

Aluminium S

EGLAS

INFORMACJE OGÓLNE - ZASTOSOWANIE - PLANOWANIE

KONTAKT

**ALUMINIUM S
UL. PUSZKINA 80
92-516 ŁÓDŹ
TEL.: 042 677 04 92
FAX: 042 677 04 91
MAIL: biuro@aluminiums.pl**

CZĘŚĆ I

1. Wprowadzenie

Idea szkła SGG EGLAS opiera się na tradycyjnym energooszczędnym niskoemisyjnym szkłe low-e. Warstwa low-e zmniejsza straty ciepłe okna o ok. 30%. SGG EGLAS może być wkomponowane do wszystkich standardowych struktur okiennych: z drewna, aluminium, plastiku i stali.

SGG EGLAS eliminuje wszystkie niedogodności i problemy związane z izolacją termiczną szkła. Ogrzewana elektrycznie powierzchnia szkła eliminuje zjawisko kondensacji na powierzchni szkła, topi śnieg i lód na powierzchni zewnętrznej oraz kompensuje utratę ciepła przez okno.

2. Okna tradycyjne

SGG EGLAS oferuje rozwiązanie problemu zimnej powierzchni okna. Dzięki SGG EGLAS można osiągnąć wysoki komfort poprzez podniesienie temperatury na powierzchni szkła.

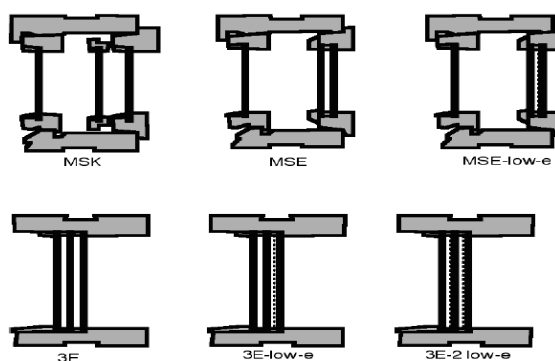
SGG EGLAS występuje ze wszystkimi standardowymi strukturami okiennymi: z drewna, aluminium, plastiku i stali. Może być użyte w formie okna rozwiernego jak i stałego. Rysunek 1 przykłady różnych struktur okiennych.

Okno elektryczne składa się z szyb podwójnie lub potrójnie zespolonych termicznie izolowanych. Podstawową zaletą okna jest jego szczelność. Panele szklane są połączone ramką, która ma właściwości osuszające. Elementy buduje się z materiałów odpornych na wilgoć.

2.2 Przepływ światła i ciepła przez struktury okienne.

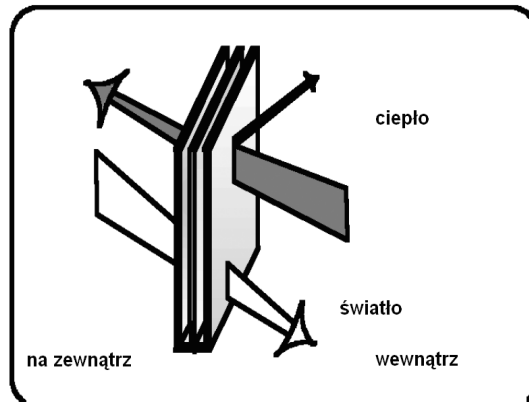
Jeżeli temperatura na zewnątrz jest niższa niż wewnątrz budynku ciepło przemieszcza się poprzez struktury.

Przykłady różnych typów okien

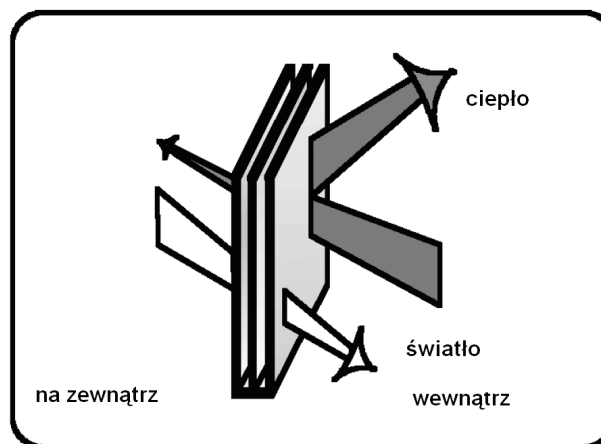


Można poprawić izolację termiczną okna poprzez dodanie kolejnej tafli szkła w oknie. Jednakże każdy dodatkowy panel zwiększa koszty oraz redukuje emisję energii światła słonecznego do wnętrza. Dlatego zaleca się stosowanie szkła niskoemisyjnego, którego przepuszczalność światła jest jak w oknie tradycyjnym, ale ciepło jest odbijane z powrotem do wnętrza. Wartość U szkła potrójnie zespolonego i szkła podwójnie zespolonego z jednym panelem szkła niskoemisyjnego jest taka sama.

Rys. 2a Okno tradycyjne

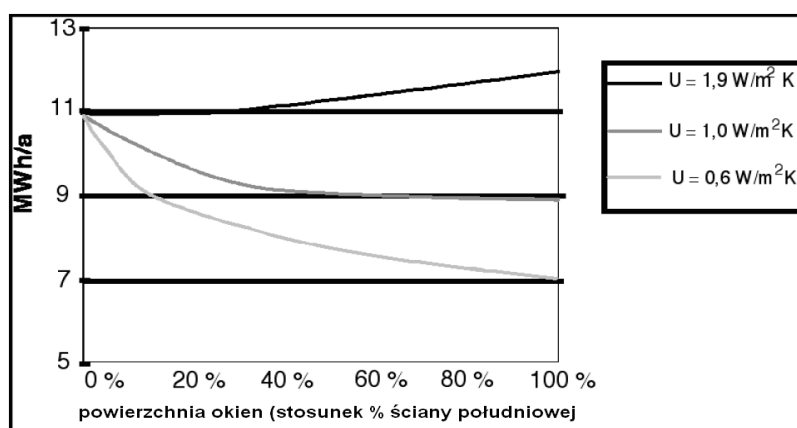


Rys. 2b Okno niskoemisyjne low - e



Szkło niskoemisyjne redukuje straty ciepła. Cyrkulację powietrza oraz przepływ energii cieplnej w obrębie okna ogranicza się wypełniając przestrzeń między panelami gazem o niskim przewodzeniu ciepła, np. argon lub krypton. Nie podnosi to znacząco kosztów okna a redukuje straty ciepła o ok. 10 – 20%.

Rys. 3 przedstawia wpływ powiększenia powierzchni okien na ścianie południowej na zużycie energii w nowoczesnym domu w Finlandii.

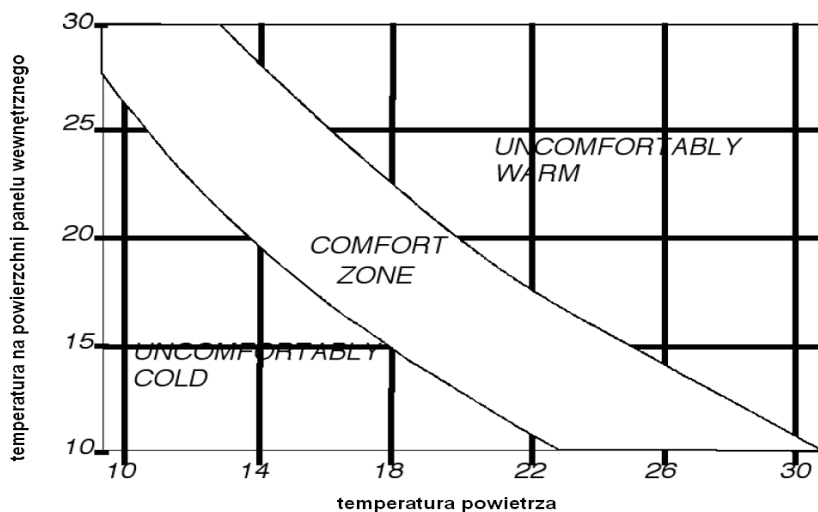


Rysunek przedstawia jak zwiększy się zużycie energii wraz ze zwiększeniem ilości okien, jeśli ich wartość $U = 1,9$. Im niższa wartość U tym mniejsze zużycie energii przy zwiększaniu powierzchni okiennej. W tym konkretnym przykładzie energia słoneczna rekompensuje straty ciepłe okien.

