

POMGZ – programma klimaat & gezondheid

Hitte-gerelateerde spoedopnames en ambulante contacten met spoeddienst in Vlaanderen: gezondheidsimpact huidige toestand en projectie 2050, voorstellen tot monitoring

VLAAMS INSTITUUT VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK

PARTNER IN DE PARTNERORGANISATIE MILIEUGEZONDHEIDSZORG VAN HET VLAAMS DEPARTEMENT ZORG

COLOFON

Partnerorganisatie milieugezondheidszorg – programma klimaat & gezondheid:
Hitte-gerelateerde spoedopnames en ambulante contacten met spoeddienst in
Vlaanderen: gezondheidsimpact huidige toestand en projectie 2050, voorstellen tot
monitoring.

Dit rapport is een realisatie van het Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek
(VITO), partner in de Partnerorganisatie Milieugezondheidszorg van Departement
Zorg.

Binnen deze studie werden volgende databronnen gebruikt:

- Minimale Ziekenhuisgegevens, FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu (2024)
- Meteorologische metingen, Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) (2024)
- Luchtkwaliteitsmetingen, IRCEL (2024)
- Hittegerelateerde temperatuurindicatoren, Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (2024)

www.vito.be, <https://www.departementzorg.be/nl>

Bronverwijzing: Karen Van de Vel, Bianca Cox (2025), Hitte-gerelateerde
spoedopnames en ambulante contacten met spoeddienst in Vlaanderen:
gezondheidsimpact huidige toestand en projectie 2050, voorstellen tot monitoring.

© 2025

Met steun van de Vlaamse overheid.

SAMENVATTING

In deze studie gebruikten we minimale ziekenhuisgegevens (MZG) voor de zomerperiode (maanden mei t.e.m. september) voor de jaren 2016-2023 om de associatie tussen hitte (o.b.v. buitentemperatuur gemeten in Ukkel) en ziekenhuisopnames via de spoeddienst alsook ambulant contact met de spoeddienst in Vlaanderen te bestuderen. Voor ziekenhuisopnames via de spoeddienst werden tien pathologiegroepen die mogelijk gelinkt zijn met hitte geselecteerd o.b.v. de literatuur. Voor ambulant contact met de spoeddienst was geen informatie op het niveau van de pathologiegroep beschikbaar. Gezondheidsdata en temperatuurdata (maximum-, minimum- en gemiddelde temperatuur) op dagbasis werden gebruikt in quasi-Poisson DLNM modellen voor het afleiden van blootstelling-respons associaties. In de modellering werd rekening gehouden met mogelijk vertraagde effecten tot 2 weken na de blootstelling (lag 0-14), dag van de week, seizoen- en langetermijneffecten, relatieve vochtigheid, $PM_{2.5}$, en O_3 -concentraties (gemeten in Ukkel). Voor iedere pathologie(groep) en leeftijdsgroep (totale populatie, en indien data beschikbaar 0-14 jarigen, 15-66 jarigen, 65+) berekenden we relatieve risico's (RRs) op het 95^e en 99^e percentiel van de temperatuurdistributie in vergelijking met de temperatuur van minimale morbiditeit (geschat per pathologie(groep) en leeftijdsgroep). Deze schattingen werden afgeleid voor verschillende lagtijden: lag 0, lag 0-1, lag 0-14.

Voor de meeste bestudeerde pathologiegroepen werd een significant cumulatief (lag 0-14) hitte-effect gevonden voor spoedopnames voor de volledige pathologiegroep of deelgroepen, in minstens de totale populatie en/of één leeftijdsgroep en/of voor minstens één temperatuurindicator. De grootste relatieve risico's werden bekomen voor de pathologiegroepen van metabole aandoeningen, acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen, alsook voor ambulant contact met de spoeddienst. Wanneer geen significante cumulatieve hitte-effecten werden geobserveerd, was er voor de meeste pathologiegroepen wel een indicatie voor acute hitte-effecten (op lag 0 en/of lag 0-1). Attributieve fracties en aantallen werden bepaald voor alle pathologie(groepen) waarvoor het cumulatief (lag 0-14) relatief risico op de P95 of P99 van de maximumtemperatuur significant was, alsook voor ambulant contact met de spoeddienst. Attributieve fracties en aantallen werden bepaald voor $T_{max}>25^{\circ}C$ (zomerse dag), $T_{max}>30^{\circ}C$ (tropische dag) en $T_{max}>35^{\circ}C$ (extreem hete dag).

Op basis van de blootstelling-respons associaties voor de maximumtemperatuur werd het aantal hitte-gerelateerde spoedopnames en ambulante contacten met spoeddienst bepaald voor het jaar 2050 onder het hoog-impact klimaatscenario voor Vlaanderen. We schatten het aantal spoedopnames door hittestress op 2.390 voor een gemiddelde zomer in de periode 2016-2023. Als we klimaatverandering in rekening brengen, zou dat in de toekomst kunnen oplopen tot 4.784 in een gemiddelde zomer in 2050 onder het hoog klimaatscenario. Als we verder nog bevolkingsprognoses in rekening brengen in het totaal aantal ziekenhuisopnames, zou dit kunnen oplopen tot 5.800 per zomer. Voor ambulante contacten met spoeddienst is er meer dan een verdubbeling van 18.497 hitte-gerelateerde gevallen in een gemiddelde zomer in de periode 2016-2023, naar 38.863 gevallen in een zomer met het klimaat van 2050 en tot 41.666 gevallen in de zomer van 2050 als naast klimaatverandering en demografische veranderingen in rekening worden gebracht.

In een laatste deel van de studie werden verschillende mogelijkheden voor lange-termijn monitoring van de effecten van hittestress op de spoeddienst van ziekenhuizen (spoedopnames alsook ambulant contact met spoeddienst) voorgesteld. Op basis van een aantal criteria (waaronder hoge hitte-impact,

plausibele associatie aangetoond in wetenschappelijke literatuur, ...) werden een aantal pathologiegroepen geselecteerd als relevant voor monitoring. Naast monitoring van waargenomen aantallen (met verschillende uitmiddelingstijden), lijkt monitoring van attributieve aantallen en fracties, aangewezen.

INHOUDSTAFEL

HOOFDSTUK 1: GEGEVENS	12
1.1 GEZONDHEIDSDATA.....	12
1.2 METEOROLOGISCHE DATA EN DATA I.V.M. LUCHTVERONTREINIGING	17
HOOFDSTUK 2: ASSOCIATIE TEMPERATUUR – ZIEKENHUISOPNAMES VIA SPOEDDIENST	18
2.1 STATISTISCHE MODELLEN	18
2.2 FIGUREN VAN DE BLOOTSTELLING-RESPONS ASSOCIATIES	19
2.3 RELATIEVE RISICO'S OP P95 EN P99.....	20
2.3.1 TOTALE POPULATIE	20
2.3.2 LEEFTIJDGROEP 0-14 JAAR.....	24
2.3.3 LEEFTIJDGROEP 15-64 JAAR.....	26
2.3.4 LEEFTIJDGROEP 65+	28
2.4 DISCUSSIE	31
2.4.1 ALGEMEEN	31
2.4.2 INTESTINALE INFECTIEZIEKTEN	31
2.4.3 DIABETES MELLITUS.....	32
2.4.4 METABOLE AANDOENINGEN: DEHYDRATATIE EN STOORNISSEN IN VOCHT- EN ELEKTROLYTENBALANS	32
2.4.5 PSYCHISCHE STOORNISSEN EN GEDRAGSSTOORNISSEN.....	33
2.4.6 CARDIOVASCULAIRE AANDOENINGEN	34
2.4.7 RESPIRATOIRE AANDOENINGEN	35
2.4.8 NIERAANDOENINGEN EN UROGENITALE AANDOENINGEN	36
2.4.9 DUIZELIGHEID EN DRAAIERIGHEID, MALAISE EN VERMOEIDHEID, SYNCOPE	37
2.4.10 EXTERNE OORZAKEN EN GEVOLGEN.....	37
2.4.11 AMBULANT CONTACT MET SPOEDGEVALLENDIENST	38
HOOFDSTUK 3: ATTRIBUTIEVE AANTALLEN EN FRACTIES.....	39
3.1 BEREKENINGEN	39
3.2 RESULTATEN.....	39
3.3 DISCUSSIE	41
HOOFDSTUK 4: GEZONDHEIDSKUNDIGE EVALUATIE VOOR ZOMERPERIODE IN RECENT VERLEDEN EN KLIMAATPROJECTIE 2050	43
4.1 BEREKENINGEN	43
4.1.1 KLIMAATMODEL URBCLIM	43
4.1.2 GEZONDHEIDSGEGEVENS EN DEMOGRAFISCHE GEGEVENS.....	43
4.2 RESULTATEN.....	44
4.2.1 KLIMAATBEREKENINGEN	44

4.2.2 GEZONDHEIDSIMPACT	45
4.3 DISCUSSIE	49
4.3.1 VERGELIJKING MET LITERATUUR	50
HOOFDSTUK 5: SELECTIE VAN INDICATOREN VOOR MONITORING.....	51
5.1 SELECTIECRITERIA.....	51
5.2 WEERGAVEMOGELIJKHEDEN	51
5.3 MONITORING VAN AANTAL SPOEDOPNAMES MET VERSCHILLENDE UITMIDDELINGSTIJDEN.....	52
5.3.1 GRAFIEKEN VOOR METABOLE AANDOENINGEN	53
5.3.2 GRAFIEKEN VOOR SPOEDOPNAMES VOOR NIERAANDOENINGEN EN UROGENITALE AANDOENINGEN	55
5.3.3 GRAFIEKEN VOOR SPOEDOPNAMES VOOR 'EXTERNE OORZAKEN EN GEVOLGEN'	57
5.3.4 GRAFIEKEN VOOR AMBULANT CONTACT MET SPOEDDIENST	59
5.4 MONITORING VAN ATTRIBUTIEVE AANTALLEN EN FRACTIES	61
5.4.1 GRAFIEKEN VOOR INTESTINALE INFECTIEZIEKTEN	62
5.4.2 GRAFIEKEN VOOR METABOLE AANDOENINGEN	63
5.4.3 GRAFIEKEN VOOR SPOEDOPNAMES VOOR NIERAANDOENINGEN	64
5.4.4 GRAFIEKEN VOOR SPOEDOPNAMES VOOR UROGENITALE AANDOENINGEN	65
5.4.5 GRAFIEKEN VOOR SPOEDOPNAMES VOOR 'EXTERNE OORZAKEN EN GEVOLGEN'	66
5.4.6 GRAFIEKEN VOOR AMBULANT CONTACT MET SPOEDDIENST	68
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	<u>69</u>
<u>BIJLAGE A</u>	<u>71</u>

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (voor geselecteerde hittegevoelige pathologiegroepen) tijdens de periode mei – september voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen tussen 25°C-30°C (oranje), tussen 30°C-35°C (rood) en boven 35°C (paars).....	47
Figuur 2 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde ambulante contacten met spoeddienst tijdens de periode mei – september voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen tussen 25°C-30°C (oranje), tussen 30°C-35°C (rood) en boven 35°C (paars).	48
Figuur 3 Zomergemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.	53
Figuur 4 Maandelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.....	53
Figuur 5 Wekelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.....	54
Figuur 6 Aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.....	54
Figuur 7 Zomergemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.	55
Figuur 8 Maandelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.....	55
Figuur 9 Wekelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.	56
Figuur 10 Aantal spoedopnames per dag voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.	56
Figuur 11 Zomergemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.	57
Figuur 12 Maandelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.....	57
Figuur 13 Wekelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.	58
Figuur 14 Aantal spoedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.	58
Figuur 15 Zomergemiddelde van dagelijks aantal ambulante contacten met spoeddienst, voor maanden mei-september.	59
Figuur 16 Maandelijks gemiddelde van dagelijks aantal ambulante contacten met spoeddienst, voor maanden mei-september.	59
Figuur 17 Wekelijks gemiddelde van dagelijks aantal ambulante contacten met spoeddienst, voor maanden mei-september.	60
Figuur 18 Aantal ambulante contacten met spoeddienst per dag, voor maanden mei-september....	60
Figuur 19 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.....	62

Figuur 20	Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.....	63
Figuur 21	Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.....	63
Figuur 22	Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen voor dagelijkse maximumtemperatuur voor spoedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.....	64
Figuur 23	Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	64
Figuur 24	Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	65
Figuur 25	Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	66
Figuur 26	Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	66
Figuur 27	Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hittegerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	67
Figuur 28	Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	67
Figuur 29	Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor ambulant contact met spoeddienst. Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.	68
Figuur 30	Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor ambulant contact met spoeddienst. Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.....	68
Figuur 31	Relatieve risico's voor spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09)	72
Figuur 32	Relatieve risico's voor spoedopnames voor diabetes mellitus (E10-E14)	73
Figuur 33	Relatieve risico's voor spoedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90)	74
Figuur 34	Relatieve risico's voor spoedopnames voor subgroep van metabole aandoeningen (E79, E80, E83, E86, E87).....	75
Figuur 35	Relatieve risico's voor spoedopnames voor dehydratatie (E86)	76

Figuur 36 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)	77
Figuur 37 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)	78
Figuur 38 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Psychische stoornissen als gevolg van een bekende fysiologische aandoening (F00-F09).....	79
Figuur 39 Relatieve risico's voor spoedopnames voor dementie (F00-F03)	80
Figuur 40 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen (F10-F19)	81
Figuur 41 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Angststoornissen, obsessief-compulsieve stoornissen, reacties op ernstige stress en aanpassingsstoornissen (F40-F49)	82
Figuur 42 Relatieve risico's voor spoedopnames voor cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)	83
Figuur 43 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50).....	84
Figuur 44 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Hypertensie (I10-I16)	85
Figuur 45 Relatieve risico's voor spoedopnames voor ischemische hartziekten (I20-I25).....	86
Figuur 46 Relatieve risico's voor spoedopnames voor myocardiinfarct (I21-I23).....	87
Figuur 47 Relatieve risico's voor spoedopnames voor hartfalen (I50)	88
Figuur 48 Relatieve risico's voor spoedopnames voor cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69).....	89
Figuur 49 Relatieve risico's voor spoedopnames voor cerebraal infarct (I63)	90
Figuur 50 Relatieve risico's voor spoedopnames voor respiratoire aandoeningen (J00-J99)	91
Figuur 51 Relatieve risico's voor spoedopnames voor influenza en longontsteking (J09-J18)	92
Figuur 52 Relatieve risico's voor spoedopnames voor acute bronchitis en bronchiolitis (J20-21)	93
Figuur 53 Relatieve risico's voor spoedopnames voor COPD (J44)	94
Figuur 54 Relatieve risico's voor spoedopnames voor astma (J45).....	95
Figuur 55 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)	96
Figuur 56 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15,1, N39,0, N41,0)	97
Figuur 57 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Duizeligheid en draaierigheid (R42), Malaise en vermoeidheid (R53), Syncope (R55)	98
Figuur 58 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	99
Figuur 59 Relatieve risico's voor spoedopnames voor ambulant contact met spoeddienst.....	100

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1 Verdeling van het aantal ziekenhuisopnames via spoeddienst per dag in de verschillende pathologiegroepen en ambulante contacten met spoedgevallendienst, dagcijfers, voor totale bevolking en leeftijdsgroepen, Vlaanderen, mei-september 2016-2023. De ziekte-leeftijdsgroep combinaties die in het blauw zijn aangeduid voldoen aan het criterium van >5 spoedopnames voor meer dan de helft van de dagen en werden aldus meegenomen in de statistische analyse.....	14
Tabel 2 Verdeling van de dagelijkse temperatuur, luchtvochtigheid en luchtpolluenten gemeten in Ukkel, mei-september 2016-2023	17
Tabel 3 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulant contact met spoeddienst in de totale populatie, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.....	22
Tabel 4 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulant contact met spoeddienst bij de leeftijdsgroep van 0- tot 14-jarigen, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.	25
Tabel 5 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulant contact met spoeddienst bij de leeftijdsgroep van 15- tot 64-jarigen, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het lag 0-14 RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.....	27
Tabel 6 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulant contact met spoeddienst bij de leeftijdsgroep van 65+, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.	29
Tabel 7 Attributieve fracties (AF, %) en attributieve aantallen per dag (AN/dag) samen met de empirische 95% betrouwbaarheidsintervallen (eBI's) voor spoedopnames en ambulant contact met de spoeddienst in de totale populatie, gekwantificeerd voor maximumtemperaturen hoger dan de MMT, 25°C, 30°C en 35°C.	40
Tabel 8 Bevolkingsaantallen en -opbouw voor Vlaanderen: gemiddelde voor 2022-2023 (Statbel) en prognose voor 2050 (Federaal Planbureau en Stabel).	44
Tabel 9 Aantal spoedopnames voor een aantal pathologiegroepen, voor periode mei-september per leeftijdscategorie en totaal, gemiddelde voor 2022-2023 (MZG) en prognose voor zichtjaar 2050 rekening houdend met demografische veranderingen.	44

Tabel 10 Overzicht van het gemiddeld aantal dagen per zomer met maximumtemperatuur boven 25°C, 30°C en 35°C voor het recente verleden (periode 2016-2023) en het jaar 2050 (periode 2040-2059) onder het hoog-impact klimaatscenario.	45
Tabel 11 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (voor geselecteerde hittegevoelige pathologiegroepen) en ambulant contact met de spoeddienst tijdens de periode mei – september. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen >25°C. Naast de centrale inschatting wordt het empirische betrouwbaarheidsinterval (eBI) tussen haakjes gegeven.....	46
Tabel 12 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (voor geselecteerde hittegevoelige pathologiegroepen) en ambulant contact met de spoeddienst, per 100.000 inwoners, tijdens de periode mei – september. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen >25°C. Naast de centrale inschatting wordt het empirische betrouwbaarheidsinterval (eBI) tussen haakjes gegeven.....	46

HOOFDSTUK 1: GEGEVENS

1.1 GEZONDHEIDSDATA

Minimale ziekenhuisgegevens (MZG) met betrekking tot ziekenhuisopnames via de spoedgevallendienst alsook ambulant¹ contact met de spoedgevallendienst werden aangeleverd door de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu (FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu 2024). Deze gegevens werden bekomen op dagbasis voor patiënten woonachtig binnen het Vlaams gewest. De ziekenhuisopnames via spoedgevallendienst omvatten klassieke hospitalisaties en daghospitalisaties. Deze gegevens werden gecodeerd volgens het International Classification of Diseases, Tenth Revision, Clinical Modification (ICD-10-CM) classificatiesysteem. Er werden gegevens opgevraagd voor ICD-codes en -groepen waarvoor een hitte-effect verwacht kan worden. Enkel de hoofddiagnoses werden opgevraagd. In vele gevallen wordt bij ziekenhuisopname één of meerdere nevendiaagnoses vastgesteld maar deze data werden niet opgenomen om dubbeltellingen te vermijden. Data over het aantal ambulante contacten met de spoedgevallendienst zijn niet beschikbaar op het niveau van ICD-10-CM omdat ze amper geregistreerd worden in het ICD-10-CM classificatiesysteem door ziekenhuizen gezien geen registratieplicht.

De opgevraagde gegevens zijn samengevat in Tabel 1, de ICD-10 CM code staat telkens tussen haakjes vermeld. Gegevens werden aangeleverd voor de volgende 10 pathologiegroepen (in het vet in Tabel 1):

- Intestinale infecties (A00-A09);
- Diabetes Mellitus (E10-E14);
- Metabole aandoeningen (E70-E90);
- Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99);
- Cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99);
- Respiratoire aandoeningen (J00-J99);
- Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19);
- Acute urogenitale aandoeningen: Nierstenen (N20-N23); Acute pyelonefritis (nierbekkenontsteking) (N10); Blaasontsteking (N30); Urethritis (urinebuisontsteking) en urethrale syndroom (N34); Pyelonefritis niet-gespecificeerd (N15.1); Urineweginfectie, locatie niet gespecificeerd (N39.0); Acute ontsteking van de prostaat (N41.0);
- Duizeligheid en draaierigheid (R42), Malaise en vermoeidheid (R53), Syncope (R55);
- Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y).

Ook werden gegevens voor een aantal subgroepen binnen deze pathologiegroepen bekomen (Tabel 1).

Voor de groep van cardiovasculaire aandoeningen voor de subgroepen:

- Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50);
- Hypertensie (I10-I16);
- Ischemische hartziekten (I20-I25);
- Myocardinfarct (I21-I23);
- Hartfalen (I50);
- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69);
- Cerebraal infarct (I63).

¹ Onder 'ambulante zorgen' verstaan we alle medische zorgen die je krijgt buiten een ziekenhuisopname

Voor de groep metabole aandoeningen voor de subgroepen:

- Metabole aandoeningen subgroep: Dehydratatie (E86), Aandoeningen van purine- en pyrimidine (E79), porfyrine- en bilirubine (E80) en minerale (E83) metabolisme, Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87);
- Dehydratatie (E86);
- Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87).

Voor de groep van respiratoire aandoeningen voor de subgroepen:

- Influenza en longontsteking (J09 - J18);
- Acute bronchitis en bronchiolitis (J20, J21);
- COPD (J44);
- Astma (J45).

Voor de groep van psychische stoornissen en gedragsstoornissen, voor de subgroepen:

- Psychische stoornissen als gevolg van een bekende fysiologische aandoening (F00-F09);
- Dementie (F00-F03);
- Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen (F10-F19);
- Angststoornissen, obsessief-compulsieve stoornissen, reacties op ernstige stress en aanpassingsstoornissen (F40-F48).

Naast de dagelijkse data op het niveau van ICD-10-CM pathologie(groep)en, werd ook het totaal aantal ambulante contacten met de spoeddienst per dag bekomen, voor dit type data is geen informatie over het ziektebeeld waarvoor de spoeddienst werd gecontacteerd.

Alle data werden bekomen op dagelijkse basis voor de zomermaanden (maanden mei tot en met september) voor de jaren 2016 tot en met 2023, telkens voor de totale Vlaamse bevolking en per leeftijdsgroep (0-14, 15-64, en 65+ jaar). Omwille van lage aantallen konden de gegevens per leeftijdsgroep niet voor alle pathologiegroepen aangeleverd worden (lege cellen in Tabel 1). Voor de gegevens die wel aangeleverd werden was er omwille van privacy redenen bovendien de beperking dat het exact aantal spoedopnames niet gegeven kan worden als dit groter is dan 0 maar kleiner dan 5. Deze waarden (aangegeven als "<5" in de dataset) werden in onze analyse op 2 gezet. Pathologie- en/of leeftijdsgroepen waarvoor het aantal spoedopnames lager was dan 5 voor meer dan de helft van de dagen werden daarom niet meegenomen in de statistische analyses. De pathologiegroepen die wel geanalyseerd werden zijn in het blauw weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Verdeling van het aantal ziekenhuisopnames via spoeddienst per dag in de verschillende pathologiegroepen en ambulante contacten met spoedgevallendienst, dagcijfers, voor totale bevolking en leeftijdsgroepen, Vlaanderen, mei-september 2016-2023. De ziekte-leeftijdsgroep combinaties die in het blauw zijn aangeduid voldoen aan het criterium van >5 spoedopnames voor meer dan de helft van de dagen en werden aldus meegenomen in de statistische analyse.

Pathologie	Totale bevolking					0-14 jaar					15-64 jaar					65+ jaar				
	Min	P25	P50	P75	Max	Min	P25	P50	P75	Max	Min	P25	P50	P75	Max	Min	P25	P50	P75	Max
Intestinale infecties (A00-A09)	4	17	22	27	46	0	5	8	11	27	0	6	8	10	20	0	2	6	8	17
Diabetes Mellitus (E10-E14)	0	7	10	14	26	0	0	0	2	5	0	2	2	6	12	0	2	6	8	16
Metabole aandoeningen (E70-E90)	4	11	15	19	61	0	2	2	6	20	0	2	2	2	12	0	6	8	12	49
-- Dehydratatie (E86), Andere aandoeningen (E87), purine/pyrimidine (E79), porfyrine- en bilirubine (E80), minerale (E83) metabolisme	4	10	14	18	58	0	2	2	6	20	0	2	2	2	11	0	5	8	11	46
--- Dehydratatie (E86)	0	5	7	10	41															
--- Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)	0	4	6	9	26	0	0	0	2	2	0	2	2	2	10	0	2	5	7	21
Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)	11	27	32	37	58	0	0	0	2	5	2	14	18	21	36	2	10	13	16	32
-- Psychische stoornissen als gevolg van een bekende fysiologische aandoening (F00-F09)	0	2	5	7	15															
-- Dementie (F00-F03)	0	2	5	7	14															
-- Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen (F10-F19)	2	11	14	17	31	0	0	0	0	2	2	9	11	14	24	0	2	2	2	11
-- Angststoornissen, obsessief-compulsieve stoornissen, reacties op ernstige stress en aanpassingsstoornissen (F40-F48)	0	4	4	7	16	0	0	0	2	2	0	2	2	5	12	0	2	2	2	9

Cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)	103	145	174	194	268	0	0	2	2	6	20	35	40	48	75	74	108	130	147	205
-- Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	57	88	104	119	164	0	0	0	0	2	8	18	22	26	45	40	68.8	81.5	94	137
--- Hypertensie (I10-I16)	2	15	22	28	50	0	0	0	0	2	0	2	2	2	11	2	14	20	26	48
--- Ischemische hartziekten (I20-I25)	11	24.8	30	36	61	0	0	0	0	2	2	8	11	13	29	5	16	19	24	45
--- Myocard infarct (I21-I23)	8	16	19	23	40															
---- Hartfalen (I50)	2	10	14	19	50	0	0	0	0	2	0	0	2	2	9	0	9	13	17	44
--- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)	14	31	35	40	63	0	0	0	0	2	0	6	8	10	18	12	24	28	32	49
---- Cerebraal infarct (I63)	10	22	26	30	48															
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	60	100	121	142	276	0	13	23	34	121	12	27	32	38	87	29	53	63	74	127
-- Influenza en longontsteking (J09 - J18)	14	30	37	46	116															
-- Acute bronchitis en bronchiolitis (J20, J21)	0	5	9	14	86															
-- COPD (J44)	7	22	28	33	71															
-- Astma (J45)	0	2	5	7	34															
Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)	0	2	4	4	13	0	0	0	0	2	0	0	2	2	5	0	2	2	2	11
Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	18	39	44.5	50	77	0	2	2	5	13	2	15	18	22	41	5	19	23	27	45
Duizeligheid en draaierigheid (R42), Malaise en vermoeidheid (R53), Syncope (R55)	7	17	21	24	40															
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T), Morbiditeit en mortaliteit	144	198	212	228	289	11	23	27	33	56	42	73	82	91	146	57	93	102	112	150

door externe oorzaken (V, W, X, Y)																				
Som van de overkoepelende groepen (groepen in vet)	429	606	657	706	893															
Ambulant contact met spoeddienst	1661	2621	2862	3169	4155	261	505	625	743	1021	1109	1703	1841	2011	2605	237	354	402	477	840

Min = minimum, P25 = 25^e percentiel, P50 = mediaan, P75 = 75^e percentiel, Max = maximum

1.2 METEOROLOGISCHE DATA EN DATA I.V.M. LUCHTVERONTREINIGING

Dagelijkse gegevens van temperaturen (minimum, gemiddelde en maximum) en relatieve vochtigheid (daggemiddelde) gemeten in Ukkel werden gedownload via het open dataportaal van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) (Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) 2024). Dagelijkse gegevens van gemiddelde fijn stofconcentratie met een aerodynamische diameter kleiner dan 2,5 µm (Particulate Matter; PM_{2,5}) en 8-uur glijdende maximale ozonconcentratie (O₃) werden genomen van meetstation 41R012 in Ukkel (IRCEL 2024).

De verdeling van de dagelijkse waarden van de meteorologische gegevens en pollutantconcentraties tijdens de studieperiode is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Verdeling van de dagelijkse temperatuur, luchtvochtigheid en luchtpolluenten gemeten in Ukkel, mei-september 2016-2023

	Min	P1	P5	P25	P50	P75	P95	P99	Max
Minimum dagtemperatuur, °C	1,0	2,4	5,1	10,6	12,9	14,9	17,8	20,2	23,5
Gemiddelde dagtemperatuur, °C	6,0	6,8	10,0	15,0	17,3	19,6	23,9	26,7	30,2
Maximum dagtemperatuur, °C	9,7	10,8	13,9	19,0	21,8	24,7	30,5	33,7	39,7
Daggemiddelde relatieve vochtigheid, %	31,3	40,2	49,2	63,1	71,9	80,7	90,3	96,0	99,6
Daggemiddelde PM _{2,5} , µg/m ³	1,8	2,6	3,4	5,4	7,5	10,2	18,9	30,2	45,1
8-uur glijdende maximale ozonconcentratie, µg/m ³	22,9	36,4	46,9	63,7	78,4	97,5	132,9	156,7	195,3

Min = minimum, P25 = 25^e percentiel, P50 = mediaan, P75 = 75^e percentiel, Max = maximum

HOOFDSTUK 2: ASSOCIATIE TEMPERATUUR – ZIEKENHUISOPNAMES VIA SPOEDDIENST

2.1 STATISTISCHE MODELLEN

We hebben gebruik gemaakt van quasi-Poisson modellen die toelaten dat er overdispersie is in de uitkomst (dagelijkse aantallen spoedopnames in dit geval). Omdat er mogelijk een vertraging zit op het effect van temperatuur op spoedopnames en omdat effecten meer dan 1 dag kunnen aanhouden werden de associaties geschat aan de hand van “distributed lag non-linear models” (DLNMs) (Gasparrini et al. 2010). Om vertraagde effecten volledig te omvatten en om te corrigeren voor mogelijke harvesting effecten, hebben we gebruik gemaakt van een maximum lag van 14 dagen. Een DLNM wordt gedefinieerd aan de hand van een “cross-basis”, een tweedimensionale ruimte van functies waarbij simultaan de blootstelling-respons associatie en het gespreid effect overheen de verschillende dagen (lag-respons associatie) wordt geschat aan de hand van niet-lineaire functies (Gasparrini et al. 2010). We gebruikten een “natural cubic spline” met 3 vrijheidsgraden om de blootstelling-respons associatie te modelleren, waarbij de knots voor temperatuur op gelijke afstanden van mekaar gezet werden in het oorspronkelijke temperatuur bereik. De lag structuur werd gemodelleerd met een natural cubic spline met 4 vrijheidsgraden, waarbij de knots op gelijke afstanden in de log-schaal van de lags geplaatst werden, dit om meer flexibiliteit in de lag-respons curve toe te laten voor de kortere lags (dicht bij de dag van de blootstelling) dan voor de latere lags (Gasparrini 2011).

Modellen werden gecorrigeerd voor dag van de week, voor seizoen- en langetermijneffecten, en voor relatieve vochtigheid (daggemiddelde), $PM_{2.5}$ (daggemiddelde concentratie) en O_3 (8-uur glijdende maximale concentratie). Hoewel dag van de week niet verwacht wordt een confounder te zijn in de associatie tussen hitte en morbiditeit, is het wel een mogelijke confounder van de associatie tussen luchtverontreiniging en morbiditeit. Seizoen- en langetermijneffecten werden gemodelleerd met behulp van een natural cubic spline op de dag van de studieperiode met 10 vrijheidsgraden per jaar. Voor relatieve vochtigheid, $PM_{2.5}$, en O_3 gebruikten we de gemiddeldes van de huidige en de vorige dag (lag 0-1), die elk gemodelleerd werd met behulp van een natural cubic spline met 3 vrijheidsgraden.

Er werden aparte modellen toegepast voor de 3 temperatuur variabelen (minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur), de verschillende pathologiegroepen, en de 4 populatiegroepen (alle leeftijden samen, 0-14 jaar, 15-64 jaar, en 65+ jaar).

Voor elke combinatie van pathologie(groep) en populatiegroep werd de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT) bepaald voor het cumulatief effect tot en met 14 dagen na de blootstelling (lag 0-14), en dit tussen de 5^{de} en 95^e temperatuurpercentielen.

Gerapporteerde schattingen zijn de relatieve risico's (RRs) op het 95^e en het 99^e temperatuurpercentiel (met 95% empirische betrouwbaarheidsintervallen), ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit die bepaald werd per combinatie van pathologie(groep)-populatiegroep. Relatieve risico's werden bepaald voor verschillende lagentijden: lag 0 (het effect op de dag van de blootstelling), lag 0-1 (het cumulatief effect op de dag van de blootstelling en de dag erna), en lag 0-14 (het cumulatief effect tot en met 14 dagen na de blootstelling).

Daarnaast werd voor elke combinatie pathologie(groep)-temperatuurmetriek de temperatuur bepaald waarop de cumulatieve (lag 0-14) blootstelling-respons associatie voor de totale populatie

significant wordt (T_s), dit is de temperatuur waarbij de ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van het relatief risico groter wordt dan één.

2.2 FIGUREN VAN DE BLOOTSTELLING-RESPONS ASSOCIATIES

De bovenste rij figuren in Bijlage A tonen voor iedere pathologie(groep) de cumulatieve (lag 0-14) blootstelling-respons associaties voor minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur, geschat voor alle leeftijden samen. De temperatuurpercentielen P1, P5, P95 en P99 zijn weergegeven aan de hand van verticale stippellijnen, de temperatuur van minimale morbiditeit is aangegeven met een verticale volle lijn.

Voor sommige pathologieën, zoals bijvoorbeeld 'COPD' en de totale groep van 'Cardiovasculaire aandoeningen' is de (cumulatieve lag 0-14) blootstelling-respons associatie U-vormig met een verhoogd risico zowel bij lage als hoge temperaturen in de zomerperiode. Voor andere pathologieën, zoals bijvoorbeeld 'Cerebraal infarct' en 'Acute urogenitale aandoeningen' is de associatie eerder J-vormig, waarbij er enkel een verhoogd risico is bij hoge temperaturen. Voor de ambulante contacten met de spoeddienst is het verband nagenoeg lineair (laagste risico bij de laagste en hoogste risico bij de hoogste zomertemperaturen).

De plots in de tweede en derde rijen van de figuren in Bijlage A tonen voor ieder van de drie gebruikte temperatuurmetrieke de lag-specifieke effecten voor temperaturen gelijk aan het 95^e en 99^e percentiel, respectievelijk. Relatieve risico's worden bepaald ten opzichte van de MMT, geschat voor alle leeftijden samen. Effecten zijn meestal het sterkst op de dag van de blootstelling (lag 0), vooral voor minimumtemperatuur, terwijl voor gemiddelde en maximumtemperatuur de hoogste RRs soms worden waargenomen de dag na de blootstelling (lag 1). Voor vele pathologiegroepen zijn er vertraagde effecten tot een week na de blootstelling.

De onderste rij figuren in Bijlage A tonen de leeftijdsspecifieke cumulatieve (lag 0-14) blootstelling-respons plots voor maximumtemperatuur (indien de pathologie geanalyseerd werd in de leeftijdsgroep). De curves voor 65-plussers zijn vaak gelijkaardig aan de curves geschat voor de totale populatie. Voor de 14-jarigen en de 15-64-jarigen is de blootstelling-respons associatie vaak minder uitgesproken of toont de curve zelfs een andere vorm, zoals bijvoorbeeld voor 'Ischemische hartziekten', waar er bij de 65-plussers (en in de totale populatie) verhoogde RRs waargenomen worden bij lage temperaturen, terwijl dit bij de 15-64-jarigen het geval is voor hoge temperaturen (hoewel de RRs voor beide geen significantie bereiken). De resultaten voor de totale populatie zijn dus vaak een reflectie van de associaties bij de 65-plussers, aangezien deze voor de meeste pathologiegroepen het grootste aandeel in de totale spoedopnames hebben. Een uitzondering hierop is bijvoorbeeld 'Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T), Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)' waar het waargenomen hitte-effect voor de totale populatie een reflectie blijkt te zijn van effecten bij 0-14-jarigen en 15-64-jarigen.

2.3 RELATIEVE RISICO'S OP P95 EN P99

2.3.1 Totale populatie

Tabel 3 geeft een overzicht van de resultaten van de geanalyseerde pathologie(groepen) voor de associaties met maximumtemperatuur, en dit voor de totale studiep populatie. Voor de cumulatieve blootstelling over 14 dagen werden de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT) en de temperatuur waarop de blootstelling-respons associatie significant wordt (Ts) bepaald. We merken hierbij op dat deze laatste waarde louter informatief wordt vermeld, de waarde geeft informatie over de vorm van de blootstelling-respons curve. Echter het is niet wenselijk om deze temperatuurwaarde te interpreteren als een drempelwaarde voor het optreden van hitte-gerelateerde gezondheidseffecten.

De relatieve risico's voor temperaturen gelijk aan het 95^e en 99^e percentiel (vergeleken met de MMT) zijn geschat voor lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 in de totale populatie. Hoewel de cumulatieve (lag 0-14) blootstelling-respons curves bekomen met de verschillende temperatuursmetrieke n meestal zeer gelijkaardig zijn, zijn de RRs op P95 en/of P99 net iets vaker significant voor maximumtemperatuur en het minst vaak voor minimumtemperatuur. De resultaten voor de associaties met minimum en gemiddelde temperatuur, zijn vergelijkbaar en worden in Bijlage A gegeven.

Voor ziekenhuisopnames via spoeddienst in de totale studiep populatie worden voor maximumtemperatuur significante cumulatieve (lag 0-14) schattingen op de P95 en/of P99 bekomen voor volgende pathologiegroepen en subgroepen (waarvoor we telkens het procentueel aandeel in de overkoepelende pathologiegroep weergeven tussen haakjes):

- Intestinale infecties (A00-A09)
- Metabole aandoeningen (E70-E90), waarbinnen ook volgende subgroepen significant zijn:
 - o Dehydratie (E86, 47% van de totale groep)
 - o Overige stoornissen van het vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87, 40% van de totale groep)
- Cardiovasculaire aandoeningen door hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50), waarbinnen ook volgende subgroepen significant zijn:
 - o Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) (34% van de totale groep)
 - o Cerebraal infarct (I63) (25% van de totale groep)
- Respiratoire aandoeningen (J00-J99), waarvan volgende subgroepen significant zijn:
 - o Influenza en longontsteking (J09-J18, 31% van de totale groep)
 - o Acute bronchitis en bronchiolitis (J20, J21, 7% van de totale groep)
 - o COPD (J44, 23% van de totale groep)
- Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)
- Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)
- Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T) en morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)

Bijkomend werd er een cumulatief (lag 0-14) hitte-effect waargenomen voor Diabetes Mellitus (E10-E14), maar dit bereikte enkel significantie bij het gebruik van minimumtemperatuur (zie Bijlage A).

Voor volgende pathologieën bereikt het cumulatief (lag 0-14) effect geen significantie, maar zijn er wel significante acute hitte-effecten (geschat op lag 0 of lag 0-1):

- De totale groep van cardiovasculaire aandoening (I00-I99)
- Hypertensie (I10-I16)
- Duizeligheid en draaierigheid (R42), Malaise en vermoeidheid (R53), Syncope (R55)

Ook is het mogelijk dat er een significant RR is voor temperaturen onder de P95 (zoals bijvoorbeeld voor 'Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)'; zie bovenste rij figuren in Bijlage A), maar RR-waarden voor percentielen <P95 worden niet gerapporteerd in de tabellen.

Voor ambulant contact met spoedgevallendienst zijn de cumulatieve (lag 0-14) schattingen significant.

