



# OPINIA TECHNICZNA

do umowy nr KPRM-I.042.17.9.1.2019

## **ZLECENIODAWCA:**

Miasto Poznań  
plac Kolegiacki 17, 61-841 Poznań  
NIP: 209-000-14-40

## **WYKONAWCA:**

Open Concept Radosław Frankowski  
ul. Polanka 18b/3, 61-131 Poznań  
NIP: 597-129-83-87

## **AUTOR OPRACOWANIA:**

mgr inż. Radosław Frankowski  
św. kw. D1/712/14836/23, E1/712/14835/23



## SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Podstawa opracowania.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Przedmiot i zakres opracowania.....</b>	<b>4</b>
<b>2. METODYKA WYKONANIA OPINII TECHNICZNEJ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. WYKAZ STWIERDZONYCH USTEREK I WAD .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Wady stwierdzone dla wszystkich zestawów .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Zestaw nr 1 – Kościół .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. Zestaw nr 2 – Rezerwat .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4. Zestaw nr 3 – Brama.....</b>	<b>28</b>
<b>4. OBJĘCIE GWARANCJĄ PRZEZ WYKONAWCĘ WAD W URZĄDZENIACH .....</b>	<b>29</b>
<b>5. ZGODNOŚCI DOKUMENTACJI POWYKONAWCZEJ ZE STANEM FAKTYCZNYM.....</b>	<b>30</b>
<b>6. MOŻLIWOŚCI NAPRAWY URZĄDZEŃ .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1. Etap I - naprawa mechaniczna .....</b>	<b>33</b>
<b>6.2. Etap II - zabezpieczenie przed warunkami atmosferycznymi .....</b>	<b>34</b>
<b>6.3. Etap III - naprawa części elektrycznej i sygnałowej.....</b>	<b>34</b>
<b>6.4. Etap IV - naprawa części logicznej.....</b>	<b>34</b>

# 1. WSTĘP

## 1.1. Podstawa opracowania

Podstawa opracowania dokumentu:

- zlecenie – umowa nr KPRM-I.042.17.9.1.2019 zawartej w dniu 28.02.2023;
- wytyczne i materiały przekazane przez Inwestora;
- ustalenia podczas spotkań roboczych;
- umowa wraz z załącznikami zawarta z firmą AVLPRO Sp. z o.o. o nr KPRM-I.042.17.7.1.2019 z dnia 25.10.2019 r. na wykonanie urządzeń multimedialnych - lornet tzw. „oka czasu”;
- protokół odbioru urządzeń multimedialnych z dnia 07.08.2020 r. (dot. umowy nr KPRM-I.042.17.7.1.2019 z dnia 25.10.2019 r.);
- dokumentacja powykonawcza do umowy nr KPRM-I.042.17.7.1.2019;
- umowa nr Dyr.0615-134/21 zawarta pomiędzy Muzeum Archeologicznym w Poznaniu a firmą AVLPRO Sp. z o.o. w dniu 10.11.2021 r. na naprawę trzech lornet tzw. „oka czasu”;
- protokół odbioru wykonanej naprawy z dnia 14.04.2022 r. (dot. umowy nr Dyr.0615-134/21 z dnia 10.11.2021 r.);
- dokumentacja techniczna lornet tzw. „oka czasu” do umowy nr Dyr.0615-134/21 z dnia 10.11.2021 r.;
- korespondencja Muzeum Archeologicznym w Poznaniu z AVLPO Sp. z o.o. związana ze zgłoszeniem usterek i wad urządzeń multimedialnych;
- protokół z demontażu i przekazania urządzeń multimedialnych do naprawy firmie AVLPO Sp. z o.o. z dnia 08.07.2022 r.;
- korespondencja Zamawiającego z firmą AVLPRO Sp. z o.o. dot. naprawy urządzeń multimedialnych;
- protokół odbioru urządzeń multimedialnych z siedziby AVLPO Sp. z o.o.;
- fotografie lornet przedstawiają ogólny stan urządzeń multimedialnych w dniu odbioru urządzeń multimedialnych z siedziby AVLPO Sp. z o.o.

## 1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest sporządzenie opinii technicznej w zakresie możliwości naprawy 3 urządzeń multimedialnych tzw. lornety „oka czasu”, które zostały zakupione w ramach projektu pn. „„Tu się wszystko zaczęło” - ekspozycja świadectw początków państwowości polskiej na Ostrowie Tumskim w Poznaniu”.

W zakres niniejszej dokumentacji wchodzi:

- wykaz usterek i wad wraz ze wskazaniem przyczyny niesprawności urządzeń dla każdej lornety osobno,
- opinia w zakresie objęcia gwarancją przez pierwotnego Wykonawcę wad w urządzeniach wykazanych w ekspertyzie,
- opinia w zakresie zgodności informacji zawartych w posiadanej dokumentacji powykonawczej ze stanem faktycznym urządzeń,
- opinia w zakresie możliwości naprawy lornet,
- oszacowanie kosztów obejmujących naprawy urządzeń.

## 2. METODYKA WYKONANIA OPINII TECHNICZNEJ

Niniejsza opinia techniczna urządzeń jest oceną ich stanu technicznego, funkcjonalności, niezawodności i przydatności do określonego celu. Poniżej przedstawiam kroki, jakie zostały wykonane, aby sporządzić niniejszą opinię techniczną:

1. Analiza dokumentacji technicznej: przeanalizowanie dokumentacji technicznej, która obejmuje instrukcję obsługi, schematy elektryczne, rysunki, specyfikacje itp. Dokumentacja powinna pozwolić na zrozumienie zasad działania urządzenia i wyznaczyć zakres testów.
2. Wizualna ocena: w tym celu sprawdza się, czy nie ma uszkodzeń mechanicznych, wad wykończenia, braków elementów, czy wszystkie elementy są dobrze zamocowane itp.
3. Testowanie funkcjonalności: po dokonaniu wizualnej oceny urządzenia, przystępuje się do testowania jego funkcjonalności. Na tym etapie wykonywane są testy, które pozwalają sprawdzić, czy urządzenie działa poprawnie i czy spełnia wszystkie wymagania. W tym wypadku testy obejmują np. sprawdzenie parametrów elektrycznych, testy wydajności, testy obciążeniowe, testy odporności na warunki atmosferyczne itp.
4. Analiza wyników testów: po wykonaniu testów, analizuje się wyniki, aby określić, czy urządzenie spełnia wymagania techniczne. W przypadku wystąpienia problemów lub nieprawidłowości, dokonuje się analizy przyczyn i poszukuje się rozwiązań.
5. Sporządzenie raportu: ostatnim etapem jest sporządzenie zaleceń w formie raportu, które zawierają podsumowanie analizy dokumentacji technicznej, wizualnej oceny, wyników testów oraz wniosków i rekomendacji.

Wszystkie powyższe kroki pozwoliły na uzyskanie kompleksowej opinii technicznej badanych urządzeń.

### 3. WYKAZ STWIERDZONYCH USTEREK I WAD

Wiele stwierdzonych usterek i wad jest wspólna dla wszystkich 3 zestawów, dlatego zostały ujęte w jednym podpunkcie. Jeśli w urządzeniu zostały stwierdzone dodatkowe wady bądź usterki to zostały opisane dla indywidualnego urządzenia.

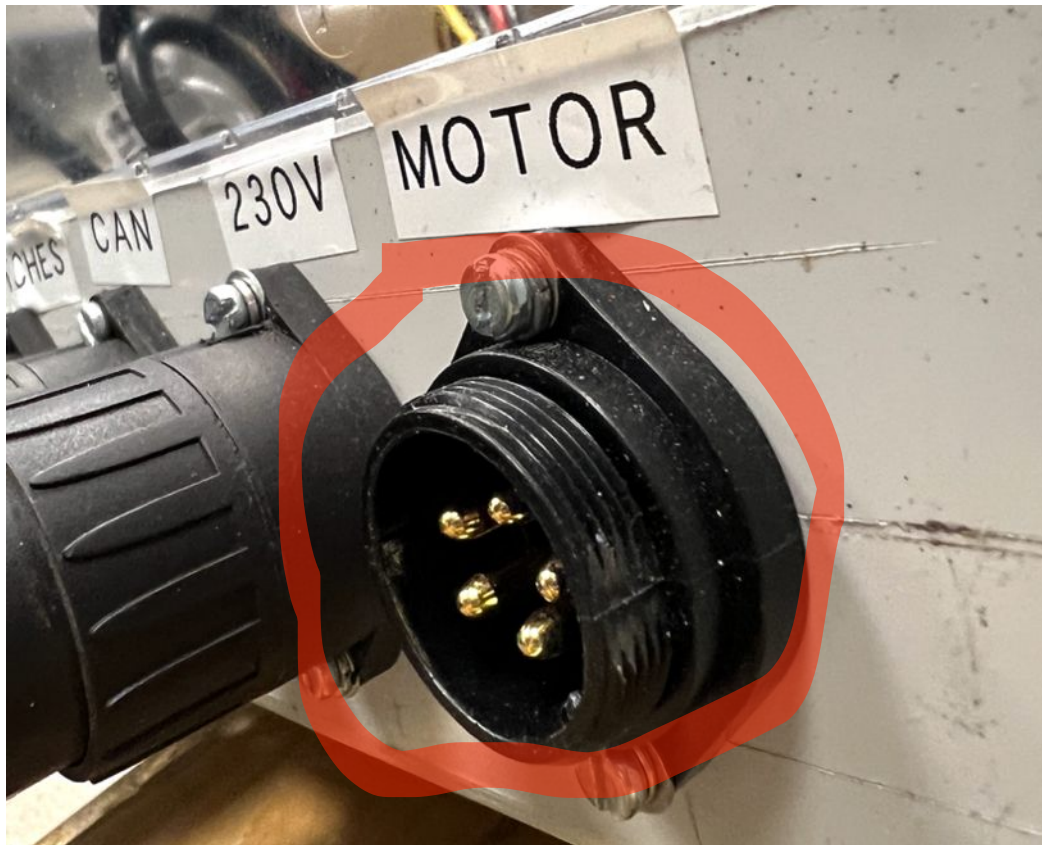
Wszystkie wady i usterki wykazane w niniejszym dokumencie wynikają z winy wykonawcy i powinny być przez niego usunięte.

#### 3.1. Wady stwierdzone dla wszystkich zestawów

Wykryte podczas oględzin błędy techniczne i konstrukcyjne sugerują, że osoby biorące udział w pracach przy tworzeniu urządzeń nie posiadały dostatecznej wiedzy i kwalifikacji, aby wykonywać takie prace. Świadczy o tym m.in. nie profesjonalny sposób wykonania urządzeń, niewłaściwe dobranie elementów oraz ślady po wielokrotnych „przeróbkach”. Urządzenia stwarzały realne zagrożenie dla zdrowia i życia, w szczególności osób je serwisujących. Po dokonaniu demontażu urządzeń i poddaniu ich analizie należy stwierdzić, że – ich wykonanie jest niechlujne oraz ich dalsza eksploatacja jest niebezpieczna dla użytkownika..

Zestawienie najistotniejszych wad i usterek, które odnoszą się do wszystkich trzech lornet.

1. Niebezpieczny dla zdrowia i życia sposób montażu łączników wtykowych które znajdują się w obwodzie zasilającym silniki elektryczne odpowiedzialne za podnoszenie lornet. Ewidentny błąd w postaci wyprowadzenie napięcia zmiennego 230V na nieosłonięte piny w gnieździe męskim. Nieprawidłowy sposób montażu gniazda z niezabezpieczonymi wyprowadzeniami pod napięciem może spowodować przypadkowe porażenie prądem elektrycznym użytkownika urządzenia.



