

Slaapkamermeetexperiment hittegolf 2016

Onderzoek naar het verband tussen ventilatiegedrag en
de temperatuur in slaapkamers tijdens een hittegolf

Lisette Klok
Nathalie Gozems
Niek Rood
Nanda Piersma
Jeroen Kluck

februari 2017



Slaapkamermeetexperiment hittegolf 2016

**Onderzoek naar het verband tussen
ventilatiegedrag en de temperatuur in
slaapkamers tijdens een hittegolf**

Februari 2017

Lisette Klok
Nathalie Gozems
Niek Rood
Nanda Piersma
Jeroen Kluck

Onderzoeksprogramma Urban Technology
Faculteit Techniek
Hogeschool van Amsterdam

Contactgegevens:
Gebouw Leeuwenburg
Weesperzijde 190
1097 DZ Amsterdam
e.j.klok@hva.nl
www.hva.nl/klimaatbestendigestad



Inhoudsopgave

SAMENVATTING	3
1 DE ONDERZOEKSVRAAG	4
2 DE METHODE	5
3 TEMPERATUURVERLOOP TIJDENS DE MEETPERIODE	8
4 TEMPERATUREN OVERDAG EN 'S NACHTS	10
5 TEMPERATUURVERLOOP PER DAKSOORT EN VERDIEPING	12
6 TEMPERATUURVERLOOP PER ORIËNTATIE	14
7 VENTILATIEGEDRAG	15
8 CONCLUSIES	19
BIJLAGEN	20
BIJLAGE A: INVULTABEL GEBRUIKT VOOR REGISTRATIE VAN DE RAAMSTANDEN.	21
BIJLAGE B: GEBRUIKTE DATASETS.	22

Samenvatting

Tijdens warme dagen en hittegolven warmen huizen op en kunnen slaapkamers zo warm worden dat het de slaapkwaliteit nadelig beïnvloedt. Om ervoor te zorgen dat slaapkamers aangenaam van temperatuur zijn om er prettig te kunnen slapen, willen we weten hoe slaapkamers koel gehouden kunnen worden, en of er een verband is tussen het ventilatiegedrag (de raamstand) en de slaapkamertemperatuur tijdens hete dagen. Daarom zijn er tijdens een hete zomerweek in 2016 temperatuurmetingen uitgevoerd op slaapkamers in Amsteldorp (Amsterdam) waarbij de stand van het raam is genoteerd: open, op een kier of dicht. De resultaten laten zien dat de raamstand significant van invloed is op de binnentemperatuur in de slaapkamers. De slaapkamers waarvan het raam 's nachts open staat, zijn gemiddeld 2°C koeler dan slaapkamers waarvan de ramen dicht blijven. Er is geen significant verband gevonden tussen het ventilatiegedrag overdag en de slaapkamertemperatuur. Een statistisch verband tussen de slaapkamertemperatuur en het soort dakbedekking of de oriëntatie van de slaapkamer (noordoosten of zuidwesten) kon op grond van deze studie niet worden aangetoond. Op basis van dit onderzoek kan het volgende advies worden gegeven voor een koele slaapkamer: Zet het slaapkamerraam 's nachts open! Dat scheelt gemiddeld 2 °C.

1 De onderzoeksvraag

Tijdens hittegolven en tropisch hete dagen warmen huizen op, en kunnen slaapkamers zo warm worden dat het de slaapkwaliteit nadelig beïnvloedt. Om ervoor te zorgen dat slaapkamers aangenaam van temperatuur zijn om er prettig te kunnen slapen, willen we weten hoe slaapkamers koel gehouden kunnen worden. Welke factoren zorgen ervoor dat het in huis en specifiek op de slaapkamer koel blijft? Metingen op slaapkamers in Amsteldorp (Amsterdam) tijdens de hittegolf van 2015 lieten zien dat het soort dakbedekking, de oriëntatie van de slaapkamer (noord, oost, zuid of west) of de verdieping (boven- of tussenverdieping) niet of nauwelijks invloed hebben op de slaapkamertemperatuur. Er bleek een andere factor te zijn die bepalend is. De aanbeveling uit dit meetexperiment was daarom om bij herhaling van het experiment de raamstand te analyseren: wat is het effect van de stand van het raam (open, op een kier of dicht) op de slaapkamertemperatuur tijdens hete dagen? De hoofdvraag van het slaapkamermeetexperiment in 2016 is daarom:

Is er een verband tussen het ventilatiegedrag en de slaapkamertemperatuur tijdens hete dagen?

En als dit verband er is, dan is de vraag hoe de slaapkamer als beste koel gehouden kan worden.

2 De methode

De methode van het onderzoek bestaat uit temperatuurmetingen op slaapkamers en in de buitenlucht en uurlijkse notities van de raamstanden (ventilatiegedrag).

- Er zijn 42 IButtons van TNO (Figuur 1) op 21 slaapkamers gelegd van huizen op de Fahrenheitstraat in Amsterdam (Tabel 1), altijd twee sensoren per slaapkamer. Deze IButtons registreerden de luchttemperatuur met een tijdsinterval van 10 minuten. De meetnauwkeurigheid van een IButton is 0,5°C.
- Twee sensoren zijn buiten in de schaduw opgehangen om de buitenluchttemperatuur te meten: in de voor- en achtertuin van Fahrenheitstraat 6.
- De IButtons zijn op maandag 22 augustus 2016 's avonds uitgedeeld en op maandag 29 augustus 2016 's avonds opgehaald. Dit was een week met zomerse en tropische temperaturen, ook 's nachts. Helaas was het volgens het KNMI geen officiële hittegolf.
- De sensoren in de slaapkamers lagen in de schaduw op nachtkastjes van slaapkamers op 1^e verdieping. Dit is in de meeste gevallen de bovenverdieping. Uitzonderingen hierop zijn de sensoren op Fahrenheitstraat 16 en 17, waarbij de slaapkamers op een tussenverdieping gelegen zijn.
- Op elke kamer hebben 2 sensoren gelegen. De temperatuurregistraties lieten zien dat de afwijkingen tussen beide sensoren hooguit 0,5 C is. In de verdere analyses is daarom het gemiddelde van beide sensoren gebruikt.
- Ook lieten de twee sensoren buiten weinig verschil zien. Daarom is voor de verdere analyses het gemiddelde van beide sensoren gebruikt.
- Voor elk uur is bijgehouden of het raam dicht, op een kier of open stond. Hiervoor werd een invultabel gebruikt (zie Bijlage A).
- De karakteristieken van de huizen en slaapkamers staan in Tabel 1.
- Alle huizen, behalve Fahrenheitstraat 16 en 17, hebben platte daken waarvan de dakbedekking uit bitumen, EPDM, groen of grind bestaat. Fahrenheitstraat 16 en 17 hebben een puntdak dat bestaat uit dakpannen. Figuur 2 geeft een impressie van de huizen waar de metingen zijn uitgevoerd.