2.3 Wpływ temperatury na powierzchni okna na komfort pomieszczenia.

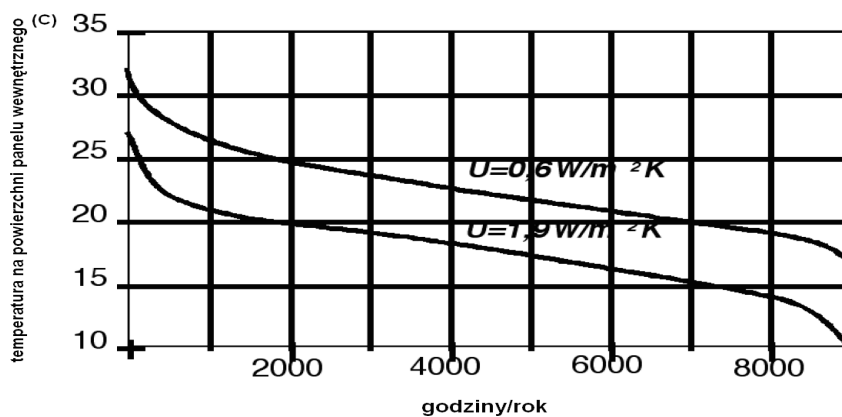
Na poziom temperatury komfortowej dla człowieka wpływają powierzchnie znajdujące się w sąsiedztwie i ich promieniowanie cieplne. Jeśli powierzchnia okien jest zimna kompensuje się to wyższą temperaturą pomieszczenia. Podnosi to koszty zużycia energii.

Rysunek 5 przedstawia wpływ temperatury powietrza i temperatury na powierzchni okna na komfort



Zarówno straty ciepłe jak i temperatura na zewnątrz wpływają na temperaturę na powierzchni okna.

Rysunek 6 obrazuje o ile, w przeciągu setek godzin rocznie, powierzchnia okna ma niższą temperaturę w porównaniu z innymi powierzchniami w pomieszczeniu.



Wykres pokazuje, że stwierdzenie to jest prawdziwe nawet dla okien z niską wartością U.

3. Struktura

3.1. Struktura SGG EGLAS

Idea szkła ogrzewanego elektrycznie jest oparta na szkłe o niskiej emisyjności. Niskoemisyjna warstwa low-e zatrzymuje ciepło. SGG EGLAS występuje w zespoleniach oraz w laminatach.

Proces produkcji SGG EGLAS bardzo niewiele różni się od procesu wytwarzania tradycyjnego szkła izolowanego termicznie. Podstawowa struktura jest jednakowa

1. dwie lub więcej tafli łączy się listwą.
2. komponenty i struktury łączy się materiałami odpornymi na wilgoć i gaz.
3. do wypełnienia przestrzeni między taflami stosuje się gazy o niskim przewodnictwie ciepła.

Główną różnicą pomiędzy SGG EGLAS i tradycyjnym szkłem jest zasilanie elektryczne na bazie elektrod i diod.

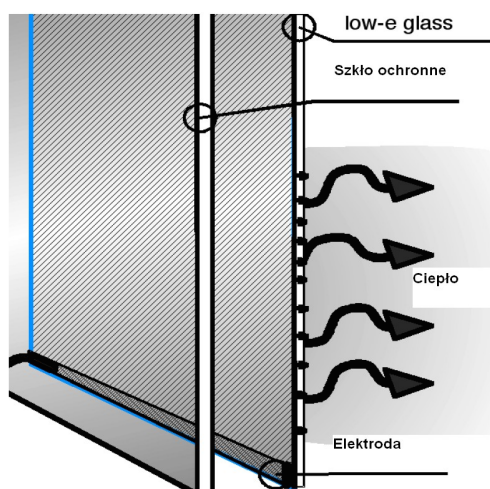
Rys. 7 przedstawia budowę SGG EGLAS. Warstwa przewodząca jest zawsze wewnątrz, dlatego nie można jej uszkodzić.

Obydwa elementy panelu SGG EGLAS są wykonane z bezpiecznego szkła hartowanego. Szkło hartowane wytrzymuje nacisk o 2,5 do 5,0 razy większy niż szkło tradycyjne. W przypadku, gdy potłuczemy szkło, warstwa przewodząca jest uszkodzona i następuje odłączenie prądu.

3.2 Zastosowanie SGG EGLAS

Szkło ogrzewane elektrycznie jest jedynym rozwiązaniem dla problemów związanych z niską temperaturą na powierzchni szkła.

SGG EGLAS jest stosowany do odmrażania okien wszędzie tam, gdzie pojawia się mróz. Topienie śniegu na daszkach i oknach pojazdów to kolejne zadanie SGG EGLAS. W tych zastosowaniach powierzchnia grzewcza skierowana jest na zewnątrz.

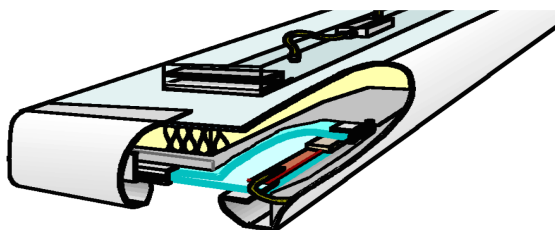


Rys. 7 Budowa SGG EGLAS

Do okna elektrycznego można podłączyć alarm antywłamaniowy. Po rozbiciu szyby, prąd zostaje odcięty i alarm włącza się.

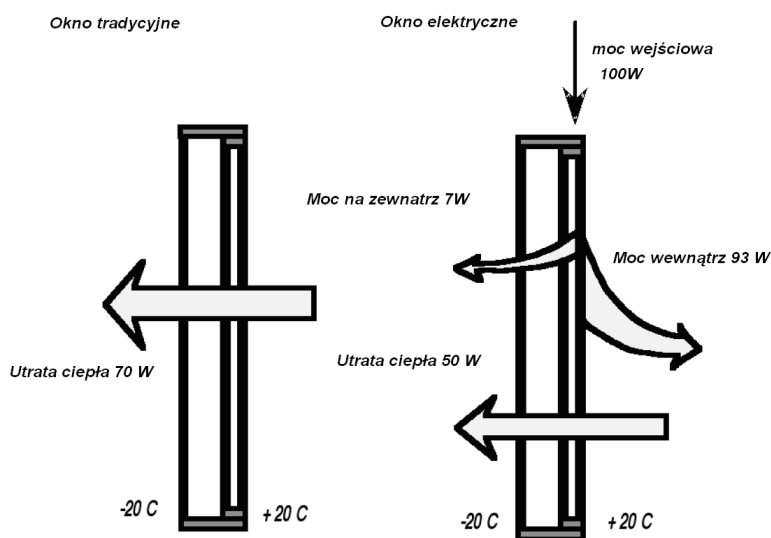
SGG EGLAS ma liczne zastosowania: szyby w autach, pociągach, statkach, jako okna antywłamaniowe, drzwi do chłodni, jako lustra, na których nie osadza się para, z ogrzewaniem promiennikowym.

Rys. 8 Ogrzewanie promiennikowe z użyciem SGG EGLAS.



3.3 Wydajność okna elektrycznego

Według badań instytutu VTT współczynnik wydajności (ilość zużytej energii jaka następnie jest emitowana w postaci ciepła do pomieszczenia) dla potrójnie zespolonego okna elektrycznego jest wysoka i wynosi ok. 93 %, dzięki zastosowaniu szkła niskoemisyjnego. Wydajność zmienia się wraz ze strukturami okiennymi, zmianami temperatury, różnicą temperatur wewnątrz i na zewnątrz.



Rys. 9 przedstawia przepływ ciepła w oknie tradycyjnym i oknie elektrycznym. Na rysunku porównano okno elektryczne z tradycyjnym, całkowicie przeziernym oknem. Straty ciepła dla okna tradycyjnego ($U=1,75$) wynoszą ok. 70% przy różnicy temperatur na

zewnątrz i wewnątrz równej 40°C. W oknie elektrycznym, gdzie warstwa niskoemisyjna jest podłączona do natężenia, promieniowanie ciepła jest skierowane do wewnątrz. Strata ciepła w oknie elektrycznym wynosi 57 W.

3.4 Wpływ okien elektrycznych na zużycie energii w budynku.

Według badań Tampere University of Technology okna elektryczne nie wpływają znacząco na zużycie energii w fińskich budynkach. Jeśli porównamy budynki o jednakowej temperaturze wewnątrz, gdzie w jednym zastosowano okna elektryczne a w drugim zastosowano ogrzewanie promiennikowe, to zauważymy, że okna elektryczne nieznacznie zwiększają zużycie energii. Zużycie zależy od tego jak i kiedy stosujemy okna elektryczne. Różnice mogą oscylować między 0 a 5 % --> 15 – 615 kwh/a, jeśli ilość zużywanej energii w budynku wynosi 13 790 kwh.

