

CLIMATIC DESIGN CONSULT
ADVIESBUREAU VOOR BOUWFYSICA

Bepaling U-waarde van dakluiken

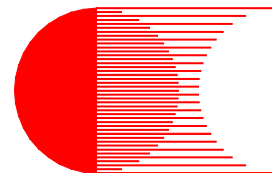
Opdrachtgever: Staka Bouwproducten BV

Projectnr. 1098.03
9 maart 2017

ir. Tom.J. Haartsen (CDC)
ir. H.A.L. (Dick) van Dijk (EPB-research)

NIJMEGEN
POSTBUS 40013 6504 AA NIJMEGEN
GRAAFSEWEG 274 6532 ZV NIJMEGEN
TELEFOON 024 – 3780630 FAX 024-3777151

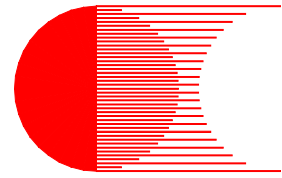
AMSTERDAM / HILVERSUM
RUITERSWEG 37-D 1211 KT HILVERSUM
06-19838751
POSTBUS@CLIMATICDESIGN.NL
WWW.CLIMATICDESIGN.NL
KVK 10036673



INHOUD

SAMENVATTING.....	3
1. INLEIDING	4
1.1. Bouwbesluit	4
1.2. Wat is de <i>U</i> -waarde	4
1.3. Verschil tusen <i>U</i> -waarde en warmteweerstand.....	5
1.4. Hoe bepaal je de <i>U</i> -waarde ?	5
1.5. Hoe bepaal je de <i>U</i> -waarde voor verhandelbare producten ?	6
2. BEPALING THERMISCHE PRESTATIE VAN EEN DAKLUIK: <i>U</i> -WAARDE.....	8
2.1. NEN 1068	8
2.2. Nationale beoordelingsrichtlijn, BRL 3301 [6]	8
2.3. KOMO-attest voor Gorter Group Aluminium luikconstructies voor de toepassing op daken in uitwendige scheidingsconstructies.....	9
2.4. ETA voor een specifiek dakluik	9
2.5. Normbepaling volgens meest overeenkomende product.....	9
2.6. EN ISO 10077-2 is leidend voor berekeningen.....	9
BIJLAGE 1.....	BRONNEN 11
BIJLAGE 2.....	KORTE CV'S VAN DE AUTEURS 12

Aantal pagina's: 14



SAMENVATTING

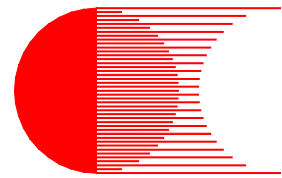
De bouwregelgeving in Nederland, maar ook in andere Europese landen stelt eisen aan het energieverlies van gebouwen als geheel, maar in een aantal gevallen ook aan het energieverlies van afzonderlijke constructies.

Voor zowel de berekening van de energieprestatie, het energieverlies voor een gebouw als geheel, als voor de bepaling van het energieverlies door afzonderlijke constructies wordt voor ramen, deuren en daarmee vergelijkbare onderdelen gebruik gemaakt van de *U*-waarde: de warmtedoorgangscoefficiënt. Dit is een maat voor het transmissiewarmteverlies door de constructie, per graad temperatuurverschil, per m² geprojecteerde oppervlakte van de constructie.

Die warmtedoorgangscoefficiënt, *U*, kan worden gemeten of berekend. Indien de *U*-waarde wordt berekend verwijzen alle bronnen naar berekening volgens EN ISO 10077-2.

De *U*-waarde omvat het totale transmissiewarmteverlies door de constructie, inclusief verrekening van lineaire thermische verliezen, zoals die bij een overgang van een deksel naar een opstand bij een dakluik. Of de lineaire thermische verliezen worden separaat bepaald, als warmteverlies per strekkende meter, zodat zij bij de bepaling van het totale warmteverlies ook separaat kunnen worden verrekend. Dit komt tot uiting in de rapportagevoorschriften in EN ISO 10077-2.

