



RAMPEN MANAGEMENT



ACADEMIEJAAR 2020-2021

*Invloed van extreme weersomstandigheden bij de preventieve inzet
van de medische diensten op massamanifestaties*

STUDENT: Dhr Steven De Bruyn

PROMOTOR: Dhr Michel Van Geert

1. Abstract

Dit eindwerk onderzoekt de invloed van extreme weersomstandigheden op de preventieve inzet van de medische diensten op massamanifestaties. Adequate preventieve maatregelen kunnen ervoor zorgen dat er maar een beperkt aantal slachtoffers vallen als er zich toch een extreme weerssituatie voordoet.

Extreme weersomstandigheden zijn een zeer zeldzaam fenomeen, toch maken ze regelmatig slachtoffers. Je kan je als medische discipline best voorbereiden, maar dat kan je niet alleen. Ook de hulp van de organisator is onontbeerlijk.

Dit kwalitatief onderzoek kwam tot stand door een literatuurstudie. De wetenschappelijke literatuur biedt ons het voordeel een kijkje te nemen in de organisatie van massamanifestaties bij extreme weersomstandigheden. We overlopen de bestaande mogelijkheden, maar de literatuur kan ook nieuwe inzichten bieden waar wij nog niet aan hebben gedacht en die misschien wel haalbaar zijn.

De meeste massamanifestaties hebben een Patient Presentation Rate (het aantal slachtoffers per duizend aanwezige toeschouwers gedurende het hele evenement) van 0,5 tot 2 slachtoffers, hoewel een Patient Presentation Rate tot 90 slachtoffers ook gerapporteerd werd. Het grote verschil tussen het laagste en het hoogste aantal slachtoffers weerspiegelt de effecten van talloze factoren.

Er bestaan een aantal modellen die de Patient Presentation Rate en/of de grootte van de inzet van de eerste- en medische hulp proberen te voorspellen. Echter zijn al deze modellen weinig gevalideerd of universeel toepasbaar.

Voor dit onderzoek hebben we ons gebaseerd op extreme weersomstandigheden die lichamelijke ongemakken of schade kunnen toebrengen aan toeschouwers gedurende de aanwezigheid op een massamanifestatie. Temperatuur, ultraviolette straling en onweer zijn weerhouden.

De hitte index, waarbij temperatuur en vochtigheid in rekening gebracht worden, is de belangrijkste weersgebonden parameter die slachtoffers veroorzaakt. Hite gerelateerde aandoeningen en dehydratie horen bij de meest voorkomende oorzaken op massamanifestaties tijdens de zomerperiode. Ultraviolette straling is ook een belangrijke weersgebonden parameter. Op korte termijn kan de ultraviolette straling zonnebrand veroorzaken. Verkoeling door middel van bepaalde koeltechnieken, een rehydratie-eenheid, het aanreiken van orale rehydratievloeistoffen, waterverneveling en slimme smeerpalen zijn enkele oplossingen die kunnen aangeboden worden aan slachtoffers met hitte gerelateerde aandoeningen, dehydratie en zonnebrand, naast de reeds bestaande en gekende behandelingen. Preventieve maatregelen bij hitte en ultraviolette straling bestaat vooral uit sensibilisering van het publiek en voldoende tips om hitte gerelateerde aandoeningen, dehydratie en zonnebrand te vermijden.

Onweer is de laatste belangrijke weersgebonden parameter. Onweer bestaat uit bliksem, hevige neerslag (hagel) en wind die elk op zich en zeker gecombineerd, aanleiding kunnen zijn tot het optreden van slachtoffers. Het inzetten op een onweer actie plan kan het aantal slachtoffers beperken. Bliksemafleiders kunnen worden ingezet om grote delen van het evenementterrein te beveiligen. De preventieve maatregelen tegen onweer zijn vooral een uitdaging voor de organisatie van een massamanifestatie.

2. Dankwoord

Graag richt ik een kort dankwoordje aan dhr Erik Genbrugge, Expert Incident & Crisismanagement bij de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen & Leefmilieu voor een interessante uitleg over de PRIMA risicoanalyse tool.

Verder dank ik uitgebreid mijn promotor dhr Michel Van Geert, attaché Rampenmanagement bij de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen & Leefmilieu voor het kritisch nalezen en begeleiden van dit eindwerk.

3. Sleutelwoorden

Massamanifestatie

Medische discipline

Extreme weersomstandigheden

4. Inhoudstafel

1.	Abstract	2
2.	Dankwoord	3
3.	Sleutelwoorden	4
4.	Inhoudstafel	5
5.	Probleemstelling en onderzoeksvraag	7
5.1.	Probleemstelling	7
5.2.	Onderzoeksvragen	8
6.	Methodologie en verantwoording	9
6.1.	Methodologie	9
6.2.	Verantwoording	10
7.	Literatuurstudie	11
7.1.	Massamanifestatie	11
7.1.1.	Definitie Patient Presentation Rate	11
7.1.2.	Definitie massamanifestatie	11
7.2.	Risicoanalysemodellen met betrekking tot weersomstandigheden	12
7.2.1.	Arbon model	12
7.2.2.	Hartman model	13
7.2.3.	Baird model	15
7.2.4.	Zeitz model	16
7.2.5.	Milsten model	16
7.2.6.	Kman model	18
7.2.7.	Plan Risico Manifestaties (PRIMA)	19
7.2.8.	Risicoanalyse Graham en Kinney	20
7.2.9.	Opmerking	23
7.3.	Extreme weersomstandigheden	24
7.3.1.	Bepalen extreme weersomstandigheden	24
7.3.2.	Temperatuur	24
7.3.2.1.	Definitie	24
7.3.2.2.	Massamanifestaties & temperatuur	28
7.3.2.3.	Pathofysiologie	32
7.3.2.4.	Eerste & medische hulp	36
7.3.2.5.	Preventieve maatregelen bij massamanifestaties	43
7.3.3.	Ultraviolette straling	46
7.3.3.1.	Definitie	46
7.3.3.2.	Massamanifestaties & ultraviolette straling	48

7.3.3.3.	Pathofysiologie	48
7.3.3.4.	Eerste & medische hulp.....	49
7.3.3.5.	Preventieve maatregelen bij massamanifestaties	50
7.3.4.	Onweer	53
7.3.4.1.	Definitie.....	53
7.3.4.2.	Massamanifestaties & onweer.....	57
7.3.4.3.	Pathofysiologie	59
7.3.4.4.	Eerste & medische hulp.....	60
7.3.4.5.	Preventieve maatregelen bij massamanifestaties	61
8.	Discussie.....	67
9.	Conclusie	74
10.	Beperkingen en suggesties	75
10.1.	Beperkingen.....	75
10.2.	Suggesties.....	75
11.	Beleidsadvies.....	76
12.	Lijsten.....	77
12.1.	Figuren.....	77
12.2.	Tabellen	78
12.3.	Literatuur	78

5. Probleemstelling en onderzoeksvraag

5.1. Probleemstelling

In 2011 gaat het ernstig mis tijdens Pukkelpop (B). Rond 18u15 barst een onweer los. Door windstoten en hagelbuien storten meerdere festivaltenten in en waaien bomen om. Vijf mensen komen om het leven en een 140 mensen raken gewond, van wie 10-tal ernstig. (https://nl.wikipedia.org/wiki/Noodweer_tijdens_Pukkelpop_2011)

Pinkpop (NL) wordt in 2014 getroffen door een regenbui van het extreme kaliber dat volgens het KNMI maar eens per jaar voorkomt. In een kwartier tijd zijn er 1600 bliksemontladingen boven het festivalterrein. De festivalgangers worden opgeroepen om niet in tenten of bij bomen te schuilen, maar gehurkt op grond te gaan zitten. Er vallen geen gewonden. (https://nl.wikipedia.org/wiki/Pinkpop_2014)

Eind 2019 becijferde Rode Kruis-Vlaanderen dat per 1 graad Celsius temperatuurstijging er zich 93 extra slachtoffers aanboden aan een hulppost per festivaldag op muziekfestivals. (<https://www.rodekruis.be/nieuws-kalender/nieuws/klimateopwarming-heeft-gevolgen-voor-onze-werking-/>)

Extreme weersomstandigheden zijn een zeer zeldzaam fenomeen. Toch maken deze extreme weersomstandigheden regelmatig slachtoffers. Naargelang het weertype kan het aantal slachtoffers stevig oplopen of kan de aard van de verwonding ernstiger zijn.

Maar kan je je als medische discipline ook voorbereiden op extreme situaties? Het weer laat zich immers niet van maanden op voorhand voorspellen. Dus moet er steeds kort op de bal gespeeld worden. Hoe kan je als medische discipline voorbereidingen treffen, zodat je maar een miniem aantal slachtoffers hebt als er toch een extreme weerssituatie zich voordoet. Maar ook aan de rol van de organisator moet gedacht worden. Om adequate preventieve maatregelen te kunnen nemen, is de hulp van de organisator onontbeerlijk.

Door de extreme weersomstandigheden en de gevolgen hiervan op de gezondheid in kaart te brengen, kunnen we ons beter voorbereiden.

Naargelang het extreme weertype kan een bepaald actieplan opgesteld worden.

Men weet slechts enkele dagen vooraf welke extreme weersomstandigheden zich kunnen voordoen. Dit kan voldoende zijn om het juiste actieplan te selecteren en te ontplooiën.

Adequate preventieve maatregelen kunnen ervoor zorgen dat er maar een beperkt aantal slachtoffers vallen als er zich toch een extreme weerssituatie voordoet.

5.2. Onderzoeksvragen

Welke invloed hebben extreme weersomstandigheden op de preventieve inzet van de medische diensten op massamanifestaties?

We kunnen deze vraag opsplitsen in enkele deelvragen:

1. Wat is de definitie van extreme weersomstandigheden?
2. Welke extreme weersomstandigheden kunnen invloed hebben op massamanifestaties?
3. Wat is de invloed van dergelijke weersomstandigheden op de fysieke gezondheid?
4. Hoe kunnen de medische diensten zich voorbereiden op extreme weersomstandigheden?
5. Welke middelen zijn er ter beschikking ter voorbereiding op extreme weersomstandigheden?

6. Methodologie en verantwoording

6.1. Methodologie

Dit kwalitatief onderzoek kwam tot stand door een literatuurstudie van het betreffende onderwerp. De populaire zoekmotoren PubMed en Science Direct werden gebruikt om de geschikte wetenschappelijke artikelen te bekomen.

De zoektermen zijn, al dan niet gecombineerd:

- Mass gathering
- Extreme weather
- Weather
- Heat related illness
- First aid
- Patient Presentation Rate
- Sun
- Lightning
- Thunderstorm
- Urban heat island

Op basis van de zoektermen zijn er 62 wetenschappelijke artikels weerhouden. Na het lezen van alle 62 artikels zijn er uiteindelijk 38 artikels bruikbaar voor verdere verwerking in het eindwerk. De uitgesloten artikels bevatten amper tot geen relevante info, handelen over hetzelfde onderzoek of zijn te specifiek aan een bepaalde locatie verbonden.

Daarnaast zijn nog allerlei losse teksten geraadpleegd die gevonden werden via de populaire zoekmotor Google. Die losse teksten houden onder andere in:

- Terminologie over het weer
- Uitleg over bepaalde risicoanalysemodellen
- Eerste hulp tips
- Lessons learned van historische incidenten met betrekking tot extreme weersomstandigheden
- ...

De bron van de losse teksten wordt ook telkens genoteerd.

Alle info uit de wetenschappelijke artikelen en de losse teksten werd verwerkt en gestructureerd neergeschreven:

- Definitie massamanifestaties
- Enkele risicoanalysemodellen
- Extreme weersomstandigheden op massamanifestaties (telkens voor volgende weerfenomeen word onderstaande structuur weergegeven: temperatuur, ultraviolette straling en onweer)
 - Definitie
 - Massamanifestatie en het weerfenomeen
 - Pathofysiologie
 - Eerste en medische hulp
 - Preventieve maatregelen
- Discussie

- Conclusie

Vervolgens worden enkele beperkingen weergegeven en suggesties om die beperkingen aan te pakken.

Uiteindelijk komen we tot een kort beleidsadvies voor toekomstige massamanifestaties.

6.2. Verantwoording

Via literatuurstudie komen we te weten wat andere organisaties reeds gedaan hebben om extreme weersomstandigheden aan te pakken op massamanifestaties. Zo komen we tot een ruim overzicht van reeds bestaande mogelijke handelingen om de gevolgen van extreem weer aan te pakken, maar bekijken we ook nieuwe mogelijke handelingen die misschien wel nog niet zijn toegepast in België.

De wetenschappelijke literatuur biedt ons het voordeel een kijkje te nemen in de organisatie van massamanifestaties buiten België. Het kan nieuwe inzichten bieden waar wij nog niet aan hebben gedacht maar misschien wel haalbaar zijn.

7. Literatuurstudie

7.1. Massamanifestatie

7.1.1. Definitie Patient Presentation Rate

In dit onderzoekswerk wordt regelmatig geschreven over de Patient Presentation Rate.

De Patient Presentation Rate staat voor het aantal slachtoffers die zich aanbieden aan de eerstehulp- of medische post per duizend aanwezige toeschouwers en dit gedurende het hele evenement.

7.1.2. Definitie massamanifestatie

Er bestaan verschillende definities voor een massamanifestatie. Sommige bronnen spreken van een massamanifestatie waarbij het aantal deelnemers groter is dan 1.000 individuen, anderen bronnen vereisen minimum 25.000 deelnemers om te voldoen aan de voorwaarden voor een massamanifestatie.^{1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14}

Ongeacht het specifieke aantal deelnemers, biedt een massamanifestatie een groot aantal aanwezigen op een bepaalde plaats gedurende een eindige tijd. Massamanifestaties kunnen gepland of ongepland zijn en kunnen sporadisch of herhaaldelijk voorkomen.¹

De World Health Organization (WHO) definieert een massamanifestatie als een gepland of spontaan evenement waar het aantal aanwezigen voldoende hoog is om het huidige gezondheidssysteem onder druk te zetten.^{3, 4}

Er zijn 2 types massamanifestaties:

- Traditionele: zoals (religieuze) festivallen, sportevenementen, muziekconcerten, beurzen, optochten...
- Niet-traditionele: zoals metrosystemen, grote winkelcentra, luchthavens, cruiseschepen, protestacties, vluchtelingenkampen...³

Massamanifestaties bieden grote uitdagingen zoals crowd management, veiligheid en paraatheid van de hulpdiensten. Stormlopen en trauma ten gevolge van deze stormlopen, voornamelijk onder invloed van inadequaat crowd management, kunnen voorkomen. Massamanifestaties in open lucht kunnen onder andere zonnebrand, dehydratie en uitputting door de hitte veroorzaken. Ernstige acute cardiovasculaire ziekten kunnen optreden secundair aan een extreme hitte. Andere gezondheidsrisico's ontstaan door een gebrek aan voedselhygiëne, inadequate afvalverwerkingen en slechte (lichamelijke) hygiëne. Ook terrorisme kan slachtoffers teweeg brengen. Niet infectieuze ziekten veroorzaken meer mortaliteit en morbiditeit dan infectieuze ziekten.^{1, 2} Hartstilstand komt zelden voor op massamanifestaties, rapporten tonen een incidentie van 0,5 tot 1 per 500.000 bezoekers. Vroege reanimatie en defibrillatie is belangrijk en verbeterd de overleving. De aanwezigheid van defibrillatoren op massamanifestaties is sterk aangeraden.³

Respiratoire aandoeningen, kleine verwondingen, hitte gerelateerde aandoeningen en minieme aandoeningen (bvb hoofdpijn, blaren en zonnebrand) komen voor bij 80% van de slachtoffers.^{5, 6, 9}

De meeste massamanifestaties hebben een Patient Presentation Rate van 0,5 tot 2 slachtoffers per 1.000 toeschouwers, afhankelijk van de invloed van het weer, type evenement en enkele andere factoren.⁹ Hoewel een Patient Presentation Rate van 90 slachtoffers ook gerapporteerd werd.⁶ Het grote verschil tussen het laagste en het hoogste aantal slachtoffers weerspiegelt waarschijnlijk de effecten van het soort evenement, het weer en andere factoren, alsook variaties in de verzameling en rapportage van de gegevens.⁴³

Andere factoren die invloed hebben op de Patient Presentation Rate zijn onder andere: beschikbaarheid van alcohol en drugs, stemming, leeftijd, duur van het evenement, tijdstip van het evenement, staand of zittend, aanwezigheid van vuurwerk/fakkels/vreugdevuren, fysieke beplanting (bomen/struiken), lokale landschapskarakteristieken, binnenshuis/buitenshuis, toegangswegen...¹²

Sommige van de grootste massamanifestatie zijn van religieuze aard. De Hajj bijvoorbeeld is de oudste en de grootste jaarlijks terugkerende massamanifestatie ter wereld.^{1, 2}

7.2. Risicoanalysemodellen met betrekking tot weersomstandigheden

Wanneer we er de literatuur op naslaan, bestaan er verschillende modellen om een inschatting te maken over de Patient Presentation Rate van een toekomstig evenement. Echter zijn al deze modellen niet of amper gevalideerd. Sommige modellen houden slechts rekening met één variabele, andere modellen trachten verschillende variabelen te verwerken om tot een goede risico-inschatting te komen voor de Patient Presentation Rate. De verschillende modellen vergelijken met één vast rekenvoorbeeld is hierdoor niet mogelijk. Er is dus noodzaak aan een eenduidig allesomvattend model waardoor benchmarking en validatie mogelijk wordt.

7.2.1. Arbon model

Arbon et al (2001) ontwikkelde via regressie analyse een statistisch model om een geschat aantal slachtoffers te bepalen voor een bepaalde massamanifestatie (aantal toeschouwers > 25.000). Dit model gebruikt enkel vochtigheid als weerparameter. Op basis van de te verwachten slachtoffers kan de medische inzet vervolgens bepaald worden.⁶

$$Y=b_0+(b_1*SEATS)+(b_2*BOUNDED)+(b_3*INDOOR)+(b_4*OUTDOOR)+(b_5*SPORT)+(b_6*HUMID)+(b_7*ATTEND)+(b_8*ATTHUMID)+(b_9*DAY-NIGHT)$$

Waarbij:

Y:	verwacht aantal slachtoffers
SEATS:	1 bij zittende toeschouwers, 0 bij mobiele toeschouwers
BOUNDED:	1 bij afgesloten evenement, 0 bij open evenement
INDOOR:	1 bij evenement binnen, 0 bij evenement buiten
OUTDOOR:	1 bij evenement buiten, 0 bij evenement binnen
SPORT:	1 bij sport evenement, 0 bij niet sport evenement
HUMID:	vochtigheidsgraad (in %)

ATTEND: verwachte aantal toeschouwers
 ATTHUMID: verwachte aantal toeschouwers x vochtigheidsgraad (in %)
 DAY-NIGHT: 1 bij evenement tijdens dag EN nacht, 0 bij evenement tijdens dag OF nacht
 b0 tot b9: zie tabel

Tabel 1 Model voor de voorspelling van het totaal aantal slachtoffers, Arbon et al (2001), Prehospital and disaster medicine

Variable	(C)	DF	Parameter Estimate	(b)
Intercept	(0)	1	-78.184699	(0)
Seats	(1)	1	-31.488567	(1)
Bounded	(2)	1	84.556898	(2)
Indoor	(3)	1	42.370240	(3)
Outdoor	(4)	1	81.319501	(4)
Sport	(5)	1	-20.390940	(5)
Humid	(6)	1	-0.616134	(6)
Attend	(7)	1	-0.000456	(7)
Atthumid	(8)	1	0.000016	(8)
Day-Night	(9)	1	20.067439	(9)

Rekenvoorbeeld:⁶

Een sportevenement met een verwachte aantal toeschouwers van 40.000, zittend, buiten, afgebakend, gedurende de dag, voorspelde temperatuur van 25°C en vochtigheid van 50%. De sporters worden buiten beschouwing gelaten.

$$Y = -78.184699 + (-31.488567 * SEATS) + (84.556898 * BOUNDED) + (42.370240 * INDOOR) + (81.319501 * OUTDOOR) + (-20.390940 * SPORT) + (-0.616134 * HUMID) + (-0.000456 * ATTEND) + (0.000016246 * ATTHUMID) + (20.067439 * DAY-NIGHT)$$

$$= -78.184699 + (-31.488567 * 1) + (84.556898 * 1) + (42.370240 * 0) + (81.319501 * 1) + (-20.390940 * 1) + (-0.616134 * 50) + (-0.000456 * 40000) + (0.000016246 * 40000 * 50) + (20.067439 * 0)$$

$$= -78.184699 + (-31.488567) + 84.556898 + 0 + 81.319501 + (-20.39094) + (-30.8067) + (-18.24) + 32.492 + 0$$

$$= 19.25$$

Voor dit voorbeeld, worden er 19 tot 20 slachtoffers verwacht gedurende het hele evenement. Naargelang de parameters veranderen, zal dus ook het verwachte aantal slachtoffers veranderen.

Een groot nadeel van dit model is de complexe rekenmethode waar 9 variabelen moeten in betrokken worden.¹¹

7.2.2. Hartman model

Hartman et al (2008) ontwikkelde een tool om de inzet van de medische hulpdiensten te bepalen op basis van 5 vooraf gekende variabelen: opkomst, hitte index, leeftijd, stemming en beschikbaarheid van alcohol. Aan elke variabele wordt een score gegeven van 0 tot 2. Uiteindelijk wordt het evenement ingedeeld in 1 van de drie categorieën: klein (minor),

intermediair (intermediate) of groot (major), waaruit de bepaling van de medische inzet wordt afgeleid.^{3,7}

Tabel 2 Voorspelling van de Patient Presentation Rates bij massamanifestaties, Hartman et al (2009), The American journal of emergency medicine

Opkomst	Weer Hitte index	Leeftijd	Stemming	Alcohol aanwezig	Waarde
> 15.000	> 32,2°C	Ouder	Geanimeerd	Significant	2
1.000 – 15.000	< 32,2°C	Gemengd	Tussenvorm	Beperkt	1
< 1.000	Klimaat controle	Jongeren onder toezicht	Kalm	Geen	0

Tabel 3 Aanbevelingen voor de medische inzet, Hartman et al (2009), The American journal of emergency medicine

Klasse evenement	Aanbevelingen
Groot totale score > 5 OF score van 2 in twee categorieën	Meerdere ALS teams, gespecialiseerd materiaal, artsen, ziekenwagens
Intermediair 3 < totale score < 5 OF score van 2 in één categorie	1 tot 3 ALS teams, 1 tot 6 BLS teams, 2 ziekenwagens
Klein totale score < 3	1 ALS team, 1 BLS team, 1 ziekenwagens

Rekenvoorbeeld:

We gebruiken hetzelfde rekenvoorbeeld als voorgaande. Een sportevenement met een verwachte aantal toeschouwers van 40.000, zittend, buiten, afgebakend, gedurende de dag, voorspelde temperatuur van 25°C en vochtigheid van 50%. De sporters worden buiten beschouwing gelaten.

Opkomst:	40.000 toeschouwers	→ 2 punten
Hitte index:	25°C (bepaling, zie verder)	→ 1 punt
Leeftijd:	gemixt	→ 1 punt
Stemming:	tussenvorm	→ 1 punt
Alcohol:	beperkt	→ 1 punt

Totaal: 6 punten

Dit evenement wordt als een groot evenement beschouwd waarbij de inzet van verschillende ALS teams, artsen en gespecialiseerd materiaal aanbevolen is.

Ondanks het een nuttig instrument is, is het belangrijkste nadeel dat deze voorspellingstool geen bepaalde variabele een groter belang kan geven ten opzichte van een andere variabele. Ook kan het geen adequate voorspelling geven bij specifieke of gecompliceerde massamanifestaties.^{3,7}

7.2.3. Baird model

Het weer is de meest onvoorspelbare variabele. Het verandert van dag tot dag, maand tot maand, seizoen tot seizoen en jaar tot jaar. Daarom is een simpel mathematisch model bijzonder nuttig om de impact van het weer in te schatten. Het model zal historische data gebruiken van hetzelfde evenement: het gemiddelde aantal slachtoffers en de gemiddelde hitte index. Het gemiddelde aantal slachtoffers van de vorige edities houdt rekening met de evenement gebonden variabelen zoals het aantal deelnemers, aanwezigheid van alcohol, stemming, open/gesloten evenement en vele andere. Uit onderzoek is gebleken dat de Patient Presentation Rate per 10.000 mensen stijgt met 3 slachtoffers per 10°F stijging van de hitte index.¹¹

$$Y = N_H + (HI - X_H) / \Delta T \times \Delta P$$

Waarbij:

- Y: verwacht aantal slachtoffers per tienduizend aanwezigen
- N_H: gemiddelde aantal slachtoffers per tienduizend aanwezigen bij de vorige edities
- HI: huidige hitte index (in Fahrenheit)
- X_H: gemiddelde hitte index van de vorige edities (in Fahrenheit)
- ΔT: 10°F (per 10°F stijging van de temperatuur)
- ΔP: 3 slachtoffers (stijging met 3 slachtoffers per ΔT)

Opmerking: Baird et Al. (2008) gebruikte voor de studie de temperatuur en hitte index in graden Fahrenheit.

Maar door zelf logisch te redeneren, kunnen we dezelfde formule gebruiken bij graden Celsius, enkel moeten we wel rekening houden met:

- HI: huidige hitte index (in **Celsius**)
- X_H: gemiddelde hitte index van de vorige edities (in **Celsius**)
- ΔT: **5,56°C** (per 5,56°C stijging van de temperatuur)

Rekenvoorbeeld 1:¹¹

Een grote voetbalwedstrijd met 61.250 toeschouwers bij een temperatuur van 95°F (ca 35°C) en een luchtvochtigheid van 70%. Historische data toont een gemiddelde van 17,5 slachtoffers per 10.000 toeschouwers en een gemiddelde hitte index van 81° F (ca 27°C). Eerst moet de huidige hitte index bepaald worden aan de hand van de huidige temperatuur en vochtigheid. Daarvoor bestaan gestandaardiseerde tabellen (zie later). Voor dit event bedraagt dus de huidige hitte index 124°F (ca 51°C). De formule kan nu worden toegepast.

$$Y = 17,5 + (124 - 81) / 10 \times 3 = 30,4 \text{ slachtoffers per } 10.000 \text{ toeschouwers}$$

$$\text{Totaal te verwachten slachtoffers} = 61.250 \times 30,4 / 10.000 = 186,2$$

Een forse toename van de hitte index brengt dus een forse toename in het te verwachten aantal slachtoffers teweeg.

Rekenvoorbeeld 2:¹¹

Een kleiner evenement is een paardenloopwedstrijd met 12.320 verwachte toeschouwers, georganiseerd in de lente, met een huidige hitte index van 77°F (ca 25°C). De hitte index vorig

jaar bedroeg 67°F en het aantal slachtoffers vorig jaar bedroeg 12,5 per 10.000 toeschouwers. Het algoritme kan nu opnieuw worden toegepast.

$$Y = 12,5 + (77 - 67) / 10 \times 3 = 15,5 \text{ slachtoffers per 10.000 toeschouwers}$$

$$\text{Totaal te verwachten slachtoffers} = 12.320 \times 15,5 / 10.000 = 19,1$$

Een kleine stijging van de hitte index brengt slechts een kleine stijging in het aantal te verwachten slachtoffers teweeg.

Rekenvoorbeeld 3:¹¹

Een kleine receptie, waarop 1.250 gasten worden verwacht. Het vindt plaats in de lente bij een huidige hitte index van 69°F (ca 20,5°C). Historische data toont een gemiddeld aantal gasten van 1.210, met een historische hitte index van 93°F (ca 33,8°C). Gemiddeld bieden zich 3 slachtoffers aan, dit komt overeen met 24,8 slachtoffers per 10.000 gasten. De formule kan nu opnieuw worden toegepast.

$$Y = 24,8 + (69 - 93) / 10 \times 3 = 17,6 \text{ slachtoffers per 10.000 toeschouwers}$$

$$\text{Totaal te verwachten slachtoffers} = 1.250 \times 17,6 / 10.000 = 2,2$$

Een daling van de huidige hitte index ten opzichte van de gemiddelde historische hitte index zorgt voor een daling van de te verwachten slachtoffers.