Tabel 3 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst in de totale populatie, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT Lag 0-14	T_s Lag 0-14	RR (95% BI) voor P95 (30,5°C) versus MMT			RR (95% BI) voor P99 (33,6°C) versus MMT		
				Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14	Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14
Intestinale infecties (A00-A09)	22	13,9	26,3	1,092 (0,98;1,218)	1,143 (1,004;1,3)*	1,434 (1,035;1,987)*	1,111 (0,959;1,287)	1,186 (0,99;1,42)	1,438 (0,853;2,424)
Diabetes Mellitus (E10-E14)	10	24,1	n.v.t.	1,038 (0,954;1,128)	1,086 (0,981;1,203)	1,287 (0,948;1,747)	1,064 (0,904;1,252)	1,182 (0,967;1,444)	1,755 (0,87;3,543)
Metabole aandoeningen (E70-E90)	15	20	24,4	1,217 (1,116;1,327)*	1,41 (1,269;1,566)*	2,161 (1,651;2,83)*	1,284 (1,138;1,45)*	1,657 (1,424;1,928)*	3,416 (2,105;5,544)*
-- Metabole aandoeningen subgroep (E79, E80, E83, E86, E87)	14	19,7	23,6	1,22 (1,114;1,337)*	1,427 (1,277;1,594)*	2,342 (1,767;3,104)*	1,284 (1,133;1,456)*	1,663 (1,421;1,947)*	3,58 (2,176;5,89)*
--- Dehydratatie (E86)	7	19,6	26,6	1,29 (1,135;1,466)*	1,508 (1,29;1,764)*	2,195 (1,471;3,275)*	1,475 (1,242;1,752)*	1,977 (1,589;2,459)*	3,598 (1,784;7,26)*
--- Overige stoornissen van het vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)	6	20,1	26,5	1,133 (0,996;1,289)	1,296 (1,11;1,514)*	1,901 (1,283;2,816)*	1,128 (0,939;1,356)	1,359 (1,082;1,707)*	2,557 (1,262;5,182)*
Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)	32	17,2	21,4	1,025 (0,962;1,092)	1,021 (0,947;1,102)	1,079 (0,896;1,299)	0,942 (0,86;1,031)	0,924 (0,826;1,032)	0,814 (0,591;1,12)
-- Psychische stoornissen als gevolg van een bekende fysiologische aandoening (F00-F09)	5	30,5	n.v.t.	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	0,873 (0,765;0,997)	0,886 (0,753;1,042)	0,753 (0,406;1,395)
-- Dementie (F00-F03)	5	30,5	n.v.t.	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	0,858 (0,743;0,992)	0,856 (0,717;1,021)	0,732 (0,375;1,43)
-- Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen (F10-F19)	14	17,9	21,4	0,987 (0,896;1,087)	0,956 (0,851;1,074)	1,053 (0,79;1,403)	0,91 (0,791;1,047)	0,829 (0,698;0,985)	0,613 (0,374;1,006)
-- Angststoornissen, obsessief-compulsieve stoornissen, reacties op ernstige stress en aanpassingsstoornissen (F40-F48)	4	13,9	n.v.t.	0,955 (0,788;1,157)	1,071 (0,855;1,342)	1,491 (0,84;2,645)	0,886 (0,679;1,155)	0,998 (0,722;1,38)	1,913 (0,742;4,931)
Cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)	174	24,8	n.v.t.	1,027 (1,005;1,05)*	1,028 (1,001;1,056)*	1,064 (0,981;1,154)	1,025 (0,979;1,073)	1,025 (0,969;1,084)	1,16 (0,955;1,408)
-- Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	104	24,2	29,8	1,044 (1,015;1,073)*	1,054 (1,019;1,09)*	1,112 (1,005;1,23)*	1,05 (0,994;1,11)	1,066 (0,996;1,141)	1,28 (1,014;1,616)*
--- Hypertensie (I10-I16)	22	22,7	n.v.t.	1,036 (0,976;1,1)	1,091 (1,014;1,173)*	1,214 (0,992;1,485)	1,056 (0,95;1,175)	1,145 (1,005;1,305)*	1,505 (0,976;2,319)

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT Lag 0-14	T _s Lag 0-14	RR (95% BI) voor P95 (30,5°C) versus MMT			RR (95% BI) voor P99 (33,6°C) versus MMT		
				Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14	Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14
--- Ischemische hartziekten (I20-I25)	30	30,5	n.v.t.	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	0,963 (0,913;1,016)	0,941 (0,881;1,005)	0,99 (0,777;1,261)
--- Myocard infarct (I21-I23)	19	30,5	n.v.t.	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	0,993 (0,934;1,054)	0,982 (0,912;1,059)	0,92 (0,696;1,215)
---- Hartfalen (I50)	14	13,9	n.v.t.	1,032 (0,921;1,156)	1,108 (0,969;1,268)	1,261 (0,885;1,798)	1,077 (0,918;1,263)	1,139 (0,937;1,385)	1,381 (0,766;2,489)
--- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)	35	23,4	28,2	1,081 (1,035;1,129)*	1,097 (1,04;1,156)*	1,238 (1,063;1,443)*	1,105 (1,019;1,199)*	1,147 (1,037;1,268)*	1,585 (1,129;2,226)*
---- Cerebraal infarct (I63)	26	22,3	28,0	1,117 (1,058;1,179)*	1,138 (1,065;1,215)*	1,318 (1,099;1,58)*	1,152 (1,049;1,266)*	1,194 (1,063;1,34)*	1,757 (1,201;2,57)*
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	121	22,9	26,8	1,03 (1,002;1,059)*	1,069 (1,034;1,106)*	1,225 (1,112;1,35)*	1,031 (0,981;1,085)	1,099 (1,033;1,169)*	1,539 (1,243;1,905)*
-- Influenza en longontsteking (J09 - J18)	37	13,9	28,4	1,089 (1,012;1,173)*	1,212 (1,111;1,322)*	1,349 (1,079;1,687)*	1,097 (0,991;1,214)	1,251 (1,104;1,417)*	1,664 (1,143;2,422)*
-- Acute bronchitis en bronchiolitis (J20, J21)	9	26,2	30,2	1,006 (0,94;1,076)	1,067 (0,983;1,157)	1,371 (1,013;1,856)*	1,01 (0,862;1,183)	1,17 (0,964;1,419)	2,606 (1,195;5,679)*
-- COPD (J44)	28	19,7	25,0	1,059 (0,993;1,128)	1,103 (1,021;1,191)*	1,454 (1,194;1,771)*	1,059 (0,962;1,166)	1,1 (0,977;1,238)	1,671 (1,158;2,412)*
-- Astma (J45)	5	28,2		0,988 (0,922;1,059)	1,029 (0,945;1,122)	1,026 (0,737;1,429)	0,957 (0,77;1,19)	1,064 (0,812;1,395)	1,141 (0,384;3,388)
Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)	4	17,5	24,8	1,257 (1,061;1,49)*	1,507 (1,228;1,85)*	2,25 (1,362;3,718)*	1,338 (1,066;1,679)*	1,702 (1,283;2,258)*	2,714 (1,155;6,375)*
Acute urogenitale aandoeningen (N20- N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	45	19,6	28,2	1,042 (0,991;1,095)	1,089 (1,026;1,157)*	1,242 (1,066;1,448)*	1,04 (0,967;1,12)	1,122 (1,025;1,229)*	1,435 (1,087;1,893)*
Duizeligheid en draaierigheid (R42), Malaise en vermoeidheid (R53), Syncope (R55)	21	26,4	n.v.t.	1,064 (1,024;1,105)*	1,078 (1,028;1,13)*	1,129 (0,963;1,322)	1,08 (0,986;1,184)	1,156 (1,032;1,294)*	1,461 (0,964;2,215)
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T), Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	212	13,9	14,0	1,158 (1,119;1,199)*	1,141 (1,096;1,188)*	1,123 (1,013;1,244)*	1,17 (1,117;1,226)*	1,152 (1,089;1,219)*	1,178 (0,999;1,389)
Ambulant contact met spoeddienst	2862	13,9	14,0	1,072 (1,053;1,092)*	1,103 (1,079;1,127)*	1,234 (1,169;1,303)*	1,062 (1,036;1,089)*	1,095 (1,062;1,129)*	1,297 (1,188;1,417)*

* Statistisch significant ($P < 0.05$)

Vet gedrukt: Overkoepelende pathologiegroepen

Cursief gedrukt: MMT geschat op het 95^e percentiel van de temperatuurverdeling waardoor het RR gelijk is aan 1

2.3.2 Leeftijdsgroep 0-14 jaar

Voor ziekenhuisopnames via spoeddienst in de leeftijdsgroep 0-14 jaar zijn er slechts inschattingen mogelijk voor drie van de opgevraagde pathologiegroepen, de resultaten zijn weergegeven in Tabel 4.

Er is een significant hitte-effect voor de groep 'Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T), Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)', dit voor de maximumtemperatuur en gemiddelde temperatuur. De leeftijdsgroep 0-14 jaar maakt 13% uit van het totaal aantal spoedopnames voor deze ICD-10 groep.

Voor intestinale infecties (aandeel 36% voor 0-14-jarigen binnen ICD-10 groep A00-A09) zijn er geen significante hitte-effecten.

Voor respiratoire aandoeningen (aandeel 19% voor 0-14-jarigen binnen ICD-10 groep J00-J99) is de cumulatieve (lag 0-14) schatting significant voor de P99 van de maximumtemperatuur.

Voor ambulant contact met spoedgevallendienst zijn er significante hitte-effecten voor maximum- en gemiddelde dagtemperatuur.

Tabel 4 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst bij de leeftijdsgroep van 0- tot 14-jarigen, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT Lag 0-14	T_s Lag 0-14	RR (95% BI) voor P95 (30,5°C) versus MMT			RR (95% BI) voor P99 (33,6°C) versus MMT		
				Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14	Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14
Intestinale infecties (A00-A09)	8	13,9	26,8	1,126 (0,948;1,337)	1,209 (0,986;1,484)	1,629 (0,968;2,741)	1,151 (0,908;1,457)	1,313 (0,981;1,757)	1,624 (0,686;3,843)
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	23	26,4	31,8	0,998 (0,954;1,045)	1,044 (0,988;1,103)	1,2 (0,981;1,467)	0,984 (0,882;1,098)	1,083 (0,947;1,24)	1,767 (1,045;2,988)*
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	27	13,9	15,1	1,296 (1,181;1,422)*	1,275 (1,144;1,422)*	1,55 (1,177;2,041)*	1,264 (1,113;1,435)*	1,232 (1,055;1,438)*	1,501 (0,956;2,359)
Ambulant contact met spoeddienst	625	13,9	14	1,094 (1,06;1,129)*	1,133 (1,092;1,176)*	1,202 (1,095;1,32)*	1,088 (1,042;1,136)*	1,132 (1,074;1,194)*	1,389 (1,188;1,624)*

* Statistisch significant ($P < 0.05$)

Vet gedrukt: Overkoepelende pathologiegroepen

Cursief gedrukt: MMT geschat op het 95e percentiel van de temperatuurverdeling waardoor het RR gelijk is aan 1

2.3.3 Leeftijdsgroep 15-64 jaar

Voor ziekenhuisopnames via spoeddienst zijn er in de leeftijdsgroep 15-64 jaar slechts inschattingen mogelijk voor zes pathologiegroepen, de resultaten zijn weergegeven in Tabel 5.

Van de pathologiegroepen die bij de totale populatie een significant cumulatief effect (lag 0-14) tonen voor maximumtemperatuur, zijn er slechts drie waarvoor dit ook het geval is in de leeftijdsgroep 15-64-jarigen:

- Respiratoire aandoeningen (aandeel 26% voor 15-64-jarigen binnen ICD-10 groep J00-J99)
- Acute urogenitale aandoeningen (aandeel 40% voor 15-64-jarigen binnen ICD-10 groep [N20-N23,N10,N30,N34,N15.1,N39.0,N41.0])
- Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T), Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y) (aandeel 39% voor 15-64-jarigen voor deze ICD-10 groep)

Voor ambulant contact met spoedgevallendienst is er een significant verband voor de drie temperatuurmetrieken.

Voor volgende pathologieën bereikte het cumulatief (lag 0-14) effect geen significantie, maar waren er wel significante acute hitte-effecten (geschat op lag 0 of lag 0-1):

- Intestinale infecties (A00-A09)
- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)

Tabel 5 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst bij de leeftijdsgroep van 15- tot 64-jarigen, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het lag 0-14 RR statistisch significant wordt (T_s ; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT Lag 0-14	T_s Lag 0-14	RR (95% BI) voor P95 (30,5°C) versus MMT			RR (95% BI) voor P99 (33,6°C) versus MMT		
				Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14	Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14
Intestinale infecties (A00-A09)	8	17,6	n.v.t.	1,149 (1,005;1,315)*	1,179 (1,003;1,387)*	1,363 (0,917;2,026)	1,133 (0,935;1,372)	1,135 (0,896;1,439)	1,168 (0,596;2,289)
Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)	18	13,9	n.v.t.	1,018 (0,918;1,128)	1,038 (0,92;1,172)	1,017 (0,748;1,383)	0,959 (0,834;1,104)	0,963 (0,811;1,142)	0,726 (0,442;1,192)
-- Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen (F10-F19)	11	30,5	n.v.t.	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	0,917 (0,844;0,997)	0,856 (0,773;0,949)	0,597 (0,409;0,87)
Cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)	40	27,9	n.v.t.	1,014 (0,992;1,037)	1,005 (0,978;1,033)	1,027 (0,934;1,13)	1,037 (0,971;1,108)	1,009 (0,93;1,095)	1,132 (0,842;1,523)
-- Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	22	27,4	n.v.t.	1,024 (0,99;1,058)	1,019 (0,978;1,061)	1,081 (0,939;1,243)	1,05 (0,96;1,149)	1,04 (0,93;1,162)	1,353 (0,902;2,03)
--- Ischemische hartziekten (I20-I25)	11	28	n.v.t.	1,018 (0,976;1,061)	1,009 (0,959;1,063)	1,071 (0,894;1,283)	1,036 (0,913;1,175)	1,001 (0,857;1,17)	1,381 (0,78;2,447)
-- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)	8	24	n.v.t.	1,101 (1,001;1,212)*	1,109 (0,987;1,247)	1,268 (0,894;1,799)	1,153 (0,958;1,388)	1,2 (0,954;1,51)	1,685 (0,757;3,749)
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	32	16,8	25,7	1,053 (0,988;1,123)	1,079 (1;1,164)	1,286 (1,066;1,552)*	1,059 (0,966;1,16)	1,113 (0,995;1,245)	1,337 (0,96;1,86)
Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	18	16,7	30	1,051 (0,961;1,149)	1,106 (0,993;1,231)	1,318 (1,014;1,713)*	1,091 (0,964;1,235)	1,177 (1,01;1,373)*	1,525 (0,98;2,375)
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	82	13,9	n.v.t.	1,232 (1,17;1,298)*	1,231 (1,158;1,308)*	1,279 (1,096;1,493)*	1,255 (1,171;1,346)*	1,241 (1,139;1,351)*	1,3 (1,013;1,667)*
Ambulant contact met spoeddienst	1841	13,9	14	1,057 (1,037;1,078)*	1,098 (1,073;1,123)*	1,264 (1,193;1,339)*	1,045 (1,018;1,073)*	1,088 (1,054;1,123)*	1,297 (1,181;1,423)*

* Statistisch significant ($P < 0.05$)

Vet gedrukt: Overkoepelende pathologiegroepen

Cursief gedrukt: MMT geschat op het 95e percentiel van de temperatuurverdeling waardoor het RR gelijk is aan 1

2.3.4 Leeftijdsgroep 65+

Voor ziekenhuisopnames via spoeddienst zijn er in de leeftijdsgroep 65+ inschattingen mogelijk voor acht pathologiegroepen, de resultaten zijn weergegeven in Tabel 6.

Van de pathologiegroepen die in de totale populatie een significant cumulatief (lag 0-14) hitte-effect tonen voor maximumtemperatuur, zijn er vier waarvoor dit ook het geval is in de leeftijdsgroep 65+:

- Metabole aandoeningen (aandeel 53% voor 65+ binnen ICD-10 groep (E70-E90)), waarvan volgende subgroepen significant zijn:
 - o Som van Dehydratie (E86), Aandoeningen van purine- en pyrimidine (E79), porfyriene- en bilirubine (E80) en minerale (E83) metabolisme, Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87) (aandeel 57% voor 65+)
 - o Overige stoornissen van het vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87) (aandeel 83% voor 65+)
- Cardiovasculaire aandoeningen door hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50) (aandeel 78% voor 65+), waarbij enkel de categorie 'Cerebrovasculaire aandoeningen' (I60-I69) (aandeel 80% voor 65+) op zichzelf significant is
- Respiratoire aandoeningen (aandeel 52% voor 65+)
- Acute urogenitale aandoeningen (aandeel 52% voor 65+)

Voor ambulant contact met spoedgevallendienst is er een significant verband voor de drie temperatuurmetriekeken (minimum-, maximum- en gemiddelde temperatuur).

Voor volgende pathologieën bereikte het cumulatief (lag 0-14) effect geen significantie, maar waren er wel significante acute hitte-effecten (geschat op lag 0 of lag 0-1):

- Diabetes Mellitus (E10-E14)
- De totale groep van cardiovasculaire aandoening (I00-I99)
- Hypertensie (I10-I16)

Tabel 6 Associatie tussen maximumtemperatuur en aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst bij de leeftijdsgroep van 65+, geschat op lag 0, lag 0-1, en lag 0-14 en weergegeven als relatief risico (RR met 95% betrouwbaarheidsinterval [BI]) op het 95e en het 99e percentiel ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). Ter informatie worden per pathologie(groep) het mediaan aantal opnames/dag gegeven en de temperatuur waarop het RR statistisch significant wordt (T_s; niet van toepassing [n.v.t.] als er geen significantie bereikt wordt). Data zijn voor Vlaanderen, mei-september 2016-2023.

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT Lag 0-14	T _s Lag 0-14	RR (95% BI) voor P95 (30,5°C) versus MMT			RR (95% BI) voor P99 (33,6°C) versus MMT		
				Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14	Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14
Intestinale infecties (A00-A09)	6	13,9	n.v.t.	0,954 (0,771;1,181)	0,976 (0,758;1,256)	1,516 (0,795;2,888)	0,99 (0,747;1,312)	1,042 (0,737;1,472)	1,749 (0,639;4,789)
Diabetes Mellitus (E10-E14)	6	21,4	n.v.t.	1,133 (0,986;1,303)	1,187 (1,004;1,405)*	1,418 (0,901;2,233)	1,195 (0,957;1,492)	1,329 (1,011;1,746)*	1,506 (0,616;3,679)
Metabole aandoeningen (E70-E90)	8	21,6	27,1	1,19 (1,076;1,316)*	1,383 (1,223;1,565)*	1,764 (1,272;2,447)*	1,213 (1,045;1,407)*	1,561 (1,295;1,881)*	2,661 (1,414;5,007)*
-- Metabole aandoeningen subgroep (E79, E80, E83, E86, E87)	8	21,1	26,6	1,199 (1,072;1,34)*	1,41 (1,23;1,616)*	1,911 (1,339;2,726)*	1,211 (1,033;1,42)*	1,569 (1,284;1,916)*	2,821 (1,454;5,47)*
--- Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)	5	20,3	25,5	1,14 (0,967;1,343)	1,3 (1,066;1,585)*	2,067 (1,249;3,42)*	1,065 (0,842;1,346)	1,258 (0,941;1,683)	2,21 (0,892;5,477)
Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)	13	18,7	n.v.t.	1,069 (0,974;1,172)	1,068 (0,956;1,194)	1,167 (0,882;1,543)	0,948 (0,827;1,086)	0,931 (0,788;1,099)	0,896 (0,548;1,465)
Cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)	130	23,2	29	1,041 (1,012;1,071)*	1,049 (1,013;1,085)*	1,089 (0,988;1,201)	1,031 (0,978;1,087)	1,043 (0,977;1,112)	1,18 (0,951;1,465)
-- Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	82	21,8	n.v.t.	1,066 (1,028;1,106)*	1,088 (1,04;1,137)*	1,148 (1,018;1,296)*	1,067 (1,003;1,136)*	1,097 (1,016;1,185)*	1,286 (1,004;1,647)*
--- Hypertensie (I10-I16)	20	21,8	n.v.t.	1,046 (0,976;1,12)	1,113 (1,023;1,209)*	1,231 (0,986;1,539)	1,061 (0,946;1,191)	1,17 (1,016;1,347)*	1,503 (0,953;2,37)
--- Ischemische hartziekten (I20-I25)	19	30,5	n.v.t.	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	1,000 (1,000;1,000)	0,934 (0,874;0,997)	0,912 (0,841;0,988)	0,847 (0,631;1,136)
--- Hartfalen (I50)	13	13,9	n.v.t.	1,034 (0,914;1,17)	1,116 (0,964;1,292)	1,24 (0,843;1,824)	1,1 (0,925;1,308)	1,179 (0,953;1,458)	1,51 (0,794;2,874)
--- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)	28	22,8	29	1,082 (1,029;1,138)*	1,099 (1,034;1,169)*	1,224 (1,031;1,454)*	1,098 (1,002;1,202)*	1,134 (1,014;1,269)*	1,52 (1,048;2,203)*
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	63	21,7	26,8	1,04 (0,999;1,083)	1,097 (1,044;1,152)*	1,313 (1,15;1,5)*	1,036 (0,968;1,108)	1,112 (1,024;1,209)*	1,696 (1,288;2,234)*
Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	23	19,8	28,8	1,052 (0,985;1,125)	1,093 (1,009;1,185)*	1,269 (1,034;1,557)*	1,012 (0,917;1,117)	1,08 (0,957;1,22)	1,437 (0,99;2,086)
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	102	26,8	n.v.t.	1,009 (0,992;1,027)	1,005 (0,984;1,027)	1,039 (0,966;1,117)	1,022 (0,978;1,067)	1,027 (0,973;1,084)	1,137 (0,934;1,385)

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT Lag 0-14	T _s Lag 0-14	RR (95% BI) voor P95 (30,5°C) versus MMT			RR (95% BI) voor P99 (33,6°C) versus MMT		
				Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14	Lag 0	Lag 0-1	Lag 0-14
Ambulant contact met spoeddienst	402	13,9	21,6	1,107 (1,072;1,142)*	1,085 (1,045;1,126)*	1,151 (1,048;1,263)*	1,097 (1,052;1,144)*	1,073 (1,019;1,129)*	1,187 (1,023;1,377)*

* Statistisch significant ($P < 0.05$)

Vet gedrukt: Overkoepelende pathologiegroepen

Cursief gedrukt: MMT geschat op het 95^e percentiel van de temperatuurverdeling waardoor het RR gelijk is aan 1

2.4 DISCUSSIE

2.4.1 Algemeen

Hieronder bespreken we de associaties tussen temperatuur en ziekenhuisopname via spoeddienst voor verschillende pathologieën alsook voor ambulant contact met spoedgevallendienst (totaal aantal, zonder onderscheid per pathologie). Associaties werden onderzocht voor verschillende blootstellingstijden: lag 0 (effect op de dag van de blootstelling), lag 0-1 (cumulatief effect op de dag van de blootstelling en de dag erna) en lag 0-14 (cumulatief effect t.e.m. 14 dagen na de blootstelling). Voor de verschillende blootstellingstijden (lag 0, lag 0-1, lag 0-14) spreken we van een statistisch significante associatie als het relatief risico geschat op de P95 van de temperatuurdistributie significant is, dus als de onderlimiet van het 95% betrouwbaarheidsinterval van het RR groter is dan één. Voor de meeste pathologiegroepen waarbij een statistisch significante associatie voor de blootstellingstijd van 14 dagen wordt gevonden, is de associatie voor lag 0 en lag 0-1 eveneens significant.

Vele van de gevonden associaties worden bevestigd door eerdere Europese of wereldwijde studies alsook meta-analyses (Basu et al., 2012; Bunker et al., 2016; Faurie et al., 2022; Josseran et al., 2009; Pan et al., 2022; van Loenhout et al., 2018). We vinden de meeste associaties wanneer we alle leeftijdsgroepen samennemen, wat er ook op wijst dat de lagere aantallen binnen leeftijdsgroepen mogelijk een beperking zijn in deze studie.

Bij het bestuderen van de verschillende leeftijdsgroepen (0-14 jaar, 15-64 jaar, 65+), zien we vaker associaties met hitte in de oudere leeftijdsgroep (65+), dit is consistent met bovenvermelde studies. Enkel voor de pathologiegroep 'Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)', zijn er enkel significante associaties voor de leeftijdsgroepen 0-14 jaar en 15-64 jaar, terwijl niet voor de leeftijdsgroep 65+.

Het analyseren van individuele diagnoses was in de meeste gevallen niet mogelijk aangezien gegevens voor ICD-10-CM codes met lage aantallen niet aangeleverd of geanalyseerd konden worden, zie ook sectie 1.1. Het groeperen van individuele ICD-10-CM codes in pathologiegroepen kan ervoor zorgen dat effecten op specifieke aandoeningen gemaskeerd worden (i.e. geen significante effecten op het niveau van pathologiegroep). Omgekeerd kan het ook zijn dat de associaties die worden waargenomen voor een bepaalde pathologie-groep vooral gedreven worden door slechts één of enkele ICD-10-CM codes in deze groep.

2.4.2 Intestinale infectieziekten

2.4.2.1 Resultaten

Voor de pathologiegroep 'Intestinale infectieziekten' (A00-A09) werd enkel een significant cumulatief (lag 0-14) hitte-effect gevonden in de totale populatie (hoewel ook geanalyseerd in alle andere leeftijdsgroepen). Voor de leeftijdsgroep 15-64-jarigen is er wel een indicatie voor hitte-effecten met significante associaties voor lag 0 en lag 0-1 voor P95 van alle temperatuurmetrieken.

De temperatuur van minimale morbiditeit ligt vrij laag: voor de totale populatie werd deze geschat op de P5 van de maximumtemperatuurverdeling in de zomerperiode.

2.4.2.2 Vergelijking met literatuur

Yang et al. (2024) beschrijft in een recente meta-analyse dat talrijke studies hebben aangetoond dat hoge temperaturen tijdens het warme seizoen het risico op endocriene aandoeningen en gastro-

intestinale infecties via verschillende routes kunnen verhogen. Ze leiden een relatief risico af van 1.026 (95% BI: 1.006; 1.048) voor een temperatuurstijging van 1°C. Het risico op maagdarminfecties neemt toe tijdens warmere periodes, waarschijnlijk als gevolg van de verspreiding van ziekteverwekkers bij hogere temperaturen (Yang et al. 2024).

2.4.3 Diabetes mellitus

2.4.3.1 Resultaten

Diabetes werd enkel geanalyseerd in de totale populatie en in 65-plussers en significante cumulatieve (lag0-14) hitte effecten werden enkel gevonden voor de totale populatie bij het gebruik van minimumtemperatuur. Voor 65+ is er wel een indicatie voor kortstondige hitte-effecten met significante associaties voor lag 0-1 voor de P95 van alle temperatuurmetrieken.

2.4.3.2 Vergelijking met literatuur

(Yang et al. 2024) beschrijft in een recente meta-analyse dat talrijke studies hebben aangetoond dat hoge temperaturen tijdens het warme seizoen het risico op endocriene aandoeningen via verschillende routes kunnen verhogen. De gevolgen kunnen verband houden met de invloed van hitte op de stofwisseling en de opname van voedingsstoffen, die cruciaal zijn voor het beheersen van aandoeningen zoals diabetes (Yang et al. 2024).

In een meta-analyse met focus op ouderen (leeftijdsgroep 65+) werd een statistisch significante toename met stijgende temperatuur gevonden voor 'Diabetes mellitus (codes E10-E14)', een lineair model geeft een 1.02 (95% BI: 0.43; 1.62) procentuele toename per 1 °C toename in temperatuur (Bunker et al. 2016).

2.4.4 Metabole aandoeningen: dehydratatie en stoornissen in vocht- en elektrolytenbalans

2.4.4.1 Resultaten

Voor de volgende pathologieën werden significante cumulatieve (lag 0-14) hitte-effecten waargenomen:

- Pathologiegroep 'Metabole aandoeningen (E70-E90)'
→ totale populatie en 65+ (aandeel in de totale populatie = 53%), niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen
- Pathologiegroep 'Dehydratatie (E86), Aandoeningen van purine- en pyrimidine (E79), porfyryne- en bilirubine (E80) en minerale (E83) metabolisme, Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)'
→ totale populatie en 65+ (aandeel in de totale populatie = 57%), niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen
- Individuele code 'Dehydratatie (E86)'
→ totale populatie, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen
- Individuele code 'Andere aandoeningen van het vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)'
→ totale populatie en 65+ (aandeel in de totale populatie = 83%), niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen

Het relatief risico voor deze gezondheidseffecten is groot (vaak >2). De temperatuur van minimale morbiditeit schommelt rond 20°C voor maximumtemperatuur, rond 8°C voor minimumtemperatuur en 15°C voor gemiddelde temperatuur, voor de totale populatie en de leeftijdsgroep 65+.

2.4.4.2 Vergelijking met literatuur

In een recente meta-analyse van 62 studies leidden Faurie et al. (2022) voor dehydratie (E86) een relatief risico af van 1.02 (95% BI: 1.02; 1.03) per 1°C toename in temperatuur. Zij vonden de grootste effecten bij de leeftijdsgroep 18-64 jaar met een RR van 1.03 (95% BI: 1.01; 1.04), gevolgd door 65+ met een RR van 1.02 (95% BI: 1.01; 1.03). Voor 0-18-jarigen was er geen significant verband.

In een meta-analyse met focus op ouderen (leeftijdsgroep 65+) werd ook een statistisch significante toename in dehydratie (E86) gevonden met toenemende temperatuur: een lineair model gaf 3.12 (95% BI: 0.74; 5.56) procentuele toename per 1°C toename in temperatuur (Bunker et al. 2016).

2.4.5 Psychische stoornissen en gedragsstoornissen

2.4.5.1 Resultaten

Als we de cumulatieve blootstelling aan hitte over 2 weken bekijken, werden er geen significante associaties gevonden voor de pathologiegroep 'Psychische stoornissen en gedragsstoornissen' als hoofddiagnose, evenmin voor de verschillende subgroepen waarvoor data werden verkregen.

Voor kortere blootstellingstijden (lag 0 en lag 0-1) werd een significant hitte-effect gevonden voor volgende pathologieën:

- Volledige pathologiegroep 'Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)', enkel voor minimumtemperatuur en lag 0-1
→ totale populatie en 65+
- Pathologiegroep 'Angststoornissen, obsessief-compulsieve stoornissen, reacties op ernstige stress en aanpassingsstoornissen (F40-F48)', enkel voor minimumtemperatuur
→ totale populatie, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen

De vorm van de blootstelling-response curve is gelijkaardig voor de volledige pathologiegroep F00-F99 en voor de (grootste) subgroep 'Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen' (F10-F19), deze subgroep bevat 43% van alle diagnosen. De grafiek vertoont een stijging in RR bij matig hoge temperaturen, gevolgd door een daling nog voor de P95 van het temperatuurbereik.

Voor de subgroepen 'Psychische stoornissen als gevolg van een bekende fysiologische aandoening' (F00-F09) en Dementie (F00-F03), is er in de blootstelling-respons curves geen indicatie voor hitte-effecten.

We merken hierbij op dat voor psychische stoornissen en gedragsstoornissen de MZG-data een (mogelijks grote) onderschatting geven van het werkelijk aantal ziekenhuis(spoed)opnames. Immers mensen die in het verleden in een psychiatrisch ziekenhuis werden opgenomen, zijn opgenomen in de Minimale Psychiatrische Gegevens (MPG) databank waarbij de DSM-IV codering wordt gebruikt. Een spoedopname van een persoon geregistreerd in de MPG-databank wordt niet opgenomen in de MZG-databank.

2.4.5.2 Vergelijking met literatuur

In een recente meta-analyse werd significant verhoogde morbiditeit voor de volledige pathologiegroep 'Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00 – F99)' aangetoond met een RR=1,008 (95% BI: 1,002; 1,014) voor een temperatuurstijging van 1°C (Yang et al. 2024). Ook in een eerdere meta-analyse door (Liu, Varghese, Hansen, Xiang, et al. 2021) werd verhoogde morbiditeit bij toenemende temperatuur geobserveerd voor de groep F00-F99. In deze studie werd ook naar verschillende pathologiegroepen gekeken en statistisch significante associaties werden afgeleid voor onderstaande groepen, waarden zijn relatieve risico's voor een temperatuurstijging van 1°C (Liu, Varghese, Hansen, Xiang, et al. 2021):

- F00-F09: RR=1,008 (1,001; 1,015)
- F20-F29: RR=1,007 (1,002; 1,011)
- F30-F39: RR=1,011 (1,003; 1,018)
- F40-F49: RR=1,007 (1,001; 1,013)

2.4.6 Cardiovasculaire aandoeningen

2.4.6.1 Resultaten

Voor de volgende pathologieën werden significante cumulatieve (lag 0-14) hitte-effecten waargenomen:

- Pathologiegroep 'Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)'; deze subgroep maakt 60% uit van de totale pathologiegroep I00-I99
→ totale populatie en 65+, niet geanalyseerd in 0-14 jaar
- Pathologiegroep 'Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)' met een aandeel van 34% binnen de hierboven vermelde pathologiegroep
→ totale populatie en 65+, niet geanalyseerd in 0-14 jaar
- Individuele code 'Cerebraal infarct (I63)', met een aandeel van 74% binnen subgroep I60-I69
→ totale populatie en 65+, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen

Voor kortere blootstellingstijden (lag 0 en lag 0-1) werd een significant hitte-effect gevonden voor volgende pathologieën:

- Volledige pathologiegroep 'Cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)'
→ totale populatie en 65+
- Pathologiegroep 'Hypertensie (I10-I16)'
→ totale populatie en 65+, niet geanalyseerd in 0-14 jaar en 15-64 jaar
- Pathologiegroep 'Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)'
→ totale populatie, leeftijdsgroepen 65+ en 15-64 jaar
- Individuele code 'Hartfalen (I50)'
→ totale populatie en 65+, niet geanalyseerd in 0-14 jaar en 15-64 jaar

2.4.6.2 Vergelijking met literatuur

In een recente meta-analyse werd significant verhoogde morbiditeit en mortaliteit voor cardiovasculaire aandoeningen aangetoond (Yang et al. 2024):

- Voor morbiditeit I00-I99: RR=1,005 (95% BI: 1,002; 1,009) voor een temperatuurstijging van 1°C.
- Voor mortaliteit I00-I99: RR=1,022 (95% BI: 1,018; 1,026) voor een temperatuurstijging van 1°C.

Uit deze studie bleek een hoger relatief risico op mortaliteit dan op morbiditeit tijdens periodes van hoge temperaturen, dit kan wijzen op hun verminderde vermogen tot thermoregulatie en verminderde cardiovasculaire functie. Deze fysiologische veranderingen vergroten de kwetsbaarheid voor hittestress, wat vaak leidt tot ernstige gevolgen voordat een klinische interventie kan worden uitgevoerd. Patiënten die bezwijken aan hittegolven of hoge temperaturen kunnen zowel ziekenhuispatiënten zijn als personen met acute aandoeningen die zijn overleden voordat ze in het ziekenhuis werden opgenomen voor medische behandeling (Yang et al. 2024). Sommige studies vonden geen significant hitte-effect voor spoedopnames voor totale of specifieke cardiovasculaire aandoeningen (Basu et al., 2012; van Loenhout et al., 2018), wat verklaard zou kunnen worden door het feit dat een deel van de patiënten met een cardiovasculair event sterft alvorens in het ziekenhuis te geraken, of door het groeperen van ICD10 codes in de analyses, waardoor het effect op specifieke aandoeningen gemaskeerd kan worden.

In een meta-analyse met focus op ouderen (leeftijdsgroep 65+) werd geen statistisch significant verband gevonden tussen temperatuur en cardiovasculaire en cerebrovasculaire morbiditeit (Bunker et al. 2016).

Een systematische review en meta-analyse toonde dat verhoogde temperaturen geassocieerd waren met een significante toename in morbiditeit als gevolg van hartritmestoornissen, hartstilstand en ischemische hartziekte (Liu et al. 2022).

In verschillende studies voor Canada werd aangetoond dat hitte geassocieerd was met een verhoogd risico op ziekenhuisopnames voor hypertensie, ischemische hartziekten en diverse cerebrovasculaire aandoeningen (Bai et al. 2016; 2018).

2.4.7 Respiratoire aandoeningen

2.4.7.1 Resultaten

Significante cumulatieve (lag 0-14) hitte effecten werden gevonden voor:

- Pathologiegroep 'Respiratoire aandoeningen (J00-J99)'
→ totale populatie, 15-64 jaar (aandeel in de totale populatie = 26%), 65+ (aandeel in de totale populatie = 52%)
- Pathologiegroep 'Influenza en pneumonie (J09-J18)'
→ totale populatie, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen
- Pathologiegroep 'Acute bronchitis (J20) & Acute bronchiolitis (J20-J21)'
→ totale populatie, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen
- Individuele code 'COPD (J44)'
→ totale populatie, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen

Voor de individuele code 'Astma (J45)' werd geen significante associatie gevonden, ook niet voor kortere lagtijden.

2.4.7.2 Vergelijking literatuur

In een recente meta-analyse werd significant verhoogde morbiditeit en mortaliteit voor respiratoire aandoeningen aangetoond (Yang et al. 2024):

- Voor morbiditeit J00-J99: RR=1.016 (95% BI: 1.004; 1.027) voor een temperatuurstijging van 1°C.
- Voor mortaliteit J00-J99: RR=1.019 (95% BI: 1.014; 1.024) voor een temperatuurstijging van 1°C.

Een recente umbrella review toonde sterke evidentie voor hitte-gerelateerde respiratoire mortaliteit, maar er werd gesteld dat er geen robuuste relaties zijn tussen hitteblootstelling en respiratoire morbiditeit (Zhu et al. 2025). Uit de review komt naar voren dat astma de meest onderzochte aandoening is waarvoor ook het meest consistente bewijs van een verband met blootstelling aan hitte. Voor andere aandoeningen van de luchtwegen (zoals bv. pneumonie, COPD, acute respiratoire infecties en acute bronchiolitis) is minder evidentie voor hitte-effecten. Dit is in tegenstelling tot onze resultaten waarbij voor astma geen significante associatie werden gevonden.

In een meta-analyse met focus op ouderen (leeftijdsgroep 65+) werd een statistisch significante toename gevonden voor respiratoire aandoeningen (J00-J99): een lineair model gaf 2.76 (95% BI: 1.51; 4.03) procentuele toename per 1°C toename in temperatuur (Bunker et al. 2016). Voor astma (J45-J46) en pneumonie (J09-J18) waren geen data beschikbaar (Bunker et al. 2016).

In een Nederlandse studie werd voor alle leeftijdsgroepen, inclusief kinderen van 0-14 jaar, een significante verband tussen hitte en respiratoire aandoeningen gevonden (van Loenhout et al. 2018). De effecten van hittegolven waren vooral zichtbaar bij de subgroep van kinderen van 0-4 jaar, die een verhoogd risico lopen op bezoeken aan de spoedeisende hulp. In de huidige studie werden data geaggregeerd over alle J-codes voor de leeftijd 0-14 jaar, het is mogelijk dat effecten op individuele J-codes en kleinere leeftijdsgroepen hierdoor gemaskeerd worden.

(Wu et al. 2024) bestudeerden de effecten van koude en hitte op het risico op ziekenhuisopnames voor pneumonie in China. Naast koude periodes waren ook hittegolven geassocieerd met een toename in ziekenhuisopnames voor pneumonie, vooral bij vrouwen. Het grootste risico werd vastgesteld voor een extreme hittegolffperiode van 4 dagen bij het 98e percentiel (RR = 1.69, 95% BI: 1.46–1.92).

In een recente analyse van oorzaak-specifieke cardiopulmonaire mortaliteit in Duitsland werd een verhoogd risico op mortaliteit ten gevolge van COPD (J40-J44) en pneumonie (J12-18) in associatie met hitte gevonden, morbiditeitseffecten werden niet onderzocht (Zhang et al. 2024).

