

# Värmeböljors påverkan på samhällets säkerhet

En kunskaps- och forskningsöversikt med fokus  
på Sverige och konsekvenser utanför hälso-  
området



Redaktör:  
Annika Carlsson-Kanyama, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)

MSB:s kontaktperson:  
Cecilia Alfredsson, 010-240 50 82

Publikationsnummer MSB362 - januari 2012  
ISBN 978-91-7383-204-5

# Sammanfattning

Värmeböljornas påverkan på samhällets säkerhet är inte särskilt väl kända i Sverige men i och med klimatförändringen är det aktuellt att undersöka vad som kan göras för att anpassa samhället till de kraftiga och längre värmeböljor som kommer. Av de effekter värmeböljor kan ge är hälsokonsekvenserna de mest kända, medan konsekvenser för övriga samhällsviktiga sektorer är dåligt belysta. I denna rapport görs ett försök att åtgärda denna kunskapsbrist. Materialet som kunskapssammanställningen bygger på är litteratur samt en del intervjuer och resultaten presenteras efter samhällsviktig sektor varefter ett antal förslag till studier baserat på de kunskapsluckor som upptäckts läggs fram.

Inom sektorn *Finansiella tjänster och massmedia* pekar litteraturen på sårbarheten för värme hos servrar liksom att personal inom bank-och databranschen kan få problem när arbetsmiljön blir för varm. Intervjuer ger en preliminär bild av hur kylning av datahallar i Sverige fungerar, från små serverrum helt utan kylning till stora hallar med reservaggregat.

Inom sektorn *Inre skydd och säkerhet* finns också exempel på att personal påverkas negativt vid värme, på ökad förekomst av bränder då värme kombineras med torka, att värme kan leda till våld och upplopp samt att ammunition kan förstöras. I litteraturen om hur personal inom samhällsviktiga sektorer påverkas av värme påpekas att detta perspektiv ofta saknas i klimatanpassningslitteraturen.

Inom sektorn *Kommunalteknisk försörjning* lyfts elsystemets sårbarhet för värme, både vad gäller komponenter men även risken för överbelastning vid en värmebölja. Erfarenheter från värmeböljor i Europa visar på att elhandeln kan påverkas bl.a. på grund av att möjligheten att kyla kraftverken minskar. I Sverige är det oklart i vilken utsträckning tillgången till frikyla kan minska vid en värmebölja. Angående dricksvatten kan tillgången minska vid en värmebölja, det kan också behöva kylas och påväxten i ledningarna kan öka.

Beträffande sektorn *Jordbruk och livsmedel* kan värme ge skador på grödor och djur, i synnerhet svin och kycklingar. Frysar och kylar kan fungera dåligt eller haverera med förstörda livsmedel som följd.

Förstörda läkemedel kan också bli följderna av en värmebölja inom sektorn *Vård och omsorg* förutom att personalen mår dåligt i alltför varma lokaler. Inom

*Transportsektorn kan asfalt få sprickor och "blöda" vid värme och järnvägsräls kan få solkurvor. Chaufförer som kör lastbilar och bussar kan få sämre uppmärksamhet när det blir för varmt i fordonen och flygplan kan behöva längre startsträcka/mindre last när luften är varm.*

Fem förslag till fortsatta studier presenteras och som kan genomföras var för sig eller i kombination med varandra. De handlar både om hur personal, tekniska komponenter och system samt allmänhetens beteende kan påverkas

vid värme idag och i framtiden liksom om vad som skulle kunna ske med både elförsörjning och annan samhällsviktig verksamhet vid en lång och kraftig värmebölja samt hur en anpassning skulle kunna ordnas.

# Innehåll

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>Innehåll .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Inledning och syfte .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Metod .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Resultat .....</b>	<b>9</b>
3.1 Finansiella tjänster och massmedier.....	9
3.2 Inre skydd och säkerhet .....	11
3.3 Kommunalteknisk försörjning m.m. ....	15
3.3.1 Dricksvatten, avfall och avlopp .....	15
3.3.2 Energiproduktion, distribution och fjärrkyla .....	16
3.4 Jordbruk och livsmedel.....	19
3.5 Vård och omsorg .....	22
3.6 Transporter .....	22
3.6.1 Järnväg och väg.....	22
3.6.2 Sjöfart och flyg .....	26
<b>4. Kunskapsluckor och forskningsbehov .....</b>	<b>28</b>
<b>5. Referenser .....</b>	<b>31</b>



# 1. Inledning och syfte

Klimatförändringen är ett faktum och innebär bland annat att vi får mer extremt väder, till exempel längre och allvarligare värmeperioder eller värmeböljor, mer extrem nederbörd och längre perioder med torka. I Sverige har vi nyligen börjat uppmärksamma just värmeböljor som ett samhällsligt problem. Därför finns behov av att i ökad utsträckning skapa en förståelse för hur sårbart vårt samhälle är för just värme och vad vi behöver göra för att stärka beredskapen och anpassa oss till de förhållanden som kommer att råda.

En värmebölja kan definieras på olika sätt men med den definition som SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) använder för Sverige innebär den **”en sammanhängande period då dygnets högsta temperatur överstiger 25 grader minst fem dagar i sträck” (SMHI, 2011).**

Mot bakgrund av detta har MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) gett FOI (Totalförsvarets forskningsinstitut) i uppdrag att göra en kunskap – och forskningsöversikt över hur samhällets säkerhet kan påverkas vid värmeböljor, dels med fokus på samhällsviktiga sektorer samt även med fokus på konsekvenser utanför hälsosektorn. I studien skall även kunskapsluckor och anpassningsåtgärder identifieras. Anledningen till studiens avgränsningar är att just värmens konsekvenser för hälsan blivit förhållandevis väl beforskade under senare år medan övriga konsekvenser av värmen är mindre väl kända.

I rapporten beskrivs konsekvenser för samhällets säkerhet inom olika **samhällsviktiga sektorer med tanken att belysa hur så kallad ”human security”** kan påverkas av en värmebölja, d.v.s. hur människor kan påverkas när det gäller tillgång till mat, vatten, energi, transporter och skydd när det är väldigt varmt ute (Matthew m.fl., 2010). Ett annat sätt att definiera säkerhet är dock att koppla det till stater men detta görs inte i denna rapport.

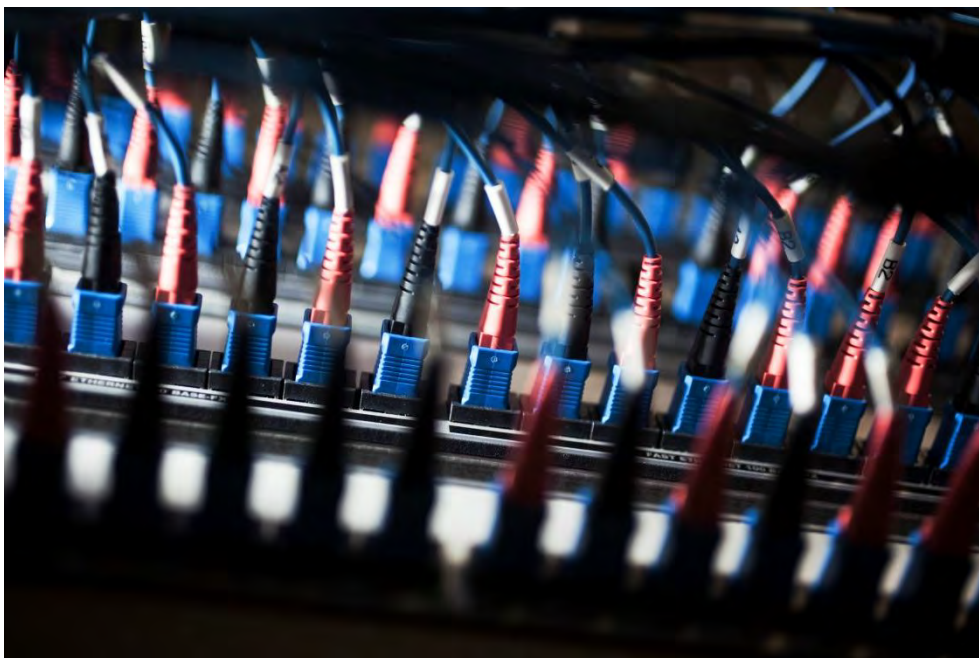
Rapporten består av tre delar:

- Metod delen där tillvägagångssättet för kunskapsinhämtning med mera beskrivs (del 2).
- Resultatdelen avseende värmens effekter på samhällsviktiga sektorer med exempel på anpassningsåtgärder (del 3).
- En del där kunskapsluckor och forskningsbehov definieras (del 4).

## 2. Metod

Till att börja med gjordes en litteratursökning om värmeböljors konsekvenser via en rad olika databaser vilket resulterade i en mängd träffar, varav de flesta handlade om effekter på hälsan p.g.a. värme (dödlighet och sjuklighet), d.v.s. de handlade om just de effekter studien inte skulle beröra.<sup>1</sup> Därefter tillämpades en rad olika metoder för att inhämta kunskap:

- Sökningar på kända så kallade anpassningsportaler.
- Genomgång av samtliga underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen (35 stycken).
- Sökning hos de nationella och regionala myndigheter som ingår i vissa samverkansområden.
- Intervjuer med vissa samhällsaktörer (företag, forskare och fackföreningar) vilka bedömdes ha kunskap av intresse som dock inte dokumenterats tidigare/i sammanhang där klimatförändring och värmeböljor diskuterats.



