimatfil. Det går inte att bara använda en klimatfil skapat för framtida energiberäkningar då dessa filer motsvarar ett representativt referensår och hantera inte extremfall. En lösning kan vara att generera flera varmsommarfiler baserat på probabilistiska analyser baserat på risknivå.
Tre sådana filer kan vara en 10 percentil, 50 percentil och 90 percentil fil (filen täcker in den sannolik framtida klimatutveckling). Dessa tre filer bör baserats på flera klimatscenarios och modeller. Med dessa filer skulle det vara möjligt att göra en grov riskbedömning för övertemperatur baserat på sannolikheten av minst tre fall.

En avgränsning med alla metoder är att de inte kommer innehålla värmeböljor. För att ha med sådana i ett scenario, kommer den behöva baseras på historiska klimatdata (en viss temperatur/RF ökning utöver det "normala" uteklimat) utöver en genererat klimatscenario. Det går bara att spekulera i hur osäkert dessa prognoser blir.

3 Gällande lagar och regelverk

Det finns en rad olika lagar och regler i Sverige. Dessa delas in i fyra olika kategorier, grundlagar, lagar, förordningar och föreskrifter. Med ett samlingsnamn kallas de för författningar. Lagar, förordningar och föreskrifter är alltid tvingande. Allmänna råd som följer med föreskrifter ska vägleda och ibland visa på goda exempel.
De allmänna råden och rekommendationer är förtydligande för hur de olika regelverken ska tolkas. Vissa områden påverkas även av överstatliga organisationer EU utfärdar bland annat direktiv för att harmonisera medlemsländernas lagstiftning. Därefter överlämnar EU till respektive medlemsland att bestämma formerna och tillvägagångssätten för att implementera direktiven i respektive lands lagstiftning. EU:s förordningar har däremot direkt rättsverkan i samtliga EU-länder och behöver inte föras in i nationell lagstiftning. Se tabell 3.1 för en översikt om styrande lagar och regelverk.

Tabell 5.1 Lagar och regelverk för byggprojekt (Anpassad från Byggföretagen 2020).

Nivå	**Organisation**	**Ansvarar för**	**Exempel på styrdokument**
Europa	EU	Förordningar och direktiv	EU-förordning om byggprodukter EU-direktiv om byggnaders energiprestanda
Nationellt	Riksdag	Grundlagar Lagar	Plan- och bygglagen (2010:900) (PBL) och miljöbalken (1998:808) (MB)
	Regering	Förordningar	Plan- och byggförordning (2011:338)
	Myndigheter: t.ex. Boverket, Folkhälso-myndigheten	Föreskrifter och regler Rekommendationer	Boverkets föreskrifter om skydd mot buller i byggnader (BFS 2024:10) (Boverkets byggregler (2011:6) -föreskrifter och allmänna råd.) Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus (HSLF-FS 2024:10)

Utifrån lagar och regelverk arbetar myndigheter och organisationer i byggsektorn. Styrande dokument för byggprojekt redovisas i tabell 3.2.

Tabell 3.2 Styrande dokument för byggprojekt (Anpassad från Byggföretagen 2020)

Nivå	Organisation	Ansvarar för	Exempel på styrdokument
Internationellt	FN, WHO, IPCC		
Regionalt	Länsstyrelser	Samordning region och kommuner	Planeringsunderlag Prövning av PBL och MB
Lokalt	Kommuner	Översikts- och detaljplanering.	Översiktsplan, detaljplan.
Beställare/ fastighetsägare	Bostadsbolag Privatpersoner	Bygghandlingar, Finansiering, Miljöhandlingar	Ritningar, byggnadsbeskrivning, miljökonsekvensbeskrivning, byggarbetsmiljösamordning.
Utförare	Byggföretag	Byggproduktionen	Kalkyl, budget, produktionstidplan, arbetsplatsdispositionsplan (APD-plan), Kvalitets-, miljö- och arbetsmiljöplan (KMA-plan)
Leverantörer	Material- och systemleverantör	Byggprodukter och systemlösningar	Montageanvisningar, drift och skötselinstruktioner.
Bransch- eller intresse-organisation	Branschföreningar, Certifierings-företag, SGBC m.fl.	Verifiering av branschens vedertagna krav	Certifieringar: Miljöbyggnad, Leed, Breeam-se, Svanen, miljöbyggnad i drift.
Den boende	Kund	Boendevanor, egna önskemål	Önskemål om god inomhusmiljö. Specifika användningsförutsättningar.

3.1 Lagar i Sverige

Här redovisas bara några centrala lagar inom förstudiens område

3.1.1 Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen (2010:900) - PBL innehåller bestämmelser som ställer krav på byggnadsverk och dess underhåll, vilket indirekt berör skydd för hälsa. I PBL:s inledande paragraf framgår att bestämmelserna syftar till att främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden, och en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människor i dagens samhälle och för kommande generationer.

PBL innehåller bestämmelser som ställer krav på byggnadsverk och dess underhåll, vilket indirekt berör skydd mot ohälsa. I t.ex. 3 kap. 10 § om översiktsplanering anges:

> 10 § Under samrådet ska länsstyrelsen särskilt
> …
> 5. verka för att bebyggelse och byggnadsverk inte blir olämpliga med hänsyn till människors hälsa eller säkerhet eller till risken för olyckor, översvämning eller erosion.

I PBL nämns inte temperaturer eller termisk komfort.

3.1.2 Arbetsmiljölagen

Arbetsmiljölagen (1977:1160) – AML fokuserar på att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet och att skapa en god arbetsmiljö. Genom att betona vikten av att förebygga ohälsa refererar Arbetsmiljölagen indirekt till arbetsgivarens skyldighet att tillhandahålla en arbetsmiljö som inte leder till hälsoproblem för de anställda.

3.2 Förordningar

3.2.1 Plan- och byggförordningen

Plan- och byggförordningen (2011:338) 3 kap. 9 § lyfter fram:

> …ska ett byggnadsverk vara projekterat och utfört på ett sådant sätt att det inte medför en oacceptabel risk för användarnas eller grannarnas hygien eller hälsa, …

Paragrafen har 6 olika exempel men inget som direkt berör temperatur eller termisk komfort.

När det gäller t.ex. buller finns utökad formulering 3 kap. 13 § som berör hälsa:

> …ska ett byggnadsverk vara projekterat och utfört på ett sådant sätt att buller, som uppfattas av användarna eller andra personer i närheten av byggnadsverket, ligger på en nivå som inte medför en oacceptabel risk för dessa personers hälsa och som möjliggör sömn, vila och arbete under tillfredsställande förhållanden.

3.3 Föreskrifter

3.3.1 Boverkets byggregler

I Boverkets byggregler (2011:6), BBR 31, finns krav som kan användas fram till sommaren 2026. Från juli 2025 finns de nya byggreglerna som är uppdelade i 8 föreskrifter. Den som främst berör termisk komfort är *Boverkets föreskrifter om skydd*

med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall (BFS 2024:8) som i kapitel 6, termisk komfort, anger:

> **6 kap. Termisk komfort**
> 1 § Acceptabel termisk komfort ska kunna upprätthållas vid avsedd användning. Bedömningen av acceptabel termisk komfort ska ta särskild hänsyn till
>
> 1. avsedd klädsel,
> 2. avsedd aktivitetsnivå,
> 3. hur länge användningen pågår,
> 4. möjlighet för användare att själva påverka det termiska klimatet, och
> 5. normalt uteklimat och eventuell förändring av det under en ekonomiskt rimlig livslängd.
>
> 2§ För rum i byggnader där användare inte enkelt kan avbryta eller justera användningen får det termiska klimatet inte innebära en oacceptabel hälsorisk. Kravet i första stycket gäller även vid onormala uteklimat.

3.3.2 Folkhälsomyndighetens allmänna råd

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus (HSLF-FS 2024:10) har sammanfattat några riktvärden om inomhustemperaturen som bör minska risker för olägenhet för människors hälsa (se tabell 3.2).

Tabell 3.2 Riktvärden för inomhustemperaturer (från HSLF-FS 2024:10)

Parameter inomhustemperatur	Riktvärde
Lägsta operativa temperatur	18 °C
Lägsta operativa temperatur, känslig grupp 2	20 °C
Lägsta yttemperatur på golv	16 °C
Lägsta yttemperatur på golv, känslig grupp	18 °C
Luftens högsta medelhastighet vid inomhustemperatur upp till 24 °C	0,15 m/s
Högsta operativa temperatur - höst, vinter och vår	24 °C
Högsta lufttemperatur - sommar	26 °C

En tabell med högsta riktvärde tillämpligt för bostäder och boende under sommaren har lagts till i den senaste utgåvan. För känsliga grupper gäller riktvärdet i tabell 3.2 för högsta inomhustemperatur hela dygnet. För andra kan en något högre temperatur vara acceptabel dagtid, men den bör inte överstiga 26 °C på natten.

Folkhälsomyndigheten rekommenderar dessutom att förebygga höga inomhustemperaturer och verksamhetsutövaren bör planera och anpassa sin verksamhet med hänsyn till det varmare klimatet.

3.3.3 Arbetsmiljöverkets föreskrifter

Arbetsmiljöverket sammanfattar i föreskriften *Utformning av arbetsplatser* (AFS 2023:12) ett flertal krav och råd om temperatur och klimat (5 kap 16–22§). Gällande inomhusklimat hänvisas i ett allmänt råd till *Temperatur inomhus* (SOSFS 2005:15 som upphörde att gälla 2013!) som Socialstyrelsen har tagit fram och att bedöma inomhusklimat enligt standarden SS-EN ISO 7730:2006. Bedömningen och beräkningen av termiskt klimat ska lämnas till en expert som kan bedöma inomhusklimatet genom hjälp av PPD/PMV samt lufttemperatur. Kravet beror på typ av arbetsplats och det finns därför några rekommendationer som

har sammanfattats för olika aktiviteter och klädsel. I tabell 3.3 visas värden från Arbetsmiljöverket.

Tabell 3.3 Riktvärden för högsta inomhustemperatur vid olika aktiviteter.

Aktivitet	Normal klädsel	Förstärkt klädsel	Termoklädsel
Stillasittande arbete	21–25 °C	19–23 °C	17–18 °C
Stående arbete	13–19 °C	10–18 °C	(8)–16 °C
Gående arbete	10–17 °C	(6)–14 °C	-

För att underlätta förståelse har Arbetsmiljöverket sammanfattat lämplig lufttemperaturen för olika arbetsplatser såsom i tabell 3.4.

Tabell 3.4 Riktvärden för temperatur på olika arbetsplatser
Lämplig lufttemperatur (från av.se hemsida).

Miljö	Temperatur
Kontor, Skola	20–24 °C*
Gymnastiksal	18 °C
Verkstadslokal	16–20 °C
Lager och godsterminal	10–14 °C
Arbete med bara händer	Minst 16 °C
Personalutrymmen	20–24 °C
Livsmedelsbutik	16–18 °C

* Sommartid kan temperaturer upp till 26 °C accepteras.

Ingen speciell hänvisning till framtida klimatförändring är specificerat i AFS 2023:12.

4 System, verktyg och vägledningar

4.1 Branschens vägledningar genom miljöcertifieringar

Några certifieringar som är speciellt framtagna eller anpassade till Sverige är miljöbyggnad, BREEAM-SE och svanen. I dessa certifieringar finns termisk komfort inbakade på lite olika sätt. Läs mer om de olika certifieringarna på Sweden Green Building Council (SGBC) hemsida www.sgbc.se.

4.1.1 Miljöbyggnad

Manualen till miljöbyggnad v4 delar upp kraven mellan bostäder och lokaler utan komfortkyla å ena sidan, och lokaler med komfortkyla å den andra. Varje grupp är indelad i olika betygsnivåer från brons till guld. Det som är specifikt i detta certifieringssystem är att nivå guld dessutom ska verifieras via mätning enligt SS-EN ISO 7726 (se tabell 4.1). Termisk komfort (PPD) bedöms under den dag det är som varmast på sommaren och kallast på vintern (SGBC 2022).

Tabell 4.1 Sammanställning av miljöbyggnads krav (v4) för termiskt klimat sommar.

	Brons	**Silver**	**Guld**
Bostäder och lokaler utan komfortkyla	Alternativ 1: Brons på indikator 2, och vädringsmöjlighet. Alternativ 2: PPD ≤ 20 procent. Oavsett alternativ: Förvaltningsrutiner för kontroll av termiskt klimat sommar.	Betyg brons uppfylls. Alternativ 1: Silver på indikator 2 och öppningsbara fönster eller fönsterdörrar. Alternativ 2: PPD ≤ 15 procent.	Betyg silver uppfylls. Alternativ 1: Guld på indikator 2 och öppningsbara fönster eller fönsterdörrar. Alternativ 2: PPD ≤10 procent. Oavsett metod: Enkät eller mätning.
Lokaler med komfortkyla	PPD ≤ 15 procent. Förvaltningsrutiner för kontroll av termiskt klimat sommar.	Betyg brons uppfylls. PPD ≤ 10 procent.	Betyg silver uppfylls. Enkät eller mätning.

Det termiska klimatet bedöms utifrån PPD-index vid en kritiskt varm och solig dag eller via en förenklad metod (dock med vissa avgränsningar) baserad på indikator 2 (solvärmelast) samt förvaltningsrutiner. Gränser för operativ temperatur för brukare eller verksamheter hänvisar till handböcker, exempelvis *Energi- och miljötekniska föreningens R1* eller i bilagan till standarden SS-EN ISO 7730:2006.

Beräkningsförutsättningar inkluderar rummets geometri, U-värden, fönsters placering, storlek, g-värden och solavskärmning, eventuellt kylande effekt, tilluftsflöde och tilluftstemperatur, internlaster. Om uppgifter för verksamheten och brukarna är okända kan följande användas: 0,5 clo, 1,2 met och lufthastigheten 0,20 m/s i vistelsezon och relativ luftfuktighet RF = 50 %. Redovisningen ska visa att det finns erforderlig kyleffekt installerad i rummet för att säkerställa önskad rumslufttemperatur vid dimensionerande förhållanden. Ingen hänsyn till framtida klimat finns med under indikator 8 från miljöbyggnad som redovisar hur termiskt klimat under sommaren ska analyseras och återrapporteras till SGBC.

4.1.2 BREEAM-SE

BREEAM-SE (v.6) är ett certifieringssystem där poäng samlas för olika indikator. Ju fler poäng desto bättre slutbetyg. I kriteriet för termisk komfort Hea 04 ges en poäng för att klara kraven för simulering av termisk komfort baserat på klimatdata för den aktuella platsen. Ytterligare ett poäng kan erhållas när en anpassningsbarhet påvisas där beräkningarna utförs för ett förväntat klimatförändringsscenario. Ytterligare en poäng kan erhållas vid påvisande att det finns termiska zoner och brukarstyrning av inneklimatet.

Termisk komfort ska beräknas genom dynamisk byggnadssimulering i relevanta vistelsezoner, med hänsyn till alla säsongsvariationer. Alla vistelsezoner ska uppfylla PMV- och PPD-index enligt kraven för kategori B i SS-EN ISO 7730:2006 och de operativa temperaturerna uppfyller Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus (HSLF-FS 2024:10)

Om lokala risker för lufthastigheter eller temperaturer finns ska det dessutom kunna vara nödvändigt att utföra CFD (Computational Fluid Dynamics) för att erhålla data om lokala värden och kunna bedöma det lokala termiska klimat som ingår i kategori B i SS-EN ISO 7730:2006.

Metodiken delar på byggnader som är naturligt ventilerade eller mekaniskt ventilerade utan komfortkyla och byggnader som är mekanisk ventilerade med komfortkyla.