Figuur 1: Een IButton.



Figuur 2: Straatbeeld van de huizen aan de Fahrenheitstraat waar de metingen zijn uitgevoerd. (Bron: GoogleMaps)

Tabel 1: Sensornummers, meetlocaties, verdieping, oriëntatie en daksoort van de metingen.

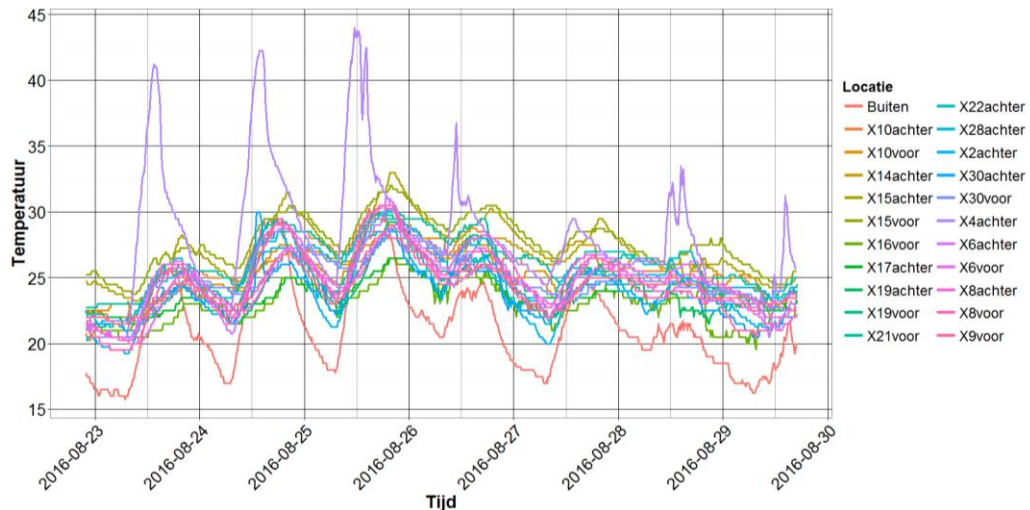
sensornr	huisnr	voor- of achterkant van het huis	Boven- of tussenverdieping	oriëntatie	daksoort
IB46	2	<i>achter</i>	boven	ZO	Grind
IB48	2	<i>achter</i>	boven	ZO	Grind
IB13	4	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB44	4	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB03	6	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB21	6	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB34	6	<i>voor</i>	boven	nw	Bitumen
IB45	6	<i>voor</i>	boven	nw	Bitumen
IB41	8	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB42	8	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB20	8	<i>voor</i>	boven	nw	Bitumen
IB36	8	<i>voor</i>	boven	nw	Bitumen
IB17	9	<i>voor</i>	boven	ZO	Bitumen
IB38	9	<i>voor</i>	boven	ZO	Bitumen
IB01	10	<i>achter</i>	boven	ZO	Groen
IB30	10	<i>achter</i>	boven	ZO	Groen
IB18	10	<i>voor</i>	boven	nw	Groen
IB39	10	<i>voor</i>	boven	nw	Groen
IBblackachter	14	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB15	14	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB05	15	<i>achter</i>	boven	nw	Bitumen
IB12	15	<i>achter</i>	boven	nw	Bitumen
IB02	15	<i>voor</i>	boven	ZO	Bitumen
IB33	15	<i>voor</i>	boven	ZO	Bitumen
IB27	16	<i>voor</i>	tussen	nw	<i>Verdieping</i>
IB43	16	<i>voor</i>	tussen	nw	<i>Verdieping</i>
IB04	17	<i>achter</i>	tussen	nw	<i>Verdieping</i>
IB23	17	<i>achter</i>	tussen	nw	<i>Verdieping</i>
IB24	19	<i>achter</i>	boven	nw	Bitumen
IB32	19	<i>achter</i>	boven	nw	Bitumen
IB22	19	<i>voor</i>	boven	ZO	Bitumen
IB37	19	<i>voor</i>	boven	ZO	Bitumen
IB16	21	<i>voor</i>	boven	ZO	EPDM
IB35	21	<i>voor</i>	boven	ZO	EPDM
IB14	22	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB29	22	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB31	28	<i>achter</i>	boven	ZO	Grind
IB40	28	<i>achter</i>	boven	ZO	Grind
IB28	30	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB49	30	<i>achter</i>	boven	ZO	Bitumen
IB25	30	<i>voor</i>	boven	nw	Bitumen
IB50	30	<i>voor</i>	boven	nw	Bitumen
IB47achter		<i>BUITEN</i>			
IB11voor		<i>BUITEN</i>			

3

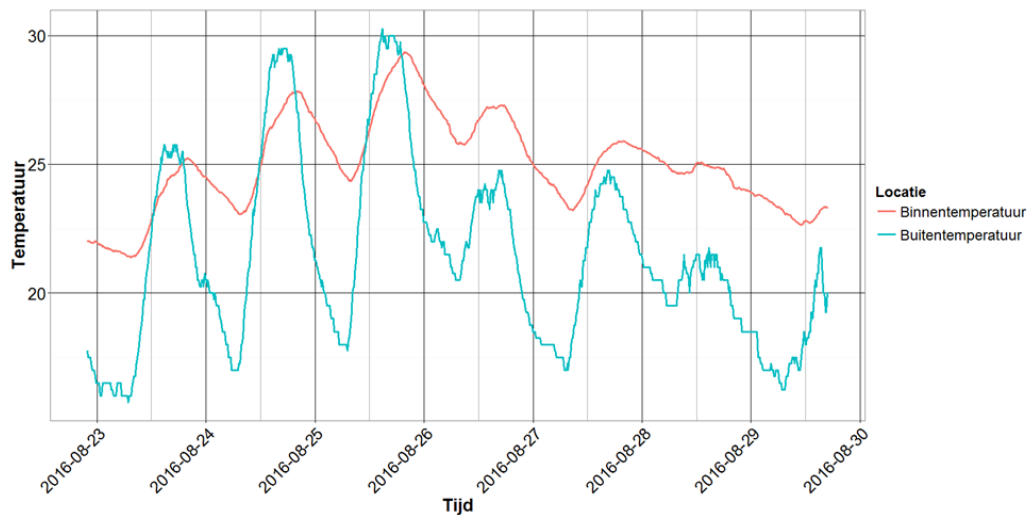
Temperatuurverloop tijdens de meetperiode

De lijngrafiek in Figuur 3 geeft de temperatuur van alle sensoren weer. De onderste rode lijn laat de buitentemperatuur zien. Het is duidelijk dat de buitentemperatuur 's nachts een stuk verder terugloopt dan de binnentemperaturen. De nacht van 25 op 26 augustus 2016 was het warmst. Gedurende deze nacht bleef de buitentemperatuur hoger dan 20°C. De warmste dagen waren 23, 24 en 25 augustus. Op deze dagen was de buitentemperatuur overdag hoger dan 25°C. Overdag is het over het algemeen op de slaapkamers in huis koeler dan buiten. 's Nachts is het buiten koeler.

