

التوصيل الحراري / Conductivity (k- Value)

معدل إنتقال الحرارة (إنتقال الطاقة في وحدة زمنية) خلال وحدة مساحة من المادة ذات وحدة سماكة حينما يكون هناك فرق درجة مئوية واحدة بين سطحي المادة وتقاس بوحدة الوات/ م درجة مئوية (W/m degC).

المقاومة الحرارية / Resistivity (1/k)

هي مقلوب التوصيل الحراري (Thermal Conductivity) وتقاس بوحدة م درجة مئوية / وات (m degC /W).

الموصلية الحرارية للجسم / Conductance (C)

معدل تدفق الحرارة خلال وحدة مساحة من الجسم عندما يكون فرق درجات الحرارة بين سطحيه درجة واحدة ويقاس بوحدة الوات / م² درجة مئوية (W/m²degC).

المقاومة الحرارية للجسم / Resistance (R)

حاصل ضرب سماكة الجسم في مقاومته مادته الحرارية وتقاس بوحدة م² درجة مئوية/ وات (m² degC / W).

نفاذية الحرارة / Transmittance (U-Value)

مقلوب المقاومة الحرارية الكلية للجسم (من طبقة الهواء الداخلي إلى طبقة الهواء الخارجي) وتقاس بوحدة الوات / م² درجة مئوية (W/m² degC).

الحرارة / Heat

شكل من أشكال الطاقة تظهر في حركة جزيئات المادة أو على شكل موجات كهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ وتقاس بوحدة الجول (Joules) ويرمز له (J).

$$\text{CAL} = 4186.80 \text{ J}$$

$$\text{BTH} = 1055.06 \text{ J}$$

الحرارة النوعية / Specific Heat

كمية الحرارة اللازمة لرفع وحدة كتلة المادة بفارق درجة واحدة وتقاس بوحدة الجول /كجم درجة مئوية (J/kg degC) وتقاس أيضا بوحدة الجول / م³ درجة مئوية (J/m³ degC).

الحرارة الكامنة / Latent Heat

كمية الحرارة التي تختزنها وحدة كتلة من المادة عندما تتغير حالته من جامدة إلى سائلة أو من سائلة إلى غازية دونما تغير في درجة حرارة المادة وتقاس بوحدة الجول/كجم (J/kg).

القدرة الحرارية / Thermal Capacity

هي ناتج ضرب كتلة المادة في الحرارة النوعية لها وتعرف على أنها الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم درجة مئوية واحدة وتقاس بوحدة الجول / درجة مئوية (J/ degC).

معدل التدفق الحراري / Rate of Heat Flow

هي إنتقال كمية من الحرارة خلال وحدة زمنية وتقاس بوحدة الجول / ثانية (J/s) أو مايعرف بوحدة الوات (Watt)

Appendix 5.1

Conductivity and resistivity of some materials

285

	conductivity k W/m degC	resistivity $1/k$ m degC/W
Asbestos: loose	0.034	29.40
sprayed	0.046	21.75
Asbestos cement sheet: light	0.216	4.63
average	0.360	2.78
dense	0.576	1.74
Asphalt	0.576	1.74
Brickwork commons: light	0.806	1.24
average	1.210	0.83
dense	1.470	0.68
in lightweight bricks	0.374	2.68
in engineering bricks	1.150	0.87
Concrete: ordinary, dense	1.440	0.69
clinker aggregate	0.403	2.48
expanded clay aggregate	0.345	2.90
foamed slag aggregate	0.245	4.08
Cork slab: natural	0.043	23.20
reganulated, baked	0.039	25.60
Eel grass blanket	0.043	23.20
Glass-wool: quilt	0.034	29.40
blanket	0.042	23.80
Mineral wool: felt	0.037	27.00
rigid slab	0.049	20.40
Onozote (expanded ebonite)	0.029	34.50
Plasterboard, gypsum	0.159	6.33
Plastering: gypsum	0.461	2.17
vermiculite	0.201	4.98
Plywood	0.138	7.25
Polystyrene foam slab	0.033	30.30
Rendering, sand-cement	0.532	1.88
Stone: granite	2.920	0.34
limestone	1.530	0.65
sandstone	1.295	0.77
Strawboard	0.093	10.75
Timber: softwood	0.138	7.25
hardwood	0.160	6.25
Wood chipboard	0.108	9.26
Wood fibre softboard	0.065	15.38
Wood wool slab: light	0.082	12.20
dense	0.115	8.70
Metals: lead	34	0.0294
cast-iron	50	0.0200
steel	58	0.0172
bronze	64	0.0156
zinc	110	0.0091
aluminium	220	0.0045
copper	350	0.0029
silver	407	0.0024
Air	0.026	38.45
Water	0.580	1.72

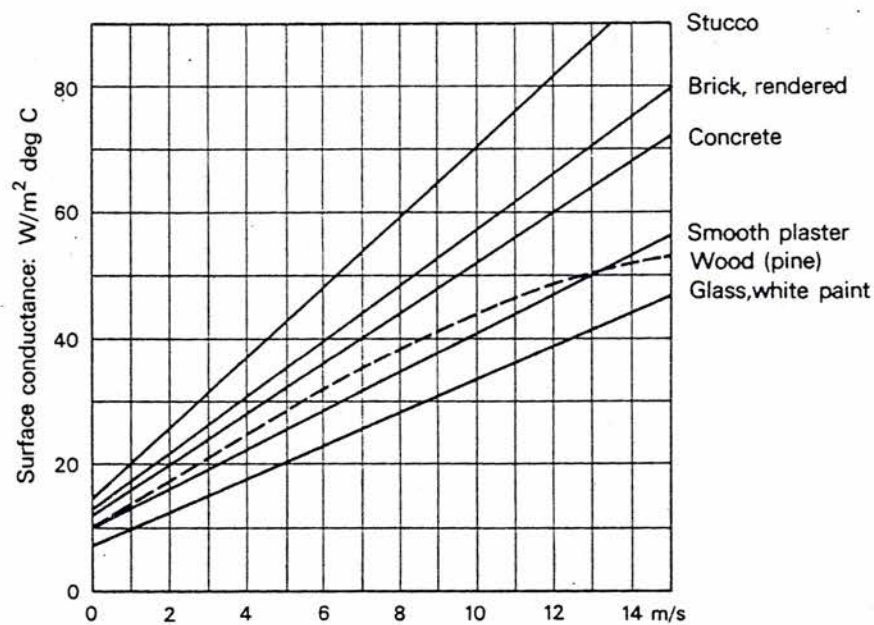
Appendix 5.2

Surface conductances and resistances*

surface	conductance f W/m ² degC	resistance $1/f$ m ² degC/W
<i>Internal surfaces (f_i):</i>		
Walls	8.12	0.123
Floor, ceiling, heat flow up	9.48	0.105
Floor, ceiling, heat flow down	6.70	0.149
Underside of roof	9.48	0.105
<i>External surfaces (f_o):</i>		
Walls, South facing: sheltered	7.78	0.128
normal	10.00	0.100
severe exposure	13.18	0.076
Walls, West, Southwest, Southeast facing: sheltered	10.00	0.100
normal	13.18	0.076
severe exposure	18.90	0.053
Walls, Northwest facing: sheltered	13.18	0.076
normal	18.90	0.053
severe exposure	31.50	0.032
Walls, North, Northeast, East, facing: sheltered	13.18	0.076
normal	18.90	0.053
severe exposure	81.20	0.012
Roofs: sheltered	14.20	0.070
normal	22.70	0.044
severe exposure	56.70	0.018

Appendix 5.3

Surface conductance as a function of wind speed



* See note at end of Para 3.1.12 on Page 72.

Transmittance (U-value) of some constructions (in W/m² degC)

Type of construction		
<i>Walls</i>		
Brick:	solid, unplastered 114 mm	3.64
	plastered both sides 114 mm	3.24
	solid, unplastered 228 mm	2.67
	plastered both sides 228 mm	2.44
Concrete, ordinary, dense:	152 mm	3.58
	203 mm	3.18
Stone, medium, porous:	305 mm	2.84
	457 mm	2.27
Brick, 280 mm cavity, fletton outer skin, commons inner, inside plastered		1.70
Brick with insulating boards, plastered:		
	25 mm corkboard	0.85
	13 mm fibreboard	1.19
	50 mm wood wool slab	0.85
Brick but 16 mm vermiculite plaster on inside		1.47
Brick but rigid boards on battens on inside:		
	13 mm asbestos board	1.19
	13 mm fibreboard	0.95
	50 mm strawboard, plastered	0.74
Brick but inner skin lightweight concrete blocks:		
	100 mm aerated concrete blocks	1.13
	100 mm clinker concrete blocks	1.30
Concrete block, cavity, 250 mm (100 + 50 + 100), outside rendered, inside plastered:		
	aerated concrete blocks	1.19
	clinker concrete blocks	1.08
Hollow concrete block, 228 mm, single skin, outside rendered, inside plastered:		
	aerated concrete blocks	1.70
	clinker concrete blocks	1.59
Corrugated asbestos cement sheets on steel frame		6.53
	+13 mm fibreboard	2.04
	+50 mm straw or wood wool slab	1.19
	+76 mm aerated concrete blocks	2.10
<i>Roofs, pitched</i>		
Corrugated asbestos cement sheets		7.95
	+13 mm timber boarding	2.16
	+50 mm straw or wood wool slab	1.25
	+25 mm quilt on 13 mm boarding	0.85
Corrugated iron sheets or tiles on battens		8.52
	+plaster ceiling	3.18
Tiles or slates on boarding and felt with plaster ceiling		1.70
Aluminium deck, 13 mm fibreboard with two layers bituminous felt		2.16
Aluminium deck, 50 mm straw or wood wool slab		1.25
<i>Roofs, flat</i>		
Reinforced concrete slab, 100 mm, screed 63–12 mm, 3 layers bituminous felt		3.35
As above – with insulation on the screed:		
	25 mm cork	1.08
	50 mm straw or wood wool slab	1.13
	two 12 mm fibreboards	1.25
As above – but lightweight screed (in lieu of normal):		

Type of construction	
127 mm to 76 mm aerated concrete	1.36
127 mm to 76 mm foamed slag concrete	1.47
Timber boarding, 25 mm on 178 mm joists with 3 layers bituminous felt, plaster ceiling	1.82
As above – with insulating slabs on boarding:	
25 mm cork	0.85
13 mm fibreboard	1.25
50 mm straw or wood wool slab	0.91
<i>Floors</i>	
Concrete on ground or hardcore fill	1.13
+grano, terrazzo or tile finish	1.13
+wood block finish	0.85
Timber board on joists, underfloor space ventilated on one side	1.70
+parquet, lino or rubber finish	1.42
Timber board on joists, underfloor space ventilated on more sides	2.27
+parquet, lino or rubber finish	1.98
+25 mm fibreboard under boarding	1.08
+25 mm corkboard under boarding	0.95
+25 mm corkboard under joists	0.79
+50 mm strawboard under joists	0.85
+double sided aluminium foil, draped	1.42
<i>Windows*</i>	
Exposure South, sheltered: single glazing	3.97
double glazing, 6 mm space	2.67
double glazing, 20 mm space	2.32
South normal, West, Southwest, Southeast sheltered:	
single glazing	4.48
double glazing, 6 mm space	2.90
double glazing, 20 mm space	2.50
South severe, West, Southwest, Southeast, normal or Northwest, North, Northeast, East sheltered:	
single glazing	5.00
double glazing, 6 mm space	3.06
double glazing, 20 mm space	2.67
West, Southwest, Southeast severe, Northwest, North, Northeast, East normal:	
single glazing	5.67
double glazing, 6 mm space	3.29
double glazing, 20 mm space	2.84
Exposure Northwest severe: single glazing	6.47
double glazing, 6 mm space	3.58
double glazing, 20 mm space	3.00
Exposure North severe: single glazing	7.38
double glazing, 6 mm space	3.80
double glazing, 20 mm space	3.18

* Window U-values are based on data in Appendix 5.2. See note in Para 3.1.12 on Page 72.

