

# Onderzoeksrapport



## Resultaten Vierdaagse onderzoek 2007 - 2009

Drs. Thijs Eijsvogels  
Dr. Dick Thijssen  
Prof. Dr. Maria Hopman



## Voorwoord

De afgelopen drie jaar heeft de Afdeling Fysiologie van het UMC St Radboud grootschalig onderzoek uitgevoerd tijdens de Nijmeegse Vierdaagse. De directe oorzaak hiervan was het afgelasten van de Vierdaagse in 2006. Afgelasting was nodig vanwege medische problemen en de voorspelde aanhoudende warmte.

Overleg tussen het Vierdaagsebestuur en prof. dr. Maria Hopman resulteerde in 2007 in het opzetten van een wetenschappelijke studie. Het primaire doel daarbij was om fysieke belasting en gezondheidsrisico's van wandelaars in kaart te brengen. Met dit onderzoek wordt een database opgebouwd waarin fysieke risico's worden gerelateerd aan omgevingsvariabelen. Op grond daarvan kunnen de Vierdaagse-organisatie en de medische dienst gefundeerde beslissingen nemen over gezondheidsrisico's en weersomstandigheden.

Met dit rapport willen wij een tussenrapportage geven. Dit houdt in dat we een samenvatting bieden van de belangrijkste resultaten van de afgelopen drie jaar, die relevant zijn voor de organisatie en voor de individuele wandelaar.

## Opzet van het onderzoek

Tijdens de afgelopen drie edities van de Vierdaagse hebben achtereenvolgens 65 (2007), 110 (2008) en 150 (2009) vrijwilligers deelgenomen aan het onderzoek. Daarbij is een gelijke verdeling aangehouden van wandelafstand en geslacht. Het onderzoek in 2007 was opgezet om een algemene indruk van fysiologische veranderingen te krijgen. In 2008 en 2009 zijn potentiële risicopopulaties onderzocht: 2008 man versus vrouw en 2009 slank versus overgewicht. Basismetingen als lengte, gewicht, bloeddruk, bloed- en urineconcentraties zijn daarbij uitgevoerd op de zondag of maandag voorafgaand aan de start van de Vierdaagse. Gedurende wandeldagen werd vóór de start het lichaamsgewicht, de hartfrequentie en de kerntemperatuur gemeten. Vervolgens werden de temperatuur- en hartfrequentiemetingen iedere 5 km langs de wandelroute herhaald. Direct na binnenkomst werden deze metingen opnieuw uitgevoerd, het lichaamsgewicht gemeten en bloed en urine afgenomen. Ook werd tijdens de gehele Vierdaagse het activiteitenpatroon van deelnemers gemeten. Daarnaast noteerden de deelnemers in een dagboekje hun persoonlijke vochtinname vóór, tijdens en na het wandelen. In aanvulling op bovenstaand protocol is in 2008 een pilot-onderzoek uitgevoerd, waarbij bij tien deelnemers de temperatuur en positie op het parcours real-time te volgen was. En, in 2009 is het meeneemtoilet geïntroduceerd. Daardoor was het mogelijk om het vochtverlies van wandelaars uit te splitsen naar zweet en urine.

## Algemene gezondheid

Een gemiddelde deelnemer heeft voorafgaand aan de Vierdaagse 400 tot 500 trainingskilometers in de benen. Het is dan ook logisch dat meer dan 85% van de deelnemers voldoet aan de Nederlandse Norm Gezond Bewegen. Hiermee blijven ze ver boven het nationaal gemiddelde van 56%. De Nederlandse Norm Gezond Bewegen houdt in: tenminste 5 dagen per week voor 30 minuten matig tot intensief inspannen. Desalniettemin is de BMI van de gemiddelde deelnemer aan de hoge kant. BMI is de afkorting van body mass index, een maat voor de lichaamssamenstelling. Het gemiddelde van de deelnemers is 24,7 kg/m<sup>2</sup>. Normaalwaarden voor BMI zijn 20 - 25 kg/m<sup>2</sup>. Van de deelnemers heeft 35% overgewicht: BMI > 25. En 5% heeft obesitas: BMI > 30. Opvallend is daarnaast dat 35% van de deelnemers medicatie gebruikt en 60% één of meer ziektes onder de leden heeft. Hoge bloeddruk, hart- en vaatziekten en een hoog cholesterol worden daarbij het meest gerapporteerd.