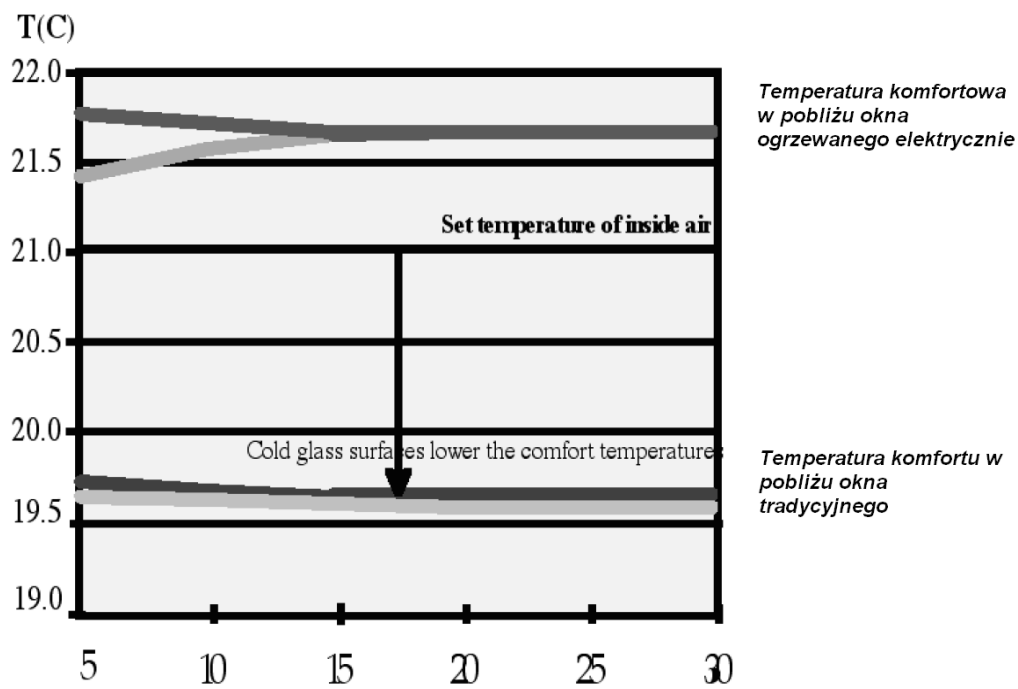
Temperatura wewnątrz domu z elektrycznymi oknami może być, nie odczuwalnie dla rezydenta, obniżana, co kompensuje wyższe zużycie energii okien. Temperaturę wewnątrz można obniżyć o 1°C, co zmniejszy zużycie energii o 5%. Ponieważ silnie odczuwamy temperaturę powierzchni okna będąc w jego pobliżu, dlatego jednakowy poziom komfortu osiąga się przy cieplej powierzchni okna i niższej temperaturze powietrza.

Rys. 10 przedstawia pomiary optymalnych (komfortowych) temperatur w pobliżu okna tradycyjnego i okna elektrycznego. Wykresy pokazują, iż w pomieszczeniu z oknami elektrycznymi temperatura optymalna (poziom komfortu) jest wyższa o 2 stopnie niż przy oknach tradycyjnych. Osoba odczuwa wyższą temperaturę, mimo iż w jednym i drugim przypadku temperatura wnętrza wynosiła 21°C. Dlatego temperatura w pomieszczeniu może być odpowiednio obniżona.

Tabela 3. Wpływ okien elektrycznych na zużycie energii w niewielkim domu.

U	Okres używania okien	Temperatura powierzchni okna	Zmiany w zużyciu energii grzewczej	
			Kwh/a	%
W/m ² K	<i>październik - marzec</i>	° C		
1,5	24h/d	20	115	0,8
	5h/d	20	15	0,1
1,5	24h/d	25	615	4,5
1,5	5h/d	25	155	1,1
0,6	24h/d	20	10	0,1
0,6	5h/d	20	5	0
0,6	24h/d	25	185	1,6
0,6	5h/d	25	55	0,5

Rys. 10 Przedstawia Optymalna temperaturę w pobliżu okna elektrycznego i tradycyjnego.



Temperatura na zewnątrz wynosi -25°C . Temperatura panelu wewnętrznego okna elektrycznego wynosi $+25^{\circ}\text{C}$ (moc wejściowa 130 W/m^2), okna tradycyjnego $+11^{\circ}\text{C}$.

CZĘŚĆ II

Uwaga! Elementy szkła ogrzewanego elektrycznie mogą być produkowane z różnego rodzaju szkła. Kalkulacje, planowanie i wymiarowanie w następujących rozdziałach odnoszą się tylko do Fińskiego SGG EGLAS.

4. ADAPTACJA OKNA ELEKTRYCZNEGO JAKO CZĘŚCI SYSTEMU OGRZEWANIA

4.1 Planowanie

Jak zaplanować ogrzewanie za pomocą okien? Zagadnienia związane z planowaniem i uzgadnianiem, np. wymogi odnoszące się do mocy, energii, łączenie systemów ogrzewania znajdują się w rozdziale 4. O wszystkich zagadnieniach elektrotechnicznych dowiemy się z rozdziału 5. Rozdział 6 omawia wyposażenie i sposób podłączania. Rozdział 7 odnosi się do instalacji okna elektrycznego.

4.2 Moc w różnych zastosowaniach .

Odpowiednio dobrana moc okna elektrycznego zależy przede wszystkim od jego zastosowania.

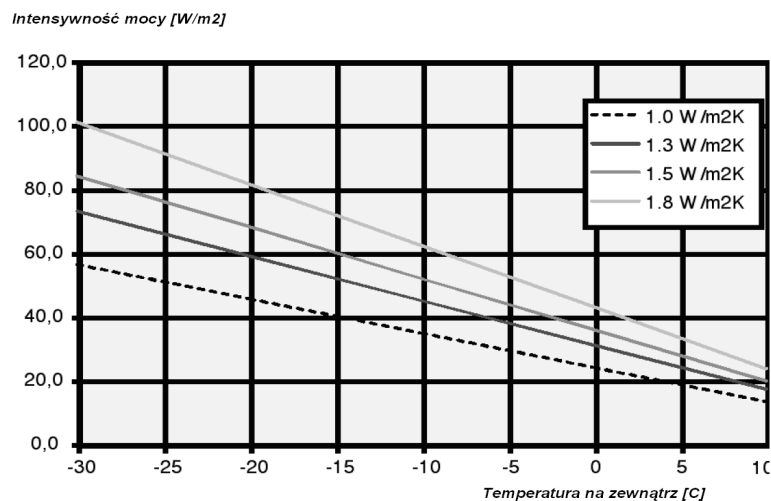
Tabela 4. Moc w różnych zastosowaniach

<p style="text-align: center;">Okna tworzą komfort Moc: 50-100 W/m² temperatura powierzchni okien jest taka sama nie ma zjawiska zimnego podmuchu od okien eliminacja zjawiska kondensacji na powierzchni temperatura powierzchni okna +20 do 25°C</p> <p style="text-align: center;">Okna jako system ogrzewania Moc: 100-300 W/m² okna mogą być głównym źródłem ogrzewania lub ogrzewania dodatkowego. Temperatura powierzchni okna od + 20 do + 40°C</p> <p style="text-align: center;">Zastosowania specjalne Moc: 50-600 W/m² topienie śniegu i lodu na daszkach odmrażanie okien w kokpitach, pojazdach, wieżach kontrolnych itp. Ogrzewanie tarasów, ogrodów zimowych, daszków ogrzewanie szklarni temperatura powierzchni okna zależy od zastosowania</p> <p style="text-align: center;">Typowy zasięg mocy to 80 – 250 W/m².</p>
--

Rys. 11 przedstawia funkcję ilości utraconego ciepła przez różne struktury okienne (wartości $U=1,0; 1,3; 1,8$ W/mk) w zależności od temperatury zewnętrznej.

Jeśli używamy okna elektrycznego w celu kompensowania utraty ciepła intensywność mocy zalecanej można odczytać z rys. 12.

Rys. 11 Kompensacja strat ciepła dla okien elektrycznych, wymagana intensywność mocy.



Przykład 4.2.1 Używamy okno elektryczne (okno MSE potrójnie zespolone , $U= 1,3$ W/m^2) w celu kompensacji strat ciepła. Temperatura na zewnątrz wynosi $- 25^{\circ}C$, powierzchnia okna wynosi $2,0$ m^2 .

