

Värmebölja i Hallands län

Länsstyrelsens meddelande 2013:19



LÄNSSTYRELSEN
HALLANDS LÄN



Titel: Värmebölja i Hallands län

Utgiven av: Länsstyrelsen i Hallands län

ISSN: 1101 – 1084

ISRN: LSTY-N-M—2013/19—SE

Meddelande 2013:19

Omslag: En varm sommardag i Varberg, foto: Anna Modigh

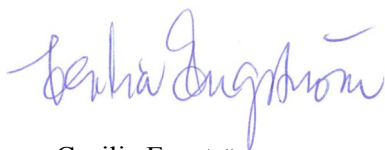
Tryck: Länsstyrelsen i Hallands län

FÖRORD

Vad kommer att hända med värmeböljorna i framtiden? Det finns både osäkerheter och skillnader i de framtida scenarier som har tagits fram vid olika forskningsinstitut i världen. En sak har de gemensamt, att temperaturen kommer att stiga.

Länsstyrelsen har bland mycket annat till uppgift att samordna det regionala arbetet med att anpassa samhället till ett förändrat klimat. Denna rapport är framtagen inom ramen för detta uppdrag.

Syftet med rapporten är att öka kunskaperna om värmebölja i länet genom att redovisa observerad och beräknad förekomst av värmebölja samt vad en värmebölja kan få för konsekvenser för länet. Rapporten vänder sig till myndigheter, beslutsfattare, enskilda och andra aktörer i länet som riskerar att drabbas av konsekvenserna av en värmebölja.



Cecilia Engström
Länsarkitekt

Sammanfattning

Forskarna förutspår längre perioder med höga temperaturer och att de högsta temperaturerna kommer att bli ännu högre i framtiden. Med anledning av effekterna av ett förändrat klimat har Länsstyrelsen i Hallands län i följande utredning valt att studera risken för värmeböljor. Syftet är att få en bild av sannolikheten för uppkomsten av värmebölja i länet, vilka effekter som kan uppstå samt att identifiera sårbarheter i samhället. Målet är att ta sprida kunskap till myndigheter och beslutsfattare i Halland genom att påvisa vilka samhällsfunktioner och näringar som är speciellt utsatta och vilka specifika hot som orsakas av en värmebölja.

I litteraturen som studerats finns ett flertal sätt att definiera en värmebölja på. Gemensamt är att temperaturen ska vara högre än normalt men temperaturen som avses varierar. Vid SMHI har värmebölja traditionellt avsett en sammanhängande period på minst 5 dygn i sträck då dygnets maximitemperatur varje dag är minst 25°C, så kallade högsommardagar. Enligt denna definition räcker det alltså inte med t.ex. varma dygn i följd för en värmebölja om det förekommer ett dygn i mitten vars maximitemperatur bara är 24,5°C.

Temperaturen i Halland uppvisar en årlig gång med de i genomsnitt högsta värdena i juli och i augusti. Sommartid förekommer det ofta en tydlig dygnsvariation med den lägsta temperaturen nära soluppgången och den högsta under eftermiddagen. De allra högsta temperaturerna på sommarhalvåret uppträder då vinden är svag. Detta beror på att solens uppvärmning främst är koncentrerad till själva jordytan. Atmosfären värms långsamt medan marken kan värmas upp snabbt av solstrålningen. Därefter värmer marken upp luften som ligger närmst jordytan. Om det blåser blandas den luften runt mer effektivt än om det är vindstilla. Den marknära uppvärmda luften ersätts då med lite mindre varm luft från högre luftlager.

Värmeböljor förekommer numera nästintill varje år i Halland. Långvariga perioder, flera veckor upp till nästan en månad, med högsommardagar har förekommit några gånger under de senaste 50 åren. Mätningarna av dygnets högsta maxtemperatur påbörjades i Halland år 1881. Den högsta maximitemperaturen i länet observerades i Torup 10 augusti år 1992 då 35,5°C mättes. Temperaturen var vid detta tillfället högre i inlandet än vid kusten. I Torup var vinden svag från sydost medan den i Halmstad övergick till väst under eftermiddagen, förmodligen som följd av en svag sjöbris. Tillfället är intressant som ett exempel på att höga temperaturer inte är ett lokalt fenomen utan att stora områden av hela landsändar påverkas samtidigt. Den längsta sviten med högsommardagar (maxtemperaturer $\geq 25^\circ\text{C}$) inträffade år 1994 med hela 20 dygn i rad i Genevad och i Halmstad.

Beräkningar för det framtida klimatet visar tydligt att antalet värmeböljor och även deras längd kommer att öka allteftersom åren går. I framtidsklimatet, för perioden år 2021-2050, ökar antalet varma dygn till upp emot 20 dagar per år vid kusten. Förändringen förstärks ytterligare för perioden år 2069-2098 då det havspåverkade klimatet uppvisar värden kring 40 dygn i genomsnitt per år jämfört och till cirka 20 dygn för inlandet. Liksom i dagens klimat kommer det även i framtiden att vara fler varma dygn vid kusten än i inlandet. Effekten av värmeböljan kan förvärras om vinden är svag, om vinden ligger på från inlandet och om det är fuktigt.

Avkylning under natten har stor betydelse. Den kan reduceras i en utpräglad stadsmiljö med mycket betong och asfalt som gör att värmen hänger kvar under natten. Närhet till hav kan ha en svalkande inverkan, men med ett uppvärmt hav under sensommaren dämpas denna effekt.

En värmebölja i Hallands län kan ge konsekvenser för ett stort antal samhällssektorer och kan orsaka en mängd följdändelser. Konsekvenser som identifierats för Hallands län är ökad dödlighet bland människor och djur, ökad smittorisk, ökat insjuknande, ökad risk för solkurvor och asfaltsblödning, ökat behov av dricksvatten, otillräcklig kapacitet av fjärrkyla hos vissa kunder, viss risk för haveri i teknisk komponent, minskad livsmedelsproduktion, ökad risk för självmord och ökad tillströmning av turister m.m. För att kvantifiera konsekvenserna av en värmebölja i Hallands län behöver möjliga följdändelser utredas vidare.

Innehåll

1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och metod	6
1.3 Läsanvisning	6
2. Vad är värmebölja?	7
2.1 Olika definitioner av värmebölja	7
2.2 Tillämpade definitioner i Sverige	7
3. Temperaturklimat i Sverige och Halland	8
3.1 Regionala faktorer	8
3.2 Lokala faktorer	9
4. Observerade värmeböljor i Halland	10
4.1 Stationer i Halland	10
4.1.1 Maxtemperaturer	11
4.2 Bearbetningar	11
4.3 Exempel på den geografiska fördelningen vid värmebölja	15
4.4 Värmeböljornas fördelning över året	16
5. Framtida värmeböljor i Halland	17
5.1 Bakgrund om scenarier och temperatur	17
5.2 Scenarier kontra observationer	19
5.3 Antal varma dygn	20
5.4 Den längsta värmeböljan	21
6. Konsekvenser av värmebölja	23
6.1 Värmens påverkan på människokroppen	23
6.1.1 Ökad dödlighet	24
6.1.2 Övrig påverkan på människors hälsa	24
6.1.3 Riskgrupper	25
6.1.4 Människors beteende	26
6.2 Värmens påverkan på tekniska system	26
6.2.1 Tekniska komponenter	26
6.2.2 Elförsörjning	26
6.2.3 System för fjärrkyla	27
6.2.4 Transportsystem	27
6.3 Värmens påverkan på areella näringar	28
6.3.1 Skogsbruk	28
6.3.2 Jordbruk	28
6.3.3 Arbetsmiljö	28
6.4 Om Hallands län	29
6.4.1 Befolkning	29
6.4.2 Turism	29
6.4.3 Elförsörjning	29
6.4.4 Fjärrkyla	30
6.4.5 Transport	30
6.4.6 Areella näringar	30
6.4.7 Dricksvatten	30
6.5 Konsekvenser i länet	31
6.6 Sammanfattande konsekvensbedömning	34
7. Hantering av värmebölja	35
7.1 Nationellt system för värmevarning	35
7.2 Checklista för den enskilde individen vid värmebölja	35
7.3 Checklista för vård och omsorg vid värmebölja	36
7.4 Scenario för värmebölja	36
7.5 Handlungsplan för äldre vid värmebölja i Skåne	36
7.6 Samhällsplanering	37
8. Slutsatser	38
9. Referenser	39

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Forskarna förutspår längre perioder med höga temperaturer och att de högsta temperaturerna kommer att bli ännu högre i framtiden. Med anledning av effekterna av ett förändrat klimat har Länsstyrelsen i Hallands län i följande utredning valt att studera risken för värmeböljor.

På uppdrag av Länsstyrelsen i Hallands län har Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) och ÅF Infrastructure AB (ÅF) i Göteborg kartlagt observerade och framtida värmeböljor, betydelsen av länets läge och topografi samt eventuella effekter av kortvariga värmerelaterade klimatförändringar i länet. Resultaten av dessa uppdrag ligger till grund för denna utredning.

Länsstyrelserna har sedan år 2009 i uppdrag att samordna det regionala arbetet med klimatanpassning. Den här utredningen har tagits fram inom ramen för detta uppdrag.

1.2 Syfte och metod

Syftet är att få en bild av sannolikheten för uppkomsten av värmebölja i länet, vilka effekter som kan uppstå samt att identifiera sårbarheter i samhället. Målet är att ta sprida kunskap till myndigheter och beslutsfattare i Halland genom att påvisa vilka samhällsfunktioner och näringar som är speciellt utsatta och vilka specifika hot som orsakas av en värmebölja. Rapporten beskriver sårbarheter som grundar sig på hur samhället är uppbyggt, men bedömer inte förmågan hos organisationerna i krishanteringssystemet.

SMHI:s studie¹, som utgör underlag till utredningen, har begränsats av tillgängliga data, både för gången tid och i det framtida klimatet. Klimatet i gången tid kan beskrivas dels utifrån ett antal mätstationer som SMHI har i Hallands län, men även utifrån en speciell databas kallad ptHBV. Denna databas innehåller dygnsnederbörd och dygnsmedeltemperaturer för perioden 1961-2012 i ett rutnät på 4 x 4 km över Sverige. Via dessa data erhålls en bättre beskrivning av den geografiska fördelningen än vid direkt användning av stationsbaserade data. SMHI:s resultat finns redovisade i kapitel 4-6.

ÅF:s arbete² består av en litteraturstudie som redovisar de övergripande slutsatserna från de studier som gjorts avseende effekter av värmeböljor på människors hälsa, tekniska system och näringsliv. Litteraturstudien är gjord för att dra lärdom av värmeböljor som ägt rum på andra platser, inte minst den stora värmeböljan i Europa år 2003. Den absolut största delen av litteraturen som studerats behandlar människors hälsa och syftar till att identifiera riskgrupper och kartlägga värmeböljors effekter på dödlighet och sjukdomsförlopp. Enstaka artiklar om effekter på samhället i övrigt finns men har då oftast karaktären av enstaka försök eller någon specifik händelse. Övergripande kartläggningar av konsekvenser för samhällsliga system är sällsynta. Materialet redovisas främst i kapitel 3 och 7.

Vidare har en genomgång av förutsättningarna i Hallands län tagits fram vilket har sammanfattats i en regional analys av möjliga konsekvenser och effekter av en värmebölja i länet, se vidare avsnitt 7.2.

1.3 Läsanvisning

Inledningsvis presenteras definitionen av värmebölja, i kapitel 2. Kapitel 3 beskriver temperaturklimatet i Sverige och i länet och i kapitel 4 och 5 redovisas de observerade värmeböljorna i länet baserat på de mätserier som finns tillgängliga samt framtida värmeböljor. Konsekvenserna vid värmebölja generellt och specifikt för länet beskrivs i kap. 6. De samlade konsekvenserna för länet presenteras i tabellform.

Kapitel 7 redogör för exempel på hantering av värmebölja på nationell, regional och lokal nivå gällande varningssystem, hälsa och säkerhet samt samhällsplanering.

¹ Om värmeböljor i Hallands län, SMHI 2013

² Utredning av sårbarhet med avseende på ökad förekomst av värmeböljor, ÅF Infrastructure 2013

2 Vad är värmebölja?

2.1 Olika definitioner av värmebölja

I litteraturen som studerats finns ett flertal sätt att definiera en värmebölja på. Gemensamt är att temperaturen ska vara högre än normalt men temperaturen som avses varierar.

Definitionerna beskrivs med hjälp av tröskelvärden, dvs. minsta värde på en viss faktor vid vilken en viss effekt uppträder.

Ett *absolut tröskelvärde* avser en temperaturgräns, t.ex. för dygnets högsta temperatur, som måste överskridas för att en värmebölja ska konstateras. Absolut tröskelvärde tar inte hänsyn till när på året temperaturen uppstår.

Ett *relativt tröskelvärde* anges i relation till den för årstiden normala dygnsmaxtemperaturen, och därmed kan en period med för årstiden ovanligt höga temperaturer definieras som en värmebölja.

Upplevd temperatur är ett mått som inkluderar fuktigheten i luften. Upplevd temperatur är framtagen för att ge ett bättre mått på den stress som värmen utsätter människokroppen för. Uttrycket för upplevd temperatur visar att utöver temperaturen spelar även luftfuktigheten en viktig roll för den påverkan människor utsätts för under en värmebölja. Upplevd temperatur är alltså att föredra då effekter på människor, djur och växtlighet är av intresse.

De olika definitionerna för värmebölja kan delas in i fyra grupper:

1. Maxtemperatur över ett *absolut tröskelvärde* under en bestämd tidsperiod.
2. Minitemperatur över ett *absolut tröskelvärde* under en bestämd tidsperiod.
3. Upplevd temperatur över ett *absolut tröskelvärde* under en bestämd tidsperiod
4. Någon av de ovanstående temperaturerna över ett relativt tröskelvärde, t.ex. ”över fem dagar i sträck med högsta dagstemperatur mer än 5° över den för årstiden normala under perioden 1961–1990.”

2.2 Tillämpade definitioner i Sverige

Vid SMHI har värmebölja traditionellt avsett en sammanhängande period på minst 5 dygn i sträck då *dygnets maximitemperatur* varje dag är minst 25°C, så kallade högsommardagar. Enligt denna definition räcker det alltså inte med t.ex. varma dygn i följd för en värmebölja om det förekommer ett dygn i mitten vars maximitemperatur bara är 24,5°C.

Vid Yrkes- och miljömedicin vid Umeå universitet antogs i en studie att värmebölja råder då *dygnsmedeltemperaturer* på 22-23°C eller däröver förekommer i minst 2 dygn. Socialstyrelsen har i en preliminär studie angett värmebölja som ”veckor med en observerad medeltemperatur över den förväntade medeltemperaturen”.

Internationellt används andra gränser för vad som anses vara en värmebölja. I regioner där temperaturen normalt sett är mycket högre än i Sverige är samhället anpassat för höga temperaturer och där är det ofta kombinationen med hög luftfuktighet som är intressant. I Sverige är vi snarare anpassade för låga temperaturer och här krävs därför inte lika höga temperaturer för att det ska uppstå problem i samhället.

För studier av effekter på byggd miljö räcker det oftast med ett *absolut tröskelvärde*.

3 Temperaturklimat i Sverige och Halland

Värmerekorden i Sverige är 38°C i Ultuna i Uppsala län den 9 juli år 1933 och i Målilla i Kalmar län den 29 juni år 1947. Temperaturer över 35°C har noterats vid flera tillfällen i södra Sverige exempelvis 7-9 augusti år 1975 och 10 augusti år 1992 men också i Norrbotten den 17 juli år 1945. Den högsta temperaturen i Halmstad sedan år 1961 är 33,9°C den 26 juli år 1994. Den högsta temperaturen i Halland observerades i Torup den 10 augusti år 1992 med 35,5°C.

Temperaturen i Halland uppvisar en årlig gång med de i genomsnitt högsta värdena i juli och i augusti. Sommartid förekommer det ofta en tydlig dygnsvariation med den lägsta temperaturen nära soluppgången och den högsta under eftermiddagen. Även om detta är det typiska mönstret så förekommer det avsteg från detta då årets varmaste månad har varit juni och då dygnets högsta temperatur har infallit vid andra tider på dygnet.

De högsta *månadsmedeltemperaturerna* i Halmstad (år 1859-2012) som överstigit 20°C har varit:

Augusti år 1997	20,8°C
Augusti år 2002	20,5°C
Juli år 1994 och 2006	20,4°C
Juli år 1914 och 1941	20,2°C
Juli år 1925	20,0°C

Den varmaste junimånaden var år 1889 med 19,3°C.

3.1 Regionala faktorer

När det är extremt varmt är temperaturen ganska enhetlig över större områden till skillnad mot tillfällen med extremt låga temperaturer, som kan vara mycket lokala. Några faktorer har emellertid betydelse för den geografiska fördelningen, nämligen höjden över havet och avståndet till havet eller till större sjöar.

I genomsnitt avtar temperaturen vid jordytan med cirka 0,6°C per hundra höjdmeter, vilket gör att de mest extremt höga temperaturerna inte observeras uppe på höjder utan i lägre terräng.

Eftersom stora sjöar och havets temperatur inte ändras lika snabbt som landytornas temperaturer dämpas temperatursvängningar för platser nära hav och stora sjöar. Därför uppträder inte de mest extrema temperaturerna nära havet utan en bit in över land.

Även vinden och vindriktningen har betydelse nära havet. Om vinden ligger på från väster i Halland kommer havets inflytande att nå längre in än om vinden är svag eller om det råder östlig vind. Ett fall med varma östvindar inträffade den 27 april år 1993 då Genevad i Halland noterade 29,0°C vilket är svenskt värmerekord för april.

De allra högsta temperaturerna på sommarhalvåret uppträder då vinden är svag. Detta beror på att solens uppvärmning främst är koncentrerad till själva jordytan. Atmosfären värms långsamt medan marken kan värmas upp snabbt av solstrålningen. Därefter värmer marken upp luften som ligger närmst jordytan. Om det blåser blandas den luften runt mer effektivt än om det är vindstilla. Den marknära uppvärmda luften ersätts då med lite mindre varm luft från högre luftlager.