## Wandelkarakteristieken

De gemiddelde wandelduur tijdens de Vierdaagse is 8,5 uur per dag. Dit is uiteraard afhankelijk van de reglementaire afstand: 30 km = 7 uur / 40 km = 8,5 uur / 50 km = 11 uur. De bijbehorende snelheid is 4,7 km/u. Deze is niet verschillend tussen de afstandsgroepen. Mannen blijken echter wel sneller te wandelen dan vrouwen, en ook slanke wandelaars hebben een hogere snelheid dan wandelaars met overgewicht. Per wandeldag worden er ongeveer 10.000 stappen boven op het

aantal te wandelen meters gezet. Dus  $\pm 50.000$  stappen bij 40 km / 40.000 meter wandelen. Hierbij bedraagt het energieverbruik 3500 kcal tijdens wandeluren, en zelfs 5100 kcal per dag. De normaalwaarde = 2250 kcal per dag. Ook hierbij was een geslachts- en gewichtseffect waarneembaar, waarbij mannen en deelnemers met overgewicht een hoger energieverbruik lieten zien. Op basis van hartfrequentie is het ook mogelijk om de mate van inspanning te berekenen. Deelnemers wandelen gemiddeld op 70% van hun maximale kunnen, wat overeen komt met matig tot intensieve inspanning. Opvallend is dat de inspanningsintensiteit niet verschilt tussen mannen en vrouwen en tussen deelnemers met en zonder overgewicht. Ook is het opmerkelijk dat tijdens alle edities van het Vierdaagse onderzoek de inspanningsintensiteit tijdens het evenement geleidelijk afneemt van 70% op de eerste dag tot 63% op de 4de dag.

### Meteorologie

Klimatologische omstandigheden spelen een belangrijke rol bij de fysieke belasting en mogelijke gezondheidsrisico's van wandelaars. Daarom wordt tijdens de Vierdaagse nauw samengewerkt met meteoroloog Jules Geirnaerd. De koppeling van meteorologische met fysiologische gegevens maakt het mogelijk om de data beter te interpreteren en zodoende nog specifiekere adviezen te geven. Maximale omgevingstemperaturen varieerden de afgelopen Vierdaagse edities tussen de 16°C en 25°C. Met temperaturen tussen de 20°C en 25°C waren de edities in 2007 en 2009 standaard te noemen. Dit komt namelijk overeen met het langjarig maandgemiddelde van juli (22,6°C) volgens het KNMI. Daarentegen was de Vierdaagse 2008 koel te noemen, aangezien temperaturen tussen de 16°C en 20°C bleven steken en er relatief veel neerslag viel.

### Kerntemperatuur

Met behulp van een temperatuurpil en een externe recorder kan de kerntemperatuur bij deelnemers op een niet belastende en eenvoudige manier worden gemeten. Vóór, tijdens en na het wandelen. Vóór de start is de kerntemperatuur gemiddeld 37,3°C, hetgeen een normale waarde is. Gedurende het wandelen neemt de temperatuur vervolgens langzaam toe, waarbij de grootste stijging (0,5°C) is te zien tijdens de eerste 5 km. Uiteindelijk neemt de temperatuur met ongeveer 1,0°C toe tot een maximum van 38,2°C aan de finish. Bij een toenemende omgevingstemperatuur is er een marginale verhoging van de maximale lichaamstemperatuur waarneembaar (38,4°C). Ondanks kleine verschillen tussen deelnemers met en zonder overgewicht, en tussen mannen en vrouwen, lijkt de temperatuurrepons redelijk vergelijkbaar te zijn voor het hele deelnemersveld. Overigens is er met een minimum 37,4°C en een maximum van 39,2°C een behoorlijke spreiding van de finishtemperatuur tussen deelnemers. Dergelijke lichaamstemperaturen hebben geen invloed op de gezondheid van de wandelaars. Langdurig wandelen bij buitentemperaturen tussen de 16°C en 25°C kan dus als veilig worden beschouwd voor wat betreft de toename in lichaamstemperatuur.

