

Nowoczesne instalacje
wodne i grzewcze



SYSTEM **KAN-therm**

Poradnik

ogrzewania powierzchni
otwartych

PL 04/2014



TECHNOLOGIA SUKCESU



ISO 9001

SYSTEM **KAN-therm**

OGRZEWANIE POWIERZCHNI OTWARTYCH

Opracowanie:
mgr inż. Krzysztof Sękowski
mgr inż. Jacek Juchnicki

Warszawa luty 2004
Firma **KAN** Sp. z o. o.

Przedruk i kopiowanie bez zgody firmy **KAN** Sp. z o. o.
ZABRONIONE !

Spis treści poradnika ogrzewań powierzchni otwartych.

Wstęp.....	2
1. Ogrzewanie powierzchni otwartych.....	3
1.1. Charakterystyka ogólna.....	3
1.2. Konstrukcja ogrzewań.....	3
1.3. Wielkości charakteryzujące konstrukcję grzenika.....	4
1.4. Strumień ciepła oddawane przez powierzchnie otwarte.....	7
1.5. Orientacyjne wymagane temperatury wody w węzownicach.....	8
1.6. Opory przepływu wody i spadki temperatury w węzownicach.....	9
1.7. Zasady wymiarowania cieplnego i hydraulicznego.....	9
1.8. System zasilania ogrzewań powierzchni otwartych.....	14

Wstęp.

System instalacyjny **KAN-therm** w skład którego wchodzi między innymi rury PE-RT, PE-Xc, daje szerokie możliwości zastosowania w ogrzewaniach typu płaszczyznowego, w których odpowiednio zabudowane rury stanowią bezpośrednio element grzejny.

Do ogrzewań płaszczyznowych można zaliczyć:

- ogrzewania powierzchni otwartych (powierzchnie stykające się z powietrzem zewnętrznym - płyty boisk i stadionów, ciągi komunikacyjne, podjazdy do garaży, zewnętrzne schody i tarasy).
- ogrzewania wewnątrz budynków typu podłogowego, sufitowego, ściennego.

W przypadku ogrzewań wewnątrz budynków można stosować różne konstrukcje grzejników płaszczyznowych w zależności od uwarunkowań architektonicznych oraz przeznaczenia obiektów np:

- hale sportowe z ogrzewanymi podłogami typu elastycznego,
- podłogi o konstrukcji drewnianej z pustką powietrzną,
- konstrukcje ogrzewań podłogowych wylewanych - wykonywane tzw. metodami mokrymi,
- konstrukcje ogrzewań podłogowych wykonywane metodami suchymi - szczególnie przydatne w przypadku remontów i adaptacji obiektów.

Celem niniejszego opracowania jest zapoznanie projektanta ze specyfiką tego typu rozwiązań oraz podaniem metod ich projektowania. Niniejsze wydanie, które oddajemy w Państwa ręce poświęcone jest ogrzewaniom powierzchni otwartych.

Firma **KAN** dostarcza również program **KAN co - Graf**, posiadający opcję projektowania ogrzewań podłogowych, program doboru wydajności ogrzewań podłogowych w konstrukcjach z pustką powietrzną (podłogi elastyczne).

Zasady wykonywania i montażu instalacji zostały podane w Poradniku Projektanta i Wykonawcy wydanym przez **KAN**, który stanowi kompendium wiedzy o systemie **KAN-therm**, a przestrzeganie zasad w nim podanych jest podstawowym warunkiem udzielania gwarancji.

Oprogramowanie firmy **KAN** do projektowania instalacji grzewczych, instalacji wody ciepłej i zimnej wraz z cyrkulacją dostępne jest bezpłatnie na stronie internetowej www.kan.com.pl.

1. Ogrzewanie powierzchni otwartych.

Ogrzewania powierzchni zewnętrznych mogą występować w następujących przypadkach:

- ogrzewania boisk i muraw stadionów,
- ogrzewania dróg i ciągów komunikacyjnych, schodów podjazdów i tarasów mających kontakt z powietrzem zewnętrznym,
- lądowisk helikopterów na dachach budynków, itp.

1.1. Charakterystyka ogólna.

Ogrzewania powierzchni stykających się z powietrzem zewnętrznym z reguły spełniają następujące funkcje:

- niedopuszczenie do powstawania warstwy lodu na powierzchniach,
- utrzymanie założonej temperatury powierzchni i jej osuszanie,
- rozmrożenie warstwy lodu na tych powierzchniach.

Ogrzewania tego typu realizowane są poprzez zabudowę rur PE-RT lub PE-Xc w podłożu (analogia do ogrzewania podłogowego) bezpośrednio pod tymi powierzchniami.

Czynnikiem grzewczym jest roztwór wodny glikolu w celu niedopuszczenia do zamarznięcia instalacji.

Z uwagi na dużą zmienność warunków zewnętrznych należy zawsze liczyć się z możliwością nie spełnienia powyższych celów w przypadku wystąpienia bardzo silnych wiatrów powodujących szybkie wychładzanie powierzchni.