2.4.8 Nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen

2.4.8.1 Resultaten

Significante cumulatieve (lag 0-14) hitte-effecten werden gevonden voor:

- Pathologiegroep 'Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)'
→ totale populatie, niet geanalyseerd in andere leeftijdsgroepen
- Pathologiegroep 'Acute urogenitale aandoeningen [Nierstenen (N20-N23); Acute pyelonefritis (nierbekkenontsteking) (N10); Blaasontsteking (N30); Urethritis (urinebuisontsteking) en urethrale syndroom (N34); Pyelonefritis niet-gespecificeerd (N15.1); Urineweginfectie, locatie niet gespecificeerd (N39.0); Acute ontsteking van de prostaat (N41.0)]'
→ totale populatie, 15-64 jaar (aandeel in de totale populatie = 40%), 65+ (aandeel in de totale populatie = 52%), niet geanalyseerd in 0-14 jaar

Het relatief risico voor de groep 'Nierfalen en chronische nieraandoeningen' (N17-N19) is groot met RR-waarden groter dan 2. De temperatuur van minimale morbiditeit schommelt rond 19°C voor maximumtemperatuur, rond 10°C voor minimumtemperatuur en 15°C voor gemiddelde temperatuur.

2.4.8.2 Vergelijking met literatuur

In een meta-analyse werd de impact van hitte op morbiditeit en mortaliteit gelinkt aan nieraandoeningen (ICD-10 N00-N39) bestudeerd (Liu, Varghese, Hansen, Borg, et al. 2021). In een lineair model werd ingeschat dat per temperatuurstijging van 1°C het risico op niergerelateerde morbiditeit met 1% toenam (RR 1.010 (95% BI: 1.009; 1.011), met het grootste risico voor urolithiasis/nierstenen. Hittegolven werden ook in verband gebracht met een verhoogde niergerelateerde morbiditeit, waarbij een trend werd waargenomen met de intensiteit van de hittegolf. Tijdens hittegolven met een lage intensiteit was er een toename van 5.9% in morbiditeit, terwijl tijdens hittegolven met een hoge intensiteit een toename van 7.7% werd waargenomen. Er waren hogere RR's voor mannen, mensen van ≤64 jaar en mensen die in gematigde klimaatzones woonden. Evenzo was er voor elke temperatuurstijging van 1°C een toename van 3% (RR 1.031; 95% BI: 1.018; 1.045) in het risico op niergerelateerde mortaliteit, dat ook toenam tijdens hittegolven (Liu, Varghese, Hansen, Borg, et al. 2021).

In een meta-analyse met focus op ouderen (leeftijdsgroep 65+) werd een statistisch significante toename gevonden voor 'Acuut nierfalen (N17)': een lineair model gaf een 2.12 (95% BI: 1.59; 2.65) procentuele toename per 1°C toename in temperatuur (Bunker et al. 2016).

2.4.9 Duizeligheid en draaierigheid, malaise en vermoeidheid, syncope

2.4.9.1 Resultaten

Deze pathologiegroep was enkel beschikbaar voor de totale populatie. De cumulatieve (lag 0-14) RRs voor P95 en P99 zijn niet statistisch significant. De lag-specifieke schattingen tonen echter wel een acuut hitte-effect, met een significant verhoogd RR op lag 0, maar niet meer op lag 0-1 (RR weer rond de 1).

Dit kan duiden op een plots effect van hitte op de symptomen van duizeligheid en draaierigheid, malaise en vermoeidheid, en syncope.

2.4.9.2 Vergelijking met literatuur

Voor deze specifieke aandoeningen zijn er geen studies over ziekenhuisopnames via spoeddienst bekend. Voor huisartsconsultaties in Vlaanderen werd een verhoogd risico gevonden voor gerelateerde ICPC-2 codes zwakte/algemene vermoeidheid (A04) en orthostatische hypotensie/lage bloeddruk (K788) (Alemayehu Ali et al. 2024).

2.4.10 Externe oorzaken en gevolgen

2.4.10.1 Resultaten

Voor de pathologiegroep 'Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T), Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)' werden significante cumulatieve (lag d0-14) hitte-effecten gevonden voor de totale populatie en voor de leeftijdsgroepen 0-14 jaar (13% van gevallen) en 15-64 jaar (39% van gevallen), maar niet voor de 65-plussers.

2.4.10.2 Vergelijking met literatuur

(Otte im Kampe et al. 2016) beschrijven in een systematische review verschillende mogelijke verklaringen voor het waargenomen verband tussen stijgende temperaturen en ongevallen. Veranderingen in gedrag zijn waarschijnlijk de meest voorkomende oorzaak, bijvoorbeeld meer kinderen die buiten spelen, ander rijgedrag en veranderingen in beroepsrisico's. Een andere verklaring

is dat bij warm weer de vaardigheden en prestaties afnemen, wat leidt tot vermoeidheid, verminderde effectiviteit en een grotere kans op ongevallen.

Een recente systematische review stelt dat orthopedisch trauma één van de belangrijke oorzaken is voor de toename van het aantal spoedeisende hulpbezoeken bij hittegolven (PoshtMashhadi et al. 2025).

2.4.11 Ambulant contact met spoedgevallendienst

2.4.11.1 Resultaten

De temperatuur van minimale morbiditeit ligt laag voor ambulant contact met spoedgevallendienst, voor alle temperatuurmetrieën bedraagt deze de P5 van de temperatuurverdeling in de zomerperiode. Voor de totale populatie zijn alle gerapporteerde associaties significant. Ook voor de verschillende leeftijdsgroepen werden significante associaties bekomen, en in vele gevallen ook voor de minimum- en gemiddelde temperatuur.

In deze studie hebben we geen informatie over de reden waarvoor de spoeddienst bezocht worden in geval van ambulant contact.

2.4.11.2 Vergelijking met literatuur

In een systematische review over de impact van extreme temperaturen op het gebruik van spoedgevallen diensten, komen orthopedisch trauma en verergering van chronische aandoeningen als belangrijke oorzaken naar voren (PoshtMashhadi et al. 2025).

In een studie in Italië die focust op contact met spoedgevallendienst werd een significant effect waargenomen rond 28-29°C. De grootste hitte-impact werd waargenomen bij kinderen (Ghirardi et al. 2015).

Verschillende studies voor Canada duiden op een toename in spoedgevallen diensten (ambulant contact, ziekenwagen vervoer, ...) tijdens warme en hete dagen (Boudreault et al. 2024).

HOOFDSTUK 3: ATTRIBUTIEVE AANTALLEN EN FRACTIES

3.1 BEREKENINGEN

De gezondheidslast ten gevolge van blootstelling aan hitte werd gekwantificeerd aan de hand van attributieve fracties (AF) en attributieve aantallen (AN). Deze waarden geven een indicatie van respectievelijk het aantal en percentage van alle spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst dat gerelateerd is aan temperaturen boven een bepaalde drempelwaarde. We bekijken voor de maximumtemperatuur volgende drempelwaarden:

- Maximumtemperatuur overeenkomend met temperatuur van minimale morbiditeit (MMT), deze is verschillend per pathologie(groep) en werd afgeleid voor de cumulatieve blootstelling (lag 0-14)
- Maximumtemperatuur $> 25^{\circ}\text{C}$, dit is een zogenaamde ‘zomerse dag’, deze temperatuur komt overeen met de P75 van de temperatuurdistributie ($24,7^{\circ}\text{C}$)
- Maximumtemperatuur $> 30^{\circ}\text{C}$, dit is een zogenaamde ‘tropische dag’, deze temperatuur komt overeen met de P95 van de temperatuurdistributie ($30,5^{\circ}\text{C}$)
- Maximumtemperatuur $> 35^{\circ}\text{C}$, dit is een zogenaamde ‘extreem hete dag’, deze temperatuur ligt iets hoger dan de P99 van de temperatuurdistributie ($33,7^{\circ}\text{C}$)

De attributieve fracties en aantallen werden bepaald voor temperaturen boven de hierboven vermelde drempelwaarden volgens de backward methode beschreven door (Gasparrini and Leone 2014) binnen de DLNM-benadering, dus rekening houdend met het complexe patroon van mogelijk niet-lineaire en vertraagde hitte-effecten. Empirische betrouwbaarheidsintervallen (95% eBI's) voor de attributieve fracties en aantallen werden verkregen aan de hand van 5.000 simulaties.

Voor iedere drempelwaarde rapporteren we enerzijds de attributieve fractie voor de volledige studieperiode, en anderzijds het gemiddeld attributief aantal op dagen met temperaturen boven de drempelwaarde. Dit laatste wordt berekend door het attributief aantal over de studieperiode te delen door het aantal dagen met temperaturen boven de drempelwaarde.

3.2 RESULTATEN

Tabel 7 geeft een overzicht van de attributieve fractie (AF) en attributieve aantallen per dag (AN/dag) voor de totale populatie en gekwantificeerd bij maximumtemperaturen die hoger zijn dan de MMT, 25°C , 30°C en 35°C . We tonen enkel de pathologie(groepen) waarbij het cumulatief (lag 0-14) RR geschat op de P95 of P99 van de maximumtemperatuur significant is (zie Tabel 3).

Tabel 7 Attributieve fracties (AF, %) en attributieve aantallen per dag (AN/dag) samen met de empirische 95% betrouwbaarheidsintervallen (eBI's) voor spoedopnames en ambulante contact met de spoeddienst in de totale populatie, gekwantificeerd voor maximumtemperaturen hoger dan de MMT, 25°C, 30°C en 35°C.

Pathologie(groep)	P50 N/dag	MMT	AN/dag (95% eBI)				AF (95% eBI)			
			T>MMT	T>25°C	T>30°C	T>35°C	T>MMT	T>25°C	T>30°C	T>35°C
Intestinale infecties (A00-A09)	22	13,9	3,6 (-1,5;7,5)	6,8 (0,4;12,2)	7,9 (-0,9;15,8)	7,7 (-11,6;24,5)	15,7 (-6,4;32,3)	7,2 (0,5;13,1)	2 (-0,3;4)	0,2 (-0,3;0,6)
Metabole aandoeningen (E70-E90)	15	20	3,7 (2,1;5,1)	9 (5,9;11,7)	19,4 (13,5;24,3)	40,6 (23,3;56,6)	15,7 (8,7;21,8)	13,5 (9;17,5)	7 (5;8,9)	1,5 (0,8;2,1)
-- Metabole aandoeningen subgroep (E79, E80, E83, E86, E87)	14	19,7	3,8 (2,3;5,2)	9,4 (6,3;12)	19,3 (13,9;24,2)	39 (21;55)	18,1 (10,7;24,6)	15,1 (10,4;19,2)	7,5 (5,4;9,3)	1,5 (0,9;2,1)
--- Dehydratatie (E86)	7	19,6	1,9 (0,6;2,9)	4,8 (2,4;6,8)	10,7 (6,4;14,3)	25 (11,3;37)	17,1 (5,3;26,5)	14,8 (7,6;20,9)	8 (4,8;10,6)	1,9 (0,8;2,8)
--- Andere aandoeningen van het vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)	6	20,1	1,5 (0,3;2,4)	3,4 (1,3;5,1)	6,8 (2,7;10,2)	12,1 (0,6;21,8)	13,7 (3,3;22,4)	11,5 (4,4;17,3)	5,5 (2,1;8,2)	1 (0,1;8)
-- Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	104	24,2	4,8 (0,1;9,3)	5,9 (0,1;11,3)	17,4 (0,9;32,7)	38,4 (1,7;74,7)	1,3 (0,2;5)	1,3 (0,2;6)	0,9 (0,1;1,8)	0,2 (0,0;4)
--- Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)	35	23,4	2,8 (0,6;4,8)	4,2 (1,2;7,2)	11,6 (3,5;19,1)	24,6 (4,7;43,1)	2,8 (0,6;4,9)	2,8 (0,7;4,8)	1,8 (0,6;3)	0,4 (0,1;0,7)
---- Cerebraal infarct (I63)	26	22,3	2,3 (0,5;3,9)	4,2 (1,3;6,9)	10,7 (4;16,9)	22 (5,3;37,6)	3,9 (0,9;6,7)	3,7 (1,1;6,2)	2,3 (0,8;3,6)	0,5 (0,1;0,8)
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	121	22,9	8,1 (3,9;12,1)	13,3 (6,7;19,7)	34,3 (18,7;48,9)	68,5 (33,4;102,3)	2,6 (1,3;3,9)	2,5 (1,3;3,7)	1,6 (0,8;2,3)	0,3 (0,2;0,5)
-- Influenza en longontsteking (J09 - J18)	37	13,9	3,4 (-2,2;8,2)	7,3 (0,9;13,4)	13,5 (4,1;22,1)	24,1 (5,3;41,2)	8,5 (-5;20,2)	4,4 (0,4;8,1)	1,9 (0,6;3,2)	0,4 (0,1;0,6)
-- Acute bronchitis en bronchiolitis (J20, J21)	9	26,2	1,7 (0,1;3,1)	1,2 (0,1;2,2)	4 (0,5;7)	7 (1,2;11,5)	2,5 (0,2;4,5)	2,5 (0,3;4,4)	2 (0,3;3,5)	0,3 (0,1;0,6)
-- COPD (J44)	28	19,7	3,1 (1;5)	7 (3,3;10,5)	11,5 (4,6;17,6)	17,5 (-0,6;33,4)	7,5 (2,1;12,1)	5,8 (2,8;8,7)	2,3 (1;3,5)	0,4 (0;0,7)
Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)	4	17,5	1 (0,2;1,6)	2,3 (0,9;3,4)	3,7 (1,1;5,7)	5,8 (-2,1;12,1)	21,4 (4,6;34,4)	14,2 (5,5;21,1)	5,5 (1,9;8,5)	0,9 (-0,3;1,8)
Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	44.5	19,6	2,7 (-0,2;5,4)	6,7 (1,5;11,5)	13,9 (4,4;22,7)	26 (1,2;48)	4,2 (-0,3;8,4)	3,5 (0,7;6,1)	1,8 (0,6;2,9)	0,3 (0,0;6)
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	212	13,9	17,9 (3,4;32,1)	21,7 (2,7;40,2)	28,9 (1,6;55,4)	45,5 (-11;98,9)	8,2 (1,2;14,6)	2,4 (0,3;4,4)	0,8 (0,1;5)	0,1 (0,0;3)
Som van de overkoepelende hittegevoelige groepen (groepen in vet)	522	n.v.t.		66 (45;87)	125 (89;162)	232 (150;315)				
Ambulant contact met spoeddienst	2.862	13,9	300 (193;398)	511 (376;644)	672 (477;856)	835 (442;1.206)	15,7 (-6,4;32,3)	7,2 (0,5;13,1)	2 (-0,3;4)	0,2 (-0,3;0,6)

3.3 DISCUSSIE

Per definitie zijn de attributieve fracties het grootst voor dagen met maximumtemperatuur boven de MMT, gevolgd door dagen met maximumtemperaturen boven 25°C, 30°C en 35°C, aangezien het aantal dagen met hogere temperaturen steeds afneemt en het aandeel van dit type dagen in de totale ziektelast bijgevolg ook afneemt. Enkel voor 'Acute bronchitis en bronchiolitis' is de attributieve fractie voor temperaturen > MMT en voor temperaturen > 25°C identiek omdat de MMT > 25°C. De totale attributieve aantallen overheen de studieperiode (niet getoond in Tabel 7) volgen dezelfde afname als de attributieve fracties, gaande van dagen met maximumtemperatuur hoger dan MMT, 25°C, 30°C en 35°C.

De attributieve aantallen per dag (Tabel 7) zijn het grootst voor een dag met maximumtemperatuur boven 35°C, en nemen af als we kijken naar dagen met maximumtemperatuur boven 30°C, 25°C en uiteindelijk MMT. Dit komt omdat men voor hitte-gevoelige aandoeningen kan verwachten dat de gezondheidsimpact toeneemt voor hetere dagen.

De grootste attributieve fracties voor hete dagen ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$ of $T_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$) wordt voor de totale populatie waargenomen voor de pathologie 'Dehydratie (E86)'. We overlopen hieronder de betekenis van de attributieve fracties en attributieve aantallen per dag voor deze pathologie.

- De maximumtemperatuur van 19,6°C (MMT) komt overeen met het laagst aantal ziekenhuisopnames via spoeddienst voor dehydratie, bij hogere temperaturen is er een verhoogd risico op spoedopnames. Een dag met een maximumtemperatuur boven 19,6°C veroorzaakt gemiddeld 1,9 (95% eBI: 0,6; 2,9) extra warmte-gerelateerde spoedopnames voor dehydratie. Deze opnames vinden plaats op de dag zelf of de dagen erna (lag 0-14). Voor de volledige studieperiode wordt het percentage spoedopnames voor dehydratie dat te wijten is aan blootstelling aan niet-optimale maximumtemperatuur (boven 19,6°C) geschat op 17,1 % (95% eBI: 5,6; 26,7).
- Een dag met een maximumtemperatuur boven 25°C veroorzaakt gemiddeld 4,8 (95% eBI: 2,4; 6,8) extra warmte-gerelateerde spoedopnames voor dehydratie. Deze opnames vinden plaats op de dag zelf of de dagen erna (lag 0-14). Voor de volledige studieperiode wordt het percentage spoedopnames voor dehydratie dat te wijten is aan maximumtemperaturen boven 25°C geschat op 14,8 % (95% eBI: 7,6; 20,9).
- Een dag met een maximumtemperatuur boven 30°C veroorzaakt gemiddeld 10,7 (95% eBI: 6,4; 14,3) extra hitte-gerelateerde spoedopnames voor dehydratie. Deze opnames vinden plaats op de dag zelf of de dagen erna (lag 0-14). Voor de volledige studieperiode wordt het percentage spoedopnames voor dehydratie dat te wijten is aan maximumtemperaturen boven 30°C geschat op 8,0 % (95% eBI: 4,8; 10,6).
- Een dag met een maximumtemperatuur boven 35°C veroorzaakt gemiddeld 25,0 (95% eBI: 11,3; 37,0) extra hitte-gerelateerde spoedopnames voor dehydratie. Deze opnames vinden plaats op de dag zelf of de dagen erna (lag 0-14). Voor de volledige studieperiode wordt het percentage spoedopnames voor dehydratie dat te wijten is aan maximumtemperaturen boven 35°C geschat op 1,9 % (95% eBI: 0,8; 2,8).

Voor de andere pathologiegroepen vallen volgende algemene zaken op:

- Voor intestinale infecties ligt de MMT voor $T_{\max}$ (13,9°C) vrij laag en bereikt het relatief risico reeds een maximum bij temperaturen onder de P95, zoals vermeld in sectie 2.4.2. Hierdoor is de attributieve fractie voor $T > \text{MMT}$ ook vrij hoog, terwijl de attributieve fracties voor hogere

temperaturen (>25, 30, 35°C) aanzienlijk lager liggen, met zelfs negatieve waarden voor de ondergrens van het empirisch betrouwbaarheidsinterval.

- De pathologiegroepen 'Metabole aandoeningen' en 'Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen' hebben zeer hoge attributieve fracties met bijgevolg een groot aantal hitte-gerelateerde spoedopnames op warme dagen.
- De pathologiegroepen 'Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)', 'Respiratoire aandoeningen', 'Acute urogenitale aandoeningen' en 'Externe oorzaken en gevolgen' hebben matige attributieve fracties, maar door hun grote aantallen wel een groot aantal hitte-gerelateerde spoedopnames op warme dagen.

We bekijken nu de som over de overkoepelende hittegevoelige pathologiegroepen (aangeduid in vet in Tabel 7); een zomerse dag ($T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$) veroorzaakt gemiddeld 66 (95% eBI: 45; 87) hitte-gerelateerde spoedopnames in deze pathologiegroepen. Dit loopt op tot 125 (95% eBI: 89; 162) hitte-gerelateerde spoedopnames veroorzaakt door een tropische dag ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$) en 232 (95% eBI: 150; 315) veroorzaakt door een extreem hete dag ($T_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$). Zoals hierboven reeds aangehaald, vinden deze spoedopnames niet noodzakelijk plaats op de dag zelf, maar ook op de dagen erna.

Als we kijken naar ambulante contacten met spoeddienst, zien we matige attributieve fracties voor warme en hete dagen. Door de grote aantallen is de impact op dagbasis wel aanzienlijk.

HOOFDSTUK 4: GEZONDHEIDSKUNDIGE EVALUATIE VOOR ZOMERPERIODE IN RECENT VERLEDEN EN KLIMAATPROJECTIE 2050

4.1 BEREKENINGEN

Het is interessant om voor de volledige warme periode (mei – september) de impact van warme en hete dagen op hospitalisaties via spoeddienst en ambulante contacten met spoedgevallendienst te berekenen. We kunnen dit doen voor periodes in het verleden, heden en de toekomst, om zo de impact op de volksgezondheid en gezondheidszorg in te schatten, door informatie uit HOOFDSTUK 1: te combineren met meteorologische gegevens. We veronderstellen hierbij dat er geen adaptatie is, gezien we risicofuncties (afgeleid voor de studieperiode 2016-2023) constant veronderstellen.

In dit hoofdstuk bepalen we de gezondheidsimpact voor een typisch jaar uit het recente verleden (gemiddelde van periode 2016-2023) en het zichtjaar 2050 (gemiddelde van periode 2040-2059) volgens het Hoog Vlaams Klimaatscenario.

4.1.1 Klimaatmodel UrbClim

Het stedelijke klimaatmodel UrbClim werd gebruikt om de luchttemperatuur te bepalen voor de zomerperiode van het zichtjaar 2050. Het UrbClim model is ontworpen om luchttemperaturen te simuleren voor modelgebieden op agglomeratieschaal met een hoge ruimtelijke resolutie (De Ridder et al. 2015). Het model bestaat uit een landoppervlakteschema met vereenvoudigde stedelijke fysica, gekoppeld aan een 3D-module voor de atmosferische grenslaag. Het UrbClim model berekende voor een periode van 20 jaar, de jaren 2040 – 2059, op uurlijkse basis de luchttemperatuur voor Vlaanderen op een ruimtelijke resolutie van 100 m. Het model houdt rekening met klimaatverandering, in deze studie werd het hoog-impact Vlaams klimaatscenario geselecteerd (Brouwers et al. 2015). Volgens Wouters *et al.* bevindt dit scenario zich in het bovenste bereik van RCP8,5 van het Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) 5, dat vergelijkbaar is met het momenteel gebruikte SSP5-8,5 in CMIP6 (Wouters et al. 2017).

De uurlijkse UrbClim-resultaten werden gebruikt om voor de zomerperiode (mei-september) op dagbasis de maximum-, minimum- en gemiddelde temperatuur te bepalen. Vervolgens werd voor deze parameters een bevolkingsgewogen Vlaams gemiddelde bepaald gebruik makend van bevolkingsgegevens van 2019.

4.1.2 Gezondheidsgegevens en demografische gegevens

Voor de gezondheidskundige evaluatie gebruiken we de attributieve aantallen zoals afgeleid in de DLNM-modellering, analoog aan deze getoond in Tabel 7. Echter hier gebruiken we meer gedetailleerde data, nl. de attributieve aantallen voor dagen met maximumtemperatuur in verschillende temperatuurklassen:]20°C;25°C],]25°C;30°C],]30°C;35°C] en 35+°C. De reden hiervoor is dat de voorspelde toename in warme/hete dagen verschillend is voor deze temperatuurklassen, zoals hieronder besproken wordt.

Voor het jaar 2050 worden twee scenario's berekend voor het totaal aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst.

4.1.2.1 Zichtjaar 2050

In een eerste scenario veronderstellen we dat het totaal aantal spoedopnames voor de verschillende pathologiegroepen, alsook totaal aantal ambulante contacten met de spoeddienst, gedurende de zomerperiode (mei-september) voor het zichtjaar 2050 gelijk is aan het gemiddelde van de zomerperiode voor de jaren 2022-2023, de meest recente beschikbare data.

4.1.2.1 Zichtjaar 2050 inclusief demografische veranderingen

In een tweede scenario brengen we demografische veranderingen in rekening bij het bepalen van het totaal aantal spoedopnames voor de verschillende pathologiegroepen, alsook voor het totaal aantal ambulante contacten met de spoeddienst, gedurende de zomerperiode. We houden hierbij rekening met voorspelde bevolkingsgroei en veranderingen in samenstelling van de bevolking voor de beschouwde leeftijdscategorieën 0-14 jaar, 15-64 jaar en 65+. We gebruiken hiervoor prognoses opgesteld door het Federaal Planbureau voor het jaar 2050. **Error! Reference source not found.** geeft een overzicht van de gegevens.

Tabel 8 Bevolkingsaantallen en -opbouw voor Vlaanderen: gemiddelde voor 2022-2023 (Statbel) en prognose voor 2050 (Federaal Planbureau en Stabel).

Jaartal	0-14	15-64	65+	Totaal
2022-2023	1.083.295	4.236.841	1.416.706	6.736.842
2050	1.151.398	4.260.514	1.956.527	7.368.439

Deze gegevens worden vervolgens gecombineerd met het totaal aantal spoedopnames per pathologiegroep/leeftijdsgroep voor de zomerperiode 2022-2023, om het totaal aantal spoedopnames tijdens de zomerperiode (mei-september) voor de jaren 2040-2059 te bepalen. Tabel 9 geeft een overzicht van de resultaten voor een aantal pathologiegroepen. Pathologiegroepen met een groot aandeel 65+, zoals cardiovasculaire aandoeningen, kennen een sterke toename van 30% door het gecombineerd effect van bevolkingsgroei en vergrijzing. De twee overige pathologiegroepen uit Tabel 9 kennen een groter aandeel van 0-64-jarigen en hier is de toename lager (20%).

Tabel 9 Aantal spoedopnames voor een aantal pathologiegroepen, voor periode mei-september per leeftijdscategorie en totaal, gemiddelde voor 2022-2023 (MZG) en prognose voor zichtjaar 2050 rekening houdend met demografische veranderingen.

Pathologiegroep	Jaartal	0-14	15-64	65+	Totaal
Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	2022-2023	25	3.349	12.213	15.587
	2050	26	3.368	16.866	20.260
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	2022-2023	4.161	12.307	15.354	31.822
	2050	4.423	12.375	21.205	38.003
Ambulant contact met spoeddienst	2022-2023	109.300	323.872	73.001	506.174
	2050	116.172	325.682	100.817	542.671

4.2 RESULTATEN

4.2.1 Klimaatberekeningen

Tabel 10 geeft voor de periodes 2016-2023 en 2040-2059 (onder het hoog-impact klimaatscenario) het gemiddeld aantal dagen per zomer (periode mei-september) met maximumtemperatuur in verschillende temperatuurklassen:]20°C;25°C],]25°C;30°C],]30°C;35°C] en 35+°C. De data voor 2016-

2023 zijn gebaseerd op de hierboven besproken KMI-gegevens voor Ukkel. Voor het zichtjaar 2050 werden resultaten van het UrbClim model gebruikt, waarbij per dag een bevolkingsgewogen gemiddelde voor Vlaanderen werd genomen, zoals besproken in sectie 4.1.1. We merken hierbij op dat een validatie van de resultaten van het UrbClim model met de meetgegevens voor Ukkel voor de periode 2016-2019 een goede overeenkomst geeft voor het aantal dagen op jaarbasis gepresenteerd in Tabel 10.

Tabel 10 Overzicht van het gemiddeld aantal dagen per zomer met maximumtemperatuur in verschillende temperatuuriintervallen, voor een jaar in het recente verleden (periode 2016-2023) en het zichtjaar 2050 (periode 2040-2059) onder het hoog-impact klimaatscenario.

Jaarlijks aantal dagen	Jaar in recent verleden (2016-2023)	Zichtjaar 2050 onder hoog-impact klimaatscenario (2040-2059)
Jaarlijks aantal zomerdagen met $20^{\circ}\text{C} < T_{\text{max}} \leq 25^{\circ}\text{C}$	66,13	68,55
Jaarlijks aantal zomerdagen met $25^{\circ}\text{C} < T_{\text{max}} \leq 30^{\circ}\text{C}$	27	47,65
Jaarlijks aantal zomerdagen met $30^{\circ}\text{C} < T_{\text{max}} \leq 35^{\circ}\text{C}$	7,75	13,55
Jaarlijks aantal zomerdagen met $T_{\text{max}} > 35^{\circ}\text{C}$	0,88	3,45

Het valt hierbij op dat voor het zichtjaar 2050 (periode 2040-2059), in vergelijking met de periode 2016-2023:

- Het aantal dagen met maximumtemperatuur tussen 20°C en 25°C ongeveer constant blijft (toename met 3%)
- Het aantal dagen met maximumtemperatuur tussen 25°C en 30°C en tussen 30°C en 35°C bijna verdubbelt (toename met ongeveer 75%)
- Het aantal dagen met maximumtemperatuur hoger dan 35°C bijna toeneemt met factor 4 (toename met 300%)

Het zijn dus vooral de extreem hete dagen, waarop de gezondheidsimpact het grootst is, die sterk zullen toenemen.

4.2.2 Gezondheidsimpact

Om de hitte-gerelateerde gezondheidsimpact over een volledige zomerperiode te bepalen, beschouwen we hieronder enkel dagen met maximumtemperatuur boven 25°C , om twee redenen:

- Het aantal zomerdagen met maximumtemperatuur tussen 20°C en 25°C blijft ongeveer gelijk tussen nu en 2050 (zie Tabel 10)
- Voor een aantal pathologiegroepen (cardiovasculaire aandoeningen en respiratoire aandoeningen) ligt de temperatuur van minimale morbiditeit tussen 20°C en 25°C (zie Tabel 7)

Tabel 11 geeft een overzicht van de resultaten van de gezondheidsimpactberekeningen. Het aantal hitte-gerelateerde ziekenhuisopnames via spoeddienst voor hittegevoelige pathologiegroepen, alsook het aantal hitte-gerelateerde ambulante contacten met spoeddienst, werd bepaald voor het recente verleden (periode 2016-2023) en voor de hierboven beschreven scenario's voor het zichtjaar 2050 (periode 2040-2059). Tabel 12 geeft dezelfde informatie maar per 100.000 inwoners.

Tabel 11 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (voor geselecteerde hittegevoelige pathologiegroepen) en ambulant contact met de spoeddienst tijdens de periode mei – september. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen >25°C. Naast de centrale inschatting wordt het empirische betrouwbaarheidsinterval (eBI) tussen haakjes gegeven.

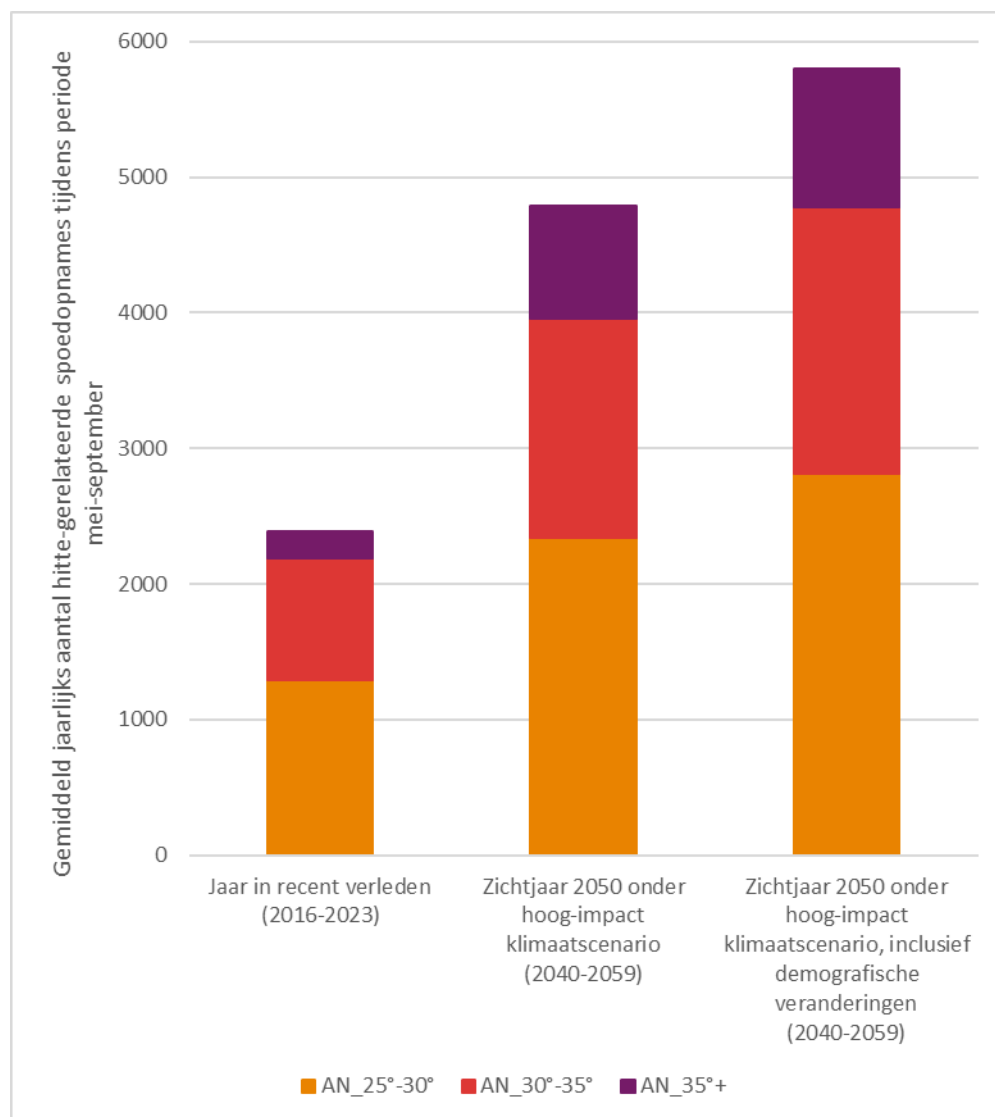
Pathologie(groep)	Jaar in recent verleden (2016-2023)	Zichtjaar 2050 onder hoog-impact klimaatscenario (2040-2059)	Zichtjaar 2050 onder hoog-impact klimaatscenario, inclusief demografische veranderingen (2040-2059)
Intestinale infecties (A00-A09)	248 (75;421)	478 (150;807)	537 (167;908)
Metabole aandoeningen (E70-E90)	346 (252;440)	758 (561;955)	939 (703;1.175)
Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	213 (72;354)	439 (153;726)	571 (207;935)
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	483 (307;659)	1042 (702;1.382)	1266 (851;1.681)
Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)	86 (46;126)	189 (103;274)	240 (129;351)
Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	244 (84;404)	469 (190;747)	564 (221;907)
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	770 (231;1309)	1.409 (453;2.365)	1.683 (589;2.777)
Som van de pathologiegroepen hierboven	2.390 (1.735;3.045)	4.784 (3.628;5.940)	5.800 (4.436;7.164)
Ambulant contact met spoeddienst	18.497 (14.416;22.577)	38.863 (31.094;46.633)	41.666 (32.850;50.481)

Tabel 12 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (voor geselecteerde hittegevoelige pathologiegroepen) en ambulant contact met de spoeddienst, per 100.000 inwoners, tijdens de periode mei – september. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen >25°C. Naast de centrale inschatting wordt het empirische betrouwbaarheidsinterval (eBI) tussen haakjes gegeven.

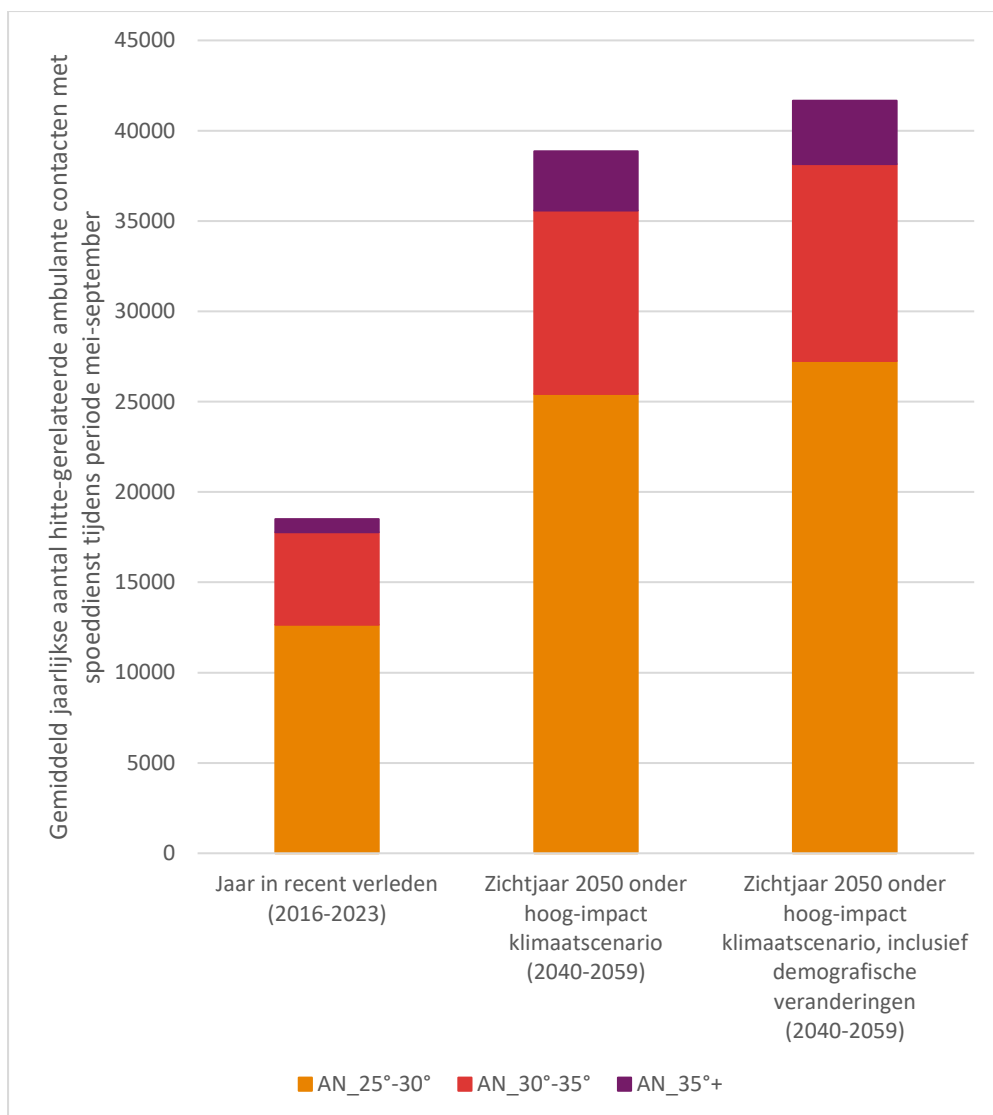
Pathologie(groep)	Jaar in recent verleden (2016-2023)	Zichtjaar 2050 onder hoog-impact klimaatscenario (2040-2059)	Zichtjaar 2050 onder hoog-impact klimaatscenario, inclusief demografische veranderingen (2040-2059)
Intestinale infecties (A00-A09)	4 (1;6)	7 (2;12)	7 (2;12)
Metabole aandoeningen (E70-E90)	5 (4;7)	11 (8;14)	13 (10;16)
Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)	3 (1;5)	7 (2;11)	8 (3;13)
Respiratoire aandoeningen (J00-J99)	7 (5;10)	15 (10;21)	17 (12;23)
Acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)	1 (1;2)	3 (2;4)	3 (2;5)
Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0)	4 (1;6)	7 (3;11)	8 (3;12)
Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)	12 (3;20)	21 (7;35)	23 (8;38)
Som van de pathologiegroepen hierboven	36 (26;46)	71 (54;88)	79 (60;97)

Ambulant contact met spoeddienst	280 (218;341)	577 (462;692)	565 (446;685)
----------------------------------	---------------	---------------	---------------

Bovenstaande tabellen geven de gemiddelde jaarlijkse gezondheidsimpact weer van dagen met maximumtemperatuur boven 25°C tijdens de periode mei-september. De overeenkomstige schattingen voor de aparte temperatuurklassen (maximumtemperatuur tussen 25°C -30°C, 30°C -35°C en 35+°C) wordt in Figuur 1 en Figuur 2 weergegeven voor respectievelijk het aantal hitte- gevoelige spoedopnames (gesommeerd over de beschouwde pathologiegroepen) en ambulante contacten met spoeddienst.



