



**Projekt techniczny tuneli aerodynamicznych
Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej
Politechniki Krakowskiej (LAŚ PK)
wraz z
Programem Funkcjonalno – Użytkowym przestrzeni
badawczych tuneli aerodynamicznych**

**Autorzy:
Prof. dr hab. inż. Andrzej Flaga
Dr inż. arch. Łukasz Flaga**

**Współpraca:
Zespół LIW PK (L-14)
APA Czech_Duliński_Wróbel
Agencja Projektowa „ARCHITEKTURA” Sp. z o.o.**

Maj 2021

Spis treści

A.	Opis ogólny LAŚ PK.....	3
	Tabela 1. Podstawowe dane liczbowe charakteryzujące powstającą infrastrukturę	3
	Tabela 2. Zestawienie rodzaju i czasu trwania badań w tunelu aerodynamicznym TA2	7
B.	Przedmiot i zakres (postępowanie 2).....	8
	Tabela 3. Elementy wyposażenia tuneli aerodynamicznych Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej Politechniki Krakowskiej w urządzenia sterujące i aparaturę badawczą stanowiące zakres zadania 2	9
C.	Część techniczna.....	10
	1. Sufity ażurowe	10
	2. Kierownice w obu tunelach TA.1 i TA.2;.....	12
	3. Siatki turbulizujące w tunelach TA.1 i TA.2	17
	4. Aktywne metody generowania warstwy przyziemnej (głównie TA.1D)	21
	5. Bariérki i iglice	22
	6. Klocki – TA.1D.....	27
	7. Ułownice, ekrany – formowanie przepływu.....	29
	7.1 Ułownice.....	29
	7.2 Ekrany złożone z kaskady profili lotniczych	32
	8. Stoły obrotowe	36
	9. Suwnica-wielozadaniowe ramię w TA.1D	42
	10. Podłogi	42
	11. Sito do symulacji opadu w TA.2G.....	47
	12. Promienniki ciepła (podczerwieni) w TA.2D	48
	13. Profilowanie naroży obu tuneli TA.1 i TA.2	50
	14. Instalacja symulacji opadu deszczu i oblodzenia.....	52
	15. Wibroizolacje do stołów obrotowych w TA.1	55
	16. Konsola sterująca	57
D.	Pozostałe elementy wyposażenia (zakres poza zadaniem 2).....	58
	1. System wentylatorów lotniczych	58
	2. Sterowanie temperaturą tunelu TA.2	58
	3. System PIV	59

A. Opis ogólny LAŚ PK

Projektowany i realizowany budynek Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej znajduje się w Krakowie, na terenie kampusu uczelni, z dojazdem z drogi wewnętrznej włączonej do al. Jana Pawła II.

Projektowany budynek jest obiektem trzykondygnacyjnym, w tym jedna kondygnacja podziemna całkowicie pod poziomem terenu, przekryty dachem płaskim o średnim nachyleniu 3%. Obiekt budowlany kategorii IX. Wysokość budynku – od poz. przy wejściu do attyki – 10,00m. Bryła zwarta zbliżona do prostopadłościanu. Podzielona poziomymi profilami tworzącym dynamiczny rysunek przestrzenny na elewacji. Ponad dachem zaprojektowano pomost techniczny na urządzenia (centrale wentylacyjno-klimatyzacyjne i agregaty chłodnicze), pomost obudowany żaluzjami.

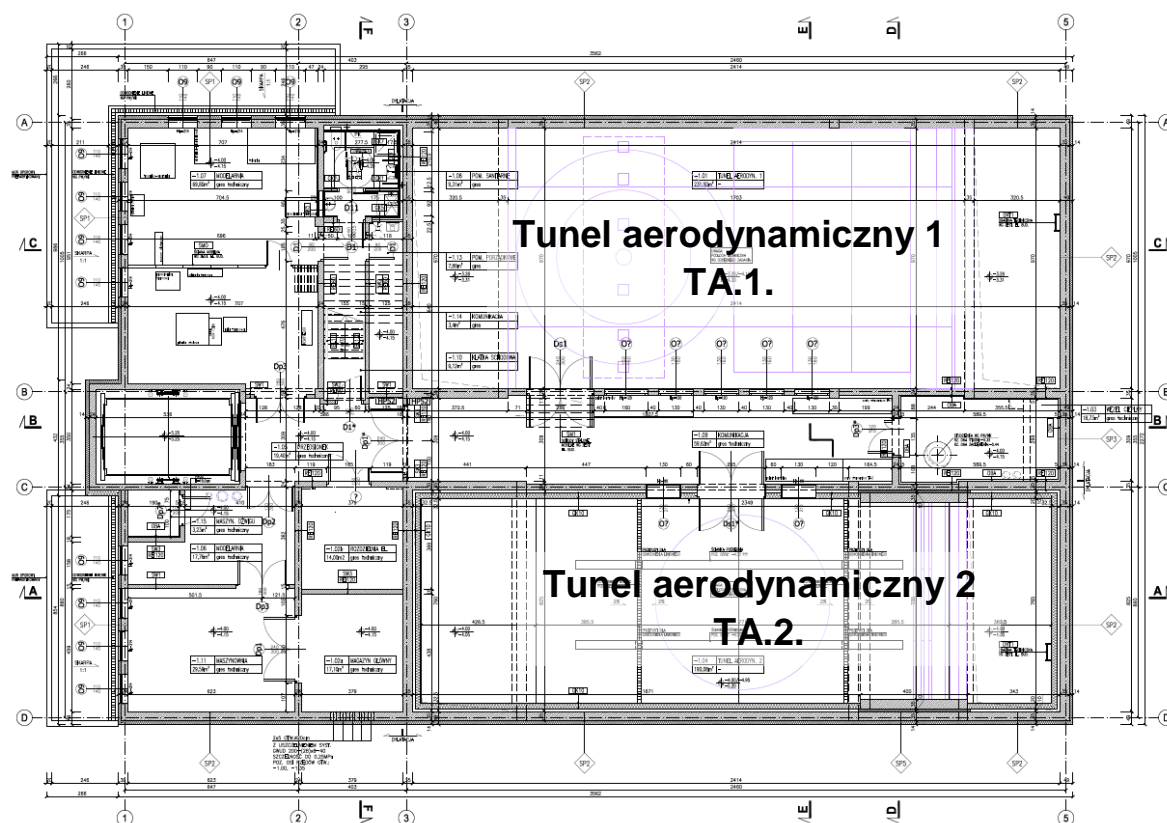
W budynku zaprojektowano dwa tunele aerodynamiczne o obiegu mieszanym, każdy wyposażony w dwie przestrzenie pomiarowe i zróżnicowany system wentylatorów oraz elementów infrastruktury technicznej kształtujących parametry napływającego powietrza. Oznaczenie unikatowych laboratoriów badawczych aerodynamiki środowiskowej wraz z ich przeznaczeniem oraz podstawową charakterystyką parametrów przestrzeni pomiarowych:

- Laboratorium komputerowe – LK;
- Tunel aerodynamiczny 1 – TA.1, przestrzeń pomiarowa 1 (przewietrzanie miast, transport zanieczyszczeń), przestrzeń pomiarowa 2 (przewietrzanie miast, siłownie wiatrowe, smog);
- Tunel aerodynamiczny 2 – TA.2, przestrzeń pomiarowa 1 (smog), przestrzeń pomiarowa 2 (badania klimatyczne uwzględniające symulację opadu deszczu i śniegu, badania eksperymentalne elementów architektury, siłownie wiatrowe, wirniki).

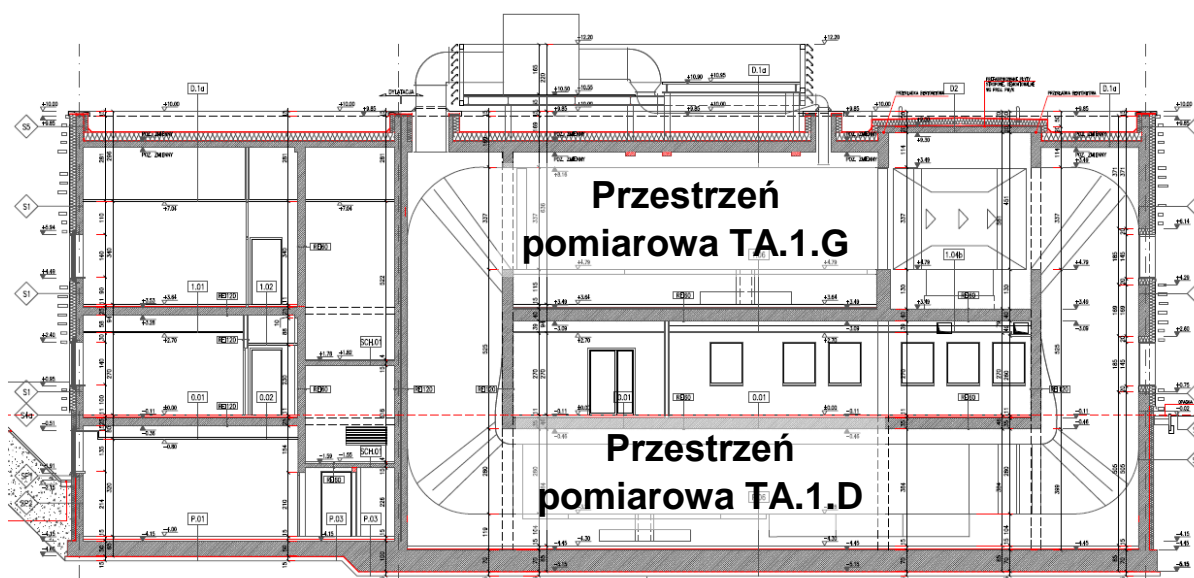
Podstawowe dane liczbowe charakteryzujące powstającą infrastrukturę zestawiono w tab. 1.

Tabela 1. Podstawowe dane liczbowe charakteryzujące powstającą infrastrukturę

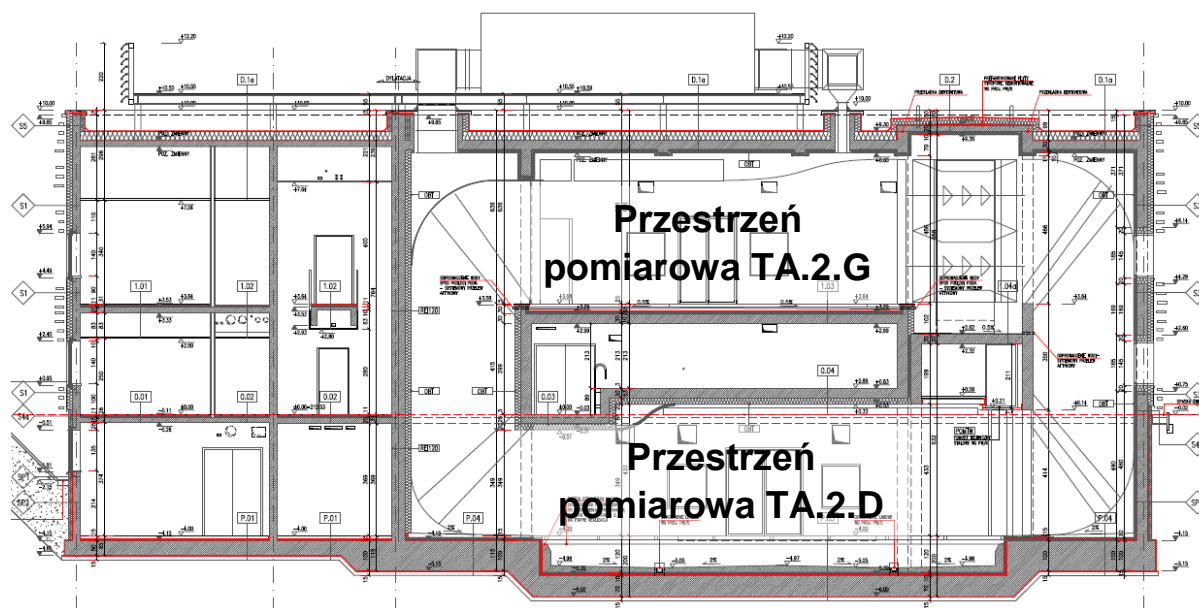
Powierzchnia terenu objętego inwestycją Działka nr ewid. 21/276	8 494,00 m ²	100,0%
Powierzchnia zabudowy	824,60 m ²	9,7%
Powierzchnia biologicznie czynna	5 720,53 m ²	68,5%
Powierzchnia utwardzona	1 848,87 m ²	21,8%
Powierzchnia całkowita netto	1 665,32 m ²	
Kubatura	11 775,9 m ³	
Powierzchnia netto	1 665,32 m ²	
Wysokość budynku (od poz. tereny przy wejściu do attyki)	10,00 m n.p.t.	



Rys. 1. Rzut kondygnacji -1 LAŚ PK z oznaczeniem obu tuneli aerodynamicznych

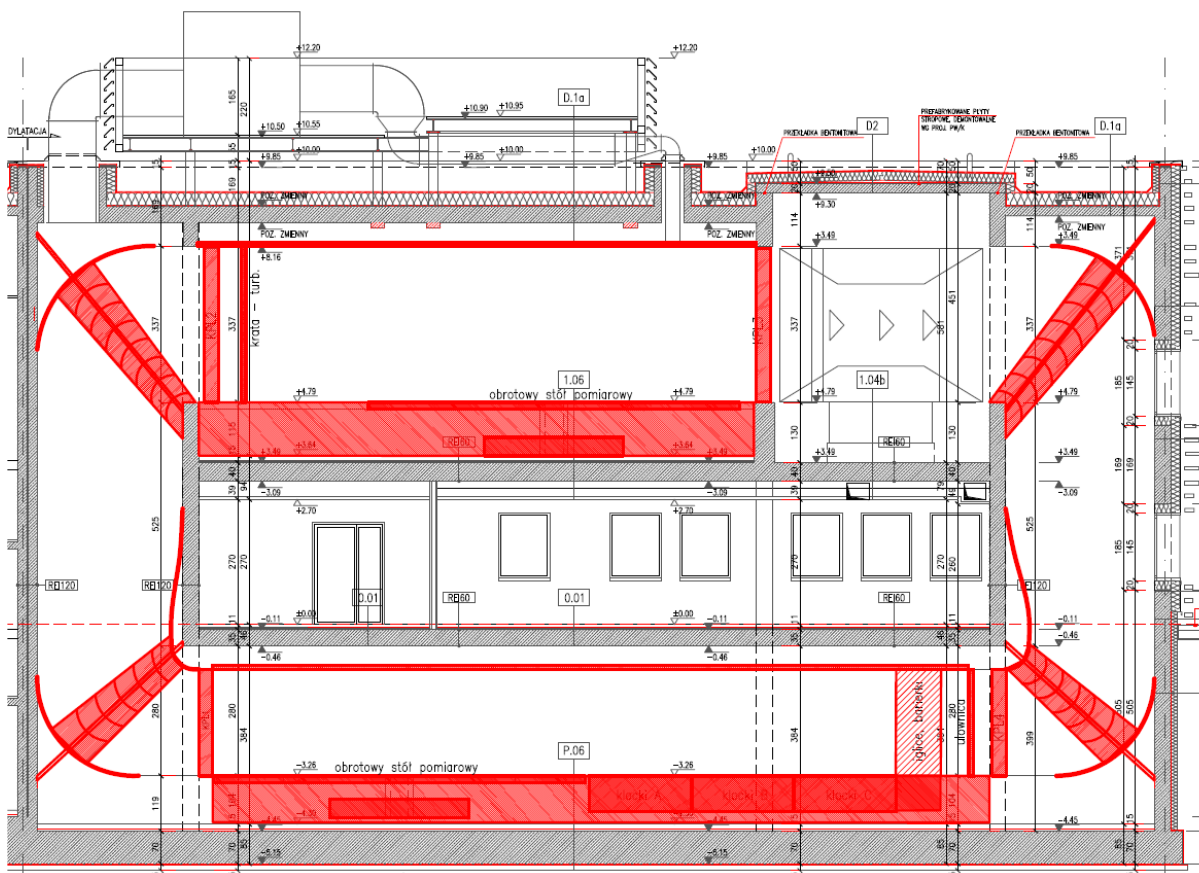


Rys. 2. Przekrój podłużny tunelu aerodynamicznego 1 – TA.1 z oznaczeniem przestrzeni pomiarowych G-górnej i D – dolnej



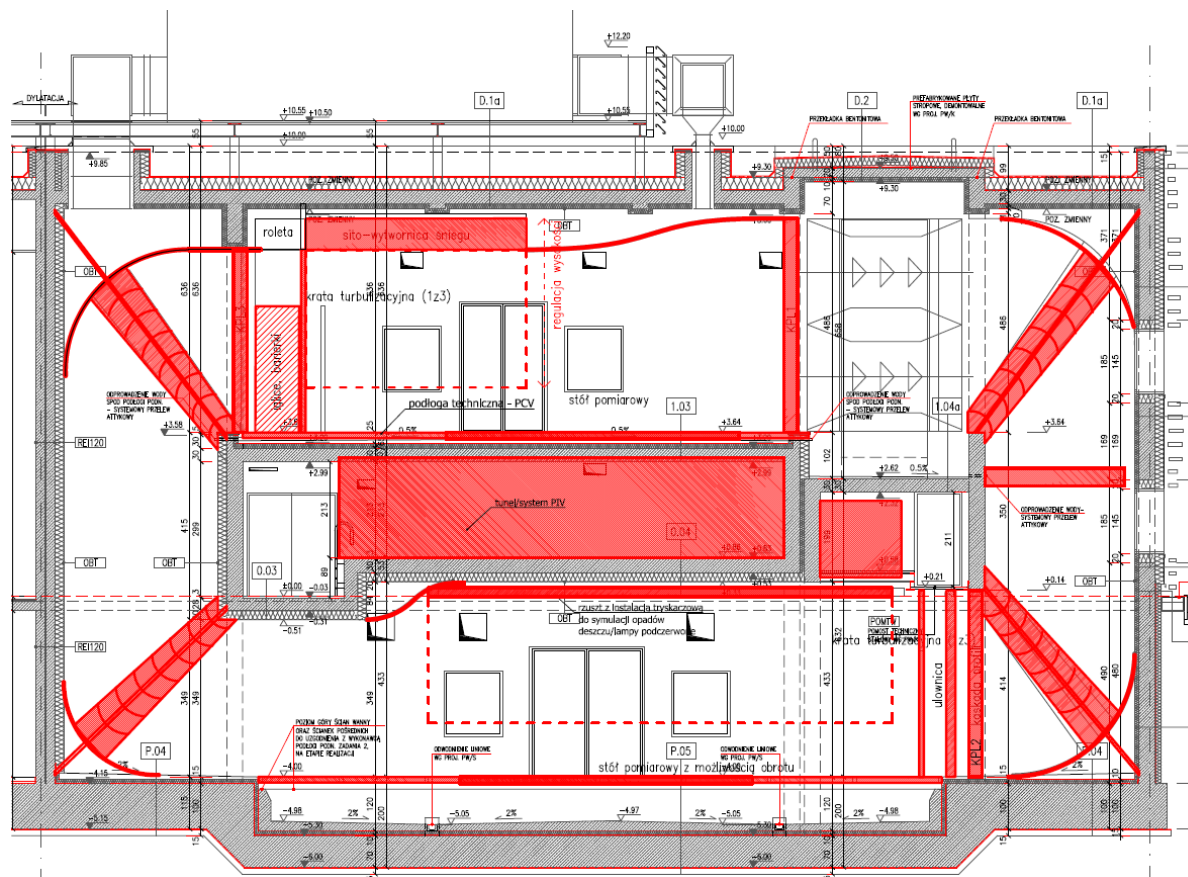
Rys. 3. Przekrój podłużny LAŚ PK przez tunel aerodynamiczny 2 - TA.2 z oznaczeniem przestrzeni pomiarowych G-górnej (smog) i D – dolnej (badania klimatyczne uwzględniające symulację opadu deszczu i śniegu, badania eksperymentalne elementów architektury, siłownie wiatrowe, wirniki)

Tunel aerodynamiczny 1 (TA.1) – tunel „suchy/główny”; 3 duże wentylatory lotnicze (w układzie 1x3), wysokie prędkości przepływu powietrza (prędkość średnia do 30 m/s);



Rys. 4 Przekrój podłużny tunelu aerodynamicznego 1 z oznaczeniem elementów wyposażenia przestrzeni pomiarowych

Tunel aerodynamiczny 2 (TA.2) – tunel „mokry/klimatyczny”; 8 mniejszych wentylatorów (w układzie 2x4), (lub 6 wentylatorów, (w układzie 2x3)) w dwóch rzędach; średnia prędkości przepływu powietrza do 18 m/s; dodatkowe instalacje do symulacji opadu: sztucznego śniegu, deszczu i oblodzenia oraz cykli rozmarzania oblodzonych fragmentów konstrukcji.



Rys. 5 Przekrój podłużny tunelu aerodynamicznego 2 z oznaczeniem elementów wyposażenia przestrzeni pomiarowych

Podział przestrzeni badawczych obu tuneli na górną (G) i dolną (D)

TA.1G – badanie siłowni wiatrowych, badania aerodynamiczne większych elementów (np. fragmentów elewacji, modeli sekcyjnych, etc.) w dużej skali, badania z zakresu aerodynamiki środowiskowej

TA.1D – tunel „podstawowy”, badania z zakresu aerodynamiki budowli i konstrukcji inżynierskich – pełen zestaw elementów/rozwiązań systemowych odpowiedzialnych za generację profilu wiatru i turbulencji aerodynamicznej; Stół pomiarowy o średnicy umożliwiającej badania dużych obszarów np. przewietrzania i aerodynamiki środowiskowej (stół pomiarowy wewnętrzny o średnicy 5m, z możliwością „dołączenia” modułów zewnętrznych/zwiększenia średnicy do 8m)

TA.2G – symulacje śniegowe (przy wykorzystaniu materiału umożliwiającego symulację opadu śniegu – starty styropian), badania smogowe (w tym także z możliwością rozwiniętych „kurtyń” izolujących przestrzeń badawczą), wizualizacja dymowa, ewentualnie symulacje burz piaskowych

TA.2D – możliwość obniżania/podwyższania temperatury, symulacje opadu deszczu, śniegu/oblodzenia, cykli roztopiania (przy wykorzystaniu promienników podczerwieni), badania fragmentów budynków (np. połaci dachowych) w skali 1:1

W tab. 2 przedstawiono planowane do realizacji badania w tunelu aerodynamicznym TA2 w zależności od ich rodzaju i czasu trwania.

Tabela 2. Zestawienie rodzaju i czasu trwania badań w tunelu aerodynamicznym TA2

Typ badania	Prędkość średnia strumienia powietrza V_{śr}	czas realizacji cyklu badań	Strumień	Zakres temp. (wartość stała z przedziału)
- badania symulacji opadu deszczu	0-18m/s	ok. 5dni po 2h	zmienny	od +5°C do +25°C
- badania symulacji oblodzenia	0-7m/s	ok. 7-10 dni po 24h	stały	od -10°C do -1°C
- badania symulacji opadu śniegu (styropian)	0,7-5m/s	ok. 7dni po 2h	stały	+20°C
- badania przewietrzania miast	0-5m/s	ok. 5dni po 4h	zmienny	+20°C (sporadycznie od -5°C do +25°C)
- badania eksperymentalne (np. elewacje, symulacje piaskowe, etc.)	1-18m/s	ok. 5dni po 4h	zmienny	od +5°C do +25°C

B. Przedmiot i zakres (postępowanie 2)

Zakres realizacji obejmuje *dostawę oraz montaż wyposażenia tuneli aerodynamicznych Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej Politechniki Krakowskiej w urządzenia sterujące i aparaturę badawczą* określone w części technicznej C przedmiotowego opracowania (Programu Funkcjonalno – Użytkowego przestrzeni badawczych tuneli aerodynamicznych LAŚ PK).

W ramach niniejszego postępowania należy przewidzieć następujące etapy:

1. Etap I, w którym opracowane zostaną rozwiązania szczegółowe każdego z elementów wymienionych w tab.3. stanowiących wyposażenie zasadnicze obu tuneli aerodynamicznych LAŚ po uprzedniej inwentaryzacji stanu istniejącego/wykonanego w ramach zadania 1; Prace poprzedzające sporządzenie rysunków warsztatowych powinny zostać opracowane w ścisłej współpracy z Zespołem Laboratorium Inżynierii Wiatrowej Politechniki Krakowskiej (LIW PK);
2. Etap II - przedwykonawczy, w którym poszczególne elementy zostaną wykonane na podstawie rysunków warsztatowych i zmontowane wstępnie w celu wyeliminowania ewentualnych kolizji; Wszelkie rozwiązania przestrzenne (w tym w szczególności wymiary elementów na granicy z wentylatorami lotniczymi i innymi elementami współistniejącymi w przestrzeni badawczej) powinny uwzględniać uwagi dostawców elementów nieujętych w niniejszym postępowaniu;
3. Etap wykonawczy (montażowy) – w wyniku którego elementy zostaną dostarczone na budowę, zamontowane, a w przypadku ruchomych podzespołów sterowanych automatycznie/ręcznie, instalacji bądź rozwiązań systemowych, przeprowadzony zostanie ich rozruch oraz kalibracja do zadanych parametrów pracy.

Należy nadmienić, iż zasadnicza konstrukcja ścian, stolarki okiennej i drzwiowej, stropów i podłóg wraz z podstawowym wykończeniem przestrzeni obu tuneli aerodynamicznych TA.1 i TA.2 oraz wyposażeniem w infrastrukturę socjalno-bytową (wentylacja, klimatyzacja, ogrzewanie, elektryka, etc.) stanowi zakres zadania 1, w tym w szczególności:

1. W TA.1 ściany zostaną wykończone w technologii tradycyjnej tj. pokrycie tynkiem i farbą ułatwiającą utrzymanie czystości np. („lateksową” lub „lamperią”), a sufity zostaną wstępnie przygotowane przez szlifowanie powierzchni i jej wygładzanie z większych nierówności – pozostałości z szalunków;
2. W TA.2 ściany i sufity zostaną wykończone w technologii zapewniającej właściwe funkcjonowanie obiektu, w szczególności z uwagi na różnice temperatury i wilgotności; ponadto w ramach zadania 1 należy zabezpieczyć/umożliwić spływ skroplin ze ścian i sufitów;
3. Podłoga na stropie w obu przestrzeniach pomiarowych TA.1 zostanie wykończona posadzką betonową i pokryta powierzchnią żywiczną;
4. Podłoga na poziomie -1 w TA.2 zostanie wykształcona w formie „wanny” oraz posiadać będzie podgrzewane wpusty, a także ukształtowanie spadków umożliwiające sprawne odprowadzenie opadu/wilgoci; wzdłuż obwodu wanny wykształcone zostaną gzymsy, które wraz ze zlokalizowanymi w środku wanny ściankami pośrednimi stanowiąc będą oparcie dla elementów podłogi technicznej; podłoga techniczna stanowi zakres zadania 2 (patrz pkt.10);
5. Podłoga na poziomie +1 w TA.2 zostanie ukształtowana w formie umożliwiającej sprawne odprowadzenie skroplin/wilgoci oraz wykonana z odpowiednich materiałów; dopuszcza się lokalizację podgrzewanego wpustu zabezpieczonego przed „zatykaniem” w sytuacji symulacji opadu sztucznego śniegu – starty styropian (patrz pkt. 11), bądź innego rozwiązania zapewniającego sprawne funkcjonowanie budynku; podłoga techniczna stanowi zakres zadania 2 (patrz pkt.10);

6. Doprowadzenie instalacji wod., kan., CO (wraz z grzejnikami wyłącznie w TA.1), wentylacji i klimatyzacji, oraz elementów infrastruktury elektrycznej do przestrzeni obu tuneli, a także rozprowadzenie tych instalacji i infrastruktury wewnątrz tuneli TA.1 i TA.2 zgodnie z projektami branżowymi stanowi zakres zadania 1.
7. Instalacja oświetlenia przestrzeni tuneli TA.1 i TA.2 wraz z instalacjami gniazd wtykowych, i innymi podstawowymi instalacjami elektrycznymi jak np. instalacja zasilania urządzeń zgodnie z projektem budowlanym również stanowi zakres zadania 1.
8. Stolarka okienna i drzwiowa w całości stanowi zakres zadania 1.
9. Wszelkie pozostałe elementy trwałe budynku niewymienione w poniższym zestawieniu dla postępowania 2 (patrz tab. 3) oraz nie związane z zakresem postępowania 3 tj.: dostawą zestawu wentylatorów lotniczych wraz z ich zasilaniem i sterowaniem.

