

RAPORT Z REALIZACJI ZADAŃ/ETAPÓW

NR RAPORTU:01/2021

W RAMACH PROGRAMU OPERACYJNEGO INTELIGENTNY
ROZWÓJ

A. DANE PROJEKTU				
Numer umowy	POIR.01.01.01-00-1726/20-00			
Tytuł projektu	Opracowanie dźwignicowych inteligentnych wciągarek linowych kompaktowych z wielozwojnym układem prowadzenia liny			
Akronim projektu				
Okres sprawozdawczy	od	2021-01-01	do	2021-12-31
Okres realizacji projektu: (zgodnie z bieżącymi zapisami Umowy):	od	2021-01-01	do	2023-08-31

B. INFORMACJE O WYKONAWCY			
Status w projekcie	Nazwa podmiotu	Nazwa skrócona (zgodna z umową)	Rodzaj podmiotu ¹
Wykonawca / Lider konsorcjum	Przedsiębiorstwo „HAK” Sp. z o.o.		PŚ
Podwykonawcy od początku realizacji projektu.			

¹ należy wybrać: JN, PM- , PŚ, PD

C1. INFORMACJE O POSTĘPIE W REALIZACJI PROJEKTU W OKRESIE SPRAWOZDAWCZYM				
Nr i tytuł zadania/etapu ²	Etap:1/Zadanie:1 Opracowanie założeń modeli typoszeregu wciągarek wyposażonych w wielozwojny układ prowadzenia liny, dostosowanie prędkości podnoszenia i prędkości jazdy do wielkości podnoszonego ciężaru, układ zwrotu energii do sieci zasilającej, wózek wykonany z pominięciem technologii spawania			
Data rozpoczęcia zadania/etapu	planowana	2021-01-01	rzeczywista	2021-01-01
Data zakończenia zadania/etapu	planowana	2021-06-30	rzeczywista	2021-06-30
Podmioty realizujące (wykonawcy)	Przedsiębiorstwo „HAK” z o.o.			

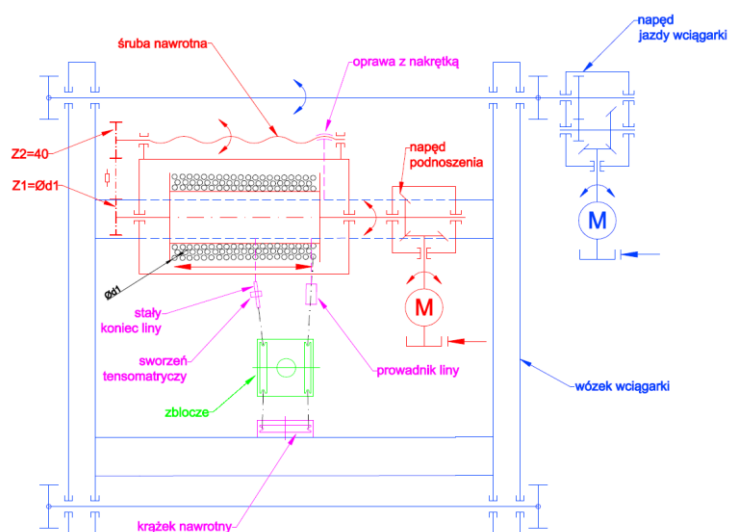
zadania/etapu, w tym podwykonawcy)⁴

1.1.1. Opracowanie wstępnych założeń konstrukcyjnych dla projektowanego typoszeregu wciągarek linowych:

W ramach zadania opracowano założenia konstrukcyjno-eksploatacyjne projektowanego typoszeregu wciągarek linowych uwzględniających wstępne założenia, określone na etapie składania wniosku o dofinansowanie:

- ruchomy obrotowy bęben linowy, ze stałym nieprzemieszczającym się układaczem liny, wraz z elementami zakupowymi oraz częściami znormalizowanymi,

W ramach założeń konstrukcyjno-eksploatacyjnych projektowanego typoszeregu wciągarek stworzono schemat kinematyczny wciągarki (rys. 1), którego celem jest przedstawienie wzajemnych relacji par kinematycznych w łańcuchu kinematycznym.



Rys. 1. Przykładowy schemat kinematyczny wciągarki – (fragment dokumentacji wewnętrznej HAK),

Na podstawie analizy założeń konstrukcyjno-eksploatacyjnych projektowanego typoszeregu wciągarek określono podstawowe parametry dla każdej z wciągarek z typoszeregu. Zestawienie parametrów wciągarek zawarto w tab. 1. Parametry wciągarek dobrano dla grupy natężenia pracy M5, przy założeniu wysokości podnoszenia $H_p = 25$ [m] oraz 3 warstw liny na bębnie.

Tab.1. Parametry typoszeregu wciągarek HAK

Typ/ parametr	Udźwig [t]	Zlinowanie	Średnica liny [mm]	Średnica bębna linowego [mm]	Czynna dł. bębna linowego [mm]	Śr. prędkość podnoszenia [m/min]	Moc napędu podnoszenia [kW]
01/02/01.0	1,0	2/1	8	160	250	8,0	2,2
01/02/01.6	1,6	2/1	8	160	250	8,0	3,0
01/04/02.0	2,0	4/1	8	160	500	8,0	3,0
01/04/02.5	2,5	4/1	8	160	500	8,0	4,0
02/02/03.2	3,2	2/1	10	200	250	8,0	5,5
02/04/04.0	4,0	4/1	10	200	500	8,0	7,5
02/04/05.0	5,0	4/1	10	200	500	8,0	7,5
02/04/06.3	6,3	4/1	10	200	500	8,0	9,2
03/04/08.0	8,0	4/1	13	260	500	8,0	15,0
03/04/10.0	10,0	4/1	13	260	500	8,0	18,5
03/04/12.5	12,5	4/1	13	260	500	8,0	22,0
04/04/16.0	16,0	4/1	14	260	560	5,0	15,0
04/04/20.0	20,0	4/1	19	390	500	5,0	37,0
04/04/25.0	25,0	4/1	19	390	500	4,0	45,0

1.1.2. Ocena zgodności zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych dla projektowanego typoszeregu wciągarek

Każda z typoszeregu wciągarek nr projektu 1366/CBR/21/... została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami poniższych dyrektyw oraz normy zharmonizowanej:

Dyrektywy:

2006/42/WE - Dyrektywa dotycząca maszyn,

2014/30/WE - Dyrektywa dotycząca tolerancji elektromagnetycznej,

2014/35/WE - Dyrektywa dotycząca niskiego napięcia,

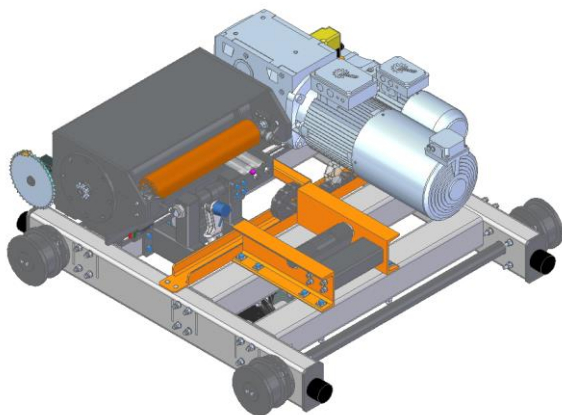
Normy zharmonizowane:

PN-EN ISO 12100:2012 - Bezpieczeństwo maszyn -- Ogólne zasady projektowania -- Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka,

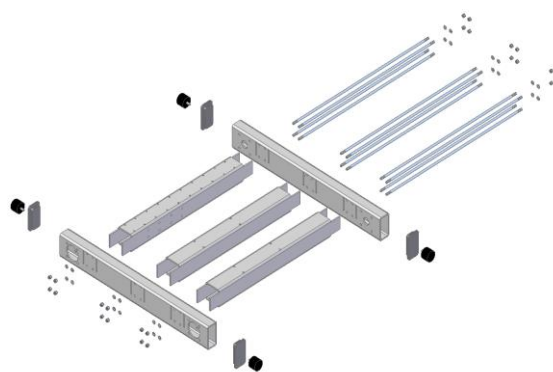
Dla typoszeru wciągarek sporządzono analizę ryzyka, która została wykonana zgodnie z zaleceniami i układem normy PN-EN ISO 12100:2011 – Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka oraz przygotowano wzór deklaracji zgodności.

