

DOKUMENTACJA POWYKONAWCZA

SUPO CERBER Sp. z o.o.
**STAŁE URZĄDZENIA GAŚNICZE MGŁOWE TYPU
„FOGTEC”**

**„Opis zakresu wykonanych robót oraz rysunki powykonawcze”
Rozdział 2 z 5**

**NARODOWE CENTRUM RADIOTERAPII HADRONOWEJ – CENTRUM
CYKLOTRONOWE BRONOWICE – ETAP I**

STRABAG Sp. z o.o.
Budownictwo Ogólne i Inżynieryjne
Budowa „Centrum Cyklotronowe Bronowice”
ul. Radzikowskiego 152
PL 31-342 Kraków / Polska

Telefon: +48 (0)12 445 40 37
e-mail: janusz.siekierka@strabag.com

STRABAG

SPIS ZAWARTOŚCI

I. CZĘŚĆ OPISOWA

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

394/2012-PPW - 01 Schemat technologiczny

394/2012-PPW - 02 Rzut parteru

394/2012-PPW - 03 Rzut piętra

394/2012-PPW - 04 Przekrój B-B

394/2012-PPW - 05 Przekrój D-D

Podstawy opracowania

- Umowa nr 363/PP/2011 zawarta dnia 15.02.2011 ze Zleceniodawcą
- Projekt wykonawczy nr 361/2011
- Podkłady architektoniczne.
- NFPA 750 „Systemy gaśnicze na mgłę wodną”
- FOGTEC „Water mist fire fighting systems”

Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie zostało wykonane jako projekt powykonawczy instalacyjny systemu gaśniczego mgły wodnej typu „FOGTEC” i obejmuje:

- cztery zbiorniki zapasu wody gaśniczej
- zestaw pompowy instalacji „FOGTEC”
- instalację mgły wodnej wykorzystującą zarówno dysze ze szklaną ampulką jak i dysze otwarte

Lokalizacja

Wybudowane Centrum Radioterapii Protonowej jest pierwszym Centrum Radioterapii Protonowej w Polsce i Europie Środkowej oraz trzecim na świecie pod względem najnowszych rozwiązań technicznych. Jest to obiekt, powstały w Krakowskim Instytucie Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk na ul. Radzikowskiego w Bronowicach.

Opis mgły wodnej wysokociśnieniowej

Technologia mgły wodnej jest najintensywniej rozwijającą się technologią gaśniczą. Jej potencjalne możliwości są bardzo szerokie. W niedalekiej perspektywie przy coraz szybszym postępie technicznym, przy konieczności większej dbałości o środowisko naturalne oraz większej dbałości o bezpieczeństwo, technologia ta będzie wypierała inne technologie: pianowe, chlorowcopochodne węglowodorów, częściowo zapewne też na proszki gaśnicze, dwutlenek węgla i klasyczne urządzenia wodne.

Zakład Technicznych Zabezpieczeń Przeciwopozarowych w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwopozarowej prowadzi intensywne prace zmierzające do spopularyzowania i wdrożenia technologii mgły wodnej do stosowania w coraz szerszym zakresie, zarówno w przemyśle jak i w obiektach użyteczności publicznej.

Głównymi zaletami mgły wodnej jako środka gaśniczego są:

- ekologiczny sposób gaszenia (nie powoduje efektu cieplarnianego w przeciwieństwie do SUG na CO₂, nie niszczy warstwy ozonowej w przeciwieństwie do halonów),
- brak efektu zalewania wodą gaśniczą (w przeciwieństwie do SUG wodnych np. tryskaczowych),
- duża efektywność gaśnicza (ugaszenie pożaru następuje poprzez chłodzenie i zmniejszenie stężenia tlenu w strefie ognia),
- inteligentny sposób gaszenia,
- brak występowania zagrożenia dla ludzi (w przeciwieństwie do większości gazów gaśniczych),
- brak wymagań specjalnych konstrukcji pomieszczeń (jak np. uszczelnienie pomieszczeń, otwory odciążające - w przeciwieństwie do SUG gazowych),
- brak wymagań zapasów wodnych takich jakie wymagają SUG wodne tradycyjne,
- możliwość stosowania do gaszenia pożarów, do których zastosowanie typowych urządzeń gaśniczych wodnych byłoby niepożądane i nieefektywne, np. pożary cieczy palnych, stanowisk do smażenia na głębokim tłuszczu, elektroniki, wirujących turbin energetycznych itd.,
- poprawa warunków ewakuacji: obniżenie temperatury gazów, pochłanianie promieniowania cieplnego, zmniejszenie agresywności dymu poprzez jego „opłukanie”,
- odpowiednia dla wnętrz o konstrukcjach drewnianych, przestrzeniach między stropowych i między podłogowych oraz obiektów zabytkowych.