*Rysunek 1 Wyprowadzenie napięcia AC 230V na nieostłonięte piny*

2. Dławnice kablowe są niewłaściwie dobrane do przekroju kabli. Na rysunku nr 2 widać, że dławnica jest nieprawidłowo dobrana, zbyt duży otwór przejściowy do zastosowanego kabla. Powoduje to, że uszczelnianie przejścia przewodu przez obudowę urządzenia elektrycznego nie jest zachowane i nie zapewniona jest ochrona przed warunkami atmosferycznymi. Dlatego mimo zastosowania obudów chroniących urządzenia pod napięciem elektrycznym, o stopniu ochrony IP65, niepoprawna instalacja dławnic powoduje, że woda może dostać się do obudowy i uszkodzić elementy elektroniki znajdujące się pod napięciem. Należy podkreślić, że opisywany element instalacji znajduje się pod płytą stalową, która nie zapewnia szczelności, a na której stoi użytkownik lornet.



*Rysunek 2 Dławnice kablowe są niewłaściwie dobrane do przekroju kabli*

3. Prowadzenie i układanie przewodów elektrycznych jest istotne dla bezpieczeństwa, funkcjonalności i trwałości instalacji. Zgodnie ze sztuką nie można mieszać i stosować jednakowych gniazd dla instalacji prądowej (pod napięciem niebezpiecznym dla użytkownika) i sygnałowej. Takie przyłącza należy wykonać w sposób uniemożliwiający pomyłkę podczas podłączania urządzenia. Aby uniknąć pomyłki gniazda powinny być dostosowane do rodzaju transmisji / zasilania w taki sposób, aby wyeliminować niewłaściwe połączenie kabli. Obecnie pomyłka przy podłączaniu jest możliwa, ponieważ większość gniazd wejścia/wyjścia, w tym zasilające i sterownicze, są tego samego typu. Oznacza to że może dojść do porażenia prądem użytkownika lunety ponieważ nie ma żadnego zabezpieczenia przed nieprawidłowym podłączeniem okablowania. Przykładowo na rysunku nr 3 widać gniazdo oznaczone jako zasilające „230V” i „SWITCHES” (podłączenie pod przyciski obsługiwane dla użytkownika).





Rysunek 3 Gniazda połączeniowe

4. Wadliwie wykonane okablowanie - uszkodzona izolacja i powłoka zewnętrzna okablowania. Przewody pod niebezpiecznym dla człowieka napięciem 230V nie są prawidłowo izolowane i mogą doprowadzić do porażenia prądem Taka instalacja nie powinna zostać dopuszczona do użytkowania i pracy pod napięciem. Poniżej znajdują się rysunki wskazujące jednoznacznie na brak zachowania staranności przy budowie instalacji z napięciem 230V, które wpływa w istotny sposób na bezpieczeństwo, funkcjonalność i trwałość instalacji.



Rysunek 4 Uszkodzona izolacja i powłoka zewnętrzna okablowania zasilającego



Rysunek 5 Niewłaściwe wykonanie izolacji połączeń



Rysunek 6 Uszkodzona izolacja i powłoka zewnętrzna okablowania zasilającego



Rysunek 7 Uszkodzona okablowanie sterujące

5. Zastosowane rozwiązania mające ochronić elektronikę przed wpływem zewnętrznych warunków środowiskowych są niedostateczne i nie spełniają swojej funkcji.

- a. Higroskopijne torebki absorpcyjne z wkładem na bazie żelu krzemionkowego, są standardowo stosowane między innymi przy magazynowaniu albo wysyłaniu elektroniki, elementów konstrukcyjnych i towarów oraz do ochrony tymczasowej komponentów przed wysoką wilgotnością otoczenia. Zastosowanie ich w głowicach lornet nie zabezpiecza urządzeń elektronicznych przed wilgocią ze względu na fakt, że ich zdolność wchłaniania wilgotności wynosi ok. 40% wagi własnej. Torebki należałoby wymieniać co kilka tygodni, ponieważ obudowa nie jest szczelna i wilgoć bez problemu dostaje się do wnętrza. **Jest to rozwiązanie do stosowania tymczasowego, a nie stałego.** Biorąc pod uwagę, że pokrywa została zarówno przykręcona jak i przyklejona (prawdopodobnie silikonem – patrz rysunek nr 9) do głowicy, to wymiana torebek absorpcyjnych wiązałaby się również z wykonaniem nowego uszczelnienia. Na tym przykładzie można zauważyć, że projekt głowicy był wielokrotnie przebudowywany i wykonawca nie potrafił wyeliminować wilgoci, która uszkadzała elektronikę. Próbując usunąć wilgoć, za pomocą torebek absorpcyjnych, spowodował, że wzrosła znacznie temperatura wewnątrz głowicy w okresie letnim. Dodatkowo upchnięcie torebek wewnątrz głowicy blokuje przestrzeń w środku i powoduje uszkodzenie kabli.