Appendix 5.5

289

Conductance and resistance of cavities

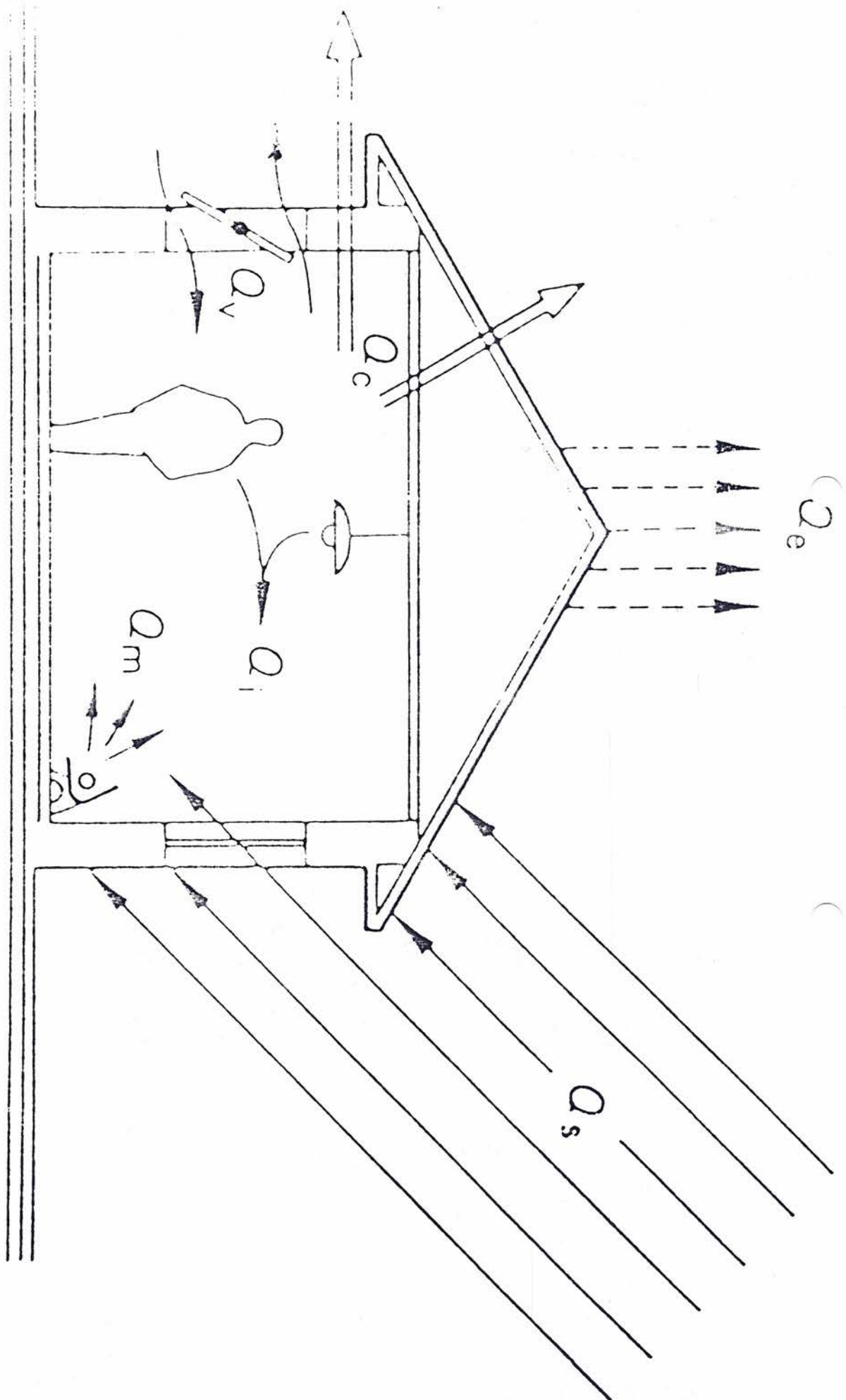
cavity	conductance R_c W/m ² degC	resistance $1/R_c$ m ² degC/W
Vertical: 3 mm wide	14.50	0.069
6 mm wide	8.74	0.114
13 mm wide	7.04	0.142
20 mm wide	6.63	0.151
25 mm wide	6.52	0.153
38 mm wide	6.52	0.153
Horizontal 76 mm: heat flow up	7.48	0.133
heat flow down	5.32	0.188
Values normally used in UK for:		
50 mm cavity	5.67	0.176
50 mm cavity, with aluminium foil	2.84	0.352

Appendix 5.6

Absorbance and emittance of surfaces

surface	absorbance for solar radiation	a and e 10 to 40 °C
Black, non-metallic	0.85–0.98	0.90–0.98
Red brick, stone, tile	0.65–0.80	0.85–0.95
Yellow and buff brick, stone	0.50–0.70	0.85–0.95
Cream brick, tile, plaster	0.30–0.50	0.40–0.60
Window glass	Transparent	0.90–0.95
Bright aluminium, gilt, bronze	0.30–0.50	0.40–0.60
Dull brass, aluminium, galvanised steel	0.40–0.65	0.20–0.30
Polished brass, copper	0.30–0.50	0.02–0.05
Polished aluminium, chromium	0.10–0.40	0.02–0.04

$$Q_i + Q_s \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m - Q_e = 0$$



Plaster
Wood wool
Concrete

Cavity

Brick

IN (T_i)

OUT (T_o)

Surface
Plaster

Wood wool

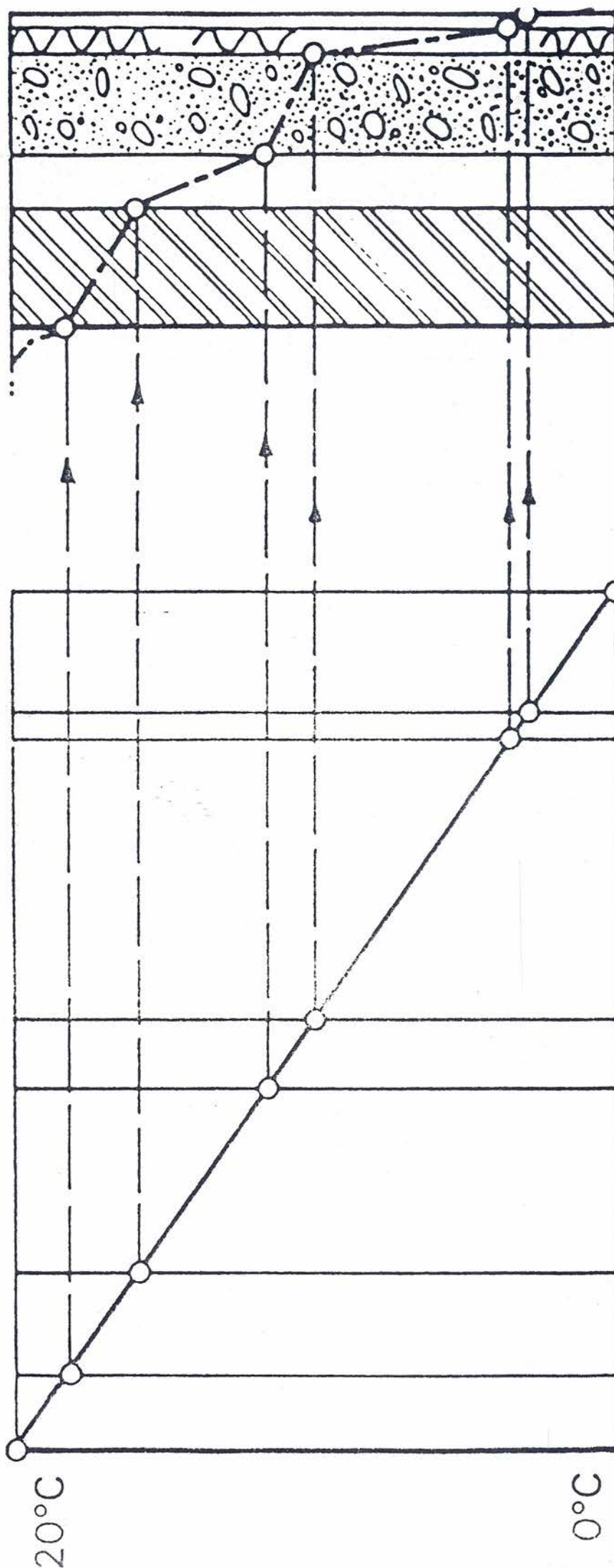
Concrete

Cavity

Brick

Surface

IN (T_i)