Behalve het meten van de lichaamstemperatuur iedere vijf km langs het parcours, is in 2008 een pilot- experiment uitgevoerd op de Wedren om de kerntemperatuur in combinatie met de locatie van de wandelaars "real-time" in beeld te brengen. Tien deelnemers slikten daarvoor de gewone temperatuurspil, maar hadden tijdens het wandelen ook een speciale recorder en mobiele telefoon bij zich. Via satellietverbinding en nieuw ontwikkelde software was het mogelijk om de actuele kerntemperatuur en de locatie van deelnemers op internet te volgen. Ondanks de opstartproblemen gedurende de eerste paar dagen, werkte het systeem naar behoren op vrijdag. De verkregen informatie, inzichten en lessen die we geleerd hebben tijdens deze pilot zijn zeer waardevol voor het doorontwikkelen van dit telemonitorsysteem. *Deze e-health technologie maakt het in de toekomst mogelijk om (een steekproef van) wandelaars op afstand te volgen (locatie, lichaamstemperatuur, hartfrequentie). Ook is het dan mogelijk om op basis van de verkregen informatie, gerelateerd aan de informatie uit de database, beslissingen (organisatie) of acties (medisch team) te ondernemen.*

## Vochtbalans

Naast de thermoregulatie is de vochtbalans een ander belangrijk systeem dat verstoord kan raken tijdens langdurige inspanning en/of belastende omgevingstemperaturen. De vochtbalans wordt bepaald door de combinatie van vochtinname (drinken) en vochtverlies (zweet + urine). Verstoringen in de vochtbalans kunnen op verschillende manieren in kaart worden gebracht. Het meest eenvoudige is om het startgewicht en finishgewicht van wandelaars met elkaar te vergelijken. Behoud, of een verlies tot 2%, van het lichaamsgewicht staat voor een goede vochtbalans. Bij verlies van meer dan 2% van het gewicht is de wandelaar uitgedroogd en kunnen (gezondheid)problemen optreden. Ook een toename van gewicht kan leiden tot dergelijke problemen. Een andere manier om de vochtbalans te evalueren is kijken naar de concentratie van zouten (natrium) in het bloed. Een toename of afname van deze concentratie duidt respectievelijk op te weinig en teveel vochtinname.

Tijdens het wandelen drinken deelnemers gemiddeld 2,4 liter, al is dit overigens zeer afhankelijk van de omgevingstemperatuur (meer inname bij warm weer) en het individu (een spreiding van 0,3 tot 12,0 liter binnen een dag is waargenomen). Het blijkt echter dat een groot deel van de wandelaars niet in staat is om de vochtbalans voldoende te reguleren, aangezien een kwart van de deelnemers meer dan 2% lichaamsgewicht (vocht) verliest en 15% een verhoogde concentratie van bloedzouten aan de finish laat zien. Beide waarden duiden op uitdroging, en kunnen leiden tot prestatieverlies en een versnelde toename van de lichaamstemperatuur. Dit betekent dat binnen het hele Vierdaagse legioen 6.000-11.000 wandelaars onvoldoende drinken en daardoor een groter gezondheidsrisico lopen. Belangrijk is dat deze risicogroep voornamelijk (75%) uit mannen bestaat. Ook zijn deze verstoringen van de vochtbalans met name aanwezig op de eerste wandeldag (20 – 25%) en veel minder op de daaropvolgende dagen (5%).