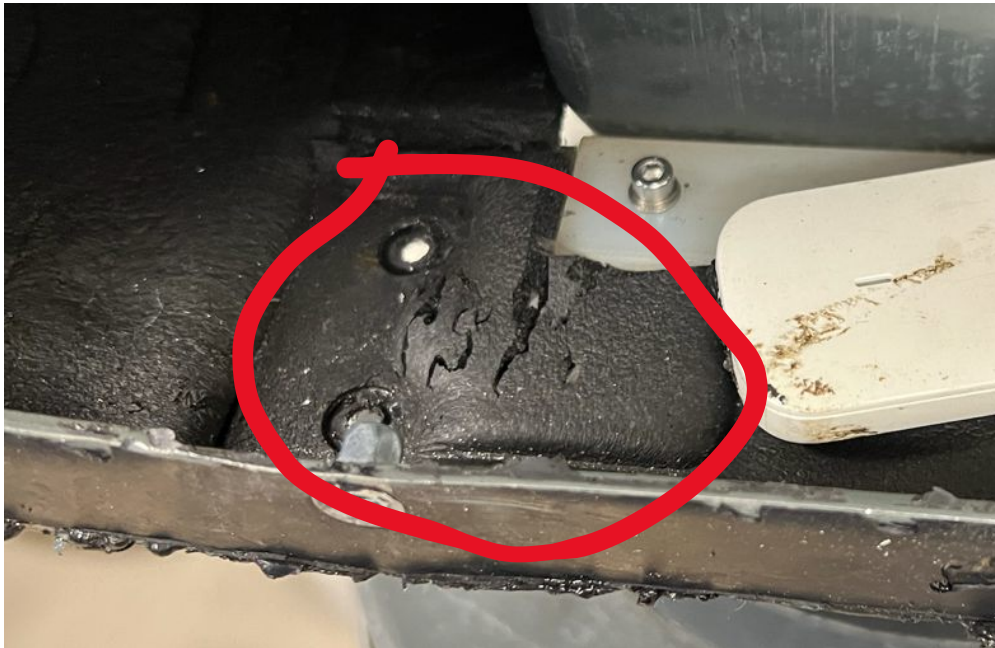


Rysunek 8 Higroskopijne torbki absorpcyjne w głowicy lodówki



Rysunek 9 Płaszczyna głowicy do której mocowana jest pokrywa

- b. Tzw. „mechanizm grzania i chłodzenia” jest nieprawidłowo wykonany i nie spełnia swojej funkcji. Modernizacja głowicy poprzez wyklejenie wnętrza matą izolacyjną spowodowało zablokowanie otworów wentylacyjnych (patrz rysunek nr 10 i 11). Następstwem nieprawidłowej przeróbki głowicy jest zaburzenie funkcji wentylatora, który ma chłodzić wnętrze głowicy i po przeróbce nie spełnia swojego zadania.



Rysunek 10 Miejsce zaklejenia otworów wentylacyjnych głowicy – widok od środka



Rysunek 11 Zaklejone otwory wentylacyjne głowicy – widok z zewnątrz

- c. Komputery nie są właściwie zabezpieczone przed wilgocią i dostawaniem się do obiektów (brud, owady) mogących uszkodzić komputer. Na rysunku nr 12 widać, że elementy komputera nie są w

żaden sposób osłonięte i są narażone na czynnik zewnętrzne. Należy podkreślić, że komputer znajduje się poniżej poziomu terenu i nie jest właściwie zabezpieczony przed warunkami atmosferycznymi np. deszczem.



*Rysunek 12 Komputer sterujący – brak pokryw obudowy*

Na poniższych rysunkach nr 13, 14 i 15 widać na komponentach osady wapienne pozostałe po stojącej wodzie. Ilość owadów, brudu mogącego spowodować zwarcie i uszkodzenie komputerów wskazują na źle dobrane zabezpieczenia. Obecna obudowa komputerów nie posiada żadnego stopnia ochrony IP. Należy zastosować obudowę ochroną na komputer o stopniu ochrony min. IP 42 czyli ochrona przed obiektami o średnicy większej niż 1 mm i ochrona przed cieczami „kapaniem wody przez 10 minut (w tempie 3-5 mm<sup>3</sup> na minutę). Cztery

próby, jedna na każde 15° obrotu w pionie i w poziomie, za każdym razem rozpoczynając od normalnej pozycji roboczej”.



