

Achtergrond Rapport bij Factsheet Beroepsmatige blootstelling aan hitte in Nederland

1. Inleiding

De zomers in Nederland worden steeds heter, waardoor de gezondheidsimpact van extreme hitte meer aandacht krijgt. Vooral werknemers met fysiek zwaar werk of beschermende kleding lopen een hoog risico omdat dit bijdraagt aan hitteontwikkeling in het *lichaam*. Daarnaast is het voor werknemers vaak lastiger om de hete omgeving te ontlopen.

Volgens de Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO) treedt hittestress op wanneer de warmtebelasting het aanpassingsvermogen van het lichaam overschrijdt waardoor de warmteopslag in het lichaam toeneemt. Hittestress op het werk kan klachten veroorzaken zoals vermoeidheid en concentratieproblemen. Acute gezondheidsproblemen zijn hitte-uitputting, hitteberoerte of zelfs overlijden. Daarnaast heeft hittestress een negatieve invloed op de productiviteit en veiligheid ^[1]. Langdurige blootstelling kan leiden tot chronische aandoeningen zoals nier-, hart- of ademhalingsproblemen en mentale klachten ^{[2], [3], [4]}.

Om beroepsmatige blootstelling aan hittestress beter te begrijpen, hebben we een model ontwikkeld dat berekent hoeveel uren werknemers in Nederland hittestress ervaren. Het doel van de factsheet '[Beroepsmatige blootstelling aan hitte in Nederland](#)' was om een overzicht te geven van hittestress onder de Nederlandse beroepsbevolking. Dit achtergrondrapport geeft in meer detail de methodologie en getallen over de geschatte duur van hittestress en aantal werknemers per beroep weer.

2. Methodologie

Om hittestress onder de Nederlandse werknemers te evalueren, hebben we een hitte job exposure matrix (Heat-JEM) ontwikkeld, waarmee het aantal uren hittestress per beroep wordt berekend op basis van weergegevens en beroepsomstandigheden ^[5].

Door de Heat-JEM te combineren met bevolkingsgegevens hebben we de prevalentie en omvang van hitteblootstelling in de gehele Nederlandse beroepsbevolking berekend.

2.1 Heat-JEM

De Heat-JEM is ontwikkeld op basis van de ISO-normen 7243, 8996 en 9920 ^{[6], [7], [8]}. Het model combineert meteorologische omstandigheden met beroep specifieke factoren zoals fysieke activiteit, werkkleding en de aanwezigheid van lokale warmtebronnen of koelinstallaties/koelvoorzieningen. Deze komen samen tot een geïntegreerde beroep specifieke schatting van hittestress via de 'Wet Bulb Globe Temperature' (WBGT)-index zoals beschreven in de ISO standaarden.

De WBGT-index geeft de totale hittebelasting van een persoon en kan worden gebruikt om de aan- of afwezigheid van hittestress in te schatten gedurende een 8-uur durende werkdag. Hierbij wordt niet alleen de luchttemperatuur meegenomen, maar ook luchtvochtigheid, straling (zonlicht) en wind, die allemaal van invloed zijn op hoe goed het lichaam zichzelf kan koelen.

We berekenden de WBGT voor binnen- en buitenomgevingen op basis van meteorologische gegevens (ERA5 reanalysis dataset van het European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF) ^[9]). Deze WBGT waarden zijn aangepast voor beroep specifieke kleding, lokale warmtebronnen en de aanwezigheid van koelsystemen, zodat een maat ontstaat voor de beroepsblootstelling aan hitte: gedefinieerd als de effectieve WBGT.

In de Heat-JEM definiëren we hittestress als een effectieve WBGT die de WBGT-referentiewaarde overschrijdt. De WBGT-referentiewaarde is een tolerantiedrempel voor hitte die afhankelijk is van de warmte die het lichaam produceert door metabole activiteit en van acclimatisatiestatus. Hiervoor gebruikten we beroep specifieke fysieke activiteitsniveaus ^[5]. Voor de factsheet gingen we ervan uit dat de gehele Nederlandse beroepsbevolking niet geacclimatiseerd was aan hitte.