För att nå riktigt höga temperaturer sommartid är det alltså gynnsamt med svag vind, mycket sol (långa dagar) och en luftmassa som redan från början är ganska varm och gärna grumlig. Att luften är grumlig, det vill säga innehåller partiklar, gynnar dess förmåga att hålla kvar värmen. Dessa förhållanden inträffar om varm luft förs upp från kontinenten och som sedan blir liggande i samband med ett högtryck. Motverkande faktorer är kraftiga vindar, luftmassor från svalare områden, moln som hindrar solstrålningen, moln som ger nederbörd, klar atmosfär och långa mörka nätter. Värmeböljor uppstår alltså inte lokalt utan berör i allmänhet samtidigt stora delar av Sverige.

3.2 Lokala faktorer

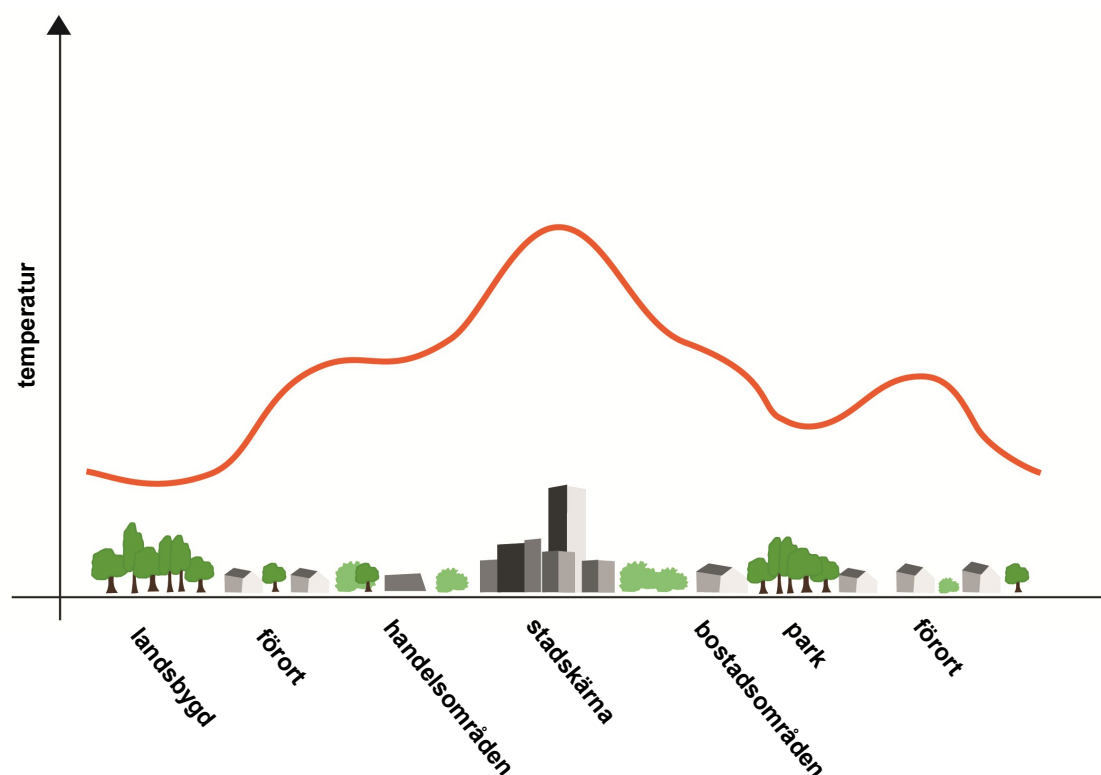
Det finns vissa lokala faktorer utöver närhet till hav och stora sjöar som kan påverka temperaturen några grader eller upplevelsen av temperaturen. På en öppen plats kan det fläktas lite vilket underlättar borttransporten av värme genom svettningen, till skillnad mot en läd plats. Bara svettning kyler inte utan det krävs att svetten avdunstar vilket underlättas om det blåser.

På liknade sätt underlättas avkylningen om luften är torr. Då är det lättare att bli av med kroppsvärme via svettning än om luften är väldigt fuktig. Hög luftfuktighet i kombination med höga temperaturer är inte hälsosamt.

Inom meteorologin mäts temperaturen på standardhöjden 1,5-2 m över marken i ett välventilerat strålningsskydd där termometern sitter i skuggan. När det är varmt och solen skiner är temperaturen högre närmre markytan. Lufttemperaturen är också högre nära solbelysta ytor. Det senare är ofta tydligt i stadsmiljöer. Städer och tätorter skapar sitt eget mikroklimat där en urban värmeöeffekt kan uppstå. När solen lyser på husväggar och asfaltytor absorberas en del av solenergin och ytorna blir betydligt varmare än vad lufttemperaturen är i skuggan på en välventilerad plats. Den absorberade värmen strålar ut men då ofta från vertikala ytor. Det vill säga en soluppvärmd husvägg utmed en gata skickar ut värmestrålning horisontellt som fångas in av hus på andra sidan gatan. Detta gör att avkylningen i en stad inte är lika effektiv som från öppna fält utanför staden. Värme kan även tränga in genom fönster och väggar och ackumuleras inuti byggnader.

Utanför staden lyser solen med samma styrka men en betydande del av energin kan gå åt till att avdunsta vatten från vegetationen vilket reducerar uppvärmningen. I en skog är det just avdunstningen som gör skillnad mot staden.

Figur 1. Urban värmeöeffekt, schematisk temperaturfördelning för olika typer av områden.



4 Observerade värmeböljor i Halland

För att studera hur omfattande värmeböljor varit i Hallands län har ett antal långa mätserier studerats där digitala data finns tillgängliga. Först presenteras mätserierna och därefter hur de bearbetats.

4.1 Stationer i Halland

Som framgår nedan finns det inte många stationer i Hallands län med långa mätserier. Ett annat problem är att den längsta serien från Halmstad har påverkats av att mätplatsen har flyttats inom orten. Detta kan ge upphov till homogenitetsbrott, d.v.s. att observationerna inte är helt jämförbara över tiden. I detta fall kan t.ex. en placering vara betydligt varmare än en annan.

Tillgänglig observationsdata från Halland:

Halmstad	
1881-1938	Halmstad
1939-1950	Halmstad flygplats
1951-juni1978	Halmstad flygflottilj
Juli 1978-2012	Halmstad
År 2005 saknas.	
Varberg	
1952-2012	Varberg
År 1970 saknas.	
Torup	
1972-11-01 - 2007-12-31	Torup
2008-01-01 - 2012-12-31	Torup A
År 1976, 1986 och 1991 saknas.	



Figur 2. Karta över mätstationer för temperatur i Halland. Källa: SMHI

4.1.1 Maxtemperatur

Mätningarna av dygnets högsta maxtemperatur påbörjades i Halland år 1881. Den högsta maximitemperaturen i länet observerades i Torup 10 augusti år 1992 då 35,5°C mättes.

Antalet högsommardagar (dygn med maxtemperaturer $\geq 25^{\circ}\text{C}$) har räknats och det största antalet för ett enskilt år inträffade år 2002 med 52 dygn vid stationen i Halmstad. Dessa dygn behöver alltså inte ha infallit i svit utan det kan ha varit dygn med lägre maxtemperaturer då och då.

Om vi däremot söker efter den längsta sviten med högsommardagar (maxtemperaturer $\geq 25^{\circ}\text{C}$) så inträffade den år 1994 med hela 20 dygn i rad i Genevad och i Halmstad.

Figur 3. Stationer i Halland och perioder då data finns i digital form, se även figur 13, sid. 25. I Halmstad inleddes mätningar år 1859, men mätningar av dygnets maximitemperatur påbörjades år 1881.

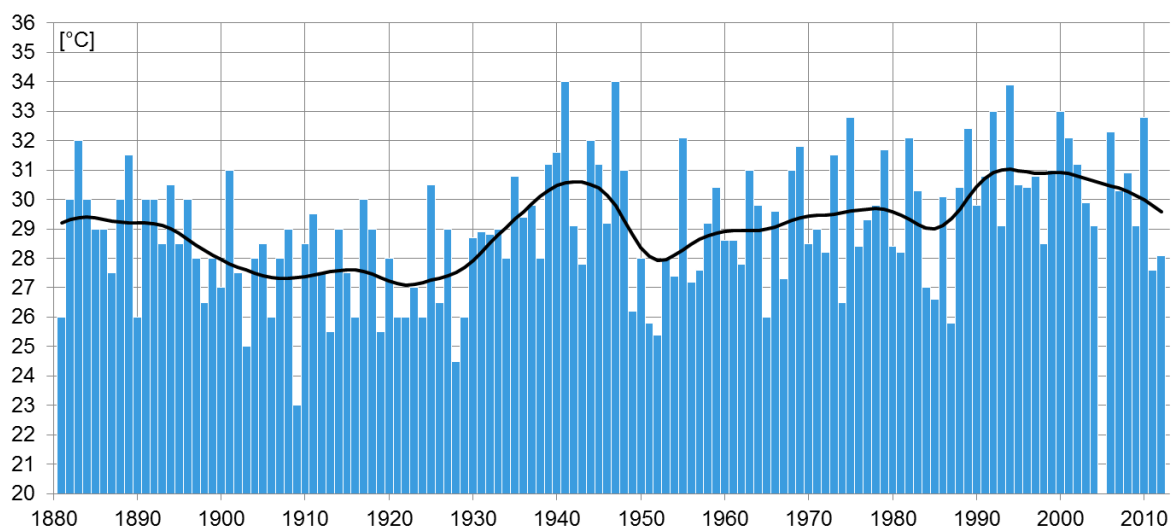
rak-y	rak-x	klimnr	Station	Antal år	Första år	Sista år
1309000	6311016	6253	Efra-Broen V	12	1996	2012
1318988	6345280	7212	Fagered	46	1961	2006
1297248	6313012	6252	Falkenberg	4	1999	2002
1332834	6307774	6353	Fröslida	7	1965	1971
1329490	6274667	6334	Genevad	41	1961	2001
1289999	6316817	6255	Glommen	24	1971	1994
1293190	6336568	7207	Grimeton	13	1963	1975
1323279	6286796	6240	Halmstad	127	1881	2012
1301775	6316318	6256	Jonstorp	34	1964	1997
1346897	6268426	6363	Knäred	9	1961	1970
1312597	6349414	7214	Källsjö	4	2009	2012
1264917	6359868	7119	Nidingen	38	1970	2012
1276716	6354042	7216	Ringhals	20	1969	1997
1283648	6379031	7230	Rossared	16	1961	1976
1335715	6290805	6344	Simlångsdalen	25	1961	1985
1332955	6317021	6359	Torup	37	1973	2012
1316330	6336009	7209	Ullared	15	1996	2012
1285928	6336894	7208	Varberg	60	1952	2012

4.2 Bearbetningar

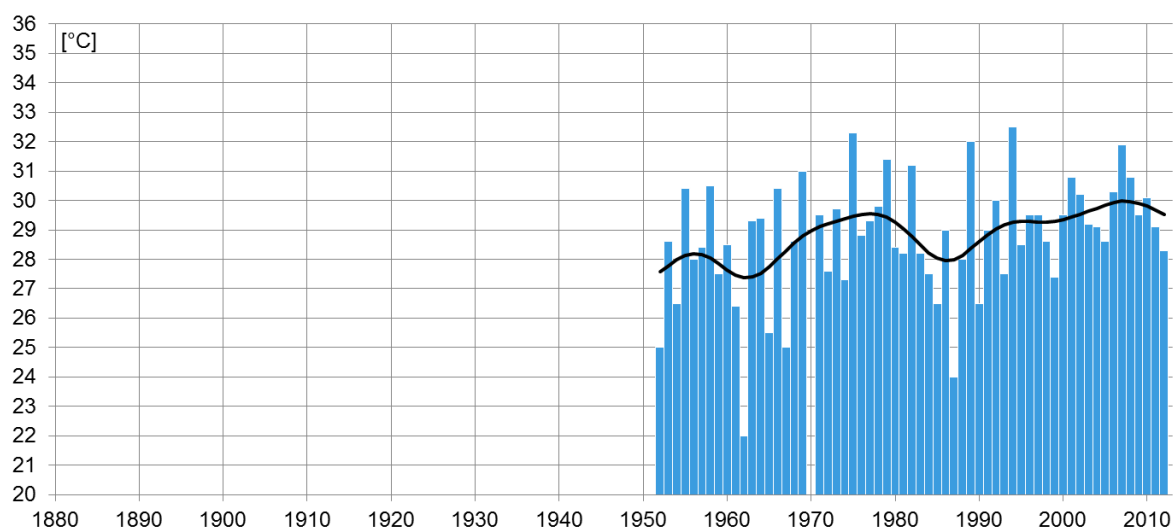
Eftersom värmeböljor är ganska sällsynta i Sverige gäller det att ha långa mätserier för att kunna identifiera tillräckligt värmeböljor. I Halland är det digitalt tillgängliga mätningar från Halmstad med start år 1881 som ger ett klimatologiskt perspektiv. Men även serierna i Varberg och Torup har använts nedan för att spegla förhållanden i olika delar av länet.

Figur 4, 5 och 6 visar *varje enskilt års högsta temperatur*. Det framgår tydligt att det återkommande observeras temperaturer över 30°C i Halland, dock inte alla år. Den svarta utjämnade kurvan antyder att det inte skett några dramatiska förändringar.

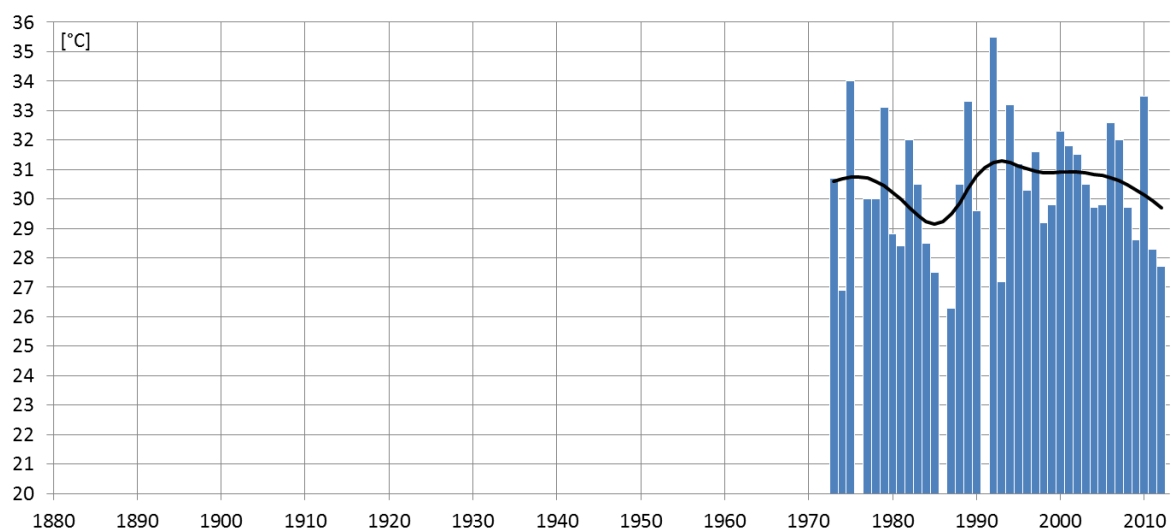
Figur 4. **Halmstad**. Årets högsta maxtemperatur 1881-2012 (år 2005 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.



Figur 5. **Varberg**. Årets högsta maxtemperatur 1952-2012 (år 1970 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.

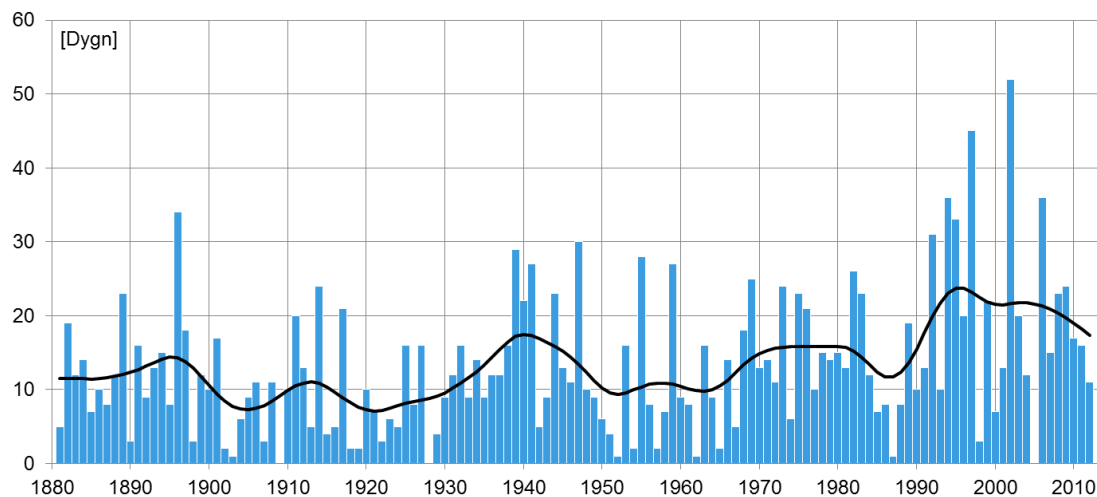


Figur 6. **Torup**. Årets högsta maxtemperatur 1972-2012 (åren 1976, 1986 och 1991 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.

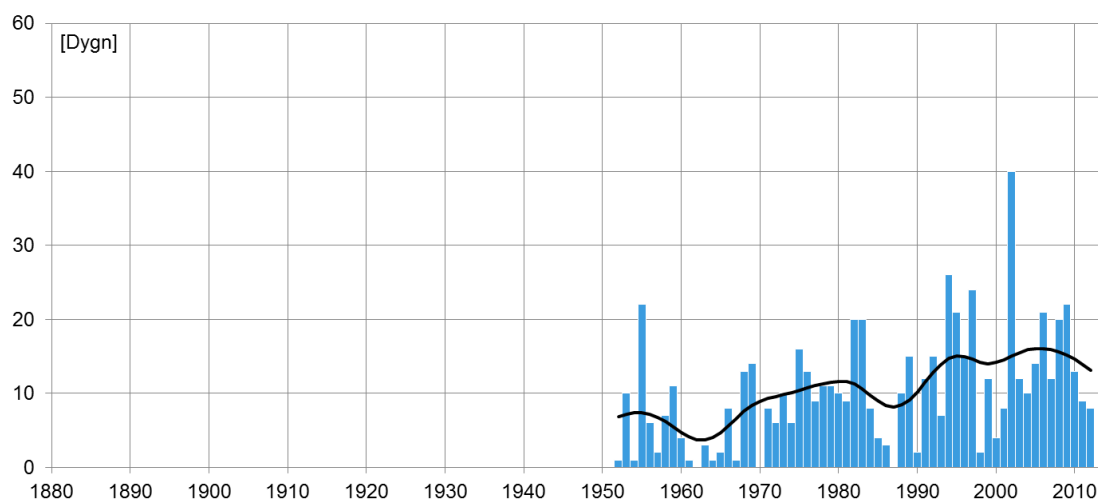


Figur 7, 8 och 9 nedan, visar antalet högsomrardagar (dygn då maxtemperaturen varit minst 25°C) för samma stationer som ovan. Något förenklat kan man kalla detta för **antalet varma dagar per år**. Dygnen behöver inte vara i följd för att räknas. I den längsta serien från Halmstad finns en antydning till att dessa dygn blivit vanligare under de senaste två decennierna. Något som också stöds av de kortare serierna från Varberg och Torup.