Figuur 3 laat ook zien dat Fahrenheitstraat 4 op de slaapkamer achter (X4achter) grote uitschieters heeft. Deze sensor bleek bij navraag toch in de zon te hebben gelegen en is daarom uit de verdere analyse gehaald.



Figuur 3: Lijngrafiek van de temperaturen op de slaapkamers en de buitentemperatuur (rood). (NB: Sensor X4achter kent grote uitschieters, en bleek bij navraag in de zon te hebben gelegen. Deze is daarom uit de verdere analyse gehaald.)



Figuur 4: Temperatuurverloop van de gemiddelde binnentemperatuur en de buitentemperatuur.

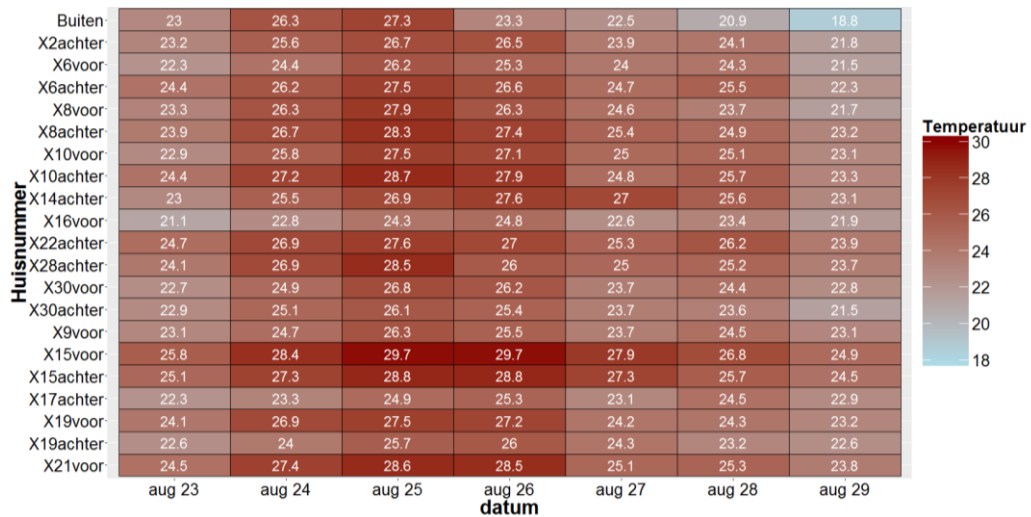
In Figuur 4 is de gemiddelde slaapkamertemperatuur van alle sensoren uitgezet samen met de buitentemperatuur. De warmste dag is 25 augustus, waarbij de buitentemperatuur boven 30°C was en de gemiddelde slaapkamertemperatuur boven 29°C! Net als in het onderzoek van 2015 lijkt het erop dat de binnentemperatuur snel toeneemt als het buiten warm is. De binnentemperatuur daalt langzaam als de buitentemperatuur weer normale waarden aanneemt. De slaapkamertemperatuur piekt altijd net een paar uur later op de dag dan de buitentemperatuur.

4 Temperaturen overdag en 's nachts

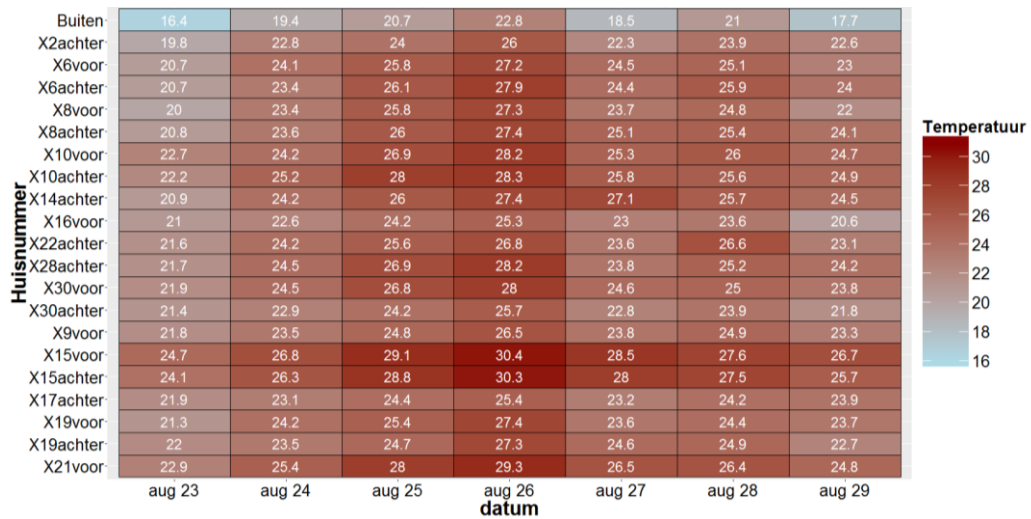
De slaapkamertemperaturen zijn vervolgens apart geanalyseerd voor de dag- en de nachtsituatie. Daarvoor is de gemiddelde dagtemperatuur bepaald uit de metingen tussen 8:00h en 20:00h: het deel van de dag waarop de meeste mensen wakker zijn. De gemiddelde nachttemperatuur is bepaald als de gemiddelde temperatuur tussen 20:00h en 8:00h 's ochtends: het deel van de dag waarop het meeste geslapen wordt.

Figuur 5 laat de gemiddelde dagtemperatuur per woning zien. Bovenaan de grafiek staat de buitentemperatuur weergegeven. De figuur laat zien dat van alle slaapkamers, Fahrenheitstraat 15-voor overdag het heetste is (ongeveer 30°C). Daarnaast laat de figuur zien dat de slaapkamer op nummer 16-voor het koelst is gebleven. Dit is een huis waarop de slaapkamer op de tussenverdieping ligt.

