

PROJEKT WYKONAWCZY

Budowa zadaszzonego lodowiska wraz z niezbędną infrastrukturą towarzyszącą oraz rozbiórką i budową nowych odcinków infrastruktury kolidującej.

INSTALACJA CHŁODZENIA TAFLI LODOWISKA

INWESTOR:

Miasto Nowy Sącz
ul. Rynek 1
33-300 Nowy Sącz

Projektował:
mgr inż. Krzysztof Drąg

Sprawdził:
mgr inż. Paweł Deryło

Kraków, 05.2020

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

I. OPIS TECHNICZNY

1. Lodowisko

- 1.1. Zakres opracowania
- 1.2. Założenia techniczne
- 1.3. Opis techniczny instalacji chłodniczej lodowiska
- 1.4. Obliczenia zapotrzebowania zimna, dobór pompy i agregatu chłodniczego
- 1.5. Wytyczne dla branż
- 1.6. Uwagi końcowe
- 1.7. Wykaz urządzeń i materiałów

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Rzut płyty lodowiska	skala 1:100	CH-01
Instalacja chłodzenia taflí lodowiska	skala 1:100	CH-02
Schemat lodowiska	skala 1:100	CH-03
Lodowisko – szczegóły „A”, „B”	skala 1:100	CH-04
Przekrój przez odwodnienie liniowe i płytę lodowiska	skala 1:100	CH-05
Przekrój „X-X” kanału technologicznego	skala 1:100	CH-06

I. OPIS TECHNICZNY

Dane ogólne opracowania

Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji chłodzenia tafli lodowiska dla budowy zadaszzonego lodowiska zlokalizowanego przy ul. Nadbrzeżna 34 w Nowym Sączu, na działkach nr dz. 57/31, 81/13.

Podstawa opracowania

- podkłady architektoniczno-budowlane obiektu,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- wytyczne producenckie do projektowania i wykonania instalacji,
- obowiązujące normy i przepisy,
- ustalenia pisemne, ustne, telefoniczne oraz mailowe
- opracowania COBRTI INSTAL
- oprogramowanie branżowe

1. LODOWISKO KRYTE

1.1. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie obejmuje projekt instalacji chłodniczej obsługującej płytę sztucznego lodowiska krytego o wymiarach 20m x 45m

1.2. ZŁOŻENIA TECHNICZNE

Lodowisko kryte przeznaczone dla jazdy figurowej na łyżwach, curlingu, ślizgawkę itp.

Założenia:

- | | |
|---|--|
| - rodzaj lodowiska | zadaszone (okres eksploatacji 6 miesięcy) |
| - wymiary lodowiska | 20m x 45m |
| - sezon użytkowania | od listopada do kwietnia |
| - instalacja chłodnicza płyty lodowiska | orutowanie z rur PE |
| - chłodziwo | wodny roztwór glikolu etylenowego (35%) |
| - temperatura chłodziwa | -12/-9 °C |
| - izolacja podłoża | 10cm styropianu |
| - zasilanie w chłód | z agregatu chłodniczego zlokalizowanego obok kompleksu budynku |
| - płyta lodowiska | gr.ok20cm beton zbrojony siatką z drutu Ø8mm o oczkach 10cm x 10cm |
| - lokalizacja rozdzielaczy chłodniczych | w kanale betonowym (wzdłuż krótszego boku lodowiska) |

- przewody zasilające od agregatu do płyty rury preizolowane
- przyłącza między agregatem przewody z tworzywa (elastyczne) z
a rurą preizolowaną izolacją AF/Armaflex

1.3. OPIS TECHNICZNY INSTALACJI CHŁODNICZEJ LODOWISKA

1.3.1. Podłoże i system chłodniczy

Zaprojektowano wykonanie instalacji chłodniczej lodowiska z rur polietylenowych ułożonych równolegle między zbrojeniem płyty (przed ich zalaniem) na podłożu izolowanym płytami styropianowymi.

Wolne przestrzenie między rurami chłodzącymi wypełnione będą betonem z odpowiednimi dodatkami tworząc w ten sposób płytę chłodzącą gr. ok. 20cm.

Płyta chłodząca ułożona będzie na folii i warstwie chudego betonu

Kolektory (rozdzielacze) ułożone będą w kanale betonowym wzdłuż krótszego boku lodowiska.