Dat is ook de wijze waarop de internationale normalisatie gemeenschap op het gebied van de berekening van warmte-transmissieverliezen daarmee om gaat.



1. INLEIDING

1.1. Bouwbesluit

Het Bouwbesluit stelt uit oogpunt van energiezuinigheid in artikel 5.3 eisen aan de thermische isolatie van constructies. Dit betreft:

- (a) de warmteweerstand in de leden 1 t/m 5, R_c , bepaald volgens NEN 1068 [1], van afzonderlijke **dichte** delen van gebouwen, en
- (b) de warmtedoorgangscoefficiënt in de leden 5 en 6, U , bepaald volgens NEN 1068, van **ramen en deuren en daarmee vergelijkbare onderdelen**.

NEN 1068, zie ook paragraaf 2.1 van dit rapport, kent voor het bepalen van de warmteverliezen door transmissie rechtstreeks naar buiten, dat wil zeggen niet via de vloer of via aangrenzende ruimten, drie soorten constructies:

- a) ondoorschijnende constructieonderdelen;
- b) constructies met doorschijnende onderdelen (raam of deur (inclusief kozijn), kozijn met vast paneel);
- c) vliesgevels.

Alleen onderdeel a) bepaalt de warmteweerstand, R_c . De onderdelen b) en c) bepalen de warmtedoorgangscoefficiënt, U .

Een verwijzing naar een bepaling volgens NEN 1068 leidt voor dakluiken, gezien ook de overeenkomst met een deur, naar een bepaling als onderdeel b) van paragraaf 6.2 van NEN 1068, constructies met doorschijnende onderdelen, waarvan de warmtedoorgangscoefficiënt, U , wordt bepaald.

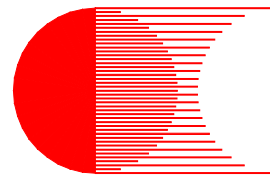
Daarnaast stelt het Bouwbesluit een eis aan de energieprestatie van een geheel gebouw, bepaald volgens NEN 7120 [2]. Voor het bepalen van de energieprestatie is van alle afzonderlijke uitwendige scheidingsconstructies de (geprojecteerde) oppervlakte en de warmteweerstand (R_c) voor dichte delen en de warmtedoorgangscoefficient (U_c) van ramen, deuren en daarmee vergelijkbare onderdelen nodig.

1.2. Wat is de U -waarde

De warmtedoorgangscoefficiënt (U_c) wordt ook wel kortweg “de U -waarde” genoemd. De U -waarde is een maat voor het warmteverlies door 1 m^2 van een constructie bij 1 graad temperatuurverschil over de constructie .

De U -waarde wordt uitgedrukt in warmte-eenheden [J] per seconden [s] die per vierkante meter [m^2] door een constructie stromen bij een temperatuurverschil van 1 graad tussen de twee zijden van de constructie, waarvoor de eenheid Kelvin [K] wordt gebruikt. Voor een temperatuurverschil zijn graden Kelvin hetzelfde als graden Celsius.

Omdat Joule per seconde precies een Watt is worden de eenheden:
 $\text{J/s per m}^2 \text{ per K} = \text{W/m}^2\text{K}$.



1.3. Verschil tussen U -waarde en warmteweerstand

De U -waarde beschrijft het warmteverlies van binnenomgeving naar buiten. De warmteweerstand (R_c) van een constructie is het omgekeerde van de U -waarde, maar dan alleen naar de constructie zelf gekeken: van binnenoppervlak naar buitenoppervlak. Uiteraard met eenheid [m^2K/W]. Het verschil zit, naast de omkering, in de zogenaamde overgangsweerstanden van binnenomgeving naar binnenoppervlak en van buitenoppervlak naar buitenomgeving. Onder standaardomstandigheden bedragen deze weerstanden samen $0,13 m^2K/W$. Deze gegevens gebruiken we verderop bij de vergelijking tussen de verschillende vangnetwaarden uit het Bouwbesluit.