Jako prędkości charakterystyczne wiatru wyczerpujące typowe sytuacje, a jednocześnie posiadające uzasadnienie ekonomiczno-techniczne należy przyjmować:

- 1 m/s dla powierzchni osłoniętych (ściana lasu, itd.)
- 3 m/s dla powierzchni nieosłoniętych
- 0,5 m/s dla stadionów i powierzchni trawiastych

Maksymalne temperatury zasilania węzownic w podłożu należy przyjmować:

- + 45°C dla powierzchni z roślinnością (stadiony),
- + 60°C dla pozostałych.

Zalecane jest przyjmowania dodatnich temperatur powierzchni na poziomie + 1°C, jednak nie więcej niż +5°C.

W zależności od charakteru pracy oraz przeznaczenia powierzchni temperatury zewnętrzne można przyjmować zgodnie z PN lub inne jeżeli dopuszcza się pracę tych ogrzewań w określonym zakresie temperatury zewnętrznej.

Uwaga:

Jeżeli parametry zewnętrzne odbiegają od podanych jako standardowe w niniejszym opracowaniu należy przypadek skonsultować z firmą **KAN.**

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku okresowego ogrzewania powierzchni zewnętrznych w zimie (praca nieciągła) celowe jest wstępne usunięcie zwałów zalegającego śniegu.

1.2. Konstrukcja ogrzewań.

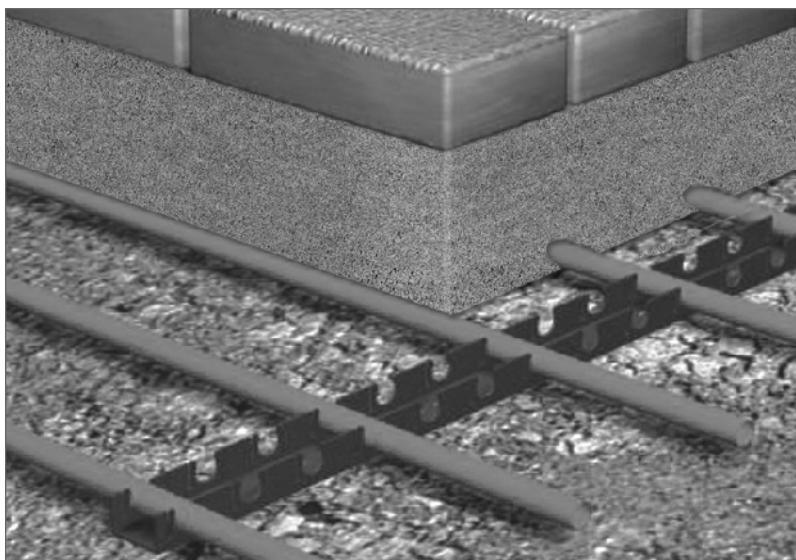
Można wyróżnić dwa przypadki konstrukcyjne:

- Rury układane są w warstwach sypkich (piasek zmieszany z betonem, ubity grunt) na których występuje nawierzchnia trawiasta (boiska), kostka lub asfalt. Grubość wszystkich warstw nad rurą nie powinna przekraczać 25 cm dla przykrycia rury gruntem, natomiast w przypadku stosowania warstwy piasku nie zaleca się przekraczania 10 cm ich grubości.
- Rury układane w zaprawie betonowej wykończonej płytami kamiennymi (schody, podjazdy). Nad rurami wymagane jest min 6 cm zaprawy betonowej.

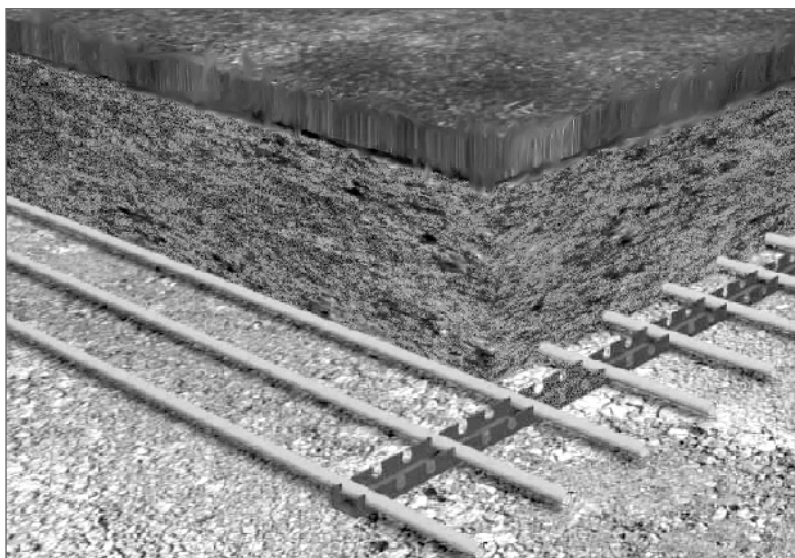
Głębokość posadowienia rur w przypadku nawierzchniowej roślinności może wynikać również, ze sposobu pielęgnowania tej powierzchni (rury powinny być tak zagłębione, aby nie istniała możliwość ich uszkodzenia w trakcie prac pielęgnacyjnych), również w przypadku ciągów komunikacyjnych głębokość posadowienia może być uwarunkowana wymogami architektoniczno-konstrukcyjnymi.

Pod rurami z reguły występuje podłoże naturalne lub dodatkowe podsypki i podłoże naturalne (grunt).