Mgła wodna, to rozpylona woda, której średnice kropeł w 99% całkowitej jej masy są mniejsze od 1 mm. Dzięki swoim właściwościom woda jest bardzo dobrym środkiem gaśniczym – charakteryzuje się wysoką wartością ciepła właściwego i ciepła parowania, przy przemianie fazowej ciecz-para zwiększa objętość 1620-krotnie.

Mgła wodna dzięki bardzo dużej powierzchni właściwej kropeł oraz dużym rozproszeniu:

- w pełni ulega przemianie fazowej,
- stanowi istotną barierę promieniowania ciepłego
- przyczynia się do lepszej adsorpcji agresywnych gazów i polepszenia wychwytywanych cząsteczek dymu.

Intensywne parowanie w okolicach strefy spalania powoduje chłodzenie oraz wypieranie tlenu, a energia cieplna i tlen to dwa z trzech filarów trójkąta procesu spalania. Zachodzi tu, więc gaszenie dwufazowe: jednoczesne obniżenie stężenia tlenu oraz pochłonięcie energii cieplnej. Inteligentne działanie mgły wodnej polega właśnie na tym, że z jednej strony gasi pożar w miejscu jego wystąpienia, obniżając lokalnie stężenie tlenu oraz odbierając energię cieplną, z drugiej natomiast poprawia warunki ewakuacji.

Mgła wysokociśnieniowa posiada istotne zalety w porównaniu z konwencjonalnymi systemami przeciwpożarowymi. Kluczem do wysokiej efektywności systemu jest generacja, przy zastosowaniu specjalnie skonstruowanych dysz mgłowych, małych kropeł wodnych. Wyjątkowo mały rozmiar kropeł czyni system wysoce efektywnym, przy użyciu małej ilości wody. Wysoka skuteczność gaśnicza przy użyciu stosunkowo małej ilości wody minimalizuje zniszczenia pożarowe spowodowane bezpośrednim działaniem ognia i produktów spalania, a jednocześnie nie powoduje tak wysokich zniszczeń wtórnych powodowanych wodą po pożarową, jak to ma miejsce w przypadku klasycznych urządzeń tryskaczowych.

W przypadku pomieszczeń badawczych, serwerowni i podobnych stref, w których znajduje się wyposażenie o znacznej wartości, mogą być one efektywnie zabezpieczane przy zastosowaniu właśnie systemów FOGTEC. W pomieszczeniach takich występuje zwykle znaczne obciążenie ogniowe powodowane przez tworzywa sztuczne, kable, które w razie pożaru powodują występowanie znacznych temperatur i gęstego dymu. Systemy FOGTEC nadają się tu do zastosowania właśnie ze względu na znaczne działanie chłodzące, ograniczają rozprzestrzenianie się pożaru, promieniowania ciepłego, iskier i dymu. Straty ciśnienia w systemach FOGTEC mogą być łatwo niwelowane a dzięki niewielkim ilościom wody może ona być pompowana na znaczne odległości i przy znacznych różnicach.

Opis zastosowanych rozwiązań technicznych.

Opis zasady działania wykonanego systemu mgły wysokociśnieniowej.

Do ochrony wydzielonych pomieszczeń w Narodowym Centrum Radioterapii Hadronowej zastosowano system pompowy wodny mgły wysokociśnieniowej, w którym do ochrony pomieszczeń zastosowano dysze ze szklana ampułką oraz dysze otwarte, które przewidziano jako dodatkowa ochrona kanałów kablowych w hali cyklotronu z systemem rozdziału energii oraz korytarzu prowadzenia wiązki.