Figuur 1 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (voor geselecteerde hittegevoelige pathologiegroepen) tijdens de periode mei – september voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen tussen 25°C-30°C (oranje), tussen 30°C-35°C (rood) en boven 35°C (paars).



Figuur 2 Gemiddeld jaarlijks aantal hitte-gerelateerde ambulante contacten met spoeddienst tijdens de periode mei – september voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur. De inschatting is berekend voor de totale bevolking en voor maximumtemperaturen tussen 25°C-30°C (oranje), tussen 30°C-35°C (rood) en boven 35°C (paars).

4.3 DISCUSSIE

Het jaarlijks aantal hitte-gerelateerde ziekenhuisopnames via spoeddienst voor de geselecteerde hitte-gevoelige pathologiegroepen, alsook ambulante contacten met de spoeddienst, zullen ruwweg met een factor 2 toenemen tijdens de zomerperiode in 2050 in vergelijking met de periode 2016-2023 (Figuur 1 en 2). Als demografische veranderingen (bevolkingsgroei en vergrijzing) voor het bepalen van het totaal aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst in rekening worden genomen is de geschatte toename in hitte-gerelateerde spoedopnames en ambulante contacten met spoeddienst nog hoger, zeker voor aandoeningen met een groot aandeel van 65+.

Voor het totaal aantal hitte-gerelateerde spoedopnames (som over pathologiegroepen van Tabel 12, weergave in Figuur 1) is er een toename met 100% voor de zomer van 2050 onder het Vlaams hoog-impact klimaatscenario, in vergelijking met een gemiddelde zomer in de periode 2016-2023. Hitte-gerelateerde spoedopnames t.g.v. dagen met een maximumtemperatuur tussen 25°C en 35°C nemen toe met 81%, terwijl hitte-gerelateerde spoedopnames door dagen met een maximumtemperatuur boven 35°C een toename van meer dan 300% kennen. Indien we voor de berekeningen voor 2050 ook demografische veranderingen in rekening brengen, is er een toename van 143% in hitte-gerelateerde spoedopnames tijdens de zomerperiode van 2050, in vergelijking met 2016-2023.

Voor het totaal aantal hitte-gerelateerde ambulante contacten met de spoeddienst (weergegeven in Figuur 2) is er een toename met 110% voor de zomer van 2050 onder het Vlaams hoog-impact klimaatscenario, in vergelijking met een gemiddelde zomer in de periode 2016-2023. Hitte-gerelateerde ambulante contacten met spoeddienst t.g.v. dagen met een maximumtemperatuur tussen 25°C en 35°C verdubbelen (toename van 100%), terwijl hitte-gerelateerde ambulante contacten met spoeddienst door dagen met een maximumtemperatuur boven 35°C maar liefst een toename van 349% kennen. Indien we voor de berekeningen voor 2050 ook demografische veranderingen in rekening brengen, is er een toename van 125% in hitte-gerelateerde ambulante contacten met spoeddienst tijdens de zomerperiode van 2050, in vergelijking met 2016-2023.

Als we de cijfers bekijken per 100.000 inwoners, is de hitte-impact voor de gemiddelde zomerperiode voor 2016-2019 al groot: 36 per 100.000 inwoners hebben een spoedopname t.g.v. hittestress en 280 per 100.000 inwoners komen in ambulante contact met spoeddienst t.g.v. hittestress. Voor de zomerperiode in 2050 verwachten we dat tussen 71 en 79 per 100,000 inwoners een spoedopname en maar liefst 565 tot 577 een ambulante contact met de spoeddienst t.g.v. blootstelling aan hitte hebben (afhankelijk of er al dan niet demografische veranderingen in het totaal aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst in rekening worden gebracht).

We merken hierbij op dat bovenstaande berekeningen gepaard gaan met een aantal veronderstellingen:

- Er wordt geen rekening gehouden met mogelijke hitte-adaptatie naar 2050 toe, gezien de relatieve risicofuncties afgeleid zijn voor de periode 2016-2023;
- Hoewel er in één van de scenario's voor 2050 rekening gehouden werd met demografische veranderingen (bevolkingsgroei en vergrijzing) voor het schatten van het totaal aantal spoedopnames en ambulante contacten met de spoeddienst, zijn de berekeningen van hitte-gerelateerde aantallen niet gebaseerd op de leeftijdsspecifieke relatieve risicofuncties, maar op de relatieve risicofuncties geschat voor de totale populatie.
- Er wordt geen rekening gehouden met mogelijke veranderingen in het gezondheidszorgsysteem waarbij vb. verschuiving van spoeddienst naar huisartsenwachtpost of omgekeerd leidt tot meer/minder aanmeldingen op spoeddienst.

De onzekerheid op de cijfers, weergegeven met de empirische 95% betrouwbaarheidsintervallen in Tabel 11 en Tabel 12, wordt enkel bepaald door de onzekerheid op de relatieve risicofuncties zoals weergegeven in Tabel 3. Andere onzekerheden in de berekeningen worden niet beschouwd maar zullen ook bijdragen aan de onzekerheid op het resultaat:

- Onzekerheid op de berekeningen van de dagelijkse maximumtemperatuur in het UrbClim klimaatmodel;
- Onzekerheid op prognose van het jaarlijks aantal spoedopnames / ambulante contacten met spoeddienst in functie van demografische veranderingen (zie ook hierboven).

4.3.1 Vergelijking met literatuur

In een recente studie voor Québec, Canada, werd de hitte-gerelateerde gezondheidsimpact voor het jaar 2050 onder SSP2-4,5 vergeleken met het verleden (periode 1990-2019). Het aantal hitte-gerelateerde hospitalisaties nam toe met 230% en het aantal hitte-gerelateerde contacten met spoeddienst met 53% (Boudreault et al 2025). We merken hierbij op dat het gebruikte klimaatscenario in de Canadese studie minder extreem is voor hitte dan het klimaatscenario gebruikt voor Vlaanderen. Er werden geen details over de pathologieën opgenomen in (Boudreault et al 2025).

In een recente studie voor Brazilië werd een vergelijkbare analyse gedaan voor het aantal hitte-gerelateerde hospitalisaties. Per 100.000 inwoners werd een toename van 33 (9; 67) hitte-gerelateerde hospitalisaties in 2010 naar 59 (25; 112) in 2050 onder SSP5-8,5 voorspeld (Chen et al 2025). Deze toename komt overeen met een factor 1,79 (79%), wat iets lager is dan het resultaat van voorliggende analyse voor Vlaanderen.

HOOFDSTUK 5: SELECTIE VAN INDICATOREN VOOR MONITORING

De uitwerking van klimaat-gerelateerde gezondheidsindicatoren voor implementatie in een monitoringssysteem heeft als vertrekpunt de resultaten van de bestudeerde hitte-effect associaties.

5.1 SELECTIECRITERIA

De gebruikte criteria voor selectie van relevante gezondheidsindicatoren zijn:

- Kwaliteit van de data
- Grote impact
 - o Sterke significante associatie met hitte (hoge RR-waarden, bv. $RR > 1,3$ op P95 of P99)
 - o Hitte-effecten in verschillende leeftijdscategorieën van de populatie
 - o Tijdstrend plots tonen pieken voor de gezondheidsindicator die duidelijk samenvallen met pieken in temperatuur
- Plausibele (al dan niet causale) associatie met hitte, bevestigd door internationale literatuur.

Op basis van bovenstaande criteria komen volgende aandoeningen naar voren als relevant om te monitoren:

- Spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09);
- Spoedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90);
- Spoedopnames voor acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19);
- Spoedopnames voor acute urogenitale aandoeningen [Nierstenen (N20-N23); Acute pyelonefritis (nierbekkenontsteking) (N10); Blaasontsteking (N30); Urethritis (urinebuisontsteking) en urethrale syndroom (N34); Pyelonefritis niet-gespecificeerd (N15.1); Urineweginfectie, locatie niet gespecificeerd (N39.0); Acute ontsteking van de prostaat (N41.0)];
- Spoedopnames voor letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y);
- Ambulante contacten met spoeddienst.

5.2 WEERGAVEMOGELIJKHEDEN

Een mogelijke weergave van de gezondheidsindicatoren in een monitoringsysteem is a.d.h.v. tijdreeksen op basis van waargenomen totale aantallen spoedopnames voor de geselecteerde pathologiegroepen met verschillende uitmiddelingstijden (telkens beperkt tot de periode mei-september):

- Jaarlijks gemiddelde van aantal spoedopnames/dag;
- Maandelijks gemiddelde van aantal spoedopnames/dag;
- Wekelijks gemiddelde van aantal spoedopnames/dag;
- Aantal spoedopnames/dag.

Een andere mogelijkheid is om de hitte-gerelateerde gezondheidsimpact te bepalen voor individuele jaren, analoog aan de berekeningen uitgevoerd in HOOFDSTUK 4:.

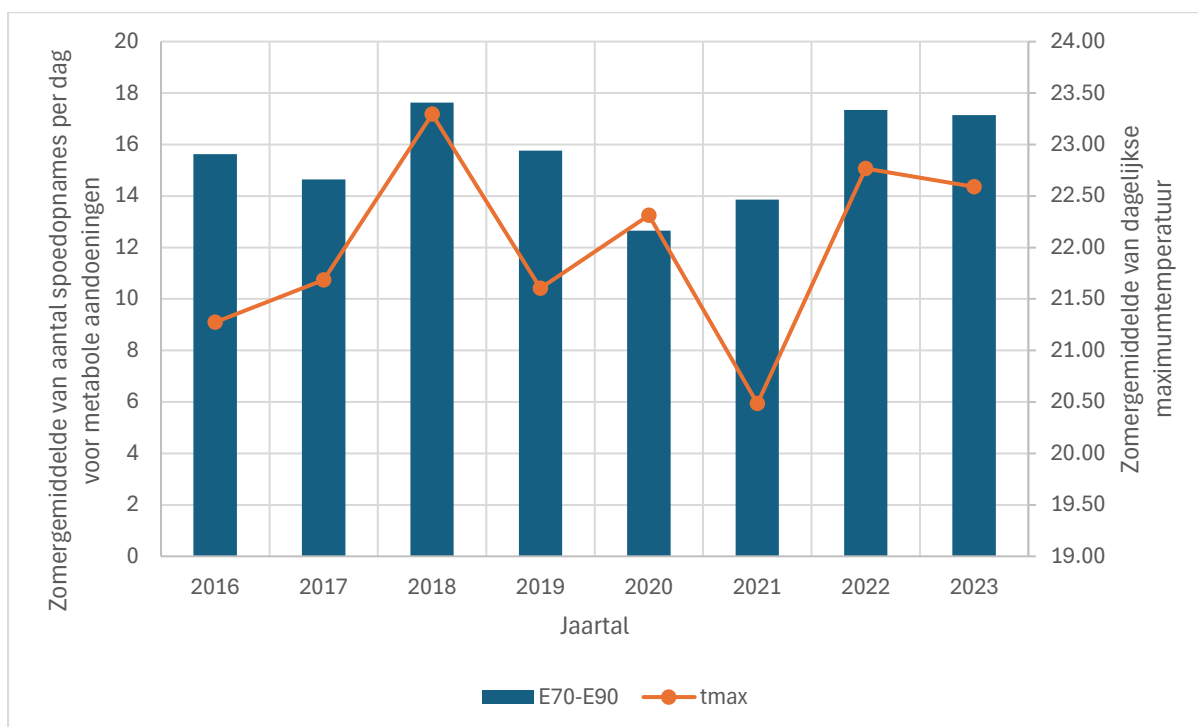
5.3 MONITORING VAN AANTAL SPOEDOPNAMES MET VERSCHILLENDE UITMIDDELINGSTIJDEN

Hieronder tonen we tijdreeksen van het waargenomen totaal aantal spoedopnames per dag voor de zomerperiode (mei-september), met verschillende uitmiddelingsstijden. Figuur 3 t.e.m. Figuur 17 tonen de resultaten voor geselecteerde pathologiegroepen (sectie 5.1.1). De data zijn beschikbaar voor de jaren 2016 t.e.m. 2023.

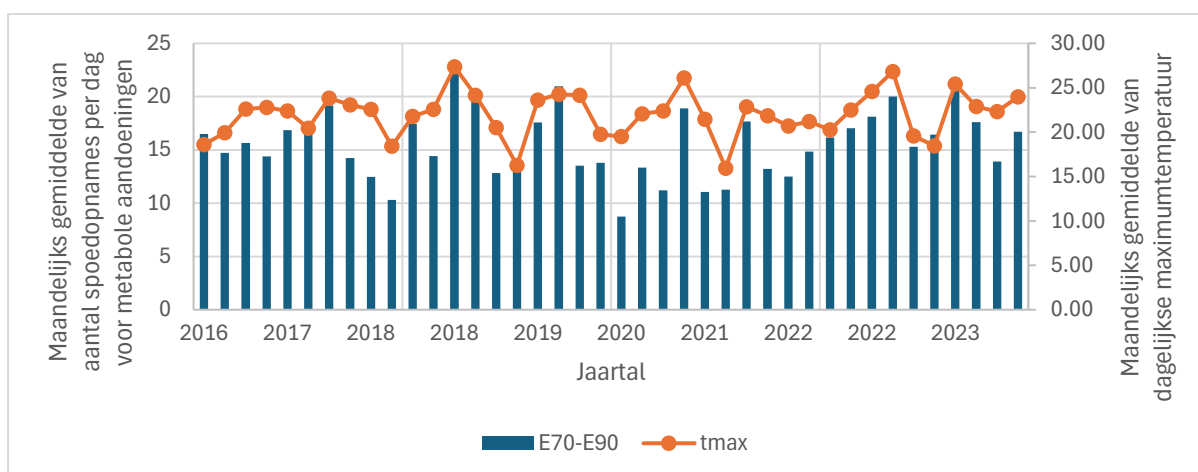
In de figuren wordt het gemiddelde van het aantal spoedopnames per dag weergegeven met een blauwe balk. Voor de meteorologische data die een indicatie geven van hittestress gebruiken we de uitgemiddelde maximum dagtemperatuur, omdat deze voor de verschillende uitmiddelingsstijden (jaar, maand, week, dag) kan berekend worden (Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) 2024). Als we de grafieken bekijken in functie van het gebruik als indicator voor monitoring vallen volgende zaken op:

- Om lange termijntrends weer te geven zijn grafieken met jaarlijkse gemiddelden het meest interessant. Deze vertonen echter een variatie in aantallen die niet noodzakelijk te wijten is aan hitte, maar het resultaat kan zijn van andere factoren zoals bv. de COVID19-pandemie in 2020 en 2021;
- De grafieken op maandbasis bieden geen toegevoegde waarde;
- De grafieken op weekbasis bieden een meerwaarde gezien het samenvallen van pieken in temperatuur en pieken in ziekenhuisopnames soms duidelijk kan waargenomen worden;
- De grafieken op dagbasis bieden geen toegevoegde waarde wegens te veel detail.

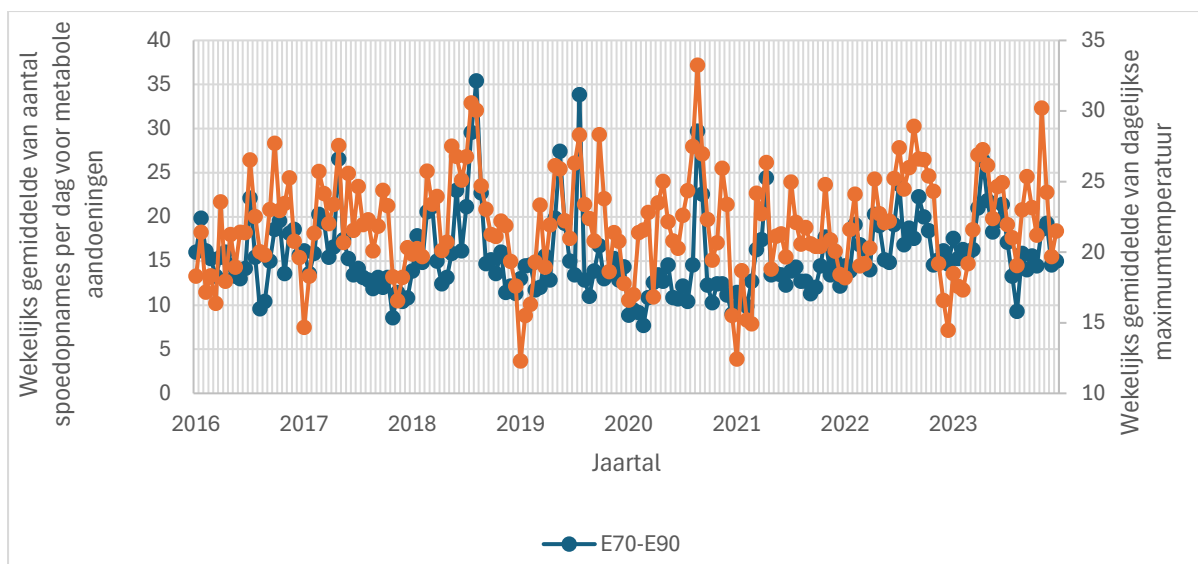
5.3.1 Grafieken voor metabole aandoeningen



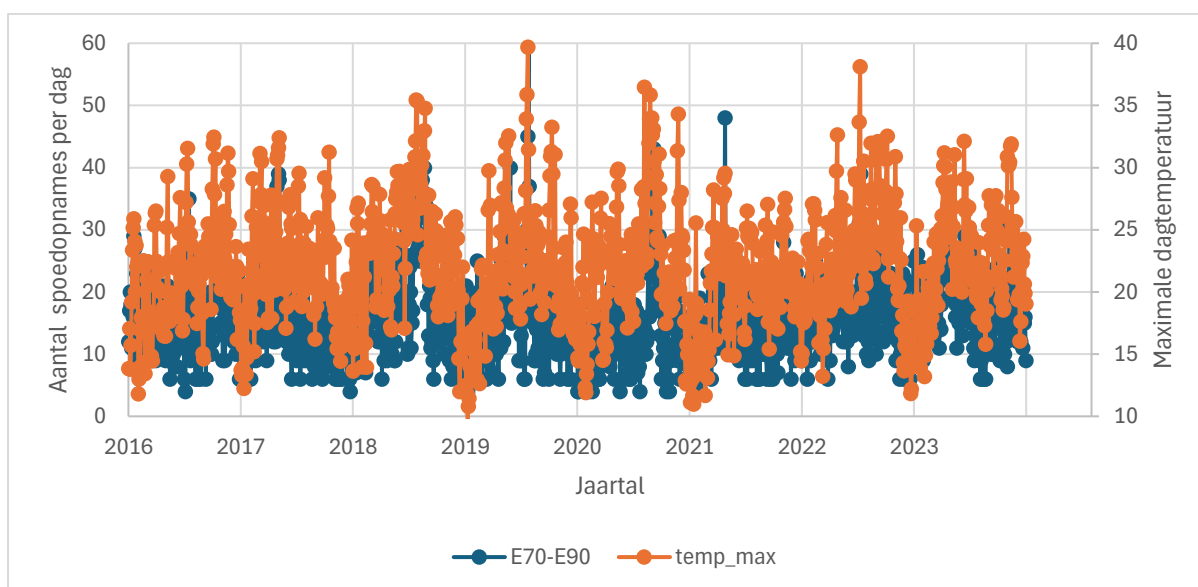
Figuur 3 Zomergemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.



Figuur 4 Maandelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.

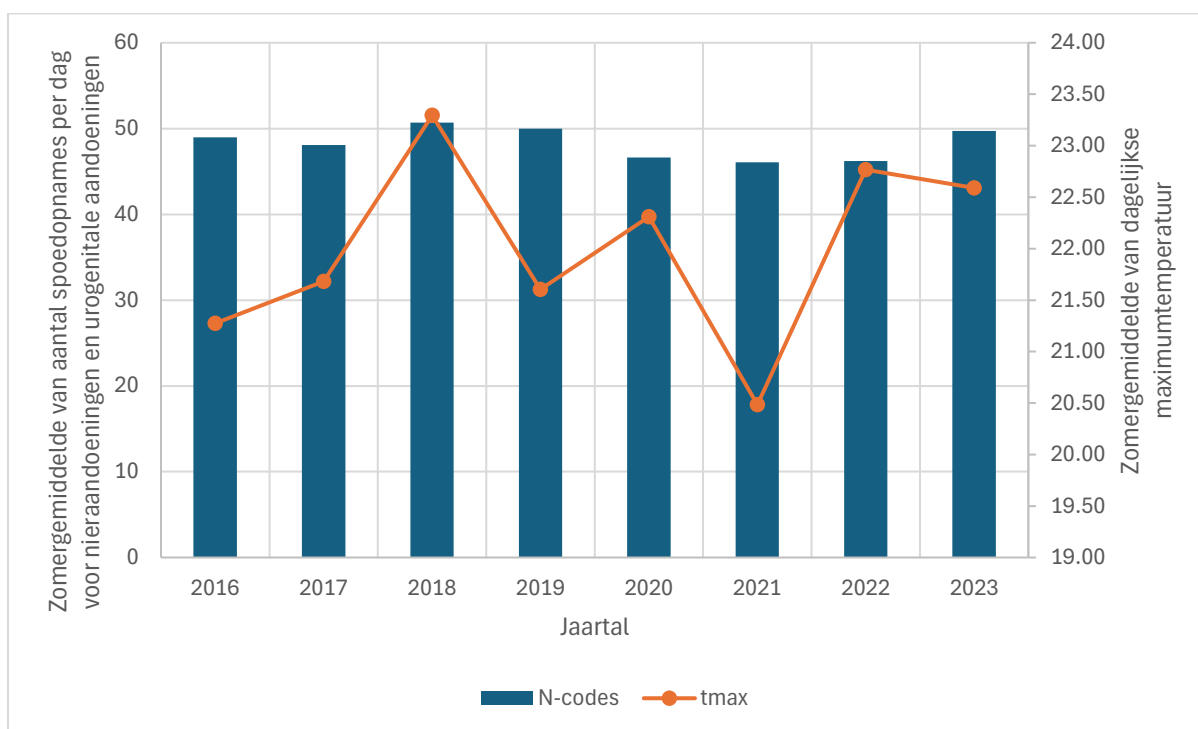


Figuur 5 Wekelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.

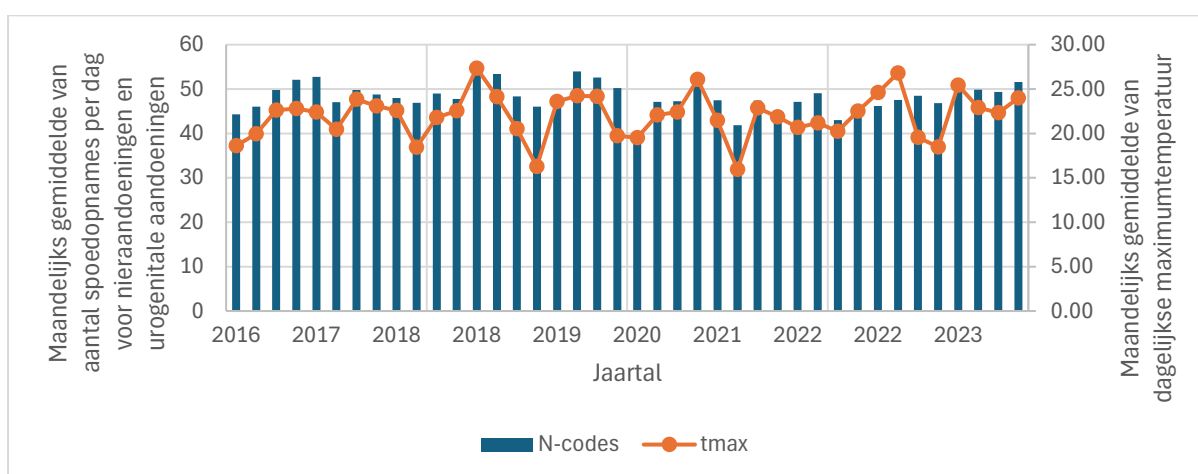


Figuur 6 Aantal spoedopnames per dag voor metabole aandoeningen (E70-E90), voor maanden mei-september.

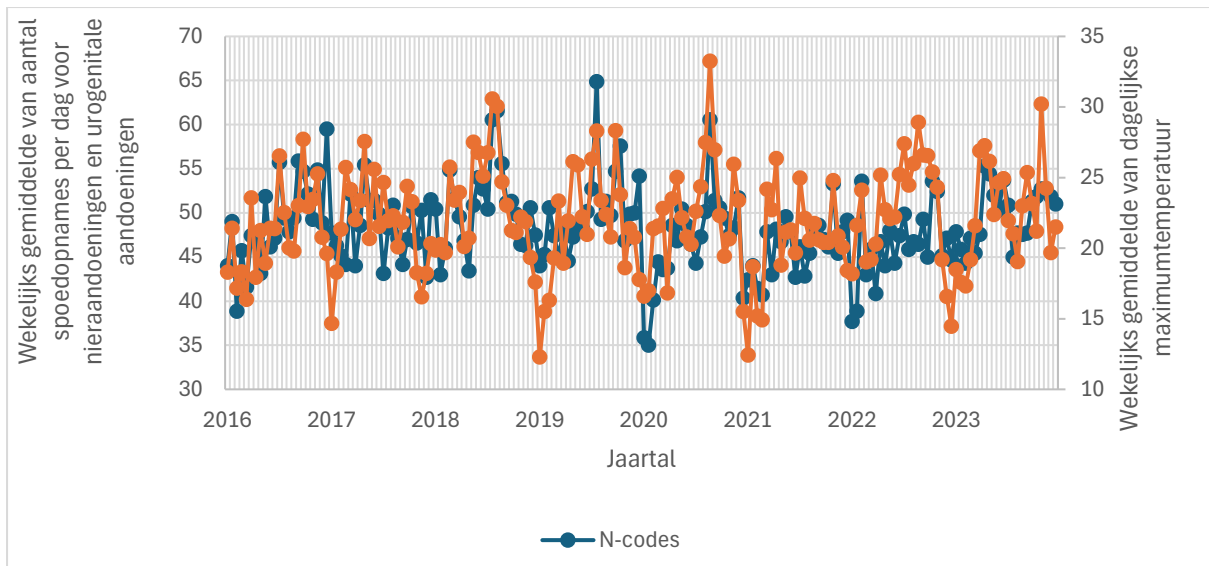
5.3.2 Grafieken voor spoedopnames voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen



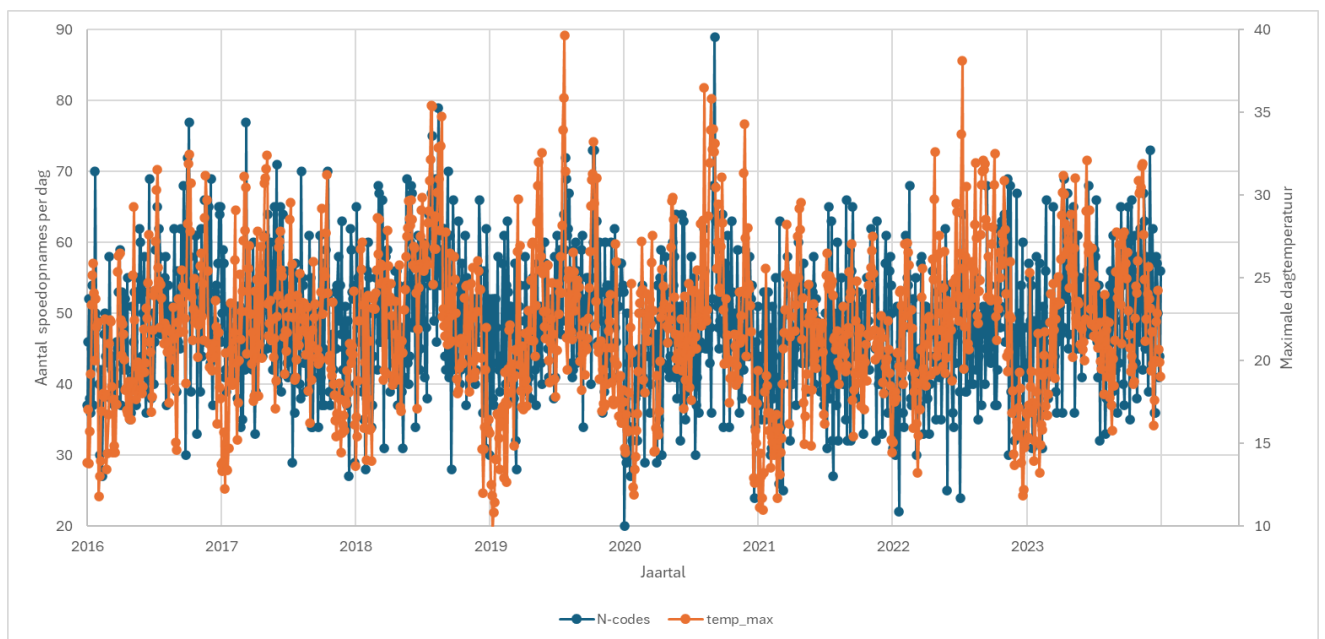
Figuur 7 Zomergemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.



Figuur 8 Maandelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per dag voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.

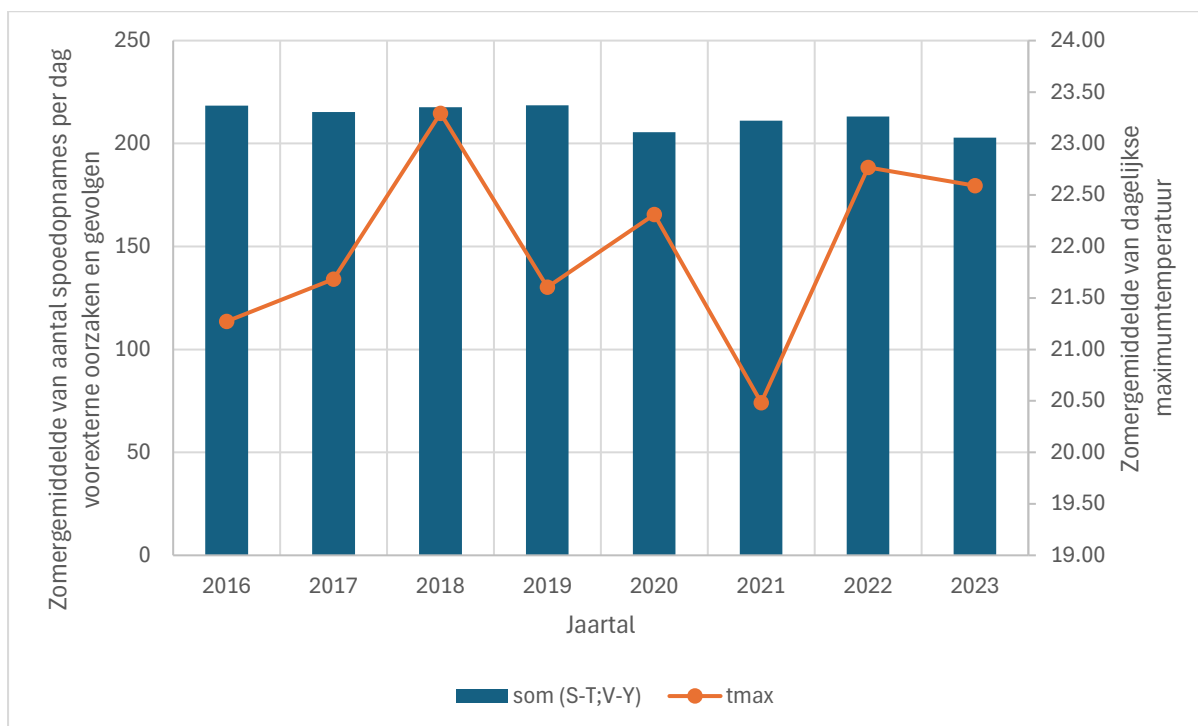


Figuur 9 Wekelijks gemiddelde van aantal spoedopnames per voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.

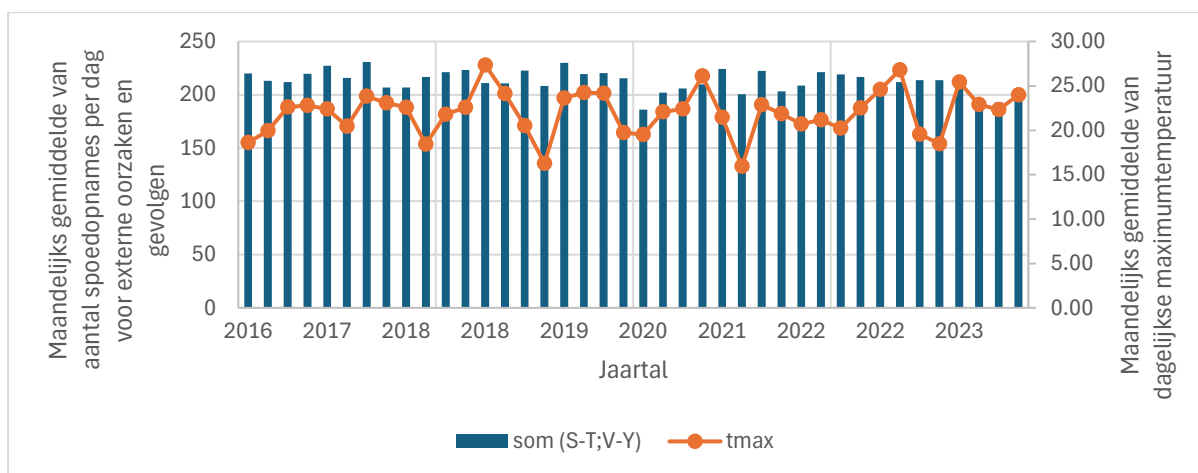


Figuur 10 Aantal spoedopnames per dag voor nieraandoeningen en urogenitale aandoeningen, voor maanden mei-september.

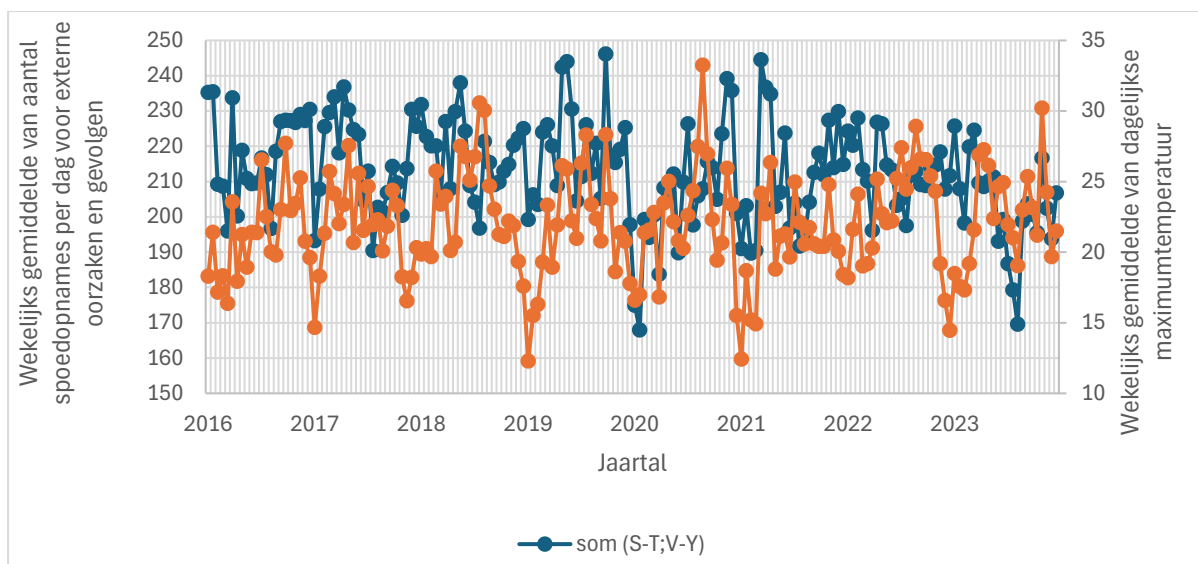
5.3.3 Grafieken voor speedopnames voor 'Externe oorzaken en gevolgen'



Figuur 11 Zomergemiddelde van aantal speedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.



Figuur 12 Maandelijks gemiddelde van aantal speedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.

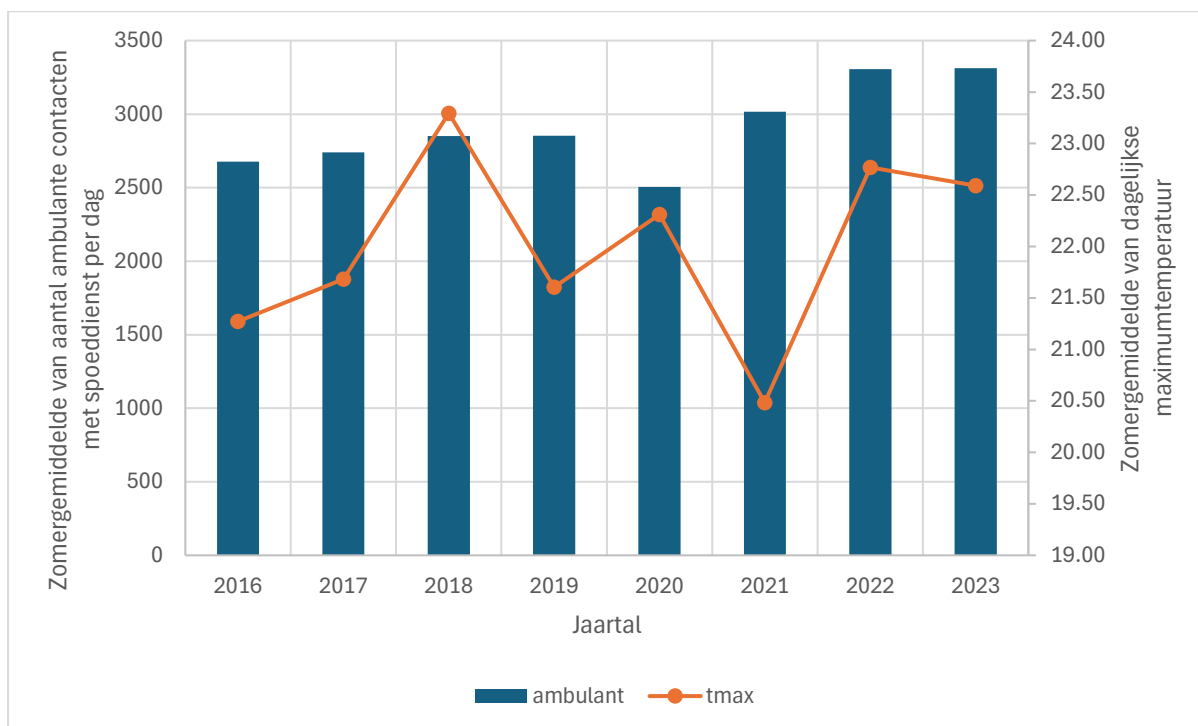


Figuur 13 Wekelijks gemiddelde van aantal speedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.