Evaluatie van het model toont een hogere nauwkeurigheid bij grote massamanifestaties. Het is echter minder nauwkeurig bij kleine massamanifestaties. Een eerste nadeel aan dit model is de noodzaak aan historische data. Een tweede nadeel is de onbekendheid van de pathologie van de slachtoffers en de daarbij horende graad van inzet van de hulpdiensten: eerste hulp versus medische hulp.¹¹

7.2.4. Zeitz model

De Zeitz methode beweert dat de manier om de medische inzet te voorspellen en te budgetteren het best kan bepaald worden door evaluatie van de historische data voor het specifiek evenement. Deze methode geldt enkel voor gevestigde en repetitieve evenementen waar historische data beschikbaar is (evenementen die al meerdere jaren bestaan, waar het concept nagenoeg hetzelfde blijft en dewelke steeds opnieuw georganiseerd worden tijdens dezelfde periode). Ook het weer behoort tot deze historische data. De ervaring van de verantwoordelijke van de eerste- of medische hulp is hierbij een zeer belangrijke factor.^{7, 9, 16}

7.2.5. Milsten model

Wanneer historische data niet voorhanden of niet betrouwbaar zijn, kan het voor evenementenplanners of medische diensten handig zijn gebruik te maken van bewezen variabelen om de Patient Presentation Rate in te schatten. Milsten et al (2002) besloot na een review van de literatuur dat de medische noodzaak vooral werd bepaald door de variabelen zoals opgenomen in onderstaande tabel. Het begrijpen van deze variabelen zorgt voor een efficiëntere en meer gestroomlijnde planning.^{7, 9, 12}

Tabel 4 Variabelen en hun mogelijke oorzakelijke verbanden (+ toename PPR; - afname PPR), Milsten et al (2002), *Prehospital and disaster medicine*

Variable	Possible Causal Factors	Outcome (+ or -)
Weather	Heat and cold exposure Lightning Precipitation	+ with heat +/- with cold
Attendance	Dilutional effect Staffing levels Fixed location events, may anticipate attendance by past events or ticket sales Crowd size predictions for one-time events is haphazard	+/- to mild -
Duration of Event	Extended exposure Incubation periods elapse Increased exhaustion Cumulative morbidity	Mild +
Outdoor vs. Indoor	Exposure to temperature extremes Exposure to sun and geographical objects Crowd mobility	+ for outdoor
Seated vs. Mobile	Exposure to hazards when mobile Increased crowding when mobile Risky behavior	+ for mobile
Event Type	Music: drugs, alcohol, duration, mobility, age Sports: alcohol, hazards of sport	+ for rock concerts + for papal masses - for classical music +/- for sporting events
Crowd Mood	Music type Revival aspect Team rivalry	+/-
Alcohol and Drugs	Toxicological effects of polysubstance abuse Misrepresentation of drugs Drug-drug interactions Dose and route – bingeing at the gate Decreased coordination and judgment Increased violence Direct physiologic effects	+
Crowd Density	Increased exposure to microbes Affects on mood Decreased access to patients Decreased access to water, family and bath-rooms	+/-
Locale/Physical Plant	Barriers to ingress and egress Protection from the elements Exposure to hazards	+/-
Age	Behavior and judgment Frailty and vulnerability	+/-

Een organisator moet deze tabel kritisch overlopen met de gegevens van zijn massamanifestatie. Hoe meer oorzakelijke factoren aanwezig zijn op zijn manifestatie, dus hoe meer +-tekens hij noteert, hoe hoger de Patient Presentation Rate kan zijn en hoe uitgebreider de eerste- en medische hulp zal moeten zijn.

Maar het blijft nog steeds een inschatting die moet worden gemaakt. Het model geeft geen verwacht aantal slachtoffers, noch geeft het een inschatting hoe omvangrijk de eerste- en medische zou moeten zijn.

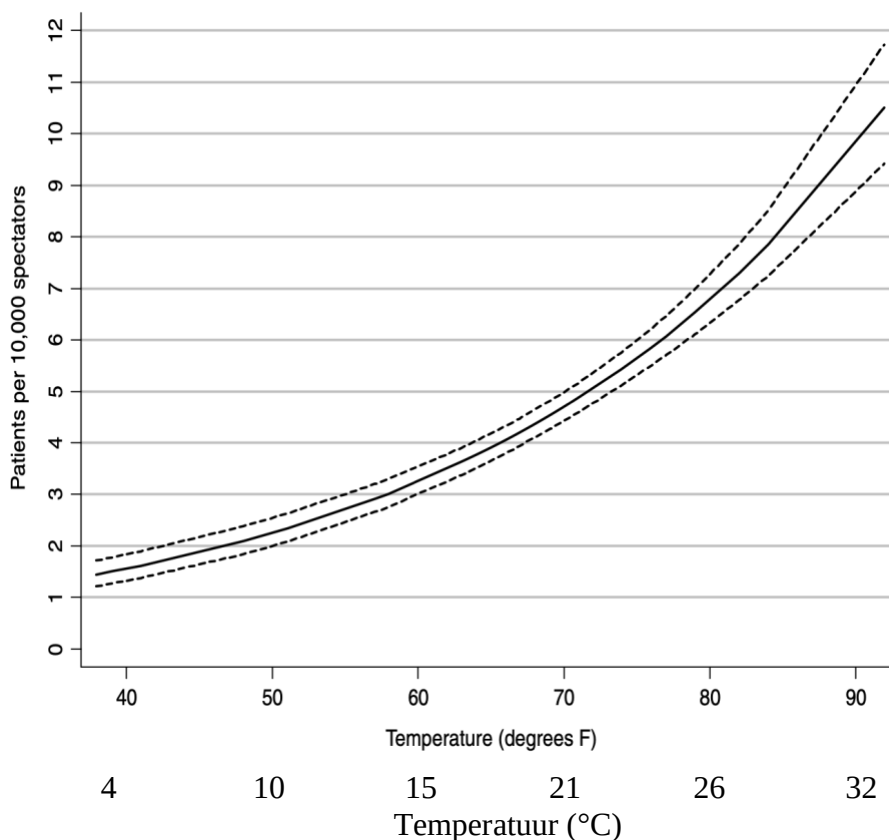
7.2.6. Kman model

Kman et al (2007) gebruikte enkel de temperatuur als variabele, omdat deze gemakkelijker te bekomen is dan de hitte index. De formule geldt enkel voor hetzelfde evenement, in dit geval tijdens de 'College Football Games' in de Verenigde Staten van Amerika. Er zijn wel beperkingen aan dit model. Vele variabelen zoals tijdstip van het evenement, omgevingsfactoren, aantal toeschouwers, leeftijd, aanwezigheid van alcohol... zijn niet meegerekend in het model. De evenementen geïncludeerd in deze studie bedienden geen alcohol.¹⁹

Volgende formule werd afgeleid:

$$\text{Voorspelde aantal slachtoffers} = \exp(-7,4383 - 0,24439 \times \text{tempC} + 0,0156032 \times \text{tempC}^2 - 0,000229196 \times \text{tempC}^3) \times \text{aantal verwachte toeschouwers}$$

Onderstaande grafiek toont het te verwachte aantal slachtoffer per tienduizend toeschouwers naargelang de temperatuur stijgt. Zoals eerder vermeld, geldt deze grafiek voor het specifiek evenement of een evenement met dezelfde karakteristieken. Het kan niet gebruikt worden voor andere evenementen met geheel andere karakteristieken.¹⁹



Figuur 1 Verhouding tussen het aantal slachtoffer per 10.000 toeschouwers gebaseerd op de temperatuur, Kman et al (2007), Prehospita emergency care

7.2.7. Plan Risico Manifestaties (PRIMA)

Wanneer er een evenement wordt georganiseerd, kan de organisatie nagaan of er een medisch dispositief nodig is. De Federale Overheidsdienst Volksgezondheid geeft dan advies op basis van een vragenlijst. Er wordt onder andere gevraagd naar het aantal toeschouwers, deelnemers, medewerkers en omwonenden. Ook wordt er gepeild naar de tijdsduur van het evenement, de afstand van het evenement naar de dichtstbijzijnde 112-ambulance en het dichtstbijzijnde ziekenhuis met erkende spoedgevallendienst. Ook wordt er geïnformeerd naar andere specifieke factoren die gezondheidsrisico's kunnen doen ontstaan op korte termijn op het evenement (zoals zonnebescherming, stemming, gratis water, veiligheid voedsel, hygiëne...). Verder peilt het PRIMA ook naar omgevingsfactoren, ziekterisico's en talloze andere variabelen.

Het doel van deze PRIMA analyse is het verzekeren van dringende medische hulpverlening op (of in de buurt van) een manifestatie. Het 'medisch dispositief' kan diverse vormen aannemen. Van een hulppost van een kruisvereniging met 2 hulpverleners, tot een medische hulppost met MUG, diverse ziekenwagens, verpleegkundigen en artsen.

Met het Plan Risico Manifestaties (PRIMA) kan de FOD Volksgezondheid een risicoanalyse maken van een gepland evenement, zowel kleinschalig als grootschalig. Het PRIMA model is een geavanceerd rekenmodel, gebaseerd op historische cijfers en wetenschappelijke literatuur.

De organisator van het evenement dient zijn dossier in bij de bevoegde gemeente of provincie. De noodplanningscoördinator van deze gemeente of provincie, kan (als hij dit nodig acht) de vragenlijst PRIMA invullen, waarop de FOD Volksgezondheid zich baseert om advies te geven. Op basis van de ingebrachte gegevens maakt de FOD een simulatie van de medische workload.

De workload wordt (in functie van omgevingsvariabelen) omgezet in een preventief medisch dispositief. Dat wil zeggen: de FOD Volksgezondheid geeft aan wat er nodig is om dringende medische hulp op de locatie te verzekeren. Zo kan men, indien nodig, hulp bieden aan medewerkers, deelnemers en bezoekers van de manifestatie, omwonenden en betrokkenen. De FOD Volksgezondheid adviseert de autoriteit (burgemeester of gouverneur) over de nodige medische middelen. De burgemeester of gouverneur hakt uiteindelijk de knoop door.

De PRIMA-tool wordt voortdurend verbeterd op basis van learnings die naar boven komen tijdens evaluatiemomenten.

Er moet een volledig wettelijk kader komen rond het plan. De vragenlijst PRIMA is nog niet voor publicatie neergelegd bij het Staatsblad. Het is immers moeilijk om het gebruik ervan op te leggen, zonder dat de tool beschikbaar is.²¹

PRIMA en het weer

De PRIMA-tool houdt rekening met één variabele met betrekking tot het weer: de temperatuur.

TEMPERATUUR EN VOCHTIGHEIDSGRAAD	36	verwachte temperatuur	22°C-27°C
----------------------------------	----	-----------------------	-----------

KLASSE	NR	VRAAGSTELLING
VOORGAANDE REGISTRATIES	37	Reputatie van de organisator bij de veiligheidsdiensten
	38	Anciënniteit van de manifestatie
	39	Registratie ter beschikking
MEDISCHE LITERATUUR	40	Te verwachten problemen vanuit de medische literatuur (+specifieer welke)
	41	Aanwezigheid van nutsvoorzieningen
	42	Communicatiemiddelen

Maak uw keuze
 < 0°C
 0°C-3°C
 4°C-7°C
 7°C-17°C
 17°C-22°C
22°C-27°C
 > 27°C
 Aanwezigheid van airco

Figuur 2 Schermafdruck vanuit PRIMA plan mbt weervariabelen, FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu

Naargelang de verwachte temperatuur worden er meer of minder ‘overige’ hulpverleners, verpleegkundigen en artsen ingezet. Deze hulpverleners, verpleegkundigen en artsen zullen extra worden ingezet om de grote drukte omwille van hogere temperatuur op te vangen.

Het aantal BLS ploegen, ziekenwagens en MUG-equipen zal steeds dezelfde blijven, ongeacht de verwachte temperatuur.

In onderstaande berekening staat de eerste kolom voor een verwachte temperatuur tussen 22°C en 27°C, de tweede kolom staat voor een verwachte temperatuur van boven 27°C.

2.3. Plaatsing van medische middelen			
<u>Artsen en verpleegkundigen</u>			
Minimum aantal MUG-equipen	1	1	
Minimum aantal verpleegkundigen (andere dan de MUG-equipe(s))	11	14	
Minimum aantal artsen (andere dan de MUG-equipe(s))	6	7	
<u>Andere hulpverleners</u>			
Minimaal aantal ambulances	6	6	
<i>Opmerking : een ambulance is steeds bemand met 2 hulpverleners-ambulancier</i>			
Minimaal aantal BLS-ploegen	14	14	
Minimaal aantal overige hulpverleners (exclusief de BLS-ploegen en de hulpverleners-ambulancier)	47	56	

Figuur 3 Schermafdruck vanuit PRIMA plan resultaat berekeningen, FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu

Het PRIMA plan is gebaseerd op bestaande wetenschappelijke artikelen en historische cijfers uit de Belgische eventensector. Het huidige plan is momenteel nog niet gevalideerd en is niet eenvoudig om in te vullen. Het houdt ook enkel rekening met de temperatuur als weersafhankelijke parameter.

7.2.8. Risicoanalyse Graham en Kinney

Een review van verschillende Bijzondere Nood- en Interventieplannen (BNIP) vanuit het Incident & Crisis Management System (ICMS), leert ons dat veel noodplanningscoördinatoren gebruik maken van het risicoanalysemodel van Graham en Kinney.

De risicoanalyse van Graham en Kinney is een kwantitatieve risicoraming van een vooropgestelde situatie welke haar grootste gebruikersforum in de industrie terugvindt. Deze analyse geeft de risico's weer waarvoor gepaste maatregelen dienen genomen te worden om deze te beperken of uit te sluiten.

De waarschijnlijkheid (**W**) geeft de kans aan dat de vooropgestelde schade (**E**) zich zal voordoen.

Tabel 5 Tabel waarde voor waarschijnlijkheid, risicoanalyse Graham & Kinney

W	Waarschijnlijkheid
0,1	Bijna niet denkbaar
0,2	Praktisch onmogelijk
0,5	Denkbaar maar onwaarschijnlijk
1	Onwaarschijnlijk, kan in grensgeval
3	Ongewoon
6	Zeër wel mogelijk
10	Te verwachten

De blootstellingsfrequentie (**B**) geeft de frequentie aan hoe vaak iemand aan het risico wordt blootgesteld.

Tabel 6 Tabel waarde voor blootstellingsfrequentie, risicoanalyse Graham & Kinney

B	Blootstelling aan het gevaar
0,5	Zeër zelden (minder dan eens per jaar)
1	Zelden (jaarlijks)
2	Soms (halfjaarlijks)
3	Af en toe (wekelijks)
6	Regelmatige (dagelijks)
10	Voortdurend

De ernst (**E**) geeft het belang van de schade weer bij het optreden van het verschijnsel. Rekening houdende met de gevolgen ervan voor de mens, het milieu en goederen.

Tabel 7 Tabel waarde voor ernst, risicoanalyse Graham & Kinney

E	Grootte van het letsel	Schade
1	Gering, letsel zonder verzuim	< € 1.000
3	Belangrijk, letsel met verzuim	< € 10.000
7	Ernstig, onherstelbaar effect (invaliditeit)	< € 100.000
15	Zeër ernstig, een dode (acuut of op termijn)	< € 1.000.000
40	Ramp, enkele doden (acuut of op termijn)	< € 10.000.000
100	Catastrofaal, vele doden	> € 10.000.000

Het risico (**R**) dat men bekomt is een absoluut cijfer met de bijhorende conclusies die men hieruit moet trekken.

R (risico) = P (waarschijnlijkheid) x E (ernst) x F (blootstelling)

Tabel 8 Risicoscore en maatregelen, risicoanalyse Graham & Kinney

Score	Maatregel
< 20	Licht risico, aanvaardbaar, verwaarloosbaar
20 – 70	Mogelijk risico, aandacht vereist
70 – 200	Belangrijk risico, correctie nodig
200 – 400	Hoog risico, onmiddellijke maatregelen
> 400	Zeer hoog risico, stopzetten activiteiten

Voordelen

- Eenvoudig
- Geef duidelijk inzicht in de omvang van het risico
- Sluit schijnrisico's makkelijk uit
- Kwantitatieve methode om de risico's te prioriteren

Nadelen

- Kwantificeren leidt niet noodzakelijk directer en zekerder naar preventie
- Risico's moeten zelf uitgedacht worden waarop het model moet worden toegepast. Makkelijk risico's over te slaan, te vergeten
- Bepaling van de risico score is subjectief
- Een risico met score 399 zou even zwaar moeten doorwegen dan een risico met score 401

Na het doorbladeren van enkele Bijzondere Nood- en Interventieplannen, valt het op dat sommige evenementen geen risicoanalyse hebben (vooral de kleinere evenementen). Sommige grotere evenementen hebben wel een risicoanalyse op basis van deze methode, maar is er geen uitwerking ter preventie van de risico's. De meeste grote evenementen hebben wel een goed opgemaakt risicoanalyse op basis van deze methode met een correcte uitwerking om het risico te beperken.

Een actor bepaalt zelf welke parameters een risicoanalyse verdienen. In het voorbeeld hieronder wordt gekozen om extreme warmte/koude, extreme regenval/wateroverlast, onweer/storm en het wegvliegen van de tenten aan een risico te toetsen met betrekking tot extreme weersomstandigheden. Een parameter (bijvoorbeeld extreme zon) kan al snel vergeten worden.

Deze methode is vrij subjectief en dus heel vatbaar voor over- of onderschatting. Een manier om dit op te lossen is door de risicobepaling te laten uitvoeren door verschillende actoren binnen discipline 1, 2, 3 en 4, en hieruit het gemiddelde te bepalen.

Voorbeeld van een risicoanalyse volgens Graham en Finney.

EXTREEM WEER					
Risico	P	F	E	R	preventiemaatregelen
Extreme warmte	3	1	15	45	• Verneveling publiek (nanotechniek) op bepaalde punten. • Voldoende drinkwater voorzien vanuit organisatie. • Publiek wordt gebriefd zich in te smeren met zonnemelk en een hoofddeksel te dragen.
Extreme koude	1	1	7	7	• Kans is zeer klein
Extreme regenval - wateroverlast - Onweer - Storm	3	1	7	21	• Bij voorspelling: multidisciplinair overleg • Opvangplaatsen en mogelijke noodprocedures te voorzien. • Weersverwachtingen permanent monitoren.
Onweer - Storm	3	1	7	21	• Zie hierboven
Wegvliegen tenten (onderdeel van infrastructuur)	3	1	7	21	• Tijdig afsluiten eventzone bij onweer: procedures worden opgemaakt op basis van stabiliteitsattesten structuren • Structuren voldoende en op een correcte manier te verankeren. • Controle na opbouw door een erkend keuringsorganisme. • Weersverwachtingen permanent monitoren.
Bliksem	1	1	15	7,5	• Alle metalen structuren dienen geaard te zijn.

Figuur 4 Voorbeeld van een risicoanalyse volgens Graham & Kinney, klein gedeelte uit heel het analysemodel

7.2.9. Opmerking

Ondanks de vele onderzoeksmodellen om de Patient Presentation Rate op massamanifestaties te voorspellen, is er tot op heden nog geen universeel geaccepteerd algoritme voorhanden dat de inzet van de medische hulpdiensten bepaalt.^{11, 13}

7.3. Extreme weersomstandigheden

7.3.1. Bepalen extreme weersomstandigheden

Voor dit onderzoek baseren we ons op weersomstandigheden die lichamelijke ongemakken of schade kunnen toebrengen aan toeschouwers gedurende de aanwezigheid op een massamanifestatie.

Volgende weersomstandigheden zijn weerhouden:

- Temperatuur
- Ultraviolette straling
- Onweer

7.3.2. Temperatuur

7.3.2.1. *Definitie*

De temperatuur van de lucht wordt bepaald door de beweeglijkheid van de atomen in de moleculen die er zich in bevinden. Wordt een hoeveelheid lucht bijvoorbeeld samengeperst (zoals in een fietspomp), dan komen de moleculen dichter op elkaar te zitten (de ruimte die ze krijgen is immers kleiner omdat het volume verkleint) en daardoor botsen de moleculen frequenter met elkaar waarbij meer energie (warmte) vrijkomt.

In de meeste landen wordt de temperatuur uitgedrukt in graden Celsius. In een aantal landen, zoals in de Verenigde Staten, wordt gewerkt met de schaal van Fahrenheit.

De klassieke luchttemperatuur wordt gemeten op 1,5m hoogte in een thermometer hut. We vinden deze temperaturen terug in de waarnemingen. In de weerberichten worden de maxima en de minima voorspeld.

Bron: KMI⁴⁴

Hitte & vochtigheid: de hitte index

Mensen moeten hun lichaamstemperatuur constant houden op ongeveer 37°C. Om dat te bereiken moet het lichaam de warmte afgeven die het continu produceert. Maar hoe raak je warmte kwijt als de omgevingstemperatuur hoger is dan je gewenste lichaamstemperatuur?

Het antwoord is verdamping. Mensen zweten, het zweet verdampt, de warmte die daarvoor nodig is, wordt onttrokken aan het lichaam en dat koelt dus af. Zo kunnen mensen langere tijd bij temperaturen van 40 of zelfs 45°C overleven. Maar naarmate er meer vocht in de lucht aanwezig is, wordt de verdamping minder, en dus ook het koelend effect.

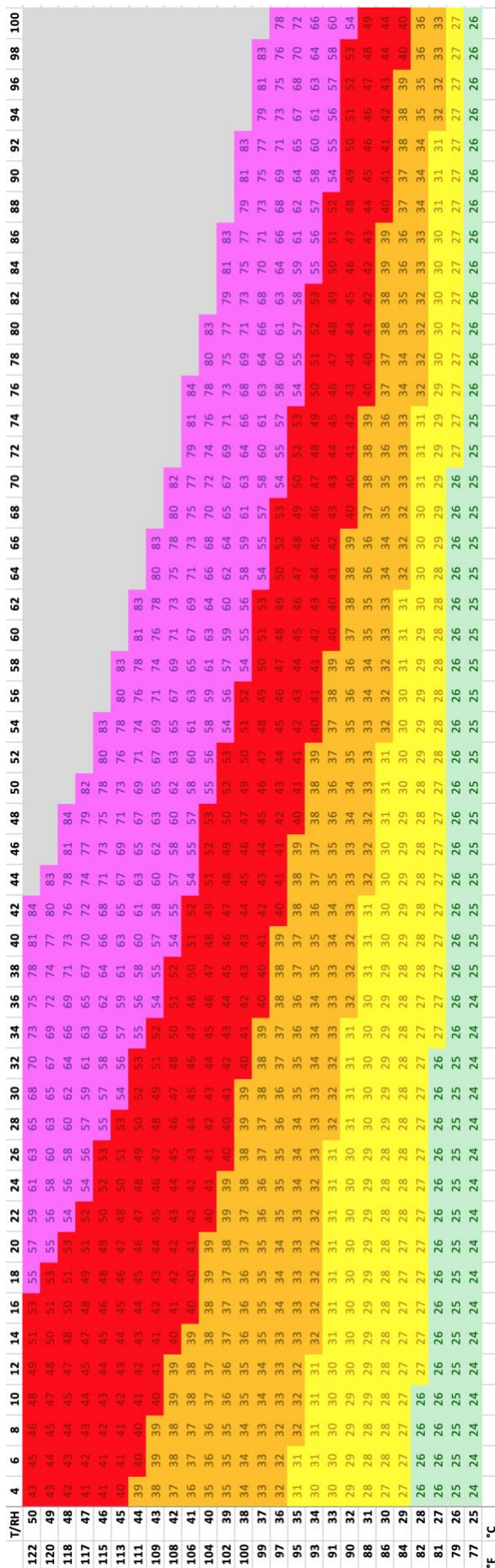
Er bestaat een bovengrens voor de hoeveelheid waterdamp in de lucht. Als dit maximum bereikt is, kan water, en dus ook zweet, niet meer verdampen.

Hoever de actuele hoeveelheid waterdamp in de lucht verwijderd is van het maximum wordt aangeduid met de relatieve vochtigheid. Deze varieert van 0 procent (kurkdroge lucht, geen waterdamp) tot 100 procent (verzadigde lucht, maximale waarde).

Hoe warm de lucht aanvoelt is uit te drukken in een formule gebaseerd op temperatuur en relatieve vochtigheid. De uitkomst wordt gevoelstemperatuur of hitte index genoemd.

Bron: KNMI⁴⁵

De tabel op volgende pagina geeft de gevoelstemperatuur weer voor verschillende combinaties van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Ook is aangegeven wat het effect is op het welzijn van mensen.



Tabel 9 De hitte index: gevoelstemperatuur op de huid in functie van de luchttemperatuur en de vochtigheid

Minder dan 27°C | Normaal

Normale omstandigheden

Tussen 27 en 31°C | Waarschuwing: zeer warm

Vermoeidheid is mogelijk bij langdurige blootstelling en/of fysieke activiteit. Voortgezette fysieke activiteit kan leiden tot hittekrampen.

Tussen 32 en 39°C | Extreme waarschuwing: heet

Zonneslag, hittekrampen en/of -uitputting zijn mogelijk bij langdurige blootstelling en/of fysieke activiteit. Voortgezette fysieke activiteit kan leiden tot hiteslag.

Tussen 40 en 53°C | Gevaar: zeer heet

Hittekrampen en/of -uitputting zijn zeer waarschijnlijk. Voortgezette fysieke activiteit leidt zeer waarschijnlijk tot hittestag.

Meer dan 54°C | Extreem gevaar: extreem heet

Hitteslag/zonneslag zijn zeer waarschijnlijk bij voortgezette fysieke activiteit.

Voorbeeld:

Een temperatuur van 30°C voelt bij 50% luchtvochtigheid aan als 31°C, bij 80% luchtvochtigheid zal het aanvoelen als 38°C en bij 100% zelfs als 44°C. Gevoelstemperaturen boven 55°C zijn levensgevaarlijk omdat het lichaam zijn warmte moeilijker kwijt kan. Dat leidt tot oververhitting.

Hitte eiland

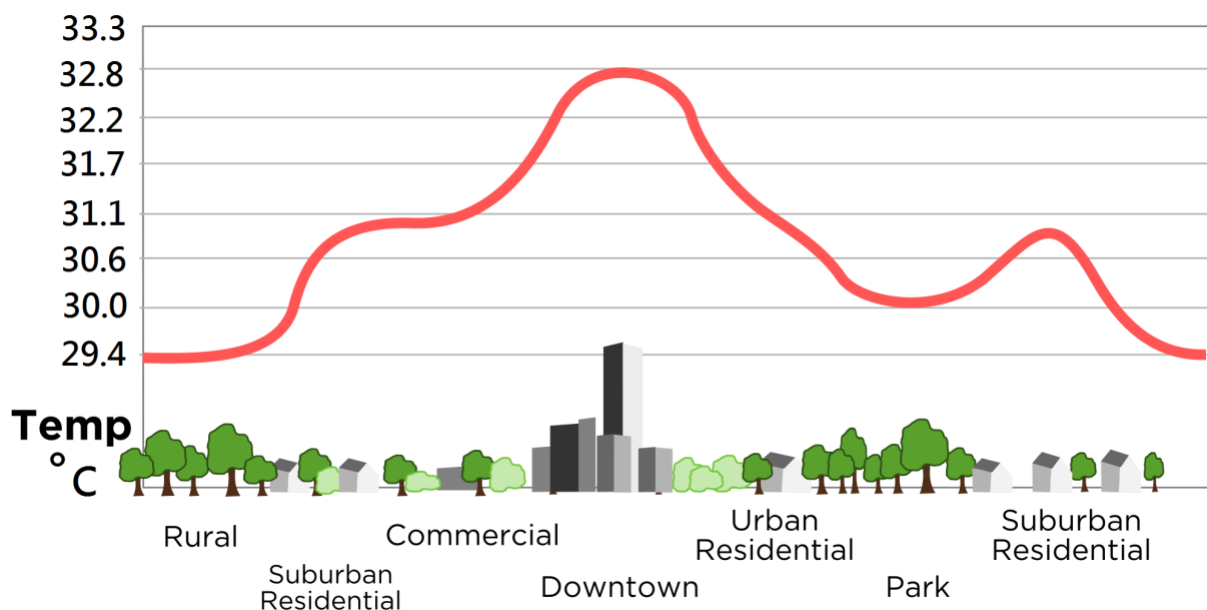
Soms dragen organisatoren per ongeluk bij aan weergeerelateerde ongemakken. Op een rock concert in Denver plaatste de organisator een beschermend zwart zeildoek op het veld. Dit resulteerde in een 'hitte eiland', waar de temperatuur opliep van 32°C tot 49°C. Een toename van de Patient Presentation Rate was het gevolg.^{11, 18}

Het zwarte zeildoek is maar een klein voorbeeld in een veel groter wereldwijd probleem: het stedelijke hitte eiland.