*Rysunek 13 Ślady wody na elementach komputera – chłodnica*



*Rysunek 14 Ślady wody na elementach komputera*



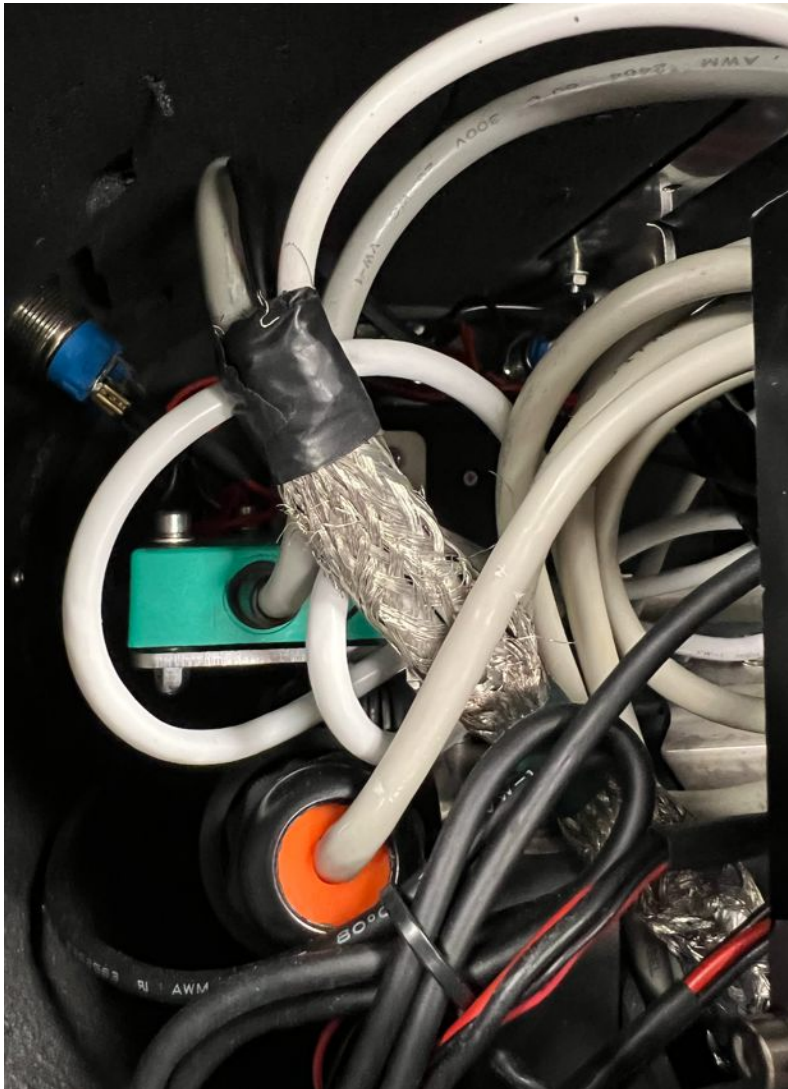


*Rysunek 15 Brud na płycie głównej komputera*

6. Upchnięte i splątane okablowanie zasilające z okablowaniem sygnalizacyjnym. Taki niechlujny sposób montażu może być przyczyną zakłóceń w działaniu urządzeń. Kable są poprowadzone niezgodnie ze sztuką, a w szczególności z promieniem gięcia który powinien wynosić np. dla okablowania UTP 4x średnica kabla. Podczas obrotu głowicy okablowanie jest naciągane i załamywane co prowadzi do jego uszkodzenia. Powyższe opisuje wadę montażu urządzenia i wpływa na jego niestabilną pracę. Splątane, zgniecione i uszkodzone okablowanie jest jedną z przyczyn nieprawidłowej pracy lornet.



*Rysunek 16 Upchnięte i splątane kable w głowicy lunety 1*



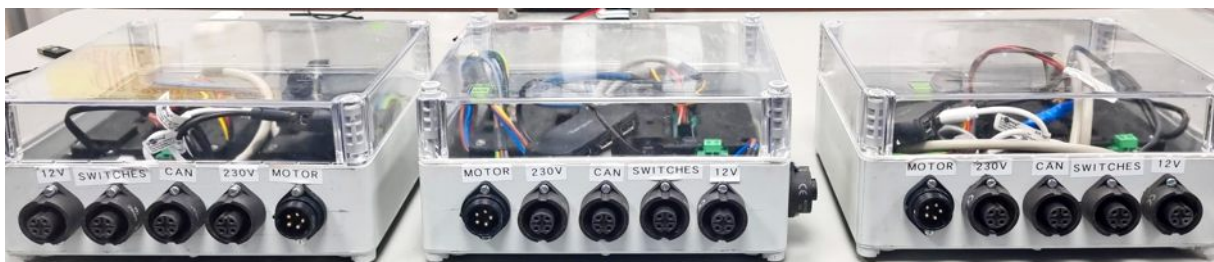
Rysunek 17 Upchnięte i splątane kable w głowicy lunety 2

Poniżej rysunek pokazujący w jaki sposób są upchnięte kable i urządzenia w skrzynce dolnej z kontrolerem. Listwy zaciskowe sterujące silnikiem były poluzowane i podczas pracy silnika złącza iskrzyły co mogło to doprowadzić do pożaru i znacznych strat materialnych.

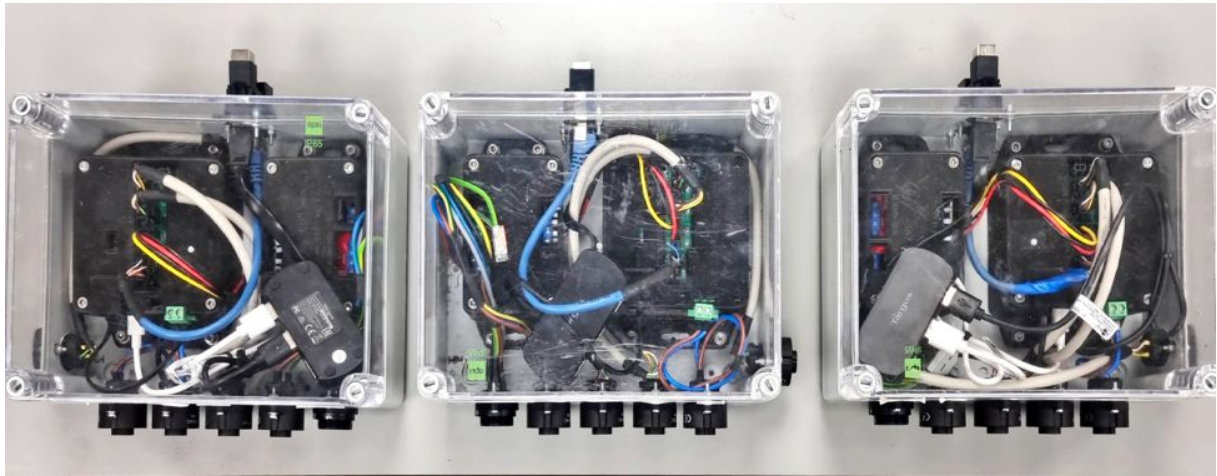


Rysunek 18 Upchnięte i splecione kable w skrzynce dolnej

7. Brak ujednoczenia / ustandaryzowania zestawów. Mimo że zestawy wykonują te same zadania, to każdy jest inaczej wykonany np. inna kolejność gniazd wejściowych/wyjściowych, różne rodzaje okablowania, różny rodzaj śrub i mocowań itp. Taki sposób wykonania urządzenia stwarza problemy w serwisowaniu. W przyszłości będzie to bardziej widoczne, ponieważ oznakowanie nie jest trwałe (etykiety odklejają się). Brak ujednoczenia i wymieszanie gniazd zasilających z sygnałowi może prowadzić do pomyłki przy podłączaniu i niebezpieczeństwa porażenia prądem.