Tabela 3. Elementy wyposażenia tuneli aerodynamicznych Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej Politechniki Krakowskiej w urządzenia sterujące i aparaturę badawczą stanowiące zakres zadania 2

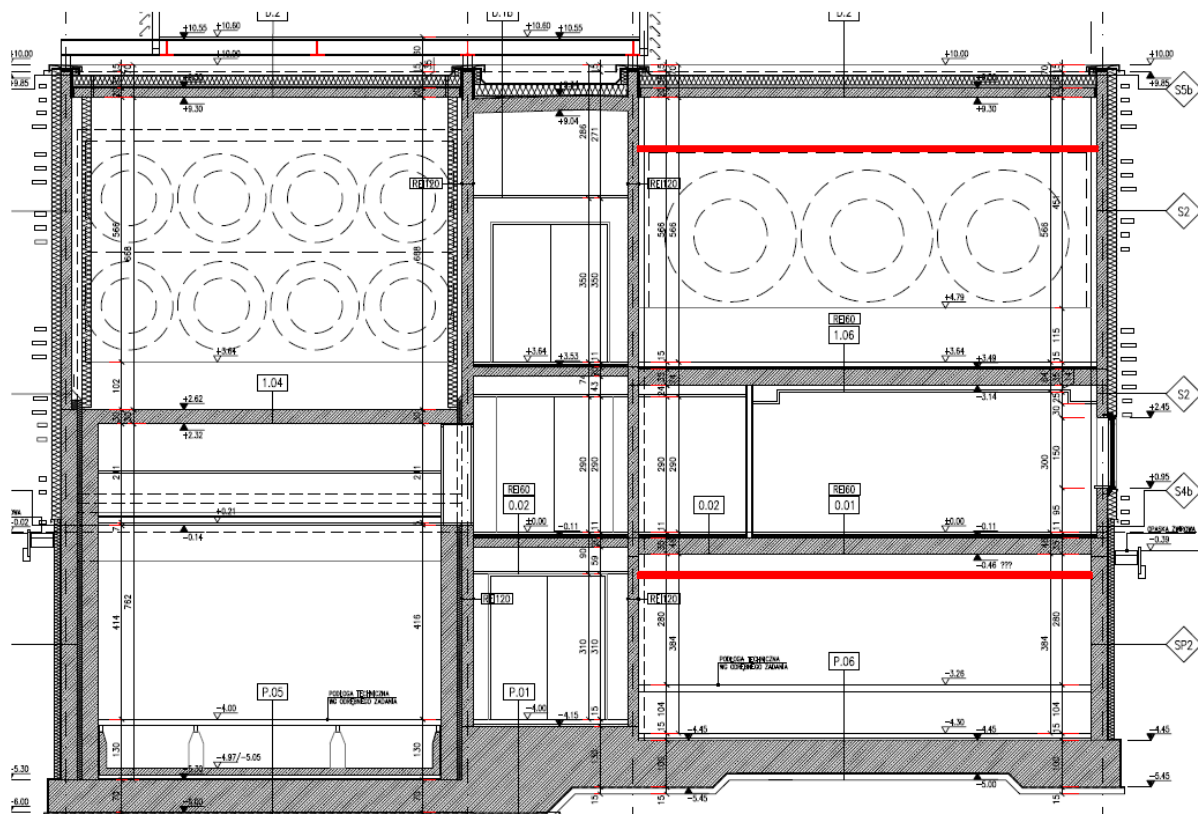
Nr	Przedmiot
1	Sufity ażurowe
2	Kierownice w obu tunelach TA.1 i TA.2;
3	Siatki turbulizujące w tunelach TA.1 i TA.2
4	Aktywne metody generowania warstwy przyziemnej (głównie TA.1D)
5	Barierki i iglice
6	Klocki – TA.1D
7	Ułownice, ekrany – formowanie przepływu
7.1	Ułownice
7.2	Ekrany złożone z kaskady profili lotniczych
8	Stoły obrotowe
9	Suwnica-wielozadaniowe ramię w TA.1D
10	Podłogi
11	Sito do symulacji opadu w TA.2G
12	Promienniki ciepła (podczerwieni) w TA.2D
13	Profilowanie naroży obu tuneli TA.1 i TA.2
14	Instalacja symulacji opadu deszczu i oblodzenia
15	Wibroizolacje do stołów obrotowych w TA.1
16	Konsola sterująca

C. Część techniczna

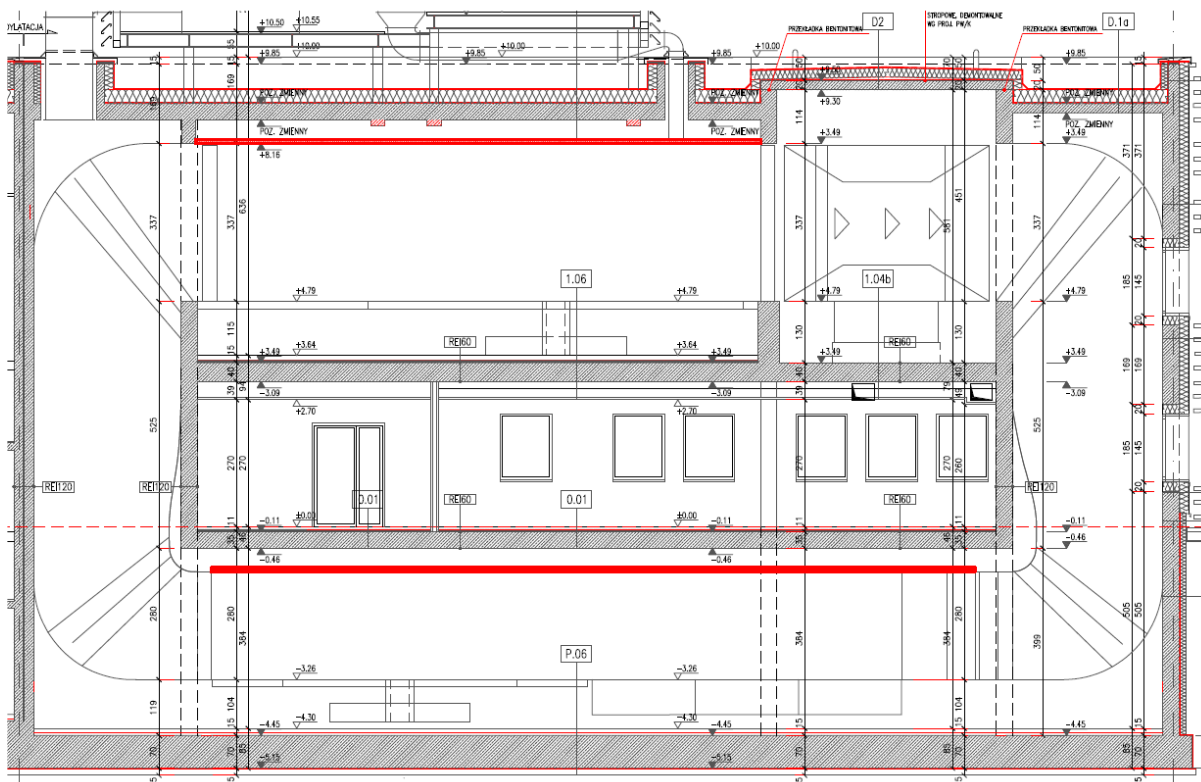
1. Sufity ażurowe

Sufity ażurowe zlokalizowano w tunelu TA.1. Podkonstrukcja do sufitów ażurowych stanowi element wyposażenia (zakres zadania 2) i będzie montowana na stałe do stropu wykończonego techniką tradycyjną (zakres zadania 1). Charakterystyka zestawu:

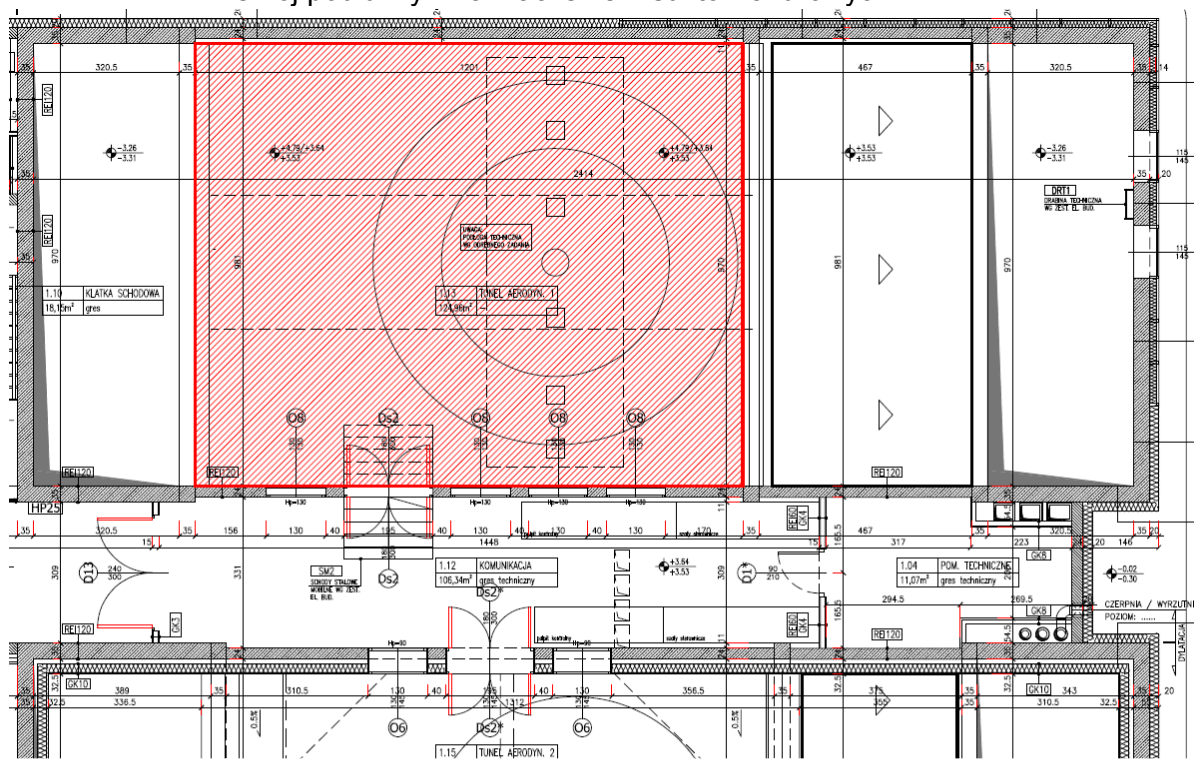
- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Powierzchnia całkowita: 168 mkw TA.1D • Panele z: <ul style="list-style-type: none"> - płaskowników aluminiowych, płyt kompozytowych lub - profili C z PMMA giętego termicznie lub - krawędziaki z drewna i/lub materiałów drewnopochodnych o szerokości w przedziale 12-16cm mocowane do podkonstrukcji ramowej z zamkniętych profili stalowych; • Szczeliny pomiędzy panelami o szerokości 2,5 cm; |
| <ul style="list-style-type: none"> • Powierzchnia całkowita: 117 mkw TA.1G; • Panele z: <ul style="list-style-type: none"> - płaskowników aluminiowych, płyt kompozytowych lub - profili C z PMMA giętego termicznie lub - krawędziaków z drewna i/lub materiałów drewnopochodnych o szerokości w przedziale 12-16cm mocowane do podkonstrukcji ramowej z zamkniętych profili stalowych; • Szczeliny pomiędzy panelami o szerokości 2,5 cm; |



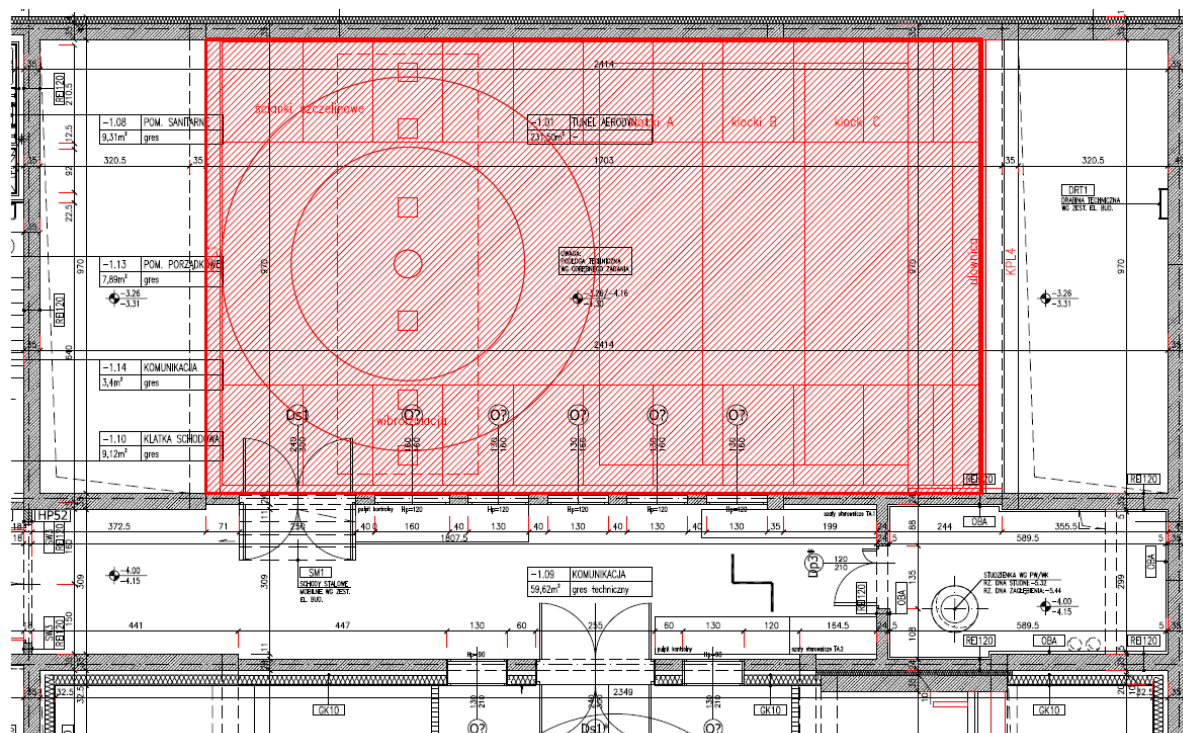
Przekrój poprzeczny z zaznaczeniem sufitów ażurowych oraz fragmentów ruchomych w położeniach umożliwiających utworzenie/wydzielenie „kanału środkowego”



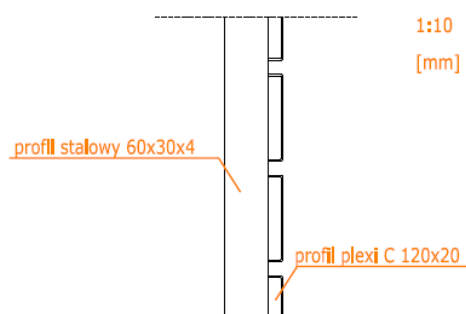
Przekrój podłużny z zaznaczeniem sufitów ażurowych w TA.1



Rzut kondygnacji +1 z zaznaczeniem sufitu podwieszonego



Rzut kondygnacji -1 z zaznaczeniem sufitu podwieszonego



Detal rozwiązania dla profili z PMMA C 120x20

44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)

2. Kierownice w obu tunelach TA.1 i TA.2;

Kierownice to rozwiązania przestrzenne służące kształtowaniu strumienia powietrza wewnątrz tuneli aerodynamicznych. Każdy komplet kierownic złożony jest z zestawów elementów powierzchniowych (tzw. „półksiężyców”) zamocowanych do ram – utwierdzonych w elementach konstrukcyjnych - w podziałach odpowiadających pozostałym elementom wyposażenia przestrzeni roboczej tuneli aerodynamicznych. Komplety kierownic umiejscowiono w każdym z narożników tuneli. Należy przewidzieć miejscowe wzmocnienie elementów konstrukcyjnych (zakres zadania 1) pod ramy/podłużnice stanowiące konstrukcję wsporczą pod zestawy kierownice. Przewiduje się montaż w położeniu przyjętym wstępnie, a następnie ewentualną korektę po uzyskaniu dodatkowych wyników z symulacji CFD i/lub pomiarów prędkości strumienia powietrza w przestrzeni roboczej tuneli; w czasie testowania przestrzeni roboczej wymagane będzie sprawdzenie i ewentualna korekta położenia łopat. W tym celu należy zapewnić możliwość dostępu do każdego zestawu kierownic (w każdym

komplecie) oraz złącza śrubowe umożliwiające regulację kąta położenia każdej z „łopat” wokół jej osi głównej w zestawie. Charakterystyka elementu zamówienia:

- Rozpiętość całkowita każdego kompletu kierownic w TA.1 – 9,7m;
- Rozpiętość poszczególnych zestawów: 3.0 – 3.3m dźwigary kierownic;
- Liczba kierownic w zestawie: 6 (kond. -1) 8 (kond. +1);
- Szerokość kierownic: 0,3-0,6m (w zależności od lokalizacji w zestawie i rozwiązania);
- Materiał kierownic: stal, aluminium, tworzywo, kompozyt, włókno szklane, etc.

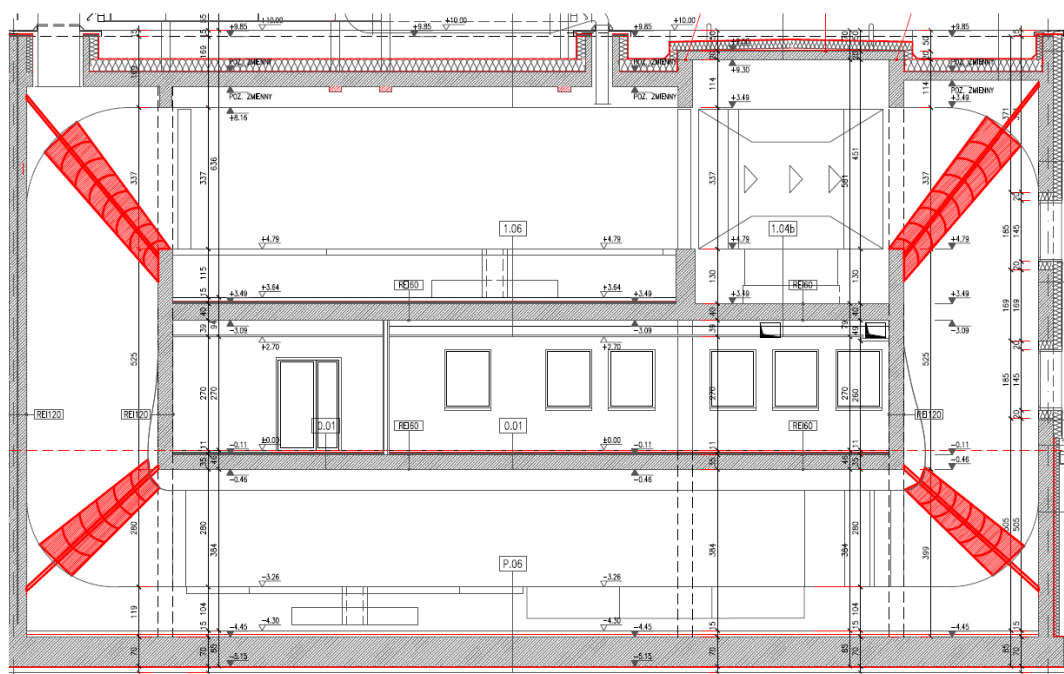
- Długość kierownic w TA.2 – 7,9m;
- Rozpiętość poszczególnych zestawów: 2,5-2,8m dźwigary kierownic;
- Liczba kierownic w zestawie: 6-8 (w zależności od lokalizacji zestawu i jego rozwiązania);
- Szerokość kierownic: 0,3-0,6m (w zależności od lokalizacji w zestawie i rozwiązania);
- Materiał kierownic: stal, aluminium (odporny na wpływy środowiskowe)

Uwagi dodatkowe:

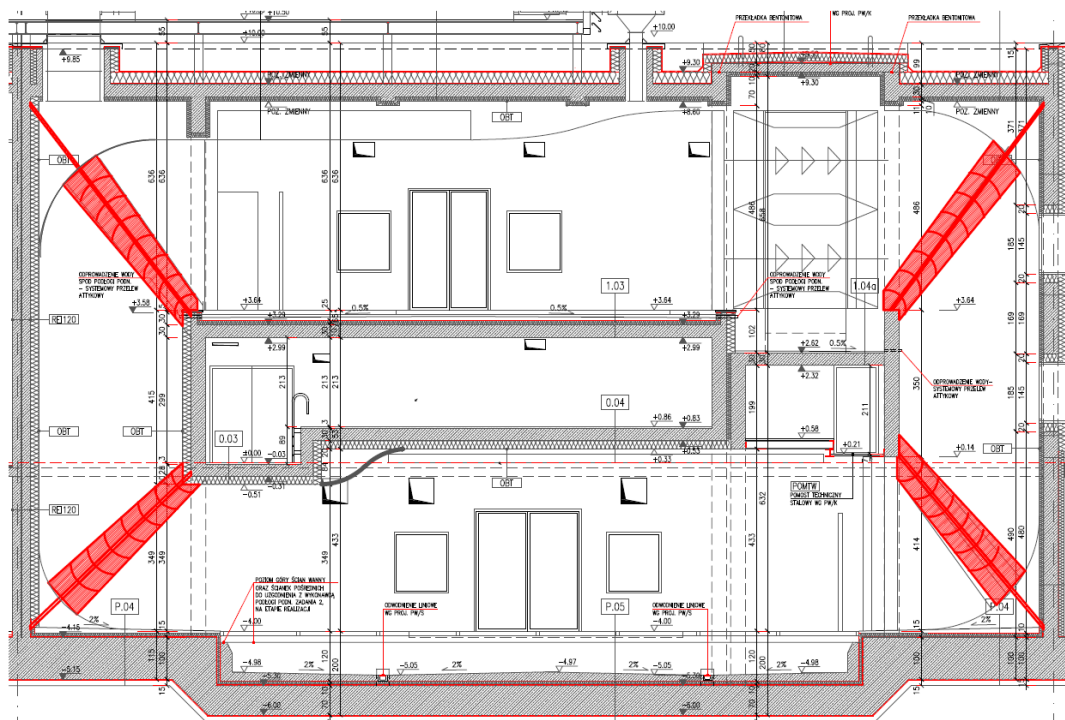
- Kształt, rozwiązania materiałowe i ułożenie łopat wymagają konsultacji z zespołem LIW PK;
- Zestawy kierownic, które w rzucie powinny korespondować z pozostałymi elementami (usztywnieniami) wyposażenia specjalistycznego tuneli aerodynamicznych
- Rysunki koncepcyjne ze schematem zmiany kąta położenia łopat do opracowania na podstawie obecnego rozwiązania przyjętego w LIW.



