

## DE THERMISCHE ISOLATIE-INDEX VAN GEBOUWEN

Ir. E. Tammes  
Bouwcentrum, Rotterdam

*Dit artikel is een verslag van een voordracht gehouden in het Mikrocentrum op 23 oktober gedurende de internationale energiemaand 1979.*

*Op 12 september 1979 heeft de normcommissie 351 02 de teksten vastgesteld van de nieuwe ontwerpnorm NEN 1068: 'Thermische isolatie van gebouwen' en de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 5068 die de genoemde norm zal begeleiden.*

*Een nieuwe grootheid: de thermische isolatie-index wordt belicht, die via de norm wordt geïntroduceerd. De thermische isolatie-index heeft betrekking op een gebouw als totaliteit en beoogt een maatstaf te zijn voor de mate waarin het omhulsel van het gebouw is geïsoleerd. Het werken met deze nieuwe grootheid wordt aan de hand van enkele schematische voorbeelden gedemonstreerd. Verder wordt ingegaan op de wijze waarop in de toekomst eisen m.b.t. de thermische isolatie van gebouwen kunnen worden geformuleerd.*

In februari 1980 is de nieuwe ontwerpnorm NEN 1068: 'Thermische isolatie van gebouwen' ter kritiek aan de bouwwereld worden voorgelegd.

Hierin is de thermische isolatie-index ( $I_t$ ) geïntroduceerd die een maatstaf is voor het isolatieniveau van het gebouw als totaal.

Hoe hoger  $I_t$ , des te meer er aan isolatie is gedaan.

In het navolgende zal worden verklaard hoe deze grootheid tot stand is gekomen.

*De gemiddelde warmtetransmissiecoëfficiënt van een gebouw*

Zij  $\Phi$  de warmtestroom die bij een temperatuurverschil  $\Delta T$  optreedt door een constructie met oppervlakte  $A$ , dan geldt de volgende relatie:

$$\Phi = A \cdot k \cdot \Delta T \quad (1)$$

De door deze relatie gedefinieerde evenredigheidsconstante  $k$  is de warmtetransmissiecoëfficiënt, of kortweg de 'k-waarde' van de constructie. Hij geeft aan hoe 'gemakkelijk' warmte door de constructie wordt getransporteerd. De eenheid is:  $W/(m^2 \cdot K)$ . Goed isolerende constructies hebben een lage k-waarde.

De hoeveelheid warmte die per kelvin-temperatuurverschil door de constructie stroomt, vindt men uit:

$$\frac{\Phi}{\Delta T} = A \cdot k \quad (2)$$

We onderscheiden bij een gebouw:

Constructie	Oppervlakte	k-waarde
(1) beganegrondvloer	$A_1$	$k_1$
(2) dak	$A_2$	$k_2$
(3) ramen	$A_3$	$k_3$
(4) buitenwanden	$A_4$	$k_4$

Het transmissieverlies van het totale gebouw per kelvin temperatuurverschil tussen binnen- en buitenomgeving bedraagt:

$$\Sigma a \cdot A \cdot k = 0,5 A_1 k_1 + A_2 k_2 + A_3 k_3 + A_4 k_4 \quad (3)$$

Vanwege het feit dat over de beganegrondvloer een kleiner temperatuurverschil heerst dan over de constructie die de scheiding vormt tussen binnen- en buitenlucht, is voor de beganegrondvloer een weegfactor  $a = 0,5$  en voor de overige constructies een weegfactor  $a = 1$  in rekening gebracht.

We stellen nu:

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = A_0 \quad (4)$$

en definiëren vervolgens de gemiddelde warmtetransmissiecoëfficiënt van het gebouw ( $\bar{k}$ ) door de betrekking:

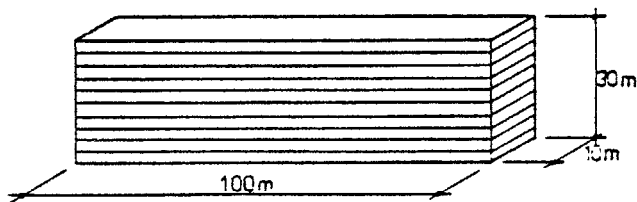
$$\bar{k} = \frac{\Sigma a \cdot A \cdot k}{A_0} \quad (5)$$

In de grootheid  $\bar{k}$  zijn transmissie-eigenschappen van het gebouw als totaal samengevat.

Voor de beantwoording van de vraag of hij in norm-technische zin een geschikte maatstaf is, zal de waarde van  $\bar{k}$  worden berekend voor verschillende gebouwtypen (A, B, C, en D) en bij verschillende isolatieniveaus ( $a, b, c, \text{ en } d$ ).