Figuur 6 laat de situatie 's nachts zien. Wederom is de temperatuur op de slaapkamer van Fahrenheitstraat 15-voor één van de warmste. Ook aan de achterzijde van nummer 15 wordt het erg warm. Fahrenheitstraat 16-voor, de slaapkamer op de tussenverdieping, is ook 's nachts het koelst.



Figuur 5: Overzicht van de gemiddelde dagtemperatuur buiten en op alle slaapkamers van 23 tot 29 augustus.

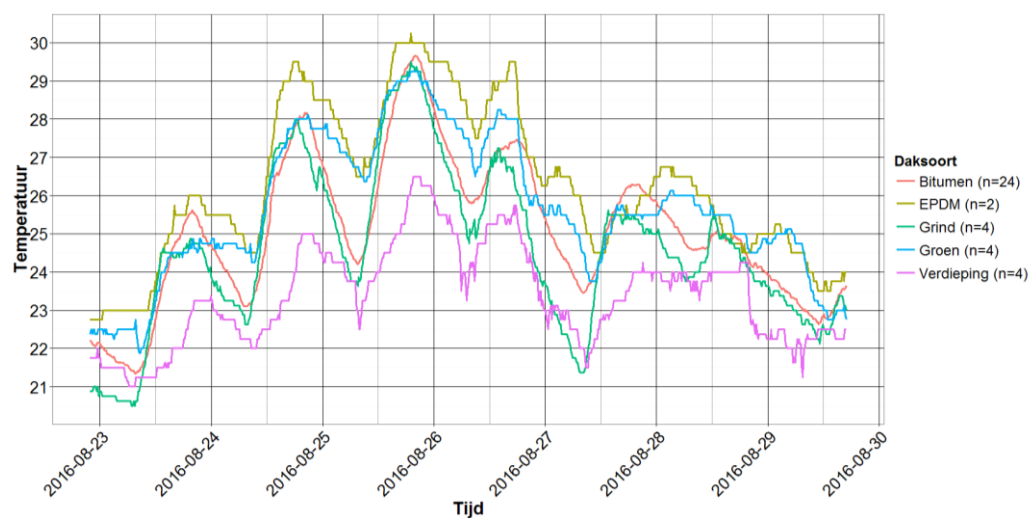


Figuur 6: Overzicht van de gemiddelde nachttemperatuur buiten en op alle slaapkamers van 23 tot 29 augustus.

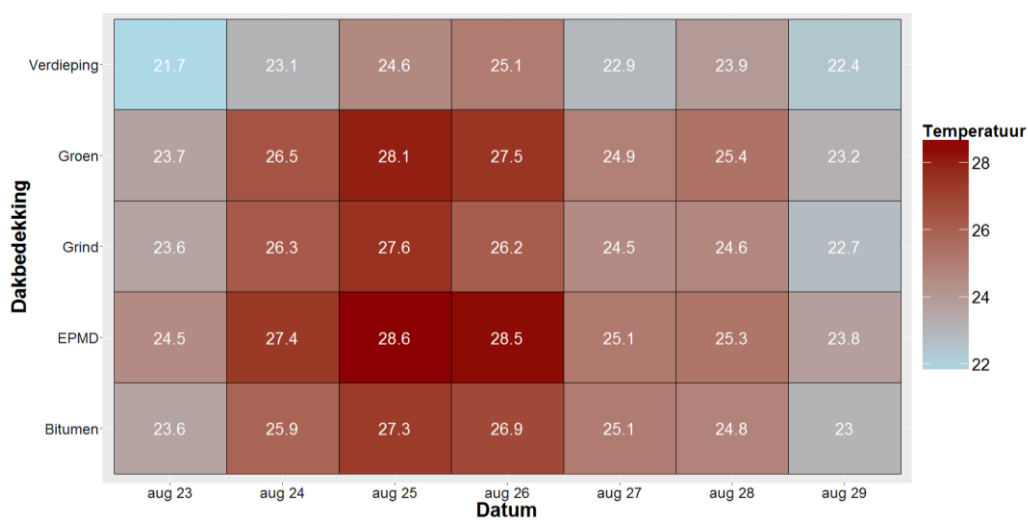
5 Temperatuurverloop per daksoort en verdieping

Figuur 7 geeft het gemiddelde temperatuurverloop weer van de verschillende daksoorten. De slaapkamers op een tussenverdieping worden in deze analyse als apart daksoort gezien, namelijk: verdieping. Uit de grafiek blijkt dat de slaapkamers op een tussenverdieping over de hele periode het koelst zijn gebleven. De slaapkamers met EPDM als dakbedekking lijken op de warmste momenten van de dag de hoogste temperatuur te hebben. Of de verschillen statistisch significant zijn, kon niet worden getoetst. De dataset is niet groot genoeg om de invloed van daksoort op de temperatuur in de slaapkamer statistisch te onderzoeken.

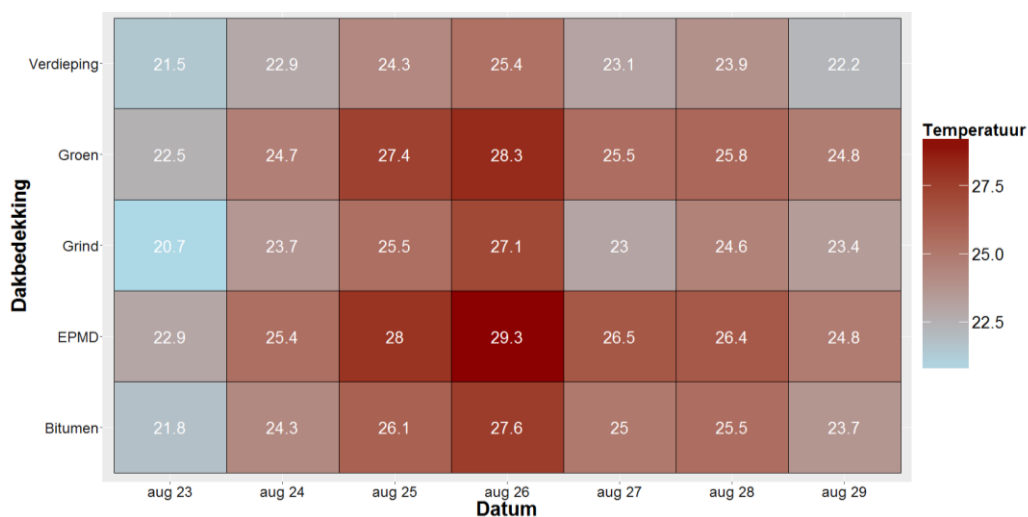
Ook in Figuur 8 is te zien dat overdag de slaapkamers met een EPDM dakbedekking gemiddeld het warmst zijn. De huizen met slaapkamers op de tussenverdieping zijn duidelijk koeler. Figuur 9, het overzicht van de gemiddelde nachttemperatuur per dakbedekking laat kleinere temperatuurverschillen zien tussen de daksoorten. Wel wordt uit deze figuur duidelijk dat de slaapkamers op de tussenverdieping het koelst zijn geweest gedurende de hete dagen. De slaapkamers onder EPDM en groene daken lijken het warmst. Dat de slaapkamers onder groene daken zo warm is verrassend, maar kan in dit geval worden verklaard doordat de ramen van deze slaapkamers veelal dicht waren of op een kier (zie hoofdstuk 7).