1.1.3. Opracowanie wirtualnych modeli geometrycznych 3D wciągarek

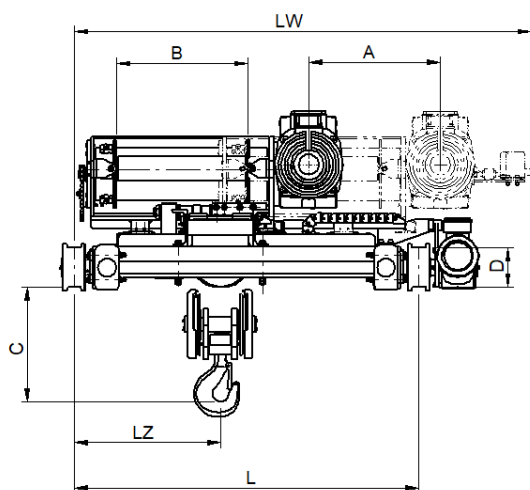
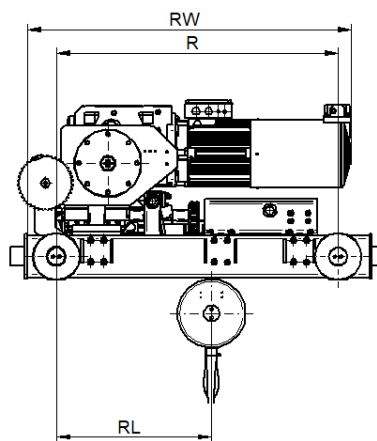
W ramach zadania opracowano modele geometryczne wciągarek (rys.2), uwzględniające założenia konstrukcyjno-eksploatacyjne wraz z uwzględnieniem wymagań, co do pominięcia technologii spawania, w wytworzeniu konstrukcji nośnej wózków wciągarek (rys.3), widok przykładowego modelu 3D. Wymiary geometryczne wciągarki wraz z wózkiem znajdują się na rys. 4 oraz tabeli nr 2.



Rys.2. Widok wciągarki (fragment dokumentacji HAK)



Rys.3. Widok ramy wózka wciągarki zaprojektowanej z pominięciem technologii spawania (fragment dokumentacji HAK)



Rys.4. Podstawowe wymiary geometryczne typoszeru wciągarek (fragment dokumentacji HAK)

Tab.2. Podstawowe wymiary geometryczne typoszeru wciągarek HAK

Typ/ parametr	Wymiary gabarytowe wciągarki LW x RW [mm]	Zakres przesuwu bębna A [mm]	Rozstaw kół wózka wciągarki L [mm]	Rozpiętość wózka wciągarki R [mm]	Czynna dł. bębna linowego B [mm]	Położenie zblocza C x LZ x RL [mm]	Średnica bieżni koła wózka wciągarki D [mm]
01/02/01.0	~ 1400 x 1050	250	~ 820	~1200	250	~430x320x520	150

01/02/01.6	~ 1400 x 1150	250	~ 820	~1200	250	~430x320x520	150
01/04/02.0	~ 1590 x 1190	500	~ 1070	~1200	500	~430x560x520	150
01/04/02.5	~1630 x 1240	500	~ 1070	~1200	500	~430x560x520	150
02/02/03.2	~1450 x1240	250	~ 820	~1200	250	~430x320x520	150
02/04/04.0	~1780 x 1230	500	~ 1070	~1310	500	~440x560x520	150
02/04/05.0	~1780 x 1230	500	~ 1070	~1310	500	~440x560x590	150
02/04/06.3	~1830 x 1390	500	~ 1070	~1310	500	~440x560x590	150
03/04/08.0	~1830 x 1560	500	~ 1070	~1310	500	~650x510x590	150
03/04/10.0	~1890 x 1470	500	~ 1070	~1310	500	~650x510x590	150
03/04/12.5	~1950 x 1350	500	~ 1070	~1310	500	~650x510x590	150
04/04/16.0	~1890 x 1560	560	~ 1070	~1310	560	~800x460x600	150
04/04/20.0	~2150 x 1990	500	~ 1070	~1420	500	~800x460x650	200
04/04/25.0	~ 2150 x 1990	500	~ 1070	~1420	500	~800x460x650	200

1.1.4. Przeprowadzenie analizy techniczno-ekonomicznej oszczędności czasu pracy oraz zużycia energii elektrycznej.

Na podstawie przeprowadzonej analizy techniczno-ekonomicznej można stwierdzić, że zastosowanie proponowanych rozwiązań, to jest, wciągarek wyposażonych w przemienniki częstotliwości (dla mechanizmu podnoszenia oraz jazdy) wraz z systemem pomiaru obciążenia opartym na rozwiązaniu z zastosowaniem ogranicznika udźwigu, posiadającym funkcję monitorowania masy przenoszonych ładunków, pozwala na maksymalizację prędkości podnoszenia oraz jazdy wciągarki w zależności od przenoszonego obciążenia.

Szacuje się, że dzięki zastosowaniu, takiego rozwiązania możliwe jest skrócenie czasu cyklu o ok 16 %. Natomiast dzięki zastosowaniu przemiennika częstotliwości wyposażonego w układ zwrotu energii do sieci zasilającej możliwe jest odzyskanie do ok 10% energii elektrycznej z samego mechanizmu podnoszenia wciągarki. Zatem jest to rozwiązanie gwarantujące energooszczędność eksploatacyjną. Jego produkcja jest uzasadniona pod względem nie tylko ekonomicznym lecz również ekologicznym z uwagi na konieczność redukcji poboru energii elektrycznej. Inwestorzy poszukują rozwiązań technicznych umożliwiających uzyskanie oszczędności w tym zakresie.

1.1.5. Ustalenie stanu obciążenia w wybranych punktach ustrojów nośnych i układów ciągowych dla projektowanego typoszeregu wciągarek, w oparciu o normowe warunki obciążeń dynamicznych wg PN-EN 13001.

Dla typoszeregu projektowanych wciągarek w oparciu normy PN-EN- 13001-2 - „Crane safety – General design – Part 2: Load effects” przeprowadzono analizę oraz wyznaczono obciążenia:

- Główne,
- Dodatkowe,
- Wyjątkowe,

Określono również kombinacje obciążeń działających na konstrukcję wciągarek.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdza się, że konstrukcje nośne wciągarek będą zaprojektowane przy uwzględnieniu współczynnika bezpieczeństwa 1,5 x udźwig nominalny.

