

**Tartu Ülikool  
Tervishoiu instituut**

**2010. AASTA ERAKORDSELT KUUM SUVI EESTIS JA  
SELLE MÕJU RAHVASTIKU SUREMUSELE**

**Magistritöö rahvatervishoius**

**Kaidi Rekker**

**Juhendajad: Astrid Saava, PhD, TÜ emeriitprofessor**

**Ene Indermitte, PhD, TÜ tervishoiu instituudi lektor**

**Tartu 2013**

Magistritöö tehti Tartu Ülikooli tervishoiu instituudis.

Tartu Ülikooli rahvatervishoiu kaitsmiskomisjon otsustas 20.05.2013 lubada magistritöö terviseteaduse magistrikraadi kaitsmisele.

Retsensent: *Ain Kallis, PhD, Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi peaspetsialist*

Kaitsmine: 11.06.2013

## SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID .....	4
LÜHIKOKKUVÕTE .....	5
1. SISSEJUHATUS .....	7
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
2.1. Kliima soojenemine ja kuumalained .....	8
2.2. Kuumalainete esinemine Euroopas .....	10
2.3. Kuumalainete esinemine Eestis .....	11
2.4. Kuumade ilmade tervisemõjud .....	13
2.4.1. Suremus .....	14
2.4.2. Kuuma ilmaga seotud suremuse riskitegurid .....	17
2.4.3. Kuumast ilmast põhjustatud liigsuremuse ennetamine rahvatervishoius .....	20
3. TÖÖ EESMÄRGID.....	21
4. MATERJAL JA METOODIKA.....	22
4.1. Andmestik.....	22
4.2. Meteoroloogilised andmed .....	22
4.3. Suremuse andmed.....	24
4.4. Andmeanalüüs .....	24
5. TULEMUSED .....	27
5.1. 2010. aasta suve meteoroloogiline ülevaade ja võrdlus aastatega 2007–2009.....	27
5.1.1. Meteoroloogiline ülevaade maakondade järgi ja võrdlus aastatega 2007–2009 ....	29
5.2. Kuumalainete esinemine 2010. aastal .....	31
5.3. Üldsuremus 2010. aastal ja erinevus võrdlusperioodist (2007–2009).....	32
5.3.1. Üldsuremus 2010. aasta suvel maakondade järgi ja erinevus võrdlusperioodist ...	36
5.4. Suremus 2010. aasta kuumalainete ajal .....	37
6. ARUTELU .....	39
7. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD .....	43
8. KASUTATUD KIRJANDUS .....	44
SUMMARY .....	48
TÄNUAVALDUS .....	50
<i>CURRICULUM VITAE</i> .....	51

## KASUTATUD LÜHENDID

CI	usaldusvahemik ( <i>confidence interval</i> )
EMHI	Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut
HI	kuumaindeks ( <i>heat index</i> )
IPCC	Valitsustevaheline Kliimamuutuste Paneel ( <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
MR	suremuskordaja ( <i>mortality rate</i> )
MRR	suremuskordajate suhe ( <i>mortality rate ratio</i> )
NOAA	USA Riiklik Ookeani- ja Atmosfäärinähtuste Administratsioon ( <i>National Oceanic and Atmospheric Administration USA</i> )
p-väärtus	olulisuse tõenäosus ( <i>p-value</i> )
T	õhutemperatuur, °C
T <sub>max</sub>	ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur, °C
T <sub>mean</sub>	ööpäeva keskmine õhutemperatuur, °C
T <sub>min</sub>	ööpäeva minimaalne õhutemperatuur, °C
WHO	Maailma Terviseorganisatsioon ( <i>World Health Organization</i> )
WMO	Maailma Meteoroloogia Organisatsioon ( <i>World Meteorological Organization</i> )

## LÜHIKOKKUVÕTE

Käesolevas magistritöös uuriti 2010. aasta erakordselt kuuma suve Eestis ja selle mõju Eesti rahvastiku suremusele. Töö eesmärgiks oli: (1) analüüsida 2010. aasta suve meteoroloogilisi tingimusi võrdlevalt eelnevate aastate 2007–2009 suvekuudega, (2) kirjeldada 2010. aasta suvel esinenud kuumalaineid Eestis, (3) anda ülevaade 2010. aasta suve üldsuremusest ja selle erinevusest võrdlusperioodiga ning (4) arvutada kuumast suvest ning kuumalainetest põhjustatud liigsuremus.

Uuringu aluseks on Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) meteoroloogiajaamade seireandmed ja Eesti riikliku Surma põhjuste registri suremusandmed uuringu- ja võrdlusperioodi kohta päevade kaupa. Uuringuperioodi moodustasid 2010. a suvekuud (juuni–august) ning võrdlusperioodi eelneva kolme aasta (2007–2009) suvekuud. Uuritav piirkond oli Kesk- ja Ida-Eesti (Võru, Valga, Põlva, Tartu, Viljandi, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakonnad). Meteoroloogilisi tingimusi kirjeldati atmosfääriõhu temperatuuri ( $T_{\text{mean}}$ ,  $T_{\text{max}}$ ,  $T_{\text{min}}$ ) ja kuumaindeksi (HI) kaudu. Uuringuperioodi ja võrdlusperioodi meteoroloogilisi tingimusi võrreldi lineaarse regressiooni abil, suremuse andmeid aga suremuskordajate suhte kaudu. Uuringuaasta suremuse võrdlemisel eelneva perioodiga arvestati üldsuremuse langustrendi viimastel aastatel (2007–2011). Seda võeti arvesse ka liigsuremuse arvutamisel 2010. aastal. Kuumalainena käsitleti perioode, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur oli üle 30°C kauem kui kaks päeva.

2010. aasta suveperiood oli erakordselt soe, mil kõik uuritud meteoroloogilised näitajad ületasid oluliselt võrdlusperioodi samu näitajaid ning seda kõigis maakondades. Keskmise ööpäevane õhutemperatuur oli võrdlusperioodist 2,5 °C soojem, veelgi suurem oli kuumaindeksi (tajutava temperatuuri) erinevus võrdlusperioodist (3,7 °C). Kõige soojem oli 2010. aastal juulikuu, olles keskmiselt 5,6 °C võrdlusaastate juulikuust soojem. Kuumalained esinesid 2010. aastal kahe lainena: 11.–15. juuli (I) ja 25.–28. juuli (II), mis kestsid järjestikku vastavalt 5 ja 4 päeva ning hõlmasid juulikuu päevadest kokku rohkem kui veerandi.

Eesti rahvastiku suremus on aastate lõikes olnud langustrendis, kuid hoolimata sellest tõusis suremus 2010. aasta suvekuudel oluliselt ning oli eeldatust 11% kõrgem. Suremus oli eeldatust kõrgem peamiselt juulikuus (MRR=1,23; CI 1,11–1,38), mil esinesid ka kuumalained. Kuumalainete perioodil oli keskmine liigsuremus 30,6% (I–30,9% ja II–30,2%) kõrgem võrreldes eeldatud suremusega.

Kokkuvõtteks võib öelda, et 2010. aasta kuumal suvel, sh kuumalainetel oli Eesti rahvastiku suremusele oluline mõju. Vajalik oleks uurida suremust surmapõhjuste järgi ning selgitada võimalikud riskirühmad ja -tegurid rahvastikus.

## 1. SISSEJUHATUS

Juba 2500 aastat tagasi kirjutas Hippokrates kliima piirkondlikest iseärasustest ja selle mõjust tervisele (1). Seoses kliima soojenemise suundumusega on tänapäeval suurenenud vajadus uurida selle võimalikku mõju rahvastiku tervisele (2–4).

Mitmed uuringud on leidnud, et väga külmade ja kuumade õhutemperatuuride ajal suureneb rahvastikus suremus (3, 5–7). Samuti on täheldatud, et kuumalainete ajal suureneb suremus kuni 142% (Prantsusmaal) (8) ning mõjud on suuremad piirkondades, kus kuumalained on harvad nähtused (9). Viimasel dekaadil on esinenud mitmeid kuumalaineid (10) ja lähtuvalt prognoosidest on nende arv tulevikus suurenemas, kestus pikenemas ja intensiivistumas (2).

Kuumalainele ei ole seni ühest definitsiooni antud. Selle all mõeldakse tavaliselt piirkonnale erakordselt sooja õhumassi saabumist mitmeks päevaks (9, 11, 12). 2010. aastal avaldusid erakordselt kuumad ilmad kogu Euroopas. Kuumalaine vältas Ida-Euroopas järjestikku rohkem kui 30 päeva. Samuti avaldus see Balti riikides, püstitades rekordkõrgeid õhutemperatuure (10).

Kuumust peetakse üheks suurimaks terviseohuks, mille mõjule pööratakse rahvatervise seisukohalt liialt vähe tähelepanu (11, 13), kuid mille seost rahvastiku terviselega on võimalik hinnata ning tervisekadu ennetada (4). Prognoosid viitavad, et linnastumise mõju, rahvastiku vananemist ja kliima soojenemist silmas pidades võib tulevikus kuumalainetest põhjustatud tervisekadu olla senisest veelgi suurem (14). Seetõttu on oluline uurida kuumaga seotud suremust, et välja selgitada erinevad riskitegurid ning ohustatud rahvastikurühmad, planeerimaks riiklike ennetusmeetmete strateegiaid (15).

Kuumalainete mõjusid on uuritud mitmel pool maailmas, kuid Eesti andmetel põhinevat uuringut ei ole tehtud. Käesolev magistritöö on esimene selletaoline Eestis, mis kirjeldab erakordselt kuumade suve Eestis ja hindab selle mõju rahvastiku suremusele. Samuti annab ülevaate kuumalainete ajal esinenud liigsuremusest.

## 2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

### 2.1. Kliima soojenemine ja kuumalained

Maakera kliima on kujundatud Maa ja Päikese vastastikuse asendi poolt ning seda iseloomustab kindlale piirkonnale omane pikaajaline ilmade režiim. Eesti paikneb merelise kliima üleminekuvööndis mandrilisele, mille kliimat mõjutab peamiselt Atlandi ookean oma Põhja-Atlandi hoovusega ning püsiva madalrõhuala keskmega Islandi saare kohal (nn Islandi miinimum). Kohaliku kliima kujundajana on Eestis tähtsad Läänemeri ja kõrgustikud (16).

Maakeral mõõdetud õhutemperatuurid jäävad vahemikku +58 kuni -89 °C. Kõrgeim õhutemperatuur 58,7 °C on mõõdetud 1880. aasta septembris Liibüas El Azizas. Euroopa absoluutne maksimum on 48 °C (mõõdetud Ateenas 1977. aasta juulis) (17).

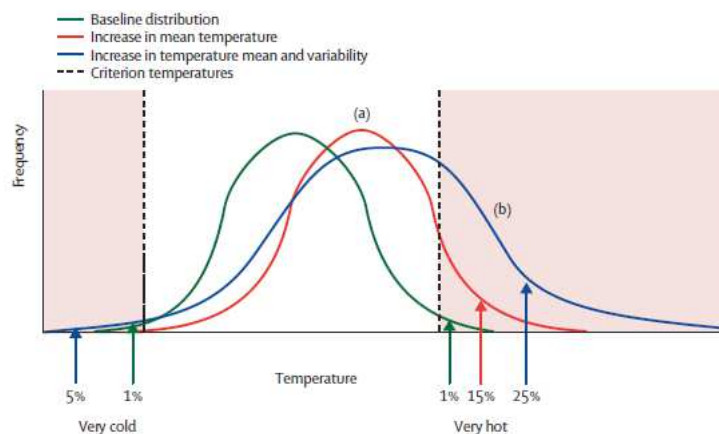
Alates 1906. aastast on üleilmne maapinnalähedane keskmine õhutemperatuur tõusnud ning viimase saja aasta vältel on tõus olnud 0,74 °C, mis viitab kliima üldisele soojenemisele. Kliima soojeneb üleilmselt ning see on intensiivsem põhjalaiuskraadidel, samuti sisemaal võrreldes ookeanidega. Kliimamuutused on Valitsustevahelise Kliimamuutuste Paneeli (IPCC) teadlaste poolt defineeritud kui muutused kliimas, mis püsivad vähemalt dekaadi või pikema aja vältel ning on kindlaks tehtavad statistiliste meetoditega (2, 18).

Kõige soojem dekaad maakeral, alates 1850. aastast, on olnud 2001–2010, mil õhu keskmised temperatuurid olid 0,46 °C võrra kõrgemad 1961–1990 aastate keskmisest (14,0 °C) temperatuurist. 2001–2010 dekaadi kõige soojem aasta oli 2010, sellele järgnes aasta 2005. Maailma Meteoroloogia Organisatsiooni (WMO) 99 riigi seireandmete põhjal oli kõnealune dekaad kõige soojem 91% riikides (19). Aastatest on maailmas soojemad olnud 1998., 2003. ja 2005., millest 2003. aasta suvi oli saja aasta kõige soojem (17).

IPCC toob oma 2007. aasta kliimamuutuste raportis välja, et mõnede ekstreemsete ilmastikunähtuste sagedus ja intensiivsus on viimase 50 aastaga kliima soojenemise taustal muutunud (joonis 1). Väga tõenäoliseks peetakse (18):

- külmade päevade ja ööde sageduse vähenemist ning kuumade päevade ning kuumade ööde sagenemist;
- kuumalainete sagenemist;
- tugevate sadude sagenemist;
- maailmamere veetaseme tõusu.





**Joonis 1.** Keskmise õhutemperatuuri suurenemise (a) ja temperatuuride varieeruvuse suurenemise (b) mõju äärmuslike temperatuuridega päevade sagedusele (4).

Ka Põhja-Euroopa riikides on täheldatud kliima soojenemise tõttu ilmastikunähtuste muutumist. Märkata on külmade päevade (õhutemperatuur  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) arvu vähenemist, mis on väljendunud kõige tugevamalt Taanis, samuti kõrgete temperatuuride sagenemise tõusu Saksamaal (20). Läti 2012. aasta uuringust (21) selgub, et keskmine õhutemperatuur riigis on 1852.–2010. aastate andmeil tõusnud, sagenenud on suvepäevade arv, mil õhutemperatuur on  $> 25^{\circ}\text{C}$  (14 meteoroloogiajaamast 10-s), ning kuumalainete esinemine.

Kuumalainele ei ole seni ühest definitsiooni antud. Selle all mõeldakse tavaliselt teatud piirkonnale anomaalselt väga sooja õhumassi saabumist mitmeks päevaks (9, 11, 12). USA Riiklik Ookeani ja Atmosfäärinähtuste Administratsioon (NOAA) määratleb kuumalaine kui ebanormaalse ning ebanugavalt kuuma ja ebatavalise õhuniiskusega ilma, mil kuumus kestab vähemalt kaks või enam päeva (22). Maailma Meteoroloogia Organisatsioon annab kuumalaine definitsiooniks õhutemperatuuri märgatava soojenemise laial territooriumil, mis kestab mõnest päevast kuni nädalani (23).

Epidemioloogilistes uuringutes käsitletakse kuumalaineid erinevalt, kasutades selleks mitmeid meteoroloogilisi tingimusi (9, 11, 12), näiteks ööpäeva minimaalset õhutemperatuuri (9,15), maksimaalset õhutemperatuuri (24) ja tajutavat temperatuuri (9, 25, 26). Tajutav õhutemperatuur arvestab õhuniiskuse ja temperatuuri kompleksset mõju ja väljendab kõige paremini inimese ebanugavust palavuses (9). Üheselt on siiski selge, et kuumalainet iseloomustab äärmuslikult kõrge õhutemperatuur ja selle ajaline kestus (14).

Schifano kaasautoritega (2009) käsitleb oma uuringus (26) kuumalainena neid perioode, mil maksimaalne ööpäevane tajutav temperatuur Roomas tõusis suveperioodil vähemalt kahel järjestikusel päeval üle kuu künnistemperatuuri (ingl *threshold temperature*). Künnis- ehk lävitemperatuur väljendab temperatuuri, mil haavatavatel rahvastikurühmadel hakkavad sagenema kuumast põhjustatud tervisehäired ning see oleneb suuresti kohalikust kliimast.

Künnistemperatuurid on kõrgemad piirkondades, mis asuvad ekvaatorile lähemal ning mille suveperioodide temperatuurid on kõrgemad (14). Künnistemperatuure kasutati ka EuroHeat projektis, kus uuriti kuuma mõju suremusele Euroopa üheksas linnas (9), ning Soome 2007. aasta kuuma ilma mõju uuringus (27).

Mõnikord kasutatakse kuumalaine mõiste asemel kõrgete õhutemperatuuride mõistet, seda näiteks Rootsi teadlaste Rocklöv jt 2010. aasta uuringus (28) ning Itaalia teadlaste Michelozzi jt 2009. a uuringus (29).