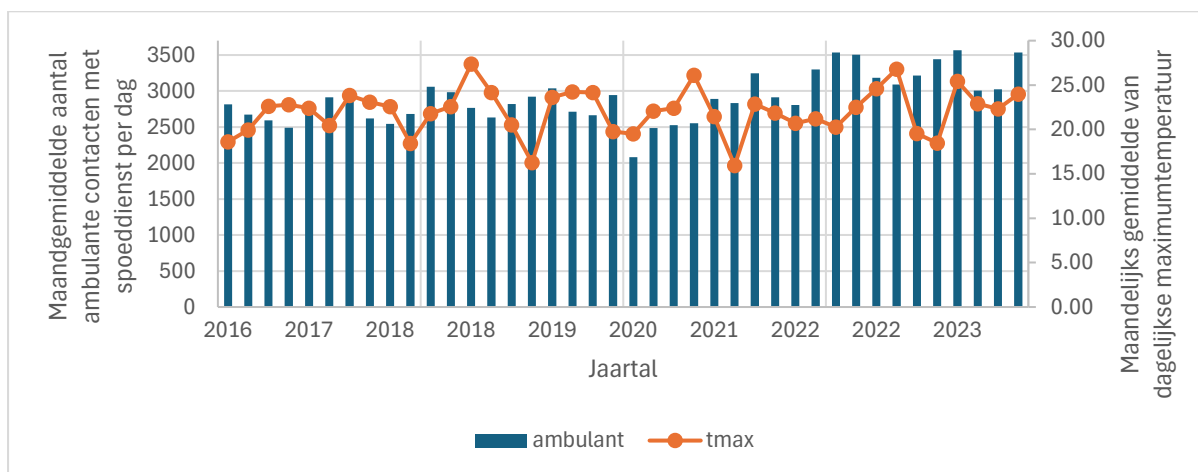


Figuur 14 Aantal speedopnames per dag voor externe oorzaken en gevolgen (S-T, V-Y), voor maanden mei-september.

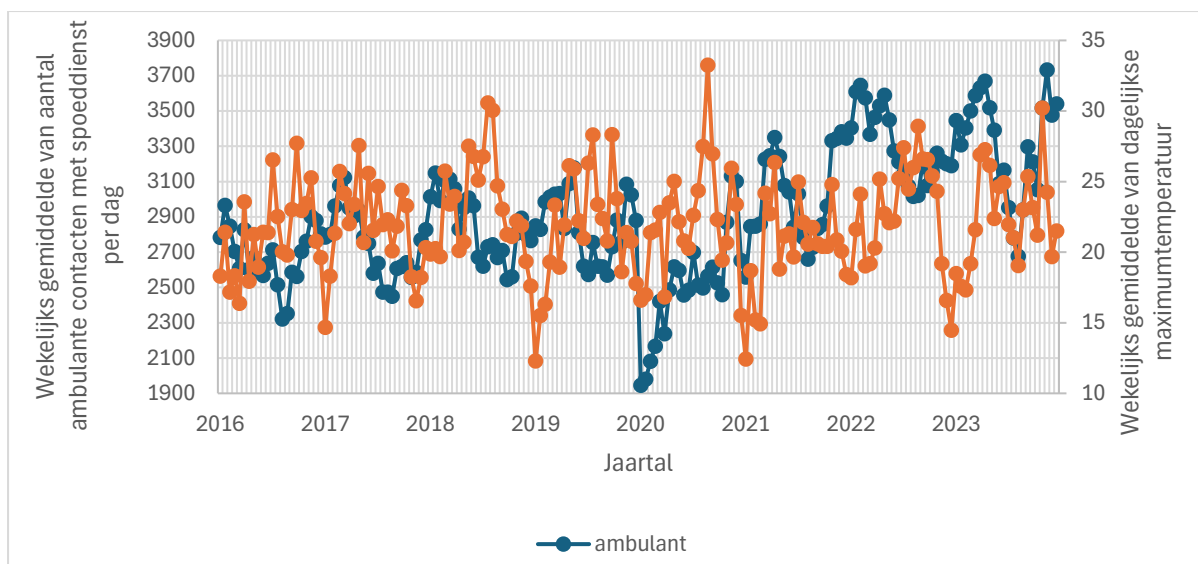
5.3.4 Grafieken voor ambulante contact met spoeddienst



Figuur 15 Zomergemiddelde van dagelijks aantal ambulante contacten met spoeddienst, voor maanden mei-september.



Figuur 16 Maandelijks gemiddelde van dagelijks aantal ambulante contacten met spoeddienst, voor maanden mei-september.



Figuur 17 Wekelijks gemiddelde van dagelijks aantal ambulante contacten met spoeddienst, voor maanden mei-september.



Figuur 18 Aantal ambulante contacten met spoeddienst per dag, voor maanden mei-september.

5.4 MONITORING VAN ATTRIBUTIEVE AANTALLEN EN FRACTIES

Een andere mogelijkheid is om het aandeel van hitte-gerelateerde spoedopnames te bepalen op jaarbasis, analoog aan de berekeningen uitgevoerd in HOOFDSTUK 4:. De resultaten kunnen op twee manieren weergegeven worden: gebruik makend van attributieve aantallen of gebruik makend van attributieve fracties. De hitte-gerelateerde attributieve aantallen of fracties worden hieronder bepaald voor verschillende temperatuurklassen voor de dagelijkse maximumtemperatuur:]20°C;25°C],]25°C;30°C];]30°C;35°C] en 35+°C. Naast de attributieve aantallen, kan ook het aantal gevallen dat niet aan hitte te wijten is, weergegeven worden.

Figuur 19 t.e.m. Figuur 30 tonen voor verschillende pathologiegroepen per jaar de attributieve aantallen en attributieve fracties voor de zomerperiode. We tonen resultaten voor relevante pathologiegroepen (gedefinieerd in sectie 5.1). De data zijn beschikbaar voor de jaren 2016 t.e.m. 2023.

De attributieve aantallen en fracties zijn weergegeven met een gekleurde balk, waarbij een kleurcode met 4 kleuren (geel – oranje – rood – paars) wordt gebruikt voor de 4 temperatuurklassen (]20°C;25°C] -]25°C;30°C] -]30°C;35°C] - 35+°C). Bij de grafieken met attributieve aantallen wordt het resterende aantal niet hitte-gerelateerde gevallen aangeduid in groen. Voor de meteorologische data die een indicatie geven van hittestress gebruiken we het jaarlijks aantal hittegolfgraaddagen², deze zijn aangeduid met punten. Het aantal hittegolfgraaddagen werd bepaald met het hierboven beschreven UrbClim model, een bevolkingsgewogen gemiddelde werd gebruikt (Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) 2024).

Als we Figuur 19 t.e.m. Figuur 30 bekijken in functie van het gebruik als indicator voor monitoring vallen volgende zaken op:

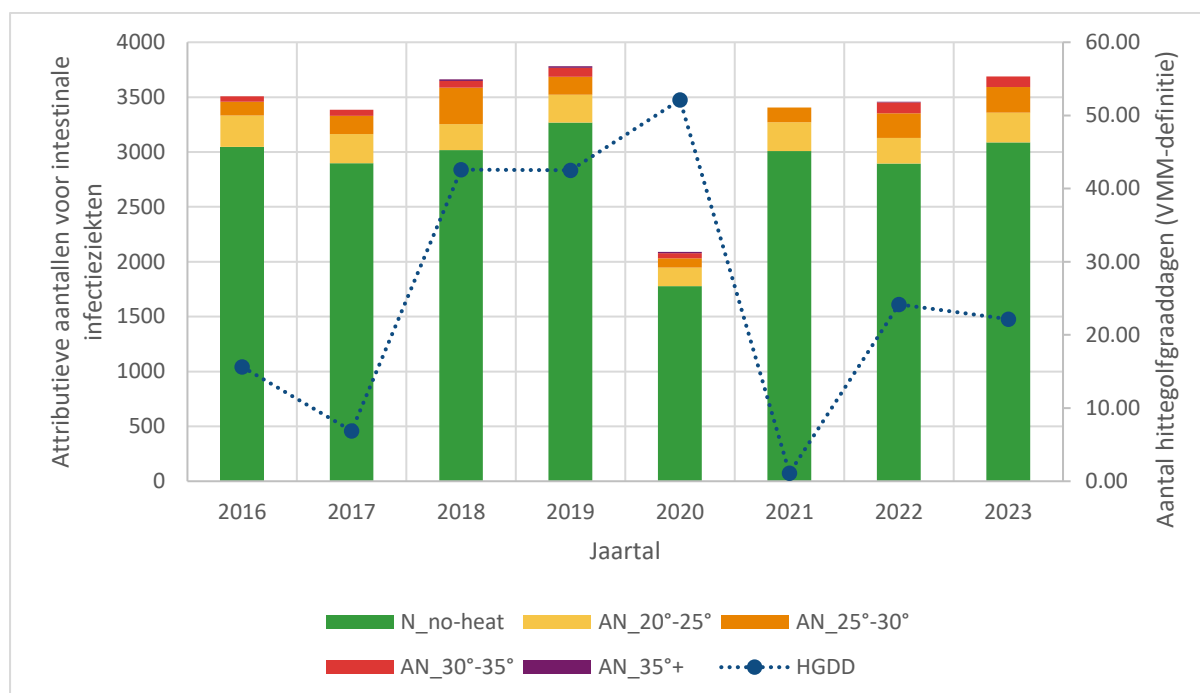
- Het aantal niet-hitte-gerelateerde spoedopnames kent een dip in het COVID-jaar 2020, in de jaren erna is er voor de meeste pathologiegroepen een herstel naar het pré-COVID niveau.
- De attributieve aantallen en fracties t.g.v. dagen met maximumtemperatuur tussen 20°C en 25°C (aangeduid in geel) zijn vrij constant over de jaren heen.
- Het aandeel van dagen met maximumtemperatuur boven 25°C (aangeduid in oranje, rood en paars) is erg variabel.

De voorstellingswijzen met attributieve aantallen of fracties zijn complementair:

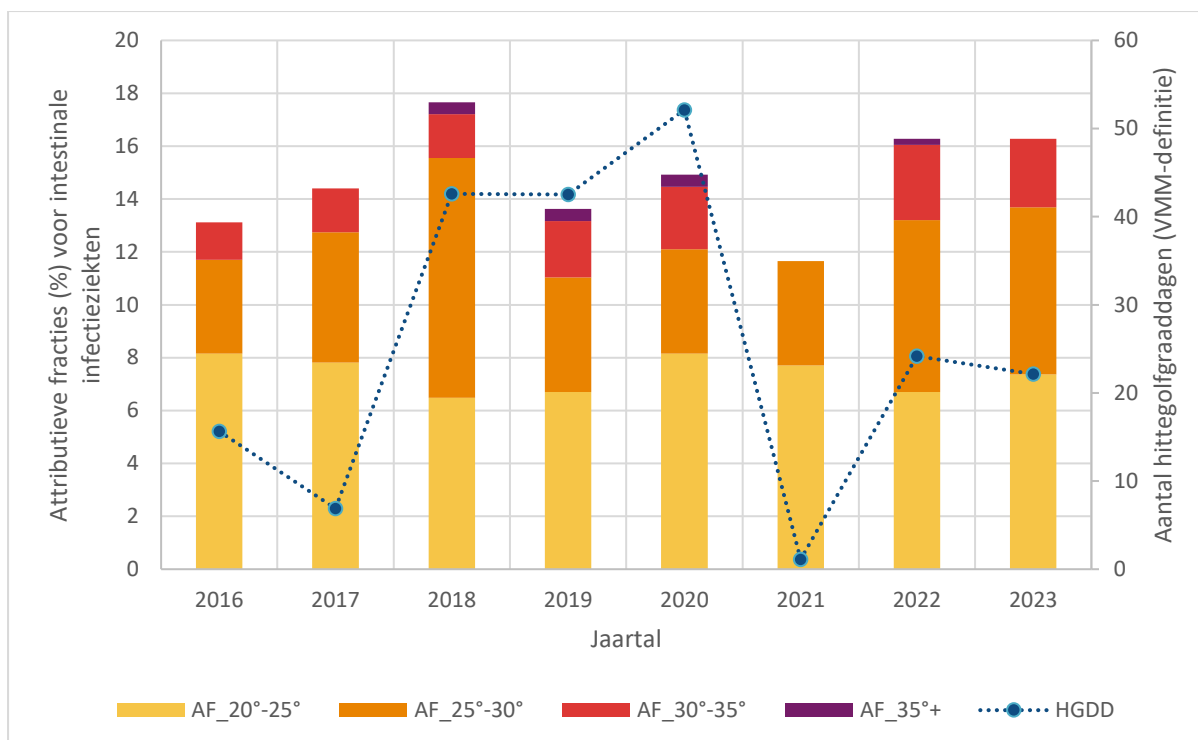
- De grafieken met attributieve aantallen en niet-hitte-gerelateerde aantallen geven een duidelijk beeld van de variatie van alle componenten (niet hitte-gerelateerd, wel hitte-gerelateerd voor dagen met maximumtemperatuur in temperatuurklassen]20°C;25°C],]25°C;30°C];]30°C;35°C] en 35+°C) doorheen de jaren. Echter, voor sommige gezondheidseindpunten zijn de grafieken moeilijk leesbaar omdat het hitte-gerelateerde aandeel eerder beperkt is.
- Bij de grafieken met de attributieve fracties wordt het aandeel van de verschillende temperatuurklassen duidelijk weergegeven, maar is er geen informatie over het totaal aantal spoedopnames.

² VMM-definitie hittegolfgraaddagen: De gecumuleerde som die weergeeft in welke mate de maximum luchttemperatuur overdag boven een 29,6 °C stijgt én waarmee de minimum luchttemperatuur 's nachts hoger blijft dan 18,2 °C, voor een hittegolfdag

5.4.1 Grafieken voor intestinale infectieziekten

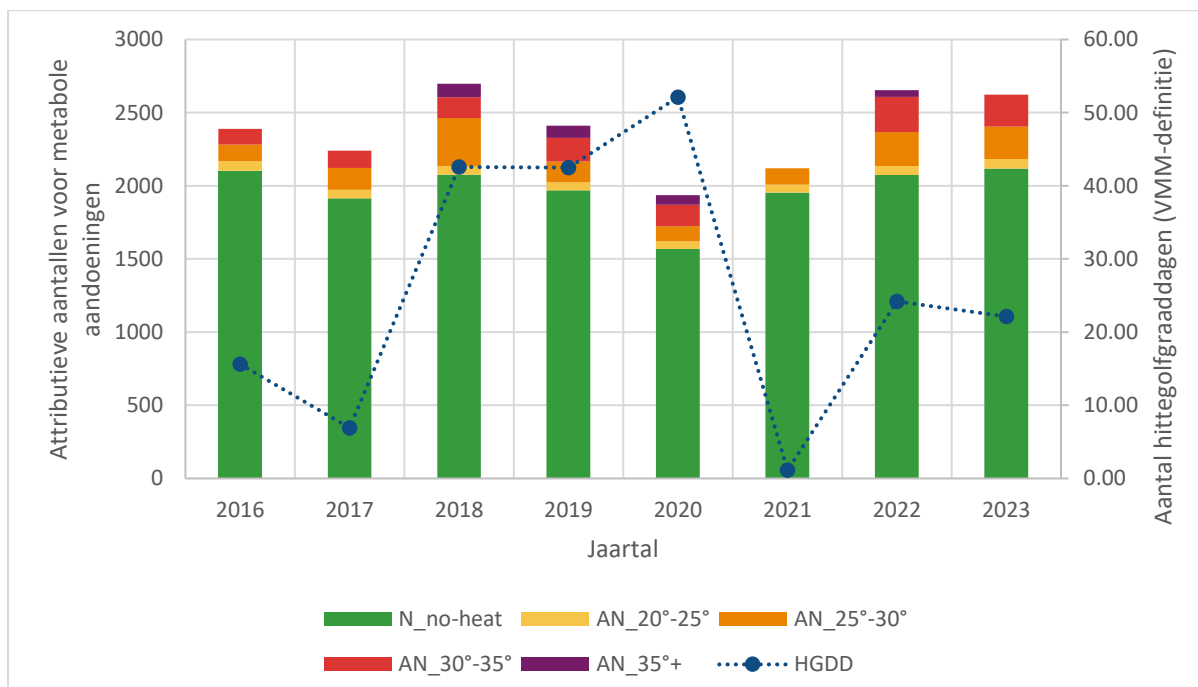


Figuur 19 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

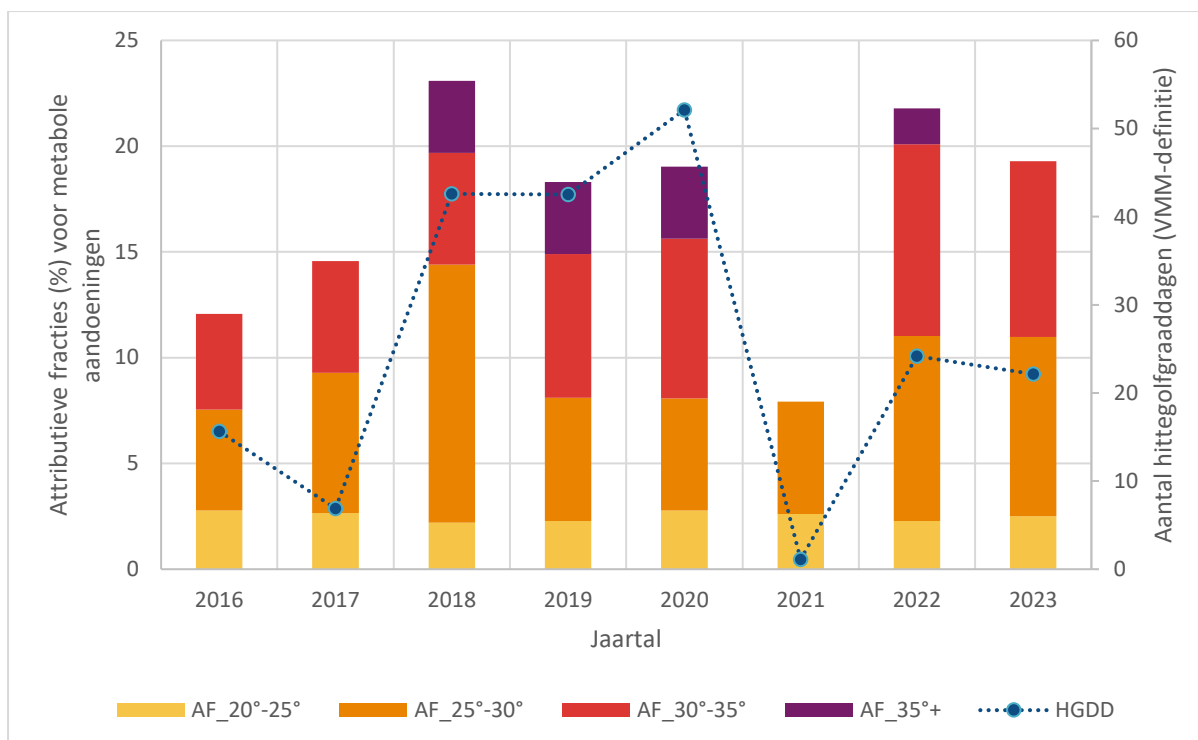


Figuur 20 Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

5.4.2 Grafieken voor metabole aandoeningen

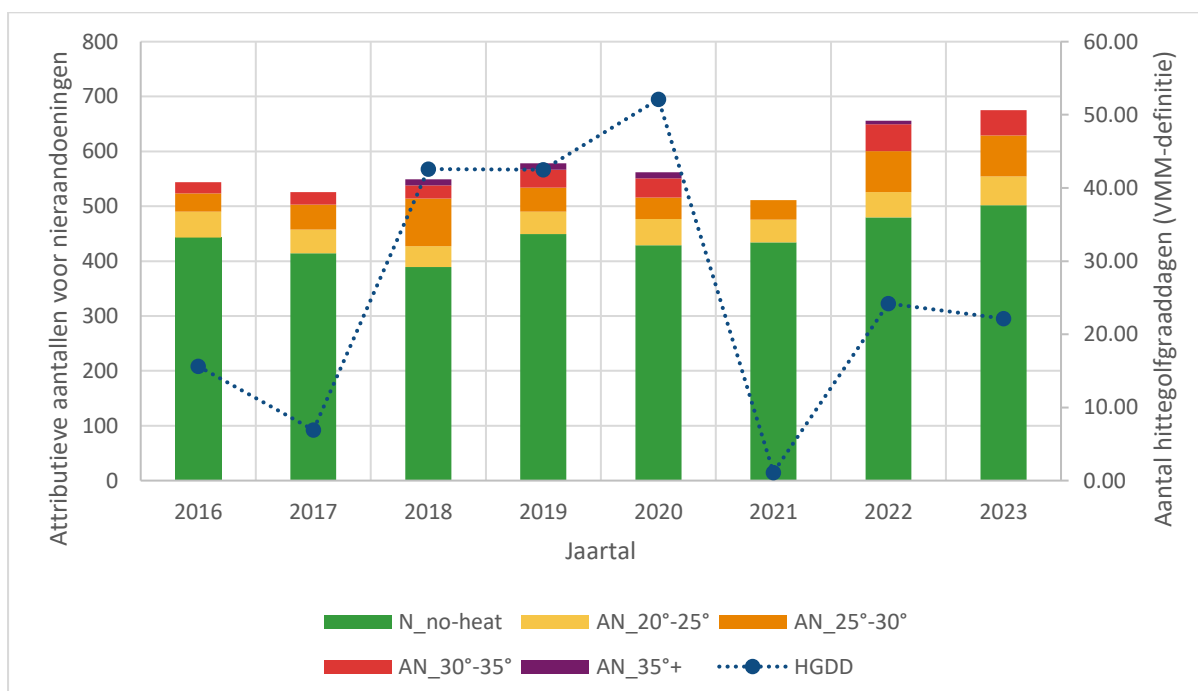


Figuur 21 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.



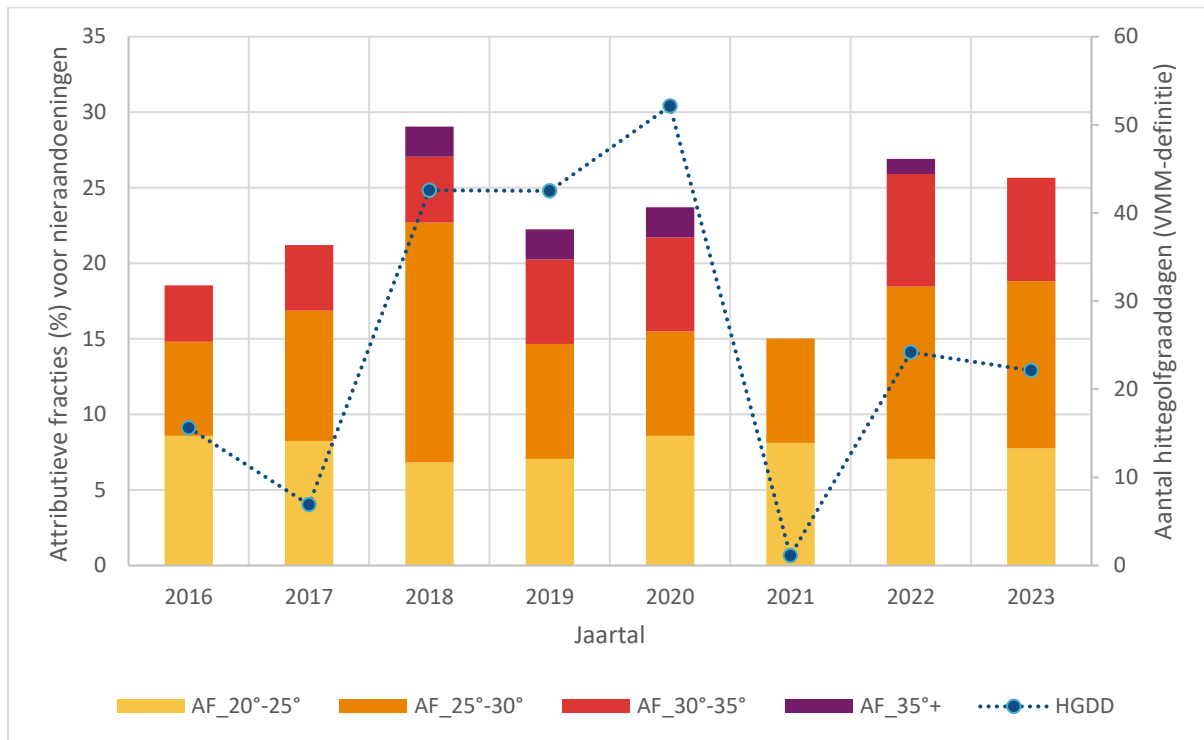
Figuur 22 Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen voor dagelijkse maximumtemperatuur voor spoedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

5.4.3 Grafieken voor spoedopnames voor nieraandoeningen



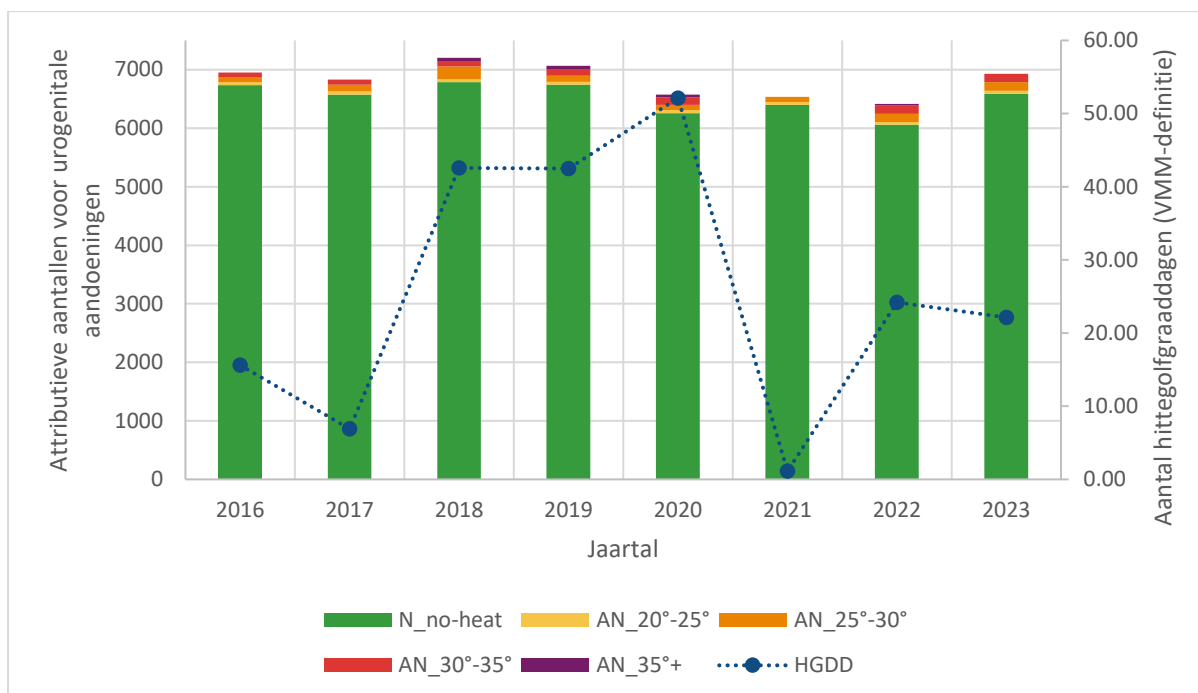
Figuur 23 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor acuut nierfalen en

chronische nieraandoeningen (N17-N19). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

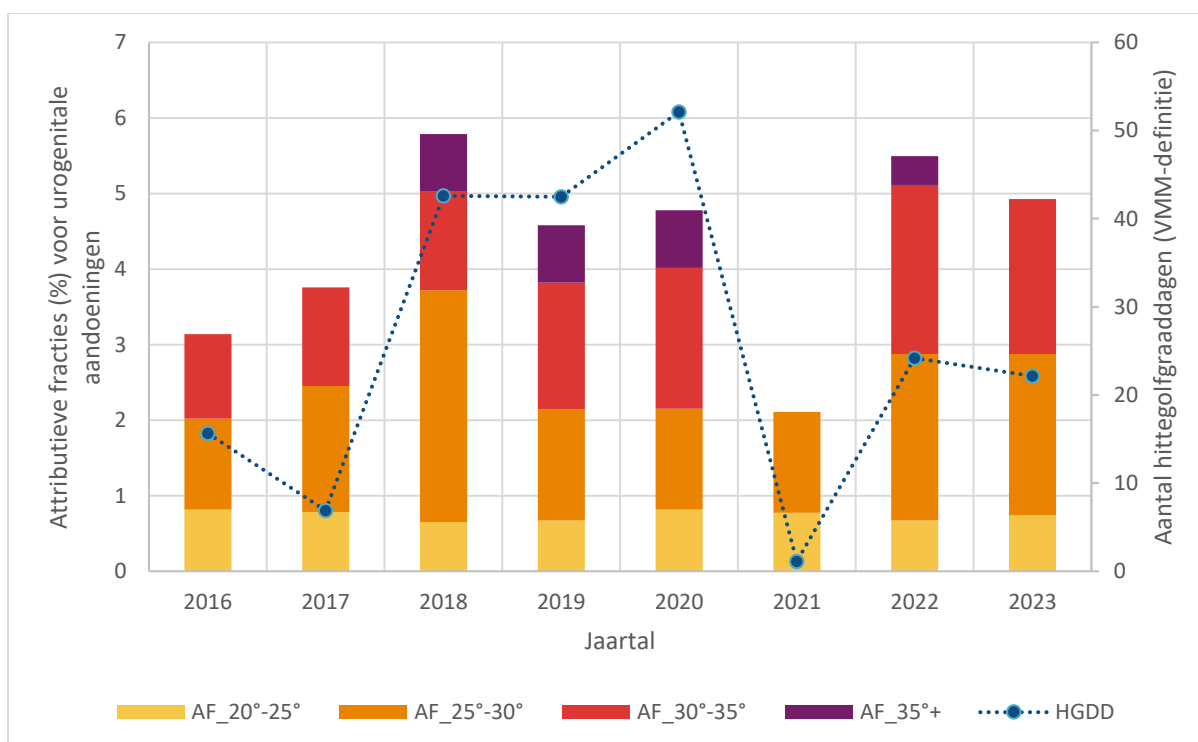


Figuur 24 Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor acuut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

5.4.4 Grafieken voor spoedopnames voor urogenitale aandoeningen

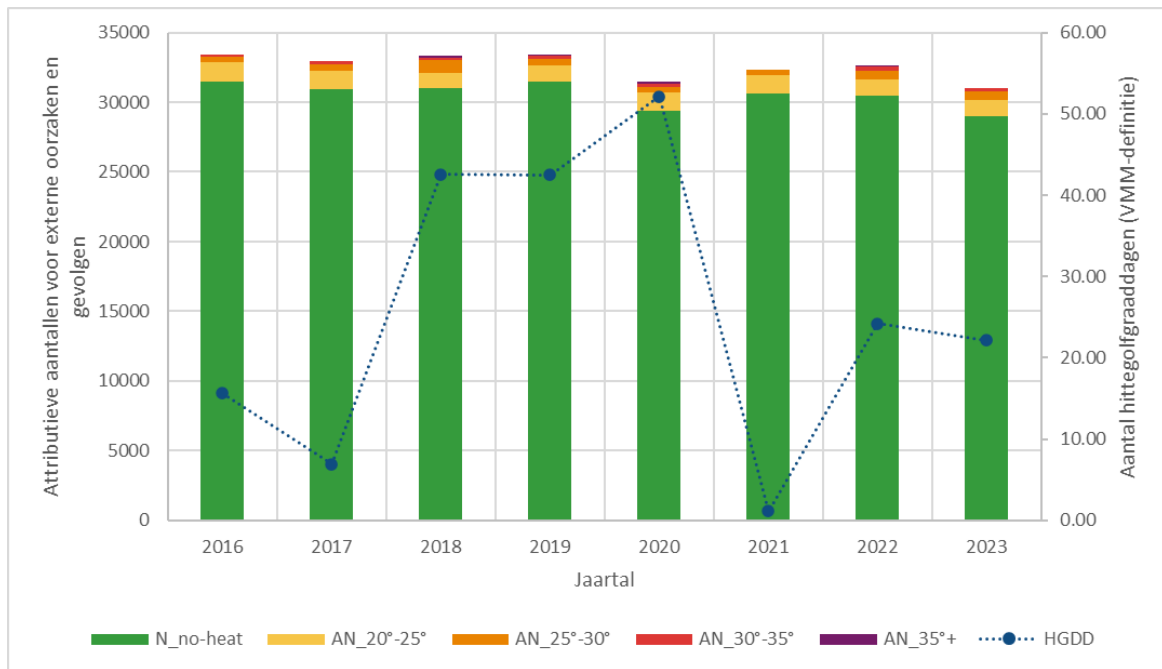


Figuur 25 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

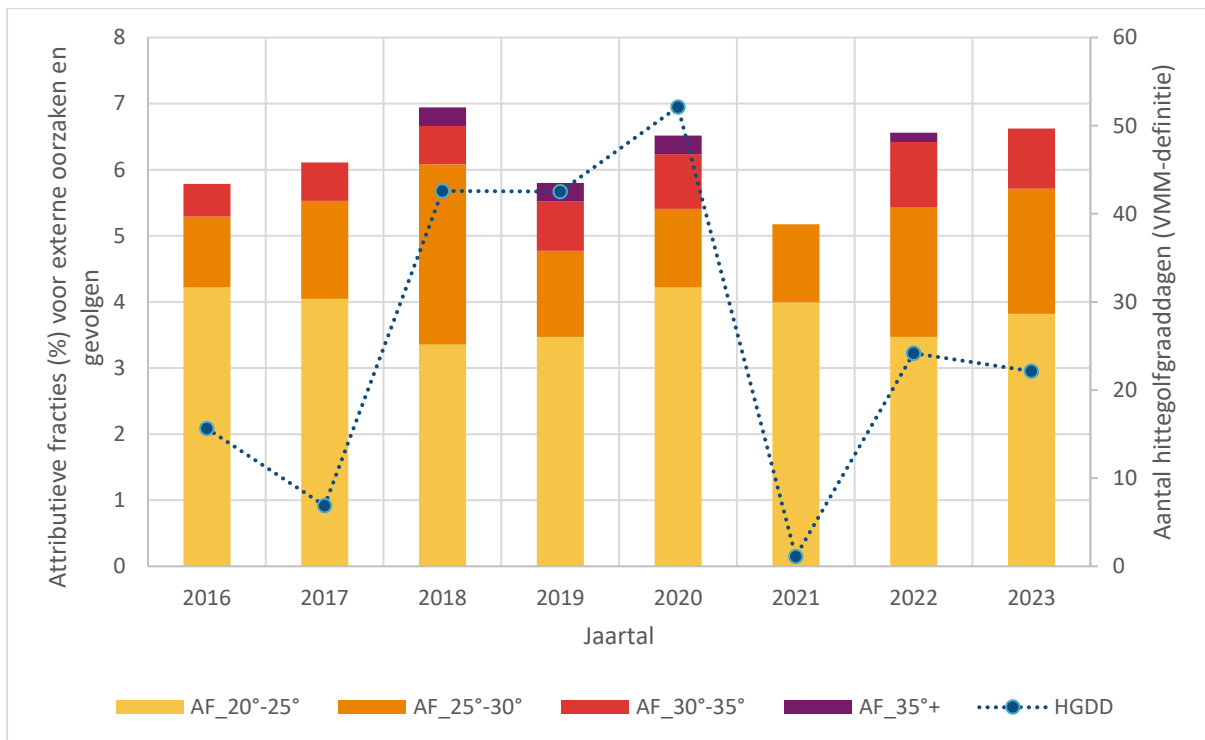


Figuur 26 Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15.1, N39.0, N41.0). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

5.4.5 Grafieken voor spoedopnames voor 'Externe oorzaken en gevolgen'

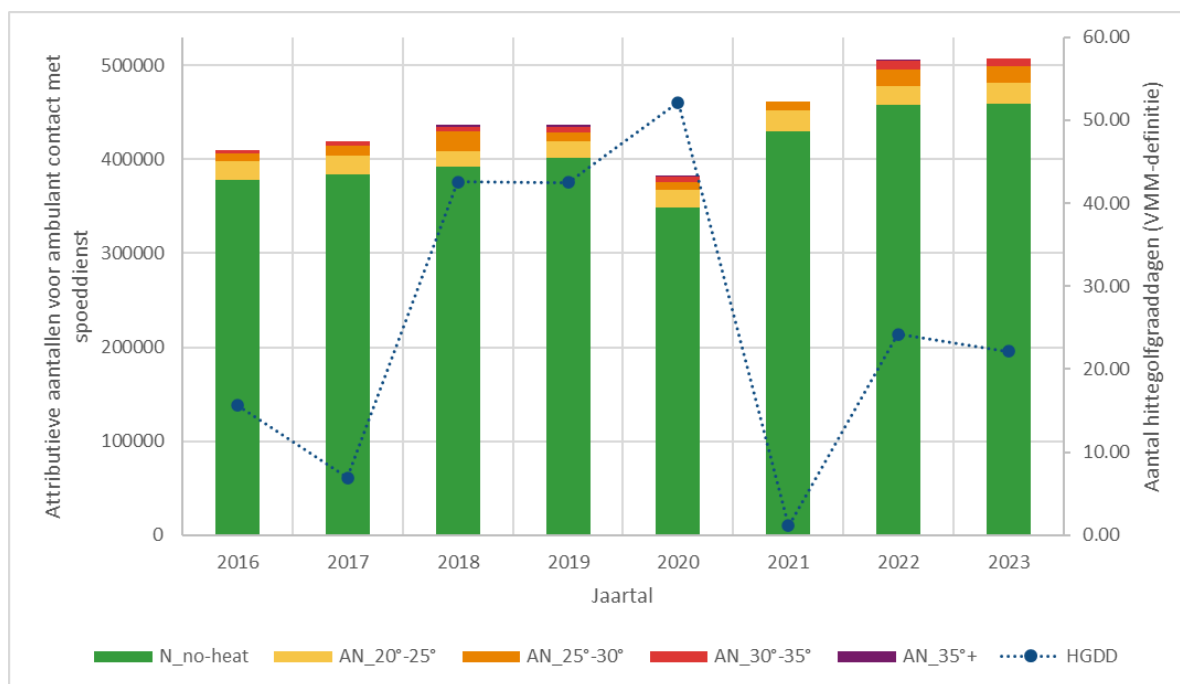


Figuur 27 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hittegerelateerde aantallen, voor spoedopnames voor Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

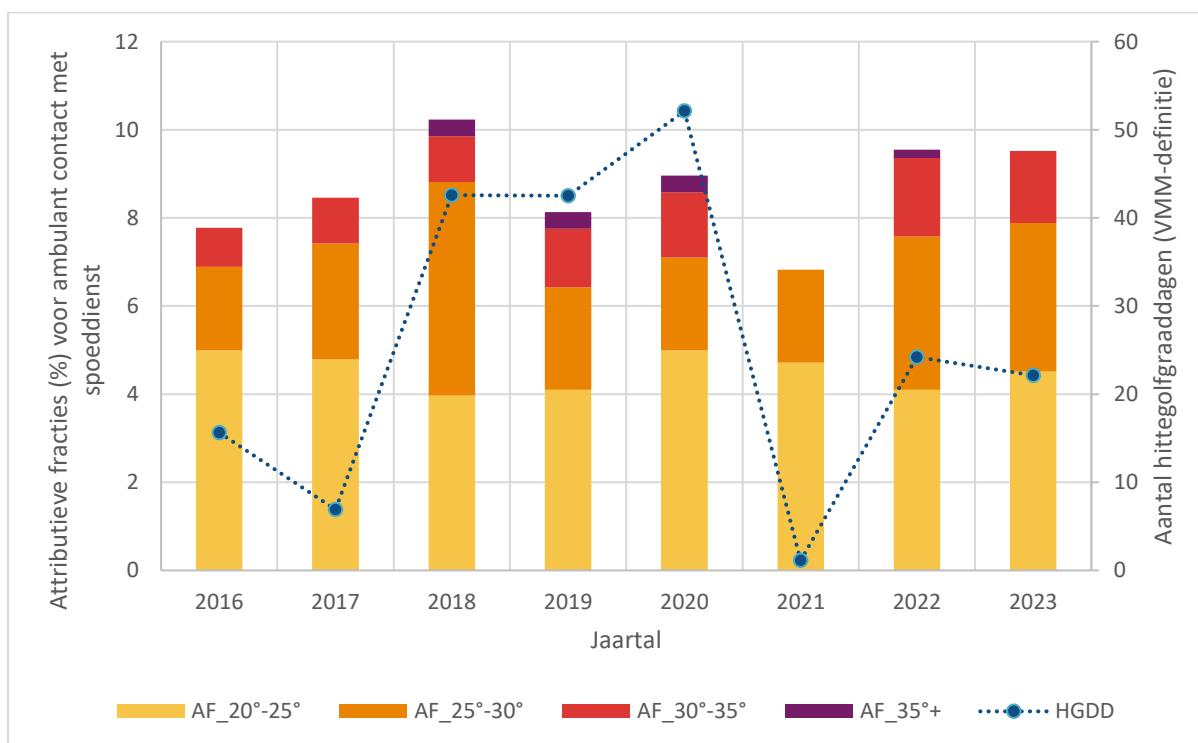


Figuur 28 Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y). Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

5.4.6 Grafieken voor ambulante contact met spoeddienst



Figuur 29 Attributieve aantallen voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, en niet-hitte-gerelateerde aantallen, voor ambulante contact met spoeddienst. Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.



