

Auteurs

Ir. J.H. (Jeroen) Hoevers [1], Dr.ir. P. (Pieter-Jan) Hoes [2], Dr. ing. L. (Lada) Hensen Centnerová [2],
Ir. C.L.M. (Cees) Leenaerts [3], Ir. P.W.G. (Pieter) Nuiten [3]

1. K+ Adviesgroep, Echt
2. Eindhoven University of Technology, Eindhoven
3. Stichting W/E Adviseurs duurzaam bouwen, Eindhoven

Evaluatie van de TO_{juli} -indicator

Om de gebouwde omgeving te verduurzamen blijft het verlagen van het energiegebruik in gebouwen noodzakelijk. Een belangrijke voor de hand liggende stap is om de gebouwschil te verbeteren, dus méér thermische isolatie en een verbeterde luchtdichtheid. Dit kan echter leiden tot een hoger risico op oververhitting binnen Nederlandse woningen, zeker in combinatie met de verwachte klimaatveranderingen, zoals hogere temperaturen in de zomer en vaker hittegolven. Verwacht wordt dat dit risico de komende decennia verder zal toenemen.[1] De TO_{juli} -indicator geeft op een relatief eenvoudige wijze inzicht in de mate van (mogelijke) oververhitting in woningen. Dit artikel beschrijft de belangrijkste aspecten van een onderzoek waarin de robuustheid van de TO_{juli} -indicator is onderzocht.[2] In dit onderzoek is onderzocht of er bepaalde woningen zijn waarvoor de TO_{juli} -indicator het risico op oververhitting onderschat of overschat.

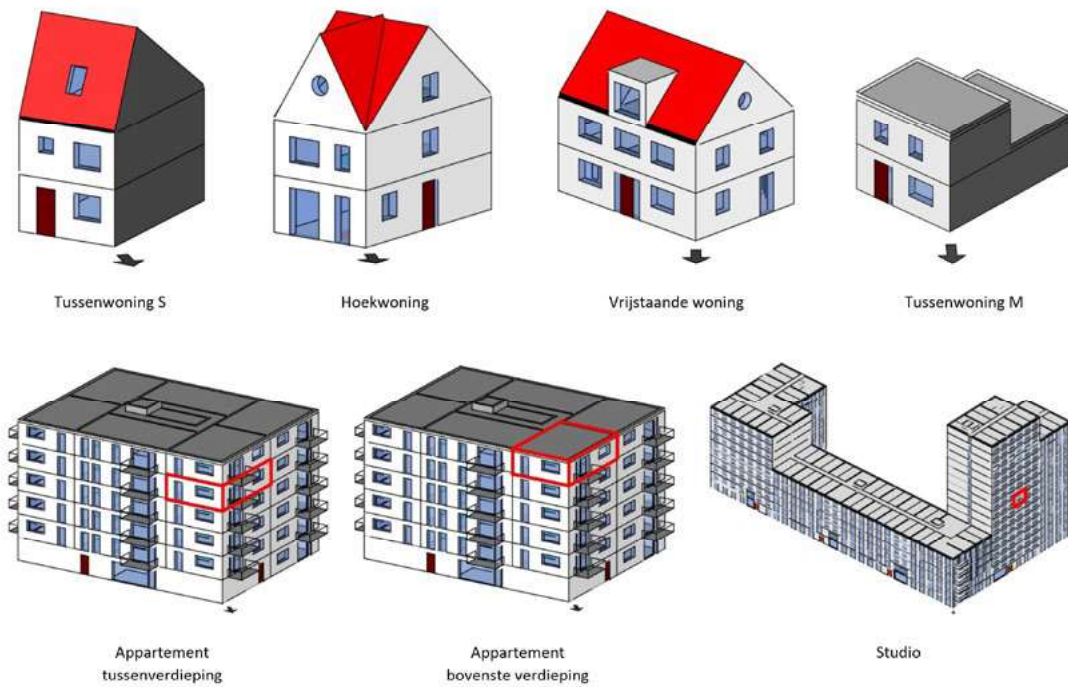
De TO_{juli} (Temperatuur Overschrijding juli)-indicator is ontstaan uit een tweeledig probleem. Het was namelijk bekend dat nieuwbouwwoningen die voldoen aan BENG 1, 2 en 3, te hoge binnentemperaturen kunnen bereiken in de zomer. Het was echter een arbeidsintensief proces om deze oververhittingsrisico's in te schatten. Een veelgebruikte methode was om het aantal GTO-uren (Gewogen Temperatuuroverschrijdingsuren) te bepalen met behulp van dynamische simulaties. Binnen deze methode worden uren met een hogere temperatuuroverschrijding zwaarder meegewogen dan uren met een lagere temperatuuroverschrijding, waardoor de mate van oververhitting kan worden beoordeeld. Een dynamische simulatie vraagt echter om een gedetailleerd model van een woning. Aangezien het relatief veel tijd kost om een dergelijk model op te zetten zijn dynamische simulaties daardoor minder geschikt om op grote schaal in te zetten (bijvoorbeeld voor alle nieuwbouwwoningen).