Per jaar hebben we in de winter veelal ca. 3000 uur [à 3600 s] dat er een gemiddeld temperatuurverschil is van ca. 15 graden [K] tussen binnen en buiten, waardoor het aantal Joules per m^2 , bij een U -waarde van $1 W/m^2K$, uitkomt op orde grootte $162.000.000 [J] = 162$ Mega Joules [MJ].

Een kuub aardgas vertegenwoordigt een warmtewaarde van $35,17 [MJ]$. Indien de verbranding met een hoog rendement gebeurt (90%) en de warmteverliezen van leidingen e.d. beperkt zijn tot ca. 15%, vergen elke **27 MJ** aan warmteverliezen één kuub aardgas voor verwarming.

De U -waarde vergt daardoor onder gemiddelde omstandigheden globaal per m^2 constructie de inzet van:

$$U = 1 [W/m^2K] : 1 \times 162 / 27 = 6 m^3 \text{ aeq (aardgasequivalenten)}/m^2$$
$$U = 0,22 [W/m^2K] : 1,3 m^3 \text{ aeq (aardgasequivalenten)}/m^2$$

Ter vergelijking:

De overheid schrijft op dit moment voor afzonderlijke constructies in artikel 5.3 van het Bouwbesluit de volgende vangnet-waarden voor:

Puien (ramen e.d.) $U < 1,65 [W/m^2K]$	$< 10 m^3 \text{ aeq (aardgasequivalenten)}/m^2$
Gevels $R_c > 4,5 m^2K/W$ $U < 0,22^1 [W/m^2K]$	$< 1,3 m^3 \text{ aeq (aardgasequivalenten)}/m^2$
Daken $R_c > 6 m^2K/W$ $U < 0,16 [W/m^2K]$	$< 1,0 m^3 \text{ aeq (aardgasequivalenten)}/m^2$

1.4. Hoe bepaal je de U -waarde ?

De U -waarde bepaal je door een meting of door een berekening.

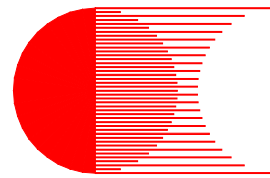
Meting:

De U -waarde bepaal je door in een laboratorium te meten hoeveel warmte er door een constructie stroomt bij een bepaald (statisch) temperatuurverschil en te delen door het geprojecteerde oppervlak. In verband met de eerder genoemde overgangsweerstanden gelden bepaalde lichtsnelheden aan weerszijden van de constructie.

Berekening:

De U -waarde bepaal je door een berekening te maken van de warmtestroom door een constructie door rekentechnisch weerstanden en geometrische eigenschappen van een

¹ = $1 / (4,5 + 0,13)$



constructie in te voeren en eveneens aan twee zijden (buiten en binnen) een (statisch) temperatuurverschil in te stellen. Ook bij de berekening wordt, in verband met de eerder genoemde overgangsweerstanden, uitgegaan van bepaalde luchtsnelheden aan weerszijden van de constructie.

Bij een gelijkmatige constructie, bestaande uit een evenwijdige laag van één materiaal of uit meerdere evenwijdige lagen van verschillende materialen, kan de U -waarde met een eenvoudige formule handmatig worden berekend.

Bij een ongelijkmatige constructie is een verfijnd rekenmodel (computerprogramma) nodig, waarbij de constructie in een heleboel kleine blokjes wordt opgedeeld waartussen de warmteuitwisseling wordt uitgerekend.

Bij een constructie met een gelijkmatig deel (voorbeeld: dubbelglas) plus een ongelijkmatig deel (voorbeeld: kozijn plus rand van dubbelglas) kan het totale warmteverlies per graad Kelvin (en vandaaruit de totale U -waarde) in één keer met het computerprogramma worden bepaald. Een alternatief is om met het computerprogramma het warmteverlies van de gehele constructie uit te rekenen en er vervolgens het handmatig berekende warmteverlies door het gelijkmatige deel van de constructie van af te trekken. Het verschil dat je dan overhoudt is het warmteverlies (en daarmee de U -waarde) van het ongelijkmatige deel².