Figuur 30 Attributieve fracties voor verschillende temperatuurintervallen van dagelijkse maximumtemperatuur, voor spoedopnames voor ambulante contact met spoeddienst. Data worden telkens getoond voor de zomerperiode (mei-september) van het betreffende jaar.

BIBLIOGRAFIE

- Alemayehu Ali, Endale, Bianca Cox, Karen Van de Vel, et al. 2024. "Associations of Heat with Diseases and Specific Symptoms in Flanders, Belgium: An 8-Year Retrospective Study of General Practitioner Registration Data." *Environment International* 193 (November): 109097. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109097>.
- Bai, Li, Qiongsi Li, Jun Wang, et al. 2016. "Hospitalizations from Hypertensive Diseases, Diabetes, and Arrhythmia in Relation to Low and High Temperatures: Population-Based Study." *Scientific Reports* 6 (July): 30283. <https://doi.org/10.1038/srep30283>.
- Bai, Li, Qiongsi Li, Jun Wang, et al. 2018. *Increased Coronary Heart Disease and Stroke Hospitalisations from Ambient Temperatures in Ontario*. Coronary Artery Disease. April 1. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-311821>.
- Boudreault, Jérémie, Céline Campagna, Éric Lavigne, and Fateh Chebana. 2025. "Projecting the Overall Heat-Related Health Burden and Associated Economic Costs in a Climate Change Context in Quebec, Canada." *Science of The Total Environment* 958 (January): 178022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178022>.
- Boudreault, Jérémie, Éric Lavigne, Céline Campagna, and Fateh Chebana. 2024. "Estimating the Heat-Related Mortality and Morbidity Burden in the Province of Quebec, Canada." *Environmental Research* 257 (September): 119347. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119347>.
- Brouwers, J., Peeters, B., Van Steertegem M., et al. 2015. *MIRA Klimaatrapport 2015: Over Waargenomen En Toekomstige Klimaatveranderingen. Aalst, Belgium: Vlaamse Milieumaatschappij in Samenwerking Met KU Leuven, VITO En KMI*.
- Bunker, Aditi, Jan Wildenhain, Alina Vandenbergh, et al. 2016. "Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly; a Systematic Review and Meta-Analysis of Epidemiological Evidence." *EBioMedicine* 6 (April): 258–68. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>.
- Chen, Huiqi, Ivan Augusto Cecilio e Silva, Shakoor Hajat, et al. 2025. "Regional Variations in the Impacts of High Temperature on Hospital Admissions in Brazil." *Environment International*, June 20, 109620. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109620>.
- De Ridder, Koen, Dirk Lauwaet, and Bino Maiheu. 2015. "UrbClim – A Fast Urban Boundary Layer Climate Model." *Urban Climate* 12 (June): 21–48. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.01.001>.
- Faurie, Clare, Blesson M. Varghese, Jingwen Liu, and Peng Bi. 2022. "Association between High Temperature and Heatwaves with Heat-Related Illnesses: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Science of The Total Environment* 852 (December): 158332. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158332>.
- FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. 2024. "Minimale Ziekenhuis Gegevens (MZG)." <https://www.health.belgium.be/nl/gezondheid/organisatie-van-de-gezondheidszorg/ziekenhuizen/registratiesystemen/mzg>.
- Gasparrini, A., B. Armstrong, and M. G. Kenward. 2010. "Distributed Lag Non-Linear Models." *Statistics in Medicine* 29 (21): 2224–34. <https://doi.org/10.1002/sim.3940>.
- Gasparrini, Antonio. 2011. "Distributed Lag Linear and Non-Linear Models in R: The Package Dlnm." *Journal of Statistical Software* 43 (8): 1–20.
- Gasparrini, Antonio, and Michela Leone. 2014. "Attributable Risk from Distributed Lag Models." *BMC Medical Research Methodology* 14 (April): 55. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-55>.
- Ghirardi, Laura, Giulia Bisoffi, Rina Mirandola, Giorgio Ricci, and Michela Baccini. 2015. "The Impact of Heat on an Emergency Department in Italy: Attributable Visits among Children, Adults, and the Elderly during the Warm Season." *PloS One* 10 (10): e0141054. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141054>.

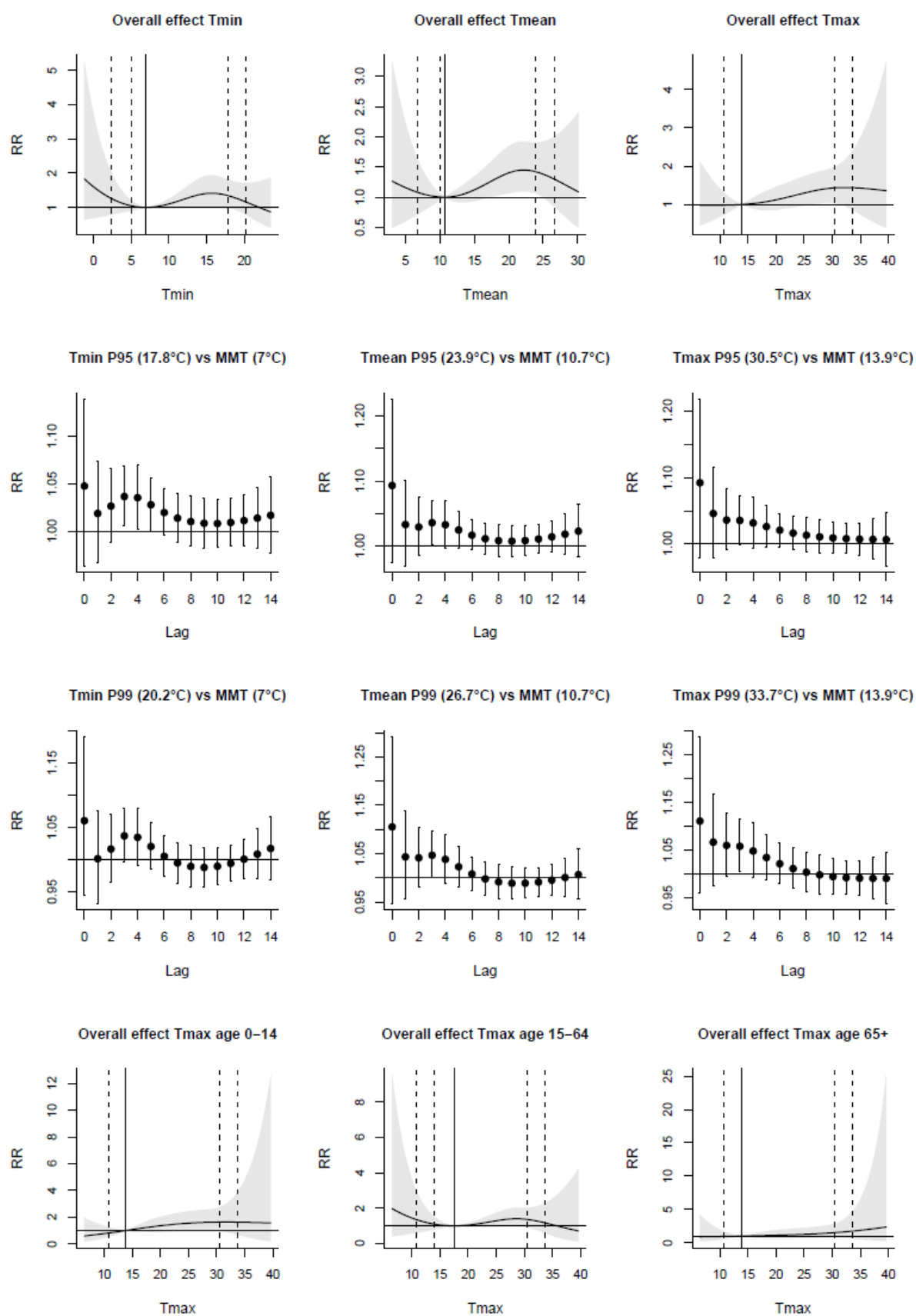
- IRCEL. 2024. "Metingen Luchtkwaliteit." <https://irceline.be/en/air-quality/measurements>.
- Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI). 2024. "Open Data Related to Observations." <https://opendata.meteo.be/download>.
- Liu, Jingwen, Blesson M. Varghese, Alana Hansen, Matthew A. Borg, et al. 2021. "Hot Weather as a Risk Factor for Kidney Disease Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Epidemiological Evidence." *The Science of the Total Environment* 801 (December): 149806. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149806>.
- Liu, Jingwen, Blesson M. Varghese, Alana Hansen, Jianjun Xiang, et al. 2021. "Is There an Association between Hot Weather and Poor Mental Health Outcomes? A Systematic Review and Meta-Analysis." *Environment International* 153: undefined-undefined. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106533>.
- Liu, Jingwen, Blesson M Varghese, Alana Hansen, et al. 2022. "Heat Exposure and Cardiovascular Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis." *The Lancet Planetary Health* 6 (6): e484–95. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00117-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00117-6).
- Loenhout, Joris Adriaan Frank van, Tefera Darge Delbiso, Anna Kiriliouk, Jose Manuel Rodriguez-Llanes, Johan Segers, and Debarati Guha-Sapir. 2018. "Heat and Emergency Room Admissions in the Netherlands." *BMC Public Health* 18 (1): 108. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-5021-1>.
- Otte im Kampe, Eveline, Sari Kovats, and Shakoor Hajat. 2016. "Impact of High Ambient Temperature on Unintentional Injuries in High-Income Countries: A Narrative Systematic Literature Review." *BMJ Open* 6 (2): e010399. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010399>.
- PoshtMashhadi, Ali, Abtin Ijadi Maghsoodi, and Lincoln C. Wood. 2025. "The Impact of Extreme Temperatures on Emergency Department Visits: A Systematic Review of Heatwaves, Cold Waves, and Daily Temperature Variations." *Science of The Total Environment* 970 (March): 178869. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178869>.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). 2024. "Hittegolven En Andere Temperatuurextremen." <https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/klimaat/klimaatthemas/hittestress/indicator-hittegolven-en-andere-temperatuurextremen>.
- Wouters, Hendrik, Koen De Ridder, Lien Poelmans, et al. 2017. "Heat Stress Increase under Climate Change Twice as Large in Cities as in Rural Areas: A Study for a Densely Populated Midlatitude Maritime Region." *Geophysical Research Letters* 44 (17): 8997–9007. <https://doi.org/10.1002/2017GL074889>.
- Wu, Junhui, Yao Wu, Yiqun Wu, et al. 2024. "The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Pneumonia Risk: A Nationwide Study." *Environmental Research* 245 (March): 117958. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117958>.
- Yang, Xudong, Xingyuan Xu, Yize Wang, Jun Yang, and Xingwang Wu. 2024. "Heat Exposure Impacts on Urban Health: A Meta-Analysis." *Science of The Total Environment* 947 (October): 174650. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174650>.
- Zhang, Siqi, Susanne Breitner, Francesca de' Donato, et al. 2024. "Heat and Cause-Specific Cardiopulmonary Mortality in Germany: A Case-Crossover Study Using Small-Area Assessment." *The Lancet Regional Health - Europe* 46 (November): 101049. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.101049>.
- Zhu, Zhenggang, Binbin Ji, Jun Tian, and Ping Yin. 2025. "Heat Exposure and Respiratory Diseases Health Outcomes: An Umbrella Review." *Science of The Total Environment* 970 (March): 179052. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179052>.

BIJLAGE A

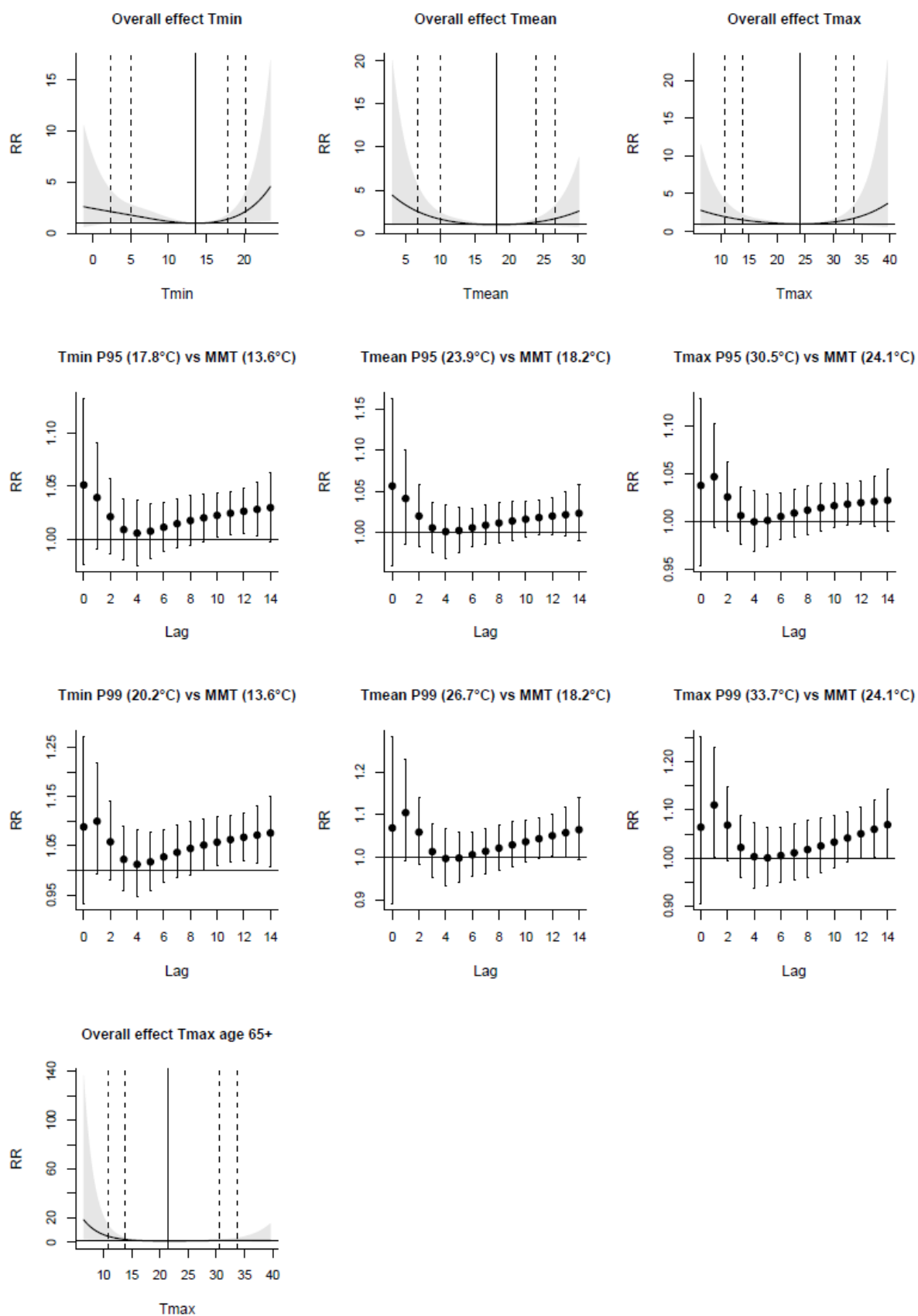
Hieronder volgt voor elke geanalyseerde pathologie(groep) een figuur met:

- Rij 1: cumulatieve (lag 0-14) blootstelling-respons associaties voor de dagelijkse minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur, geschat voor alle leeftijden samen. Relatieve risico's (RR) worden bepaald ten opzichte van de temperatuur van minimale morbiditeit (MMT). De temperatuurpercentielen P1, P5, P95 en P99 zijn weergegeven aan de hand van verticale stippellijnen, de MMT is aangegeven met een verticale volle lijn
- Rij 2: lag-specifieke effecten voor temperaturen gelijk aan het 95^e percentiel van de dagelijkse minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur, geschat voor alle leeftijden samen. Relatieve risico's worden bepaald ten opzichte van de MMT van de cumulatieve blootstelling-respons associatie.
- Rij 3: lag-specifieke effecten voor temperaturen gelijk aan het 99^e percentiel van de dagelijkse minimum, gemiddelde en maximumtemperatuur, geschat voor alle leeftijden samen. Relatieve risico's worden bepaald ten opzichte van de MMT van de cumulatieve blootstelling-respons associatie.
- Rij 4: leeftijdsspecifieke cumulatieve (lag 0-14) blootstelling-respons associaties voor dagelijkse maximumtemperatuur (indien de pathologie geanalyseerd werd in de leeftijdsgroep). Relatieve risico's (RR) worden bepaald ten opzichte van de MMT specifiek voor de beschouwde leeftijdsgroep.

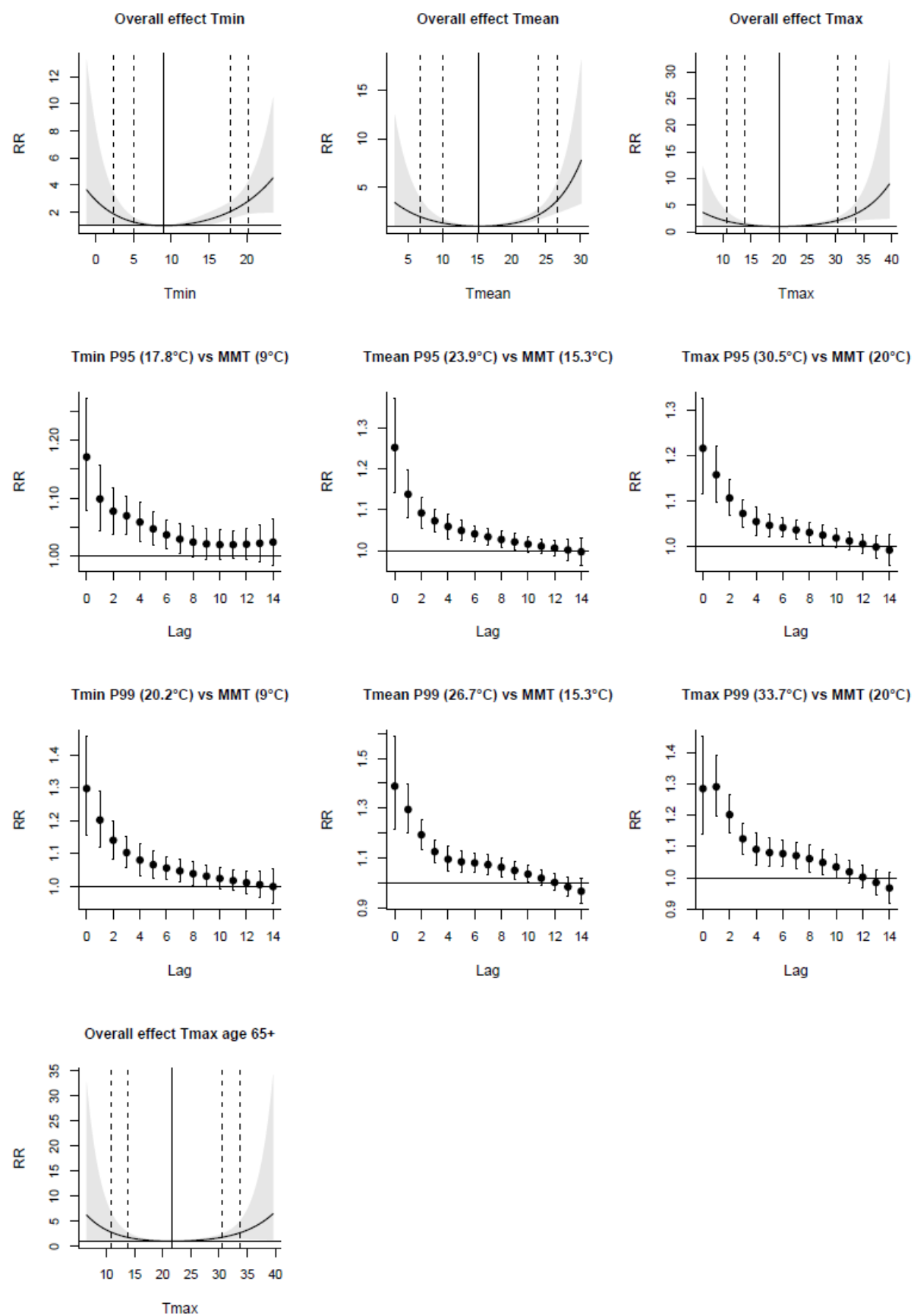
Figuur 31 Relatieve risico's voor spoedopnames voor intestinale infectieziekten (A00-A09)



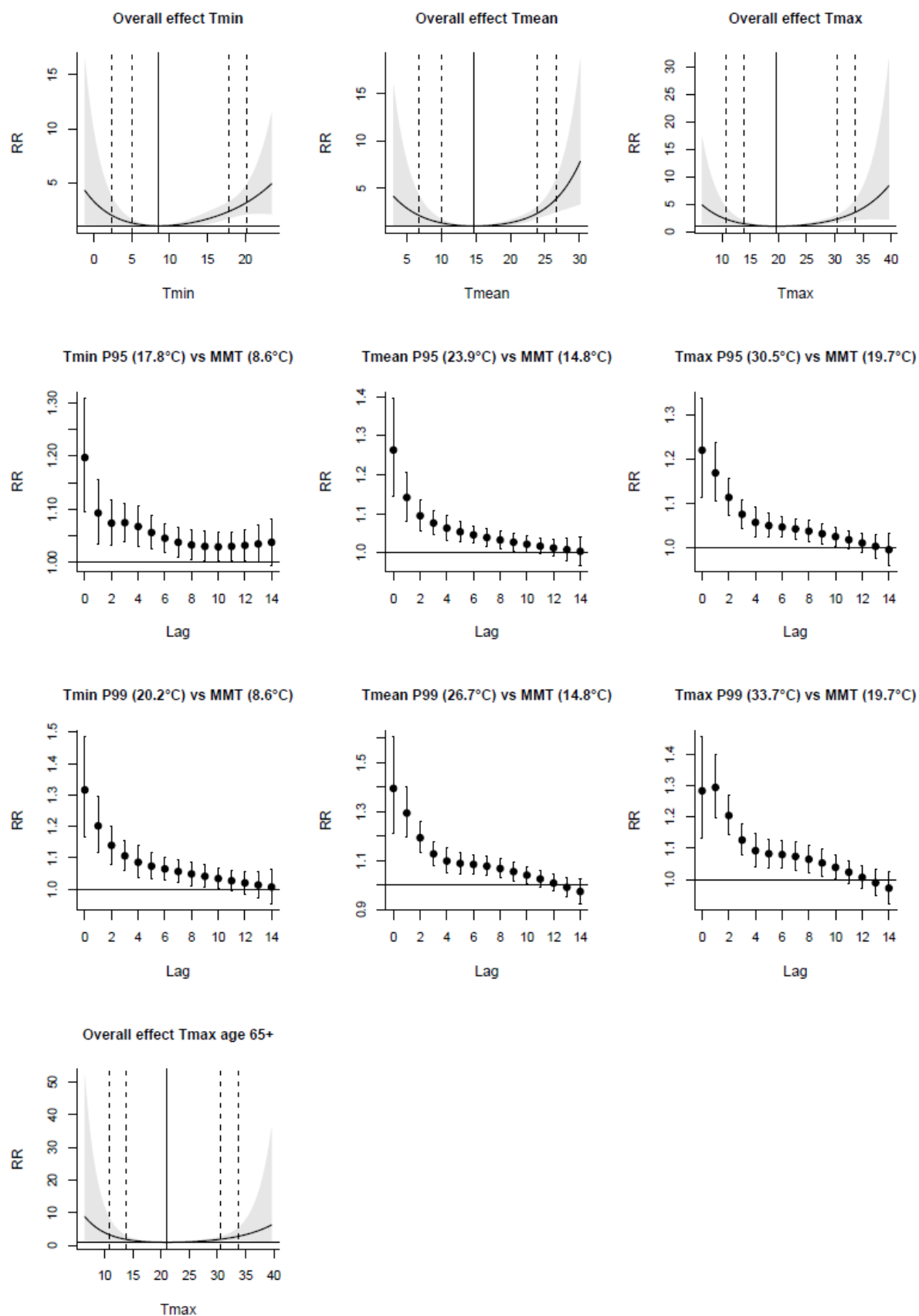
Figuur 32 Relatieve risico's voor spoedopnames voor diabetes mellitus (E10-E14)



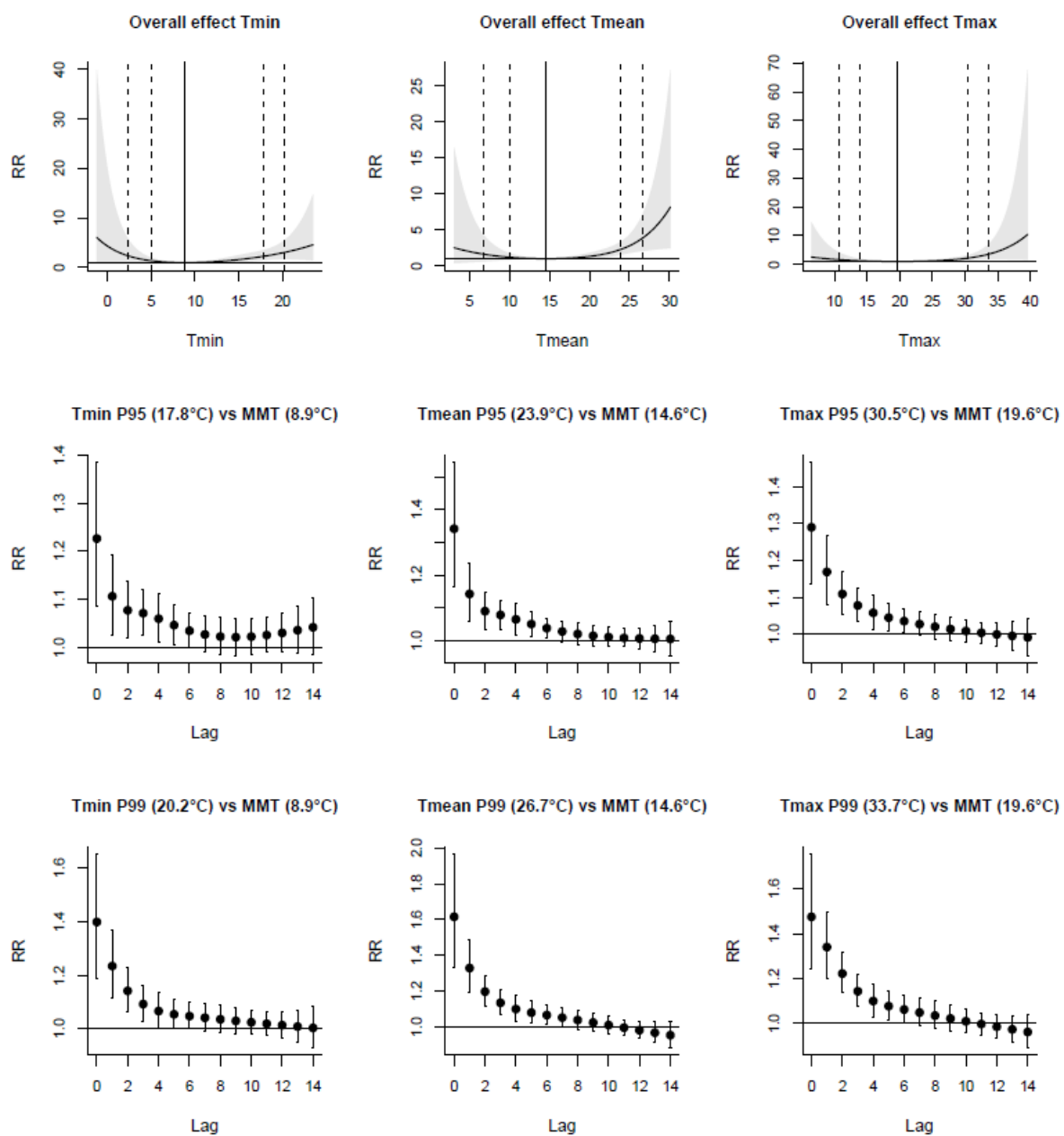
Figuur 33 Relatieve risico's voor speedopnames voor metabole aandoeningen (E70-E90)



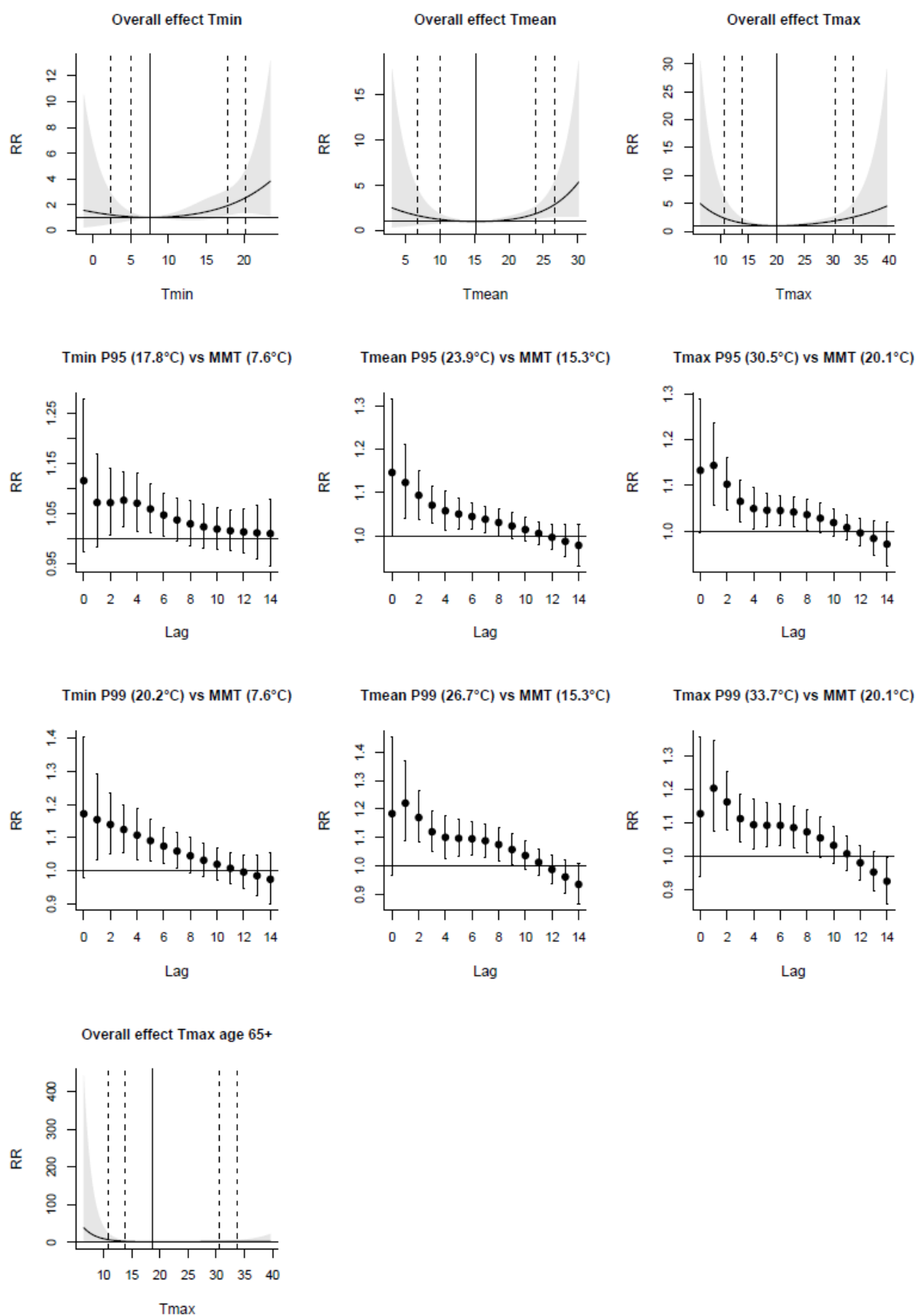
Figuur 34 Relatieve risico's voor speedopnames voor subgroep van metabole aandoeningen (E79, E80, E83, E86, E87)



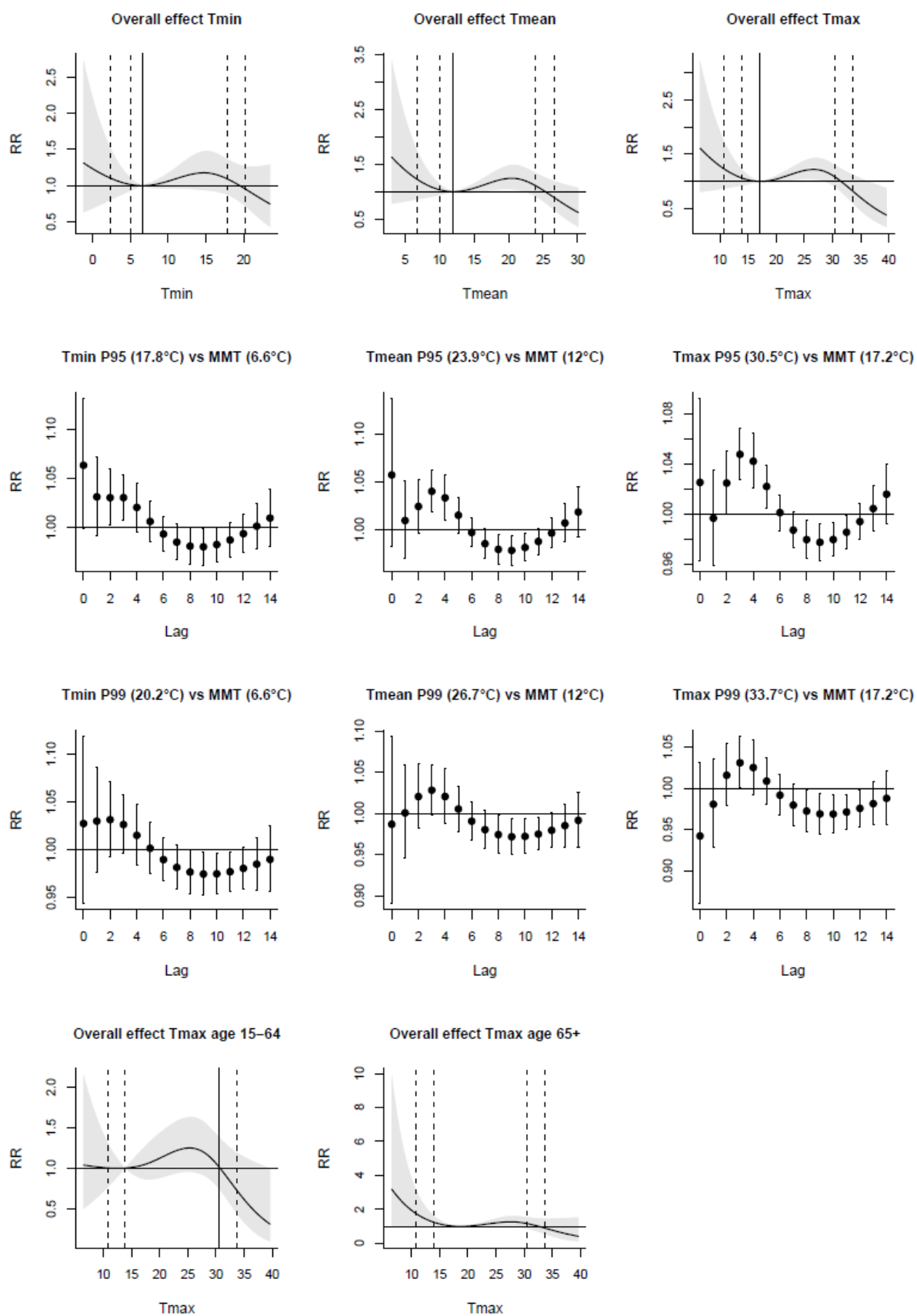
Figuur 35 Relatieve risico's voor speedopnames voor dehydratie (E86)



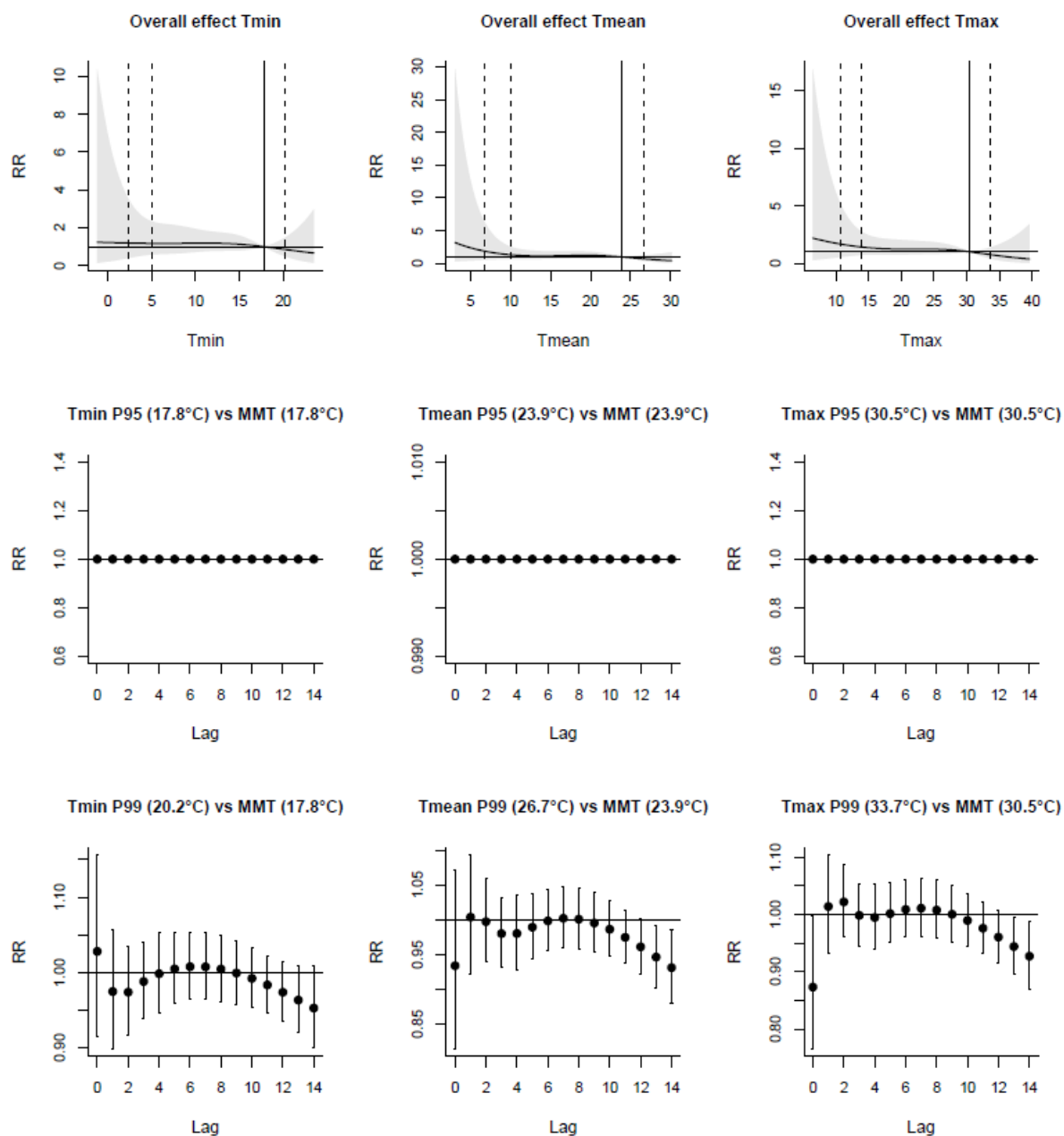
Figuur 36 Relatieve risico's voor speedopnames voor Andere aandoeningen van vocht-, elektrolyten- en zuur-base-evenwicht (E87)