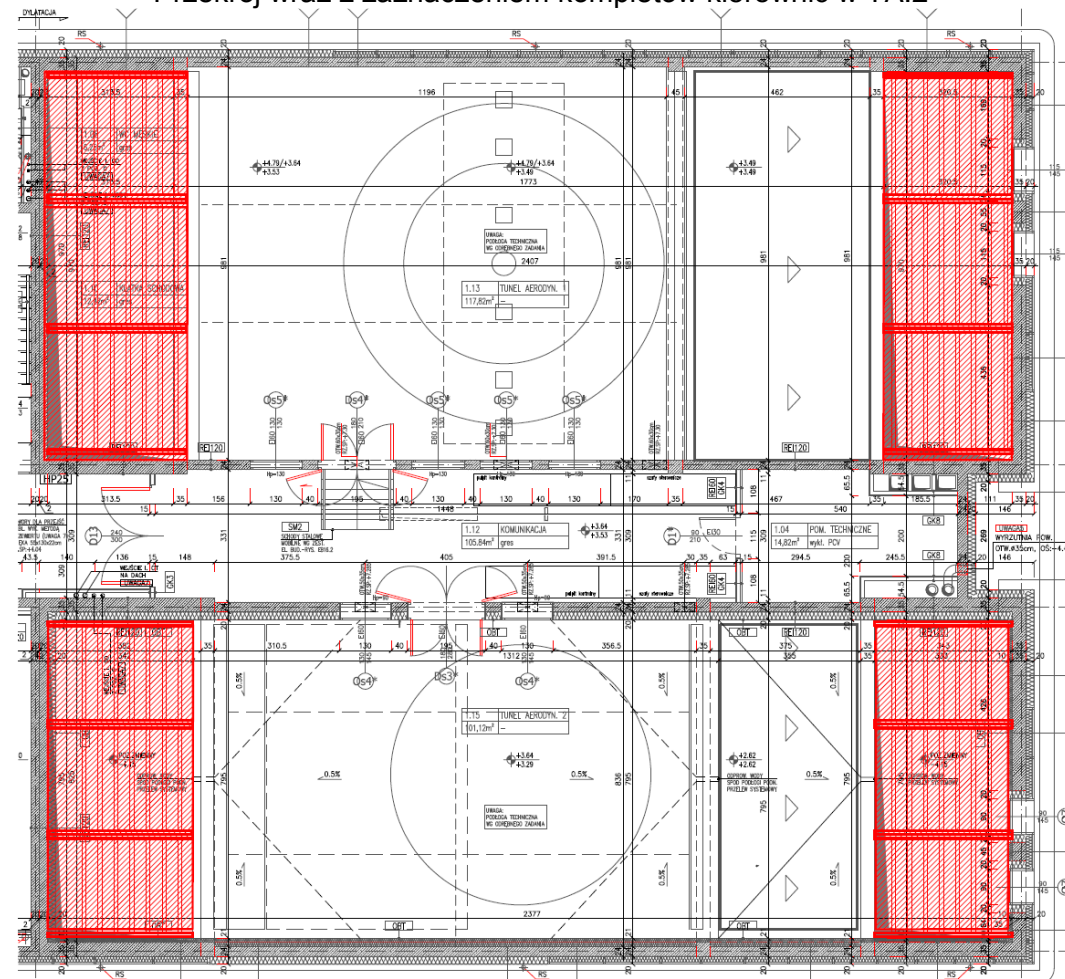
Przykład rozwiązania zestawu kierownic w LIW PK



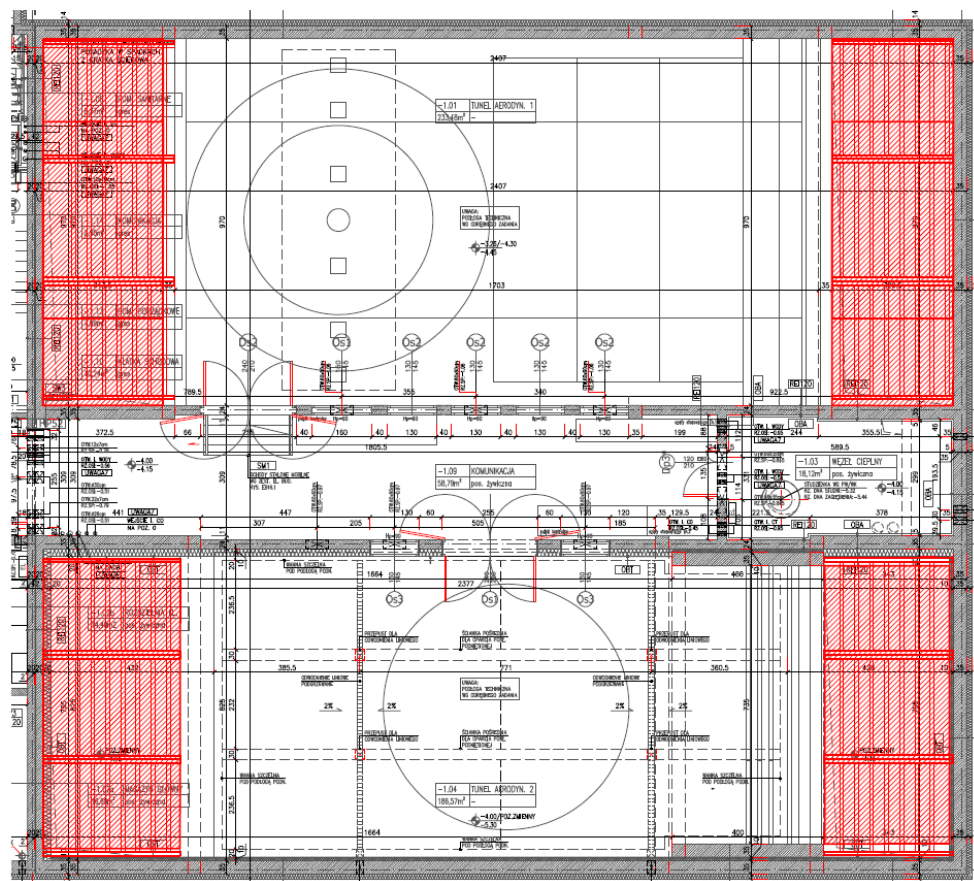
Przekrój wraz z zaznaczeniem kompletów kierownic w TA.1



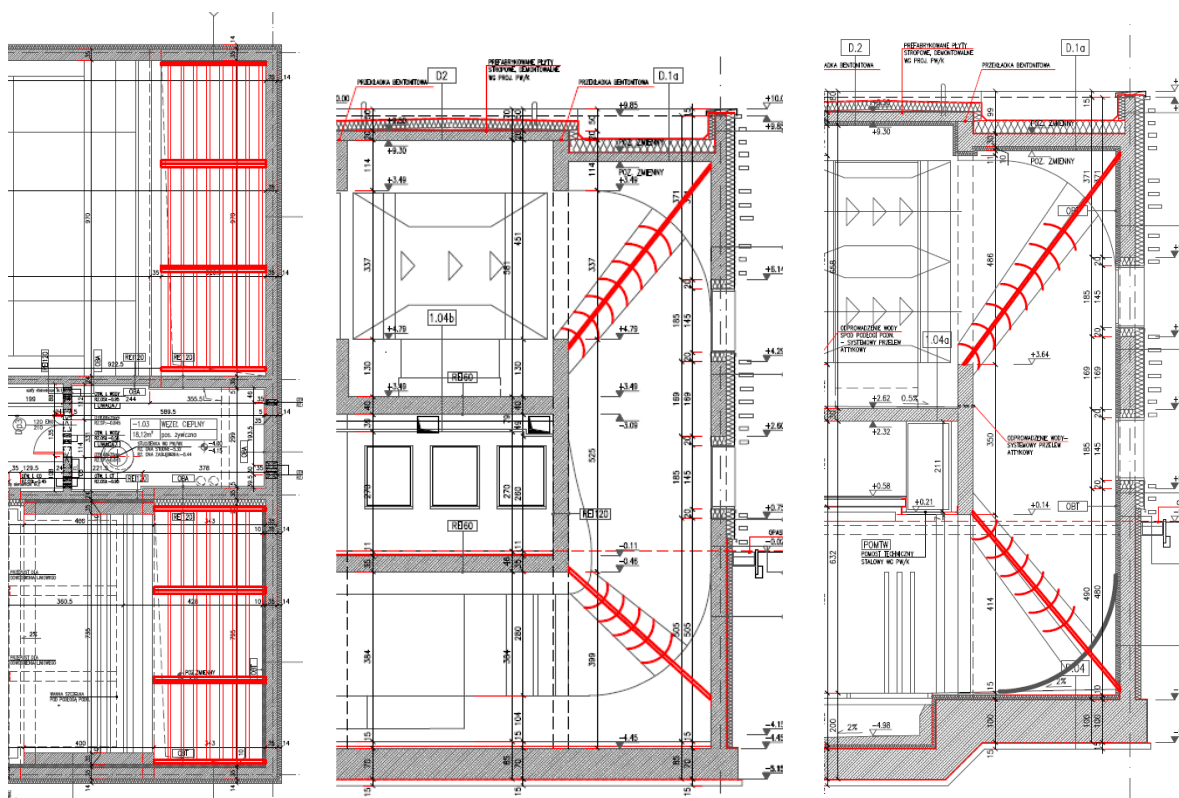
Przekrój wraz z zaznaczeniem kompletów kierownic w TA.2



Rzut wraz z zaznaczeniem kompletów kierownic na kond. +1



Rzut wraz z zaznaczeniem kompletów kierownic na kond. -1



Rzut i przekroje przez TA.1 i TA.2 wraz z zaznaczeniem podłużnic – elementów wsporczych pod zestawy kierownic

UWAGI

Na etapie projektowania wymagane są konsultacje z zespołem LIW PK oraz opcjonalnie symulacje CFD w celu optymalizacji wariantowych rozwiązań konfiguracji łopat/kierownic, naroży, etc.

44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe

3. Siatki turbulizujące w tunelach TA.1 i TA.2

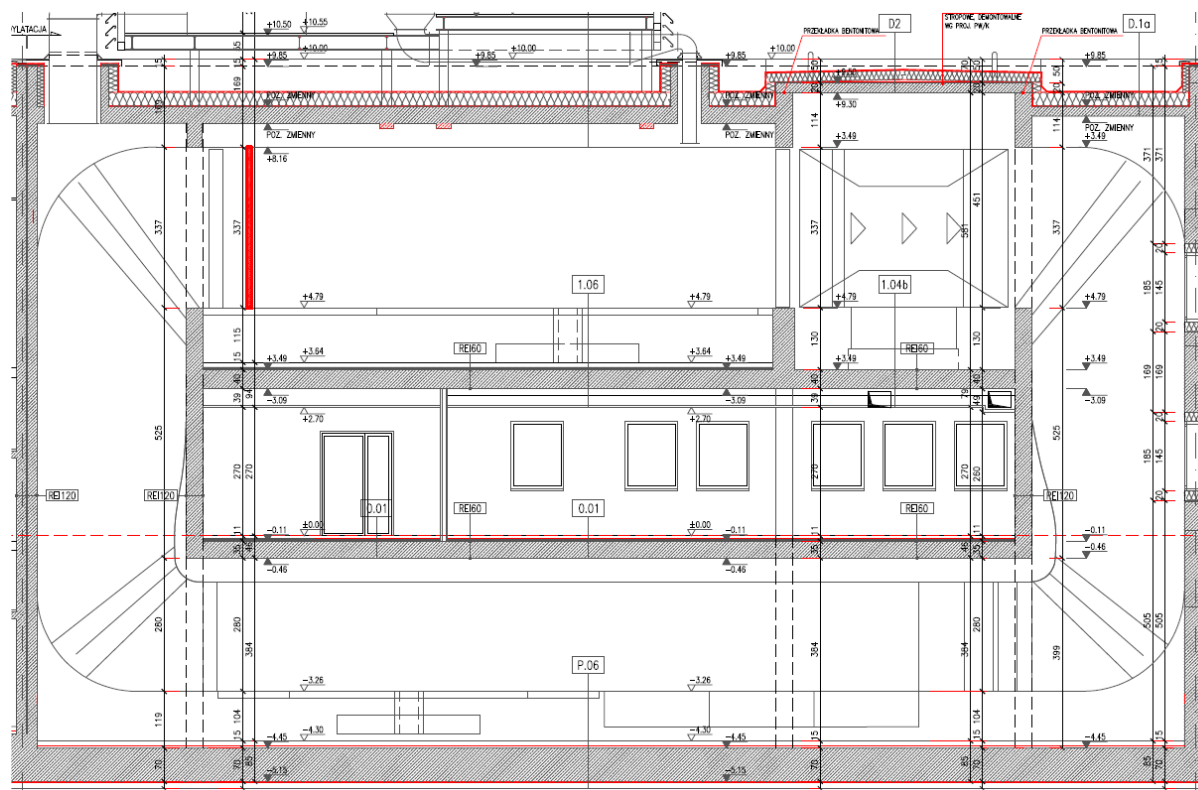
Siatki turbulizujące stanowią element kształtujący turbulencję przepływającego powietrza wewnątrz tuneli aerodynamicznych. W ramach każdego zestawu siatek występuje płaszczyzna paneli o różnym stopniu i układzie perforacji. W przestrzeni roboczej tunelu aerodynamicznego jednocześnie montowana jest 1 siatka turbulizująca (o powierzchni przesłaniania max. 50%). W ramach siatki należy przewidzieć ramy i elementy wypełniające (np. panele, płaszczyzny perforowane, etc.). Podział na segmenty wynika z całościowego rozmiaru siatki (zapewnienia możliwości transportu i montażu). Poszczególne segmenty należy usztywnić oraz zaprojektować w sposób umożliwiający łatwy transport i montaż. Na ścianach, sufitach/stropach i podłogach tuneli należy przewidzieć specjalne elementy mocujące i uchwyty ułatwiające montaż (zakres zadania 2). W miejscach montażu tych elementów konstrukcja będzie odpowiednio wzmocniona (zakres zadania 1). Przed opracowaniem rysunków warsztatowych należy wykonać projekt koncepcyjny wraz z korektą obliczeń strat hydraulicznych. Rozwiązania wariantowe należy skonsultować z zespołem LIW PK. Charakterystyka zestawu:

- Zestaw siatek o różnej perforacji dla TA.1;
 - Liczba siatek w zestawie – 3 (odpowiednio poziom turbulencji ok. 2%, 8% i 15%);
 - Rozpiętość całkowita siatek: na pełną szerokość przestrzeni roboczej tunelu TA.1 – 9,7m;
 - Wysokość siatek 3.3m;
 - Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego krat z profili zamkniętych.
 - Materiał: stal, aluminium, tworzywo, drewno;
 - Mocowanie: złącza śrubowe, kątowniki, cięgna, płaskowniki
 - Grubość blachy/płaskowników/paneli wykorzystanych na elementy wypełnienia siatki – w zależności od rozwiązania materiałowego 3-4mm (zapewnienie sztywności elementów przy prędkości średniej wiatru 30m/s);
-
- 2 zestawy siatek o różnej perforacji dla TA.2;
 - Liczba siatek w każdym zestawie – 3 (odpowiednio poziom turbulencji ok. 2%, 8% i 15%);
 - Rozpiętość całkowita siatek: na pełną szerokość przestrzeni roboczej tunelu TA.2 – 7,9m;
 - Wysokość siatek 4.0m i 4.15m;
 - Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego krat z profili zamkniętych.
 - Materiał: stal, aluminium lub tworzywo;
 - Mocowanie: złącza śrubowe, kątowniki, cięgna, płaskowniki
 - Grubość blachy/płaskowników/paneli wykorzystanych na elementy wypełnienia siatki – w zależności od rozwiązania materiałowego 3-4mm (zapewnienie sztywności elementów przy prędkości średniej wiatru 18m/s oraz warunkach ujemnych temperatur i wysokich wilgotności);

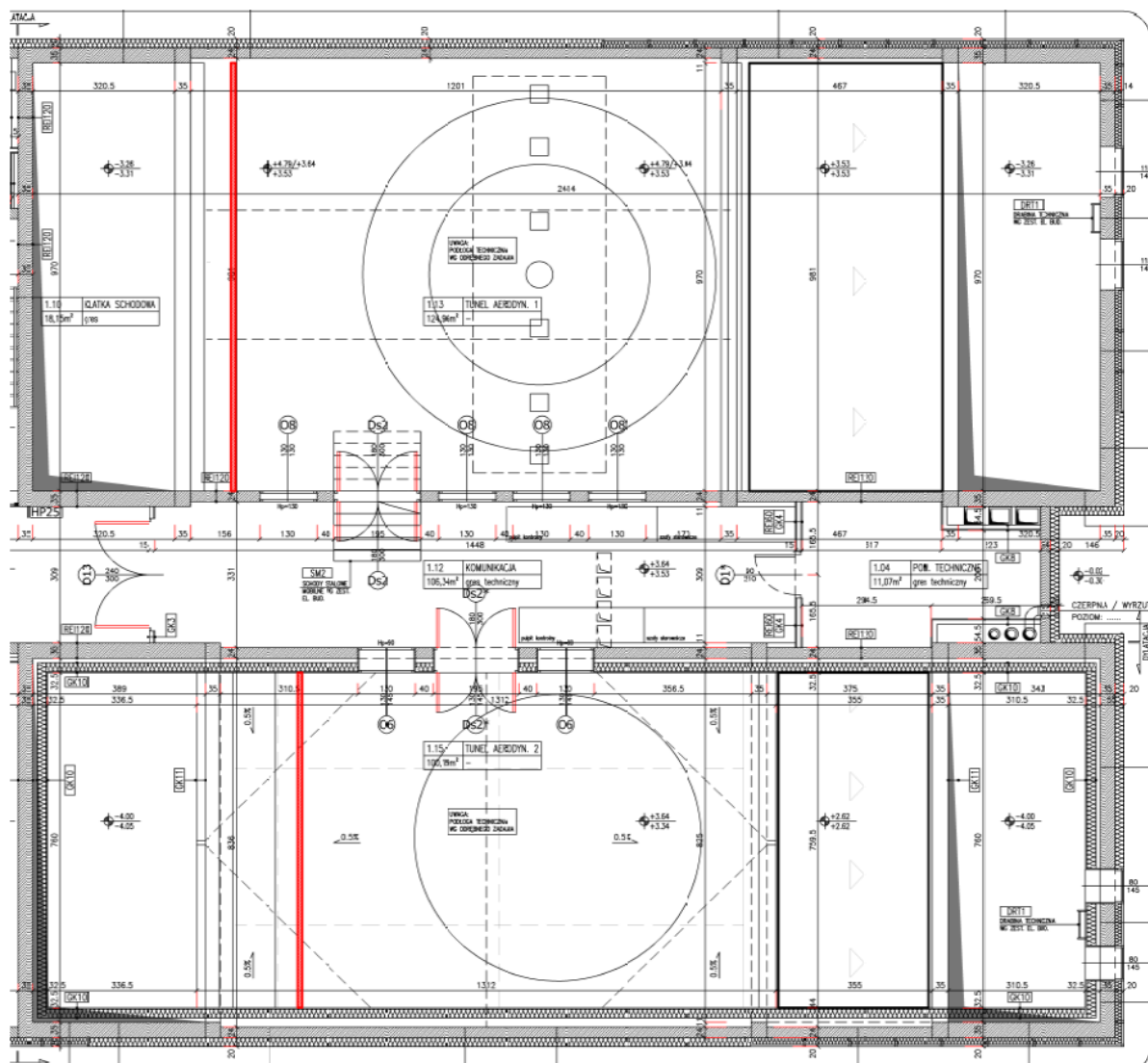
Rozwiązania poszczególnych zestawów powinny uwzględniać różny:

-

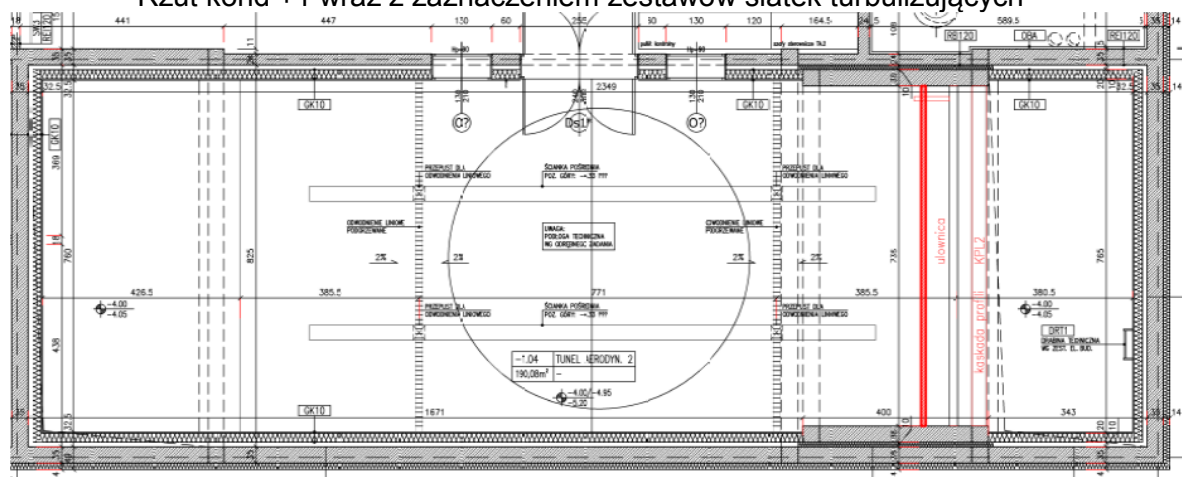
18



Przekrój wraz z zaznaczeniem zestawów siatek turbulizujących w TA.1



Rzut kond. +1 wraz z zaznaczeniem zestawów siatek turbulizujących



Rzut kond. -1 wraz z zaznaczeniem zestawów siatek turbulizujących

UWAGI:

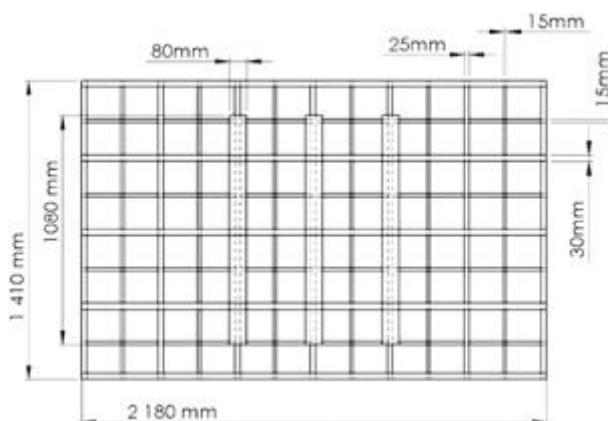
W projekcie należy przewidzieć wykonanie zestawów o różnym stopniu wypełnienia siatki elementami turbulizującymi, różnym/wariantowym kształcie i rozmiarze elementów w ramach siatki (ewentualnie oczek/prześwitów); można przyjąć rozwiązanie stanowiące element wyposażenia tunelu

aerodynamicznego LIW PK (dopuszcza się kształt oczka: kwadrat i/lub siatka ulowa – heksagonalna, lub prostokątny kształt elementów przesłaniających)

Oczko siatki/ powierzchnia całej siatki	8.6E-05
Głębokość siatki/ powierzchnia przekroju całej siatki	5.6E-05
Głębokość siatki/ powierzchnia oczka siatki	0.65
Powierzchnia blachy/cała siatka (grubość blachy 0.3 mm)	0.012

Przykład:

Przysłonięcie przestrzeni pomiarowej LIW PK na wlocie w 57% (rysunek poniżej) powoduje ujednolicenie turbulencji w całej przestrzeni pomiarowej, a jej wartość wynosi 10-11%. Koszt wykonania jest niewielki. Należy zaprojektować 3 takie kraty dla poziomu turbulencji odpowiadającego 2%, 8% i 15%.



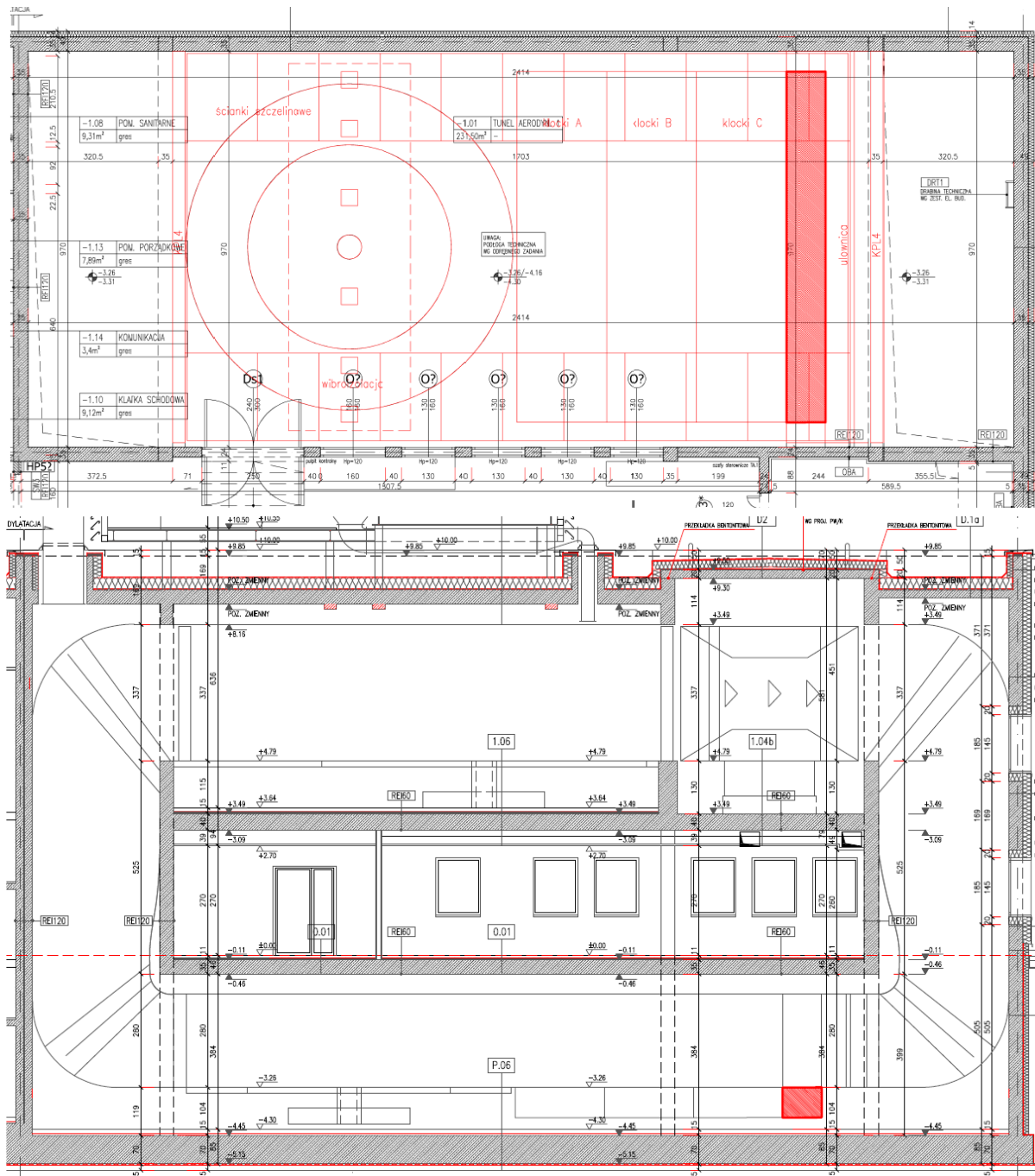
44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)

44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe

4. Aktywne metody generowania warstwy przyziemnej (głównie TA.1D)

System ten wykorzystuje sprężone powietrze wyrzucane w górę z poziomu podłogi w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku ruchu powietrza wewnątrz tunelu aerodynamicznego. Charakterystyka zestawu:

- Zestaw powinien zawierać: kompresor, zbiornik wyrównawczy, węże/przewody, zawory, 3 zestawy dysz;
- Sterowanie prędkością/objętością wyrzucanego powietrza;
- Zdalna regulacja ciśnienia w zestawie – z poziomu pulpitu kontrolnego (zasięgu/wysokości strugi powietrza);
- Rozpiętość zestawu – 9,7m (pełna szerokość przestrzeni roboczej TA.1)
- 3 Zestawy końcówek do dysz umożliwiające skokową regulację średnicy stożka wyrzucanego powietrza (szerokości strugi powietrza);



UWAGI

W przypadku niewielkich kosztów realizacji i funkcjonowania takiego systemu należy rozważyć możliwość jego instalacji w pozostałych górnej przestrzeni badawczej tunelu TA.1 w celu ograniczenia liczby krat turbulizujących i ekranów/iglic/barierek, a zarazem ograniczenia strat hydraulicznych