---

<sup>1</sup> Flest träffar fanns i databaserna ScienceDirect, Web of Science, Libris, CSA-databaser:



## 3. Resultat

Resultaten presenteras fördelade på samhällsviktiga sektorer och med en uppdelning på litteratur som producerats utanför och inom Sverige inom varje avsnitt. De nationella och regionala myndigheter som ingår i relevanta samverkansområden och som inte tagit fram underlag för att bedöma effekterna av värmeböljor på ”sin” sektor listas i slutet av varje avsnitt.

### 3.1 Finansiella tjänster och massmedier

I litteratur som skrivits **utanför Sverige** nämns att stora servrar och datacentraler kan få problem med kylning vid värmeböljor (Trade Union Congress, årtal okänt) liksom att personal vid kundcenter inte kan prestera lika mycket som normalt om det är för varmt i lokalerna. Personal som arbetar ute kan drabbas av liknande problem, t.ex. då de lägger kablar. Problem med värme kan också drabba personal inom t.ex. banksektorn och som ofta sitter i lokaler med öppen planlösning där det är svårt att reglera temperaturen (Trade Union Congress, årtal okänt).

Hanna m.fl. (2011) går igenom de effekter värme kan få på arbetande personers prestationsförmåga och påpekar att samhället hitintills gjort lite för att skapa normer och regler för hur arbete i värme skall hanteras (läs mer under avsnitt 3.2)

**I Sverige** har Post och telestyrelsen (PTS) gjort en risk och sårbarhetsanalys för sektorn elektronisk kommunikation år 2011, och där nämns att klimatologiska och meteorologiska fenomen som klimatförändring, värmeböljor och torka är ett hot mot sektorn och vidare att hårdvara kan påverkas av för höga temperaturer. Vidare påpekas att sektorn är sårbar för sådant el bortfall som hindrar kylning (PTS, 2001). Texterna som berör värmeböljor och klimatförändringar är mycket korta (d.v.s. ett par meningar) och enligt PTS finns i dagsläget ingen information utöver detta om effekterna av värmeböljor.<sup>2</sup>

För att få fram mer underlag av betydelse för datakommunikation, säkerhet och värmeböljor har en rundringning till leverantörer av datatjänster gjorts inom ramen för det här uppdraget. Av denna framgår att temperaturen i serverhallar bör ligga mellan 16-20 grader för att serverna skall fungera optimalt. Stora serverhallar har därför kylning och reservkraft. Idag utgör elförbrukningen för kylning en stor kostnadspost jämfört med elförbrukningen för att driva serverna, ungefär 75 % av elen kan gå till kylning medan 25 % går till att driva serverna. När man etablerar nya serverhallar i t.ex. Norrland görs det för att få ned elförbrukningen för kylning, dock är det knappast tankar på klimatförändringen som motiverar sådana beslut.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Telefonsamtal med Ove Landberg, PTS den 16 november 2011.

<sup>3</sup> Telefonsamtal med Kaj Cullberg, IT prospektör 28 november 2011.



Företaget Acon har t.ex. en hall i Norrland i en lokal som ägs av Fortifikationsverket där man bland annat har ett lager diesel som räcker för att generera el i två månader i händelse av elavbrott. Enligt företaget Dataline, som förmedlar två hallar i Stockholm, lär det antagligen finnas tusentals små data/serverrum i Stockholm som inte har kylning idag. I de större serverhallarna har man kylanläggning och en gissning är att hälften har reservkyla/kraft, det kan handla om att kunna generera el under ett par minuter (med hjälp av batterier) till att ha generatorer som drivs med diesel. Att lagra stora mängder diesel kan dock vara svårt om hallen ligger i ett vanligt kontorshus. Om en värmebölja skulle få som konsekvens att elen stängdes av under vissa tider till följd av ransonering skulle de batterier som används kunna skadas.<sup>4</sup> Enligt företaget Coromatic blir det allt vanligare med kyla i dator/serverhallar men det finns också utrymmen som t.ex. korskopplingsrum där kylning inte alltid finns. En del servrar har temperaturvakter och om en viss temperatur överskrids så stängs de av. Tillgången till reservkyla/kraft i mindre serverhallar varierar medan den i stora är mycket vanlig. Att diskutera ökat behov av kyla, reservkyla/kraft till följd av klimatförändringen är inte vanligt bland branschfolk.<sup>5</sup>

I Sverige har följande myndigheter som sitter med i samverkansområdet Ekonomisk säkerhet inte tagit fram något underlag som visar på hur värmeböljor påverkar/kan påverka sektorn Finansiella tjänster och massmedier:

- Finansinspektionen<sup>6</sup>
- Försäkringskassan<sup>7</sup>

<sup>4</sup> Telefonsamtal med Peter Linder, Dataline 28 november 2011.

<sup>5</sup> Telefonsamtal med Bengt Lind, Coromatic, 28 november 2011.

<sup>6</sup> E-post från Hans Bäckström, Finansinspektionen den 25 november 2011.

- Riksgälden<sup>8</sup>
- Skatteverket<sup>9</sup>
- Arbetsförmedlingen<sup>10</sup>
- Länsstyrelsen i Stockholm<sup>11</sup>

## 3.2 Inre skydd och säkerhet

Det finns flera studier gjorda **utanför Sverige** som pekar på sambandet av våld, upplopp och allmän oordning vid värmeböljor (Benzie m.fl., 2011, Hanna m.fl., 2011). Bränder är också ett problem i samband med värme som också ofta kombineras med torka (Benzie m.fl., 2011, Mukheibir och Ziervogel, 2007, Bedsworth och Hanak, 2010). Enligt Garcia-Hererra (2010) blev 739 000 ha avbrända under värmeböljan 2003 i de fem sydeuropeiska länderna.

Under samma värmeböljor kommer personal inom ordningsmakten och räddningstjänsten att utsättas för större hälsorisker då de arbetar och deras bedömningsförmåga kan avta (Trade Union Congress, årtal okänt, Hanna m.fl., 2011).

Hanna m.fl. (2011) är en av de få studier som explicit tar upp de effekter värmeböljor får och kan få för personal inom t.ex. räddningstjänst och polis i och med klimatförändringen. Enligt dessa författare har värme både fysiologiska och psykologiska effekter på människan. Exempel på hur personers fysiologiska kapacitet förändras med temperaturen är att den halveras när den temperatur som innebär full arbetskapacitet överstigs med 2 grader (Hanna m.fl., 2011). Även den psykologiska funktionen sätts ned med ökad temperatur och det finns risk för fler olyckor. Om värmeböljor förekommer i samband med höga ozonhalter ökar också risken för att personer inom t.ex. räddningstjänst och polis påverkas negativt. Att använda skyddsutrustning kan under värme också upplevas som obehagligt. Hanna m.fl. (2011) påpekar att få klimatanpassningsplaner hitintills behandlat effekter på människor i arbete och att dessa människors utsatthet för värme inte är något som prioriteras inom hälsoområdet idag.

**Inom Sverige** har få klimatanpassningsstudier tagit upp konsekvenser av värmeböljor för inre skydd och säkerhet i sina genomgångar av effekter på olika sektorer. Socialstyrelsen som skrivit rapporten Effekter av värmeböljor och

---

<sup>7</sup> En sökning på hemsidan gav inga relevanta träffar.

<sup>8</sup> Mejl från Lotta Oscarsson, Riksgälden den 24 november 2011.

<sup>9</sup> Telefonkontakt med växeln 24 november 2011.

<sup>10</sup> Uppgifter per e-post från Daniel Johansson 25 november 2011.

<sup>11</sup> Slutsatsen drogs efter att ha läst Länsstyrelsen (2011) Stockholm-varmare, blötare.

Klimat- och sårbarhetsanalys av Stockholms län. Rapport 2011:28. Andra länsstyrelsers utredningar har dock inte granskats.

behov av beredskapsåtgärder i Sverige påpekar att den generella bilden i Sverige idag är att beredskap för värmeböljor inte är en prioriterad fråga efter att ha ringt runt till ett antal Länsstyrelser och kommuner (Socialstyrelsen, 2011).

Ökad risk för bränder är dock något som tagits upp av Räddningsverket (2007) som simulerade hur skogsbränder kan förändras i ett klimat som är både varmare och torrare. Med en större andel lövträd i ett framtida klimat minskar t.ex. förtärligheten på marken vilket minskar risken för brandspridning men vegetationen blir också rikligare vilket innebär att mer material kan fatta eld. En simulering gjord av samma författare (2007) visade att antalet brandriskdagar ökar framöver, med 50 % avseende högriskdagar i södra Sverige (fram till 2100). Det påpekas att om flera stora bränder i skogen startar samtidigt framöver kan resurserna för brandbekämpning få svårt att räcka till samtidigt som man måste upprätthålla beredskap för andra nödlägen (Räddningsverket, 2007). Brandsäsongen i södra Sverige kan även komma att vara året om. Vidare lyfts möjliga konsekvenser för infrastrukturen till följd av rök och brand t.ex. skador på el och teleledningar, master för mobiltelefoni och radio, samt att väg och järnväg kan få stängas av. I 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, delvis p.g.a. att folk grillade ute och på så sätt satte eld på torr vegetation. Svårsläckta markbränder förekom (Carlsson-Kanyama, 2011).



Några andra effekter på sektorn Inre skydd och säkerhet redovisas i några av de lokala klimateffektprofiler som gjorts i Sverige. I Lomma effektprofil framgår t.ex. att vandalism och stölder ökar när det är varmt (Lomma kommun, 2010). I Carlsson-Kanyama m.fl. (2011) finns uppgifter om mer bråk och misshandel under en värmebölja år 2010.