1.1.6. Analiza wytrzymałościowa MES elementów wciągarek należących do projektowanego typoszeregu

W ramach realizowanego zadania przeprowadzono analizy MES elementów wciągarki w najbardziej wyťažonych węzłach. Dla wciągarki o udźwigu 5,0 t przeprowadzono szczegółowe analizy MES jej elementów, między innymi analizie statycznej poddano ramę wózka wciągarki. Podczas analizy zostały sprawdzone warunki wytrzymałości i stateczności (ogólnej i lokalnej) wg. norm europejskich PN-EN-13001 dla obciążenia pionowego ramy 1,5xQ (1,5x 5,0 t) dla następującego przypadku:

- podparcie na otworach przeznaczonych na oprawy łożyskowe,

Analizy obciążenia ramy wózka za pomocą metody elementów skończonych przeprowadzono dla następujących parametrów:

$$f_y = 355 \text{ [MPa]}, f_u = 460 \text{ [MPa]}, E = 210000 \text{ [MPa]}, \nu = 0,275, G_s = 86,2745 \text{ [GPa]},$$

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych obliczeń wytrzymałościowych uzyskano pełny obraz stanu naprężeń i odkształceń ustroju nośnego ramy wózka wciągarki Q 5,0 [t], z którego wynika, że spełnione zostało kryterium stanów granicznych nośności. Przeprowadzona analiza Metodą Elementów Skończonych osiągnęła 100% obciążenia. Wszystkie elementy wykazują małe formy przemieszczeń i skręceń. Maksymalne naprężenia nie przekroczyły granicy plastyczności dla stali S355JR. Na podstawie wykonanej analizy MES można stwierdzić, że dla zastosowanej stali S355JR konstrukcja ramy spełnia wymagania dla Stanu Granicznego Nośności. Maksymalne naprężenia w ramie wyniosły ~120 MPa w belce poprzecznej.

1.1.7. Analiza i ocena porównawcza teoretycznych modeli ustrojów nośnych i układów ciągowych pod kątem wyboru eksperymentalnych egzemplarzy modeli wciągarek (dwóch z typoszeregu).

Na podstawie przeprowadzonej analizy porównawczej teoretycznych modeli ustrojów nośnych i układów ciągowych typoszeregu

wciągarek, pod kątem wyboru eksperymentalnych egzemplarzy modeli wciągarek, można stwierdzić, że zakres modułowości i wymienności podzespołów jest duży. Pozwoli to na uzyskanie realnych oszczędności w czasie projektowania oraz produkcji wciągarek, co jednoznacznie redukuje koszt ich produkcji.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wytypowano eksperymentalne egzemplarze wciągarek o udźwigu:

- 5,0 [t],
- 16,0 [t].

1.1.8. Analiza techniczno-ekonomiczna zastosowania procesu wytwórczego wózka wciągarki z pominięciem spawania w technologii łączenia metali – aspekt minimalizacji kosztów wykonania.

Wózek innowacyjnej inteligentnej wciągarki kompaktowej z wielozwojnym układem prowadzenia liny zaprojektowano eliminując proces spawania poprzez zastosowanie; stali wysoko wytrzymałych, połączeń śrubowych i kołkowych jak również poprzez zaprojektowanie specjalnych wzajemnie się klinujących połączeń profili kształtowych. Dla zaprojektowanego nowego systemu połączeń dokonano obliczeń wytrzymałościowych, dobrano rodzaj oraz gatunek zastosowanych materiałów oraz opracowano model wózka. Poprawność wykonanych obliczeń została potwierdzona za pomocą przeprowadzonej analizy wytrzymałościowej metodą elementów skończonych MES. W rozwiązaniach przyjęto jako podstawę wykonania konstrukcji stalowej wózka wciągarki przyjęto ogólnie dostępną handlowo stal konstrukcyjną S355JR.

Eliminując technologię spawania w procesie łączenia elementów dla wózka wciągarki $Q=5,0t$ uzyskano oszczędność w kosztach robocizny na poziomie minimum 1100zł, natomiast dla wózka wciągarki $Q=16t$ uzyskano oszczędność na poziomie minimum 2000zł w stosunku do odpowiednich wózków wciągarek standardowych. Szacuje się, że wraz ze wzrostem wysokości podnoszenia oraz wzrostem udźwigu projektowanych wciągarek, zwiększa się ta różnica cenowa, czyniąc je atrakcyjnymi cenowo. Zaproponowane rozwiązanie eliminujące proces spawania w produkcji wózków wciągarek ma uzasadnienie ekonomiczne czyniąc wyrób bardziej atrakcyjny cenowo.

1.1.9. Przeprowadzenie wielokryterialnej analizy teoretycznej oraz zmęczeniowej własnej konstrukcji wciągarki (wraz z wózkiem jezdnym) pod obciążeniem nominalnym.

Dla typoszeregu projektowanych wciągarek w grupie natężenia pracy M5, określono klasę ich wykorzystania dla udźwigu nominalnego. Z przeprowadzonej analizy wynika, że maksymalna ilość cykli obciążeń dla wciągarek wynosi $1,25 \times 10^5$ dla pracy z udźwigiem nominalnym.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zmęczeniowej wciągarki $Q 5,0$ [t] oraz $Q 16$ [t] określono zakres zmian do wprowadzenia w konstrukcji typoszeregu wciągarek, które pozwolą na spełnienie warunków nośności ze względu na zmęczenie materiału.

Osiągnięte rezultaty zadania/etapu ⁵	Na podstawie zrealizowanych powyższych prac można stwierdzić że zakładane Kamienie Milowe dla Etapu I Zadanie 1 zostały osiągnięte.	
	1. Zatwierdzone modele 3D - Dla wciągarki o udźwigu $Q = 5,0$ [t] oraz wysokości podnoszenia 25[m],	
	Zakładane we wniosku parametry wciągarki	Uzyskane parametry wciągarki $Q = 5,0$ [t]
	<ul style="list-style-type: none"> - masa wciągarki: 750 [kg], - długość bębna: do 1000 [mm], - prędkość podnoszenia / opuszczania z obciążeniem nominalnym min. 8 [m/min]; bez obciążenia min. 12 [m/min], - prędkość jazdy z obciążeniem nominalnym min. 20 [m/min]; bez obciążenia min. 30 [m/min], - zapotrzebowanie na moc do 8 [kW], 	<ul style="list-style-type: none"> - masa wciągarki bez wózka ~431 [kg], (do masy wciągarki nie wlicza się wózka, liny, zblocza oraz szafy sterowniczej), - całkowita długość bębna 655 [mm], czynna długość bębna 500 [mm], - w celu uzyskania zadanej prędkości podnoszenia dobrano następujące elementy wciągarki: średnicę bębna, napęd podnoszenia (moc silnika, przełożenie reduktora), - w celu uzyskania zadanej prędkości jazdy dobrano następujące elementy wózka wciągarki: średnicę bieżni koła, napęd jazdy (moc silnika, przełożenie reduktora), - dla rozpatrywanej wciągarki średnie zapotrzebowanie na moc jest mniejsze niż 8 [kW], - ze względu na znormalizowane pod względem mocy, dostępne w handlu silniki elektryczne, dobrano do wciągarki napędy, których moc zainstalowana nieznacznie przekracza 8 [kW], natomiast szacuje się, że jednostkowe zapotrzebowanie na moc wynosi ok. 7,3 [kW], moc zainstalowana: a) silnik mechanizmu podnoszenia: 7,5 [kW],