Eestis ei ole kuumalaine mõiste defineeritud. Päevi ööpäevase maksimaalse õhutemperatuuriga üle 25 °C loetakse suvepäevadeks (30) ning erakordselt kuumaks loetakse päevi, mil õhutemperatuur on kõrgem kui 30 °C kauem kui kaks päeva (31). Eriti ohtlikuks tervisele peetakse sellist ilma, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur püsib üle 30 °C viie või enama ööpäeva vältel (17). Viimast on ajavahemikul 1961–2009 tulnud ette vaid kahel korral: 2003. aasta juuli lõpul (28. juuli–1. august) Edela-Eestis ning 2006. aasta juuli keskel (7. juuli–13. juuli) Kagu-Eestis (17). Üksikuid vähemalt 30 °C õhutemperatuuriga päevi loetakse kuumapäevadeks (30).

## **2.2. Kuumalainete esinemine Euroopas**

Alates 1950. aastatest on kuumalained sagenenud ning eriti on tõusnud väga soojate ööde arv (2). Juunis 1976 tabas Suurbritanniat kuumalaine, mis vältas järjestikku 15 päeva, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur ulatus kuni 32,2 °C. Sellele järgnes samas piirkonnas 1990. aasta augustikuu kuumalaine, mil maksimaalseks õhutemperatuuriks registreeriti 36,5 °C ning kõrgeimaks öiseks miinimumiks 23,9 °C (32).

Aastal 1994 avaldus kuumalaine 17 järjestikusel päeval peamiselt Kesk- ja Lääne-Euroopas ning Baltimaade piirkonnas (33). Tšehhis registreeriti maksimaalseks õhutemperatuuriks kuumalaine perioodil (22. juuli–7. august) 33,3 °C (24).

2003. aastal registreeriti mitmel pool Euroopas rekordkõrged õhutemperatuurid. Enneolematu kuumalaine käes kannatasid Saksamaa, Šveits, Hispaania ja Prantsusmaa. Samuti puudutas 2003. aasta kuumalaine Kanadat, USA-d, Hiinat, Venemaad ja Austraaliat. Õhutemperatuurid tõusid mitmel pool üle 40 °C (17). Ühendkuningriigis registreeriti 10. augustil õhutemperatuuriks 38,5 °C, mis on sealse piirkonna kõigi aegade kõrgeim õhutemperatuur. Inglismaa põhjaosas tõusid kolmel järjestikusel päeval (4.–6. august) ja seejärel veel viiel järjestikusel päeval (8.–12. august) õhutemperatuurid üle 32 °C (34).

2003. aasta kuumalaine oli kõige intensiivsem augustis ning avaldus kõige tugevamalt Prantsusmaal (35), kus viimase 50 aasta kuumarekordid purustati ning eelnevatel kuumalainetel (1976, 1983, 1994) registreeritud õhutemperatuuride rekordid ületati. Kuumalaine kestis järjestikku 9–15 päeva, mil ööpäeva maksimaalsed õhutemperatuurid ületasid 35 °C ning minimaalsed õhutemperatuurid olid üle 20 °C (8).

Järgmine kuumalaine Euroopas ei lasknud ennast kaua oodata. Aastal 2006 haaras Põhja-Aafikast tulnud kuumus peamiselt Kesk- ja Lääne-Euroopa, kuid avaldus ka Põhja- ja Ida-Euroopas (Rootsi, Leedu ja Poola). Erakordne kuumus esines kahe lainena: juuni lõpust juuli alguseni ja juuli keskpaigast augusti alguseni (33).

Järgnes 2007. aasta kuumalaine, mis tabas Ida- ja Kagu-Euroopat ning Balkani piirkonda (Itaalia, Türgi, Kreeka, Ungari, Ukraina ja Serbia) ning avaldus kõige intensiivsemalt Ungaris, kus Budapestis mõõdeti maksimaalseks õhutemperatuuriks 42 °C, ning Bulgaarias tõusis õhutemperatuur üle 45 °C (36).

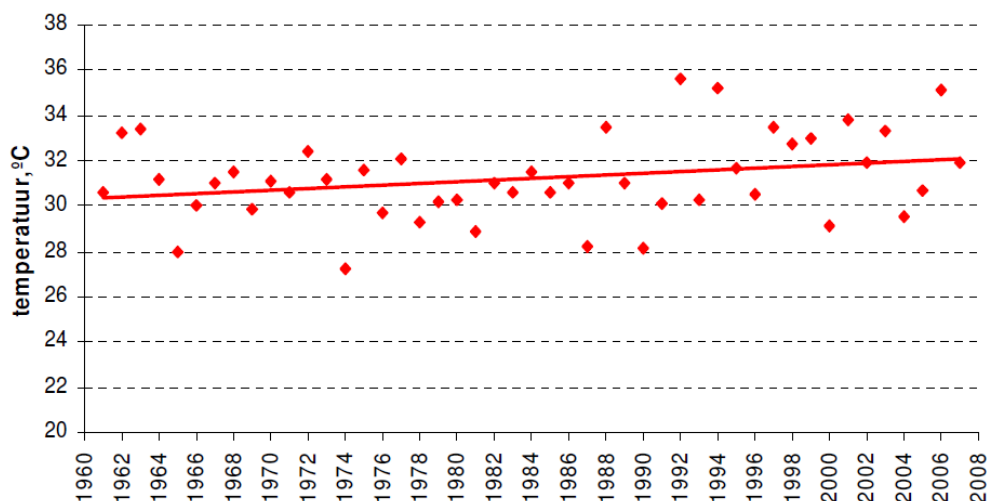
2010. aastal oli kuumalainest hõlmatud kogu Euroopa. Ida-Euroopas kestis kuumalaine rohkem kui kuu. Venemaal, kus Kesk-Aasia antitsüklon põhjustas kestva ekstreemselt kuuma ilma (alates juuli algusest kuni augusti keskpaigani), tõusid päevased õhutemperatuurid Volga ja Lõuna-Uuralite piirkonnas kuni 33–38 °C. Armeenias kestis kuumalaine juulis kümnel järjestikusel päeval, mil õhutemperatuur oli üle 38 °C. Küprosel mõõdeti 1. augustil uueks kuumarekordiks riigi ajaloos 45,6 °C (10). Juulikuu oli tavapärasest vähemalt 3 °C võrra soojem Kesk- ja Lääne-Euroopas (Poolas, Saksamaal, Slovakkias, Tšehhis) ja Põhja-Euroopas (Taanis, Rootsis ja Soomes). Hispaanias registreeriti augustis kuumarekordiks 43 °C. Soomes mõõdeti uueks kuumarekordiks 37,2 °C, mis ületas senise 1914. aastal registreeritud kuumarekordi 1,3 °C võrra. Leedus ja Lätis, kus erakordne kuumus kestis pika aja jooksul, olid juuli keskmised õhutemperatuurid vastavalt 4,8 °C ja 5,4 °C tavapärasest kõrgemad (10). Ventspilsis (Läti) registreeriti maksimaalseks õhutemperatuuriks 34,8 °C (21).

### **2.3. Kuumalainete esinemine Eestis**

Eesti kliimaatiline suvi algab ööpäeva keskmise õhutemperatuuri püsimisega üle 13 °C (16, 37). Antitsüklonite (kõrgrõhkkonna) mõjul moodustuvad soojad (õhutemperatuur 25–30 °C) ja kuivad ilmad, mille tõttu jõuab Eestisse soe õhk Vahemerelt või mandriline kuiv õhk Lõuna-Venemaalt ja Kesk-Aasiast. Üle 30 °C ulatuvad õhutemperatuurid juhul, kui soojenemine on seotud troopilise õhu jõudmisega Eestini (17, 31).

Viimase poole sajandi jooksul on olnud kuumalained Eestis viiel korral: 1992., 1994., 2003. ja 2006. (17) ning 2010. aastal (38). Need on olnud juuli- või augustikuus (17). Kuumapäevi (maksimaalne õhutemperatuur üksikutel suvepäevadel vähemalt 30 °C) on olnud märksa rohkem ning alates 1980. aastatest on märgata nende sagenemist (30).

Eesti absoluutne soojarekord on registreeritud Võrus 1992. aasta augustis, mil maksimaalne õhutemperatuur oli 35,6 °C. Üle 35 °C on registreeritud õhutemperatuure ka 1994., 2006. (17) ning 2010. aastal (37). Üleilmse kliima soojenemise tõttu on Eesti aasta keskmine õhutemperatuur 1866.–1999. aastail tõusnud 0,7 °C võrra (39) ning aasta maksimaalne õhutemperatuur 1961.–2007. aastail keskmiselt 1,5 °C võrra (joonis 2), mida võib seostada kliima üldise soojenemisega (17, 31).



**Joonis 2.** Eesti absoluutsed maksimaalsed õhutemperatuurid perioodil 1961–2007, Eesti meteoroloogiajaamade andmed (17).

Meteoroloogiline suvi (juuni–august) oli 2010. aastal Eestis erakordselt soe ning kolme kuu keskmine õhutemperatuur ületas pikaajalist keskmist 2,4 °C võrra (pikajaline keskmine 18,1 °C) (37). Palavad õhumassid jõudsid Eestini juulis Kesk-Euroopast ning augustis Venemaalt. Augusti alguses (7. ja 8. august) kandus Ida- ja Lõuna-Eestisse põuasumu, põhjustades Venemaa ulatuslike põuapõlengute suitsusisalduse tõttu õhukvaliteedi halvenemist (40). Absoluutseks maksimumiks registreeriti 2010. aasta suveperioodil 35,4 °C (7. august, Narva), mis on Eesti rekordtemperatuurist vaid 0,2 °C madalam (38, 40).

Olenemata asjaolust, et 2010. aasta suvi kuumarekordit ei purustanud, ei ole nii pikalt Eestis järgemööda palavaid päevi esinenud, mil maksimaalne õhutemperatuur püsib mitmel päeval järjestikku üle 30 °C (nt Võrus 6 päeval, 11.–16. juulil) (38).

Lisaks palavusele iseloomustab 2010. aasta suve õhutemperatuuride jaotuse eripära, kontrastid ning palju äikest. Kontrast temperatuurides oli kõige selgem 8. mail kui Põhja-Eestis jäid temperatuurid alla 10 °C, kuid Lõuna-Eestis oli sooja kuni 26 °C ning 24. juulil kui Põhja-Eestis oli ilm jahe ning Lõuna-Eestis väga soe. Maikuu soe taandus ning juuni oli temperatuuride poolest tavapärasest jahedam (14,1 °C s.o. 0,4 °C pikaajalisest keskmisest jahedam (37)), seevastu juuli esimesed päevad olid mõõdukalt soojad ning alates 5. juulist läksid ilmad palavaks ning püsisid seesugusena kuni augusti keskpaigani (40).

Eesti 2010. aasta juulikuu keskmiseks õhutemperatuuriks kujunes 21,8 °C (pikaajaline keskmine 16,7 °C), eri piirkondades jäi see 20,7 °C (Ristna, Sõrve) ja 23,4 °C (Narva-Jõesuu) vahele. Samuti paistis tavapärasest enam päikest (piirkonniti 318–370 tundi) võrreldes 2009. aastaga (245–295 tundi). Ka 2010. aasta augustikuu oli tavalisest soojem. Keskmine õhutemperatuur oli 18,3 °C (pikaajaline keskmine 15,8 °C), jäädes paikkonniti 17,5 °C (Väike-Maarja) kuni 19,6 °C (Kihnu) vahele. Päikesepaistelisi tunde oli augustis vähem (181–239) kui 2009. aastal (205–257 tundi) (37).

EMHI „Aastaraamat 2010“ toob välja, et nii sooja juulikuud, kui 2010. aastal, ei ole viimase poole sajandi jooksul esinenud (37). Erakordse kuumuse tõttu anti 12. juulil EMHI poolt kuumahoiatus ning Eesti lülitati Euroopa ilmaohutuse Meteoalarm kaardile kui kuumalaine ohtlik piirkond (41).

## 2.4. Kuumade ilmade tervisemõjud

Kliimamuutustel on inimese tervisele ebasoodne mõju (4). Kuumust peetakse üheks suurimaks terviseohuks, mille mõjudele pööratakse rahvatervise seisukohalt liialt vähe tähelepanu (11, 13), kuid mille seost rahvastiku terviselega on võimalik läbi uuringute hinnata ning tervisekadu ennetada (4).

Kõrgete õhutemperatuuride mõju tervisele oleneb nii kliimatilistest kui ka mittekliimatilistest teguritest, samuti rahvastiku vanusstruktuurist ja haigestumusprofiilist (42). Mõjud varieeruvad mugavustunde langusest kuni füsioloogilise stressi ja surmani, millele viitab ka rida epidemioloogilisi uuringuid (3, 4, 6, 9, 11, 14, 42, 43).

Kuumaga seotud terviseuuringud jagunevad maailmas kolme kategooriasse: ülevaateuuringud, aeg-ridade analüüsid ning juht-kontrolluuringud, mis peamiselt on läbi viidud USA-s ja mõnel pool Euroopas. Uuringud on nii kuumalaine sündmuspõhised (ingl *heatwave event*) kui suveperioodi uuringud, kus uuritakse kuuma tervisemõjusid nii suremusele, haigestumusele kui ka nende riskitegureid (3). Peamiselt siiski käsitletakse

epidemioloogilistes uuringutes suuremust kuumalainete ajal kui kõige olulisemat kuuma mõju tulemit (29) ning uuringutes käsitletakse nii üldsuremust (ingl *all-cause mortality*) kui ka suuremust surmapõhjuste jägi (6, 8, 9, 24, 44).

#### 2.4.1. Suremus

Kuumaga seotud suuremust võib pidada regulaarseks suveperioodi ilminguks, kuigi suurem osa neist surmadest on ennetatavad (14).

Temperatuuridega seotud suremuses on tihti täheldatud J-kujulist (7) või V-kujulist mustrit (5, 7, 45). Viimast on kirjeldatud ka U-kujulise mustrina (42). Mustrid iseloomustavad suremuse kasvu nii madalatel kui kõrgetel temperatuuridel. Ööpäeva keskmise õhutemperatuuri künnistemperatuurid, mille juures kuumast põhjustatud surmad hakkavad sagenema, varieeruvad sõltuvalt geograafilisest paiknemisest ning kohalikust kliimast, olles piirkonniti 16 °C kuni 31 °C vahel (44). Suremus tõuseb kui õhutemperatuurid on väljaspool kohaliku kliima optimaalset temperatuurivahemikku, millega ollakse kohastunud (4, 5). On leitud, et soojema kliimaga linnades on inimesed mõjutatud pigem madalamatest temperatuuridest ning jahedama kliimaga linnades kõrgematest temperatuuridest (7).

Talutav temperatuurivahemik sõltub suures osas individuaalsetest teguritest (vanus, tervislik seisund, riietus ja kehaline aktiivsus) ning väliskeskkonnateguritest (õhuniiskus, tuule kiirus, UV-kiirgus, õhusaaste) ning on inimese hea kohanemisvõime tõttu muutuv suurus. Optimaalseks õhutemperatuuriks peetakse 17–30 °C, et tagada keha normaalne funktsioneerimine keha põhitemperatuuri 37 °C hoidmisega. Eesti inimese kohastumise ülempiiriks peetakse 29 °C (17).

Uuringud on näidanud, et kuumalaine ajal ilmneb suremuses ajaline nihe (ingl *lag*). Prantsusmaal tõusis 2003. aasta kuumalaine ajal suremus 1–3 päeva (*lag*1–3) peale kuumalaine algust (8) ning Rootsis leiti, et suremuse tõus oli kõrgete temperatuuridega samal ning järgmisel päeval (*lag*0–1) (28).

On leitud, et peamisteks surmapõhjusteks kuuma puhul on kardiovaskulaarsed, respiratoorsed ja peajuveresoonte haigused (5, 6, 8, 9, 46). 2003. aasta kuumalaine ajal suurenes suremus Euroopa üheksas linnas peamiselt respiratoorsetesse haigustesse (9). Liigset kuumust seostatakse ka surmadega välispõhjustesse (6) (sh uppumised ja liiklusõnnetused (27)). Samuti tõuseb kuumalainete ajal oluliselt hospitaliseeritud patsientide arv (47).

Epidemioloogilistes uuringutes on leitud, et kuumalainete ajal on suremus eeldatust mitmeid kordi kõrgem (3). 2004. aastal oli Tšehhis keskmine liigsuremus kuumalaine ajal 13% (24) ning Hollandis 12,1% (45). 2003. aasta kuumalaine tõttu suri Euroopas kokku üle 70 000 inimese (12). Järgmise kuumalaine ajal, 2006. aastal, tõusis suremus märgatavalt mitmes riigis: Prantsusmaal, Saksamaal, Hollandis, Itaalias ja Inglismaal (33). 2007. aasta kuumalaine tõttu suri ainuüksi Ungaris üle 500 inimese (36). Venemaal 2010. aasta augustikuu kuumalaine ajal suurenesid suremuskordajad rohkem kui veerandi. Võrreldes seda 2009. aasta augustiga, mil suri kokku 150 689 inimest, esines kuumalaine aja rohkem kui 41 000 lisasurmajuhtu (surmajuhte 2010. aasta augustis kokku 191 951). Suurimad suremuskordjad olid Moskvas, kus kuumalaine vältas kõige kauem ja oli kõige intensiivsem (48).