Figuur 7: Temperatuurverloop gemiddeld per soort dakbedekking/verdieping. De slaapkamers op een tussenverdieping zijn daksoort 'verdieping' toegekend.



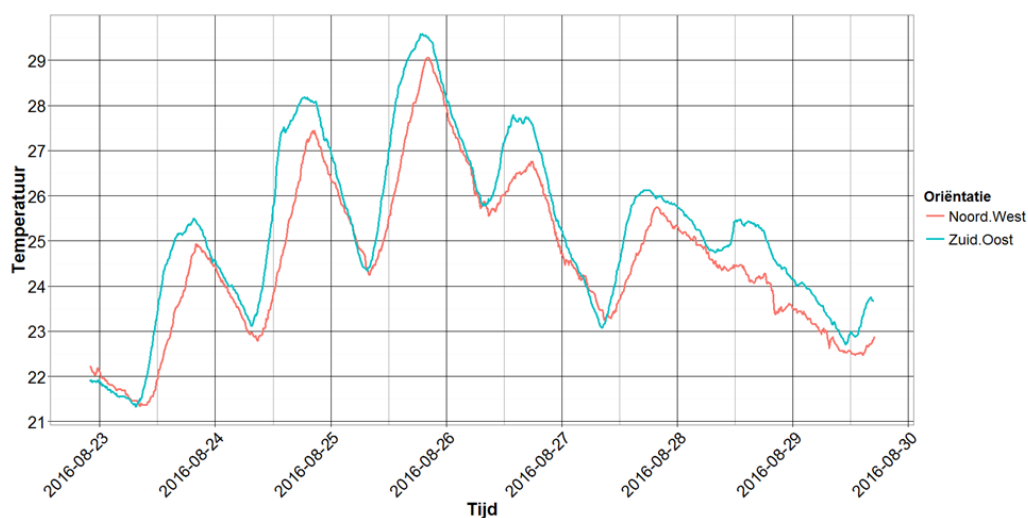
Figuur 8: Overzicht van de gemiddelde dagtemperatuur op basis van daksoort/verdieping van 23 tot 29 augustus.



Figuur 9: Overzicht van de gemiddelde nachttemperatuur op basis van daksoort/verdieping van 23 tot 29 augustus.

6 Temperatuurverloop per oriëntatie

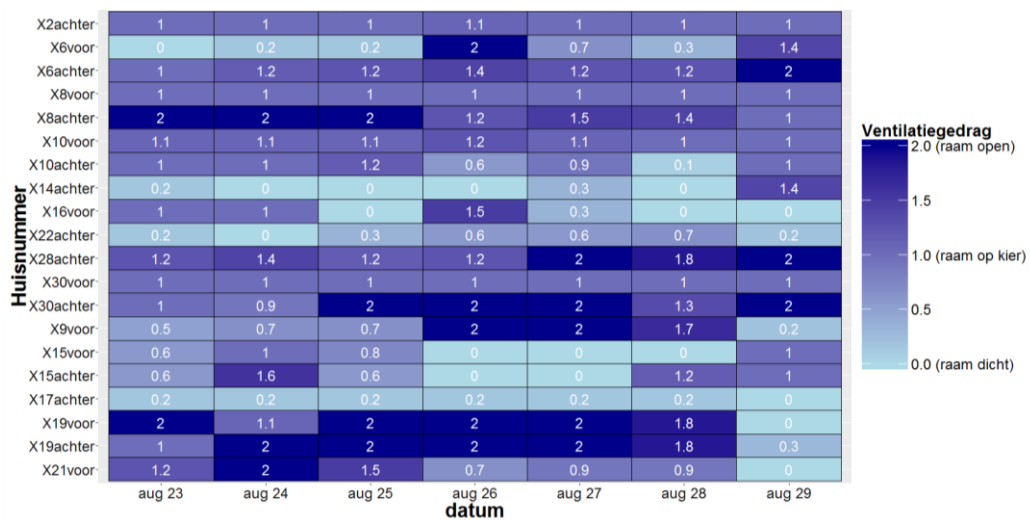
Verschillen in de temperaturen tussen slaapkamers georiënteerd op noordwest en zuidoost zijn klein, maar wel aanwezig (Figuur 10). In de slaapkamers gericht op het zuidoosten, neemt de temperatuur eerder toe. De temperaturen worden in deze slaapkamer gemiddeld ook hoger, omdat de zon er langer op schijnt. Het temperatuurverschil met de slaapkamers gericht op het zuidwesten is gemiddeld 1°C. Of de verschillen statistisch significant zijn, kon niet worden onderzocht. De dataset is niet groot genoeg om de invloed van oriëntatie op de temperatuur in de slaapkamer statistisch te onderzoeken.