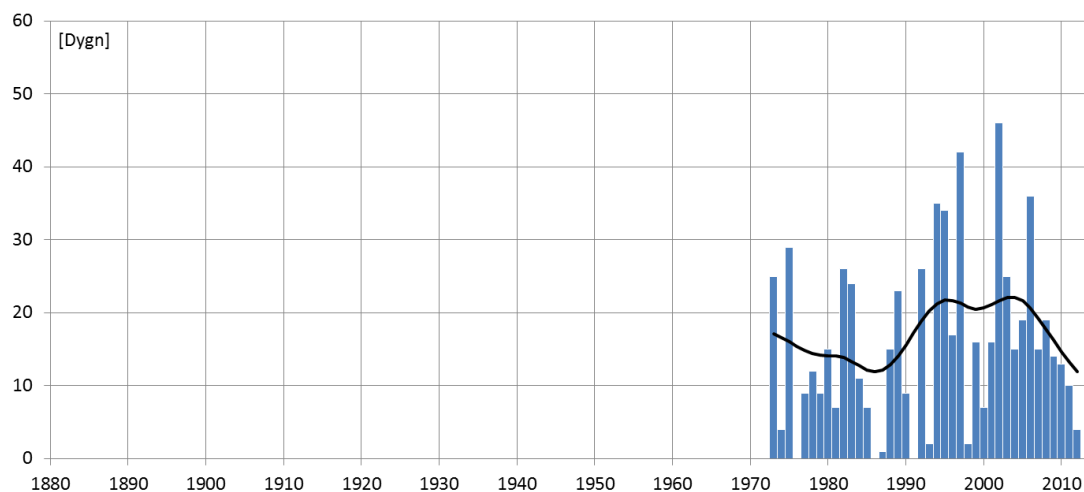
Figur 7. **Halmstad**. Antal dygn då maxtemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ för perioden 1881-2012 (år 2005 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.



Figur 8. **Varberg**. Antal dygn då maxtemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ för perioden 1952-2012 (år 1970 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.



Figur 9. **Torup**. Antal dygn då maxtemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ för perioden 1972-2012 (åren 1976, 1986 och 1991 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.



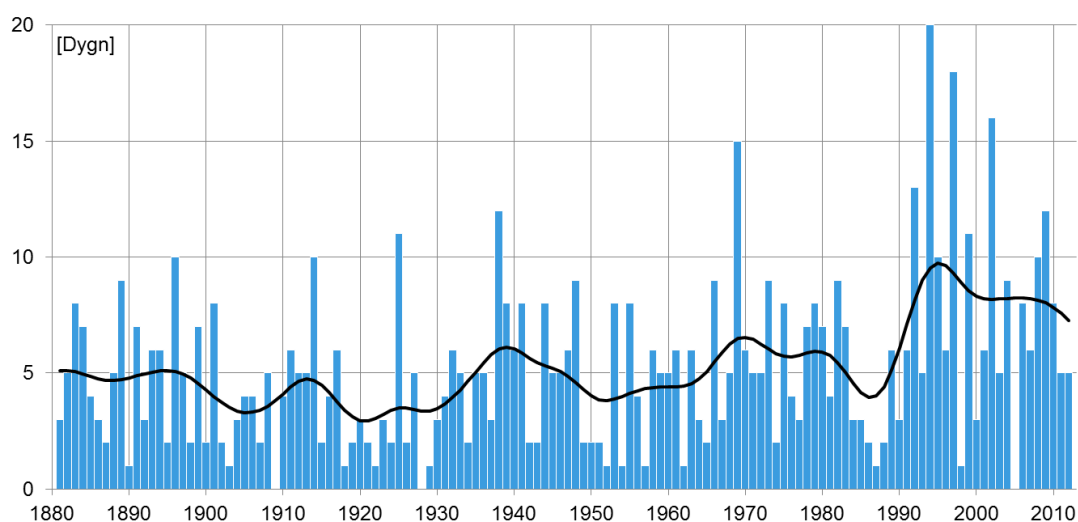
Med följande definition av värmebölja i åtanke, att det krävs minst 5 dygn i sträck med en maximitemperatur över 25°C, har följande bearbetning gjorts. I figur 10, 11 och 12 visas den längsta sammanhängande perioden med en maximitemperatur på minst 25°C för respektive år. Det vill säga **årets längsta värmebölja** om den varat minst 5 dagar.

Om värdet är 5 eller högre har det alltså förekommit minst en värmebölja detta år. För ett enskilt år med värden över 5 kan det alltså inträffat flera värmeböljor, men i figuren visas enbart den längsta värmeböljan

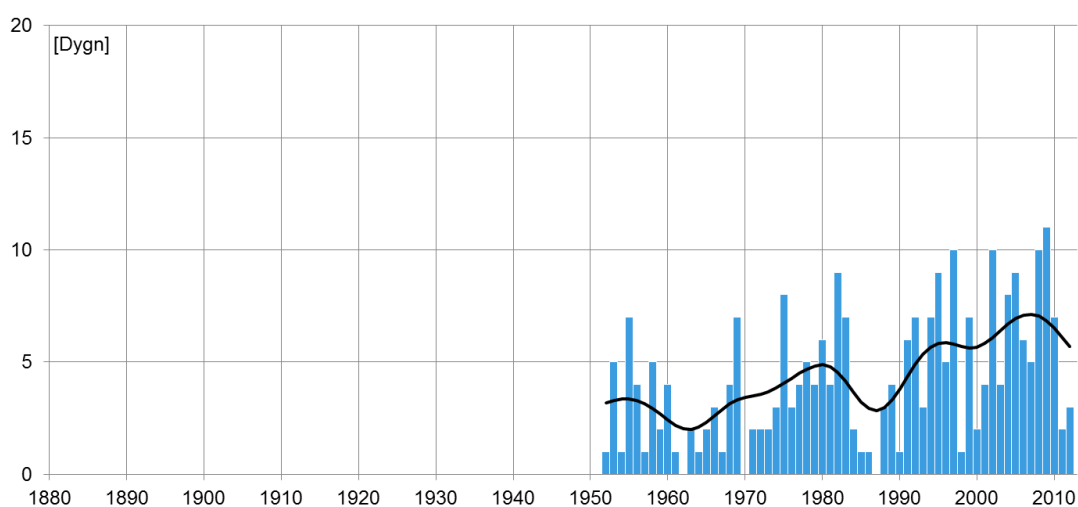
Om vi studerar utfallet för Halmstad så finns det många år då det inte förekommer någon värmebölja enligt denna definition, d.v.s. för de år då värdet är mindre än 5.

Under de hundra år som föregick år 1990 finns det bara en värmebölja i Halmstad som varat i minst två veckor, år 1969. Därefter har det förekommit tre stycken. Det finns alltså tecken på en ökning av antalet värmeböljor efter år 1990, vilket även styrks av de kortare serierna från Varberg och Torup. Intressant att notera är att stationen i Varberg ger lite kortare varaktighet i värmeböljorna, medan stationen i Torup visar på nästintill samma värden som de i Halmstad. Detta beror förmodligen på lokalklimatet det vill säga läget av respektive station.

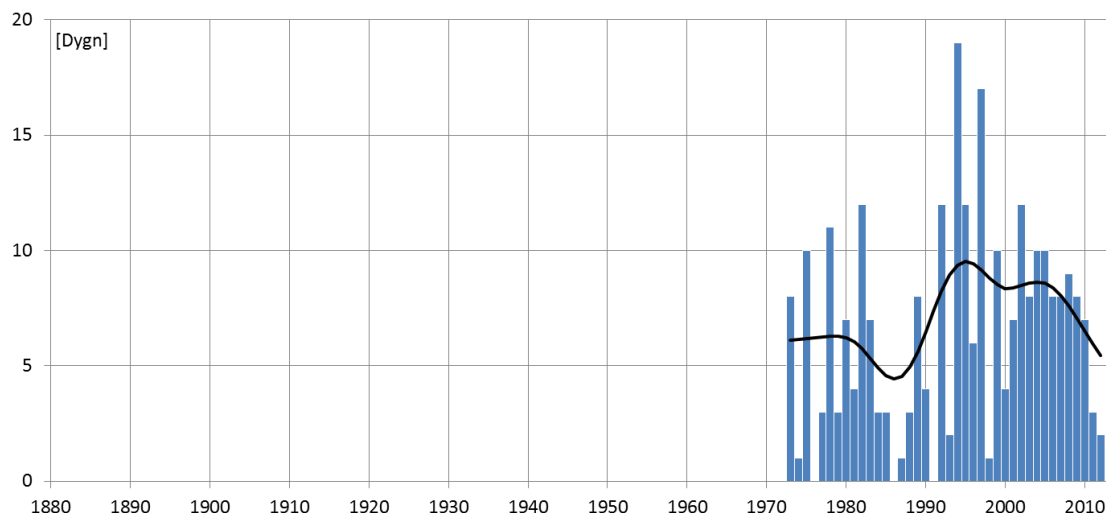
*Figur 10. **Halmstad**. Största antal dygn i sträck då maxtemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ för perioden 1881-2012 (år 2005 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.*



*Figur 11. **Varberg**. Största antal dygn i sträck då maxtempen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ för perioden 1952-2012 (år 1970 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.*



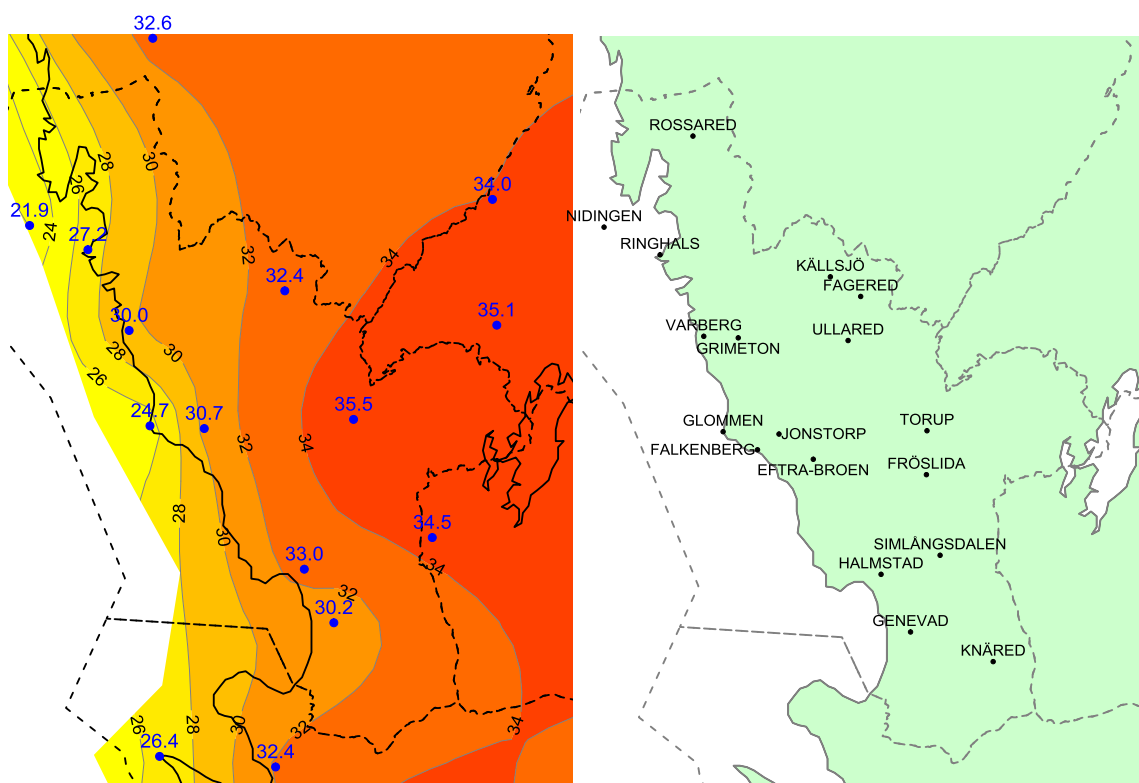
Figur 12. **Torup.** Största antal dygn i sträck då maxtempen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ för perioden 1972-2012 (åren 1976, 1986 och 1991 saknas) blå staplar. Den svarta kurvan visar ett utjämnat förlopp.



4.3 Exempel på den geografiska fördelningen vid värmebölja

När den högsta temperaturen, $35,5^{\circ}\text{C}$, observerades i Torup i Halland den 10 augusti år 1992 så fördelade sig maximitemperaturerna enligt kartan nedan, figur 13. Enligt definitionen för värmebölja inträffade ingen värmebölja då dygnets maximitemperatur översteg 25°C endast i 2-3 dygn i Halland. Tillfället är dock intressant som ett exempel på att höga temperaturer inte är ett lokalt fenomen utan att stora områden av hela landsändar påverkas samtidigt. Det framgår också tydligt att temperaturen vid detta tillfälle var högre i inlandet än vid kusten. I Torup var vinden svag från sydost medan den i Halmstad övergick till väst under eftermiddagen, förmodligen som följd av en svag sjöbris.

Figur 13. En analys av maxtemperaturen den 10 augusti 1992.



4.4 Värmeböljornas fördelning över året

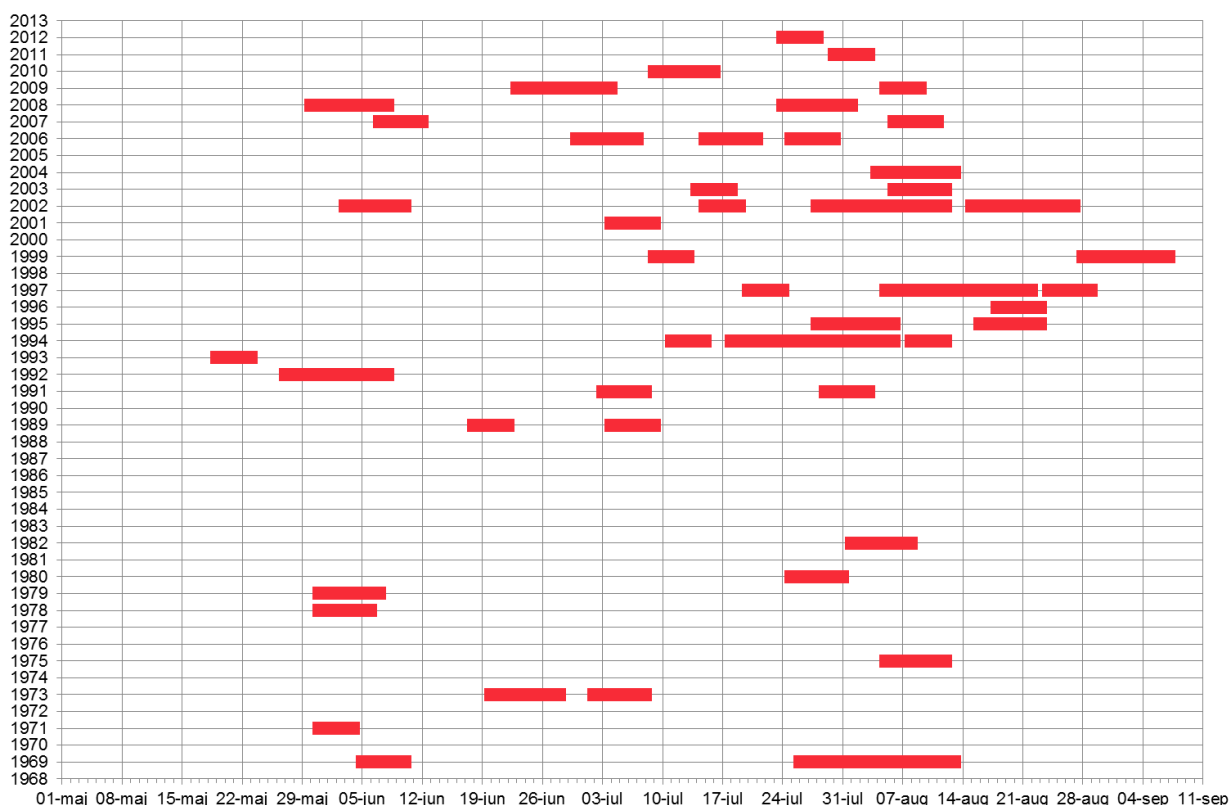
Utifrån definitionen att en värmebölja är en period med minst 5 dygn i rad med en maxtemperatur på minst 25°C har fördelningen av dem studerats för Halmstad från år 1969 till och med år 2012 (44 år), figur 14. Observera att data saknas för år 2005, men om det hade funnits mätningar i Halmstad detta år hade det sannolikt observerats en värmebölja i början av juli.

Det finns flera år, 15 st., då det inte förekommit någon värmebölja, speciellt märkbart under 1980-talet. Lika vanligt, 15 st., har det varit med bara en värmebölja. Fjorton av de 44 åren har haft 2 eller fler värmeböljor.

Det största antalet värmeböljor, 4 st, inföll år 2002. De två sista värmeböljorna detta år skiljs bara åt av 3 dygn så det var inte långt borta att värmeböljan hade varat i en hel månad, från den 28 juli till den 27 augusti detta år. En liknande lång varm period syns under år 1994 där de 3 värmeböljorna endast åtskiljs av några få dygn. Värmen inleddes då i början av juli och höll i sig en dryg vecka in i augusti.

De tidigaste värmeböljorna dyker upp i slutet av maj och den senaste varade in i september år 1999. Flertalet värmeböljor äger rum i juli och i augusti.

Figur 14. Observerade värmeböljor i Halmstad 1969-2012 (inga data för år 2005, som dock troligen hade en värmebölja i början av juli).