Tabelis 1 on esitatud olulisemate Euroopas läbi viidud epidemioloogiliste uuringute tulemused, mis käsitlevad kõrgetest õhutemperatuuridest ja kuumalainetest põhjustatud liigsuremust.

**Tabel 1.** Ülevaade epidemioloogilistest uuringutest Euroopas, mis käsitlevad kuumade ilmade liigsuremust

<b>Allikas</b>	<b>Uuringuperiood ja koht</b>	<b>Meetod</b>	<b>Uuringu tulem</b>
D`ippoliti D, Michelozzi P, Marino C, et al., 2010 (9)	Suvekuud aastatel 1990–2004 <b>Euroopa üheksa linna</b>	Identifitseeriti kuumalained ning analüüsiti nende mõju üldsuresusele ja suresusele surmapõhjuste järgi.	Liigsuremus varieerus linnati (kõrgeim Milaanos 33,6% ja madalaim Münchenis 7,6%).
Baccini M, Biggeri A, Accetta G, et al., 2008 (5)	Aprill–september aastatel 1990–2000 <b>Euroopa 15 linna</b>	Päevase maksimaalse tajutava õhutemperatuuri seos üldsuresusega.	1 °C tõustes üle künnistemp. suurenes >75 a hulgas suremus Vahemere äärsetes linnades 2,1% ja põhjapoolsetes linnades 4,2 %.
Näyhä S, 2007 (27)	1. jaanuar 2000– 31. detsember 2005 <b>Soome</b>	Identifitseeriti kuumalained, kasutades ööpäeva keskmise õhutemperatuuri künnisväärtust.	2000. a kuumalaine ajal tõusis suremus 0,5% (250 liigsurmajuhtu).
Fouillet A, Rey G, Laurent F, et al., 2006 (43)	Kuumalaine periood (1.–20. august 2003) <b>Prantsusmaa</b>	Liigsuremus kuumalaine ajal arvutati kasutades võrdluseks 2000–2002 andmeid.	Kuumalaine ajal tõusis suremus 55% (15 000 liigsurmajuhtu).
Johnson H, Kovats SR, McGregor G, et al., 2005 (34)	Juuli ja august aastatel 1998–2003 <b>Inglismaa</b>	Liigsuremus kuumalaine ajal arvutati kasutades võrdluseks 1998–2002 keskmist suremust.	Kuumalaine ajal tõusis suremus 17%. Suurim liigsuremus Londonis 42%.
Michelozzi P, de`Donato F, Bisanti L, et al., 2005 (49)	Juuni kuni august aastatel 1995–2003 <b>Itaalia neli linna</b>	Liigsuremus kuumalaine ajal arvutati kasutades võrdluseks 1995–2002 keskmist suremust.	Kuumalaine perioodil tõusis suremus Roomas 19%, Torinos 33%, Milaanos 23% ja Bolognas 14%.
Vandertorren S, Suzan F, Medina S, et al., 2004 (8)	25.07.–15.09. aastatel 1999–2003. Kuumalaine periood (1.–19. august 2003) <b>Prantsusmaa 13 linna</b>	Liigsuremus kuumalaine ajal arvutati kasutades võrdluseks 1999–2002 keskmist suremust.	Liigsuremus ilmnes 2003. a augustis kõigis 13 Prantsuse linnas. Suurim Pariisis (142%) ning väikseim Lille`s (4%).
Simón F, Lopez-Abente G, Ballester E, et al., 2004 (50)	Suvekuud aastatel 1980–2003 <b>Hispaania</b>	Liigsuremus suvekuudel arvutati kasutades 1980–2002 keskmist suremust.	Kuumalaine ajal tõusis suremus 8% (3166 liigsurmajuhtu)
Kysely J., 2004 (24)	Suvekuud aastatel 1982–2000 <b>Tšehhi</b>	Liigsuremus suvekuudel arvutati kasutades 1982–2000 keskmist suremust.	Kuumalainete ajal tõusis suremus keskmiselt 13%.
Huynen M.M, Martens P, Schram D., et al 2001 (45)	Täisaastad 1979– 1997 <b>Holland</b>	Liigsuremus kuumalainete ajal arvutati kasutades 31-päeva liikutavat keskmist.	Kuumalainete ajal tõusis suremus keskmiselt 12,1%.



## 2.4.2. Kuuma ilmaga seotud riskitegurid suremuses

Riskitegurid kuuma ilmaga seotud suremuses on kompleksed, sisaldades endas nii keskkonna, sotsiaalset kui ka meditsiinilist komponenti (25). Siiski võib suremuse kasvu kuumalainete ajal pidada lühiajaliseks mõjuks (11).

- **Keskkonnategurid**

Kõige olulisem riskitegur on kuumalaine iseloom: kestus ja intensiivsus (8). Mida pikem on kuumalaine ning suurem selle intensiivsus, seda kõrgem on suremus (9, 51). On leitud, et võrreldes lühikese kuumalainega on pikemate lainete ajal suremus kuni kolm korda kõrgem (9). Temperatuuri tõustes 1 °C võrra üle künnistemperatuuri suureneb risk surra olenevalt piirkonnast ja inimeste kohastumisvõimest kuni 3% (14).

Samuti on täheldatud, et suveperioodi alguses ilmneb kõrgete õhutemperatuuride mõju suremusele tugevamalt (5, 24) ning lisaks päevastele õhutemperatuuridele on olulised ka kõrged öised temperatuurid (51).

Mõned uuringud viitavad, et õhusaaste, osooni ja kõrgete temperatuuride koosmõju võib suurendada suremust (35). 2003. aasta kuumalaine ajal Prantsusmaal tuvastati, et linna- piirkondades osooni kontsentratsiooni tõus 10 µg/m<sup>3</sup> võrra ja temperatuuride koosmõju suurendas riski surra ligikaudu 1% (35).

- **Vanus ja sugu**

Epidemioloogilised uuringud on näidanud, et oluline riskitegur kuuma ilmaga seotud suremuses on vanus (26, 43, 45). Risk tõuseb oluliselt vanusega ning ohustatumad on naised (6, 9, 52), mõnedel andmetel vallalised naised (26). 2003. aastal Prantsusmaa kuumalaine ajal esines üle 55-aastastel naistel võrreldes meestega 15% rohkem liigsurmajuhete (43). Euroopa 9 linna kuumalaine uuring 2003. aastal näitas samuti naiste suuremat suremust kuumalainete ajal võrreldes meestega (9). Tšehhis suurenes 1982.–2000. aastatel esinenud kuumalainete jooksul suremus samuti rohkem naiste hulgas (24).

Võrreldes mittekuumalaine päevadega on risk surra 65–74 aastatel kuumalaine ajal 1,08 (95% CI 1,02–1,16) ning üle 75 aasta vanustel 1,15 (95% CI 1,11–1,18) korda kõrgem (26). Nooremate vanusrühmadega võrreldes suureneb risk surra järsult 75+ vanusrühmas (6). Riskiteguritena mängivad vanurite juures rolli erinevad meditsiinilised probleemid: voodihaigus (OR=5,5; 95% CI 2,5–12,1), suutmatus enda eest hoolt kanda (OR=4,1; 95% CI 2,0–8,5), erinevad psühholoogilised probleemid (OR=3,5; 95% CI 1,7–7,3), südamehaigused

(OR=2,3; 95% CI 1,5–3,6) ning kopsuhaigused (OR=2,2; 95% CI 1,0–4,9) (25), samuti kesknärvisüsteemihaigused (RR=1,14; 95% CI 1,10–1,18) (26).

Kuumalainete ajal suureneb hospitaliseeritud patsientide arv, seda peamiselt respiratoorsete haigustega vanurite (vanuses 75+) kui ka kuumarabanduse saanud isikute hulgas (29, 47). Prognoosid näitavad, et seoses kliima muutustega tõuseb tulevikus (2021–2050) respiratoorsete haigustega hospitaliseeritud patsientide arv ning Lõuna-Euroopas võib tõus olla kuni kolmekordne (53). Prantsumaal 2003. aasta kuumalaine ajal hospitaliseeriti kuumarabandusega 83 inimest, kellest 14 saabusid haiglasse perioodi kõige kuumemal päeval (47). Vanurite puhul on oluline riskitegur teadmiste puudumine kuumaga seotud ohtudest, mistõttu ei oska nad ennast kõrgete temperatuuride eest kaitsta. Londonis ja Norwichis 72–94 aastaste hulgas läbi viidud uuring näitas, et vanuritel puuduvad teadmised kuumaga seotud terviseriskidest ning tihti ei pea nad end ohustatud rühmaks (54).

Lisaks vanuritele peetakse ohustatud rahvastikurühmaks ka lapsi (11). Prantsumaal 2003. aasta kuumalaine ajal esines alla 1-aastaste poisslaste hulgas 27% rohkem liigsurmajuhte, samas tütarlaste hulgas lisasuremust ei täheldatud (43). Ishigami jt leidsid 2008. aastal, et kõrgete temperatuuride mõju laste suremusele ei ole statistiliselt oluline (6).

Laste kehatemperatuur allub suurematele kõikumistele, kuna nende termoregulatsioon ei ole veel välja kujunenud ning füsioloogiliselt on nende keha põhitemperatuur 0,4 °C kõrgem. Eakamatel on termoregulatsioon aeglustunud, mistõttu on nemad kuumadele temperatuuridele haavatavamad kui lapsed (17).

- **Elukoht**

Kuumaga seotud tervisemõjud avalduvad olenemata riigi geograafilisest asendist või sissetulekust (14) ning peamiselt ilmneb kõrgete temperatuuride mõju suremusele kõige tugevamalt nendes piirkondades, kus kuumalaine episoodid on harvad nähtused ning õhutemperatuurid erinevad piirkonna tavapäraest meteoroloogilistest tingimustest, mistõttu inimeste kohastumisvõime ekstreemsetes ilmastikuoludes on madal (9, 43). Uuringud näitavad, et linnapiirkondades on suremus kõrgem, seda suurema asustustiheduse tõttu. Tekivad nn kuumasaared (ingl *heat islands*), kus teatud piirkondades on õhutemperatuurid ümbritsevast kõrgemad (51). Samuti on täheldatud, et põhjapoolsetes linnades on suremus kõrgem kui Vahemere ääres paiknevates linnades (9).

Rolli mängib ka elamu tüüp, korruselisus ja tubade arv. Chicagos teostatud uuringu järgi oli isikutel, kes elasid 1995. aasta kuumalaine ajal kortermajades, 2,5 (95% CI 1,5–4,2) korda ning viimasel korruse elanikel 4,5 (95% CI 1,7–12,8) korda suurem šans surra. Samuti on oluline tubade arv korteris. Ühe- ja kahetoaliste korterite elanikel oli 3,4 (95% CI 1,5–7,9) korda kõrgem šans surra võrreldes suuremate korterite elanikega (25).

- **Sotsiaal-majanduslik olukord**

Madalama SKP-ga riikides on risk surra suurem, mis võib olla tingitud asjaolust, et inimestel puudub võimalus kasutada ennetavaid abinõusid kuumuse kaitseks, näiteks soetada konditsioneer (14). On leitud, et konditsioneeride kasutamine kuumalainete ajal on kaitsev tegur suremusele ning 50% kuumaga seotud suremusest on ennetatav kodus olevate konditsioneeridega (25).

Samuti mängib rolli isikute enda sotsiaalne staatus. Roomas suurenes suremus 2003. aasta kuumalaine perioodil madala sotsiaalse staatusega isikute hulgas 17,8% ja Torinos madalama haridusega isikute hulgas 43% (49).

### 2.4.3. Kuumast ilmast põhjustatud liigsuremuse ennetamine rahvatervishoius

Uuringute tulemused näitavad, et rahvastiku ettevalmistamiseks kuumalainetega toimetulekuks on vajalikud erinevad ennetusmeetmete strateegiad (15), mis peaksid olema planeeritud arvestades aega, kohta ja rahvastikku (26). Demograafilised muutused rahvastikus ja muutused tervishoius mõjutavad inimeste kohanemisvõimet. Riskide vähendamiseks rahvatervishoiu tasandil soovitab Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) Euroopa riikidel välja töötada kuuma ilma tegutsemisplaanid (ingl *Heat-Health Action Plans*) (55). Samuti oleksid vajalikud varajased hoiatussüsteemid (ingl *Early Warning Systems*), mis tagavad erinevate asutuste ning avalikkuse vahel informatsiooni liikumise.

Kuumast ilmast põhjustatud suremuse ennetamiseks tuleks tõsta inimeste teadlikkust ning tagada konditsioneeridele ligipääs, näiteks läbi avalike jahutuskeskuste (15). Avalike konditsioneeride ideid toetab ka Hajat jt, kes on leidnud, et konditsioneerid rahvatervishoiu strateegiana on tõhus just kogukonna tasandil, mitte niivõrd individuaalsel tasandil (14).

Kuuma ilmaga seotud suremuse ennetamiseks peaksid ennetusprogrammid olema suunatud vanuritele, naistele ning krooniliste haigustega isikutele (9). Vanusrühmas 65–74 aastat tuleks tähelepanu pöörata isikutele, kellel on hingamisteede haigused (26). Teisalt soovitatakse pöörata tähelepanu mitte ainult riskikogukondadele, vaid kogu elanikkonnale (54).

Pärast mitmeid kuumalaine episoodide on mitmes riigis välja töötatud „Kuuma ilma tegutsemisplaanid ning varajase teavituse süsteemid“ (14). Eestis on 2011. aastal Terviseameti poolt koostatud „Erakordselt kuuma ilma hädaolukorra riskianalüüs“, kus tuuakse välja ennetavad meetmed ja tegevused ametkondadele (Terviseamet, EMHI) erakordselt kuuma ilma hädaolukorras, kuid olukorda juhtivat asutust ei määratleta (31).

Ennetusmeetmeid on mitmesuguseid, kuid puuduvad tõendid, millised neist oleksid kõige tõhusamad, et haarata kõige vastuvõtlikumad rühmad (11). Peale 2003. aasta kuumalainet juurutas Prantsumaa riikliku terviseplaan (*National Health Plan*). 2006. aasta kuumalaine uuring näitas ennetavate abinõude ja hoiatussüsteemide tõhusust, kuna lisasurmajuhude arv 2065 (95% CI 1630–2499) oli kolm korda väiksem kui eeldatav liigsurmajuhude arv sama aasta kuumalaine ajal. See näitab inimeste teadlikkuse tõusu temperatuuride mõjust ja ennetusmeetmetest ning annab aimu riikliku plaani toimivusest (46).

### **3. TÖÖ EESMÄRGID**

Käesoleva töö üldeesmärgiks on kirjeldada 2010. aasta erakordselt kuuma suve Eestis ja hinnata selle mõju rahvastiku suremusele. Sellest tulenevalt on magistritöö alaeesmärkideks:

1. Analüüsida 2010. aasta suve meteoroloogilisi tingimusi Eestis võrdlevalt eelnevate aastate (2007–2009) suvekuudega.
2. Kirjeldada 2010. aasta suve kuumalaineid Eestis.
3. Anda ülevaade 2010. aasta suve suremusest ja selle erinevusest võrdlusperioodiga.
4. Arvutada kuumalainete perioodi liigsuremus.