För att analysera byggnaders termiska prestanda under framtida klimatförhållanden används klimatdata baserad på förväntade klimatförändringsscenarier. Detta görs genom att skapa en klimatfil från ett statistiskt normalår, baserat på minst 15 års historik. Klimatmodeller enligt IPCC AR5 ska användas, och metodiken rekommenderar att skaffa framtida klimatfiler via weathershift. Ingen annan metod beskrivs som enkel och robust, vilket också visar att det saknas kunskap i branschen om hur bra dessa klimatfiler är skapade och godkända. Weathershift, som rekommenderas, är inte ett bra underlag att gå vidare med då det inte förutser framtida klimat på noggrant sätt enligt vår bedömning.

Tabell 4.2 Bedömningskriterier för att skapa filer för framtida klimat enligt BREEAM-SE.

Naturligt ventilerade eller mekaniskt ventilerade byggnader utan komfortkyla. • Prognosår: 50 år efter att byggnaden färdigställts • Utsläppsscenario: RCP 4,5 och 8,5 med 50 procentpercentilen för varmt klimat
Mekanisk ventilerade byggnader med komfortkyla • Prognosår: 20 år efter att byggnaden färdigställts • Utsläppsscenario: RCP 4,5 och 8,5 med 50 procentpercentilen för varmt klimat

Data enligt tabell 4.2 kan användas för att verifiera krav, men projekteringsgruppen kan också välja att använda mer omfattande klimatdata om det anses nödvändigt för att ta hänsyn till brukarnas känslighet mot övertemperatur.

Valet av tidsperioder för simuleringarna baseras på förväntade livslängder för olika byggnads- och installationssystem. Längre tidsperioder används för byggnader med naturlig eller mekanisk ventilation utan komfortkyla, eftersom deras termiska komfort påverkas av flera faktorer som fasad- och fönsterlösningar, isolering, lufttäthet, stomme och omgivande utemiljö. Dessa faktorer har en längre teknisk livslängd.

För byggnader med mekanisk ventilation och komfortkyla väljs kortare tidsperioder, eftersom komfortkylan påverkar den termiska komforten utöver de tidigare nämnda faktorerna. Här beaktas utrustningens tekniska livslängd och behovet av att undvika överdimensionering, vilket kan leda till ineffektiv drift och stora investeringar.

4.1.3 Svanen

Svanen generation 4 är en fristående svensk miljöcertifiering. Enligt svanen ska det för bostäder göras en kontroll av övertemperatur i samband med dagsljusberäkning om dagsljusfaktor DT > 4 % eller om areafaktor (glasyta/golvyta) AF > 25 % (se krav O35 och O36) för rum i vissa väderstreck. För kontorsbyggnader, mottagningar och kliniker, utbildningsbyggnader och specialbostäder för personer i behov av vård eller service eller liknande byggnader som klassificeras som bostäder enligt nationell bygglagstiftning ska övertemperatur utvärderas med dynamiska simuleringar.
Den operativa temperaturen i rummet under april–oktober ska understiga värden enligt tabell 4.3, dvs. att operativa temperaturen får överstiga dessa värden under en maxtid per år.

Tabell 4.3 Långvariga operativa temperaturer

Långvariga operativa temperaturer		Danmark	Finland	Island	Norge	Sverige
Kontorsbyggnader, mottagningar och kliniker	Temperatur, °C	26	25	26	26	26
	Maxtid, tim.	100	150	100	50	100
Utbildningsbyggnader	Temperatur, °C	26	25	26	26	26
	Maxtid, tim.	100	150	100	50	100
Specialbostäder eller liknande	Temperatur, °C	26	26	26	26	26
	Maxtid, tim.	100	150	100	50	100

Svanen anger krav på långvariga operativa temperatur och också på kortvariga operativa temperaturer. En dynamisk simulering är därför nödvändig utifrån svanen-kravet.

Tabell 4.4 Kortvariga operativa temperaturer

Kortvariga operativa temperaturer		Alla länder
Kontorsbyggnader, mottagningar och kliniker	Temperatur, °C	28 (DK:27)
	Maximal tid, h, inom det antal timmar som anges i tabell 4.1.	25
Utbildningsbyggnader	Temperatur, °C	27
	Maximal tid, h, inom det antal timmar som anges i tabell 4.1.	25
Specialbostäder eller liknande	Temperatur, °C	27
	Maximal tid, h, inom det antal timmar som anges i tabell 4.1.	25

I stället för temperatursimuleringar kan PPD-simuleringar i enlighet med SS-EN ISO 7730 användas, där PPD < 10 %, PPD < 15 % och PPD < 20 % motsvarar respektive 26 °C, 27 °C och 28 °C. Några indata till PPD-simuleringarna finns i bilaga 13 i manualen (t.ex. clo, met, klimatzon ...).

För beräkningar ska klimatfiler baseras på SMHI:s normalårsperiod 1991–2020 och inget krav tar hänsyn till klimatförändringar och anpassning till framtida klimat.

Ett annat kapitel som kan vara intressant att notera är poängen om 'Solskydd och energieffektiv kylningsteknik' (P22). Den syftar till att minska riskerna för övertemperaturer med hjälp av passiva strategier genom att reglera inomhustemperaturen.

4.2 Standarder

Här redovisas några standarder som berör området termisk komfort

- SS-EN ISO 7243:2017 Det termiska klimatets ergonomi - Bedömning av värmestress genom användning av WBGT (wet bulb globe temperature) index (ISO 7243:2017)
- SS-EN ISO 7726 Ergonomi för termiskt klimat - Instrument för mätning av fysiska storheter (ISO 7726:1998)
- SS-EN ISO 7730:2006 Ergonomi för den termiska miljön - Analytisk bestämning och bedömning av termisk komfort med hjälp av indexen PMV och PPD samt kriterier för lokal termisk komfort (ISO 7730:2005)
- SS-EN ISO 7933:2004 Ergonomi för termiskt klimat - Analytisk bestämning och bedömning av värmebelastning genom beräkning av indexet PHS (ISO 7933:2004)
- SS-EN ISO 8996:2004 Energi för termiskt klimat - Bestämning av metabolisk energiomsättning (ISO 8996:2004)
- SS-EN ISO 9920:2009 Ergonomi för termiskt klimat - Skattning av termisk isolation och ångmotstånd hos beklädnad (ISO 9920:2007, corrected version 2008-11-01)
- SS-EN ISO 10551:2019 Den fysiska omgivningens ergonomi - Subjektiva bedömningsskalor vid bedömning av den fysiska omgivningen (ISO 10551:2019)
- SS-EN ISO 11079:2007 Ergonomi för den termiska miljön - Bestämning och bedömning av termisk belastning i kyla med hjälp av rekommenderad beklädnadsisolation (IREQ) samt lokala avkylningseffekter (ISO 11079:2007)
- SS-EN ISO 11855-3:2021 Byggnadsprojektering med miljöhänsyn - Projektering, dimensionering, installation och reglering av inbyggda strålningsverkande värme- och kylsystem - Del 3: Design och dimensionering (ISO 11855-3:2021)
- SS-EN ISO 12569:2017 Byggnaders och materials termiska egenskaper - Bestämning av luftflödet i byggnader - Utspädningsmetod med spårgas
- SS-EN 12792 (2003) Luftbehandling - Ventilation i byggnader -Termer, definitioner, storheter och grafiska symboler
- SS-EN ISO 12894 (2001) Ergonomi för termiskt klimat - Medicinsk övervakning av individer utsatta för extremt varma eller kalla miljöer (ISO 12894:2001)
- SS-EN 13182 (2002) Luftbehandling - Krav på mätinstrument för mätning av lufthastigheter i ventilerade utrymmen
- SS-EN ISO 13731(2001) Ergonomi för termiskt klimat - Terminologi och symboler (ISO 13731:2001)
- SS-EN ISO 13732-1:2008 Ergonomi för termiskt klimat - Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor - Del 1: Varma ytor (ISO 13732-1:2006)
- SS-EN ISO 13732-3:2008 Ergonomi för termiskt klimat - Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor - Del 3: Kalla ytor (ISO 13732-3:2005)

- SS-EN ISO 15927-2:2009 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 2: Timbaserade data för beräkning av effektbehov för kylning (ISO 15927-2:2009)
- SS-EN ISO 15927-4:2005 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 4: Timbaserade data för att bestämma årlig energianvändning för uppvärmning och kylning (ISO 15927-4:2005)
- SS-EN ISO 15927-5:2005/A1:2011 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 5: Data för att bestämma byggnaders effektbehov för uppvärmning (ISO 15927-5:2004/Amd 1:2011)
- SS-EN 16798-1:2019 Byggnaders energiprestanda - Ventilation för byggnader - Del 1: Indataparametrar för inomhusmiljö för konstruktion och bestämning av byggnaders energiprestanda gällande luftkvalitet, termiskt klimat, belysning och akustik - Modul M1-6 (ersatte EN 15251:2007)
- SS-EN 16798-5-2:2017 Byggnaders energiprestanda - Modul M5-6, M5-8 - Ventilation för byggnader -Beräkningsmetoder för energikrav av ventilationssystem - Del 5-2: Fördelning och framställning - metod 2
- SS-EN ISO 52016-1:2017 Byggnaders energiprestanda - Bygg-och byggnadselement - Energibehov för uppvärmning och kylning, innetemperaturer och sensibel och latent huvudbelastning - Del 1: beräkningsmetoder (ISO 52016-1:2017)
- SIS-CEN/TR 16798-2:2023 Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 2: Interpretation of the requirements in EN 16798-1 - Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics (Module M1-6)

Kommittéer

- SIS/TK 189 Innemiljö och energianvändning i byggnader
- SIS/TK 380 Ergonomi och human factors

Övrigt En standard från ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) av intresse inom området är

- ASHRAE 55, 2020. Thermal environmental conditions for human occupancy

REHVA, (Federation of European Heating, Ventilation and Air conditioning Associations) ger ut guideböcker om inomhusmiljö och utformning av system för värme, ventilation och luftkonditionering, t.ex.

- REHVA Guidebook no. 29 Quality Management for Buildings

5 Behov av projekteringsguide

Åtminstone tre olika problemområden kan urskiljas:

- Det finns en skakighet i scenariodata för klimat och väder samt påverkan av lokala förhållanden oavsett om det är historiskt eller framtid.
- Mängden variabler i input är stor och komplex förutom klimat och vilka variabler som ger stort utfall på beräkningsresultatet.
- Osäkerhet i bedömningar blir stor och riskvärdering behöver göras.

5.1 Svårighet att beskriva framtida klimat

I kapitel 2.2 beskrivs förutsättningar och svårigheter med att ta fram filer för framtida klimat som kan användas för bedömning av övertemperaturer i byggnader. Det är "enklare" med klimatfil för energiberäkningar, som i större utsträckning baseras på årlig energianvändning och därför kan använda mer allmänna klimatfiler baserade på flera GCM, RCM och AR. Klimatfiler för termisk komfort (både sommar och vintertiden) behöver innehålla mer extrema värde för att det ska gå att bedöma risken för övertemperatur. Boverkets nya byggregler betonar att risker med inomhusklimatet ska värderas även för framtida klimat.

För att kunna bedöma övertemperaturer behövs tillgång till pålitliga klimatfiler för olika orter på en relativt lokal nivå framtagna för just beräkning av termisk komfort, samt en metodbeskrivning om hur klimatfiler, beräkningar och analyser ska hanteras. Idag är det oklart om det finns klimatdatafil som kan uppfylla de krav som Boverkets nya byggregler innebär.

Det har gjorts mycket få studier i Sverige gällande framtida klimatdata och innemiljöanalyser. Dodoo och Gustavsson (2016) har tittat på energianvändning och övertemperaturrisken i ett svenskt flerbostadshus. I rapporten användes data från klimatmodellen HadGEM2 via SMHI (Rossby Center). Klimatdatan baserades på RCP4,5 och RCP8,5. Slutsatsen i denna studie är att det i samtliga studerade fall förekom övertemperaturer. Analysen med de klimatfiler, framtagna för energiberäkningar, som användes i denna studie visade att byggnaderna hade ett lägre uppvärmningsbehov (22–26 %) och större kylbehov (45–73 %). En viktig slutsats i denna studie är att det finns ett behov för flera analyser kring osäkerheter i olika klimatscenarier.

Rättighet till klimatfiler kan också vara en begränsning. Vem ska bekosta framtagning av filer som kan användas brett i branschen. För energiberäkning finns filer från Sveby som Boverket finansierat och tagit fram hjälp av med hjälp av SMHI.

För att redovisa krav för olika certifieringssystem krävs att vissa klimatfiler används vilket kan innebära utgifter för olika projekt.

5.2 Mängden variabler att ta hänsyn till och riskvärdering

Ett stort problem vid beräkning av termisk komfort är den stora spridningen i variabler och möjligheten att finna säkra indata. För att komma till rätta med svårigheterna behöver en branschstandard/projekteringsguide tas fram för hur beräkningen ska utföras, och hur val av indata och parametrar ska göras. Det skulle göra beräkningar och bedömningar säkrare och jämförbara. Det skulle också ge tydligare underlag för att bedöma hur väl krav och föreskrifter efterlevs.

Metoden för modellering och simulering behöver göras relativt tydlig. Idag är det oftast kravställningen från olika certifieringssystem (ofta Svanen, Miljöbyggnad eller BREEAM) som styr. De är dock också otydliga när det gäller hur hanteringen av framtida klimat ska göras.

En av de större utmaningarna och som ger störst variation är valet av klimatfil där en standardisering av val hade minimerat felkällorna. Weathershift som föreskrivs av BREEAM beaktar till exempel inte extremfall, vilket är relevant att kontrollera vid beräkning av termisk komfort.

En projekteringsguide för byggbranschen bör också belysa frågeställningar som vilket inneklimat som ska vara dimensionerande. Enligt folkhälsomyndigheten (HSLF-FS 2024:10) ska temperaturen, för känsliga grupper, inte överstiga 26 grader någon gång under dygnet och för att uppfylla detta kan kraven behöva dimensioneras efter extremfallen snarare än genomsnittlig temperatur som används vid energiberäkningar.

Ofta ställs kraven på övertemperaturer och termisk komfort som en skarp temperaturgräns som inte får överskridas, eller inte överskridas under längre perioder. Det är däremot viktigt att särskilja på vad som är termisk diskomfort och vad som är farligt för kroppen. Hög temperatur följt av en lägre kan i stunden vara obekvämt men är sällan farligt för de flesta grupper av människor. Detta är något som certifieringssystemet svanen har implementerat där det finns olika gränsvärden för långvarig eller kortvarig övertemperatur.

5.3 Beräkning av termisk komfort med hjälp av termisk simulering

Vid beräkning av termisk komfort eller överhettningsrisk inomhus, är det viktigt att beakta vissa parametrar. I simuleringarna som redovisas i bilaga 1 används ett stort antal variabler för att testa vad som händer vid olika åtgärder. Samverkan av temperatur, vind, luftfuktighet och användarbeteende m.m. är komplex och det finns stor samverkan mellan faktorerna som tas med i simuleringarna. Få variabler är oberoende av andra.

Här redovisas några parametrar som bör hanteras vid en beräkning/analys av övertemperatur i byggnader. Två viktiga områden som måste beaktas i en projekteringsguide är generella krav och vilka komfortindikatorer som ska redovisas:

Generella krav

- Hänsyn ska tas till samtliga relevanta parametrar som påverkas den termiska komforten.
- Hänsyn ska tas till rumsspecifik till- och frånluft.
- Vädring och självdrag ska ta hänsyn till ett normalt brukarbeteende avseende säkerhet, trygghet, nedsmutsning, buller, påverkan av solskydd, påverkan av invändiga dörrar, vindriktning, vindhastighet, vindtryck på fasad samt påverkan från omgivning.
- Internlaster i form av närvarotid och personbelastning ska utgå ifrån risk för trångboddhet och svårighet att lämna bostad vid sjukdom.
- Hänsyn ska tas till värmeavgivning från normalt förekommande teknisk utrustning som belysning, TV, spis, kyl och frys och andra hushållsmaskiner.
- Hänsyn ska tas till fuktavgivning från brukare samt tvätt och disk.