Het stedelijke hitte eiland (Urban Heat Island, UHI) is een fenomeen dat vele miljoenen mensen wereldwijd treft. De hogere temperaturen in stedelijke gebieden in vergelijking met het omliggende platteland hebben enorme gevolgen voor de gezondheid en het welzijn van mensen die in steden wonen. Het toegenomen gebruik van door de mens gemaakte materialen en een verhoogde antropogene warmteproductie zijn de belangrijkste oorzaken van het stedelijke hitte eiland.²⁸

Recent onderzoek heeft aangetoond dat de temperatuur in stedelijke gebieden tussen 5°C en 15°C extra kan zijn.²⁸

Het spreekt voor zich dat deze stedelijke hitte eilanden effect zullen hebben op massamanifestaties gehouden in deze stedelijke gebieden.



Figuur 5 Grafische voorstelling van het stedelijke hitte eiland effect, bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Hitte-eilandeffect>

Koude & wind: de gevoelstemperatuur

De gevoelstemperatuur geeft de temperatuur aan die schijnbaar ervaren wordt door de verkoelende werking van de wind bij contact met het lichaam. Hoe hoger de windsnelheid, hoe koeler de omgevende temperatuur aanvoelt. Deze aanwijzing is zeker belangrijk in zeer koude omstandigheden. Het dragen van voldoende beschermende kledij is zeer belangrijk, want

langdurige blootstelling aan een lage gevoelstemperatuur kan aanleiding geven tot onderkoeling en zelfs vrieswonden.

Deze gevoelstemperatuur wordt berekend uit de temperatuur en de windsnelheid.

Onderstaande tabel toont de gevoelstemperatuur op de huid bij verschillende luchttemperaturen en windsnelheden. Zo daalt bijvoorbeeld de gevoelstemperatuur bij een temperatuur van 0°C en een wind van 5 beaufort tot -6 à -7°C.

Tabel 10 De gevoelstemperatuur op de huid in functie van de luchttemperatuur en de windsnelheid

Windsnelheid			Buitentemperatuur in graden Celsius								
km/uur	m/s	Beaufort	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
5	1,4	1	10	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36
10	2,8	2	9	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39
15	4,2	3	8	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41
20	5,6	4	7	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43
25	7,0	4	7	0	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45
30	8,3	5	7	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46
35	9,7	5	6	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47
40	11,1	6	6	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-47
45	12,5	6	6	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48
50	13,9	7	5	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49
55	15,3	7	5	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50
60	16,7	7	5	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50
65	18,1	8	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51
70	19,5	8	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51
75	20,8	9	5	-2	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52
80	22,2	9	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52

Bron: KMI⁴⁴

7.3.2.2. *Massamanifestaties & temperatuur*

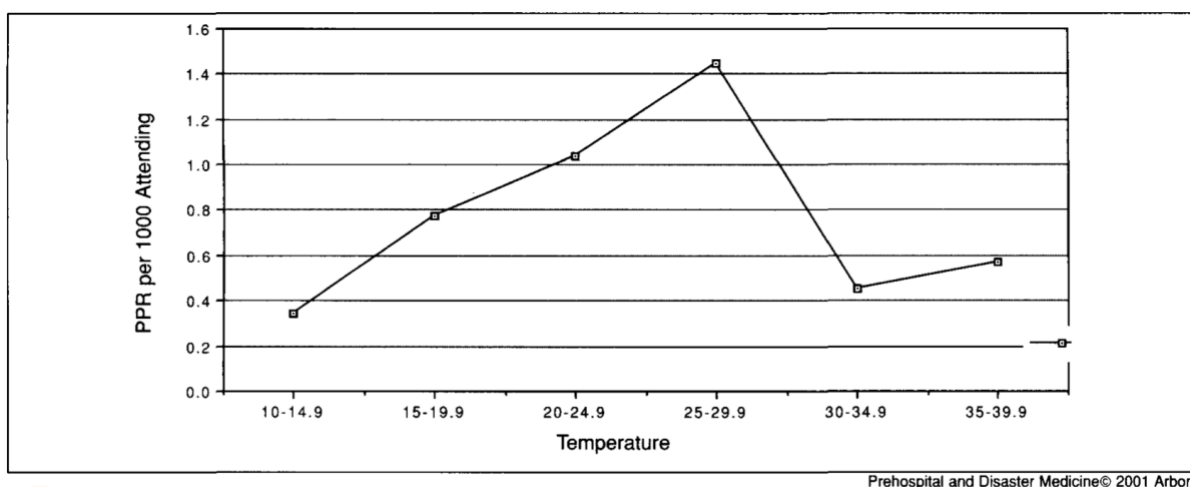
Hitte gerelateerde aandoeningen en dehydratie zijn één van de meest voorkomende oorzaken op massamanifestaties tijdens de zomerperiode.^{10, 13}

Een literatuuronderzoek naar het effect van warm weer op massamanifestaties toont een sterk verband tussen een hoge temperatuur of vochtigheid en de Patient Presentation Rate op de Hajj

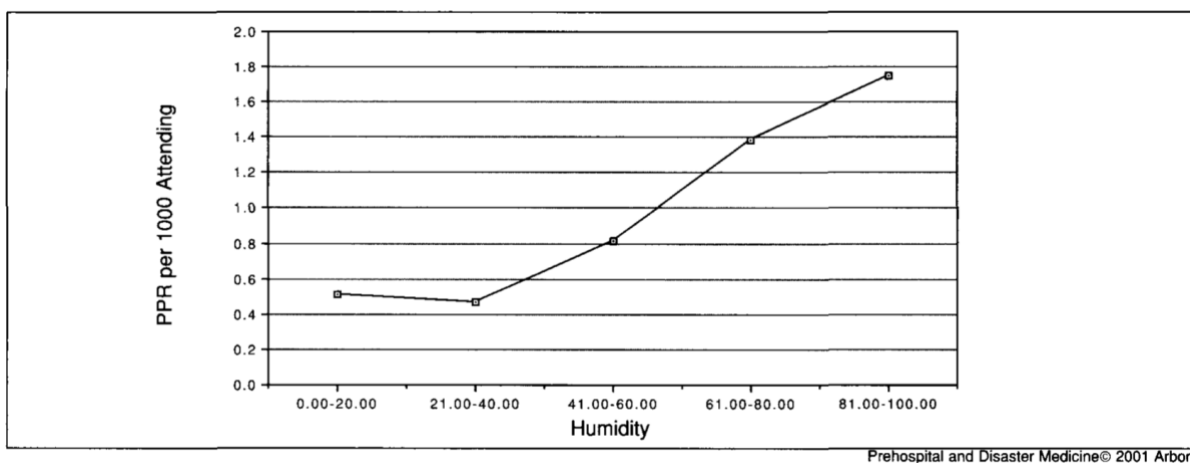
pelgrimstocht. Dit resulteerde in een 1000-tal doden en een 18.000 slachtoffers die medische hulp nodig hadden ten gevolge van hittedag en dit in slechts enkele dagen.^{2, 3, 14}

Temperatuur en vochtigheid hebben dus een invloed op de Patient Presentation Rate. Maar dit verband is complex. Wanneer de temperatuur stijgt boven 30°C, daalt het aantal slachtoffers (zie Figuur 6). Dit heeft waarschijnlijk te maken met de bewustwording en het gedrag van de menigte bij hoge temperaturen. De mensen nemen hun voorzorgen met betrekking tot de hoge temperatuur. De relatie tussen de vochtigheid en de Patient Presentation Rate is meer uitgesproken. Hoge vochtigheid zorgt voor een hoger aantal slachtoffers (zie Figuur 7).^{5, 6, 14, 15, 17, 19}

Onderstaande grafieken tonen het onderzoek van Arbon et al (2001) waar de invloed van temperatuur en vochtigheid in functie van de Patient Presentation Rate wordt verduidelijkt.



Figuur 6 Patient Presentation Rate in functie van de temperatuur (in °C), Arbon et al (2001), Prehospital and disaster medicine



Figuur 7 Patient Presentation Rate in functie van de vochtigheid (in %), Arbon et al (2001), Prehospital and disaster medicine

Er vertonen zich meer hitte gerelateerde aandoeningen op rock concerten dan op andere massamanifestaties. Mogelijks causale factoren: rock concerten vinden voornamelijk plaats tijdens de zomer, er is een verhoogde activiteit van het publiek (dansen, moshing, crowd-

surfing) welke kan leiden tot dehydratatie en er is een verhoogd aantal toeschouwers ter hoogte van het podium.^{8, 17}

Verder kunnen rock concerten ook kampen met onvoldoende beschikbaarheid van (gratis) water, toeschouwers die geen flessen water mogen meebrengen (projectielen), onvoldoende beschikbaarheid van schaduw en een hoge dichtheid van de mensenmassa. Deze hoge dichtheid kan ervoor zorgen dat de toeschouwers niet alleen zich flauw voelen door de lichaamswarmte, maar ook moeilijk de menigte kunnen verlaten om schaduw en water op te zoeken.^{8, 12}

Meer uitgebreide medische hulp en basis eerste hulp zijn nodig bij temperaturen boven 27°C. Bij hogere temperaturen is er naast de basis eerste hulp ook meer uitgebreide medische hulp nodig. Dit heeft vooral te maken met een verlengd verblijf van het slachtoffer in de hulppost wegens vochttherapie (intraveneus en oraal), observatie en afkoeling.⁸

Er is een positief verband tussen temperatuur en vochtigheid en het aantal slachtoffers die medische hulp zoeken. De hitte index, waarbij temperatuur en vochtigheid in rekening gebracht worden, is een betere maatstaf voor het bepalen van de medische inzet. Onderzoek toonde aan dat de vraag naar medische hulp toenam (stijging met 3 slachtoffers per 10.000 mensen) per 10°F of 5,6°C stijging van de hitte index.^{3, 9, 10, 11, 14}

De hitte index is de beste variabele ter indicatie van de gevoels temperatuur op het lichaam, met andere woorden, de echte temperatuur dat het lichaam voelt gebaseerd op zowel temperatuur als vochtigheid.¹⁴

De hitte index is dus een belangrijke factor in het voorspellen van de Patient Presentation Rates. Deze bevindingen zijn belangrijk gezien gesofisticeerde klimaatmodellen meer en hetere dagen voorspellen wereldwijd in de nabije toekomst.¹³

Ondanks dat de hitte index gebruikt wordt om het klimaat te voorspellen, moeten verschillende andere variabelen in rekening genomen worden om de grootte van de medische inzet te bepalen: type evenement, grootte van het publiek, leeftijd van het publiek, alcohol aanwezig, gesloten of open evenement en tijd van de dag. Al deze variabelen bewezen een effect te hebben op de Patiënt Presentation Rate.^{5, 6, 7, 8, 11}

De hitte index lijkt de meest beloftevolle variabele om te gebruiken in een simpel universeel model om de Patient Presentation Rate te bepalen. De hitte index kan bepaald worden door simpelweg een twee dimensionele tabel af te lezen. Het kan betrouwbaar worden bepaald op elk evenement ongeacht de verschillen in klimaat.¹¹

De hitte index zakt terwijl de zon ondergaat en het nacht wordt.¹⁷

Mineure hitte gerelateerde ziekten en hitte uitputting komen meer voor dan een hittedag.¹²

Bepaalde omstandigheden kunnen de mortaliteit en de morbiditeit bij hitte gerelateerde ziekten verergeren, zoals dehydratatie, koorts, infectie, onvoldoende training, alcoholmisbruik, zonnebrand, vermoeidheid, overdreven gekleed, diarree en braken. Ook bepaalde medicijnen kunnen leiden tot hogere morbiditeit, zoals anticholinergica (medicatie tegen Parkinson), sympathicomimetica (medicatie voor luchtwegverwijding) en neuroleptica/antipsychotica (medicatie tegen psychosen, verstoort mogelijks de thermoregulatie en kan de zweetsecretie doen afnemen).^{12, 18}

Mortaliteit en morbiditeit ten gevolge van hitte gerelateerde aandoeningen zijn te voorkomen. Het risico op hitte gerelateerde aandoeningen verhoogt bij hogere leeftijd en vooraf bestaande aandoeningen, meer bepaald bij cardiovasculaire, pulmonaire en psychiatrische aandoeningen.²

Ouderen zijn het meest vatbaar voor extreem warme dagen en hittegolven. Het ouder worden reduceert de tolerantie naar hitte: het dorstgevoel treedt later op, de trigger om te zweten treedt later in werking en er zijn een verminderd aantal zweetklieren, waardoor verkoeling van het lichaam verhinderd wordt. Een hogere leeftijd is bijkomstig geassocieerd met comorbiditeit, voornamelijk door cardiovasculaire aandoeningen. Een gezond cardiovasculair stelsel is een vereiste voor efficiënte thermoregulatie gedurende hitte stress. Daardoor zijn ouderen het meeste kwetsbaar.¹³

De hitte index heeft geen impact op een mogelijke toename in het aantal traumatische aandoeningen. Een hoge hitte index zorgt voornamelijk voor somatische klachten.¹⁷

Hitte gerelateerde overlijdens bij marathonlopers komen voor (lichaamstemperatuur van meer dan 40°C), ondanks koele omgeving (temperatuur van 8,3°C).^{12, 18}

Tijdens (extreem) warm weer stijgt het alcoholgebruik, daardoor kan het aantal slachtoffers ook toenemen en dus niet alleen door het gevolg van de hoge temperaturen.¹⁴

Literatuur toont stevast toenemende Patient Presentation Rates bij massamanifestaties in open lucht. Massamanifestaties waar amper schaduw voorzien is, hebben typisch omgeving gebonden verwondingen zoals zonnebrand, blootstelling aan de zon, insectenbeten, dehydratatie en hitte gerelateerde aandoeningen.^{9, 12}

Onderzoek wijst uit dat Patient Presentation Rates verdrievoudigen in een omgeving zonder klimaat controle (airconditioning) ten opzichte van een omgeving met klimaat controle.⁹

De afwezigheid van gratis water verdubbelde de Patient Presentation Rate, rekening houdende met de hitte index, de beschikbaarheid van alcohol en de beschikbaarheid van zitplaatsen.^{9, 15}

Wanneer meerdere slachtoffers zich beginnen aanbieden met (ernstige) hitte gerelateerde aandoeningen, moet men zich paraat houden voor een plotse toename (surge) aan slachtoffers met hitte gerelateerde aandoeningen.²⁶

Heet weer verhoogt de vatbaarheid voor dehydratatie en hitte gerelateerd ziekten, terwijl koud weer vooral leidt tot onderkoeling en koudeletsels.¹²

Koud weer leidt tot minder slachtoffers met medische hulpvraag ten opzichte van (extreem) warm weer. De toeschouwers kleden zich in functie van het koude weer en kunnen zich hierdoor voldoende warm houden. Bij zeer warm weer kleden de toeschouwers zich wel luchtiger, maar als het lichaam niet meer kan afkoelen omwille van een hoge hitte index of er wordt niet genoeg preventief ingesmeerd tegen de werking van de zon, kan dit voor een hogere Patient Presentation Rate zorgen.^{3, 9, 10, 12}

Een plotse daling van de temperatuur gedurende een evenement zorgde voor een plotse toename van het aantal slachtoffers in de medische hulppost. De toeschouwers hadden zich lichtig gekleed omwille van zomerse temperaturen. Maar de temperatuur maakte een plotse val van

29°C naar 13°C, waardoor veel slachtoffer koude gerelateerde aandoeningen kregen, waaronder vooral onderkoeling en koude extremiteiten.¹³

De kans op onderkoeling neemt toe bij evenementen met water (zwemmen, triatlon), regen en bij alcoholgebruik door de deelnemers als bij de aanwezigen.¹²

Evenementen buitenshuis in koude of regenachtige omstandigheden stellen de toeschouwers bloot aan de gevaren van valpartijen (gladheid door de regen), onderkoeling en koudeletsels (gevoelstemperatuur).^{9, 12}

7.3.2.3. Pathofysiologie

Hitte

Hitte gerelateerde ziekten zijn het gevolg van een onbalans in de metabole warmteproductie of warmtebelasting door de omgeving en onvoldoende warmteafvoer. Bij gezonde volwassenen voert thermoregulatie metabole en exogene warmte af om de lichaamstemperatuur tussen 36°C en 37,8°C te houden. Extreme hittebelastingen kunnen de thermoregulerende reacties overweldigen, wat kan leiden tot hitte gerelateerde ziekte. Hitte gerelateerde ziektesyndromen mogen niet worden verward met koorts, wat een fysiologische verhoging is van de temperatuur van het lichaam, of met kwaadaardige hyperthermie, een erfelijke metabole hyperthermische reactie op bepaalde geneesmiddelen of anesthetische gassen. Als de oververhitting aanhoudt en de patiënt onbehandeld blijft, kunnen mildere vormen van hitteziekte, zoals hitte oedeem, overgaan tot ernstigere manifestaties van hitteziekte, zoals hittedslag (ook wel hitteberoerte genoemd), die, indien onbehandeld, kunnen leiden tot multi orgaanfalen en hartstilstand.^{23, 24, 26}

Acclimatisatie aan hitte kan het risico op hitteziekte verminderen.²⁶

Hieronder een tabel met de verschillende mogelijke soorten van hitte gerelateerde aandoeningen.²⁶

Tabel 11 Soorten hitte gerelateerde aandoeningen, Callahan (2020), *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*, Elsevier

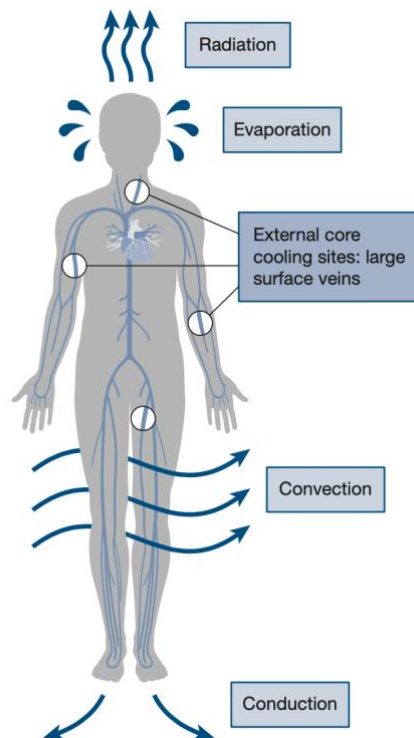
Aandoening	Klinische kenmerken
Hitte oedemen	Zelf-beperkende zwelling van de handen en voeten door cutane vasodilatatie en interstitieel vocht.
Hitte uitslag	Jeukende, rode blaasjes op de huid afgedekt door niet-luchtdoorlatende kledij.
Hitte krampen	Krampen van de grote spiergroepen na inspanning, meestal bij niet-geacclimatiseerde individuen en individuen die niet gewoon zijn van inspanningen te leveren in hete omstandigheden.
Hitte tetanie	Hyperthermie gerelateerde hyperventilatie die een primaire respiratoir alkalose veroorzaakt, die op zijn beurt periorale paresthesieën, carpopedal of laryngeale spasmen en Chvostek's tekenen kunnen veroorzaken.
Hitte uitputting	Gevaar Symptomen kunnen omvatten: misselijk, braken, vermoeidheid, zwakte en soms diarree. Klinische tekenen omvatten ook

	orthostatisme, tachypneu, tachycardie, flauwte, hyperthermie (lichaamstemperatuur < 40°C) en mineure bewustzijnsstoornissen zoals kortdurende aandacht.
Hitteslag Hitteberoerte	Levensbedreigend Hitteslag is een medische urgentie gekenmerkt door een lichaamstemperatuur van meer dan 40°C en stoornissen aan het centraal zenuwstelsel bij slachtoffers met een voorgeschiedenis van blootstellingen aan hitte. Misselijkheid en braken kunnen ook aanwezig zijn. Klinische tekenen omvatten ook tachypneu, tachycardie en hypotensie. Afwezigheid van zweten is zichtbaar maar is niet langer meer een criterium voor diagnose. Leeftijd, chronische ziekten en medicatiegebruik verhogen de waarschijnlijkheid op hitteslag, die kan leiden tot orgaanfalen en dood indien onbehandeld.
Opmerking	Hitte uitputting en hitteslag hebben overlappende symptomen. De voornaamste differentieeldiagnose is dat hitteslag een grotere stoornis vertoont aan het centraal zenuwstelsel en een lichaamstemperatuur heeft van meer dan 40°C.

Er zijn 4 primaire mechanismen om warmte te verwijderen uit het lichaam: verdamping, straling, convectorie en geleiding.

Tabel 12 Mechanismen om warmte te verwijderen uit het lichaam, Callahan (2020), Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases, Elsevier

Mechanisme	Verklaring
Verdamping	Koeling door verdamping helpt de doeltreffendheid van de warmteoverdracht van de huid naar de omgeving en is het belangrijkste mechanisme van warmteverlies bij gezonde personen.
Geleiding	Geleiding is overdracht van warmte door het contact met een koeler materiaal, de doeltreffendheid hangt af van de eigenschappen van het materiaal, het temperatuurverschil en het contactoppervlak. Geleidend warmteverlies wordt verbeterd wanneer contactoppervlakken een dichte samenstelling hebben, aaneengesloten of nat zijn.
Straling	Straling is het verlies van warmte-energie als elektromagnetische golven en telt mee voor 65% van het totaal warmteverlies bij temperaturen minder dan 37°C. Wanneer de omgevingstemperatuur hoger is dan de lichaamstemperatuur, keert de richting van de straling om en wordt het lichaam warmer.
Convectorie	Convectorie is het verlies van warmte aan de omgevende lucht. Wanneer de omgevingstemperatuur hoger is dan de lichaamstemperatuur, keert de richting om en wordt het lichaam warmer.



Figuur 8 Mechanismen om warmte te verwijderen uit het lichaam en koellocaties, Callahan (2020), *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*, Elsevier

In droge klimaten gebeurt de grootste vorm van warmteverlies via verdamping van zweet of water op de huid en via het ademhalingsstelsel.²⁶

Omgevingsfactoren beïnvloeden sterk de warmte uitwisseling. Een lagere luchttemperatuur dan de lichaamstemperatuur, wind en lage luchtvochtigheid bevorderen de warmteafgifte aan de omgeving. Verdamping via zweet wordt beperkt bij een luchtvochtigheid van meer dan 75%.²⁶

Koude

Onderkoeling wordt gedefinieerd als de afkoeling van de kerntemperatuur van het lichaam tot onder 35°C. Onderkoeling treedt op wanneer het lichaam meer warmte verliest dan het genereert. Het menselijk lichaam moet tussen 34°C en 40,5°C blijven om normaal te kunnen blijven functioneren. De hypothalamus is het belangrijkste thermoregulerende centrum van het lichaam voor het handhaven van de temperatuurhomeostase. Wanneer de kerntemperatuur daalt, activeert de hypothalamus verschillende mechanismen in het lichaam om warmte te produceren en te behouden. Rillen produceert warmte en kan de basale stofwisselingssnelheid verhogen van twee tot vijf maal de normale waarde. Warmteproductie kan ook plaatsvinden door thermogenese zonder rillen, door verhoging van het thyroxine- en epinefrinegehalte. Warmtebehoud vindt plaats door perifere vasoconstrictie om verwarmd bloed in de buurt van de lichaamskern te houden, en door de gedragsreactie van het leggen van lagen kleding om te isoleren.³³

Een mens verliest warmte via vier fysieke basismethoden: straling, verdamping, convectie en geleiding (zie ook hitte). Warmteverlies vindt hoofdzakelijk plaats via de huid. Ons lichaam probeert warmteverlies te beperken door de circulatie aan te passen in de vorm van perifere vasoconstrictie om de homeostase van cruciale organen in de kern van het lichaam te

handhaven; de vasoconstrictie van het hoofdoppervlak is echter minimaal. De hoeveelheid isolatie die een mens draagt, vermindert het warmteverlies aanzienlijk.³³

Het meten van de lichaamstemperatuur is een uitdaging. De orale temperatuur is onbetrouwbaar omdat deze vaak wordt beïnvloed door externe factoren; de temperatuur is niet nauwkeurig wanneer minder dan 30 minuten voor de meting voedsel of vloeistof wordt ingenomen en is alleen van waarde om onderkoeling uit te sluiten wanneer de orale temperatuur hoger is dan 35°C. De meest betrouwbare plaats voor het meten van de kerntemperatuur is het rectum. Voor een nauwkeurige meting moet de rectale thermometer 3 minuten op een diepte van 10 cm worden gehouden. Het is belangrijk om te onthouden dat huidtemperaturen veel lager kunnen zijn dan de werkelijke kerntemperatuur.³³

Het herkennen van de tekenen en symptomen van onderkoeling is belangrijk. De klinische verschijnselen van een mens met onderkoeling zullen verschillen afhankelijk van de mate van verlaging van de kerntemperatuur. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de tekenen en symptomen van de verschillende graden van onderkoeling. Wees ervan bewust dat er individuele variatie en overlap van tekenen en symptomen zal zijn in hypothermische situaties.³³

Tabel 13 Tekenen en symptomen bij onderkoeling, Seto et al (2005). *Environmental illness in athlete, Clinics in sports medicine*

Type	Mild	Matig	Ernstig
Temperatuur	33 – 35°C	31 – 32°C	< 31°C
Cardiovasculair	Tachycardie, hypertensie, vasoconstrictie	Dehydratatie, hypovolemie, cyanose	Hypotensie, bradycardie, aritmieën, pulsloos
Respiratoir	Tachypneu	Tachypneu	Verminderde ademhalingsnelheid, mogelijk apneu, longoedeem
Neurologisch	Lethargie, lichte incoördinatie, milde dysartrie	Apathisch, verminderd oordeel, slaperigheid, onduidelijke spraak, amnesie, toegenomen incoördinatie (ataxie) en onhandig, trage reflexen	Verminderd bewustzijn en mogelijks coma, verwijde en gefixeerde pupillen, onaangepast gedrag, hyporeflexie
Musculoskeetaal	Beven (soms oncontroleerbaar), koude ledematen, onmogelijkheid fijne motoriek handen	Vermoeidheid, zwak, verminderd beven	Totaal verlies van beven, stijfheid spieren
Voorkomen slachtoffer	Bleek, koud		Kan dood lijken

Bevriezing van extremiteiten treedt op wanneer weefsel bevriest en er zich kristallen vormen in de extracellulaire ruimte tussen de cellen. Bevriezing treedt op bij een omgevingstemperatuur van minder dan 0°C. Bij uitdroging, vasoconstrictie en lage epidermale temperatuur, wordt de

circulatie beperkt doordat de viscositeit van het bloed toeneemt en het water dat hydrostatisch uit de cellen wordt getrokken begint te bevriezen. Bevriezing treft meestal de blootgestelde gebieden en de distale extremiteiten, met inbegrip van de neus, oren, gezicht, vingers en tenen. Bij hardlopers kan ook het scrotum en de penis bevriezen, omdat deze gebieden onvoldoende geïsoleerd zijn. Bijna 60% van de bevroeringswonden betreft de onderste ledematen, met name de grote teen en de voeten.³³

Frostnip (we gebruiken frostnip bij gebrek aan beter Nederlandstalig woord) kan aanvankelijk lijken op bevriezing, maar dan zonder de onomkeerbare weefselbeschadiging. Bij frostnip verbleekt de blootgestelde pijnlijke huid en verliest geleidelijk aan gevoel, maar blijft wel buigzaam. Bij voorzichtige heropwarming wordt het door frostnip aangetaste gebied hyperemisch (terugkeer van bloed) en keert het gevoel van pijn snel terug. Bij bevriezing zijn de weefsels hard, ongevoelig, en wit of gevlekt. Frostnip kan oppervlakkig zijn, waarbij alleen epidermale en oppervlakteweefsels betrokken zijn, of diep, waarbij het kraakbeen, bot en zenuwen over de hele dikte beschadigd zijn.³³

7.3.2.4. *Eerste & medische hulp*

Opmerking: de eerste en medische hulp hier beschreven kunnen ter plaatsen op de massamanifestatie geboden worden. Wanneer de toestand van het slachtoffer een transport naar het ziekenhuis vereist, wordt dit vermeld. De behandeling in het ziekenhuis valt buiten het doel van dit eindwerk en wordt dus niet besproken.