En ytterligare effekt av värmeböljor är en ökad belastning på personal som arbetar inom olika samhällsviktiga sektorer. Enligt Arbetsmiljöupplysningen är arbete i stark värme påfrestande för kroppen och mycket stark värme kan vara farligt. Värme sänker prestationsförmågan och arbetstakten, försämrar koncentration, uppmärksamhet och omdöme, vilket även kan medföra risker för andra.<sup>12</sup> I rapporten *Temperatur inomhus* (Socialstyrelsen, 2005) beskrivs hur människor påverkas av bl.a. värme. Här anges att en för hög inomhustemperatur kan medföra illamående, trötthet och huvudvärk vilket som indirekt effekt ger minskad arbetsprestation, ökad olycksrisk och försämrad komfort.

Enligt de texter som finns på Arbetsmiljöverkets hemsida finns det inga övre gränsvärden för arbete i värme, utan dessa avgörs från fall till fall och bör bygga på upplevd komfort samt mätningar av temperatur, luftfuktighet och lufthastighet. Enligt samma myndighet medför lufttemperaturer upp till ca +30°C ingen eller endast måttlig påfrestning för kroppen vid arbete inomhus och vid en sådan temperatur under en kortvarig värmebölja (ca en vecka) behövs normalt inga permanenta åtgärder, däremot kan tillfälliga åtgärder behövas. Vid fysiskt lätt och stillasittande arbete finns det anledning att se till att det termiska klimatet undersöks närmare om lufttemperaturen varaktigt överstiger ca +26°C. Bedömning av värme kan göras med standarden SS-EN ISO 7730:2006 vid temperaturer mellan +10 och upp till +30°C.<sup>13</sup> Enligt Arbetsmiljöverket pågår idag inget arbete inom myndigheten med att se över de riktlinjer för hur varmt det får vara när man arbetar ute eller inne med anledning av klimatförändringen men vid värmeböljan år 2010 fick samma myndighet mängder av samtal som handlade om värmebesvär.<sup>14</sup> Enligt Carlsson-Kanyama m.fl. (2011) kände sig räddningspersonal obekväma under värmeböljan i Sverige år 2010.

Effekter på värme hos svensk militär personal har studerats av FOI, dock inte alls med syfte att stödja klimatanpassning utan att ta reda på hur svenska soldater mår som deltar i utländska operationer i varmare länder som t.ex. Afghanistan eller Västsahara. Till exempel visade det sig att soldater som vistades i höga temperaturer då de arbetade med minröjning inte tyckte att arbete borde fortgå i högre temperaturer än 40-45 grader. Andra resultat var att vistelse i luftkonditionerade utrymmen under vila hade stor betydelse för värmebelastningen under arbetet och att det vid fullt solsken och vid temperaturer på 40-45 grader var nödvändigt att arbetet kortades till 30 minuter med dubbla vilotiden för att inte värmelagringen skulle nå 3-4 kJ/kg,

---

<sup>12</sup> Arbetsmiljöupplysningen. 2011. Information på <http://www.prevent.se/sv/arbetsmiljoupplysningen/amnen/varmt-pa-jobbet/> i december.

<sup>13</sup> Uppgifter från [http://www.av.se/teman/temperatur\\_klimat/varme/](http://www.av.se/teman/temperatur_klimat/varme/)

<sup>14</sup> Telefonsamtal med Per Lindholm, Arbetsmiljöverket 7 december 2011.

en nivå som kan innebära försämrad uppmärksamhet. Dessa studier gjordes på personer som i genomsnitt var 27 år, vägde 84 kg och var 180 cm långa (Danielsson och Keinänen, 1999). Liknande forskning bedrivs idag på KTH, avdelningen för omgivningsfysiologi, med fokus på militär personal och med medel från Försvarsmakten.

Studier av ammunition och hur den beter sig vid extrem värme har också utförts inom FOI, inte heller detta som en del av ett klimatanpassningsarbete utan inom ramen för Försvarsmaktens planering inför insatser utanför Sverige. Resultaten kan dock vara av intresse även för dem som arbetar med klimatanpassning i Sverige idag. Av dessa studier framgår att i en del ammunition ingår trotyl (TNT) ett explosivämne som smälter vid ca 80 grader. Denna temperatur kan uppnås i t.ex. förråd då ute temperaturen är mycket hög. Om TNT smälter och rinner ut i gängor kan ammunitionen bli farlig att hantera då explosivämnet stelnar igen. Det kan också uppstå farliga fel i själva laddningen då TNT som smält stelnar igen. Det finns ammunition som innehåller drivkrut baserat på nitrocellulosa (NC). NC sönderfaller spontant och dessutom katalyserar sönderfallsprodukterna vidare sönderfall som kan leda till självinitiering. Man tillsätter därför stabilisatorer till NC-krut som tar hand om dessa sönderfallsprodukter för att förhindra att självantändning uppstår. En ökande temperatur ökar sönderfallshastigheten och stabilisatorerna förbrukas snabbare. Det är kritiskt att en viss minimihalt av stabilisatorer finns kvar i krutet för att förhindra självantändning. Det finns också ammunition som innehåller platsbundna explosivämnen eller kompositkrut. Om dessa explosivämnen utsätts för snabba temperaturväxlingar kan deras mekaniska egenskaper påverkas och det kan uppstå farliga sprickbildningar. Även höga temperaturer gör att polymeren som används som bindemedel åldras snabbare och de mekaniska egenskaperna försämras och risken för sprickbildning ökar.<sup>15</sup> Exempel på studier som gjorts av ammunition och värme inom FOI är att utsätta den för temperaturer upp till 40-50 grader i skuggan (Menning och Hägvall, 2005). För närvarande pågår arbete med att testa flera typer av ammunition i situationer som liknar de miljöer de utsätts för i t.ex. Afghanistan. Dataloggrar sätts på svenska fordon och förråd för att ta reda på vilka temperaturer ammunitionen utsätts för (Bemm och Menning, 2010, Menning, m.fl., 2011).

Följande myndigheter som ingår i samverkansområdet Skydd, undsättning och vård har inte skrivit något om värmeböljors effekter på sektorn Inre skydd och säkerhet:

- Kustbevakningen<sup>16</sup>
- Rikspolisstyrelsen<sup>17</sup>
- Sjöfartsverket<sup>18</sup>

---

<sup>15</sup> Mejlkonversation med Elisabeth Bemm, FOI 21 november 2011.

<sup>16</sup> Telefonsamtal med Anders Kollberg, 25 november 2011.

<sup>17</sup> Mejl till Rikspolisstyrelsen den 1.12-11 som förblev utan svar samt sökning på hemsidan utan träffar

- Tullverket<sup>19</sup>
- Transportstyrelsen<sup>20</sup>
- Länsstyrelsen i Västernorrlands län<sup>21</sup>
- Länsstyrelsen i Dalarnas län<sup>22</sup>
- Västra Götalandsregionen <sup>23</sup>

### 3.3 Kommunalteknisk försörjning m.m.

Generellt för hela denna sektor gäller att personal kan arbeta/komma att arbeta under temperaturer som innebär att deras fysiologiska och psykologiska kapacitet minskar, t.ex. då de arbetar i ledningsgravar under sommaren. Hanna m.fl. (2011) går igenom de effekter värme kan få på arbetande personers prestationsförmåga och påpekar att samhället hitintills gjort lite för att skapa normer och regler för hur arbete i värme skall hanteras (läs mer under avsnitt 3.2). Ett exempel på hur personer som arbetar inom sektorn Kommunalteknisk försörjning kan påverkas kommer från Landskrona stad där man under en värmebölja på 2000-talet fick ändra arbetstiderna för anställda som lade ledningar, de fick börja mycket tidigt och sluta vid 13 tiden på dagen för att orka med arbetet (Carlsson-Kanyama m.fl., 2010).

#### 3.3.1 Dricksvatten, avfall och avlopp

Problem med råvatten, både vad gäller kvalitet och mängd, har uppmärksammats i flera studier gjorda **utanför Sverige** som en konsekvens av värmeböljor och då också i kombination med torka (Benzie m.fl., 2011, Trade Union Congress, årtal okänt). Vid långvarig värme avdunstar mycket vatten och föroreningar koncentreras och om torka också råder kan vattentäkter sina. Dessa problem uppmärksammas t.ex. i Kapstaden som identifierat vattenbrist som ett problem inför framtiden (Mukheibir och Ziervogel, 2007).

**Inom Sverige** tar bland annat Bergmark (2007) upp problematiken med att värmeböljor i samband med uppehåll kan ge torka som får effekter på vattentillgången och kan orsaka vattenbrist. Redan idag finns problem med sinande brunnar under den senare delen av sommaren i de sydöstra delarna av

---

<sup>18</sup> Enligt telefonsamtal med Jaak Meeri, 21 november 2011.

<sup>19</sup> Enligt besked från Tullverkets växel i november 2011.

<sup>20</sup> Enligt mejl från Barbro Torstensson, 21 november 2011.

<sup>21</sup> Enligt telefonsamtal med Lena Fröberg 25 november 2011.

<sup>22</sup> Efter genomläsning av länets Klimatanpassningsstrategi (Länsstyrelsen i Dalarnas län, 2011)

<sup>23</sup> Enligt telefonsamtal med Per Hörberg och efter att ha sökt igenom regionens hemsida 26 november 2011.

landet. I framtiden kan den problematiken bli vanligare och åtgärder för att spara vatten kan komma att behövas och i vissa fall behöver vattentäkter ersättas. Andra problem som tas upp av samma författare (2007) är att varmare somrar med ökad risk för värmeböljor kan bidra till att nya vattenburna och sjukdomsframkallande virus, protozoer och parasiter kan uppträda i råvattnet, att det finns ökad risk för algbloomning och att det finns ökad risk för så höga vattentemperaturer i råvattnet att dricksvattnet kan behöva kylas om råvattnet kommer från en ytvattentäkt. Vidare påpekas att det finns en ökad risk för tillväxt av mikroorganismer i ledningsnäten då det är mycket varmt samt att det i vattenverken m.m. finns ökad risk för mögel i kalla utrymmen när det är varmt och fuktigt ute (Bergmark, 2007).