## **4. MATERJAL JA METOODIKA**

### **4.1. Andmestik**

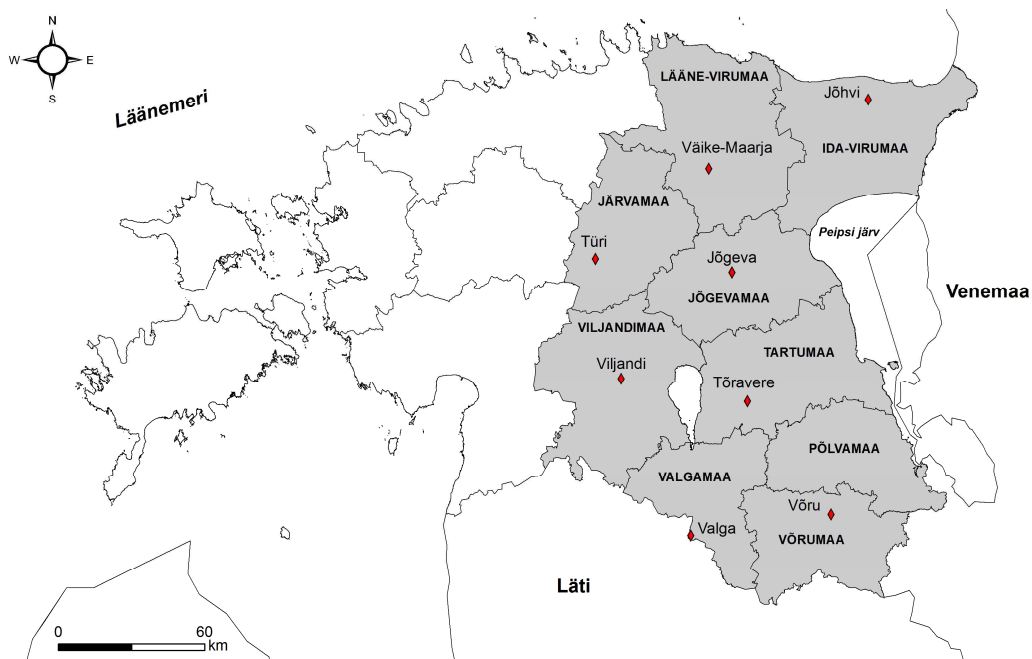
Uuring on riikliku statistika põhjal tehtud kvantitatiivne ökoloogiline uuring, mille andmed pärinevad Eesti riiklikust Surma põhjuste registrist ning Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) vaatlusvõrgu seireandmetest. Mõjuriks on Eesti 2010. a erakordselt kuum suvi ning sel ajal esinenud kuumalained. Tulem, mida uuritakse, on üldsuremus 2010. aastal võrrelduna eelnevate aastatega ning liigsuremus 2010. a kuumalainete perioodil.

Uuringuperioodiks on 2010. aasta meteoroloogilised suvekuud (juuni, juuli, august) ning võrdlusperioodi moodustavad 2007–2009 aastate suvekuud. Uuritavaks piirkonnaks valiti Kesk- ja Ida-Eesti maakonnad (Võru, Valga, Põlva, Tartu, Viljandi, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru ja Ida-Viru), kus rannikukliima mõju on vähene ning kuumalaine esines kõige tugevamalt (56). Läänemerel on õhutemperatuuride erinevuste kujundajana Eesti siseselt suur mõju (16), mistõttu valiti valimisse sise-Eesti kliimavaldkonda kuuluvad maakonnad.

Eetikakomitee luba uuringu läbiviimiseks ei taotletud, kuna kasutatakse isikustamata andmeid (konsulteritud TÜ inimuuringute eetika komiteega, suvi 2011).

### **4.2. Meteoroloogilised andmed**

Meteoroloogiline informatsioon saadi EMHI-st, mis on Keskkonnaministeeriumi haldusalas olev riiklik organisatsioon, mis korraldab Eesti õhuruumis ja territooriumil regulaarseid meteoroloogilisi ja hüdrooloogilisi vaatlusi (57, 58). EMHI vaatlusvõrgus on kokku 92 jaama (seisuga 01.01.2011), millest 13 on meteoroloogiajaamad (37). Uuritavas piirkonnas on kokku kaheksa meteoroloogiajaama, mille seireandmeid kasutati. Seega on seirejaamade valim piirkonna kõikne valim. Valimisse kuuluvad meteoroloogiajaamad, mis on töörežiimilt poolautomaatsed. Meid huvitavate näitajate vaatlusi tehakse automaatselt, registreerides parameetrid ööpäevaringselt igal täistunnil ning lisaks teostab mõningate elementide vaatlusi (nt pilvisus, lumikatte paksus jms) teatud intervalliga ka vaatleja (37). Uuringusse kaasatud maakonnad ja seirejaamad on esitatud joonisel 3.



**Joonis 3.** Uuringusse kaasatud Eesti maakonnad ning seirejaamad.

Andmed taotleti teadustöö eesmärgil TÜ tervishoiu instituudi avalduse alusel. Põlva maakonna kohta meteoroloogilisi andmeid ei saadud, kuna selles piirkonnas ei ole ühtegi meteoroloogiajaama, seetõttu on Põlva maakond esindatud läbi Tartu ja Võru seirejaamade andmete keskmistena.

Andmed saadi MS Excel formaadis iga jaama ning parameetri kohta päevade lõikes nii uuringuperioodi (2010. aasta suvekuud) kui ka võrdlusperioodi (2007–2009. aasta suvekuud) kohta. Parameetriteks olid: atmosfääriõhu ööpäevane maksimaalne, minimaalne ja keskmine temperatuur ning suhteline õhuniiskus.

Kokku saadi andmed 368 suvepäeva kohta kaheksas seirejaamas, s.o 11 776 mõõtmistulemust ehk 32 mõõtmistulemust iga päeva kohta. Saadud andmete põhjal arvutati igale päevale igas jaamas kuumaindeks (HI). Kuumaindeks on tegelikult tajutav temperatuur, mis arvestab õhutemperatuuri ja õhuniiskuse koosmõju ning iseloomustab kõige paremini inimese ebamugavust palavuses (17, 25, 37). Kuumaindeks arvutati valemi alusel, mis on toodud EMHI poolt koostatud raamatus „Eesti ilma riskid“ lk. 147 (17):

$$H_{IC} = T_a + \frac{5}{9}(e - 10) \quad (1)$$

$$e = \left[ 6,112 \cdot 10^{\frac{7,5 T_a}{237,7 + T_a}} \frac{R}{100} \right]$$

kus:  $H_{IC}$  – kuumaindeks Celsiuse kraadides ( $^{\circ}\text{C}$ ),  
 $T_a$  – atmosfääriõhu keskmine õhutemperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ),  
 $e$  – veeauru rõhk (hPa),  
 $R$  – suhteline õhuniiskus (%).

### 4.3. Suremuse andmed

Suremuse andmed sama perioodi kohta (2007–2010 meteoroloogilised suvekuud) taotleti Surma põhjuste registrist, mis on Eesti riiklik digitaliseeritud andmekogu, mille vastutavaks töötlejaks on Sotsiaalministeerium ning volitatud töötlejaks Tervise Arengu Instituut. Registreisse esitavad andmeid kord kuus tervishoiuteenuse osutajad või riiklik ekspertiisiasutus arstliku surmateatise alusel (59). Andmed taotleti isikustamata kujul.

Magistritöö jaoks saadi andmed Eesti rahvastiku üldsuremuse kohta (ingl *all-cause mortality*) kõikidesse põhjustesse uuringu- ja võrdlusperioodil maakondade järgi päevade kaupa. Epidemioloogilistes uuringutes kasutatakse kuuma mõju hindamisel suremusele kõige sagedamini just üldsuremust, et vältida surmapõhjuste väärkodeerimisest tingitud nihet (14).

Iga juhu kohta saadi järgmised andmed: elukoht, surmaaeg, surmapõhjus (algpõhjus), sugu ja vanus. Kokku saadi andmed 368 suvepäeva surmajuhtude kohta (kokku 15 685 surmajuhtu, millest uuringupiirkonnas 7823).

### 4.4. Andmeanalüüs

Andmete analüüsimiseks koostati andmebaas, milleks saadud informatsioon eksporditi programmi STATA 12.0 ning redigeeriti andmestik kujule, mis võimaldas edasist andmete statistilist töötlemist. Joonised koostati programmides MS Excel 2007 ja STATA 12.0. Töös kasutati kirjandusallikate viidete haldamiseks programmi RefWorks.

Andmete analüüsis kasutati tunnustena tegureid „kuumapäev“ ning „kuumalaine“. Kuumapäevade arv moodustus päevadest, mil maksimaalne õhutemperatuur oli üksikutel või kuni kahel järjestikusel päeval 30 °C või enam. Kuumalaine defineeriti Vabariigi Valitsuse 2010. aasta määruse nr. 54 erakordselt kuuma ilma definitsiooni järgi (60), mida kasutab Terviseamet dokumendis „Erakordselt kuuma ilma hädaolukorra riskianalüüs“ (31). Erakordselt kuum ilm defineeriti kuumalaineks juhul, kui ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur püsis kõrgem kui 30 °C kauem kui kahel järjestikusel päeval. Kuumalaine, mis iseloomustas kogu piirkonda tervikuna, moodustus kaheksa seirejaama maksimaalse õhutemperatuuri keskmisena ning kuumalaine ajal vaadeldi suremust kogu uuringupiirkonnas tervikuna.



Meteoroloogilisi tingimusi kirjeldati aastate lõikes atmosfääriõhu temperatuuri ( $T_{\text{mean}}$ ,  $T_{\text{min}}$ ,  $T_{\text{max}}$ ) ja kuumaindeksi (HI) kaudu. Uuringuaastate võrdlemiseks keskmistati võrdlusperioodi (2007–2009) parameetrid ning uuritavat aastat ja võrdlusperioodi võrreldi omavahel kõigi parameetrite osas lineaarse regressiooniga. Statistiliselt oluliseks loeti erinevused, mille korral p-väärtus oli väiksem kui 0,05 ( $p < 0,05$ ).

Suremust analüüsiti aastate lõikes suremuskordajate kaudu (MR). Võrdlusperioodi (kolm aastat, 2007–2009) näitajad (suremus, rahvastik) keskmistati. Arvutati suremuskordajate suhted (MRR) koos 95% usaldusvahemikuga (95% CI). Statistiliselt oluliste riskide korral ei sisaldanud usaldusvahemik väärtust 1.

Selleks, et võrdlusperiood (2007–2009) ja uuringuaasta oleksid omavahel paremini võrreldavad, tuleb arvestada Eesti rahvastiku üldsuremuse langustrendi viimastel aastatel. Selle mõju elimineerimiseks kasutati suremuskordajate regressioonanalüüsi. Mudeli sirge langustrendi alusel leiti 2010. aastale eeldatud suremuskordaja. Seejärel arvutati suremuse suhteline langus (%) võrdlusperioodi keskmise suremuskordaja ja aastale 2010 eeldatud suremuskordaja alusel valemiga (2):

$$MR_{\text{langus}} \% = \frac{MR_{(2007-2009) \text{ keskmine}} - MR(E)_{2010}}{MR(E)_{2010}} \times 100, \quad (2)$$

kus:  $MR_{\text{langus}} \%$  – 2007–2009 aasta keskmise suremuskordaja ja 2010. a eeldatud suremuskordaja suhe (%),  
 $MR_{(2007-2009) \text{ keskmine}}$  – 2007–2009 aastate keskmine suremuskordaja 1000 elaniku kohta,  
 $MR(E)_{2010}$  – 2010. aasta eeldatav suremuskordaja 1000 elaniku kohta.

Liigsurmade (EM, ingl *excess mortality*) arvutamiseks viidi võrdlusperioodi ja uuringuaasta suremus tinglikult samale tasemele, et elimineerida suremuse langustrendi mõju. Selleks vähendati võrdlusaastate suremust suhtelise languse (%) võrra. Eeldatud surmajuhtude arv ning liigsurmajuhtude arv 2010. aasta igale päevale arvutati järgnevate valemitega (3) ja (5):

$$E_{2010} = \text{rahvastik}_{2010} \times (MR_{2007-2009}), \quad (3)$$

kus:  $E_{2010}$  – eeldatav surmajuhtude arv  $x$  päeval aastal 2010,  
 $MR_{2007-2009}$  – aastate 2007–2009 keskmine suremuskordaja 1000 elaniku kohta  $x$  päeval.

$$MR_{2007-2009} = \frac{(\textit{keskmine surmade arv}_{2007-2009} - MR_{\textit{langus}\%})}{\textit{keskmine rahvastiku arv}_{2007-2009}} \times 1000 \quad (4)$$

kus:  $MR_{2007-2009}$  – aastate 2007–2009 keskmine suremuskordaja 1000 elaniku kohta  $x$  päeval  
 $MR_{\textit{langus}\%}$  –  $MR_{\textit{langus}\%}$  – aastate (2007–2009) keskmise suremuskordaja ja 2010. a  
eeldatud suremuskordaja suhe (%),

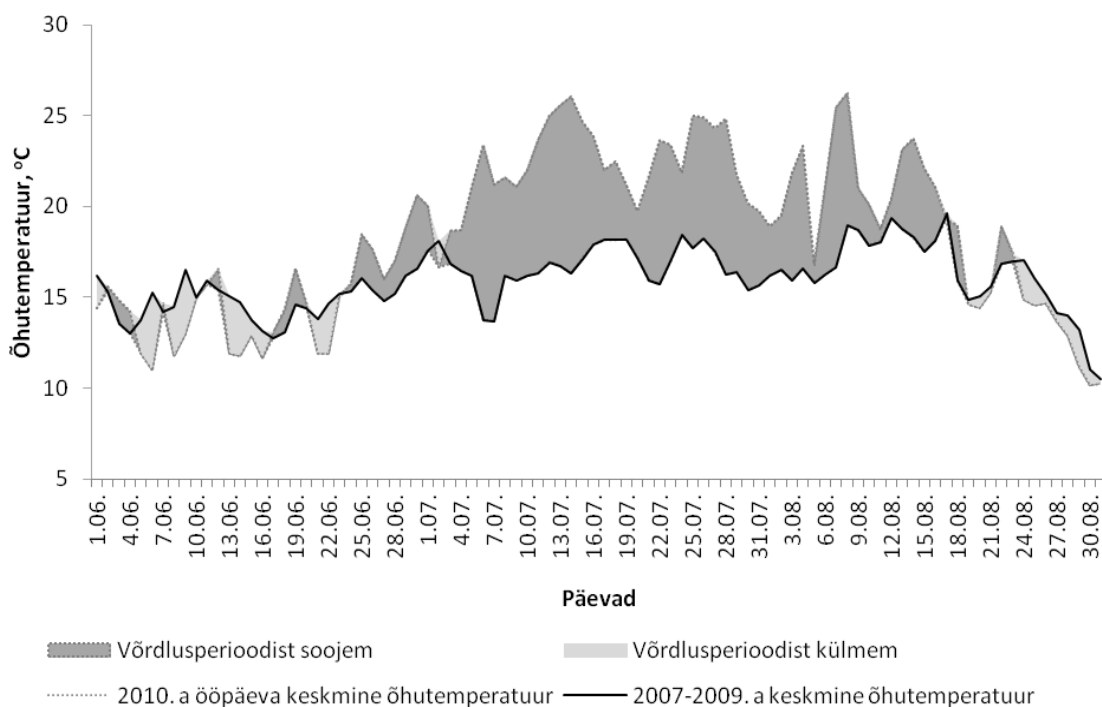
$$EM_{2010} = O_{2010} - E_{2010} \quad (5)$$

kus:  $EM_{2010}$  – liigsurmajuhtude arv  $x$  päeval aastal 2010  
 $O_{2010}$  – tegelike surmajuhtude arv  $x$  päeval aastal 2010  
 $E_{2010}$  – eeldatav surmajuhtude arv  $x$  päeval aastal 2010 (arvutatud valemist nr 3)

## 5. TULEMUSED

### 5.1. 2010. aasta suve meteoroloogiline ülevaade ja võrdlus aastatega 2007–2009

2010. aasta suveperiood on olnud erakordselt soe, mil ööpäevade keskmised õhutemperatuurid uuringupiirkonnas olid statistiliselt oluliselt kõrgemad kui võrdlusperioodil (joonis 4).



**Joonis 4.** Ööpäeva keskmine õhutemperatuur uuringupiirkonnas 2010. aasta suvekuudel võrreldes aastate 2007–2009 suvekuudega.

Keskmisest soojemate ja külmemate päevade arv 2010. aasta suvel oli vastavalt 66 ja 26 päeva. Valdav osa soojemaid päevi esines kesksuvel (juuli keskpaik ja lõpp ning augusti esimene pool). Suveperioodi ööpäeva keskmiseks õhutemperatuuriks kujunes 2010. aastal 18,4 °C, mis on võrdlusaastate (2007–2009) keskmisest 2,5 °C kõrgem. Veelgi suurem (3,7 °C) oli kuumaindeksi erinevus võrdlusperioodist. Samuti ületas ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur võrdlusperioodi oma 2,8 °C võrra (tabel 2).

**Tabel 2.** 2010. aasta ja võrdlusperioodi õhutemperatuurid ja kuumaindeks suvekuudel (juuni–august)

Aasta	Ööpäevane õhutemperatuur, °C			Suve absoluutne maksimum	HI
	T <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>		
2010	18,4	23,9	13,1	34,6	21,8
2009	15,4	20,6	10,6	29,0	17,6
2008	15,5	20,5	10,6	30,0	17,5
2007	16,9	22,3	11,6	31,6	19,3

Omavahel kõige sarnasemaks osutusid 2009. ja 2008. aasta, mil kolme kuu ööpäevade keskmise õhutemperatuuri vahe oli kõigest 0,1 kraadi. Aastate omavahelist erinevust kirjeldab tabel 3.