Ochroną p.poż. objęto następujące pomieszczenia:

- Sterownia radioterapii oka (pomieszczenie nr 11)
- Labirynt (pomieszczenie nr 12)
- Hala radioterapii oka z modelarnią (pomieszczenie nr 13)
- Rozdzielnia główna (pomieszczenie nr 20)
- Serwerownia (pomieszczenie nr 21)
- Sterownia hali doświadczeń (pomieszczenie nr 36)
- Labirynt + śluza (pomieszczenie nr 37)
- Hala doświadczeń naukowych (pomieszczenie nr 38)
- Sterownia cyklotronu (pomieszczenie nr 39)
- Hala cyklotronu z systemem rozdziału energii (pomieszczenie nr 41) - tylko kanały elektryczne
- Korytarz prowadzenia wiązki (pomieszczenie nr 41a) - tylko kanały elektryczne
- Pomieszczenie zasilaczy cyklotronu (pomieszczenie nr 62)

W pomieszczeniach wymienionych powyżej zastosowano system z dyszami ze szklana ampułką z wyjątkiem pomieszczeń hali cyklotronu z systemem rozdziału energii oraz korytarza prowadzenia wiązki stanowiących jedno pomieszczenie, gdzie zainstalowano dysze otwarte do ochrony znajdujących się tam kanałów kablowych.

Dysze rozmieszczono w każdym z pomieszczeń zgodnie z rysunkami nr 394/2012-PPW-03 oraz nr 394/2012-PPW-04. Natomiast w przypadku pomieszczeń posiadających również sufit podwieszany i podłogę techniczną, gdzie prowadzone są kable

elektryczne oraz kable sygnałowe tj. serwerownia, sterownia hali doświadczeń, sterownia cyklotronu, sterownia radioterapii oka oraz pomieszczeniu zasilaczy cyklotronu zastosowano dysze ampułkowe.

Woda do gaszenia ewentualnego pożaru pobierana będzie z czterech zbiorników wody gaśniczej o pojemności $V = 1000 \text{ dm}^3$ każdy. W czasie pożaru woda gaśnicza czerpana będzie za pomocą pompy wysokociśnieniowej i tłoczona do instalacji gaśniczej, w której rurociągi są na stałe wypełnione wodą, z wyjątkiem instalacji z dyszami otwartymi w kanałach kablowych, gdzie rurociągi są suche.

Główny rurociąg zasilający $\Phi 28 \text{ mm}$ oraz przewody rozprzewadzające $\Phi 22\text{mm}$, $\Phi 18\text{mm}$ oraz $\Phi 12\text{mm}$ doprowadzające wodę do poszczególnych dysz wykonano z rur cienkościennych wysokociśnieniowych ze stali nierdzewnej na ciśnienie 180 bar. Rurociągi poprowadzono pod sufitami, podwieszając je za pomocą specjalnych uchwytów do ścian., w sufitach podwieszanych, podłogach technicznych i kanałach kablowych. Wszystkie elementy armatury (zawory, manometry, filtry itp.) są przystosowane do pracy na ciśnienie 180 bar.

Pompownia zasilająca instalację mgły wysokociśnieniowej

W pomieszczeniu pompowni znajdującym się na pierwszym piętrze zastosowano następujące elementy:

- cztery zbiorniki wody gaśniczej $V = 1 \text{ m}^3$ każdy,
- pompa wysokociśnieniowa zalewowa o parametrach:
 $Q = 120 \text{ l/min}$
 $H = 120 \text{ bar}$
 $P = 30 \text{ kW}$,
- szafa sterownicza,
- rurociągi z niezbędną armaturą.

Woda do gaszenia pobierana będzie z czterech zbiorników o pojemności $V = 1 \text{ m}^3$ każdy, zlokalizowanych na poziomie pierwszego piętra w wydzielonym pomieszczeniu maszynowni. Wymiary jednego zbiornika to: 1,0m x1,2m x1,16 m (szerokość x długość x wysokość). Usytuowanie i połączenie zbiorników przedstawia rys. nr 394/201-PPW- 02.

Zasilanie zbiorników w wodę następuje rurociągiem $\varnothing 25$ z wewnętrznej instalacji wodociągowej. Dobrano zestaw 4 typowych zbiorników ECOBULK typ MX1000l, każdy o pojemności roboczej 1m^3 . Zestaw zbiorników wody gaśniczej posiada pojemność robocza $V = 4\text{m}^3$.

Napełnianie i uzupełnianie wody w zbiornikach odbywa się będzie za pomocą elektrozaworu sterowanego wyłącznikiem kontaktowym zamontowanym na rurociągu wewnętrznej instalacji wodociągowej.