I Carlsson-Kanyama m.fl. (2011) finns exempel på att en sommar med värme och torka kan skapa problem redan idag. I mitten av juli 2010 blev Enköpings kommun i Mälardalen tvungna att införa datumbevattning för alla som var anslutna till det kommunala ledningsnätet i vissa områden.

### 3.3.2 Energiproduktion, distribution och fjärrkyla

**Inom Sverige** ger bland annat Energimyndigheten sin syn på hur fler extrema väderhändelser påverkar energitillgången i rapporten *Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet* (Energimyndigheten 2009a). Värmeböljornas effekter är dock inget som uppmärksammas utan man har istället fokuserat på andra extrema väderhändelser såsom höga flöden, stormar, ras och skred. Rapporten innehåller ändå viss information av intresse.

Det nämns bland annat (Energimyndigheten, 2009a) att högre temperaturer medför sämre kylning av apparater som ger förlustvärme, vilket ger ökat slitage. Befintliga ledningar och kablar får lägre överföringsförmåga med risk för överbelastning och elavbrott, vilket berör lokalnät och regionnät på lägre spänningsnivåer. Högre temperaturer kan även leda till överbelastning av främst transformatorer placerade inomhus (berör främst stationer på regionnätetsnivå).

Överhettade lokaler är också ett generellt hot mot all processindustri där kraftvärmeverken ingår påpekar Energimyndigheten (2009b) som dock inte kunnat hitta incidentrapporter där stark värme eller kyla har varit orsak till problem på ett kraftvärmeverk eller annan processindustri.

### Elproduktion

**I studier gjorda utanför Sverige** har höjda temperaturer i vattendrag lyfts som ett problem för kondenskylda kraftverk såsom kärnkraftverk liksom att utgående kylvatten kan hålla för höga temperaturer för att släppas ut i recipienten (Benzie m.fl., 2011, Salagnac, 2011, Rubelke och Vögele, 2011). Elstationer kan upphöra att fungera då de blir för varma med elavbrott som följd (Benzie m.fl., 2011, Trade Union Congress, årtal okänt). Tillgång till vattenkraft kan också kraftigt minska under värmebölja/torka, i Frankrike minskade tillgången med 19 % under en tid sommaren 2003 samtidigt som produktionen av el i kärnkraften minskade med 4 % då kylvattnet var för varmt (Salagnac, 2011).





Det finns under sådana tillfällen också risk på elbrist till följd av ökad användning av el för kylning (Bedsworth och Hanak, 2010). För Indien visar en studie att elanvändningen för kylning kan öka landets energianvändning med mellan 750 000 till 1 350 000 GWh om temperaturen stiger knappt 4 grader (Akpınar-Ferrand och Singh, 2010). I Frankrike visade en studie av värmeböljan 2003 att försäljningen av kylaggregat ökade kraftigt, med 30-40 % jämfört med året innan värmeböljan. Det innebar att elanvändningen ökade med 4,2 % jämfört med samma tid året innan vilket innebar att åtgärder såsom minskad export och ökade inköp av el sattes in liksom överenskommelser med industrin om att dra ned på elanvändningen (Salagnac, 2011). Rubbelke och Vögele (2011) modellerade systemeffekter på elhandeln och elproduktionen inom Europa under ett varmare klimat med fokus på elproduktion från kärnkraftverk. Det var framförallt Italien som då kunde få problem med eltillgång eftersom de länder man normalt importerar el från i dessa lägen minskar sin export. Det är framförallt från Frankrike som Italien importerar el, 35 % kom därifrån 2005, Italien är därför mycket sårbar för händelser som påverkar elproduktionen i importländerna (Kopytko och Perkins, 2011).

**Inom Sverige** finns en del material framtaget om effekterna av värme på elproduktionen. Ett exempel är Rundström m.fl. (2007) som påpekat att elproduktionen från kärnkraft kan påverkas om vattentemperaturen stiger, vilket medför sämre verkningsgrad som dock kan kompenseras genom större kondensatorer och därmed högre flöde. Även Energimyndigheten tar upp samma tråd, d.v.s. att fler värmeböljor medför ökande ytvattentemperaturer vilket kan ha betydelse för elproduktionen (Energimyndigheten, 2009a). Vattentemperaturen har en avgörande betydelse för verkningsgraden vid kärnkraftverk och oljekondenskraftverk – högre temperatur ger sämre verkningsgrad och lägre tillgänglighet. Det har inneburit att kärnkraftverksföretagen investerat i ombyggnad avseende förmåga att hantera höga kylvattentemperaturer. Dessa investeringar anses också både

säkerhetsmässigt och ekonomiskt motiverade då de kan ge högre årsproduktion till en relativt låg kostnad. För de befintliga oljekondensverken är en högre ytvattentemperatur inte något bekymmer enligt samma studie (Energimyndigheten, 2009a). Samma väderförhållanden i kombination med torka kan också orsaka lokal vattenbrist vilket skulle kunna innebära att vattenförsörjningen till ett kraftvärmeverk skulle kunna hindras. Enligt Energimyndigheten (2009b) har det dock inte gått att finna incidentrapporter där vattenförsörjningen har varit orsak till problem på ett kraftvärmeverk.

Enligt Energimyndigheten (2009b) skulle en period med mycket varm väderlek eventuellt kunna påverka produktionen vid ett kraftvärmeverk, t.ex. genom att tillhörande kylutrustning (kylpumpar och kylfläktar) havererar på grund av överbelastning. Detta skulle i sin tur kunna leda till störningar eller avbrott som berör slutkonsumenterna.

Ett varmare klimat och återkommande värmeböljor innebär sannolikt att installation och användning av kylanläggningar ökar, både i offentliga lokaler och i privatbostäder. En sådan utveckling skulle möjligen kunna leda till hårdare belastning av elnätet då det krävs el för att driva dessa kylanläggningar. Det har dock inte gått att finna några händelser där hög lufttemperatur eller värmebölja gett upphov till denna typ av följder i Sverige (Energimyndigheten, 2009b) men frågan kvarstår som ett intressant område för ytterligare fördjupning.<sup>24</sup> Även i Sverige skaffar sig människor kylanläggningar i ökad utsträckning när det är varmt, under en värmebölja år 2010 blev det väntelistor hos de affärer som sålde kylanläggningar (Carlsson-Kanyama m.f., 2011).

## **Fjärrkyla**

Fjärrkyla är i Sverige i regel så kallad frikyla, där man utnyttjar kallt vatten från hav, sjö eller älv till kyla. Om vattnet blir varmare minskar det möjligheten att nyttja vattnet för kyländamål. Enligt Energimyndigheten (2009a) medför även små förändringar i temperatur att kylningen blir sämre. Det första fjärrkylesystemet togs i drift i början på 1990-talet och reinvesteringarna är därmed i princip lika med noll i befintliga nät. Det innebär att det inte sker någon successiv anpassning till det förändrade klimatet i nuläget (Energimyndigheten, 2009a). Sårbarheten hos fjärrkyleanläggningar som utnyttjar frikyla varierar och beror bland annat på hur djupt vattenintaget ligger (ett exempel är Västerås anläggning där intaget ligger på 4 meters djup enligt Energimyndigheten (2009b)). Enligt Energimyndigheten (2009b) kan inte frikyla produceras om vattentemperaturen ligger över 20 grader. Det är dock viktigt att påpeka att en höjd vattentemperatur även om det ligger under 20 grader innebär att frikyleproduktionen minskar. Kostnaderna ökar också för att kunna producera motsvarande mängd fjärrkyla (Energimyndigheten, 2009b). Om möjligheterna för frikyla blir sämre blir samhället mer beroende av andra tekniker för att producera kyla, till exempel fjärrvärme och el. I Sverige visar en enkät till kommuner att få varit med om värmeböljor som orsakat problem för energiförsörjningen de senaste 10 åren och att inte många

---

<sup>24</sup> Personlig kommunikation med Ester Veibäck, f.d. anställd vid Energimyndigheten.

anser att för höga ytvattentemperaturer för att driva t.ex. fjärrkyleanläggningar kan vara ett stort problem framöver (Combitech, 2009).

Följande myndigheter som ingår i samverkansområdet Teknisk infrastruktur har inte skrivit något om värmeböljors effekter på sektorn Kommunalteknisk försörjning:

- Elsäkerhetsverket<sup>25</sup>
- Livsmedelsverket
- Post och telestyrelsen
- Svenska kraftnät<sup>26</sup>
- Fortifikationsverket<sup>27</sup>
- Landstinget i Jämtland<sup>28</sup>
- Länsstyrelsen i Jönköping<sup>29</sup>
- Länsstyrelsen i Värmland<sup>30</sup>

### 3.4 Jordbruk och livsmedel

Under denna rubrik redovisas konsekvenser av värmeböljor för jordbruks- och livsmedelssektorn som kan leda till att leveranserna av livsmedel störs, antingen genom att kvantitet eller kvalitet minskar/försämras. Konsekvenser av att äta eller dricka livsmedel av undermålig kvalitet, t.ex. på grund av för hög förekomst av bakterier har däremot avgränsats bort från genomgången.