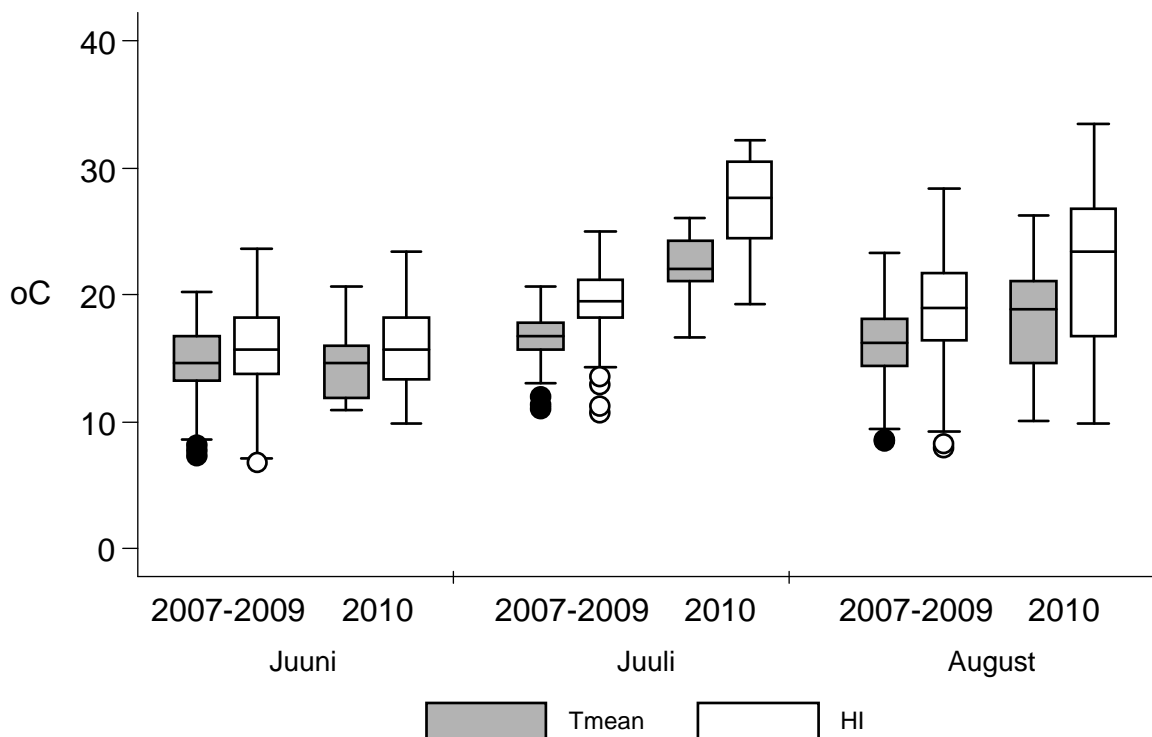
**Tabel 3.** Suveperioodi ööpäeva keskmiste õhutemperatuuride (°C) ja kuumaindeksi (°C) erinevused aastati

Aasta	Võrreldes aastaga,					
	2010		2009		2008	
	T <sub>mean</sub>	HI	T <sub>mean</sub>	HI	T <sub>mean</sub>	HI
2010						
2009	-3,0	-4,2				
2008	-2,9	-4,3	+0,1*	+0,1*		
2007	-1,5	-2,5	+1,5	+1,7	+1,4	+1,8

\*statistiliselt sarnased aastad ( $p>0,05$ )

2010. aasta suve kõige soojem kuu oli juulikuu, mil ööpäeva keskmiseks õhutemperatuuriks uuringupiirkonnas kujunes 22,3 °C, mis on võrdlusaastate (2007–2009) keskmisest juulikuu temperatuurist 5,6 °C kõrgem (95% CI 4,7–6,4;  $p<0,05$ ). Juunikuu õhutemperatuurid olid võrdlusaastate temperatuuridele sarnased ( $p>0,05$ ) ning 2010. aasta august oli võrdlusperioodi keskmisest augustikuisest õhutemperatuurist 1,9 °C soojem (95% CI 0,45–3,3) (joonis 5).

Enamik juulikuu päevadest (26 päeva, ehk 84%), olid väga soojad, mil ööpäeva keskmine õhutemperatuur oli üle 20 °C ning nendest kahel päeval (13.07.10 ja 14.07.10) lausa üle 25 °C. Juulikuu absoluutseks maksimaalseks õhutemperatuuriks mõõdeti 33,7 °C (Jõhvi, 28. juuli) ning kogu suve absoluutseks maksimaalseks õhutemperatuur 34,6 °C (Jõhvi, 8. august). Võrreldes juuni- ja augustikuuga oli juulikuu vastavalt 7,7 °C (95% CI 6,1– 9,3;  $p<0,05$ ) ning 4,1 °C (95% CI 2,44–5,6;  $p<0,05$ ) võrra soojem.



**Joonis 5.** Ööpäeva keskmine õhutemperatuur ( $T_{\text{mean}}$ , °C) ja kuumaindeks (HI, °C) aastate ja kuude järgi.

### 5.1.1. Meteoroloogiline ülevaade maakondade järgi ja võrdlus aastatega 2007–2009

2010. aasta suveperiood oli kõigis uurimispiirkonna maakondades erakordselt soe ning ööpäevade keskmine õhutemperatuur oli eelnevate aastatega võrreldes 2,3 °C (Järvamaa ja Lääne-Virumaa) kuni 2,6 °C (Ida-Virumaa ja Jõgevamaa) võrra kõrgem. Samuti olid keskmised ööpäeva miinimumtemperatuurid 2010. aastal kõrged, ulatudes mitmes maakonnas üle 13 °C (Lääne-Virumaa, Tartumaa, Valgamaa, Viljandimaa), Võrumaal lausa üle 14 °C.

Kagu-Eesti maakondade õhutemperatuurid oli võrreldes Ida-Eesti maakondadega mõnevõrra kõrgemad. Kõige soojemaks kujunes ilm Võrumaal, kus ööpäevade keskmiseks õhutemperatuuriks kujunes 19,2 °C ning kuumaindeksiks 22,9 °C. Teiste maakondade temperatuurid olid Võrumaaga võrreldes kuni 1,4 °C madalamad (tabel 4).

**Tabel 4.** 2010. aasta suveperioodi ööpäevased õhutemperatuurid ja kuumaindeks (HI) maakonniti ning erinevus võrdlusperioodist ja Võrumaast

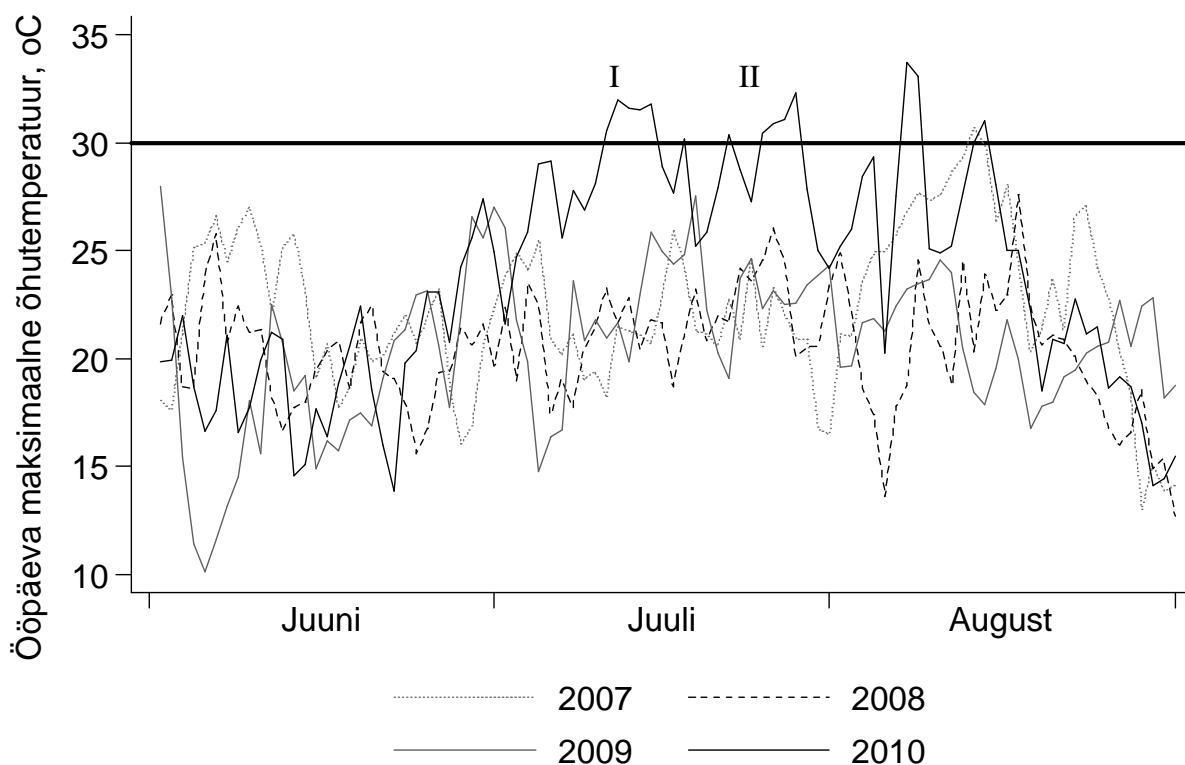
Maakond	Ööpäevane õhutemperatuur, °C					Suve absoluutne maksimum	HI
	T <sub>min</sub>	T <sub>mean</sub>	T <sub>mean</sub> erinevus võrdlusperioodist, (95% CI)	T <sub>mean</sub> erinevus Võrumaast,			
Ida-Viru	12,5	18,1	+2,6 (1,8–3,4)	-1,2		34,6	21,2
Jõgeva	12,3	18,2	+2,6 (1,8–3,4)	-1,1		34,0	21,5
Järva	12,7	18,2	+2,3 (1,5–3,0)	-0,9		33,4	21,5
Lääne-Viru	13,4	17,7	+2,3 (1,5–3,1)	-1,4		34,3	20,8
Põlva	14,1	19,0	+2,5 (1,7–3,3)	-0,2		33,9	22,5
Tartu	13,8	18,7	+2,4 (1,6–3,2)	-0,5		33,6	22,1
Valga	13,5	18,6	+2,4 (1,7–3,2)	-0,5		33,3	22,4
Viljandi	13,5	18,5	+2,5 (1,7–3,3)	-0,6		34,2	22,0
Võru	14,3	19,2	+2,5 (1,7–3,3)	-		33,8	22,9

## 5.2. Kuumalainete esinemine 2010. aastal

Üle 30 °C kuuma, mis kestis kauem kui kaks päeva (st kuumalaine), esines ainult kahel korral 2010. aasta juulikuus (joonis 6):

- I laine: 11.–15. juuli 2010 (5 järjestikust päeva)
- II laine: 25.–28. juuli 2010 (4 järjestikust päeva)

Võrdlusperioodil (2007–2009) kuumalaineid ei esinenud.



**Joonis 6.** Ööpäeva maksimaalsed õhutemperatuurid ajavahemikul 2007—2010 suvekuudel võrrelduna Eesti Vabariigi Valitsuse poolt määratud erakordselt kuuma ilma referentsväärtusega (30 °C).

Kokku oli 2010. aastal uuringupiirkonnas 9 kuumalaine päeva (õhutemp 30 °C või enam kauem kui 2 järjestikusel päeval) ning 6 kuumapäeva (õhutemp 30 °C või enam üksikutel päevadel), millest kahel korral (7.–8. august ja 13.–14. august) esinesid kuumapäevad kahel päeval järjestikku. Kõik kuumalainepäevad jäid juulikusse ning moodustasid juulikuupäevadest rohkem kui veerandi (29%).

Esimene kuumalaine (11.–15. juuli) oli kõige pikem, vältades viis järjestikust päeva. Maksimaalne õhutemperatuur ulatus kuni 32,0 °C (tabel 5).

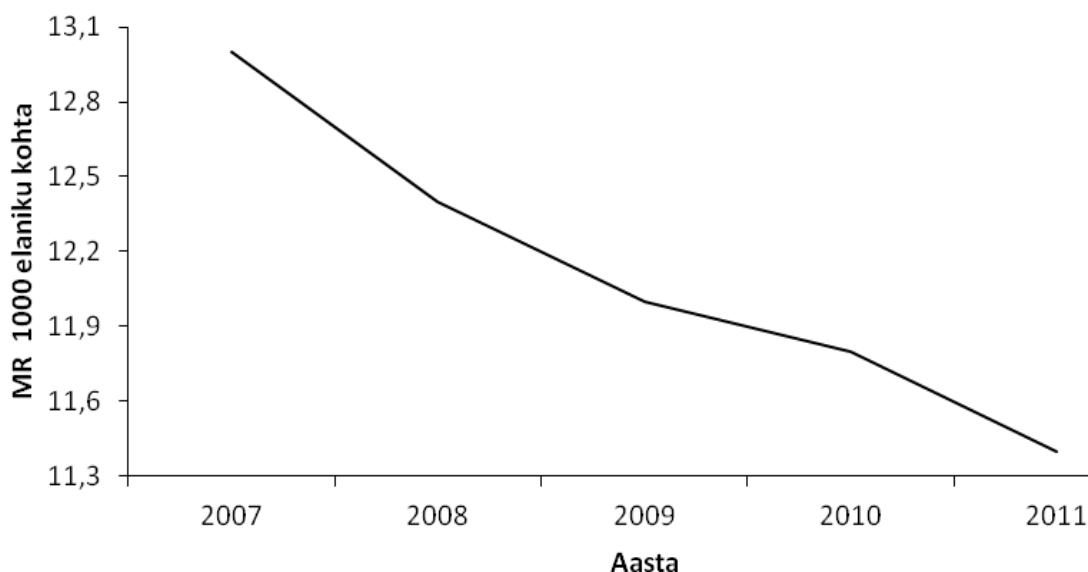
**Tabel 5.** 2010. aasta kuumalainete karakteristikud

Kuumalaine periood	Pikkus päevades	Õhutemperatuur kuumalaine ajal			Absoluutne maksimum
		T <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	
I (11.–15. juuli)	5	25,0	31,5	17,4	32,0
II (25.–28. juuli)	4	24,8	31,2	18,7	32,3

### 5.3. Üldsuremus 2010. aastal ja erinevus võrdlusperioodist (2007–2009)

Statistikaameti andmeil suri Eestis 2010. aastal kokku 15 790 isikut (61), mis teeb suremuskordajaks 11,78/1000 elaniku kohta aastas. Võrdlusperioodi aastatel (2007–2009) oli see märksa kõrgem (vastavalt 12,96; 12,43 ja 11,99).

Eesti rahvastiku suremuse dünaamikas on aastate lõikes (2007–2011) näha püsivat langustrendi. Aastaks 2011, võrreldes aastaga 2007, oli suremus langenud 12,3%, suremuskordajad 1000 elaniku kohta on vastavalt 12,96 ja 11,37 (joonis 7).



**Joonis 7.** Suremuskordajate (MR) muutus Eestis rahvastikus aastatel 2007–2011.

Analüüsisides suremuse langust aastate kaupa, näeme, et 2010. aastal oli suremuse langus võrreldes kahe eelmise aastaga üle poole võrra väiksem (suremuskordaja vahed vastavalt 0,21; 0,44 ja 0,53). Järgevalt, 2011. aastal, oli suremuse langus jällegi sarnane aastate 2007–2009 trendiga (tabel 6).