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne

5. Bariere i iglice

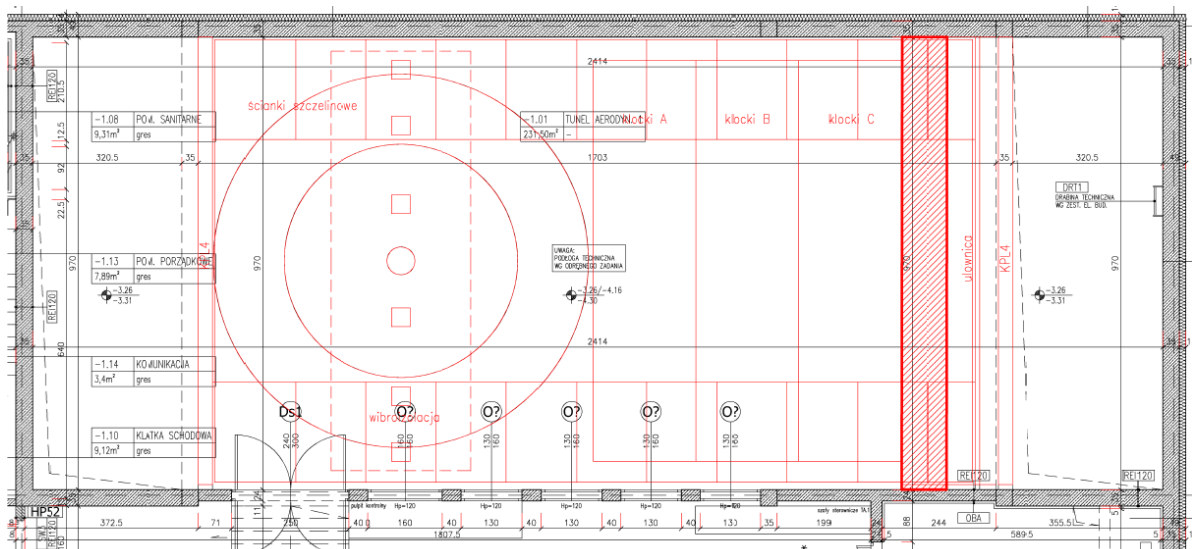
Zestawy elementów formujących właściwy profil wiatru i turbulencję aerodynamiczną. Poszczególne elementy powinny być łatwo montowalne/demontowalne, z uwagi na częste modyfikacje ich typów w zależności od przypadku badawczego. Charakterystyka zestawu:

- 2 zestawy iglic (20szt. w zestawie) o różnych kształtach przekroju poprzecznego: trójkątnym oraz T-kształtnym dla TA.1
- Rozstaw każdej z iglic co 0,5m
- Każdy zestaw należy dostarczyć w 3 różnych wysokościach (max. 2m); łącznie komplet liczy 60 szt.;
- Rozpiętość całkowita zestawu iglic: na pełną szerokość przestrzeni roboczej tunelu; TA.1 – 9,7m;
- Elementy podstawy iglic umożliwiające szybki montaż do podłoża.
- Materiał: stal, aluminium lub drewnopochodne (opcjonalnie tworzywo);
- Mocowanie: złącza śrubowe
- Podział na segmenty (waga i rozmiar) umożliwiające 1-osobowy montaż (waga do 25 kg);

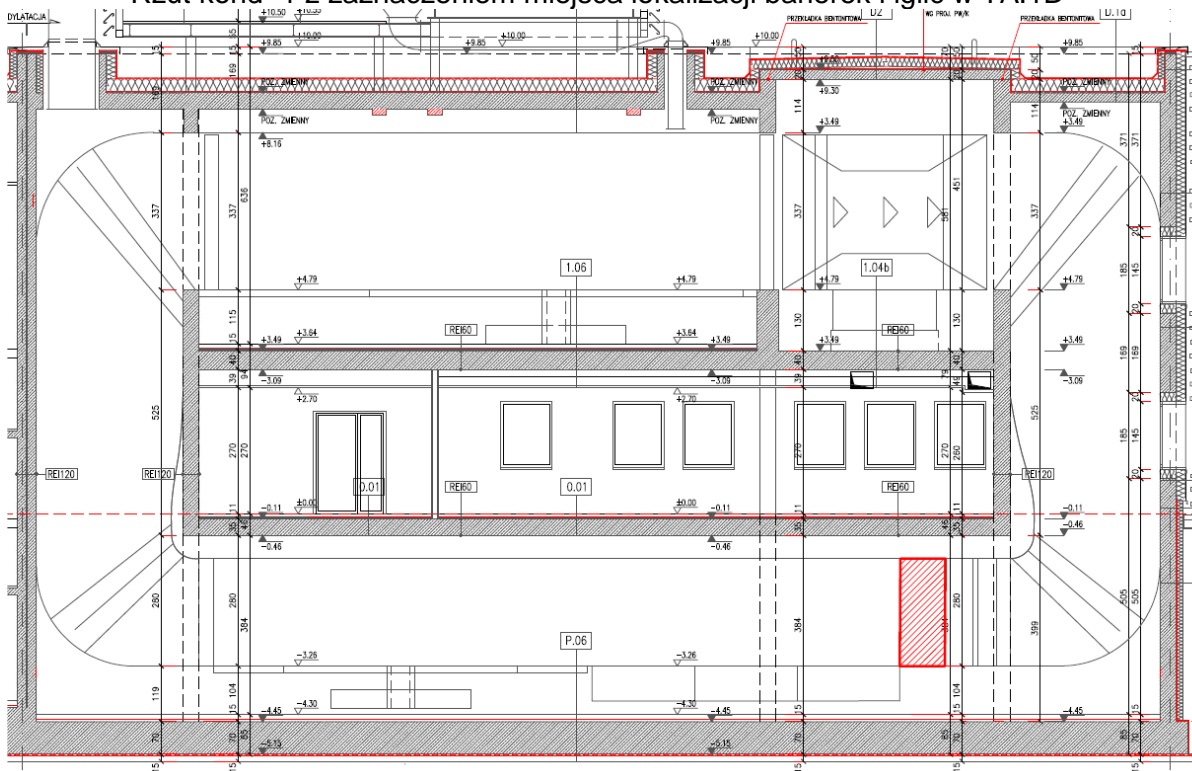
- 2 zestawy iglic (16szt. w zestawie) o różnych kształtach przekroju poprzecznego: trójkątnym oraz T-kształtnym dla TA.2
- Rozstaw każdej z iglic co 0,5m
- Każdy zestaw należy dostarczyć w 3 różnych wysokościach (max. 2.8m); łącznie komplet liczy 48 szt.;
- Rozpiętość całkowita zestawu iglic: na pełną szerokość przestrzeni roboczej tunelu; TA.2 – 7.9m;
- Elementy podstawy iglic umożliwiające szybki montaż do podłoża.
- Materiał: stal, aluminium lub tworzywo;
- Mocowanie: złącza śrubowe
- Podział na segmenty (waga i rozmiar) umożliwiające 1-osobowy montaż;

- 1 zestaw barierki o różnych kształtach
- Zestaw należy dostarczyć w 3 różnych wysokościach;
- Rozpiętość całkowita barierki: na pełną szerokość przestrzeni roboczej tunelu; TA.1 – 9,7m;
- Elementy podstawy barierki umożliwiające szybki montaż do podłoża.
- Materiał: stal, aluminium lub drewnopochodne (opcjonalnie tworzywo);
- Mocowanie: złącza śrubowe
- Podział na segmenty (waga i rozmiar) umożliwiające 1-osobowy montaż;

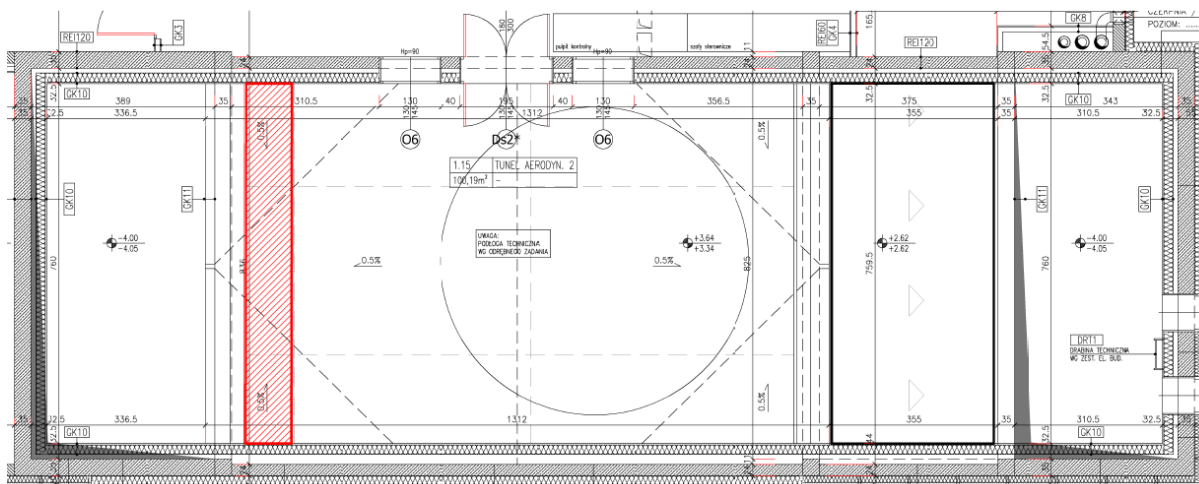
- 1 zestaw barierki o różnych kształtach
- Zestaw należy dostarczyć w 3 różnych wysokościach;
- Rozpiętość całkowita barierki: na pełną szerokość przestrzeni roboczej tunelu; TA.2 – 7.9m;
- Elementy podstawy barierki umożliwiające szybki montaż do podłoża.
- Materiał: stal, aluminium lub tworzywo;
- Mocowanie: złącza śrubowe
- Podział na segmenty (waga i rozmiar) umożliwiające 1-osobowy montaż;



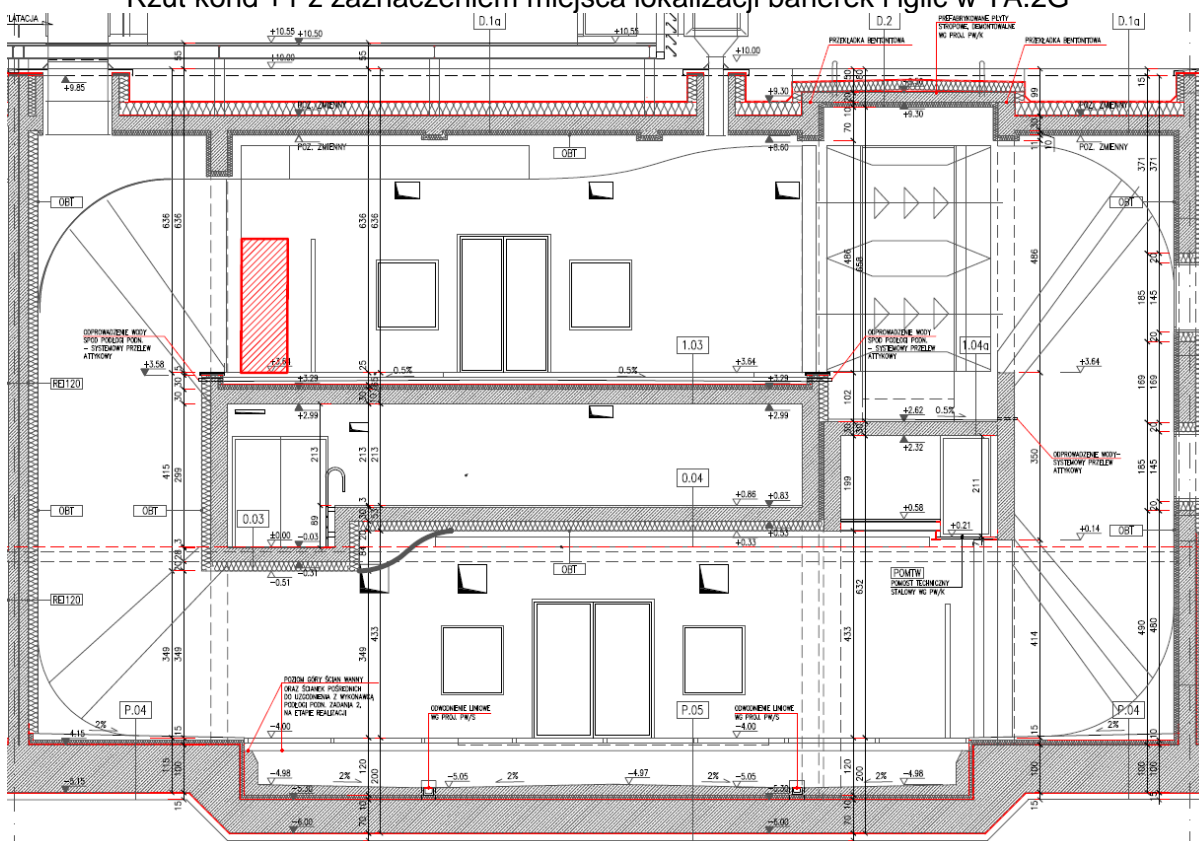
Rzut kond -1 z zaznaczeniem miejsca lokalizacji barier i iglic w TA.1D



Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji barier i iglic w TA.1D



Rzut kond +1 z zaznaczeniem miejsca lokalizacji barierek i iglic w TA.2G

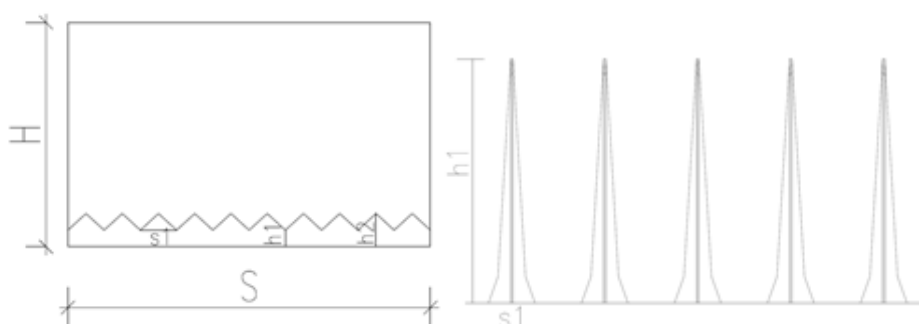


Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji barierek i iglic w TA.2G



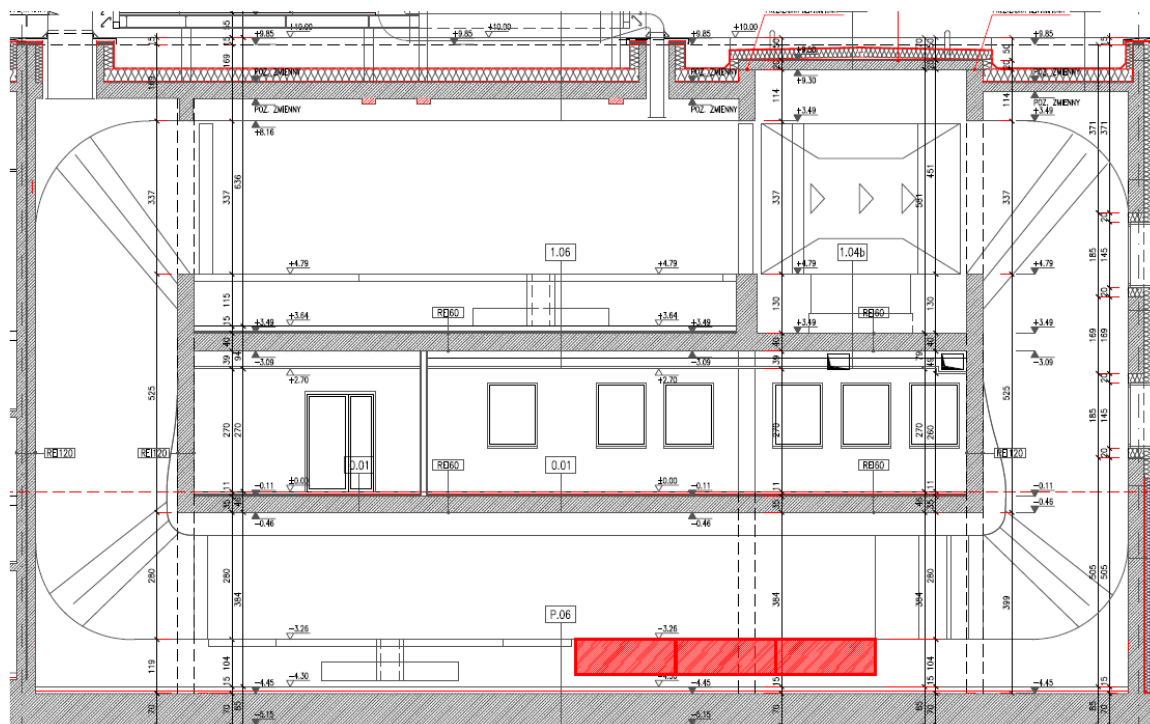
Uwagi dodatkowe:

- Należy przewidzieć ewentualne elementy w ścianach i podłodze ułatwiające montaż;
- Kształt i wysokość iglic oraz barierek, materiał do uzgodnienia z zespołem LIW PK;
- Preferowane rozwiązanie iglic: każda montowana oddzielnie (waga do 25kg) do otworów/śrub zamocowanych w podłodze;
- Zróżnicowanie zestawów przekroju poprzecznego iglic na trójkątny i T-kształtny
- Zróżnicowanie kształtu iglic na trójkątny i pięciokątny (proporcje krzywej łamanej tworzącej obrys płaszczyzny czołowej iglicy do uzgodnienia z zespołem LIW PK);
- Uzgodnić/konsultować rozwiązania w świetle wysokości w tunelu do jakiej powinny być montowane iglice i barierki wraz z ich stężeniami;
- Preferowany Materiał: TA.1 - lekki (drewno/tworzywo), TA.2 – o podwyższonej odporności na warunki środowiskowe

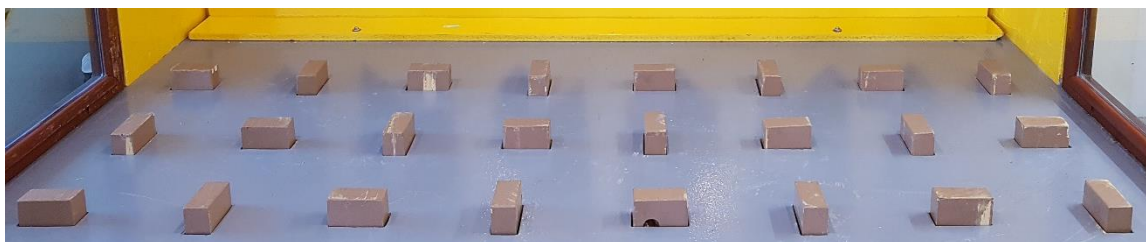


BARIERKI	$h1/H$	$h2/H$	$s1/S$
B1	0.07	0.14	0.10
B2	0.14	0.21	0.10
B3	0.21	0.28	0.10

IGLICE	$h1/H$	$s1/S$	$s2/S$
I1	0.52	0.09	0.45
I2	0.66	0.09	0.45
I3	0.79	0.09	0.45



Rzut i przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji klocków w TA.1D



Uwagi/rozwiązania wariantowe:

- Opcjonalnie możliwość wykonania 6 segmentów po długości po 110 cm wysuwanych niezależnie w zakresie 0-35 cm
- Możliwość automatycznego sterowania wysokością klocków – zapis „profilu” i możliwość wczytywania z bazy ustawień użytkownika. Konsola powinna pokazywać wysokość klocków na każdym profilu – zamiast ręcznego włączania/wyłączania wysuwania klocków (preferowane rozwiązanie: wpisywanie wartości wysokości, a następnie wysunięcie klocków).

Pozostałe uwagi/sugestie:

Maksymalna wysokość klocków: w tunelu LIW PK przyjęto: 15% wysokości tunelu (30 cm/ 230 cm wys. przestrzeni roboczej tunelu)

Wymiary klocków w stosunku do wymiarów tunelu (poniżej): przyjąć podobnie jak w LIW PK

a) w poprzek tunelu



b) wzdłuż tunelu



$s_3 = \text{ilość klocków} / 2 * (s_1 + s_2)$

h_1 – maksymalna wysokość klocków (15 cm)

KLOCKI	h_1/H	s_1/S	s_2/S	s_3/S	$s_4/(s_1+s_2)$
	0.10	0.05	0.02	0.26	2.5

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne
44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)

7. Ułownice, ekrany – formowanie przepływu

Elementy odpowiedzialne za formowanie przepływu laminarnego (redukcję turbulencji i zaburzeń przepływu spowodowanych wentylatorami oraz stałymi elementami zamontowanymi wewnątrz tunelu np. kierownicami). W ramach projektu należy uwzględnić konsultacje z zespołem LIW PK. Przykład ułownicy zlokalizowanej w tunelu aerodynamicznym LIW PK przedstawiono na rysunku poniżej.

Warianty rozwiązań projektowych powinny uwzględniać:

- Głębokość, grubość blachy i oczka siatki w ułownicy;
- Symetryczny kształt profilu w ramach kaskady (preferowany profil z bazy NACA);
- Liczbę elementów w ramach kaskady profili lotniczych, zmianę zagęszczenia profili;
- Mocowanie poszczególnych elementów/profilu w ramach umożliwiające wymianę elementu: złącze śrubowe;
- Korektę obliczeń hydraulicznych (straty przepływu) od ułownic i kaskad profili – korekta wstępnych obliczeń hydraulicznych.
- Sposób montażu do sufitu podłogi i ścian;
- Rozwiązanie „otwierania” części/segmentu w celu zapewnienia możliwości dojścia do kierownic i ewentualnego sprzątania/serwisowania; wagę oraz bezkolizyjny zakres ruchu połączenia rozwieralnej/demontowalnej/otwieralnej;

7.1 Ułownice

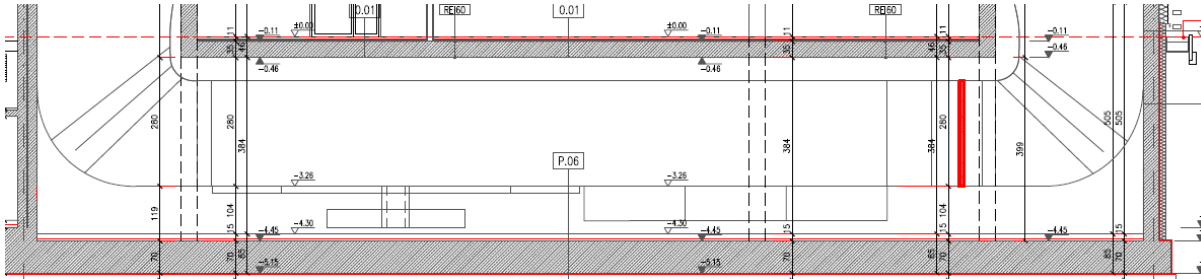
Ułownice stanowią element formowania struktury przepływającego powietrza. Zestawy powinny zawierać elementy formujące oczka o przekroju kwadratowym lub heksagonalnym (plaster miodu) zamontowane w konstrukcji ramowej (segmentowej).



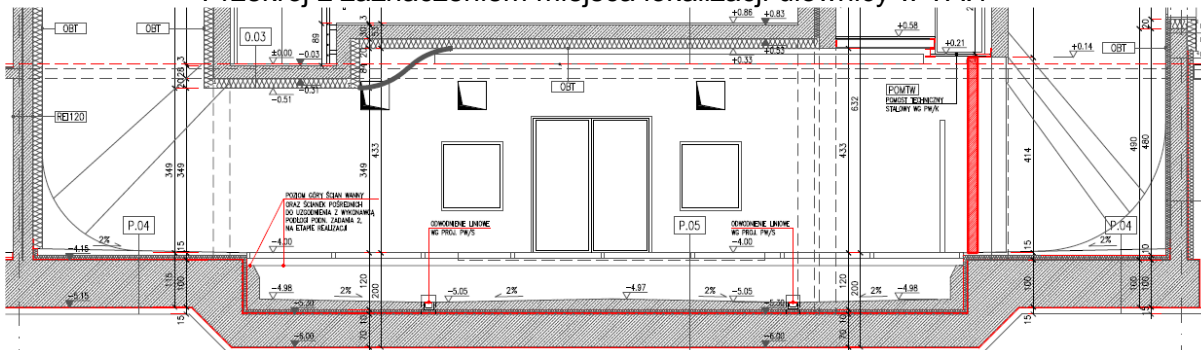
Charakterystyka zestawu:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ułownica dla TA.1; • Pole ułownicy: 9,7m x 2,3m; • Głębokość siatek 6-8cm; • Podział konstrukcji usztywniającej na segmenty/pola odpowiadające pozostałym elementom wewnątrz przestrzeni roboczej; • Fragment rozwieralny/otwieralny/demontowalny – umożliwiający dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za ułownicą; • Materiał: stal lub aluminium; • Mocowanie: złącza śrubowe |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ułownica dla TA.2; • Pole ułownicy: 7,9m x 4,15m; • Głębokość siatek 6-8cm; |

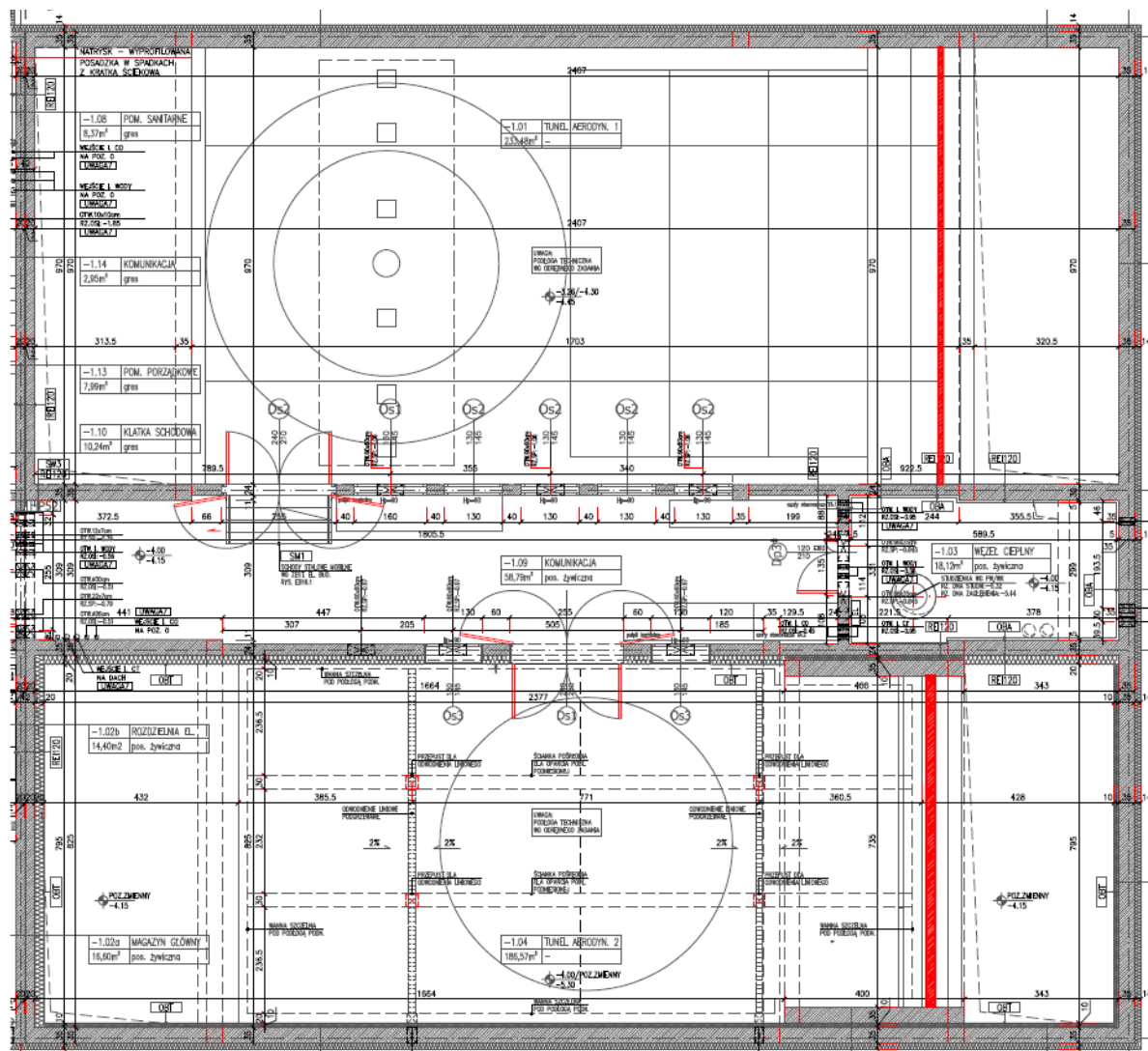
- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Podział na pola odpowiadające pozostałym elementom wewnątrz przestrzeni roboczej; • Fragment rozwieralny/otwieralny/demontowalny – umożliwiający dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za ulownicą; • Materiał: stal lub aluminium; • Mocowanie: złącza śrubowe |
|---|



Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji ulownicy w TA.1



Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji ulownicy w TA.2



Rzut kond -1 z zaznaczeniem miejsca lokalizacji ulownic

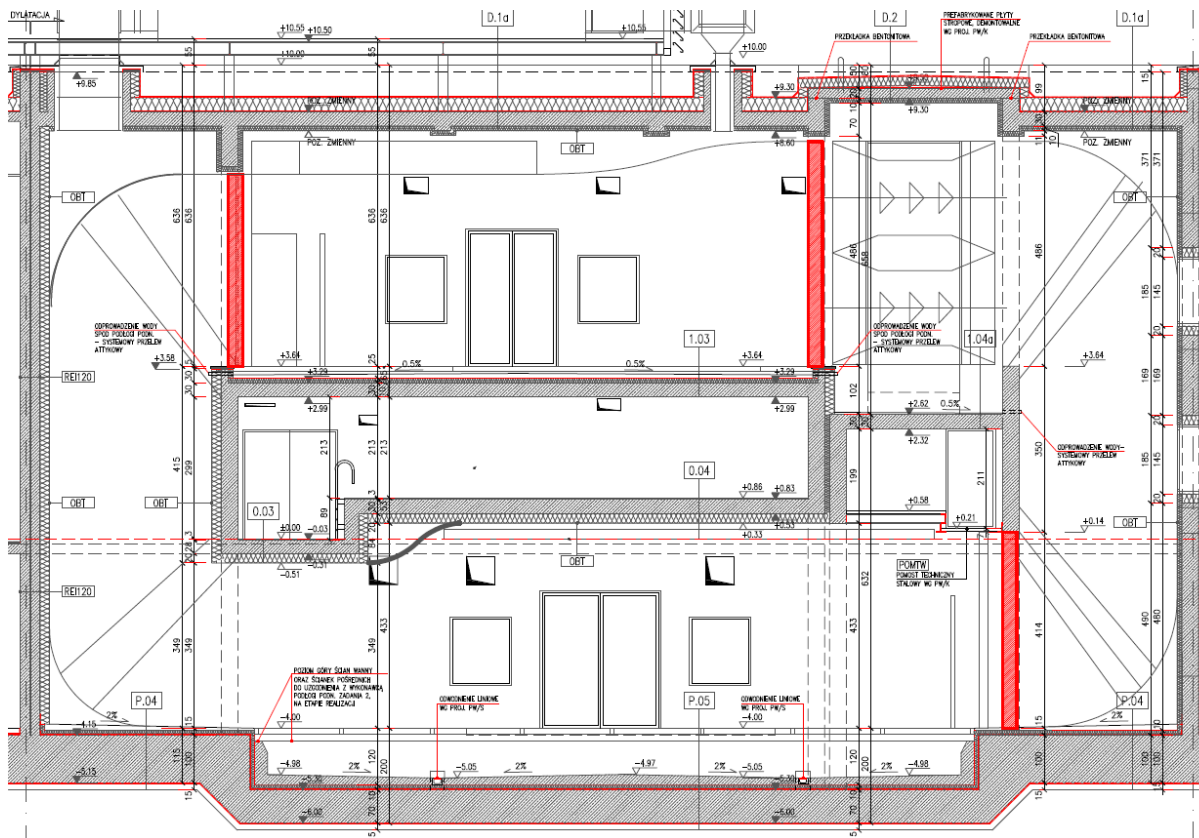
7.2 Ekrany złożone z kaskady profili lotniczych

Kaskady profili lotniczych stanowią element formowania struktury przepływającego powietrza. Zestawy powinny zawierać elementy (profile lotnicze) zamontowane w konstrukcji ramowej (segmentowej) w układzie horyzontalnym, rozstawione o stałą wartość równą 25cm w osi.

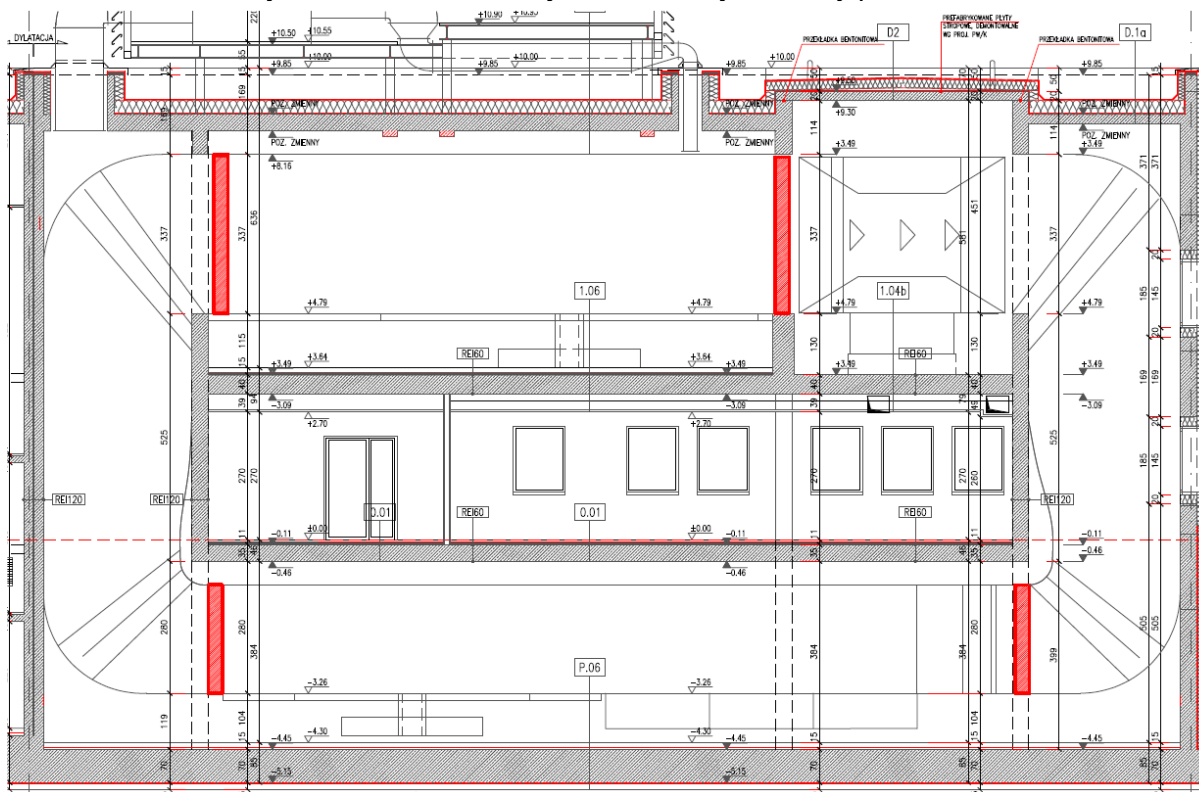
Charakterystyka zestawu:

- Kaskada profili lotniczych o szer. całkowitej 7.9 dla TA.2 o wys. 4,15m;
 - Głębokość każdego z zestawu profili lotniczych: 30cm;
 - Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego kaskady profili lotniczych z elementów stalowych - profili zamkniętych;
 - Materiał: stal lub aluminium;
 - Fragmenty rozwieralne/otwieralne/demontowalne – umożliwiające dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za kaskadami;
 - Mocowanie poszczególnych elementów, jak i segmentów: złącza śrubowe
- Kaskada profili lotniczych o szer. całkowitej 7.9 dla TA.2 o wys. 4,75m;
 - Głębokość każdego z zestawu profili lotniczych: 30cm;
 - Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego kaskady profili lotniczych z elementów stalowych - profili zamkniętych;

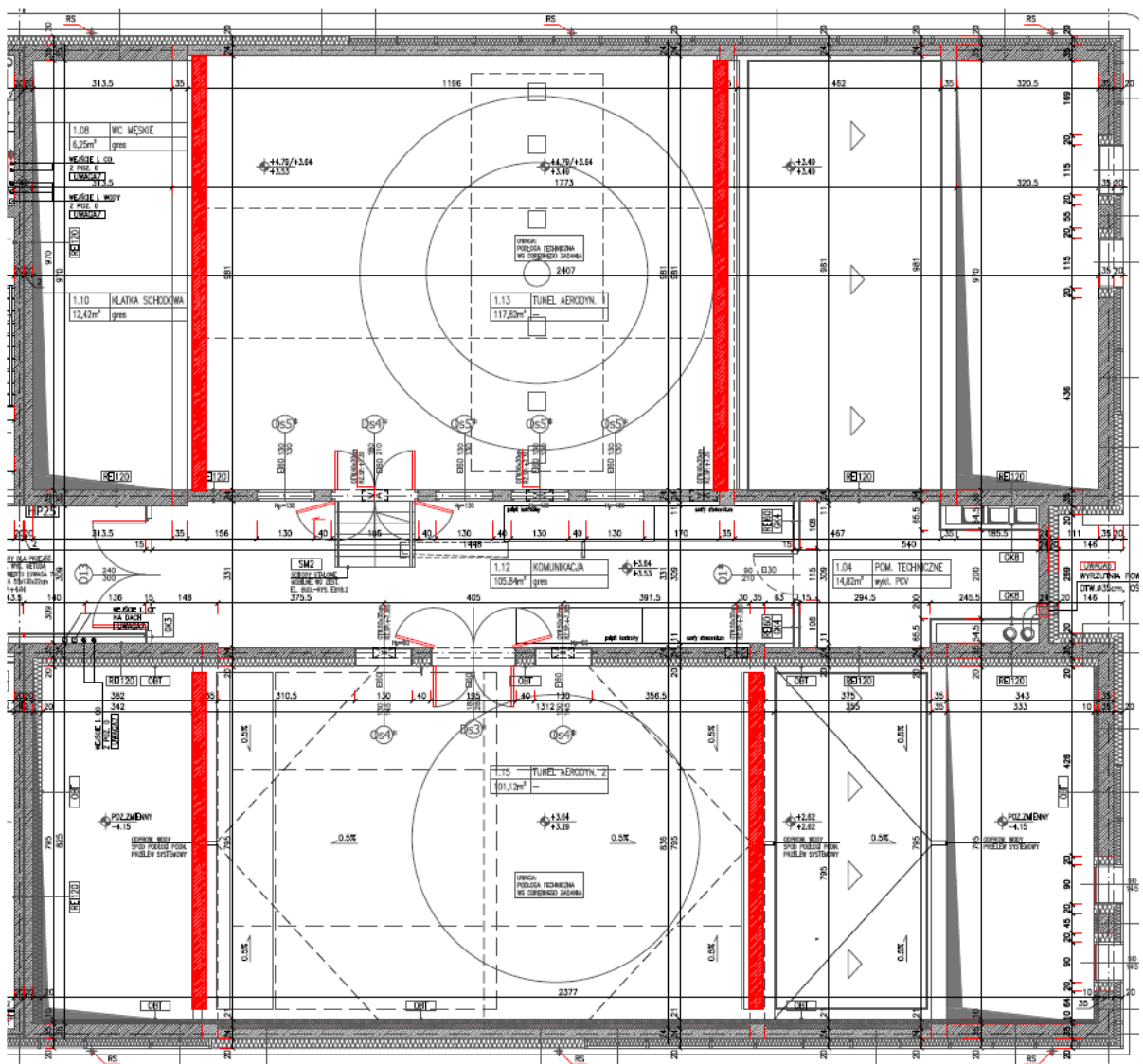
<ul style="list-style-type: none"> • Materiał: stal lub aluminium; • Fragmenty rozwieralne/otwieralne/demontowalne – umożliwiające dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za kaskadami; • Mocowanie: złącza śrubowe
<ul style="list-style-type: none"> • Kaskada profili lotniczych o szer. całkowitej 7.9 dla TA.2 o wys. 4,05m; • Głębokość każdego z zestawu profili lotniczych: 30cm; • Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego kaskady profili lotniczych z elementów stalowych - profili zamkniętych; • Materiał: stal lub aluminium; • Fragmenty rozwieralne/otwieralne/demontowalne – umożliwiające dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za kaskadami; • Mocowanie: złącza śrubowe
<ul style="list-style-type: none"> • 2 kaskady profili lotniczych o szer. całkowitej 9.7 dla TA.1 o wys. 2,3m; • Głębokość każdego z zestawu profili lotniczych: 30cm; • Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego kaskady profili lotniczych z elementów stalowych - profili zamkniętych; • Materiał: stal, aluminium, tworzywo lub drewno; • Fragmenty rozwieralne/otwieralne/demontowalne – umożliwiające dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za kaskadami; • Mocowanie: złącza śrubowe
<ul style="list-style-type: none"> • 2 kaskady profili lotniczych o szer. całkowitej 9.7 dla TA.1 o wys. 3,35; • Głębokość każdego z zestawu profili lotniczych: 30cm; • Elementy ramowe do zamocowania/usztywnienia przestrzennego kaskady profili lotniczych z elementów stalowych - profili zamkniętych; • Materiał: stal, aluminium, tworzywo lub drewno; • Fragmenty rozwieralne/otwieralne/demontowalne – umożliwiające dostęp do przestrzeni zlokalizowanej za kaskadami; • Mocowanie: złącza śrubowe



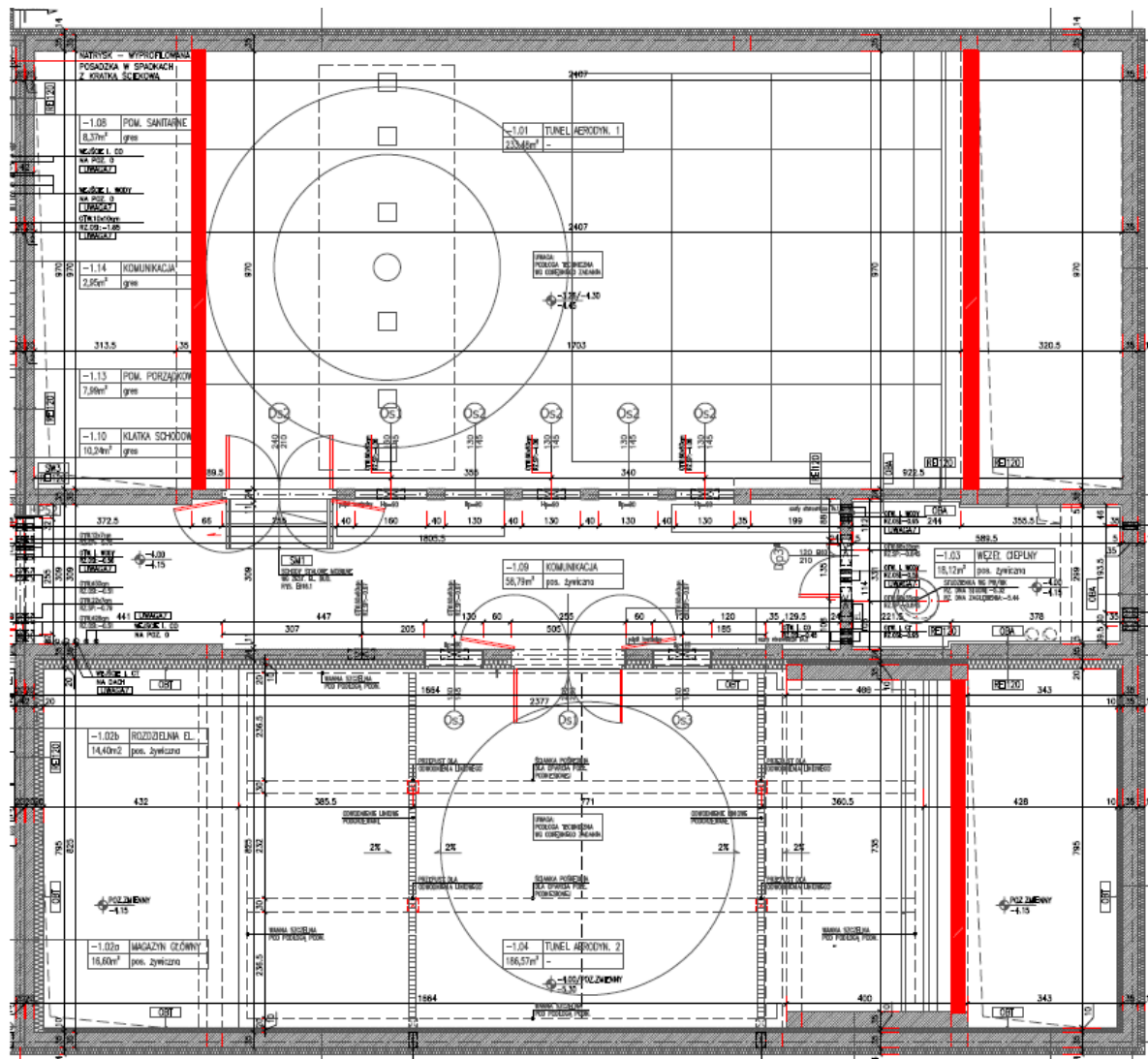
Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji kaskady profili w TA.2



Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji kaskady profili w TA.1



Rzut kond.+1 z zaznaczeniem miejsca lokalizacji kaskady profili



Rzut kond. -1 z zaznaczeniem miejsca lokalizacji kaskady profili

44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe
44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)

8. Stoły obrotowe

Stoły obrotowe stanowią podstawowe wyposażenie przestrzeni roboczej umożliwiając zmianę kąta położenia modelu/przedmiotu badań względem napływającego powietrza. Stoły obrotowe posiadają sztywną konstrukcję główną (ramę złożoną z elementów profili stalowych), z prowadnicami/szynami dla elementów ruchomych do których mocowane są panele wierzchnie – płyty (element wymienny) umieszczone w poziomie/płaszczyźnie podłogi. Wierzchnie płyty, w zależności od prowadzonego eksperymentu, są zastępowane fragmentami modelu/próbek badawczych w części lub w całości. Należy przewidzieć możliwość montażu/demontażu fragmentów powierzchni wierzchniej stołów. Charakterystyka zestawu:

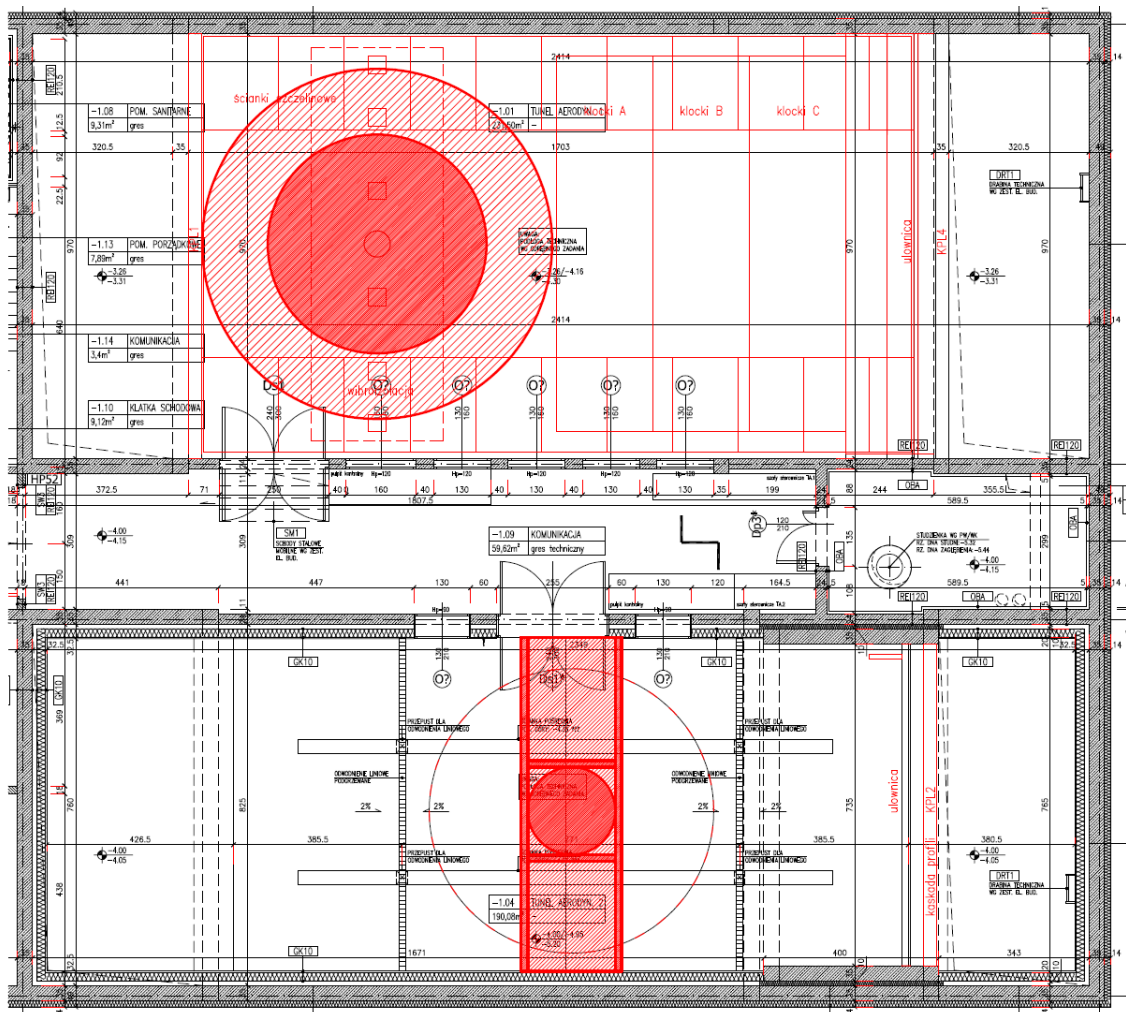
- Stół obrotowy w TA.1D posiada sztywną konstrukcję główną (ramę złożoną z elementów profili stalowych), z prowadnicami/szynami dla elementów ruchomych do których mocowane są panele wierzchnie – płyty (element wymienny) umieszczone w poziomie/płaszczyźnie podłogi;
- Średnica pierścienia wewnętrznego: 5m;

<ul style="list-style-type: none"> • Średnica pierścienia zewnętrznego, z panelami dołączanymi w wybranych konfiguracjach pomiarowych: 8m; • Schematy pracy: 1. blokada płyt pokrycia zewnętrznego pierścienia i pozostawienie możliwości obrotu jedynie środkowego pierścienia (5m), 2. Obrót całości stołu (8m) poprzez dołączenie płyt pokrycia zewnętrznego pierścienia do mechanizmu obrotowego środkowego pierścienia; • Sterowanie położeniem stołu: zdalne z pulpitu kontrolnego; • Umieszczenie (bezkolizyjne) automatyki do obrotu stołu; • Stół ten powinien posiadać konstrukcję i rozwiązania przestrzenne umożliwiające mocowanie w osi stołu elementów i próbek badawczych oraz aparatury badawczej umieszczonej pod poziomem podłogi w obszarze o średnicy do 1m;
<ul style="list-style-type: none"> • Stół obrotowy w TA.1G posiada sztywną konstrukcję główną (ramę złożoną z elementów profili stalowych), z prowadnicami/szynami dla elementów ruchomych do których mocowane są panele wierzchnie – płyty (element wymienny) umieszczone w poziomie/płaszczyźnie podłogi; • Średnica pierścienia wewnętrznego 5m; • Średnica pierścienia zewnętrznego, z panelami dołączanymi w wybranych konfiguracjach pomiarowych - 8m; • Schematy pracy: 1. blokada płyt pokrycia zewnętrznego pierścienia i pozostawienie możliwości obrotu jedynie środkowego pierścienia (5m), 2. Obrót całości stołu (8m) poprzez dołączenie płyt pokrycia zewnętrznego pierścienia do mechanizmu obrotowego środkowego pierścienia; • Sterowanie położeniem stołu: zdalne z pulpitu kontrolnego • Umieszczenie (bezkolizyjne) automatyki do obrotu stołów; • Stół ten powinien posiadać konstrukcję i rozwiązania przestrzenne umożliwiające mocowanie w osi stołu elementów i próbek badawczych oraz aparatury badawczej umieszczonej pod poziomem podłogi w obszarze o średnicy do 1m;
<ul style="list-style-type: none"> • Stół obrotowy w TA.2G posiada konstrukcję główną złożoną jedynie z prowadnic/szyn po których przemieszczają się elementy ruchome ze złączem śrubowym mocującym płyty z tworzywa (element wymienny) położone w poziomie/płaszczyźnie podłogi tunelu; • Średnica stołu – 6,5m; • Sterowanie położeniem stołu: zdalne z pulpitu kontrolnego • Umieszczenie (bezkolizyjne) automatyki do obrotu stołów; Z uwagi na stosunkowo mały prześwit pod powierzchnią stołu (ok.15cm) dopuszcza się umieszczenie automatyki w strefie wejścia do tunelu (tj. bezkolizyjnie) lub poza tunelem oraz zastosowanie przekładni bądź innych sposobów przeniesienia napędu do obrotu stołem; • Stół ten powinien posiadać konstrukcję i rozwiązania przestrzenne umożliwiające mocowanie w osi stołu elementów i próbek badawczych oraz aparatury badawczej umieszczonej pod poziomem podłogi w obszarze o średnicy do 1m;
<ul style="list-style-type: none"> • Stół obrotowy w TA.2D złożony jest z pierścienia o średnicy wewnętrznej 2m, w którym osadzona jest rama na szynach/prowadnicach umożliwiającą zamocowanie i obrót próbek/elementów do badań; • Pierścień stołu obrotowego w TA.2D stanowi element podkonstrukcji podłogi technicznej tunelu - ramy głównej (tj. podłużnic połączonych poprzecznikami); rama ta posiada możliwość zmiany pozycji - przesuwu wzdłuż osi głównej tunelu przy wykorzystaniu wciągarki mocowanej do uchwytów wzdłuż osi głównej tunelu; przesuw jest możliwy jedynie o moduł/segment wypełnienia podłogi technicznej;