1 : 10

Scale: 1 mm = 0.01 m² deg C/W

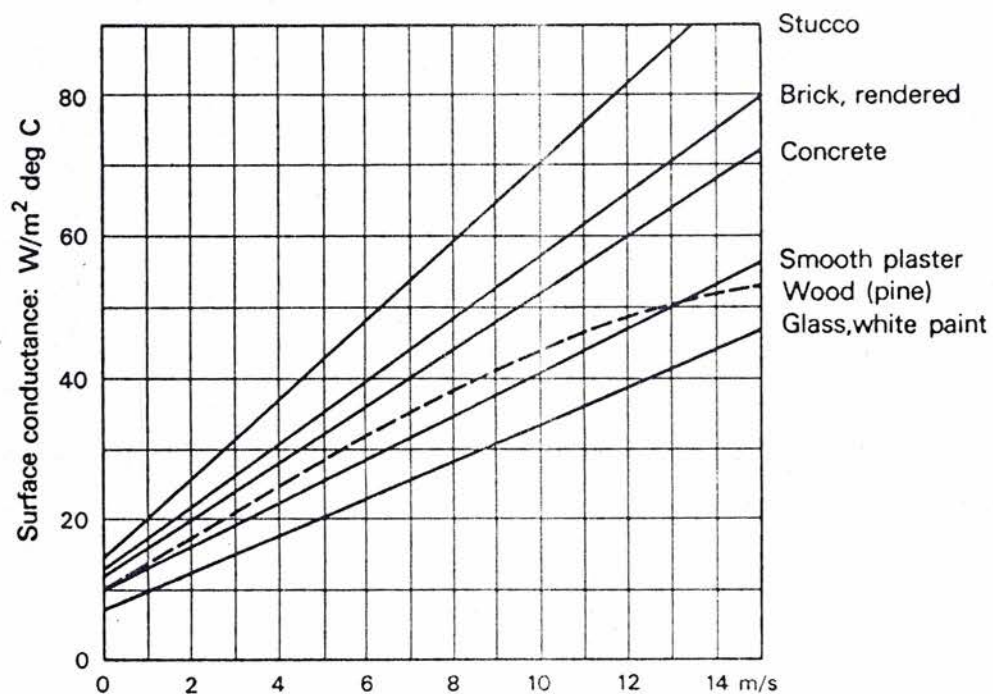
Appendix 5.2

Surface conductances and resistances*

surface		conductance f W/m ² degC	resistance $1/f$ m ² degC/W
<i>Internal surfaces (f_i):</i>			
Walls		8.12	0.123
Floor, ceiling, heat flow up		9.48	0.105
Floor, ceiling, heat flow down		6.70	0.149
Underside of roof		9.48	0.105
<i>External surfaces (f_o):</i>			
Walls, South facing:	sheltered	7.78	0.128
	normal	10.00	0.100
	severe exposure	13.18	0.076
Walls, West, Southwest, Southeast facing	sheltered	10.00	0.100
	normal	13.18	0.076
	severe exposure	18.90	0.053
Walls, Northwest facing:	sheltered	13.18	0.076
	normal	18.90	0.053
	severe exposure	31.50	0.032
Walls, North, Northeast, East, facing:	sheltered	13.18	0.076
	normal	18.90	0.053
	severe exposure	81.20	0.012
Roofs:	sheltered	14.20	0.070
	normal	22.70	0.044
	severe exposure	56.70	0.018

Appendix 5.3

Surface conductance as a function of wind speed



* See note at end of Para 3.1.12 on Page 72.

Transmittance (U-value) of some constructions (in W/m²degC)

Type of construction

Walls

Brick: solid, unplastered	114 mm	3.64
plastered both sides	114 mm	3.24
solid, unplastered	228 mm	2.67
plastered both sides	228 mm	2.44

Concrete, ordinary, dense:	152 mm	3.58
	203 mm	3.18

Stone, medium, porous:	305 mm	2.84
	457 mm	2.27

Brick, 280 mm cavity, fletton outer skin, commons inner, inside plastered		1.70
---	--	------

Brick with insulating boards, plastered:		
25 mm corkboard		0.85
13 mm fibreboard		1.19
50 mm wood wool slab		0.85

Brick but 16 mm vermiculite plaster on inside		1.47
---	--	------

Brick but rigid boards on battens on inside:		
13 mm asbestos board		1.19
13 mm fibreboard		0.95
50 mm strawboard, plastered		0.74

Brick but inner skin lightweight concrete blocks:		
100 mm aerated concrete blocks		1.13
100 mm clinker concrete blocks		1.30

Concrete block, cavity, 250 mm (100 + 50 + 100), outside rendered, inside plastered:		
aerated concrete blocks		1.19
clinker concrete blocks		1.08

Hollow concrete block, 228 mm, single skin, outside rendered, inside plastered:		
aerated concrete blocks		1.70
clinker concrete blocks		1.59

Corrugated asbestos cement sheets on steel frame		6.53
+13 mm fibreboard		2.04
+50 mm straw or wood wool slab		1.19
+76 mm aerated concrete blocks		2.10

Roofs, pitched

Corrugated asbestos cement sheets		7.95
+13 mm timber boarding		2.16
+50 mm straw or wood wool slab		1.25
+25 mm quilt on 13 mm boarding		0.85

Corrugated iron sheets or tiles on battens		8.52
+plaster ceiling		3.18

Tiles or slates on boarding and felt with plaster ceiling		1.70
---	--	------

Aluminium deck, 13 mm fibreboard with two layers bituminous felt		2.16
Aluminium deck, 50 mm straw or wood wool slab		1.25

Roofs, flat

Reinforced concrete slab, 100 mm, screed 63–12 mm, 3 layers bituminous felt		3.35
As above – with insulation on the screed:		

25 mm cork		1.08
50 mm straw or wood wool slab		1.13
two 12 mm fibreboards		1.25

As above – but lightweight screed (in lieu of normal):

Type of construction		
127 mm to 76 mm aerated concrete		1.36
127 mm to 76 mm foamed slag concrete		1.47
Timber boarding, 25 mm on 178 mm joists with 3 layers bituminous felt, plaster ceiling		1.82
As above – with insulating slabs on boarding:		
25 mm cork		0.85
13 mm fibreboard		1.25
50 mm straw or wood wool slab		0.91
Floors		
Concrete on ground or hardcore fill		1.13
+grano, terrazzo or tile finish		1.13
+wood block finish		0.85
Timber board on joists, underfloor space ventilated on one side		1.70
+parquet, lino or rubber finish		1.42
Timber board on joists, underfloor space ventilated on more sides		2.27
+parquet, lino or rubber finish		1.98
+25 mm fibreboard under boarding		1.08
+25 mm corkboard under boarding		0.95
+25 mm corkboard under joists		0.79
+50 mm strawboard under joists		0.85
+double sided aluminium foil, draped		1.42
Windows*		
Exposure South, sheltered:		
single glazing		3.97
double glazing, 6 mm space		2.67
double glazing 20 mm space		2.32
South normal, West, Southwest, Southeast sheltered:		
single glazing		4.48
double glazing, 6 mm space		2.90
double glazing, 20 mm space		2.50
South severe, West, Southwest, Southeast, normal or Northwest, North, Northeast, East sheltered:		
single glazing		5.00
double glazing, 6 mm space		3.06
double glazing, 20 mm space		2.67
West, Southwest, Southeast severe, Northwest, North, Northeast, East normal:		
single glazing		5.67
double glazing, 6 mm space		3.29
double glazing, 20 mm space		2.84
Exposure Northwest severe:		
single glazing		6.47
double glazing, 6 mm space		3.58
double glazing, 20 mm space		3.00
Exposure North severe:		
single glazing		7.38
double glazing, 6 mm space		3.80
double glazing, 20 mm space		3.18

* Window U-values are based on data in Appendix 5.2. See note in Para 3.1.12 on Page 72.

Conductance and resistance of cavities

cavity	conductance R_c W/m ² degC	resistance $1/R_c$ m ² degC/W
Vertical: 3 mm wide	14.50	0.069
6 mm wide	8.74	0.114
13 mm wide	7.04	0.142
20 mm wide	6.63	0.151
25 mm wide	6.52	0.153
38 mm wide	6.52	0.153
Horizontal 76 mm: heat flow up	7.48	0.133
heat flow down	5.32	0.188
Values normally used in UK for:		
50 mm cavity	5.67	0.176
50 mm cavity, with aluminium foil	2.84	0.352

Appendix 5.6

Absorbance and emittance of surfaces

surface	absorbance for solar radiation	a and e 10 to 40 °C
Black, non-metallic	0.85–0.98	0.90–0.98
Red brick, stone, tile	0.65–0.80	0.85–0.95
Yellow and buff brick, stone	0.50–0.70	0.85–0.95
Cream brick, tile, plaster	0.30–0.50	0.40–0.60
Window glass	Transparent	0.90–0.95
Bright aluminium, gilt, bronze	0.30–0.50	0.40–0.60
Dull brass, aluminium, galvanised steel	0.40–0.65	0.20–0.30
Polished brass, copper	0.30–0.50	0.02–0.05
Polished aluminium, chromium	0.10–0.40	0.02–0.04

		conductivity k W/mdegC	resistivity $1/k$ mdegC/W
Asbestos:	loose	0.034	29.40
	sprayed	0.046	21.75
Asbestos cement sheet:	light	0.216	4.63
	average	0.360	2.78
	dense	0.576	1.74
Asphalt		0.576	1.74
Brickwork commons:	light	0.806	1.24
	average	1.210	0.83
	dense	1.470	0.68
	in lightweight bricks	0.374	2.68
	in engineering bricks	1.150	0.87
Concrete:	ordinary, dense	1.440	0.69
	clinker aggregate	0.403	2.48
	expanded clay aggregate	0.345	2.90
	foamed slag aggregate	0.245	4.08
Cork slab:	natural	0.043	23.20
	regranulated, baked	0.039	25.60
Eel grass blanket		0.043	23.20
Glass-wool:	quilt	0.034	29.40
	blanket	0.042	23.80
Mineral wool:	felt	0.037	27.00
	rigid slab	0.049	20.40
Onozote (expanded ebonite)		0.029	34.50
Plasterboard, gypsum		0.159	6.33
Plastering:	gypsum	0.461	2.17
	vermiculite	0.201	4.98
Plywood		0.138	7.25
Polystyrene foam slab		0.033	30.30
Rendering, sand-cement		0.532	1.88
Stone:	granite	2.920	0.34
	limestone	1.530	0.65
	sandstone	1.295	0.77
Strawboard		0.093	10.75
Timber:	softwood	0.138	7.25
	hardwood	0.160	6.25
Wood chipboard		0.108	9.26
Wood fibre softboard		0.065	15.38
Wood wool slab:	light	0.082	12.20
	dense	0.115	8.70
Metals:	lead	34	0.0294
	cast-iron	50	0.0200
	steel	58	0.0172
	bronze	64	0.0156
	zinc	110	0.0091
	aluminium	220	0.0045
	copper	350	0.0029
	silver	407	0.0024
Air		0.026	38.45
Water		0.580	1.72

الموضوع الساخن

الوقت لحماية مصالحها المالية ومواردها الطبيعية. ما هي تكلفة تجاهل استخدام تقنية بسيطة أكيدة المفعول مستعملة تقريبا في جميع أنحاء العالم؟ الأرقام كبيرة ويصعب على الإنسان العادي حسابها أو فهمها.