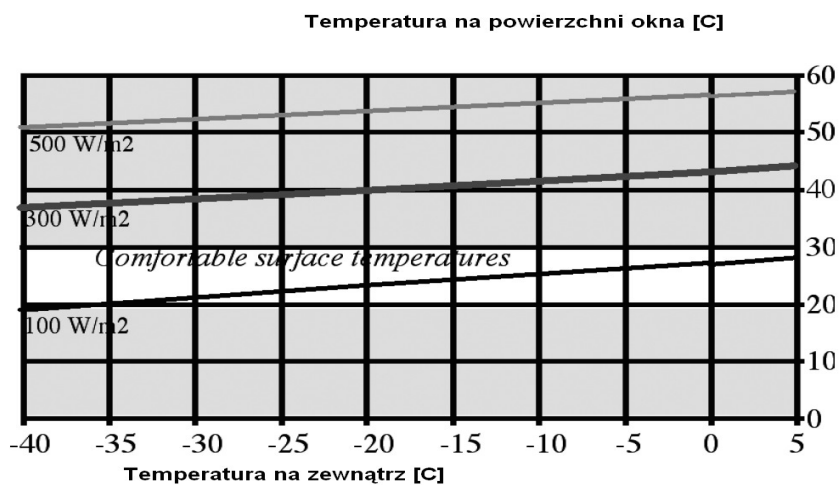
Wymagana intensywność mocy (wg rys. 12): 65 W/m^2

Wymagana ilość ciepła: 65 $W/m^2 * 2,0$ $m^2 = 130$ W

Rys.12 przedstawia wpływ różnych intensywności mocy i temperatury zewnętrznej na temperaturę na wewnętrznej powierzchni potrójnie zespolonego okna elektrycznego.

Temperatura na powierzchni okna podwójnie zespolonego będzie nieznacznie niższa (1 – 5%). Optymalną temperaturę określa przedział od 20 do $30^{\circ}C$.

Rys. 12 Wpływ różnych intensywności mocy i temperatury zewnętrznej na temperaturę na wewnętrznej powierzchni okna elektrycznego.

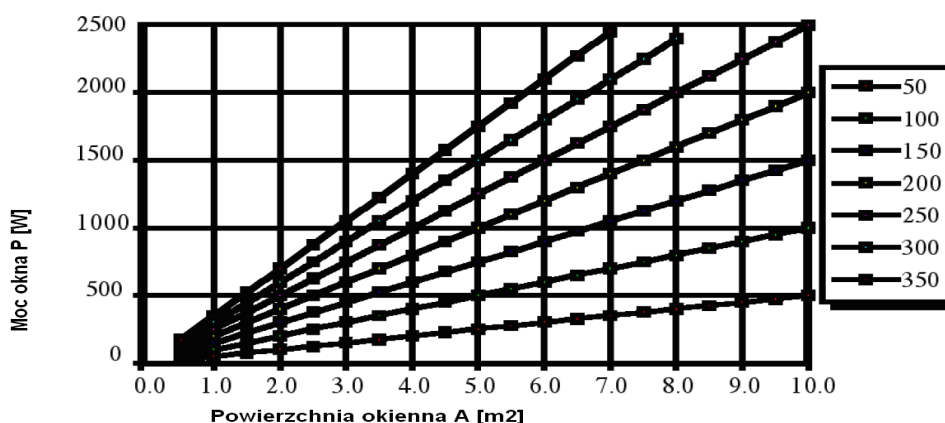


4.3 Wpływ wymiarów okna na moc

Tabela nr 5 przedstawia niezbędną powierzchnię okien w sytuacji gdy są one używane jako główne źródło ogrzewania. Tabela pokazuje powierzchnię zmieniającą się wraz z intensywnością mocy. (100 W/m² i 300 W/m²) oraz wymaganą mocą grzewczą.

Kubatura V (m ³)	Wymagana moc 15 W/m ³			Wymagana moc 20 W/m ³			Wymagana moc 25 W/m ³		
	P(W)	Amax(m ²)	Amin(m ²)	P(W)	Amax(m ²)	Amin(m ²)	P(W)	Amax(m ²)	Amin(m ²)
15	225	2,3	0,8	300	3,0	1,0	375	3,8	1,3
20	300	3,0	1,0	400	4,0	1,3	500	5,0	1,7
25	375	3,8	1,3	500	5,0	1,7	625	6,3	2,1
30	450	4,5	1,5	600	6,0	2,0	750	7,5	2,5
35	525	5,3	1,8	700	7,0	2,3	875	8,8	2,9
40	600	6,0	2,0	800	8,0	2,7	1000	10,0	3,3
45	675	6,8	2,3	900	9,0	3,0	1125	11,3	3,8
50	750	7,5	2,5	1000	10,0	3,3	1250	12,5	4,2
55	825	8,3	2,8	1100	11,0	3,7	1375	13,8	4,6
60	900	9,0	3,0	1200	12,0	4,0	1500	15,0	5,0
65	975	9,8	3,3	1300	13,0	4,3	1625	16,3	5,4
70	1050	10,5	3,5	1400	14,0	4,7	1750	17,5	5,8
75	1125	11,3	3,8	1500	15,0	5,0	1875	18,8	6,3
80	1200	12,0	4,0	1600	16,0	5,3	2000	20,0	6,7
85	1275	12,8	4,3	1700	17,0	5,7	2125	21,3	7,1
90	1350	13,5	4,5	1800	18,0	6,0	2250	22,5	7,5
95	1425	14,3	4,8	1900	19,0	6,3	2375	23,8	7,9
100	1500	15,0	5,0	2000	20,0	6,7	2500	25,0	8,3

Rys. 13 przedstawia ilość wytwarzanego ciepła przez okno elektryczne w zależności od powierzchni okiennej i intensywności mocy.



Rys. 13 Wytwarzane ilość ciepła przez okno z różną intensywnością mocy.

4.4 Kombinacja różnych form ogrzewania.

Okazuje się, że lepsze rezultaty przynosi stosowanie mieszanych systemów ogrzewania, niż bazowanie na jednym. Gdy rozpatrujemy kombinacje różnych systemów, należy się zastanowić, jakie źródło odgrywa jaką rolę.

Należy zadać sobie następujące pytania:

- czy okna będą głównym źródłem ogrzewania, a inne systemy, jak np. ogrzewanie podłogowe, sufitowe będą służyły jako do regulacji temperatury
- czy okna będą przede wszystkim źródłem temperatury komfortowej, pozostawiając inne systemy grzewcze
- czy okna będą służyć do regulacji temperatury wraz z innymi systemami grzewczymi
- czy ogrzewanie okienne będzie używane sporadycznie

Bardzo dobre efekty przynosi łączenie ogrzewania podłogowego i ogrzewania okiennego jako regulatora temperatury oraz ogrzewania sufitowego z ogrzewaniem okiennym jako źródła komfortu.

5. ELEKTRYKA - PLANOWANIE.

Kolejne paragrafy pokazują alternatywne sposoby podłączenia okien.

5.1 Obliczanie oporu i projektowanie dla SGG EGLAS:

Okna elektryczne można podłączać w następujący sposób:

- podłączenie pojedynczego okna bezpośrednio do napięcia elektrycznego
- podłączenie grupy okien bezpośrednio do napięcia elektrycznego
- podłączenie okna pojedynczego lub grupy okien przez transformator.

1. W zasadzie nie można podłączyć pojedynczego okna bezpośrednio do napięcia. Zależy to od niskiego oporu okna elektrycznego. Opór warstwy przewodzącej jest ustalony. Mimo, iż opór może zmieniać się delikatnie, w zależności od producenta okna, to odchylenie to jest zbyt małe aby brać je pod uwagę przy wymiarowaniu. Wymiary okna wpływają bezpośrednio na jego opór.
2. Ponieważ przy ustalaniu wymiarów okien rzadko bierze się pod uwagę specyfikację elektrotechniczną, okna powinny być podłączane w seriach aby utrzymać właściwy poziom mocy.
3. Jeśli nie można osiągnąć właściwego poziomu mocy poprzez grupowanie okien należy zastosować transformatory lub inne systemy regulowania.

Wszystkie kalkulacje powinno rozpoczynać się od obliczenia oporu pojedynczego elementu SGG EGLAS.

Procedura planowania elektryki powinna wyglądać następująco:

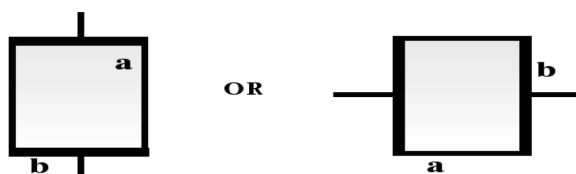
1. Wybierz miejsce ulokowania elektrod. Jeśli chcesz otrzymać najwyższy opór umieść elektrody na krótszych bokach panelu. Jeśli wystarczy niższy opór, elektrody umieszcza się na bokach dłuższych. Jeśli grupuje się okna, elektrody powinny być umieszczane na bokach o podobnej długości.
2. Oblicz opór pojedynczego elementu.
3. Połącz elementy w taki sposób, aby w całości dawały jak najwyższy opór. Zwróć uwagę na różnicę w wymiarach.
4. Oblicz ilość wytwarzanego ciepła i intensywność mocy elementu/grupy elementów.
5. Jeśli nie możesz osiągnąć odpowiedniego poziomu mocy, oblicz jaki rodzaj transformatora potrzebujesz.