- Elementy wierzchnie stołu – płyty perforowane/kraty wema umieszczone w poziomie/płaszczyźnie podłogi tunelu (element wymienny);
- Stół ten posiada konstrukcję i rozwiązania umożliwiające mocowanie elementów wielkogabarytowych (o łącznej wadze do 1,5t) oraz elementów próbek badawczych i modeli małych siłowni wiatrowych w skali rzeczywistej; udźwig powierzchni podłogi/stołu jest szczególnie istotny w strefie wejścia do tunelu, w której będzie wzmożony ruch wózkiem podnośnikowym;
- Stół ten powinien posiadać konstrukcję i rozwiązania przestrzenne umożliwiające mocowanie w osi stołu elementów i próbek badawczych oraz aparatury badawczej umieszczonej pod poziomem podłogi w obszarze o średnicy do 1m;
- Płyty/kraty powinny zapewniać deklarowany udźwig oraz zamocowanie/przesuw elementów wielkogabarytowych,
- Średnica zewnętrzna ramy obrotowej stołu – 2m;
- Sterowanie położeniem stołu: zdalne z pulpitu kontrolnego
- Umiejscowienie (bezkolizyjne) automatyki do obrotu stołów, zapewnienie klasy szczelności i odporności na warunki panujące wewnątrz przestrzeni roboczej TA.2D (tj. wilgotność 100%, temp. ujemna, oblodzenie) dla elementów automatyki, zasilania i sterowania;

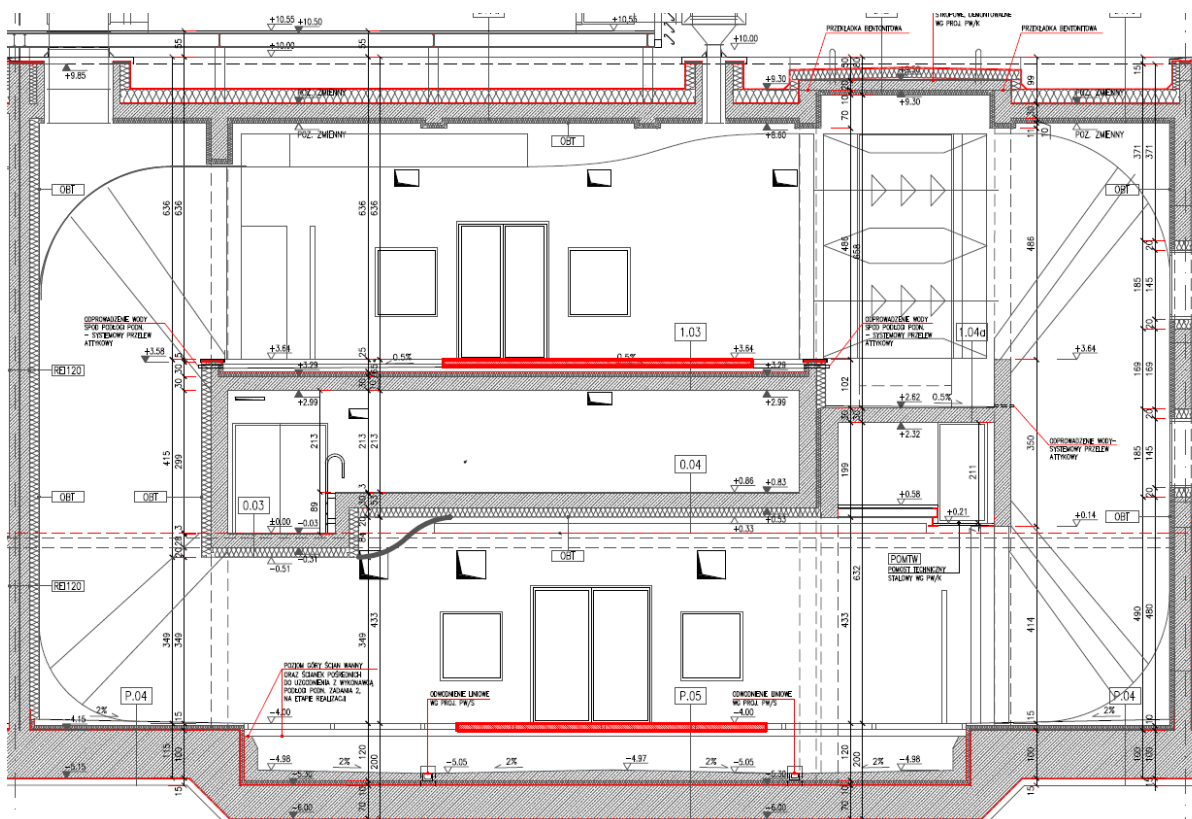
W ramach projektu należy ponadto opracować:

- Rozwiązania wariantowe: kształtu, materiału oraz sposobu łączenia poszczególnych elementów ramy głównej stołu;
- Rozwiązanie elementu obrotowego pozwalającego na obrót stołem oraz zamontowanie elementów wierzchnich;
- Podział na elementy powierzchniowe (wierzchnie), ich sposób zamocowania do elementu obrotowego
- Ramę do mocowania elementów wielkogabarytowych oraz „ciężkich” próbek badawczych
- Sterowanie – płynne lub skokowe o zadany kąt (szczególnie do zautomatyzowania pomiarów);
- Zamocowanie stołu na podkonstrukcji przesuwnej oraz zapewnienie przesuwu stołu wzdłuż osi głównej tunelu w TA.2D;

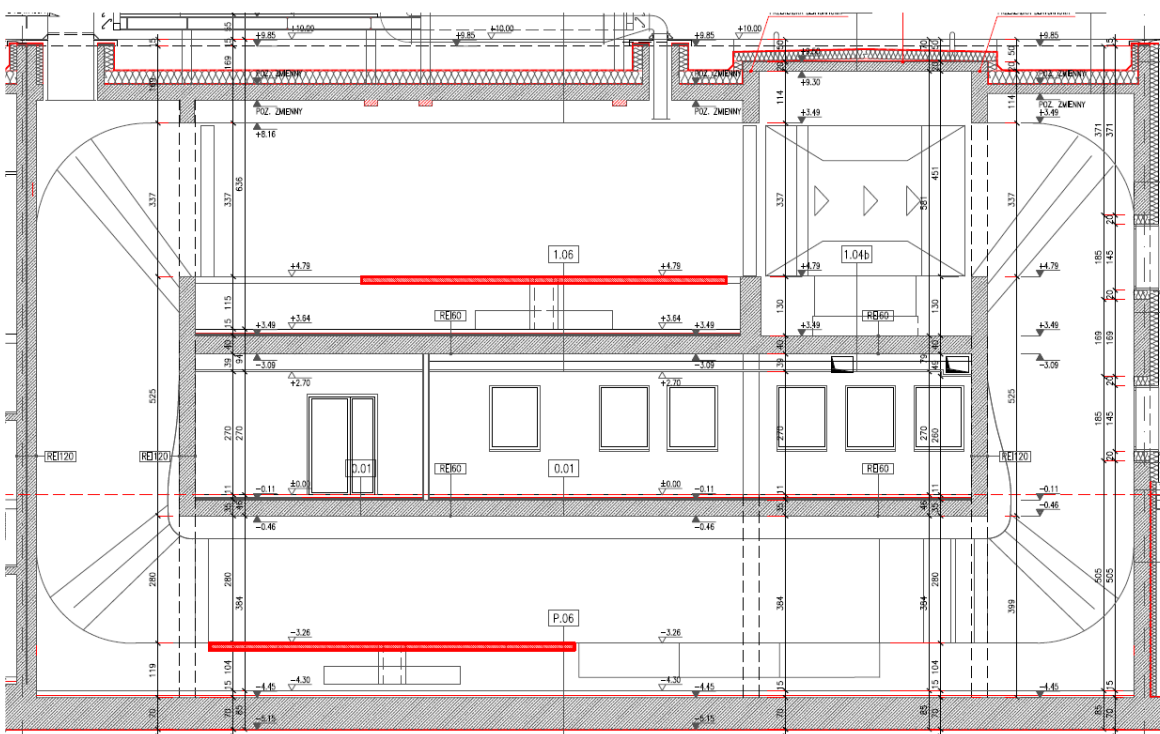


Rzut kond. -1 z zaznaczeniem miejsca lokalizacji stołów obrotowych





Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji stołów obrotowych w TA.2



Przekrój z zaznaczeniem miejsca lokalizacji stołów obrotowych w TA.1

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne
44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)

9. Suwnica-wielozadaniowe ramię w TA.1D

Wewnątrz TA.1D przewidziano suwnicę - wielozadaniowe ramię (SWR) umożliwiającą automatyzację badań. Przewidziano suwnicę mocowaną do stropu nad stołem obrotowym, i której oś obrotu będzie się pokrywać z osią obrotu stołu obrotowego. W ramach SWR należy umieścić szynę, która umożliwi ruch koordynatnika po promieniu oraz obrót o zadany kąt uchwytu do mocowania czujników. Należy przewidzieć rozwiązania, które umożliwią ruchy SWR bezkolizyjnie względem innych instalacji wewnętrznych (w szczególności sufitów podwieszonych ażurowych; patrz poz.1). Charakterystyka zestawu:

- Suwnica - wielozadaniowe ramię;
- Mocowanie do stropu TA.1D nad stołem obrotowym w płaszczyźnie sufitu podwieszonego, tak aby oś obrotu pokrywała się z osią obrotu stołu obrotowego;
- Szyna, umożliwiająca ruch koordynatnika po promieniu ($R=2,5m$) oraz obrót o zadany kąt (α) uchwytu do mocowania czujników;
- Sterowanie z poziomu pulpitu kontrolnego;
- Udźwig do 2kg (aparatura badawcza i czujniki);

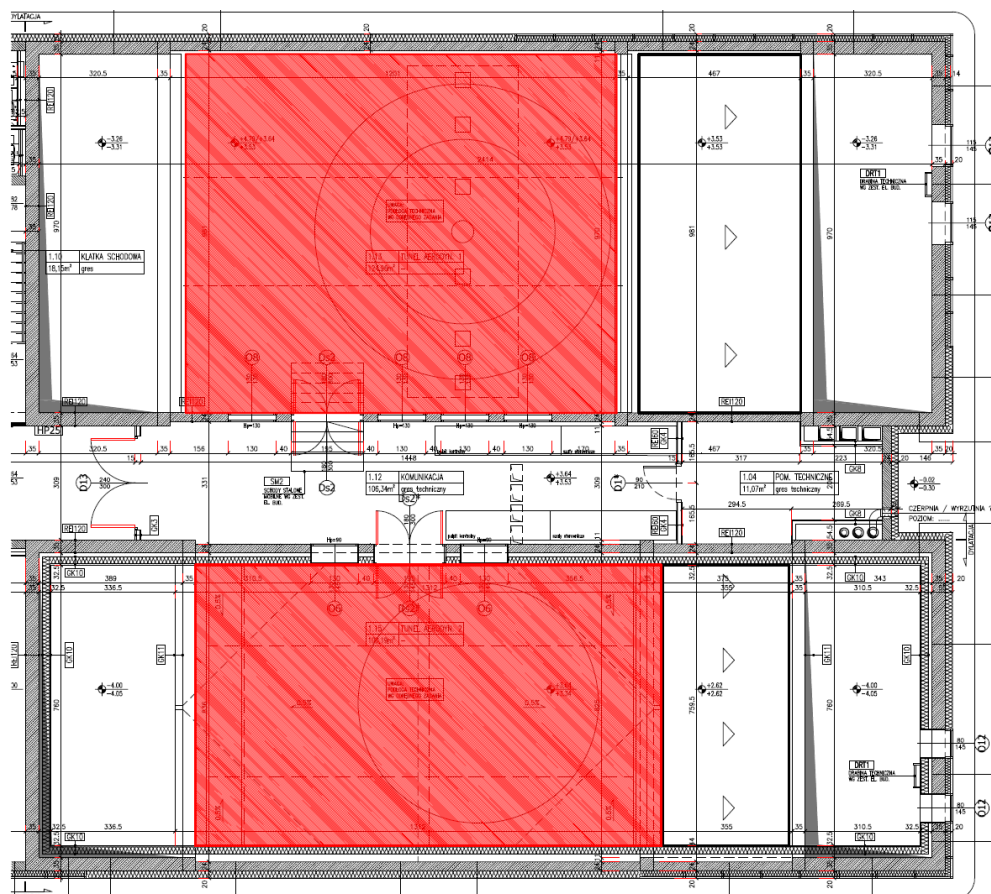
W tym celu należy zaprojektować:

- Konfigurację suwnicy SWR wraz z jej wszystkimi elementami względem pozostałych elementów instalacji sufitu;
- Uniwersalny uchwyt do mocowania czujników posiadający możliwość sterowania jego obrotem (opcjonalnie „wymienne” uchwyty umożliwiające automatyczne zdalne ustawienie czujników nad przestrzenią środkową stołu obrotowego);
- Sterowanie z poziomu pulpitu kontrolnego;
- Udźwig do 2kg (wyłącznie aparatura badawcza-czujniki),
- Opcjonalnie: zapewnienie ruchu w płaszczyźnie pionowej (oś Z w zakresie 0,4m)

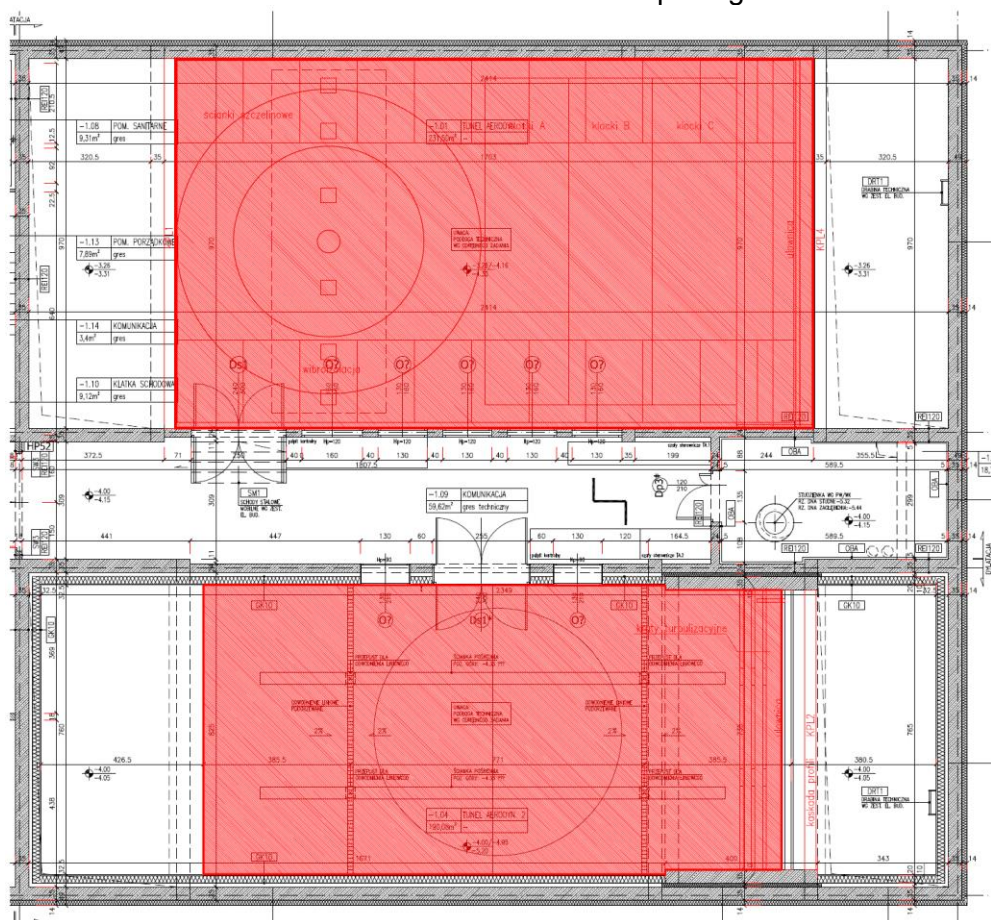
31720000-9 - Dostawa urządzeń elektromechanicznych
--

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynierskie
--

10. Podłogi



Rzut kond. +1 z zaznaczeniem podłogi



Podłoga w TA.1

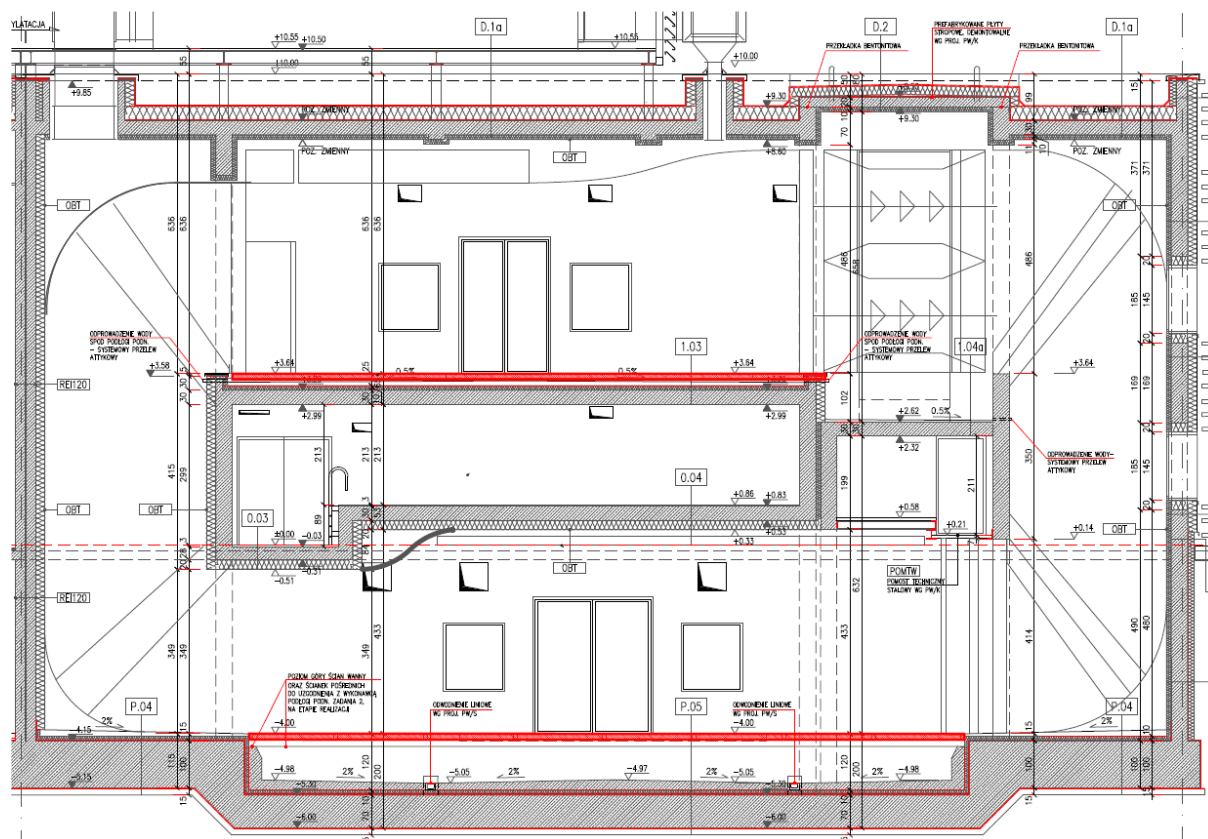
Zarówno w górnej jak i w dolnej części tunelu TA.1 podłogę należy wykonać z materiałów drewnopochodnych umożliwiających łatwe użytkowanie, w tym w szczególności zapewnienie możliwości montażu elementów/próbek badawczych oraz elementów podkonstrukcji bezpośrednio do płyt podłogi, dla potrzeb sprawnej realizacji prac eksperymentalnych. Podłoga w obu przestrzeniach badawczych TA.1G i TA.1D powinna być uniesiona na właściwy poziom zgodnie z projektem wykonawczym oraz wytycznymi dla pozostałych elementów infrastruktury wewnętrznej tunelu (poziom spodu obudowy konstrukcji wentylatorów). Dopuszcza się w tym celu specjalną podkonstrukcję z bali i legarów oraz krawędziaków lub z elementów stalowych. Mocowanie elementów konstrukcji podłogi drewnianej (zakres zadania 2) należy wykonać do podłoża z betonu (zakres zadania 1) pokrytego powierzchnią żywiczną (zakres zadania 1). Należy zapewnić dostęp do przestrzeni pod podłogą. Wierzchnią stronę paneli ze sklejki należy zabezpieczyć przez pokrycie jej farbą w kolorze stonowanym z pozostałym wystrojem laboratorium (szarości oraz pomarańczowe elementy dekoracyjne). Należy zwrócić szczególną uwagę na miejsca styku konstrukcji podłogi z elementami stołu obrotowego.

Podłoga TA.1.D

- Powierzchnia całkowita – 231mkw
- Podłoga uniesiona (na podkonstrukcji) na poziom 104cm ponad wykończeniem płyty stropowej.
- Materiał: drewnopochodny (preferowana jest sklejka malowana/lakierowana w kolorze stonowanym z pozostałym wystrojem laboratorium - szarości oraz pomarańczowe elementy dekoracyjne) o grubości min. 25mm.
- Nośność podłogi 2,5 kN/mkw
- Podkonstrukcja: profile stalowe i/lub drewniane;
- rozstaw filarków i belek/dźwigarów zapewniający nośność podłogi 2,5 kN/mkw;
- Podkonstrukcja oraz otwory w podłożu powinny umożliwiać bezproblemowe zdalne wysuwanie klocków symulujących chropowatość podłoża, oraz nie kolidować z pozostałymi elementami infrastruktury wewnętrznej tj. m.in. stołem obrotowym, instalacją do aktywnego generowania warstwy przyziemnej, iglicami i barierkami
- Oświetlenie techniczne pod podłogą
- Schodki przed wejściem do TA.1

Podłoga w TA.1.G

- Powierzchnia całkowita – 118mkw
- Podłoga uniesiona (na podkonstrukcji) na poziom 115cm;
- Materiał drewnopochodny (preferowana jest sklejka malowana/lakierowana w kolorze stonowanym z pozostałym wystrojem laboratorium - szarości oraz pomarańczowe elementy dekoracyjne) o grubości min. 25mm.
- Nośność podłogi 2,5 kN/mkw
- Podkonstrukcja: profile stalowe i/lub drewniane;
- rozstaw filarków i belek/dźwigarów zapewniający nośność podłogi 2,5 kN/mkw;
- Poziom górny podłogi powinien być skorelowany z poziomem konstrukcji obudowy wentylatorów.
- Oświetlenie techniczne pod podłogą
- Schodki przed wejściem do TA.1



Przekrój z zaznaczeniem podłogi w górnej części pomiarowej TA.2G i podłogi technicznej w części dolnej TA.2D

Podłoga w dolnej części badawczej (TA.2D) powinna umożliwiać swobodne odprowadzenie wilgoci (symulacja opadu deszczu/śniegu oraz oblodzenia) przy zapewnieniu bezpieczeństwa (oblodzenie) oraz możliwości montażu/demontażu fragmentu/części paneli. W celu zapewnienia sprawnej realizacji prac eksperymentalnych, w zasadniczej części przestrzeni roboczej, podłoga powinna umożliwiać przesuw podkonstrukcji ramowej stołu obrotowego wzdłuż prowadnic. Przewiduje się mocowanie paneli do poprzecznych belek konstrukcyjnych posiadających możliwość przesuwu na prowadnicach (zakres zadania 2) zamontowanych do gzymsów wzdłuż ścian (zakres zadania 1) oraz ścianek pośrednich zlokalizowanych wzdłuż osi wanny (zakres zadania 1). Charakterystyka podłogi:

Podłoga w TA.2D

- Powierzchnia całkowita – 120mkw
- Konstrukcja główna: profile stalowe zabezpieczone przed korozją oparte na podkonstrukcji - prowadnicach;
- Podkonstrukcja: prowadnice stalowe zlokalizowane wzdłuż ścian oraz na ściankach pośrednich wewnątrz wanny;
- Pokrycie wierzchnie: panele perforowane; preferowane rozwiązanie: stalowe kraty wema;
- Kształt paneli w rzucie: prostokąty o wymiarach modułowych (różne proporcje podziału segmentów),
- Podział podłogi na pola robocze uzależniony od wagi i rozmiaru elementów – zapewnienie możliwości demontażu fragmentu podłogi;

- Nośność podłogi 2,5kN/mkw; podłoga powinna umożliwiać ruch elektrycznego wózka podnośnikowego (udźwig max. 1500kg, masa własna do 1000kg, nacisk na oś z ładunkiem 868/1707kg);
- Należy zapewnić możliwość przesuwu podkonstrukcji ramowej stołu obrotowego wzdłuż prowadnic przy wykorzystaniu zewnętrznego siłownika elektrycznego (typu wciągarka) montowanego do uchwyty z zewnętrznych, umożliwiający przesunięcie podłogi o moduł/segment;

W ramach opracowania należy zaprojektować:

- Podział paneli perforowanych (krat wema) umożliwiający łatwy montaż, transport oraz sposób magazynowania – gabaryt (waga) oraz wymiar poszczególnych elementów
- podział na pola robocze (możliwość demontażu fragmentu podłogi) powinien uwzględniać różne moduły (np. 25 i 50cm) wzdłuż osi głównej tunelu;
- Belki poprzeczne i ewentualnie podłużne. Sugerowana nośność podłogi 2,5kN/mkw – wymiary belek, ugięcie, drgania własne spowodowane turbulencją aerodynamiczną; nośność poszczególnych paneli podłogi powinna uwzględniać nacisk wynikający z transportu z wykorzystaniem wózka podnośnikowego (udźwig max. 1500kg, masa własna do 1000kg, nacisk na oś z ładunkiem 868/1707kg)
- Materiał odporny na wpływy środowiskowe/korozyję