Komfortindikatorer som ska redovisas

- Antal timmar per år den maximala rumsluften överstiger den kravställda temperaturen enligt SIS-CEN/TR 16798–2:2023 (exempelvis kategori I förskola: 25 °C eller kategori III förskola: 27 °C).
- Maximal lufttemperatur samt antal timmar i vistelsezonen.
- Maximal operativ temperatur samt antal timmar i vistelsezonen.

Övriga rumsindikatorer som bör redovisas

- Antal timmar per år vädring sker
- Antal timmar per år solskydd är fördragna
- Maximalt vädringsflöde (l/s)
- Maximal solvärmelast (W/m² golvyta)
- Maximal internvärme (W/m² golvyta)
- Maximal relativ luftfuktighet inomhus

5.4 Flera faktorer som påverkar bedömningen av övertemperatur

Här redovisas en lång lista med faktorer (utöver vad som redovisat i kapitel 5.3) som på olika sätt är av betydelse för bedömning av övertemperatur i byggnader:

- Utomhusklimatet, medeltemperatur och maximal lufttemperatur utomhus.
- Simulering ska utföras vid normalt lokalt uteklimat och hänsyn ska tas till eventuell förändring av uteklimat under byggnadens rimliga livslängd.
- Samhället och urbana värmeöar. Vissa parametrar kan inte hanteras i dagsläge på grund av brist på information, till exempel finns det information om värmeöar i städer men denna information kan inte översättas till en klimatfil i dagsläget.
- Träd och växtlighet.
- Skuggande effekt från närliggande omgivning.
- Byggnadens utformning.
- Samtliga kritiska rum ska simuleras.
- Dynamiska solskydd förutsätts användas då risk för övertemperatur föreligger.
- Stomlagring ska ta hänsyn till byggnadens konstruktion, möbler, byggnadsintegrerade tekniska system såsom golvvärme och isolerande skikt som mattor och akustikplattor.
- Rummens avsedda användning.
- Boende i byggnaden.
- Internlaster i form av närvarotid och personbelastning ska utgå ifrån risk för trångboddhet och svårighet att lämna bostad vid sjukdom.
- Termiskt simuleringsverktyg ska vara validerat enligt ANSI/ASHRAE Standard 140 eller likvärdigt. Vid behov kan mer detaljerade simuleringsverktyg som t.ex. CFD användas.
- Enligt Zero Carbon Hub (UK) “Assessing Overheating Risk” (2022), finns ingen standard kring beräkning av överhettningsrisk/termisk komfort med datorprogram. Det innebära att variationer sker i beräkningarna.
- Egenskaper för glas och solskydd ska bestämmas dynamiskt och ta hänsyn till solhöjd, solinstrålning och vindpåverkan.
- För att analysera byggnaders termiska prestanda under framtida klimatförhållanden används klimatfiler baserade på förväntade

klimatförändringsscenarier. Väderdata från 2018 gav liknande resultat som särskilt framtagna klimatfiler (kommersiella) för framtida klimat som testades för en plats i Stockholm. Det kan mycket väl vara en slump att det stämde bra på denna (enda) plats om undersökts i förstudie. Det behöver undersökas om och hur det i så fall överensstämmer på andra orter.

- För bestämning av temperatur i aktiva och passiva kylsystem ska hänsyn tas till transmission till omgivning till långsiktiga förändringar, till exempel uppvärmning av mark och vatten.
- Temperaturen i intagskanaler och ventiler ska inkludera effekt av solinstrålning.
- Temperaturhöjning p.g.a. tilluftsfläktar och transmission till omgivning.
- Värmeavgivning från tekniska installationer om dessa har inverkan på inneklimatet, till exempel varmvattencirkulationsledningar och varmvattenberedare.
- Antal timmar per år den maximala operativa rumstemperaturen i vistelsezonen överstiger 24 grader.
- Maximal koldioxidkoncentration inomhus

Att tänka på:

- Det är viktigt att skilja på termisk diskomfort och vad som är skadligt för hälsan.
- Ett överhettningstillfälle (Overheating event) uppstår när det är långvarig varmt inomhus flera dagar. Det inträffar under sommaren och mäts i varaktighet, hur allvarligt det är (Severity) och intensitet.
- Vad händer när strömmen går? Blir det varmare då?

6 Kunskapsluckor och behov av forskning

Litteratursökningen inom ramen för denna förstudie visar en stor brist på information gällande beräkning av övertemperatur och termisk komfort med framtida klimatdata. Det finns för nuvarande ingen standardiserad metod för sådana beräkningar vilket innebär att olika konsulter kan räkna på olika sätt och få olika resultat.
En branschstandard där olika aktörer i byggbranschen är överens om beräkning samt redovisning av resultat och indata skulle bli merförutsägbara och ge möjlighet att verifiera krav.

En osäkerhet i beräkningar av termisk komfort finns i de antaganden som görs om brukare. Här finns en stor variation i till exempel internlaster, aktivitetsnivå och närvarograd vilket får stort genomslag i simuleringsresultatet. Det är också svårt att förutspå hur passiva lösningar för kyla samt vädring används. Vädring kan ha den nackdelen i urbana miljöer att bullernivåerna inomhus ökar.

Det behövs fortsatta studier & forskning om erfarenheter från andra länder med utmaningar gällande termisk komfort. Specifika kunskapsluckor för Sverige ligger i kombinationen av framtida högre utomhustemperatur och varaktighet av solinstrålning (mängden soltimmar per dygn under året). Sommartid förekommer fler soltimmar per dygn i Sverige än t.ex. vid medelhavet. Vidare står solen lägre under dygnet vilket gör att den når längre in i byggnaden än i sydligare länder. Detta skapar en utmaning sommartid, men innebär å andra sidan fördelar under våren och hösten då det är färre soltimmar per dygn, vilket även skapar bättre möjligheter för vädring (p.g.a. lägre temperatur). Observera dock att det även finns stora skillnader i solens inverkan mellan södra och norra Sverige. Nyttan av fasta solskydd är annorlunda i Sverige än södra Europa på grund av skillnaden i solhöjd.

En fråga som diskuterats i projektet men inte hunnit utredas är om det finns lärdomar från Europa söder om Sverige? Stora delar av Europa, t.ex. södra Tyskland och medelhavsländer, har högre utetemperaturer än Sverige. Vilka dimensioneringsregler används i södra Europa? Vilka metoder använder de i byggnader, både passiva lösningar och tekniska system? Genom att studera andra länder bör vi kunna dra lärdomar som kan användas för ett förändrat klimat i Sverige, exempelvis vilka lösningar kan fungera i Sverige samt vilka lösningar är verkningslös. Finns det något att lära från t.ex. Spanien, Portugal och Grekland när det gäller hantering av övertemperaturer?

Ett land som kan vara värt att studeras är Tyskland som har liknande klimat som Sverige men något varmare temperaturer. De är även ett land som likt Sverige har varierande klimat i de norra och södra delarna av landet. Hur hanterar de termisk komfort och vilka tekniska och passiva lösningar implementeras?

Räcker det med vädring i bostäder eller krävs komfortkyla? Moderna kontor och affärskomplex utrustas med ventilationssystem med komfortkyla. Ofta är alla fönster fasta och det går inte att öppna ett fönster för vädring, det skapar obalans i ventilationssystemet. Det kan behövas mer forskning och utredning om hur vädring kan genomföras i moderna bostadshus. I vilka väderstreck fungerar vädring? Går det att få genomvädring i ett loftgångshus. Vilka vädringsmöjligheter finns som inte släpper in buller från omgivningen när fönster öppnas? Hur påverkas säkerheten vid vädring?

Rättighet till klimatfiler behöver utredas vidare. Vem bekostar framtagning av filer som kan användas brett i branschen? Ett exempel är filer från Sveby som Boverket

finansierat och tagit fram hjälp av med hjälp av SMHI. Vid simulering av termisk komfort är det viktigt med val av klimatfil. Ett problem idag är rättigheter och finansiering där flera av klimatfilerna måste köpas. Detta kan skapa en begränsning för vissa aktörer som utför beräkningarna, där vissa miljöcertifieringar kräver inköp av klimatfiler. Framtagande av klimatfiler tar både tid och resurser och är därför inte självklara att släppas gratis för folk att använda. Ska filer levereras av de som tillhandahåller program för analys av energi och termisk komfort?

Det verkar även som klimatfiler behöver vara anpassat för innemiljö - varmsommarår klimatfiler behövs, med minst 3 per ort. Det fungerar inte med bara referensår för energianvändningsberäkningar då man inte får med extremfall. Det innebär att klimatfiler för energiberäkningar (även med framtidaklimat) får inte användas för innemiljöberäkningar och dessa två beräkningar behöver olika klimatfiler.

Det finns idag kartor (satellitdata) som visar marktemperaturen och hur den varierar inom ett visst område. Korrelation mellan marktemperaturen och lufttemperaturen är svag och temperaturskillnaden kan vara stor mellan mark- och lufttemperaturen (marken är varmare) under sommaren. Det är svårt att se hur dessa kan användas för att justera klimatfiler för att ta hänsyn till mikroklimatförändringar. Mer forskning behövs för mikroklimat i städer, till exempel om betydelsen av temperaturskillnad mellan olika områden och översätta det till en justering av en klimatfil. Samband mellan uppmätt lufttemperatur NSAT, marktemperatur LST och solstrålnings påverkan på givaren och albedo behöver studeras närmare.

Metoden för hur att beräkna temperaturer inomhus är ganska tydligt och väldefinierad. Det finns också väl utvecklade verktyg för beräkningar. Osäkerheterna till det framtida klimatet och hur det varierar med extremfall etc. behöver fastställas.

I det fortsatta arbetet behövs också mer forskning om samband mellan hälsa och inomhustemperatur. När blir det ohälsosamt och hur ohälsosamt är det med olika temperaturbelastningar? För vilka grupper i befolkning? Hur inverkar längden på perioder med högre temperatur? Vilka blir hälsokonsekvenserna? Hur stor skillnad är det för olika grupper i befolkningen?

7 Slutsatser och preliminära rekommendationer

Här följer slutsatser och rekommendationer i punktform

- Sverige har utmaningar i att lågt stående sol skapar både mycket solinstrålning i kombination med högre utomhustemperaturer jämfört med sydligare belägna länder. Länder på liknande breddgrad som Sverige är Kanada, Norge och Finland.
- En projekteringsguide med tydliga direktiv kan minimera subjektiva val i beräkning som kan påverka simuleringsresultatet.
- Det är viktigt att skilja på termisk diskomfort och vad som är skadligt för hälsan. Detta är något som bör studeras vidare.
- Vid simuleringarna av termisk komfort fungerade det bra, i den test som gjordes på en ort i Sverige, när 2018 års väderfil användes. Väderfiler är ”gratis” och tillgängliga för många platser i Sverige. Det går dock inte att ge någon generell rekommendation baserat på denna enda plats. Fler orter behöver studeras för att det ska vara möjligt att fullt ut värdera den möjligheten. Det kan vara stor skillnad mellan norr och söder, respektive öster och väster.
- Exempel kan hämtas på hur projekteringsguider för termisk komfort utformas i andra länder men det är viktigt att kunskap och förståelse för samband och tillämpning förstärks och sprids i Sverige. Teknik, meteorologi och hälsa behöver mötas och bidra i utvecklingen.

Referenser

Boverket (2024) *Konsekvensutredning BFS 2024:8 – Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall* Konsekvensbeskrivning

Bülow-Hübe H, Finnson M, Gao C, Tillberg M, Warfvinge C & Persson M (2022) *Nuläge termisk komfort – en kunskapssammanställning,* Malmö universitet. Rapportlänk

Dodoo A, Gustavsson L (2016) Energy use and overheating risk of Swedish multi-story residential buildings under different climate scenarios, *Energy* 97, p534-548

Dupage Internal Medicine of Illinois (2024) *The Dangers of Overheating in Seniors*, Hemsida

EMTF – Energi och miljötekniska föreningen (2013) *R1-Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*

Good E J, Ghent D J, Bulgin C E & Remedios J J (2017) A spatiotemporal analysis of the relationship between near-surface air temperature and satellite land surface temperatures using 17 years of data from the ATSR series. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 122*(17), 9185–9210. Rapportlänk

Guan L (2009) Preparation of future weather data to study the impact of climate change on buildings. *Builing and Environment* Volume 44 Issue 4 April 2009, p793–800 https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.05.021

Laouadi A, Bartko M, Gaur A, Lacasse M A (2022) *Climate Resilience Buildings: Guideline for management of overheating risk in residential buildings*, National Research Council Canada. Guideline

Liu C, Kershaw T, Eames M E & Coley D A (2016) Future probabilistic hot summer years for overheating risk assessments, *Building and Environment* 105 (2016) 56-68

MSB – Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2024) *Vägledning: Värmekartering – Metodbeskrivning och användarstöd*. Enheten för arbete med naturolyckor och beslutstödssystem. Publikationsnummer MSB2157. Rapportlänk

Nik V (2016) Making energy simulation easier for future climate – Synthesizing typical and extreme weather data sets out of regional climate models (RCMs), *Applied Energy* 177 (204-226)

Nik V, Johansson D, Fransson F, Javanroodi K, Wallentén P & Persson M (2022) *Klimatdata och klimatfiler för övertemperatursimuleringar i byggnader – en kunskapssammanställning*, Malmö universitet, Rapportlänk

RIF – Rådgivende Ingeniørers Forening (2013) *RIF-Veileder TERMISK INNEKLIMA Bransjeveileder 15.11.2021* Rapportlänk

Rodrigues E, Fernandes M, Carvalho D (2023) Future weather generator for building performance research: An open-source morphing tool and an application, *Building and Environment* 233

Rosenthal D H, Gruenspecht H K, Moran E A (1995) Effects of global warming on energy use for space heating and cooling in the United States. *Energy Journal* 1995;16(2):77–96

SGBC – Sweden Green Building Council (2022) *Miljöbyggnad 4.0* Rapportlänk

Singapore (2025) *Benefits of trees* Hämtad 2025-02-23 Länk

Sun T, Sun R, & Chen L (2020) The Trend Inconsistency between Land Surface Temperature and Near Surface Air Temperature in Assessing Urban Heat Island Effects. *Remote Sensing*, 12(8), 1271. Rapportlänk

Ylmén P, Schade J (2021) *Termisk inomhuskomfort vid värmeböljor.* SBUF, Rapport 13798

Österbring M (2021) *Termisk komfort i moderna skolmiljöer – Blir det för varmt?* SBUF, Rapport 13867