5 Framtida värmeböljor i Halland

5.1 Bakgrund om scenarier och temperatur

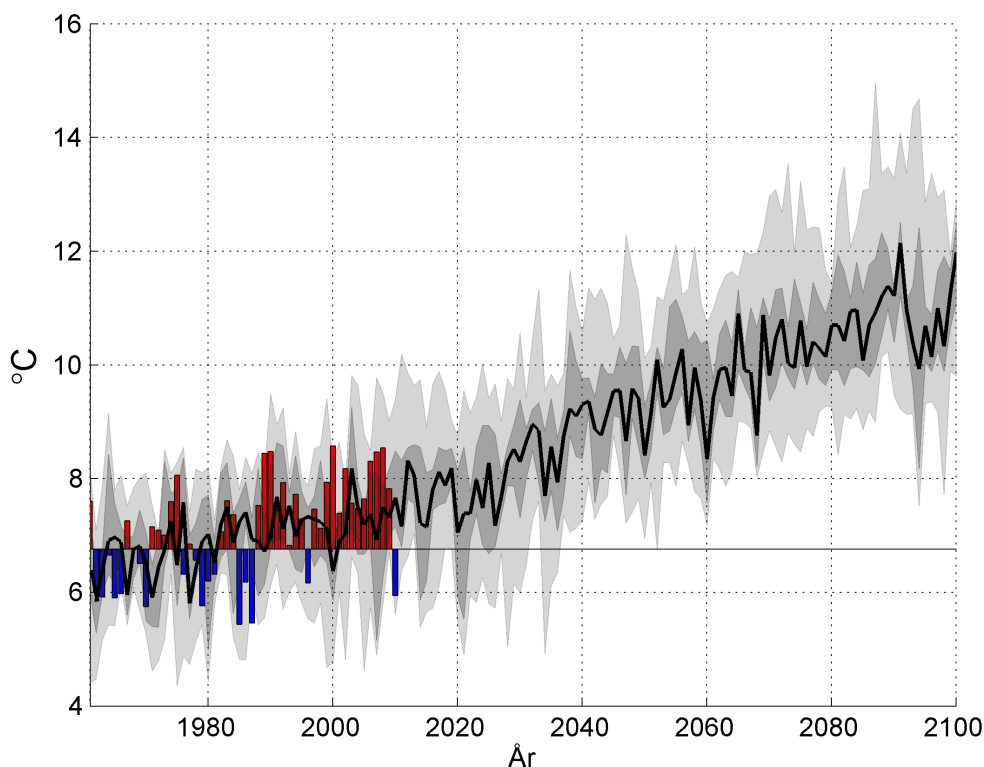
När man tolkar och analyserar det framtida klimatet utifrån scenarier måste en förståelse för osäkerheten finnas med. I praktiken innebär det att man inte ska titta på enstaka absolutvärden utan i stället se till de stora dragen. Om temperaturen till exempel ser ut att vara hög år 2033 och låg de följande åren är detta inte en prognos att lita på. I stället ska den genomsnittliga temperaturen över 10-20 år beaktas och helst från flera scenarier samtidigt eller helst långsiktiga trender. Det värde eller intervall som då erhålls kan jämföras med exempelvis hur temperaturen har varit under de senaste 20 åren. Om flera klimatmodellkörningar och olika scenarier ger likande resultat kan tolkningen anses ge ett mer robust underlag.

En annan anledning till att betrakta längre tidsperioder är att det givetvis finns en variation som beror av andra faktorer ofta kallad naturlig variabilitet.

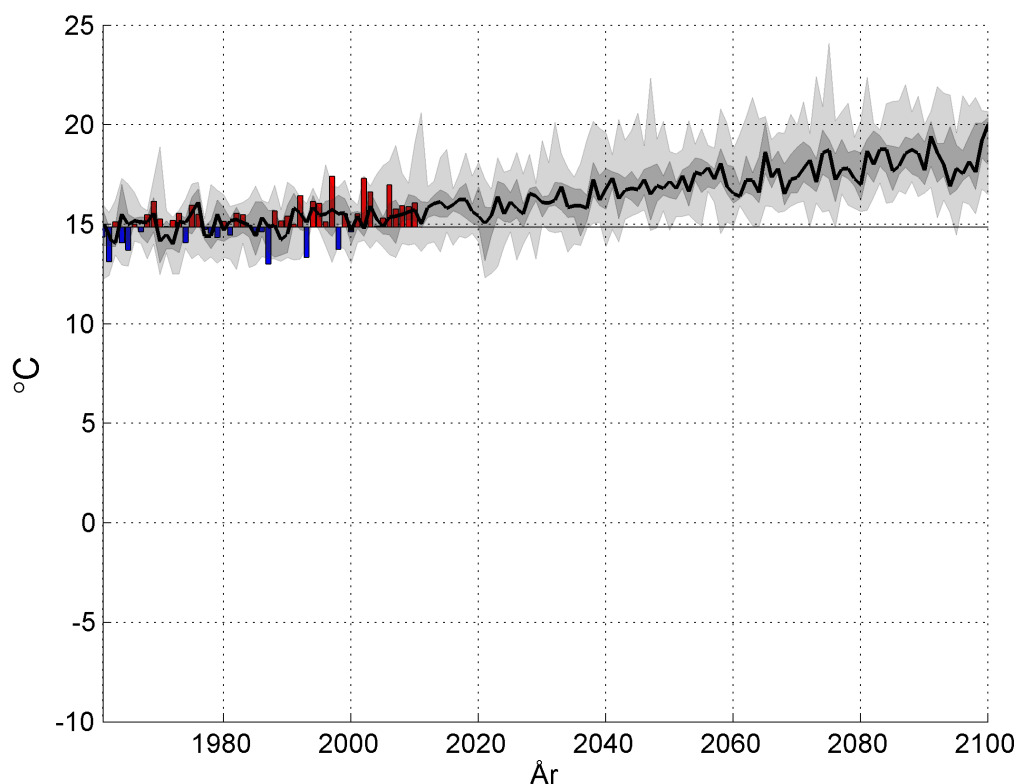
För att underlätta detta sätt att betrakta scenarierna har i figurerna nedan redovisats ett ljst skuggat område mellan maximivärdet och minimivärdet, ett lite mörkare område mellan 75-percentilen och 25-percentilen baserat på alla klimatberäkningarna. Den svarta feta linjen är medianvärdet.

I figur 17, sid. 19, listas de framtida scenarier som används i denna serie. Nedan i figur 15 visas hur årsmedeltemperaturen kommer att ändras enligt dessa scenarier och i figur 16 hur sommarmedeltemperaturen kommer att stiga. Medianen för årsmedeltemperaturen för Hallands län kommer enligt scenarierna att öka från nuvarande cirka 7°C till omkring 11°C mot slutet av århundradet. Medianen för sommarens medeltemperatur, figur 16, ökar på motsvarande tid från cirka 15°C till cirka 18°C.

Figur 15. Observerad årsmedeltemperatur i Hallands län visas i form av staplar för perioden 1961-2011. Blå staplar anger att årsmedeltemperaturen är under medan röda visar att temperaturen är över medeltemperaturen för normalperioden 1961-1990, som är 6,8°C och anges med en grå heldragen horisontell linje. Den framtida temperaturens utveckling baserad på scenarierna visas med olika grå schatteringar (se text för vidare förklaring) och en svart heldragen linje som visar medianen.



Figur 16. Observerad **somarmedeltemperatur** (juni, juli, augusti) i Hallands län visas i form av staplar för perioden 1961-2011. Blå staplar anger att medeltemperaturen för sommaren är under medan röda staplar visar att temperaturen är över medeltemperaturen för sommaren för normalperioden 1961-1990, som är 14,8°C och anges med en grå heldragen horisontell linje. Den framtida utvecklingen av temperaturen för sommaren baserad på scenarierna visas med olika grå schatteringar (se text för vidare förklaring) och en svart heldragen linje som visar medianen.



Viktigt att notera är att temperaturen i alla scenarier är högre i slutet av århundradet. Vägen dit behöver dock inte vara en jämn och likformig ökning år efter år, utan det kommer att finnas svala somrar blandat med varma somrar men vi kommer i genomsnitt att få allt varmare somrar.

Figur 17. Sammanställning av klimatscenarier som används i denna studie. De globala klimatmodellernas resultat har skalats ner av instituten som anges i kolumn 2. De globala modellresultaten har hämtats från Max Planck Institut i Tyskland (ECHAM5), från CNRM i Frankrike (ARPEGE), från Hadley Centre i England (HadCM3) och från METNO i Norge (BCM). CCSM3 är en nordamerikansk modell som körts vid SMHI. Observera att endast tolv av de sexton klimatscenerierna sträcker sig ända fram till år 2100.

Nr	Institut	Scenario	GCM	RCM	Upplösning	Period
1	SMHI	A1B	ECHAM5(1)	RCA3	50 km	1961-2100
2	SMHI	A1B	ECHAM5(2)	RCA3	50 km	1961-2100
3	SMHI	A1B	ECHAM5(3)	RCA3	50 km	1961-2100
4	SMHI	A1B	ECHAM5(3)	RCA3	25 km	1961-2100
5	SMHI	B1	ECHAM5(1)	RCA3	50 km	1961-2100
6	SMHI	A1B	ARPEGE	RCA3	50 km	1961-2100
7	SMHI	A1B	CCSM3	RCA3	50 km	1961-2100
8	CNRM	A1B	ARPEGE	Aladin	25 km	1961-2050
9	KNMI	A1B	ECHAM5(3)	RACMO	25 km	1961-2100
10	MPI	A1B	ECHAM5(3)	REMO	25 km	1961-2100
11	C4I	A2	ECHAM5(3)	RCA3	25 km	1961-2050
12	HC	A1B	HadCM3(Q0)	HadRM3	25 km	1961-2100
13	C4I	A1B	HadCM3(Q16)	RCA3	25 km	1961-2100
14	met.no	A1B	BCM	HIRHAM	25 km	1961-2050
15	met.no	A1B	HadCM3(Q0)	HIRHAM	25 km	1961-2050
16	DMI	A1B	ECHAM5(3)	HIRHAM	25 km	1961-2050

5.2 Scenarier kontra observationer

När scenarierna beräknas sker detta i ett rutnät med den upplösning som visas i kolumn 6 i figur 17. Beräkningarna finns från år 1961 och framåt vilket gör att de kan jämföras med uppmätta data. Ett sätt vore att jämföra observationerna från en mätplats med det värde som finns för motsvarande ruta i respektive scenario. Problemet med detta är att jämförelsen då haltar eftersom mätvärdet av temperaturen avser en punkt medan värdena från scenariot avser medeltemperaturen över en yta t.ex. 25*25 km.

Ett sätt att förbättra denna typ av jämförelse är att först använda alla tillgängliga observationer för att utifrån dessa beräkna värden i en grid (rutnät). Detta är gjort vid SMHI och resultatet som finns för perioden år 1961-2012 kallas ptHBV. Denna databas har temperaturer i ett rutnät 4*4 km. För att kunna göra en direkt jämförelse mellan temperaturerna i ptHBV (observationer) och scenarierna har de senare skalats om till 4*4 km med DBS-metoden.

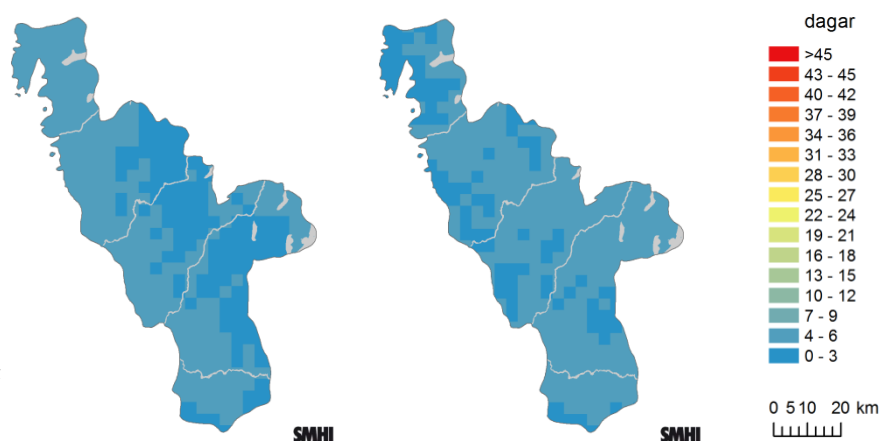
Därefter består båda dataseten av dygnsvärden med samma rumsliga upplösning vilket underlättar jämförelser. Resultaten av detta visas i följande figurer.

I scenarierna saknas uppgifter över dygnets maxtemperatur. I stället har dygnets medeltemperatur använts. Som mått på ett varmt dygn har gränsen 20°C använts.

Figur 18, nästa sida, visar antalet dygn per år med dygnsmedeltemperaturen över 20°C baserat på observationer enligt ptHBV och perioden 1961-1990 (vänster) och motsvarande statistik baserad på scenariodata (höger).

En jämförelse mellan de två kartorna visar att det genomsnittliga antalet varma dygn är få och att skillnaden mellan scenarierna och ptHBV-observationer är liten.

Figur 18. 30års medelvärde av antal dygn per år med dygnsmedeltemperatur över 20°C. Baserad på observationsdata ptHBV (vänster) och scenariodata (höger) för perioden 1961-1990.



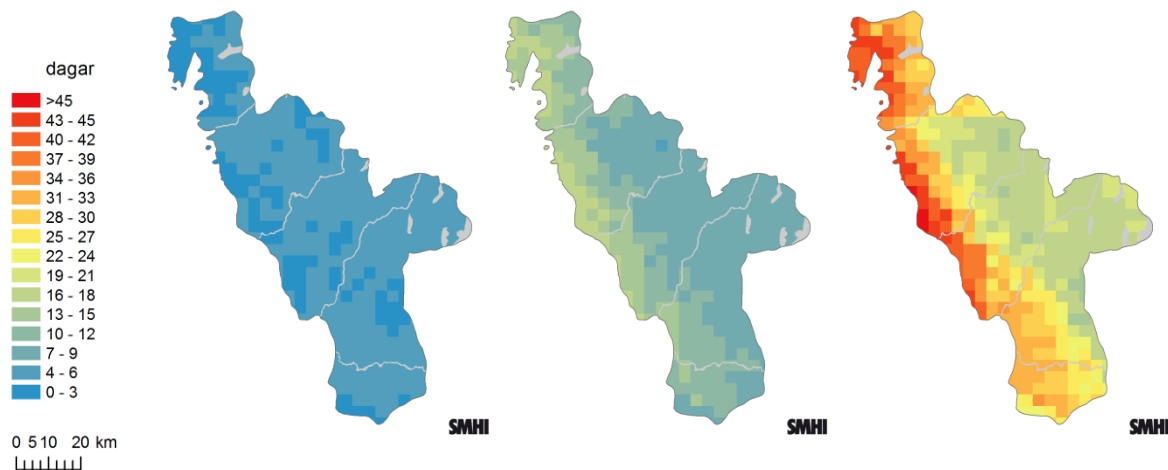
5.3 Antal varma dygn

Om vi betraktar framtiden för antalet varma dygn som den beskrivs i de använda scenarierna så framträder en tydlig förändring, se figur 19. Där visas till vänster läget för en period som just passerat, år 1961-1990. Den mellersta kartan visar en nära framtid och den högra illustrerar situationen mot slutet av århundradet.

I klimatet för perioden år 1961-1990 förekom, som tidigare nämnts, få varma dagar i genomsnitt per år. I framtidsklimatet, för perioden år 2021-2050, ökar antalet varma dygn till upp emot 20 dagar per år vid kusten. Förändringen förstärks ytterligare för perioden år 2069-2098 då det havspåverkade klimatet uppvisar värden kring 40 dygn i genomsnitt per år jämfört och till cirka 20 dygn för inlandet. Liksom i dagens klimat kommer det även i framtiden att vara fler varma dygn vid kusten än i inlandet. Glöm dock inte att klimatet även i framtiden innebär att det finns en variation mellan enskilda år. Det kan därför mycket väl förekomma år med få varma dygn liksom det kan finnas år med avsevärt fler varma dygn än vad medelvärdet anger.

Det bör påpekas att det finns en systematisk skevhet i mönstret som visas i kartorna. Det orsakas av att gridrutorna i scenarierna är stora och att den ovan nämnda omskalningen till 4*4 km inte är perfekt. Några av de stora rutorna är havsrutor medan andra är landrutor som sträcker sig in över land respektive ut över hav. Detta medför att kartorna får ett aningen skevt mönster beroende av var beräkningsrutorna exakt ligger. De havsbaserade gridrutorna kan därför påverka små rutor långt in över land och de landbaserade kan påverka små rutor ut mot kusten. Därför kan scenarierna vara missvisande i enskilda rutor nära kusten och det gäller därför att se till de stora dragen. Tolkningen bör dock vara den ovan givna.

Figur 19. 30års medelvärde av antal dygn per år med dygnsmedeltemperatur över 20°C för perioderna 1961-1990, 2021-2050 och 2069-2098.



5.4 Den längsta värmeböljan

För att få en uppfattning om längden på framtida värmeböljor har det genomsnittliga antalet dygn beräknats för den längsta sammanhängande perioden för varje år med en dygnsmedeltemperatur över 20°C.

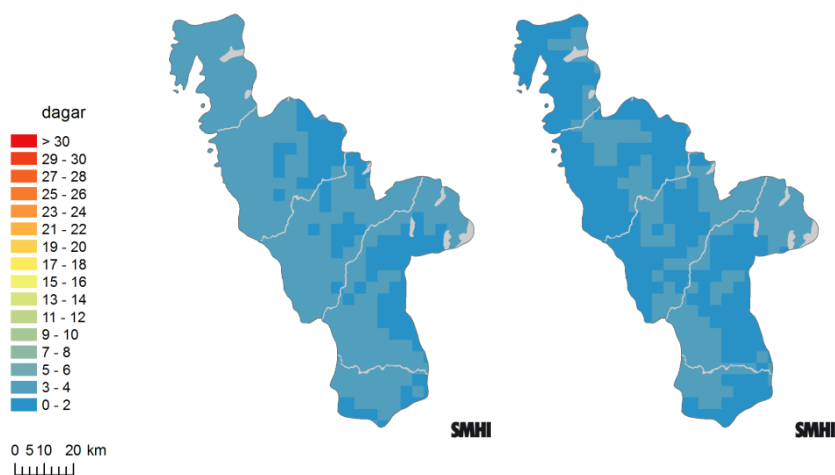
I figur 20 visas resultatet baserat på observationer enligt ptHBV för perioden 1961-1990 och i figur 21 motsvarande statistik baserad på scenariodata.