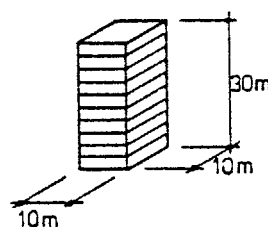
### Gebouwtypen

#### A. Schijfvormig gebouw



lengte:	100 m	$A_0 =$	8600 m <sup>2</sup>
breedte:	10 m	$V =$	30000 m <sup>3</sup>
hoogte:	30 m	$A_0/V =$	0,29 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>

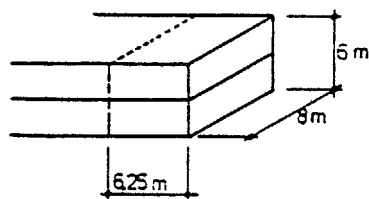
#### B. Torengebouw



lengte:	10 m
breedte:	10 m
hoogte:	30 m

$A_0 =$	1400 m <sup>2</sup>
$V =$	3000 m <sup>3</sup>
$A_0/V =$	0,47 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>

C. Eengezinshuis (kopwoning)



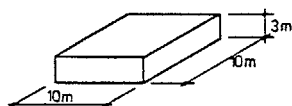
lengte: 6,25 m  
 breedte: 8 m  
 hoogte: 6 m

$$A_o = 223 \text{ m}^2$$

$$V = 300 \text{ m}^3$$

$$A_o/V = 0,74 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

D. Bungalow



lengte: 10 m  
 breedte: 10 m  
 hoogte: 3 m

$$A_o = 320 \text{ m}^2$$

$$V = 300 \text{ m}^3$$

$$A_o/V = 1,07 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

**Isolatie-niveau's**

De isolatie-niveau's a, b, c en d zijn gedefinieerd door de k-waarden van de verschillende constructies, zoals hieronder in tabelvorm is aangegeven.

Isolatie-niveau a correspondeert ruwweg met de klasse 'matig' van de oude norm NEN 1068 (1964). Bij de isolatie-niveau's b en c voldoen de constructies aan de klasse 'goed' van genoemde norm. Het verschil zit hierin dat bij niveau b overal enkele beglazing is verondersteld terwijl bij niveau c de helft van de raampervlakte als dubbele beglazing is aangenomen.

Constructie	k-waarden in W/(m <sup>2</sup> ·K) bij isolatie-niveau's:			
	a	b	c	d
1. begane grondvloer	2,2	1,3	1,3	0,8
2. dak	1,2	0,7	0,7	0,4
3. ramen	5,7	5,7	4,5	3,0
4. buitenwanden	1,7	0,7	0,7	0,7

Niveau d tenslotte is ongeveer het maximaal haalbare binnen de huidige Nederlandse bouwtraditie.

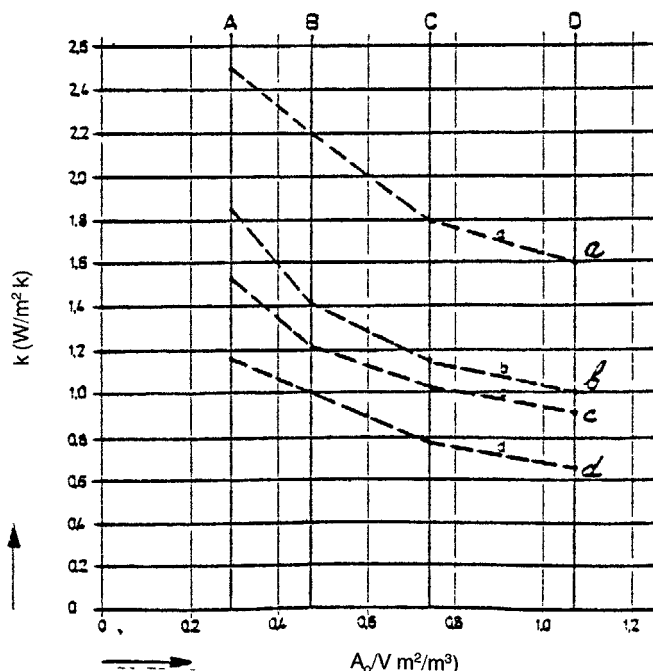
In het onderstaande rekenschema zijn voor gebouwtype B als voorbeeld de waarden van  $\bar{k}$  berekend bij de verschillende isolatie-niveau's. Analoge rekenschema's kunnen voor de gebouwtypen A, C en D worden opgesteld.