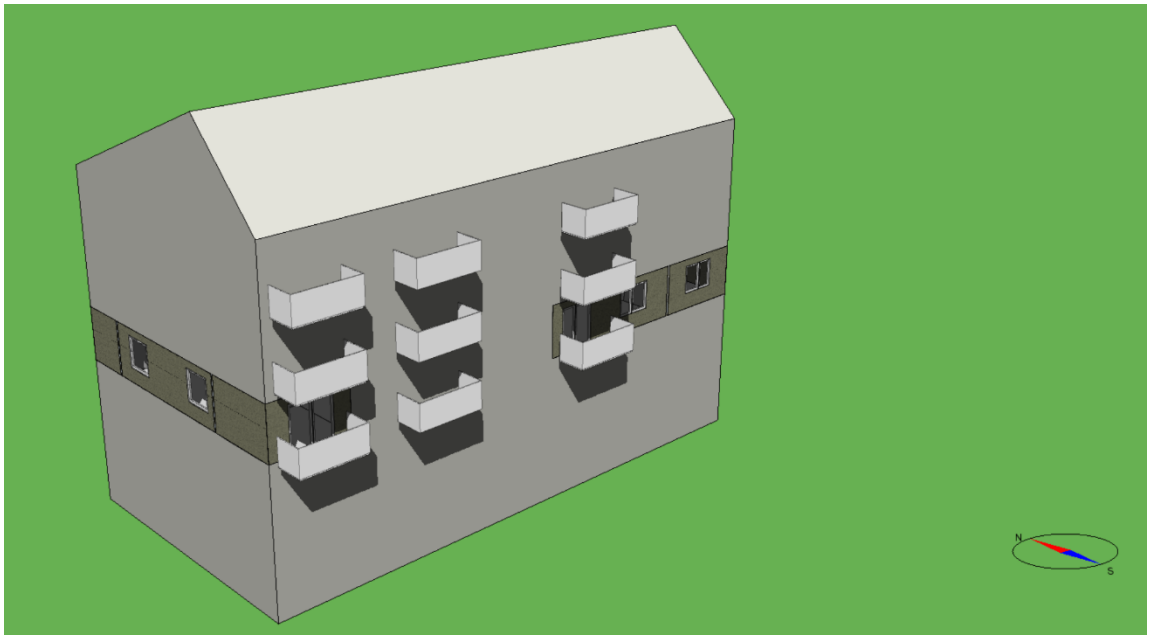
Bilaga 1 - Komfortberäkningar

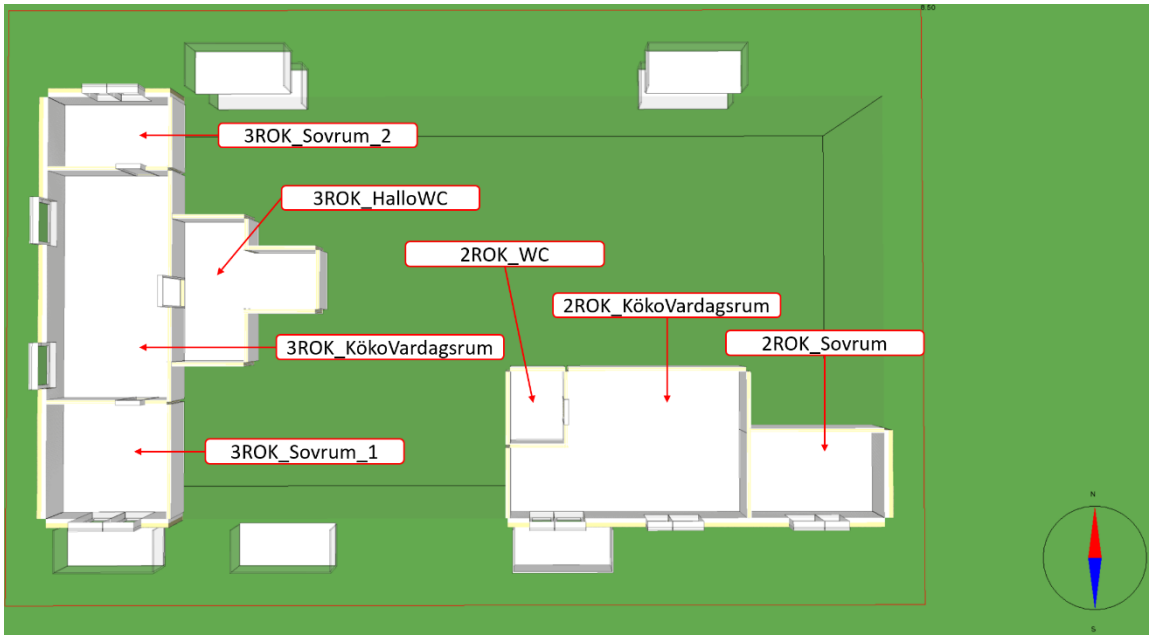
Syfte

Syftet med komfortberäkningar är att utvärdera hur påverkas termisk komforten (övertemperatur) av olika klimatfiler.

Modell

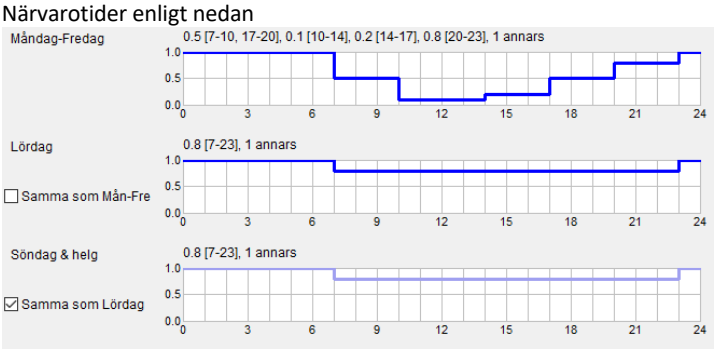
I denna studie har fokusen varit på två typer av lägenheter i ett flerbostadshus. En lägenhet på 3 Rok och en på 2 Rok används.

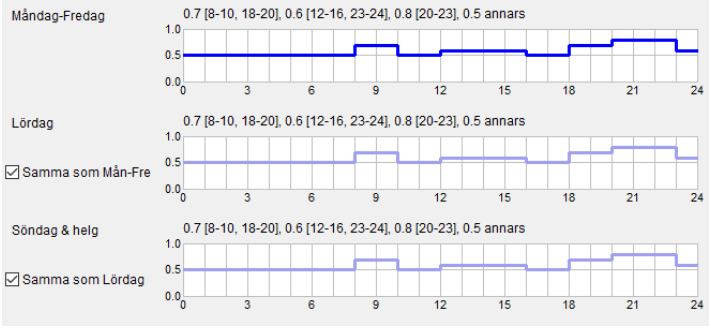


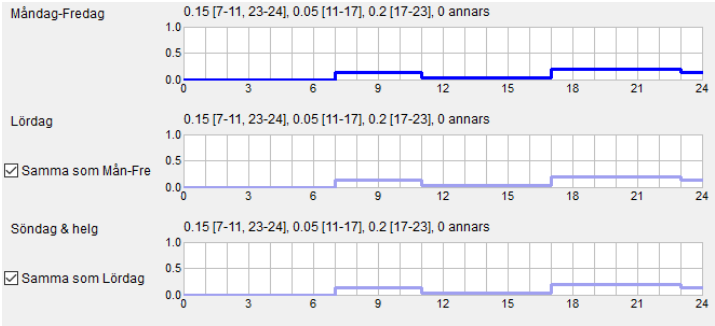


Indata

<table>
<tr><th>Parameter</th><th>Värde</th><th>Källa</th></tr>
<tr><td>Ort</td><td>Arlanda, Stockholm</td><td></td></tr>
<tr><td>Klimatfiler</td><td>Stockholm_102612102 612_2018
SWE_Stockholm.Arlanda.024600
SWE_Stockholm.Arlanda.024600_UWG
SWE_STOCKHOLM-ARLANDA_024600_WB_95
SWE_Stockholm.Arlanda.024600_WS_RCP85_2051-2070_50%
SWE_STOCKHOLM-ARLANDA_024600_Meteonorm_90</td><td>SVEBY
ASHRAE IWEC
Urban Weather Generator
White Box Technologies
WeatherShift
Meteonorm</td></tr>
<tr><td>Klimatskärm</td><td>Två typer av konstruktioner har testats:
<u>Tunga konstruktioner</u>
Yttervägg (150 mm betong, 130 mm isolering, 15 mm puts):
U=0,25 W/m²,K
Mellanbjälklag (15 mm golv, 3 mm isolering, 250 mm betong):
U=2,1 W/m²,K
<u>Lätt konstruktioner</u>
Yttervägg (20 mm träpanel, 200 mm isolering, 130 mm trä, 15 mm gips):
U=0.15 W/m²,K
Mellanbjälklag (50 mm golv, 200 mm isolering, 240 mm trä):
U=0.12 W/m²,K</td><td></td></tr>
<tr><td>Infiltration</td><td>Vinddriven infiltration. 0,3 l/s,m² utvändigt mot luft vid 50 Pa.
Vindprofil Tätort.
Byggnad i halvt skyddat läge.</td><td></td></tr>
<tr><td>Fönster/
balkongdörrar</td><td>Två typer av fönster har testats:
<u>Klarglas (exempel):</u>
Ug=0,9 W/m²,K
Uf=1,0 W/m²,K
g-värde=0,6
<u>Solskyddsglas (exempel):</u>
Ug=0,7 W/m²,K
Uf=0,8 W/m²,K
g-värde=0,3
Karmandel 23–29 %
Nischdjup 0,04 m
Markreflektans 20 %</td><td></td></tr>
<tr><td>Solskydd</td><td>Två typer av solskydd har testats i kombination med klarglas:
<u>Invändig gardin</u>
g-värde för kombination klarglas + solskydd 0,3.
<u>Mellanliggande persienner</u>
g-värde för kombination klarglas + solskydd 0,14.
Solskydd aktiveras vid extern solstrålning på ≥ 100 W/m², fönsterarea.</td><td></td></tr>
<tr><td>Skuggning</td><td>Balkongdörrar/fönster skuggas av balkonger på övre planen.</td><td></td></tr>
<tr><td>Zonindelning</td><td>I denna studie har två typer av lägenhet beaktats: en tvåa och en trea.
Varje rum har modellerats som en separat zon enligt tabellen nedan:
<table>
<tr><th>Namn</th><th>Golvarea, m²</th></tr>
<tr><td>3ROK_HalloWC</td><td>15</td></tr>
<tr><td>3ROK_KökoVardagsrum</td><td>29</td></tr>
<tr><td>3ROK_Sovrum_1</td><td>15</td></tr>
<tr><td>3ROK_Sovrum_2</td><td>9</td></tr>
<tr><td>2ROK_KökoVardagsrum</td><td>32</td></tr>
<tr><td>2ROK_WC</td><td>4</td></tr>
<tr><td>2ROK_Sovrum</td><td>12</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td>Rumsvärme</td><td>Rumsvärmare styrs att hålla +21 °C (PI-reglering).
I modellen har ideala värmare använts.</td><td>BEN 3</td></tr>
<tr><td>Rumskylare/
Fönstervädring</td><td>Olika typer av kyllösningar har testats med ett börvärde +24 °C.
<u>Vädring (4 alternativ)</u>
Enkelsidig + begränsad tid: stängda innerdörrar, vädring tillåten
kl. 07–09 och kl. 18–22
Enkelsidig + ingen tidsbegränsning: stängda innerdörrar
Tvärdrag + begränsad tid: helt öppna innerdörrar, vädring tillåten</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>kl. 07–09 och kl. 18–22
Tvärdrag + ingen tidsbegränsning: helt öppna innerdörrar
<u>Golvkyla</u>
Installerad effekt 30 W/m² och framledningstemperaturen +19 °C
Kyld tilluft (2 alternativ)
Tilluftstemperaturen luft regleras mellan +13 °C och +21 °C baserad på kylbehovet i zoner.
<u>Hygienflöde</u>
Ett fall med en kylmaskin som försörjer kylan och ett annat fall med ett borrhål i marken (i modellen en 25 m djup hål)
<u>Fläktluftkylare i hallen</u>
1250 W installerad effekt i trean och 500 W installerad effekt i tvåan.</td><td></td></tr>
<tr><td>Luftflöden</td><td>
<table>
<tr><th>Namn</th><th>Tilluft, l/s</th><th>Frånluft, l/s</th></tr>
<tr><td>3ROK_HalloWC</td><td>0</td><td>15</td></tr>
<tr><td>3ROK_KökoVardagsrum</td><td>13</td><td>10</td></tr>
<tr><td>3ROK_Sovrum_1</td><td>8</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3ROK_Sovrum_2</td><td>4</td><td>0</td></tr>
<tr><td>2ROK_KökoVardagsrum</td><td>17</td><td>10</td></tr>
<tr><td>2ROK_WC</td><td>0</td><td>15</td></tr>
<tr><td>2ROK_Sovrum</td><td>8</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td></td></tr>
<tr><td>Ventilations-aggregat</td><td>Tilluftstemperatur +21 °C (temperaturen varieras i fallet med kyld tilluft).</td><td></td></tr>
<tr><td>Person-belastning</td><td>Maximalt antal i hela byggnaden 28.3 m²/personer
Närvarotider enligt nedan


1 met (metabolism som motsvarar 104 W/person totalt).
Personen sitter 1 m framför fönstret 1,1 m över golvet.
Inga personer i hall och wc.</td><td>SS–EN 16798–1</td></tr>
<tr><td>Belysning och elektrisk utrustning</td><td>Utrustning 3 W/m² över hela lägenheten och drifttider enligt nedan


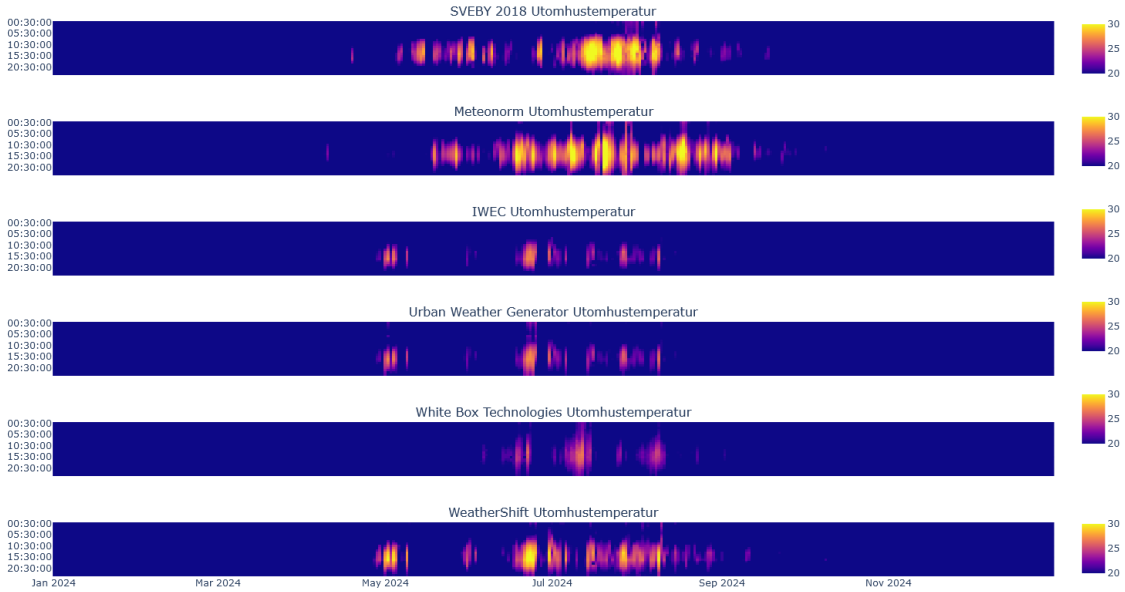
Belysning 7 W/m² över hela lägenheten och drifttider enligt nedan