För enskilda år inom mätperioden finns självklart värmeböljor som är kortare respektive längre än det angivna medelvärdet.

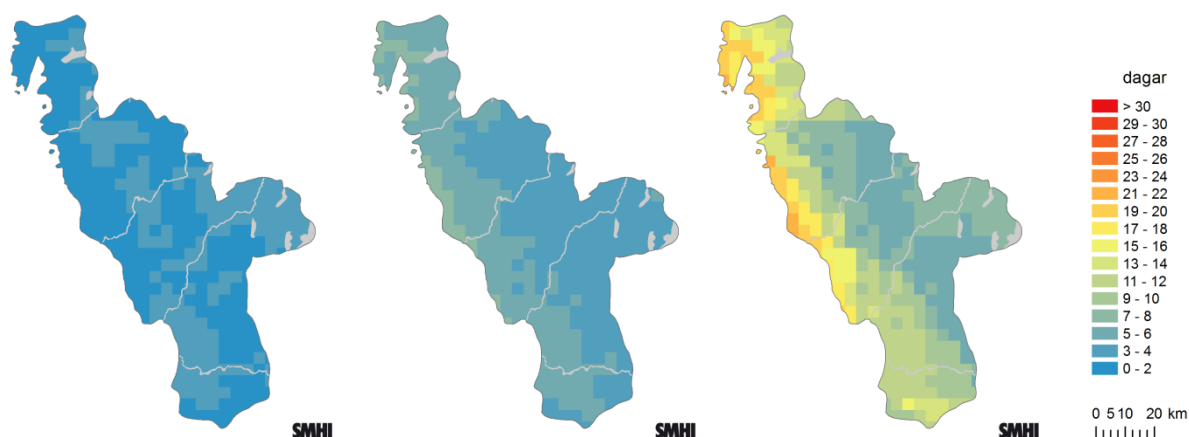
En jämförelse mellan figurerna visar att den genomsnittliga längden på en värmebölja enligt denna definition inte är speciellt lång. Viktigt att notera är att skillnaden mellan resultatet som fås från scenarierna och ptHBV är liten.

Eftersom scenarierna inte innehåller ett mått på dygnets maxtemperatur kan inte gränsen för högsommardag, 25°C, användas vilket nämnts tidigare. Därför kan vi inte heller direkt jämföra med de stationsbaserade längderna på värmebölja som presenteras i figur 10, 11 och 12. Det kan emellertid vara värt att notera att dessa indikerar genomsnittliga längder av årets längsta värmeböljor på cirka 5 dagar för perioden 1961-1990.

Figur 20. 30års medelvärde av årets längsta period med dygnsmedeltemperatur över 20°C (längsta värmebölja). Till vänster observationer ptHBV och till höger scenariodata för perioden 1961-1990.



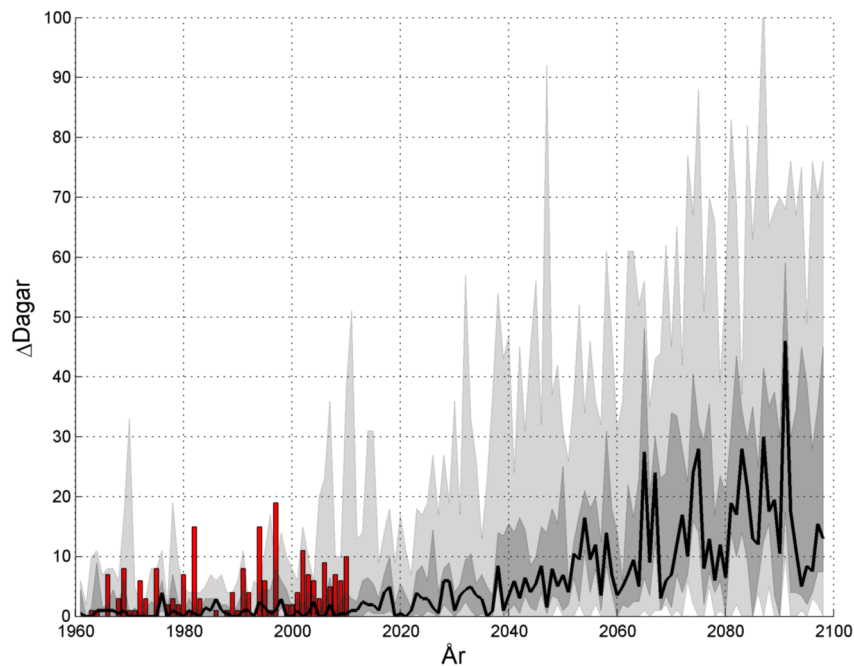
Figur 21. 30års medelvärde av årets längsta period med dygnsmedeltemperatur över 20°C (längsta värmebölja), baserat på scenariodata för perioderna 1961-1990, 2021-2050 och 2069-2098.



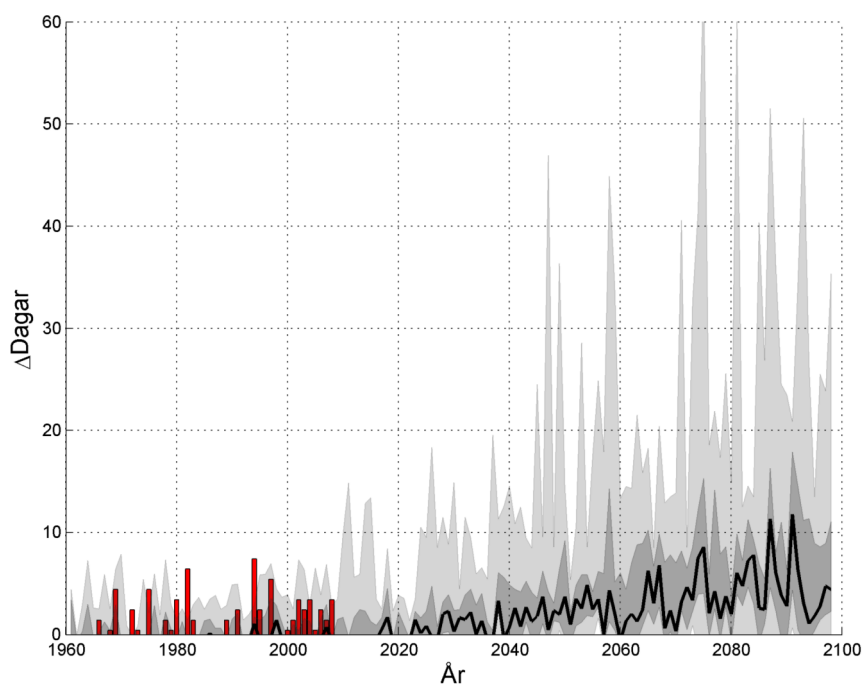
Vad scenarierna visar presenteras i figur 21, föregående sida. Det är inte förvånande att längden för den längsta värmeböljan kommer att öka något till perioden 2021-2050. Ökningen försätter så att vi mot seklets slut och perioden 2069-2098 kan förvänta oss två till tre gånger så långa värmeböljor i genomsnitt i jämförelse med tidigare observationer.

Detta är genomsnittvärden och givetvis förekommer det därför extrema år med längre värmeböljor. För att ge en uppfattning om hur långa de kan bli har värden för enskilda år och spridningen mellan de olika scenarierna tagits fram. Notera som tidigare att värdena för enskilda år inte ska användas rakt av utan att de ska tolkas över längre perioder. Dessa bearbetningar presenteras i figur 22 och 23.

Figur 22. Antalet varma dygn (medeltemperatur över 20°C) för varje år 1961-2100 för Hallands län. De röda staplarna baserar sig på observationer via ptHBV 1961-2011. Den framtida utvecklingen baserad på scenarierna visas med olika grå schatteringar (se text för vidare förklaring) och en svart heldragen linje som visar medianen.



Figur 23. Längsta period med sammanhängande varma dygn (medeltemperatur över 20°C) för varje år 1961-2100 för Hallands län. De röda staplarna baserar sig på observationer via ptHBV 1961-2011. Den framtida utvecklingen baserad på scenarierna visas med olika grå schatteringar (se text för vidare förklaring) och en svart heldragen linje som visar medianen.



6 Konsekvenser av värmebölja

Efter den europeiska värmeböljan år 2003 har det gjorts många studier på värmeböljors konsekvenser, främst när det gäller människors hälsa och system för att säkerställa den. Mycket fokus har legat på beredskapen inför nya värmeböljor där riskgrupper och svagheter har identifierats. Efter år 2003 upprättade ett flertal länder i Europa en beredskapsplan för värmeböljor vilket har resulterat i reducerad dödlighet vid efterkommande värmeböljor. Detta beror troligtvis på en kombination av beredskapsplanerna och av de tidigare erfarenheterna av liknande situationer.

I syfte att stärka beredskapen för att hantera och förstå effekterna av värme i dagens Sverige har Försvarets Forsknings Institut (FOI) genomfört en mediainventering av effekterna av en värmebölja som inträffade i Skåne och Mälardalen i juli år 2010. Inventeringen av lokalpress i Skåne och Mälardalen visade att värmen påverkar verksamheter i flera olika samhällsviktiga sektorer såsom vård och omsorg, transporter, livsmedel, kommunalteknisk försörjning samt inre skydd och säkerhet.

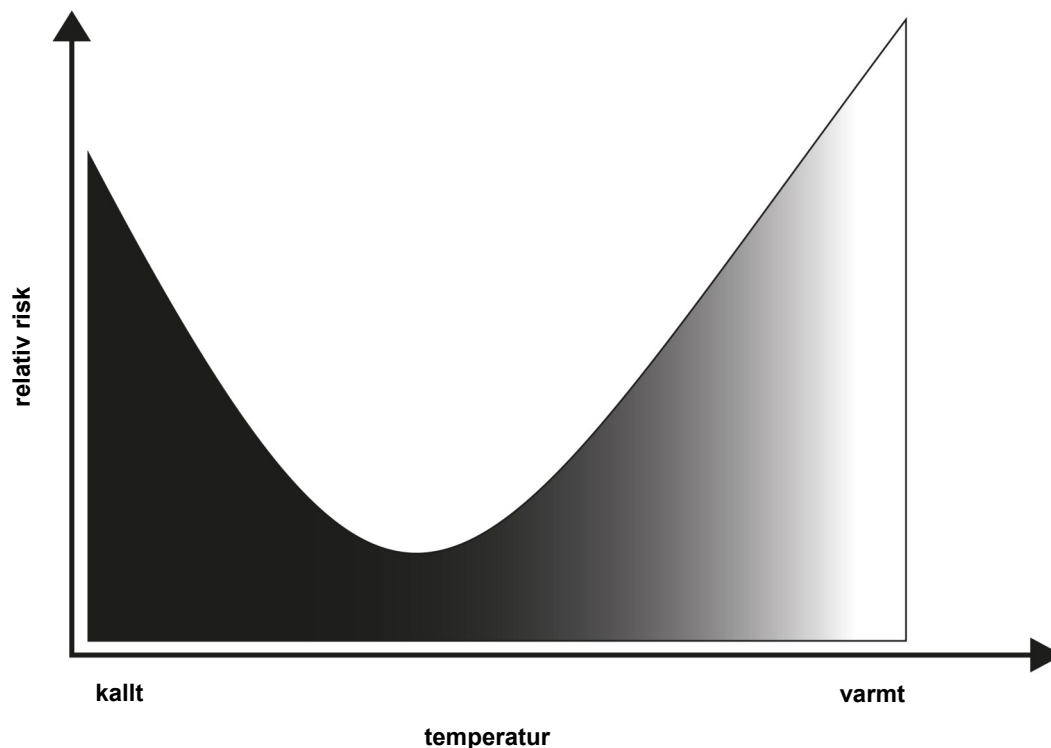
Följande kapitel beskriver de övergripande slutsatserna från de studier som granskats inom ramen för denna rapport. Fokus ligger på hur människan påverkas då detta är det mest omnämnda i litteraturen. I tillägg har två andra fokusområden valts ut: tekniska system och näringsliv. Valet beror på att störningar inom dessa områden kan ge en stor påverkan på ett stort antal verksamheter. De samlade effekterna finns även redovisade i kapitel 7.

6.1 Värmens påverkan på människokroppen

Generellt sett anpassar sig människan till sin omgivning, dvs. även till omgivande temperaturer. Onormala temperaturer som inträffar under en värmebölja orsakar dock ökade påfrestningar på kroppen som kan leda till sjukdomstillstånd och i värsta fall döden.

I Sverige ligger den så kallade optimala temperaturen på ca 11-12°C. Med optimal temperatur avses den temperatur då människan har bäst hälsa dvs. är minst utsatt för sjukdomar. Det innebär att en dygnsmedeltemperatur på över eller under 11-12°C innebär ökad dödlighet.

Figur 24. Optimal temperatur illustrerad i en graf. Ökad risk för dödsfall till följd av höga eller låga temperaturer.



6.1.1 Ökad dödlighet

Ökad dödlighet vid värmeböljor beror på den stress som kroppen utsätts för när den försöker reglera temperaturen. Ökade svettningar och ökat blodflöde är verktyg som används av kroppen för att reglera temperatur. Detta leder i förlängningen till uttorkning och ökad belastning för hjärtat som kan leda till dödsfall.

Dödsfall inträffar även då kroppens mekanismer inte är tillräckliga för att reglera temperaturen. Kroppstemperaturen blir då för hög med skador på inre organ som följd. Dödligheten under 2003 års europeiska värmebölja ökade med 60 %.

Det är inte bara temperaturen som påverkar dödligheten under en värmebölja. Även faktorer som luftfuktighet, värmeböljors varaktighet, tidpunkt och frekvens har påverkan på den ökade dödligheten. Hög luftfuktighet gör att svettningar fungerar sämre som temperaturreglering och kroppen blir därför tvungen att arbeta hårdare för att hålla ner temperaturen. Detta leder till ökad stress på det cirkulatoriska systemet. Luftfuktighet återfinns indirekt i uttrycket för upplevd temperatur. En hög luftfuktighet innebär även en hög daggpunkt och därmed en hög *upplevd temperatur*, se vidare avsnitt 2.3 för definition.

Tidpunkten för värmeböljor har stor betydelse för konsekvenserna. En långvarig värmebölja tidigt på sommaren visar högre dödlighet än om värmeböljan kommer sent på sommaren. Vid sena värmeböljor med ett flertal varma dagar innan har många acklimatiserat sig till värme både fysiskt och beteendemässigt. På samma sätt avtar effekterna av den andra eller tredje värmeböljan under samma sommar. När det gäller varaktighet har det observerats att långvariga värmeböljor har en effekt utöver det man kan förvänta sig av ökning i dödlighet från temperaturökning, så kallad *additionell värmeböljseffekt*.

Värt att notera är att den ökade dödligheten inte främst beror på värmeslag eller direkt värmerelaterade orsaker. Störst andel av de ökade dödsfallen är i stället hjärt- och kärlsjukdomar samt respiratoriska sjukdomar. Det går även att se ett mönster hur dödsfallen från de olika sjukdomarna fördelar sig. Hjärt- och kärlsjukdomar uppträder tidigt i en värmebölja och ökar stadigt ju längre den pågår, antalet dödsfall sjunker i samband med att värmeböljan upphör. Respiratoriska sjukdomar uppträder något längre in i värmeböljan men pågår också något efter värmeböljan har upphört.

Det har visats att en del av den ökade dödligheten som förekommer ibland går att förklara med så kallad *skördning* (eng. the harvest effect) dvs. människor som förväntades dö inom de närmsta veckorna efter värmeböljan dör istället under själva värmeböljan på grund av den ökade påfrestningen. Det gäller dock inte alla värmeböljor och förklarar inte hela den ökade dödligheten.

6.1.2 Övrig påverkan på människors hälsa

Utöver den ökade dödligheten som beskrivs ovan bidrar även värmeböljan till en ökning av den allmänna ohälsan. Såväl fysisk som psykisk hälsa påverkas av värmeböljor. Perioder av varmt väder främjar bakterietillväxten och ökar människans mottaglighet för infektionssjukdomar. Det har också visats att antalet självmord ökar under sammanhängande perioder med varmt väder. Under 1990-talet gjordes även studier som indikerade att människan har en tendens att bli mer aggressiv och våldsbenägen om temperaturen överstiger normala nivåer, se vidare avsnitt 3.4.

Resultaten när det gäller ökad sjukhusinläggning är inte lika entydiga som resultatet som rör dödlighet. Vissa städer har upplevt en dramatisk ökad belastning på akutmottagningarna, då främst värmeslag och andningsrelaterade sjukdomar. Andra städer har emellertid inte kunnat avläsa någon markant ökning. Även städer utan ökad sjukhusbelastning har dock uppvisat ökad dödlighet. Det har på senare tid även påvisats att det finns ett samband mellan överbeläggning på sjukhus och spridning av resistenta bakterier.

Vid en undersökning på ett universitetssjukhus i Toulouse i Frankrike, visade det sig att människor som sökte vård för värmerelaterade sjukdomar hade en högre dödsfrekvens än patienter överlag. 42 patienter konstaterades i efterhand ha lidit av värmerelaterade sjukdomar, ingen av dem fick korrekt diagnos. Slutsatsen i studien var att värmerelaterade sjukdomars allvarlighet ofta underskattas samt att det finns en ovana vid att diagnostisera och behandla värmerelaterade sjukdomar.

Utöver direkta effekter av värmen så bidrar värmeböljor ofta till en dålig luftmiljö, framförallt i städerna. Kombinationen av stillastående luft och hög solstrålning bidrar till höga halter av marknära ozon och PM 10 som båda är skadligt för hälsan. En värmebölja som inträffar tidigt på sommaren kan ge upphov till höga halter av pollen som kan orsaka problem för allergiker.

Även smitto/infektionsrisken riskerar att öka vid högre temperaturer. Dels så ökar bakterietillväxten vid ökade temperaturer och dels sänks människans immunförsvar och gör oss mer mottagliga för infektionssjukdomar. Detta innebär att hotet kommer att slå både mot de verksamheter som har som uppdrag att tillse att bakteriehalten är låg och de verksamheter där det finns risk för smitta mellan människor. På samma sätt är djur mer utsatta under värmeböljor, mer om detta i avsnitt 3.3.