TO_{juli} -indicator

Op 1 januari 2021 is daarom de TO_{juli} -indicator geïmplementeerd en is de TO_{juli} -eis toegevoegd aan de BENG-eisen voor nieuwbouw. De rekenmethode die gebruikt wordt om de waarde van de TO_{juli} -indicator te bepalen, maakt onderdeel uit van de NTA 8800, die ook gebruikt wordt om de BENG-indicatoren te berekenen. Hij is gebaseerd op een maandelijks quasi-dynamische rekenmethode. Deze rekenmethode vraagt minder inputparameters van de modelgebruiker om een berekening uit te voeren vergeleken met een dynamische simulatie. De inputparameters die gebruikt worden om de TO_{juli} te bepalen, zijn al onderdeel van de BENG-berekening.[3] Om oververhittingsrisico's in te schatten maakt dit de toepasbaarheid van de TO_{juli} in de praktijk eenvoudiger en minder arbeidsintensief, vergeleken met een dynamische simulatie. De TO_{juli} wordt bepaald op basis van de koelbehoefte en de warmteoverdrachtcoëfficiënt voor transmissie en ventilatie, in de maand juli. De TO_{juli} dient voor iedere nieuwbouwwoning zonder actieve koeling te worden berekend.[3]

De grenswaarde van de TO_{juli} -indicator is vastgesteld op 1.2, die is gebaseerd op een grenswaarde van 450 GTO-uren.[4]. Eerdere studies hebben laten zien dat er een correlatie bestaat tussen de TO_{juli} -waarde en GTO-uren.[5,6] Wanneer de TO_{juli} een waarde heeft onder de grenswaarde van 1.2, dan wordt het risico op oververhitting als acceptabel geschat. Wanneer de grenswaarde wordt overschreden, dan dienen maatregelen te worden toegepast om het risico op oververhitting te verlagen. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn: zonwering, zomernachtventilatie of veranderingen in het ontwerp van de woning. Daarnaast kan een (gedetailleerdere) dynamische simulatie worden uitgevoerd om aan te tonen dat de grens van 450 GTO-uren niet wordt overschreden.

In dit onderzoek is de robuustheid van de TO_{juli} -indicator onderzocht voor verschillende type woningen en gebouweigenschappen. In andere woorden: zijn er bepaalde woningtypologieën of eigenschappen, waarvoor de TO_{juli} het risico op oververhitting onderschat of overschat? Daarnaast is ook gekeken naar de invloed van gebruikersgedrag en toekomstige klimaatveranderingen op de mate van oververhitting binnen nieuwbouwwoningen.



Figuur 1: Impressie grondgebonden woningen en appartementen (individuele appartementen aangegeven met rood). [7]

Methode

In dit onderzoek zijn zeven gebouwtypologieën bestudeerd, bestaande uit vier fictieve grondgebonden woningen en drie appartementen (Figuur 1). Voor elk van de woningen is een set aan varianten ontworpen. In totaal zijn 1610 individuele woningvarianten doorgerekend, onderverdeeld in verschillende categorieën. De belangrijkste categorieën zijn: eigenschappen van de gebouwschil (Tabel 1), thermische massa, beglazing en zonwering, interne warmtelast en klimaatdata.

Om de robuustheid van de TO_{juli} indicator te onderzoeken en het risico op oververhitting voor de verschillende situaties te analyseren, is naast de TO_{juli} ook het aantal GTO-uren bepaald. Hiervoor zijn dynamische simulaties uitgevoerd in EnergyPlus. De TO_{juli} is berekend met de NTA 8800 rekentool. Om de resultaten en de relatie tussen de TO_{juli} -waardes en GTO-uren te kwantificeren, zijn de resultaten onderverdeeld in vier kwadranten (Figuur 2). Voor woningvarianten die in kwadrant I en IV vallen schatten zowel de TO_{juli} -indicator en de GTO-methode het risico op oververhitting op dezelfde manier in. Kwadrant III bevat situaties waarvan de TO_{juli} -indicator het risico op oververhitting overschat vergeleken met de GTO-methode. In kwadrant II worden varianten ondergebracht waarvoor de TO_{juli} -indicator het risico op oververhitting onderschat vergeleken met de GTO-methode. Vanuit het perspectief van de woninggebruiker is deze laatste categorie het meest relevant: deze woningen slagen