Rysunek 19 Różnice w skrzynkach dolnych - przód



Rysunek 20 Różnice w skrzynkach dolnych - góra



Rysunek 21 Różnice w skrzynkach dolnych - tył

8. Źle dobrany komponent tzw. „mechanizm łagodnego opuszczania ruchu głowicy” czyli sprężyna gazowa nie działa prawidłowo w żadnym urządzeniu. Ich uszkodzenie jest oczywiste i wynika z faktu, że urządzenie zostało źle dobrane do funkcji jaką ma pełnić, czyli zapobiegać gwałtownym ruchom głowicy w pionie. Dalsze użytkowanie lornety może spowodować uszczerbek na zdrowiu użytkownika poprzez uderzenie przy niekontrolowanym ruchu pionowym w dół głowicy. Należy zastosować inny rodzaj urządzenia zapobiegającego gwałtownemu opuszczeniu głowicy np. przez

zastosowanie przeciwwagi czy dobraniu prawidłowych parametrów sprężyny gazowej



Rysunek 22 Sprężyna gazowa 1



Rysunek 23 Sprężyna gazowa 2

9. Źle wykonany mechanizm obrotowy głowicy. Wszystkie lornety mają uszkodzony mechanizm obrotowy głowicy. Spowodowane to jest zbyt delikatną konstrukcją samego mechanizmu oraz nieodpowiednim zastosowaniem łożysk kulkowych, które w tym przypadku nie spełnią swojej funkcji. Część konstrukcji wykonana jest ze stopu aluminium i nie spełnia swojej roli jako usztywnienie łożysk. Z powodu złej konstrukcji wsporczej zastosowane łożyska pracują w niewłaściwych płaszczyznach przez co są narażone na siły, które powodują ich uszkodzenia co zostało wskazane na rysunku nr 25 gdzie widoczne są kulki toczne poza bieżnią łożyska. Zastosowane w tym wypadku jednorzędowe łożysko kulkowe nie zapewnia wystarczającej nośności osiowej w kierunku działania siły, a co za tym idzie nie ma możliwość przenoszenia tak dużych obciążeń promieniowych jakie działają przy obsłudze lornety przez użytkownika.

Źle zaprojektowana i wykonana konstrukcja obrotowa nie jest w stanie zapewnić bezawaryjnej pracy.



*Rysunek 24 Uszkodzona mechanizm obrotowy*



Rysunek 25 Uszkodzone łożysko w mechanizmie obrotowym



Rysunek 26 Mechanizm obrotowy - uszkodzenia



Pozostałości rdzy i uszkodzeń na miękkim aluminium wskazują na niewłaściwe zabezpieczenie przed warunkami atmosferycznymi oraz złym doбором materiałów konstrukcyjnych.



*Rysunek 27 Element osłony będący jednocześnie częścią wsporcą*

4.10. Wada w postaci niechlujnie wykonanych wycięć (patrz rysunek nr 28) w elementach stalowych które posiadają nieobrobione krawędzie powodujące uszkodzenia kabli. Wykonawca zamiast zgratować krawędzie, wielokrotnie oklejał uszkodzone kable taśmą izolacyjną jak widać na rysunku nr 29.



Rysunek 28 Rdza, źle zgratowane przepusty kablowe

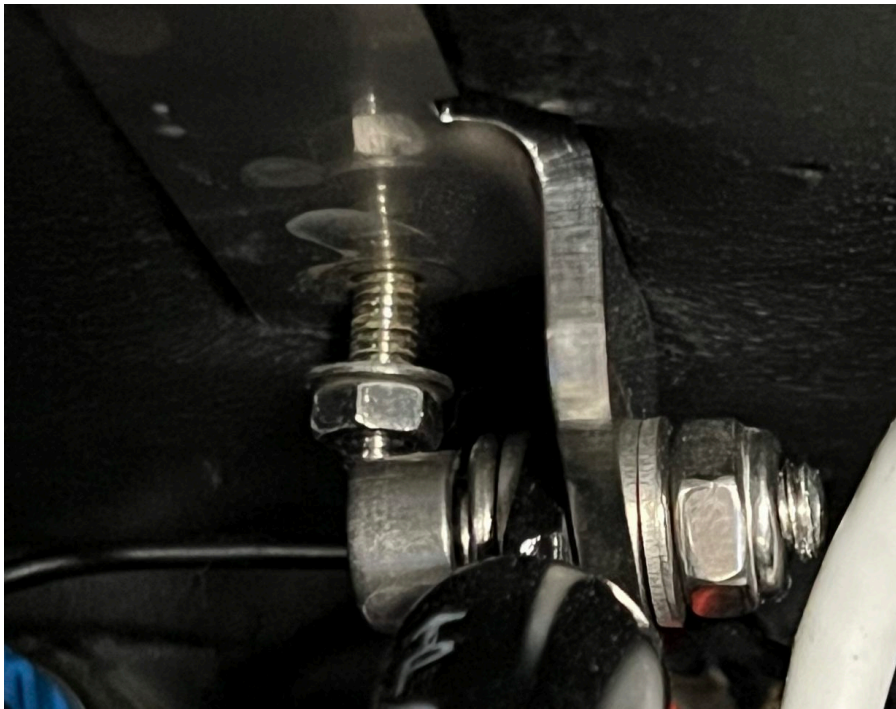


Rysunek 29 Ostre krawędzie

### 3.2. Zestaw nr 1 – Kościół

Dodatkowe uszkodzenia i wady stwierdzone poza wskazanymi w części wspólnej:

1. wizualizacja – brak wersji letniej, nie przełączają się wersje czasowe, sterownik w głowicy losowo zrywa odbiór obrazu i konieczny jest jego restart,
2. luźne śruby i nakrętki mocujące elementy wewnątrz głowicy (brak nakrętek samohamownych i podkładek sprężynowych),



*Rysunek 30 Przykład poluzowanej nakrętki*

3. osady po wodzie/wilgoci wewnątrz głowicy,
  1. uszkodzone przewody. Charakter uszkodzeń wskazuje na ich zły dobór do funkcji jaką miały spełniać.