5.1 Obliczanie oporu elementu SGG EGLAS

Warstwa niskoemisyjna low -e jest przewodnikiem elektrycznym i odnoszą się do niej wszystkie formuły związane z elektrycznością. Kształt i stosunek długości boków mają wpływ na opór.

Jeśli odległość między elektrodami to a , b to szerokość elektrod, to opór szkła/okna kształtuje się następująco:

Rys. 14 Wymiary okna.



$$(1) R = R_s \frac{a}{b}$$

R_s = opór części aktywnej szkła [W]

a = odległość między elektrodami

b = długość elektrod

Wzór 1 oblicza opór tafli szkła niskoemisyjnego. Opór jest ustalony i zależy od producenta szkła. Zazwyczaj wynosi on pomiędzy 15 a 25 W. Szkło hartowane SGG EKOPLUS S, szeroko używane do produkcji okien elektrycznych, ma opór 17 W (niektóre źródła podają R/\wedge - opór kwadratowy).

Podczas obliczania oporu można używać wymiarów zewnętrznych elementów, zamiast precyzyjnych długości elektrod i odległości między nimi.

Daje to wystarczająco dokładne wyniki, mimo iż ani szerokość elektrod, ani wykończenie boków nie jest brane pod uwagę. Jeżeli powierzchnia okna elektrycznego jest mała (długość boku mniejsza od 0,8 m) wykończenie boków powinno być brane pod uwagę. Należy wtedy pomniejszyć długość i szerokość szkła o 10 mm, wtedy $R = R_s * (a - 0,02)m / (b - 0,02)m$.

Przykład 5.1.1 Wymiary elementu SGG EGLS (SGG EKOPLUS S, $R_s = 17$ W) wynoszą 2800 mm x 1400 mm. Jaki jest opór tego elementu?

a) jeżeli elektrody są umieszczone na dłuższych bokach to:

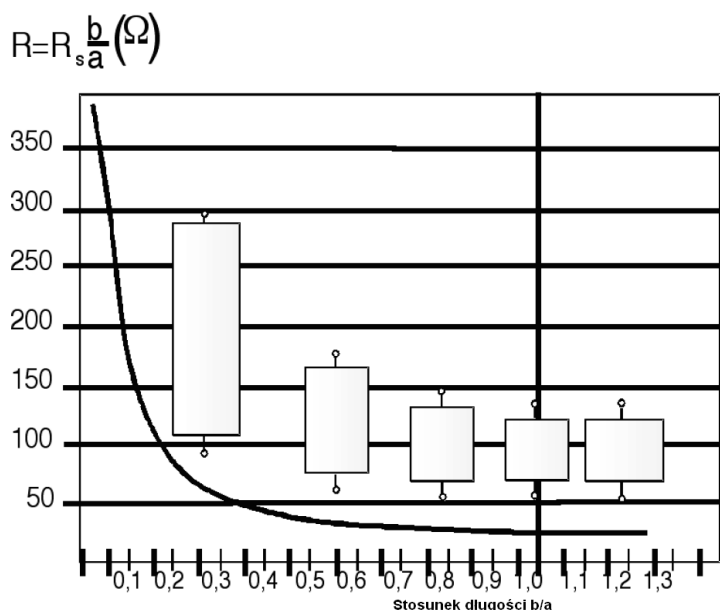
$$R = R_s * \frac{a}{b} = 17 \text{ W} * \frac{1,4 \text{ m}}{2,8 \text{ m}} = 8,5 \text{ W}$$

b) jeżeli elektrody są umieszczone na krótszych bokach to:

$$R = R_s * \frac{a}{b} = 17 \text{ W} * \frac{2,8 \text{ m}}{1,4 \text{ m}} = 34 \text{ W}$$

Przykład pokazuje jak umiejscowienie elektrod wpływa na opór elementu. Aby uzyskać opór maksymalny elektrody trzeba umieszczać na dłuższych bokach.

Właściwości elektryczne każdego elementu są dokładnie badane w fabryce. Dane są dołączane do produktu.



Rys. 15 Obrazuje graficznie relacje między wymiarami a oporem. W tabeli 6 przedstawiono dane numerycznie.

Tabela 6. Opór w zależności od wymiarów szkła. Długość boków oscyluje pomiędzy 0,2 i 4,0 m. Obliczenia odnoszą się do szkła o oporze = 19 W. Minimalne wymiary okna elektrycznego: 120 mm x 260 mm. Wymiary maksymalne okna: 2170 mm x 4000 mm.

Dlaczego kształt okna elektrycznego wpływa na jego opór?

Warstwę niskoemisyjną można porównać do przewodnika, którego opór oblicza się wg wzoru:

$$R = \rho \cdot s / A$$

R = opór przewodnika

r = oporność ciała przewodzącego [Wm}

s = długość ciała [m] (np. odległość między elektrodami)

A = pole powierzchni przekroju [m²] (np. długość elektrod * grubość warstwy przewodzącej Dx)

Według powyższego wzoru całkowity opór szkła niskoemisyjnego będzie wynosił:

$$R = \rho / \Delta x \cdot \text{odległość między elektrodami} / \text{długość elektrod} \Rightarrow R = R_s \cdot a/b$$

5.2 Determinanty mocy okna elektrycznego

Do obliczania mocy stosuje się podstawowe wzory na elektryczność:

$$P = V \times I = V^2 / R \text{ (W)} \Rightarrow [V = \sqrt{P \times R} \text{ (V)}]$$

Opór jest zdefiniowany wg wzoru podstawowego. Wynika z tego, że ilość wytwarzanego ciepła przez okno elektryczne wynosi:

$$P = V^2 / R_s \times \text{długość elektrod} / \text{odległość elektrod} = V^2 / R_s \cdot b/a$$

Dzieląc ilość wytwarzanego ciepła przez powierzchnie okna otrzymujemy intensywność mocy:

$$P/A = V^2 / A \times R = V^2 / R_s \times l / a^2 \text{ (W / m}^2\text{)}$$

Przykład 5.2.1 Okno elektryczne ($R_s = 17W$) ma mieć intensywność mocy większą od $250W/m^2$
Wymiary okna to $3200 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$; $A = 2,56 \text{ m}^2$

Elektrody są umieszczone na krótszych bokach okna, co daje nam opór:

$$R = 17 \text{ W} \times 3,2 \text{ m} / 0,8 \text{ m} = 38 \text{ W}$$

Jeżeli okno ma być podłączone bezpośrednio do napięcia (230 V), ilość produkowanego ciepła kształtuje się następująco:

$$P = (230^2 \text{ V}^2) / (38 \text{ W}) = 778 \text{ W}$$

Intensywność mocy w tym wypadku wynosi $778 \text{ W} / 2,56 \text{ m}^2 = 304 \text{ W/m}^2$

Natężenie okna wynosi $3,4 \text{ A}$.

Przykład 5.2.2 Okno elektryczne ($R_s = 17 \text{ W}$) ma mieć średnią intensywność mocy równą 100 W/m^2 .
Wymiary okna to $1800 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$; $A = 1,44 \text{ m}^2$

Elektrody są umieszczone na krótszych bokach okna, co daje opór $R = 17 \text{ W} \times 1,8 \text{ m} / 0,8 \text{ m} = 38 \text{ W}$

Jeśli podłączymy okna bezpośrednio do napięcia (230 V), wartość wytwarzanego ciepła wyniesie: $P = (230^2 \text{ V}^2) / (38 \text{ W}) = 1392 \text{ W}$, a intensywność mocy wyniesie 859 W/m^2 ; natężenie wynosi $6,0 \text{ A}$.

Aby otrzymać pożądaną poziom intensywności mocy trzeba użyć transformatora. Napięcie transformatora powinno wynieść:

$$U = \sqrt{(P \times R)} = \sqrt{(100 \text{ W/m}^2 \times 1,44 \text{ m}^2 \times 38 \text{ W})} = 74 \text{ V}$$

Transformator powinien być przewidziany na trochę wyższą moc niż obliczona. W tym przypadku należy zastosować transformator $230/80V$.