op basis van de TO_{juli} -indicator, maar de GTO-methode laat zien dat er maatregelen nodig zijn om ernstige oververhitting te voorkomen. Tot slot, een marge van 10% is toegepast op de resultaten om te compenseren voor de onzekerheden als gevolg van de berekeningen en simulaties.

Parameter	Minimum Bouwbesluit	Passief Huis
Rc vloer [m ² K/W]	3,7	8,0
Rc façade [m ² K/W]	4,7	8,0
Rc dak [m ² K/W]	6,3	10,0
U waarde ramen [W/m ² K]	1,65	0,7
Glasplaten [-]	2	3
g-waarde glas [-]	0,6	0,5
U waarde deur [W/m ² K]	1,65	0,7
Infiltratie qv10 [dm ³ /m ² s]	0,40	0,15

Tabel 1: Eigenschappen gebouwschil.

		Gewogen Temperatuuroverschrijdingsuren	
		≤ 450 uur	> 450 uur
TO _{juli}	≤ 1.2	I	II
	> 1.2	III	IV

Figuur 2: Onderverdeling resultaten in vier kwadranten.

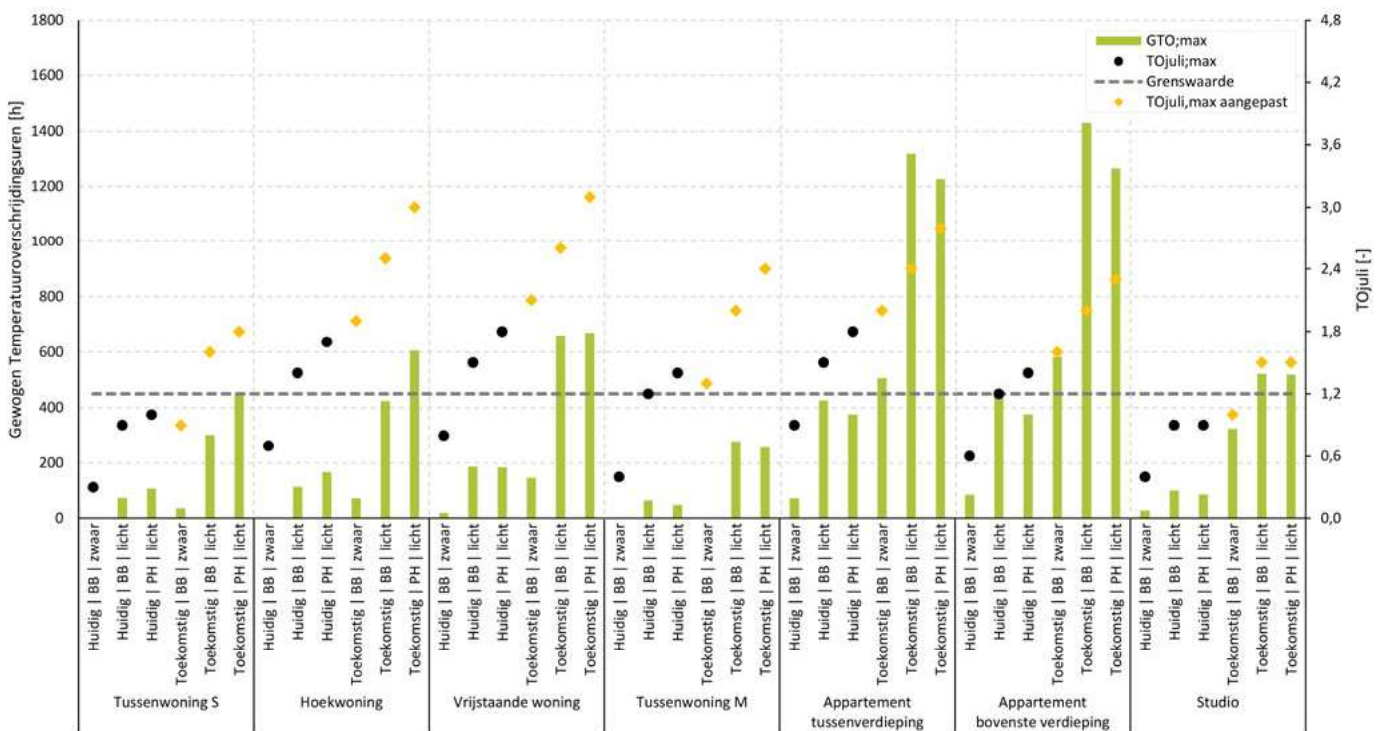
Resultaten

Hoewel dit onderzoek in de eerste plaats focust op de robuustheid van de TO_{juli} -indicator, geven de resultaten ook interessante informatie over de woningvarianten. Figuur 3 illustreert het effect van een toekomstig klimaat (2050-2085) op het risico op oververhitting voor verschillende woningen en gebouweigenschappen. In de figuur zijn twee categorieën weergegeven: thermische massa en eigenschappen van de gebouwschil. De varianten met een hoge thermische massa (baksteen en betonbouw) en lage thermische massa (houtskeletbouw en CLT-bouw) zijn in dit onderzoek respectievelijk benoemd met *zwaar* en *licht*. De verschillende gebouwschil-eigenschappen zijn benoemd met *BB* en *PH*, en hebben betrekking op de minimale eisen van het Bouwbesluit (BB) en passieve huizen (PH) in 2021. Voor varianten in het *huidige* klimaat is gebruik gemaakt van de *NEN 5060 Energie* klimaatdata (TO_{juli} -berekeningen) en *NEN 5060 5%* klimaatdata (GTO-berekeningen). Voor de varianten in het *toekomstige* klimaat is de *NEN 5060 1%* klimaatdata gebruikt. Hiervoor werden de klimaatparameters in de rekenmethode van de TO_{juli} aangepast, aangegeven in Figuur 3 met de gele symbolen (' $TO_{juli,max}$ aangepast').