Rekenschema voor gebouwtype B;  $A_o = 1400 \text{ m}^2$ ;  $A_o/V = 0,47 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Constructie	weeg-factor	A (m <sup>2</sup> )	a.A.k. (W/K) bij de isolatie-niveau's.			
			a	b	c	d
1. beg. grondvloer	0,5	100	110	65	65	40
2. dak	1	100	120	70	70	40
3. ramen	1	200	1140	1140	870	600
4. buitenwand	1	1000	1700	700	700	700
$\Sigma a \cdot A \cdot k = A_o \bar{k} =$			3070	1975	1705	1380
$\bar{k}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)			2,19	1,41	1,22	0,99

Het totaal resultaat van deze berekeningen is weergegeven in figuur 1. Hierin is  $\bar{k}$  uitgezet als functie van de grootte  $A_o/V$ . We zien dat per isolatie-niveau  $\bar{k}$  varieert met  $A_o/V$ .

Een  $\bar{k}$ -waarde van bijvoorbeeld  $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  zou ingeval van een groot, schijfvormig woongebouw op een zeer goede isolatie duiden; ingeval van een bungalow zou een dergelijke  $\bar{k}$ -waarde aanzienlijk minder enthousiasme teweeg brengen. Eén en ander maakt het bepaald minder aantrekkelijk om  $\bar{k}$  als karakteristieke warmtetransmissiegrootte voor het gebouw als totaal te hanteren.



Figuur 1. De gemiddelde warmtetransmissiecoëfficiënt ( $\bar{k}$ ) als functie van  $A_o/V$ , berekend voor verschillende gebouwtypen (A, B, C en D) en bij verschillende isolatie-niveau's (a, b, c en d).

Een analoge berekening als in het voorgaande op schematische gebouwtypen is verricht, werd destijds uitgevoerd door de Technische Fysische Dienst (TNO/TH) in samenwerking met bureau Tebodin op een representatieve steekproef van het Nederlands woningbestand [1]. Ook daarbij werden verschillende isolatie-niveau's onderscheiden.

De gevonden waarden, uitgezet in een  $\bar{k}$ - $A_o/V$  diagram, leverden per isolatie-niveau een 'puntenwolk' op, die door een hyperbool kon worden benaderd<sup>\*)</sup>. Voor de verschillende isolatie-niveau's tezamen kwam een *stelsel gelijkvormige hyperbolen* te voorschijn dat in één formule kon worden vastgelegd:

$$\bar{k} = \frac{0,2 + 0,25 B}{\frac{A_o}{V}} + 0,22 + B \quad (6)$$

De in deze relatie optredende parameter B geeft het isolatie-niveau aan. Hoe groter B, des te hoger  $\bar{k}$ . Eigenlijk is B dus een soort transmissie-index. Hierbij komen de volgende, numerieke waarden te voorschijn:

- klasse 'matig' NEN 1068 (1964): B = ca. 0,75
- huidige Deense norm: B = ca. 0
- toekomstige Zweedse norm: B = ca. -0,2 (?)

## De thermische isolatie-index

Eigenlijk is de B-waarde minder geschikt om als maatstaf voor de isolatie van een gebouw als totaal te dienen. Hierbij speelt o.a. een rol dat verbetering van de isolatie gepaard gaat met verlaging van de B-waarde; een feit dat doorgaans als paradoxaal wordt aanvoeld. We zouden dan ook liever over een index beschikken die een hogere, numerieke waarde oplevert naarmate men beter isoleert. Men zou in dit verband kunnen kiezen voor de grootheid (1-B). In dat geval correspondeert de klasse 'matig' van de oude norm met een index-waarde van 0,25 en de Deense norm met een waarde van 1,00. De decimalen doen echter bij de indexering wat vreemd aan. Er bestaat natuurlijk geen enkel principieel bezwaar tegen, om het nulpunt en de schaaleenheid van de index op een wat praktische manier te kiezen. Gaat men niet uit van (1-B) maar van (15-20B) dan vinden we voor de klasse 'matig' een index-waarde in de buurt van 0 en voor de Deense norm in de buurt van 15. De schaaleenheid is hierbij zodanig dat een verschil van 1 punt naar schatting nog juist significant is. Lost men uit formule (6) B op en substitueert men de gevonden waarde in de uitdrukking (15-20B) dan verkrijgt men:

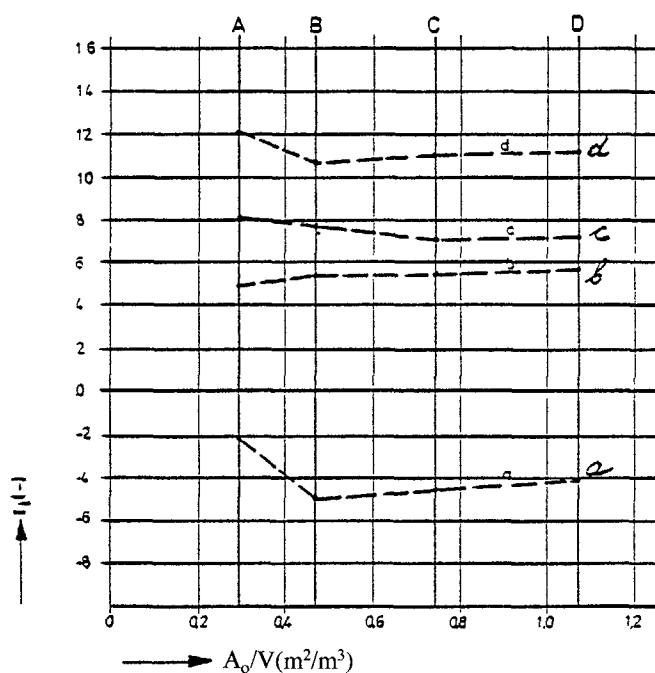
$$15-20B = \frac{77,6 \frac{A_0}{V} - 80 \frac{A_0}{V} \bar{k} + 31}{4 \frac{A_0}{V} + 1} \quad (7)$$

Met dit definieert nu de *thermische isolatie-index* ( $I_t$ ) van een gebouw door de formule:

$$I_t = \frac{80 \frac{A_0}{V} (1 - \bar{k}) + 30}{4 \frac{A_0}{V} + 1} \quad (8)$$

\*) Terloops zij opgemerkt dat de stippellijnen in figuur 1 hiervan een ruwe afspiegeling is. Het rechterlid van formule (8) is, op een kleine afronding na, gelijk aan dat van formule (7). Deze afronding heeft op de uitkomsten slechts een ondergeschikte invloed.

De door (8) gedefinieerde  $I_t$ -waarde pretendeert in principe onafhankelijk te zijn van  $A_0/V$ , omdat immers B onafhankelijk is van  $A_0/V$ . We zullen de proef op de som nemen door van de vier eerder beschouwde gebouwen A, B, C en D voor elke van de vier isolatie-niveaus de waarde  $I_t$  te berekenen. Het resultaat is afgebeeld in figuur 2. We zien dat de vier isolatie-niveaus geen exacte horizontale lijnen vormen. Verwachtingen in die richting zouden overigens bij voorbaat als misplaatst terzijde moeten worden gelegd. Wel blijkt dat bij de wat betere isolaties de verschillen binnen één niveau zich tot ongeveer één schaaleenheid beperken. Zo varieert binnen het isolatie-niveau C, dat ongeveer correspondeert met de huidige thermische eisen die aan met overheidssteun tot stand te brengen woningen worden gesteld, de thermische isolatie-index tussen 7 en 8. Deze isolatie-index ligt dus ongeveer halverwege tussen de klasse 'matig' en de Deense norm. Met de  $I_t$ -waarde wordt een kengetal geïntroduceerd, waarmee een directe vergelijking mogelijk is van de mate waarin verschillende gebouwen thermisch zijn geïsoleerd. Met nadruk wordt er echter op gewezen dat een hoge  $I_t$ -waarde niet automatisch een laag energiegebruik betekent. Wil men energietisch-bewust ontwerpen, dan zal men ook met tal van andere factoren rekening moeten houden die in dit opzicht van belang zijn. Deze vallen echter buiten het kader van dit betoog.



Figuur 2. De thermische isolatie-index ( $I_t$ ) als functie van  $A_0/V$ , berekend voor verschillende gebouwtypen (A, B, C en D) en bij verschillende isolatieniveaus (a, b, c en d)

### Referentie

[1] Technisch Fysische Dienst TNO/TH – Tebodin. Onderzoek naar de relatie tussen k-gebouw, energiegebruik en globale bouwkosten, alsmede de samenhang met de behaaglijkheid. Rapport samengesteld in opdracht van de Stuurgroep Energie en Gebouwen. TPD-rapport no. 700-207, Delft – 1978.

Mikron

## MEDEDELING KONTAKTGROEP REGIO-NIJMEGEN

De contactgroep Regio-Nijmegen deelt mee dat men op 6 mei 1980 om 20.00 uur een Regio-avond organiseert in de instrumentmakerij van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Toernooiveld I, Nijmegen.

Technieken die dan onder Uw aandacht worden gebracht zijn:

- vacuum freeskop
- M.C. lijnbestuurde freesbank, Deckel R.P. 3a
- micro plasma lassen
- vacuum solderen

Eén ieder die deze avond wil bijwonen is van harte welkom en kan zich aanmelden bij onderstaand contactadres.

De contactgroep

H. Verschoor  
Fac. W. en N.  
Tel.: 080-55 88 33  
Toestel: 2142