أولاً: هناك بلايين الدولارات التي أنفقت في توليد الكهرباء وبلايين أخرى يلزم إنفاقها الآن لاستيعاب الزيادة التي يتوقع لها أن تستمر بنفس المعدلات لعشر سنوات أخرى على الأقل. لم يعد بإمكان دول الخليج العربي تمويل هذه المشاريع بمواردها الذاتية ولذلك لزمها للمرة الأولى التفكير في خصخصة هذه الصناعة الخدمية الهامة وإيجاد التمويل الخارجي لها.

ثانياً: صرف المزيد من بلايين الدولارات على دعم استهلاك الكهرباء. وبالضرورة يجري سحب هذا الدعم تدريجياً حيث أنه أصبح يتعدى قدرة الحكومات كما أن تكلفة الكهرباء في زيادة غير أن هذا الخفض في الدعم لا يزال يجعل ما يدفعه المستهلك أقل من تكلفة الإنتاج والتوزيع والصيانة والإدارة الضرورية، هذا فضلاً عن تكلفة تمويل الزيادات المستمرة في الاستهلاك. وعلى هذا فلا مناص من فرض زيادات إضافية في رسوم الكهرباء.

ثالثاً: دول الخليج العربي تستنزف ثرواتها الهيدروكربونية التي يعتمد عليها ازدهارها بأسرع مما هو متوقع وفقاً للحسابات الفنية. وسيسمح خفض الاستهلاك المحلي بالمحافظة على المزيد من الاحتياطيات لتلبية الحاجات المستقبلية ولصلحة أجيال المستقبل.

وأخيراً: نجد أن محطات الكهرباء تولد التلوث وتسهم في الدفء الكوني. والمعروف أن التلوث يزيد بزيادة كميات الوقود التي يتم

الإلزام في عزل أسقف وجدران المباني في دول الخليج يمكن أن يساعد في توفير الملايين التي كانت تستنزف في الاستهلاك الزائد عن الحاجة. في هذه المقالة يلقي جيم ديفيز من شركة صناعة العوازل العربية المحدودة التي تتخذ من الإمارات العربية المتحدة مقراً لها نظرة على هذا الموضوع الساخن الذي وضع على الرف لمدة أطول مما يستحق، كما يقول جيم ديفيز.

بذلت دول الخليج جهوداً كبيرة في تلبية الحاجة للكهرباء في فترة النمو الهائل بدءاً من أوائل السبعينيات الميلادية وهي حاجة لا تزال متزايدة إلى اليوم. وقد درجت وزارات الكهرباء ومستشاروها وموردوها ومقاولوها على الإضافة سنوياً إلى الطاقة الكهربائية المتوفرة بهدف تلبية تلك الحاجة المتزايدة التي أشرنا إليها والتي تتراوح بين ٧ و ١٨ في المائة سنوياً في بعض الحالات.

وفي بعض الحالات في بعض المناطق هنا وهناك، نلاحظ أن الإمداد قل عما هو مطلوب وعليه حدثت انقطاعات في الخدمة الكهربائية. وفي بعض الحالات تمت الموازنة بين الإمداد والاستهلاك بوسائل أخرى، وكانت المشاريع الصناعية تحرم من الترخيص أحياناً أو تظهر قائمة انتظار طويل لتوصيل الخدمة قد يمتد إلى ثلاث سنوات. وعلى الرغم من أوجه القصور البسيطة، فإن الصورة العامة تتم عن تقدم.

هل هذا صحيح؟ أنا شخصياً منزعج بشدة من الاستعمال الزائد للكهرباء ليس سبباً لإبقاء بعض الناس أنوار الحديقة مضاءة وهو ما يرد ذكره أحياناً في الأحاديث الرسمية باعتباره سبباً كبيراً للانفاق الزائد، بل نتيجة للمحاولات غير المناسبة لتكثيف البيوت وهي غير معزولة الأسقف والجدران!

لنتأمل بعض الحقائق الآن: تخصص نسبة ٧٠ في المائة تقريباً من الكهرباء المولدة لتبريد المباني. ومن هذه النسبة نجد حوالي ٣٠ في المائة فقط تستخدم في أغراض إنتاجية محققة للأرباح في الصناعة وللحفاظ على الخدمات الضرورية. إننا نرى أن المشكلة الأساسية هي في المباني بل هي في مواد البناء المستخدمة وطرق الإنشاء المتبعة.

في العام ١٩٧٩ حضرت ندوة في معهد الكويت للبحث العلمي حول استعمال العزل الحراري في دول الخليج العربي. وقد ظهر السؤال: لماذا تنتج الكويت وتستهلك من

الكهرباء مرتين ونصفاً لكل فرد قدر ما ينتج ويستهلك للفرد في أمريكا؟ ولماذا تنتج الكويت وتستهلك من الكهرباء وعدد سكانها حوالي ١,٣٠٠,٠٠٠ نسمة قدر ما تنتجه مصر وتستهلكه وعدد سكانها في ذلك الوقت ٢٤ مليون نسمة؟

والسؤال الآخر الذي ورد هو: إذا استمرت الزيادة على المستوى الحالي، فمتى سيكون على الكويت أن توقف تصدير النفط لتوفير الإمدادات الكافية من الكهرباء، حيث أن استهلاكها المحلي منها كبير؟ وكانت الإجابة المفاجئة التي قدمها الخبراء هي أن ذلك الوقت سيكون هو العام ٢٠٠٠ وما لم يعثر على حل فإنه سيكون على الكويت أن تحد من الكميات المخصصة للتصدير. وإدراكاً من الكويت أنها على مسار لا يمكن المحافظة عليه لوقت طويل، فقد تبنت خططا للمحافظة على الطاقة في أوائل الثمانينيات تضمنت فرض العزل الحراري لجميع الجدران والأسقف والطوابق الأرضية في المباني الجديدة.

والمدهش هو أن دول الخليج العربي الأخرى لم تتخذ إجراءات مماثلة في ذلك

بدأت دولة البحرين إجراءات تهدف لجعل العزل الحراري للأسقف والجدران إلزامياً في جميع المساكن والمشاريع التجارية والصناعية الجديدة. وسيؤدي النظام الذي يتوقع أن تتم الموافقة عليه في السنة القادمة إلى خفض في استهلاك الكهرباء بنسبة ٤٠ في المائة حسبما ذكره السيد خالد المهدي، أحد المسؤولين في وزارة الكهرباء.

وقد تمت صياغة التشريع بواسطة لجنة تطبيق العزل الحراري التي تتألف من مسؤولين من وزارة الإسكان والبلديات والبيئة، ووزارة الكهرباء والماء، ووزارة الأشغال والزراعة. وستعقد ندوة حول مواد العزل في شهر أكتوبر بهدف تنمية الوعي لدى الجمهور. وسوف تشارك ٢٠ شركة في معرض لمواد العزل، سيقام في مركز البحرين الدولي للمعارض في الفترة من ٢٠ إلى ٢٢ أكتوبر.

والجدير بالذكر أن الجهة التي قامت بتنظيم هذا المعرض هي وزارة الكهرباء والماء بالتعاون مع جمعية المهندسين البحرينية، وسيتم التركيز فيها على تعزيز وعي الجمهور بموضوع العزل الحراري.

انجاء البحرين نحو فرض عوازل الأسقف والجدران

بدأت دولة البحرين إجراءات تهدف لجعل العزل الحراري للأسقف والجدران إلزامياً في جميع المساكن والمشاريع التجارية والصناعية الجديدة.

وسيؤدي النظام الذي يتوقع أن تتم الموافقة عليه في السنة القادمة إلى خفض في استهلاك الكهرباء بنسبة ٤٠ في المائة حسبما ذكره السيد خالد المهدي، أحد المسؤولين في وزارة الكهرباء.

وقد تمت صياغة التشريع بواسطة لجنة تطبيق العزل الحراري التي تتألف من مسؤولين من وزارة الإسكان والبلديات والبيئة، ووزارة الكهرباء والماء، ووزارة الأشغال والزراعة. وستعقد ندوة حول مواد العزل في شهر أكتوبر بهدف تنمية الوعي لدى الجمهور. وسوف تشارك ٢٠ شركة في معرض لمواد العزل، سيقام في مركز البحرين الدولي للمعارض في الفترة من ٢٠ إلى ٢٢ أكتوبر.

والجدير بالذكر أن الجهة التي قامت بتنظيم هذا المعرض هي وزارة الكهرباء والماء بالتعاون مع جمعية المهندسين البحرينية، وسيتم التركيز فيها على تعزيز وعي الجمهور بموضوع العزل الحراري.

توليد الطاقة

بمستوياتها في الفيلات المشابهة لها غير المعزولة، خاصة بالقرب من الجدران المواجهة للشمس حيث كانت في هذه الفيلا باردة، وأدى هذا إلى توزيع متساو للحرارة في جميع الغرف وبالتالي في الفيلا بأكملها.

هذا مثال بسيط لما يمكن أن يحدث من أثر على الاقتصاديات الكبيرة لدول الخليج العربي إذا تم تطبيق عزل الأسقف والجدران في جميع المباني والفيلات والشقق والفنادق والمباني الحكومية وغيرها.

هذه حقائق يعرفها جميع الاستشاريين والموردين المتخصصين في معدات توليد الكهرباء. غير أنهم يعتقدون أنه في غير مصلحتهم أن ينصحوا العملاء، بأفضل استخدامات الكهرباء من الناحية العملية والاقتصادية. وبالنظر إلى قيمة العقود التي فازوا ولا يزالون يفوزون بها، فإننا نرى أن استجابتهم تلك غير مناسبة.

ولابد لموردي معدات توليد الكهرباء أن ينصحوا زبائنهم حتى لا يتكبدا خسائر، وحتى لا يتم إنشاء مدن قد لا يمكن المحافظة مستقبلًا على مستوى الخدمات التي تقدم فيها.

لم يفت وقت التصحيح بعد، ولذا فإن على الشركات التي حصلت على مكاسب كبيرة خلال ربع القرن الماضي من عقود تصميم وتوريد مرافق توليد الكهرباء، أن تقيد الآخرين عن طريق تزويد عملائها ببعض الأسس التي يؤدي اتباعها إلى المحافظة على الطاقة، والتي تدرك تلك الشركات أنها قيد التطبيق في معظم الأسواق الأخرى التي يتعاملون معها.

وبالطبع فإن الجهات الرئيسية المسؤولة عن حالة الإفساد المذكورة هي البلديات والمستشاريون المعمرون. فلا بد أن البلديات قد درست مثل هذا الموضوع عدة مرات طوال السنوات الماضية، ولا بد أن الاستشاريين المعمرين ينبغي لهم أن يعرفوا - ولا بد أنهم يعرفون - أفضل ما يمكن أن يفيد العملاء.