Voor alle zeven woningtypologieën zijn de hoogste GTO-uren en TO_{juli} -waardes te zien bij woningen met een lage thermische

massa. Daarnaast laten de resultaten zien dat het aantal GTO-uren bij appartementen met een dichtere gebouwschil (passief huis) afneemt, terwijl de TO_{juli} juist toeneemt. Desondanks wordt thermisch comfort binnen deze woningen niet behaald. Huidige en verwachte bouw trends laten zien dat er meer houtskeletbouw en CLT-bouw wordt toegepast. Zoals te zien in Figuur 3, kan dit het risico op oververhitting verhogen binnen alle gebouwtypologieën. Wanneer wordt gekeken naar het toekomstige klimaat, dan zal dit risico toenemen.

Wanneer de robuustheid van de TO_{juli} wordt bekeken vanuit de vier-kwadranten methode, dan kunnen niet alle 1610 gesimuleerde varianten meegenomen worden in de vergelijking. Voor een aantal varianten is de TO_{juli} -rekenmethode namelijk aangepast gedurende dit onderzoek. Zo staat de klimaatdata bijvoorbeeld vast in de rekenmethode, maar is deze aangepast in dit onderzoek voor de scenario's van het toekomstige klimaat. Om de TO_{juli} -indicator te evalueren zoals het is voorgeschreven voor de praktijk in 2021, worden alleen de resultaten meegenomen die uitgaan van de originele rekenmethode (dus bijvoorbeeld alleen de varianten met het huidige klimaat). Op deze wijze is de beoordeling van de robuustheid op de huidige methode toegespitst. Als gevolg hiervan kunnen slechts 336 van de 1610 varianten worden ingedeeld in de vier kwadranten (Figuur 4).



Figuur 3: Effect van gebouwschil (Bouwbesluit BB en Passief Huis PH) en thermische massa (zwaar of licht) op TO_{juli} en GTO-uren, voor huidig en toekomstig klimaat. De horizontale stippellijn illustreert de grenswaarde van 450 GTO-uren en $TO_{juli,1,2}$.

Gewogen Temperatuuroverschrijdingsuren

	≤ 450 uur	> 450 uur
TO _{juli} ≤ 1.2	44.0% (148)	6,0% (20)
TO _{juli} > 1.2	15,8% (53)	34,2% (115)

Figuur 4: Resultaten ingedeeld in vier kwadranten.