Rozdzielacze zasilac będą węzownicę (pętle) wykonane z rurek polietylenowych 25 x 2,3mm rozstawionych w odpowiednim module. W celu zapewnienia jednakowego na całej długości lodowiska rozstawu rur zastosowane będą „grzebienie dystansowe” rozstawione w odpowiedni przestawny sposób, co 1,0m

Lodowisko zasilane będzie w systemie Tichelmann'a.

Chłodziwem będzie wodny roztwór glikolu etylenowego o stężeniu 35% .

Uwaga: odcinki rur od płyty lodowiska do kolektorów będą izolowane (gr. iz. 9mm) i prowadzone w rurach osłonowych przy przejściu przez ścianę betonową kanału.

Do kolektorów powinny być wgrzane rurki przewodowe o średnicy 25mm, które na drugich końcach zaopatrzone będą w nawroty.

1.3.2. Bandy wokół lodowiska

Bandy rekreacyjne niewymagające kotwienia przymrażalne do lodowiska muszą mieć wysokość min. 1,2 m, być wyposażone w minimum 1 bramę wjazdową dla rolby o szerokości min. 3,30 m, minimum 2 bramki wejściowe dla łyżwiarzy o szerokości ok. 0,8 m. Konstrukcja band wykonana ze stali cynkowanej ogniowo, a wypełnienie z płyt PEHD o grubości min. 8 mm, w kolorze białym. Dolna listwa okopowa koloru żółtego z PEHD o wysokości 20 cm i grubości min. 10 mm oraz górne pochwyty z PVC wykonane w kształcie litery U zachodzące na profil stalowy od strony zewnętrznej oraz na białą płytę PEHD od strony lodowiska grubości min. 3 mm, w kolorze niebieskim,

Bandy muszą być zamocowane w sposób zapewniający sztywność. Promień w narożnikach bandy nie mniejszy niż 4,5 m.

1.4. OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA ZIMNA ORAZ DOBÓR AGREGATU CHŁODNICZEGO I ZESPOŁU HYDRAULICZNEGO

1.4.1. Założenia do obliczeń

Wymiary lodowiska	20m x 45m
Maksymalna temp. zewnętrzna	$t_z = +15^{\circ}\text{C}$
Temperatura wodnego roztworu glikolu etylenowego na zasilaniu	$t_{gz} = -12^{\circ}\text{C}$
Temperatura wodnego roztworu glikolu etylenowego na powrocie	$t_{gp} = -9^{\circ}\text{C}$
Gęstość wodnego roztworu glikolu (przy -12°C)	$\rho = 1,085 \text{ kg/m}^3$ (z wykresu)
Ciepło właściwe wodnego roztworu glikolu (przy -12°C)	$c = 3,50 \text{ kJ/kgK}$ (z wykresu)
Lepkość kinematyczna wodnego roztworu glikolu (przy -12°C)	$\nu = 13 \text{ mm}^2/\text{s}$ (z wykresu)
Maksymalne jednostkowe zapotrzebowanie zimna (mocy chłodniczej)	$q_{\max} = 250 \text{ W/m}^2$
Średnie jednostkowe zapotrzebowanie zimna (mocy chłodniczej)	$q_{\text{sr}} = 200 \text{ W/m}^2$
Pozostałe parametry charakterystyczne wodnego roztworu glikolu etylenowego:	
- temperatura krystalizacji	-20°C
- przewodność cieplna (dla -9°C)	$0,42 \text{ W/mK}$ (z wykresu)

1.4.2. Powierzchnia lodowiska

$$F_L = L \times B [\text{m}^2]$$
$$F_L = 20 \times 45 = 900 \text{ m}^2$$

1.4.3. Maksymalne zapotrzebowanie zimna (mocy chłodniczej)

(przy pierwszym zamrażaniu płyty ; $t_z = +15^{\circ}\text{C}$)

$$Q_{\max} = F_L \times q_{\max} = 900 \times 250 = 225\,000 \text{ W} = 225 \text{ kW}$$

1.4.4. Średnie zapotrzebowanie zimna (mocy chłodniczej)

$$Q_{\text{sr}} = F_L \times q_{\text{sr}} = 900 \times 200 = 176\,000 \text{ W} = 180 \text{ kW}$$

1.4.5. Ilość cyrkulującego roztworu glikolu

$$V_L = \frac{Q_{\max}}{\Delta t * c * \rho * 60} \times \frac{4,188}{1,163} \text{ [m}^3\text{/min]}$$