Beide delen apart uitrekenen is geen optie. Er is namelijk doorgaans een warmtelek van het ene deel naar het andere deel: de warmte zoekt de gemakkelijkste weg naar buiten.

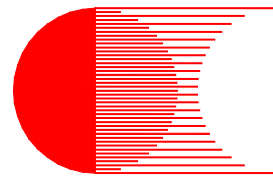
Wat weer wél kan is: van beide delen apart de U -waarde uitrekenen en dan (op basis van de computerberekening van het geheel) een toeslag uitrekenen voor deze warmtelekken bij de aansluiting tussen de delen. Dit levert de zogenaamde lineaire thermische verliezen en de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt, niet per oppervlakte, maar per meter lengte van de aansluiting ($W/(m K)$).

1.5. Hoe bepaal je de U -waarde voor verhandelbare producten ?

De bepaling van de warmteweerstand van dichte delen en de warmtedoorgangscoefficiënt (U -waarde) van ramen en deuren en daarmee vergelijkbare onderdelen is, om vrij verkeer van goederen in de EU te garanderen, Europees (normblad NEN EN xxx) of mondiaal (normblad NEN EN ISO xxx³) gestandaardiseerd. Daardoor is er eerlijke concurrentie: de prestatie wordt door verschillende leveranciers op dezelfde wijze bepaald.

² Dit lijkt omslachtiger, maar het geeft de mogelijkheid om, zonder opnieuw met de computer te rekenen, de U -waarde van vergelijkbare constructies te bepalen met een afwijkende oppervlakte van het gelijkmatige deel van de constructie (voorbeeld: een raam met groter oppervlak aan dubbelglas).

³ NEN: Nederlands normblad uitgegeven (en mogelijk aangewezen in de Nederlandse regelgeving);
NEN EN: Europees normblad dat ook als Nederlands normblad wordt uitgegeven;
NEN EN ISO: mondiaal verspreid normblad dat ook als Europees normblad wordt uitgegeven (en mogelijk aangewezen in de Europese regelgeving) en ook als Nederlands normblad wordt uitgegeven.



Voor ramen en deuren en daarmee vergelijkbare onderdelen ligt daarom in geharmoniseerde normen vast op welke wijze de U -waarde wordt bepaald en vastgelegd. Zo zijn er wat de bepaling van de U -waarde betreft, voor ramen en deuren de normen NEN EN ISO 10077-1 [3] en NEN EN ISO 10077-2 [4] en voor vliesgevels NEN EN ISO 12631 [10].

Voor specifieke producten bestaan productnormen die specifieke aanwijzingen kunnen geven voor de bepaling van de eigenschappen, rekening houdend met de specifieke aard van het product.

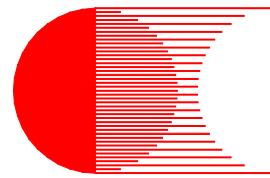
Voor de bepaling van de warmtedoorgang van daklichten en lichtkoepels bestaat de productnorm NEN EN 1873:2014 [5]. In deze norm wordt voor berekening van de warmtedoorgang in bijlage D normatief verwezen naar EN ISO 10077-2⁴.

Voor dakluiken bestaat geen specifieke geharmoniseerde norm.

Dakluiken vallen onder de categorie “puien” als beschreven in lid 7 van artikel 5 van het Bouwbesluit met daaraan de volgende eis:

Met ramen, deuren, kozijnen gelijk te stellen constructieonderdelen in een in het eerste tot en met vijfde lid bedoelde scheidingsconstructie hebben een volgens [NEN 1068](#) bepaalde warmtedoorgangscoefficiënt van ten hoogste $1,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

⁴ D.2.2.2 The $U_{\text{up,e}}$ -value as nominal value of the combination of an upstand and an edge profile is calculated according to EN ISO 10077-2 and EN ISO 10211.