Obliczenie potrzebnej pojemności zbiorników wody gaśniczej

Dobrano zestaw 4 typowych zbiorników ECOBULK typ MX1000l, każdy o pojemności roboczej 1m^3 . Zestaw zbiorników wody gaśniczej posiada pojemność roboczą $V = 4\text{m}^3$. Woda w zbiornikach zgromadzona będzie na 30 min akcji gaśniczej. Zasilanie zbiorników w wodę nastąpi rurociągiem $\varnothing 25$ z wewnętrznej instalacji wodociągowej. Czas napełniania zbiorników to 1 godz. i 6 min. Rurociąg zasilający wyposażony jest w elektrozawór sterowany pracą pompy. Napełnianie i uzupełnianie wody odbywa się za pomocą wyłącznika kontaktowego zamontowanego na rurociągu tłocznym.

Obliczenia hydrauliczne i dobór pomp

Do obliczeń zaopatrzenia w wodę przyjęto następujące parametry:

współczynnik K	1,2
rozstaw dysz	do 3,0 m
odległość od ścian	0,75 ÷ 1,9 m

Liczba dysz: $n_z = 8$ sztuk

Wydajność pompy: $Q = n_z \cdot K \cdot 10 = 96,0\text{ l/min}$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń dobrano zestaw pompowy wysokociśnieniowy wraz ze zbiornikiem zapasu wody, składający się z pompy o parametrach:

wydajność $Q = 120\text{ l/min}$ każda,
wysokość podnoszenia $H = 120\text{ bar}$,
moc $P = 30\text{ kW}$

Wymiary rurociągów i spadki ciśnień zostały obliczone metodą Darcy-Weisbacha przy wykorzystaniu diagramu Mood'ego oraz poniższych wzorów:

$$\Delta p_m = 2,252 \frac{fL\rho Q^2}{d^5}$$

$$Re = 21,22 \frac{Q\rho}{d\mu}$$

$$\text{szorstkość względna} = \frac{\varepsilon}{D}$$

gdzie:

Δp_m – spadek ciśnienia [bar],

L – długość przewodu rurowego [m],

f – współczynnik oporów [bar/m],

Q – przepływ [dm³/min],

d – średnica wewnętrzna przewodu rurowego [mm],

ε – szorstkość ścian przewodu rurowego [mm],

ρ – ciężar właściwy medium [kg/m³],

μ – lepkość dynamiczna [cP].

Dysze mgłowe

Dysze ze szklaną ampułką

Dysze do ochrony pomieszczeń głównych oraz przestrzeni sufitów podwieszanych i podłóg technicznych są wyposażone w szklaną ampułkę. Szklane ampułki są elementami aktywującymi dysze wrażliwymi na ciepło. Specjalny płyn w ampułce zwiększa swoją objętość przy wzroście temperatury. Detekcja pożaru nastąpi po pęknięciu, pod wpływem wzrostu temperatury, szklanej ampułki (podobnie jak w przypadku tryskaczy), co spowoduje wypływ wody przez dysze. Ciśnienie w rurociągach spadnie i uruchomi się pompa wysokociśnieniowa. Jeśli przepływ pompowanej wody będzie większy niż ten wypływ przez dysze, nadmiar wody, poprzez zawór nadmiarowy, odprowadzany zostanie do kanalizacji.

System pozostaje aktywny do momentu jego wyłączenia przez wykwalifikowany personel lub straż pożarną.

Do wytwarzania mgły wodnej wysokociśnieniowej we wszystkich pomieszczeniach objętych ochroną p.poż. zastosowano 75 szt. dysz mgłowych typu DK6-04-A57°C o parametrach:

- średnica gwintu ϕ 3/4",
- wydajności 12 dm³/min przy ciśnieniu 100 bar.

W przypadku ochrony sufitów podwieszanych zastosowano 14 szt. dysz mgłowych typu DK 6-02- A57°C o parametrach:

- średnica gwintu ϕ 3/4",
- wydajności 6,96 dm³/min przy ciśnieniu 100 bar.

Natomiast w przypadku ochrony podłóg technicznych zastosowano 36 szt. dysz mgłowych typu DK 4-02-A57°C

- średnica gwintu ϕ 3/4",
- wydajności 4,64 dm³/min przy ciśnieniu 100 bar.

Dysze ze szklaną ampułką składają się z korpusu, w którym umieszczone są mikro dysze z oddzielnymi filtrami oraz szklanej ampułki.

Parametry dobranych dysz mgłowych:

- kąt strugi rozpylonej cieczy – 40°,
- sposób aktywacji – automatycznie (szklana ampułka),
- materiał – stal nierdzewna,

Dysze otwarte

Do ochrony kanałów kablowych w hali cyklotronu z systemem rozdziału energii oraz korytarzu prowadzenia wiązki zaprojektowano jednostrefowy system pompowy wodny mgły wysokociśnieniowej typu „FOGTEC”. W sekcji (strefie) tej rozmieszczono 15 szt. dysz mgłowych.