I studier gjorda **utanför Sverige** framgår att jordbruket inklusive animalieproduktionen kan dabbas hårt av värmeböljor, och då särskilt om torka också råder samtidigt (Benzie m.fl., 2011, Trade Union Congress, årtal okänt). Utfallet i de studierna är dock beroende av de antaganden om storleken på klimatförändringen som gjorts. I en studie för EU där en global temperaturförändring på 2 grader simulerades fann man att produktionen i Sydeuropa påverkas negativt vid de värmeböljor som kan uppstå medan jordbruket i norra Europa påverkades positivt (Moriondo m.fl., 2010). Detta kan jämföras med de

---

<sup>25</sup> Telefonsamtal med GD Elisabeth Falemo den 15 november 2011.

<sup>26</sup> En rad rapporter om dammsäkerhet finns på <http://www.svk.se/Om-oss/Var-verksamhet/Dammsakerhet/Rapporter/>. Enligt telefonsamtal med växeln den 16 november 2011 har Svenska Kraftnät inte publicerat några andra rapporter eller dokument som handlar om effekter p.g.a. klimatförändringen.

<sup>27</sup> Telefonsamtal med John Öberg 17 november 2011.

<sup>28</sup> Enligt telefonsamtal med Roland Frisdalen samt genomläsning av Jämtlands läns landstings miljöpolicy på <http://www.jll.se/omoss/miljoarbete/miljopolicy.4.4dc3b946126df75d1b3800011.html>.

<sup>29</sup> Telefonsamtal med den Gustav Enander den 17 november 2011. I en kommande rapport tas hälsoeffekter av värme upp.

<sup>30</sup> Telefonsamtal med Anna-Karin Klasa 17 november 2011.

effekter på jordbruket som värmeböljan 2003 faktiskt fick – fyra miljoner slaktkycklingar dog i Frankrike och i Spanien minskade antalet slaktkycklingar med 15-20 %. I Frankrike föll mjölkproduktionen med 2,65 % under sommaren 2003 och i stora delar av Mellan- och Sydeuropa påverkades skördarna kraftigt (Garcia-Hererra m.fl., 2010). Vid en uppskattning av effekterna av värmeböljan i Storbritannien år 2003 fann man dock att de negativa effekterna i jordbrukets produktivitet var marginell och inskränkte sig till något lägre produktion av svinkött och mjölk (Metronomica, 2006). Vidare har man för Storbritanniens räkning undersökt i vilken utsträckning jordbruksproduktionen i landet drabbats av redan inträffade värmeböljor och torrperioder och resonerat om sårbarheten för framtida. Man fann då att anpassning har skett men att anpassningarna inför framtiden inte kan ses som självklara (Wreford och Adger, 2010). I den uppskattning som gjorts i Finland av klimatförändringens effekter nämns värmeböljor som ett problem vid fiskodling med fiskdöd och minskad tillväxt som resultat (Ministry of Agricultural and Forestry, 2005).

I studier som tagits fram **inom Sverige** nämns t.ex. de kraftiga regnskurar som kan uppkomma vid värmeböljor som ett problem för vissa grödor när de mognar framöver, sådana skurar under skördetiden för ärtor och bönor kan resultera i sönderslagna skidor. Vidare nämns att värme i samband med torka kan göra att bevattning försvåras vilket kan förstöra skördar av känsliga grödor. (Eckerstein m.fl., 2007, Länsstyrelsen i Stockholm, 2011). För vissa fiskar kan värmeböljor vara negativt, insjööringen trivs t.ex. inte i vattentemperaturer över 22 grader och torka i samband med värmebölja kan påverka laxvattendrag i södra Sverige negativt. I sjöar kommer ökad sommartemperatur att innebära en kraftigare utvecklad temperatur skiktning och att sjöarna blir temperaturskiktade under längre tid. Det kan leda till ökad risk för syrgasbrist och svavelvätebildning i bottenvattnet sommartid vilket kan påverka fisken (Fiskeriverket, 2007).



Varma dagar i kombination med fukt kan också bli ett problem för rennäringen eftersom insektplågan då ökar vilket kan innebära att tillväxten försämras (Okänd, 2007).

Beträffande husdjuren kan fler värmeböljor ge värmestress för svin och fjäderfä som inte kan svettas och som därför blir värmestressade vid lufttemperaturer strax över 30 grader. Det påpekas att ett elavbrott under en värmebölja snabbt kan ge mycket hög dödlighet i fjäderfäbesättningar om inte stallarna ventileras, djuren kan börja dö inom någon timme (Lindgren m.fl. 2007). Värme i kombination med torka kan också ge betesbrist vilket kan ge minskad produktion. Länsstyrelsen i Dalarnas län lyfter fram att värmestress kan ge mindre mjölkproduktion (Länsstyrelsen i Dalarnas län, 2011). Värmeböljornas konsekvenser för djurhälsan tas också upp i en artikel i Svensk veterinärtidning (Ahlbin m.fl., 2008). Här nämns att värmeböljor gör djuren stressade, vilket kan ge sänkt produktion av mjölk och ägg, sänkt reproduktionsförmåga och tillväxt samt ökad infektionskänslighet. Även Länsstyrelsen i Blekinge (2011) påpekar att omgivningstemperaturen har också stor betydelse för djurens välbefinnande, särskilt när det gäller svin och fjäderfä. Vuxna grisar och höns vill t.ex. ogärna ha över 20 °C, då det bl. a. finns en ökad risk för plötslig hjärtdöd.

Exempel på vad som kan hända med jordbruket vid en värmebölja i kombination med torka i Sverige ges av Carlsson-Kanyama m.fl. (2011) gällande år 2010. Då infördes t.ex. bevattningsrestriktioner och för att få vattna måste man ha tillstånd, och det gällde uttag av både yt- och grundvatten. Värmeböljan påverkade både grödor och djur och på en gård låg korna och flåsade. I brist på gräs åt de på vassen vid sjön. Det fanns också rapporter om att brunnarna började sina och att marken var så torr och hård att det var svårt att få ner plogen. På känsliga ställen fanns också brännskador på grödorna.

Djuren kände också av värmen och torkan. De stannade inomhus trots att de hade möjlighet att gå ut. De drack också mer vatten än vanligt. En lantbrukare uppskattade att han förlorat en fjärdedel av inkomsten p.g.a. torkan (Carlsson-Kanyama m.fl. 2011).

Beträffande livsmedel och värme påpekar Lindgren m.fl. (2007) att det tycks finnas ett samband mellan värmeböljor och fall av livsmedels och vattenburna sjukdomar samt att problematiken med matförgiftningar inte minskar trots att tillgång till kyld förvaring finns i stort sett överallt nuförtiden. Detta kan bero på sämre kunskaper om livsmedelshygien. Ett problem med livsmedel och värme är att kylanläggningar kan haverera och mat får kasseras. Det hände under en värmebölja år 2010 då temperaturerna utomhus låg på 30 grader (Carlsson-Kanyama m.fl. 2011).

## 3.5 Vård och omsorg

Inom denna sektor redovisas konsekvenser som inte har direkt bäring på människors hälsa genom att de utsätts för värme eller smitta som kan förekomma oftare då det är varmt och därmed behöver sjukvård eller ökad tillsyn.

I studier **utanför Sverige** har man uppmärksammat att värmeböljor sätter ökad press på personal inom vård- och omsorgssektorn. Likaså kan läkemedel bli dåliga under värmeböljor om de inte förvaras i kyllda utrymmen (Benzie m.fl., 2011). Hanna m.fl. (2011) går igenom de effekter värme kan få på arbetande personers prestationsförmåga och påpekar att samhället hitintills gjort lite för att skapa normer och regler för hur arbete i värme skall hanteras (läs mer under avsnitt 3.2). Det finns både fysiologiska och psykologiska effekter av arbete i värme, det skulle t.ex. kunna leda till att förmågan att fatta rätt beslut avtar om det är för varmt på sjukhus och vårdhem.

**I Sverige** finns inte mycket skrivet om effekter av värmeböljor som inte direkt kan kopplas till hälsoeffekter såsom risken för dödsfall eller skador p.g.a. värme och som har relevans för sektorn Vård och omsorg. Socialstyrelsen påpekar dock att läkemedelsförvaring kan bli ett problem under värmeböljor då för höga temperaturer kan försämra kvalitén (Socialstyrelsen, 2011).

Att värmen kan påverka personal inom äldreomsorgen visades dock i Carlsson-Kanyama m.fl. (2011) som studerade konsekvenserna av värmeböljan 2010 i Skåne och Mälardalen genom att samla pressklipp. Där fanns exempel på ett äldreboende där det var över 30 grader i huset trots klagomål till kommunen. **Det blev olidligt att jobba i värmen för personalen, som sa att ”vi orkar inte vara på topp”.** Ett annat exempel på värmens konsekvenser från Botkyrka kommun var att personalen i ett äldreboende då och då fick ta en paus i soprummet som var det enda kyllda utrymmet i det alltför varma äldreboendet.<sup>31</sup> Enligt Länsstyrelsen i Värmland, som har gjort en enkät bland kommunerna angående beredskap för värmeböljor i länet, så är den inte hög.<sup>32</sup>

## 3.6 Transporter

### 3.6.1 Järnväg och väg

Flera studier gjorda **utanför Sverige** pekar på problem med tåg- och annan rälsbunden trafik som kan uppstå vid värmeböljor t.ex. på grund av solkurvor på rälsen eller på grund av att elförsörjningen inte fungerar vid överhettning (Benzie m.fl., 2011, Trade Union Congress, årtal okänt, Ministry of Agricultural and Forestry, 2005). Solkurvor kan i värsta fall leda till urspårning och i andra fall till förseningar i trafiken. I Storbritannien är rälsen anpassad till att klara upp till 36 grader i delar av systemet och temperaturen i rälsen är ofta 15-18 grader högre än lufttemperaturen (Metroeconomica, 2006). Man har ett

<sup>31</sup> Samtal med Ingrid Molander, Botkyrka kommun 2010.