Przykładowe konstrukcje ogrzewań powierzchni otwartych ilustrują poniższe rysunki:



Rys. 1. Ogrzewanie powierzchni wyłożonej kostką.



Rys. 2. Ogrzewanie murawy stadionu.

1.3. Wielkości charakteryzujące konstrukcję grzejnika.

Wielkością charakteryzującą konstrukcję grzejnika są grubości zastępcze warstw nad i pod rurą:

$$H_o = \sum e_i/a_i \times 1,16 \text{ [m]}:$$

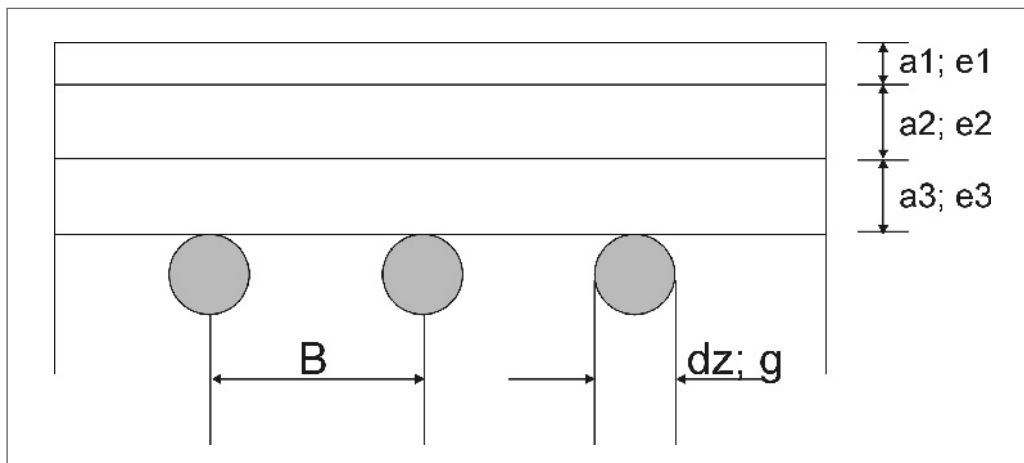
e_i - grubość warstwy [m];

a_i - współczynnik przewodzenia warstwy [W/mK].

Ze względu na ograniczenie strat ciepła do dołu, stosunek grubości zastępczej warstw do góry H_{oG} w stosunku do grubości zastępczej warstw do dołu H_{oD} powinien być mniejszy lub równy 0,1.

Przy czym H_{oD} liczone jest dla wszystkich warstw do głębokości przemarzania gruntu.

Jeżeli stosunek H_{oG}/H_{oD} nie spełnia powyższego warunku, należy przewidzieć stosowanie dodatkowych podsypek izolacyjnych pod rurami.



Rys. 2. Wielkości charakteryzujące konstrukcję grzejnika.

Geometrię rur (dz , g) i ich rozstaw (B) przy określonej wartości H_o charakteryzuje opór cieplny R [m^2K/W].

Tab. 1. Wartości oporów cieplnych R w zależności od warstwy zastępczej H_o nad rurą i rozstawu rur B dla rury $\varnothing 18 \times 2,0$.

H_o [m]	B [m]				
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
	R (m^2K/W)				
0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,18
0,08	0,11	0,13	0,16	0,19	0,21
0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25
0,12	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28
0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,31
0,16	0,20	0,24	0,28	0,31	0,35
0,18	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38
0,20	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42
0,22	0,27	0,33	0,37	0,41	0,45
0,24	0,29	0,35	0,40	0,45	0,49
0,26	0,32	0,38	0,43	0,48	0,52
0,28	0,34	0,41	0,47	0,51	0,56
0,30	0,36	0,44	0,50	0,55	0,59
0,32	0,39	0,47	0,53	0,58	0,63
0,34	0,41	0,49	0,56	0,62	0,67
0,36	0,44	0,52	0,59	0,65	0,70
0,38	0,46	0,55	0,62	0,68	0,74
0,40	0,48	0,58	0,65	0,72	0,77

Tab.2. Wartości oporów cieplnych R w zależności od warstwy zastępczej H_0 nad rurą i rozstawu rur B dla rury $\varnothing 25 \times 3,5$.

Ho [m]	B [m]				
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
	R [m ² K/W]				
0,06	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17
0,08	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20
0,10	0,11	0,14	0,17	0,20	0,22
0,12	0,13	0,17	0,20	0,23	0,25
0,14	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28
0,16	0,17	0,22	0,25	0,28	0,32
0,18	0,20	0,24	0,28	0,31	0,35
0,20	0,22	0,26	0,31	0,34	0,38
0,22	0,24	0,29	0,33	0,37	0,41
0,24	0,26	0,31	0,36	0,40	0,44
0,26	0,28	0,34	0,39	0,43	0,47
0,28	0,30	0,36	0,41	0,46	0,50
0,30	0,32	0,39	0,44	0,49	0,54
0,32	0,34	0,41	0,47	0,52	0,57
0,34	0,36	0,44	0,50	0,55	0,60
0,36	0,38	0,46	0,52	0,58	0,63
0,38	0,40	0,48	0,55	0,61	0,66
0,40	0,42	0,51	0,58	0,64	0,70

1.4. Strumienie ciepła oddawane przez powierzchnie otwarte.

Wielkość oddawanego strumienia ciepła przez powierzchnię o określonej temperaturze zależy od:

- temperatury tej powierzchni - T_f
- temperatury zewnętrznej - T_z
- prędkości wiatru - W

Dodatkowo w przypadku nieciągłej pracy ogrzewania należy uwzględnić okres rozruchu instalacji, w którym następuje nagrzewanie warstw podłoża, oraz topienie warstwy lodu pokrywającej tą powierzchnię.