Δt – różnica temperatury wodnego roztworu glikolu na wejściu i wyjściu z lodowiska

$$\Delta t = t_{\text{GP}} - t_{\text{GZ}} = -9^{\circ}\text{C} - (-12^{\circ}\text{C}) = 3^{\circ}\text{C}$$

$$V_L = \frac{225000}{3 \times 3,5 \times 1085 \times 60} \times \frac{4,188}{1,163} = 1,19 \text{ m}^3\text{/min}$$

1.4.6. Opory przepływu wodnego roztworu glikolu

Dla zaprojektowanej instalacji wodnego roztworu glikolu etylenowego przeprowadzono obliczenia spadku ciśnienia

- na pętli orurowania płyty (2 odcinki proste+2 kolana + wejście i wyjście z kolektorów)	0,14 bar
- przewody preizolowane + przyłącza elastyczne	0,01 bar
- na kolektorach + przewód w kanale	0,02 bar
- nieprzewidziane 10%	0,04 bar
<hr/>	
RAZEM	0,21 bar

1.4.7. Dobór agregatu chłodniczego

Wymagania: $Q_0=225\text{kW}$ przy temperaturze glikolu $t_z/t_p = -12/-9^{\circ}\text{C}$ i temp.

pow. zewnętrznego $t_z = +15^{\circ}\text{C}$

$V_g = 19,3 \text{ l/s}$ przy $\Delta t = 3^{\circ}\text{C}$

Do zapewnienia wymaganej wydajności chłodniczej dobrano agregat chłodniczy typu ACK-LP 220 SPE (kompaktowy agregat wody lodowej przeznaczony do lodowisk) firmy Berling o poniższych parametrach:

- producent : Berling
- typ: ACK LP 220 SPE
- wydajność chłodnicza agregatu: 220,0 [kW]
- temperatura glikolu : -9,0/-12,0 [°C]
- stężenie glikolu etylenowego : 35 [%]
- temperatura powietrza zew.: +15 [°C]
- nominalny pobór mocy w punkcie pracy: sprężarek 73,1 [kW]
- maksymalny pobór mocy praca pompy + praca sprężarek + wentylatorów + układu sterowniczego 195 [kW]
- zasilanie : 400/3/50 Hz
- maksymalny pobór prądu : 335 [A]

- czynnik chłodniczy w agregacie: R410A
- ilość obiegów chłodniczych : 2
- typ sprężarek : scroll
- ilość sprężarek : 4
- regulacja wydajności : 4 stopni
- przepływ przez parownik : 72,1 [m³/h]
- wysokość podnoszenia pompy: 225 [kPa]
- spadek ciśnienia: 35,1 [kPa]
- obliczeniowy współczynnik zanieczyszczenia parownika 0,000086 m²K/W
- ilość wentylatorów: 4
- poziom hałasu (10m): 61 [dBA] +/-2
- wymiary lxbxh : 3400 x 2200 x 2300 [mm]
- ciężar urządzenia: 2800 [kg]
- obudowa agregatu aluminiowo magnezowa odporna na warunki atmosferyczne

Opis agregatu:

Panel elektryczny urządzenia musi być odporny na wpływy atmosferyczne. Chiller wyposażony w swobodnie programowalny mikroprocesorowy moduł sterujący, umożliwiający uzyskanie maksymalnie najwyższej efektywności energetycznej bez negatywnego wpływu na płytę lodowiska i trwałość urządzenia. Sterownik musi umożliwiać wyświetlanie informacji, zmianę i kontrolę następujących elementów:

- temperatura glikolu i czynnika chłodniczego,
- ciśnienie czynnika chłodniczego,
- dane diagnostyczne – historia alarmów,
- zabezpieczenie przed zamarznięciem parownika,
- modyfikowanie wartości zadanych temperatur glikolu,
- monitorowanie wartości zadanych temperatur glikolu, temperatury powietrza otoczenia, działania agregatu, wentylatorów, pomp, alarmów sprężarek,
- uruchamianie lub zatrzymywanie urządzenia,
- alarm wysokiego/niskiego ciśnienia z przetworników,
- zmiana zakresów przetworników ciśnienia,
- możliwość zdalnego podglądu przez sieć, komputer, telefon (szybka diagnostyka),
- kompensacja ciśnienia ssania i skraplania od: temp. zewnętrznej, zegara czasu rzeczywistego,
- kompensacja temp. glikolu w zależności od temp. zewnętrznej (optymalne dostosowanie urządzenia do temperatur zewnętrznych, mniejsze zużycie energii),
- sterowanie wydajnością sprężarek od ciśnienia freonu,
- sterowanie skraplaczem od różnicy ciśnień,
- kontrola temperatury oleju w sprężarkach.