لقد كان الاستشاريون المعمرون مهملين في أداء واجباتهم تجاه عملائهم، وفي معظم الحالات، فإن الأنظمة المتبعة في بلدانهم هم أنفسهم، تحتم عليهم عدم إنفعال العملاء الحراري في التصميم التي يضعونها. فما هو البرر لعدم التقيد بذلك في التصميم التي يضعونها هنا؟

والوسيلة الوحيدة الفاعلة هي الإلزام، وعلى البلديات أن تملك الضبط وأن تضع أنظمة المباني المناسبة لفرض العزل الحراري المناسب إيجابيا في جميع المباني مكيفة الهواء وأن تفرض تطبيق تلك الأنظمة.

البنية بطريقة تقليدية وتحتن داخليا.

ونحن جميعا ندفع الثمن، غير أن المطالب من دول الخليج أن تدفع باستمرار ما يتجاوز قدرات حكوماتها خاصة في الوقت الحاضر مع انخفاض إيرادات النفط بشكل سريع وكبير.

ما هو حجم التوفير المقول المتوقع؟ أظهرت الاختبارات التي أجريت في جميع دول المنطقة بما لا يدع مجالا للشك أن المبني الذي تكون أسقفه وجدرانه معزولة بالشكل الصحيح سيستهلك مقدارا من الكهرباء يقل بنسبة ٥٠ في المائة تقريباً مقارنة بالمبني غير المعزل.

فإذا كانت نسبة ٧٠ في المائة من الطاقة الكهربائية المولدة في المنطقة مخصصة لتكييف الهواء، فإن ٢٥ في المائة من تلك النسبة الحالية ستكون زائدة ومتوفرة للمتطلبات الحالية بحيث تسمح بأجراء توسعات سريعة في القاعدة الصناعية أو تعفي حكومات المنطقة من الحاجة لسال لثلاث أو أربع سنوات من السعي السنوي الحثيث للاستثمار في إنتاج المزيد من الطاقة الكهربائية.

وقبل سنرات، كانت لي صلة بإنشاء فيلا، وكانت الحسابات المبدئية للفيلا دون عزل للأسقف والجدران تتطلب توفير ٢٥ طنا من طاقة تكييف الهواء. فقام فريق العمل بإعادة صياغة المتطلبات على أساس عزل الأسقف والجدران، فانخفضت الكمية المطلوبة من طاقة التكييف إلى ١٢، ١٢ طناً، لكنه تم اقتراح استخدام وحدتين قدرة كل منهما ٧، ٥ اطنان لأسباب عملية. وكان المبلغ المتوفر من صرف النظر عن شراء بعض معدات تكييف الهواء يغطي تكاليف العزل، وبهذا سيتم العزل دون أي مقابل.

ولم يتردد المالك في قبول اقتراح التعديل المتضمن لعزل الأسقف والجدران. وقد أشار صانع أجهزة التكييف كذلك إلى أنه في حالة تطبيق اقتراح البناء دون عزل فإن ضاغطة مكيف الهواء سيحتاج إلى التوقف الأوتوماتيكي نحو ثمانين مرة خلال أربع وعشرين ساعة، أما في حالة تطبيق الاقتراح المعدل فإن مقدار هذه الإقطاعات ستخف من ٢٠ مرة في اليوم، مما سيؤيد فترة صلاحية الوحدات زيادة كبيرة ويقلل من تكاليف صيانتها.

ولم يكن في الإمكان مراجعة استهلاك الكهرباء حيث أن مساك المبني لم يكن يدفع مقابل الكهرباء، ولم يكن المبني يحتوى على أي عداد. غير أن الجدير بالملاحظة أن مستويات الراحة كانت أكبر في هذه الفيلا مقارنة

حرقها.

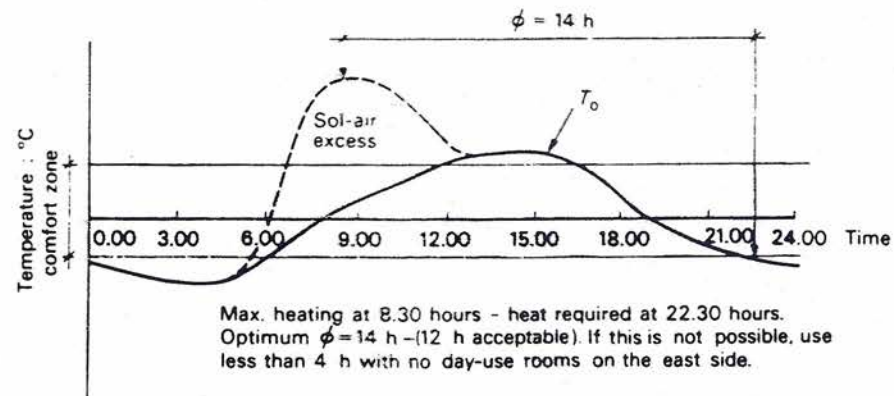
ويتم تكبد هذه التكاليف ستة بعد أخرى ولا تزال هناك حاجة للمزيد من الطاقة الكهربائية في جميع دول المنطقة. ومع هذا فإن أي مبنى يتم إنشاؤه بغير عوازل للجدران يخسيف إلى التكاليف المذكورة للسنوات الخمس والعشرين أو الثلاثين القادمة أو أكثر التي تمثل عمر المبني.

إن، ما الذي يمكن أن يكون لأمر بسيط مثل العزل الحراري من أثر في الاقتصاديات العامة للمنطقة ككل؟ أولاً: يجب أن ندرك أن مواد البناء التقليدية التي نستخدمها - خاصة الخرسانة في هذه المنطقة - تسمح بالبرود غير القيد للحرارة كما أنها - وهذا هو الأسوأ - تملك طاقة تخزين هائلة للحرارة.

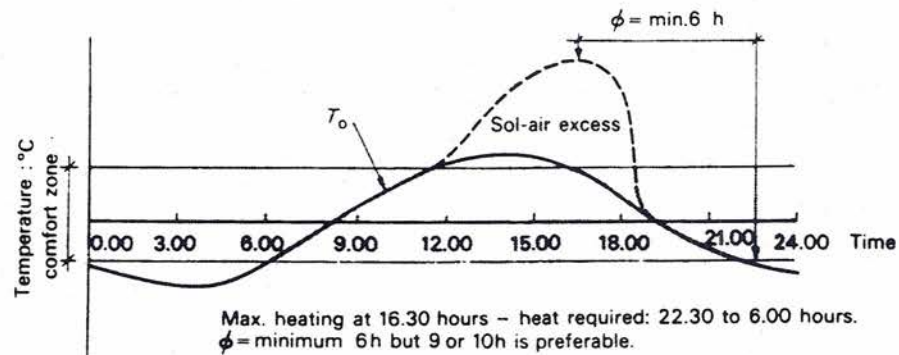
عند انقطاع الكهرباء في مبنى نمذجي حديث، كم من الوقت يمر قبل أن يسمح الهواء البارد الذي تكون الحرارة بين ١٠ و ١٥ درجة مئوية. حيث ترتفع الحرارة بـ ١٠ و ١٥ درجة مئوية. وفي الوقت الذي تكون فيه الكهرباء في حالة انقطاع يسخن الفراغ الداخلي للجدار بسرعة كبيرة جداً. ما لا يعرفه الكثيرون أن الحاجة تدعو لاستعمال مقدار مضاعف من الكهرباء لخفض درجة الحرارة درجة مئوية واحدة. وهنا نرى أن التفتنة المركزية في البلدان ذات المناخ البارد تتطلب استخدام مقدار أقل من الوقود، ولذا فإنها تكون أرخص من التبريد المركزي في البلدان ذات المناخ الحار. وبناء على ذلك فإن إمكانات التوفير بعزل الأسقف والجدران في البلدان ذات المناخ الحار تكون أكبر من إمكانات التوفير في البلدان ذات المناخ البارد.

المقصود بالعزل الحراري، بمختلف أنواعه، هو إيجاد طبقة عازلة بين منطقتين مناخيتين. وهذه الصفة فإنها أكثر فاعلية بكثير من مواد البناء التقليدية. ومن الواجب علينا أن نكون مدركين لهذه الحقيقة. فالثلاثة التي لا تحتوي على عازل ستكون غير ذات قيمة على الإطلاق. ولو كنا في طائرة تحلق على ارتفاعات عالية في درجة حرارة محيطية تبلغ ٤٠ درجة مئوية تحت الصفر، فإننا لن نستطيع تحمل البرودة القاسية دون وجود عازل في جدار الطائرة. وبدون وجود طبقة عازلة توفر العزل الحراري في المباني فإننا سنكون بحاجة إلى مكيفات ذات طاقة أكبر تستهلك مقادير أكبر بكثير من الطاقة الكهربائية لتحديد الكمية الكبيرة من الحرارة التي تختزن في الأسقف والجدران الخرسانية

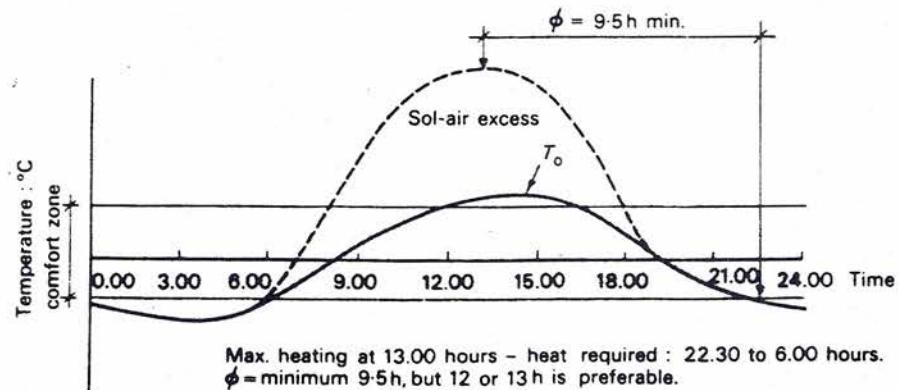
Fig 49
Determining the
desirable time-lag