Hitte

De eerste prioriteit is het vaststellen van een goede ABC: luchtweg, ademhaling en circulatie. Vervolgens wordt de kledij verwijderd en worden de koeltechnieken voorbereid en toegepast. Kritisch oververhitte slachtoffers (hitteslag), al dan niet met comorbiditeiten, worden best zo snel mogelijk medisch begeleidt en naar het ziekenhuis gebracht. Slachtoffers met hitte uitputting worden best geëvalueerd of een transport naar het ziekenhuis noodzakelijk is. Mineure hitte gerelateerde aandoeningen zijn zelf beperkend wanneer het slachtoffer oraal vocht, rust en een koele omgeving krijgt. De meerderheid van hitte gerelateerde aandoeningen hebben slechts intraveneus vocht nodig om zich beter te laten voelen.²⁶

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de behandeling bij de verschillende soorten hitte gerelateerde aandoeningen.²⁶

Tabel 14 Overzicht van de behandeling bij de verschillende soorten hitte gerelateerde aandoeningen, Callahan (2020), Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases, Elsevier

Hitte gerelateerde aandoening	Behandelingsstrategie
Hitte oedemen	Hoogtestand van de benen, koude kompressen op armen en benen of een koud bad, rust, rehydratie met oraal vocht, koele omgeving
Hitte syncope	Rehydratie met vocht (overweeg oraal of intraveneus), koele omgeving, rust
Hitte syncope met dehydratie	Rehydratie met intraveneus vocht, koele omgeving, rust, overweeg medisch transport naar ziekenhuis

Hitte krampen	Rehydratie met vocht (overweeg oraal of intraveneus), koele omgeving, rust
Hitte tetanie met hyperventillatie	Koele omgeving, rust, hyperventilatiemasker indien nodig
Hitte uitputting	Orale of intraveneuze rehydratie, koeling door verdamping van water op de huid en gebruik van ventilatoren. De huid kan bevochtigd worden met een watervernevelaar (plantensproeier) of spons. IJs op locaties met grote oppervlakkige aders (oksel, lies, hals, elleboogplooi). Koele omgeving en rust. Evalueren of een transport naar het ziekenhuis noodzakelijk is.
Hitteslag Hitteberoerte	Snelle koeling heeft prioriteit en kan reeds opgestart worden. Deze slachtoffers worden best zo snel mogelijk medisch begeleid naar het ziekenhuis gebracht voor verdere behandeling.

Bij een massa aan slachtoffers met hitte gerelateerde aandoeningen zijn verdamping en convectie de meeste toepasbare en eenvoudige middelen. Voor verdamping en convectie heb je enkel water en een ventilator nodig. Het slachtoffer moet uitgekled geplaatst worden met de rug richting de ventilator. De huid wordt bevochtigd met water via een spons of verneveld met een plantensproeier. Uit religieuze overwegingen kan het slachtoffer ook bedekt worden met een dun laken dat nat gehouden wordt, alhoewel dit een uitgesproken minder gunstig effect heeft. Wanneer ijs gebruikt wordt om af te koelen, moet het ijs gewikkeld worden in een doek en niet-drukkend aangebracht worden op oppervlakkige aders zoals in de lies, oksel, hals/nek en elleboogplooi. Chemische coldpacks hebben onvoldoende koelcapaciteit, maar bij gebrek aan andere koelmiddelen, kunnen deze wel gebruikt worden. Onderdompeling in koud water is de meest efficiënte manier om snel te koelen, het is tweemaal zo snel als verdamping/convectie. Maar deze laatste manier is op het terrein minder praktisch haalbaar. Tijdens de koeling wordt de temperatuur van het slachtoffer goed opgevolgd om niet plots bij een te lage lichaamstemperatuur te komen. Wanneer de lichaamstemperatuur lager zakt dan 40°C, wordt de koeling gestopt. Vanaf hier kan het lichaam opnieuw zelf zorgen voor zijn thermoregulatie.^{23, 24, 26}

Aanvullende behandelingen bij het koelen van het slachtoffer zijn beperkt. Dehydratatie kan snel worden behandeld met oraal en/of intraveneus vocht. Sportdranken kunnen ook worden gebruikt, maar worden het best verdund zodat het maag-darmstelsel niet extra belast wordt.²⁶

Koeltechnieken, zoals verder beschreven, kunnen worden toegepast. Er bestaan nog intensievere koeltechnieken die enkel in een ziekenhuis kunnen toegepast worden. Maar deze vallen buiten dit onderzoek. Er bestaat geen bewijs dat anti-pyretische medicatie de lichaamstemperatuur doet zakken.^{23, 24}

Koeltechnieken bij hitteslag en inspanningsgebonden hyperthermie²²

Vroeg herkennen en behandelen van hitte gerelateerde ziekten reduceert significant de morbiditeit en mortaliteit.^{22, 23, 24}

De huidige richtlijnen met betrekking tot een individu met hitteslag is het verwijderen van het individu uit de warme omgeving, het activeren van de medische hulp en het snel opstarten van een koeltechniek om de lichaamstemperatuur te verlagen.^{22, 23, 24}

Onderdompeling in water blijkt het meest doeltreffend te zijn (gemiddeld 0,2°C tot 0,33°C per minuut), alhoewel het niet wijdverspreid gekend is. Het maakt hierbij niet uit welke temperatuur het water heeft. Belangrijk is wel dat het water in beweging blijft. Te koud water geeft vasoconstrictie en daardoor vermoed men dat de verkoeling in te koud water vertraagd wordt. Verkoeling in te koud water geeft dus ongeveer dezelfde koelsnelheid als water met hogere temperaturen. Onderdompeling wordt ook het best toegepast bij bewuste slachtoffers. De praktische organisatie van onderdompeling op een massamanifestatie is meestal niet mogelijk.^{22, 23, 24}

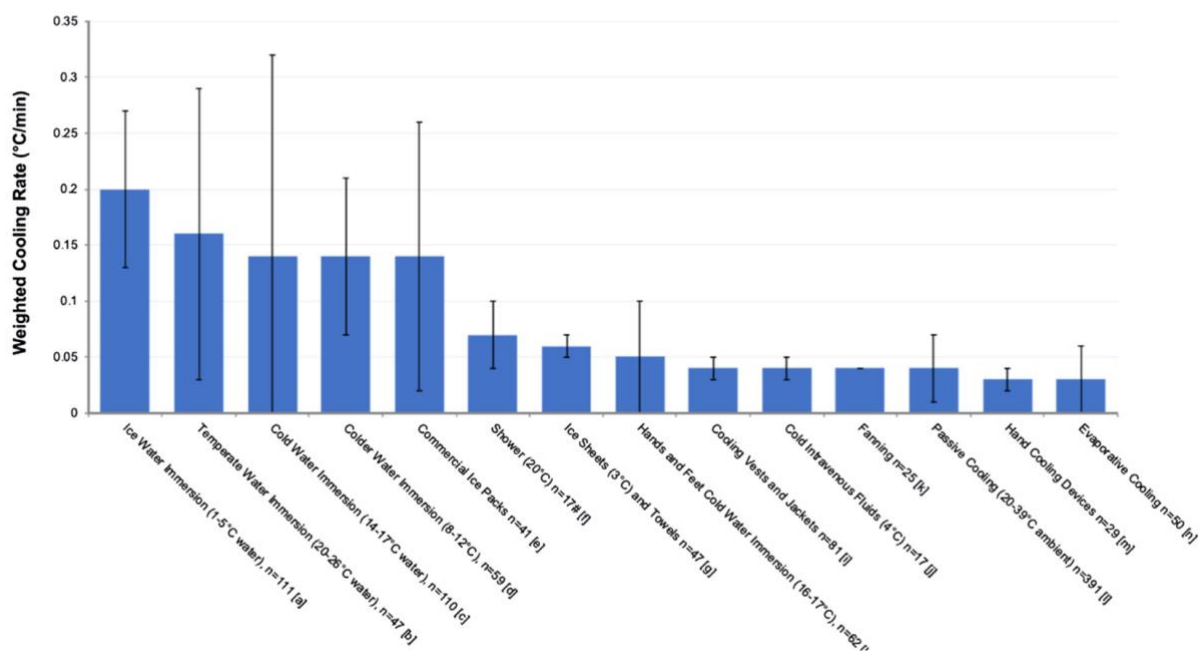
Douma et al (2020) onderzochten ook andere koelende technieken die kunnen gebruikt worden in de eerste hulp setting.²²

Commerciële ijspacks (gemiddeld 0,14°C/min) op belangrijke plaatsen zoals oksel, lies en nek (zie Figuur 9), geven een snellere koeling dan enkel passief koelen. Ook het douchen met koud water (gemiddeld 0,07°C/min) en ijsdekens (gemiddeld 0,06°C/min) geven een snellere koeling dan passief koelen. Passief koelen (gemiddeld 0,04°C/min) is de normale verkoeling van het lichaam via verdamping (zweten), straling, convectie en geleiding (zie eerder).^{22, 23, 24}

Verkoelen door gebruik te maken van waterverneveling op het ontblote lichaam gecombineerd met een ventilator, verkoeling door koelvesten, koelen door ventilator alleen, handkoeling, alu dekens en koude intraveneuze vchten geven geen snellere verkoeling van het lichaam (gelijk of minder dan 0,04°C/min), maar mogen uiteraard gebruikt worden bij gebrek aan betere koeltechnieken.^{22, 23, 24}

Het meten van de temperatuur gebeurt bij voorkeur oesophagaal of rectaal omdat koeling vasoconstrictie veroorzaakt waardoor perifere temperatuurmetingen niet accuraat zullen zijn.^{22, 23, 24}

Volg de ABCDE-benadering in geval de toestand van het slachtoffer verder achteruit gaat.^{23,24}



Figuur 9 Onderdompeling in koud water (14-17°C) vergeleken met passieve koeling bij hittedslag, Douma et al (2020), Resuscitation

Er werd geen wetenschappelijk onderzoek gevonden voor koeltechnieken bij hittedslag en niet-inspanningsgebonden hyperthermie.²⁴

Rehydratie-eenheid bij milde en matige hitte gerelateerde aandoeningen²⁵

Hitte gerelateerde aandoeningen komen heel frequent voor op massamanifestaties tijdens de zomerperiode. De slachtoffers van hitte gerelateerde aandoeningen hebben daarvoor medische hulp nodig onder de vorm van orale en/of intraveneuze rehydratie in combinatie met observatie. Het dichtstbijzijnde ziekenhuis kan daardoor al snel overbevolkt raken met dergelijke slachtoffers. Daarvoor kan een rehydratie-eenheid een uitweg bieden.²⁵

Lukins et al (2004) deed een onderzoek naar de opzet van een rehydratie-eenheid op een rock concert met 450.000 toeschouwers. Het doel van de rehydratie-eenheid is om een snelle beoordeling en behandeling te verkrijgen bij een slachtoffer met een hitte gerelateerde aandoening met een verblijfsduur van minder dan 2 uur.²⁵

Een rehydratie-eenheid beschikt over artsen en verpleegkundigen. De uitrusting bestaat uit een ruimte met airconditioning en verschillende brancards. Er worden een vast aantal brancards geplaatst, maar bij overbelasting (surge capacity) kunnen er extra brancards bijgeplaatst worden. De samenstelling van een team voor dit onderzoek bestaat uit 1 supervisor, 1 arts, 4 verpleegkundigen en 16 brancards. 1 verpleegkundige krijgt de verantwoordelijkheid over 4 brancards. Zo werden er 3 teams samengesteld. Het hele gebeuren staat onder leiding van een medisch directeur. Enkele verpleegkundigen zorgen voor de triage. Enkele administratief medewerkers zijn ook ter beschikking.²⁵

De bemanning van de rehydratie-eenheid krijgt een briefing/training van een 20-tal minuten voor aanvang. De training omvat onder andere de laatste richtlijnen rond hitte gerelateerde aandoeningen en de behandeling omtrent orale en intraveneuze vochttherapie. De slachtoffers werden getrieerd en vervolgens ingedeeld naar de eerste hulppost, medische post of de rehydratie-eenheid. De slachtoffers voor de rehydratie-eenheid worden bepaald volgens vooraf vastgelegde criteria (zie tabel). Een arts heeft de definitieve beslissing om al dan niet een slachtoffer uit te sluiten uit de rehydratie-eenheid.²⁵

Tabel 15 Toelatings- en exclusiecriteria voor de rehydratie-eenheid, Lukins et al (2004), Prehospital emergency care

Toelatings- en exclusiecriteria voor de rehydratie-eenheid	
Toelatingscriteria	
Slachtoffer heeft voorgeschiedenis van blootstelling aan hitte en inadequate vochtintake	
Slachtoffer heeft 1 of meerdere van volgende symptomen en dehydratatiekenen:	
Dorst	
Droge huid en slijmvliezen	
Hitte krampen (krampachtige pijnen in ledematen of abdomen)	
Pre-syncopaal (gevoel van flauwte) of syncope bij houdingsverandering	
Misselijk of braken of diarree	
Milde hoofdpijn	
Geen drang om te plassen afgelopen 4 uur	
HR < 130 slagen/min EN SBD > 90 mm Hg EN GCS = 15 EN T < 38,5°C	
Exclusiecriteria	

Algemeen: voorwaarden niet compatibel met hitte gerelateerde aandoeningen, inclusief maar niet-gelimiteerd tot:

Voorgeschiedenis van:

- Diabetes
- Illegale drugs
- Trauma of letsel aan het hoofd
- Ernstige hoofdpijn
- Beroerte
- Thoracale pijn
- Kortademigheid
- Ernstige abdominale pijn

Tekenen van:

- HR > 130 slagen/min **OF** SBD < 90 mm Hg **OF** GCS < 15 **OF** T > 38,5°C
- Trauma of letsel aan het hoofd
- Allergische reactie/anafylaxie: gezwollen lippen of tong, stridor, wheezing, urticaria of netelroos
- Duidelijke toxidroom (vb verwijde pupillen, nystagmus, myoclonus)
- Andere fysieke bevindingen die niet in overeenstemming zijn met geïsoleerde warmte gerelateerde ziekte

HR = hartritme, SBD = systolische bloeddruk, GCS = Glasgow Coma Schaal, T = temperatuur

Eens een slachtoffer opgenomen in de rehydratie-eenheid, wordt op basis van een medische richtlijn de vochttherapie toegepast (zie tabel). Elk slachtoffer wordt beoordeeld door een arts van zodra haalbaar na het initialiseren van de vochttherapie en net voor ontslag. Slachtoffers die na 2 uur behandeling niet geschikt zijn voor ontslag of die een nieuwe medische conditie ontwikkelen, vallen buiten het doel van de rehydratie-eenheid. Deze slachtoffers worden opnieuw beoordeeld door een arts en worden vervolgens getransporteerd naar de medische hulppost of het ziekenhuis.²⁵

Tabel 16 Medische richtlijn voor vochttherapie bij rehydratie, Lukins et al (2004), Prehospital emergency care

Medische richtlijn voor vochttherapie bij rehydratie

Indicaties

Slachtoffer heeft voorgeschiedenis van blootstelling aan hitte en inadequate vochtintake

Voorwaarden*

Milde dehydratatie

- Dorst
- Bleke, klamme (zweterige, vochtige) huid
- Krampachtige pijnen in ledematen of abdomen (hitte krampen)
- Presyncope (gevoel van zwakte, duizeligheid)
- Misselijk
- Braken, tweemaal of minder
- Milde hoofdpijn
- HR < 120 slagen/min **EN** SBD > 90 mm Hg **EN** GCS = 15

Matige/ernstige dehydratatie

- Ernstige dorst
- Droge, hete, rode huid
- Uitgeput
- Blijvende krampen na orale rehydratie
- Syncope bij houdingsverandering

Braken: driemaal of meer Geen drang om te plassen afgelopen 4 uur HR > 120 slagen/min OF SBD < 90 mm Hg OR GCS < 15
Procedure • Milde dehydratatie: orale rehydratie indien getolereerd tot max 1,5 liter/uur • Matige/ernstige dehydratatie: zoutoplossing 0,9% 1000ml intraveneus over 1 uur • Herevaluatie van vitale parameters, GCS, symptomen na 30 – 60 minuten • Slachtoffer kan ontslagen worden indien alle volgende voorwaarden voldaan zijn: ○ Geen droge en hete huid ○ Slachtoffer voelt zich beter met verdwenen hitte krampen ○ Geen houding gebonden presyncope ○ Slachtoffer kan orale vloeistoffen tot zich nemen ○ HR < 100 slagen/min EN SBD > 100 mm Hg EN GCS = 15 • Indien slachtoffer na evaluatie nog voldoet aan de criteria, herhaal rehydratie • Maximum toegelaten verblijfstijd is 2 uur, als slachtoffer verslecht of niet voldoet aan de criteria voor ontslag, moet transport naar ziekenhuis overwogen worden • Alle slachtoffers worden geobserveerd en gedocumenteerd, weigering transport wordt eveneens gedocumenteerd
HR = hartritme, SBD = systolische bloeddruk, GCS = Glasgow Coma Schaal, T = temperatuur *Symptomen mogen alleen voorkomen of in combinatie

Lukins et al (2004) beschreef deze behandeling op een massamanifestatie (450.000 toeschouwers) waarbij er 3 slachtoffers per 10.000 toeschouwers geschikt waren voor de rehydratie-eenheid, waarvan 31% met orale en intraveneuze vochttherapie en de rest met orale vochttherapie behandeld werden. De gemiddelde verblijfsduur bedroeg 94 minuten. 23% van de slachtoffers verbleef langer dan 2 uur, maar niemand daarvan werd uiteindelijk getransporteerd naar het ziekenhuis. Achteraf werd vastgesteld dat de maximum verblijfsduur in de rehydratie-eenheid dient verhoogd te worden naar 3 uur. De rehydratie-eenheid behandelde 21% van het totaal aantal slachtoffer die dag op het evenement. 30% van de slachtoffers in de rehydratie-eenheid kreeg pijnstilling en 12% kreeg anti-emetica om de symptomen van hitte gerelateerde aandoeningen, zoals hoofdpijn en braken, te verzachten. 75% van de slachtoffers in de rehydratie-eenheid werden er rechtstreeks ontslagen na 2 uur, 93% na 3 uur. Het aantal artsen kan mogelijks verder beperkt worden tot 1 arts omwille van de goede zorgen en inschattingen van de verpleegkundigen, maar deze factor dient wel verder onderzocht te worden.²⁵

Orale rehydratie oplossing

Bij sporters kunnen orale rehydratie vloeistoffen aangereikt worden bij inspanningsgebonden, hitte gerelateerde aandoeningen. Deze aandoeningen kunnen zich uiten in excessief zweten tijdens de inspanning waardoor er zich nadien tekenen vertonen van dehydratatie zoals dorst gevoel, duizelig of ijl in het hoofd, droge mond en donkergele/ruikende urine. Deze orale rehydratie vloeistoffen kunnen bestaan uit koolhydraat- en elektrolytoplossing 3-8% (de typische sportdranken) of afgeroomde melk. Als deze oplossing of melk niet beschikbaar is of niet goed verdragen wordt, kan er geopteerd worden voor een koolhydraat- en elektrolytoplossing 0-3% of 8-12% of gewoon water. Water, in vaste hoeveelheden, is een aanvaardbaar alternatief voor rehydratie, maar het kan langer duren om te rehydrateren. Vermijd het gebruik van alcohol. Andere populaire vormen van rehydratie zoals kokoswater, water met esdoornsiroop, yoghurt drink, rooibos thee, chinese thee met cafeïne, hoog alkalisch water, diepe oceaan water of commercieel gebotteld water, 3% glycerol, laag- of niet-

alcoholisch bier of wei-eiwit oplossing zijn onvoldoende bewezen om hun gebruik aan te bevelen. Wanneer de sporter tekenen vertoont van verminderd bewustzijn en van hittedslag, moet medische bijstand gevraagd worden.²⁴

Het gebruik van het gekende ORS (oral rehydration solution) ten opzichte van een koolhydraat- en elektrolytoplossing (sportdrink) gedurende inspanningen bij warm weer, bracht geen significant verschil aan het licht.²⁷

Geen onderzoek werd gevonden voor het gebruik van ORS of sportdranken voor niet-inspanningsgebonden hitte gerelateerde aandoeningen.

Koude

De eerste beoordeling en bepaling van de ernst van de onderkoeling zijn de belangrijkste stappen op weg naar het herstel van de patiënt. Het is belangrijk te beseffen dat onderkoeling binnen 2 uur tot de dood kan leiden. Algemene maatregelen zijn onder meer het uitvoeren van het ABC van de Basic Life Support. De relatieve ernst moet worden gebaseerd op klinische kenmerken. Een rectale temperatuur moet zo snel mogelijk worden gemeten. De eerste prioriteit is om verder warmteverlies te beperken. Een persoon die vermoedelijk onderkoeld is, moet worden beschermd tegen een natte, koude of winderige omgeving. Natte kleren moeten worden vervangen door droge kleren, en de persoon moet worden geïsoleerd met extra kleding en dekens. Oefeningen om warmte op te wekken zijn alleen nuttig bij milde onderkoeling. Minimale handelingen zijn belangrijk voor alle onderkoelde personen met een veranderde mentale status, om hartritmestoornissen te voorkomen. Bij deze personen mogen de kleren niet worden uitgetrokken; in plaats daarvan moeten isolerende dekens over hen worden gelegd. Deze laatste worden zo snel mogelijk medisch begeleid naar het ziekenhuis gebracht.³³

Het heropwarmen van onderkoelde personen gebeurt op drie manieren, afhankelijk van het niveau van de interventie. De minst invasieve manier van opwarmen is passief opwarmen. Meer invasieve vormen zijn externe actieve heropwarming en interne actieve heropwarming. De keuze van de methode zal worden gebaseerd op de ernst van de onderkoeling.³³

Passieve opwarming is van toepassing op licht, matig en ernstig onderkoelde personen, en houdt in dat de patiënt wordt opgewarmd door hem te isoleren met kleding en dekens. Natte kleding moet worden uitgetrokken om verdamping en warmteverlies via convectie te beperken. Als natte kleding niet kan worden verwijderd, moet plastic worden gebruikt om de patiënt vanaf de nek te bedekken. Het hele lichaam moet bedekt worden met isolatiemateriaal, ook het hoofd. Passieve heropwarming wordt beschouwd als de veiligste, zij het traagste, manier om de patiënt in het veld op te warmen tot hij naar een ziekenhuis kan worden gebracht.³³

Externe en interne actieve opwarming gebeurt met middelen en technieken die enkel beschikbaar zijn in het ziekenhuis en vallen daarom buiten doel van dit eindwerk.

Milde onderkoeling (33°C - 35°C) wordt in grote mate behandeld met gezond verstand in de vorm van passieve heropwarming. De patiënt moet uit de koude omgeving worden gehaald, worden opgewarmd, gedroogd, geïsoleerd, en warme zoete dranken krijgen. Alcohol is contraproductief in alle omstandigheden van onderkoeling. Warmte moet op de romp worden aangebracht om het risico van hypovolemie ten gevolge van perifere vasodilatatie te verminderen. Toediening van verwarmde intraveneuze vloeistoffen met een temperatuur tot 40°C kan nuttig zijn indien beschikbaar.³³

Matige en ernstige onderkoeling moet behandeld worden in het ziekenhuis en valt daarom buiten doel van dit eindwerk. Het is belangrijk om weten dat slachtoffers met matige en ernstige onderkoeling medisch begeleid naar het ziekenhuis moeten worden gebracht.

De behandeling van vrieswonden gebeurt in het ziekenhuis. Begin nooit met het ontdooien van een bevroren gebied als er kans is op herbevrozing, want herbevrozing zal meer schade aan het weefsel veroorzaken. Warm een bevroren plek ook nooit op door wrijven, want wrijving verhoogt ook het risico op verdere beschadiging en kan leiden tot groot weefselverlies. De beste manier om opnieuw op te warmen is in een wervelbad van 40°C. Als dit niet beschikbaar is, kan spontane passieve opwarming succesvol zijn. Tijdens de opwarming keert het gevoel terug met hyperemie en dit kan vrij pijnlijk zijn. Pijnstillende medicatie kan noodzakelijk zijn.³³

7.3.2.5. *Preventieve maatregelen bij massamanifestaties*

Hitte

Planning in de vorm van educatie over preventie bij hitte gerelateerde aandoeningen aan bezoekers die een ticket hadden gekocht, zorgde voor een daling van het aantal slachtoffers.³

Tijdens de Olympische Spelen van 1996 wekten de hulpdiensten het besef op bij het publiek om bewust om te gaan met de gevaren van dehydratatie. Zij raadden aan om voldoende te drinken en schaduw op te zoeken. De symptomen van dehydratatie werden ook verduidelijkt aan het publiek. Deze informatie werd onder andere verspreid via radio, tv en pamfletten. Dit zorgde voor een daling van het aantal hitte gerelateerde slachtoffers in de medische hulpcentra (geef effectieve cijfers beschikbaar).¹⁰

Door gebruik te maken van weersvoorspellingen en early warning systemen, kan snel worden ingegrepen op veranderlijke weersomstandigheden. Wanneer het weer op voorhand gekend is, wordt best op voorhand gecommuniceerd met de bezoekers aan een massamanifestatie over de te nemen maatregelen. Early warning weersystemen kunnen worden aangewend om op kortere termijn in te spelen op veranderlijke weersituaties. De organisator kan zo aankondigingen doen via onder andere omroepsystemen en grote displays om het publiek te waarschuwen voor bijvoorbeeld een nakend onweer. Het gebruik van een geschoolde weerkundige is sterk aan te raden.¹⁰

Het educeren van de hardlopers bij marathons, halve marathons, 10k of 5k evenementen, over dehydratatie, hypoglycemie, uitputting, blaren, de noodzaak tot een goede voorbereiding en training en het gebruik van orale rehydratievocht, kan de noodzaak tot medische interventie verminderen.³

De eerste of medische hulppost kan weergeelateerde voorbereidingen treffen naargelang de weersvoorspellingen. Beschikbaarheid van dekens of alu dekens, de voorziening van een verwarmd lokaal voor slachtoffers bij koude weersomstandigheden. Het inrichten van een koele omgeving, het voorzien van schaduwplekken ter hoogte van de hulppost, het opzetten van een rehydratie-eenheid en het toepassen van koeltechnieken kunnen aangewend worden in de hulppost bij verwachte hete weeromstandigheden.¹⁰

Organisatoren zouden zich best voorbereiden op extreem warme dagen tijdens hun massamanifestatie door middel van koele locaties (airconditioning, ventilator, schaduw, tenten...) en deze ook goed aanduiden (plan, bewegwijzering...) en veilig en vlot toegankelijk maken. Inname van extra (niet-alcoholisch) vocht zou aangemoedigd moeten worden, alsook de beschikbaarheid van gratis water op meerdere en goed aangeduide locaties.¹³

Waterleverancier Farys heeft een Waterbar die organisatoren kunnen aanvragen. Het goedkoper maken van flesjes water biedt ook een oplossing.

Wanneer gratis water niet beschikbaar is, koopt het publiek op een massamanifestatie liever alcohol dan flesjes water. Afwezigheid van gratis water en toename van het alcoholgebruik omwille van het warme weer, kan bijdragen tot een grotere vraag naar medische hulp met alcohol gerelateerde hoofdpijn, syncope en trauma. Gratis water, al dan niet vanaf een bepaalde buitentemperatuur (op de meeste massamanifestaties hanteert men de drempel van 27°C), heeft dus invloed op de Patient Presentation Rate.^{15, 18}

Waterverneveling ter afkoeling

Waterverneveling (mist) kan bekomen worden door water onder hoge druk uit sproeiers te persen. Die hoge druk wordt hydrolisch bekomen. Dit geeft een beter resultaat dan pneumatische druk. Pneumatische druk verbruikt meer energie en er kan minder water worden verneveld ten opzichte van hydrolische druk. De waterdruppels moeten voldoende klein zijn en worden op hoogte neergelaten over het publiek. De bedoeling is dat de waterdruppels verdampt zijn tegen dat ze de grond raken. Dit geeft het verkoelend effect.

Het gebruik van ventilatoren in combinatie met mist, geeft een beter koelend effect dan wanneer mist of een ventilator apart zou gebruikt worden. Dit heeft te maken met de geforceerde convectie-effect van de ventilator en het water op de huid en kledij. De ventilator kan ook zo worden opgesteld dat de mist richting het publiek geblazen wordt, handig op momenten met een lichte wind.

De waterdruppels in de mist mogen niet te klein zijn, anders zijn deze te snel verdampt en mist het zijn verkoelend effect. De waterdruppels in de mist mogen ook niet te groot zijn, dan wordt het publiek te nat en geeft dit een meer onaangenaam gevoel. Naargelang de weersomstandigheden moet de grootte van de waterdruppels aangepast worden zodat ze niet verdampt zijn voor ze het publiek bereiken en wel verdampt zijn voor ze de grond bereiken. Verdere studie is hiervoor nodig.