Wymagany strumień ciepła w fazie rozruchu zależy w głównej mierze od założonego czasu topienia warstwy lodu.

Z poniższych tabel można odczytać wymagane strumienie ciepła do góry Q [W/m^2] dla różnych temperatur zewnętrznych T_z [K] i powierzchni T_f [K] oraz prędkości wiatru W [m/s].

Tab. 3. Strumień ciepła Q_1 oddawanego do góry w fazie ustalonej (po osiągnięciu przez powierzchnię temperatury T_f).

TF [K]	274							278						
Tz [K]	268	263	257	255	253	251	249	268	263	257	255	253	251	249
W [m/s]	Q1 [W/m^2]							Q1 [W/m^2]						
0,50	77	143	223	250	277	304	331	132	199	280	308	335	363	391
1,00	89	164	254	284	315	345	375	151	227	318	349	379	410	441
3,00	139	254	392	437	483	528	573	233	349	486	532	578	623	669

Tab. 4. Max strumień ciepła Q_2 oddawanego do góry uwzględniające stopienie cienkiej warstwy lodu powstałego na powierzchni w czasie 2 godzin.

TF [K]	274							278						
Tz [K]	268	263	257	255	253	251	249	268	263	257	255	253	251	249
W [m/s]	Q2 [W/m^2]							Q2 [W/m^2]						
0,50	105	171	250	277	303	330	357	105	171	250	277	303	330	357
1,00	116	190	280	310	340	370	400	116	190	280	310	340	370	400
3,00	157	272	409	455	500	545	591	157	272	409	455	500	545	591

Tab. 5. Max strumień ciepła Q_3 oddawanego do góry uwzględniające stopienie cienkiej warstwy lodu powstałego na powierzchni w czasie 1 godzin.

TF [K]	274							278						
Tz [K]	268	263	257	255	253	251	249	268	263	257	255	253	251	249
W [m/s]	Q3 [W/m^2]							Q3 [W/m^2]						
0,50	147	212	291	318	345	372	399	147	212	291	318	345	372	399
1,00	157	231	321	351	381	411	441	157	231	321	351	381	411	441
3,00	198	313	450	496	541	587	632	198	313	450	496	541	587	632

Do obliczeń dla danych T_f , T_z i W należy wybrać największą wartość z Q_1 , Q_2 lub Q_3 (w zależności od przyjętego czasu topienia lodu).

1.5. Orientacyjne wymagane temperatury wody w węzownikach.

Tab. 6. Wartości minimalnej temperatury wody w węzownikach T_{pw} [°C] w funkcji strumienia ciepła Q [W/m²] oraz oporów cieplnych R [m²K/W] i temperatury powierzchni $T_F = 274$ K.

TF [K]	274												
Q [W/m ²]	70	120	170	220	270	320	370	420	470	520	570	620	670
R [m ² K/w]	T _{pw} [°C]												
0,08	6,6	10,6	14,6	18,6	22,6	26,6	30,6	34,6	38,6	42,6	46,6	50,6	54,6
0,10	8,0	13,0	18,0	23,0	28,0	33,0	38,0	43,0	48,0	53,0	58,0		
0,12	9,4	15,4	21,4	27,4	33,4	39,4	45,4	51,4	57,4				
0,14	10,8	17,8	24,8	31,8	38,8	45,8	52,8						
0,16	12,2	20,2	28,2	36,2	44,2	52,2							
0,18	13,6	22,6	31,6	40,6	49,6	58,6							
0,20	15,0	25,0	35,0	45,0	55,0								
0,22	16,4	27,4	38,4	49,4									
0,24	17,8	29,8	41,8	53,8									
0,26	19,2	32,2	45,2										
0,28	20,6	34,6	48,6										
0,30	22,0	37,0	52,0										
0,32	23,4	39,4	55,4										
0,34	24,8	41,8											
0,36	26,2	44,2											
0,38	27,6	46,6											
0,40	29,0	49,0											
0,42	30,4	51,4											
0,44	31,8	53,8											
0,46	33,2												
0,48	34,6												
0,50	36,0												
0,52	37,4												
0,54	38,8												
0,56	40,2												
0,58	41,6												
0,60	43,0												

Tab. 7. Wartości minimalnej temperatury wody w węzownikach T_{pw} [°C] w funkcji strumienia ciepła Q [W/m²] oraz oporów cieplnych R [m²K/W] i temperatury powierzchni $T_F = 278$ K.