East wall



West wall



Roof

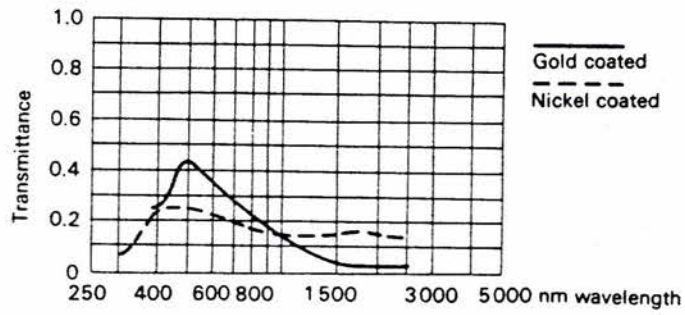


Fig 52
Transmittance of
glasses

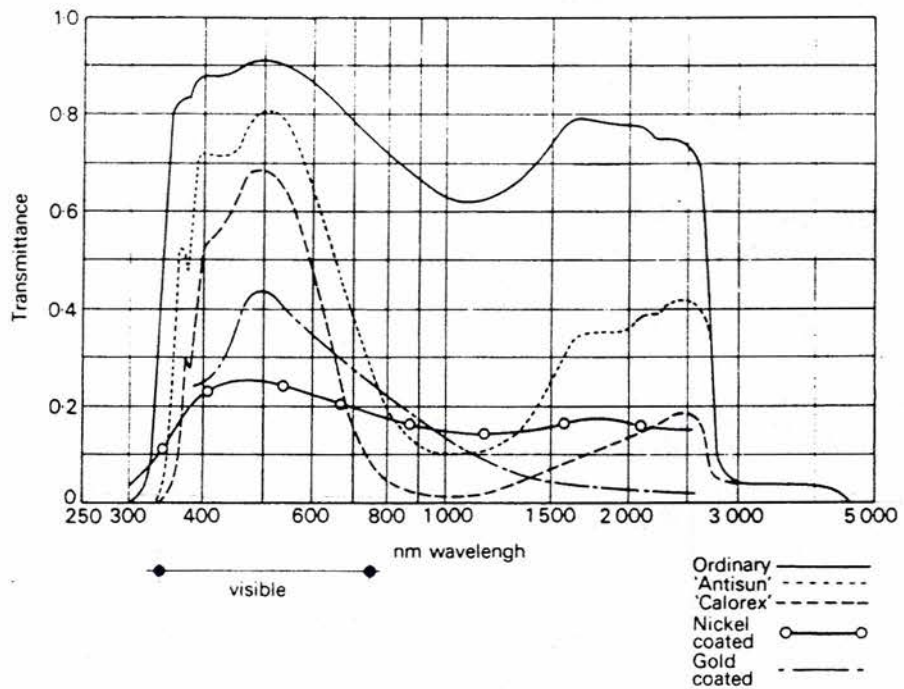
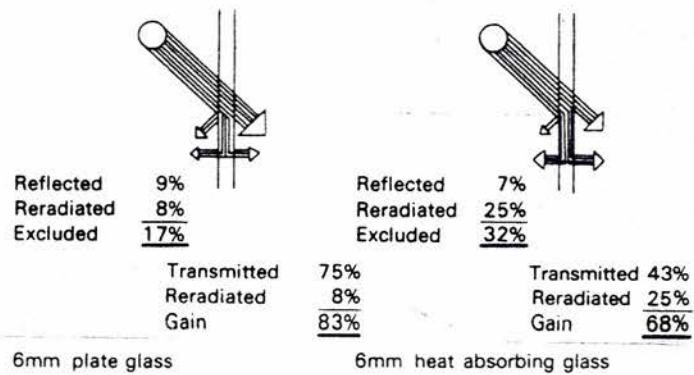


Fig 53
Heat transfer through
glass



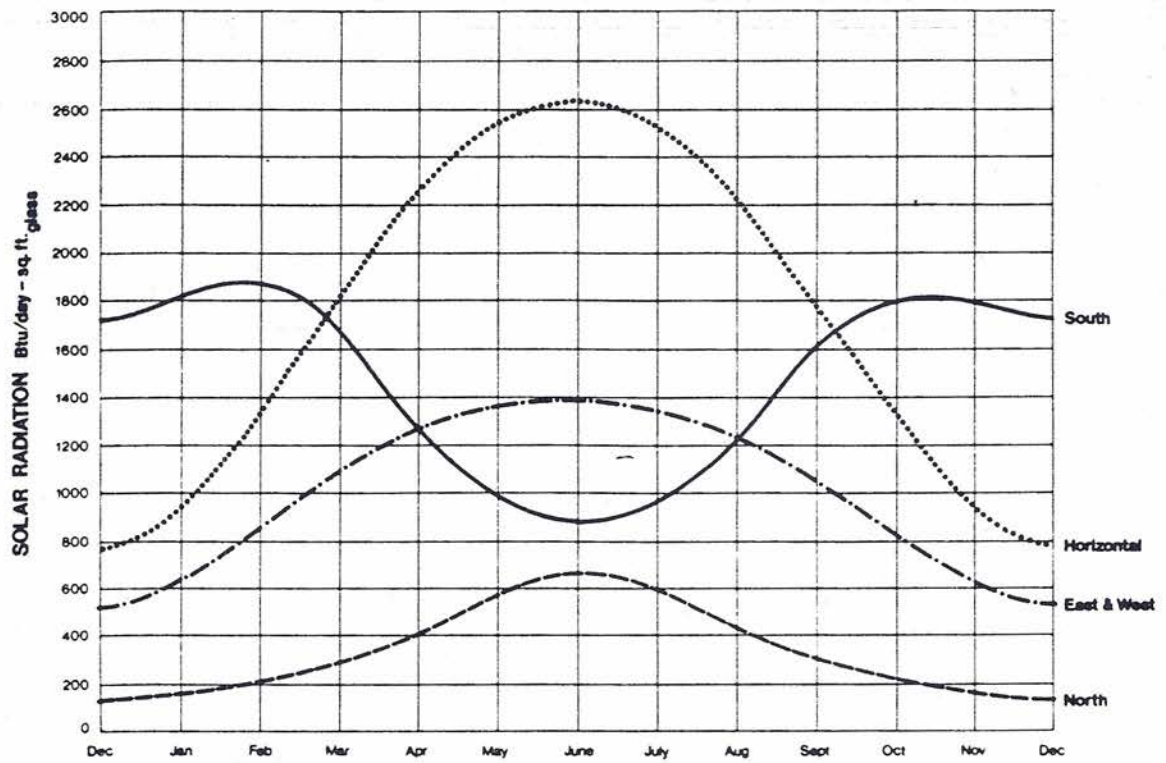


Fig. IV-6b: Comparison of window orientations.

Note: This graph represents clear-day solar radiation values, on the surfaces indicated, for 40°NL.