</td><td>SS–EN 16798–1</td></tr>
</table>

Simulerade fall

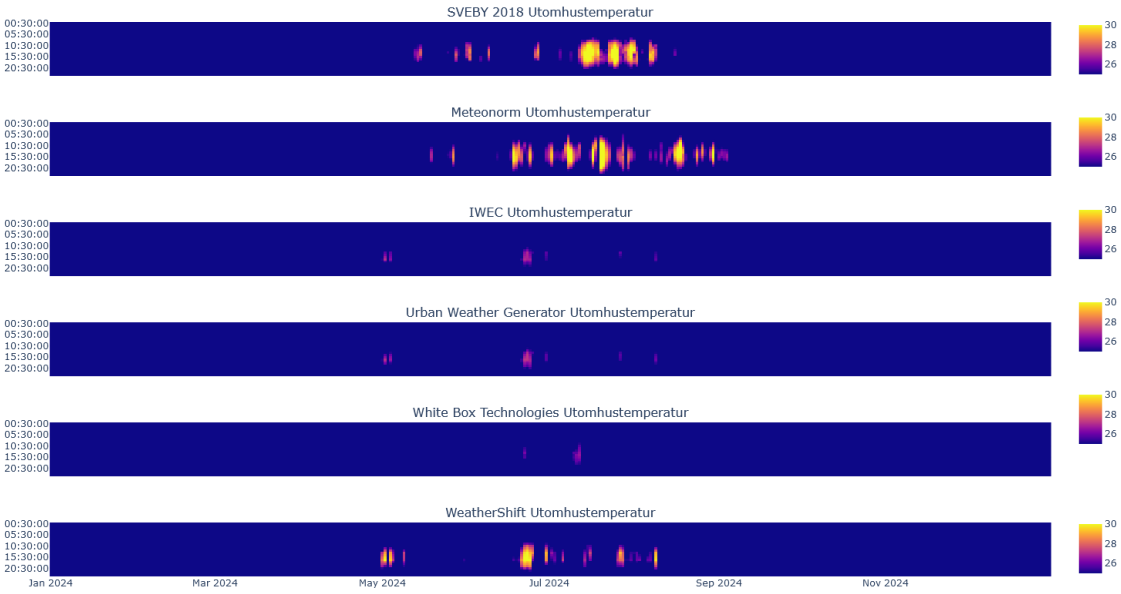
Fall	Typ av konstruktion	Systemlösning
1	Lätt	–
2	Tung	–
3	Lätt	Vädring (enkelsidig) med tidsbegränsning
4	Tung	Vädring (enkelsidig) med tidsbegränsning
5	Lätt	Vädring (enkelsidig) utan tidsbegränsning
6	Tung	Vädring (enkelsidig) utan tidsbegränsning
7	Lätt	Vädring (tvärdrag) med tidsbegränsning
8	Tung	Vädring (tvärdrag) med tidsbegränsning
9	Tung	Mellanliggande persienner
10	Tung	Invändigt solskydd
11	Tung	Solskyddsglas
12	Tung	Vädring (enkelsidig) med tidsbegränsning och mellanliggande persienner
13	Tung	Golvkyla
14	Tung	Kyld tilluft med borrhål
15	Tung	Kyld tilluft med kylmaskin
16	Tung	Fläktluftkylare i hallen

Klimatfiler för beräkningar av de simulerade fallen

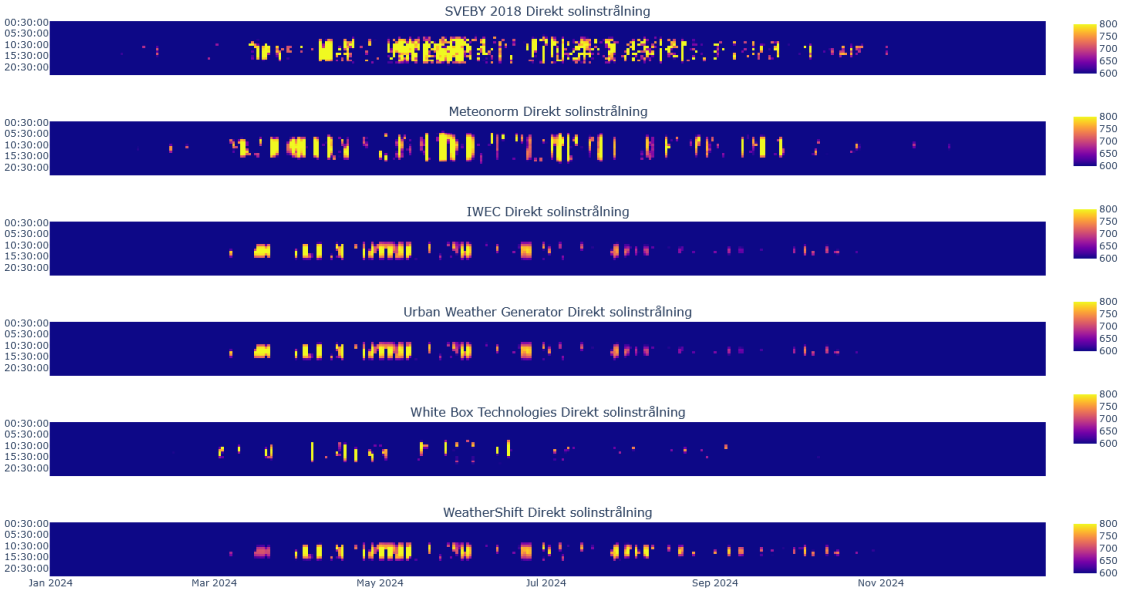
Här redovisas ingående värden till beräkningarna där x-axeln visar datum över året, y-axeln visar tid på dygnet och färgen representerar den parameter som figuren ska illustrera. Figur 1 och 2 visar utomhustemperaturen från alla klimatfiler över hela året med olika färgskala.



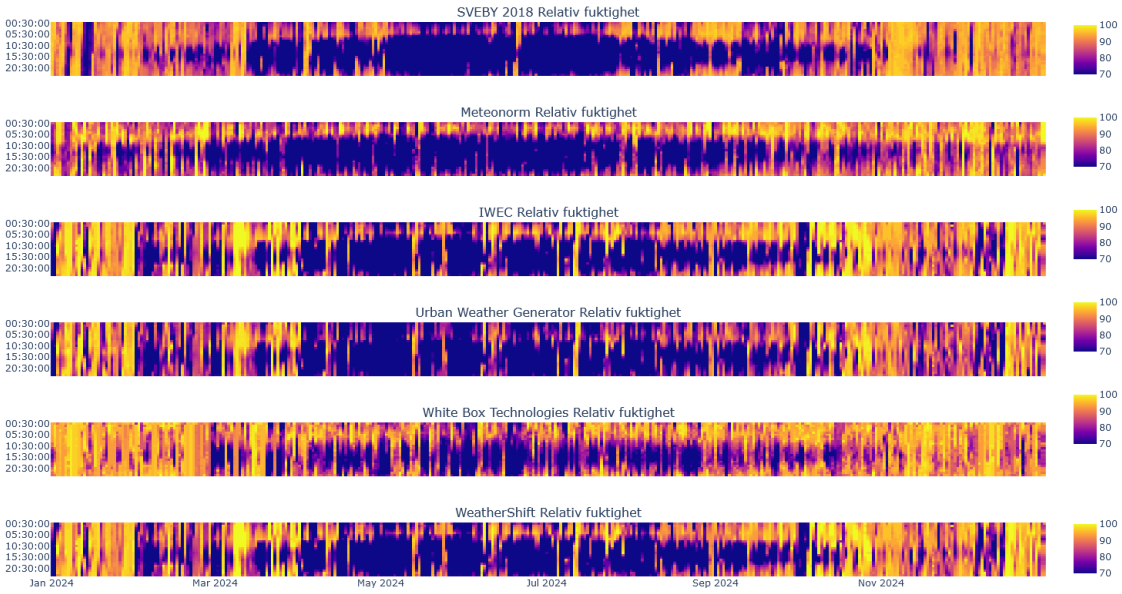
Figur 1 Utomhustemperatur från alla klimatfiler (blå: temperaturen mindre än 20 °C; gul: temperaturen högre än 30 °C).



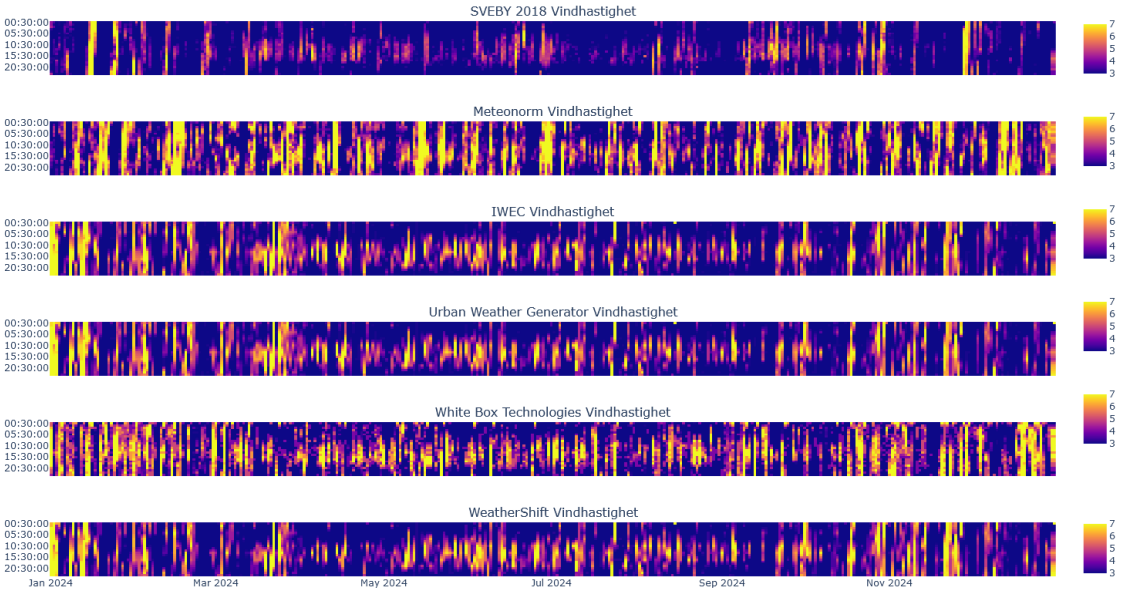
Figur 2 Utomhustemperatur från alla klimatfiler (blå: temperaturen mindre än 25 °C; gul: temperaturen högre än 30 °C).



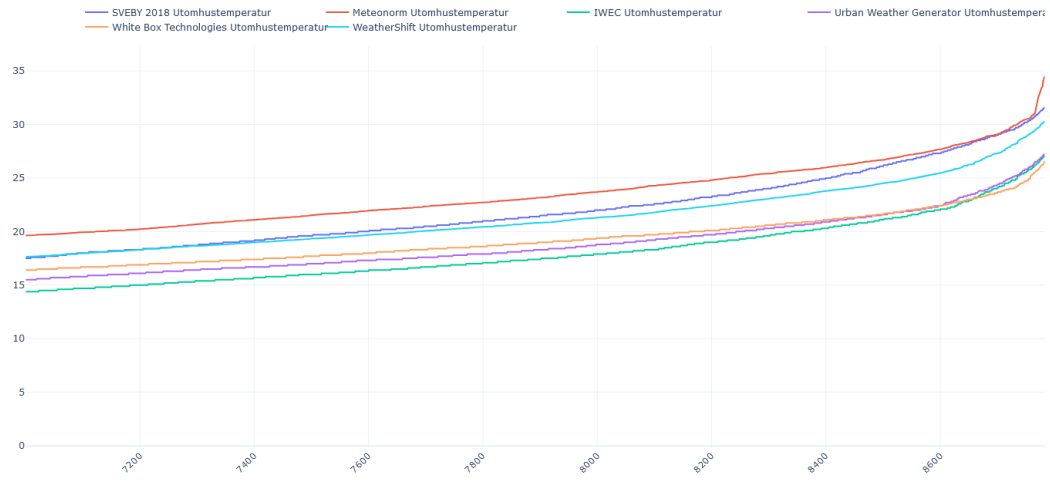
Figur 3 Direkt solinstrålning från alla klimatfiler (blå: solinstrålning mindre än 600 W/m^2; gul: solinstrålning högre än 800 W/m^2).



Figur 4 Relativ fuktighet från alla klimatfiler (blå: relativ fuktighet under 70 %; gul: relativ fuktighet runt 100 %).



Figur 5 Vindhastighet från alla klimatfiler (blå: vindhastighet mindre än 3 m/s; gul: vindhastighet över 7 m/s).



Figur 6 Varaktighetsdiagram för utomhustemperaturen från alla klimatfiler (varmaste 1800 timmar).

Bilaga 2 – Litteratur och länkar relaterade till termisk komfort och klimatfiler

En sammanställning över litteratur och länkar relaterade till termiskt klimat och termisk komfort finns i en separat Excel-fil som kan laddas ner från https://blogg.mah.se/bygglearn/projekt/. Här visas en lista

Titel	Författare - utgivare	År
Artikel		
Klimatfilens inverkan på energiberäkningen	Karlsson F och Burman D - Energi&Miljö, januari 2014: 46-48.	2014
Ovanligt många dödsfall i Sverige sommaren 2018	Läkartidningen 21/2019	2019
Avhandling		
Natural Ventilation and Air Infiltration in Large Single-Zone Buildings: Measurements and Modelling with Reference to Historical Churches	Hayati A - Högskolan i Gävle	2017
Wind-phil Architecture: Optimization of high-rise buildings form for efficient summer cooling in Tehran.	Javanroodi K	2018
Modelling Life Cycle Cost for Indoor Climate Systems	Johansson D - LTH	2005
Thermal models of buildings : determination of temperatures, heating and cooling loads : theories, models and computer programs	Källblad K - LTH	1998
Climate Simulation of an Attic Using Future Weather Data Sets - Statistical Methods for Data Processing and Analysis	Nik V M	2010
Hygrothermal Simulations of Buildings Concerning Uncertainties of the Future Climate.	Nik V M	2012
Vädring i skolor – ett komplement till normal ventilation?	Nordquist B - LTH	1998
Ventilation and window opening in schools, Experiments and Analysis.	Nordquist B - LTH	2002
Klimatplanering - fysik eller symbolik?	Westerberg U - Statens institut för byggnads-forskning SB: 55, 1993	1993
Bok		
Byggnaden som system	Abel E & A Elmroth	2016
Sol - energi - form :utformning av lågenergihus	Adamson B, Hidemark B et al. - BFR 1986-T2	1986
Ventilation förr och nu - En handbok och regelsamling för ventilationskontroll	Andersson D & U Orestål	2020
2017 ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS SI Edition	ASHRAE	2017
Weather year for energy calculations	ASHRAE	1985
Energihushållning enligt Boverkets byggregler- utgåva två	Boverket	2012
CIBSE Guide A	CIBSE	2007
R1 Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav	EMTF Förlag AB	2013
Thermal Comfort	Fanger P O	1970
Bästa inneklimat till lägsta energikostnad	Forslund G, J Forslund	2021
Vind	Glaumann M & U Westerberg - Statens inst. för byggnadsforskning	1988
Generation of a typical meteorological year	Hall I J; R R Prairie; H E Anderson; E C Boes	1978
Rumsklimatet - Miljön mellan väggarna	Häggbom S	2021
Climate change, the indoor environment and health	Institute of Medicine (of the national academies)	2011
VVS-kunskap steg 2	Lundagrossisten	2018
Vad jag tänker på när jag tänker på fönster : hur boende upplever och använder sina fönsteröppningar	Maini Gerhardsson K	2021
Enhancing Urban Sustainability with Data, Modeling, and Simulation: Proceedings of a Workshop	National Academies of Sciences	2019