6.1.3 Riskgrupper

Ökad risk för att dö vid en värmebölja finns hos alla grupper i samhället men vissa grupper är mer sårbara än andra. Ålder är en av de tydligaste av riskfaktorerna. Dödlighet i värmeböljor ökar redan i 60-årsåldern och människor blir mer och mer sårbara ju äldre de blir. Vissa studier visar även på att små barn, 0-5 år drabbas. Dödligheten bland små barn ökar inte markant men däremot sjukhusvistelse, detta tros bero på att små barn snabbare blir uttorkade än vuxna.

Människor med ett existerande sjukdomstillstånd är ytterligare en hårt drabbad grupp. Främst rör det människor med hjärt- och kärlsjukdomar där blodomloppets temperaturreglerande förmåga reduceras. Även människor med respiratoriska sjukdomar är hårt drabbade i och med att luftkvalitén ofta är dålig i samband med värmeböljor. Det finns även studier som visar på att människor med sjukdomar som berör det centrala nervsystemet t.ex. Parkinsons och Alzheimer, också har en förhöjd risknivå. Detta tros bero på den medicinering de använder.

Allmän hälsolivå spelar en viktig roll även om man inte har ett definierat sjukdomstillstånd. Människor i god fysisk form har bättre förutsättningar än överviktiga och dåligt tränade människor. Människors sociala situation har även visat sig ha betydelse för hur de klarar sig genom en värmebölja. Socialt isolerade människor drabbas som grupp hårdare av en värmebölja. De som lever tillsammans med en partner klarar sig bättre än de som lever ensamma. Även människor som har begränsad mobilitet anses drabbas hårdare.

En annan påverkan på människors risk är fattigdom. Fattigare människor har sämre förutsättningar att anpassa sig till det varma vädret och blir därför hårdare drabbade med högre dödlighet än rikare grupper. De flesta studier visar även att kvinnor är hårdare drabbade än män.

Figur 25. Gröna områden i staden ger svalka vid varmt väder. Foto: Anna Modigh



6.1.4 Människors beteende

Det är inte klargjort om värmeböljor faktiskt leder till ökad aggressivitet hos människor, men vissa studier tyder på det. Beteendeförändringar under värmeböljor är generellt ett område där det finns väldigt få studier utförda. Det som är någorlunda kartlagt är förhållanden mellan aggression och värme.

Under sent 1980-tal genomfördes studier som visade på att människor har en tendens att bli mera aggressiva och våldsbenägna när temperaturen överstiger normala nivåer. För samhället skulle detta kunna leda till ökade våldsdåd hot och mord.

I en studie av kravaller och upplopp nämns att extrem temperatur tillsammans med frustration kan bidra till upplopp, men man pekar inte på något sådant samband i Sverige. Värmens konsekvenser för människors beteende har inte alls studerats i Sverige.

I Lomma kommuns lokala klimateffektprofil framgår att vandalism och stöldar ökar när det är varmt. I FOI:s medieinventering av värmeböljan i Skåne och Mälardalen år 2010 finns uppgifter om mer bråk och misshandel under värmeböljan än normalt.

Städer uppvisar generellt en högre temperatur än omgivningen under värmeböljor. Det har visats att en stor del av de människor som har möjlighet att lämna staden gör detta under en värmebölja. Detta ändrar både befolkningsstruktur och transportmönster.

6.2 Värmens påverkan på tekniska system

I litteraturen finns få beskrivningar av större påverkan på tekniska system vid värmeböljor. I de fall som förekommer rör det sig främst om haveri i teknisk komponent alternativt störningar i elförsörjning och transportsystem.

Tekniska system som t.ex. fungerande vägtrafik, tågtrafik och elektronisk kommunikation kräver att en rad delkomponenter fungerar samtidigt t.ex. vägbaner och trafiksignaler, räls och växlar, isolatorer, servrar, ledningar, datorer och utrustning i korskopplingsrum m.m. I en kunskaps- och forskningsöversikt som Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) tagit fram över värmeböljors påverkan på samhällets säkerhet är huvudslutsatsen att det finns väldigt lite material skrivet om konsekvenserna av värmeböljor för samhällsviktiga sektorer i förhållande till andra extrema väderhändelser.

6.2.1 Tekniska komponenter

All teknisk utrustning har ett temperaturintervall där de fungerar optimalt. Vid temperaturer utanför intervallet försämras funktionen. I bästa fall handlar det om marginellt sämre prestanda, i värsta fall ett totalt haveri. På grund av att dessa komponenter återfinns i ett flertal system kan detta vara ett hot mot IT-system, betalningssystem, larmsystem, telekommunikation, styr- och reglersystem m.m.

Högre temperaturer medför sämre kylning av apparater som ger förlustvärme, vilket ger ökat slitage. I den svenska litteratur som studerats inom ramen för denna rapport finns inga rapporterade fall där tekniska komponenter havererat till följd av värmebölja.

6.2.2 Elförsörjning

En långvarig värmebölja skulle, om den drabbar hela Sverige, kunna ha en märkbar påverkan på effektbalansen i landet. Under värmeböljan år 2003 reducerades Frankrikes vattenkraft med 19 %. Samtidigt ökade konsumtionen med drygt 4 % på grund av många nyinstallerade luftkonditioneringar. I Frankrike påverkades även kärnkraftverken och tvingades gå med reducerad kapacitet. Produktionen minskade med 4 % då kylvattnet var för varmt.

Vid högre temperaturer får ledningar och kablar lägre överföringsförmåga med risk för överbelastning och elavbrott vilket berör lokalnät och regionnät på lägre spänningsnivåer. Högre temperaturer kan också leda till överbelastning av främst transformatorer placerade inomhus vilket främst berör stationer på regionnätets nivå. Elstationer kan upphöra att fungera då de blir för varma med elavbrott som följd.

Vattentemperaturen har betydelse för verkningsgraden vid både kärnkraftverk och oljekondenskraftverk, en högre vattentemperatur ger lägre verkningsgrad. Även i Sverige har man påpekat att fler värmeböljor medför ökad ytvattentemperatur och att elproduktionen från kärnkraft kan påverkas om vattentemperaturen stiger. Det har inneburit att kärnkraftverksföretagen investerat i ombyggnad avseende förmåga att hantera höga kylvattentemperaturer. För oljekondenskraftverken bedöms däremot inte högre ytvattentemperaturer vara ett problem.

En period med mycket varm väderlek skulle eventuellt kunna påverka produktionen vid kraftvärmeverk genom att nödvändig kylutrustning såsom kylpumpar och kylfläktar havererar på grund av överbelastning. Störningar i fjärrvärmeproduktion och avbrott för konsumenter blir en möjlig konsekvens.

Elsystemet i Sverige är uppbyggt som ett nätverk och man kan räkna det som ett nationellt sammanhängande system. Ofta betraktas elsystemet som ett sammanhängande nordiskt system. Nätverket av ledningar innebär att tillfälliga regionala elproduktionsproblem sällan får negativa regionala effekter, utan den gemensamma svenska/nordiska elproduktionskapaciteten är fortfarande tillräcklig för elförsörjningen. Det finns därför få regionala effekter.

6.2.3 System för fjärrkyla

I Sverige förekommer fjärrkylaproduktion genom frikyla från vatten. Det innebär att ett vattendrag utnyttjas för att kyla vatten som distribueras till abonnenterna. En förhöjd vattentemperatur innebär att frikyleproduktionen minskar, och kostnaderna för att kunna producera motsvarande mängd fjärrkyla ökar. Frikyla kan inte produceras om vattentemperaturen ligger över 20°C.

6.2.4 Transportsystem

Sårbarhetsanalyser för transport och kommunikationssystem avseende värmeböljor är sällsynta. Möjliga effekter som nämns i vissa artiklar är hala vägar på grund av asfaltsblödning där oljeprodukter tränger igenom ytan på asfalten, svårigheter för flygplan att lyfta vid extrema temperaturer (upp mot 50°C), solkurvor på järnväg samt faror vid köbildning. Däremot betonar flera studier vikten av att transport- och kommunikationssystem fungerar problemfritt under värmeböljor. Väl fungerande kommunikationer och transporter reducerar den sociala isoleringen som angavs som en riskfaktor i avsnitt 3.1.3.

Solkurvor på järnväg kan uppstå när rälsen värms upp och expanderar i längdriktningen. Frekvenser av solkurvor beror på ett stort antal parametrar och beskrivs närmare i Trafikverkets årliga rapport om solkurvor (2012). Rapporten kommer bland annat fram till att den dominerande orsaken till solkurvor är att spåren inte är normenliga, och två tredjedelar av alla solkurvor har inträffat i spår med träsliper.

En litteratursökning bland Trafikverkets rapporter har inte gett någon information om förändring av frekvensen av solkurvor till följd av ett förändrat klimat. Det är dock rimligt att anta att frekvensen av solkurvor ökar då förutsättningarna för solkurvor blir gynnsammare. Banverket, numera Trafikverket, har i en av sina rapporter tagit fram en metod för att beräkna sannolikheten för järnvägsolycka till följd av solkurva. Metoden kräver indata i form av antal spårkilometer och spårklass. Spårklassen anger bland annat kvalitet och standard på spåret.



Figur 26. Väderprognosen för delar av USA vid en värmebölja i juli 2013. Temperaturen angiven i °C.

6.3 Värmens påverkan på areella näringar

6.3.1 Skogsbruk

Den generella påverkan på skogsbruket av en värmebölja är begränsad. Den konsekvens för skogsbruket som har observerats vid torrt och varmt väder är en ökning av barkinträngande insekter som kan påverka produktiviteten i skogsbruket. Under värmeböljan i Europa år 2003 kunde man se stora signifikanta förändringar i förekomst av skadeinsekter. Överlag syntes en ökning av inträngande skadeinsekter under år 2003.

Även risken för skogsbrand ökar i samband med långa perioder med torrt och varmt väder under sommarhalvåret. Det är framför allt barrskogar med tall och gran som kan komma att drabbas. Bränder kan uppstå av flera olika anledningar som blixtnedslag, skogsmaskiner, cigarettfömpar, grillning och annan eldning m.m. Under den sydeuropeiska värmeböljan år 2003 blev 739 000 ha skog avbrända i de 5 drabbade länderna. Vid en genomgång av effekterna av en värmebölja i Sverige år 2010 framkom att ett stort antal bränder fick släckas i Skåne och Mälardalen till följd av torka och värme. En del av dessa var svårsläckta markbränder.

Räddningsverket, nuvarande MSB, har simulerat hur risken för bränder förändras när klimatet förändras till att bli varmare och torrare. Antalet brandriskdagar förutses vara 50 % fler i södra Sverige år 2100. Brandsäsongen i södra Sverige kan även komma att vara året om. Om flera stora bränder i skogen startar samtidigt kan resurserna för brandbekämpning få svårt att rätta till. Fint väder ökar även människors utevistelse och därmed risken för mänskligt startade skogsbränder. Följkonsekvenser för infrastrukturen till följd av rök och brand kan exempelvis vara skador på el- och teleledningar, master för mobiltelefoni och radio, och tillfälliga avbrott i väg- och järnvägstrafik.

I samband med längre perioder med torrt och varmt väder är det viktigt att allmänhet och verksamhetsutövare har kännedom om riskerna med sådana aktiviteter som kan starta en brand och hur man kan arbeta i förebyggande syfte samt larma om olyckan skulle vara framme.

6.3.2 Jordbruk

En långvarig värmebölja med åtföljande torka kan få stora konsekvenser för jordbrukssektorn. Både djur och växter blir negativt påverkade av värmeböljor. Växter kan i olika grad anpassa sig till förändrade förhållanden. Studier visar dock att det vi kallar ogräs anpassar sig bättre än till exempel säd vilket gör att nyttogrödor kan konkurreras ut av ogräs.

Även boskap drabbas med nedsatt produktionsförmåga och reducerad produktivitet. Långvariga värmeböljor kan till och med innebära att en stor del av djuren dör. Cirka 4 miljoner kycklingar dog i Frankrike år 2003 på grund av värmeböljan. Detta kan i sin tur få konsekvenser för resten av livsmedelsindustrin.

På samma sätt som människor, kan även djuren påverkas av fler bakterier och ökad känslighet för infektioner. Framförallt är grisar och fåglar extra känsliga för värme då dessa inte har förmågan att svettas.

Ökad avdunstning i samband med hög solinstrålning och uppehållsväder gör att vattenkonsumtionen ökar hos både djur, växter och människor samtidigt som tillgången på vatten minskar. Om värmeböljan är varaktig kan torkan leda till vattenbrist, för dricksvatten och av vatten som används för konstbevattning.

6.3.3 Arbetsmiljö

I AFS 2000:42 står *"Under en kortvarig värmebölja med ungefär samma inomhustemperatur som utomhustemperatur behöver normalt inga särskilda åtgärder vidtas. År däremot arbetet sådant att ökat riskbeteende kan innebära olycksfall bör åtgärder vidtas"*. En kortvarig värmebölja behöver med andra ord inte innebära något generellt avbrott i arbetet. Däremot bör en utvärdering göras för att undersöka om *"... ökat riskbeteende kan innebära olycksfall..."* det skulle kunna vara fallet vid till exempel tungt fysiskt utomhusarbete. I vissa fall skulle detta kunna innebära att vissa arbeten måste avbrytas under värmeböljor.

6.4 Om Hallands län

Hallands län består av kommunerna Halmstad, Kungsbacka, Varberg, Falkenberg, Laholm och Hylte. Hälften av länets knappt 6 000 km² landareal består av skogsmark. Cirka 25 % är jordbruksmark och övrig yta bebyggd mark, myr, hedmark, stränder etc. Länet har över 3 000 öar, varav fem är permanent bebodda.

6.4.1 Befolkning

Knappt hälften av länets drygt 300 000 invånare bor i de fem största städerna. Största staden är Halmstad med ca 60 000 invånare.

Hallands läns kommuner med folkmängd 2012-12-31.

Kommun	Folkmängd
Halmstads kommun	93 231
Kungsbacka kommun	76 786
Varbergs kommun	59 186
Falkenbergs kommun	41 423
Laholms kommun	23 458
Hylte kommun	10 032

(SCB, 2012)

Sverige är ett av de länder som har högst medellivslängd i världen. I början av 2000-talet var det endast Japan som hade högre. Halland har en medellivslängd som är högre än rikets både för män och för kvinnor. Halländska kvinnors medellivslängd är högst i landet. Medellivslängden var år 2011 84,2 år för kvinnor och 80,2 år för män. Hallands län har liksom många andra län en åldrande befolkning.

Dödligheten i länet ligger strax under rikets, cirka 1016 döda per 100 000 döda och år jämfört med rikets 1103 döda per 100 000 döda och år. Halland har också lägre dödlighet både i respiratoriska sjukdomar, dit hör bl.a. astma, KOL, bronkit och lungcancer, och i kardiovaskulära sjukdomar, dvs. hjärt- och kärlsjukdomar. Att Halland har en lägre dödlighet i dessa sjukdomstyper gör regionen mindre känslig för värmeböljor som ofta åtföljs av dålig luft och hög respiratorisk stress. Andelen självmord ligger något högre i Halland än i övriga riket.

Under antagandet att Hallands dödsfall är jämt fördelade över året skulle det innebära en ökning med ungefär 30 döda per vecka. Uppskattningen baseras på antal dödsfall i Hallands län år 2010 enligt Socialstyrelsens statistik.

Halland har 2 huvudsakliga akutmottagningar, en i Varberg och en i Halmstad. Under år 2012 togs ca 71 000 patienter emot vid akutmottagningarna. Halmstad hade år 2012 19 ambulanser varav 12 dygnsambulanser.

Vårdbarometern 2011 visar att Halland ligger bland de 5 bästa länen i riket när det kommer till tillgänglighet och kvalitet i vården.

Andelen självmord ligger något högre i Halland än i övriga riket. Förekomsten av självmord generellt har visats öka vid höga temperaturer.

6.4.2 Turism

Turismen är stor i länet. Halland har den sjätte högsta kvoten gästnätter per invånare. Semesterorten Tylösand och handeln i Ullared är två platser i länet som lockar en stor mängd besökare, framförallt sommartid. Stora delar av Hallands befolkning bor redan i dagsläget kustnära.

6.4.3 Elförsörjning

I Halland ligger kärnkraftverket Ringhals som är en viktig komponent i Sveriges energiförsörjning. Ringhals kärnkraftverk är beläget längs kusten i Varbergs kommun i norra delen av länet. Ringhals är mindre sårbart för värmeböljor än sina motsvarigheter i Frankrike då Ringhals är kylt av havsvatten till skillnad från kärnkraftverken i övriga Europa som till större del kylvatten av havsvatten. I ett svenskt perspektiv har Ringhals fler dagar per år med höga kylvattentemperaturer än landets andra kärnkraftverk, både i dagens klimat och för perioden år 2040-2069 enligt beräkningar av SMHI i en Elforsk-rapport om miljöeffekter av kylvattenutsläpp.

6.4.4 Fjärrkyla

Fjärrkylasystemet i Halmstad drivs av HEM och består i för närvarande av tre anläggningar som inte är sammankopplade. Fanborgen levererar fjärrkyla och komfortkyla till bl.a. högskoleområdet i Halmstad. Halmstad arena levererar fjärrkyla till sportanläggningen med samma namn. Anläggningen producerar huvudsakligen fjärrkyla med hjälp av fjärrvärme, s.k. absorptionskyla. Vindertid produceras även komfortkyla genom frikyla från luften.

Den nyaste produktionsanläggningen i Halmstad, Söder, togs i drift under år 2012 och är av typen frikyla från vatten. Anläggningen ligger på Söder och tar vatten från Nissans mynning. Fjärrkyla levereras bl.a. till Halmstad centrum och till Hallands Sjukhus. Tekniska komponenter som ingår i produktionsanläggningen är bl.a. värmeväxlare, pumpar, kylmaskiner, transformator och ställverk.

Fjärrkylan produceras genom absorptionskyla, med kompressorkylmaskiner och genom frikyla från luft.



Figur 27. Utbyggnad av fjärrkyla i centrala Halmstad sommaren 2013. Foto: Anna Modigh

6.4.5 Transport

Vägen E6/E20 går rakt igenom Halland och förbinder Malmö med Göteborg och Osloregionen. Västkustbanan är en viktig järnvägsförbindelse mellan Oslo/Göteborg och Malmö/Köpenhamn som passerar länet.

Tre solkurvor rapporterades i eller på gränsen till Hallands län under år 2011. Ingen av dessa resulterade i en urspårning.

6.4.6 Areella näringar

Halland har en något större andel än riket sysselsatta inom areella näringar. Livsmedel är Hallands näst största tillverkningsbransch.