Do wytwarzania mgły wodnej wysokociśnieniowej w tej strefie zastosowano dysze mgłowe typ DK4-02-F-O o parametrach:

- średnica gwintu ϕ 3/4",
- wydajności 4,64 dm³/min przy ciśnieniu 100 bar.

System zalewowy wymaga aktywacji z zewnątrz. Po otrzymaniu sygnału, system zostaje aktywowany, uruchamia się pompa tłocząca wodę do instalacji gaśniczej, rurociąg zostaje wypełniony wodą a następnie woda uwalniana jest przez dysze mgłowe w danej strefie.

Wyzwolenie systemu gaśniczego odbywać się będzie samoczynnie poprzez podanie sygnału z czujek dymowych systemu sygnalizacji pożaru, zlokalizowanych w kanałach kablowych. System sygnalizacji pożaru nie jest objęty niniejszym opracowaniem.

Rurociągi

Rurociąg wody gaśniczej ϕ 28 mm zasilający instalację gaśniczą znajdującą się na poziomie pierwszego piętra i parteru poprowadzony został z pomieszczenia pompowni zgodnie z rys. nr 394/2012-PPW-02 oraz nr 394/2012-PPW-03

W przypadku ochrony za pomocą dysz otwartych pomieszczeń z kanałami kablowymi tj. hali cyklotronu z systemem rozdziału energii oraz korytarza prowadzenia wiązki, które to stanowią jedno pomieszczenie zainstalowano w nim zawór strefowy pneumatyczny. Jest to zawór typu G1 1" 140 bar montowany na ścianie, który można obudować zamykaną szafką, (co jest w zakresie Inwestora).

Instalację rurową wraz z łącznikami wykonano ze stali nierdzewnej na ciśnienie robocze 180 bar. Ciśnienie w instalacji będzie wynosić 120 bar. Jakość rur musi być minimum AISI 316. Łączniki rurowe są integralną częścią rurociągu i dlatego zostały wykonane również ze stali nierdzewnej. Do łączenia rur o średnicy zewnętrznej do 18 mm używa się zazwyczaj łączników zaciskowych. Większe średnice rur powinny być spawane.

Wszystkie podpory rur są odpowiednie dla podtrzymywania rurociągu pod wysokim ciśnieniem. Rurociągi przymocowano do litych struktur, a każdy odcinek rury posiada podporę.

Między kanałem kablowym znajdującym się w korytarzu prowadzenia wiązki, a kanałem kablowym zlokalizowanym w hali cyklotronu, w czasie betonowania posadzki ułożono na głębokości 20 cm rurę ochronną stalową o średnicy wewnętrznej 32mm dla przeprowadzenia rurociągu wody gaśniczej. Lokalizację rury ochronnej pokazano na rysunku nr 394/2012-PPW-02.

Przejścia rurociągów przez ściany oddzieleni przeciwpożarowych uszczelniono ognioochronną masą uszczelniającą typu HILTI.

Zestawienie materiałów

Zestawienie materiałów instalacji

INSTALACJA MGŁOWA			
Poz.	Wyszczególnienie materiałów	Jedn.	Ilość
1	Dysza mgłowa ampułkowa K=1,2 DK6-04-A57°C	szt.	76
2	Dysza mgłowa ampułkowa K=0,696 DK6-02-A57°C	szt	24
3	Dysza mgłowa ampułkowa K=0,464 DK4-02-A57°C	szt	39
4	Dysza mgłowa otwarta K=0.464 DK4-02-F-O	szt	15
5	Zawór pneumatyczny strefowy G1 1”	szt	1
6	Rury wysokociśnieniowe ze stali nierdzewnej na ciśnienie znamionowe 120 bar o średnicach zewnętrznych 28, 22, 18, 12mm wraz z kształtkami	Kpl.	1
7	Uchwyty do mocowania rur	kpl.	1

Zestawienie materiałów pompowni

INSTALACJA MGŁOWA			
Poz.	Wyszczególnienie materiałów	Jedn.	Ilość
8	Zestaw pompowy 1x120 l/min zalewowy wraz z szafą sterowniczą	kpl.	1
9	Zbiornik 1000 litrów	kpl	4