Ook moet er rekening gehouden worden met de kans op de groei van de legionella bacterie. Dit kan opgelost worden door het gebruik van chloor aan het water toe te voegen aan 1mg per liter. Dit is voldoende om de bacterie te doden binnen 40 minuten bij een temperatuur van 21°C, zelfs sneller bij hogere temperaturen. Ook kan heet water van minimum 65°C gebruikt worden om de bacterie te doden. Dit heet water wordt doorheen de watertank, leidingen en sproeiers geperst. Het gebruik van chloor en heet water gebeurt uiteraard tijdens momenten waar er geen publiek aanwezig is.

De combinatie van mist en ventilator gaf de beste koeling (0,53°C daling van de algemene huidtemperatuur na 10 minuten, 1,1°C daling van de temperatuur aan het hoofd na 10 minuten, 2,9°C ± 1,2°C daling van de luchttemperatuur bij mist en 3,6°C ± 1,4°C daling van de luchttemperatuur bij mist/ventilator). Mensen hebben bij voorkeur een verkoeld hoofd om zich

beter te voelen. Er is geen bewijs dat een langer verblijf in de mist met ventilator een grotere koeling geeft. Natuurlijk is er ook nog het psychologisch effect van mist met ventilator: men verwacht een verkoelend effect en men voelde zich inderdaad frisser na de verneveling.^{30, 31}

Waternerneveling en verbranding van de huid door de zon

Er werd geen wetenschappelijk onderzoek gevonden dat bewijst dat waterdruppels op de huid een verbranding van de huid kan veroorzaken door de zon.

Echter werd er wel een wetenschappelijk onderzoek gevonden van het effect van de zon op waterdruppels op de bladeren van planten. Hierin werd besloten dat het onwaarschijnlijk is dat waterdruppels op gladde, haarloze bladeren de plantenstructuren kunnen beschadigen. Echter bij bladeren met haar, waarbij de waterdruppel zich op het haar bevindt, dus zweeft boven het blad, kan zonnebrand voorkomen op de bladeren, enkel onder een bepaalde invalshoek van de zon (het lens-effect). De druppel moet ook een bepaalde vorm en grootte hebben.³²

De meeste mensen hebben kleine haartjes die onze huid bedekken en kleine waterdruppeltjes kunnen rusten op dit laagje haartjes waardoor er mogelijks zonnebrand kan ontstaan. Om een bepaald stukje huid te kunnen verbranden door een waterdruppel waarbij de zon als een lens-effect inbrandt, moet de zonnebader zijn relatieve positie ten opzichte van de zon constant houden. Anders ontvangt de waterdruppel zonlicht van een continu veranderlijke richting waardoor steeds een ander stukje huid bestraald wordt, dus de kans op zonnebrand vermindert. Echter is dit probleem eerder complex en verder onderzoek hiervoor is nodig.³²

Waarom is er de perceptie dat de huid sneller verbrandt als het nat is? Misschien heeft het te maken met het feit dat zonnecrème is verdwenen of verdunt door de natte huid? Zoals eerder beschreven, zorgt een vochtige huid voor verkoeling, waardoor men niet direct voelt dat de huid aan het verbranden is door de zonnestraling.

Andere preventieve maatregelen bij hitte kunnen zijn (niet limitatief):

- Crowd control aan de ingang van de massamanifestatie, zodat lange wachtrijen in hitte en zon kunnen vermeden worden. Schaduwplekken dienen best ook voorzien te worden aan de ingang van een massamanifestatie, alsook op locaties waar gedurende lange tijd wachtrijen kunnen ontstaan.
- Creëer schaduwplaatsen en voorzie drinkwater op locaties waar wachtenden aanwezig zijn voor het openbaar vervoer (bus, trein, taxi, tram)
- Communiceer indien slechte bereikbaarheid van het evenement via auto of openbaar vervoer bij slechte weersomstandigheden
- Vaste opvanglocaties voor de toeschouwers bij extreem weer (beschut, droog, verwarmd, verkoeld...)
- Maak gebruik van sociale media om waarschuwingen over het weer te verkondigen, tips te geven over uitdroging en zonnebrand
- Plaatsen van toiletten en andere gezondheidsvoorzieningen in de schaduw
- Gratis of het aankopen van lichte kledij, hoeden, petten, ventilatoren op batterijen... voor en door de toeschouwers
- Denk aan het personeel:
 - Werk- en rusttijden
 - Warme of koude dranken, extra water
 - Extra kledij om bij warm weer te vervangen
 - Beschutting tegen slechte weersomstandigheden (paraplu, parasol)

- Extra personeel voor waterbedeling, aflossing...
- Extra airconditioning, koelplekken, koelkasten... specifiek voor het personeel
- Stoelen of banken enkel voor personeel

Koude

Er is amper literatuur terug te vinden over preventieve maatregelen om onderkoeling te vermijden op massamanifestaties.

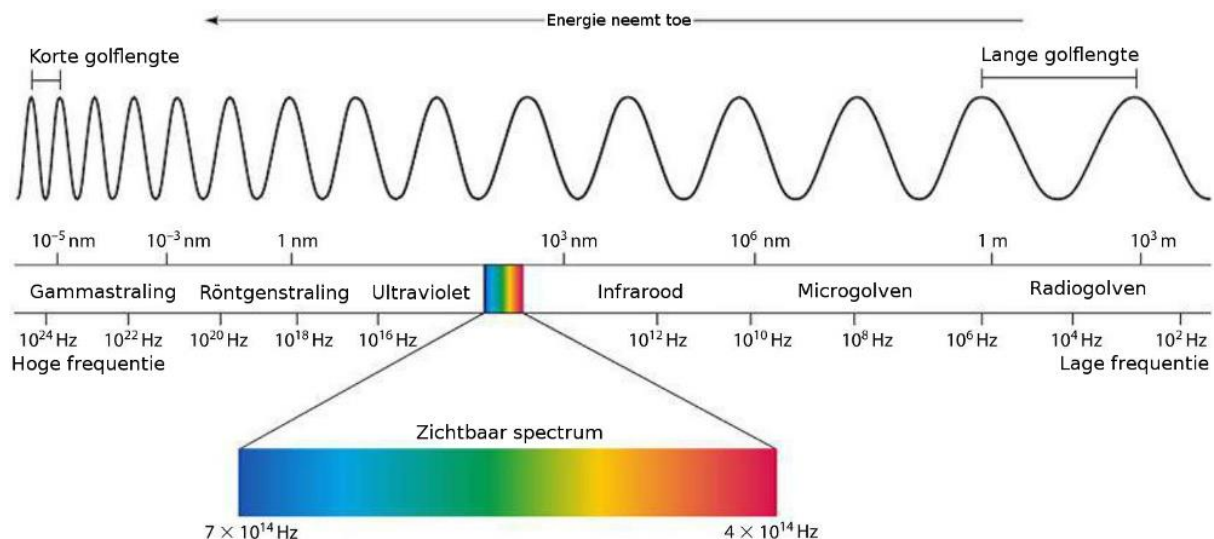
Preventieve maatregelen bij koude kunnen zijn (niet limitatief):

- Het publiek sensibiliseren om warme, gelaagde kledij te dragen en voldoende warme dranken te nuttigen
- Controleer de weersvoorspellingen en houd rekening met regen en gevoelstemperatuur, informeer het publiek
- Beschikbaar stellen van warme dranken en maaltijden
- Stimuleer te drinken ook al is er geen dorst
- Alcoholische dranken worden het best ontraden
- Verwarmde gebieden voorzien
- Voorziening van regenponcho's, paraplu's, alu dekens...
- Voorzieningen om warme kledij te kunnen aankopen
- Aangepaste kledij (vooral van toepassing bij sportatleten)³³
 - Waterdichte bovenkleding is essentieel
 - De kleding moet gemaakt zijn van wol, wolmengsels of polypropyleen. Katoen wordt niet aanbevolen
 - Alle ledematen en het hoofd moeten bedekt zijn
 - Het gezicht moet bedekt zijn, vooral bij een hoge gevoelstemperatuur
 - De voeten moeten beschermd worden met twee lagen sokken bij het hardlopen in koude klimaten. De eerste laag moet van polypropyleen zijn en de tweede laag van wol

7.3.3. Ultraviolette straling

7.3.3.1. Definitie

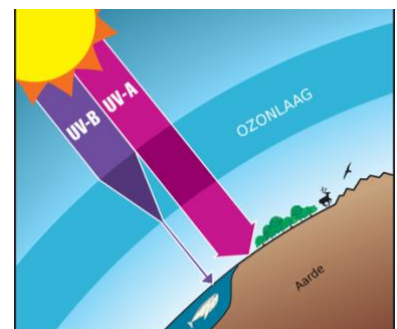
De zon zendt elektromagnetische straling uit die bestaat uit zichtbare en onzichtbare straling met verschillende golflengten (zie onderstaande figuur). Hoe korter de golflengte, hoe meer energie de straling heeft en hoe gevaarlijker deze is. De straling van de zon wordt voor een groot deel geblokkeerd door de atmosfeer. Enkel zichtbaar licht en een deel van de ultraviolette en infrarode straling bereiken het aardoppervlak. UV-straling is het gedeelte van het elektromagnetische spectrum met een golflengte tussen 200 en 400 nm.



Figuur 10 De elektromagnetische straling van de zon. Bron: <https://www.meteo.be/nl/info/veelgestelde-vragen/hoe-je-beschermen-tegen-gevaarlijk-weer/de-uv-index-verstandig-omgaan-met-de-zon>

UV-straling wordt vaak, vanwege de verschillende gevoeligheid van organismen, verder opgesplitst in UV-C (200-280nm), UV-B (280-315nm) en UV-A (315-400nm).

UV-C-stralen worden volledig geabsorbeerd door de ozonlaag in de atmosfeer en bereiken het aardoppervlak dus niet. UV-B-straling wordt voor een groot deel door ozon geabsorbeerd, terwijl UV-A-straling zo goed als volledig het aardoppervlak bereikt. Van de UV-straling die het aardoppervlak bereikt is 94% UV-A-straling en 6% UV-B-straling.



Om het publiek te informeren omtrent het verwachte niveau van UV-straling, werd de UV-index in het leven geroepen door de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) en de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO).

De UV-index is een maat voor de intensiteit van de UV-straling van de zon. Hoe hoger de UV-index, hoe gevaarlijker om onbeschermd in de zon te blijven. Meteorologische instituten in tal van landen hebben afgesproken om overal dezelfde index te hanteren. Zo kan je op je vakantiebestemming het gevaar op zonnebrand goed inschatten door de lokale UV-index te vergelijken met de waarden die je gewoon bent in België. In België bedraagt de UV-index zelden meer dan 7.

Tabel 17 De UV-index & UV-intensiteit en de tijd wanneer de huid verbrand

UV-index	UV-intensiteit	Huid verbrandt
1-2	zeer laag	vrijwel niet
3-4	laag	langzaam
5-6	matig	makkelijk
7-8	hoog	snel
9-10 >>	zeer hoog	zeer snel

Welke factoren beïnvloeden de UV-index?

- De hoogte van de zon: hoe hoger de zon zich aan de hemel bevindt, hoe meer UV-B-straling het aardoppervlak zal bereiken. De hoogte van de zon is afhankelijk van het tijdstip gedurende de dag en het jaar en de locatie waarop je je bevindt. In de zomer staat de zon het hoogst. In België is dit 's middags rond 14 uur zomertijd.
- De bewolking: over het algemeen zal de aanwezigheid van wolken ervoor zorgen dat er minder UV-B-stralen het aardoppervlak bereiken. In sommige gevallen (bij verspreide bewolking) is het echter ook mogelijk dat de UV-B-straling wordt gereflecteerd aan de randen van de wolken waardoor meer UV-B-straling het aardoppervlak bereikt. De mate waarin bewolking de UV-index beïnvloedt, is afhankelijk van een aantal factoren waaronder het type bewolking, de hoogte van de wolken en de concentratie van de wolken. Dergelijke informatie valt onvoldoende nauwkeurig te voorspellen en varieert bovendien van plaats tot plaats en van tijdstip tot tijdstip. Daardoor is het moeilijk de UV-index bij bewolkte hemel te voorspellen.
- De hoogte waarop je je bevindt: hoe hoger je je bevindt, hoe korter het pad dat de UV-B-stralen hebben afgelegd in de atmosfeer en hoe minder de UV-B-straling verzwakt zal zijn.
- De totale hoeveelheid ozon in de atmosfeer: ozon staat erom gekend UV-B-straling te absorberen. Met andere woorden: hoe meer ozon er zich in de atmosfeer bevindt, hoe minder UV-B-straling het aardoppervlak zal bereiken.
- De albedo van de omgeving: hiermee bedoelen we de mate waarin het aardoppervlak de inkomende UV-B-straling kan reflecteren. Bepaalde oppervlakken (zoals sneeuw en helder zand) hebben de eigenschap zeer reflecterend te zijn (hoog albedo) en zullen de UV-index doen stijgen door extra weerkaatsing van de UV-B-stralen.
- Aerosolen: wanneer er zich aerosolen (stofdeeltjes) in de atmosfeer bevinden, zullen deze in de meeste gevallen UV-B-straling absorberen waardoor de UV-index zal dalen.

Bron: KMI⁴⁴

7.3.3.2. *Massamanifestaties & ultraviolette straling*

Er werd amper wetenschappelijke literatuur gevonden over ultraviolette straling met betrekking tot massamanifestaties.

Op korte termijn kan de ultraviolette straling zonnebrand veroorzaken. Op lange termijn zorgt de blootstelling aan de zon voor mogelijk cataract, vroegtijdige veroudering, veranderingen aan de huidtextuur (melanomen) en kanker van de huid, ogen en lippen.²⁰

Een onderzoek in 2003 gedurende Canada Day, toonde aan dat het dragen van zonnebescherming (aangepaste kledij, zonnebril, zonnecrème...) erg pover is. Vrouwen en volwassenen waren beter in het zich beschermen tegen de zonkracht dan mannen en kinderen.²⁰

7.3.3.3. *Pathofysiologie*

UV-straling heeft een aantal negatieve gevolgen voor de mens:

- invloed op de huid: de huid van de mens is voornamelijk gevoelig voor UV-B-stralen. In eerste instantie zal een overmatige blootstelling aan UV-B-straling leiden tot zonnebrand. Daarnaast kunnen UV-B-stralen op lange termijn een invloed hebben op

het verouderingsproces van de huid. Hierdoor zal rimpelvorming optreden op de delen van de huid die door de zon beschenen zijn. Een ernstiger gevolg van overmatige blootstelling aan UV-B-straling is dat het risico op huidkanker significant toeneemt.

- invloed op de ogen: ook onze ogen zijn gevoelig aan UV-B-stralen. Acute gevolgen zijn bijvoorbeeld ontstekingen van het hoornvlies en het bindvlies. Daarnaast speelt UV-B ook een rol in het ontstaan van cataract.
- invloed op het immuunsysteem: te veel UV-B-straling kan schade veroorzaken aan het immuunsysteem.

Vanwege deze negatieve effecten van UV-straling is het belangrijk op te letten in de zon wanneer de UV-index hoog is.

In België bedraagt de UV-index zelden meer dan 7. Hoelang het duurt vooraleer je verbrandt (zonnebrandtijd) bij een gegeven UV-index, hangt af van een aantal factoren. Naast het feit dat je de zonnebrandtijd kan verlengen en het risico op huidkanker kan verkleinen door zonnecrème te smeren en beschermende kledij te dragen, is er in de eerste plaats de invloed van het huidtype. Mensen met een van nature donkere huid (huidtype 4), verbranden minder snel dan mensen met een zeer lichte huidskleur die zelden of nooit bruin worden (huidtype I). Verder verbrand je ook sneller bij de eerste zonnestralen dan wanneer je huid al een zekere gewenning heeft ondergaan. Tenslotte ontvang je ook meer UV-straling wanneer je ligt dan wanneer je rechtstaat, en ook meer wanneer je niet in beweging bent dan wanneer je rondloopt.

Dit alles maakt het erg moeilijk om concreet aan te geven hoe lang je bij een gegeven UV-index in de zon mag blijven. Net zoals de temperatuur, beschrijft de UV-index eerder de omgevingssituatie dan de individuele respons daarop.

Bron: KMI⁴⁴

Tabel 18 Samenvatting acute & lange termijn pathologie bij ultraviolette straling

Acute pathologie	Lange termijn pathologie
Zonnebrand, brandwonden	Sneller rimpelvorming, huidvlekken, huidkanker
Ontsteking hoornvlies en bindvlies ogen	Cataract
	Aantasting immuunsysteem

7.3.3.4. *Eerste & medische hulp*

Opmerking: de eerste en medische hulp hier beschreven kunnen ter plaatsen op de massamanifestatie geboden worden. Wanneer de toestand van het slachtoffer een transport naar het ziekenhuis vereist, wordt dit vermeld. De behandeling in het ziekenhuis valt buiten het doel van dit eindwerk en wordt dus niet besproken.

Zonnebrand

Volgende lijst met hulptips is een samenvatting vanuit verschillende bronnen, waaronder de Eerste Hulp app van Rode Kruis-Vlaanderen, de website van de Christelijke Mutualiteiten (www.cm.be) en de website van het Partena-ziekenfonds (www.partena-ziekenfonds.be).

- Verwijder het slachtoffer uit de zon
- Verkoel de getroffen huid van het slachtoffer met natte doeken. Een zachte, verkoelende douche kan ook
- Dep de huid zachtjes droog
- Smeer de huid in met een hydraterende crème, aftersun of Flamigel®. Herhaal het insmeren bij steviger verbrande huid
- Hydraterende crème met aloe vera toont een mogelijks snellere heling van zonnebrand³⁴
- Gebruik geen vette of olieachtige huidproducten
- Hydrateer het slachtoffer door regelmatig kleine slokjes fris water aan te reiken
- Bedek de verbrande huid met een stuk lichte en zachte kleding die niet schuurt of knelt of een dunne handdoek
- Bij pijn kan een eenvoudige pijnstiller worden aangereikt
- Doorprik de eventuele ontstane blaren niet, open blaren verhogen de kans op infectie
- Het slachtoffer moet de zon vermijden gedurende enkele dagen
- Raadpleeg of verwijz naar gespecialiseerde medische hulp indien het slachtoffer een gezwollen huid heeft, heel veel (grote) blaren heeft en zich niet goed voelt (bvb koorts, rillingen, misselijkheid)

Ontsteking van de ogen

Terwijl veel van de met UV-blootstelling geassocieerde pathologieën chronisch zijn en zich pas na jaren ontwikkelen, is fotokeratitis een duidelijk voorbeeld van een acute reactie op UV-straling. Deze omkeerbare aandoening, ook bekend als sneeuwblindheid (of stralingskeratitis of UV-keratitis), wordt gekenmerkt door hevige pijn, zanderig gevoel in de ogen, rode gezwollen ogen, traanvorming, blepharospasme (hoge spierspanning in de oogleden), verminderde gezichtsscherpte, fotofobie en droge huid rond de ogen. Een blootstelling van één uur aan door sneeuw gereflecteerde UV-straling of een blootstelling van zes tot acht uur aan door licht zand gereflecteerde UV-straling rond het middaguur is voldoende om een drempelwaarde voor fotokeratitis te veroorzaken. Andere reflectiebronnen zijn onder andere water en ijs. Bij lagere niveaus kunnen er nog milde symptomen van oculair ongemak optreden.³⁵

De symptomen komen vaak pas tot uiting wanneer reeds schade door fotokeratitis is opgetreden. Dit is soms zes tot twaalf uur na de blootstelling aan ultraviolet licht. Des te langer het slachtoffer is blootgesteld aan de UV-straling, des te ernstiger de symptomen.

Contactlenzen moeten onmiddellijk verwijderd worden door het slachtoffer. Ook gaat hij weg uit de zon en plaatst hij zich in een donkere kamer. Het plaatsen van een koud washandje over gesloten ogen verminderen de pijn. Verwijzing naar gespecialiseerde medische hulp is sterk aangeraden voor de ondersteunende en pijnstillende behandeling. Fotokeratitis verdwijnt meestal spontaan binnen 48 uur.

7.3.3.5. Preventieve maatregelen bij massamanifestaties

Een onderzoek in 2003 gedurende Canada Day, toonde aan dat het dragen van zonnebescherming (aangepaste kledij, zonnebril, zonnecrème...) erg pover is. Sensibiliseren is een grote boodschap waarop ook organisatoren moeten inzetten.²⁰

Zonnebrand

Zon gerelateerde ziekten kunnen voorkomen worden door gebruik te maken van zonnebrandolie/zonnecrème met een beschermingsfactor van 15 of hoger, door dichtgeweven, lichte kledij die de extremiteiten beschermen, hoeden met brede randen, zonnebrillen die UVA en UVB licht blokkeren en door de zon te vermijden tussen 10 uur en 16 uur.²⁰

Bij hitte gerelateerde aandoeningen wordt voorgesteld om lichtgewicht, licht gekleurde, losse en absorberende kledij te dragen.²⁰

Organisatoren moeten inzetten op meer schaduwplekken (tenten, luifels...), het verdelen van gratis zonnecrème, beschikbaarheid van gratis water en de aanwezigheid van kraampjes die zonnebrillen, hoeden, parasols en beschermende kledij verkopen.²⁰

Een andere benadering is het verkopen van merkeigen nieuwigheden (merchandise) die kan worden gebruikt als zonnebescherming, zoals festivalpetten en zonnebrillen met speciale montuur, zodat het gebruik van deze zonnebescherming prettig en leuk is en behoort tot de sfeer van het evenement.²⁰

Zonnecrème verdwijnt van de huid, door water, wrijving met kledij, zweten, absorptie... Daarom moet het regelmatig opnieuw aangebracht worden.²⁰

Modeverschijnselen hebben ook invloed op het al dan niet dragen van beschermende middelen tegen de zon.²⁰

De manier waarop met de zon wordt omgegaan, is de laatste vijftig jaar drastisch veranderd. Dit heeft veel te maken met mode en trends. Honderd jaar geleden zat men nog bijna volledig gekleed op het strand, nu dragen vrouwen een badpak, bikini of baden ze topless. Men gaat vaker op zonvakanties in het buitenland, dankzij de goedkope vluchten en verhoogde levensstandaard en meer vrije tijd. Dit is allemaal goed nieuws maar er zijn ook risico's aan verbonden, zoals een regelmatige (onbeschermde) blootstelling aan de zon. In het bijzonder voor mensen met een lichte huid en zij die makkelijk verbranden of niet zo snel bruinen, is dit extra gevaarlijk. Wat hier en nu in de mode is, speelt zeker een rol. Vroeger was een bleke huid het ideaal, terwijl tegenwoordig iedereen een 'gezond' kleurtje wenst. Men wilt zelfs afzien (zonnebrand) om dit kleurtje te hebben. Of men betaalt voor de zonnebank. Aan de risico's die ermee gepaard gaan, denkt men liever niet. Dat er een verband is tussen blootstelling aan de zon en huidkanker werd duidelijk wetenschappelijk aangetoond. Er is evenmin twijfel over de kankerverwekkende effecten van zon en zonnebanken.³⁶

De Stichting tegen Kanker geeft een aantal veiligheidstips in een aantrekkelijk formaat, handig om te gebruiken op massamanifestaties als folder of affiche.³⁶



Figuur 11 Veiligheidstips om huidkanker te voorkomen, Stichting tegen kanker, Risicofactoren voor huidkanker, bron: <https://www.kanker.be/kankerpreventie/huidkanker-voorkomen-slim-de-zon>

Ook geeft de Stichting tegen Kanker via haar website enkele tips voor organisatoren van grote manifestaties:³⁶

- Integreer het aspect zonbescherming in het algemeen veiligheidsplan
- Bescherm de deelnemers en bezoekers, de vrijwilligers en het personeel door 'Zonneslimme' maatregelen te nemen (door bijvoorbeeld zonnecrème uit te delen of smeerpunten te voorzien)
- Bereid het publiek voor door een preventieve boodschap op te nemen in de algemene aankondiging
- Moedig het publiek aan om zich tijdens het evenement tegen de zon te beschermen
- Moedig iedereen die bij het event betrokken is (dj, woordvoerder, officials, bands, vrijwilligers, personeel,...) aan om het goede voorbeeld te geven. Geef uniformen die voldoen aan de beschermingsrichtlijnen
- Zorg voor voldoende schaduw, of indien nodig voor verplaatsbare schaduw
- Zorg ervoor dat er tijdens het event zonnecrème verkocht of verdeeld wordt

Sommige steden of gemeenten vragen van de organisatie gratis zonnecrème te voorzien vanaf UV-index van 7. Het voorzien van zonnecrème door de organisatie van een manifestatie is niet altijd evident. Wanneer zonnecrème beschikbaar is aan de hulppost, zorgt dit voor een extra belasting in die hulppost. Zonnecrème kan ook verkocht worden via standjes, maar daarvoor wordt de crème niet altijd aangekocht door het publiek.

Een oplossing ligt bijvoorbeeld in externe bedrijven die een oplossing bieden aan organisatoren in het aanbieden van zonnecrème. Zo is er een bedrijf gespecialiseerd in slimme distributiepalen voor zonnecrème. Voorzien van zonne-informatie zoals de actuele UV-index en temperatuur, biedt de paal zijn gebruikers gratis de mogelijkheid om zich te beschermen tegen de zon.

Bovendien zorgt het elegante ontwerp tegelijk voor een vrolijke noot. Mensen die tijdens een warme dag hun zonnebrandcrème vergeten zijn kunnen zich op deze manier veilig in de zon bewegen. De smotspots zijn vernieuwend in dit opzicht dat ze gebruik maken van slimme technologieën die gebruikers niet enkel de huidige UV-index en temperatuur tonen maar ook waarschuwen wanneer en om de hoeveel tijd er gesmeerd moet worden.³⁷



Figuur 12 De SMOTspot van bedrijf Sundo kan organisatoren helpen in de gevolgen van hoge UV-index, bron: www.sundo.be

Ontsteking van de ogen

Fotokeratitis valt te voorkomen door het dragen van oogbescherming die UV-straling blokkeert. Te denken valt aan een goede zonnebril die 100% UV-stralen (UVA- en UVB-straling) blokkeert. Een zonnebril wordt eveneens gedragen wanneer de zon niet schijnt, omdat ultraviolet licht toch door de bewolking heen gaat. Let op bij contactlenzen met UV-straling, want vaak blokkeren ze de UV-stralen wel tot de hoornvliezen en pupillen, maar niet tot het gevoelige weefsel van het oogbindvlies of de oogleden.

Zelfde adviezen kunnen gevolgd worden als beschreven onder hoofdstuk zonnebrand.

7.3.4. Onweer

7.3.4.1. Definitie

Een onweer omvat 3 factoren waarmee we rekening moeten houden: bliksem, wind en neerslag.

Onweer

Onweer wordt gedefinieerd als één of meerdere plotselinge elektrische ontladingen, waarneembaar als een lichtflits (bliksem) en een scherp rommelend geluid (donder). We spreken van weerlicht als de bliksem slechts als een oplichtend verschijnsel achter of tussen de wolken herkenbaar is (eventueel achter de horizon). Het eigenlijke bliksemkanaal blijft dus onzichtbaar en de donder is binnen normale gehoorsafstand niet altijd hoorbaar.

Gemiddeld gezien komt er in de zomerperiode meer onweer voor in het binnenland, en in de herfst en begin van de winter in de kuststreek. Dat laatste komt omdat het zeewater in die periode nog relatief warm is in vergelijking met het binnenland en de atmosfeer daar dus sneller onstabiel wordt. Gemiddeld onweert het in ons land jaarlijks op zo'n 95 dagen, waarbij het meeste onweer wordt waargenomen in de periode mei tot en met september. In deze periode neemt ook het aantal bliksems flink toe in vergelijking met de winterperiode.

We kunnen op basis van hun structuur de onweders indelen in 4 hoofdvormen.

- Eencellig onweer
- Meercellig onweer met clustervorming
- Meercellig onweer met lijnvorming, beter bekend onder de naam squall line
- Supercel

Gedetailleerd onderscheidt tussen deze 4 vormen valt buiten de context van dit eindwerk.

Naargelang de structuur kunnen ze wel wat overlast bezorgen:

- Eencellig onweer: mogelijks veel neerslag op korte tijd, mogelijks wateroverlast, windstoten en kleinere hagelbollen
- Meercellig onweer met clustervorming: veel neerslag op korte tijd, wateroverlast, vrij grote hagelstenen en zware windstoten
- Meercellig onweer met lijnvorming: veel neerslag op korte tijd, wateroverlast, grote hagelstenen en zeer zware windstoten, valwind, af en toe tornado's
- Supercel: potentieel zwaarste onweer, zeer veel neerslag op korte tijd, wateroverlast, zeer grote hagelstenen en zeer zware windstoten, valwind, af en toe tornado's

Bron: KMI⁴⁴

Bliksem

Bliksem is een elektrische ontlading die zich kan voordoen tussen een onweerswolk en de aarde, tussen wolken onderling of in de onweerswolk zelf. Donder is een gevolg van de enorme opwarming van de lucht (tot 30.000°C) in het bliksemkanaal. Er volgt een sterke uitzetting van de lucht met een geluidsgolf als resultaat.