Halland har förhållandevis god vattenförsörjning i sina stora åar. Flertalet bevattningsanläggningar i Halland nyttjar vatten från vattendragen i länet.

6.4.7 Dricksvatten

Hallands dricksvatten utgörs till huvuddelen av grundvatten och i övrigt av inducerat grundvatten. Inducerat grundvatten är ytvatten som man låtit infiltrera i mark och tar ut som grundvatten. Hallands län har relativt hög nederbörd och god grundvattenbildning, och man har överkapacitet på dricks-vattenproduktion.

Grundvattenbildningen påverkas inte nämnvärt av kortare perioder av torka eller värmeböljor. Efter perioder av torka ökar halten av humusämnen i ytvatten från sjöar och åar, vilket kan orsaka igensättning av infiltrationsbäddarna för konstgjord grundvattenbildning. Som en följd av detta infiltrerar VIVAB inte längre vatten från Ätran direkt, utan har ett reningssteg med kemisk fällning för att ta bort humusämnen.

6.5 Konsekvenser i länet

Hälsa och sjukvård	
Ökad dödlighet	Under antagandet att Hallands dödsfall är jämt fördelade över året skulle det innebära en ökning med ungefär 30 döda per vecka om dödsfrekvensen skulle bli den samma som vid värmeböljan i Europa år 2003, dvs 60 %. Med en allt större del av befolkningen över 65 år kommer sannolikt antal dödsfall till följd av värmebölja att öka.
Ökad smittorisk	Ökad bakterietillväxt vid ökade temperaturer och sänkt immunförsvar och gör oss mer mottagliga för infektionssjukdomar. Detta innebär att hotet kommer att slå både mot de verksamheter som har som uppdrag att tillse att bakteriehalten är låg och de verksamheter där det finns risk för smitta mellan människor. Även djur kan drabbas.
Ökat insjuknande	Sämre luftkvalitet, ökad värmestress, och uttorkning gör människor mer utsatta för sjukdomar. Ökat insjuknande innebär hårdare belastning på sjukhus och vårdinrättningar. Det har på senare tid även påvisats att det finns ett samband mellan överbeläggning och spridning av resistenta bakterier.
Ökad belastning på sjukvården	God tillgänglighet och kvalitet i vården gör sannolikt att människor har lätt att söka sig till vården då de upplever fysiska obehag. Detta talar för att belastningen på akutmottagningar och vårdcentraler skulle kunna öka under en värmebölja även. Utöver belastning på akutmottagningarna ökar även belastningen på ambulanser och sjuktransporter. Det finns risk att värmerelaterade sjukdomar inte omhändertas korrekt på sjukhusen och att värmerelaterade sjukdomar underskattas eller feldiagnostiseras.
Teknisk infrastruktur och försörjningssystem	
Störningar i elsystem	Ringhals kärnkraftverk är mindre sårbart för värmeböljor än sina motsvarigheter i Frankrike då Ringhals är kylt av havsvatten. I ett svenskt perspektiv har Ringhals fler dagar per år med höga kylvattentemperaturer än landets andra kärnkraftverk, både i dagens klimat och för perioden år 2040-2069. Energisystemet är nationellt eller nordiskt vilket innebär att det inte förkommer någon speciell hotbild för elförsörjningen i Halland jämfört med övriga riket. Däremot kan konsekvenserna av effektbrist eller elavbrott slå olika. Största risken för störningar i elförsörjning gäller haveri i teknisk komponent t.ex. ställverk eller transformatorstationer.
Störningar i transportsystem	Det finns inga indikationer på specifika risker för störningar i transportsystem i Halland. Störningsrisken är generell och på samma nivå som resten av landet. De främsta riskerna är hala vägar på grund av asfaltsblödning och solkurvor med åtföljande stopp på järnvägen. Dessa fenomen uppstår även en sommar utan värmeböljor men kan antas bli fler under en värmebölja.
Störningar i dricksvattenförsörjning	Hallands län har relativt hög nederbörd och god grundvattenbildning, och överkapacitet på dricks-vattenproduktion.

	Grundvattenbildningen påverkas inte nämnvärt av kortare perioder av torka eller värmeböljor. Efter perioder av torka ökar halten av humusämnen i ytvatten från sjöar och åar, vilket kan orsaka igensättning av infiltrationsbäddarna för konstgjord grundvattenbildning. Som en följd av detta infiltrerar VIVAB inte längre vatten från Ätran direkt, utan har ett reningssteg med kemisk fällning för att ta bort humusämnen. I perioder av torka och höga temperaturer ökar dricksvattenbehovet och ledningsnätet kan bli den begränsande faktorn. I Halmstad och Laholm är ledningsnätets kapacitet begränsande och man har tidigare vid enstaka tillfällen infört tillfälliga bevattningsrestriktioner för invånarna för att begränsa dricksvattenuttaget.
Störningar i systemet för fjärrkyla	Frikyla från luft går inte att producera vid för höga lufttemperaturer, vilket skulle kunna ge en minskad fjärrkylaproduktion vid de anläggningar som utvinnet fjärrkyla genom frikyla vid värmebölja. Halmstad högskola förses med fjärrkyla. Eftersom de flesta värmeböljor inträffar under sommaren när högskolor har lite aktivitet och därmed lågt kylbehov så innebär detta sannolikt inget problem. Anläggningen som levererar fjärrkyla till Halmstad arena bedöms inte heller vara känslig för värmeböljor. Anläggningen på Söder i Halmstad tar vatten från Nissans mynning. Förhöjda lufttemperaturer innebär inget problem för produktionen vid anläggningen. Eftersom vattnet kommer från mynningen bör inga problem med låga vattenstånd uppstå även under perioder med kombinerad värmebölja och långvarig torka. Förutsatt att alla maskiner i anläggningarna fungerar finns en viss marginal i produktionskapacitet som kan täcka produktionsbortfall orsakat av förhöjda luft- och vatten-temperaturer. Om någon komponent i systemet havererar under en värmebölja kan däremot kapacitetsproblem uppstå. Leverantören klarar därmed generellt att leverera den mängd fjärrkyla som man har avtalat med sina kunder även vid en värmebölja. Däremot är det inte säkert att kunderna har beställt kapacitet av fjärrkyla med hänsyn till extremt väder i form av värmebölja och fjärrkylakapaciteten för att hantera värmeböljor kan därför vara otillräcklig hos enskilda kunder. För samhällsviktiga verksamheter såsom Sjukhuset i Halmstad är det viktigt att ta hänsyn till den maxkapacitet man vill kunna utnyttja.
Haveri i teknisk komponent	Hög värme kan leda till att servrar och övrig utrustning som krävs för att upprätthålla det lokala IT systemet överhettas och stängs av. Då många verksamheter idag är beroende av ett fungerande IT system för att få tillgång till den information de behöver för sitt arbete innebär detta ett avbräck i arbetet. Även för handel som baserar sina betalsystem på IT-lösningar får detta stora konsekvenser. Det finns även en risk att de centrala datasystemen havererar. I det här fallet är det inte bara en fråga om IT-tjänster utan även saker som styr- och reglersystem, elsystem och telekommunikation. I Sverige finns inga rapporterade fall då tekniska komponenter havererat till följd av en värmebölja.

Ras/sättningar/skred	Torka kan leda till mindre vatteninnehåll i jordar samt sänkta grundvattennivåer. Detta är faktorer som påverkar bärigheten hos mark. Risken finns att minskad bärighet leder till sättningar i vägar och grundstrukturer och ökad sedimenthalt i vattendrag.
Näringsliv/livsmedel/ jordbruk/skogsbruk	
Vattenförsörjning	Halland har förhållandevis god vattenförsörjning i sina stora åar. Flertalet bevattningsanläggningar i Halland nyttjar vatten från vattendragen i länet. Vid en värmebölja finns risk för minskade vattenflöden och hårdare konkurrens om vattnet. Problemet är identifierat och en beredskapsplan för bevattning är framtagen år 2010 av Länsstyrelsen i Hallands län i samarbete med LRF.
Djurhållning	Om temperaturen för djurhållning inte kan hållas riskeras minskad produktion och i värsta fall döda djur. Detta kan i sin tur få konsekvenser för resten av livsmedelsindustrin.
Störningar i livsmedelsproduktion	Halland har en något större andel än riket sysselsatta inom areella näringar och dessa kan bli ekonomiskt drabbade vid en värmebölja. Livsmedel är Hallands näst största tillverkningsbransch vilket gör att störningar i denna blir ekonomiskt kännbart för regionen.
Skogsbruk	Den generella påverkan på skogsbruket vid värmebölja är begränsad. Den konsekvens för skogsbruket som har observerats är en ökning av barkinträngande insekter som kan påverka produktiviteten i skogsbruket.
Skogsbränder	Större sammanhängande skogsområden finns framförallt i Hallands inland. Risken för skogsbrand ökar i samband med långa perioder med torrt och varmt väder under sommarhalvåret och det är framför allt barrskogar med tall och gran som kan komma att drabbas. Bränder kan uppstå av flera olika anledningar som blixtnedslag, skogsmaskiner, cigarettfimpar, grillning och annan eldning m.m.
Plötslig personfrånvaro och avbrott i arbetet	Enligt arbetsmiljölägstiftningen behöver inte en kortvarig värmebölja innebära något avbrott i arbetet. Däremot bör en utvärdering göras för att undersöka om ökat riskbeteende kan innebära olycksfall, t.ex. vid tungt fysiskt utomhusarbete. I vissa fall skulle detta kunna innebära att vissa arbeten måste avbrytas under värmeböljor.
Påverkan på människors beteende	
Ökade aggressionsnivåer	Halland har en stor turistnäring, främst sommartid. Ansamling av människor på platser som samlar stora mängder turister sker främst under semestertid, då risken för värmeböljor är högre. Många människor med ökade aggressionsnivåer sätter hög press på polis, väktare och stora delar av den sociala omsorgen.
Ökad risk för självmord	Andelen självmord ligger något högre i Halland än i övriga riket. Förekomsten av självmord generellt har visats öka vid höga temperaturer.
Temporär massutflyttning	Stora delar av Hallands befolkning bor redan i dagsläget kustnära. Detta kan innebära att flykten mot sjö och hav blir mindre i Halland än i många andra delar av Sverige. Dock kan det leda till en ökning av tillfälliga besökare från andra delar av landet. Lokala påfrestningar på vägar och kollektivtrafik kan uppstå.

6.6 Sammanfattande konsekvensbedömning

Konsekvenserna av en värmebölja påverkas av dess omfattning i både tid och temperatur samt av vilka följdändelser som inträffar och hur de hanteras av ansvariga aktörer. Av tidigare avsnitt framgår att en värmebölja i Hallands län kan ge konsekvenser för ett stort antal samhällssektorer vilket i sin tur kan orsaka en mängd följdändelser. För de flesta sektorer bedöms konsekvenserna som begränsade, men konsekvenserna på människors liv och hälsa kan bli allvarliga då sjukdomsfall och dödlighet förväntas öka.

I den regionala risk- och sårbarhetsanalysen för 2013 presenteras länsstyrelsens bedömning av både sannolikhet och konsekvens av värmebölja i Hallands län. Där förklaras även de bedömningskriterier som används.

Figur 28. Bedömningsnivåer för konsekvenser enligt Hallands regionala risk- och Sårbarhetsanalys (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011).

Nivå	Konsekvens	Beskrivning
1	Mycket begränsade	Små direkta hälsoeffekter, mycket begränsade störningar i samhällets funktionalitet, övergående misstro mot enskild samhällsinstitution, mycket begränsade skador på egendom och miljö.
2	Begränsade	Måttliga direkta hälsoeffekter, begränsade störningar i samhällets funktionalitet, övergående misstro mot flera samhällsinstitutioner, begränsade skador på egendom och miljö.
3	Allvarliga	Betydande direkta eller måttliga indirekta hälsoeffekter, allvarliga störningar i samhällets funktionalitet, bestående misstro mot flera samhällsinstitutioner eller förändrat beteende, allvarliga skador på egendom och miljö.
4	Mycket allvarliga	Mycket stora direkta eller betydande indirekta hälsoeffekter, mycket allvarliga störningar i samhällets funktionalitet, bestående misstro mot flera samhällsinstitutioner och förändrat beteende, mycket allvarliga skador på egendom och miljö.
5	Katastrofala	Katastrofala direkta eller mycket stora indirekta hälsoeffekter, extrema störningar i samhällets funktionalitet, grundmurad misstro mot samhällsinstitutioner och allmän instabilitet, katastrofala skador på egendom och miljö.

Figur 29. Badturimsen är stor inom länet. I ett varmare klimat kan fler lockas till svalkande bad längs Hallandskusten. Foto: Anna Modigh



7 Hantering av värmebölja

7.1 Nationellt system för värmevarning

SMHI har utvecklat ett system för att kunna utfärda värmevarningar där hälsoaspekten är i fokus. Systemet testades första gången sommaren år 2012, men sommaren var då kall och det inträffade endast ett fall av värmebölja. Försöken återupptas sommaren år 2013. Observera att för varnings-systemet avses prognoser till skillnad mot de tidigare nämnda definitionerna som baseras på observationer och därmed utvärderas i efterhand.

Kriterierna för varningarna är:

Meddelande om värmebölja: Prognos på dygnets maximitemperatur som ska vara minst 26°C tre dagar i följd med minst 50 % sannolikhet

Klass 1-varning för värmebölja: Prognos på dygnets maximitemperatur som ska vara minst 30°C tre dagar i följd med minst 50% sannolikhet

Klass 2-varning för värmebölja: Klass 1-varning utfärdad och prognos på att perioden med dygnets maximitemperatur minst 30°C och kan bli längre än 5 dygn och/eller dygnets maximitemperatur som ska vara minst 33°C tre dagar i följd med minst 50% sannolikhet

Att temperaturgränserna ovan inte är 25°C utan 26°C och 30°C är baserat på några avvägningar. Det främsta motivet är att valet av en något högre gräns ger en starkare koppling till de hälsoeffekter som systemet ska varna för. En annan orsak är att en lägre nivå på 25°C skulle ge alldeles för många varningar. Eftersom varningssystemet är nytt och oprövat är det möjligt att det kommer att införas andra gränser och eventuellt fler variabler än bara dygnets maximitemperatur efter utvärdering.

SMHI skickar meddelande om värmebölja samt klass 1- och 2-varning för värmebölja till Länsstyrelsens tjänsteman i beredskap (TiB). TiB har i uppgift att följa läget och väderleksrapporterna från SMHI. Vid klass 2-varning för värmebölja kallar Länsstyrelsen berörda aktörer, bland annat länets kommuner och Region Halland, till en regional samverkanskonferens enligt de rutiner som gäller för andra typer av SMHI:s klass 2-varningar.

7.2 Checklista för den enskilde individen vid värmebölja

Följande checklista har tagits fram av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) och presenteras på hemsidan Din Säkerhet, www.dinsakerhet.se. DinSäkerhet.se är en del i MSB:s förebyggande olycksarbete där den enskilde individen är en viktig aktör för att reducera antalet olyckor och kriser i samhället.

Vid värmebölja:

- *Drick mycket.* Drick mer än normalt, helst 2 liter vätska per dygn. Vid kroniskt hjärtbesvär är det dock viktigt att först rådgöra med en läkare om det finns några restriktioner vad gäller vätskeintag.
- *Tillför salt.* Ät lite saltare mat då och då för att återställa saltbalansen i kroppen.
- *Ta vätskeersättning.* Särskilt bra om du tillhör en riskgrupp.
- *Termometrar.* Sätt upp termometrar lite var stans i bostaden, glöm inte sovrummet.
- *Svala sovrum.* Försök att hålla åtminstone ett rum någorlunda svalt, helst sovrummet, eller sov i det svalaste rummet.
- *Använd fläkt.* Skapa lite svalka genom att använda en fläkt. Tänk dock på att den inte gör nytta när temperaturen stiger över 30 °C eftersom värmen då bara vispas runt.
- *Sänk kroppstemperaturen.* Vid tecken på värmeutmattnings eller för snabb svalka, doppa en handduk i kallt vatten, vrid ur och lägg runt nacke, i armhålor eller i ljumskar. Spola insidan av handlederna med kallt vatten eller ta ett kallt fotbad, en sval dusch eller ett bad.
- *Sätt upp markiser eller andra former av solskydd.* På marknaden finns olika tekniska lösningar som kan ge svalare innertemperatur. Var rädd om träden runt bostaden som skänker skugga.

7.3 Checklista för vård och omsorg vid värmebölja

Inom vård och omsorg behövs ett anpassningsarbete framför allt för att motverka de negativa hälsoeffekterna av värmeböljor. För att kunna minska dessa risker krävs både tekniska åtgärder och vård- och omsorgsåtgärder.

Climatools är ett forskningsprogram som arbetade med att ta fram en uppsättning verktyg som underlättar för samhällsplanerare och beslutsfattare att anpassa samhället till konsekvenserna av klimatförändringen. Programmet var ett uppdrag från Naturvårdsverket till FOI som startade våren 2007 och avslutades i januari 2012. Verktygen finns nu klara för att hjälpa kommuner, länsstyrelser och landsting i sitt arbete med att förbereda samhället inför ett förändrat klimat. Forskare från FOI, Kungliga tekniska högskolan, Konjunkturinstitutet och Umeå universitet har deltagit i projekten runt verktygen.

Ett av de verktyg som tagits fram inom programmet är en checklista för vård och omsorg. Verktyget vänder sig till ansvariga för sociala verksamhetsenheter inom kommunen. Genom denna inventering samlas erfarenheter in som redan finns inom kommunen av vård- och omsorgsarbetet under värmeböljor. Dessutom syftar inventeringen till att bedöma vilken beredskap verksamheten har för att kunna hantera framtida värmeböljor. Det finns fyra olika formulär avsedda för olika verksamhetstyper:

- Äldreboenden, gruppbostäder och sjukhem.
- Avdelningar inom hemtjänst och hemsjukvård.
- Dagcentra och andra dagverksamheter för vuxna.
- Förskolor och familjedaghem.

Formulären ger besked om vilka åtgärder som vidtagits/inte vidtagits för att klimatanpassa sociala verksamheter inom kommunen men också vilka åtgärder (både tekniska förändringar och nya arbetsrutiner) som kan behövas. Verktyget har provats ut i en kommun i Stockholmstrakten och finns tillgängligt på FOI:s hemsida www.climatools.se.

7.4 Scenario för värmebölja

Klimatanpassningssamordnare på länsstyrelserna har i samarbete med MSB, FOI och SMHI tagit fram ett händelsescenario för risk- och sårbarhetsanalys av värmebölja. Scenariot har justerats efter remiss till flera länsstyrelser samt ovanstående organisationer.