TF [K]	278												
Q [W/m ²]	70	120	170	220	270	320	370	420	470	520	570	620	670
R [m ² K/w]	T _{pw} [°C]												
0,08	10,6	14,6	18,6	22,6	26,6	30,6	34,6	38,6	42,6	46,6	50,6	54,6	58,6
0,10	12,0	17,0	22,0	27,0	32,0	37,0	42,0	47,0	52,0	57,0	62,0		
0,12	13,4	19,4	25,4	31,4	37,4	43,4	49,4	55,4	61,4				
0,14	14,8	21,8	28,8	35,8	42,8	49,8	56,8						
0,16	16,2	24,2	32,2	40,2	48,2	56,2							
0,18	17,6	26,6	35,6	44,6	53,6	62,6							
0,20	19,0	29,0	39,0	49,0	59,0								
0,22	20,4	31,4	42,4	53,4									
0,24	21,8	33,8	45,8	57,8									
0,26	23,2	36,2	49,2										
0,28	24,6	38,6	52,6										
0,30	26,0	41,0	56,0										
0,32	27,4	43,4	59,4										
0,34	28,8	45,8											
0,36	30,2	48,2											
0,38	31,6	50,6											
0,40	33,0	53,0											
0,42	34,4	55,4											
0,44	35,8	57,8											
0,46	37,2												
0,48	38,6												
0,50	40,0												
0,52	41,4												
0,54	42,8												
0,56	44,2												
0,58	45,6												
0,60	47,0												

1.6. Opory przepływu wody i spadki temperatury w węzownikach.

Tab. 8. Prędkości w przewodach i opory przepływu oraz ilość transportowanego ciepła Q_w przy różnych spadkach temperatury wody dt dla średnicy $\varnothing 18 \times 2$.

dt [°C]		20	15	10	5
V [m/s]	PI [Pa/m]	Q _w [W]	Q _w [W]	Q _w [W]	Q _w [W]
0,05	7	559	419	279	140
0,1	22	1 117	838	559	279
0,2	75	2 234	1 676	1 117	559
0,3	154	3 351	2 513	1 676	838
0,4	255	4 468	3 351	2 234	1 117
0,5	377	5 585	4 189	2 793	1 396
0,6	520	6 702	5 027	3 351	1 676
0,7	683	7 819	5 864	3 910	1 955
0,8	864	8 936	6 702	4 468	2 234
0,9	1065	10 053	7 540	5 027	2 513
1,0	1283	11 170	8 378	5 585	2 793
1,2	1774	13 404	10 053	6 702	3 351
1,4	2333	15 638	11 729	7 819	3 910
1,6	2961	17 872	13 404	8 936	4 468
1,8	3654	20 106	15 080	10 053	5 027
2,0	4413	22 340	16 755	11 170	5 585

Tab. 9. Prędkości w przewodach i opory przepływu oraz ilość transportowanego ciepła Q_w przy różnych spadkach temperatury wody dt dla średnicy $\varnothing 25 \times 3,5$.

dt [°C]		20	15	10	5
V [m/s]	PI [Pa/m]	Q _w [W]	Q _w [W]	Q _w [W]	Q _w [W]
0,05	5	923	692	462	231
0,1	16	1 847	1 385	923	462
0,2	55	3 693	2 770	1 847	923
0,3	112	5 540	4 155	2 770	1 385
0,4	186	7 386	5 540	3 693	1 847
0,5	275	9 233	6 924	4 616	2 308
0,6	380	11 079	8 309	5 540	2 770
0,7	499	12 926	9 694	6 463	3 231
0,8	631	14 772	11 079	7 386	3 693
0,9	778	16 619	12 464	8 309	4 155
1,0	937	18 465	13 849	9 233	4 616
1,2	1296	22 158	16 619	11 079	5 540
1,4	1704	25 851	19 388	12 926	6 463
1,6	2163	29 544	22 158	14 772	7 386
1,8	2669	33 237	24 928	16 619	8 309
2,0	3223	36 930	27 698	18 465	9 233

1.7. Zasady wymiarowania cieplnego i hydraulicznego.

1.7.1. Strumień ciepła wymagany Q .

Ustalamy strumień ciepła Q [W/m²] dla określonych warunków zewnętrznych (ustalonych T_F , T_Z , W - wiatru i przyjętego bądź nie oblodzenia i jego czasu stopienia) z tabel 3 do 5.

1.7.2. Wartość H_O .

Ustalamy wartość H_O do góry i sprawdzamy warunek h_{OG}/h_{OD} nie większe niż 0,1.

1.7.3. Ustalenie wartości R .

Dla przyjętego strumienia ciepła $Q[W/m^2]$ oraz temperatury powierzchni T_F i przyjętej temperatury wody T_{pw} z tabeli 6 lub 7 odczytujemy wymagany opór $R [m^2K/W]$.

1.7.4. Ustalenie wartości rzeczywistej R_{rz} .

W tabelach 1 i 2 dla określonego H_O odczytujemy opór R_{rz} najbardziej zbliżony do odczytanego wg 1.7.3. i na tej podstawie wybieramy średnicę rury i jej rozstaw B .