In 2009 is voor het eerst het meeneemtoilet ingezet tijdens het onderzoek. Deze handzame, anatomisch gevormde 'plaszak' zorgt ervoor dat de urine direct wordt omgezet in een geurloze gelei. Aan deelnemers van het onderzoek werd gevraagd om uitsluitend hierin te urineren. Vervolgens kon een gebruikt meeneemtoilet iedere vijf km langs de route worden ingeleverd bij één van de onderzoeksposten. Onze deelnemers lieten een grote variatie in toiletbezoek zien: sommige deelnemers urineren niet tijdens het wandelen, terwijl anderen acht keer naar het toilet gaan en daarbij tot twee liter plassen. Aangezien de hoeveelheid urine bekend is, kan ook het vochtverlies door zweeten berekend worden. Dit varieerde tussen 140 en 810 mL per uur. Opvallend is dat slanke wandelaars het meeste vocht via de urine (66%) verliezen, en minder door te zweeten (34%), maar dat deze verhouding bij deelnemers met overgewicht (47% urine, 53% zweet) en obesitas (27% urine, 73% zweet) duidelijk anders ligt. Ook laten de deelnemers met overgewicht en obesitas een toename van de bloedzouten zien, terwijl dit in de slanke controlegroep niet verandert. Deze resultaten duiden op een verhoogd risico op water- en zoutbalansverstoringen bij deelnemers met overgewicht en obesitas.

## Advies aan organisatie

Deelnemers zijn bij omgevingstemperaturen tussen de 16°C en 25°C prima in staat om hun kerntemperatuur te reguleren. Dit blijkt uit het feit dat de temperatuur 'slechts' met 1°C toeneemt, en er geen hittegerelateerde problemen zijn opgetreden tijdens de afgelopen drie edities. Echter, we moeten hierbij opmerken dat de lichaamstemperatuur snel kan afnemen tijdens regenbuien, onder koele klimatologische omstandigheden (<20°C). De natte kleding kan in combinatie met een dalende omgevingstemperatuur en toenemende windsnelheid mogelijk leiden tot onderkoeling. Het is daarom raadzaam om risicogroepen als kinderen, ouderen en uitvallers bij deze condities extra in de gaten te houden en mogelijk vooraf te waarschuwen. Dat laatste kan via de elektronische borden langs het parcours. Daarbij moet vooral benadrukt worden dat afkoeling snel optreedt tijdens het rusten.

Daarnaast blijkt dat een groot aantal deelnemers (25%) uitdroogt tijdens het wandelen. Dit zorgt voor prestatieverlies, vooral voor het individu van belang. Ook zorgt uitdroging ervoor dat risico's op oververhitting en andere hittegerelateerde problemen sterk toenemen. Bij de milde tot matige omgevingstemperaturen van de afgelopen drie jaar zijn dergelijke problemen niet opgetreden. Maar het is zeer aannemelijk dat dit bij bovengemiddelde temperaturen wel het geval is. Daarom is het van belang om alle deelnemers, alsmede specifieke risicogroepen (mensen met overgewicht), te wijzen op voldoende vochtinname tijdens het wandelen. Deze advisering moet natuurlijk plaatsvinden tijdens de Vierdaagse zelf: via de elektronische borden langs het parcours. Maar ook in het voorbereidende traject: via website, nieuwsbrieven, Via Vierdaagse. Zo kunnen wandelaars zichzelf een goede drankstrategie aanwennen. Aangezien de vochtbalansverstoringen het grootst zijn op de eerste wandeldag en voornamelijk plaatsvinden bij mannelijke deelnemers, moet daar extra aandacht aan worden besteed. Ook wandelaars met overgewicht, of obesitas moeten op hun verhoogd risico worden gewezen. Door de verhoogde zweetproductie is het voor deze groep wandelaars extra belangrijk om voldoende vocht in te nemen. Ondanks dat er vele richtlijnen voor vochtinname bestaan, is het onmogelijk om een standaard advies aan alle Vierdaagse deelnemers te geven. Vochtinname is namelijk afhankelijk van leeftijd, geslacht, lichaamsbouw, wandelsnelheid, zweetproductie, omgevingstemperatuur, en tal van andere factoren. Desalniettemin lijkt een minimale inname van 1,4 liter tijdens het wandelen bij 16°C – 20°C graden, en 1,8 liter bij 21°C – 25°C graden, de absolute ondergrens om ernstige uitdroging te voorkomen.