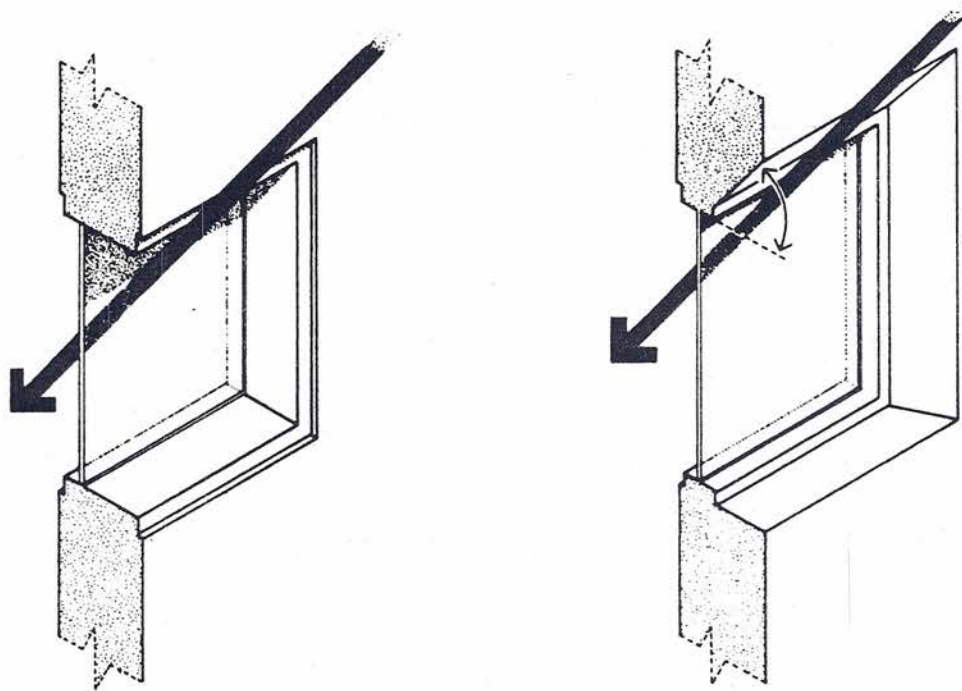
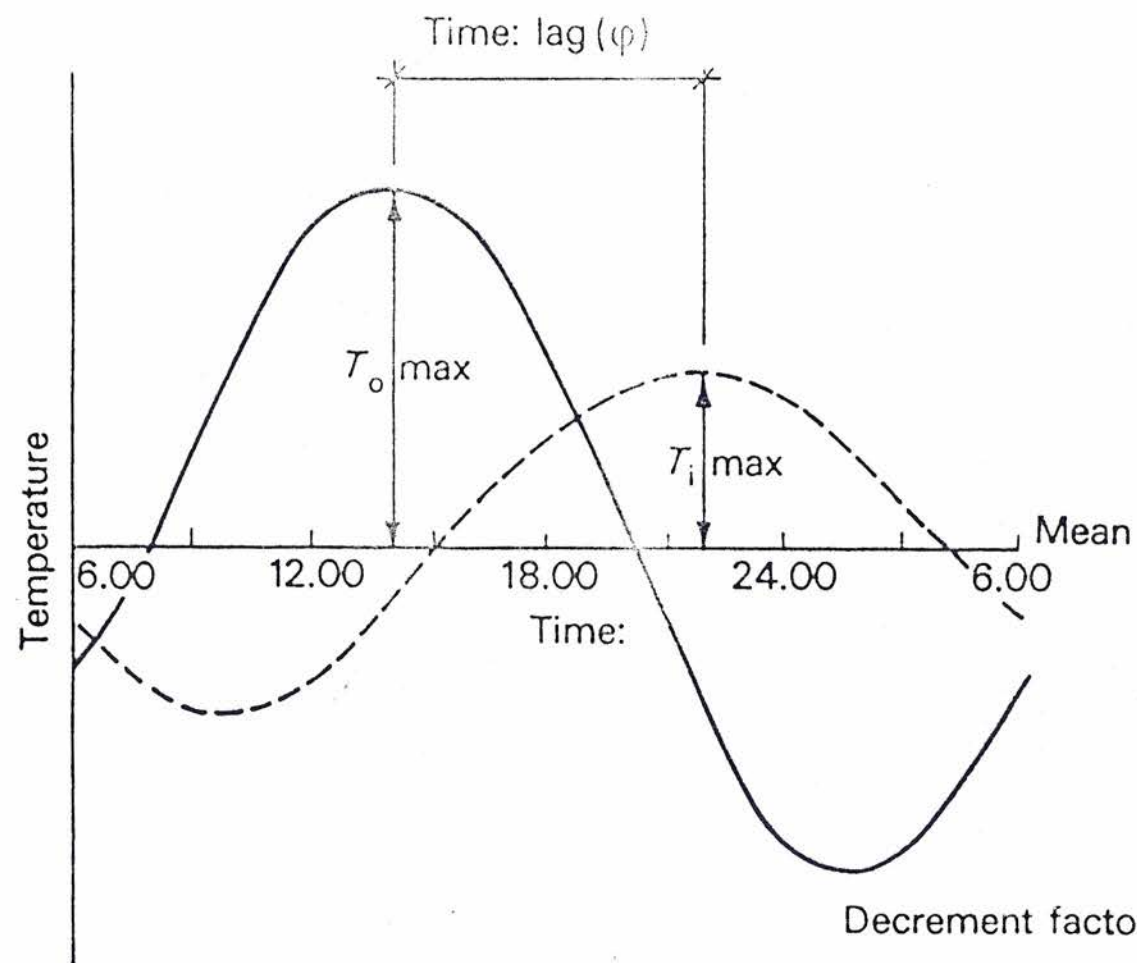
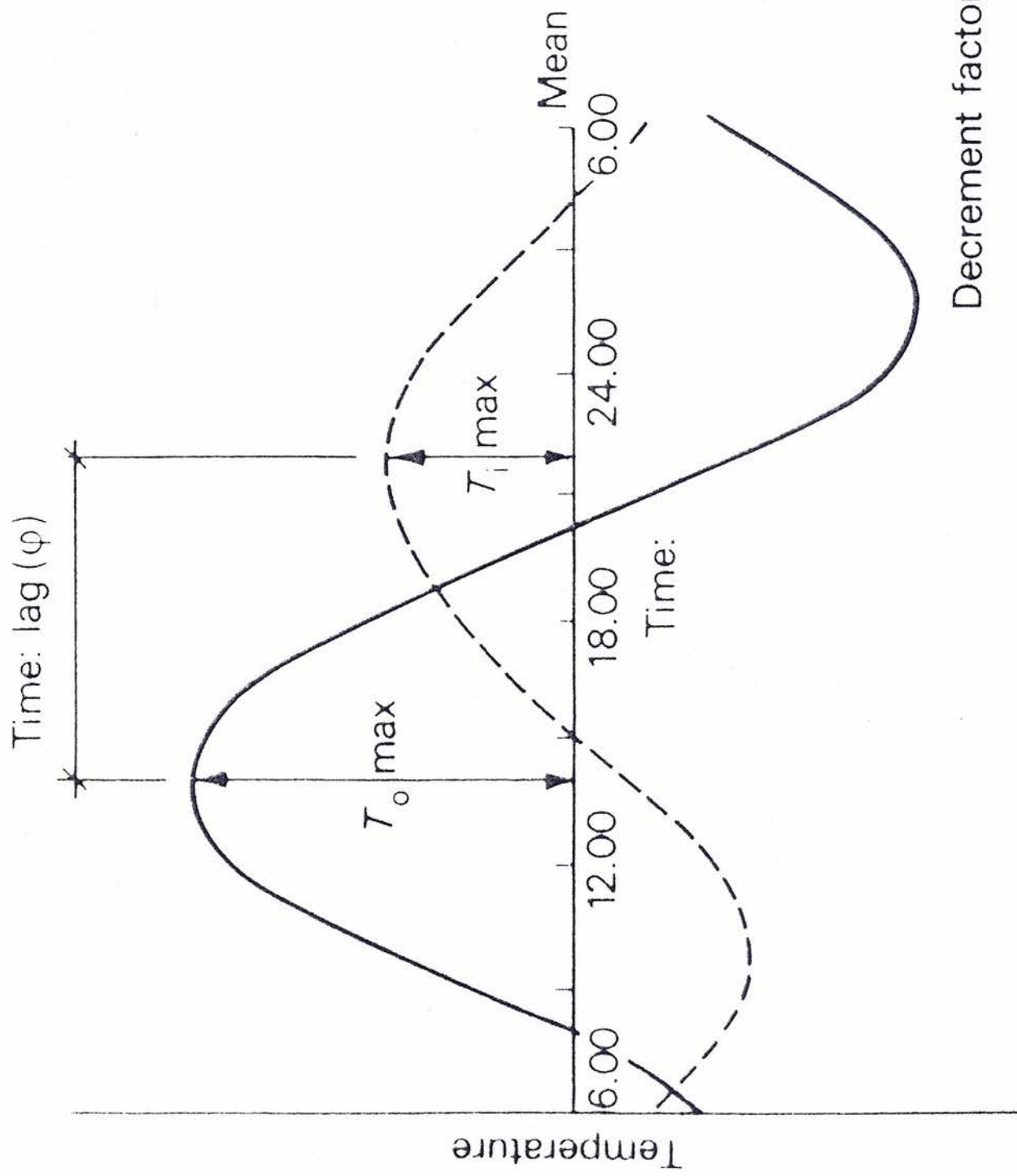


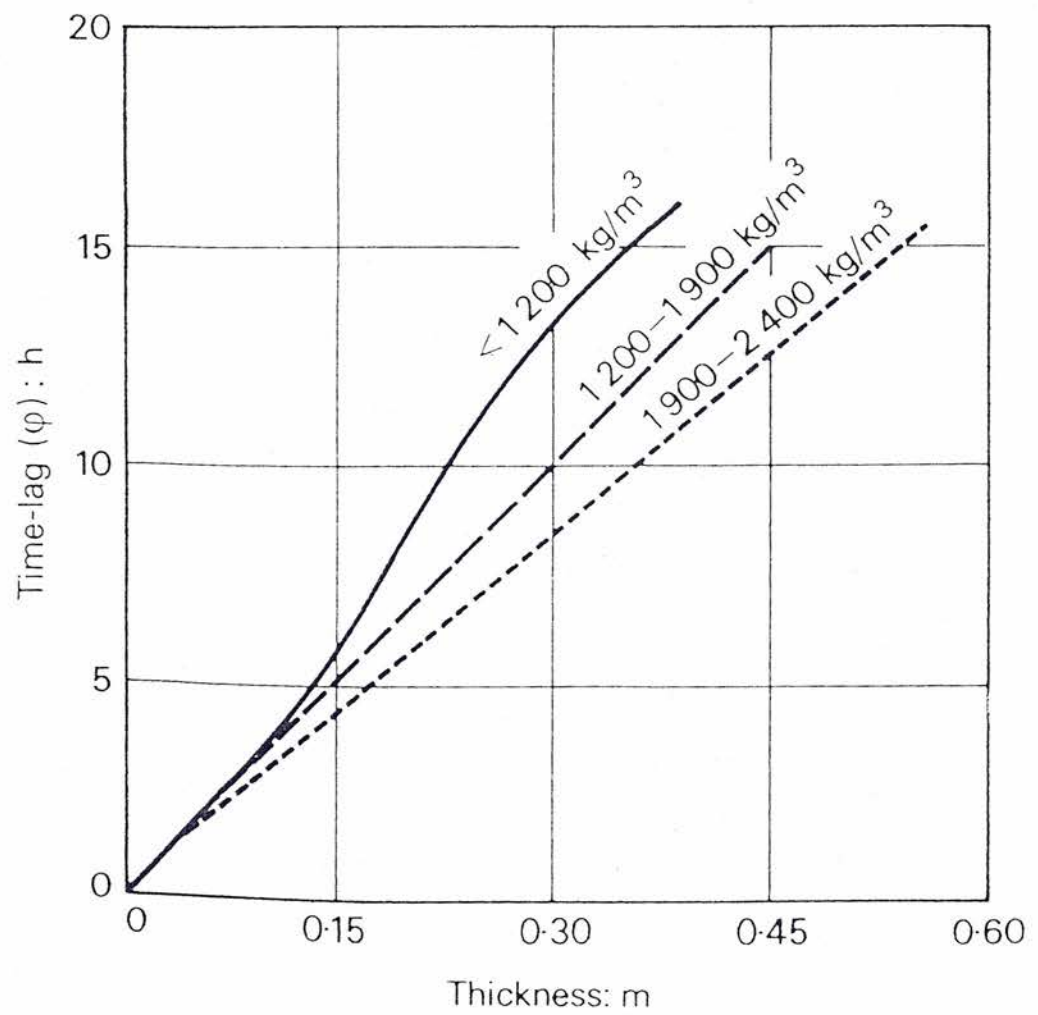
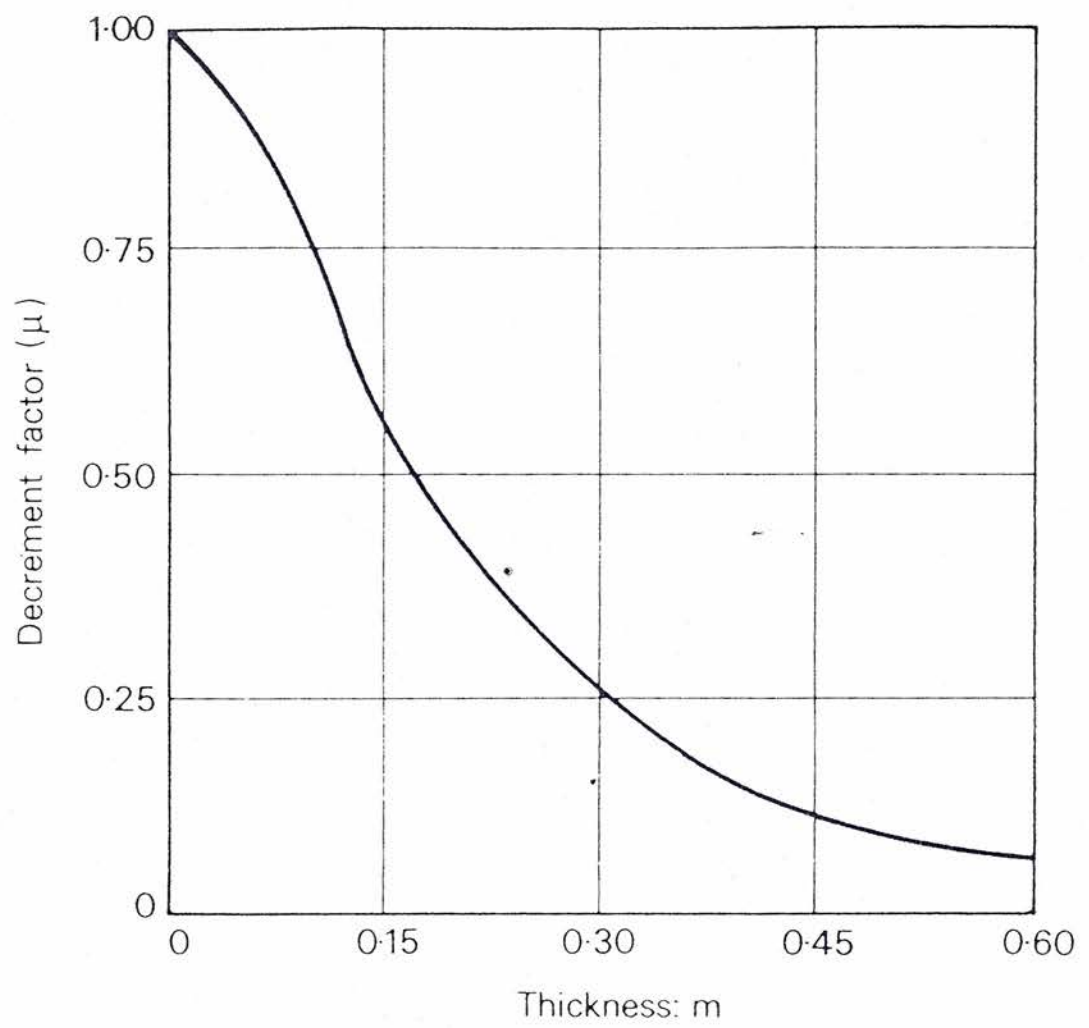
Fig. IV-9b: Splaying the wall will increase heat gain in winter.