2. BEPALING THERMISCHE PRESTATIE VAN EEN DAKLUIK: *U*-WAARDE

2.1. NEN 1068

NEN 1068 kent voor het bepalen van de warmteverliezen door transmissie rechtstreeks naar buiten, dat wil zeggen niet via de vloer of via aangrenzende ruimten, drie soorten constructies:

- a) ondoorschijnende constructieonderdelen;
- b) constructies met doorschijnende onderdelen (raam of deur (inclusief kozijn), kozijn met vast paneel);
- c) vliesgevels.

Een verwijzing naar een bepaling overeenkomstig NEN 1068 leidt voor dakluiken, gezien ook de overeenkomst met een deur, naar een bepaling als onderdeel b), constructies met doorschijnende onderdelen. Hierdoor zijn dakluiken te vergelijken met daklichten en lichtkoepels waarvoor NEN EN 1873 geldt.

De bepaling van de geometrische eigenschappen moet volgens NEN 1068 geschieden volgens NEN EN ISO 10077-1, hoofdstuk 4. De totale oppervlakte van een raam of deur is het maximum van de zichtbare geprojecteerde oppervlakte gezien van buiten of van binnen. Deze benadering maakt mogelijk om voor een samengestelde constructie (kozijnen + ramen en/of panelen en/of deuren+ extra lineaire verliezen bij randen e.d.) over de gehele betreffende oppervlakte het totale warmteverlies te berekenen (in W/K) en dat vervolgens te relateren aan het (geprojecteerde) oppervlak dat het inneemt [W/m^2K].

Hiermee wordt beoogd een eerlijk speelveld te creëren voor producten van verschillende vorm (uitstekende of gewelfde delen, uitsteeksels (“koelvinnen”), enz.) in dezelfde opening van een constructie.

Daarom schrijft NEN EN 1873:2014 [5] ook voor dat het eindresultaat van de berekening voor een lichtstraat of dakraam wordt gepresenteerd met één *U*-waarde, waarin ook de effecten van opstanden zijn meegenomen.

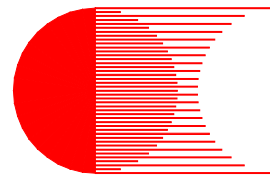
2.2. Nationale beoordelingsrichtlijn, BRL 3301 [6]

Door de Harmonisatiecommissie Bouw van de Stichting Bouwkwiteit is op 25 oktober 2012 BRL 3301 aanvaard: Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-atteest (met productcertificaat) voor metalen luikconstructies.

Daarin wordt bij 5.4 (technische voorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid; energiezuinigheid, nieuwbouw, BB-afd 5.1) bij het **attesteringsonderzoek** gesteld: Gecontroleerd wordt of de warmtedoorgangscoefficiënt, bepaald overeenkomstig NEN 1068, juist is.

Onder **Atteest(- met productcertificaat)** staat:

Het atteste (-met productcertificaat) vermeldt de warmtedoorgangscoefficiënt van luikconstructies. Deze bedraagt voor de toepassingsvoorbeelden ten hoogste $2,2 W/m^2K$.



Kennelijk meent ook de harmonisatiecommissie Bouw dat voor metalen luikconstructies een eis aan de U -waarde en behandeling overeenkomstig een raam of deur het meest voor de hand ligt.

2.3. KOMO-attest voor Gorter Group Aluminium luikconstructies voor de toepassing op daken in uitwendige scheidingsconstructies

SKG heeft voor Gorter een KOMO-attest opgesteld [7], waarin voor het voldoen aan de eisen van thermische isolatie in het Bouwbesluit wordt verwezen naar bepaling van de warmtedoorgangscoefficiënt, U , volgens NEN 1068, zie verder 2.1 van dit rapport.

2.4. ETA voor een specifiek dakluik

Voor Gorter heeft SKG-IKOB een European Technical Assessment opgesteld (ETA-15/0338)[8]. Daarin wordt onder de kop “BWR 6 Energy economy and heat retention” voor de Thermal transmittance (= warmtedoorgangscoefficiënt, U) van een dakluik de karakteristieke prestatie gevraagd als: Gedeclareerde waarde volgens EN ISO 10077-2.