2.2 Blootstellingsbeoordeling

Met de Heat-JEM hebben we per jaar van 2020 tot 2023 het aantal uur dat specifieke beroepen hittestress ervaren berekend. Hierna werd het gemiddelde per beroep over deze periode berekend om tot een jaargemiddelde te komen.

Op basis van de aanwezigheid van lokale warmtebronnen en de tijd die buiten wordt doorgebracht, categoriseerden we beroepen in drie typen: kunstmatige, weersomstandigheden en beide typen warmtebronnen.

2.3 Bevolkingsgegevens

Om het aantal werknemers per beroep in Nederland te schatten, gebruikten we gegevens uit de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) van 2023.

De enquête werd ingevuld door een steekproef (n=61819) van Nederlandse werknemers die hun beroep rapporteerden, gecodeerd volgens de 4-cijferige International Standard Classification of Occupations 2008 (ISCO-08).

Een factor per respondent werd berekend op basis van demografische factoren, waaronder beroep, om een representatieve dataset van de Nederlandse beroepsbevolking te verkrijgen ^[10], ^[11].

Aangezien de Heat-JEM is ontwikkeld in ISCO 1988 (ISCO-88(COM) voor Europese doeleinden), moesten we de bevolkingsgegevens

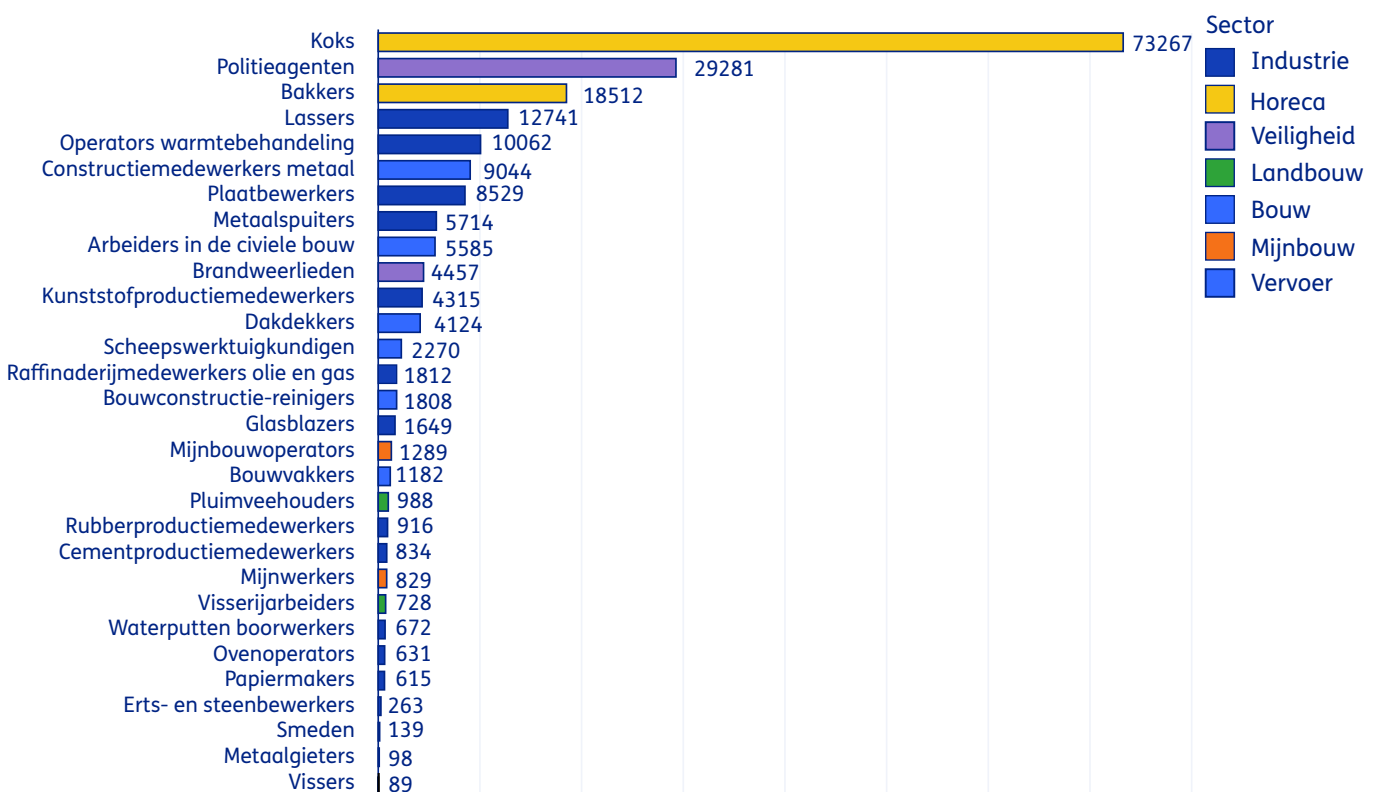
converteren van ISCO-08 naar ISCO-88(COM). Eerst converteerde we alle 4-cijferige ISCO-08 naar 4-cijferige ISCO-88 met behulp van een officiële conversietabel van de Internationale Arbeidsorganisatie (ILO) ^[12].