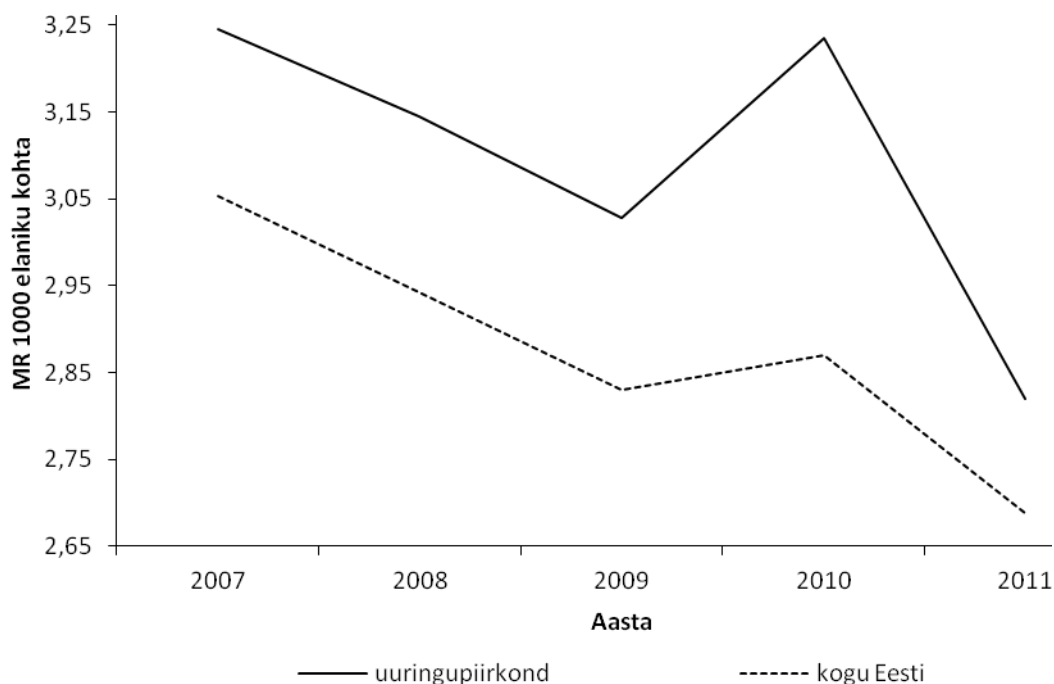


**Tabel 6.** Eesti rahvastiku suremuskordajad (MR) ja nende muutus aastate lõikes

Aasta	Rahvaarv <sup>1</sup>	Surmajuhtude arv <sup>1</sup>	MR 1000 elaniku kohta	MR muutus võrreldes eelneva aastaga, (%)
2007	1 342 409	17 409	12,96	-
2008	1 340 935	16 675	12,43	-0,53(4,09% ↓)
2009	1 340 415	16 081	11,99	-0,44(3,54% ↓)
2010	1 340 127	15 790	11,78	-0,21(1,76% ↓)
2011	1 340 194	15 244	11,37	-0,41(3,49% ↓)

<sup>1</sup>Arvandmed pärinevad Eesti Statistikaameti andmebaasist (61)

Kui vaadata suremust uuringupiirkonnas ja ainult suvekuudel (käesoleva uuringu eesmärk), siis on selgelt näha, et 2010. aastal oli suremus oluliselt kõrgem võrreldes 2009. ja 2011. aastaga (joonis 8). See võib olla tingitud erakordselt kuumast suvest, mis on mõjutanud suremuse languse üldtrendi Eestis tervikuna, kuid ilmneb intensiivsemalt uuringupiirkonnas.



**Joonis 8.** Suremuskordajate muutus uuringupiirkonnas ja kogu Eestis 2007.–2011. aastate suvekuudel (juuni–august).

Uuringupiirkonna suremus 2010. aasta suvel moodustas kogu Eesti suvekuude surmajuhtudest 51,8%. Keskmiselt suri päevas 22 inimest. Võrreldes võrdlusperioodiga oli suremus 2010. aastal 3,2% kõrgem. Enim suri inimesi juulikuus (n=733), mis on võrdlusperioodi keskmisest juulikuisest suremusest 14% kõrgem. 2010. aasta juuni- ja augustikuu suremuses võrdlusperioodiga statistiliselt olulist erinevust ei olnud (tabel 7).

**Tabel 7.** 2010. aasta suremuse erinevus võrdlusperioodist kuude lõikes

Tunnus	Aasta		MRR <sup>2</sup>	95% CI
	2007-2009 <sup>1</sup>	2010		
Rahvaarv <sup>3</sup>	619 054	615 710		
Surmajuhude arv	1944	1992	1,03	0,97–1,09
Juuni	643	608	0,95	0,85–1,06
Juuli	645	733	<b>1,14*</b>	1,03–1,27
August	656	651	0,99	0,89–1,11
MR 1000 elaniku kohta	3,14	3,24	<b>1,03*</b>	1,02–1,05

<sup>1</sup>võrdlusperioodi (2007–2009) keskmised väärtused

<sup>2</sup>suremuskordajate suhe

<sup>3</sup>arvandmed pärinevad Eesti Statistikaameti andmebaasist (61)

\* statistiliselt oluline erinevus (p<0,05)

2010. a suvekuude lisasurmajuhtude (liigsuremuse) arvutamiseks võrrelduna perioodiga 2007–2009 arvestati üldsuremuse langustrendi mõju, s.o. milline oleks olnud suvekuude üldsuremus 2010. a siis, kui suremus ei oleks ajas (2007–2011) olnud langeva iseloomuga (vt ptk. 4.4. lk 25). Regressioonmudeli sirge languse järgi leiti suveperioodi surmajuhude eeldatavad arvud ja nende alusel vastav kolme kuu eeldatav suremuskordaja 2010. aasta kohta (2,92) (tabel 8).

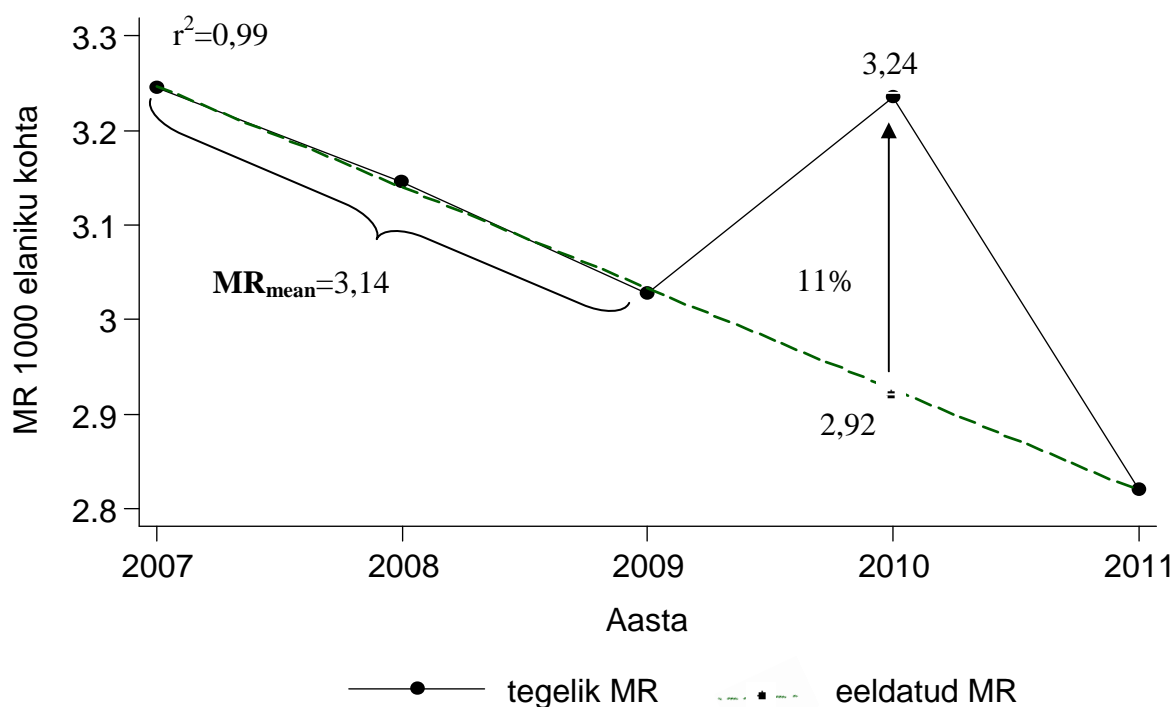
**Tabel 8.** Eeldatud surmajuhud ning liigsuremus 2010. aasta suvekuudel

Tunnus	2010. a	Liigsurmade arv
<b>Rahvaarv<sup>2</sup></b>	615 710	
<b>Eeldatav surmajuhude arv<sup>1</sup></b>	1801	191
Juuni	591	19
Juuli	621	112
August	591	60
<b>Eeldatav MR 1000 el kohta<sup>1</sup></b>	2,92	

<sup>1</sup>arvutatud regressioonmudeli järgi

<sup>2</sup>arvandmed pärinevad Eesti Statistikaameti andmebaasist (61)

Seega suremuse langustrendi arvestades oli tegelik suremus uuringupiirkonnas 2010. aastal eeldatust 11% kõrgem (joonis 9).



**Joonis 9.** Eeldatud ning tegelikud suremuskordajad (MR) uuringupiirkonnas 2007–2011 aastate suvekuudel (juuni–august).

Regressioonimudeli prognoosi järgi on võrdlusperioodi keskmine suremuskordaja (3,14) 0,22 võrra suurem 2010. a eeldatud suremuskordajast (2,92). Seega on eeldatav suremus 2010. aastaks langenud 7,5% võrra (valem 2 lk 25). Viimaks 2007–2009. aasta suremuse 2010. aasta eeldatud suremusega samale tasemele, vähendame võrdlusperioodi keskmist suremuskordajat 7,5% võrra, et võrdlusperiood ja uuringuperiood oleksid omavahel võrreldavad. Seetõttu on tabelis 9 esitatud langustrendi arvestavad suremuskordajate suhted tegelikest suhetest (tabel 7 lk 34) oluliselt suuremad.

**Tabel 9.** 2010. aasta suremuse erinevus võrdlusperioodist kuude järgi, arvestades suremuse langustrendi

Tunnus	Aasta		MRR <sup>2</sup>	95% CI
	2007-2009	2010		
Rahvaarv <sup>3</sup>	619 054	615 710		
Surmajuhude arv <sup>1</sup>	1798	1992	<b>1,11*</b>	1,04–1,19
Juuni	595	608	1,02	0,92–1,15
Juuli	596	733	<b>1,23*</b>	1,11–1,38
August	607	651	1,07	0,96–1,20
MR 1000 el kohta	2,90	3,24	<b>1,12*</b>	1,07–1,18

<sup>1</sup>võrdlusperioodi (2007–200) väärtusi vähendatud 7,5% võrra

<sup>2</sup>arvutatud suremuskordajate suhte kaudu

<sup>3</sup>arvandmed pärinevad Eesti Statistikaameti andmebaasist (61)

\*statistiliselt oluline erinevus (p<0,05)

### 5.3.1. Üldsuremus 2010. aasta suvel maakondade järgi ja erinevus võrdlusperioodist

2010. aasta suveperioodil oli üldsuremus suurim Võru maakonnas, kus kolme kuu suremuskordaja oli 3,7/1000 elaniku kohta ning väikseim Tartu maakonnas 2,7/1000 elaniku kohta. Võrreldes maakondade 2010. aasta suremust kuude lõikes 2007–2009 aasta keskmise suremusega samas piirkonnas, siis statistiliselt oluliselt kõrgem suremus ( $p < 0,05$ ) oli 2010. aasta juunikuus Viljandi maakonnas (MRR=1,48; 95% CI 1,11–1,97) ning juulikuus Võru maakonnas (MRR=1,42; 95% CI 1,02–1,98) ja Tartu maakonnas (MRR=1,21; 95% CI 1,0–1,46). Teistes maakondades olulisi erinevusi ei olnud (tabel 10).

**Tabel 10.** Suremus 2010. aasta suvel kuude järgi maakonniti

Maakond	Surmajuhtude arv			Kokku	Rahvaarv <sup>1</sup>	MR <sup>2</sup>
	Kuu					
	Juuni	Juuli	August			
Võru	41	56*	43	140	37 594	3,7
Viljandi	75*	67	45	187	55 361	3,4
Valga	29	34	46	109	33 968	3,2
Tartu	112	156*	134	402	150 304	2,7
Lääne-Viru	63	81	69	213	66 929	3,2
Järva	41	42	43	126	36 011	3,5
Jõgeva	35	33	40	108	36 610	3,0
Ida-Viru	186	218	195	599	168 099	3,6
Põlva	26	46	36	108	30 834	3,5
<b>KOKKU</b>	<b>608</b>	<b>733</b>	<b>651</b>	<b>1992</b>	<b>615 710</b>	<b>3,2*</b>

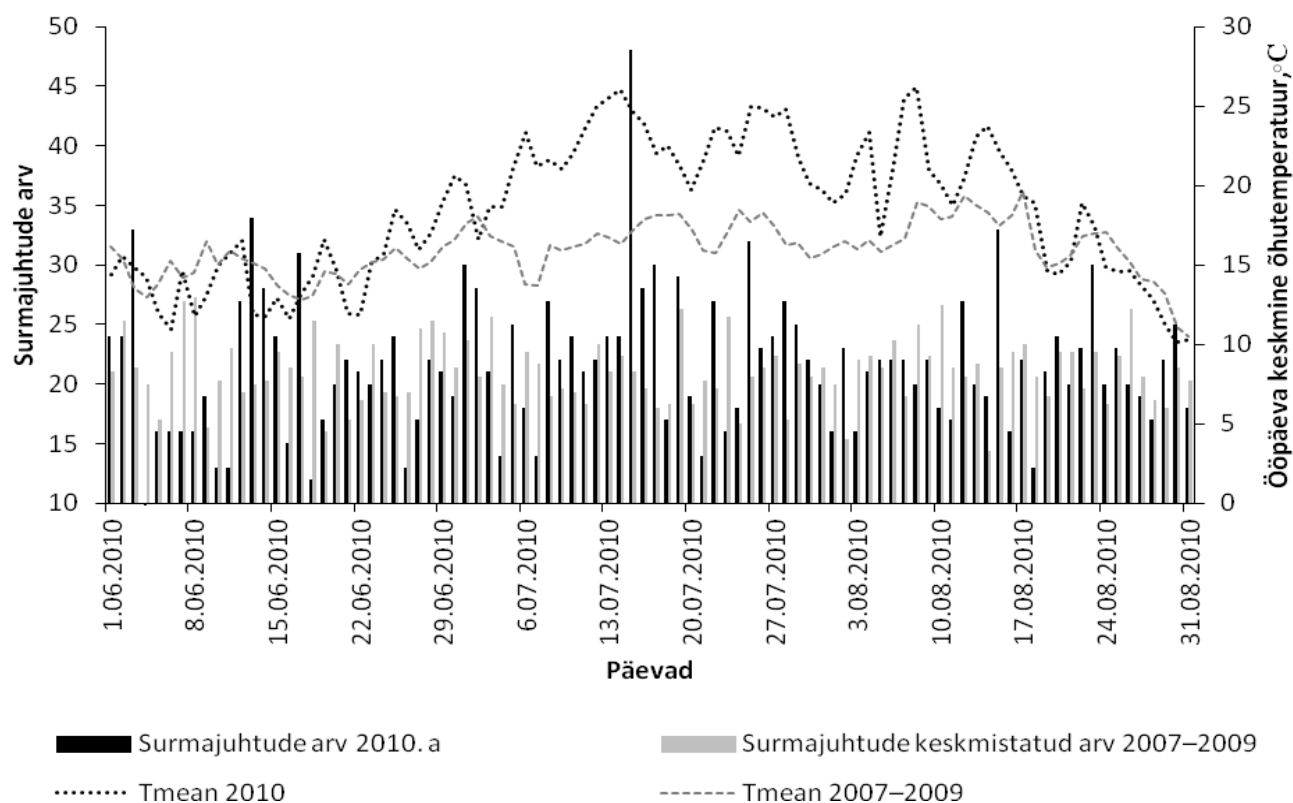
<sup>1</sup>Arvandmed pärinevad Eesti Statistikaameti andmebaasist (61)

<sup>2</sup>Kolme kuu suremuskordaja 1000 elaniku kohta

\*statistiliselt kõrgem suremus ( $p < 0,05$ ) võrreldes võrdlusperioodi sama kuu surmade arvuga

#### 5.4. Suremus 2010. aasta kuumalainete ajal

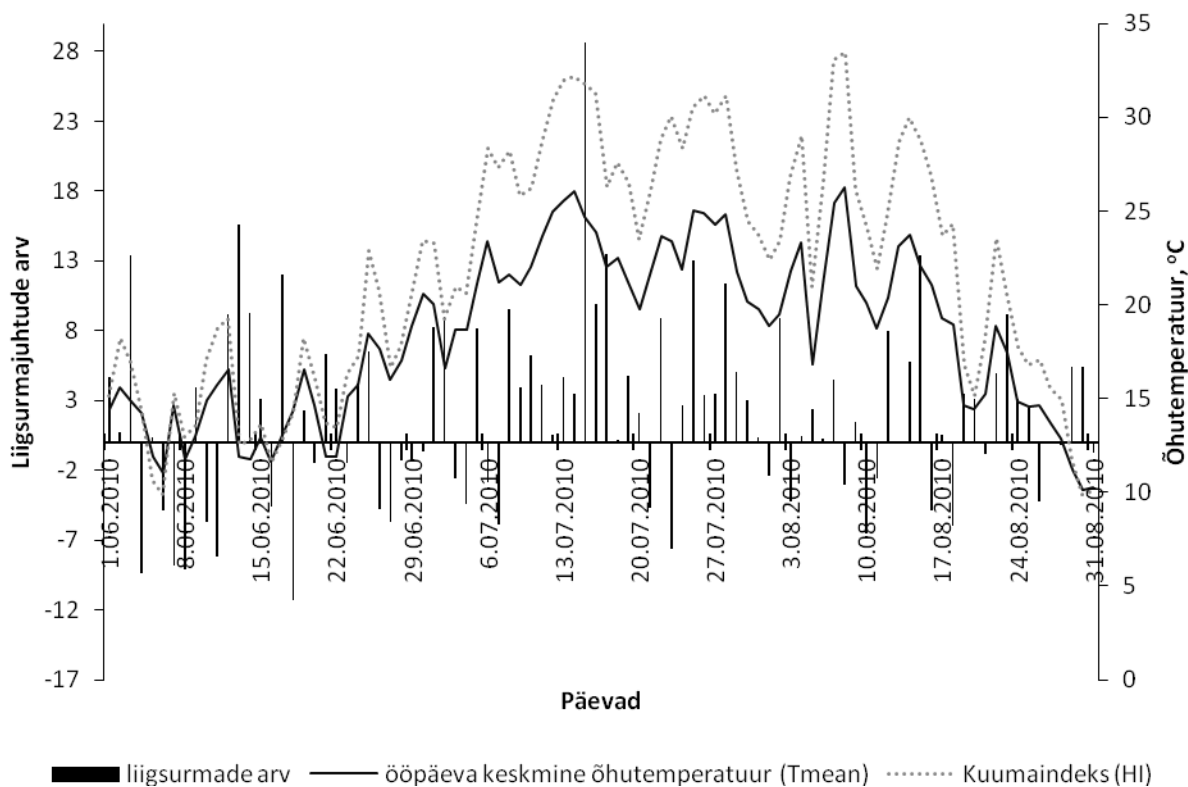
2010. aasta suveperioodil oli kaks kuumalainet, mis kestsid kokku üheksa päeva. Kuumalaine päevadel suri uuringupiirkonnas kokku 245 inimest, mis on 12,3% kogu suvekuude surmade üldarvust ning 33,4% juulikuu surmadest. Kõrgeim oli suremus esimese kuumalaine viimasel päeval (15. juulil), mil ööpäeva jooksul suri kokku 48 inimest (joonis 10).