Voor het grootste gedeelte van deze varianten functioneert de TO_{juli} als ontworpen: 148 varianten (44,0%) en 115 varianten (34,2%) vallen in respectievelijk kwadrant I en IV; het risico op oververhitting wordt hetzelfde ingeschat door zowel de TO_{juli}-methode als de GTO-methode. In kwadrant III vallen 53 varianten (15,8%); het risico op oververhitting wordt door TO_{juli} overschat. In kwadrant II vallen 20 varianten (6,0%); voor deze varianten voldoet de woning aan de TO_{juli} grenswaarde, maar wordt de grenswaarde van 450 GTO-uren overschreden. In Tabel 2 zijn de aantallen varianten binnen elk kwadrant verder onderverdeeld per woningtypologie.

Aangezien kwadrant II het meest van belang is in dit onderzoek, zullen de varianten binnen dit kwadrant verder worden toegelicht. Voor 7 van de 20 varianten ligt het aantal GTO-uren tussen 450 en 550 uur, wat duidt op een relatief beperkte overschrijding. Voor de overige 13 varianten loopt het aantal GTO-uren op tot 1370 uur. De grootste relatieve verschillen tussen de TO_{juli}-waarde en de GTO-uren waren te zien bij de studio, gevolgd door de appartementen. Daarnaast bevatten 16 van de 20 varianten zomernachtventilatie. In totaal behoren 10 van de 20 varianten in kwadrant II tot de studio. Dit maakt de studio de meest voorkomende typologie binnen dit kwadrant.

Conclusie

De resultaten uit dit onderzoek laten zien dat de TO_{juli}-indicator een bruikbare methode is om inzicht te krijgen in het risico op oververhitting in nieuwbouwwoningen. Binnen de verschillende varianten die zijn doorgerekend, onderschat de TO_{juli} voor 6,0% van de varianten het risico op oververhitting. De helft van de varianten binnen deze groep behoren tot de studio. De grootste overeenkomst tussen het ingeschatte risico op oververhitting op basis van de TO_{juli}-indicator en de GTO-methode is gevonden voor de kleine tussenwoning. Kijkend naar grondgebonden woningen en appartementen, dan is te zien dat de robuustheid van de TO_{juli} voor woningen hoger ligt dan voor appartementen.

Ondanks de simplificaties en aannames die in de TO_{juli}-rekenmethode zijn opgenomen, kan worden geconcludeerd dat de TO_{juli} een behoorlijk robuuste indicator is om het risico op oververhitting binnen woningen te bepalen. Desondanks is gebleken dat bepaalde woningtypologieën en eigenschappen over- of onderschat worden. Verdere ontwikkeling (verfijning) van de TO_{juli} kan de robuustheid van de indicator verhogen. Een dynamische simulatie zal echter altijd een gedetailleerder beeld geven van het risico op oververhitting én de mate van oververhitting.

Tabel 2: Aantal varianten per kwadrant, voor de zeven woningtypologieën.

	Tussenwoning S	Hoekwoning	Vrijstaande woning	Tussenwoning M	Appartement tussenverdieping	Appartement bovenste verdieping	Studio
Kwadrant I	31	17	16	24	14	17	29
Kwadrant II	2	0	1	0	3	4	10
Kwadrant III	6	11	8	17	6	3	1
Kwadrant IV	9	20	23	6	25	24	8

Referenties

- Taleghani, M., Tenpierik, M., Van den Dobbelen, A., "Energy performance and thermal comfort of courtyard/atrium dwellings in the Netherlands in the light of climate change", Renewable Energy, 63, 486–497, 2014.
- Hoevers, J.H., "Evaluation of the TO_{juli} indicator in relation to current and future challenges of overheating in the residential building stock" (MSc thesis), Eindhoven University of Technology, 2021. Available: https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/183055483/Hoevers_0961666_BPS_Hensen.pdf
- NEN, "Nederlandse technische afspraak NTA 8800+A1 (nl) Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode", December 2020.
- RVO, "Energieprestatie indicatoren – BENG", 2020. [Online]. Available: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/energieprestatie-beng/indicatoren>
- Leenaerts, C., Nuiten, P., "Grenswaarden zomercomfort nieuwe woningen in Bouwbesluit", 2019. [Online]. Available: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/08/Rapport_Grenswaarden_zomercomfort_nieuw_woningen_in_Bouwbesluit.pdf
- Nuiten, P., Leenaerts, C., "Temperatuuroverschrijding in nieuwe woningen in relatie tot voorgenomen BENG-eisen", 2019. [Online]. Available: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/05/Temperatuuroverschrijding_in_nieuwe_woningen_in_relatie_tot_voorgenomen_beng.pdf
- DGMR, "Referentie gebouwen BENG", 2016. [Online]. Available: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/02/Referentiegebouwen_BENG.pdf