Tot slot willen we opmerken dat deelnemers die over de finish komen, een verhoogd risico hebben om flauw te vallen. Plotselinge rust na langdurige inspanning, in combinatie met een verstoorde vochtbalans en/of een toegenomen lichaamstemperatuur, maar vooral warme klimatologische omstandigheden, zorgen voor een tijdelijke ophoping van het bloed in de benen. Dit heeft misselijkheid en flauwvallen tot gevolg. Advisering richting wandelaars, voldoende zitgelegenheid en eventueel extra medisch personeel kunnen hierbij helpen.

### **Advies aan wandelaars**

Behalve zorgen voor voldoende trainingskilometers en goed schoeisel, kunnen deelnemers aan de Vierdaagse zich ook op andere fronten voorbereiden. Zo is het aan te bevelen om zowel onder koude als warme omstandigheden regelmatig te trainen. Op deze manier brengt u voor uzelf de behoeftes en reacties van uw lichaam onder wisselende omstandigheden in kaart. Bovendien zal uw lichaam bij een Vierdaagse met hoge omgevingstemperaturen eerder acclimatiseren als u al enkele keren bij dergelijke omstandigheden heeft getraind. Dit komt uiteraard uw prestaties en gezondheid ten goede.

Daarnaast is het van belang om uw eigen vochthuishouding in kaart te brengen. Een verstoring van de vochtbalans komt bij één op de vier Vierdaagse wandelaars voor, terwijl dit eenvoudig te voorkomen is. U hoeft zich alleen voorafgaand aan en direct na afloop van een training te wegen, bij voorkeur zonder kleding. In geval van toename van uw lichaamsgewicht heeft u teveel gedronken. Bij gewichtsbehoud of afname tot -2 % van uw lichaamsgewicht (-1,4 kg voor een persoon van 70 kg), heeft u voldoende gedronken. Verliest u echter meer dan 2% van uw lichaamsgewicht, dan heeft u te weinig gedronken en bent u uitgedroogd. Hierdoor nemen uw wandelprestaties af en heeft u een hoger risico op oververhitting en flauwvallen bij warmere omgevingstemperaturen. Daarom is het aan te raden om naast de gewichtsveranderingen tijdens de training ook bij te houden hoeveel u drinkt. Bij flesjes sportdrank of water staat het aantal milliliter vaak vermeld. Andere consumpties hebben vaak standaardhoeveelheden: kop koffie 125 ml, plastic beker 150 ml, mok koffie 250 ml, glas limonade 200 ml. Tel na afloop van de training alle hoeveelheden bij elkaar op en houd dit naast uw gewichtsveranderingen. Als u meer dan 2% bent afgevallen, moet u bij een volgende training meer drinken. Door dit structureel bij te houden bij verschillende weersomstandigheden hebt u een goede indicatie hoeveel u moet drinken tijdens de Vierdaagse en kunt u grote problemen voorkomen.