Bron: KMI⁴⁴

Wind

Wind is de relatieve beweging van de lucht tegenover het aardoppervlak.

Algemeen genomen is wind een gevolg van luchtdrukverschillen. Hierbij stroomt de wind van gebieden met een hogere luchtdruk naar streken met een lagere luchtdruk. Op hun beurt ontstaan deze luchtdrukverschillen door een ongelijke opwarming van de aarde, zowel op kleinere als op grotere schaal.

De wind heeft zelden een constante snelheid. Er is sprake van de gemiddelde wind (over een periode van bijvoorbeeld 10 minuten, uitgedrukt in Beaufort) maar daarnaast kan de wind ook zeer kortstondig in kracht toenemen. We spreken dan van rukwinden of windstoten. Bij zwaar stormweer of bij felle onweersbuien kunnen kortstondige rukwinden voorkomen tot meer dan 150 km/u.

De Beaufortschaal werd reeds in 1805 opgesteld door de Ier Francis Beaufort. In de voorspellingberichten gebruikt het KMI de Beaufortschaal om de windintensiteit te definiëren met behulp van de gemiddelde windsnelheid, berekend over een periode van 10 minuten en op een hoogte van 10 m boven het waarnemingsstation.

Tabel 19 De schaal van Beaufort

Gebruikte term	Beaufortschaal	Snelheid in km/h	Snelheid in m/s
Windstil	0	Minder dan 1	0 tot 0,2
Zwakke wind	1-2	1 tot 11	0,3 tot 3,3
Matige wind	3-4	12 tot 28	3,4 tot 7,9
Vrij krachtige wind	5	29 tot 38	8 tot 10,7
Krachtige wind	6	39 tot 49	10,8 tot 13,8
Harde wind	7	50 tot 61	13,9 tot 17,1
Stormachtige wind	8	62 tot 74	17,2 tot 20,7
Storm	9	75 tot 88	20,8 tot 24,4
Zware storm	10	89 tot 102	24,5 tot 28,4
Zeer zware storm	11	103 tot 117	28,5 tot 32,6
Orkaan	12	meer dan 117	meer dan 32,6

Bron: KMI⁴⁴

Storm

Storm komt overeen met windkracht 9 op de schaal van Beaufort. Dit betekent dat de wind gemiddeld een snelheid bereikt van minstens 75 km/u. Haalt de wind gemiddeld minstens 90 km/u (10 Bft) dan wordt gesproken van zware storm, terwijl een gemiddelde snelheid van 103 km/u (11 Bft) staat voor zeer zware storm. Indien de gemiddelde windsnelheden boven 117 km/u (12 Bft) komt spreekt men van orkaankracht.

Officieel spreekt men van storm in België vanaf een waarneming van minstens 9 Bft in minstens 1 station (op zee of op land) dat behoort tot het Belgisch territorium.

Het is echter fout om rukwinden, die maar kort duren in te passen in de Beaufortschaal.

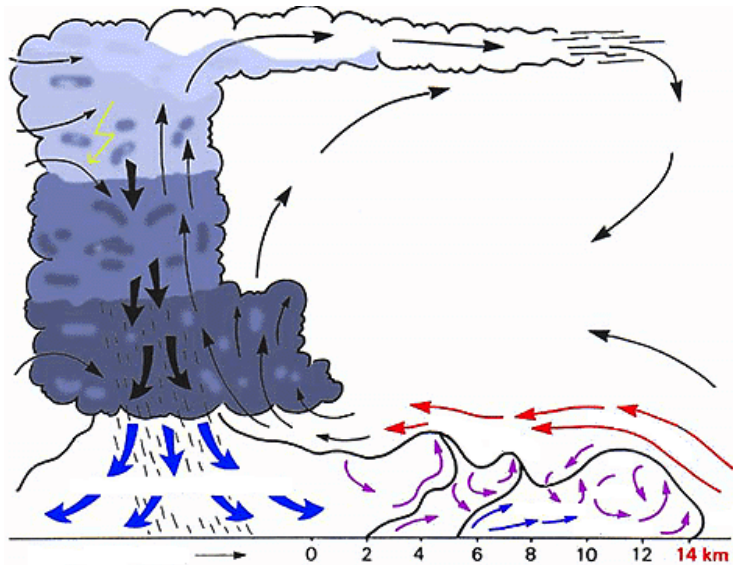
Bron: KMI⁴⁴

Valwind

Valwind is een algemene term voor een koude, dalende wind. De valwinden in België zijn verbonden aan de sterke dalstromen van zware buien en onweersbuien. Zij ontstaan wanneer koude dalstromen het aardoppervlak bereiken en gedwongen worden zich horizontaal uit te spreiden, mogelijk met grote schade als gevolg. Dit soort rukwinden zijn zeer moeilijk te voorspellen. Rukwinden van meer dan 150 km/u zijn niet onmogelijk. Valwinden worden vaak verward met windhozen.

Aan elke onweerscel is er een stijg- en een dalstroom verbonden. De koude dalstroom zal een soort van "windstotenfrontje" vormen aan de grond. Wanneer er meerdere onweerscellen aanwezig zijn, kunnen zij een grotere zone met rukwinden vormen. Bij lijnvormige onweders

kan er over een grote afstand (bijvoorbeeld 100 km) een belangrijk windstotenfront gevormd worden met uitgebreide schade als gevolg.



Figuur 13 Voorstelling van een valwind. Bron: <https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden/valwind>

Bron: KMI⁴⁴

Neerslag

Uit wolken kunnen verschillende neerslagvormen vallen en de grond bereiken als: regen, motregen, aanvriezende (mot)regen, ijsregen, (natte) sneeuw, motsneeuw, korrelsneeuw, korrelhagel en hagel. Hoog in de wolken begint de neerslag in onze streken meestal te vallen als sneeuw, zelfs in de zomer. Het hangt van de verticale temperatuursverdeling in de atmosfeer af onder welke vorm de neerslag het aardoppervlak bereikt. Als bijvoorbeeld de temperatuur overal negatief blijft, valt er sneeuw.

Wanneer wolken gevormd worden bestaan ze uit (onderkoelde) waterdruppeltjes, ijskristalletjes of een combinatie ervan. Deze zwevende wolkenelementen vormen echter pas neerslag als de deeltjes voldoende zwaar geworden zijn en dus het aardoppervlak kunnen bereiken. Hiervoor moeten de wolkendeeltjes flink aangroeien (1 regendruppel bevat ongeveer 5 miljoen wolkendruppeltjes).

Bron: KMI⁴⁴

Regen/buien/motregen

Regen is een neerslagvorm. Met een echte regenzone bedoelen we dat het langdurig en op uitgebreide schaal gaat regenen met geen al te grote verschillen in intensiteit. Dit kan uren of zelfs een hele dag duren. Bij buien daarentegen komen er soms droge perioden voor. De neerslag begint en stopt plots en de intensiteit kent grote ruimtelijke verschillen. De diameter van een regendruppel schommelt doorgaans tussen 0,5 en 4 mm. Uit onweerswolken vallen mogelijk druppels tot 10 mm. Motregen is een neerslagvorm die bestaat uit fijne druppeltjes met een diameter van minder dan 0,5 mm.

Bron: KMI⁴⁴

Hagel

Hagel is een vaste neerslagvorm die bestaat uit bolvormige of onregelmatige ijsklompen. Hij ontstaat in onstabiele en verticaal zeer sterk ontwikkelde wolken. Het gaat vrijwel altijd om de onweerswolk. Per definitie heeft een hagelsteen een diameter van minstens 5 mm, anders gaat het om korrelhagel die men soms ook zachte hagel noemt. Echte of harde hagel is een verschijnsel van het warme seizoen. Korrelhagel is een typisch verschijnsel van het koude seizoen.

Meestal blijven hagelstenen eerder klein met diameters van 1 à 2 cm. Het is vrij uitzonderlijk dat hagelstenen in ons land groter worden dan 5 cm, maar er zijn al wel records opgetekend tot 8 of 9 cm diameter.

Om echte hagel te vormen, zijn volgende voorwaarden nodig:

- De atmosfeer moet zeer onstabiel zijn hetgeen tot grote verticale stijg- en daalbewegingen in de onweerswolken leidt. Deze onstabiele toestand ontstaat in de zomer wanneer de onderste luchtlagen sterk opgewarmd worden. De krachtige stijgstromen zijn nodig om de hagel voldoende lang in de wolk te kunnen houden, zodat hij verder kan aangroeien.
- Er is veel vocht nodig voor het aangroeien van de hagelstenen. In het winterseizoen is de lucht te koud om veel vocht te kunnen bevatten, zodat korrelhagel veel kleiner is.

Bron: KMI⁴⁴

7.3.4.2. *Massamanifestaties & onweer*

Onweer

Openlucht massamanifestaties tonen een grote incidentie en kwetsbaarheid bij onweer.¹⁰

Ook als het onweer nog niet rechtstreeks aanwezig is op het evenement, kan een naderend onweer voor paniek zorgen onder het publiek, met stormloop naar uitgangen, smalle doorgangen, afgesloten gebieden... tot gevolg. Dit kan extra trauma veroorzaken door valpartijen en verdrukkingen. Inadequate communicatie van de organisatie naar het publiek over een naderend onweer kan ook extra slachtoffers veroorzaken.^{10, 13, 42}

Een onweer kan ook plots optreden. De tijd tussen de waarschuwing voor een opkomend onweer (supercel) en het effectief optreden ervan bedraagt momenteel 11 minuten, volgens het National Severe Storms Laboratory (NSSL, Verenigde Staten van Amerika). Dit maakt dat extreem onweer moeilijk te voorspellen is waardoor een evacuatie tijdens een massamanifestatie op korte termijn erg moeilijk uit te voeren is, laat staan het op voorhand te plannen.¹⁰

Bliksem

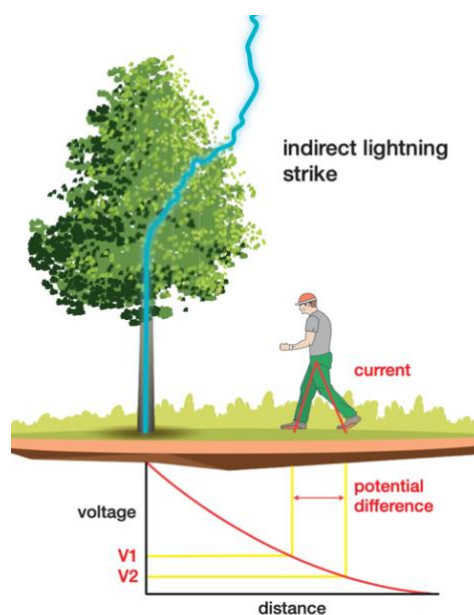
Klassiek zijn er vijf mechanismen beschreven waardoor bliksem door het lichaam kan dringen en het kan verwonden. Een zesde mechanisme werd onlangs waargenomen en beschreven.^{38, 39}

Directe inslag: Een directe inslag is het minst voorkomende mechanisme (tot 5% van alle gerapporteerde bliksemletsels) en wordt vaak ten onrechte beschouwd als het belangrijkste aspect om in veiligheidsaanbevelingen rekening mee te houden. Er is sprake van een directe inslag wanneer een bliksemschicht het slachtoffer treft zonder eerst iets anders te raken.^{38, 39}

Contact: Contactletsel ontstaat wanneer het bliksemslachtoffer een voorwerp aanraakt dat in de baan van de bliksemstroom ligt, zoals een hek, sanitair, een telefoon met draad, een tribune of een computerspel. Contactletsels zijn verantwoordelijk voor 3% tot 5% van alle bliksemletsels.^{38, 39}

Sideflash (ook bekend als "splash"): Een sideflash, of splash, ontstaat wanneer de bliksem inslaat op een voorwerp in de buurt van het slachtoffer en een deel van de energie van dat voorwerp naar het slachtoffer overspringt. Voorbeelden zijn de boom waaronder iemand beschutting heeft gezocht, onder een open stadion of in een dug-out (bouwwerk aan de zijkant van een sportveld waar spelers en trainer zich bevinden). Ongeveer 30 tot 35% van de gerapporteerde bliksemletsels zijn te wijten aan het 'side-flash'-mechanisme.^{38, 39}

Stapspanning: ontstaat wanneer een persoon in de buurt van de inslag een deel van de bliksemstroom opvangt die radiaal naar buiten stroomt vanaf de grondinslag. Als één van de voeten van het individu zich dichterbij de inslag bevindt dan de andere, ontstaat er een stapspanning tussen de voeten. Een deel van de stroom gaat via het been dat het dichtst bij de blikseminslag is, naar boven en via het andere been naar beneden en zet zijn beweging in de grond voort. Trapspanning is veruit het meest voorkomende mechanisme van bliksemverwonding, verantwoordelijk voor minstens de helft van alle bliksemverwondingen en -doden. Dit mechanisme en de sideflash zijn vooral gevaarlijk wanneer grote aantallen mensen bijeen zijn, zoals tijdens een atletiekevenement, en de bliksem het speelveld of een deelnemer treft.^{38, 39}



Figuur 14 Stapspanning, bron: Plasa Ltd, *Lightning Guidance for Outdoor Events*, 1ste edition, 2009

Opwaartse leider: Een opwaartse leider is een bliksemkanaal dat zich vanaf de aarde naar de wolk ontwikkelt en waarschijnlijk verantwoordelijk is voor 10 tot 15% van alle bliksemtrauma's. Meerdere opwaartse leiders worden door onweersbuien veroorzaakt en kunnen door mensen gaan en zo verwondingen veroorzaken.^{38, 39}

Barotrauma: Concussief of stomp letsel ontstaat wanneer bliksemstroom gewelddadige spiersamentrekkingen veroorzaakt, waardoor slachtoffers vele meters van het inslagpunt worden geworpen. De explosieve en implosieve krachten die ontstaan door de snelle verhitting en afkoeling van de bliksemstroom zijn ook voldoende om traumatische verwondingen te veroorzaken, vergelijkbaar met het in de buurt zijn van een granaat zonder de scherven. In de literatuur wordt vaak melding gemaakt van verwondingen aan ogen en oren als gevolg van de inslag; minder vaak zijn er kneuzingen aan longen, hersenen en andere weefsels.^{38, 39}

Naargelang het mechanisme de bliksem inslaat kan het dus slachtoffers maken.

Wind

Er werden geen wetenschappelijke artikels terug gevonden waar wind invloed heeft op massamanifestaties.

Uiteraard heeft wind wel zijn effect, wind kan zorgen voor extra traumatische aandoeningen door:

- Rondvliegend afval, losgekomen decoratie, stof...
- In elkaar storten van infrastructures

Neerslag

Neerslag heeft een positief verband met toenemende traumatische aandoeningen. De regen kan de omgeving glad maken waardoor er meer traumatische valpartijen ontstaan.^{8, 18}

Tijdens het Woodstock Festival in 1969, overspoelde de overvloedige regen het terrein snel, het terrein werd glad waardoor veel slachtoffers met traumatische aandoeningen zoals verstuikingen en breuken zich aandienden in de hulppost.^{13, 18}

Neerslag kan ook slachtoffers met onderkoeling voort brengen.

7.3.4.3. *Pathofysiologie*

Bliksem

Een blikseminslag is zeldzaam, maar wereldwijd veroorzaakt het jaarlijks 1.000 doden. Bliksem levert tot 300kV gedurende enkele milliseconden. De meeste stroom vloeit over het oppervlak van het lichaam in een proces genaamd 'externe flash over'. Een blikseminslag veroorzaakt diepe brandwonden aan het contactpunt. Deze contactpunten bevinden zich meestal op het hoofd, nek en schouders. Indirect letsel is ook mogelijk, doordat de stroom vloeit doorheen de grond, door een boom of ander voorwerp dat getroffen wordt door de bliksem. De explosieve kracht van een blikseminslag kan stompe trauma veroorzaken. Het patroon en de ernst van het letsel varieert sterk. Wie een blikseminslag overleeft, kan hypertensie, tachycardie, niet-specifieke ECG wijzigingen en myocardnecrose ondervinden. Een blikseminslag kan ook het centrale en perifere zenuwstelsel beschadigen, hersenbloeding en -oedeem veroorzaken en perifere zenuwletsel veroorzaken. Mortaliteit loopt op tot 30% en morbiditeit kan oplopen tot 70%.²⁹

De omstandigheden van een blikseminslag zijn niet altijd duidelijk. Het letsel op de huid vertoont een uniek patroon genaamd 'Lichtenberg figuur' of 'veervormig/varenachtig', dit patroon wordt enkel gezien bij slachtoffers van een blikseminslag. Het is veilig om een slachtoffer van een blikseminslag te benaderen, alhoewel het aangeraden is het slachtoffer te verplaatsen naar een veiliger omgeving indien bliksem nog gezien werd de afgelopen 30 minuten.²⁹



Figuur 15 Lichtenberg figuur, Domart, Y., & Garet, E. (2000). Images in clinical medicine. Lichtenberg figures due to a lightning strike. The New England journal of medicine

Wind & neerslag

Neerslag zorgt voor een gladde ondergrond, waardoor extra slachtoffers met traumatische aandoeningen zich kunnen aanmelden in de eerste en medische hulppost.^{8, 13, 18}

Hagel kan ook voorkomen. Wanneer de hagel voldoende klein is, geeft dit geen extra ongemakken. Hagelbollen die groot genoeg zijn, kunnen zorgen voor extra traumatische aandoeningen.

Wind kan zorgen voor extra traumatische aandoeningen door:

- Rondvliegend afval, losgekomen decoratie, stof...
- In elkaar storten van infrastructures

Onderkoeling kan voorkomen bij natte slachtoffers waarop ook nog eens de wind kan inwerken (gevoelstemperatuur). Zie 'pathofysiologie' onder hoofdstuk temperatuur.

7.3.4.4. Eerste & medische hulp

Opmerking: de eerste en medische hulp hier beschreven kunnen ter plaatsen op de massamanifestatie geboden worden. Wanneer de toestand van het slachtoffer een transport naar het ziekenhuis vereist, wordt dit vermeld. De behandeling in het ziekenhuis valt buiten het doel van dit eindwerk en wordt dus niet besproken.

Bliksem

Slachtoffers van een blikseminslag sterven het meest waarschijnlijk door hartstilstand of ademhalingsstilstand indien niet snel behandeld. Wanneer verscheidene slachtoffers tegelijk getroffen worden door een blikseminslag, moeten hulpverleners voorrang geven aan de

slachtoffers met hart- of ademhalingsstilstand. Slachtoffers met enkel een ademhalingsstilstand vereisen slechts beademing om secundair een hartstilstand ten gevolge van hypoxie te vermijden. Slachtoffers van een blikseminslag hebben een grotere kans op ROSC (return of spontaneous circulation of herstel van de spontane bloedcirculatie) ten opzichte van slachtoffers met een hartstilstand ten gevolge van andere oorzaken. Verwijde en niet-reactieve pupillen mogen niet gebruikt worden als prognose.²⁹

ABCDE-benadering volgens de internationale richtlijnen moet gevolgd worden en er moet gezorgd worden voor medische begeleiding van het slachtoffer naar het ziekenhuis voor verder onderzoek, behandeling van de verwondingen en observatie.²⁹

Het basisprincipe van triage, "behandel de levenden eerst", moet worden omgedraaid bij patiënten die door de bliksem zijn getroffen. Degenen die dood lijken te zijn, moeten eerst worden behandeld. Alle anderen die bewegen en ademen zullen blijven leven, en ook al kunnen sommigen blijvende restverschijnselen krijgen, het uitstellen van de zorg zal hun toestand niet verslechteren.³⁹

Soms is het het beste om de patiënt naar een veiliger gebied te evacueren voordat met de eerste hulp en reanimatie wordt begonnen. Het is onwaarschijnlijk dat het verplaatsen van een slachtoffer naar een veiliger gebied voor reanimatie de patiënt ernstig letsel aan het bewegingsapparaat zal toebrengen.³⁹

Een veel voorkomende mythe is dat slachtoffers van blikseminslag de elektrische lading van de blikseminslag met zich meedragen, waardoor iemand die hen aanraakt geëlectrocuteerd kan worden. In tegenstelling tot blootstelling aan elektrische stroom bij een neergestorte leiding, die gevaarlijk kan zijn voor zowel het slachtoffer als de reddingswerkers, is bliksem zo kortstondig dat er zelfs 1 milliseconde na de inslag geen elektrische lading overblijft. Het aanraken van een slachtoffer van blikseminslag om eerste hulp te verlenen is veilig. Reddingswerkers lopen echter wel het risico van bliksemletsel als het nog onweert in het gebied.³⁹

Wind & neerslag

Wind en neerslag kunnen aanleiding geven tot extra traumatische aandoeningen. Behandeling van die aandoeningen is noodzakelijk. Soms kan het nodig zijn de slachtoffers over te brengen naar het ziekenhuis voor diepgaander onderzoek (medische beeldvorming) en behandeling.

Onderkoeling kan voorkomen bij natte slachtoffers waarop ook nog eens de wind kan inwerken (gevoelstemperatuur). Zie 'eerste & medische hulp' onder hoofdstuk temperatuur.

7.3.4.5. *Preventieve maatregelen bij massamanifestaties*

Haast alle onderstaande preventieve maatregelen zijn maatregelen die vooral door de organisatie van massamanifestaties dienen worden uitgewerkt. De medische discipline kan hierbij samenwerken met de organisatie en alle andere disciplines om een onweer actie plan op te stellen. Onderstaande maatregelen zijn van toepassing op de bescherming van de mensen aanwezig op massamanifestaties (toeschouwers, deelnemers, personeel, vrijwilligers...). Uiteraard zijn er nog andere middelen die moeten beschermd worden tegen de gevaren van een

onweer, zoals tijdelijke infrastructuur, elektriciteitsvoorzieningen... Deze andere te beschermen middelen vallen buiten het doel van dit eindwerk.

Onweer actie plan

De National Athletic Trainers' Association (Verenigde Staten van Amerika) raadden een actieplan aan bij onweer. Deze aanbevelingen houden de volgende stappen in:³⁹

Vijf aspecten van het onweer actie plan, moeten worden aangepakt:

- Bevorderen van slogans voor (bliksem)veiligheid
- Een commandostructuur instellen
- Een betrouwbare manier gebruiken om het weer te volgen
- Bepalen van veilige locaties voor (bliksem)gevaar
- Specifieke criteria vaststellen voor het onderbreken en hervatten van activiteiten³⁹

Bevorderen van slogans voor bliksemveiligheid

De beste manier om bijna elk gevaar te verminderen is door proactief te zijn. Een methode om de bliksemveiligheidsboodschap over te brengen is door middel van gemakkelijk te onthouden slogans. Deze zijn niet alleen bevorderlijk voor de veiligheid, maar ook eenvoudig en gemakkelijk te onthouden en kunnen in veiligheidsberichten worden opgenomen. De National Weather Service (Verenigde Staten van Amerika) heeft zo een aantal slogans:

'When Thunder Roars, Go Indoors!'

*'Half An Hour Since Thunder Roars, Now It's Safe To Go Outdoors!'*³⁹

Een commandostructuur instellen

Een essentieel onderdeel van een onweer actie plan is het vaststellen van een specifieke hiërarchie die aangeeft welke personen of rollen bevoegd zijn om een activiteit op te schorten. Bij dreigend onweer moeten de verantwoordelijken hun verplichting nakomen om toeschouwers, deelnemers en personeel te waarschuwen voor het bliksemgevaar. Zorg ook voor een betrouwbaar communicatiesysteem dat nog steeds kan werken indien de stroom moet worden uitgeschakeld en voor een back-up systeem (generator) in geval van stroomverlies^{39, 42}

Een betrouwbare manier gebruiken om het weer te volgen

Het weer in de gaten houden is op zijn minst een tweeledige aanpak: bekend zijn met het plaatselijke weer en identificatie van een getrainde weerman/vrouw. Deze persoon is belast met het actief uitkijken naar tekenen van naderend of opkomend lokaal onweer, zoals harde wind, donker wordende wolken, of bliksem of donder. Overweeg een abonnement te nemen op een commerciële dienst voor bliksemdetectie in real time, die onafhankelijk en objectief is geverifieerd.³⁹

Bepalen van (on)veilige locaties voor bliksemgevaar

Het actieplan moet de precieze gebouwen en locaties aangeven die de dreiging van blikseminslag verminderen. De organisatie moet mensen informatie geven over waar ze heen moeten in onweerssituaties, en ook hoe lang het duurt om de aangewezen veilige locaties te bereiken vanaf het evenemententerrein. Veilige locaties moeten duidelijk worden aangegeven in evenementenprogramma's en worden aangekondigd via de luidspreker, lichtscherm of andere informatiesystemen voordat het besluit wordt genomen om te evacueren. De eerste keuze voor een bliksemveilig gebouw is een volledig gesloten gebouw met bedrading en leidingen. De bliksem zal eerder de geleidende paden van de bedrading en het loodgieterswerk naar de grond

volgen alsook de metalen constructiedelen in veel grote, substantiële gebouwen. Vergeleken met gewoon buiten staan, kunnen muziektenten en podia een zekere mate van bescherming bieden (indien zij goed geconstrueerd en geaard zijn). Beperk het risico op stapspanning rond structuren tot een minimum door gebieden rond de basis van metalen masten, zoals bijvoorbeeld podiumpoten, af te schermen. Een straal van 3 meter is een wenselijk minimum voor bliksembeveiliging, maar de werkelijke veilige afstand hangt af van hoe goed geaard de constructie in de praktijk is. Tijdelijke constructies op een evenemententerrein kunnen een voor de hand liggende keuze zijn om te schuilen voor een opkomende storm. Hoewel het onwaarschijnlijk is dat iemand in een tijdelijke constructie direct door de bliksem getroffen wordt, loopt hij toch het risico op contact, side flash en stapspanning door de bliksem. Organisatoren moeten ook rekening houden met windbelastingen en de capaciteit van elke constructie die zij als bliksemveilig willen bestempelen. Hoewel een constructie personen binnenin kan beschermen als zij door de bliksem wordt getroffen, kan zij structureel onveilig worden als de windsnelheden toenemen. Over het algemeen is een constructie die schuilplaats wordt genoemd, niet veilig voor blikseminslag. Hieronder vallen regen-, zonne-, bus-, picknick- en parkoverkappingen, opslagloodsen, dug-outs en kleine tenten. Constructies met open ruimtes, zoals tuinhuisjes, afgeschermd veranda's, open garages en drankstalletjes zijn ook onveilig, omdat de persoon zich niet volledig binnen een afgesloten ruimte van het gebouw bevindt. Als mensen bij onweer in hun omgeving geen veiliger plaats kunnen bereiken, moeten zij in ieder geval de meest risicovolle plaatsen en activiteiten vermijden, waaronder hooggelegen plaatsen, open gebieden, hoge geïsoleerde voorwerpen en het zich bevinden in, op of aan de rand van grote watermassa's, waaronder zwembaden. Men moet nooit beschutting zoeken in de buurt van of onder bomen om droog te blijven tijdens een onweersbui. De meest voorkomende plaatsen voor dodelijke ongevallen met bliksem zijn onder of in de buurt van bomen (25%), open of sportvelden (25%), dicht bij water (23%), en op het erf (10%).^{39, 42}

Specifieke criteria vaststellen voor het onderbreken en hervatten van activiteiten

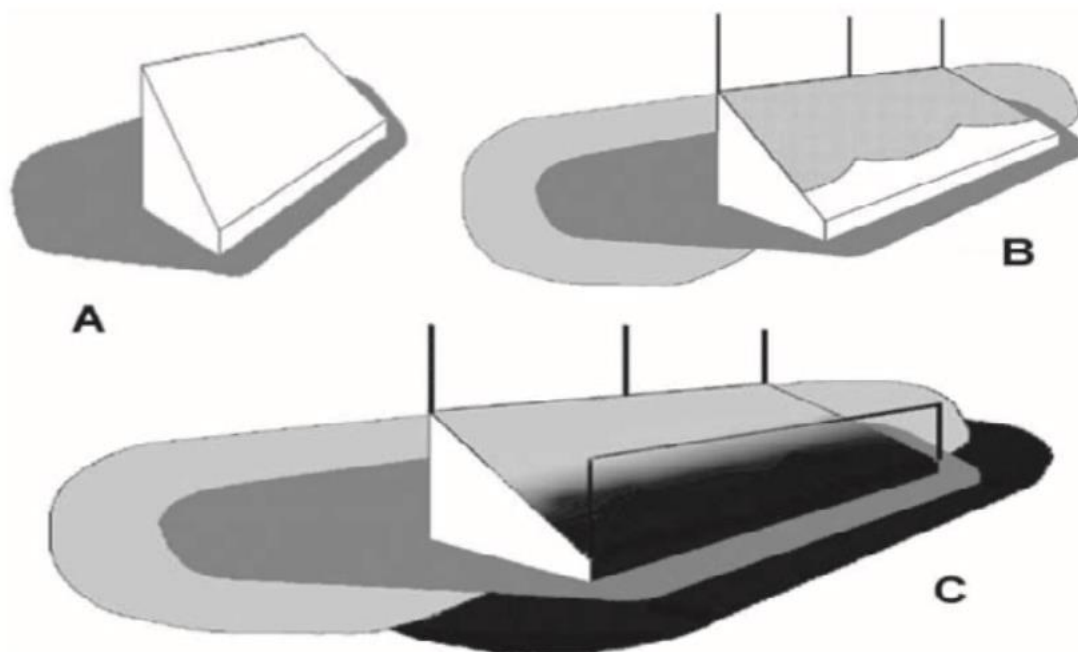
Het vijfde onderdeel van elk onweer actie plan bestaat uit duidelijk omschreven criteria voor zowel de schorsing als de hervatting van de activiteiten. In het onweer actie plan moet rekening worden gehouden met de tijd die nodig is om het terrein te evacueren, de buitenfaciliteiten te verlaten en zich volledig op de aangewezen veilige plaats(en) te begeven. Bewegwijzering naar de veilige locaties is ook sterk aangeraden. Onderzoek heeft aangetoond dat er ongeveer evenveel dodelijke slachtoffers vallen bij het begin, in het midden en tegen het einde van het onweer. Als men na het horen van onweer of het zien van bliksem 30 minuten wacht om de activiteiten te hervatten, heeft men 90 tot 95% zekerheid dat er geen bliksem meer zal zijn. Zodra de flitsfrequentie begint af te nemen, is het mogelijk dat mensen het onweer niet als gevaarlijk ervaren en door de bliksem worden getroffen wanneer zij voortijdig naar buiten terugkeren. Een zichtbare blauwe hemel of de afwezigheid van regen betekent niet dat iemand veilig is, want de bliksem kan ver van de regen en zelfs ver buiten de schijnbare wolkenrand inslaan.³⁹

Toch worden deze veiligheidsregels niet altijd correct voorbereid, geoefend en uitgewerkt waardoor er doden en slachtoffers vallen.^{10, 42}

Bliksemafleiders

Bliksemafleiders kunnen gebruikt worden om het publiek te beschermen. Er bestaan verschillende soorten bliksemafleiders. De werking van bliksemafleiders en een bespreking van de verschillende mogelijkheden van bliksemafleiders ligt buiten het doel van dit eindwerk. In volgend paragraaf wordt het voordeel van bliksemafleiders kort geschetst.