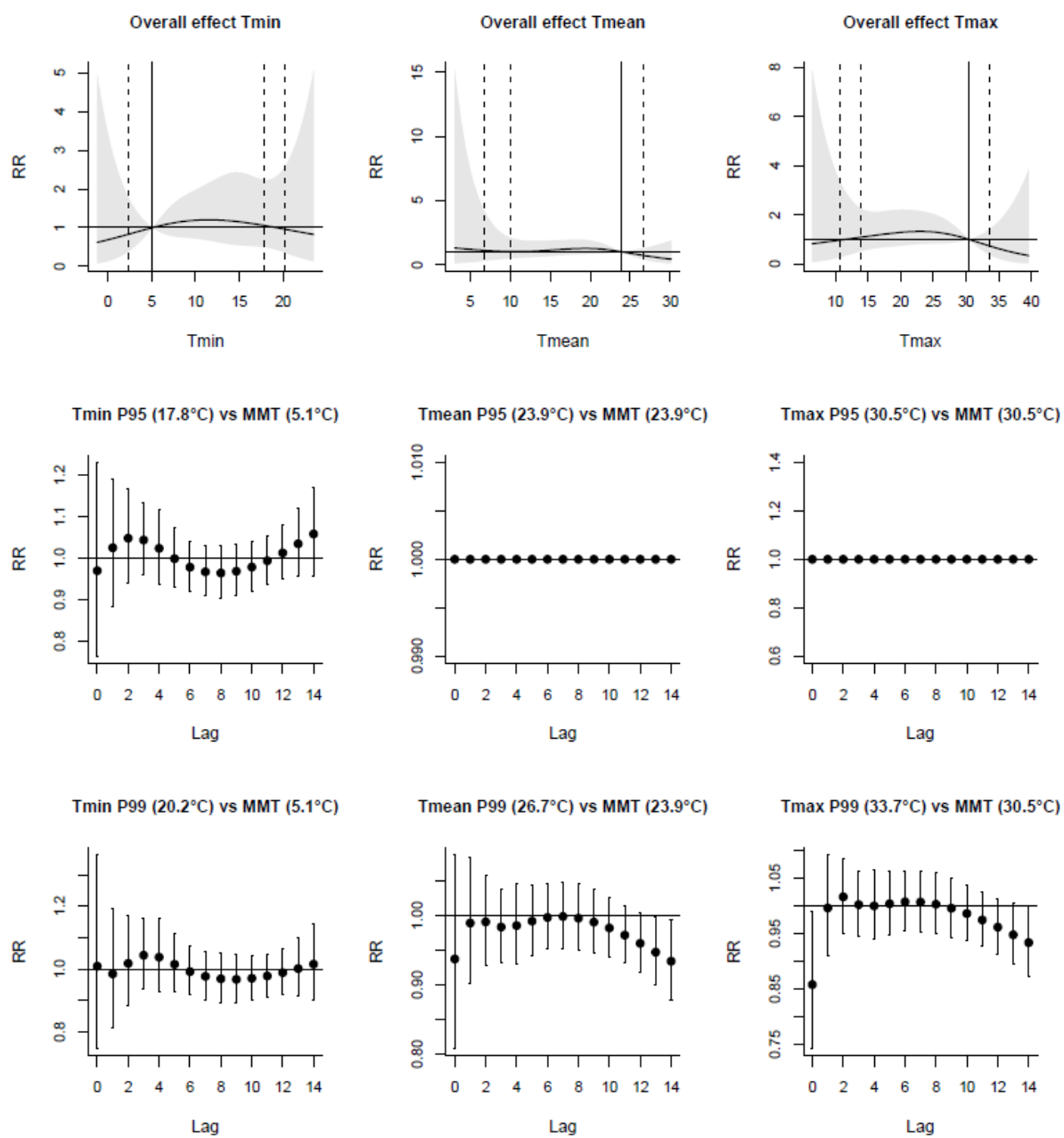
Figuur 37 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Psychische stoornissen en gedragsstoornissen (F00-F99)



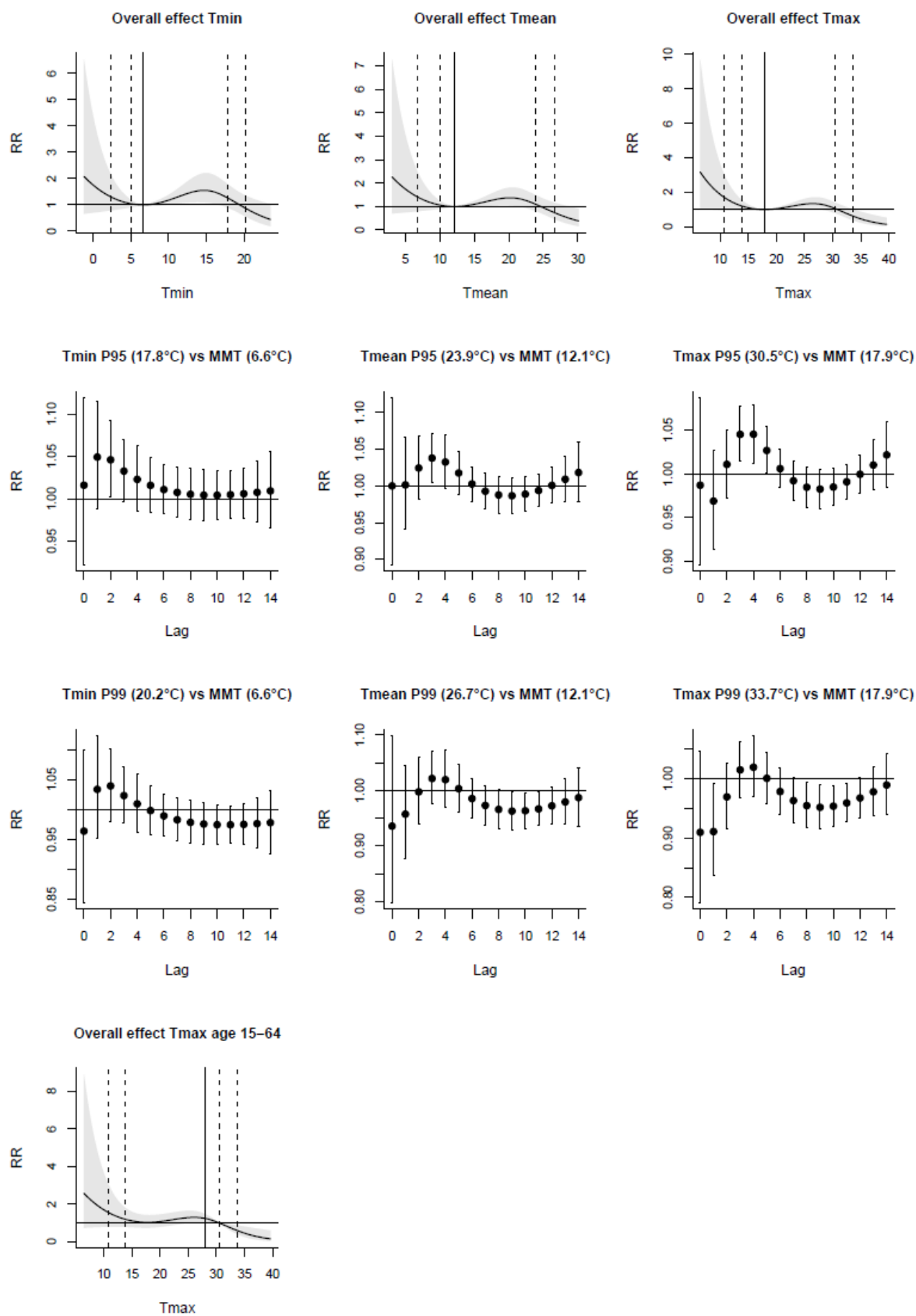
Figuur 38 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Psychische stoornissen als gevolg van een bekende fysiologische aandoening (F00-F09)



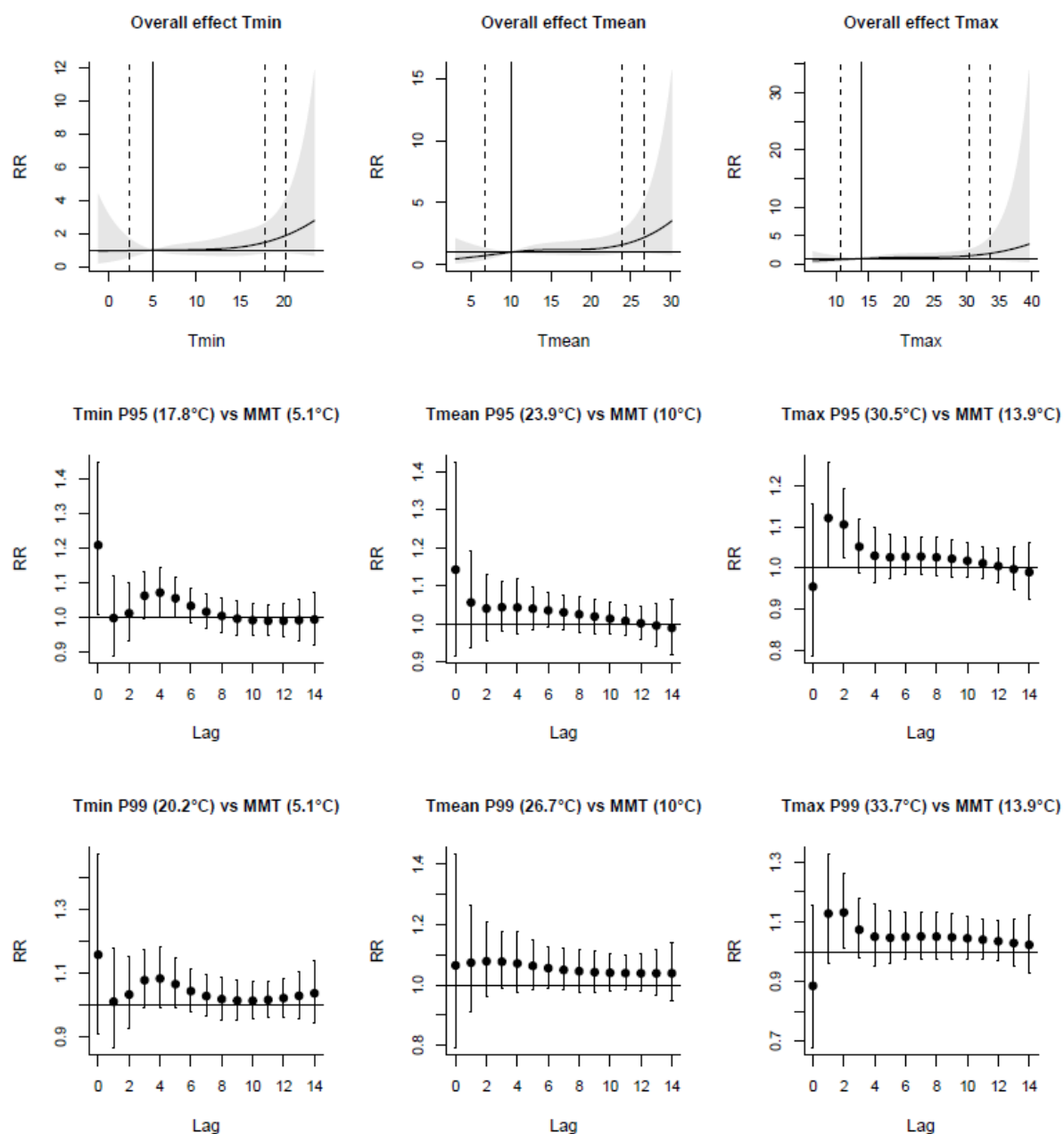
Figuur 39 Relatieve risico's voor spoedopnames voor dementie (F00-F03)



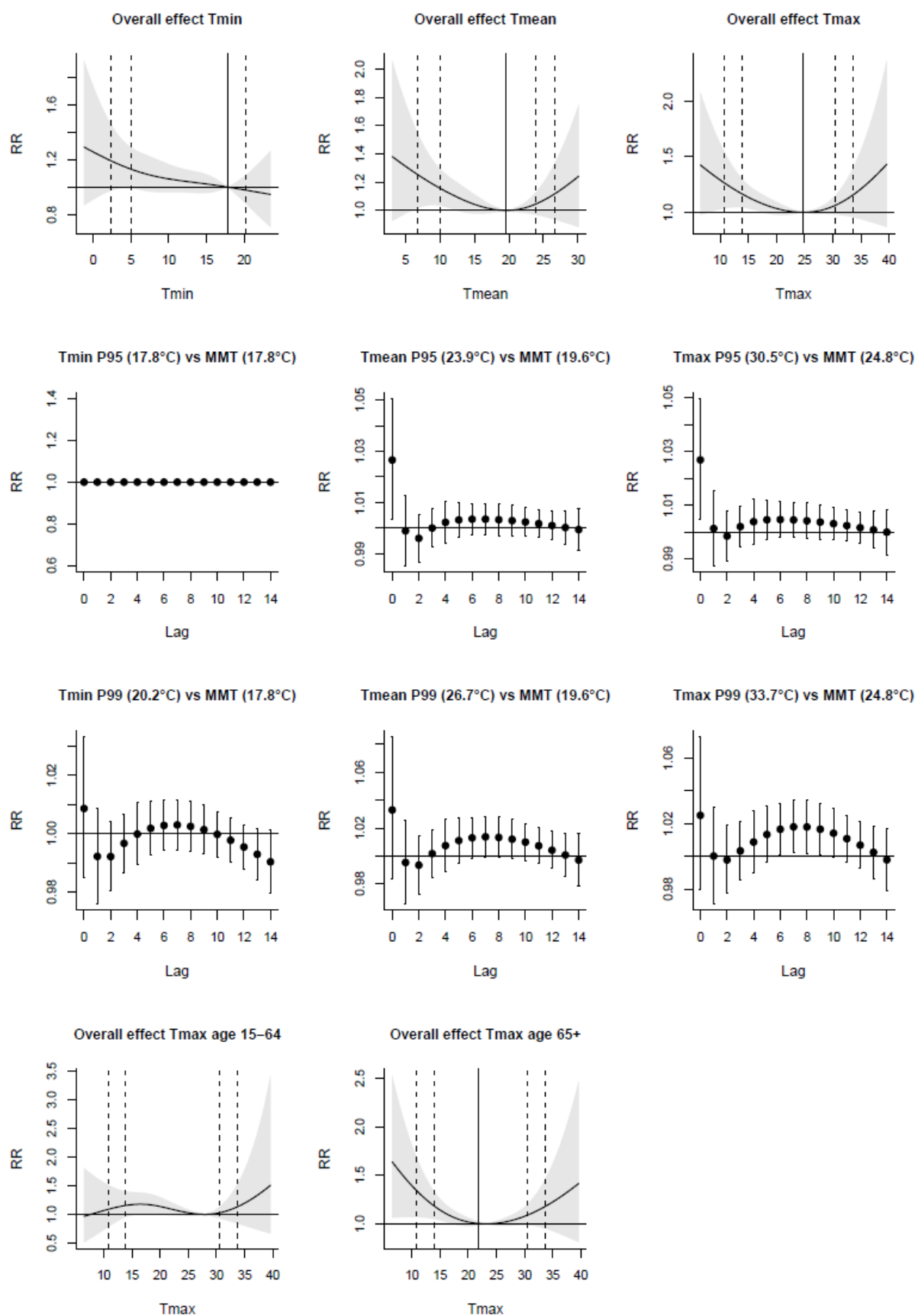
Figuur 40 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Psychische en gedragsstoornissen door gebruik van psychoactieve stoffen (F10-F19)



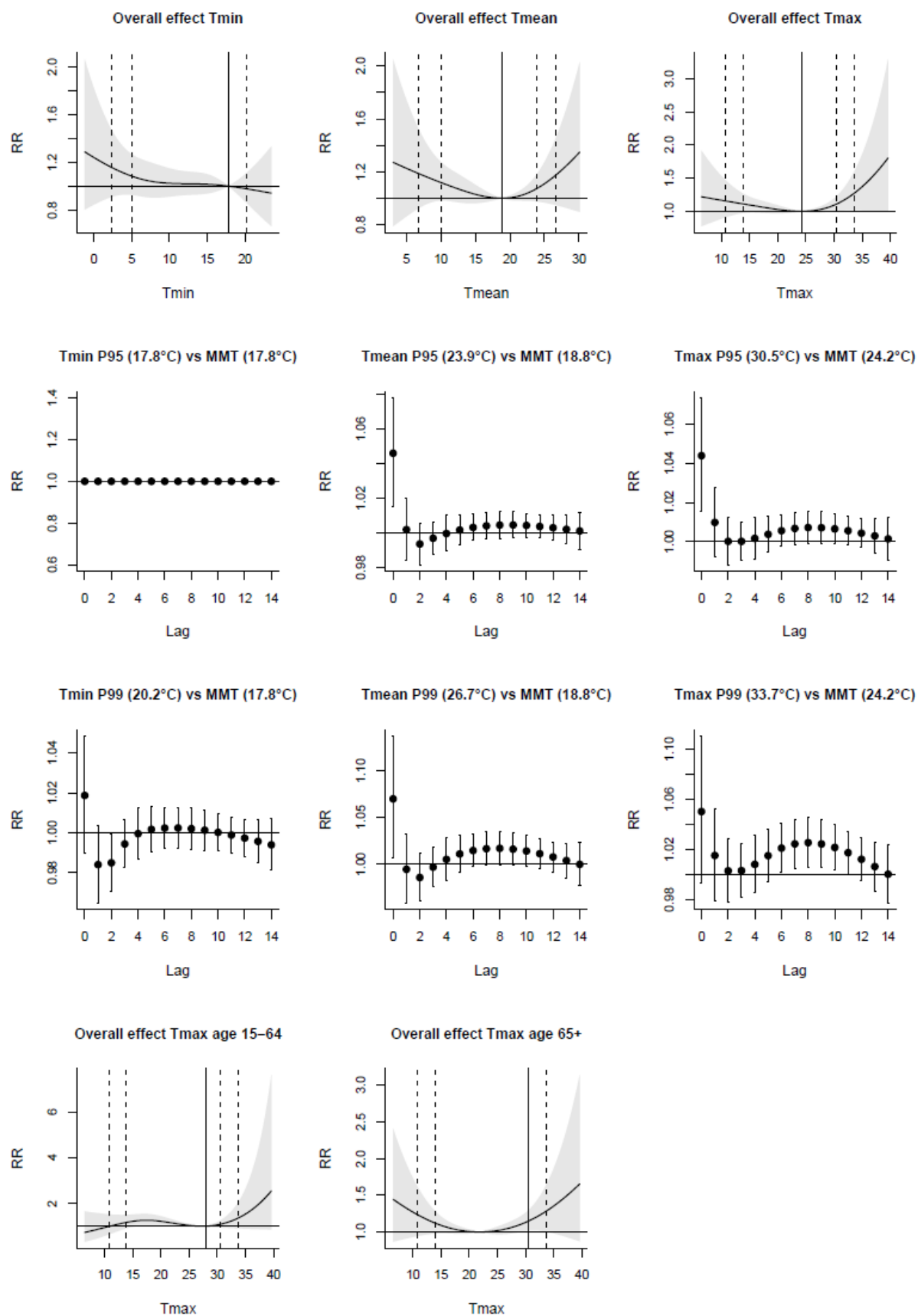
Figuur 41 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Angststoornissen, obsessief-compulsieve stoornissen, reacties op ernstige stress en aanpassingsstoornissen (F40-F49)



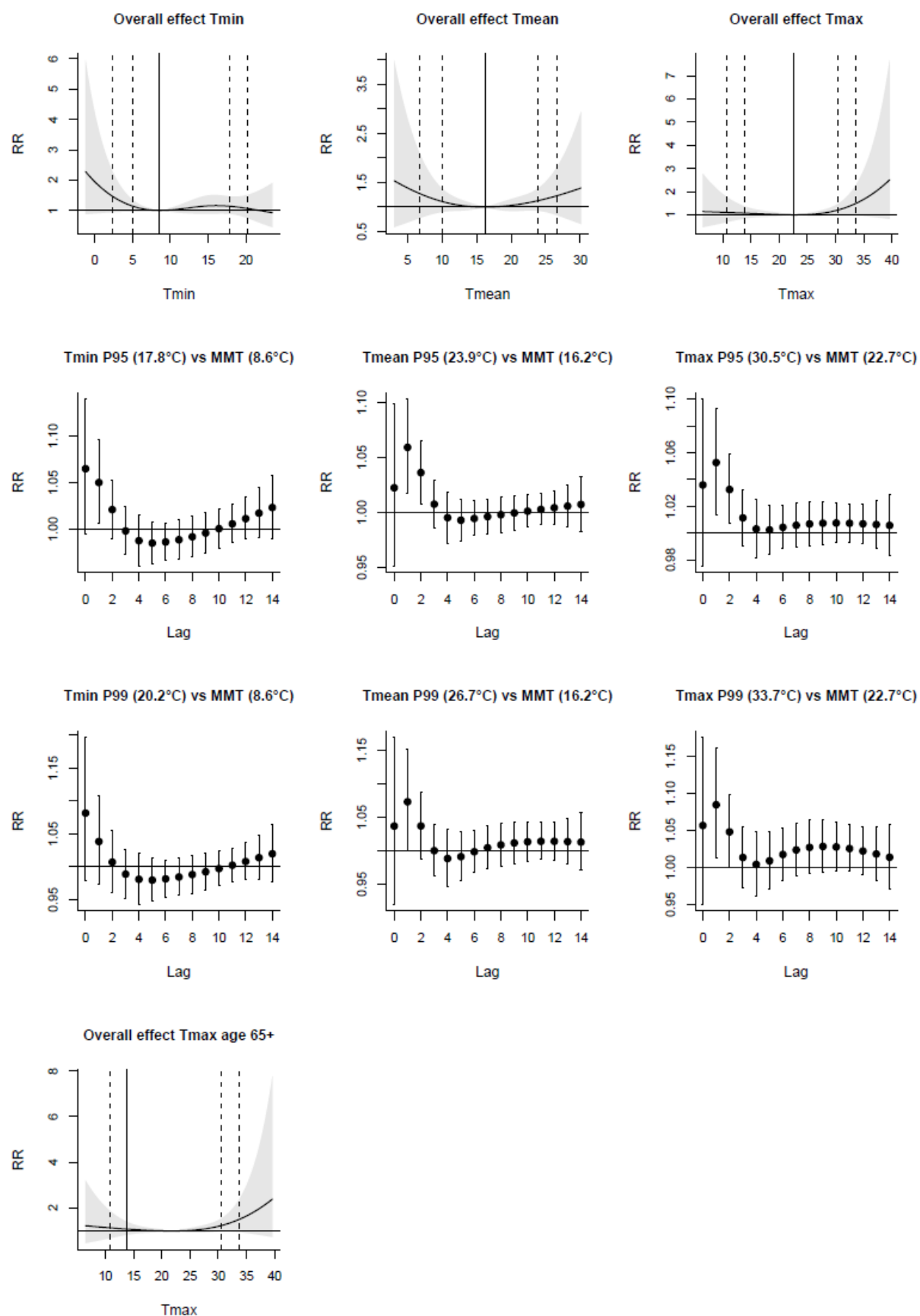
Figuur 42 Relatieve risico's voor spoedopnames voor cardiovasculaire aandoeningen (I00-I99)



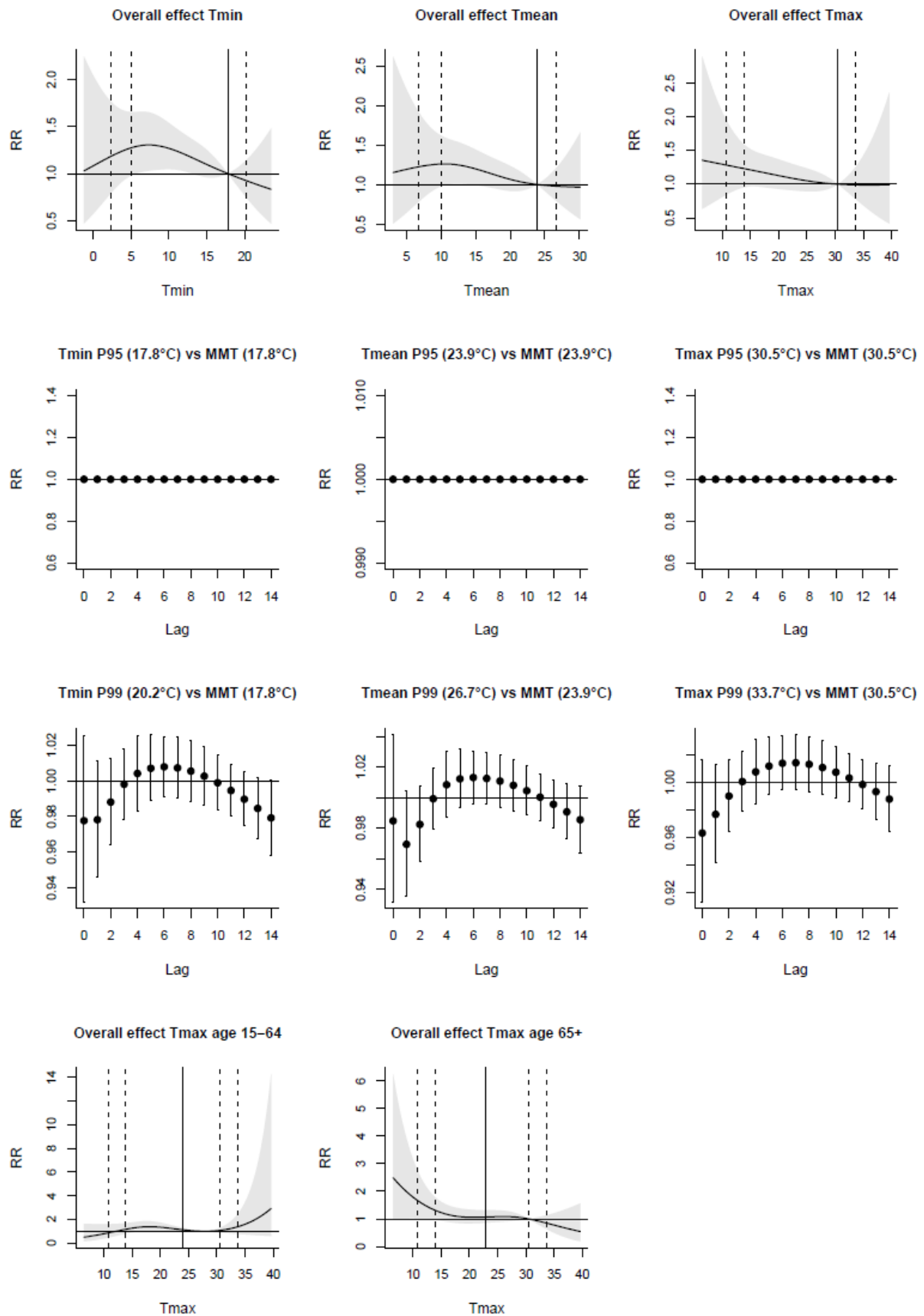
Figuur 43 Relatieve risico's voor speedopnames voor Hypertensie (I10-I16), Ischemische hartziekten (I20-I25), Cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69) & Hartfalen (I50)



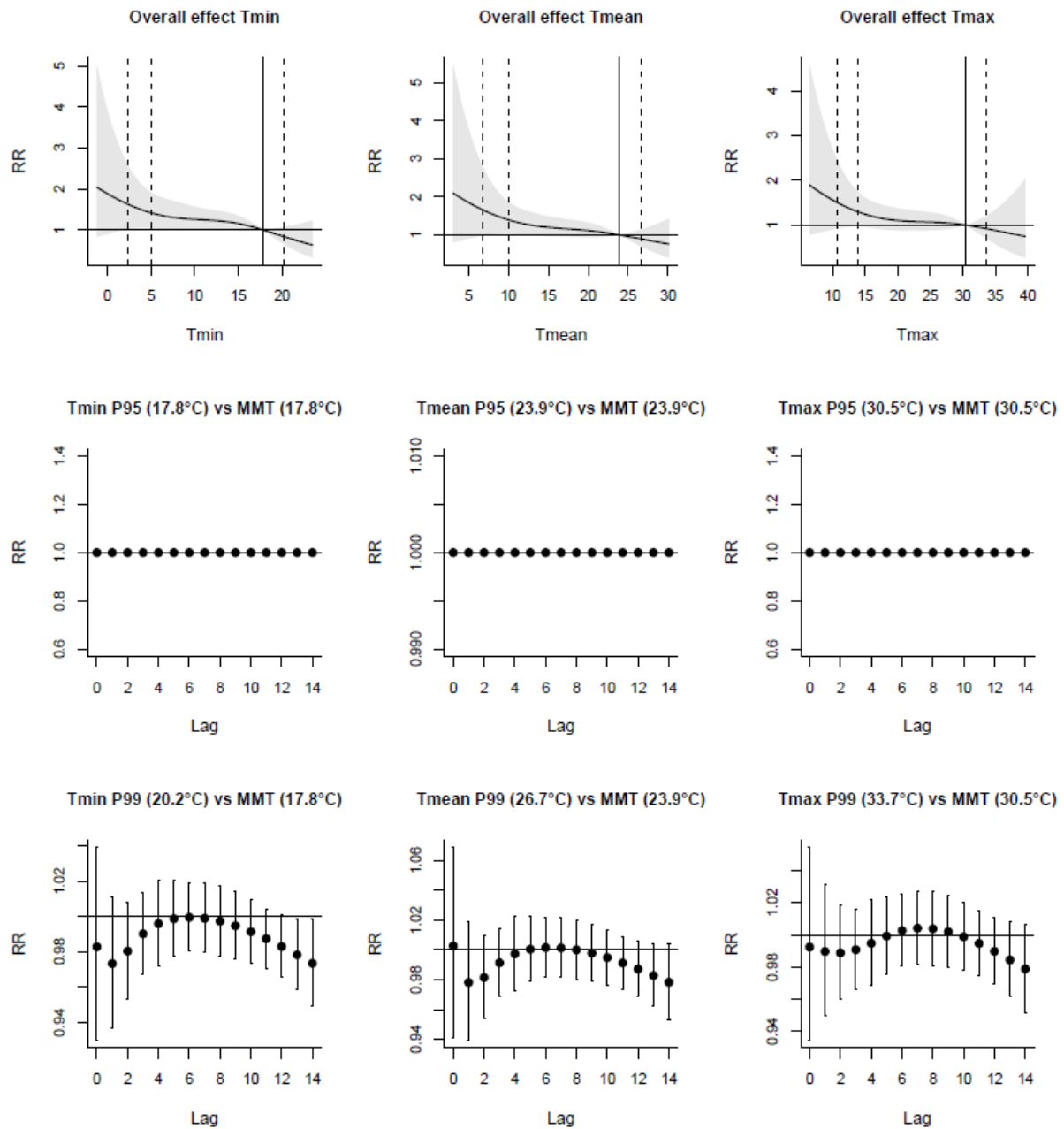
Figuur 44 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Hypertensie (I10-I16)



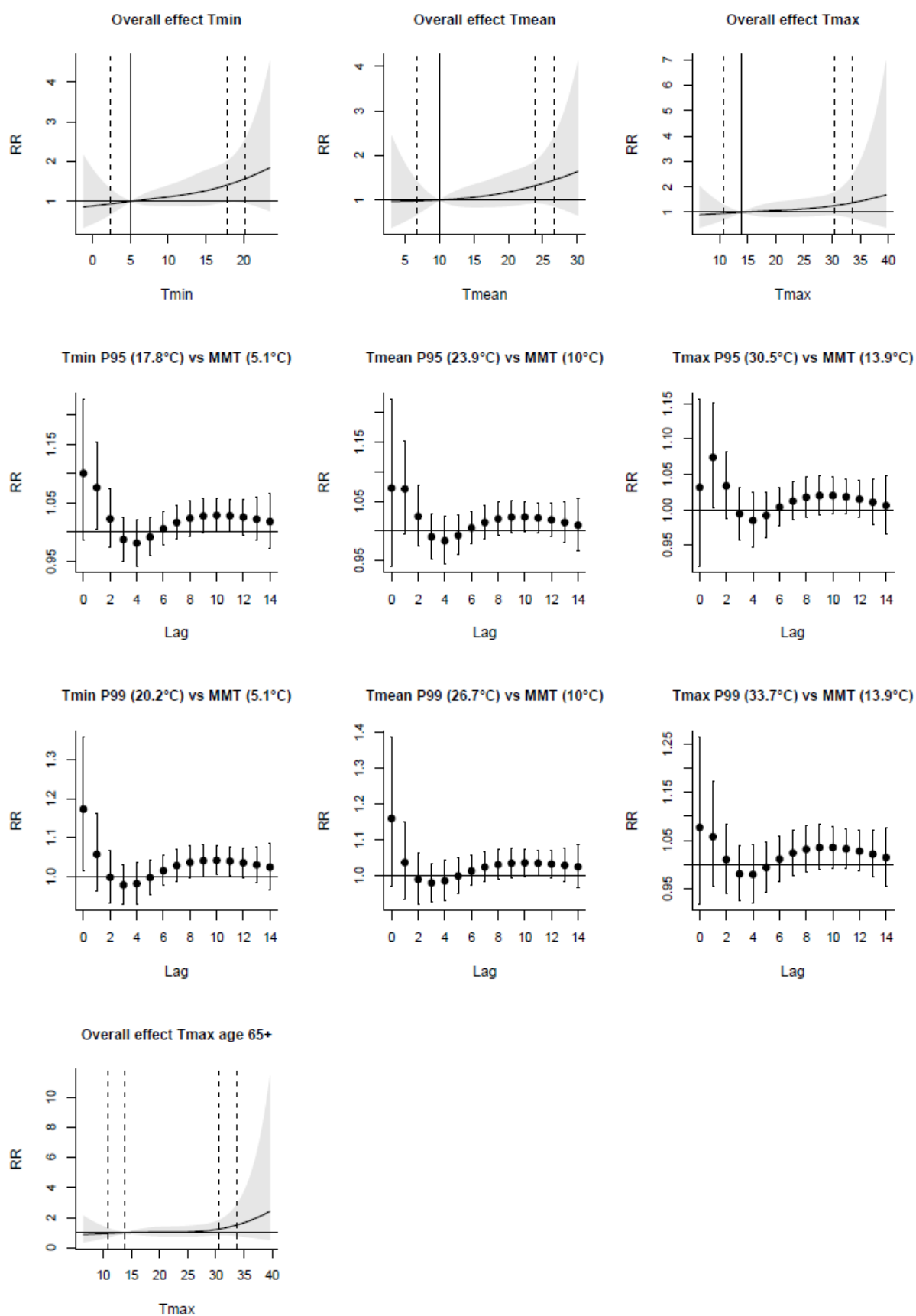
Figuur 45 Relatieve risico's voor spoedopnames voor ischemische hartziekten (I20-I25)



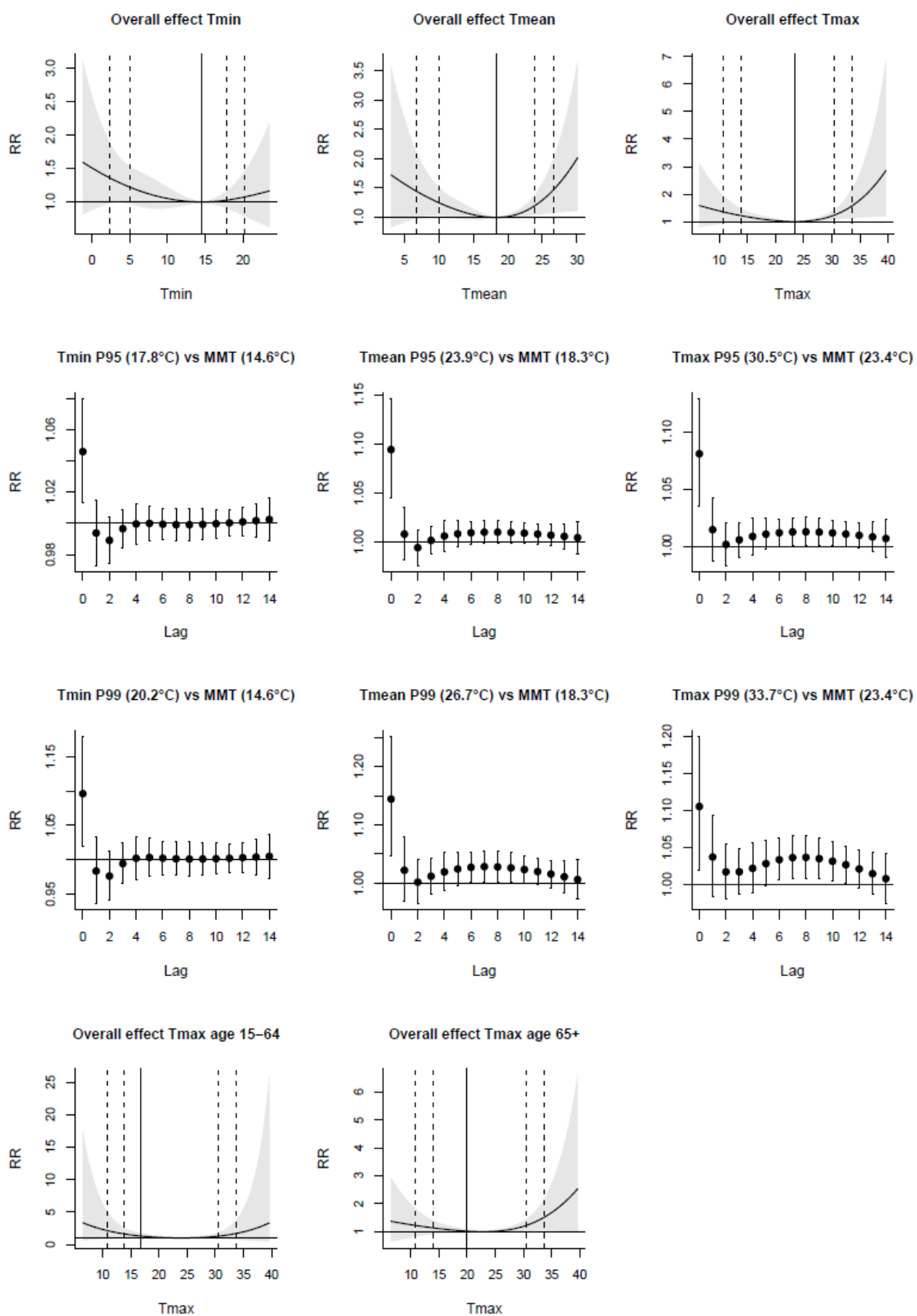
Figuur 46 Relatieve risico's voor spoedopnames voor myocardinfarct (I21-I23)