## Samenvatting

Alle bovenstaande aanbevelingen en suggesties aan de organisatie, medische dienst en wandelaars zijn hieronder nogmaals schematisch samengevat:

	Advies
<b>Organisatie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Let op voldoende vochtinname op de 1<sup>ste</sup> wandeldag.</li><li>• Mannen en deelnemers met overgewicht hebben een verhoogd risico op uitdroging.</li><li>• Behalve advisering door middel van elektronische borden langs het parcours is het aan te bevelen om wandelaars ook in het voorbereidende traject te voorzien van aanvullende informatie.</li><li>• Bij regen en lagere temperaturen (&lt;18°C) oppassen voor onderkoeling tijdens rust. Met name uitvallers, kinderen en ouderen (&gt;70 jaar) hebben een verhoogd risico.</li><li>• Tot een buitentemperatuur van 25°C bestaat er geen risico op oververhitting bij de deelnemers.</li></ul>
<b>Elektronische borden</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1<sup>e</sup> dag: "Drink juist vandaag extra water".</li><li>• "Transpireert u fors, drink dan extra water of sportdrink".</li><li>• Bij lagere temperaturen en regen: "Let op onderkoeling, rust niet te lang en zoek een beschutte plek".</li></ul>
<b>Medische dienst</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oververhitting komt niet tot nauwelijks voor bij buitentemperaturen tussen de 16 - 25°C.</li><li>• 20 – 25% van de deelnemers is uitgedroogd op de eerste dag. Deze deelnemers hebben een hoger risico op hittegerelateerde problemen en op prestatieverlies. Mannen en deelnemers met overgewicht lopen het grootste risico.</li><li>• De combinatie tussen een verstoorde vochtbalans, langdurige inspanning, en het plotseling stoppen met wandelen kan leiden tot flauwvallen of misselijkheid in het finishgebied.</li><li>• Oorthermometers zijn tijdens en na inspanning absoluut onbetrouwbaar om oververhitting of onderkoeling bij deelnemers vast te stellen.</li></ul>
<b>Wandelaars</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zorg voor een goede voorbereiding door onder zowel warme als koude omstandigheden te trainen.</li><li>• Breng uw eigen vochtbalans in kaart door gewichtsveranderingen en vochtinname tijdens trainingen te noteren onder verschillende omstandigheden.</li></ul>

### **Blik op de toekomst**

De resultaten van de Vierdaagse onderzoeken in 2007, 2008 en 2009 hebben veel inzicht opgeleverd in fysieke belasting en potentiële gezondheidsrisico's. Deze opgedane kennis maakt het mogelijk om het Vierdaagse bestuur, de medische dienst, maar ook de wandelaars van concrete adviezen te voorzien. Desalniettemin zijn de huidige aanbevelingen beperkt tot omgevingstemperaturen tussen de 16°C en 25°C. Vervolgonderzoek bij bovengemiddelde (25-30°C) en extreme (>30°C) temperaturen zal de risico-inventarisatie en de database completeren. Ook zal het bepalen van fysieke belasting en gezondheidseffecten bij specifieke risicogroepen de advisering verpersoonlijken en de veiligheid vergroten.

Daarnaast zullen technische hulpmiddelen het in de toekomst wellicht mogelijk maken om het legioen vanaf de Wedren te volgen en zodoende "real time" de veiligheid van deelnemers te bewaken. Hierbij worden kerntemperatuur en vochtbalans in grote (risico)groepen gemeten en via satellietverbinding en internet doorgestuurd naar het onderzoekscentrum op de Wedren. Een multidisciplinair team, bestaande uit leden van het onderzoeksteam, de medische dienst, een meteoroloog en het Vierdaagse bestuur, kan vervolgens handelen op geleide van binnenkomende informatie en opgebouwde database.

De afgelopen jaren is veel werk verzet. De weg die we gezamenlijk zijn ingeslagen verloopt voorspoedig. Dat de finish nog niet in zicht is, deert ons niet, de blaren evenmin. Met enthousiasme, bezieling en onverminderde vastberadenheid willen wij graag stap voor stap de komende kilometers samen met de Vierdaagse afleggen.

*Drs. Thijs Eijsvogels*

*Dr. Dick Thijssen*

*Prof. Dr. Maria Hopman*



© Zorginbeeld.nl / Frank Muller Nijmegen

**Het Vierdaagse onderzoek wordt mede mogelijk gemaakt door:**