Er zijn bepaalde zones van bescherming tegen bliksem door bliksemafleiders, zie onderstaande figuur. (a) Beschermingszone (donker grijs) gecreëerd door tribune (of hoog gebouw). (b) Verhoogde zone van bescherming (licht grijs) gecreëerd door de bestaande zithoek te voorzien van drie bliksemafleiders. (c) Extra beschermingszone (zwart) gecreëerd door het ophangen van een metalen afschermingsdraad over de voorzijde van de zitgelegenheid.⁴¹



Figuur 16 Bliksemafleiders en hun beschermingszones, bron: Gratz, Joel; Noble, Erik (2006). *Lightning Safety and Large Stadiums. Bulletin of the American Meteorological Society*

Een bliksemafleider is een toepassing waar de organisator in moet investeren. Het moet op voorhand worden bepaald en geïnstalleerd. Er komt heel wat expertise bij kijken om dergelijke toepassing uit te werken en te plaatsen.

Veiligheidshouding bij bliksem

Als het publiek geen schuilplaats kan bereiken, moet iedereen deze houding aannemen.

Als je bij onweer buiten bent, houd dan je voeten bij elkaar en hurk neer met je handen over je oren/hoofd. Door je hielen bij elkaar te houden, minimaliseer je de kans op stapspanning (zie eerder) en geef je de stroom een route om te stromen zonder vitale organen te beschadigen. Je oren bedekken helpt, want de donderklap kan erg luid zijn.⁴²

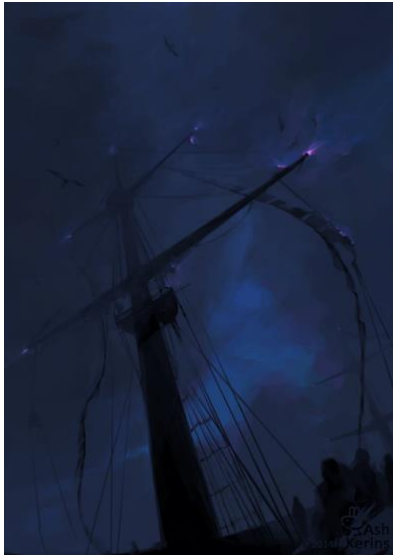


Figuur 17 Veiligheidshouding bij bliksem, bron: Plasa Ltd, *Lightning Guidance for Outdoor Events, 1ste edition, 2009*

Bliksemweetjes

Bliksem wordt geassocieerd met cumulonimbuswolken, maar kan vele kilometers voor een onweersbui uit reizen. Op zo'n moment kan bliksem bij een strakblauwe hemel gebeuren.⁴⁰

Metaal trekt geen elektriciteit aan, maar het is een goede geleider. Elke geleider die boven schouderhoogte wordt gedragen, verhoogt de kans op een voltreffer aanzienlijk.⁴⁰



Iemand die zijn of haar haren voelt rechtstaan of zijn of haar huid voelt tintelen, moet onmiddellijk hurken met de voeten tegen elkaar. Krakende geluiden of een zichtbare gloed (Sint-Elmusvuur of Sint-Elmsvuur) wijzen ook op een dreigende blikseminslag.⁴⁰

Figuur 18 Sint-Elmusvuur op de uiteinden van een mast, bron: <https://www.dulcet.nl/2017/01/13/sint-elmusvuur/>

Als een groep mensen wordt blootgesteld, moeten zij uit elkaar blijven, om het aantal gewonden door aardstroom en zijflitsen tussen personen te verminderen.⁴⁰

Wind

De organisatie moet zich voorzien in (niet-limitatief):

- Tenten die voldoende verankerd en windbestendig zijn met windbelastingsattest
- Evacuatieplan in geval de tent wegens te hoge windkracht toch moet ontruimd worden
- Ontmantelingsplan in geval de tent moet neergelaten worden wegens te hoge windkracht
- Stevigheid van objecten die in de hoogte hangen of hoge afmetingen hebben (decoratie, lichtslingers, geluidsinstallatie, camera's, lichtschermen...) en een plan opmaken indien deze moeten neergelaten worden wegens te hoge windkracht

Neerslag

De organisatie moet zich voorzien in (niet-limitatief):

- Schuilmaatregelen bij hevige neerslag
- Aangeduide schuilplaatsen door middel van bewegwijzering of in programmaboekjes
- Stevige ondergrond die geen slipgevaar kan veroorzaken
- Drainage van de grond in geval van langdurige regenval of stortvloed
- Preventieve verharding van gevaarlijke delen
- Aanwezigheid pompinstallaties, zandzakken, draineerzanden, grondverzetmachines...
- Kraampjes waar regenkledij te koop wordt aangeboden

- Voorziening van plastic wegwerp regenponcho's die ad hoc kunnen uitgedeeld worden aan het publiek ter bescherming van plots optreden van hevige regenval
- Strooizout voorzien in geval van winterse gladheid

Onderkoeling kan voorkomen bij natte slachtoffers waarop ook nog eens de wind kan inwerken (gevoelstemperatuur). Zie 'preventieve maatregelen' onder hoofdstuk temperatuur.

8. Discussie

Het bepalen van de eerste hulp en de medische inzet op massamanifestaties werd aan tal van wetenschappelijke onderzoeken onderworpen. Sinds 2014 wordt er zelfs gesproken van een nieuwe discipline in de geneeskunde: mass gathering medicine of geneeskunde bij massamanifestaties. Deze nieuwe discipline werd gelanceerd tijdens de Wereldgezondheidsvergadering met de ministers van Volksgezondheid in Genève 2014.

Er bestaan verschillende definities voor een massamanifestatie. Sommige bronnen spreken van een massamanifestatie waarbij het aantal deelnemers groter is dan 1.000 individuen, anderen bronnen vereisen minimum 25.000 deelnemers om te voldoen aan de voorwaarden. De World Health Organization (WHO) definieert een massamanifestatie als een gepland of spontaan evenement waar het aantal aanwezigen voldoende hoog is om het huidige gezondheidssysteem onder druk te zetten.

Massamanifestaties bieden grote uitdagingen zoals crowd management, veiligheid en paraatheid van de hulpdiensten. Niet infectieuze ziekten veroorzaken meer mortaliteit en morbiditeit dan infectieuze ziekten. Respiratoire aandoeningen, kleine verwondingen, hitte gerelateerde aandoeningen en minieme aandoeningen (bvb hoofdpijn, blaren en zonnebrand) komen voor bij 80% van de slachtoffers.

De meeste massamanifestaties hebben een Patient Presentation Rate (het aantal slachtoffers die zich aanbieden aan de eerste- of medische hulppost per duizend aanwezige toeschouwers gedurende het hele evenement) van 0,5 tot 2 slachtoffers, hoewel een Patient Presentation Rate van 90 slachtoffers ook gerapporteerd werd. Het grote verschil tussen het laagste en het hoogste aantal slachtoffers weerspiegelt waarschijnlijk de effecten van het soort evenement, het weer en andere factoren, alsook variaties in de verzameling en rapportage van de gegevens. Andere factoren zijn onder andere: beschikbaarheid van alcohol en drugs, stemming, leeftijd, duur van het evenement, tijdstip van het evenement, staand of zittend, aanwezigheid van vuurwerk/fakkels/vreugdevuren, fysieke beplanting (bomen/struiken), lokale landschapskarakteristieken, binnenshuis/buitenshuis, toegangswegen en nog tal van andere factoren.

Het weer is dus niet de enigste factor die invloed heeft op de Patient Presentation Rate. De opgesomde andere factoren kunnen de Patient Presentation Rate versterken of verzwakken.

Door de jaren heen zijn er heel wat wetenschappelijk studies geweest om de Patient Presentation Rate te voorspellen en de daarbij horende grootte van de inzet van de eerste- en medische hulp. Maar niet elke studie houdt rekening met de weersvoorspellingen. In dit eindwerk worden een aantal modellen besproken waar er rekening wordt gehouden met de weerparameters.

Arbon et al (2001) gebruikt een complexe formule met 9 variabelen, waarvan vochtigheid de enige weerparameter is. De andere variabelen kunnen vlot op voorhand worden bepaald. De formule berekent de Patient Presentation Rate waarna de eerste- en medische inzet kan worden bepaald.

Hartman et al (2008) gebruikt een selectietabel met puntenscore op basis van 5 vooraf gekende variabelen, waar hitte index de enige weerparameter is. Op basis van de bekomen score wordt aangegeven welke eerste- en medische inzet aangewezen is. De Patient Presentation Rate wordt hierbij niet bepaald.

Het Baird model (2008) maakt gebruik van de historische gemiddelde Patient Presentation Rate en de historische gemiddelde hitte index van hetzelfde evenement in combinatie met de te verwachten hitte index. Alle andere beïnvloedende factoren op de Patient Presentation Rate zijn dus reeds aanwezig in die historische cijfergegevens. Uit onderzoek is gebleken dat de Patient Presentation Rate per 10.000 mensen stijgt met 3 slachtoffers per 5,6°C stijging van de hitte index. Via een formule wordt eenvoudig de te verwachten aantal slachtoffer berekend, waarna de eerste- en medische inzet kan worden bepaald.

De bepaling van de eerste- en medische inzet bij het Zeitz model (2002) valt vooral terug op de ervaring van de organiserende hulpverleningsorganisatie in combinatie met historische gegevens.

Wanneer historische data niet voorhanden of niet betrouwbaar zijn, kan het voor de organiserende hulpverleningsorganisatie handig zijn gebruik te maken van bewezen variabelen om de Patient Presentation Rate in te schatten, waarna de eerste- en medische inzet kan worden bepaald. Milsten et al (2002) maakt gebruik van een soort scoretabel om de grootte van de eerste- en medische inzet in te schatten.

Kman et al (2007) gebruikte enkel de temperatuur als variabele. Vele andere variabelen zoals tijdstip van het evenement, omgevingsfactoren, aantal toeschouwers, leeftijd, aanwezigheid van alcohol... zijn niet meegerekend in het model. De formule geldt enkel voor hetzelfde evenement. Het kan dus niet gebruikt worden voor andere evenementen met geheel andere karakteristieken.

Het PRIMA plan is gebaseerd op wetenschappelijke literatuur en cijfergegevens uit de evenementensector. Het gebruikt enkel de temperatuur als enige weerparameter. De tool is ingewikkeld om in te vullen. Het Excel-formulier genereert een vermoedelijk aantal te verwachten slachtoffers gedurende het hele evenement. Ook doet het een voorstel naar de grootte van de in te zetten eerste- en medische hulp.

Het Arbon model, het Hartman model, het Milsten model en het PRIMA plan kunnen universeel worden toegepast op om het even welk evenement zonder de noodzaak aan historische gegevens van desbetreffende evenement. Het Baird model en het Zeitz model is ook een universeel model, maar er is wel noodzaak aan de historische gegevens van het desbetreffende evenement. Het Kman model kan niet universeel worden toegepast.

Vele Bijzondere Nood- en Interventieplannen (BNIP) maken gebruik van het risicoanalysemodel van Graham en Kinney. Dit analysemodel geeft de risico's weer waarvoor gepaste maatregelen dienen genomen te worden om deze te beperken of uit te sluiten. Het bepaalt dus geen Patient Presentation Rate of doet geen voorstel naar de grootte van de in te zetten eerste- en medische hulp. Een actor bepaalt zelf welke parameters een risicoanalyse verdienen. Het analysemodel is dus vrij subjectief en dus heel vatbaar voor over- of onderschatting of zelfs om bepaalde risico's te vergeten. Een manier om dit op te lossen is door de risicobepaling te laten uitvoeren door verschillende actoren binnen discipline 1, 2, 3 en 4, en hieruit het gemiddelde te bepalen. Na het doorbladeren van enkele Bijzondere Nood- en Interventieplannen, valt het op dat sommige evenementen geen risicoanalyse hebben (vooral de kleinere evenementen). Sommige grotere evenementen hebben wel een risicoanalyse op basis van deze methode, maar is er geen uitwerking ter preventie van de risico's. De meeste grote

evenementen hebben wel een goed opgemaakt risicoanalyse op basis van deze methode met een correcte uitwerking om het risico te beperken.

Ondanks de vele onderzoeksmodellen om de Patient Presentation Rate op massamanifestaties te voorspellen, is er tot op heden nog geen universeel geaccepteerd algoritme voorhanden dat de inzet van de medische hulpdiensten bepaalt.

Voor dit onderzoek baseren we ons op weersomstandigheden die lichamelijke ongemakken of schade kunnen toebrengen aan toeschouwers gedurende de aanwezigheid op een massamanifestatie. Temperatuur, ultraviolette straling en onweer zijn weerhouden.

Temperatuur

Hitte gerelateerde aandoeningen zijn één van de meest voorkomende oorzaken op massamanifestaties tijdens de zomerperiode.

Er is een positief verband tussen temperatuur en vochtigheid en het aantal slachtoffers die medische hulp zoeken. De hitte index, waarbij temperatuur en vochtigheid in rekening gebracht worden, is een betere maatstaf voor het bepalen van de medische inzet. De hitte index is de beste variabele ter indicatie van de gevoelstemperatuur op het lichaam, met andere woorden, de echte temperatuur dat het lichaam voelt. De hitte index kan bepaald worden door simpelweg een twee dimensionele tabel af te lezen. Het kan betrouwbaar worden bepaald op elk evenement ongeacht de verschillen in klimaat.

Mensen moeten hun lichaamstemperatuur constant houden op ongeveer 37°C. Om dat te bereiken moet het lichaam de warmte afgeven die het continu produceert. Maar als de omgevingstemperatuur hoger is dan de gewenste lichaamstemperatuur, kunnen mensen toch nog hun warmte kwijt raken door verdamping. Mensen zweten, het zweet verdampt, de warmte die daarvoor nodig is, wordt onttrokken aan het lichaam en dat koelt dus af. Zo kunnen mensen langere tijd bij temperaturen van 40 of zelfs 45°C overleven. Maar naarmate er meer vocht in de lucht aanwezig is, dus een hogere hitte index, wordt de verdamping minder en dus ook het koelend effect. Er bestaat een bovengrens voor de hoeveelheid waterdamp in de lucht. Als dit maximum bereikt is, kan water, en dus ook zweet, niet meer verdampen. De mensen krijgen hierdoor hitte gerelateerde aandoeningen. Mineure hitte gerelateerde ziekten en hitte uitputting komen meer voor dan een hittedslag.

Massamanifestaties waar amper schaduw voorzien is, hebben typisch omgeving gebonden verwondingen zoals zonnebrand, blootstelling aan de zon, insectenbeten, dehydratie en hitte gerelateerde aandoeningen. Wanneer meerdere slachtoffers zich beginnen aanbieden met (ernstige) hitte gerelateerde aandoeningen, moet men zich paraat houden voor een plotse toename (surge) aan slachtoffers met dergelijke aandoeningen.

Verschillende andere weersafhankelijke variabelen moeten echter ook in rekening genomen worden om de grootte van de medische inzet te bepalen: beschikbaarheid van (gratis) water, toeschouwers die geen flessen water mogen meebrengen (projectielen), onvoldoende beschikbaarheid van schaduw en een hoge dichtheid van de mensenmassa. Deze hoge dichtheid kan ervoor zorgen dat de toeschouwers niet alleen zich flauw voelen door de lichaamswarmte, maar ook moeilijk de menigte kunnen verlaten om schaduw en water op te zoeken. Al deze variabelen bewezen een effect te hebben op de toename van de Patient Presentation Rate.

Bij een hogere hitte index is er naast de basis eerste hulp ook meer uitgebreide medische hulp nodig. Dit heeft vooral te maken met een verlengd verblijf van het slachtoffer in de eerste- of medische hulppost wegens afkoeling met bepaalde koeltechnieken, observatie en eventueel vochttherapie (intraveneus en oraal).

De eerste prioriteit bij hitte gerelateerde aandoeningen is een goede ABCDE volgens de ERC richtlijnen. Het slachtoffer wordt uit de warme omgeving verwijderd. Kledij wordt eveneens verwijderd en er kunnen koeltechnieken worden toegepast. Er bestaan verschillende koeltechnieken, de één al meer doeltreffend dan de andere. Onderdompeling in water blijkt het meest doeltreffend te zijn. Commerciële ijspacks op belangrijke plaatsen zoals oksel, lies en nek, geven een snellere koeling dan enkel passief koelen. Ook het douchen met koud water en ijsdekens geven een snellere koeling dan passief koelen. Verkoelen door gebruik te maken van waterverneveling op het ontblote lichaam gecombineerd met een ventilator, verkoeling door koelvesten, koelen door ventilator alleen, handkoeling, alu dekens en koude intraveneuze vochten geven geen snellere verkoeling van het lichaam, maar mogen uiteraard gebruikt worden bij gebrek aan betere koeltechnieken. Het meten van de temperatuur gebeurt bij voorkeur oesophagaal of rectaal omdat koeling vasoconstrictie veroorzaakt waardoor perifere temperatuurmetingen niet accuraat zullen zijn.

Koeltechnieken zijn ook niet altijd praktisch mogelijk in een medische hulppost op een massamanifestatie. Steeds moet worden geëvalueerd of een transport van een slachtoffer met een hitte gerelateerde aandoening naar het ziekenhuis noodzakelijk is. Kritisch oververhitte slachtoffers (hitteslag), al dan niet met comorbiditeiten, worden best zo snel mogelijk medisch begeleidt en naar het ziekenhuis gebracht. Mineure hitte gerelateerde aandoeningen zijn zelf beperkend wanneer het slachtoffer oraal vocht, rust en een koele omgeving krijgt.

De slachtoffers met milde en matige hitte gerelateerde aandoeningen kunnen ook medische hulp nodig hebben onder de vorm van orale en/of intraveneuze vochten onder observatie. Daarvoor kan een rehydratie-eenheid een uitweg bieden. Dergelijke rehydratie-eenheid bestaat uit artsen en verpleegkundigen die slachtoffers van hitte gerelateerde aandoeningen met bepaalde criteria opvangen en behandelen. De slachtoffers hoeven daarvoor niet naar een ziekenhuis overgebracht worden, wat de druk op ziekenwagens en ziekenhuizen vermindert. De slachtoffers worden volgens bepaalde criteria ofwel oraal vocht ofwel intraveneus vocht toegediend. De slachtoffers zijn zo snel terug op de been en worden steeds verpleegkundig en medisch begeleidt doorheen de behandeling. Tijdens de nacht kan de rehydratie-zone worden omgevormd naar een uitslaapzone voor slachtoffers met al dan niet alcohol gerelateerde aandoeningen die geen transport naar het ziekenhuis nodig hebben, steeds onder supervisie van eerste- en/of medische hulp.

Bij sporters kunnen orale rehydratie vloeistoffen aangereikt worden bij inspanningsgebonden, hitte gerelateerde aandoeningen. Deze orale rehydratie vloeistoffen kunnen bestaan uit koolhydraat- en elektrolytoplossing 3-8% (de typische sportdranken) of afgeroomde melk. Als deze oplossing of melk niet beschikbaar is of niet goed verdragen wordt, kan er geopteerd worden voor een koolhydraat- en elektrolytoplossing 0-3% of 8-12% of gewoon water. Water, in vaste hoeveelheden, is een aanvaardbaar alternatief voor rehydratie, maar het kan langer duren om te rehydrateren. Alle andere populaire vormen van rehydratie worden best vermeden. Het gebruik van het gekende ORS (oral rehydration solution) ten opzichte van een koolhydraat- en elektrolytoplossing (sportdrank) gedurende inspanningen bij warm weer, bracht geen significant verschil aan het licht. Geen onderzoek werd gevonden voor het gebruik van ORS of sportdranken voor niet-inspanningsgebonden hitte gerelateerde aandoeningen.

Heet weer verhoogt de vatbaarheid voor dehydratatie en hitte gerelateerd ziekten, terwijl koud weer leidt tot minder slachtoffers met medische hulpvraag. De toeschouwers kleden zich in functie van het koude weer en kunnen zich hierdoor voldoende warm houden. Toch kan koud weer leiden tot onderkoeling en koudeletsels indien onaangepast gekleed. Evenementen buitenshuis in koude of regenachtige omstandigheden stellen de toeschouwers ook bloot aan de gevaren van valpartijen (gladheid door de regen). De behandeling van onderkoeling, koudeletsels en trauma betreft de klassiek gekende behandeling, geen alternatieve voorstellen tot behandeling op massamanifestaties werden gevonden.

Educatie van het publiek is de belangrijkste vorm van preventiemaatregel. Het publiek de gevaren van hitte gerelateerde aandoeningen laten beseffen en vragen om bewust om te gaan met dehydratatie. Tips onder de vorm van schaduw opzoeken, voldoende (niet-alcoholisch) te drinken, geen inspanningen te doen tijdens de piekuren van de hitte, zonnecrème te smeren... zorgen allemaal voor een daling van de Patient Presentation Rate. Die informatie kan worden verspreid via radio, grote displays, sociale media, omroepsystemen, folders, enzovoort.

Door gebruik te maken van weersvoorspellingen en early warning systemen, kan snel worden ingegrepen op veranderlijke weersomstandigheden. Het gebruik van een geschoolde weerkundige is sterk aan te raden.

De eerste- of medische hulppost kan weegerelateerde voorbereidingen treffen. Beschikbaarheid van dekens of alu dekens, de voorziening van een verwarmd lokaal voor slachtoffers bij koude weersomstandigheden. Het inrichten van een koele omgeving, het voorzien van schaduwplekken ter hoogte van de hulppost, het opzetten van een rehydratie-eenheid en het toepassen van koeltechnieken kunnen aangewend worden in de hulppost bij verwachte hete weeromstandigheden.

Organisatoren zouden zich best voorbereiden op extreem warme dagen tijdens hun massamanifestatie door middel van koele locaties (airconditioning, ventilator, schaduw, tenten...) en deze ook goed aanduiden (plan, bewegwijzering...) en veilig en vlot toegankelijk maken. De beschikbaarheid van gratis water op meerdere en goed aangeduide locaties is sterk aan te raden. Het goedkoper maken van flesjes water biedt ook een oplossing. Wanneer gratis water niet beschikbaar is, koopt het publiek op een massamanifestatie liever alcohol dan flesjes water.

Een door de organisator geïnstalleerde waterverneveling (mist) kan ook voor verkoeling zorgen bij het publiek. Er moeten voldoende watervernevelingslocaties beschikbaar zijn en deze worden ook best op een plan of via bewegwijzering goed aangeduid. De waterdruppels worden vanop een hoogte neergelaten. Het gebruik van ventilatoren in combinatie met mist, geeft een beter koelend effect dan wanneer mist of een ventilator apart zou gebruikt worden. De waterdruppels in de mist mogen niet te klein zijn, anders zijn deze te snel verdampt en mist het zijn verkoelend effect. De waterdruppels in de mist mogen ook niet te groot zijn, dan wordt het publiek te nat en geeft dit een meer onaangenaam gevoel. Er is geen bewijs dat een langer verblijf in de mist met ventilator een grotere koeling geeft. Natuurlijk is er ook nog het psychologisch effect van mist met ventilator: men verwacht een verkoelend effect en men voelde zich inderdaad frisser na de verneveling. Er werd geen wetenschappelijk onderzoek gevonden dat bewijst dat waterdruppels op de huid een verbranding van de huid kan veroorzaken door de zon.

Verder zijn er nog talloze kleine en eenvoudige maatregelen die kunnen genomen worden, door vooral de organisator, om comfort te bieden tijdens extreme hitte en koude.

Ultraviolette straling

Er werd amper wetenschappelijke literatuur gevonden over ultraviolette straling met betrekking tot massamanifestaties. Onderzoek toonde aan dat het dragen van zonnebescherming (aangepaste kledij, zonnebril, zonnecrème...) erg pover is. Op korte termijn kan de ultraviolette straling zonnebrand veroorzaken. Op lange termijn zorgt de blootstelling aan de zon voor mogelijk cataract, vroegtijdige veroudering, veranderingen aan de huidtextuur (melanomen) en kanker van de huid, ogen en lippen.

De belangrijkste maatregelen bij zonnebrand zijn het slachtoffer verwijderen uit de zon, natte doeken op de verbrande huid aanbrengen, zachtjes droog deppen en de huid insmeren met een goede hydraterende crème. Frisse slokjes water zorgen voor de extra hydratatie. Een eenvoudige pijnstiller kan handig zijn.

Sensibiliseren is hier opnieuw een grote boodschap waarop organisatoren moeten inzetten.

Organisatoren moeten ook inzetten op meer schaduwplekken (tenten, luifels...), het verdelen van gratis zonnecrème (smeerpunten voorzien, eventueel via externe gespecialiseerde firma's), beschikbaarheid van gratis water en de aanwezigheid van kraampjes die zonnebrillen, hoeden, parasols en beschermende kledij verkopen. Inspelen op de modetrends kan helpen extra beschermingsmiddelen te verkopen. Een andere benadering is het verkopen van merkeigen nieuwigheden (merchandise) die kan worden gebruikt als zonnebescherming, zoals festivalpetten en zonnebrillen met speciale montuur, zodat het gebruik van deze zonnebescherming prettig en leuk is en behoort tot de sfeer van het evenement.

Onweer

Openlucht massamanifestaties tonen een grote incidentie en kwetsbaarheid bij onweer. Ook als het onweer nog niet rechtstreeks aanwezig is op het evenement, kan een naderend onweer voor paniek zorgen onder het publiek, met stormloop naar uitgangen, smalle doorgangen, afgesloten gebieden... tot gevolg. Dit kan extra trauma veroorzaken door valpartijen en verdrukkingen. Inadequate communicatie van de organisatie naar het publiek over een naderend onweer kan ook extra slachtoffers veroorzaken. Bliksem kan op 5 verschillende manieren slachtoffers maken. Wind zorgt op zijn beurt voor rondvliegend afval, losgekomen decoratie, stof... die verwondingen kunnen veroorzaken. Wind kan ook zorgen dat infrastructuur in elkaar stort. Neerslag ten slotte kan meer traumatische aandoeningen veroorzaken omdat de omgeving nat wordt gemaakt met mogelijke valpartijen tot gevolg. Ook kan het zorgen voor onderkoelde slachtoffers.