Achieving the desired indoor climate - energy efficiency aspects of system design	Nilsson P-E - The Commtech group	2003
Ventilation Ståbi	Nyt teknisk forlag	2012
Urban Climates	Oke T R; G Mills; A Christen; J A Voogt	2017
Boundary Layer Climates	Oke TR	1987
Klassindelade inneklimatsystem Riktlinjer och specifikationer	Svenska inneklimatinstitutet	
Projektering av VVS-installationer	Warfvinge C & M Dahlblom	2010
CIBSE TM59: Design methodology for the assessment of overheating risks in homes	CIBSE - TCI.o.BS Engineers (Ed.)	2017
Summary for Policymakers - Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation	Field C B; V Barros; T F Stocker; D J Dokken; K L Ebi; M Mastrandrea; et al.	2012
Heat Illness	Leiva D F; B Church - StatPearls	2022
Broschyr, data, faktablad, projekt		
Climate constants	ASHRAE	
INDUSTRIELL AVFUKTARSERIE Avfuktning och torkning för industriella och kommersiella installationer	Condair	
Annex 80 Resilient Cooling of Buildings IEA-EBC	IEA	
Annex 86 Energy Efficient Indoor Air Quality Management in Residential Buildings IEA EBC	IEA	
Vägledning värmebölja	Länsstyrelse Västra Götalands län	2019
Värmeböljor i Sverige - faktablad nr 49 2011	SMHI	2011
Dålig luft vanligt i skolor - Ett år med statsbidrag för renovering. Har skolornas huvudmän tagit chansen?	Svensk ventilation	2017
Klimatkomfort i offentliga miljö	SKR	2022
Examensarbete		
Klimatfilens och certifieringens roll vid energiberäkningar	Axél K, G Haghi, F Hagblom - KTH	2014
Dagens inneklimat - En granskning av svenska riktlinjer för rådande inneklimat	Benitez M & A Goyeryd	2015
Adapting building design to climate change for an office building in Stockholm through solar control techniques	Costanzo M	2020
Fuktberäkning av väggar med framtida klimatdata - Mögelproblematik i träregelväggar	Ekelund S & W Wennerkvist - LTH	2016
Study of passive design and slab cooling in adaptation to climate change of a modern residential building in Stockholm	Elpasidou S	2020
Inverkan av värmesystem på termisk komfort i ett flerbostadshus med hänsyn till energianvändning	Larek A & J Tran	2015
Effect of Heatwaves on the Cooling Demand of Austrian Residential Buildings	Mukati A - KTH, TRITA-ITM-EX 2021:614	2021
Värmebölja och bostäder - En kvalitativ studie kring problematiken med höga inomhustemperaturer	Olsson A och T Hevele	2020
The impact of climate change on the energy demand and indoor climate of an apartment building in Stockholm	Tsaousoglou A	2019
Luftburen värme, termisk komfort och energianvändning. Jämförelse av värmesystem för ett flerbostadshus	Wetterbrandt E	2017
Föreskrift/Författning		
Boverkets föreskrifter (BFS 2024:8) om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall	Boverket - Boverket	2024
Boverkets byggregler, BBR31 (BFS 2011:09 med ändringar till och med BFS 2024:14)	Boverket	2020
Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus - HSLF-FS 2024:10	Folkhälsomyndigheten	2014
Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation- FoHMSFS 2014:18	Folkhälsomyndigheten	2014
GIS-tjänst/handbok/klimatdata		
Värmekartering	MSB	2025

VVS 2000: tabeller och diagram. Meteorologi och klimatologi	Andersson J, Matsson L O, Gehlin S - VVS Tekniska föreningen. Förlags AB VVS Stockholm	2003
Vätskeburen kyla	Armatec	2008
VVS-handboken Tabeller och diagram.	Bigélius A & S A Svennberg (red.)	1974
VVS-handboken: [värme, ventilation, sanitet]. Stockholm: VVS	Elgestad S (red).	1963
Teorihandbok - Takvärme	Epecon	
Klimatdata DVUT Sveby - SMHI 1981-2010	Sveby	2016
Klimatdata_Sveby_1981-2010 VIP-Energy format	SMHI - Svebyprogrammet	
Klimatdatafiler för 2015		2016
Klimatdatafiler för 2016 v2.0		2018
Klimatdatafiler för 2017 v2.0		2018
Klimatdatafiler för 2018 v1.0		2019
Klimatdatafiler för 2019 v1.0		2020
Klimatdatafiler för 2020 v1.0		2021
Klimatdatafiler för 2021 v1.0		2022
Klimatfiler-SvebySMHI-1981-2010		2016
Klimatdata Borlänge	Wallentén P - Fuktcentrum	2018
Klimatdata Luleå		2018
Klimatdata Lund		2018
Klimatdata Stockholm		2018
Brukarindata överenskomna	Sveby - Svebyprogrammet	2017
Boverket - Termiskt klimat	Boverket - PBL akademin	
Rapport		
International weather for energy calculations (IWEC Weather Files) User's Manual	AHSRAE	2002
Climatic Constants for Calculating Subsurface Soil Temperatures	ASHRAE	
Ventilation och innemiljö i moderna småhus – Mätningar och analys	Bagge H, D Johansson, D Jönsson, J Rydén, V Fransson - LTH Rapport TVIT-7130	2022
Innemiljökrav för lokalbyggnader version 4	Belok	2015
Projektering av luftbehandlingsanläggningar - Metoder för val och tillämpning av klimatdata	Bigelius A, R Taesler - BFR R73:1973	1973
Effekt- och energiberäkningar för luftbehandlings- kyl- och värmeinstallationer	Bigélius A, R Taesler - BFR R50:1975	1975
Underlag för VVS-tekniska effekt- och energiberäkningar	Bigelius A, R Taesler & C Andersson - BFR R19:1983	1983
Konsekvensutredning BFS 2024:8 – Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall	Boverket	2024
Kriterier för sunda byggnader och material		1998
Boverkets byggregler och klimatanpassning		2018
Bygg för morgondagens klimat Anpassning av planering och byggande		2009
Byggnader i förändrat klimat - Bebyggelsens sårbarhet för klimatförändringars och extrema väders påverkan		2007
Klimatanpassning i planering och byggande – analys, åtgärder och exempel		2011
Kunskapsportaler för klimatanpassning - En internationell jämförelse med fokus på tillämplighet för byggd miljö		2021
Utredning av krav för byggnaders egenskaper		2021
METOD FÖR DATAMASKINBERÄKNING av värme- ljusstrålning i rum av kyl- och värmebehov	Brown G - BYGGFORSKNINGEN Särtryck 4:1964	1964

Nuläge termisk komfort – en kunskapssammanställning	Bülow-Hübe H, Finnson M, Gao C, Tillberg M, Warfvinge C & Persson M - Malmö universitet	2022
Solavskärmning och dagsljuslänkning - Demonstrationsprojekt för ett system med motoriserad dagsljuslänkande persienn och ljusreglerad armatur	Bülow-Hübe H - LTH	2007
Att använda geografisk information vid väderkriser för att bistå sårbara grupper i ett förändrat klimat	Carlsson-Kanyama A, A Bergquist, A-K Johansson, A Johansson, I Knutsson, A Linell, H Öberg - FOI-R-2762-SE, ISSN 1650-1942	2009
CIBSE Guide J: Weather, Solar and Illuminance data	CIBSE	2002
Summary description of typical year weather data. Chicago Midway Airport	Crow L W	1970
Solar Shading for Low Energy Use and Daylight Quality in Offices Simulations, Measurements and Design Tools	Dubois M-C	2001
Overheating risk in low energy buildings to combat	European solar-shading organization	2016
Solar shading for low energy buildings	European solar-shading organization	2012
Solar shading is essential for low energy buildings	European solar-shading organization	2012
Energiberäkningar - Avvikelser mellan projekterat och uppmätt energibehov - Förstudie	Filipsson P, J-O Dalenbäck - Belok	2014
Att hantera hälsoeffekter av värmeböljor - vägledning till handlingsplaner	Folkhälsomyndigheten	
Hälsoeffekter av höga temperaturer - en kunskapssammanställning		2015
Hälsoeffekter av värmeböljor - en kunskapssammanställning		2022
Kartläggning av bebyggelse med risk för höga temperaturer - Metodbeskrivning av GIS-verktyg utifrån marktäckning		2019
Ljus och hälsa - en kunskapssammanställning med fokus på dagsljusets betydelse i inomhusmiljö		2017
Värme och människa i bebyggd miljö - Kunskapsstöd för åtgärder som minskar hälsoskadlig värme		2019
Värmestress i urbana inomhusmiljöer		2018
Värmestress i urbana utomhusmiljöer - Förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse		2018
Det termiska klimatet på arbetsplatsen	Gavhed D & I Holmér - Arbetslivsinstitutet och LTH	2006
Overheating in new homes - Tool and guidance for identifying and mitigating early stage overheating risks in new homes	Good Homes Alliance	2019
Att planera, beställa och installera solavskärmning på lokalbyggnader	Hall A	2008
Kartläggning av Norrköpings sårbarhet inför översvämning och värmebölja	Hjerpe, M et al. - CSPR Dokumentation 2017:1 Linköpings universitet	2017
Värmeböljan 2018. Erfarenheter från chefer inom vård och omsorg.	Hjerpe, M et al. - CSPR Dokumentation 2018:2 Linköpings universitet	2018
Värmeböljan 2018. Förskolechefernas erfarenheter	Hjerpe, M et al. - CSPR Dokumentation 2018:3 Linköpings universitet	2018
High performance dynamic shading soulutions for energy efficiency and comfort in buildings - executive summary	Hutchins M	2015
Daylight ion Non-Residential Builldings - IEA SHC Position Paper	IEA SHC	2019
Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change	IPCC	2007
Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change	IPPC AR6 - IPPC	2022
Normalisering av byggnadens energianvändning	Isaksson P & P Carling - Sveby, SBUF 12342	2013
Dimensionerande vinterutetemperatur – DVUT 1981-2010, 310 orter i Sverige	Karlsson F och C Andersson - SMHI	2016

Värmeavledning vid beröring - en jämförande mätstudie av golvmaterial	Karlsson H - SP Rapport 2011:57	2011
Systematiska kunskapsöversikter; 10. Occupational Heat Stress	Kuklane K & C Gao - Arbete och hälsa Nr 2017;15(7)	2017
Climate Resilience Buildings: Guideline for management of overheating risk in residential buildings	Laouadi A, Bartko M, Gaur A, Lacasse MA - NRC	2022
Nya klimatfiler för energiberäkningar	Levin P, A Clarholm, C Andersson - Lågan	2015
Förstudie: Energikartan – En kartläggning av hur viktiga energipåverkande moment i byggprocessen behandlas i olika metoder	Levin P, T Gustavsson, J Alte och A-L Lane - Svebyprogrammet	2018
User's manual for radiation data base TMY2s derived from the 1961–1990 national solar@.	Marion W; K Urban	1995
Global climate projections Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Qin M Manning Z Chen M Marquis K Averyt M Tignor HL Mill	Meehl G A; T F Stocker; W Collins; P Friedlingstein; A Gaye; J Gregory; e. al.	2007
Meteonorm handbook, manual and theoretical background	Meteotest	2003
Värmekartering	MSB - MSB2157	2024
Fysisk planering i ett varmare klimat - En fallstudie för Stockholm	MSB	2020
Händelsescenario värmebölja	MSB	2020
Första rapporten från Nationella expertrådet för klimatanpassning 2022	Nationella expertrådet för klimatanpassning	2022
Metodstöd för klimatanpassning för statlig egendom	Naturvårdsverket	2019
Overheating in new homes: a review of the evidence (NF46)	NHBC Foundation	2012
Klimatdata och klimatfiler för övertemperatursimuleringar i byggnader – en kunskapssammanställning	Nik V, Johansson D, Fransson F, Javanroodi K, Wallentén P & Persson M - Malmö universitet	2022
Comfort Climate Evaluation with Thermal Manikin Methods and Computer Simulation Models	Nilsson H O - Arbete och hälsa Nr 2004:2	2004
Komfortkyla	Nilsson P-E - Rapport Effektiv 2001:01	2001
Allmänna tips och råd om vädring i skolor – Till lärare,	Nordquist B - LTH	1999
Fakta och formler om vädring – Till projektörer	Nordquist B - LTH	1999
Sustainable cooling efforts - exploring the mitigation, adaptaton and health nexus - background report	Ramböll	2022
Social impacts of climate mitigation policies and outcomes in terms of inequality - final report	Ramböll	2021
Halter av VOC i nybyggda lokaler - en förstudie	Sasic Kalagasidis A, S Langer, F Domhagen - SBUF 13607	2020
God innemiljö - Samhällsdebatt och kunskapsutveckling	SKR Sveriges Kommuner och Regioner	2019
Guide för geoenergi		2017
Kalkyler för offentlig fastighetsverksamhet		2014
Klimatkonsekvens av olika energilösningar		2017
Solenergi - Möjjligheter för offentliga lokaler		2013
Stöd i arbetet med klimatanpassning		2021
Klimatförändringar som påverkar byggnader	SMHI	2019
Sommaren 2018 - en glimt av framtiden? (Klimatologi Nr 52, 2019)	SMHI - E Sjökvist, D Abdoush och J Axén - Klimatologi Nr 52, 2019	2019
Effekter av värmeböljor och behov av beredskapsåtgärder i Sverige - Redovisning av ett regeringsuppdrag	Socialstyrelsen	2011
Temperatur inomhus	Socialstyrelsen	2005
Studie av termiskt klimat I ett kontorslandskap med stora fönster	Ståhlman I	2017
Brukarindata bostäder	Sveby - Svebyprogrammet	2012

Brukarindata kontor	Sveby - Svebyprogrammet	2013
Brukarindata undervisningsbyggnder	Sveby - Svebyprogrammet	2016
Klimatdatafiler för Sveriges kommuner	Sveby - Svebyprogrammet	2016
I klassrummet står luften still	Svensk ventilation	2019
Solavskärmning en förutsättning för lågenergihus	Svenska solskyddsförbundet	
Stadsklimatet - Åtgärder för att sänka temperatur i bebyggda områden	Thorsson S - FOI, Göteborgs universitet	2012
Update on Extreme Heat and Maximum Indoor Temperature Standard for Multi-unit Residential Buildings	Toronto	2015
Ta det kallt - strategier för komfortkyla	U.FOS	2009
Passive Houses for Arctic. What buildings should we build in Arctic?	Vladyková P; C Rode; S Pedersen; T Rammer Nielsen	2009
Beskrivning av hur klimatdata har behandlats	Wallentén P - Fuktcentrum	2018
Klimatförändringars inverkan på moderna träregelkonstruktioner	Wallentén P, S Burke, S Ekelund, W Wennerkvist - SBUF 13186	2018
Heat and health in the WHO European Region: updated evidence for effective prevention	WHO	2021
Heat-waves: risks and responses - Health and Global Environmental Change SERIES, No. 2	WHO	2004
Overheating in homes Keeping a growing population cool in summer	WSP	2016
Termisk inomhuskomfort vid värmeböljor	Ylmén P, Schade J - SBUF 13798	2021
Overheating in homes the big picture	Zero Carbon Hub	2015
Solutions to overheating in homes - evidence review	Zero Carbon Hub	2016
Termisk komfort i moderna skolmiljöer – Blir det för varmt?	Österbring M - SBUF 13867	2021
Standarder		
SIS-ISO-TS 13732-2:2018 Det termiska klimatets ergonomi - Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor - Del 2: Människors kontakt med ytor med måttlig temperatur (ISO/TS 13732-2:2001	SIS	2018
SS-EN 16798-1:2019 Byggnaders energiprestanda - Ventilation för byggnader - Del 1: Indataparametrar för inomhusmiljö för konstruktion och bestämning av byggnaders energiprestanda gällande luftkvalitet, termiskt klimat, belysning och akustik - Modul M1-6		2019
SS-EN 16798-5-2:2017 Byggnaders energiprestanda - Modul M5-6, M5-8 - Ventilation för byggnader - Beräkningsmetoder för energikrav av ventilationssystem - Del 5-2: Fördelning och framställning - metod 2		2017
SS-EN 450:2011 Byggnadsglas - Bestämning av ljus- och soloptiska egenskaper		2011
SS-EN 511:2006 Skyddshandskar mot kyla		2006
SS-EN ISO 10551:2019 Den fysiska omgivningens ergonomi - Subjektiva bedömningsskalor vid bedömning av den fysiska omgivningen (ISO 10551:2019)		2019
SS-EN ISO 11079:2007 Ergonomi för den termiska miljön - Bestämning och bedömning av termisk belastning i kyla med hjälp av rekommenderad beklädnadsisolation (IREQ) samt lokala avkylningseffekter (ISO 11079:2007)		2007
SS-EN ISO 12569:2017 Byggnaders och materials termiska egenskaper - Bestämning av luftflödet i byggnader - Utspädningsmetod med spårgas (ISO 12569:2017)		2017
SS-EN ISO 12894 Ergonomi för termiskt klimat - Medicinsk övervakning av individer utsatta för extremt varma eller kalla miljöer (ISO 12894:2001)		2001
SS-EN ISO 13731 Ergonomi för termiskt klimat - Terminologi och symboler (ISO 13731:2001)		2001
SS-EN ISO 13732-1:2008 Ergonomi för termiskt klimat - Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor - Del 1: Varma ytor (ISO 13732-1:2006)		2006
SS-EN ISO 13732-3:2008 Ergonomi för termiskt klimat - Metoder för bedömning av reaktioner hos människan vid kontakt med ytor - Del 3: Kalla ytor (ISO 13732-3:2005)		2005
SS-EN ISO 15927-1 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 1: Månadsmedelvärden av enskilda klimatparametrar (ISO 15927-1:2003)		2003
SS-EN ISO 15927-2:2009 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 2: Timbaserade data för beräkning av effektbehov för kylning (ISO 15927-2:2009)		2009