**Joonis 10.** Surmade arv päevas 2010. aastal ja võrdlusperioodil (2007–2010) ning keskmine ööpäevane õhutemperatuur samal ajal.

Võrreldes tegelikku suremust mudeli poolt prognoositud 2010. aasta eeldatavate surmajuhtudega, esines liigsuremus suveperioodil 59 päeval (s.o 64% suveperioodist), seda nii kuumalaine ajal kui selle järgselt ajalise nihkega ning mõnel teiselgi päeval (joonis 11).

Suurim oli liigsuremus esimese kuumalaine ajal, mis oli lainetest pikim (11.–15. juuli), mil suri kokku 139 inimest, kellest 43 (30,9%) moodustasid liigsurmajuhud. Samuti oli suremus kõrgem lainele järgnenud päevadel, mida võib seostada eelnenud kuumalainega ning pidada aeg-nihkega suremuseks. Suremus oli eeldatust kõrgem ka neli järjestikku päeva väldanud teise kuumalaine ajal (25.–28. juuli), mil esines kokku 106 surmajuhtu ning liigsuremus sellest oli 30,2% (32 juhtu). Keskmine liigsuremus kuumalainete perioodil oli 30,6%.



**Joonis 11.** Liigsurmade arv 2010. aasta suvel võrreldes eeldatud surmajuhude arvu ning ööpäeva keskmise öhutemperatuuri ja kuumaindeksiga.

Kokku esines eeldatule lisaks surmajuhute kuumalaine ajal 75 (tabel 11).

**Tabel 11.** 2010. aasta kuumalainete perioodi surmajuhud ja meteoroloogilised tingimused

Kuumalaine	Kestus (päevades)	Kuupäev	Surmade arv	Liigsurmade arv	Ööpäevane temp		
					T <sub>mean</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>
I	5	11.07	21	4	23,7	30,6	15,2
		12.07	22	1	25,0	32,0	16,0
		13.07	24	5	25,6	31,6	17,4
		14.07	24	4	26,1	31,5	19,7
		15.07	48	29	24,7	31,8	18,6
II	4	25.07	32	13	25,0	30,5	19,4
		26.07	23	3	24,9	30,9	19,3
		27.07	24	4	24,3	31,1	17,0
		28.07	27	12	24,8	32,3	19,2
<b>KOKKU</b>	<b>9</b>		<b>245</b>	<b>75</b>			

Lisaks kuumalainele on liigsuremus näha ka kuumapäevade ajal, mil suri kokku 125 inimest, kellest 12,8% (n=16) moodustasid liigsurmajuhud.

## 6. ARUTELU

Käesolev töö on esimene kuuma ilmaga seotud suremuse uuring Eestis. Töö annab ülevaate 2010. aasta suvekuude meteoroloogilistest tingimustest ning kuuma ilma mõjust Eesti rahvastiku suremusele. Uuring viidi läbi Kesk- ja Ida-Eesti üheksas maakonnas, kus kuumalaine avaldus kõige intensiivsemalt. Uuringupiirkond hõlmab üle poole (57,5%) Eesti pindalast ning 45,9% rahvastikust. Uuringus on kasutatud piirkonna meteoroloogiajaamade kõikset valimit. Kuuma ilma mõju hindamisel kasutati tulemina üldsuremust ja liigsuremust, mida on tehtud ka teistes epidemioloogilistes uuringutes, et vältida surmapõhjuste väärkodeerimisest tingitud nihet (14). Suremuse andmed saadi Surma põhjuste registrist kogu üldsuremuse kohta (ingl *all-cause mortality*) kõikidesse põhjustesse uuringu- ja võrdlusperioodil maakondade järgi päevade kaupa. Uuringupiirkonna surmajuhtude arv päevas oli väike, mistõttu oli analüüs surmapõhjuste järgi võimatu. Liigsuremus arvutati kogu suveperioodi ja eraldi kuumalainete kohta. Arvesse võeti ka üldsuremuse pikaajalist langustrendi mõju.

Kuumust peetakse üheks suurimaks terviseohuks, mille mõjudele pööratakse rahvatervishoiu seisukohalt liialt vähe tähelepanu (11, 13), kuid mille seost tervisega saab läbi uuringute hinnata (4). Seetõttu on oluline uurida kuumast ilmast põhjustatud suremust, et planeerida riiklike ennetusmeetmete strateegiaid, mis aitavad tulevikus vähendada võimalikku kuumast ilmast põhjustatud tervisekadu.

Käesoleva uuringu tulemused näitavad, et 2010. aasta oli Eestis meteoroloogiliste tingimuste poolest erakordne aasta, mil õhutemperatuurid uuringupiirkonnas olid oluliselt kõrgemad kui võrdlusperioodil (2007–2009). Erinevused ilmnesid kõigis uuritud meteoroloogilistes näitajates. Juulikuust kujunes Eesti 2010. aasta kõige soojem kuu, olles võrdlusaastate juulikuust 5,6 °C soojem. Erakordne oli ka suve absoluutne maksimaalne õhutemperatuur (34,6 °C), mis jäi vaid ühe kraadi võrra 1992. aastal Võrus registreeritud kuumarekordist madalamaks (17). 2010. aasta suvel (juulist kuni augusti keskpaigani) oli kogu Euroopa kuumalainest hõlmatud ning Ida-Euroopas (Venemaal) kestis see järjestikku rohkem kui kuu aega (10). EMHI „Aastaraamat 2010“ toob välja, et nii sooja juulikuud ei ole Eestis viimasel poolel sajandil esinenud (37). Ka Leedu ja Läti keskmine juulikuine temperatuur oli tavapärasest vastavalt 4,8 °C ja 5,4 °C kõrgem (10).

2010. aastal ei jäänud ka Eesti kuumalainetest puutumata. Siinjuures tuleb märkida, et kuumalaine mõiste ei ole Eestis defineeritud, ka teistes riikides ei ole kuumalainele antud ühest kindlat definitsiooni. Käesolevas töös samastati kuumalaine erakordselt kuuma ilma definitsiooniga, mille Terviseamet on aluseks võtnud vastavas riskianalüüsis (31): erakordselt

kuumaks ilmaks peetakse perioodi, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur on kõrgem kui 30 °C kauem kui kaks päeva (31, 60). Neid perioode, mil õhutemperatuur on kõrgem kui 30 °C üksikutel päevadel või kahel järjestikusel päeval, nimetatakse kuumapäevadeks (30).

Kuumalained esinesid 2010. aastal uuringupiirkonnas kahe pika lainena: 11.–15. juuli (I) ning 25.–28. juuli (II), kestusega vastavalt 5 ja 4 päeva, mil ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur oli püsivalt üle 30 °C. Kuumapäevi esines juulis ja augustis kokku kuus. Esimest kuumalainet võib lugeda tervisele eriti ohtlikuks, kuna see kestis järjestikku viiel päeval. EMHI toob välja, et maksimaalse õhutemperatuuri püsimine üle 30 °C viie või enama ööpäeva vältel on inimese tervisele eriti ohtlik ja tekitab kahju elutähtsatele teenustele. Sellist olukorda on varem Eestis ette tulnud kahel korral: 2003. aasta juuli lõpus ja 2006. aasta juuli keskel (17).

Eestis on kuumalained varem esinenud 1992., 1994., 2003. ja 2006. aastal. Need on olnud alati juulis või augustis (17).

Kuumapäevade arv on Eestis alates 1980-ndatest sagenenud ning ka aasta maksimaalne õhutemperatuur on tõusnud 1,5 °C võrra (aastatel 1961–2007), mida võib seostada kliima üldise soojenemisega (17). Sama trendi on näha ka mitmel pool mujal maailmas (21).

Kliima üldise soojenemise trendi ja kuumalainete sagenemist näitavad maailmas mitmed uuringud. Ennustatakse, et sajandi lõpuks võib kuumalainete (vähemalt kolm järjestikust üle 30 °C päeva) sagedus kolme- kuni kümnekordistuda ning õhutemperatuurid suvel tõusevad kuni 4 °C võrra (62). Seetõttu on rahvastik eriti ohustatud ning kuumalainetest põhjustatud tervisekadu tulevikus suurenevas (14).

Epidemioloogilised uuringud kinnitavad, et kuumalainete ajal tõuseb surmajuhtude arv ning õhu kõrged temperatuurid on seotud suremusega (3, 5, 8, 9, 27, 34, 43, 49, 50). Käesolev uuring näitas, et ka Eestis on 2010. aasta erakordselt kuum suvi ja kuumalained rahvastiku suremusele mõju avaldanud. Hoolimata asjaolust, et Eestis on üldsuresus viimastel aastatel (2007–2011) olnud langustrendis, tõusis suremuskordaja 2010. aasta suvekuudel. Elimineerimaks selle langustrendi mõju arvutati regressioonmudeli abil eeldatav suremuskordaja 2010. aastale, mis näitab, et suremus oli eeldatust 11% kõrgem. Suurim oli suremuse tõus juulikuus (MRR=1,23; CI 1,11–1,38), mil esines ka kaks kuumalainet.

Liigsurmajuhtude arvutamisel on näha, et suurim liigsuremus suvekuudel ilmnes kuumalainete perioodil ja pärast seda. Esimese kuumalaine ajal, mil keskmine maksimaalne õhutemperatuur oli 31,5 °C, tõusis suremus 30,9% ning teise kuumalaine ajal, mil keskmine maksimaalne õhutemperatuur oli 31,2 °C, tõusis suremus 30,2%. Keskmine liigsuremus kuumalainete perioodil oli 30,6%. Teistes riikides on liigsuremus kuumalainete perioodil



olnud vastavalt: Prantsusmaal 55% (43), Inglismaal 42% (34), Tšehhis 13% (24), Hollandis 12,1% (45), Saksamaal 7,6% (9) ja Hispaanias 8% (50).

Peamised põhjused, mis andsid suremuse tõusu kuumalainete ajal, olid südame-, peajuveresoonkonna ja respiratoorsed haigused (5, 6, 8, 9, 46). Samuti selgub Ishigami jt 2008. aasta uuringust, et kuumalainete ajal tõuseb suremus välispõhjustesse (6). Käesoleva töö eesmärgiks ei olnud eraldi analüüsida suremust surmapõhjuste järgi, sest surmajuhte selleks oli liiga vähe. Siseministeriumi veeõnnetuste ülevaatest aga selgub, et 2010. aasta oli ka uppumissurmade poolest erandlik aasta, kuna juulikuus uppus 35 inimest. Eelnevatel aastatel (2009 ja 2008) oli vastav arv 13 ja 14 (63). See aga näitab, et osa 2010. aasta juulikuisest liigsuremusest võib olla seotud uppumissurmade sagenemisega. Antud hüpoteesi võib pidada üsna tõenäoliseks, kuna kuumade ilmade ajal püüavad inimesed ennast veekogudes jahutada.

Uuringutes on leitud, et kuumalainete ajal suureneb kiirabi väljakutsete arv (47). Terviseameti 2010. aasta andmetest selgub, et suuremates linnades täheldati kuumalaine perioodil mõningatel ööpäevadel kuni 5% väljakutsete üldarvu tõusu (64), mis omakorda viitab 2010. aasta kuumalainete mõjule rahvastiku tervisele.

## **Töö tugevused**

Käesolev töö on esimene Eestis tehtud analüüs selgitamaks kuuma suve ja suvel esinenud kuumalainete mõju rahvastiku suremusele. Enamik taolisi uuringuid on läbi viidud Ameerikas ning mõnel pool Euroopas (3). Balti riikides ei ole kuumalaine mõju rahvastiku suremusele töö autorile teadaolevalt uuritud. Põhjamaades on kõrgete õhutemperatuuride ja kuumalainete mõju uuritud Soomes (5, 27) ja Rootsis (5, 28).

Positiivne on see, et analüüs tehti maakonniti, s.t. ekspositsiooni ja tulemit on püütud hinnata võimalikult täpselt, kaasatud on piirkonna kõikide meteoroloogijaamade andmed. Paljudes uuringutes on kasutatud ainult ühe ilmajaama (sageli mõne lennujaama) andmeid (5, 26), mis käesoleva töö autori hinnangul ei kirjelda ekspositsiooni kuigi täpselt.

Töös on arvatatud ilmajaamade andmete põhjal tegelik tajutav temperatuur (kuumaindeks), mis võtab arvesse õhuniiskuse mõju ja väljendab inimese ebamugavust kuumuses. Kuumaindeksit on kasutatud ühe meteoroloogilise näitajana ka teistes epidemioloogilises uuringutes (5, 9, 26, 49).

Samuti on käesoleva töö tugevuseks asjaolu, et liigsuremuse arvutamisel arvestati üldsuremuse pikaajalist langustrendi, et saada tõepärasem liigsuremuse tulemus võrreldes võrdlusperioodiga. Sama on tehtud ka Tšehhi 2004. aasta uuringus, kus võeti arvesse suremuse pikaajalise langustrendi mõju (24).

## Töö puudused

Töö üheks puuduseks võib pidada asjaolu, et ei ole arvestatud kuumalaine liigsuremuse leidmisel aeg-nihet, mis võib oluliselt kuumalainega seotud liigsurmade arvu tõsta. Mitmed uuringud viitavad, et suremus tõuseb nii kuumalaine ajal kui ka sellele järgnevatel lähipäevadel (7, 8, 28).

Mitmes riigis on leitud piirkonnale omane künnistemperatuur, millest alates antud rahvastikus hakkavad sagenema kuumaga seotud tervisehäired (14). Soomes on ööpäeva keskmise õhutemperatuuri künnisväärtuseks 15 °C (27) ning ööpäeva maksimaalse tajutava temperatuuri künnisväärtuseks 23,6 °C, Rootsis aga 21,7 °C (5). Käesoleva töö raames ei olnud künnistemperatuuri leidmine aga võimalik, kuna uuringuperiood oli lühike ning surmajuhtude arv ööpäevas oli liiga väike. Künnistemperatuuride leidmine eeldab täisaastaid ning pikemat perioodi. Samuti ei olnud võimalik surmajuhtude väikese arvu tõttu välja selgitada, milline meteoroloogiline näitaja on kõige paremini seotud suremusega.

Puuduseks võib lugeda ka seda, et käesolevas töös käsitleti vaid üldsuremust. Käsitlemata jäi suremus surmapõhjuste järgi, samuti surnute sotsiaal-demograafilised ja -majanduslikud tegurid. Seetõttu ei anna töö ülevaadet sellest, millistele rahvastikurühmadele mõjus kuumalaine kõige tugevamalt ning millised on võimalikud kuumaga seotud riskitegurid Eesti rahvastikus. Erinevad epidemioloogilised uuringud toovad välja, et kõrgete õhutemperatuuride mõju avaldub intensiivsemalt vanurite hulgas ja linnarahvastikus (26, 43, 45). Peamised surmapõhjused kuumalainete ajal on südame-, peajuveresoonkonna ja respiratoorsed haigused (5, 6, 8, 9, 46).