1.7.5. Ustalenie rzeczywistej minimalnej temperatury wody T_{pwr} .

Dla odczytanego R_{rz} (wg. 1.7.4.) ustalamy wymaganą rzeczywistą temperaturę wody wg zależności:

$$T_{pwr} = Q \times R_{rz} + T_F.$$

1.7.6. Moc węzownicy Q_w .

Jeżeli znamy długość węzownicy L_w np. przyjmując z geometrii ogrzewanej powierzchni (długość boku boiska) określamy powierzchnię przez nią obsługiwaną F wg zależności:

$$F = L_w \times B [m^2]$$

i określamy wymaganą moc węzownicy:

$$Q_w = Q \times F \times 1.1 [W]$$

Jeżeli znamy powierzchnię F i wiemy, że będzie obsługiwana przez jedną węzownicę jej długość można określić następująco:

$$L_w = F / B [m]$$

i określamy wymaganą moc węzownicy:

$$Q_w = Q \times F \times 1.1 [W]$$

1.7.7. Liniowy spadek ciśnienia P_l .

Z tabel 8 i 9 w zależności od przyjętej średnicy rury wybieramy spadek temperatury Δt i dla wartości Q_w odczytujemy opory liniowe P_l .

1.7.8. Opór hydrauliczny węzownicy P .

Opór hydrauliczny węzownicy określamy z zależności $P = L_w \times P_l [Pa]$

1.7.9. Sprawdzenie spadku ciśnienia P w węźownicy.

- Jeżeli obliczony opór jest zbyt duży należy powtórzyć kroki od punktu 1.7.6. zmieniając:
- średnicę rury na większą (odczytać nowe R i wg punktu 1.7.4. i 1.7.5. skorygować temperaturę wody T_{pw}),
- lub przyjąć większe schłodzenie wody Δt i powtórzyć kroki od 1.7.7.,
- lub podzielić węźownicę na kilka mniejszych i powtórzyć kroki od 1.7.6.

Przykład. 1.

Ogrzewna płyta stadionu o wymiarach 70 x 100 m.

Rury zagłębione 25 cm pod powierzchnią.

Ogrzewanie powinno spełnić rolę rozmrożenia cienkiej warstwy lodu w czasie 2 godzin, pracować przy najniższej temperaturze zewnętrznej - 5°C i utrzymać temperaturę $T_F + 1^\circ\text{C}$.

Wg 1.7.1.

dla $W=0,5 \text{ m/s}$, $T_Z = 268 \text{ K}$ i $T_F = 274 \text{ K}$ odczytano z tabeli 4 $Q = 105 \text{ W/m}^2$ (> od 77 W/m^2 - tab. 3).

Wg 1.7.2.

ustalamy $H_O = 0,23 \text{ m}$ - zestawiono w poniższej tabeli.

	a [W/mK]	e [m]	H _O
grunt roślinny	0,9	0,1	0,13
grunt	1,74	0,15	0,10
		suma	0,23

Wg 1.7.3.

Dla przyjętego strumienia ciepła $Q = 105 \text{ W/m}^2$ (najbardziej zbliżony 120 - tab. 6), oraz temperatury powierzchni $T_F = 274 \text{ K}$ i przyjętej temperatury wody $T_{pw} = 39,24$ z tabeli 6 odczytujemy wymagany opór $R = 0,32 \text{ [m}^2\text{K/W]}$.

Wg 1.7.4.

W tabelach 1 i 2 dla określonego $H_O = 0,23$ odczytujemy opór R_{RZ} najbardziej zbliżony do odczytanego wg 1.7.3 i na tej podstawie wybieramy warianty:

- średnicę $\varnothing 18$ i jej rozstaw $B = 0,15 \text{ m}$ stąd $R_{RZ} = 0,34$
- średnicę $\varnothing 25$ i jej rozstaw $B = 0,2 \text{ m}$ stąd $R_{RZ} = 0,34$
- średnicę $\varnothing 25$ i jej rozstaw $B = 0,25 \text{ m}$ stąd $R_{RZ} = 0,385$

Wg 1.7.5.

Dla odczytanego R_{RZ} ustalamy wymaganą rzeczywistą temperaturę wody wg zależności:

- dla $\varnothing 18$ i $B = 0,15 \text{ m}$ $T_{pwr} = 105 \times 0,34 + 1 = 36,7^\circ\text{C}$
- dla $\varnothing 25$ i $B = 0,2 \text{ m}$ $T_{pwr} = 105 \times 0,34 + 1 = 36,7^\circ\text{C}$
- dla $\varnothing 25$ i $B = 0,25 \text{ m}$ $T_{pwr} = 105 \times 0,385 + 1 = 41,4^\circ\text{C}$

Wg 1.7.6.

przyjęto długość węźownicy równą 70 m (krótszy bok):

- dla $\varnothing 25$ i rozstawu $B = 0,2 \text{ m}$

$$F = 70 \times 0,2 = 14 \text{ m}^2$$

$$Q_w = 14 \times 105 \times 1,1 = 1617 \text{ W}$$

- dla $\varnothing 25$ i rozstawu $B = 0,25 \text{ m}$

$$F = 70 \times 0,25 = 17,5 \text{ m}^2$$

$$Q_w = 17,5 \times 105 \times 1,1 = 2021 \text{ W}$$

- dla $\varnothing 18$ i rozstawu $B = 0,15$ m

$$F = 70 \times 0,15 = 10,5 \text{ m}^2$$

$$Q_w = 10,5 \times 105 \times 1,1 = 1213 \text{ W}$$

Wg 1.7.7.

spadek ciśnienia P :