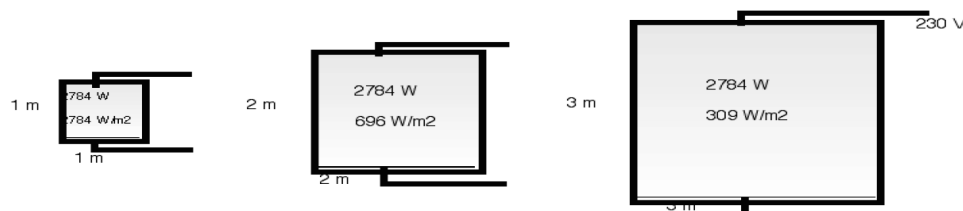
Wtedy moc w drugim obiegu wynosi:

$P = 80^2 \text{ V}^2 / 38 \text{ W} = 168 \text{ W}$, intensywność mocy:wynosi 117 W/m^2 , a natężenie $2,1 \text{ A}$. Element może być używany do utrzymywania temperatury komfortowej lub do odmrażania.

5.2.1 Wpływ wymiarów okna na moc – okna kwadratowe

Opór okna kwadratowego jest zawsze stały. Oznacza to, że ilość wytwarzanego ciepła także jest stała dla danego napięcia. Natomiast intensywność mocy zmienia się wraz z wielkością okna.

Rys. 17 Ciepło i intensywność mocy dla okna kwadratowego; $R_s = 19 \text{ ohm}$, $U = 230 \text{ V}$
Ponieważ długości boków okna są takie same, stosunek długości do wysokości redukuje się:



$$R = R_s \times \text{odległość między elektrodami} / \text{długość elektrod} = R_s$$

$$P = U^2 / R_s * \text{odległość między elektrodami} / \text{długość elektrod} = U^2 / R_s$$

5.2.2 Wpływ kształtu okna na moc – stosunek długości boków

Moc i ciepło okna są jak powyżej: $P = U^2 / R_s * \text{odległość między elektrodami} / \text{długość elektrod} = U^2 / R_s$

Jeśli okno jest podłączone do stałego napięcia (np. 230 V), P zależy od wymiarów okna. Dla SGG EKOPLUS S $U^2 / R_s = 3112$ i:

$$P = 3112 * a/b \text{ (W)}$$

$$P/A = 3112/ a^2 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

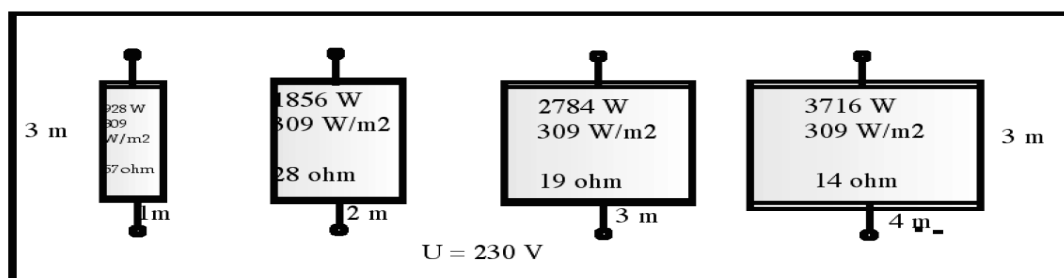
Jeżeli zastosujemy inne szkło lub napięcie jest inne niż 230 V , zmieni się składnik 3112.

Stosunek długości boków okna wpływa na ilość wytwarzanego ciepła.

Wpływ długości elektrod na intensywność mocy

Długość elektrod nie wpływa na intensywność mocy. Ilość ciepła jest wprost proporcjonalna do długości elektrod.

Rys. 20 Wpływ długości elektrod na ilość ciepła i na intensywność mocy (odległość między elektrodami jest stała).



Wpływ odległości elektrod na intensywność mocy

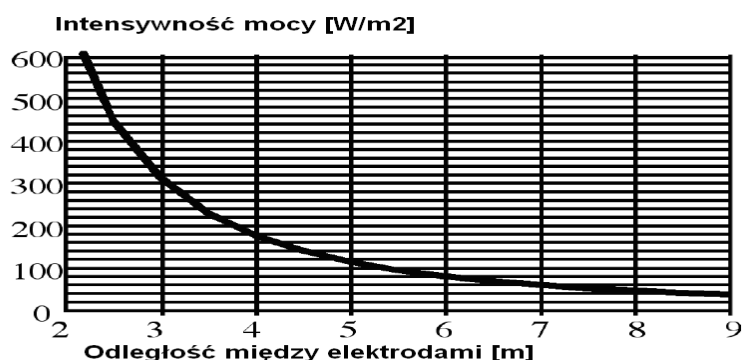
Intensywność mocy okna elektrycznego jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości elektrod.

Na przykład jeżeli potroimy odległość między elektrodami, intensywność mocy zmniejszy się dziewięć razy (jeżeli nie zmieni się długość elektrod , ilość ciepła zmniejszy się trzykrotnie).

Rys. 19 przedstawia jak ilość ciepła i intensywność mocy zmieniają się wraz ze wzrostem odległości między elektrodami.

Rys. 19 Odległość między elektrodami zmienia się; wpływ na ciepło i intensywność mocy.

R = 19 ohm	P = 2784 W P/A = 2784 W/m ²
R = 38 ohm	P = 1392 W P/A = 696 W/m ²
R = 57 ohm	P = 928 W P/A = 309 W/m ²
R = 76 ohm	P = 696 W P/A = 174 W/m ²



5.3 Alternatywne sposoby podłączania okna elektrycznego

5.3.1 Podłączanie okna elektrycznego bezpośrednio do napięcia.

Jeśli okno jest wystarczająco duże (odległość między elektrodami) lub intensywność jest odpowiednio wysoka okno elektryczne można podłączyć bezpośrednio do napięcia (przykład 5.2.1).

5.3.2 Grupowanie okien

Jeśli okna nie mogą być podłączone bezpośrednio do napięcia to należy je tak pogrupować, aby osiągnąć właściwy poziom mocy.

Należy unikać dużych różnic wartości intensywności mocy w oknach, które są ze sobą podłączone.

Grupowanie okien może być porównane do łączenia ze sobą oporników o różnym oporze.

– sytuacja jasna- łączenie elementów o identycznej wysokości lub szerokości

Jeżeli okna podłączone ze sobą mają tę samą wysokość lub szerokość sprawa jest prosta. Elektrody są umiejscowione na bokach o tej samej długości. Suma odległości między elektrodami wszystkich okien determinuje opór i moc tej serii.

Seryjnie podłączone okna o jednakowej szerokości przypominają sytuację, gdy podłącza się długie pojedyncze okno.

$R_{tot} = R_s \cdot \Sigma \text{ odległość między elektrodami} / \text{długość elektrod}$

Aby otrzymać odpowiedni opór w serii należy podłączyć taką ilość elementów, aby stosunek wartości sumy odległości między elektrodami a ich długością był wystarczająco wysoki.

Przykład 5.3.1 Następujące elementy są połączone seryjnie: 1200 mm x 1000 mm; 800 mm x 1000 mm; 1500 mm x 1000 mm. Elektrody są umieszczone na bokach o długości 1000 mm. Jaka jest wartość wytwarzanego ciepła, intensywność mocy, opór i natężenie serii ? ($R_s = 17 \text{ W}$).

$R = R_s \times (\Sigma \text{ odległość}) / \text{długość} = 17 \text{ W} \times (1,2 + 0,8 + 1,5) \text{ m} / 1,0 \text{ m} = 59,5 \text{ W}$

$P = U^2 / R = 230^2 \text{ V}^2 / 59,5 \text{ W} = 889 \text{ W}$

$I = p / U = 889 \text{ W} / 230 \text{ V} = 3,9 \text{ A}$

$P/A = 889 \text{ W} / 2,9 \text{ m}^2 = 307 \text{ W/m}^2$



– elementy o różnych wymiarach

Jeśli podłączamy elementy różniące się znacznie rozmiarami należy grupować razem elementy o podobnej intensywności mocy.

Tabela poniżej przedstawia procedurę grupowania elementów

1. wybierz miejsce zamocowania elektrod
2. oblicz opór dla każdego pojedynczego elementu R_i
3. oblicz całkowity opór serii $R_{tot} = \sum R_i$
4. oblicz natężenie dla serii $I = U/R_{tot}$
5. oblicz całkowitą ilość wytwarzanego ciepła przez serię $P_{tot} = U I$
6. oblicz wytwarzane ciepło i intensywność mocy dla pojedynczych elementów
 $P_i = R_i I^2$
 $P_i / A_i = R_i I^2 / A$
7. sprawdź czy wartości intensywności mocy poszczególnych elementów nie różnią się zbyt między sobą i czy nie odbiegają od zaprojektowanej mocy. Jeśli różnice wartości intensywności są niewielkie elementy mogą być ze sobą połączone
8. jeśli rezultaty nie są zadowalające postaraj się zmienić położenie elektrod .