Chłodziwo po stronie chłodnicy – 35% wodny roztwór glikolu etylenowego

Agregat wyposażony jest fabrycznie w zespół hydrauliczny zimnego glikolu (chłodzenie płyty lodowiska). Zespół hydrauliczny wyposażony jest w pompę, naczynie wzbiorcze, zawór bezpieczeństwa, filtr mechaniczny i armaturę odcinającą.

Z uwagi na odpowiednią objętość chłodziwa (zładu) w obiegu, około 5,4m³ nie przewidziano zbiornika akumulacyjnego.

Strona freonowa:

- urządzenie musi być wyposażone w pełen roboczy wsad czynnika na bazie freonu R410A,
- min. dwa obiegi chłodnicze i parownik płaszczowo-rurowy, każdy obwód chłodniczy powinien być wyposażony w przetwornik wysokiego i niskiego ciśnienia oraz presostat wysokiego ciśnienia,
- parownik przystosowany do pracy w niskich temperaturach (temp. parowania czynnika poniżej -10°C),

Strona wodna

Urządzenie posiada zintegrowany (w jednej zabudowie) moduł hydrauliczny:

- pompa i naczynie rozszerzalne,
- wyłącznik przepływu,
- zawory odcinające i wyrównawcze,
- filtr wodny,
- zawór nadmiarowy.

1.4.9. Pojemność instalacji wodnego roztworu glikolu (obiegu chłodzenia płyty)

$V_{or.}$ – orurowanie płyty + kolektor	4,95 m ³
V_{rp} – rurociągi przesyłowe (8m)	0,15 m ³
$V_{urz.}$ – urządzenia chłodn., wymiennik, nacz. wzbiorcze	0,30 m ³
<hr/>	
RAZEM	5,4 m ³

1.5. WYTYCZNE DLA BRANŻ

1.5.1. Branża budowlana

- zaprojektować kanał pod rozdzielacze oraz jego przykrycie
- zaprojektować płytę lodowiska
- zaprojektować posadowienie agregatu chłodniczego

1.5.2. Instalacje sanitarne

- zaprojektować odprowadzenie wody z kanału rozdzielaczy oraz liniowe z płyty lodowiska

1.5.3. Instalacje elektryczne

- przewidzieć zasilanie agregatu chłodniczego z zespołem hydraulicznym
- zaprojektować oświetlenie lodowiska
- uziemić wszystkie urządzenia instalacji chłodniczej

1.6. UWAGI KOŃCOWE

- Instalacje wykonać zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa wg PN-ISO 5149-1997r. „Mechaniczne instalacje ziębnicze do oziębiania i ogrzewania. Wymagania bezpieczeństwa” oraz PN-72/M-04601
- Wszystkie urządzenia i materiały zastosowane przy realizacji zaprojektowanej instalacji chłodniczej muszą posiadać dopuszczenia do stosowania w budownictwie oraz odpowiednie atesty energetyczne, bezpieczeństwa, UDT.

1.7. WYKAZ URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW

L.p.	Wyszczególnienie	Ilość szt.	Uwagi
1	2	3	4
	PŁYTA LODOWISKA		
1.	Orurowanie płyty 1) Rura PE D _z 25x2,3 (128 pętli każda o dł.94,0 m) 2) Kolano D _z 25x2,3/90/r=25	12032m 254 szt.	
2.	Kolektor zasilający (L_{całk}=20,8m) 1) Rura PE D _z 160x6,6 L= 20800mm 2) wgrzane kolano 25x2,3/90/r=25 -128szt 3) króciec z kołnierzem Dn=150 PN=1,6 MPa (1,0 MPa) PN-70/H-74732 -1szt 4) zaślepka Dn =150 -1szt 5) śrubunek odpowietrzający GW 20x1/2" -1szt	1kpl.	
3.	Kolektor powrotny (L_{całk}=20,80m) 1) Rura PE D _z 160x6,6 L= 20800mm 2) wgrzane kolano 25x2,3/90/r=25 -128szt 3) króciec z kołnierzem Dn=150 PN=1,6 MPa (1,0 MPa) PN-70/H-74732 -1szt 4) zaślepka Dn =150 -1szt 5) śrubunek odpowietrzający GW 20x1/2" -1szt	1kpl.	-otwory w kolektorze powrotnym należy przesunąć o ½ podziałki, tj.80mm w stosunku do kolektora zasilającego
4.	Folie PCV gr 0,2mm	2400m ²	
5.	Grafit (na warstwę poślizgową)	1000kg	
6.	Płyty styropianowe (□ = 60kg/m ³) gr. 50mm	1840m ²	