	<p>b) silnik mechanizmu jazdy wózka wciągarki: 0,55 [kW],</p> <p>Uznaje się, że powyższy kamień milowy można uznać za osiągnięty ze względu na spełnienie wszystkich stawianych sobie wymagań. W ramach zadania opracowano model geometryczny wciągarki $Q = 5.0$ [t], uwzględniający założenia konstrukcyjno-eksploatacyjne wraz z uwzględnieniem wymagań co do pominięcia technologii spawania w wytworzeniu konstrukcji nośnej wózka wciągarki, widok modelu 3D rys.2</p> <p>Zoptymalizowany pobór mocy wciągarki.</p> <p>Za pomocą standardowej wciągarki Misia 525 przeprowadzono próby podnoszenia ładunku o masie ok. 5,0 [t] na wysokość 10 [m] z prędkością 8,0 [m/ min]. W trakcie tych prób przeprowadzono pomiary zużycia energii przez wciągarkę, które wykazały, że jej jednostkowe zużycie energii na jeden cykl pracy tj. podniesienie i opuszczenie ładunku, wynosi ok.0,1812 [kWh].</p> <p>Przeprowadzona analiza teoretyczna wykazała, że jednostkowe zużycie energii podczas podnoszenia / opuszczania, z uwzględnieniem zastosowania systemu zwrotu energii do sieci w przeliczeniu na jeden cykl pracy projektowanej wciągarki HAK, będzie wynosić ok. 0,1522 [kW]. Oznacza to, że projektowana wciągarka HAK będzie się charakteryzować mniejszym jednostkowym zużyciem energii (podczas podnoszenia / opuszczania) niż standardowa wciągarka o podobnych parametrach, takich jak udźwig oraz prędkość podnoszenia, o ok. 16 %. Pozwala to uznać, że powyższy kamień milowy został osiągnięty ze względu na spełnienie kryterium oceny, stawianego we wniosku tj. „uzyskanie przez wciągarkę HAK niższego o min. 10 % zużycia energii niż wciągarka standardowa (Misia) ”.</p> <p>„R” - 1366.CBR.21.2 - Dobór elementów wchodzących w skład układu ciągnowego mechanizmu podnoszenia, napędu podnoszenia oraz napędu jazdy wciągarki,</p> <p>„R” - Załącznik nr 1.1.4- Przeprowadzenie Analizy Techniczno-Ekonomicznej,</p> <p>„R” - Załącznik nr 1.1.8-Przeprowadzenie Analizy Techniczno-Ekonomicznej wykonania wózka wciągarki z pominięciem procesu spawania</p>
--	---

Nr i tytuł zadania/etapu²	Etap:1/Zadanie:2 Opracowanie wytycznych do budowy Prototypowni i stanowiska badawczego- pomiarowego i doświadczalno – pomiarowego inteligentnych wciągarek linowych o udźwigu do 25t wraz z wykonaniem projektu			
Data rozpoczęcia zadania/etapu	planowana	2021-01-01	rzeczywista	2021-01-01
Data zakończenia zadania/etapu	planowana	2021-06-30	rzeczywista	2021-06-30
Podmioty realizujące (wykonawcy zadania/etapu, w tym podwykonawcy)⁴	Przedsiębiorstwo „HAK” z o.o.			

1.2.1. Opracowanie założeń technicznych do budowy prototypowni i stanowiska badawczego wciągarek linowych.

W ramach zadania opracowano założenia konstrukcyjno-eksploatacyjne stanowiska badawczego wciągarek linowych uwzględniających wstępne założenia określone na etapie składania wniosku o dofinansowanie:

- obciążenie konstrukcji siłą max 50 [t],
- wyposażenie stanowiska w osprzęt kontrolno – pomiarowy, niezbędny do realizowania testów ruchowych,
- wyposażenie stanowiska w osprzęt kontrolno – pomiarowy, niezbędny do realizowania testów obciążeniowych,

Wyposażenie stanowiska badawczego:

- komputer stacjonarny,
- szafa sterownicza,
- dwukierunkowy licznik energii elektrycznej,
- przetwornik siły,
- zrywarka,
- motoreduktor 30kW wraz z osprzętem,

- kamera termowizyjna, - termowizje powszechnie stosuje się w diagnostyce podczas inspekcji urządzeń elektrycznych. Ze względu na innowacyjne rozwiązanie projektowanej wciągarki nieodzowne jest wykorzystanie kamery termowizyjnej na etapie badań prototypu w celu weryfikacji poprawności pracy złączy i zastosowanych komponentów elektrycznych. Zastosowanie kamery termowizyjnej pozwala na znalezienie oraz wyeliminowanie potencjalnych niewłaściwie zaprasowanych przewodów w zaciskach lub wadliwych połączeń zacisku z komponent,
- płyta pomiarowa ze stołem, służy jako płaszczyzna odniesienia w pomiarach kontrolnych elementów wciągarki, na etapie budowy prototypu oraz po testach w celu określenia potencjalnych wytarć czy odkształceń najbardziej obciążonych elementów wciągarki,
- wyważarka do bębnow - zadaniem statycznej wyważarki do bębnow jest zlokalizowanie miejsc powodujących bicie na obwodzie bębna, co pozwala na uzyskanie prawidłowego rozkładu masy w bębnie,
- miernik drgań, zadaniem miernika jest pomiar drgań generowanych przez wciągarkę w trakcie jej pracy w celu oceny stanu łożysk co ma bezpośrednie znaczenie dla wydajności pracy urządzenia.

Koncepcja budowy stanowiska badawczego zakłada, że wciągarka HAK będzie ustawiona w poziomie, jej zblocze oraz cały układ ciągnowy również będzie pracować w poziomie. Wciągarka HAK zamocowana będzie do ramy wykonanej z kształtowników stalowych zakotwionej do posadzki.

Testy ruchowe wciągarki:

Jako obciążenie wciągarki HAK zastosowana będzie odpowiednio to tego celu przystosowany motoreduktor o mocy 30 kW wraz z osprzętem. Wciągarka HAK będzie ustawiona w poziomie, jej zblocze oraz cały układ ciągnowy również będzie pracować w poziomie. Sama wciągarka HAK zamocowana będzie do ramy wykonanej z kształtowników stalowych zakotwionej do posadzki. Motoreduktor 30 kW zostanie specjalnie przerobiony w celu zasymulowania obciążenia przez łądunek. Wielkość obciążenia jakie będzie generował motoreduktor będzie realizowany poprzez utrzymywanie przez napęd stałego momentu.

Stanowisko pomiarowe do przeprowadzenia testów ruchowych:

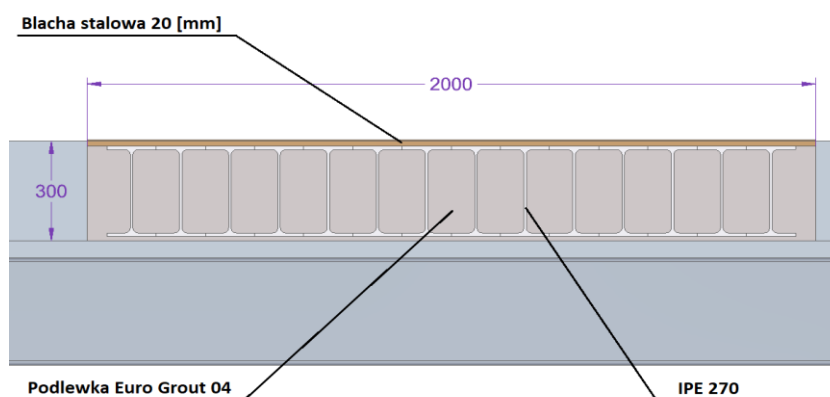
- testy ruchowe wciągarek dla wysokości podnoszenia ~ 20 m przy obciążeniu Q 2,5 t (rys. 3.),
- testy ruchowe wciągarek dla wysokości podnoszenia ~ 10 m przy obciążeniu Q 5 t,
- testy ruchowe wciągarek dla wysokości podnoszenia ~ 5 m przy obciążeniu Q 10 t,

Testy obciążeniowe wciągarek:

- jako obciążenie wciągarki HAK zastosowana będzie zrywarka do zawiesi o maksymalnej sile zrywania 500[kN].