Syftet med samarbetet var att ta fram händelsescenarier som inkluderar förväntade klimatförändringar. Beräkningar visar att värmeböljor förväntas komma allt oftare och bli mer extrema på grund av klimatförändringar.

Scenariot erbjuds till kommuner, landsting och andra organisationer som ett verktyg att använda för att inkludera klimatanpassning i risk- och sårbarhetsarbetet. Scenariot kan både användas för dagens risk- och sårbarhetsanalyser och för värmeböljor inom de närmsta årtiondena. Det är fritt att ändra i scenariot för att det ska passa syftet med den övning där det används samt regionala förhållanden. För en värmebölja längre fram i tiden än år 2030 kan scenariot anpassas med hjälp av de klimatscenarier som finns för olika delar av Sverige.

Scenariot bygger på en värmebölja som inträffade i Osby år 1994. Förändringarna har gjorts utifrån en förväntad utveckling mot ett mer extremt och varmare klimat. De uppmätta temperaturerna har ökat på med högre maxtemperaturer samt höjda minimitemperaturer under några dygn. Tropiska nätter, dvs. nätter varmare än 20°C, har lagts till. Detta är en händelse som skulle kunna inträffa inom de närmaste årtiondena någonstans i södra Sverige.

7.5 Handlingsplan för äldre vid värmebölja i Skåne

Under år 2013 arbetar Arbets- och miljömedicin och Avdelningen för samhällsplanering på Region Skåne, Kommunförbundet Skåne, Staffanstorps kommun och Rosengårds stadsdelsförvaltning i Malmö med att ta fram ett varningssystem och en beredskapsplan för värmeböljor. Projektet syftar till att öka kunskapen kring värmens påverkan på äldre och att ta fram system och arbetsmetoder för att varna vid värmeböljor och förebygga dödsfall.

Projektet har än så länge resulterat i beräkningar av temperaturtröskor, där antalet dödsfall kan öka kraftigt och där en värmevarning skickas ut från SMHI, samt ett antal checklistor för det praktiska arbetet som kan vara till stöd för sjukvårdspersonalen. Materialet är fortfarande ett arbetsmaterial och kommer under sommaren år 2013 att testas för att sedan utvärderas.

Testpiloter för värmevarningssystemet och beredskapsplanerna är Staffanstorps kommun och Rosengårds stadsdelsförvaltning. Den som är intresserad att ta del av arbetet kan läsa mer i delrapporten där även checklistorna för sjukvårdspersonal finns presenterade. Läs mer på Klimatsamverkan Skånes hemsida, www.klimatsamverkanskane.se.

7.6 Samhällsplanering

När solen lyser på husväggar och asfaltytor absorberas en del av solenergin och ytorna blir betydligt varmare än vad lufttemperaturen är i skuggan på en välventilerad plats. Den absorberade värmen strålar ut men då ofta från vertikala ytor. Det vill säga, en soluppvärmd husvägg utmed en gata skickar ut värmestrålning horisontellt som fångas in av hus på andra sidan gatan. Detta gör att avkylningen i en stad inte är lika effektiv som från öppna fält utanför staden. Städer och tätorter skapar sitt eget mikroklimat där en urban värmeöeffekt kan uppstå. På natten fungerar materialen som element som utsöndrar värme vilket gör att städer inte kyls ner lika snabbt som dess omland.

Utanför staden lyser solen med samma styrka men en betydande del av energin går där åt till att avdunsta vatten från vegetationen vilket reducerar uppvärmningen. I en skog är det just avdunstningen som gör skillnad mot staden. Skillnaden mellan stad och landsbygd kan ibland vara så stor som 12°C.

Träd, grönområden, vattendrag och dammar kan, strategiskt lokaliserade i staden och integrerade med bebyggelsen, både fungera som luftförbättrare och temperatursänkare i staden. Samtidigt kan ytorna även hantera ökande vattenmängder. Dessa ytor kallas för mångfunktionella ytor. En mångfunktionell yta är en yta som:

- tar hand om dagvatten
- sänker temperaturen både inomhus och utomhus under sommarmånaderna
- skyddar från skadligt UV-ljus genom att bidra till skuggande miljöer
- bidrar till sociala mötesplatser i staden och utemiljöer för rekreation och vila
- stödjer bevarandet av biologisk mångfald i staden

Brittisk forskning har beräknat att om andelen gröna områden i tätorterna ökar med 10 % kan detta medföra en temperaturminskning i staden med upp till 4°C. Detta motsvarar den prognostiserade ökningen av temperaturen på våra breddgrader till omkring år 2080.

I bebyggda områden är temperaturen 1-2°C högre än i större parker. Stora parker, större än 50 ha, kan även sänka temperaturen i bebyggda områden cirka 300-400 meter från parken. Vegetationen kan även minska kylbehovet i byggnader genom att ge dem skugga vilket bidrar till energieffektiviseringen.

Stadsträd är viktiga oavsett var de är placerade. Undersökningar har visat att enskilda träd utplacerade i stadsrummet i stor utsträckning bidrar till att sänka medeltemperaturen. Under värmeböljan i Europa år 2007 dog färre människor i de stadsdelar med många träd än i de stadsdelar med få träd.

Fler träd i städer och tätorter kan inte endast uppnås genom kommunal planering. Privata aktörer såsom markägare, fastighetsförvaltare, bostadsrättsföreningar och villaägare kan gemensamt bidra till en god livsmiljö i staden. För att stadens gröna områden, de gröna lungorna, ska fungera optimalt bör vegetationen bestå av en blandning av barr- och lövträd. Barrträd är mest effektiva filterare då de har störst relativ yta mot luften och lövträd är bättre på att absorbera gaser.

Läs mer om urban värmeöeffekt i avsnitt 4.2 och om mångfunktionella ytor i rapporten *Mångfunktionella ytor* från Boverket (2010).

8 Slutsatser

Värmeböljor förekommer numera nästintill varje år i Halland. Långvariga perioder, flera veckor upp till nästan en månad, med högsommar dagar har förekommit några gånger under de senaste 50 åren.

Beräkningar för det framtida klimatet visar tydligt att antalet värmeböljor och även deras längd kommer att öka allteftersom åren går. I framtidsklimatet, för perioden år 2021-2050, ökar antalet varma dygn till upp emot 20 dagar per år vid kusten. Förändringen förstärks ytterligare för perioden år 2069-2098 då det havspåverkade klimatet uppvisar värden kring 40 dygn i genomsnitt per år jämfört och till cirka 20 dygn för inlandet.

Liksom i dagens klimat kommer det även i framtiden att vara fler varma dygn vid kusten än i inlandet. När värmeböljor slår till täcker de geografiskt stora områden såsom hela landsändar. Effekten av värmeböljan kan förvärras om vinden är svag, om vinden ligger på från inlandet och om det är fuktigt.

Avkylning under natten har stor betydelse. Den kan reduceras i en utpräglad stadsmiljö med mycket betong och asfalt som gör att värmen hänger kvar under natten. Närhet till hav kan ha en svalkande inverkan, men med ett uppvärmt hav under sensommaren dämpas denna effekt.

En värmebölja i Hallands län kan ge konsekvenser för ett stort antal samhällssektorer och kan orsaka en mängd följdhändelser. Konsekvenserna var för sig bedöms som måttliga, utom för människors hälsa där en kraftig ökning av sjukdomsfall och dödlighet väntas. Konsekvenser som identifierats för Hallands län är:

- *Ökad dödlighet.* En ökning av 30 döda per vecka vid en värmebölja likt den som inträffade i Europa 2003.
- *Ökad smittorisk.*
- *Ökat insjuknande.*
- *Ökad belastning på sjukvården.*
- *Ökad risk för solkurvor och asfaltsblödning.*
- *Ökat behov av dricksvatten.*
- *Otillräcklig kapacitet av fjärrkyla hos vissa kunder.* Den kapacitet av fjärrkyla som kunder beställt kan vara otillräcklig vid extremväder.
- *Viss risk för haveri i teknisk komponent.* Kan få konsekvenser för omfattande datasystem och IT-tjänster.
- *Ökad risk för ras, sättningar och skred.*
- *Minskad livsmedelsproduktion samt risk för döda djur.*
- *Risk för plötsligt avbrott i arbetet.*
- *Ökade aggressionsnivåer.*
- *Ökad risk för självmord.*
- *Ökad tillströmning av turister bl.a. med lokala påfrestningar på vägar och kollektivtrafik som följd.*

För att kvantifiera konsekvenserna av en värmebölja i Hallands län behöver möjliga följdhändelser utredas vidare.

Konsekvenserna av en värmebölja påverkas av dess omfattning i både tid och temperatur samt av vilka följdhändelser som inträffar och hur de hanteras av ansvariga aktörer. En värmebölja i Hallands län kan ge konsekvenser för ett stort antal samhällssektorer vilket i sin tur kan orsaka en mängd följdhändelser. För de flesta sektorer bedöms konsekvenserna som begränsade, men konsekvenserna på människors liv och hälsa kan bli allvarliga då sjukdomsfall och dödlighet förväntas öka.

9 Referenser

- Anderson, C. A. (1989). Temperature and aggression: Ubiquitous effects of heat on occurrence of human violence. *Psychological Bulletin*, 74-96.
- Benzie M., H. A. (2011). *Vulnerability to heat waves and drought. Case studies of adaptation to climate change in south-west England*. Joseph Rowntree Foundation.
- Berkowitz, L. (1972). Frustrations, comparisons, and other sources of emotional arousal as contributors to social unrest. *Journal of Social issues* 28, 77-91.
- Boverket (2010), *Mångfunktionella ytor – Klimatanpassning av befintlig miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*, ISBN-nummer: 978-91-86559-02-1
- Carlsen, H., Dreborg, K. H., Edvardsson, K., Rocklöv, J., & Vredin Johansson, M. (2009). *Hälsokonsekvenser av extrem värme i Umeåregionen*. Stockholm: FOI-Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Carlsson-Kanyama, A., Mossberg Sonnek, K., & Harriman, D. (2011). *Konsekvenser av värmeböljan i juli 2010. En mediainventering för Skåne och Mälardalen*. Stockholm: FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Department of health, U. (2010). *HEATWAVE PLAN: 2010*. London: Department of health UK.
- Ehlin, U., Borenäs, K., Neuman, E., & Sandström, O. (2012). *Miljöeffekter av stora kylvat tenutsläpp i ett varmare klimat*. Elforsk rapport nr 12:26.
- Ekonomifakta. (den 14 02 2011). *Ekonomifakta*. Hämtat från Hallands län: <http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Regional-statistik/Alla-lan/Hallandslan/?var=2637> den 31 10 2012
- Energimyndigheten. (2009a). *Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet. Slutrapportering av regeringsuppdrag. ER 2009:33*.
- Energimyndigheten. (2009b). *Risk- och sårbarhetsanalys avseende kraftvärme och fjärrkylas Mälarenergi med fokus på samhällets försörjningstrygghet*. D-nr 60-08-1300.
- FOI (2013), *Hur värme påverkar samhällsviktiga sektorer*, Publikationsnummer MSB350 januari 2013, ISBN 978-91-7383-321-9. <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/26545.pdf>
- Forsberg B. (2009), *Klimatförändring och hälsorelaterad miljöövervakning - redovisning av utredningsuppdrag*, Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar 2009:1, ISSN 1654-7314. http://www.phmed.umu.se/digitalAssets/66/66244_klimat-halsa-2009.pdf
- Fouillet, A., Rey, G., Wagner, V., Laaidi, K., Empereur-Bissonnet, P., Tertre, A. L., o.a. (2008). Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *International Journal of Epidemiology*, 309-317.
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Rapport 2001:5, Banverket.
- Fuquay, J. W. (1981). Heat stress as it effects animal reproduction. *journal of animal science*, 164-174.
- Garcia-Herrera, R., Díaz, J., Trigo, M., Luterbacher, J., & Fischer, E. (2010). A Review of the European Summer Heat Wave of 2003. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 267-306.
- Granström, K., Guvå, G., Hylander, I., & Rosander, M. (2006). *Kravaller och upplöpp. Hur kravaller uppstår och hur ordning skapas*. Manuskript, Linköpings universitet, tillgänglig: <http://www.ibl.liu.se/fog/kravall/filer-ochbilder/1.80680/KBMKravallerochupplöpp060621.pdf>.
- Gunnarsson, M. (2013). HEM, Magnus Gunnarsson, personlig kommunikation 2013-03-12
- Hajat, S., Kovats, R. S., & Lachowycz, k. (2007). Heat related and cold related death in England and Wales: who is at risk? *Occup Environ Med*.
- Hertel, S., Le Tertre, A., Jöckel, K.-H., & Hoffmann, B. (2009). Quantification of the heat wave effect on cause-specific mortality in essen , Germany. *Eur J Epidemiol*, 407-414.
- Hudson, A., Kuhn, R., & Smoyer-Tomic, K. E. (2003). Heat Wave Hazards: An overview of heat wave impacts in Canada. *Natural Hazards*, 463-485.
- Joelsson, A. (2013). . Länsstyrelsen Halland, Arne Joelsson, personlig kommunikation 2013-02-21.
- Johnson, H., Kovats, S. R., McGregor, G., Stedman, J., Gibbs, M., Walton, H., o.a. (2005). The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England. *Health statistics quarterly*, 6-11.
- Lomma kommun. (2010). *Lokal klimateffektprofil*.
- Länsstyrelsen i Hallands län. (2011). *Regional risk- och sårbarhetsanalys för Hallands län 2011*. Halmstad.

- Länsstyrelserna, SMHI, MSB & FOI. (2011). *Händelsescenario för Risk- och sårbarhetsanalys - Värmebölja i nutid och framtid*. 2011-05-13. Tillgänglig: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Anpassning-till-forandratklimat/Risk--och-sarbarhetsanalyser-och-klimat/Varmebolja-i-nutid-och-framtid-/>.
- Malmö stad (2012), *Handlingsplan för klimatanpassning Malmö 2012-2014*
- Matthies, F., Bickler, G., Cardeñosa Marin, N., & Hales, S. (2008). *Heat-Health Action plans*. Köpenhamn: WHO-Europe.
- Michelozzi, P., de Donato, F., Bisanti, L., Russo, A., Cadum, E., DeMaria, M., o.a. (2005). The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *Eurosurveillance*.
- Mossberg Sonnek, K., Lindgren, J., & Mobjörk, M. (2013). *Hur värme påverkar samhällsviktiga sektorer - Konsekvenserna av en värmebölja i Örebro län för transporter, skydd och säkerhet samt dricksvattenförsörjning*. MSB.
- MSB. (2012). *Värmeböljors påverkan på samhällets säkerhet - En kunskaps- och forskningsöversikt med fokus på Sverige och konsekvenser utanför hälso-området*. Karlstad: MSB.
- MSB (2012), *Värmeböljors påverkan på samhällets säkerhet, En kunskaps- och forskningsöversikt med fokus på Sverige och konsekvenser utanför hälsoområdet*, Publikationsnummer MSB362 - januari 2012, ISBN 978-91-7383-204-5. <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/26110.pdf>
- MSB, www.dinsakerhet.se, tillgänglig 2013-07-01
- Nogueira, P., Falcao, J. M., Contreiras, M., Brandao, J., & Batista, I. (2005). Mortality in Portugal associated with the heat wave of August 2003. *Eurosurveillance*, 10(7-9).
- Oberlin, m., Tubery, M., & Cances-Lauwers, V. (2008). Heat related illnesses during the 2003 heat wave in emergency service. *Emergency Medicine Journal*, 297-299.
- Page, L., Hajat, S., & Kovats, S. (2007). Relationship between daily suicide counts and temperature in England and Wales. *The British Journal of Psychiatry*, 106-112.
- Persson G. och Wern L. (2011), *Värmeböljor i Sverige*, Faktablad Nr 49, SMHI. <http://www.smhi.se/publikationer/varmeboljor-i-sverige-1.16891>
- Region Halland. (2012). *Årsredovisning 2012*.
- Rey, G., Fouillet, A., Bessemoulin, P., Frayssinet, P., Dufour, A., Jougl, E., o.a. (2009). Heat exposure and socio-economic vulnerability as synergistic factors in heat-wave related mortality. *Eur J Epidemiol*, 494-502.
- Rocklöv, J. (2009). *Short-term Effects of Ambient Temperature on Daily Deaths and Hospital Admissions*. Umeå: Department of Public Health and Clinical Medicine Occupational and Environmental Medicine.
- Rocklöv, J., Hurtig, A.-K., & Forsberg, B. (2008). *Hälsopåverkan av ett varmare klimat - en kunskapsöversikt*. FOI, Totalförvärets forskningsinstitut.
- Rundström, G., Tapper, M., & Sjöblom, F. (2007). *Klimat- och sårbarhetsutredningen - elförsörjning i Sverige*. Bilaga B4 Underlag utarbetad för till Klimat- och sårbarhetsutredningen. Svensk Energi.
- Räddningsverket, SMHI & SLU. (2007). *Vegetationsbrand 2002, 2050 och 2010*. Underlagsrapport utarbetad för klimat- och sårbarhetsutredningen, Bilaga B21.
- Salagnac, J.-L. (2007). lessons from the 2003 heat wave: a French perspective. *Building research & information*, 450-457.
- Salberg, A. (2013). HEM, Anders Salberg, personlig kommunikation 2013-03-12.
- SCB. (2012). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2012*. .
- SMHI. (2011). *Värmeböljor i Sverige. Faktablad nr 49*. Norrköping: SMHI.
- Socialstyrelsen. (2011). *Dödsorsaker 2009*. Socialstyrelsen.
- Socialstyrelsen (2011), *Effekter av värmeböljor och behov av beredskapsåtgärder i Sverige, Redovisning av ett regeringsuppdrag*, ISBN 978-91-86885-00-7. <http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2011/2011-4-2>
- Statens folkhälsoinstitut (2009), *Gröna områden för fler – en vägledning för bedömning av närhet och attraktivitet för bättre hälsa*, ISBN: 978-91-7257-604-9
- Trafikverket. (2012). *Solkurvor 2011 - Statistik, analys och förslag på åtgärder*. TRV 2012/23002.
- WHO. (2004). *Heat waves risks and responses*. Köpenhamn: WHO.
- WHO. (2009). *Improving public health responses to extreme weather/heatwaves EUROHEAT*. Köpenhamn: WHO.



LÄNSSTYRELSEN
HALLANDS LÄN