- z tabeli 9 dla $\varnothing 25$ i dla $dt = 5^\circ\text{C}$ odczytano:

$$Q_w = 2021 \text{ W} \quad \text{stąd } P_l = 200 \text{ Pa/m} \quad \text{stąd } P = 70 \times 200 = 14\,000 \text{ Pa}$$

$$Q_w = 1617 \text{ W} \quad \text{stąd } P_l = 150 \text{ Pa/m} \quad \text{stąd } P = 70 \times 150 = 10\,500 \text{ Pa}$$

- z tabeli 8 dla $\varnothing 18$ i dla $dt = 5^\circ\text{C}$ odczytano:

$$Q_w = 1213 \text{ W} \quad \text{stąd } P_l = 300 \text{ Pa/m} \quad \text{stąd } P = 70 \times 300 = 21\,000 \text{ Pa.}$$

ponieważ spadek ciśnienia jest za duży przyjęto $dt = 10^\circ\text{C}$ stąd $P_l = 100 \text{ Pa/m}$ stąd

$$P = 70 \times 100 = 7000 \text{ Pa}$$

Temperatura zasilenia wody:

- dla $\varnothing 18$ i rozstawu $B = 0,15$ m $t_z = T_{pwr} + dt = 36,7 + 10 = 46,7^\circ\text{C}$.
- dla $\varnothing 25$ i rozstawu $B = 0,20$ m $t_z = T_{pwr} + dt = 36,7 + 5 = 41,7^\circ\text{C}$.
- dla $\varnothing 25$ i rozstawu $B = 0,25$ m $t_z = T_{pwr} + dt = 41,4 + 5 = 46,4^\circ\text{C}$.

przyjęto rurę $\varnothing 25$ z rozstawem $B = 0,25$ m i $t_z = 45^\circ\text{C}$

Moc całkowita dostarczona do ogrzewania całej powierzchni:

$$Q_c = 105 \times 100 \times 70 \times 1,1 = 808\,500 \text{ W}$$

Całkowita ilość rur:

$$L_c = 100 \times 70 / 0,25 = 28\,000 \text{ m}$$

Przykład. 2

Ogrzewanie tarasu 10×10 m wyłożonego marmurem grubości 5 cm.

Nad rurą dodatkowo 6 cm betonu.

Temperatura zewnętrzna -20°C , powierzchni $+1^\circ\text{C}$, należy stopić cienką warstwę lodu w czasie 2 godzin.

Wg 1.7.1.

dla $W = 3 \text{ m/s}$, $T_z = 253 \text{ K}$ i $T_F = 274 \text{ K}$ odczytano z tabeli 5, $Q = 500 \text{ W/m}^2$.

Wg 1.7.2.

ustalamy $H_o = 0,08 \text{ m}$ - zestawiono w poniższej tabeli.

	a [W/mK]	e [m]	Ho
marmur	3,54	0,05	0,02
beton	1,16	0,06	0,06
		suma	0,08

Wg 1.7.3.

Dla przyjętego strumienia ciepła $Q = 500 \text{ W/m}^2$ (najbardziej zbliżony 520 - tab. 6.), oraz temperatury powierzchni $T_F = 274 \text{ K}$ i przyjętej temperatury wody $T_{pw} = 42,6^\circ\text{C}$ z tabeli 6 odczytujemy wymagany opór

$$R = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W.}$$

Wg 17.4.

W tabelach 1 i 2 dla określonego $H_o = 0,08$ odczytujemy opór R_{rz} najbardziej zbliżony do odczytanego wg 1.7.3 i na tej podstawie wybieramy średnicę rury $\varnothing 18 \times 2$ i jej rozstaw $B = 0,1 \text{ m}$ stąd $R_{rz} = 0,11$ lub $\varnothing 25$ i $B = 0,15 \text{ m}$, stąd $R_{rz} = 0,12$

Wg 1.7.5.

Dla odczytanego $R = 0,11$ dla $\varnothing 18$ i $R = 0,12$ dla $\varnothing 25$ ustalamy wymaganą rzeczywistą temperaturę wody wg zależności:

- dla $\varnothing 18$ $T_{pwr} = 500 \times 0,11 + 1 = 56^\circ\text{C}$,
- dla $\varnothing 25$ $T_{pwr} = 500 \times 0,12 + 1 = 61^\circ\text{C}$.

Wybieramy $\varnothing 18$ z rozstawem $B = 0,1 \text{ m}$.

Moc wymagana dla powierzchni:

$$Q_c = 10 \times 10 \times 500 \times 1,1 = 55\,000$$

Obliczamy długość rur zabudowanych w powierzchni:

$$L_c = 10 \times 10 / 0,1 = 1000 \text{ m.}$$

Obliczamy wskaźnik mocy na 1 m rury:

$$Q_m = Q_c / L_c = 55000 / 1000 = 55 \text{ W/m.}$$

Z uwagi na długość boku 10 m ogrzewanego pola długość węzownicy L_w może być jego wielokrotnością zatem 10 m, 20 m, 30 m itd.

Dla różnych długości węzownicy obliczmy moc węzownicy i straty ciśnienia w węzownicy.