### **3.3. Zestaw nr 2 – Rezerwat**

Dodatkowe uszkodzenia i wady stwierdzone poza wskazanymi w części wspólnej:

2. uszkodzony enkoder obrotowy,
3. wizualizacja – nie można zweryfikować ze względu na uszkodzony enkoder i uszkodzone okablowanie,
4. luźne śruby i nakrętki mocujące elementy wewnątrz głowicy (brak nakrętek samohamownych i podkładek sprężynowych)
5. uszkodzone przewody. Charakter uszkodzeń wskazuje na ich zły dobór do funkcji jaką miały spełniać.

### **3.4. Zestaw nr 3 – Brama**

Dodatkowe uszkodzenia i wady stwierdzone poza wskazanymi w części wspólnej:

1. luźne śruby i nakrętki mocujące elementy wewnątrz głowicy (brak nakrętek samohamownych i podkładek sprężynowych)
6. uszkodzone przewody. Charakter uszkodzeń wskazuje na ich zły dobór do funkcji jaką miały spełniać.

## **4. OBJĘCIE GWARANCJĄ PRZEZ WYKONAWCĘ WAD W URZĄDZENIACH**

Wskazane w punkcie 3 wady i uszkodzenia wynikają z błędów projektowych / konstrukcyjnych oraz złego doboru komponentów oraz niewłaściwego i niechlujnego wykonania. Wszystkie wady i usterki wynikają z winy wykonawcy i powinny być przez niego usunięte. W większości sytuacji wymagane jest przeprojektowanie oraz przebudowa obecnych rozwiązań, które są niewłaściwe i nie spełniają swojej roli.

Urządzenia ze względu na wskazane wady nie powinny być dopuszczone do użytkowania w takim stanie, ponieważ stanowią zagrożenie dla użytkowników.

## 5. ZGODNOŚCI DOKUMENTACJI POWYKONAWCZEJ ZE STANEM FAKTYCZNYM

Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać wszystkie niezbędne dokumenty dotyczące dostarczonych urządzeń w tym: schematy techniczne, projekty, montażu, eksploatacji i konserwacji urządzenia i instalacji. W zależności od rodzaju urządzenia lub instalacji, dokumentacja techniczna może mieć nieco inny zakres, ale w ogólności powinna zawierać następujące elementy:

1. Schematy techniczne: rysunki, które przedstawiają układ elektryczny i mechaniczny urządzenia lub instalacji. Są one niezbędne do eksploatacji i konserwacji urządzenia i instalacji.
2. Specyfikacje techniczne: szczegółowe opisy parametrów i wymagań dotyczących urządzenia oraz instalacji. W specyfikacjach technicznych określone powinny być np. parametry elektryczne, wymiary, materiały, tolerancje, normy i standardy, którym musi odpowiadać urządzenie lub instalacja.
3. Instrukcje obsługi i montażu: opisy procedur, które trzeba przeprowadzić, aby poprawnie zamontować lub uruchomić urządzenie lub instalację. Instrukcje powinny być napisane w jasny i czytelny sposób oraz zawierać schematy, rysunki i zdjęcia, które ułatwiają zrozumienie procedur.
4. Protokoły badań i testów: dokumenty, które zawierają wyniki badań i testów, przeprowadzonych na urządzeniu oraz instalacji. Protokoły badań i testów są niezbędne, aby potwierdzić, że urządzenie oraz instalacja odpowiada wymaganiom i spełnia swoją funkcję.

Wszystkie powyższe elementy dokumentacji technicznej są ważne i niezbędne, aby zapewnić bezpieczne i skuteczne działanie urządzenia oraz instalacji.

Wykonawca nie skorzystał z gotowych rozwiązań dostępnych na rynku. Zaprojektował i wykonał indywidualne urządzenia, które tworzą zamknięte rozwiązanie. Takie podejście wymaga, aby Wykonawca, tym bardziej, dostarczył

wyczerpującą dokumentację techniczną zawierającą pełny opis zastosowanych rozwiązań.

W otrzymanej dokumentacji brak jest podstawowych danych np.

- protokołów komunikacyjnych (komunikacja między sterownikami a komputerem),
- brak jest instrukcji montażu,
- haseł do sterowników,
- opisu działania usługi zdalnego informowania z wykorzystaniem modemów GSM,
- schematów elementów wykonanych „na zamówienie” np. tzw. shieldy,
- opisu systemu operacyjnego i jego konfiguracji na sterownikach oraz zainstalowanych usług/programów.

Wyszczególnione informacje są wymagane i niezbędne, ponieważ bez nich Zamawiający jest ograniczony do korzystania wyłącznie z usług dostawcy rozwiązania.

W dokumentacji nie ma informacji na temat instalacji elektrycznej (rozdzielnia, okablowanie) oraz osób, które ją wykonywały. Zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami powinny zostać wykonane badania bezpieczeństwa instalacji elektrycznej potwierdzone następującymi pomiarami:

- rezystancji izolacji,
- ciągłości przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych,
- wyłączników różnicowoprądowych,
- impedancji pętli zwarcia i linii.

Do wykonywania powyższych pomiarów elektrycznych uprawnieni są elektrycy, posiadający odpowiednie świadectwa kwalifikacyjne. W dokumentacji powykonawczej brak informacji na temat powyższych pomiarów.

W dokumentacji brakuje również protokołów z badań i testów które stanowią jedne z najważniejszych dokumentów w dokumentacji technicznej, ponieważ potwierdzają jakość i bezpieczeństwo urządzenia oraz instalacji, a także pomagają w identyfikacji i rozwiązywaniu problemów związanych z ich działaniem.

Na potrzeby niniejszej opinii technicznej wykonana została tzw. inżynieria wsteczna (ang. reverse engineering) w niezbędnym dla opracowania opinii zakresie. Proces inżynierii wstecznej dla urządzenia polegał na analizie i dekonstrukcji istniejącego produktu w celu zrozumienia jego działania, budowy i specyfikacji. Było to wymagane ze względu na braki w dokumentacji technicznej. Proces ten ma na celu odtworzenie modelu lub projektu urządzenia na podstawie jego istniejącej postaci.