2.5. Normbepaling volgens meest overeenkomende product

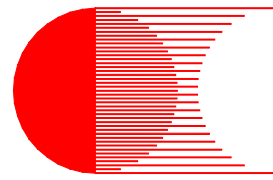
In een rapportage van DGMR over de thermische prestaties van dakluiken van Staka [9] is nagegaan welke productnorm voor dakluiken van toepassing is en wordt betoogd dat het karakter van dit product het meest overeenkomt met daklichten en lichtkoepels: een opstand gecombineerd met veelal horizontaal afsluitende elementen. Bij daklichten en lichtkoepels is het horizontale element transparant (voor licht), terwijl dit bij dakluiken niet transparant is.

Hieruit kunnen we concluderen dat gebruik van NEN EN 1873:2014 [5] het meest voor de hand ligt. De bepalingsmethode voor de warmtetransmissieverliezen verwijst voor berekeningen uiteindelijk naar een berekening volgens EN ISO 10077-2 en EN ISO 10211 [10].

2.6. EN ISO 10077-2 is leidend voor berekeningen

Alle bovengenoemde referenties leiden (mede) tot gedetailleerde berekeningen volgens NEN EN ISO 10077-2.

NEN EN ISO 10077-2 schrijft voor hoe je door schematisering van de constructie in een heleboel kleine blokjes op elk punt gedetailleerd de temperatuur kunt uitrekenen en de warmtestroom die zo door een constructie gaat indien aan twee zijden van de constructie, binnen en buiten, verschillende temperaturen worden aangehouden. Berekening gaat met een computer en de rekenmethodiek heet: eindige elementen- of eindige differentieberekening.



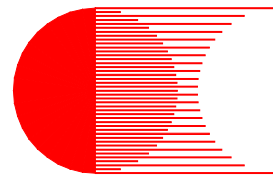
De resultaten moeten worden omgezet naar een bruikbare waarde voor een totale energieberekening, bijvoorbeeld warmtestroom per m^2 bij een temperatuurverschil van 1 graad, welke waarde direct in een transmissieberekening kan worden ingezet. Zie ook de algemene beschrijving in 1.3 hierboven.

In hoofdstuk 7 van NEN EN ISO 10077-2 is voorgeschreven op welke wijze de resultaten moeten worden gepresenteerd:

7.4 Results

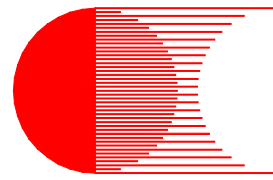
The total heat flow rate or the density of heat flow rate, the thermal transmittance of the frame section and the linear thermal transmittance according to Annex C shall be given to two significant figures (i.e. to one decimal place if greater than or equal to 1,0, to two decimal places if less than 1,0, and to three decimal places if less than 0,1).

Naar keuze mag dus de totale warmtestroom worden gepresenteerd of de U -waarde (density of heat flow rate = $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$), met daarnaast een aantal specifieke waarden voor lineaire thermische verliezen, zoals ook in de algemene beschrijving in 1.3 hierboven is uitgelegd.



Bijlage 1 BRONNEN

- [1] NEN 1068:2012; Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethoden (inclusief C1:2014)
- [2] NEN 7120:2011; Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode (inclusief correctiebladen C1, C2, en C3)
- [3] NEN EN ISO 10077 – 1:2006, Thermische eigenschappen van ramen, deuren en luiken – Berekening van de warmtedoorgangs coëfficiënt – Deel 1: Algemeen (inclusief C1: 2009)
- [4] NEN EN ISO 10077 – 2: 2012, Thermische eigenschappen van ramen, deuren en luiken – Berekening van de warmtedoorgangs coëfficiënt – Deel 2: Numerieke methode voor kozijnen (incl C1:2012)
- [5] NEN-EN 1873: 2014; Accessoires voor daken – Kunststof lichtkoepels met opstanden – Productspecificatie en beproevingsmethoden
- [6] SKG, Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO attest (- met productcertificaat) voor metalen luikconstructies, aanvaard door Harmonisatie Commissie Bouw van de Stichting Bouwkwaliiteit dd. 25 oktober 2012
- [7] KOMO-attest Gorter Group Aluminium luikconstructies voor de toepassing op daken in uitwendige scheidingsconstructies; ATT '11.19.114.01 van SKG, blz. 1 en 2.
- [8] SKG-IKOB, ETA-15/0388 dd 08/10/2015, Gorter Roof Hatch with thermal break (RHT)
- [9] Resultaten berekeningen U-waarde dakluiken; DGMR, 11 september 2015.
- [10] NEN EN ISO 10211: 2008; Koudebruggen in gebouwen – Warmtestromen en oppervlaktetemperaturen – Gedetailleerde berekeningen
- [11] NEN EN ISO 12631:2012, Thermische eigenschappen van vliesgevels - Berekening van de warmtegeleiding