Het grootste gevaar schuilt hem in de bliksem. Bliksem kan slachtoffers maken, maar die slachtoffers hebben een grote kans op overleven indien direct de ABCDE-benadering volgens de internationale richtlijnen wordt toegepast. Ook moet gezorgd worden voor medische begeleiding van de slachtoffers naar het ziekenhuis voor verder onderzoek, behandeling van de verwondingen en observatie.

De wind kan ernstige slachtoffers maken wanneer grote infrastructuur instort.

Haast alle preventieve maatregelen bij onweer zijn maatregelen die vooral door de organisatie van massamanifestaties dienen worden uitgewerkt. De medische discipline kan hierbij samenwerken met de organisatie en alle andere disciplines om een onweer actie plan op te stellen met betrekking tot de veiligheid en de bescherming van de toeschouwers, deelnemers, personeel, als vrijwilligers.

Zo een onweer actie plan houdt volgende aspecten in:

- Bevorderen van slogans voor (bliksem)veiligheid
- Een commandostructuur instellen
- Een betrouwbare manier gebruiken om het weer te volgen
- Bepalen van veilige locaties voor (bliksem)gevaar
- Specifieke criteria vaststellen voor het onderbreken en hervatten van activiteiten

Het inoefenen van het onweer actie plan met alle actoren zorgt ook voor een vlotte implementatie en zorgt er ook voor dat er minder slachtoffers zullen vallen.

Bliksemafleiders kunnen worden ingezet om grote delen van het evenementterrein te beveiligen. Zo kunnen bijvoorbeeld locaties op een plan aangeduid worden waar het publiek veilig kan schuilen voor blikseminslagen. Bliksemafleiders moeten op voorhand worden bepaald en geïnstalleerd. Er komt heel wat expertise bij kijken om dergelijke toepassing uit te werken en te plaatsen.

Verder zijn er nog talloze maatregelen die kunnen genomen worden bij hevige wind en neerslag, vooral door de organisator, om de veiligheid en het comfort van de slachtoffers te verhogen. Deze maatregelen zijn reeds lang gekend en toegepast.

9. Conclusie

Het bepalen van de eerste hulp en de medische inzet op massamanifestaties werd aan tal van wetenschappelijke onderzoeken onderworpen. De World Health Organization (WHO) definieert een massamanifestatie als een gepland of spontaan evenement waar het aantal aanwezigen voldoende hoog is om het huidige gezondheidssysteem onder druk te zetten.

De meeste massamanifestaties hebben een Patient Presentation Rate (het aantal slachtoffers die zich aanbieden aan de eerste- of medische hulppost per duizend aanwezige toeschouwers gedurende het hele evenement) van 0,5 tot 2 slachtoffers, hoewel een Patient Presentation Rate tot 90 slachtoffers ook gerapporteerd werd. Het grote verschil tussen het laagste en het hoogste aantal slachtoffers weerspiegelt waarschijnlijk de effecten van het soort evenement, het weer en talloze andere factoren.

Voor dit onderzoek hebben we ons gebaseerd op extreme weersomstandigheden die lichamelijke ongemakken of schade kunnen toebrengen aan toeschouwers gedurende de aanwezigheid op een massamanifestatie. Temperatuur, ultraviolette straling en onweer zijn weerhouden.

De hitte index, waarbij temperatuur en vochtigheid in rekening gebracht worden, is de belangrijkste weersgebonden parameter. Een te hoge hitte index zorgt voor hitte gerelateerde aandoeningen. Een te hoge temperatuur met een lagere hitte index, kan dan weer zorgen voor dehydratatie van het lichaam. Hite gerelateerde aandoeningen en dehydratatie horen bij de meest voorkomende oorzaken op massamanifestaties tijdens de zomerperiode.

Verkoeling door middel van bepaalde koeltechnieken, een rehydratie-eenheid en het aanreiken van orale rehydratievloeistoffen zijn enkele oplossingen die kunnen aangeboden worden aan slachtoffers met hitte gerelateerde aandoeningen en dehydratatie, naast de reeds bestaande en gekende behandelingen.

Preventieve maatregelen bij hitte bestaat vooral uit sensibilisering van het publiek en voldoende tips geven om hitte gerelateerde aandoeningen en dehydratatie te vermijden. De organisatie kan ook watervernevelling gebruiken op verschillende locaties om zijn bezoekers verkoeling te bieden, naast de alom gekende maatregelen zoals voldoende schaduw, koele locaties, gratis water...

Ultraviolette straling is ook een belangrijke weersgebonden parameter. Op korte termijn kan de ultraviolette straling zonnebrand veroorzaken. Onderzoek toonde aan dat het dragen van zonnebescherming op massamanifestaties erg pover is. Sensibiliseren is hier opnieuw de grote boodschap waarop organisatoren moeten inzetten. Dezelfde preventieve maatregelen als bij extreme hitte kunnen hier ook genomen worden, naast het aanbieden van (gratis) zonnecrème via 'smeerpalen' op verschillende locaties.

Onweer is de laatste belangrijke weersgebonden parameter. Onweer bestaat uit bliksem, hevige neerslag (hagel) en wind die elk op zich en zeker gecombineerd, aanleiding kunnen zijn tot het optreden van slachtoffers. Het inzetten op een onweer actie plan kan het aantal slachtoffers verminderen. Bliksemafleiders kunnen worden ingezet om grote delen van het evenementterrein te beveiligen. De preventieve maatregelen tegen onweer zijn vooral een uitdaging voor de organisatie van een massamanifestatie.

10. Beperkingen en suggesties

10.1. Beperkingen

De opgezochte wetenschappelijke artikelen zijn onderzoeken gebeurt buiten Europa: de Verenigde Staten van Amerika en Australië. Je kan ze daarom niet altijd doortrekken naar Europese, laat staan lokale omstandigheden omwille van de verschillen in klimaat, cultuur, stemming, hygiëne, religie, oppervlak...

Sommige onderzoeken zijn erg specifiek voor de gegeven cultuur, bijvoorbeeld een voetbalwedstrijd is in de Verenigde Staten van Amerika wel populair, maar de inrichting, organisatie en vooral de stemming van het publiek is helemaal anders dan wat wij hier in België kennen.

Koeltechnieken zoals onderdompeling hebben een positief effect op een oververhit lichaam, maar zijn daarom niet praktisch haalbaar op het terrein bij een massamanifestatie, laat staan dat er iemand de verantwoordelijkheid voor een oververhit slachtoffer wilt opnemen.

Het installeren van verneveling is bewezen dat het verkoeling brengt, maar het is nog niet onderzocht in combinatie met een massamanifestatie.

10.2. Suggesties

Doorheen het opstellen van dit eindwerk, zijn er vragen gerezen die nog verder onderzoek vereisen:

- Koeltechnieken, rehydratie-eenheid en slimme smeerpalen, allemaal interessante ideeën, maar welk financieel plaatje hebben deze toepassingen en zijn deze praktisch haalbaar?
- Wat is de psychische invloed van extreme weersomstandigheden?
- Welk effect gaat het 'stedelijke hitte eiland' hebben op massamanifestaties in grote steden in een veranderend (warmer wordend) klimaat?
- Wat is de invloed van ultraviolette straling tijdens massamanifestaties?
- Verneveling brengt verkoeling, maar moet goed worden ingesteld naargelang de weersomstandigheden: de druppels mogen niet verdampt zijn voor ze het publiek bereiken maar moeten wel verdampt zijn voor ze de grond bereiken voor een ideale koele omgeving. Hoe kan dit gerealiseerd worden?
- Hebben bliksemafleiders hun nut op massamanifestaties? Hoe goed beschermen ze en welk oppervlak kunnen ze bescherming bieden? En wat met het financiële plaatje?

11. Beleidsadvies

Heel wat massamanifestaties in België hebben een goed uitgewerkt risicoanalyseplan, meestal op basis van het risicoanalysemodel van Graham & Kinney. Heel wat factoren worden in de risicoanalyse in rekening gebracht, inclusief extreme weersomstandigheden.

Toch valt het op dat er weinig concrete preventieve maatregelen worden genomen op vlak van extreme weersomstandigheden. De gemakkelijkste preventieve maatregelen worden vlot toegepast: voorziening van schaduwplekken, voorziening van gratis water en verkoelende locaties door middel van schaduw en ventilatoren met betrekking tot hitte en ultraviolette straling.

Maar er kan meer ingezet worden op:

- Sensibilisering (tips) van het publiek bij hitte en ultraviolette straling
- Bij hitte
 - Verkoeling door specifieke koeltechnieken in de eerste- of medische hulppost
 - Installeren van een rehydratie-eenheid
 - Aanreiken van orale rehydratievloeistoffen
 - Goed geïnstalleerde watervernevelling op meerdere locaties
 - Duidelijk koel- en vernevelingslocaties aanduiden op een plan of via bewegwijzering
- Bij ultraviolette straling
 - Aanbieden van gratis zonnecrème via ‘smeerpalen’ op verschillende locatie
 - Deze ‘smeerpalen’ aanduiden op een plan of via bewegwijzering

Onweer is een extreme weerssituatie die uiterst zelden voorkomt, maar wel één die voor heel veel slachtoffers kan zorgen. Omwille van de zeldzaamheid, cijferen vele organisatoren van massamanifestaties het risico op onweer weg.

Er kan dus nog beter ingezet worden op:

- Een goed onweer actie plan
 - Bevorderen van slogans voor (bliksem) veiligheid
 - Een commandostructuur instellen
 - Een betrouwbare manier gebruiken om het weer te volgen
 - Bepalen van veilige locaties voor (bliksem)gevaar
 - Specifieke criteria vaststellen voor het onderbreken en hervatten van activiteiten
- Oefenen van het onweer actie plan met alle actoren
- Investeren in bliksemafleiders in samenwerking met een deskundig bedrijf

12. Lijsten

12.1. Figuren

FIGUUR 1 VERHOUDING TUSSEN HET AANTAL SLACHTOFFER PER 10.000 TOESCHOUWERS GEBASEERD OP DE TEMPERATUUR, KMAN ET AL (2007), PREHOSPITA EMERGENCY CARE .	18
FIGUUR 2 SCHERMAFDruk VANUIT PRIMA PLAN MBT WEERVARIABLEN, FOD VOLKSGEZONDHEID, VEILIGHEID VAN DE VOEDSELKETEN EN LEEFMILIEU	20
FIGUUR 3 SCHERMAFDruk VANUIT PRIMA PLAN RESULTAAT BEREKENINGEN, FOD VOLKSGEZONDHEID, VEILIGHEID VAN DE VOEDSELKETEN EN LEEFMILIEU	20
FIGUUR 4 VOORBEELD VAN EEN RISICOANALYSE VOLGENS GRAHAM & KINNEY, KLEIN GEDEELTE UIT HEEL HET ANALYSEMODEL	23
FIGUUR 5 GRAFISCHE VOORSTELLING VAN HET STEDELIJKE HITTE EILAND EFFECT, BRON: https://nl.wikipedia.org/wiki/Hitte-eilandeffect	27
FIGUUR 6 PATIENT PRESENTATION RATE IN FUNKTIE VAN DE TEMPERATUUR (IN °C), ARBON ET AL (2001), PREHOSPITAL AND DISASTER MEDICINE	29
FIGUUR 7 PATIENT PRESENTATION RATE IN FUNKTIE VAN DE VOCHTIGHEID (IN %), ARBON ET AL (2001), PREHOSPITAL AND DISASTER MEDICINE	29
FIGUUR 8 MECHANISMEN OM WARMTE TE VERWIJDEREN UIT HET LICHAAM EN KOELLOCATIES, CALLAHAN (2020), HUNTER'S TROPICAL MEDICINE AND EMERGING INFECTIOUS DISEASES, ELSEVIER	34
FIGUUR 9 ONDERDOMPELING IN KOUD WATER (14-17°C) VERGELEKEN MET PASSIEVE KOELING BIJ HITTESLAG, DOUMA ET AL (2020), RESUSCITATION.....	38
FIGUUR 10 DE ELEKTROMAGNETISCHE STRALING VAN DE ZON. BRON: https://www.meteo.be/nl/info/veelgestelde-vragen/hoef-je-beschermen-tegen-gevaarlijk-weer/de-uv-index-verstandig-omgaan-met-de-zon	47
FIGUUR 11 VEILIGHEIDSTIPS OM HUIDKANKER TE VOORKOMEN, STICHTING TEGEN KANKER, RISICOFACTOREN VOOR HUIDKANKER, BRON: https://www.kanker.be/kankerpreventie/huidkanker-voorkomen-slim-de-zon	52
FIGUUR 12 DE SMOTSPOT VAN BEDRIJF SUNDO KAN ORGANISATOREN HELPEN IN DE GEVOLGEN VAN HOGE UV-INDEX, BRON: WWW.SUNDO.BE	53
FIGUUR 13 VOORSTELLING VAN EEN VALWIND. BRON: https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden/valwind	56
FIGUUR 14 STAPSPANNING, BRON: PLASA LTD, LIGHTNING	58
FIGUUR 15 LICHTENBERG FIGUUR, DOMART, Y., & GARET, E. (2000). IMAGES IN CLINICAL MEDICINE. LICHTENBERG FIGURES DUE TO A LIGHTNING STRIKE. THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE	60
FIGUUR 16 BLIKSEMAFLEIDERS EN HUN BESCHERMINGSZONES, BRON: GRATZ, JOEL; NOBLE, ERIK (2006). LIGHTNING SAFETY AND LARGE STADIUMS. BULLETIN OF THE AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY	64
FIGUUR 17 VEILIGHEIDSHOUDING BIJ BLIKSEM, BRON: PLASA LTD,	64
FIGUUR 18 SINT-ELMUSVUUR OP DE UITEINDEN VAN EEN MAST, BRON: https://www.dulcet.nl/2017/01/13/sint-elmusvuur/	65

12.2. Tabellen

TABEL 1 MODEL VOOR DE VOORSPELLING VAN HET TOTAAL AANTAL SLACHTOFFERS, ARBON ET AL (2001), PREHOSPITAL AND DISASTER MEDICINE	13
TABEL 2 VOORSPELLING VAN DE PATIENT PRESENTATION RATES BIJ MASSAMANIFESTATIES, HARTMAN ET AL (2009), THE AMERICAN JOURNAL OF EMERGENCY MEDICINE	14
TABEL 3 AANBEVELINGEN VOOR DE MEDISCHE INZET, HARTMAN ET AL (2009), THE AMERICAN JOURNAL OF EMERGENCY MEDICINE	14
TABEL 4 VARIABELEN EN HUN MOGELIJKE OORZAKELIJKE VERBANDEN (+ TOENAME PPR; - AFNAME PPR), MILSTEN ET AL (2002), PREHOSPITAL AND DISASTER MEDICINE	17
TABEL 5 TABEL WAARDE VOOR WAARSCHIJNLIJKHEID, RISICOANALYSE GRAHAM & KINNEY	21
TABEL 6 TABEL WAARDE VOOR BLOOTSTELLINGSFREQUENTIE, RISICOANALYSE GRAHAM & KINNEY	21
TABEL 7 TABEL WAARDE VOOR ERNST, RISICOANALYSE GRAHAM & KINNEY	21
TABEL 8 RISICOSCORE EN MAATREGELEN, RISICOANALYSE GRAHAM & KINNEY	22
TABEL 9 DE HITTE INDEX: GEVOELSTEMPERATUUR OP DE HUID IN FUNKTIE VAN DE LUCHTTEMPERATUUR EN DE VOCHTIGHEID	26
TABEL 10 DE GEVOELSTEMPERATUUR OP DE HUID IN FUNKTIE VAN DE LUCHTTEMPERATUUR EN DE WINDSNELHEID	28
TABEL 11 SOORTEN HITTE GERELATEERDE AANDOENINGEN, CALLAHAN (2020), HUNTER'S TROPICAL MEDICINE AND EMERGING INFECTIOUS DISEASES, ELSEVIER	32
TABEL 12 MECHANISMEN OM WARMTE TE VERWIJDEREN UIT HET LICHAAM, CALLAHAN (2020), HUNTER'S TROPICAL MEDICINE AND EMERGING INFECTIOUS DISEASES, ELSEVIER	33
TABEL 13 TEKENEN EN SYMPTOMEN BIJ ONDERKOELING, SETO ET AL (2005). ENVIRONMENTAL ILLNESS IN ATHLETE, CLINICS IN SPORTS MEDICINE	35
TABEL 14 OVERZICHT VAN DE BEHANDELING BIJ DE VERSCHILLENDE SOORTEN HITTE GERELATEERDE AANDOENINGEN, CALLAHAN (2020), HUNTER'S TROPICAL MEDICINE AND EMERGING INFECTIOUS DISEASES, ELSEVIER	36
TABEL 15 TOELATINGS- EN EXCLUSIECRITERIA VOOR DE REHYDRATIE-EENHEID, LUKINS ET AL (2004), PREHOSPITAL EMERGENCY CARE	39
TABEL 16 MEDISCHE RICHTLIJN VOOR VOCHTTHERAPIE BIJ REHYDRATIE, LUKINS ET AL (2004), PREHOSPITAL EMERGENCY CARE	40
TABEL 17 DE UV-INDEX & UV-INTENSITEIT EN DE TIJD WANNEER DE HUID VERBRAND	47
TABEL 18 SAMENVATTING ACUTE & LANGE TERMIJN PATHOLOGIE BIJ ULTRAVIOLETTE STRALING	49
TABEL 19 DE SCHAAL VAN BEAUFORT	55

12.3. Literatuur

1. Memish, Z. A., Stephens, G. M., Steffen, R., & Ahmed, Q. A. (2012). Emergence of medicine for mass gatherings: lessons from the Hajj. *The Lancet. Infectious diseases*, 12(1), 56–65. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(11\)70337-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(11)70337-1)
2. Shujaa, A., & Alhamid, S. (2016). Health response to Hajj mass gathering from emergency perspective, narrative review. *Turkish journal of emergency medicine*, 15(4), 172–176. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2015.02.001>
3. Majed Aljohani, Katharyn E. Kennedy (2016). *Ciottone's Disaster Medicine (Second Edition)* || *Mass Gatherings*. , (), 968–974. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-28665-7.00202-8>

4. World Health Organisation, Emergencies: WHO's role in mass gatherings, What is a mass gathering, <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/what-is-who-s-role-in-mass-gatherings>, geraadpleegd op 5 april 2021
5. Arbon P. (2005). Planning medical coverage for mass gatherings in Australia: what we currently know. *Journal of emergency nursing*, 31(4), 346–350. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2005.03.002>
6. Arbon, P., Bridgewater, F. H., & Smith, C. (2001). Mass gathering medicine: a predictive model for patient presentation and transport rates. *Prehospital and disaster medicine*, 16(3), 150–158. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00025905>
7. Hartman, N., Williamson, A., Sojka, B., Alibertis, K., Sidebottom, M., Berry, T., Hamm, J., O'Connor, R. E., & Brady, W. J. (2009). Predicting resource use at mass gatherings using a simplified stratification scoring model. *The American journal of emergency medicine*, 27(3), 337–343. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2008.03.042>
8. Milsten, A. M., Seaman, K. G., Liu, P., Bissell, R. A., & Maguire, B. J. (2003). Variables influencing medical usage rates, injury patterns, and levels of care for mass gatherings. *Prehospital and disaster medicine*, 18(4), 334–346. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00001291>
9. Locoh-Donou, S., Yan, G., Berry, T., O'Connor, R., Sochor, M., Charlton, N., & Brady, W. (2016). Mass gathering medicine: event factors predicting patient presentation rates. *Internal and emergency medicine*, 11(5), 745–752. <https://doi.org/10.1007/s11739-015-1387-1>
10. Soomaroo, L., & Murray, V. (2012). Weather and environmental hazards at mass gatherings. *PLoS currents*, 4, e4fca9ee30afc4. <https://doi.org/10.1371/4fca9ee30afc4>
11. Baird, M. B., O'Connor, R. E., Williamson, A. L., Sojka, B., Alibertis, K., & Brady, W. J. (2010). The impact of warm weather on mass event medical need: a review of the literature. *The American journal of emergency medicine*, 28(2), 224–229. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2008.10.034>
12. Milsten, A. M., Maguire, B. J., Bissell, R. A., & Seaman, K. G. (2002). Mass-gathering medical care: a review of the literature. *Prehospital and disaster medicine*, 17(3), 151–162. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00000388>
13. Steffen, R., Bouchama, A., Johansson, A., Dvorak, J., Isla, N., Smallwood, C., & Memish, Z. A. (2012). Non-communicable health risks during mass gatherings. *The Lancet. Infectious diseases*, 12(2), 142–149. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(11\)70293-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(11)70293-6)
14. Perron, A. D., Brady, W. J., Custalow, C. B., & Johnson, D. M. (2005). Association of heat index and patient volume at a mass gathering event. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*, 9(1), 49–52. <https://doi.org/10.1080/10903120590891976>
15. Imbriaco, G., Flauto, A., Bussolari, T., Cordenons, F., & Gordini, G. (2020). Mass Gathering Emergency Medicine Organization for the Union of European Football Associations' Under-21 Championship 2019 in Bologna, Italy. *Disaster medicine and public health preparedness*, 1–4. Advance online publication. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.291>
16. Zeitz, K. M., Schneider, D. P., Jarrett, D., & Zeitz, C. J. (2002). Mass gathering events: retrospective analysis of patient presentations over seven years. *Prehospital and disaster medicine*, 17(3), 147–150. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00000376>
17. Westrol, M. S., Koneru, S., McIntyre, N., Caruso, A. T., Arshad, F. H., & Merlin, M. A. (2017). Music Genre as a Predictor of Resource Utilization at Outdoor Music Concerts. *Prehospital and disaster medicine*, 32(3), 289–296. <https://doi.org/10.1017/S1049023X17000085>

18. Moore, R., Williamson, K., Sochor, M., & Brady, W. J. (2011). Large-event medicine--event characteristics impacting medical need. *The American journal of emergency medicine*, 29(9), 1217–1221. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2010.07.018>
19. Kman, N. E., Russell, G. B., Bozeman, W. P., Ehrman, K., & Winslow, J. (2007). Derivation of a formula to predict patient volume based on temperature at college football games. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*, 11(4), 453–457. <https://doi.org/10.1080/00207450701537043>
20. David, S. T., Chandran, U., Paquette, D., Scholten, D., Wilson, J., Galanis, E., Becker, M., Crane, F., Lester, R., Mersereau, T., Wong, E., & Carr, D. (2005). An observational study of sun and heat protection during Canada Day outdoor celebration, 2003. *Chronic diseases in Canada*, 26(2-3), 59–64.
21. Algemene Directie Veiligheid & Preventie, Kennisdatabank, Plan Risico Manifestaties (PRIMA) - Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, <http://besafe.jdbi.eu/kennisdatabank/plan-risico-manifestaties-prima-federale-overheidsdienst-volksgezondheid>, geraadpleegd 14/04/2021
22. Douma, M. J., Aves, T., Allan, K. S., Bendall, J. C., Berry, D. C., Chang, W. T., Epstein, J., Hood, N., Singletary, E. M., Zideman, D., Lin, S., & First Aid Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation (2020). First aid cooling techniques for heat stroke and exertional hyperthermia: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 148, 173–190. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.01.007>
23. Lott, C., Truhlář, A., Alfonzo, A., Barelli, A., González-Salvado, V., Hinkelbein, J., Nolan, J. P., Paal, P., Perkins, G. D., Thies, K. C., Yeung, J., Zideman, D. A., Soar, J., & ERC Special Circumstances Writing Group Collaborators (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*, 161, 152–219. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.011>
24. Zideman, D. A., Singletary, E. M., Borra, V., Cassan, P., Cimpoesu, C. D., De Buck, E., Djärv, T., Handley, A. J., Klaassen, B., Meyran, D., Oliver, E., & Poole, K. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: First aid. *Resuscitation*, 161, 270–290. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.013>
25. Lukins, J. L., Feldman, M. J., Summers, J. A., & Verbeek, P. R. (2004). A paramedic-staffed medical rehydration unit at a mass gathering. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*, 8(4), 411–416. <https://doi.org/10.1016/j.prehos.2004.06.016>
26. Michael V. Callahan (2020). Heat-Associated Illness. *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*, Elsevier, 10(24), 189-193. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55512-8.00024-7>
27. Schleh, M. W., & Dumke, C. L. (2018). Comparison of Sports Drink Versus Oral Rehydration Solution During Exercise in the Heat. *Wilderness & environmental medicine*, 29(2), 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.01.005>
28. Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of environmental management*, 197, 522–538. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>
29. Truhlář, A., Deakin, C. D., Soar, J., Khalifa, G. E., Alfonzo, A., Bierens, J. J., Brattebø, G., Brugger, H., Dunning, J., Hunyadi-Antičević, S., Koster, R. W., Lockey, D. J., Lott, C., Paal, P., Perkins, G. D., Sandroni, C., Thies, K. C., Zideman, D. A., Nolan, J. P., & Cardiac arrest in special circumstances section Collaborators (2015). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special

- circumstances. *Resuscitation*, 95, 148–201.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.017>
30. Craig Farnham, Kazuo Emura & Takeo Mizuno (2015) Evaluation of cooling effects: outdoor water mist fan, *Building Research & Information*, 43:3, 334–345, <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2015.1004844>
 31. Wonseok Oh, Ryoza Ooka, Junta Nakano, Hideki Kikumoto, Osamu Ogawa (2020). Evaluation of mist-spraying environment on thermal sensations, thermal environment, and skin temperature under different operation modes. *Building and Environment*, 168:106484, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106484>
 32. Egri, A., Horváth, A., Kriska, G., & Horváth, G. (2010). Optics of sunlit water drops on leaves: conditions under which sunburn is possible. *The New phytologist*, 185(4), 979–987. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03150.x>
 33. Seto, C. K., Way, D., & O'Connor, N. (2005). Environmental illness in athletes. *Clinics in sports medicine*, 24(3), 695–x. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.03.002>
 34. Maenthaisong, R., Chaiyakunapruk, N., Niruntraporn, S., & Kongkaew, C. (2007). The efficacy of aloe vera used for burn wound healing: a systematic review. *Burns : journal of the International Society for Burn Injuries*, 33(6), 713–718. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2006.10.384>
 35. Walsh K. (2009) UV radiation and the eye. *Optician*, 237; 6204: 26–33. https://www.jnjvisioncare.be/sites/default/files/public/uk/documents/tvci_uv_radiation_and_the_eye.pdf
 36. Stichting tegen kanker, Risicofactoren voor huidkanker, <https://www.kanker.be/kankerpreventie/huidkanker-voorkomen-slim-de-zon>, geraadpleegd op 30 april 2021
 37. De SMOTspot van Sundo, <https://www.sundo.be>, geraadpleegd op 1 mei 2021
 38. Thomson, E. M., & Howard, T. M. (2013). Lightning injuries in sports and recreation. *Current sports medicine reports*, 12(2), 120–124. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e318287728f>
 39. Walsh, K. M., Cooper, M. A., Holle, R., Rakov, V. A., Roeder, W. P., Ryan, M., & National Athletic Trainers' Association (2013). National Athletic Trainers' Association position statement: lightning safety for athletics and recreation. *Journal of athletic training*, 48(2), 258–270. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.2.25>
 40. Zafren, K., Durrer, B., Herry, J. P., Brugger, H., & ICAR and UIAA MEDCOM (2005). Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM). *Resuscitation*, 65(3), 369–372. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2004.12.014>
 41. Gratz, Joel; Noble, Erik (2006). Lightning Safety and Large Stadiums. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(9), 1187–1194. <https://doi.org/10.1175/BAMS-87-9-1187>
 42. Plasa Ltd, Lightning Guidance for Outdoor Events, 1ste edition, 2009, www.plasa.org
 43. De Lorenzo R. A. (1997). Mass gathering medicine: a review. *Prehospital and disaster medicine*, 12(1), 68–72. <https://doi.org/10.1017/s1049023x00037250>
 44. Koninklijke Meteorologisch Instituut (KMI), Nieuws en info, Weerwoorden, <https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden>, geraadpleegd op 14 april 2021
 45. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), Kennis & Datacentrum, Uitleg over, <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/gevoelstemperatuur-bij-warmte>, geraadpleegd op 14 april 2021