Wanneer een code van de ISCO-08 overeenkwam met meerdere ISCO-88 codes werd er gebruik gemaakt van beschikbare en vergelijkbare bevolkingsstatistieken om deze code te koppelen. Voor deze koppeling selecteerden we de meest waarschijnlijke ISCO-88 per ISCO-08 op basis van het Europese SYNERGY populatie case control longkankeronderzoek ^[13]. Vervolgens koppelden we de gegevens van ISCO-88 aan ISCO-88(COM) volgens de richtlijnen in de gebruikershandleiding voor de community van beroepsstatistieken ^[14], ^[15].

3. Resultaten

In totaal werd gemiddeld tussen 2020-2023 jaarlijks meer dan 4% van de Nederlandse beroepsbevolking (ongeveer 358.000 werknemers) blootgesteld aan hittestress voor meer dan 80 uur.

De meest voorkomende beroepen met tenminste 80 uur hittestress blootstelling kwamen uit de industrie, horeca en veiligheidssector (Figuur 1). Koks, politieagenten en bakkers vormden de grootste groepen werknemers, samen goed voor meer dan 100.000 werknemers.



Figuur 1: Aantal werknemers met meer dan 80 uur hittestress. Figuur laat de top 30 van meest voorkomende beroepen zien.

Werknemers in de industrie en horeca, en in het bijzonder koks en metaalbewerkers, ervaren de meeste hittestress, omdat zij het hele jaar door nabij warmtebronnen werken (maximaal 1242–1260 uur per jaar, Tabel 1).

Werknemers in andere sectoren, zoals landbouw, bouw, mijnbouw en veiligheid, ervaren ook hittestress. Omdat de blootstelling daar voornamelijk wordt veroorzaakt door

weersomstandigheden, komt dit echter minder vaak voor (maximaal 162–533 uur per jaar).

Binnen de top 30 beroepen met het hoogste aantal uur jaarlijkse hittestressblootstelling wordt 57% van de werknemers blootgesteld aan kunstmatige warmtebronnen, 16% aan weegerelateerde hitte en 27% aan een combinatie van beide typen hittebronnen.