Przykład 5.3.2. W saunie znajdują się 4 wysokie i wąskie okna (800 mm x 1600 mm), a między nimi znajduje się większe okno (2500 mm x 1400 mm). W saunie uzyskuje się temperaturę komfortu podnosząc temperaturę na powierzchni okien. Tym samym eliminujemy problemy z kondensacją i odmrażaniem okien. Zaprojektowana intensywność mocy wynosi 50...100 W/m², użyto szkła EGLAS, opór tafli : $R_s = 17$ ohm.

Ponieważ okna są prawie jednakowej wysokości (1600 mm vs. 1400 mm) elektrody są umieszczone na bokach pionowych (patrz rysunek).

Opór wąskiego okna wynosi: $R_{wężkie} = 17 \text{ ohm} \cdot 800 \text{ mm} / 1600 \text{ mm} = 8,5 \text{ ohm}$

opór okna większego wynosi: $R_{większe} = 17 \text{ ohm} \cdot 2500 / 1400 = 30 \text{ ohm}$. Opór całkowity serii wynosi konsekwentnie 64 ohm.

Natężenie całkowite serii wynosi:

$$I_{tot} = 230 \text{ V} / 64 \text{ ohm} = 3,6 \text{ A}$$

Ilość wytwarzanego ciepła przez serię wynosi:

$$P_{tot} = 230 \text{ V} \cdot 3,6 \text{ A} = 828 \text{ W}$$

Ilość wytwarzanego ciepła przez wąskie okna wynosi:

$$P_{wężkie} = 8,5 \text{ ohm} \cdot (3,6 \text{ A})^2 = 110 \text{ W}$$

i intensywność mocy:

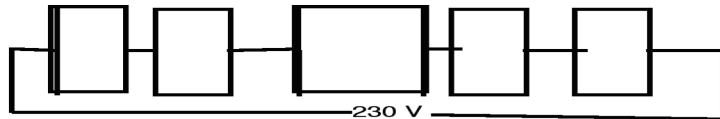
$$P_{wężkie} / A_{wężkie} = 110 \text{ W} / 1,28 \text{ m}^2 = 86 \text{ W/m}^2$$

Ilość wytwarzanego ciepła przez większe okno wynosi:

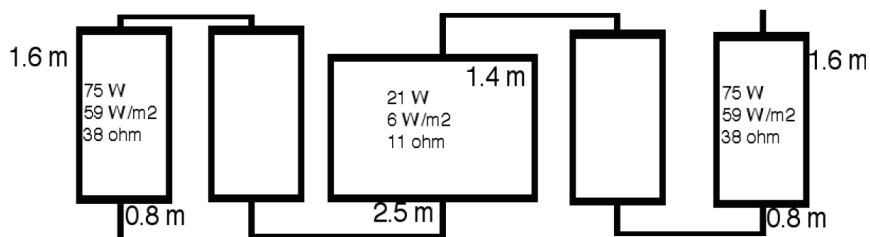
$$P_{\text{większe}} = 30 \text{ ohm} * (3,6 \text{ A})^2 = 389 \text{ W}$$

i intensywność mocy:

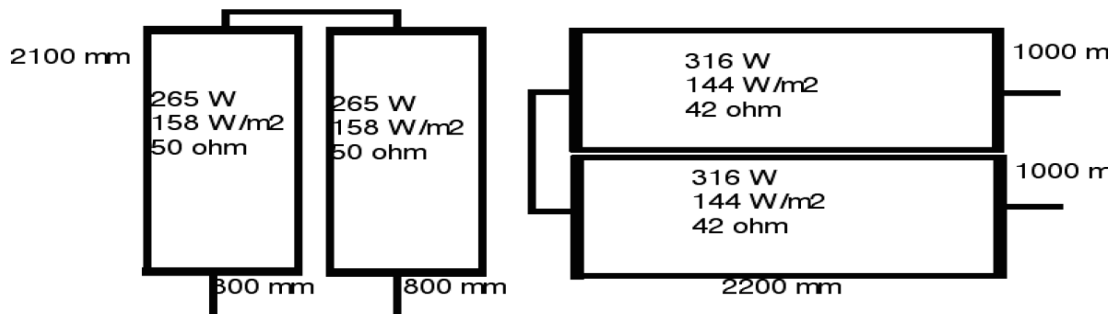
$$P_{\text{większe}} / A_{\text{większe}} = 389 \text{ W} / 3,5 \text{ m}^2 = 111 \text{ W/m}^2$$



Elementy można podłączyć seryjnie, różnice w wartościach intensywności mocy wynoszą 34 %. Jeżeli elektrody znajdowałyby się na brzegach poziomych różnice w wartościach intensywności mocy byłyby o wiele większe - intensywność dla okien wąskich jest dziewięć razy większa niż okna większego.



Przykład 5.3.3 Pokój konferencyjny jest częściowo ogrzewany za pomocą okien elektrycznych. W pomieszczeniu znajdują się 4 okna, dwa o wymiarach 800 mm x 2100 mm, a dwa o wymiarach 2200 mm x 1000 mm; $R_s = 19 \text{ W}$.



W tym przypadku jedynym rozwiązaniem jest połączenie ze sobą okien o jednakowych wymiarach. Różnica intensywności mocy między grupami nie jest duża – 158 W/ m² i 144 W/m² dlatego grupy można połączyć ze sobą.

5.3.3 Transformatory

Jeżeli nie można pogrupować okien lub grupowanie nie prowadzi to otrzymania odpowiedniego poziomu mocy należy zastosować transformator.

Moc transformatora powinna być o 10 – 20 % wyższa od mocy elementów.

Transformatorom jest poświęcony rozdział 6.2

5.4 Przykłady

Przykład 5.4.1 Okno w ogrzewaniu – sypialnia

Powierzchnia sypialni zajmuje 15 m², wysokość 2,5 m – kubatura to 37,5 m³. Wymagana moc grzewcza to 850 W. W sypialni znajdują się dwa identyczne okna o wymiarach szerokość: 1,0 m i wysokość: 1,5 m; powierzchnia okien: 2 x 1,5 m² = 3,0 m²

Wymagana intensywność mocy:

$$P/A = 850 \text{ W} / 3,0 \text{ m}^2 = 283 \text{ W/m}^2$$

Elektrody znajdują się na krótszych bokach okien, co daje w rezultacie opór jednego okna:

$$R = 17 \text{ W} * (1,5 \text{ m} / 1,0 \text{ m}) = 25,5 \text{ ohm}$$

Jeśli okna są połączone seryjnie opór całkowity wynosi 51 ohm.

W tym wypadku ilość wytwarzanego przez okna ciepła będzie:

$$P = 230^2 \text{ V}^2 / 51 \text{ ohm} = 1037 \text{ W}$$

Intensywność mocy wyniesie

$$P/A = 1037 \text{ W} / 3,0 \text{ m}^2 = 346 \text{ W/m}^2$$

Moc przekracza wymagany poziom, ale jest akceptowalna. Należy zastosować ograniczenie temperatury, np. + 30... 35C

Przykład 5.4.2 Okno w ogrzewaniu – biuro

Powierzchnia biura to 20 m², wysokość pokoju 2,5 m (kubatura: 50 m³). Wymagana moc grzewcza wynosi ok. 1000 W, przy czym 700 W ma być wytwarzane przez okna.. W pomieszczeniu znajdują się 3 identyczne okna o szerokości 1,1 m i wysokości 1,4 m (powierzchnia okienna: 3 x 1,54 m² = 4,62 m²).

Intensywność mocy:

$$P/A = 700 \text{ W} / 4,62 \text{ m}^2 = 152 \text{ W/m}^2$$

Jeżeli elektrody znajdują się na krótszych bokach okien, opór okna wynosi:

$$R = 17 \text{ ohm} * (1,4 \text{ m} / 1,1 \text{ m}) = 21,6 \text{ ohm}$$

Jeśli połączymy okna seryjnie, opór całkowity wyniesie 65 ohm.

Całkowita ilość produkowanego ciepła :

$$P = 230^2 \text{ V}^2 / 65 \text{ ohm} = 814 \text{ W}$$

Intensywność mocy wynosi:

$$814 \text{ W} / 4,62 \text{ m}^2 = 176 \text{ W/m}^2$$

Poziom mocy jest zbliżony do oczekiwanego.

Przykład 5.4.3 Okno w temperaturze komfortowej – sala konferencyjna z kominkiem

Sala konferencyjna jest ogrzewana za pomocą ogrzewania podłogowego. Duże okna elektryczne są używane do eliminowania zjawiska zimnego podmuchu. Powierzchnia sali ma 30 m² a wysokość wynosi 2,8 m (kubatura 84³). Moc grzewcza okien ma wynosić 1800 W. W sali jest 8 okien, 4 o szerokości 0,8 m i wysokości 0,6 m i 4 o szerokości 0,4 m i wysokości 1,8 m, powierzchnia okienna to 7,68 m². Średnia intensywność mocy powinna wynosić ok. 100 W/m².