<sup>32</sup> Telefonsamtal med Karin Klasa den 17 november 2011. Information om enkäten kommer att läggas ut på länsstyrelsens hemsida.

övervakningssystem som bland annat innebär reducerad hastighet över vissa temperaturer och vid en viss nivå stängs spåret av. Ett annat problem som uppmärksammats i Storbritannien är bränder längst spåret som hindrar eller försenar trafiken. Tågbanors signalsystem kan också fallera om det blir för varmt, gränsen går vid 40 grader i Storbritannien (Metroeconomica 2006).

Effekter på vägbanor vid värme som uppmärksammats **utanför Sverige** är blödande asfalt (Trade Union Congress, årtal okänt, Metroeconomica 2006, Kanada, 2007). I Storbritannien blev detta ett problem under värmeböljan 2003 då blödande asfalt leder till att friktionen mellan väg och hjul minskade. Smältande blödande asfalt är ett trafiksäkerhetsproblem, speciellt för motorcyklister men även andra trafikanter kan drabbas om det är större partier och det blir bristande friktion vid regn.

The World Road Association (PIARC, 2011) tar upp tre effekter av värmeböljor som påverkar säkerheten på vägarna i en ny rapport. Dessa effekter är:

- spårbildning i asfalt
- blödande asfalt
- sprickbildning

PIARC (2011) tar också upp problem med att lägga asfalt och betong när det är varmare - det tar exempelvis längre tid för asfalten att svalna. Det kommer också enligt samma studie att ställas större krav på vägunderhåll i ett varmare klimat. Man bedömer också att anpassningsalternativ när det gäller vägar redan finns med exempel från områden med varmare klimat (än t.ex. Sverige) som bland annat innefattar andra recept på asfalten. Andra åtgärder är att kyla asfalten med vatten eller att använda ett genomträngligt material som ytbeläggning (PIARC, 2011).

Personal inom transportsektorn påverkas också vid värmeböljor genom att deras omdömesförmåga kan försämrans. Under den värmebölja som Storbritannien hade år 2003 uppmättes temperaturer upp till 41.5 grader i tunnelbanans förarhytter (Trade Union Congress, årtal okänt). I samma rapport påpekas att få företag i Storbritannien verkar ha förberett sig för att hantera de påfrestningar personalen står inför med ett varmare klimat. Hanna m.fl. (2011) går igenom de effekter värme kan få på arbetande personers prestationsförmåga och påpekar att samhället hitintills gjort lite för att skapa normer och regler för hur arbete i värme skall hanteras (läs mer under avsnitt 3.2). Personer inom transportsektorn kan genom sitt arbete vara särskilt utsatta för värme.

Ytterligare exempel på effekter av värme inom transportsektorn som uppmärksammats utanför Sverige är en kartläggning från Storbritannien avseende effekter av värmeböljan 2003 som visade på fler olyckor då fler personer åkte cykel och motorcykel under värmeböljan (Metronomica, 2006). Highways Agency i Storbritannien (2011) uppmärksammar också att kostnaderna för kylning av lokaler kommer att öka under varma perioder. Ytterligare exempel på negativa effekter av värme är att fler fordon blir överhettade och slutar fungera och eventuellt börja brinna samt att det medför

hälsorisker för bilförare och passagerare om de blir fast i långa bilköer under värmeböljor. Exempel på anpassningsåtgärder inom transportsektorn i Storbritannien är att Highways Agency lägger ut råd på sin hemsida under sommaren om att resenärer alltid bör se till att ha dricksvatten med sig.<sup>33</sup> Ett annat exempel är Transport for London (2010) som arbetar aktivt för att kyla tåg, bussar och tunnlar i London genom att installera värdringsfönster, fläktar och luftkonditionering.<sup>34</sup>

I **Sverige** finns inte så mycket skrivet angående effekterna av värmeböljor på väg och järnvägstrafiken. I underlag som togs fram i samband med Klimat- och sårbarhetsutredningen (Holgerson m.fl.2007) påpekar Vägverket att ökad förekomst av extremt varma dagar kan leda till spårbildning på vägar och att detta problem kan motverkas genom att styvare bindemedel används (Nordlander m.fl., 2007). I samma underlag finns en skattning av hur åtgärdsbehovet kan öka bland annat p.g.a. spårbildning vid värmeböljor (s. 38).

Svensson m.fl. (2007) påpekar att högre temperaturer ger upphov till fler solkurvor på räls liksom att fler och kraftigare åskväder (vilket kan bli vanligare med fler värmeböljor) kan ge större utslagning av icke EMP-skyddade elektroniska system.<sup>35</sup> Bland de publikationer från Sverige som nämner värme som ett problem för järnvägen finns också Länsstyrelsen i Stockholm (2011) som påpekar att solkurvor ökar risken för urspårning och kan kopplas till spår som inte är rätt byggda eller dåligt underhållna.



---

<sup>33</sup> Mejlkorrespondans med Dean Kerwick-Chrisp, Highways Agency 5 januari 2012.

<sup>34</sup> Information på Transport for Londons hemsida, <http://www.tfl.gov.uk/corporate/media/newscentre/metro/16035.aspx> i januari 2012.

<sup>35</sup> EMP står för elektromagnetisk puls.



Den enda publikation som beskriver dessa effekter av värme på vägar och järnvägar i Sverige i annat än en enstaka mening är Carlsson-Kanyama m.fl. (2011). Enligt denna kartläggning, som byggde på pressklipp från lokal-tidningar i Mälardalen och Skåne 2010 under en värmebölja, var effekterna inom transportsektorn avsevärda, några exempel ges nedan:

- Värmebölja i samband med åskväder drabbade Skånes tågtrafik med ett signalfel på Malmö central och stopp i trafiken på grund av solkurvor. Värmen fick också isolatorer att spricka.
- Bussarna både i Mälardalen och i Skåne var så varma att förare för illa. I mitten av juli slog t.ex. skyddsombudet på bussföretaget Arriva larm om att det saknades luftkonditionering på Malmös bussar och att långa dagar i hög temperatur kan vara farliga, eftersom trafiksituationen i Malmö kräver en vaken och skärpt förare. Den utrustning som fanns på bussarna gick sönder i värmen. I Mälardalen var det också problem med för varma bussar, och för bussförarna medförde den extrema värmen en olidlig arbetsmiljö. I en buss i Bromma uppmättes temperaturen 38 grader. I bussarna som används i kollektivtrafiken i Mälardalen fanns ofta ingen luftkonditionering och de höga temperaturerna skapade en fara för både resenärer och trafikanter eftersom värmen påverkade bussförarnas körförmåga. Att det blir olidligt varmt i förarhytten på en buss eller lastbil när tropikheten lägrar sig uppmärksammades också av Transportarbetarförbundet i Göteborg som bekräftade att för hög värme kan orsaka olyckor, men att det i Sverige inte finns några gränsvärden för hur varmt det får bli i ett yrkesfordon (Carlsson-Kanyama m.fl.2011).

Transportarbetarförbundet har drivit frågor om att det varit för varmt i förarhytter vid flera tillfällen, det har då handlat om paketbilar och lastbilar som antingen inte haft kylanläggning eller haft en anläggning som inte klarat att hålla tillräckligt låg temperatur under en värmebölja.

Transportarbetarförbundet utgår från upplevt obehag när det gäller värme vilken bland annat styrs av vilken typ av arbete som utförs. Exempel på temperaturer i förarhytter kan vara alltifrån 28 grader till uppåt 40 grader. Åtgärder vid värme är att kyla eller att införa arbetsrotation. Hitintills har Transportarbetarförbundet inte diskuterat åtgärder mot värme i ljuset av klimatförändringarna utan det handlar om dagens väder enbart.<sup>36</sup> Kommunal har också drivit ärenden om för varma förarhytter, men i bussar. Det finns dock inga mätningar som kan visa vilka temperaturer bussförare utsätts för.<sup>37</sup>

Enligt Trafikverket, som inte skrivit något om problematiken med solkurvor på räls och klimatförändringen, klarar rälsen idag en maxtemperatur på + 60 grader och en minimitemperatur på – 40 grader. Solkurvor förekommer och kan i värsta fall ge upphov till urspårningar. Temperaturen i rälsen mäts inte idag och det finns inte något automatiserat övervakningssystem för att upptäcka solkurvor utan de upptäcks när någon ser dem. Räls har vanligen en

<sup>36</sup> Telefonsamtal med Martin Niljeteig, Transportarbetarförbundet 28 november 2011.

<sup>37</sup> Telefonsamtal med Peter Larsson, Kommunal 26 november 2011.

livstid på cirka 50 år. För att anpassa den befintliga rälsen till ett varmare klimat kan den monteras bort och kortas för att möjliggöra större expansion. Den stora kostnaden för sådana åtgärder, som bör genomföras samlat, är de trafikstörningar som uppkommer. Trafikverket har idag ingen plan för sådana åtgärder och den räls man lägger idag är anpassad till dagens klimat.<sup>38</sup>

En utredning gjord av Sveriges Åkeriföretag kan nämnas i sammanhanget samhällets säkerhet (Sveriges Åkeriföretag, 2011). Den behandlar konsekvenser av en vecka utan lastbilar på sex orter i Sverige vilket får till följd att bland annat livsmedel succesivt tar slut i affärerna, matleveranser till sjukhusen och fjärrvärmeleveranserna upphör och vissa mediciner tar slut redan under dag ett. När fem dagar gått har skolorna stängt och de flesta fordon och industrier står stilla. Idag har företag gått in för att ha så små lager som möjligt för att inte binda upp kapital och därför gjort sig mycket sårbara för störningar i transportkedjan.