SS-EN ISO 15927-3:2009 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 3: Beräkning av slagregnsindex för vertikala ytor från timbaserade vind- och regndata (ISO 15927-3:2009)		2009
SS-EN ISO 15927-4:2005 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 4: Timbaserade data för att bestämma årlig energianvändning för uppvärmning och kylning (ISO 15927-4:2005)		2005
SS-EN ISO 52016-1:2017 Byggnaders energiprestanda - Bygg-och byggnadselement - Energibehov för uppvärmning och kylning, innetemperaturer och sensibel och latent huvudbelastning - Del 1: beräkningsmetoder (ISO 52016-1:2017)		2017
SS-EN ISO 7243:2017 Det termiska klimatets ergonomi - Bedömning av värmestress genom användning av WBGT (wet bulb globe temperature) index (ISO 7243:2017)		2017
SS-EN ISO 7726:1998 Ergonomi för termiskt klimat - Instrument för mätning av fysiska storheter (ISO 7726:1998)		1998
SS-EN ISO 7730:2006 Ergonomi för den termiska miljön - Analytisk bestämning och bedömning av termisk komfort med hjälp av indexen PMV och PPD samt kriterier för lokal termisk komfort (ISO 7730:2005)		2006
SS-EN ISO 7933:2004 Ergonomi för termiskt klimat - Analytisk bestämning och bedömning av värmebelastning genom beräkning av indexet PHS (ISO 7933:2004)		2004
SS-EN ISO 8996:2004 Energi för termiskt klimat - Bestämning av metabolisk energiomsättning (ISO 8996:2004) sis		2004
SS-EN ISO 9920:2009 Ergonomi för termiskt klimat - Skattning av termisk isolation och ångmotstånd hos beklädnad (ISO:2007, corrected version 2008-11-01)		2009
SIS/TK 189 Innemiljö och energianvändning i byggnader		
SIS/TK 380 Ergonomi och human factor		
SS-EN ISO 15927-5:2005/A1:2011 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader - Klimatdata - Del 5: Data för att bestämma byggnaders effektbehov för uppvärmning - Tillägg 1 (ISO 15927-5:2004/Amd 1:2011)		2011
ANSI/ASHRAE Standard 169, Climate Data for Building Design Standards	ASHRAE	2021
Verktyg		
ASHRAE Global Thermal Comfort Database II	ASHRAE	
CBE Thermal Comfort Tool	CBE - Center for the Built Environment	
SMHI - Meteorologiska observationer	SMHI	
Vetenskapliga artiklar - konferensartiklar		
Combined effects of ventilation rates and indoor temperatures on cognitive performance of female higher education students in a hot climate	Ahmed R, D Mumovic, E Bagkeris, M Ucci / Indoor Air. 2022;32:e13004	2022
Climate change impacts on electricity demand in the State of New South Wales, Australia	Ahmed T; K M Muttaqi; A P Agalgaonkar - Appl Energy	2012
Urban morphology parameterization for assessing the effects of housing blocks layouts on air temperature in the Euro-Mediterranean context	Apreda C; A Reder; P Mercogliano - Energy and Buildings	2020
Proposal of typical and design weather year for building energysimulation	Arima Y, R Ooka, H Kikumoto - Energy and Buildings 139 (2017) 517-524	2017
Effect of climate change on building cooling loads in Tokyo in the summers of the 2030s using dynamically downscaled GCM data	Arima Y, R Ooka, H Kikumoto, T Yamanaka - Energy and Buildings 114 (2016) 123-129	2016
Understanding climate change from a global analysis of city analogues	Bastin J-F, E Clark, T Elliott, S Hart, J van den Hoogen, I Hordijk, H Ma, Majumder S, Manoli G, Maschler J, L Mo, D Routh, K Yu, C M Zohner, T Crowther W - PLOS ONE june 10, 2019	2019
Relation between Elevated Ambient Temperature and Mortality: A Review of the Epidemiologic Evidence	Basu R, Samet J M - Epidemiologic Reviews, Volume 24, Issue 2, December 2002, Pages 190–202	2002
Threshold temperatures for subjective heat stress in urban apartments—Analysing nocturnal bedroom temperatures during a heat wave in Germany	Beckmann S K; M Hiete; C Beck - Climate Risk Management	2021
Constructing design weather data for future climates	Belcher S; J Hacker; D Powell - Build Serv Eng Res Technol	2005
Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections	Beniston M, Stephenson D B, Christensen O B, Ferro C A T, Frei C,	2007

	Goyette S, Halsnaes K, Holt T, Jylhä K, Koffi B, Palutikof J, Schöll R, Semmler T, Woth K - Climatic Change volume 81, pages 71–95	
Level of detail in 3D city models	Biljecki F	2017
Generation of multi-LOD 3D city models in CityGML with the procedural modelling engine Random3Dcity	Biljecki F; H Ledoux; J E Stoter - 1st international conference on smart data and smart cities, 30th UDMS, 7–9 September 2016, Split, Croatia	2016
Computational Fluid Dynamics for urban physics: Importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations	Blocken B - Building and Environment	2015
Development and evaluation of a building energy model integrated in the TEB scheme	Bueno B; G Pigeon; L K Norford; K Zibouche; C Marchadier - Geoscientific Model Development	2012
Calculation of Air Temperatures above the Urban Canopy Layer from Measurements at a Rural Operational Weather Station	Bueno B; J Hidalgo; G Pigeon; L Norford; V Masson - Journal of Applied Meteorology and Climatology	2013
Computationally efficient prediction of canopy level urban air temperature at the neighbourhood scale	Bueno B; M Roth; L Norford; R Li - Urban Climate	2014
Overheating in existing and renovated Danish single- and multi-family houses	Bugenings L A; A Kamari - Journal of Building Engineering	2022
Glass architecture: is it sustainable?	Butera FM - International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", May 2005, Santorini, Greece	2005
The effects of 2D and 3D building morphology on urban environments: A multi-scale analysis in the Beijing metropolitan region	Cao Q.; Q. Luan; Y Liu; R Wang - Building and Environment	2021
Developing future hourly weather files for studying the impact of climate change on building energy performance in Hong Kong	Chan A L S - Energy and Buildings	2011
Generation of a typical meteorological year for Hong Kong	Chan A L S; T T Chow; S K F Fong; J Z. Lin - Energy Convers Manag	2006
The effects of night-time warming on mortality burden under future climate change scenarios: a modelling study	Cheng He, H Kim, M Hashizume, W Lee, Y Honda, S Estella Kim, P L Kinney, A Schneider, Y Zhang, Y Zhu, L Zhou, Re Chen, H Kan - Planetary Health	2022
Urban performance and density: Generative study on interdependencies of urban form and environmental measures	Chokhachian A ; K Perini; S Giulini; T Auer - Sustainable Cities and Society	2020
Weight assignment in regional climate models	Christensen J; E Kjellström; F Giorgi; G Lenderink; M Rummukainen - Clim Res	2010
Climate warming impact on degree-days and building energy demand in Switzerland	Christenson M; H Manz; D Gyalistras - Energy Convers Manag	2006
Worldwide dynamic predictive analysis of building performance under long-term climate change conditions	Congedo P M, C Baglivo, A Kurnuc Seyhan, R Marchetti - Journal of Building Engineering 42 (2021) 103057	2021
Should We Be Using Just “Typical” Weather Data in Building Performance Simulation?	Crawley D; L Lawrie - Build. Simul.	2019
Which Weather Data Should You Use for Energy Simulations of Commercial Buildings?	Crawley D B - ASHRAE Trans	1998
Energy use and overheating risk of Swedish multi-story residential buildings under different climate scenarios	Dodoo A, Gustavsson L - Energy 97, p534-548	2016
Creating weather files for climate change and urbanization impacts analysis	Drury B Crawley - Proceedings: Building Simulation 2007	2007
Rethinking the TMY: Is the 'typical' meteorological year best for building performance simulation?	Drury B Crawley, Linda K Lawrie - Proceedings of BS2015: 14th Conference of International Building Performance Simulation Association, Hyderabad, India, Dec. 7-9, 2015.	2015
A comparison of future weather created from morphed observed weather and created by a weather generator	Eames M; T Kershaw; D Coley - Build Environ	2012
On the creation of future probabilistic design weather years from UKCP09	Eames M; T Kershaw; D Coley - Build Serv Eng Res Technol	2011

Spatial air temperature variations and urban land use - A statistical approach	Eliasson I, M K Svensson - Meteorological Applications 10(2):135 - 149	2006
The impact of climate change on wind and solar resources in southern Africa	Fant C; C Adam Schlosser; K Strzepek - Appl Energy	2016
Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling.	Fowler H J; S Blenkinsop; C Tebaldi - International Journal of Climatology	2007
Standard effective temperature-A single temperature index of temperature sensation and thermal discomfort	Gagge A P, - Proceedings of the CIB Commission W45 (Human Requirements), Symposium, Thermal Comfort and Moderate Heat Stress, Building Research Stat,	1973
Exploring the spatial heterogeneity of urban heat island effect and its relationship to block morphology with the geographically weighted regression model	Gao Y; J Zhao; L Han - Sustainable Cities and Society	2022
Review of urban surface parameterizations for numerical climate models	Garuma G F - Urban Climate	2018
Climate Data to Support the Adaptation of Buildings to Climate Change in Canada	Gaur A; L M - Data	2022
Spatial Characteristics of Roughness Sublayer Mean Flow and Turbulence Over a Realistic Urban Surface	Giometto M G; A Christen; C Meneveau; J Fang; M Krafczyk; M B Parlange - Boundary-Layer Meteorology	2016
Regional climate modeling: Status and perspectives	Giorgi F - J Phys IV - Proc	2006
The impact of urban compactness, comfort strategies and energy consumption on tropical urban heat island intensity: A review	Giridharan R; R Emmanuel - Sustainable Cities and Society	2018
A spatiotemporal analysis of the relationship between near-surface air temperature and satellite land surface temperatures using 17 years of data from the ATSR series.	Good E J, Ghent D J, Bulgin C E & Remedios J J - Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 122(17), 9185–9210.	2017
Preparation of future weather data to study the impact of climate change on buildings.	Guan L - Builing and Environment Volume 44 Issue 4 April 2009, p793–800	2009
Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge Human Adaptation to Global Warming	Hanna E G; P W Tait - International journal of environmental research and public health	2015
A review of current and futureweather data for buildingsimulation	Herrera M, Sukumar Natarajan, David A Coley, Tristan Kershaw, Alfonso P Ramallo-Gonza´lez, Matthew Eames, Daniel Fosas and Michael Wood - Building Serv Eng Res Technol 2017, Vol. 38(5) 602–627	2017
Energy saving and indoor climate effects of an added glazed façade to a brick wall building: Case study.	Hilliaho K, Nordquist B, Wallentèn P, Abdul-Hamid A, Lahdensivu J - Journal of Building Engineering Vol. 7, pp 246-262	2016
Heat and Cold Stress, in OSH for Development	Holmer I - K Elgstrand and NF Petersson, Editors	2009
A fresh look at weather impact on peak electricity demand and energy use of buildings using 30-year actual weather data	Hong T; W-K Chang; H-W Lin - Appl Energy	2013
Improving Climate Resilience and Thermal Comfort in a Complex Building through Enhanced Flexibility of the Energy System	Hosseini S; P Hajialigol; M Aghaei; S Erba; V M Nik; A Moazami - Int. Conf. Smart Energy Syst. Technol. SEST	2022
High-resolution impact assessment of climate change on building energy performance considering extreme weather events and microclimate – Investigating variations in indoor thermal comfort and degree-days	Hosseini M; K Javanroodi; V M Nik - Sustainable Cities and Society	2022
Future trends of residential building cooling energy and passive adaptation measures to counteract climate change: The case of Taiwan	Huang K-T; R-L Hwang - Applied Energy	2016
Investigating the effect of urban configurations on the variation of air temperature	Jamei E; D R Ossen; P Rajagopalan - International Journal of Sustainable Built Environment	2017

Impacts of urban morphology on reducing cooling load and increasing ventilation potential in hot-arid climate	Javanroodi K; M Mahdavinejad; V M Nik - Applied Energy	2018
Impacts of Microclimate Conditions on the Energy Performance of Buildings in Urban Areas	Javanroodi K; V M Nik - Buildings	2019
Interactions between extreme climate and urban morphology: Investigating the evolution of extreme wind speeds from mesoscale to microscale	Javanroodi K; V M Nik - Urban Climate	2020
A multi-objective optimization framework for designing climate-resilient building forms in urban areas	Javanroodi K; V M Nik; B Adl-Zarrabi - IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	2020
Quantifying the impacts of urban morphology on modifying microclimate conditions in extreme weather conditions	Javanroodi K; V M Nik; J L Scartezzini - Journal of Physics: Conference Series	2021
Combining computational fluid dynamics and neural networks to characterize microclimate extremes: Learning the complex interactions between meso-climate and urban morphology	Javanroodi K; V M Nik; M G Giometto; J-L Scartezzini - Science of The Total Environment	2022
Transforming existing weather data for worldwide locations to enable energy and building performance simulation under future climates	Jentsch M F, Patrick AB James, Leonidas Bourikas, AbuBakr S Bahaj - Renewable Energy 55 (2013) 514e524	2013
Climate change future proofing of buildings--Generation and assessment of building simulation weather files	Jentsch M F; A S Bahaj; P A B James - Energy Build	2008
Interpretation of standard effective temperature (SET) and explorations on its modification and development	Ji W; Y Zhu; H Du; B Cao; Z. Lian; Y Geng; S Liu; J Xiong; C Yang - Building and Environment	2022
Energy demand for the heating and cooling of residential houses in Finland in a changing climate	Jylhä K; J Jokisalo; K Ruosteenoja; K Pilli-Sihvola; T Kalamees; T Seitola; e. al. - Energy Build	2015
Towards establishing evidence-based guidelines on maximum indoortemperatures during hot weather in temperate continental climates	Kenny G P, A D Flouris, Abderrahmane Yagouti and Sean R Notleya - Temperature	2019
Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases	Kenny G P; J Yardley; C Brown; R J Sigal; O Jay - CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne	2010
Assessing the risk of climate change for buildings: A comparison between multi-year and probabilistic reference year simulations	Kershaw T; M Eames; D Coley - Build Environ	2011
Comparison of multi-year and reference year building simulations.	Kershaw T; M Eames; D Coley - Build Serv Eng Res Technol	2010
Urban morphology detection and it's linking with land surface temperature: A case study for Tehran Metropolis, Iran	Khoshnoodmotlagh S; A Daneshi; S Gharari; J Verrelst; M Mirzaei; H Omrani - Sustainable Cities and Society	2021
21st century changes in the European climate: uncertainties derived from an ensemble of regional climate model simulations	Kjellström E; G Nikulin; U. Hansson; G Strandberg; A Ullerstig - Tellus A	2011
Heat stress and public health: a critical review	Kovats RS; S Hajat - Annual review of public health	2008
Cognitive performance was reduced by higher air temperature even when thermal comfort was maintained over the 24–28 °C	Lan L, Tang J, Wargocki P, Wyon D, Lian Z - Indoor Air. 2022.32e12916	2021
Thermal environment and sleep quality: A review	Lan L; K Tsuzuki; Y F Liu; Z. W Lian - Energy and Buildings	2017
A new methodology of evaluation of overheating in buildings	Laouadi A; M Bartko; M A Lacasse - Energy and Buildings	2020
Trend Analysis of Urban Heat Island Intensity According to Urban Area Change in Asian Mega Cities	Lee K; Y Kim; H C Sung; J Ryu; S W Jeon - Sustainability	2020
Effects of climate change-related heat stress on labor productivity in South Korea	Lee S W; K Lee; B Lim - International journal of biometeorology	2018
Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings	Li X; Y Zhou; S Yu; G Jia; H Li; W Li - Energy	2019
Context sensitivity of surface urban heat island at the local and regional scales	Li Y; B Zhou; M Glockmann; J P Kropp; D Rybski - Sustainable Cities and Society	2021
Future probabilistic hot summer years for overheating risk assessments	Liu C, Kershaw T, Eames M E & Coley D A - Building and Environment 105 (2016) 56e68	2016
Climate-conscious spatial morphology optimization strategy using a method combining local climate zone parameterization concept and urban canopy layer model	Liu L; J Liu; L Jin; L Liu; Y Gao; X Pan - Building and Environment	2020