Elektrody znajdują się na bokach o długości 0,8 m, co daje opór mniejszych elementów:

$$R = 19 \text{ ohm} * (0,6 \text{ m} / 0,8 \text{ m}) = 14,25 \text{ ohm}$$

i większych:

$$R = 19 \text{ ohm} * (1,8 \text{ m} / 0,8 \text{ m}) = 42,75 \text{ ohm}$$

Poprzez połączenie elementów większych z mniejszymi otrzymujemy serię o oporze:

$$R = 114 \text{ ohm} (= 2 * 14,25 \text{ ohm} + 2 * 42,75 \text{ ohm})$$

Ilość wytwarzanego przez serię ciepła :

$$P = 230^2 \text{ V}^2 / 114 \text{ W} = 464 \text{ W}$$

Jeśli grupy okien małych i dużych połączymy równolegle to ilość wytwarzanego ciepła wyniesie:

$$P = 2 * 464 \text{ W} = 928 \text{ W}$$

Intensywność mocy wyniesie:

$$P = 928 \text{ W} / 7,68 \text{ m}^2 = 120 \text{ W/m}^2 - \text{wynik bliski oczekiwanemu.}$$

Przykład 5.4.4 Topienie śniegu – dach z przeszkleniami w budynku użyteczności publicznej

W celu pozbywania się lodu i śniegu zastosowano szkło elektryczne. Przeszklenie składa się z 27 okien o wymiarach 1,2 m x 1,5 m o łącznej powierzchni 48,6 m². Powierzchnia grzewcza okna jest skierowana na zewnątrz. Oczekiwana intensywność mocy to 200 W/m².

Jeśli umieścimy elektrody na dłuższych bokach okien, opór każdego elementu będzie wynosił:

$$R = 19 \text{ ohm} * (1,2 \text{ m} / 1,5 \text{ m}) = 15,2 \text{ ohm}$$

Trzy elementy połączone w serię będą miały opór całkowity równy 45,6 W. Ilość wytwarzanego ciepła wyniesie:

$$P = 230^2 \text{ V}^2 / 45,6 \text{ ohm} = 1160 \text{ W} (215 \text{ W/m}^2).$$

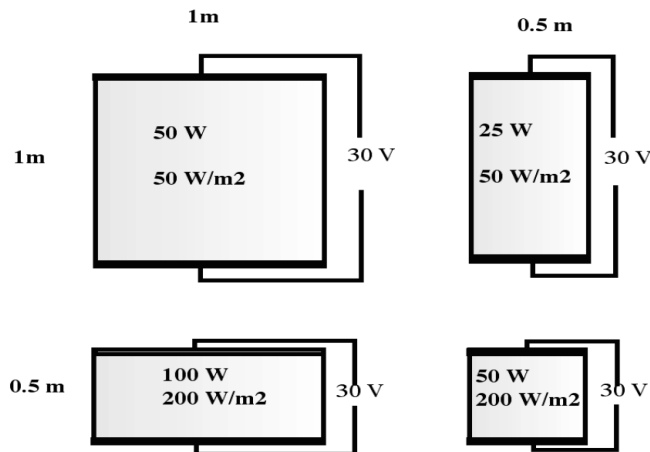
Ilość wytwarzanego ciepła przez przeszklenie dachu wyniesie 9(serii) * 1160 W = 10 441 W.

Intensywność mocy wyniesie:

$$P = 10441 \text{ W} / 48,6 \text{ m}^2 = 215 \text{ W/m}^2$$

5.4.5 Podsumowanie

- panele szklane o pewnych kształtach wytwarzają taką samą ilość ciepła, niezależnie od wymiarów (zmienia się intensywność mocy)
- ilość wytwarzanego ciepła jest wprost proporcjonalna do stosunku długości elektrod do odległości między nimi
- intensywność mocy w panelach szklanych, gdzie odległość między elektrodami jest jednakowa jest zawsze taka sama, niezależnie od długości elektrod
- intensywność mocy jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między elektrodami.



6. URZĄDZENIA KONTROLNE I REGULUJĄCE DLA OKIEN ELEKTRYCZNYCH

6.1 Metody i strategie kontroli

Wszystkie urządzenia regulujące i kontrolujące używane wraz z tradycyjnym ogrzewaniem można stosować z oknami elektrycznymi. Stosuje się zarówno termostaty elektroniczne jak i mechaniczne. W oknach elektrycznych lub w grupie elementów instaluje się czujnik temperatury, jeśli wymaga tego stosowany poziom mocy. Jeżeli intensywność mocy jest niska, tj. ok. 100 W/m^2 , temperatura na powierzchni okna nigdy nie jest wysoka. Jeżeli intensywność mocy jest wysoka, okno/okna jako część serii przyjmujące największą wartość mocy jest wyposażone w czujnik temperatury. W sytuacji gdy mamy liczną grupę elementów należy zwrócić uwagę, aby czujnik nie ograniczał za bardzo poziomu mocy mniejszych elementów.

Czujnik temperatury jest ustawiony odpowiednio do zastosowania okna elektrycznego:

Ogrzewanie	+20...+40° C
Temperatura optymalna	+15...+25° C
Odmrażanie	+10...+20° C
Topienie lodu	+5...+20° C

Czujnik temperatury może być używany do regulacji temperatury. W tym wypadku należy ustawić niższe temperatury.

Jeśli czujnik jest połączony z transformatorem, należy go podłączyć do pierwotnej części transformatora.

Regulatory w pełni elektroniczne nie nadają się do kontrolowania transformatorów i styczników.

Urządzenia kontrolujące i regulujące dla pojedynczego elementu i grupy elementów

Termostat jest podłączony do górnego rogu okna lub w przypadku grupy okien, na górnym brzegu okna, które otrzymuje największy "ładunek". Termostat mierzy temperaturę na powierzchni okna i służy do jej kontroli.

Można zastosować kombinację termostatu podłogowego i pokojowego. Termostat ogrzewania podłogowego jest umieszczony w górnej części okna i służy do kontroli temperatury. Termostat pokojowy reguluje temperaturę pomieszczenia.

Można rozdzielić termostat kontrolujący i regulujący, jeśli temperatura w pomieszczeniu jest kontrolowana przez termostat połączony z innymi częściami składowymi systemu ogrzewania.

Scentralizowane systemy regulacji i kontroli

W scentralizowanych systemach kontroli termostat podłogowy jest używany do kontroli a termostat pokojowy do regulacji temperatury.

Jeśli zainstalujemy czujnik temperatury, okno elektryczne może być regulowane razem z innymi urządzeniami systemu ogrzewania, np. z ogrzewaniem podłogowym.

Większe grupy okien można regulować za pomocą przekaźnikowych czujników (jeśli zainstalowano czujnik temperatury).

6.2 Transformatory i regulatory napięcia

Jeżeli napięcie okna lub grupy okien jest niższe od 230 V stosuje się transformatory lub elektroniczne regulatory napięcia.

Wartość U

Tabela 1 Wartości U dla różnych typów struktur okiennych. Emisyjność 0,1 – 0,3

Szkło	Gaz	U [W/m ²]
2 przezierne panele	powietrze	2,7 – 2,9
3 przezierne panele	powietrze	1,8 – 1,9
panel przezierny + panel low - e	powietrze	1,7 – 2,1
panel przezierny + panel low - e	argon	1,4 – 1,9
panel przezierny + panel low - e	krypton	1,2 – 1,7
2 panele przezierne + panel low - e	powietrze	1,3 – 1,5
2 panele przezierne + panel low - e	argon	1,1 – 1,3
2 panele przezierne + panel low - e	krypton	0,9 – 1,2
panel przezierny + 2 panele low - e	powietrze	1,0 – 1,3
panel przezierny + 2 panele low - e	argon	0,8 – 1,1
panel przezierny + 2 panele low - e	krypton	0,6 – 1,0
2 panele przezierne +2 folie low -e	krypton	0,6 – 0,7
2 panele low - e	próżnia	0,3 – 0,6
2 panele przezierne + aerożel	próżnia	0,2 – 0,4

DYSTRYBUCJA MONTAŻ I DORADZTWO PROJEKTOWE

ALUMINIUM S
UL. PUSZKINA 80
92-516 ŁÓDŹ
TEL.: 042 677 04 92
FAX: 042 677 04 91
MAIL: biuro@aluminiums.pl



A member of the Saint-Gobain Glass network of fit-out specialists