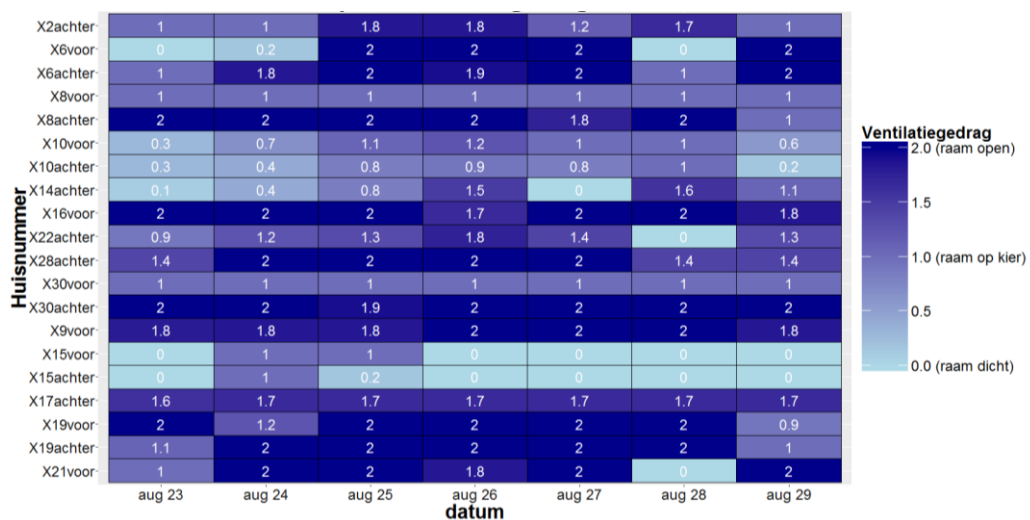
Figuur 10: Gemiddeld temperatuurverloop op basis van de oriëntatie: noordwest of zuidoost.

7 Ventilatiegedrag

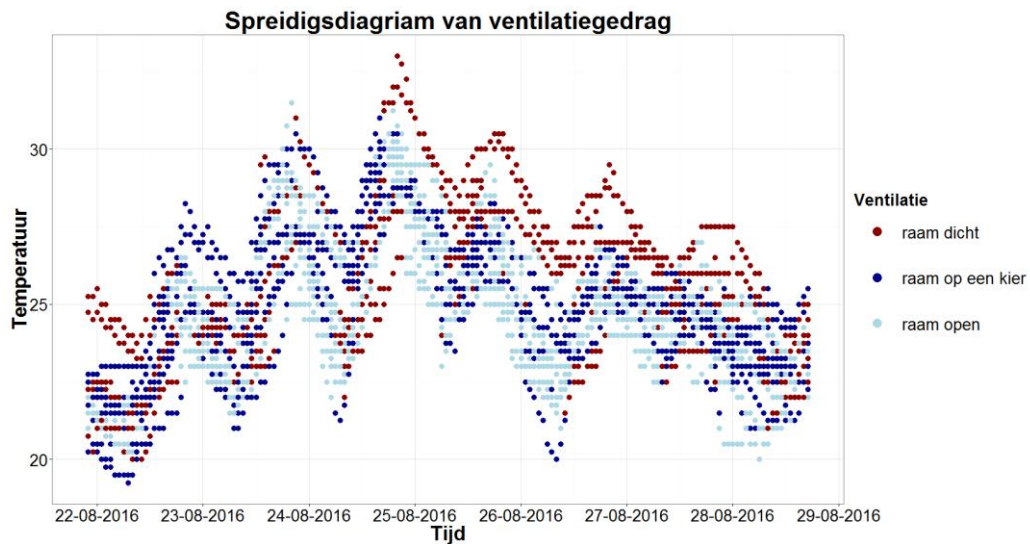
Om verbanden te kunnen leggen tussen de slaapkamertemperaturen en het ventilatiegedrag, zijn aan de uurlijks genoteerde raamstanden codes toegekend: 0 – raam dicht, 1 – raam op een kier, 2 – raam open. Daarna zijn voor de dag en de nacht gemiddelde raamstanden berekend. De resultaten hiervan (het ventilatiegedrag) worden in Figuur 11 en Figuur 12 apart getoond. Uit deze figuren blijkt dat ramen overdag vaker dicht of op een kier waren dan 's nachts. 's Nachts stonden veel ramen open. Er waren ook slaapkamers waarvan de ramen bijna continu open en/of dicht waren.



Figuur 11: Overzicht van de gemiddelde raamstand overdag op alle slaapkamers van 23 tot 29 augustus 2016.



Figuur 12: Hittekaart van de gemiddelde nachttemperatuur op alle slaapkamers van 23 tot 29 augustus 2016.



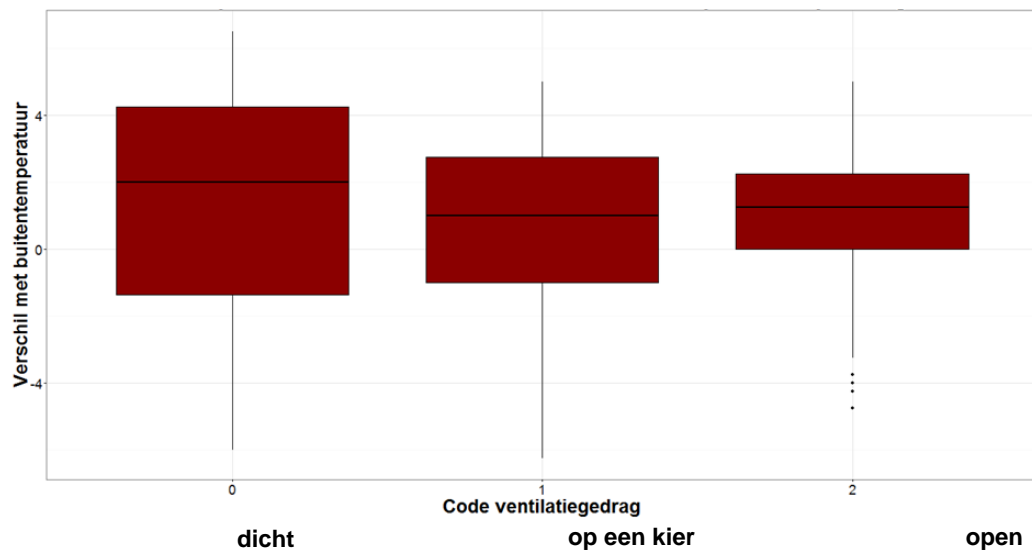
Figuur 13: Spreidingsdiagram van alle slaapkamertemperaturen gegroepeerd op ventilatiegedrag.

Figuur 13 is een spreidingsdiagram van alle gemeten slaapkamertemperaturen. De kleur geeft aan of het raam open, dicht of op een kier was. Aan het begin van de hittegolf lijken de raamcodes wat meer gemixt. Vanaf 25 augustus wanneer de buitentemperatuur weer gaat dalen, lijken de rode, donkerblauwe en lichtblauwe stippen zich meer te clusteren. De hoogste temperaturen lijken vooral gemeten te worden op de slaapkamers waarvan de ramen dicht zijn (rode stippen), terwijl de lage temperaturen vooral lichtblauw van kleur zijn: slaapkamers met het raam open.