Tabel 1: Beschrijving van de top 30 beroepen met de meeste blootgestelde uren aan hittestress

Sector	Beroep	Aantal werknemers	Aantal uren hittestress	Hittebronnen
Industrie	Metaalgieters	98	1260	Kunstmatig
Industrie	Ovenoperators	631	1256	Kunstmatig
Industrie	Metaalspuiters	5714	1249	Kunstmatig
Horeca	Koks	73267	1242	Kunstmatig
Industrie	Operators warmtebehandeling	10062	739	Kunstmatig
Horeca	Bakkers	18512	725	Kunstmatig
Industrie	Smeden	139	669	Beide typen
Industrie	Rubberproductiemedewerkers	916	615	Kunstmatig
Industrie	Kunststofproductiemedewerkers	4315	614	Kunstmatig
Industrie	Papiermakers	615	611	Kunstmatig
Veiligheid	Brandweerlieden	4457	533	Beide typen
Industrie	Lassers	12741	517	Beide typen
Landbouw	Vissers	89	496	Weersomstandigheden
Bouw	Arbeiders in de civiele bouw	5585	365	Beide typen
Industrie	Erts- en steenbewerkers	263	325	Beide typen
Mijnbouw	Mijnwerkers	829	295	Beide typen
Landbouw	Visserijarbeiders	728	291	Weersomstandigheden
Vervoer	Scheepswerktuigkundigen	2270	271	Beide typen
Mijnbouw	Waterputten boorwerkers	672	240	Beide typen
Bouw	Bouwwakkers	1182	237	Weersomstandigheden
Bouw	Constructiemedewerkers metaal	9044	236	Beide typen
Industrie	Cementproductiemedewerkers	834	224	Beide typen
Industrie	Plaatbewerkers	8529	216	Beide typen
Mijnbouw	Mijnbouwoperators	1289	215	Beide typen
Industrie	Glasblazers	1649	201	Kunstmatig
Veiligheid	Politieagenten	29281	198	Weersomstandigheden
Industrie	Raffinaderijmedewerkers olie en gas	1812	198	Beide typen
Landbouw	Pluimveehouders	988	179	Beide typen
Bouw	Dakdekkers	4124	163	Beide typen
Bouw	Bouwconstructie-reinigers	1808	162	Weersomstandigheden

4. Discussie

Onze resultaten tonen het algemene patroon van blootstelling van hittestress aan in de Nederlandse beroepsbevolking, gebaseerd op algemene werkomstandigheden per beroep. Daarbij wordt geen rekening gehouden met specifieke werksituaties binnen elk beroep, die aanzienlijk kunnen verschillen tussen werknemers en werkplekken. Daarnaast gaan we ervan uit dat werknemers niet geacclimatiseerd zijn aan hitte, wat mogelijk een onjuiste aanname is voor werknemers die het gehele jaar nabij warmtebronnen werken.

Ondanks deze beperkingen biedt de Heat-JEM een waardevol raamwerk dat kan worden aangepast om specifieke werkomstandigheden en sector- of bedrijfsspecifieke hittebeoordelingen te beoordelen. Deze beoordeling van hittestress voor Nederlandse werknemers biedt inzichten voor strategieën die werknemers helpen zich aan te passen aan hitte, zodat ze veilig en productief blijven in warme werkomgevingen ^[16].

Het gezondheidsrisico van beroepsmatige hitteblootstelling is te voorkomen. Er zijn verschillende effectieve interventies ontwikkeld, zoals betere ventilatiesystemen of het creëren van schaduwplekken op warme werkplekken, aangepaste werktijden of pauzes tijdens warme periodes, voldoende hydratatie en lichte kleding indien mogelijk ^[17], ^[18].

5. Dankwoord

Dit project heeft financiering ontvangen van het Horizon 2020-onderzoeksprogramma van de Europese Unie en het INTERCAMBIO-project onder subsidieovereenkomst nr. 101137149.