Vaatamata toodud puudustele ja piirangutele ei vähenda need tehtud töö väärtust.

## 7. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Käesoleva töö tulemustel põhinevad järgmised järeldused:

- Võrreldes eelnevate aastatega (2007–2009) oli 2010. aasta suvi meteoroloogiliste näitajate poolest erakordselt kuum. Suveperioodi keskmine õhutemperatuur ületas võrdlusperioodi keskmist õhutemperatuuri 2,5 °C võrra ning erinevused ilmnesid ka teistes uuritud meteoroloogilistes näitajates. Kõige soojemaks kujunes juulikuu, olles võrdlusaastate juulikuust 5,6 °C võrra soojem.
- Kuumalaineid esines 2010. aastal kaks: 11.–15. juuli (I) ja 25.–28. juuli (II), mis kestsid järjestikku vastavalt viis ja neli päeva ning hõlmasid juulikuu päevadest kokku rohkem kui veerandi. Keskmine maksimaalne õhutemperatuur kuumalainete ajal oli 32,0 °C (I) ja 32,3 °C (II) ning ööpäevade keskmine õhutemperatuur oli 25,0 °C (I) ja 24,8 °C (II).
- Eesti rahvastiku suremuse dünaamikas on viimastel aastatel (2007–2011) olnud langustrend. Erandiks on 2010. aasta, mil suvekuude suremus oli eeldatust 11% kõrgem, juulikuus isegi 23%. Suremuse langustrendi arvestades oli 2010. aasta suvekuudel uuringupiirkonnas surmajuhte 191 võrra eeldatust rohkem.
- Kuumalainete ajal suri kokku 245 inimest. Esimese kuumalaine ajal oli liigsuremus 30,9% (43 surmajuhtu) ja teise kuumalaine ajal 30,2% (32 surmajuhtu). Keskmine liigsuremus 2010. a kuumalainete ajal seega 30,6% (kokku 75 liigsurmajuhtu).

Käesoleva töö tulemustel põhinevad järgmised ettepanekud:

- Töö annab ülevaate erakordselt kuuma suve ja kuumalainete mõjust Eesti rahvastiku üldsuremusele, kuid edaspidi oleks vaja käsitleda suremust surmapõhjuste järgi, samuti välja selgitada võimalikud riskirühmad ja –tegurid Eesti rahvastikus.
- Vajalik on kindlaks teha Eesti oludele vastav künnis- (e lävi)temperatuur, millest alates hakkavad sagenema kuumast ilmast põhjustatud tervisehäired.
- Oluline on välja arendada riiklik kuumalainete hoiatussüsteem ja tegevuskava ning planeerida ja anda juhised tervishoiusektori toimetulemiseks kuumalainete ajal.
- Tuleb tõsta Eesti rahvastiku teadlikkust kuumast ilmast põhjustatud tervisemõjudest, et järgnevate kuumalainete ajal ennetada võimalikku liigset suremus- ja haiguskoormust.

## 8. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Möller D. Climate, climate change and the climate system. In: Möller D, ed. Chemistry of climate system. Germany: Walter de Gruyter; 2010. p. 321–344.
2. Solomon S, Qin D, Manning M, et al. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press; 2007.
3. Basu R, Samet JM. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev* 2002;24:190–202.
4. McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet* 2006;367:859–69.
5. Baccini M, Biggeri A, Accetta G, et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology* 2008;19:711–9.
6. Ishigami A, Hajat S, Kovats RS, et al. An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities. *Environ Health* 2008;7:5.
7. Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, et al. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiol* 2002;155:80–7.
8. Vandentorren S, Suzan F, Medina S, et al. Mortality in 13 French cities during the August 2003 heat wave. *Am J Public Health* 2004;94:1518–20.
9. D'Ippoliti D, Michelozzi P, Marino C, et al. The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environ Health* 2010;9:37.
10. Blunden J, Arndt DS, Baringer MO. State of the Climate in 2010. *BAMS* 2011;92:1–266.
11. Kovats RS, Hajat S. Heat stress and public health: a critical review. *Annu Rev Public Health* 2008;29:41–55.
12. WHO Europe. Heat threatens health: key figures for Europe. (<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/Climate-change/activities/prevention,-preparedness-and-response/heathealth-action-plans/heat-threatens-health-key-figures-for-europe>).
13. Kovats RS, Ebi KL. Heatwaves and public health in Europe. *Eur J Public Health* 2006;16:592–9.
14. Hajat S, Kosatky T. Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity. *J Epidemiol Community Health* 2010;64:753–60.
15. Hayhoe K, Sheridan S, Kalkstein L, et al. Climate change, heat waves and mortality projections for Chicago. *J Great Lakes Res* 2010;36:65–73.
16. Eesti Kliima. Eesti Entsüklopeedia. ([http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti\\_kliima](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti_kliima)).
17. Tammets T. Kõrge õhutemperatuur. In: Taimi P, Tammets T, Merilain M, et al. eds. Eesti ilma riskid. Eesti Meteoreoloogia ja Hüdroloogia Instituut. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda; 2008.
18. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2007: Synthesis Report. Valencia: IPCC; 2007.

19. WMO (World Meteorological Organization). 2001–2010: A Decade of Climate Extremes. WMO; 2011.
20. Dippner J, Graham LP, Gustafsson B, et al. Climate change in the Baltic Sea area: Helcom thematic assessment 2007. Baltic Sea Environment Proceeding no. 111: Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki Commission; 2007.
21. Zanita A, Maris K, Valerijs R. Changes of extreme climate events in Latvia. *Environmental and Climate Technologies* 2012;9:4–11.
22. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). NWS (National Weather Service). Glossary. 2009. (<http://www.nws.noaa.gov/glossary/index.php?letter=h>).
23. WMO (World Meteorological Organization). Meteoterm terminology database. (<http://wmo.multicorpora.net/MultiTransWeb/Web.mvc>).
24. Kysely J. Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *Int J Biometeorol* 2004;49:91–7.
25. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996;335:84–90.
26. Schifano P, Cappai G, De Sario M, et al. Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome. *Environ Health* 2009;8:50.
27. Näyhä S. Heat mortality in Finland in the 2000s. *Int J Circumpolar Health* 2007;66:418–24.
28. Rocklöv J, Forsberg B. The effect of high ambient temperature on the elderly population in three regions of Sweden. *Int J Environ Res Public Health* 2010;7:2607–19.
29. Michelozzi P, Accetta G, De Sario M, et al. High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:383–9.
30. Tammets T. Kas õhusoojus Eestis teeb liiga? Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. (<http://www.emhi.ee/index.php?id=26,887,907,917>).
31. Terviseamet. Erakordselt kuuma ilma hädaolukorra riskianalüüs. Tallinn: 2011.
32. Ozborn L. Highest temperature in UK. Current results research news & science facts. (<http://www.currentresults.com/Weather-Extremes/UK/highest-temperature-in-uk.php>).
33. Struzewska J, Kamiski JW. Formation and transport of photooxidants over Europe during the July 2006 heat wave – observations and GEM-AQ model simulations. *Atmos Chem Phys Discuss* 2007;7:10467–514.
34. Johnson H, Kovats RS, McGregor G, et al. The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England. *Health Stat Q* 2005;25:6–11.
35. Filleul L, Cassadou S, Medina S, et al. The relation between temperature, ozone and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003. *Environ Health Perspect* 2006;114:1344–7.
36. Salzman M. Hundreds die in eastern Europe heat wave. World Socialist Web Site. Published by the International Committee of the Fourth International 2007. (<http://www.wsws.org/en/articles/2007/07/heat-j28.html>).

37. Kallis A, Loodla K, Tillmann E, et al. toimet. Eesti meteoroloogia aastaraamat 2010. Tallinn: Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut; 2012.
38. EMHI (Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut) Kui eriline oli möödunud aasta ilm Eestis? (<http://www.emhi.ee/?ide=29,843,1452>).
39. Tammets T. Kas õhusoojus Eestis teeb liiga? Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. (<http://www.emhi.ee/index.php?ide=26,887,907,917>).
40. Kamenik J. Ebatavaline suvi: küürud ja kontrastid. Horisont 2010;5.
41. Kallis A. Ettevaatust-kuumalaine! Keskkonnaministeerium. (<http://www.envir.ee/1130752>).
42. McMichael AJ, Friel S, Nyong A, et al. Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector. *BMJ* 2008;336:191–4.
43. Fouillet A, Rey G, Laurent F, et al. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 2006;80:16–24.
44. McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats RS, et al. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' project. *Int J Epidemiol* 2008;37:1121–31.
45. Huynen MM, Martens P, Schram D, et al. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect* 2001;109:463–70.
46. Fouillet A, Rey G, Wagner V, et al. 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. *Int J Epidemiol* 2008;37:309–17.
47. Argaud L, Ferry T, Le QH, et al. Short- and long-term outcomes of heatstroke following the 2003 heat wave in Lyon, France. *Arch Intern Med* 2007;167:2177–83.
48. BBC news Europe. Russia confirms death rate rose by quarter in heatwave. 2010. (<http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-11503550>).
49. Michelozzi P, de Donato F, Bisanti L, et al. The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *Euro Surveill* 2005;10:161–5.
50. Simon F, Lopez-Abente G, Ballester F, et al. Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003. *Euro Surveill* 2005;10:156–61.
51. Laaidi K, Zeghnoun A, Dousset B, et al. The impact of heat islands on mortality in Paris during the august 2003 heatwave. *Environ Health Perspect* 2012;120:254–9.
52. Gabriel KM, Endlicher WR. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environ Pollut* 2011;159: 2044–50.
53. Aström C, Orru H, Rocklöv J, et al. Heat-related respiratory hospital admissions in Europe in a changing climate: a health impact assessment. *BMJ Open* 2013;3:1–7.
54. Abrahamson V, Wolf J, Lorenzoni I, et al. Perceptions of heatwave risks to health: interview-based study of older people in London and Norwich, UK. *J Public Health (Oxf)* 2009;31:119–26.
55. WHO Europe. Heat-health action plans. 2013. (<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/Climate-change/activities/prevention,-preparedness-and-response/heathealth-action-plans>).

56. Keppart L. Kuumast 2010. a suvest. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia konverents "Kliima ja Vesi", 23.03.2011, Tallinn.
57. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi põhimäärus. VV määrus 23.01.2002 nr 6. RT I 2002, 22, 282.
58. EMHI (Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut). Üldinfo. (<http://www.emhi.ee/?ide=1>).
59. Surma põhjuste registri asutamise ja registri pidamise põhimäärus. VV määrus 13.12.2007 nr 245. RT I 2007, 67, 418.
60. Nende hädaolukordade nimekiri, mille kohta koostatakse riskianalüüs ning hädaolukorra riskianalüüsi koostamiseks pädevate täidesaatva riigivõimu asutuste määramine. VV määrus 18.02.2010 nr 54. RT L 2010, 9, 169.
61. Statistika andmebaas. Statistikaamet. (<http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile2.asp>).
62. Beniston M. The 2003 heat wave in Europe: A shape of things to come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations. Geophysical Research Letters 2004;31.
63. Siseministerium. 2010. aasta 8 kuu ülevaade veeõnnetustest. ([https://www.siseministerium.ee/public/Memo\\_uppumised.pdf](https://www.siseministerium.ee/public/Memo_uppumised.pdf)).
64. Terviseamet. Kuumalaine mõju kiirabi tööle. (<http://www.terviseamet.ee/info/uudised/u/artikkel/kuumalaine-moju-kiirabi-toole.html>).

## SUMMARY

### **The extraordinarily hot summer of 2010 in Estonia and its impact on all-cause mortality**

The present study describes the extraordinarily hot summer of 2010 in Estonia and its impact on population mortality. The objectives were: (1) to analyze meteorological conditions in the summer of 2010 and compare them with previous years (2007–2009) summer months, (2) to describe heat waves in Estonia during the summer 2010, (3) to provide an overview of total mortality in the summer period 2010 and its differences from the reference period and (4) to calculate excess mortality in the summer 2010 and during heat waves.

The study is based on the meteorological data from Estonian Meteorological and Hydrological Institute's (EMHI) and the mortality data for the study and the reference period obtained from the Estonian Causes of Death Registry. The study period was summer months (June–August) in 2010. The reference period was defined as the summer months in previous 3 years (2007–2009). The study area included 9 counties in Central and East Estonia (Võru, Valga, Põlva, Tartu, Viljandi, Jõgeva, Järva, Lääne-Viru and Ida-Viru). Meteorological conditions were described through atmospheric air temperature ( $T_{\min}$ ,  $T_{\text{mean}}$ ,  $T_{\max}$ ) and heat index (HI). The meteorological data were compared with using linear regression and mortality data with mortality rate ratio (MRR). To compare the mortality rates with the reference period, it was necessary to take into account a decreasing trend in mortality during 2007–2011. This trend was taken into account when calculating the excess mortality during summer period and heat waves in 2010. Heat wave was defined as a period when maximum air temperature was over 30 °C for more than two consecutive days.

The summer of 2010 was extraordinarily hot. All analyzed meteorological indicators substantially exceeded the same indicators as compared to the reference period. This trend appeared in all studied counties. The daily average temperature in the summer of 2010 was 2,5 °C higher than in previous years. The heat index difference from the reference period was much bigger (3,7 °C). The warmest month in 2010 was July which exceeded the temperature of the reference period July with 5,6 °C. Heat waves in the summer of 2010 occurred during the periods of 11–15 July (I) and 25–28 July (II) and lasted respectively for five and four days.



In spite of decreasing trend in mortality in Estonia (2007–2011), the mortality rate in study area during summer period 2010 was 11% higher than expected. Mortality rate was higher mainly in July (MRR=1,23; 95% CI 1,11–1,38) when the heat waves took place. Average excess mortality in heat waves was 30,6% (I – 30,9% and II – 30,2%).

In conclusion, we can say that the 2010 extraordinarily hot summer and its heat waves had an impact on the mortality of the Estonian population. It is important to further investigate the causes of heat-related mortality, as well as to find out possible risk factors and risk groups in Estonian population.

## TÄNUAVALDUS

Siirad ja soojad tänud:

- prof. Astrid Saavale väärtuslike nõuannete, pühendumise ja igakülgse abi eest magistritöö juhendamisel;
- lektor Ene Indermittele juhendamisel jagatud nõuannete, igakülgse abi ja motivatsiooni eest;
- lektor Heti Pisarevile nõuannete ja abi eest statistilise analüüsi tegemisel;
- dotsent Katrin Langile abistavate kommentaaride eest;
- doktorant Mihkel Pindusele abi eest kartogrammi koostamisel;
- kursusekaaslastele ja õppejõududele ühiselt veedetud väärtusliku aja eest;
- perekonnale ning sõpradele mõistva suhtumise ja toetuse eest õpingute ajal.

## *CURRICULUM VITAE*

1. Ees- ja perekonnanimi: Kaidi Rekker
2. Sünniaeg: 15.06.1988
3. E-post: kaidirekker@gmail.com
4. Hariduskäik:
  - 2011–... Tartu Ülikool arstiteaduskond, rahvatervishoiu magistriõpe
  - 2008–2011 Tartu Tervishoiu Kõrgkool, tervisekaitse spetsialisti eriala, *cum laude*
  - 1995–2007 Lääne Ühisgümnaasium, keskkool
5. Töökogemus:
  - 2013–... Tervise Arengu Instituut, juhendaja projektis I. Family (ingl *Investigating the determinants of food choice, lifestyle and health in European children, adolescents and their parents*).
  - 2012–... OÜ Mattias Cafe, toiduhügieeni spetsialist
  - 2011–2012 Tartu lasteaed Lotte, töökeskkonnaspetsialist, tervishoiutöötaja
6. Keelteoskus:
  - eesti keel – emakeel
  - inglise keel – kõnes ja kirjas hea
  - vene keel – kõnes ja kirjas rahuldav
7. Publikatsioonid:

Loimet K, Leimann M, Plangi K. Mänguasjade vastavus müra piirnormidele ning lapsevanemate teadlikkus mänguasjadega seotud mürast. Tartu Tervishoiu Kõrgkooli uurimistööde kogumik V. Tartu: Paar OÜ; 2011.
8. Erialane enesetäiendus:
  - 2012 Eesti Maaülikool, Toiduhügieeni keskastme koolitus, 1EAP

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, **Kaidi Rekker** (sünd. 15.06.1988),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

### **2010. AASTA ERAKORDESELT KUUM SUVI EESTIS JA SELLE MÕJU RAHVASTIKU SUREMUSELE,**

mille juhendajateks on Astrid Saava, PhD, TÜ emeriitprofessor ja Ene Indermitte, PhD, TÜ tervishoiu instituudi lektor.

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
  3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 28.05.2013