Proper orthogonal decomposition of large-eddy simulation data over real urban morphology	Liu Y; C-H Liu; G P Brasseur; C Y H Chao - Sustainable Cities and Society	2023
Applicability of different extreme weather datasets for assessing indoor overheating risks of residential buildings in a subtropical high-density city	Liua S, Yu-Ting Kwoka, Kevin Laub, Edward Nga - Building and Environment	2021
A novel personal cooling system (PCS) incorporated with phase change materials (PCMs) and ventilation fans: An investigation on its cooling efficiency	Lu Y, Wei F, Lai D, Shi W, Wang F, Gao C, Song G - Journal of Thermal Biology, 52, 137-146	2015
Heat Stress in Indoor Environments of Scandinavian Urban Areas: A Literature Review	Lundgren Kownacki K, C Gao, K Kuklane, A Wierzbicka - International journal of environmental research and public health 2019 Feb 15;16(4):560	2019
Modeling framework for estimating impacts of climate change on electricity demand at regional level: Case of Greece	Mirasgedis S; Y Sarafidis; E Georgopoulou; V Kotroni; K Lagouvardos; D P Lalas - Energy Convers Manag	2007
A review on the study of urban wind at the pedestrian level around buildings	Mittal H; A Sharma; A Gairola - Journal of Building Engineering	2018
Impacts of future weather data typology on building energy performance – Investigating long-term patterns of climate change and extreme weather conditions	Moazami A, Vahid M Nik, Salvatore Carlucci, Stig Geving - Applied Energy 238(2019) 696-720	2019
The use of UKCP09 to produce weather files for building simulation	Mylona A - Build Serv Eng Res Technol	2012
Exploring the consequences of climate change for indoor air quality	Nazaroff W W - Environ. Res. Lett. 8 (2013) 015022 (20pp)	2013
Making energy simulation easier for future climate – Synthesizing typical and extreme weather data sets out of regional climate models (RCMs)	Nik V M - Applied Energy 177 (2016) 204–226	2016
Application of typical and extreme weather data sets in thehygrothermal simulation of building components for futureclimate – A case study for a wooden frame wall	Nik V M - Energy and Buildings 154 (2017) 30–45	2017
Impact study of the climate change on the energy performance of the building stock in Stockholm considering four climate uncertainties	Nik V M, A Sasic Kalagasidis - Building and Environment 60 (2013) 291e304	2012
Towards climate resilient urban energy systems: a review	Nik V M; A T D Perera; D Chen - National Science Review	2021
City size and the urban heat island	Oke T R - Atmospheric Environment (1967) Volume 7, Issue 8, August 1973, Pages 769-779	1973
Indoor environmental quality related risk factors with energy-efficient retrofitting of housing: A literature review	Ortiz M, L Itard, P M Bluyssen - Energy and Buildings Volume 221, 15 August 2020, 110102	2020
Maintaining health, comfort, and productivity in heat waves.	Parsons K - Global Health Action. 2(1),	2009
Tenant perceptions of post-renovation indoor environmental quality in rental housing: Improved for some, but not for those reporting health-related symptoms	Pedersen E, Gao C, Wierzbicka A - Building and Environment, Volume 189, 2021	2021
Challenges resulting from urban density and climate change for the EU energy transition	Perera A T D, K Javanroodi, D Mauree, V M Nik, P Florio, T Hong & D Chen - Nature Energy	2023
Climate resilient interconnected infrastructure: Co-optimization of energy systems and urban morphology	Perera A T D; K Javanroodi; V M Nik - Applied Energy	2021
Urban cells: Extending the energy hub concept to facilitate sector and spatial coupling	Perera A T D; K Javanroodi; Y Wang; T Hong - Advances in Applied Energy	2021
Quantifying the impacts of climate change and extreme climate events on energy systems	Perera A T D; V M Nik; D Chen; J-L Scartezzini; T Hong - Nat Energy	2020
Urban planning indicators: useful tools to measure the effect of urbanization and vegetation on summer air temperatures	Petralli M, Massetti L, Brandani G, Orlandini S - International Journal of Climatology 2014;34(4):1236.	2014
Scenario-neutral approach to climate change impact studies: Application to flood risk.	Prudhomme C; R L Wilby; S Crooks; A L Kay; N S Reynard - J Hydrol	2010
Predicting indoor heat exposure risk during extreme heat events	Quinn A, Tamerius J D, Perzanowski M, Jacobson J S, Goldstein I, Acosta L,	2014

	Shaman J - Science of The Total Environment 2014, 490, 686–693	
Simulation-based framework to evaluate resistivity of cooling strategies in buildings against overheating impact of climate change	Rahif R, M Hamdy, S Homaei, C Zhang, P Holzer, S Attia - Building and Environment	2021
A review on the generation, determination, and mitigation of Urban Heat Island	Rizwan A M; L Y C Dennis; C Liu - Journal of Environmental Sciences	2008
Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003	Robine JM; S L Cheung; S Le Roy; H Van Oyen; C Griffiths; J P Michel; F R Herrmann - Comptes rendus biologies	2008
The Effect of High Ambient Temperature on the Elderly Population in Three Regions of Sweden	Rocklöv J, Forsberg B	2010
The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998–2003: A study of lag structures and heatwave effects	Rocklöv J, Forsberg B	2008
Future weather generator for building performance research: An open-source morphing tool and an application,	Rodrigues E, Fernandes M, Carvalho D - Building and Environment 233	2023
The London Climate Change Adaptation Strategy	Rodrigues S, C40 Climate Change Conference, Tokyo, 22-24 October 2008	2008
Effects of global warming on energy use for space heating and cooling in the United States	Rosenthal D H, Gruenspecht H K, Moran E A - Energy Journal 1995;16(2):77–96	1995
State-of-the-art with regional climate models	Rummukainen M - Wiley Interdiscip Rev Clim Change	2010
The Rossby Centre Regional Climate model RCA3: model description and performance	Samuelsson P; C G Jones; U. Willen; A Ullerstig; S Gollvik; U. Hansson; e. al. - Tellus A	2011
Cooling Demand Reduction Approaches in a Nearly Zero Energy Building for Future City District in Central-Sweden	Sayadi S, A Hayati, J Akander, M Cehlin - Proceedings of Building Simulation 2021: 17th Conference of IBPSA	2021
Analyzing the climate-driven energy demand and carbon emission for a prototype residential nZEB in central Sweden	Sayadi S, J Akander, A Hayati, M Cehlin - Energy and Buildings Volume 261, 15 April 2022, 111960	2022
An early-stage analysis of climate-adaptive designs for multi-family buildings under future climate scenario: Case studies in Rome, Italy and Stockholm, Sweden.	Shen et al. - Journal of Building Engineering Volume 27.	2020
Compliance with Summer Thermal Comfort Requirements in Apartment Buildings	Simson R, J Kurnitski, M Maivel, T Kalamees - Proceedings of REHVA Annual Conference 2015 “Advanced HVAC and Natural Gas Technologies” Riga, Latvia, May 6–9, 2015	2015
Climate change, indoor environments, and health – Editorial	Spengler - Indoor Air, 22: 89–95	2012
Local Climate Zones for Urban Temperature Studies	Stewart I D, T R Oke - Bulletin of the American Meteorological Society 93(12):1879-1900	2012
The Trend Inconsistency between Land Surface Temperature and Near Surface Air Temperature in Assessing Urban Heat Island Effects	Sun T, Sun R, & Chen L (2020) - Remote Sensing, 12(8), 1271	2020
SI: Survivability under Overheating: The Impact of Regional and Global Climate Change on the Vulnerable and Low-Income Population	Synnefa A, S Haddad, P Rajagopalan and M Santamouris - Climate 2020, 8(11), 122;	2020
A method for solar radiation computations using routine meteorological observations	Taesler R & C Andersson - Energy and Buildings Volume 7, Issue 4, December 1984, Pages 341-352	1984
A review of computational fluid dynamics (CFD) simulations of the wind flow around buildings for urban wind energy exploitation	Toja-Silva F; T Kono; C Peralta; O Lopez-Garcia; J Chen - Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics	2018
A review on the CFD analysis of urban microclimate	Toparlar Y; B Blocken; B Maiheu; G J F van Heijst - Renewable and Sustainable Energy Reviews	2017
Overheating Risk and Energy Demand of Nordic Old and New Apartment Buildings during Average and Extreme Weather Conditions under a Changing Climate,	Velashjerdi Farahani A; J Jokisalo; N Korhonen; K Jylhä; K Ruosteenoja; R Kosonen - Applied Sciences	2021
Description of data for Heat and Moisture Simulation in Sweden.	Wallentén P - Lund University,	2018

Impact of climate change heating and cooling energy use in buildings in the United States	Wang H; Q. Chen - Energy Build	2014
On practical challenges of decomposition-based hybrid forecasting algorithms for wind speed and solar irradiation	Wang Y; L Wu - Energy	2016
The impact of heat waves on children's health: a systematic review	Xu Z.; P E Sheffield; H Su; X Wang; Y Bi; S Tong - International journal of biometeorology	2014
A new method to develop typical weather years in different climates for building energy use studies	Yang L; K K W Wan; D H W Li; J C Lam - Energy	2011
Climate change and energy performance of European residential building stocks – A comprehensive impact assessment using climate big data from the coordinated regional climate downscaling experiment"	Yang Y, Javanroodi K, Nik V M - Applied Energy 115, 164–173	2021
Impact of urban block typology on building solar potential and energy use efficiency in tropical high-density city	Zhang J; L Xu; V Shabunko; S E R Tay; H Sun; S S Y Lau; T Reindl - Applied Energy	2019
Robust moisture reference year methodology for hygrothermal simulations	Zhou X; D Derome; J Carmeliet - Build Environ	2016
An alternative method to predict future weather data for building energy demand simulation under global climate change	Zhu M; Y Pan; Z. Huang; P Xu - Energy Build	2016
A Method of Selecting Future Reference Years for Indoor Overheating Assessment	Zou J, A Gaur, L Wang - Conference: Indoor Air 2022At: Kuopio, Finland	2022
Vägledning		
Klima og luftkvalitet op arbeidsplassen	Arbeidstilsynet	2016
Building performance modelling	CIBSE - CIBSE AM11:2015	2015
Climate change and the indoor environment: impacts and adaptation	CIBSE - CIBSE TM36:2005	2005
Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning	Direktoratet for byggkvalitet	
Kravspecifikation för energieffektiva byggnader - Bostäder och lokaler	FEBY - Forum för energieffektivt byggande - FEBY 18	2019
Branchevejledning for indeklimaberegninger	Havgaard Vorre M, M Hulmose Wagner, S E Maagaard, P Noyé, N Lynge Lyng, L Mortensen - Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,	2017
Den robusta sjukhusbyggnaden	MSB	2021
Understanding overheating – where to start: An introduction for house builders and designers - Guide 44	NHBC Foundation	2012
Quality Management for Buildings	Plesser S, O Teisen and C Ryan - Rehva Guidebook No. 29	
RIF-Veileder TERMISK INNEKLIMA Bransjeveileder 15.11.2021	RIF – Rådgivende Ingeniørers Forening	2013
Raumklima	SECO	2020
Riktlinjer för bedömning av konfektionerade markisvävar	Svenska solskyddsförbundet	2021
Webb		
Arbetsmiljöverket - temperatur och klimat	Arbetsmiljöverket	
Termiskt klimat	Boverket - PBL kunskapsbanken	
Termisk inneklima. Betingelser, tilrettelegging og målinger	Byggforsk	2001
CBE - Thermal comfort	CBE - Center for the Built Environment	
CORDEX - Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment	CORDEX	
The Dangers of Overheating in Seniors	Dupage Internal Medicine of Illinois	2024
Glascentrum - Bygga med glas	Glascentrum	
UK HSE - Thermal comfort	HSE	

Inneklima.com	Inneklima.com	
55. Kylsystem	Locum	
Ventskolan komfortkyla	Luftbutiken	
Miljöbyggnad iDrift	Miljöbyggnad	2021
Klimatanpassning	Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning vid SMHI	
Program för tekniks standard	PTS	
Benefits of trees	Singapore	2024
Öppna data - Dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT 1981-2010) för 310 orter i Sverige	SMHI - Boverket	2017
Ladda ner meteoroloiska observationer	SMHI - SMHI	
Task 63 - Solar Neighborhood Planning	Solar heating & Cooling Programme - IEA	
Klima (Behaglichkeit, Hitze, Wärmestrahlung, Kälte, UV)	Staatssekretariat für Wirtschaft SECO	
Svenska Solskyddsförbundet	Svenska Solskyddsförbundet	
WHO	WHO	
ASHRAE International Weather for energy Calculation (IWEC) files	ASHRAE	
ASHRAE weather data center	ASHRAE	
PVGIS - Photovoltaic geographical information system	EU	
TMY generator	EU	
Svenska solskyddsförbundet - nedladdningssida dokument	Svenska solskyddsförbundet	
Arbetsmiljöverket - Fördjupning om temperatur och klimat	Arbetsmiljöverket	
Termisk indeklima og installationer til varme- og køleanlæg (§ 385 - § 392)	Bolig- og Planstyrelsen	
Boverket - DVUT - Dimensionerande vinterutetemperaturer	Boverket	
Boverket - Maximal lufttemperatur	Boverket	
Boverket - värmebölja	Boverket	
Grönska och vatten reglerar temperaturen vid värmeböljor	Boverket - PBL kunskapsbanken	
Interactive Thermal Comfort Tools add to CBE's Public Offerings	CBE - Center for the Built Environment	
Thermischer Gefahrenindex	Deutscher Wetterdienst	
Termiskt inomhusklimat del 1	Ebab	
Energikalkyl - Energiberäkning och uppföljning	ETC Trähus	
Klimazonen einfach erklärt	explainity	2020
Temperatur inomhus	Folkhälsomyndigheten	
Vägledning för bedömning av termiskt inomhusklimat och temperatur	Folkhälsomyndigheten	
Värmeböljor - vägledning till handlingsplaner	Folkhälsomyndigheten	
Inomhusmiljö 11. Termiskt klimat sommar	Isover	
Vad är bra inomhusklimat?	Nordtec	
Inneklima er!	Norges astma- og allergiforbundet	
QUALICHeCK - Overheating assessment	QUALICHeCK	2016
Manualer och verktyg för Miljöbyggnad	SGBC	2021
Komfortnivåmåling på arbeidsplassen – En praktisk guide	Sievert M	
SMHI - Högre temperatur i staden	SMHI	
SMHI - Klimatscenarier	SMHI	
SMHI - Tropiska nätter	SMHI	

Varningar och meddelanden	SMHI - E Sjökvist, D Abdoush och J Axén	
SMHI - Fördjupade klimatscenarier	SMI	
Inneklima	Store medisinske leksikon	
Thermisches Raumklima in Klassenräumen ist der Schlüssel zu einer idealen Lernumgebung	Velux	
THI - temperatur- och luftfuktighetsindex	Växa Sverige	
Thermische Klimazonen	Westermann	
Klima-Anlagen-Wandel: Draußen heiß, drinnen schön kühl	woxx.lu	