44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)
--

44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne
--

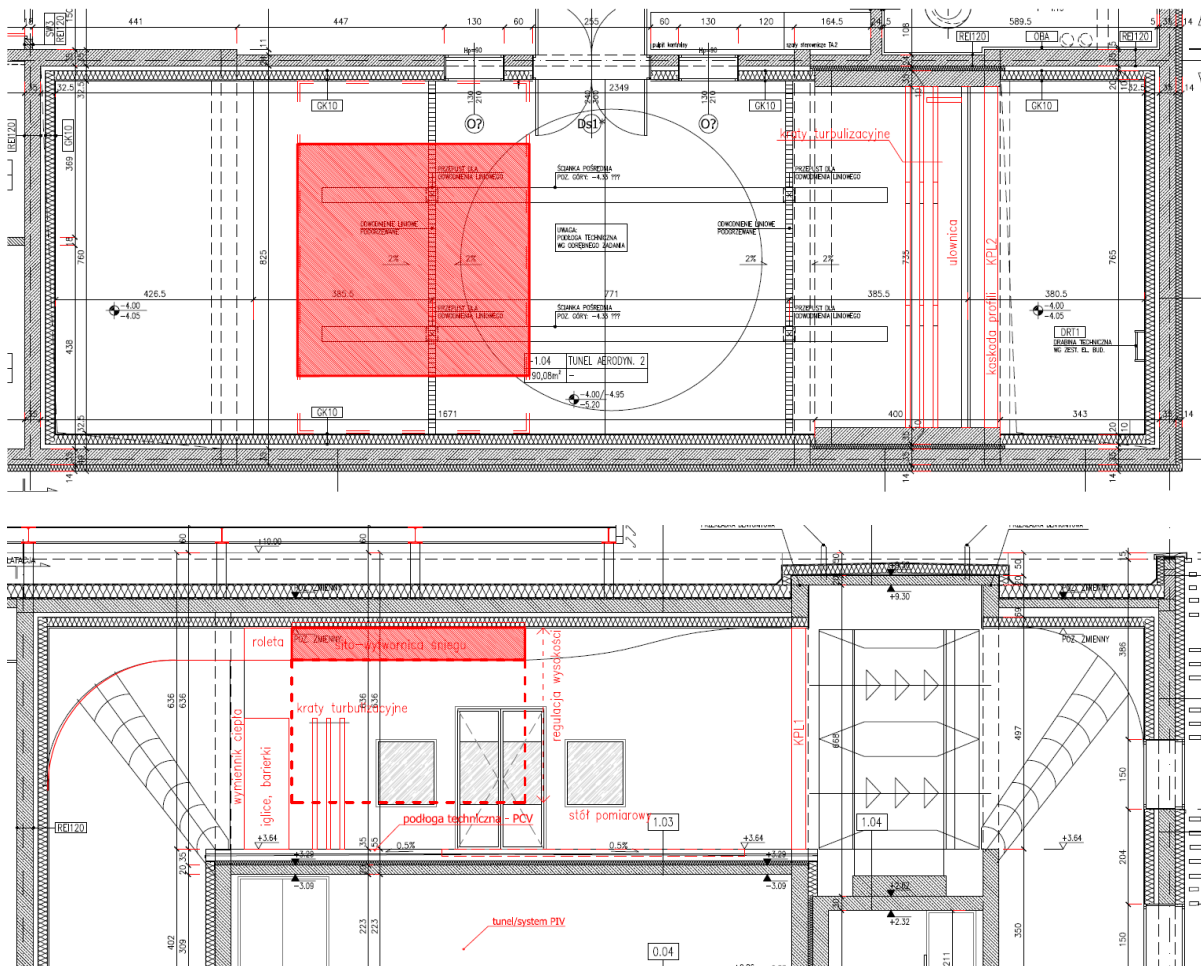
11. Sito do symulacji opadu w TA.2G

Sito umożliwia symulację opadu sztucznego śniegu (starty styropian, mączki, starte skorupy orzechów, etc.) w stosunkowo małej skali modelowej, pokrywając w sposób jednorodny duży obszar modelu. Przewiduje się możliwość obniżania podkonstrukcji ramowej/rusztu sita do wysokości pozwalającej na wypełnienie go materiałem sypkim – dostęp pracownika z poziomu podłogi. W tym celu sito należy zamocować na specjalnej podkonstrukcji ramowej/rusztu, która wzdłuż ścian posiadać będzie prowadnice i siłowniki/mechanizmy pozwalające na automatyczne obniżenie jego wysokości. Koncepcja „pracy” sita wykorzystuje wibratory(oscylatory)/stoliki wibracyjne wprowadzające materiał sypki w ruch. Należy zatem przewidzieć możliwość sterowania – płynnej zmiany intensywności wibracji/amplitudy drgań z poziomu pulpitu kontrolnego. Przestrzeń roboczą sita należy podzielić na obszary. Charakterystyka zestawu:

- Ruszt/podkonstrukcja ramowa 4,9x7,9m;
- Sterowanie wysokością położenia rusztu z pozycji pulpitu kontrolnego w zakresie 1-4m nad podłogą techniczną;
- Prowadnice zamocowane do ścian bocznych TA.2G;
- Konstrukcja (prowadnice oraz automatyka) zabezpieczone przed wilgocią oraz temperaturą ujemną (klasa szczelności połączeń instalacji elektrycznej IP 67);
- Konstrukcja (prowadnice oraz automatyka) zabezpieczone przed zlepianiem przez cząsteczki startego styropianu oraz posiadające możliwość łatwego czyszczenia

podzespołów;

- Obszar roboczy (powierzchnia całkowita sita) 4x5m umożliwiający równomierne zasianie powierzchni wewnętrznego stołu roboczego o średnicy $\varnothing=3\text{m}$ wraz z otoczeniem – pole referencyjne.
- Preferowany podział na 6 pól (siatka 6 sit o powierzchni ok. 2x1,6m umożliwiającą jednolitość opadu – „warunek szycia”).
- Możliwość zmiany wysokości całego rusztu (sita) – prowadnice na ścianach, podkonstrukcja,
- Sterowanie zdalne z pozycji pulpitu kontrolnego: wysokością położenia sita, intensywnością siania (wibracje, szybkość ruchu i amplituda), zamknięciem oczek w celu uzupełnienia śniegu,
- Zabezpieczenie przed zwiewaniem śniegu znad sita, przy obniżeniu jego wysokości;



Rzut i przekrój z zaznaczeniem sita wraz z zakresem jego ruchu (w pionie) w TA.2G

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne

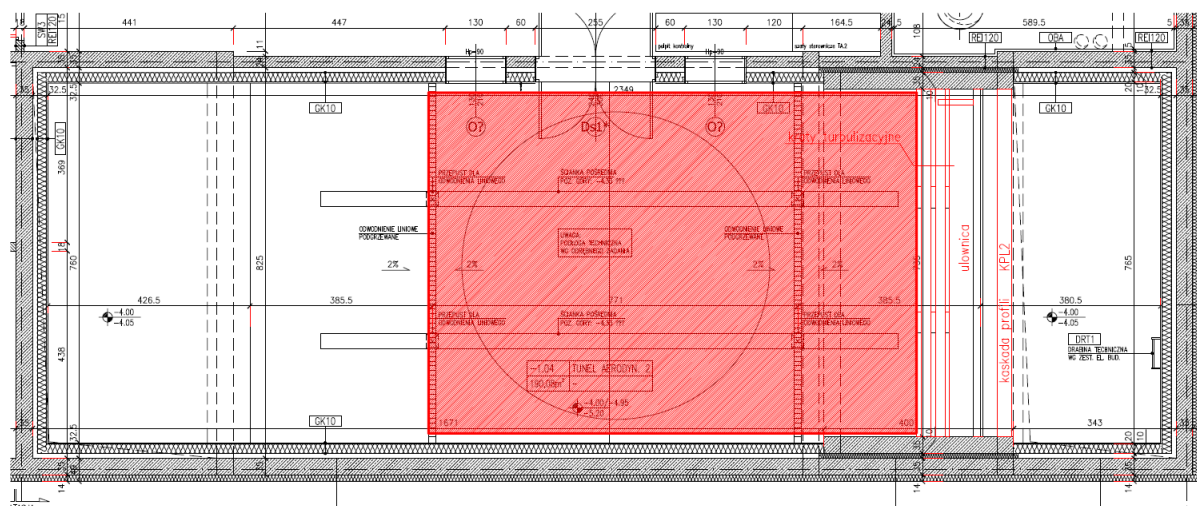
44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe

42900000-5 - Różne maszyny ogólnego i specjalnego przeznaczenia

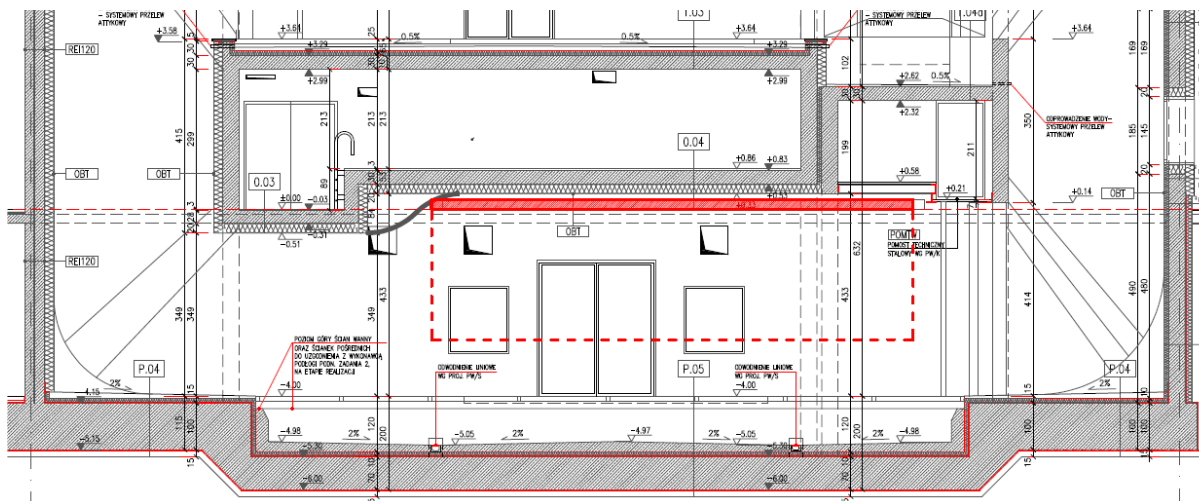
12. Promienniki ciepła (podczerwieni) w TA.2D

Instalacja do symulacji rozmarzania wykorzystuje promienniki podczerwieni. Przewidziano umiejscowienie promienników na specjalnej podkonstrukcji ramowej/rusztie (patrz poz. 14) zamocowanym do prowadnic na ścianach bocznych tunelu. Prowadnice wraz z systemem siłowników powinny umożliwiać płynną zmianę wysokości podkonstrukcji ramowej/rusztu przy wykorzystaniu panelu kontrolnego. Na podkonstrukcji ramowej/rusztie znajdować się będzie również system do symulacji opadu/oblodzenia. Poszczególne elementy nie powinny ze sobą kolidować. Zakres ruchu rusztu: 1-4m nad poziomem podłogi technicznej TA.2. Położenie najniższe zapewnia możliwość dostępu i obsługi technicznej systemów. W zależności od przyjętego rozwiązania/typu promienników ich szerokość promieniowania jest różna. Dlatego w opracowaniu należy przewidzieć wariant A i B (por. rysunek poniżej) rozstawu promienników właściwy dla równomiernego rozproszania strumienia ciepła, a zarazem jednolitego pokrycia próbek badawczych. Charakterystyka zestawu:

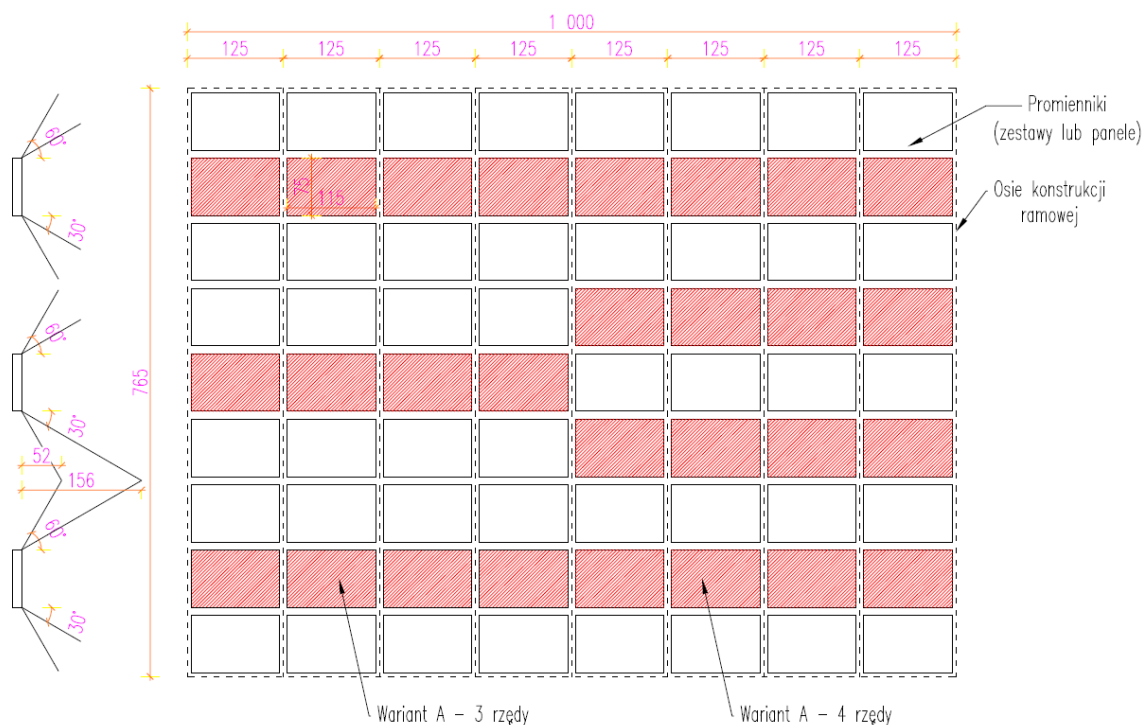
- Liczba paneli w zestawie – 18 szt.
- Podział na pola/obszary, zależny od elementów systemu tryskaczy – wzdłuż dysz symulujących opad
- Powierzchnia całkowita do mocowania paneli równa połowie powierzchni rusztu nośnego - 39 mkw (patrz poz. 14);
- Możliwość zmiany mocy promieniowania – sterowanie z pulpitu kontrolnego (w zakresie 0-2kW/każdy panel), a tym samym zapewnienie średniego natężenia promieniowania o wartości 1,4 kW/m²;
- Rozwiązanie wariantowe:
 1. położenie paneli zmienne; panele posiadają możliwość zmiany ich położenia – przygotowane otwory montażowe pod śruby w podkonstrukcji ramowej/rusztie;
 2. położenie paneli stałe - możliwość sterowania które pola/panele mają być aktywne i w jakim stopniu;
- Instalacja zabezpieczona przed wilgocią oraz temperaturą ujemną (klasa szczelności połączeń instalacji elektrycznej IP 67);
- Instalacja zabezpieczona przed zlepianiem przez cząsteczki startego styropianu oraz ewentualnie posiadająca możliwość łatwego czyszczenia podzespołów;



Rzut kond. -1 z zaznaczeniem elementów instalacji promienników podczerwieni w TA.2D



Rzut i przekrój z zaznaczeniem podkonstrukcji ramowej/rusztu z promiennikami podczerwieni wraz z zakresem ruchu (w pionie) w TA.2D



Rzut przykładowej konfiguracji paneli z zaznaczeniem aktywnych promienników podczerwieni (wariant A i B) w całym układzie

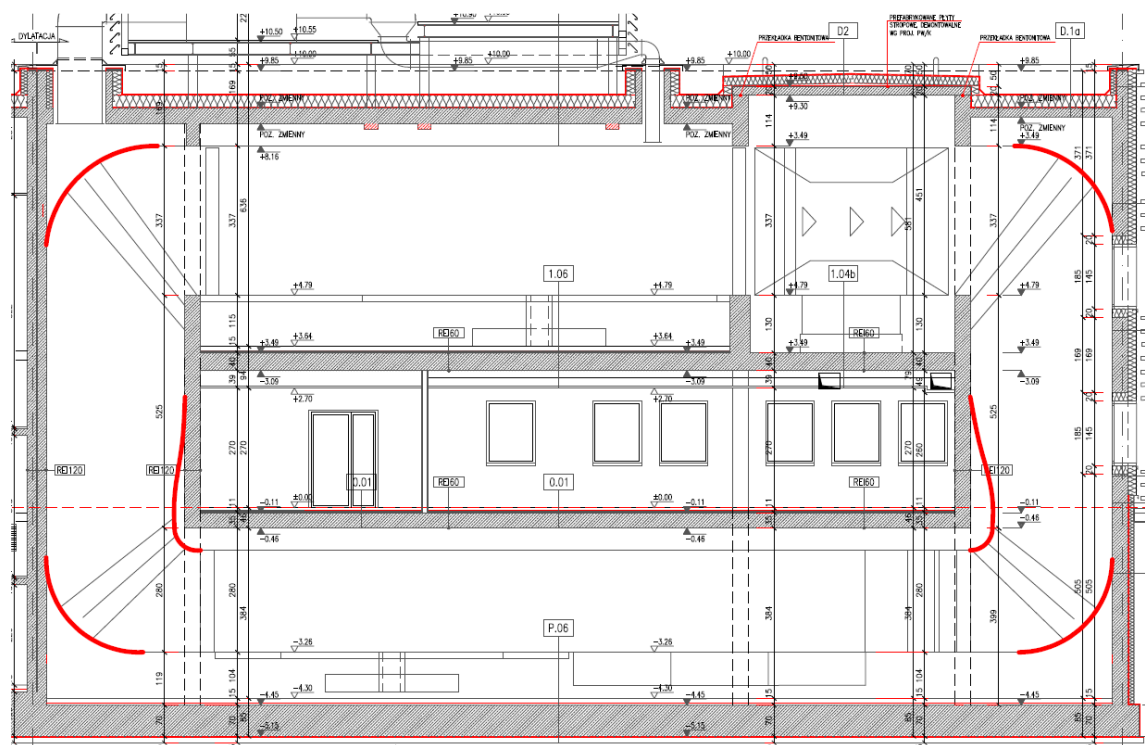
45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne
44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe
42900000-5 - Różne maszyny ogólnego i specjalnego przeznaczenia
42000000-6 - Maszyny przemysłowe

13. Profilowanie naroży obu tuneli TA.1 i TA.2

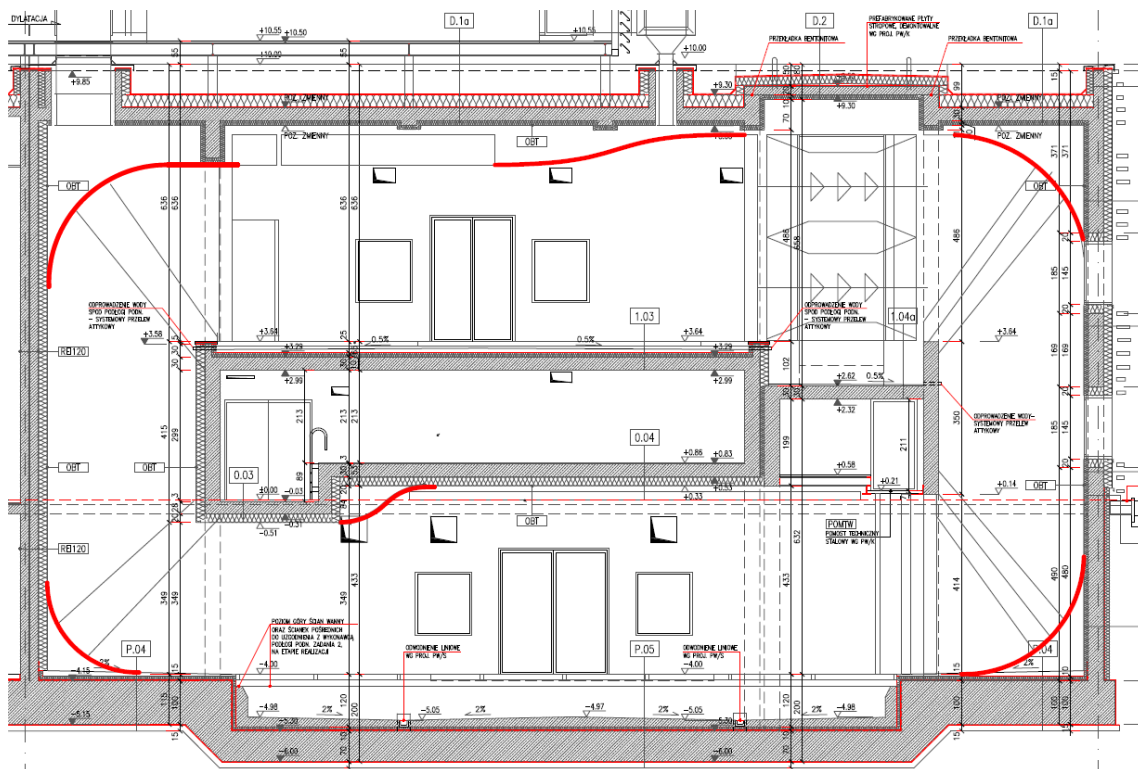
Naroża tuneli aerodynamicznych należy ukształtować w sposób zapewniający minimalizację strat hydraulicznych i oporów ruchu. W tym celu przyjęto rozwiązanie powszechnie stosowane – tj. kierownice (patrz poz. 2) oraz zaokrąglenie naroży. Kształt krzywizny zaokrąglenia należy dobrać po konsultacji z zespołem LIW PK. W ramach opracowania należy wykonać kompletny zestaw elementów umożliwiających ich montaż i bezobsługowe użytkowanie. Elementy

powierzchniowe wymagają usztywnienia w formie uźebrowań. Wolną przestrzeń między zaokrągleniem a elementami nośnymi budynku (ścianami i stropami) należy wypełnić lekkim porowatym materiałem zabezpieczającym konstrukcję przed wpływem wilgoci.

- Zestawienie wymiarów podłużnych elementów w TA.1: 4 szt. po 4,4m, 2 szt. po 3,9m, 1 szt. po 1,8m;
 - Całkowity (sumaryczny) wymiar poprzeczny elementów w TA.1 - 9.7m
 - Materiał: stal/tworzywo/drewno/materiały kompozytowe,
 - Grubość elementów dobrana odpowiednio do wymiarów powierzchniowych oraz rozstawu uźebrowań, w sposób zabezpieczający przed nadmiernymi odkształceniami (pod wpływem sił aerodynamicznych) i drganiami (drżania własne, hałas);
 - Opcjonalnie: wypełnienie przestrzeni między zaokrągleniem a ścianami i podłogą/sufitem materiałem typu pianka (uszczelnienie i zapewnienie lepszego tłumienia materiałowego drżania)
- Wymiar podłużny elementów w TA.2: 3 szt. po 4,4m, 1 szt. po 10,3, 5,9m, 2,6m;
 - Całkowity (sumaryczny) wymiar poprzeczny elementów w TA.2 - 7.9m
 - W TA.2 ze względu na wilgoć i zmienne warunki temperaturowe należy przewidzieć rozwiązania zapewniające trwałość (brak korozji) i bezawaryjność;
 - Materiał: stal/tworzywo/materiały kompozytowe,
 - Grubość elementów dobrana odpowiednio do wymiarów powierzchniowych oraz rozstawu uźebrowań, w sposób zabezpieczający przed wilgocią, nadmiernymi odkształceniami (odkształcenie pod wpływem temperatury, sił aerodynamicznych) i drganiami (drżania własne, hałas);
 - Opcjonalnie: wypełnienie przestrzeni między zaokrągleniem a ścianami i podłogą/sufitem materiałem typu pianka (uszczelnienie – zabezpieczenie przed korozją, zabrudzeniami i zapewnienie lepszego tłumienia materiałowego drżania)



Przekrój z zaznaczeniem profilowania naroży w TA.1



Przekrój z zaznaczeniem profilowania naroży w TA.2

44000000-0 - Konstrukcje i materiały budowlane; wyroby pomocnicze dla budownictwa (bez aparatury elektrycznej)

44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe

14. Instalacja symulacji opadu deszczu i oblodzenia

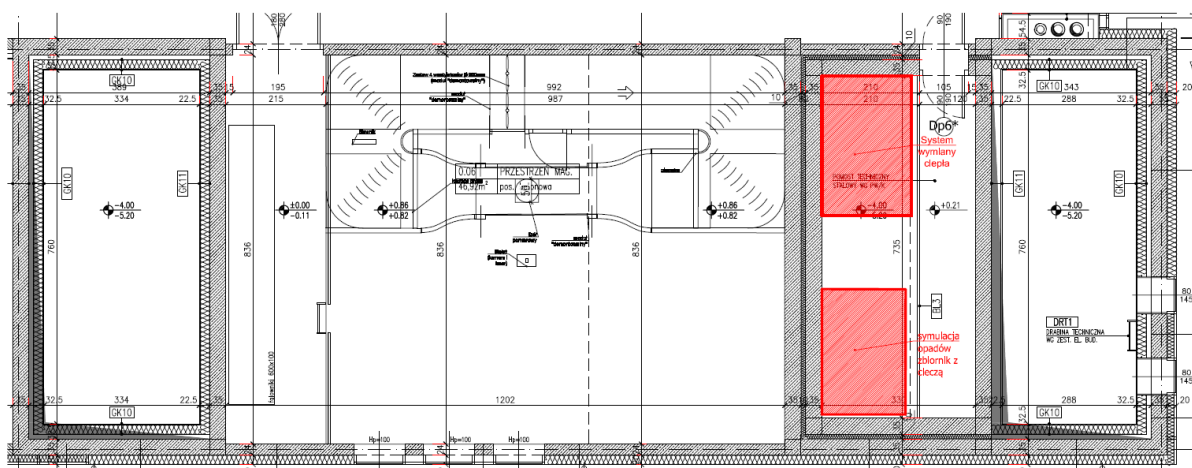
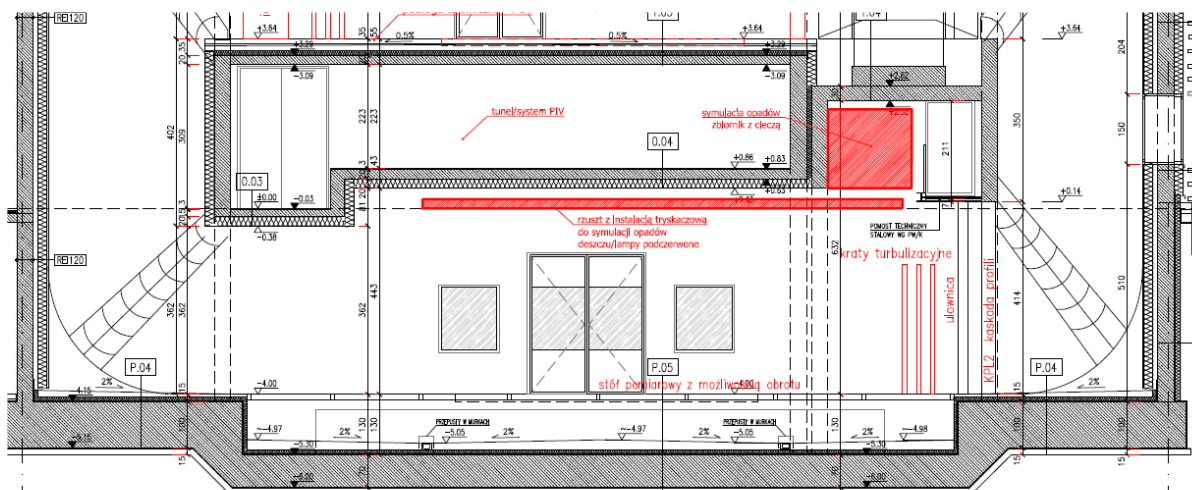
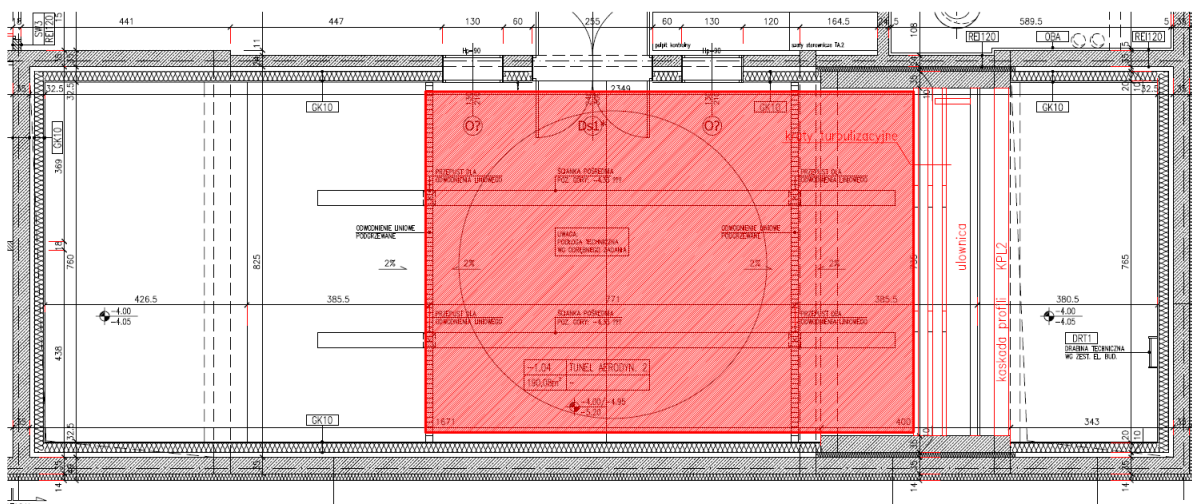
System symulacji opadu deszczu i oblodzenia wraz z promiennikami podczerwieni będzie zamocowany pod sufitem na specjalnej podkonstrukcji ramowej/rusztie umożliwiającym zmianę jego wysokości względem przestrzeni roboczej. Na ścianach przewidziano prowadnice z silniczkami/siłownikami do zdalnego sterowania wysokością położenia podkonstrukcji ramowej/rusztu - systemu. Podłużnice i poprzecznice podkonstrukcji ramowej/rusztu będą stanowiły podstawę dla zamocowania elementów systemu symulacji opadu deszczu i oblodzenia (głównie węży) oraz promienników podczerwieni. Charakterystyka systemu:

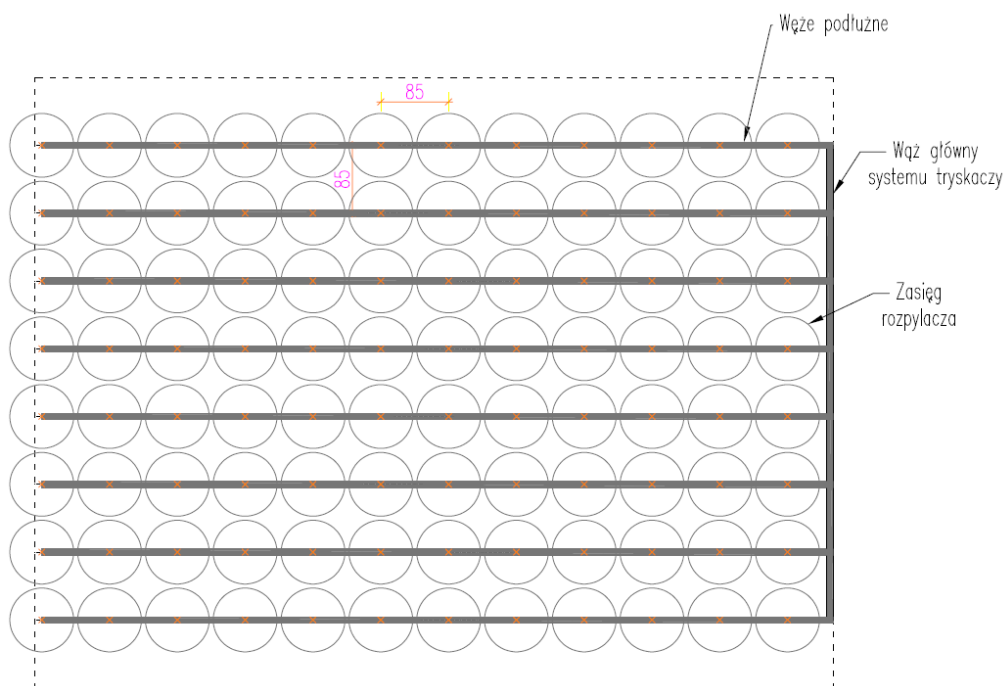
- Powierzchnia całkowita podkonstrukcji ramowej/rusztu - 78 mkw;
- Sterowanie wysokością położenia podkonstrukcji ramowej/rusztu z pozycji pulpitu kontrolnego w zakresie 1-4m nad poziomem podłogi technicznej;
- Rozstaw podłużnic i poprzecznic dostosowany do elementów instalacji symulacji opadu deszczu i oblodzenia oraz zestawu promienników podczerwieni (poz. 12);
- Prowadnice zamocowane do ścian bocznych TA.2.D;
- Konstrukcja (prowadnice oraz automatyka) zabezpieczone przed wilgocią oraz temperaturą ujemną (klasa szczelności połączeń instalacji elektrycznej IP 67);
- Konstrukcja (prowadnice oraz automatyka) zabezpieczone przed zlepianiem przez cząsteczki startego styropianu oraz posiadające możliwość łatwego czyszczenia podzespołów);

<ul style="list-style-type: none"> • Powierzchnia całkowita instalacji odpowiada powierzchni podkonstrukcji ramowej/rusztu - 78 mkw; • Instalacja hydroforowa pozwalająca na uzyskanie ciśnienia roboczego tłocznej wody w zakresie 1 - 40 barów wraz z kompletem elementów umożliwiających sprawne funkcjonowanie instalacji (węże, rury, przewody, złączki, zawory, sterowanie, automatyka) – zamocowana na podeście technicznym (kond. 0); • sterowanie ciśnieniem wewnątrz układu (sterowanie automatyczne) z poziomu pulpitu kontrolnego; • Zabezpieczenie przed zamarzaniem rozpylaczy/końcówek dysz poprzez zapewnienie możliwości spuszczenia wody z węży (na wlocie do systemu węży i przy zbiorniku z wodą osobne zawory regulowane z podestu technicznego (kond. 0) opcjonalnie z poziomu panelu kontrolnego); • Opcjonalnie zabezpieczenie przed zamarzaniem rozpylaczy/końcówek dysz poprzez zapewnienie możliwości przedmuchu; • Zabezpieczenie przed zamarzaniem rozpylaczy/końcówek dysz poprzez podgrzewanie końcówek dysz; • Elementy zdalnego sterowania obejmują: wysokość położenia rusztu, przepływ wody w jednostce czasu (otwarcie poszczególnych zaworów), ciśnienie wewnątrz układu, temp. wody, natężenie promieniowania podczerwonego, aktywność poszczególnych paneli/promienników;
<ul style="list-style-type: none"> • Zbiornik o pojemności 1000l, z możliwością wstępnego schłodzenia wody do temp. 1-2°C, izolowany termicznie; lokalizacja wewnątrz tunelu, dostęp z pomostu technicznego (kond. 0)
<ul style="list-style-type: none"> • System węży wysokociśnieniowych z adapterami szeregowymi oraz wymiennymi dyszami/rozpylaczami; • Liczba węży wzdłuż osi tunelu: 6-8, zależnie od rozwiązania pozostałych elementów systemu, w szczególności od doboru rozpylaczy/końcówek dysz;
<ul style="list-style-type: none"> • 5 zestawów wymiennych dysz/rozpylaczy umożliwiających uzyskanie średnicy kropli z zakresu 0,05-4mm („skokowo” w zależności od skali modelu i opadu) po 12 szt. na każdy węży;
<ul style="list-style-type: none"> • Przepływomierz ze sterowaniem zdalnym (wariantowo: automatycznym lub mechanicznym) poszczególnymi zaworami na wlocie do układu oraz na wlocie do układu węży;

Uwagi dodatkowe:

1. Opcjonalnie: izolacja termiczna węży - zabezpieczenie przed zamarzaniem rozpylaczy/końcówek dysz poprzez zapewnienie możliwości ich przedmuchu;
2. W ramach prac eksperymentalnych będą realizowane m.in. pomiary: objętości przepływu wody w systemie, ciśnienia oraz temp. wody oraz powietrza, wilgotności, prędkości wiatru, gradientu temp. na pow. próbki/modelu (kamera termowizyjna);





Schemat elementów instalacji systemu spryskiwaczy w TA.2D

45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne
44200000-2 - Wyroby konstrukcyjne stalowe
42900000-5 - Różne maszyny ogólnego i specjalnego przeznaczenia
39370000-6 - Instalacje wodne
42000000-6 - Maszyny przemysłowe

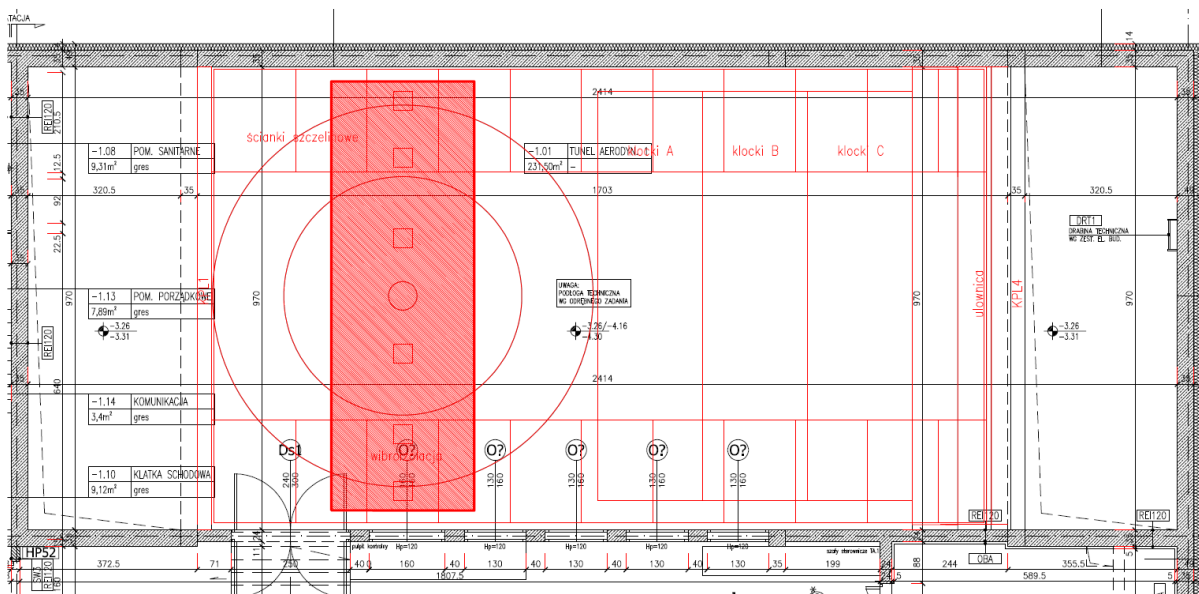
15. Wibroizolacje do stołów obrotowych w TA.1

Układ mechaniczny tłumiący drgania przekazywane/propagowane drogą materiałową, powstające w wyniku pracy wentylatorów i obiegu powietrza wewnątrz tuneli, umiejscowiony pod podłogą tunelu w strefie pomiarowej. Wibroizolacja powinna posiadać elementy ramowe/koźłowe przeznaczone do montażu aparatury badawczej w miejscach specjalnie do tego przewidzianych (rysunki koncepcyjne).

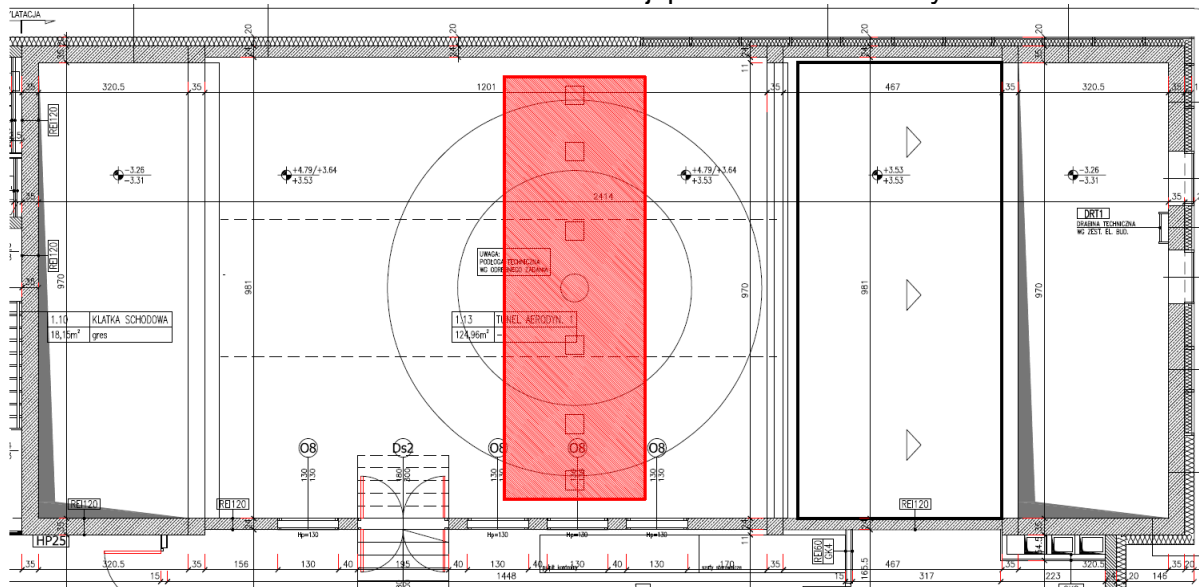
- Układy zlokalizowane pod podłogą tunelu TA.1 w zasadniczej części przestrzeni badawczej (pod stołami obrotowymi) odpowiednio: 1szt. w TA.1D i 1szt. w TA.1G;
- W ramach wibroizolacji należy wykorzystać żelbetowy element na sprężystym podłożu o sumarycznej wadze max. 35t;
- Układ wibroizolacji powinien zawierać elementy ramowe/koźłowe przeznaczone do montażu aparatury badawczej;
- Opracowanie projektowe powinno zawierać obliczenia dynamiczne (w tym spektrum rezonansowe) oraz projekt konstrukcyjny układu wibroizolowanego wraz z rozstawem elementów mocujących;
- Tłumienie drgań (ułamek tłumienia krytycznego lub logarytmiczny dekrement tłumienia) w paśmie charakterystycznym dla wzbudzeń wirowych. Zakres prędkości średnich napływającego powietrza w TA.1 – od 1 do 30m/s

Uwagi dodatkowe

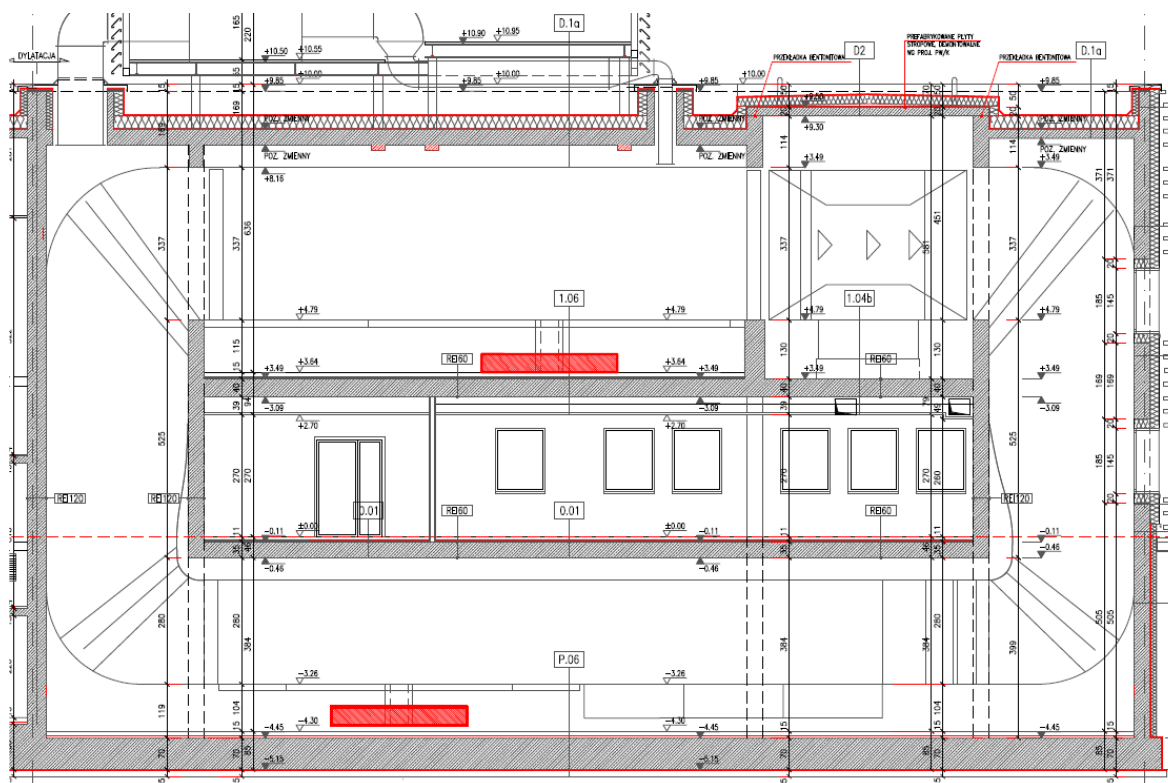
- Preferowane rozwiązanie analogiczne do LIW PK LIW;



Rzut kond. -1 z zaznaczeniem wibroizolacji pod stołami obrotowymi w TA.1D



Rzut kond. +1 z zaznaczeniem wibroizolacji pod stołami obrotowymi w TA.1G



45351000-2 - Mechaniczne instalacje inżynieryjne

71300000-1 - Usługi inżynierskie

16. Konsola sterująca

Jednostki kontrolne pozwalające na instalację elementów sterowania podzespołami wewnątrz TA.1 i TA.2. Przewiduje się osobny pulpit kontrolny dla przestrzeni obsługi TA.1 i TA.2 na kond.+1 oraz osobny na kond. -1. W ramach tego zadania należy uwzględnić:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Pulpit kontrolny służący do obsługi TA.1 i TA.2 zlokalizowany w przestrzeni obsługi na kond. +1 ● Jednostka centralna powinna umożliwiać bezproblemową instalację elementów sterowania, w tym: elementów hardware tj. kart sterujących oraz innych elementów umożliwiających podłączenie do systemu/środowiska, a także instalację kompatybilnego oprogramowania do sterowania podzespołami i systemami wewnątrz TA.1 i TA.2. oraz parametrami pracy obu tuneli; |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Pulpit kontrolny służący do obsługi TA.1 i TA.2 zlokalizowany w przestrzeni obsługi na kond. -1 ● Jednostka centralna powinna umożliwiać bezproblemową instalację elementów sterowania, w tym: elementów hardware tj. kart sterujących oraz innych elementów umożliwiających podłączenie do systemu/środowiska, a także instalację kompatybilnego oprogramowania do sterowania podzespołami i systemami wewnątrz TA.1 i TA.2. oraz parametrami pracy obu tuneli; |

31720000-9 - Dostawa urządzeń elektromechanicznych

42900000-5 - Różne maszyny ogólnego i specjalnego przeznaczenia

71300000-1 - Usługi inżynierskie

D. Pozostałe elementy wyposażenia (zakres poza postępowania 2)

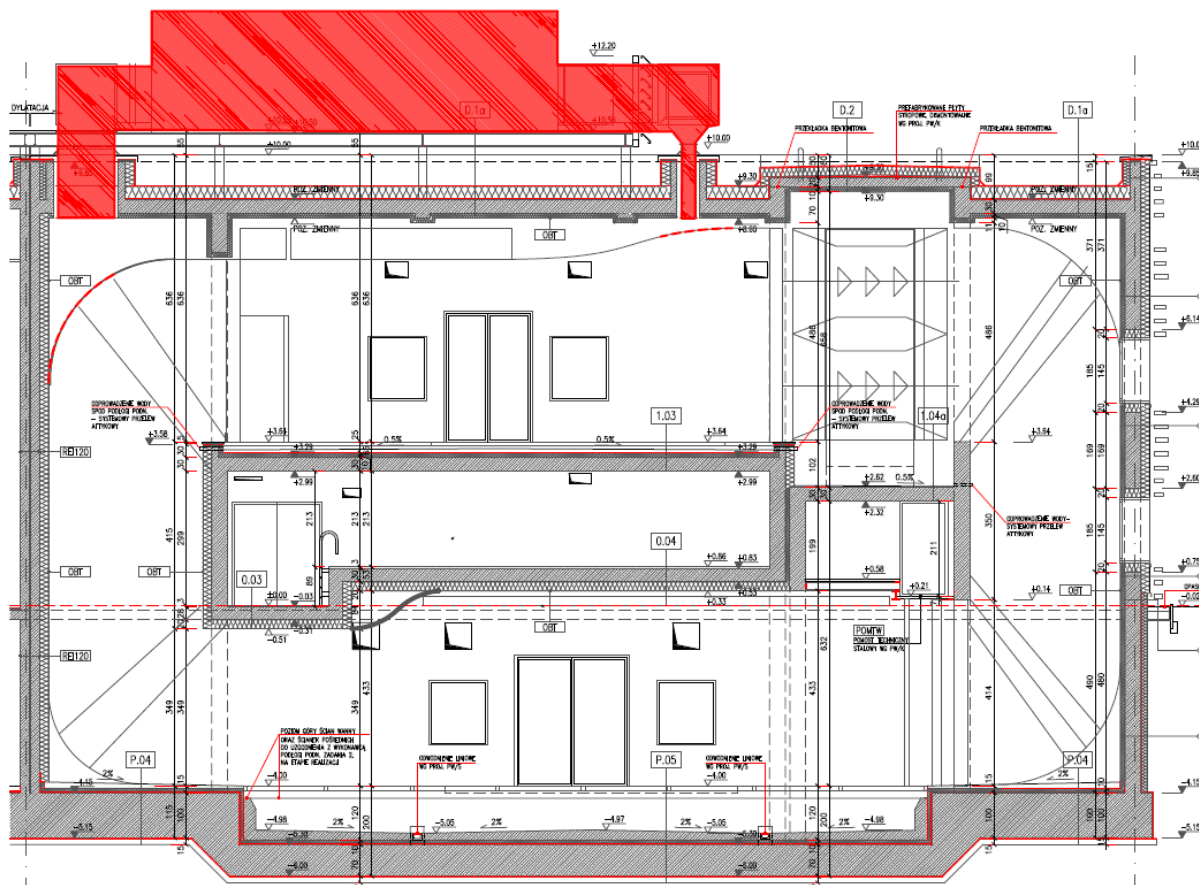
1. System wentylatorów lotniczych

Wentylatory lotnicze wraz z okablowaniem, falownikami oraz pozostałymi elementami infrastruktury towarzyszącej stanowią zakres postępowania 3.

2. Sterowanie temperaturą tunelu TA.2

System do zmiany temperatury wewnętrznej w tunelu TA.2, stanowi zakres zadania 1. W ramach tego systemu wykorzystywane będą agregaty chłodnicze zamiast klimakonwektorów oraz wody lodowej, założonych pierwotnie w projekcie budowlanym. System ten wykorzystuje wymiennik ciepła wraz z instalacją w ramach której nośnikiem jest glikol/freon. Elementy instalacji zaznaczono na rysunkach poniżej. W ramach opracowania należy przewidzieć sposób odprowadzenia skroplin ze ścian i elementów infrastruktury zamontowanej na stałe wewnątrz przestrzeni roboczej.

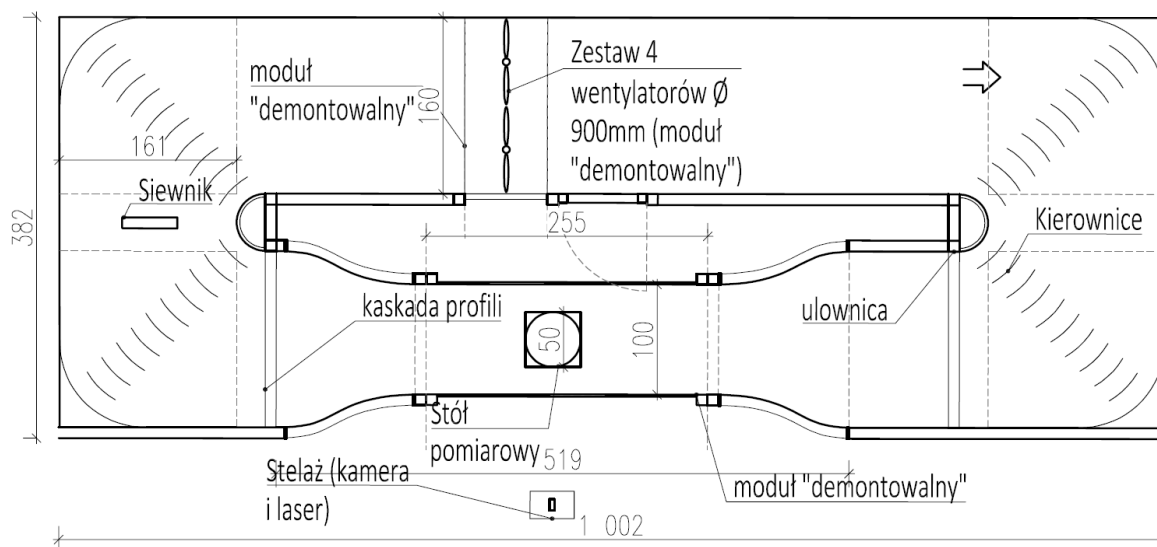
- Zakres temperatur w TA.2 od -10°C do $+25^{\circ}\text{C}$;
- Czynnik odpowiedzialny za wymianę ciepła (glikol/freon/ CO_2);
- Dostęp do instalacji (okablowanie, system rur skraplaczy, butle/zbiorniki z czynnikiem chłodzącym, silnik, instalacja elektryczna etc.) z pomostu technicznego na dachu.
- Obliczenia bilansu cieplnego (generacja ciepła, opcjonalnie zysk/strata ciepła z produktów ubocznych (pary lotne, wilgoć, skropliny, etc.)



Przekrój z zaznaczeniem wymiennika ciepła oraz lokalizacji elementów instalacji systemu zmiany temperatury w TA.2D

3. System PIV

System do wizualizacji pola przepływu wykorzystujący technologię Particle Image Velocimetry. W ramach systemu zaprojektowano adaptację posiadanej aparatury, jej rozbudowę i doposażenie systemu o dodatkowe podzespoły, w tym w szczególności o zamknięty tunel umożliwiający automatyzację procesu badawczego.



Projekt koncepcyjny elementów systemu PIV

Opracowali:

Prof. dr hab. inż. Andrzej Flaga

KIEROWNIK PROJEKTU
Budowa Laboratorium
Aerodynamiki Środowiskowej

.....
prof. dr hab. inż. Andrzej Flaga

Dr inż. arch. Łukasz Flaga

.....
Flaga Łukasz