7.	Izolacja zimnochronna na kolektory i przewód PE w kanale AF/Armaflex gr. 13mm, samoprzylepna	40m ²	
8.	Izolacja zimnochronna na odcinki rur PE D _z 25 od płyty lodowiska do kolektora AF-M-009	ok500m	+rury osłonowe D _{w min} 40 całkowita dł. 100m
9.	Grzebień dystans o podziałce 80mm -rozstawienie grzebieni co 1000mm	920m	
10.	Podpory pod kolektory + elementy montażowe	1kpl.	
11.	Banda dla lodowiska o wymiarach 20m x 44m - odcinki proste - łuki o r=4,5m - słupki z podstawą do przymarzania - brama dla łyżwiarzy i rolby	1kpl.	

Płytę lodowiska wykonać z betonu B30/37 zbrojoną symetrycznie od dołu i od góry płyty siatką z prętów stalowych możliwie jak najbliżej, ze względów konstrukcyjnych, powierzchni płyty. Orurowanie płyty ułożyć przed wylaniem płyty w środku jej grubości między siatkami zbrojenia. Po wylaniu płyty górną jej powierzchnię zatrzeć mechanicznie. Kanał na kolektory chłodnicze wykonać, jako żelbetowy i przykryć prefabrykowanymi płytami żelbetowymi. Kanał oddylać od płyty lodowiska warstwą styropianu o grubości 3cm. Należy przewidzieć odwodnienie kanału a w przykryciu kanału przewidzieć (otwory ϕ 200) dostęp do odpowietrzników zlokalizowanych na końcach kolektorów. Bandę ustawić zgodnie z rysunkiem, mocować do słupków z podstawą do przymarzania do płyty lodowiska.

L.p.	Wyszczególnienie	Ilość szt.	Uwagi
1	2	3	4
	SIEĆ PRZESYŁOWA ZIMNEGO GLIKOLU		
1.	Rura preizolowana stalowa D _n 125 + 4 kołnierze stalowe Dn125	810m	alternatywnie rura w rurze + izol. cieplna
2.	Kolano preizolowane 125/90/r=1,5d	8szt.	
3.	Przewód elastyczny D _n 125 z kołnierzami	2szt.	
4.	Zwężka stalowa niecentr. 150/125	2szt.	
5.	35% wodny roztwór glikolu etylenowego typu „GEOL”	5,4 m ³	
6.	Zawór kulowy spustowy D _n 20	2szt.	
7.	Zawór kulowy odpowietrzający D _n 10	4szt.	
8.	Izolacja zimnochronna na przewody elastyczne AF/Armaflex gr. 13mm, $\lambda=0,035\text{W}/(\text{mK})$ dla $t=-10^{\circ}\text{C}$ samoprzylepna	40m ²	

L.p.	Wyszczególnienie	Ilość szt.	Uwagi
1	2	3	4
	Agregat chłodniczy		
1.	<p>Agregat chłodniczy (wytwornica zimnego glikolu)</p> <p>Q=220 kW przy $t_g = -12$, $t_a = +15^{\circ}\text{C}$ czynnik chł. R410A</p> <p>Glikol etylenowy (35%) Gabaryty L = 3400mm B= 2200mm H=2300mm Masa 3000kg wraz z zespołem hydraulicznym zimnego glikolu oraz automatyką kontrolno-pomiarową</p>	1 szt.	<p>bez kontenera</p> <p>plus przeciwkołnierze</p>

Agregat chłodniczy posadowić na płycie fundamentowej na poduszkach amortyzujących ograniczających przynoszenie drgań.

Opracował:
mgr inż. Krzysztof Dąg