Wciągarka HAK będzie ustawiona w poziomie, jej zblocze oraz cały układ ciągnowy również będzie pracować w poziomie. Sama wciągarka HAK zamocowana będzie do ramy wykonanej z kształtowników stalowych zakotwionej do posadzki. Wciągarka oraz zrywarka zostaną ustawione na specjalnie do tego celu zaprojektowanym fundamencie rys. 1366/CBR/21/1/50.00.00.

W miejscu przeznaczonym na ustawienie zrywarki do prób obciążeniowych zostanie skuta posadzka. W wybranym w posadzce miejscu zostanie wykonany fundament wg. projektu D - 1366.CBR/21/4/00.00.00. Fundament rys. 5, składa się z zespalanych ze sobą stalowych kształtowników IPE 270 oraz blachy stalowej o grubości 20 [mm], która będzie wystawać nad posadzkę ok. 4 mm. Konstrukcja stalowa dodatkowo zalana będzie zaprawą zalewową Euro Grout 04.



Rys.5. Widok fundamentu pod zrywarkę (fragment dokumentacji HAK)

Konstrukcje wsporcze wciągarki HAK oraz zrywarki dla bezpieczeństwa będą ze sobą połączone za pomocą kształtowników stalowych, co równocześnie zmniejszy naprężenia przenoszone na posadzkę hali.

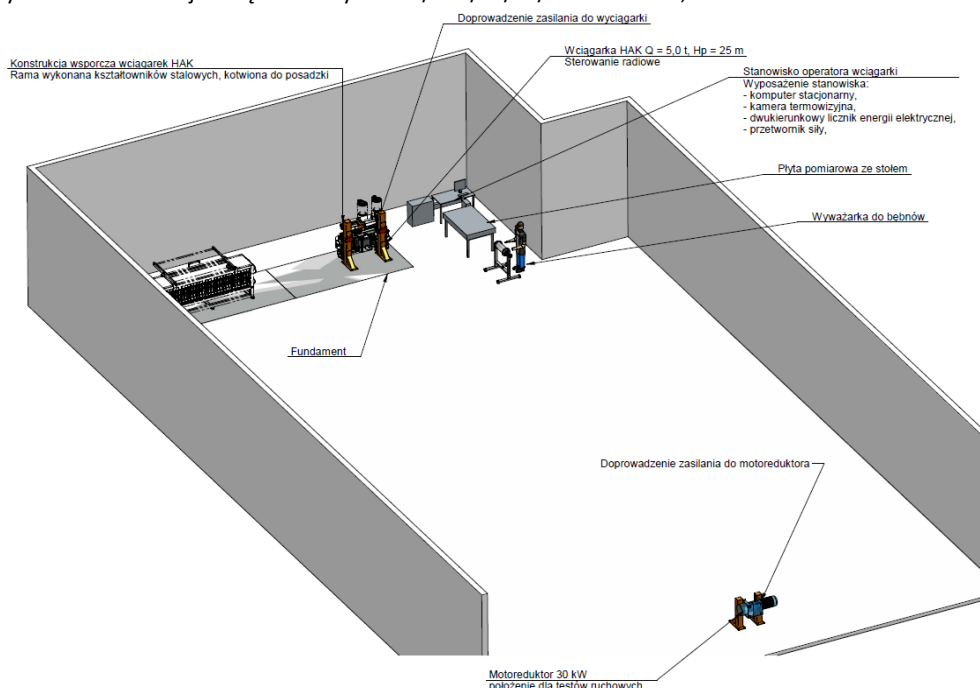
Dane techniczne zrywarki:

- maksymalna siła zrywania: 500 [kN],
- rodzaj napędu zrywaki: elektrohydrauliczny,
- napięcie zasilania: 400 [V],
- skok siłownika hydraulicznego: min. 300 [mm],
- rozstaw mocowań szaki na zrywarcie min. 2400 [mm]
- miejsce pracy: wewnątrz hali,
- temperatura pracy: od +5 [C] do + 40 [C],
- sterowanie: manualne, przez operatora,
- odczyt wartości zadanej siły zrywania: odczyt z przyrządu wpiętego w instalację hydrauliczną zrywarki, wartość odczytywana przez operatora w trakcie wykonywania pomiaru,
- siłownik wyposażony w mocowanie na szkie o dopuszczalnym obciążeniu roboczym równym 50 [t], wg. PN-EN 13889,

1.2.1. Zaprojektowanie stanowiska do prób i testów wciągarek: kryterium

Na podstawie sporządzonych wytycznych wykonano layout stanowiska rys. 6, oraz projekt stanowiska badawczego, który obejmował:

- layout stanowiska rys. 1366/CBR/21/4/99.00.00,
- projekt fundamentu pod zrywarkę oraz konstrukcję wsporczą badanych wciągarek – rys. 1366.CBR/21/4/00.00.00,
- projekt konstrukcji wsporczej wciągarek HAK oraz motoreduktora – rys. 1366/CBR/21/1/50.00.00,
- projekt wyważarki statecznej do bębnow – rys. 1366/CBR/21/05/1.01.00.00.00,



Rys.6. Widok stanowiska pomiarowego (fragment dokumentacji HAK)

1.2.3. Opracowanie dokumentacji technologicznej stanowiska doświadczalnego do prób i testów.

Na podstawie otrzymanego projektu technicznego stanowiska pomiarowego opracowana została dokumentacja technologiczna stanowiska badawczo pomiarowego uwzględniająca; posadowienie zrywarki Q=50t, wykonanie i posadowienie wyważarki bębnow, lokalizację i montaż stołu pomiarowego, wykonanie i montaż konstrukcji pomocniczej stanowiska prób, montaż motoreduktora 30kW wraz z osprzętem i szafą sterowniczą. Opracowano proces technologiczny uwzględniający konieczność wzmocnienia stropu w pomieszczeniu magazynowym pod lokalizację zrywarki (prace wzmocniające strop zlecono firmie zewnętrznej), jak również ograniczoną wielkość powierzchni przeznaczoną do zabudowy pozostałych urządzeń stanowiska badawczego. Opracowano karty technologiczne dla każdego wykonywanego przedmiotu,

zawierające szczegółowe informacje dotyczące wykonywanych operacji jak i ich czasów. Opracowana dokumentacja technologiczna wraz z projektem wykonawczym została przekazana do realizacji przez dział produkcyjny.

Osiągnięte rezultaty zadania/etapu⁵	<p>Na podstawie zrealizowanych powyższych prac można stwierdzić, że zakładane Kamienie Milowe dla Etapu I Zadanie 2 zostały osiągnięte.</p> <p>Kamień milowy – zwalidowane założenia techniczne stanowiska pomiarowego</p> <p>Opisana koncepcja budowy stanowiska badawczego pozwala zrealizowanie pełnego zakresu badań jakie były planowane na etapie składania wniosku o dofinansowanie, w związku z czym uznaje się, że kamień milowy dla tego zadania został osiągnięty.</p> <p>D - 1366/CBR/21/4/99.00.00 - layout stanowiska, D - 1366.CBR/21/4/00.00.00 - projekt fundamentu pod zrywkę oraz konstrukcję wsporczą badanych wciągarek, D - 1366/CBR/21/1/50.00.00 - projekt konstrukcji wsporczej wciągarek HAK oraz motoreduktora 30 kW, D – 1366/CBR/21/05/1.01.00.00.00 – projekt wyważarki statycznej do bębnow.</p>
---	---

C2. INFORMACJE O POSTĘPIE W REALIZACJI PROJEKTU W OKRESIE SPRAWOZDAWCZYM

Nr i tytuł zadania/etapu²	Etap:2/Zadanie:1 Wykonanie modeli dwóch reprezentatywnych wciągarek linowych dla projektowanego typoszeregu			
Data rozpoczęcia zadania/etapu	planowana	2021-07-01	rzeczywista	2021-07-01
Data zakończenia zadania/etapu	planowana	2022-02-28	rzeczywista ³	w realizacji
Podmioty realizujące (wykonawcy zadania/etapu, w tym podwykonawcy)⁴	Przedsiębiorstwo „HAK” z o.o.			