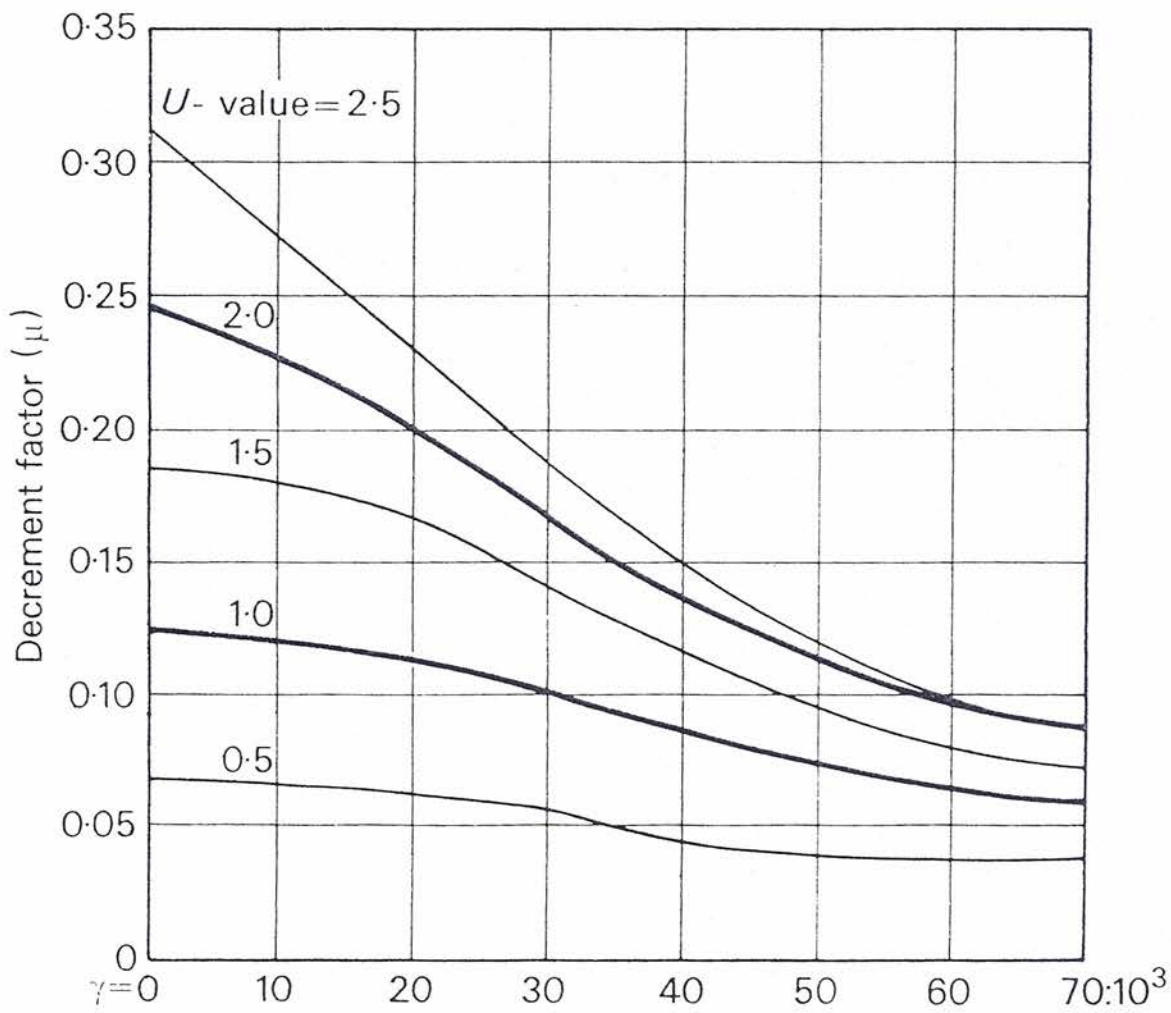
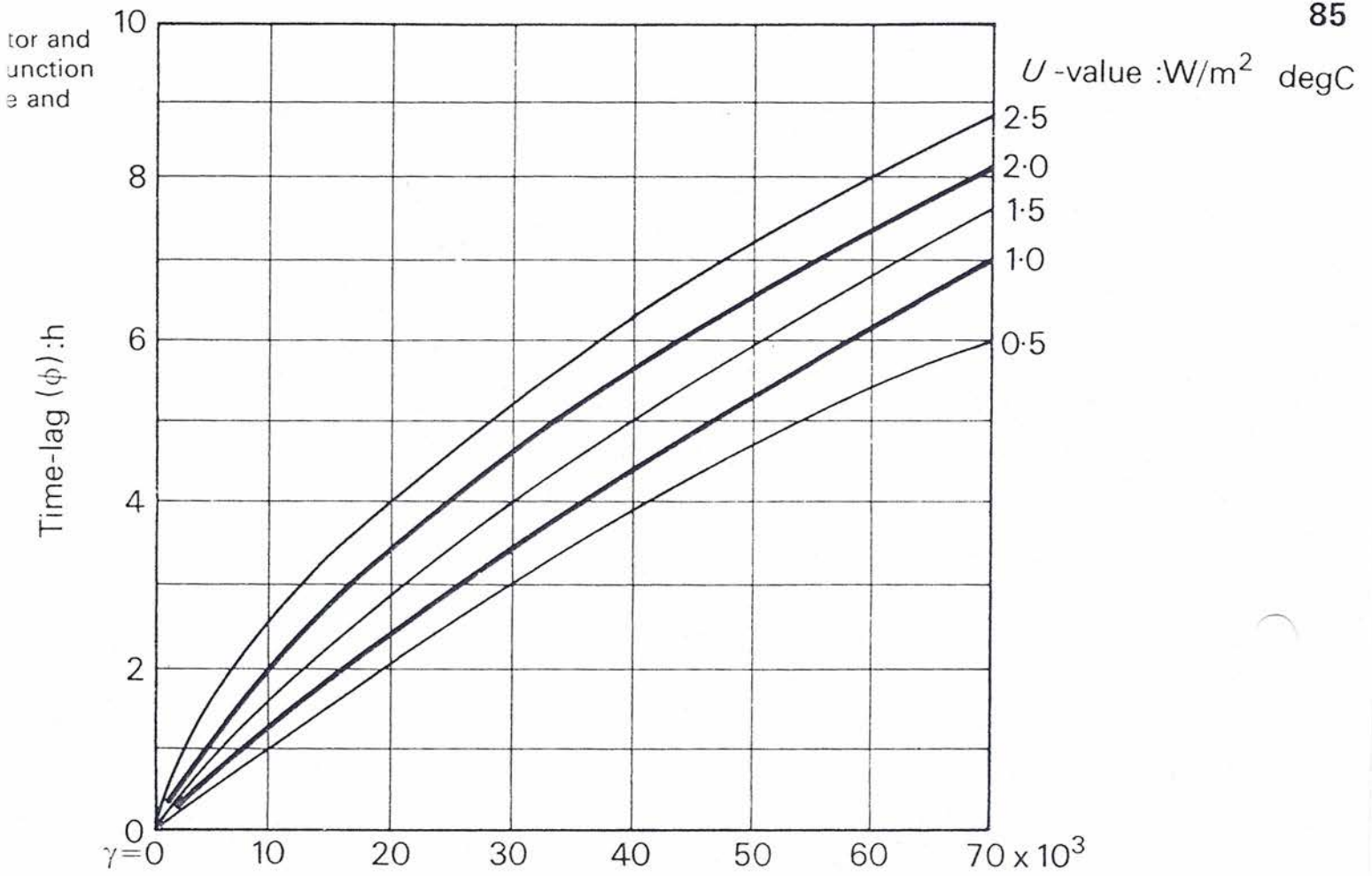
84 Fig 41
Time-lag and
decrement factor





Decrement factor : $\mu = \frac{T_i \text{ max}}{T_o \text{ max}}$





Appendix 6

Time-lag (ϕ – hours) and decrement factor (μ) of some constructions

thickness, mm	50		100		150		200		300	
	$\phi:h$	μ	$\phi:h$	μ	$\phi:h$	μ	$\phi:h$	μ	$\phi:h$	μ
Concrete	1.3	0.67	3.0	0.45	4.4	0.30	6.1	0.20	9.2	0.09
Stabilised earth	—	—	2.4	0.48	4.0	0.34	5.2	0.24	8.1	0.12
Timber	2.5	0.48	5.4	0.23	8.3	0.11	—	—	—	—
Mineral wool	2.5	0.48	5.3	0.22	—	—	—	—	—	—

	$\phi:h$	μ
Walls: Cavity wall, two skins of 100 mm dense concrete blocks, both faces with 15 mm cement render	10.0	0.073
Same, but with hollow concrete blocks	10.8	0.056
Cavity wall, two skins of 100 mm hollow terracotta blocks, both faces with 15 mm cement render	8.7	0.100
Roofs: 100 mm reinforced concrete slab, bituminous asbestos felt finish, with 40 mm glass wool insulation <i>under</i> the slab	3.0	0.450
Same, but insulation on top of the concrete slab	11.8	0.046
240 mm hollow pot slab, underside rendered, 60 mm screed, bituminous asbestos felt membrane, 30 mm concrete paving slabs on 20 mm bedding	12.0	0.045