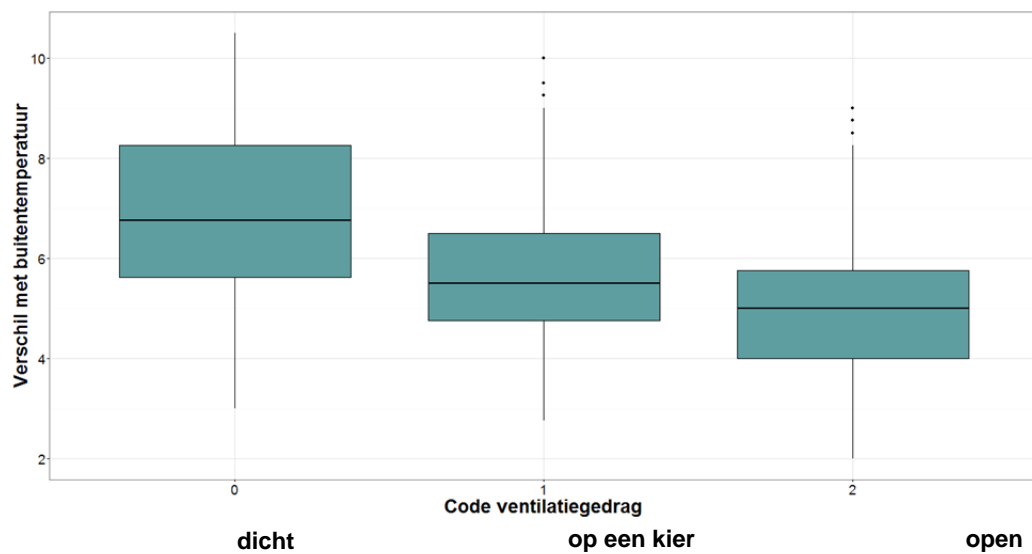
De boxplots in Figuur 14 en Figuur 15 laten voor elke raamstand (raam dicht, raam open, raam op een kier) zien hoe de verschiltemperatuur tussen slaapkamer en buitenlucht verdeeld is. Voor de situatie overdag betreft het de uurlijkse temperatuurverschillen tussen slaapkamer en buitenlucht in de periode tussen 11:00 en 17:00 uur. Deze tijdsperiode is gekozen, omdat de raamstand dan het minst varieert. Uit deze analyse blijkt dat er een grote spreiding in de slaapkamertemperatuur is wanneer het raam dicht is, groter dan in de andere twee groepen (raam op een kier of raam open). Daarnaast lijkt het of de slaapkamers met de ramen dicht gemiddeld iets warmer zijn. Echter, de spreiding in de temperatuurverschillen voor elke raamstand is zo groot, en groter dan de verschillen tussen de gemiddelden voor elke raamstand, waardoor de verschillen statistisch niet significant zijn. Overdag zorgt een open of dicht raam er dus niet voor dat de slaapkamer koeler blijft.

Figuur 15 geeft de boxplots weer voor de situatie 's nachts (gemiddeld tussen 00:00 en 06:00 uur). De plots laten zien dat het verschil met de buitentemperatuur tussen de drie groepen sterker verschilt dan overdag (Figuur 14). In de situatie met het raam open, is het temperatuurverschil tussen slaapkamer en buitenlucht het laagst. De slaapkamers met de ramen open zijn 's nachts gemiddeld 5°C warmer dan de buitenlucht, terwijl de slaapkamers met de ramen dicht gemiddeld 7°C warmer zijn. Dus door het raam te openen, is het gemiddeld 2°C koeler in vergelijking met slaapkamers waarvan het raam dicht blijft (zie ook

Tabel 2). Dit verschil is statistisch significant. De verschiltoets die hierbij is uitgevoerd is de Mann-Whitney toets (zie Tabel 3 voor de p-waarden). Er is een significantieniveau aangehouden van 0,05.



Figuur 14: Boxplotten van temperatuurverschil tussen slaapkamer en buitenlucht gegroepeerd op ventilatiegedrag.



Figuur 15: Boxplotten van het temperatuurverschil tussen slaapkamer en buitenlucht gegroepeerd op ventilatiegedrag.

Tabel 2: Gemiddeld temperatuurverschil (°C) tussen de slaapkamers en de buitenlucht voor de slaapkamers met het raam open, op een kier en dicht. De slaapkamertemperatuur is zowel overdag als 's nachts gemiddeld warmer dan de buitenlucht.

	Raam dicht	Raam op een kier	Raam open
Overdag (tussen 11:00 en 17:00)	1,4	1,0	1,1
's Nachts (tussen 00:00 en 06:00)	6,9	5,7	5,0

Tabel 3: Uitkomsten (p-waarden) van verschiltoetsen (Mann-Whitney) temperatuurverschillen voor verschillende raamstanden.

Toets tussen	P-waarde
raam open vs raam dicht	2,20E-16
raam open vs raam kier	1,44E-05
raam kier vs raam dicht	4,18E-07

8 Conclusies

Uit de meetresultaten is te concluderen dat het ventilatiegedrag (of de raamstand) van invloed is op de binnentemperatuur op slaapkamers. De resultaten laten zien dat slaapkamers waarvan het raam 's nachts open staat, gemiddeld 2°C koeler zijn dan slaapkamers waarvan de ramen dicht blijven. Het raam op een kier zetten zorgt voor ongeveer 1°C koelere slaapkamers dan het raam dicht houden.

Er is geen significant verband gevonden tussen het ventilatiegedrag overdag en de slaapkamertemperatuur. Waarschijnlijk wordt de slaapkamertemperatuur overdag sterk bepaald door de instraling van de zon en de toegepaste zonwering. Slaapkamers waarvan zonnenschermen overdag gesloten zijn of gordijnen dicht, blijven waarschijnlijk koeler.

Slaapkamers op de tussenverdieping zijn koeler dan de slaapkamers die zich direct onder het dak bevinden. Een significant verband tussen slaapkamertemperatuur en dakbedekking kon niet worden aangetoond. Ook kon niet worden aangetoond dat de oriëntatie van de slaapkamer de binnentemperatuur significant beïnvloedt. Daarvoor is de dataset ontoereikend. Om dit nader te analyseren zouden er in meer slaapkamers met verschillende oriëntaties en dakbedekkingen gemeten moeten worden.

Op grond van dit onderzoek kan het volgende advies worden gegeven voor een koele slaapkamer: Zet het slaapkamerraam 's nachts open!

Bijlagen

Bijlage A: Invultabel gebruikt voor registratie van de raamstanden.