2.1.1. Budowa uproszczonych modeli ustrojów nośnych i układów ciągnowych dla dwóch wciągarek z typoszeregu:

Na podstawie prac przeprowadzonych w Etapie 1 oraz przeprowadzonej analizy porównawczej teoretycznych modeli ustrojów nośnych i układów ciągnowych typoszeregu wciągarek, pod kątem wyboru eksperymentalnych egzemplarzy modeli wciągarek, określono zakres modułowości i wymienności podzespołów dla wybranych z typoszeregu wciągarek. Pozwoliło to na wytypowanie przekrojów głównych elementów nośnych wózka oraz elementów układu ciągnowego oraz zbudowano uproszczone modele wciągarek o udźwigu:

- 5,0 [t],
- 16,0 [t].

2.1.2. Badania eksperymentalnych (rzeczywistych) modeli ustrojów nośnych i układów ciągnowych wciągarek metodami analizy modalnej i tensometrii oporowej:

Badania przeprowadzono łącznie z punktem 2.1.4 *Badania metodą tensometryczną wielkości i rozkładów naprężeń w wybranych miejscach doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układów ciągnowych wciągarek.*

2.1.3. Budowa doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układu ciągnowego wciągarki w skali naturalnej:

Na podstawie prac przeprowadzonych w Etapie 1 oraz przeprowadzonej analizy zbudowanych uproszczonych modeli ustrojów nośnych i układów ciągnowych dla dwóch wciągarek z typoszeregu, określono zakres zmian niezbędnych do uwzględnienia przy budowie doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układu ciągnowego wciągarki w skali naturalnej.

Pozwoliło to na wytypowanie przekrojów głównych elementów nośnych wózka oraz elementów układu ciągnowego, co pozwoliło na zbudowanie, doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układu ciągnowego wciągarki w skali naturalnej dla wciągarek z typoszeregu:

- 5,0 [t],
- 16,0 [t].

2.1.4. Badania metodą tensometryczną wielkości i rozkładów naprężeń w wybranych miejscach doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układów ciągnowych wciągarek:

Badania przeprowadzono w celu określenia poziomu wyężenia konstrukcji podczas maksymalnego udźwigu w celu skorelowania poziomu rzeczywistych naprężeń z naprężeniami uzyskanymi w wyniku obliczeń numerycznych. Pomiary tensometryczne wciągarek wykonano przy użyciu tensometrów elektrycznych (oporowych) które posłużyły do określenia rzeczywistego stopnia wyężenia konstrukcji nośnej wciągarek podczas próby obciążeniowej. Przeprowadzono tensometryczne pomiary odkształceń statycznych wciągarek $Q=5,0$ t i $Q=16,0$ t pod obciążeniem odpowiednio $Q=10$ t i $Q=32$ t w punktach newralgicznych. Do pomiaru odkształcenia wybrano technikę pomiaru tensometrycznego ze względu na pewność i dokładność otrzymywanych wyników pomiarów oraz nieinwazyjność w strukturę ustroju nośnego. Ponieważ w trakcie pomiarów rejestrowano odkształcenia które transformowano na wartości naprężeń głównych, zdecydowano się na potrójne rozety tensometryczne typu STACKED. Tego typu rozety posiadają tensometry ułożone na sobie warstwowo, co umożliwia rejestrację naprężeń i ich kierunków dokładnie w miejscu ich naklejenia na konstrukcję.

W celu określenia wartości i kierunków naprężeń głównych na podstawie pomiarów tensometrycznych skorzystano z zależności Mohra, przyjęte oznaczenia na rozetach odniesiono do kierunków głównych, zaś otrzymane wartości wskazań podstawiono do równań - w wyniku otrzymano naprężenia główne (przy wykorzystaniu prawa Hooke'a) które porównano z wartościami obliczeniowymi.

W wyniku przeprowadzonych badań tensometrycznych w żadnym z rozpatrywanych obszarów naprężenia nie przekraczają wartości dopuszczalnych. Wobec powyższego w obszarach tych warunki wytrzymałości są zachowane.

2.1.5. Badania dynamiczne doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układów ciągnowych z bębniem linowym dwóch wciągarek:

Badania dynamiczne doświadczalnych egzemplarzy ustrojów nośnych i układów ciągnowych przeprowadzono dla najbardziej niekorzystnych warunków pracy jakie mogą wystąpić podczas eksploatacji przedmiotowych wciągarek. Badania przeprowadzono dla środkowego i prawego położenia bębna wciągarki na jej wózku. Ze względu na warunki pracy: niewielki zakres zmian temperatury, znikomy wpływ działania wiatru - przypadki te pominięto.

Wobec powyższego zdefiniowano następujące przypadki obciążeń:

- hamowanie przy podnoszeniu z ładunkiem nominalnym przy pełnym rozwinięciu liny,
- hamowanie przy opuszczaniu z ładunkiem nominalnym przy pełnym rozwinięciu liny,
- hamowanie przy podnoszeniu z ładunkiem nominalnym w połowie długości liny,
- hamowanie przy opuszczaniu z ładunkiem nominalnym w połowie długości liny,

Podczas przeprowadzenia w/w badań poddano ocenie połączenia skręcane i klinowe w rejonie wózka wciągarek oraz połączenia spawane w pozostałym obszarze.

Ocenę przeprowadzono metodą wizualną zgodnie z normą PN-EN 13018:2016-04 " *Badania nieniszczące -- Badania wizualne -- Zasady ogólne*."