Bijlage 2 korte CV'S van de auteurs

Short CV of Dick (H.A.L.) van Dijk

June 1977 – December 2014:

Senior Scientist at The Netherlands national research organization TNO

My experience is in the initiation, coordination and execution of national⁵ and international⁶ (EU, IEA) research projects and associated standardisation activities (CEN, ISO) in the field of energy consumption and indoor climate in residential and office buildings (energy and comfort).

Also special interest in passive solar energy and thermal-optical properties of windows, solar shading systems and facades and in particular on energy performance and the relation with building regulations, nationally and internationally.

December 2014 – June 2016:

After my retirement from TNO in December 2014 I remained connected to TNO as Senior Advisor in the field of research on energy performance of buildings (EPB) and building physics.

Main activities:

Development of the CEN and ISO set of EPB standards on the energy performance of buildings (EPB), using the holistic or systemic approach (e.g. the ISO 52000 series): initiatives and contribution to the central coordination, contribution to the development of the overarching EPB standard and responsible for the building physics related subset of EPB standards.

Contribution to research and international standardization on thermal and solar properties of windows and facades.

Since July 2016:

In July 2016 I started my own company EPB-Research - Dick van Dijk.

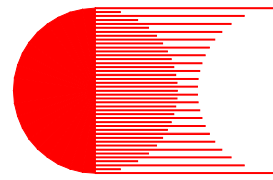
The company is working in the field of research on energy performance of buildings (EPB) and building physics.

For example:

Research and standardization of thermal and solar properties of windows and facades.
Development and implementation of internationally harmonized calculation procedures on the energy performance of buildings, using the holistic or systemic approach (e.g. the CEN and ISO set of EPB standards, the ISO 52000 series).

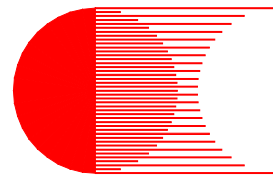
⁵ A.o. chief editor of NEN 7120; energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode

⁶ A.o. ISO Technical Committee 163, Scientific Committee 2, Working Group 9 (Calculation of heat transmission)