Naam:																								
Adres:	Fahrenheitstraat																							
E-mailadres:																								
Locatie slaapkamer:	voor/achter												1e / 2e verdieping											
Soort dakbedekking:																								
Graag voor elk uur aangeven of het slaapkamerraam dicht, op een kier, of open staat.																								
Datum:	woensdag 1 januari																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht										x	x		x	x	x	x								
Raam op een kier	x	x	x	x	x	x	x														x	x	x	x
Raam open								x	x									x	x	x				
Datum:	maandag 22 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	dinsdag 23 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	woensdag 24 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	donderdag 25 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	vrijdag 26 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	zaterdag 27 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	zondag 28 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								
Datum:	maandag 29 augustus																							
Uur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Raam dicht																								
Raam op een kier																								
Raam open																								

Hartelijk dank!

Bijlage B: Gebruikte datasets.

Tabel met gemiddelde nacht- en dagtemperaturen voor de datasets, en de gemiddelde raamstand overdag en 's nachts (0 – raam dicht, 1 – raam op een kier, 2 – raam open). Dag is tussen 8:00h en 20:00h en nacht is tussen 20:00h en 8:00h.

datum	Temperatuur overdag (°C)							Temperatuur 's nachts (°C)						
	23- aug	24- aug	25- aug	26- aug	27- aug	28- aug	29- aug	22- aug	23- aug	24- aug	25- aug	26- aug	27- aug	28- aug
Buiten	23,0	26,3	27,3	23,3	22,5	20,9	18,8	16,4	19,4	20,7	22,8	18,5	21,0	17,7
2achter	23,2	25,6	26,7	26,5	23,9	24,1	21,8	19,8	22,8	24,0	26,0	22,3	23,9	22,6
6voor	22,3	24,4	26,2	25,3	24,0	24,3	21,5	20,7	24,1	25,8	27,2	24,5	25,1	23,0
6achter	24,4	26,2	27,5	26,6	24,7	25,5	22,3	20,7	23,4	26,1	27,9	24,4	25,9	24,0
8voor	23,3	26,3	27,9	26,3	24,6	23,7	21,7	20,0	23,4	25,8	27,3	23,7	24,8	22,0
8achter	23,9	26,7	28,3	27,4	25,4	24,9	23,2	20,8	23,6	26,0	27,4	25,1	25,4	24,1
10voor	22,9	25,8	27,5	27,1	25,0	25,1	23,1	22,7	24,2	26,9	28,2	25,3	26,0	24,7
10achter	24,4	27,2	28,7	27,9	24,8	25,7	23,3	22,2	25,2	28,0	28,3	25,8	25,6	24,9
14achter	23,0	25,5	26,9	27,6	27,0	25,6	23,1	20,9	24,2	26,0	27,4	27,1	25,7	24,5
16voor	21,1	22,8	24,3	24,8	22,6	23,4	21,9	21,0	22,6	24,2	25,3	23,0	23,6	20,6
22achter	24,7	26,9	27,6	27,0	25,3	26,2	23,9	21,6	24,2	25,6	26,8	23,6	26,6	23,1
28achter	24,1	26,9	28,5	26,0	25,0	25,2	23,7	21,7	24,5	26,9	28,2	23,8	25,2	24,2
30voor	22,7	24,9	26,8	26,2	23,7	24,4	22,8	21,9	24,5	26,8	28,0	24,6	25,0	23,8
30achter	22,9	25,1	26,1	25,4	23,7	23,6	21,5	21,4	22,9	24,2	25,7	22,8	23,9	21,8
9voor	23,1	24,7	26,3	25,5	23,7	24,5	23,1	21,8	23,5	24,8	26,5	23,8	24,9	23,3
15voor	25,8	28,4	29,7	29,7	27,9	26,8	24,9	24,7	26,8	29,1	30,4	28,5	27,6	26,7
15achter	25,1	27,3	28,8	28,8	27,3	25,7	24,5	24,1	26,3	28,8	30,3	28,0	27,5	25,7
17achter	22,3	23,3	24,9	25,3	23,1	24,5	22,9	21,9	23,1	24,4	25,4	23,2	24,2	23,9
19voor	24,1	26,9	27,5	27,2	24,2	24,3	23,2	21,3	24,2	25,4	27,4	23,6	24,4	23,7
19achter	22,6	24,0	25,7	26,0	24,3	23,2	22,6	22,0	23,5	24,7	27,3	24,6	24,9	22,7
21voor	24,5	27,4	28,6	28,5	25,1	25,3	23,8	22,9	25,4	28,0	29,3	26,5	26,4	24,8

datum	Gemiddelde raamstand overdag							Gemiddelde raamstand 's nachts						
	23- aug	24- aug	25- aug	26- aug	27- aug	28- aug	29- aug	22- aug	23- aug	24- aug	25- aug	26- aug	27- aug	28- aug
2achter	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	1,8	1,2	1,7	1,0
6voor	0,0	0,2	0,2	2,0	0,7	0,3	1,4	0,0	0,2	2,0	2,0	2,0	0,0	2,0
6achter	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	2,0	1,0	1,8	2,0	1,9	2,0	1,0	2,0
8voor	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8achter	2,0	2,0	2,0	1,3	1,5	1,4	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	2,0	1,0
10voor	1,1	1,1	1,1	1,3	1,1	1,0	1,0	0,3	0,7	1,1	1,3	1,0	1,0	0,6
10achter	1,0	1,0	1,2	0,6	0,9	0,1	1,0	0,3	0,4	0,8	0,9	0,8	1,0	0,2
14achter	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,4	0,1	0,4	0,8	1,5	0,0	1,6	1,1
16voor	1,0	1,0	0,0	1,5	0,3	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	1,7	2,0	2,0	1,8
22achter	0,2	0,0	0,3	0,6	0,6	0,7	0,2	0,9	1,3	1,3	1,8	1,4	0,0	1,3
28achter	1,3	1,4	1,2	1,3	2,0	1,8	2,0	1,4	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	1,4
30voor	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30achter	1,0	0,9	2,0	2,0	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
9voor	0,5	0,7	0,7	2,0	2,0	1,7	0,2	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0	1,8
15voor	0,6	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15achter	0,6	1,6	0,6	0,0	0,0	1,2	1,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
17achter	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
19voor	2,0	1,1	2,0	2,0	2,0	1,8	0,0	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0	0,9
19achter	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8	0,3	1,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0
21voor	1,3	2,0	1,5	0,7	0,9	0,9	0,0	1,0	2,0	2,0	1,8	2,0	0,0	2,0