6. Referenties

- [1] C. Narocki, *The impact of heat and heatwaves on workers' health, safety and wellbeing and on social inequalities (electronic version)*. Accessed: Aug. 13, 2025. [Online]. Available: www.etui.org
- [2] M. Romanello *et al.*, "The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels," Nov. 05, 2022, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/S0140-6736(22)01540-9.
- [3] E. Hansson *et al.*, "Impact of heat and a rest-shade-hydration intervention program on productivity of piece-paid industrial agricultural workers at risk of chronic kidney disease of nontraditional origin," *Ann. Work Expo. Heal.*, vol. 68, no. 4, pp. 366–375, May 2024, doi: 10.1093/annweh/wxae007.
- [4] A. D. Flouris *et al.*, "Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis," *Lancet Planet. Heal.*, vol. 2, no. 12, pp. e521–e531, Dec. 2018, doi: 10.1016/S2542-5196(18)30237-7.
- [5] T. O. de Crom *et al.*, "Exposure to heat at work: development of a quantitative European job exposure matrix (heat JEM)," *Scand. J. Work. Environ. Health*, Aug. 2025, doi: 10.5271/sjweh.4243.
- [6] International Organization for Standardization (ISO), "ISO 8996:2004 Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate," vol. 2019, 2019, Accessed: Jul. 30, 2025. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/74443.html>
- [7] International Organization for Standardization (ISO), "9920: Ergonomics of the thermal environment — Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble," 2007. Accessed: Jul. 30, 2025. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/39257.html>
- [8] International Organization for Standardization (ISO), "ISO 7243:2017 - Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index." Accessed: Jul. 30, 2025. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/67188.html>
- [9] B. Bell *et al.*, "The ERA5 global reanalysis: Preliminary extension to 1950," *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, vol. 147, no. 741, pp. 4186–4227, Oct. 2021, doi: 10.1002/qj.4174.

- [10] CBS, “Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) 2023 - Onderzoeksbeschrijving | CBS.” Accessed: Sep. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2024/nationale-enquete-arbeidsomstandigheden--nea---2023-onderzoeksbeschrijving>
- [11] TNO, “Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden 2023 - Onderzoeksbeschrijving - Monitor arbeid.” Accessed: Sep. 29, 2025. [Online]. Available: <https://monitorarbeid.tno.nl/publicaties/nationale-enquete-arbeidsomstandigheden-2023-onderzoeksbeschrijving/>
- [12] ILO, “Correspondence Table ISCO88 to ISCO08,” 2009. Accessed: Sep. 01, 2025. [Online]. Available: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwebapps.ilo.org%2Ffilostat-files%2FDocuments%2FCorrespondence_EN_ISCO_88_to_ISCO_08.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK
- [13] C. Ge *et al.*, “Respirable crystalline silica exposure, smoking, and lung cancer subtype risks a pooled analysis of case-control studies,” *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 202, no. 3, pp. 412–421, Aug. 2020, doi: 10.1164/rccm.201910-1926OC.
- [14] P. Elias and M. Birch, “Establishment of Community-Wide Occupational Statistics ISCO 88 (COM) A Guide for Users,” 1994.
- [15] Research Institute for Social and Economic Research, “Understanding ISCO88 (COM) - Institute for Social and Economic Research (ISER).” Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.iser.essex.ac.uk/archives/esec/user-guide/understanding-isco88-com>
- [16] TNO, “Hittekracht en hittefit: zo kan Nederland de toenemende hitte aan.” Accessed: Jul. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/nl/newsroom/insights/2024/12/hittekracht-hittefit-nederland/>
- [17] E. Hansson *et al.*, “Impact of heat and a rest-shade-hydration intervention program on productivity of piece-paid industrial agricultural workers at risk of chronic kidney disease of nontraditional origin,” *Ann. Work Expo. Heal.*, vol. 68, no. 4, pp. 366–375, May 2024, doi: 10.1093/ANNWEH/WXAE007,.
- [18] J. Glaser *et al.*, “Preventing kidney injury among sugarcane workers: Promising evidence from enhanced workplace interventions,” *Occup. Environ. Med.*, vol. 77, no. 8, pp. 527–534, Aug. 2020, doi: 10.1136/OEMED-2020-106406,.

Contact

Jody Schinkel

✉ Jody.schinkel@tno.nl

TNO Health & Work

Sylviusweg 71
2333 BE Leiden
088 866 7500