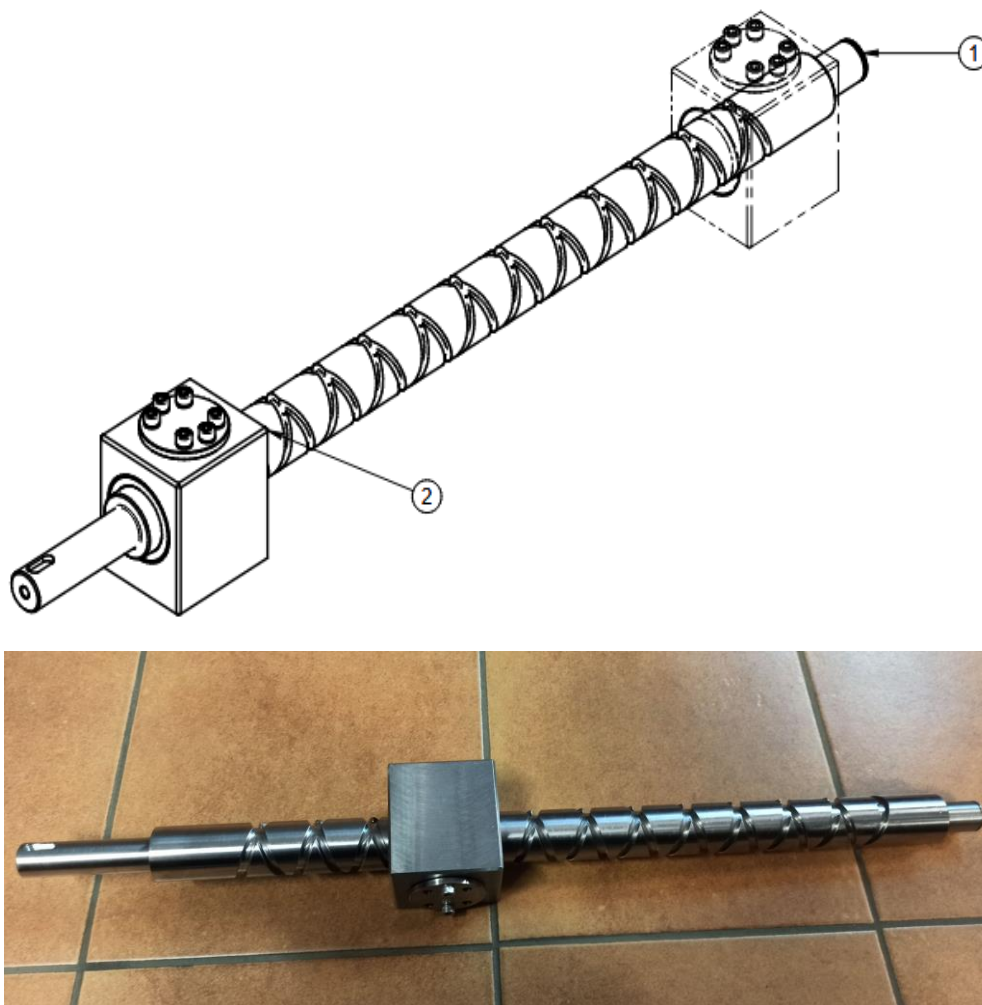
Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono pęknięć, odkształceń, przemieszczeń konstrukcji mających wpływ na bezpieczeństwo i własności użytkowe wyrobu.

Przeprowadzone badania potwierdziły zasadności przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych.

2.1.6. Analiza wyników przeprowadzonych badań eksperymentalnych (rzeczywistych) modeli i doświadczalnych (rzeczywistych) egzemplarzy ustrojów nośnych oraz układów ciągnowych wciągarek pod kątem słuszności założeń przyjętych przy budowie ich modeli wirtualnych.

Opracowano projekt prototypów projektowanych wciągarek innowacyjnych $Q=5$ t i $Q=16$ t uwzględniający wyniki przeprowadzonych badań wirtualnych oraz potwierdzonych w dalszej kolejności badaniami statycznymi i dynamicznymi. Szczególną uwagę skupiono w obrębie newralgicznych z punktu widzenia wyężenia węzłów konstrukcyjnych - mocowaniach głównych belek wózka z czołownicami oraz napędów jazdy i podnoszenia. Jednym z głównych problemów konstrukcyjnych było rozwiązanie wielozwojnego prowadzenia liny w układzie ruchomy obrotowy bęben - stały układacz liny.

Zaprojektowano indywidualne rozwiązanie w postaci śruby nawrotnej sprzęgniętej poprzez przekładnię łańcuchową z mechanizmem podnoszenia. Schemat rozwiązania wraz ze ilustracją wykonanej śruby wraz z nakrętką przedstawiono na rysunku nr 7. poniżej. Opracowane dokumentacje wciągarek prototypowych $Q=5,0$ t i $Q=16$ t przekazano wraz z dokumentacją technologiczną do produkcji.



Rys.7. Schemat rozwiązania wraz ze ilustracją wykonanej śruby nawrotnej (fragment dokumentacji HAK)

2.1.7. Weryfikacja modeli wirtualnych wciągarek należących do projektowanego typoszeregu i ich powtórna analiza wytrzymałościowa MES.

Na podstawie opracowanej dokumentacji projektowej, przeprowadzonych wstępnych obliczeń wirtualnych modeli wciągarek $Q=5,0t$ i $Q=16t$ oraz przeprowadzonych badań metodą tensometrii oporowej potwierdzono słuszność przyjętych założeń projektowych. Wykonane modele rzeczywiste wciągarek prototypowych z wynikiem pozytywnym przeszły badania obciążeniowe pod obciążeniem $2 \times DOR$. W żadnym z rozpatrywanych obszarów nie zaobserwowano przekroczenia wartości dopuszczalnych, wobec powyższego na podstawie dokonanych obliczeń materiały oraz zastosowany gatunek stal S355 o granicy plastyczności $Re\ 355\ MPa$ dobrane zostały prawidłowo i nie wymagają wprowadzania korekt i przeprowadzenia powtórnej analizy MES. Dla pozostałych wciągarek z projektowanego typoszeregu w których obserwowano dopuszczalne wartości graniczne dokonano powtórnej analizy wytrzymałościowej - tworząc model dyskretny poprzez nałożenie siatki elementów skończonych, dokonano korekty grubości ścianki przyjętego profilu na konstrukcji nośnej wózka.

2.1.8. Opracowanie wytycznych konstruowania i obliczania ustrojów nośnych i układów ciągnowych projektowanych typoszeregów wciągarek na podstawie otrzymanych wyników przeprowadzonych badań rzeczywistych.

Na podstawie zrealizowanych w Etapie 2 prac to jest badań modeli eksperymentalny (rzeczywistych), doświadczalnych (rzeczywistych) i wirtualnych oraz analiz technicznych opracowano wytyczne projektowe oraz wytyczne obliczeniowe dla ustrojów nośnych i układów ciągnowych dla projektowanego typoszeregu wciągarek. Jedną z głównych zmian którą należy wprowadzić w projektach konstrukcyjnych wciągarek dotyczą sposobu mocowania krążka nawrotnego w celu zmniejszenia naprężeń w ramie wózka wciągarek, oraz dodanie dodatkowego profilu który zwiększa sztywność ramy wózka wciągarki.

Nr i tytuł zadania/etapu²	Etap 2 /Zadanie 2: Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej mechanicznej, elektrycznej i technologicznej projektowanych prototypów wciągarek innowacyjnych			
Data rozpoczęcia zadania/etapu	planowana	2021-07-01	rzeczywista	2021-07-01
Data zakończenia zadania/etapu	planowana	2022-02-28	rzeczywista	w realizacji
Podmioty realizujące (wykonawcy zadania/etapu, w tym podwykonawcy)⁴	Przedsiębiorstwo „HAK” z o.o.			

W zadaniu tym skupiono się na opracowaniu dokumentacji technicznej oraz mechanicznej oraz elektrycznej projektowanych wciągarek o udźwigu 5,0 t oraz 16,0 t, jak również stworzeniem dokumentacji technologicznej.

W Zadaniu tym zgrupowano, opisane we wniosku poniższe punkty, w dwa opracowania dla każdej z wciągarek, to jest dokumentację techniczną mechaniczną i elektryczną.