CURRICULUM VITAE TOM J. HAARTSEN

<i>Familienaam</i>		Haartsen
<i>Voornamen</i>		Thomas Jacob
<i>Geboorteplaats/datum</i>		Dordrecht, 26 november 1950
<i>Nationaliteit</i>		Nederlandse
<i>Opleiding</i>	1963-1968 1973	HBS-B, Christelijk Lyceum te Dordrecht. Enkele cursusonderdelen (o.a. climatic design) van de International Course on Housing, Planning & Building (post-graduate courses Bouwcentrum Rotterdam).
	1968-1979	Bouwkunde TH Delft (architectuur).
<i>Talen</i>		Nederlands, Engels, Duits, Frans.
<i>Posities</i>	1974	Stage op architectenbureau in Teheran (Iran) en opzet onderzoek natuurlijke ventilatie aan Building & Housing Research Centre in Teheran.
	1979-1980	Tekenaar architectenbureau J. Bos, Delft.
	1981-1985	Bouwfysicus Akoestisch Adviesbureau Peutz & Associates BV, Nijmegen.
	1985-1991	(Senior) adviseur bouwfysica DHV Raadgevende Ingenieurs BV, respectievelijk DHV Bouw BV, Amersfoort.
	1991-heden	Directeur/adviseur bouwfysica Climatic Design Consult, Nijmegen.
<i>Beroepservaring</i>		
<i>Advisering</i>		Bouwfysisch medewerker nieuwbouw adviezen voor o.a.: <ul style="list-style-type: none">- Universiteitsbibliotheek, Groningen;- Hoofdkantoor NMB, Bijlmermeer;- Schouwburg, Rotterdam . Bouwfysische advisering: <ul style="list-style-type: none">- nieuwbouw: kantoren Nieuw Welgelegen, Utrecht, Rijksverzamelkantoor Ceramique, Maastricht; Nederlandse Ambassade Bangkok; ondergronds schoolgebouw kunstacademie Arnhem; kantoorgebouw KBC-verzekeringen, Leuven (Be); uitbreiding De Fundatie, Zwolle- herbestemming/restauratie: Oranje Nassau gebouw, Heerlen; luchthavengebouw Welschap, Eindhoven; Wiebengahal, Maastricht; Van Nelle fabrieken, Rotterdam; Museum Catharijne Convent, Utrecht; Hufgebouw, Rotterdam; Gevangenis hospitaal Veenhuizen; zaal KRZV De Maas, Rotterdam; Residentie NL-ambassade ,Bangkok; Burgerweeshuis IJsbaanpad Amsterdam Energiebesparingsadviezen voor woningen en kantoren. Vochttechnische adviezen.
<i>Metingen</i>		<ul style="list-style-type: none">- Windtunnelmetingen.- Meetproject proefopstelling lucht-zonnecollectoren en proefwoning met luchtzonnecollectoren, Alkmaar.- Lucht- en waterdichtheidsmetingen.



Interim (project)management/ondersteuning

Interim project management Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu (NOVEM);
Implementeren bouwfysica advisering in directie Zuid van de Rijksgebouwendienst;
Secretaris ambtelijk overleg tussen de ministeries van EZ en VROM bij invoering energieprestatienormering.

Onderzoek

Energiebesparingspotentiëlen utiliteitsbouw in 2015
Conceptontwikkeling energieprestatienormering.
Coördinatie en eindredactie van NEN 2916, Energieprestatie van utiliteitsgebouwen - bepalingmethode (NOVEM/NEN).
Opzet monitoringsysteem voor energiegebruik van utiliteitsgebouwen op landelijk niveau (EZ).

Commissiewerk

1988-1990	SBR Hinderlijke Reflectie grote glasgevels.
1989-1991	Voorzitter Stuurgroep Nederlandse activiteiten voor internationaal onderzoek "condensatie en energie" (annex XIV) van de International Energy Agency. De stuurgroep vormde tevens SBR begeleidingscommissie "Relatie schimmelgroei en vochtthuishouding".
1989-1991	Begeleidingscommissies onderzoeken: - Onderzoek "structurele aanpak vochtproblemen". - Onderzoek "doelgroepverkenning kennisoverdracht vocht en ventilatie".
1992-1996	Bestuurslid Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging; Hoofdredacteur vakblad Bouwfysica.
1996-1998	Voorzitter Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging
1991-2006	NEN Normsubcommissie 351 74 016, Energieprestatie van utiliteitsgebouwen (hoofdrapporteur).
1996-2013	NEN 351 074 00 01, Begeleiding CEN/TC 89 (Europese normalisatie-activiteiten op het gebied van bouwfysica)
2000-2013	NEN normsubcommissie 351 074 04 "Thermische eigenschappen van gebouwen" (voorzitter vanaf 2004)
2004-2013	NEN 351 074, Klimaatcommissie
2003-2013	ISO TC 163/SC 2/WG 9 (Calculation of heat transmission)
2004-2013	NEN 351 074 00 08, Begeleiding CEN-activiteiten EPBD
2006-heden	NEN 351 074 21, Energieprestatie van gebouwen, rapp.
2010-heden	College beoordeling verklaringen en gelijkwaardigheid (energieprestatie, BCRG)

Publicaties: 26