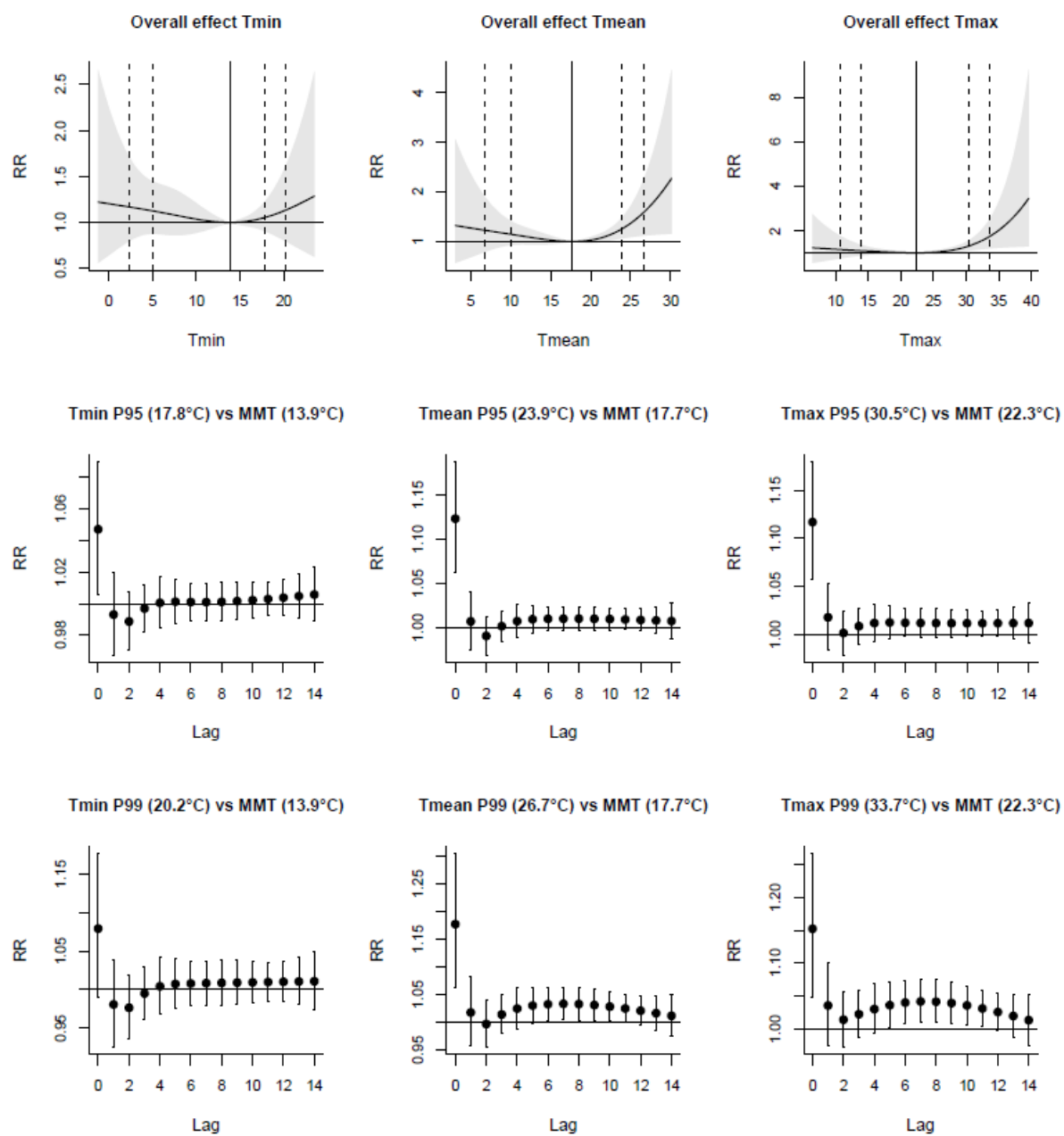
Figuur 47 Relatieve risico's voor spoedopnames voor hartfalen (I50)



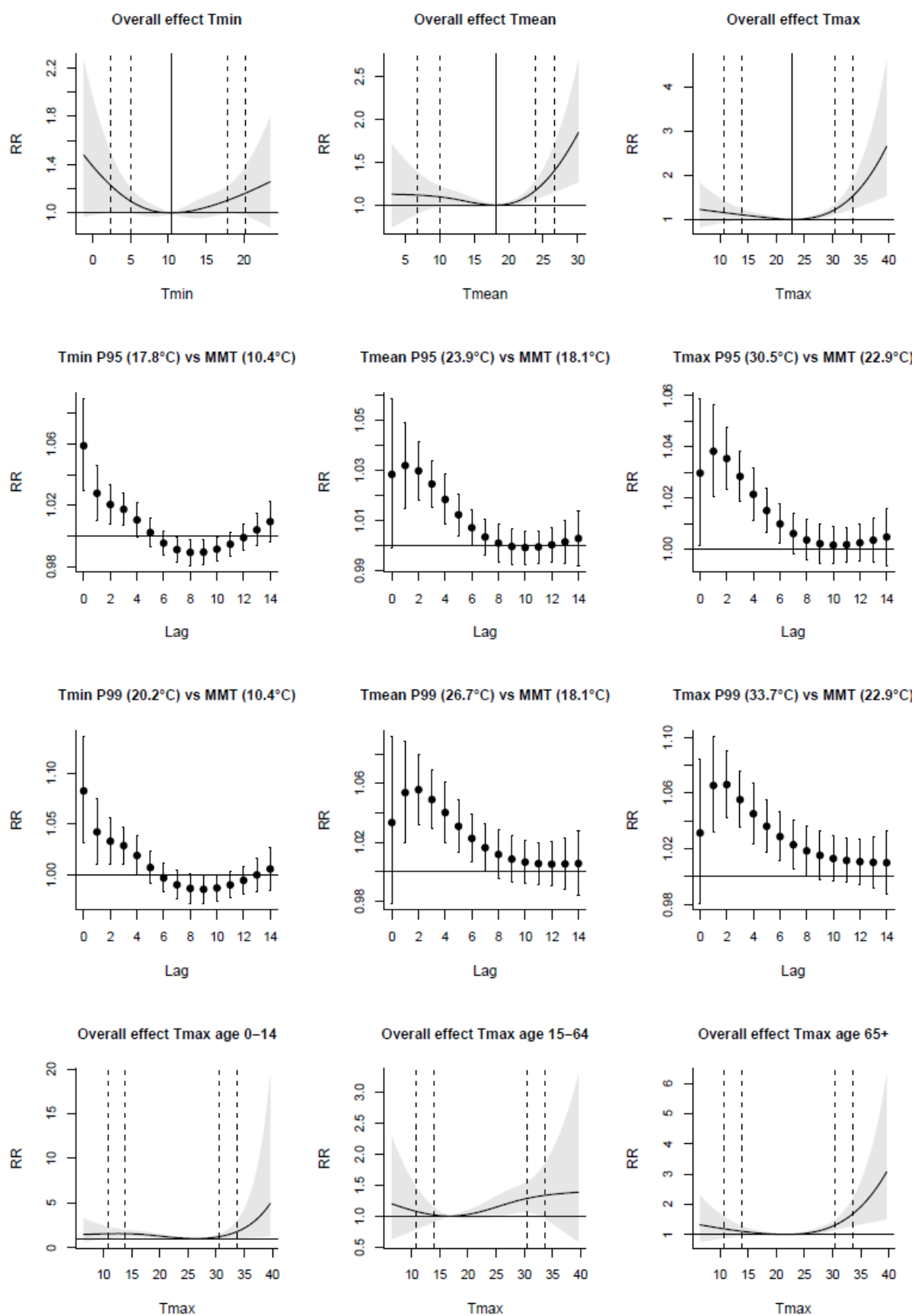
Figuur 48 Relatieve risico's voor spoedopnames voor cerebrovasculaire aandoeningen (I60-I69)



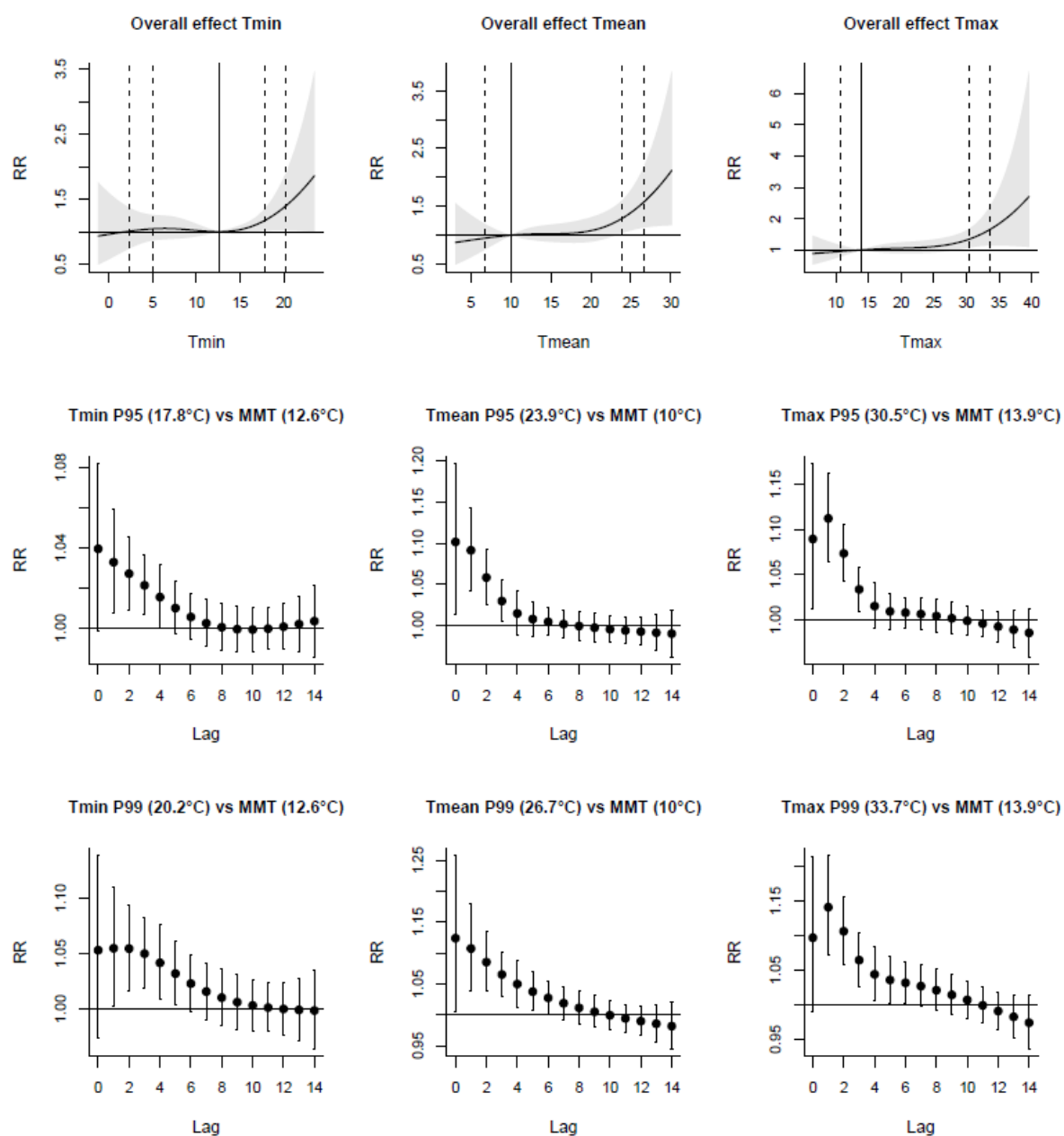
Figuur 49 Relatieve risico's voor spoedopnames voor cerebraal infarct (I63)



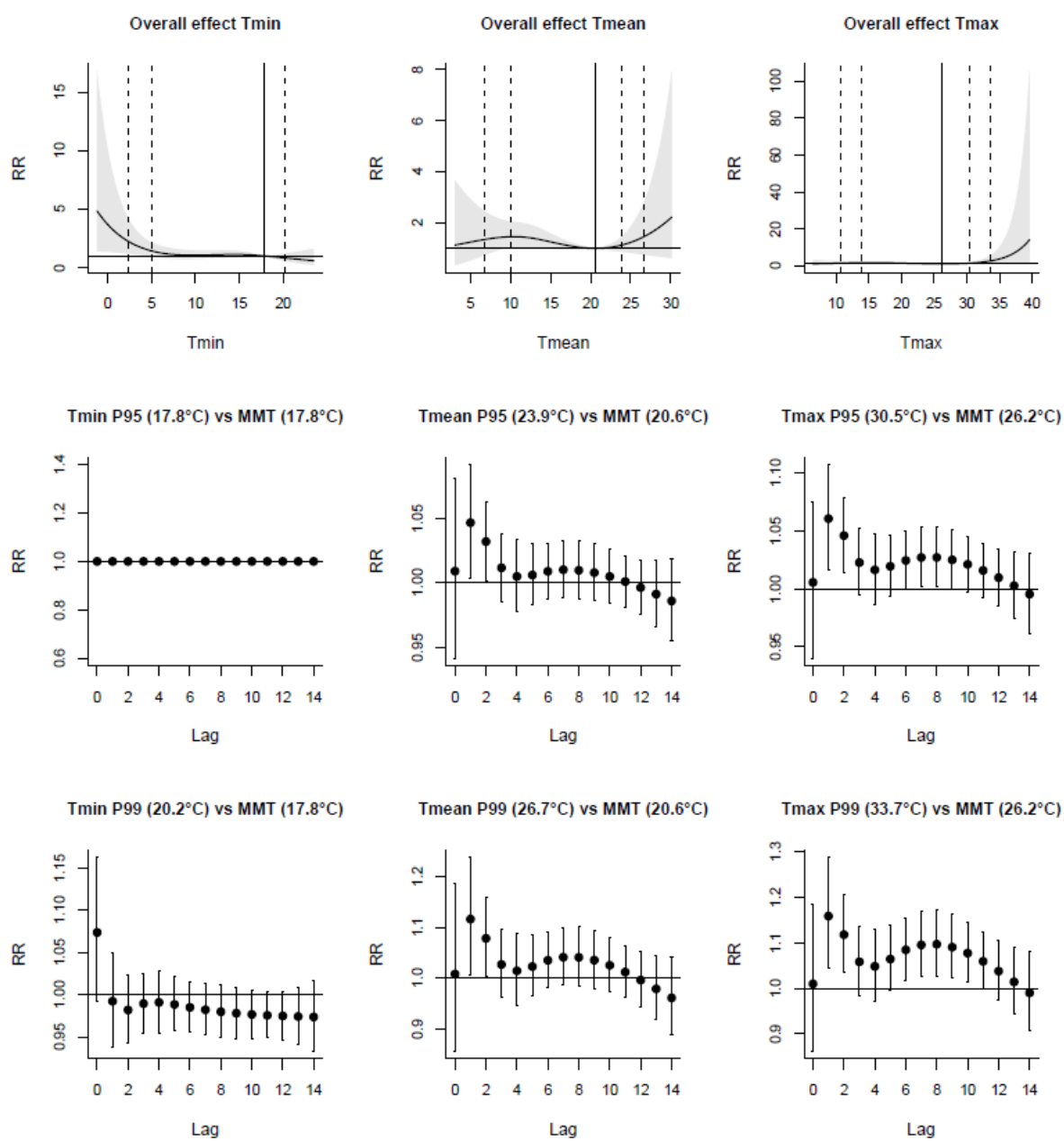
Figuur 50 Relatieve risico's voor spoedopnames voor respiratoire aandoeningen (J00-J99)



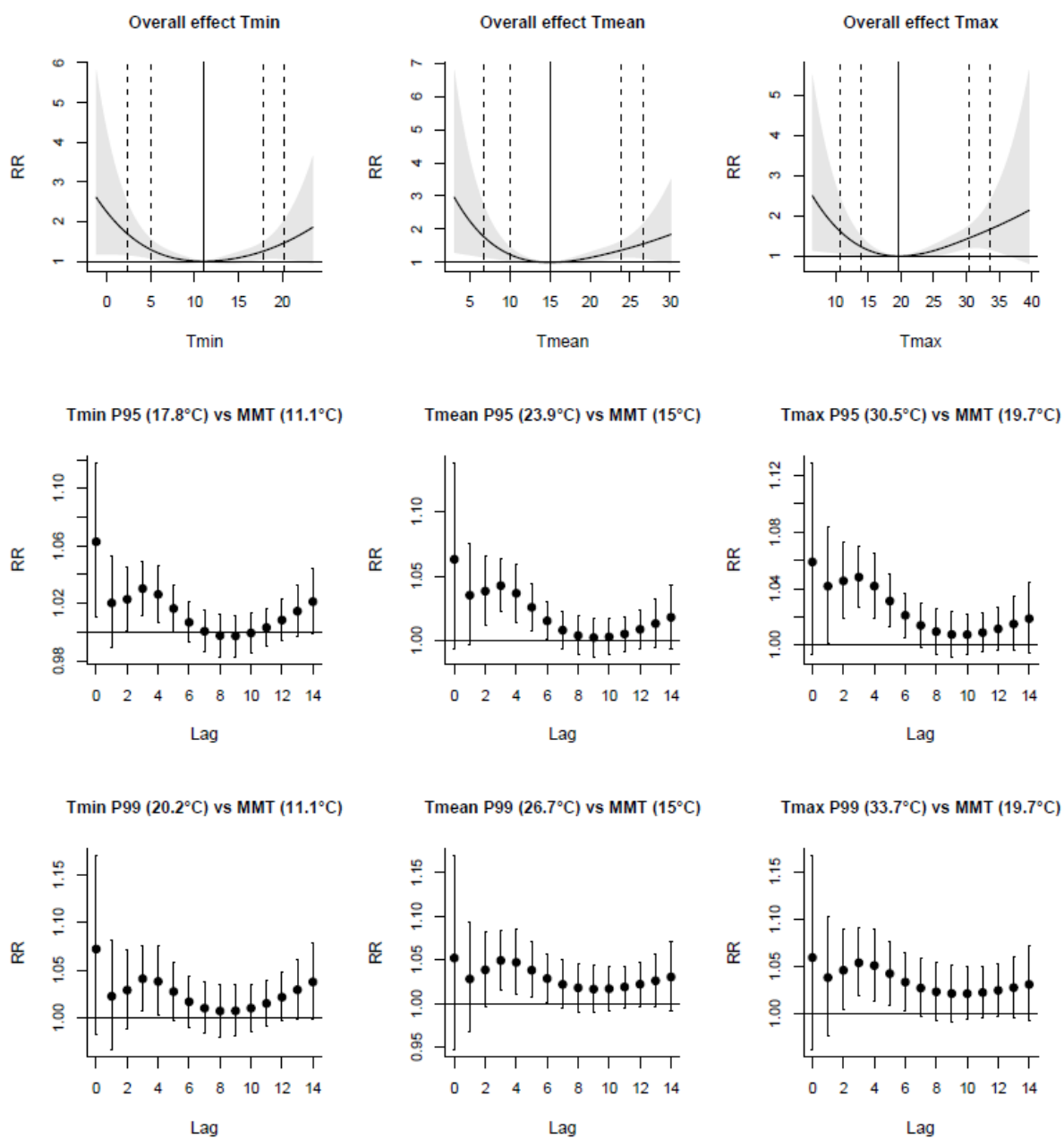
Figuur 51 Relatieve risico's voor speedopnames voor influenza en longontsteking (J09-J18)



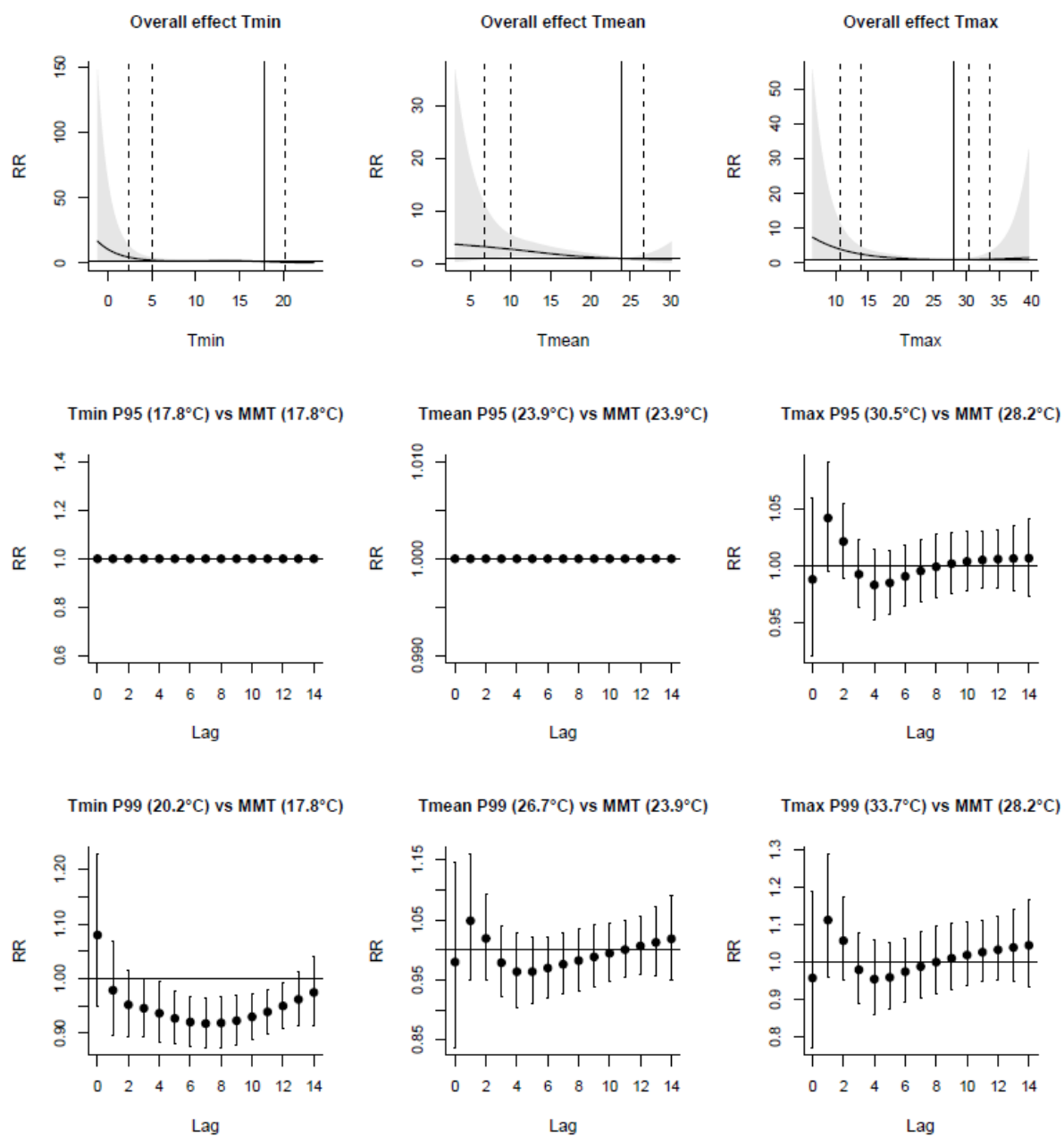
Figuur 52 Relatieve risico's voor spoedopnames voor acute bronchitis en bronchiolitis (J20-21)



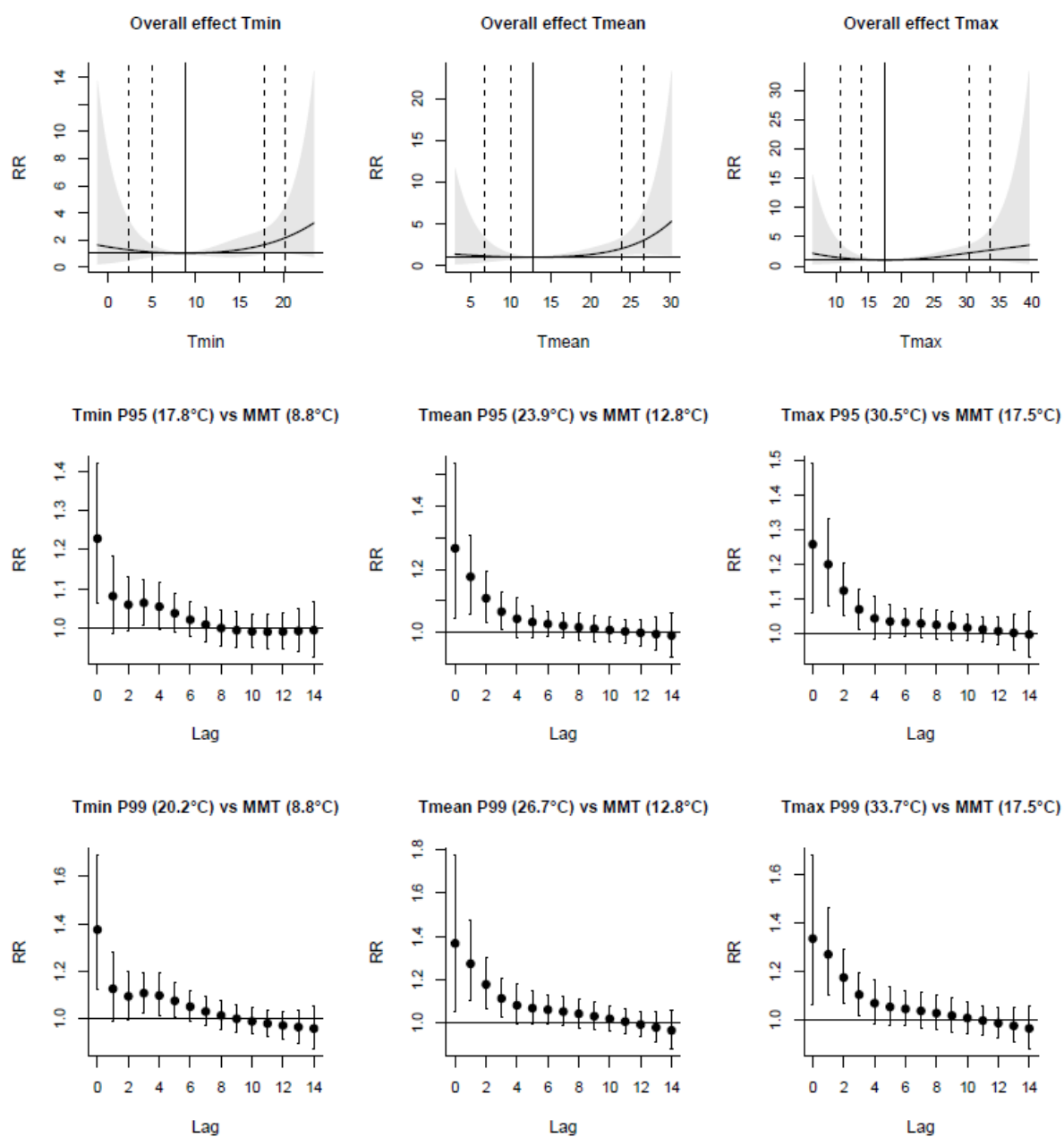
Figuur 53 Relatieve risico's voor spoedopnames voor COPD (J44)



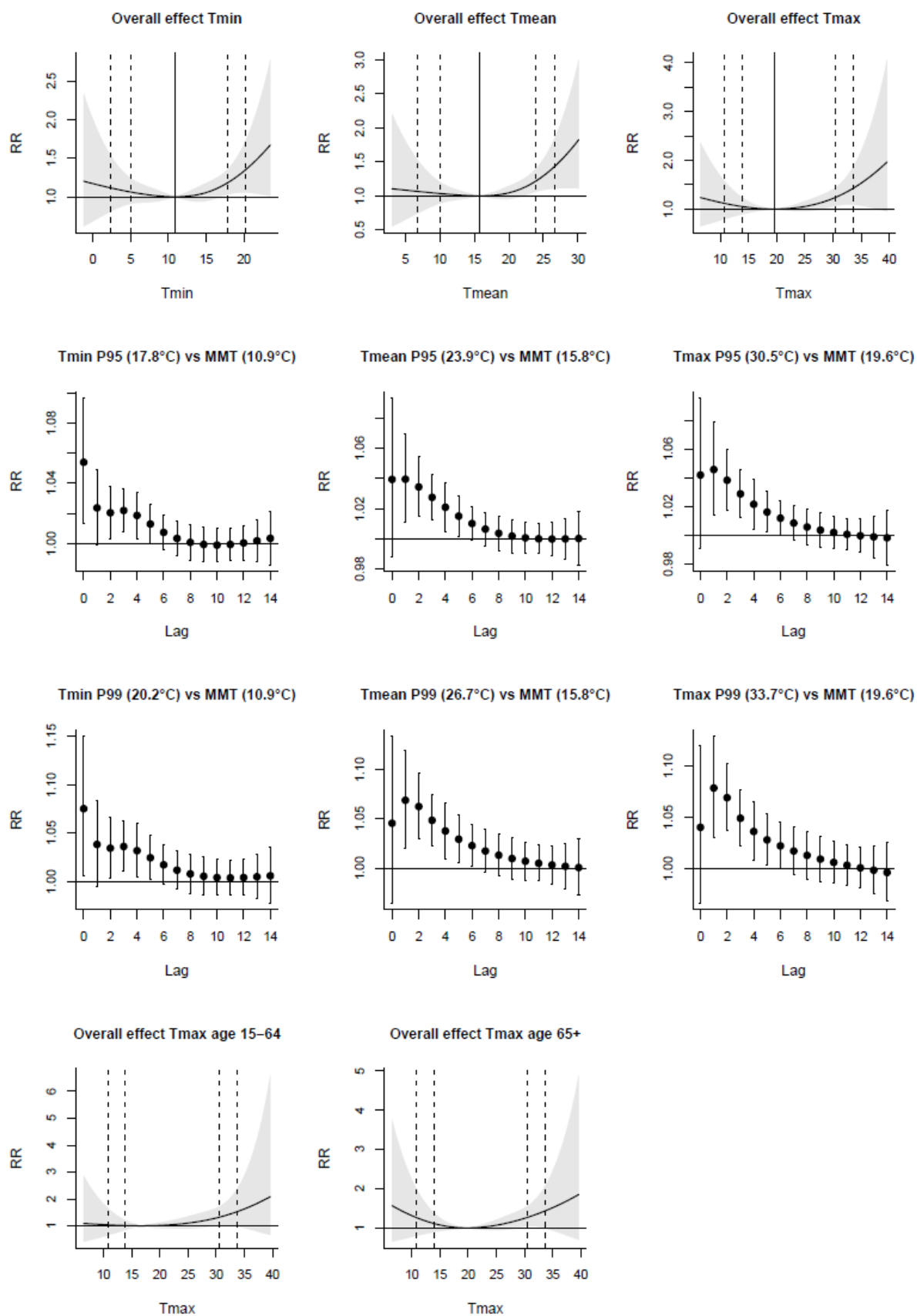
Figuur 54 Relatieve risico's voor spoedopnames voor astma (J45)



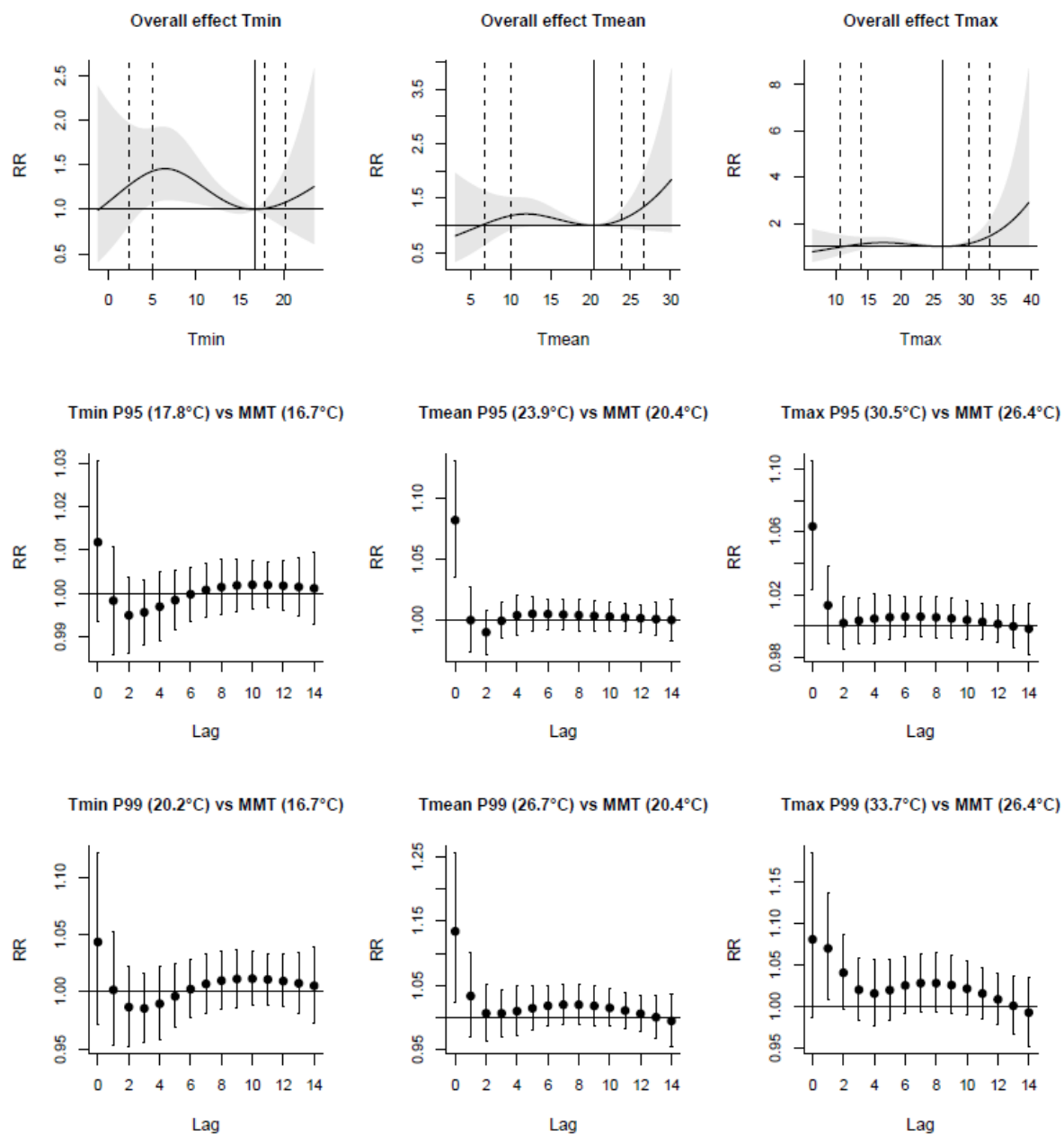
Figuur 55 Relatieve risico's voor speedopnames voor Acut nierfalen en chronische nieraandoeningen (N17-N19)



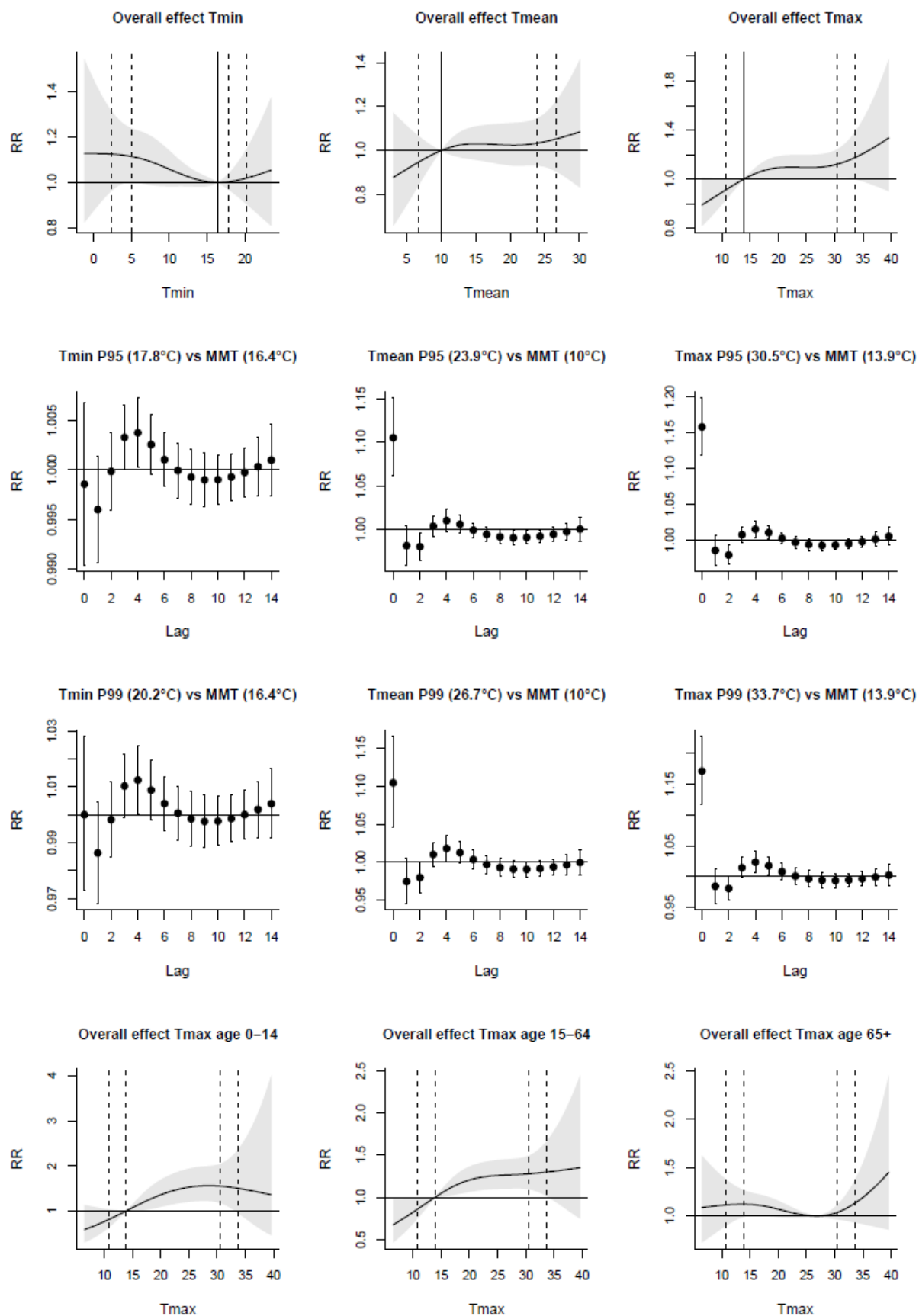
Figuur 56 Relatieve risico's voor speedopnames voor Acute urogenitale aandoeningen (N20-N23, N10, N30, N34, N15,1, N39,0, N41,0)



Figuur 57 Relatieve risico's voor spoedopnames voor Duizeligheid en draaierigheid (R42), Malaise en vermoeidheid (R53), Syncope (R55)



Figuur 58 Relatieve risico's voor speedopnames voor Letsels en bepaalde gevolgen van externe oorzaken (S, T); Morbiditeit en mortaliteit door externe oorzaken (V, W, X, Y)



Figuur 59 Relatieve risico's voor speedopnames voor ambulante contact met spoeddienst