### 3.6.2 Sjöfart och flyg

Effekter av värme på sjöfartstrafiken är inte behandlade i de studier vi läst.

En effekt av värme på flygtrafiken som har uppmärksammats i studier **utanför Sverige** är risken för att asfalten på landningsbanorna smälter, men den är liten jämfört med vägen då det material som används på landningsbanorna är av mycket bättre kvalitet. Varm luft innebär att luftens densitet minskar vilket kan innebära ökad användning av bränsle för start och landning. Vid värmeböljan i Storbritannien 2003 tvingades t.ex. British Airways att stanna för att tanka under en flygning till New York (Metroeconomica, 2006).

Inom EU har den europeiska luftfartsbyrån EASA (European Aviation Safety Agency) uppmärksammat att klimatförändringar kan ha påverkan på säkerheten inom luftfarten och genomförde 2010 ett seminarium/konferens om klimatförändringars påverkan på luftfarten. EASA (som utarbetar gemensamma europeiska säkerhets- och miljöföreskrifter samt kontrollerar hur normerna uppfylls), kommer att arbeta vidare inom dessa frågor och Sverige deltar i arbetsprocessen.<sup>39</sup>

**I Sverige** påpekar Luftfartsfartstyrelsen och Luftfartsverket att ett ökat antal åskväder kan påverka elförsörjning och elektronik, dock utan att nämna sambandet med värmeböljor (Ryman och Jonforsen, 2007). Länsstyrelsen i Stockholm (2011) påpekar att en högre temperatur ger mjukare asfalt på rullbanorna.

Inom FOI finns kompetens inom flygområdet som använts i denna studie (Hyberg, 2011). Av Hybergs (2011) genomgång framgår att:

- Ökad lufttemperatur minskar luftens täthet (densitet). För startande flygplan med viss given totalvikt och klaffsättning, påverkar den lägre lufttätheten direkt vingarnas lyftkraft så att en längre startsträcka krävs.

<sup>38</sup> Telefonsamtal med Lennart Holmgren, Trafikverket, 17 november 2011.

<sup>39</sup> Enligt uppgifter från Barbro Torstensson, Transportstyrelsen, den 20 november 2011.

- Den lägre densiteten påverkar också motorernas dragkraft, inte minst gäller detta jetmotorer och gasturbiner. Propellrar ger vid ett visst varvtal och viss bladvinkel dessutom lägre dragkraft vid lägre luftdensitet.

En skattning gjord för tre flygplanstyper (Boeing 777-200, Boeing 737-600 och Avro RJ 100) och tre startbanor som finns på Arlanda, Sturup/Skavsta och Bromma visar att antalet dagar då flygplanen inte kan användas optimalt ökar och att anpassning innebär att nyttolasten måste minskas. Det ställs större krav på mellanlandningar för tankning eller att avgångarna flyttas till flygplatser med längre startbanor (Hyberg, 2011). SäkerhetskONSEKVENSER av detta kan kopplas till det ökade behovet av mellanlandningar eller till att vissa orter blir av med viss flygtrafik.

Myndigheter som ingår i samverkansområde Transporter, som kontaktats och som inte utrett effekter av värmeböljor inom transportsektorn är:

- Samverkansområdet Transporter <sup>40</sup>
- Trafikverket<sup>41</sup>
- Energimyndigheten<sup>42</sup>
- Transportstyrelsen <sup>43</sup>
- Sjöfartsverket <sup>44</sup>
- Försvarsmakten<sup>45</sup>
- Länsstyrelsen i Blekinge <sup>46</sup>
- Västerbottens läns landsting<sup>47</sup>

---

<sup>40</sup> Enligt telefonsamtal med Göran Berg, ordförande, 17 november 2011. Inom samverkansområdet Transporter sker en del gemensamma utredningar.

<sup>41</sup> Enligt mejl från Håkan Nordlander, 21 november 2011 samt från Åsa Lindgren den 25 november 2011. Enligt Lindgren är inte värmeböljor något som lyfts fram som något större problem i Sverige.

<sup>42</sup> Enligt telefonsamtal med Urban Bergström,

<sup>43</sup> Enligt mejl från Barbro Torstensson, 21 november 2011.

<sup>44</sup> Enligt telefonsamtal med Jaak Meri, 21 november 2011.

<sup>45</sup> Enligt telefonsamtal med Sofia Jedholm, 20 november 2011 samt genomläsning av två studier hon hänvisade till.

<sup>46</sup> Enligt Länsstyrelsen i Blekinge (2010).

<sup>47</sup> Enligt telefonsamtal med Karin Modig, 20 november 2011.

## 4. Kunskapsluckor och forskningsbehov

Det mest slående resultatet av denna studie är hur lite material som faktiskt finns om konsekvenserna av värmeböljor för samhällsviktiga sektorer utanför hälsosektorn. Detta konstaterande innefattar också observationen att andra typer av extrema väderhändelser som blir mer extrema i och med klimatförändringen fått mycket större uppmärksamhet i Sverige än just värmeböljorna. Det finns t.ex. avsevärt mycket mer att läsa om konsekvenserna av häftiga regn och stormar än om värmeböljor i de klimat- och sårbarhetsutredningar som gjorts, både på nationell och lokal nivå och det fastän att just en ökad frekvens av stormar inte är något som klimatmodellerna är entydiga om att förutspå i Sverige. Det är inte heller lätt att förstå varför just effekter av värmeböljor utanför hälsosektorn fått en så styvmoderlig behandling, ofta nämns de inte alls när en myndighet går igenom vilka hot som den sektor de ansvarar för ställs inför i och med klimatförändringen.

Mot bakgrund av den kunskaps och forskningsöversikt som presenterats i avsnitt tre finns det anledning att föreslå följande fem studie/forskningsområden för framtida implementering:

### **Undersökning av arbetsmiljön under värmeböljor för personer som arbetar inom samhällsviktiga sektorer och förslag på möjliga anpassningsåtgärder**

En bortglömd aspekt av klimatförändringen är hur värmeböljor påverkar prestationsförmågan hos personal som arbetar inom samhällsviktig verksamhet och att den är bortglömd gäller både innanför och utanför Sverige. För Sveriges del kan man konstatera att samhället idag vet mycket lite om vilka höga temperaturer personal utsätts för, det saknas regler för hur höga temperaturer skall hanteras och det finns problem under värmeböljor redan nu. Hur dessa problem skall hanteras i framtidens värmeböljor vet vi ännu mindre om. Problemen idag skulle kunna inventeras i samarbete med arbetsgivare, fackföreningar och relevanta myndigheter. Personal skulle kunna förses med loggar för att samla in uppgifter om vilka höga temperaturer med mera man utsätts för. Utifrån detta material skulle framtida temperaturer på arbetsplatser kunna simuleras utgående från olika klimatscenarier och anpassningsåtgärder skulle kunna utformas och kostnadsberäknas. Anpassningsåtgärder bör ses brett, t.ex. kylaggregat i kombination med förändrade arbetsrutiner med ökad vila i kylida utrymmen.

## **Konsekvenserna av en långvarig och kraftig värmebölja i kombination med torka för samtliga samhällsviktiga sektorer samt förslag på anpassningsåtgärder**

En långvarig och extrem värmebölja i kombination med torka kan inträffa redan nu och det svenska samhället har ingen bra beredskap för en sådan händelse. För att förebygga långtgående konsekvenser (som t.ex. i Frankrike år 2003) bör en studie/övning behandla effekterna av hur en kombination av extrema händelser kan påverka bl.a. efterfrågan och tillgången på el vilken är en förutsättning för att en rad samhällsviktiga verksamheter skall kunna fungera. I ett sådant scenario kan man tänka sig att allt fler köper kylaggregat, att de kylaggregat som finns används i ökad omfattning medan tillgången till frikyla och eventuellt elproduktion påverkas negativt. Uppkommer situationer då elen måste ransoneras, hur skall det hanteras och vilka blir konsekvenserna? Om värmeböljan drabbar andra delar av Norden samtidigt, vad sker då? För att ge intressant information bör en sådan studie göras regionalt. Bland de händelser som skulle kunna spelas in är frekventa bränder, solkurvor på järnväg, servrar som inte fungerar och allmän oordning.

## **Värmesårbarheten hos olika tekniska komponenter i samhällsviktiga system tillsammans med riskbedömning och förslag på anpassningsåtgärder**

Tekniska system som t.ex. fungerande vägtrafik, tågtrafik och elektronisk kommunikation kräver att en rad delkomponenter fungerar samtidigt t.ex. vägbanor och trafiksignaler, räls och växlar, isolatorer, servrar, ledningar, datorer och utrustning i korskopplingsrum. Genom att intervjua fackfolk och läsa teknisk dokumentation skulle man kunna kartlägga sårbarheten för värme hos dessa olika komponenter idag vilket sedan skulle kombineras med inventeringar av den reella värme som komponenterna utsätts för. Varefter en riskbedömning för att hela systemet fallerar görs tillsammans med en utvärdering av åtgärder ur ett kostnads- nyttoperspektiv.