## 6. MOŻLIWOŚCI NAPRAWY URZĄDZEŃ

Ze względu na braki w dokumentacji oraz zastosowanie indywidualnych rozwiązań naprawa będzie wymagała przeprowadzenia szczegółowej inżynierii wstecznej. Wymagana będzie pełna analiza i dekonstrukcja istniejącego produktu w celu zrozumienia jego działania, budowy i specyfikacji.

W wielu przypadkach naprawa jest nie wskazana ze względu na źle dobrane rozwiązanie i usunięcie usterki będzie polegało na wymianie komponentów lub zmianie źle dobranego rozwiązania. Jest to zalecane ze względu na koszty i późniejszą eksploatację.

Naprawę urządzeń, ze względu na wady i usterki, można podzielić na etapy, których wykonanie jest niezależne. Wykonanie etapów od I do III pozwoli

### 6.1.       Etap I - naprawa mechaniczna

Naprawa urządzenia pod względem mechanicznym powinna objąć:

1. przebudowę konstrukcji obrotowej urządzenia przez wzmocnienie konstrukcji oraz opracowanie nowego mechanizmu obrotowego,
2. wymiana elementów mocujących i uszczelniających w szczególności: śrub, nakrętek samohamownych, podkładek sprężynowych, uszczelek itp.
3. naprawa tzw. „mechanizmu łagodnego opuszczania ruchu głowicy”, wymiana sprężyn gazowych, wykonanie przeciwwagi, dodanie bufora amortyzującego oraz dobranie sprężyny o odpowiedniej sile rozciągania,
4. gratowanie ostrych krawędzi uszkodzających okablowanie.

**Szacowany koszt naprawy kompletu: 45.000 zł netto.**

## 6.2. Etap II - zabezpieczenie przed warunkami atmosferycznymi

Należy zaprojektować i wykonać prawidłowe zabezpieczenie urządzenia przed warunkami atmosferycznymi. Zabezpieczenie musi obejmować zarówno część dolną w której znajduje się zasilacz UPS, komputer, rozdzielnia elektryczna, sterownik oraz część górną, czyli lornetę ze szczególnym uwzględnieniem głowicy.

**Szacowany koszt naprawy kompletu: 27.000 zł netto.**

## 6.3. Etap III - naprawa części elektrycznej i sygnałowej

Należy usunąć wszystkie wskazane nieprawidłowości w zakresie instalacji elektrycznej i sygnałowej. Dobrać odpowiednie komponenty, a w szczególności:

- wymienić dławnice, gniazda,
- dobrać prawidłowe zabezpieczenia elektryczne,
- wymienić okablowanie sygnałowe i elektryczne,
- zabezpieczyć połączenia elektryczne,
- wymienić uszkodzone elementy np. enkodery,
- wymienić obudowy dolnych sterowników.

**Szacowany koszt naprawy kompletu: 30.000 zł netto.**

## 6.4. Etap IV - naprawa części logicznej

Etap zawiera prace, które mają na celu uproszczenie urządzeń i wykorzystanie rozwiązań ogólnie dostępnych na rynku. Należy przenieść urządzenia sterujące z głowicy do części dolnej. W głowicy pozostawić tylko niezbędne elementy np. wyświetlacz. Wymagane będzie przeprowadzenie analizy sygnałów sterujących, zmiana w oprogramowaniu sterowników i komputera.

**Szacowany koszt naprawy kompletu: 120.000 zł netto.**

## SPIS ILUSTRACJI

Rysunek 1 Wyprowadzenie napięcia AC 230V na nieostłonięte piny .....	7
Rysunek 2 Dławnice kablowe są niewłaściwie dobrane do przekroju kabli .....	8
Rysunek 3 Gniazda połączeniowe.....	9
Rysunek 4 Uszkodzona izolacja i powłoka zewnętrzna okablowania zasilającego.....	10
Rysunek 5 Niewłaściwe wykonanie izolacji połączeń .....	10
Rysunek 6 Uszkodzona izolacja i powłoka zewnętrzna okablowania zasilającego.....	11
Rysunek 7 Uszkodzone okablowanie sterujące .....	11
Rysunek 8 Higroskopijne torebki absorpcyjne w głowicy lornety .....	13
Rysunek 9 Płaszczyzna głowicy do której mocowana jest pokrywa .....	13
Rysunek 10 Miejsce zaklejenia otworów wentylacyjnych głowicy – widok od środka	14
Rysunek 11 Zaklejone otwory wentylacyjne głowicy – widok z zewnątrz.....	14
Rysunek 12 Komputer sterujący – brak pokryw obudowy.....	15
Rysunek 13 Ślady wody na elementach komputera – chłodnica .....	16
Rysunek 14 Ślady wody na elementach komputera .....	16
Rysunek 15 Brud na płycie głównej komputera.....	17
Rysunek 16 Upchnięte i splątane kable w głowicy lunety 1 .....	18
Rysunek 17 Upchnięte i splątane kable w głowicy lunety 2 .....	19
Rysunek 18 Upchnięte i splątane kable w skrzynce dolnej .....	20
Rysunek 19 Różnice w skrzynkach dolnych - przód.....	20
Rysunek 20 Różnice w skrzynkach dolnych - góra .....	21
Rysunek 21 Różnice w skrzynkach dolnych - tył.....	21
Rysunek 22 Sprężyna gazowa 1 .....	22
Rysunek 23 Sprężyna gazowa 2.....	22
Rysunek 24 Uszkodzony mechanizm obrotowy.....	23
Rysunek 25 Uszkodzone łożysko w mechanizmie obrotowym .....	24
Rysunek 26 Mechanizm obrotowy - uszkodzenia .....	24
Rysunek 27 Element osłony będący jednocześnie częścią wsporczą .....	25
Rysunek 28 Rdza, źle zgratowane przepusty kablowe.....	26
Rysunek 29 Ostre krawędzie .....	26
Rysunek 30 Przykład poluzowanej nakrętki .....	27