- $L_w = 10 \text{ m}$, stąd $Q_w = Q_m \times L_w = 10 \times 55 = 550 \text{ W}$, z tabeli 8 przy $dt = 5$ odczytujemy $V = 0,2 \text{ m/s}$ i $P_l = 75$

$$\text{Pa/m, stąd } P = 10 \times 75 = 750 \text{ Pa.}$$

- $L_w = 30 \text{ m}$, stąd $Q_w = Q_m \times L_w = 30 \times 55 = 1650 \text{ W}$, z tabeli 8 przy $dt = 5$ odczytujemy $V = 0,6 \text{ m/s}$ i $P_l = 520$

$$\text{Pa/m, stąd } P = 30 \times 520 = 15\,600 \text{ Pa.}$$

- $L_w = 40 \text{ m}$, stąd $Q_w = Q_m \times L_w = 40 \times 55 = 2200 \text{ W}$, z tabeli 8 przy $dt = 5$ odczytujemy $V = 0,8 \text{ m/s}$ i $P_l = 864$

$$\text{Pa/m, stąd } P = 40 \times 520 = 34\,520 \text{ Pa.}$$

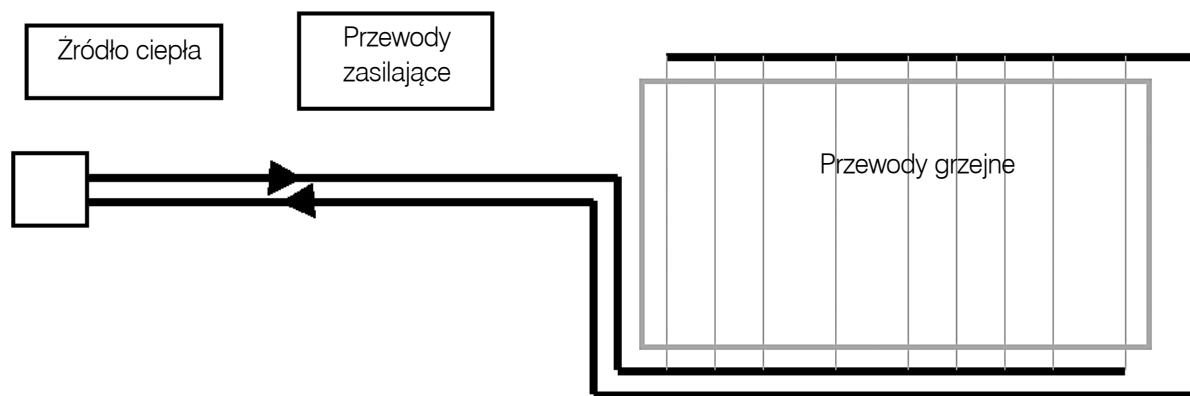
Wybieramy $L_w = 30 \text{ m}$ gdyż opory przepływu są do przyjęcia (nie przekraczają 20 kPa).

Temperatura zasilania wody $t_z = T_{pwr} + dt = 56 + 5 = 61^\circ\text{C}$ - przyjmujemy 60°C

1.8. System zasilania ogrzewań powierzchni otwartych.

W przypadku ogrzewań dużych powierzchni (np. płyta boiska 70 x100 m) przewody grzejne powinny być zasilane kolektorami wykonanymi z rur o dużych średnicach i bezpośrednio do nich podłączane.

Z uwagi na niestosowanie elementów regulacyjnych typu zawory dla zapewnienia równomiernego rozplywu na rury grzejne czynnika zaleca się stosowanie układu Tichelmana zasilania rur grzejnych (równe opory przepływu dla każdego obiegu).



Rys. 4. Przykładowy schemat zasilania pokazuje poniższy rysunek.

**Oddział Gdynia**

ul. Rdestowa 65/67

81-577 Gdynia

tel. 0048 58 6294-625 - marketing

tel./fax 0048 58 6295-397 - sprzedaż

Oddział Tychy

ul. Przemysłowa 55

43-100 Tychy

tel./fax 0048 32 2190-930

Oddział Warszawa - Dział Marketingu

ul. Marsa 56

04-242 Warszawa

tel. 0048 22 6115-157

tel./fax 0048 22 6115-151

Oddział Warszawa - Dział Sprzedaży

ul. Skrajna 3

05-091 Żąbki

tel. 0048 22 4879-516

fax 0048 22 2138-439

Oddział Poznań

ul. Św. Michała 77

61-005 Poznań

tel. 0048 61 6658-684

tel./fax 0048 61 8720-937

KAN Sp. z o.o.

ul. Zdrojowa 51

16-001 Białystok-Kleosin

tel. 0048 85 7499-200

fax 0048 85 7499-201

tel. 0048 85 7499-206 - sprzedaż

Internet

sprzedaz@kan.com.pl

www.kan.com.pl

**ISO 9001****Teraz Polska '99**

za najlepszy polski produkt

**ZŁOTY INSTALATOR '97**

za opracowanie i wdrożenie
Systemu **KAN-therm**

ZŁOTY INSTALATOR '99

za szkolenia specjalistów

ZŁOTY INSTALATOR '02

za opracowanie i wdrożenie
złączy tworzywowych PPSU
Systemu **KAN-therm**

**ZŁOTY MEDAL MPT'06**

za
System **KAN-therm Press**

ZŁOTY MEDAL MPT'02

za złącza tworzywowe PPSU
Systemu **KAN-therm**