## **Beteendeförändringar under värmeböljor och dess säkerhetskonskvenser samt förslag på anpassningsåtgärder**

Mot bakgrund av att värmens konsekvenser för människors beteende inte alls studerats i Sverige skulle erfarenheter från inträffade värmeböljor kunna inventeras och analyseras t.ex. genom att intervjua väktare, affärsinnehavare och poliser. Frågeställningen handlar om i vilken mån beteendet förändras under en längre värmebölja och i vilken mån detta påverkar samhällets säkerhet. Exempel på konsekvenser som skulle kunna uppkomma av värme är förändrad dygnsrytm med mer aktivitet utomhus nattetid. Anpassningsåtgärder kan mot denna bakgrund föreslås.

### **Nya beräkningar av framtida kylbehov på längre sikt samt förslag på anpassningsåtgärder**

Den skattning av framtida kylbehov som gjordes inom ramen för Klimat- och sårbarhetsutredningen bedömdes som grov av författarna (Gode och Jarnehammar, 2007) och skulle behöva förfinas. Tillsammans med ny information om klimatförändringen bör socio-ekonomiska faktorer också beaktas liksom olika lösningar för kylning såsom mer frikyla eller gröna strukturer m.m. Klimatutvecklingen tyder idag på att extrema förändringar är att vänta och möjliga effekter av en sådan utveckling behöver belysas bättre.

## 5. Referenser

Albihn A., Andersson Y., Lindgren E. 2008. Klimatförändringen – vad händer med djurhälsan? Svensk veterinärtidning 7, 13–20.

Akpinar-Ferrand E. och Singh A. 2010. Modeling increased demand of energy for air conditioners and subsequent CO2 emission to minimize health risks due to climate change in India. Environmental science and policy 13, 702-712.

Bedsworth L.W. och Hanak E. 2010. Adaptation to climate change. Journal of the American planning association, 76:4, 477-495.

Bemm E. och Menning D. 2011. Lägesrapport 2010-klimatkvalificering. FOI memo 3505.

Benzie M., Harvey A., Burningham K., Hodgson N., och Siddiqi A. 2011. Vulnerability to heat waves and drought. Case studies of adaptation to climate change in south-west England. Joseph Rowntree Foundation.

Bergmark M. 2007. Dricksvattenförsörjning i ett förändrat klimat. Arbetsgruppen för dricksvatten, Mitt i Sverige Vatten. Bilaga B13 till Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Carlsson-Kanyama A, Nordell O. och Lindal M. 2010. Konsekvenser av besvärligt väder i Landskrona. En lokal climateffektprofil. Ett utkast. Landskrona stad och FOI.

Carlsson-Kanyama A., Mossberg Sonnek K. och Harriman D. 2011. Konsekvenser av värmeböljan i juli 2010. En media inventering för Skåne och Mälardalen, FOI rapport3150. .

Combitech. 2009. Kommunernas syn på energisystemets sårbarhet inför klimatförändringens effekter m.m. Rapport, L1-09:0081 1.0.

Danielsson U. och Keinänen J. 1999. Fysisk belastning vid minröjning i Västsahara. Resultat från en enkätundersökning och datorsimulering. FOI-R-99-0100-720-SE.

Energimyndigheten. 2009a. Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på

Energisystemet. Slutrapportering av regeringsuppdrag. ER 2009:33.

Energimyndigheten. 2009b. Risk- och sårbarhetsanalys avseende kraftvärme och fjärrkyla hos Mälarenergi med fokus på samhällets försörjningstrygghet. D-nr 60-08-1300.

Eckerstein H., Andersson L., Holstein F., Mannerstedt B., Lewan E., Sigvald R och Torsell B. 2007. Bedömningar av klimatförändringens effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, Bilaga B24.

Fiskeriverket. 2007. Klimateffekter på svenskt fiske. Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen, Bilaga B26.

Garcia-Hererra R., Diaz J., Trigo R.M., Luterbacher J., Fisher E.M. 2010. Review of the European summer heat wave of 2003. *Critical reviews in environmental summer and technology*, 40:4, 267-306.

Gode J. och Jarnehammar A. 2007. Analys och värme-och kylbehov för bygg- och fastighetssektorn i Sverige. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen, IVL svenska miljöinstitutet, Bilaga B11.

Hanna G., Kjellstrom T., Bennet C. och Dear K. 2011. Climate change and rising heat: Population health and implications for working people in Australia. *Asia-Pacific journal of public health*. Supplement to 23 (2) 14S-26S.

Highways Agency. 2011. Climate Change Risk Assessment, August 2011.

Holgersson B., Hedlund T., Ahlrot S., Frost C., Rosenqvist P. och Thörn P. 2007. Sverige inför klimatförändringarna-hot och möjligheter. SOU, 2007:60. Miljödepartementet, Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Hyberg P. 2011. Värmeböljor vs. Behov av startbanor för civilflyg. Opublicerat manuskript.

Kopytko N. och Perkins J. 2011. Climate change, nuclear power and the adaptation-mitigation dilemma. *Energy Policy*, 39, 318-333.

Lemmen D.S. och Warren F. (Redaktörer). 2004. Climate Change Impacts and Adaptation: A Canadian Perspective. Climate Change Impacts and Adaptation Directorate Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario.

Lindgren E. Ahlbin A. och Andersson Y. 2007. Hälsoeffekter av en klimatförändring i Sverige. En nationell utvärdering av hälsokonsekvenser hos människor och djur. Risker, anpassningsbehov och kostnader. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen. Bilaga B34. Stockholms universitet, Statens veterinärmedicinska anstalt och Smittskyddsinstitutet.

Lomma kommun. 2010. Lokal klimateffektprofil.

Länsstyrelsen i Blekinge. 2011. Klimatförändringar i Blekinge– konsekvenser och anpassning. Rapport 2011:05.

Länsstyrelsen i Dalarnas län. 2011. Klimatanpassningsstrategi 2020. Prioriterade sektorer i Dalarnas län. Rapport 2011:05.

Länsstyrelsen i Stockholm. 2011. Stockholm-varmare, blötare. Klimat-och sårbarhetsanalys av Stockholms län. Rapport 2011:28.

**Matthew R.A., Barnett J., McDonald B., O'Brian K.L.(eds.).** 2010. Environmental change and human security. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Menning D. och Hägvall J. 2005. Värmens påverkan på ammunition. FOI memo 1216.



Menning D., Hellgren L-G och Bemm E. 2011. Loggning av temperatur, fuktighet, stöt och vibration på fordon och förrådsutrymmen för ammunition vid Camp Norhern Light i Afghanistan. FOI memo 3720.

Metronmica Limited. 2006. TASK 2: REPORT ON THE COSTS OF THE HOT SUMMER OF 2003 - Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of impacts and adaptation. Final report.

Mukheibir P. och Ziervogel G. 2007. Developing a municipal adaptation plan (MAP) for climate change: the city of Cape Town. Environment and urbanization, 19:1.

**Ministry of Agricultural and Forestry, Finland. 2005. Finland's National Strategy for adaptation to climate change. Publication 1a.**

Moriondo M., Bindi M., Kundzewicz Z., Swed M., Chorynski A., Matczak P., Radziejewski M., McEvoy D., Wreford A. 2010. Impact and adaptation opportunities for European agriculture in response to climatic change and variability. Mitigation adaptation strategies global environmental change, 15:657-679.

Nordlander H., Löfling P. och Andersson O. 2007. Vägverkets rapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen - gruppen transporter. Vägverket, underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Okänd. 2007. Rennäringen. Underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen, Bilaga B27.

PTS. 2011. Risk- och sårbarhetsanalys för sektorn elektronisk kommunikation, Myndighetens redovisning för 2011.

Rubbelke D. och Vögele S. 2011. Impacts of climate change on European critical infrastructures: The case of the power sector. Environmental science and policy, 14, 53-63.

Rundström G., Tapper M. och Sjöblom F. 2007. Klimat- och sårbarhetsutredningen-elförsörjning i Sverige. Bilaga B4 Underlag utarbetad för till Klimat- och sårbarhetsutredningen, Svensk Energi.

Ryman J. och Jonforsen H. 2007. Redovisning av sårbarhetsanalys inom flygsektorn. Luftfartsfartstyrelsen och Luftfartsverket, bilaga B4 Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Räddningsverket med stöd av SMHI och SLU. 2007. Vegetationsbrand 2002, 2050 och 2010. Underlagsrapport utarbetad för klimat- och sårbarhetsutredningen, Bilaga B21.

PIANC. 2010. Climate change and navigation. Magazine number 139, April 2010

Salagnac J-L. 2011. Lessons from the 2003 heat wave: a French perspective. Building research and information, 35:4, 450-457.

---

SMHI, Sverige meteorologiska och hydrologiska institut. 2011. Värmeböljor i Sverige. Faktablad nr 49-2011.

Socialstyrelsen 2005. Temperatur inomhus, Stockholm.

Socialstyrelsen, 2011. Effekter av värmeböljor och behov av beredskapsåtgärder i Sverige. Redovisning av ett regeringsuppdrag.

Svensson A., Lidman E., Ingelström A., Sandhill E., Karlsson M. och Bergkvist J. 2007. Klimat- och sårbarhetsutredningen-påverkan på järnvägssystemet. Banverket. underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Sveriges Åkeriföretag. 2011. En vecka utan lastbilar. En undersökning på sex orter i Sverige. HE 2011-10-24.

Trade Union Congress, Årtal okänt. Changing Work in a Changing Climate. Fanns på <http://www.tuc.org.uk/extras/adaptation.pdf> i november 2011.

PIARC, World Road Association. 2011. Dealing with the Effects of Climate Change on Road Pavements. Utkast.

Wreford A. och Adger N. 2010. Adaptation in agriculture: historic effects of heat waves and drought on UK agriculture. International journal of agricultural sustainability, (:4, 278-289).