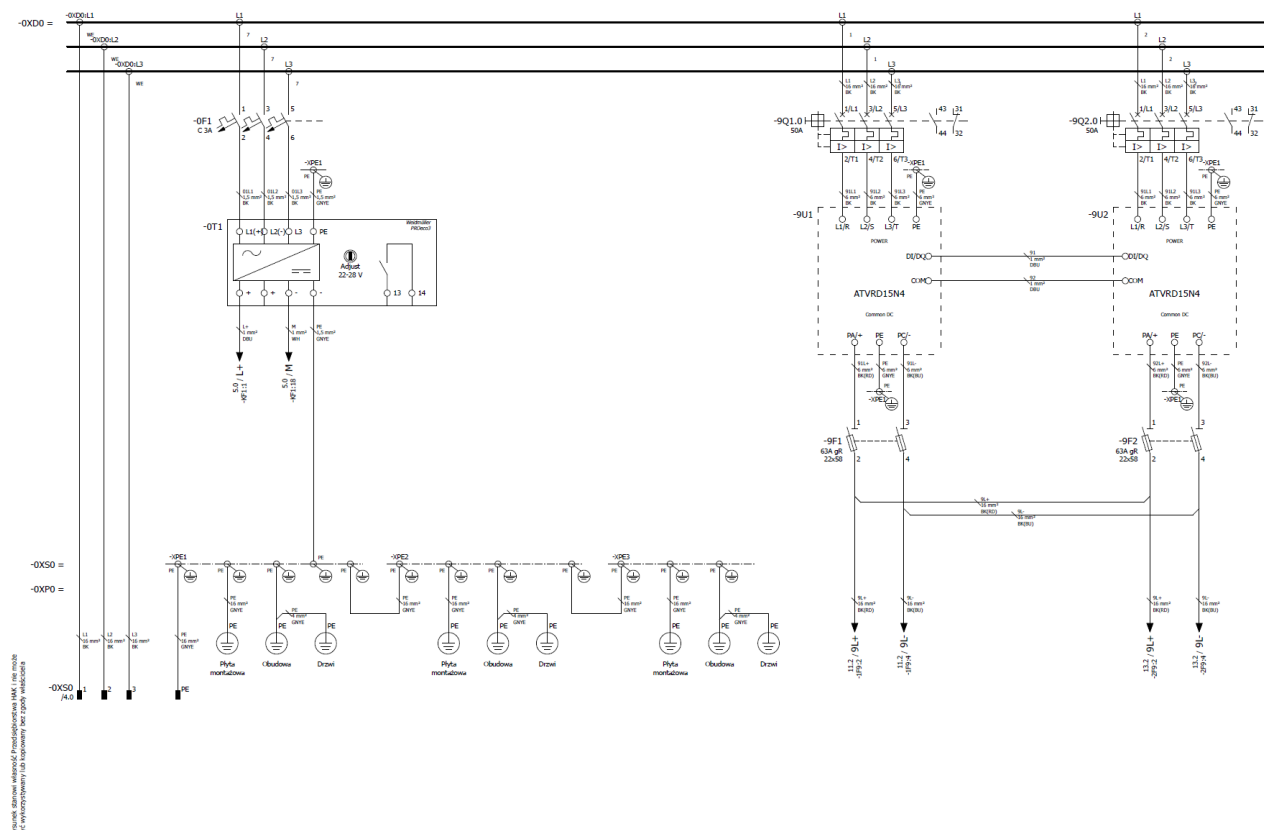
- dokumentacja techniczna sterowania dźwignic za pośrednictwem dostępnych protokołów komunikacji przemysłowej,
- dokumentacja techniczna rozwiązania uwzględniającego napędy z przemiennikami częstotliwości, rozbudowanymi o układ zwrotu energii do sieci zasilającej,
- dokumentacja techniczna elektronicznego ogranicznika udźwigu,
- dokumentacja konstrukcyjna prototypów projektowanych typoszeregów wciągarek z uwzględnieniem wyników przeprowadzonych badań wirtualnych oraz przeprowadzonych badań statycznych i dynamicznych,
- dokumentacja techniczna układu optymalizacji wykorzystania mocy napędu podnoszenia,
- dokumentacja techniczna maksymalizacji prędkości pustego haka,

2.2.1. W ramach dokumentacji elektrycznej wykonano, kompleksową dokumentację elektryczną dla projektowanych wciągarek z typoszeregu, która zawierała:

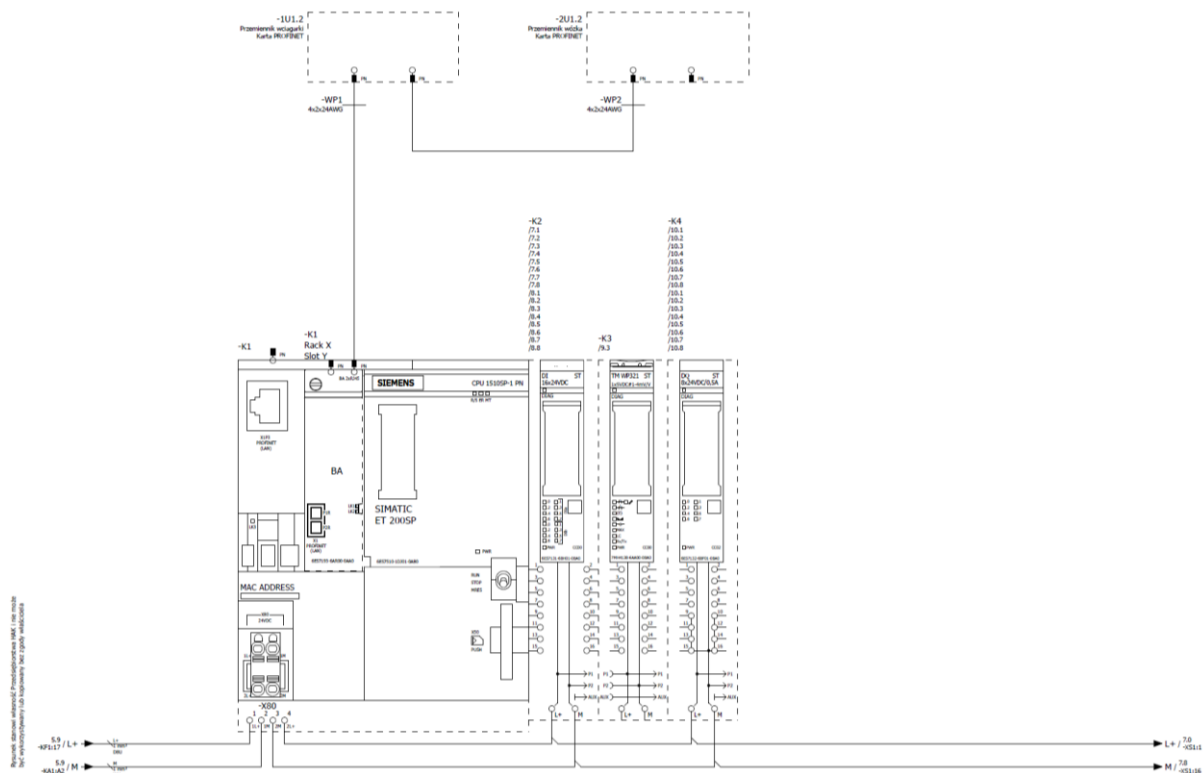
- dokumentację techniczną sterowania wciągarek za pośrednictwem dostępnych protokołów komunikacji przemysłowej - PROFINET®
- dokumentację techniczną rozwiązania uwzględniającego napędy z przemiennikami częstotliwości, rozbudowanymi o układ zwrotu energii do sieci zasilającej,
- dokumentację techniczną elektronicznego ogranicznika udźwigu,

Dokumentacja elektryczna dla obu wciągarek składała się z następujących elementów:

- planu instalacji elektrycznej,
- schematów obwodów siłowych mechanizmu podnoszenia wciągarki,
- schematów obwodów siłowych mechanizmu jazdy wciągarki,
- schematów obwodów sterowniczych mechanizmu podnoszenia, w tym elektronicznego ogranicznika udźwigu,
- schematów obwodów sterowniczych mechanizmu jazdy,
- planu wtyczek,
- planu kabli,
- listy wykorzystanych komponentów,



Rys.8. Fragment z dokumentacji elektrycznej - Zasilanie i zwrot energii



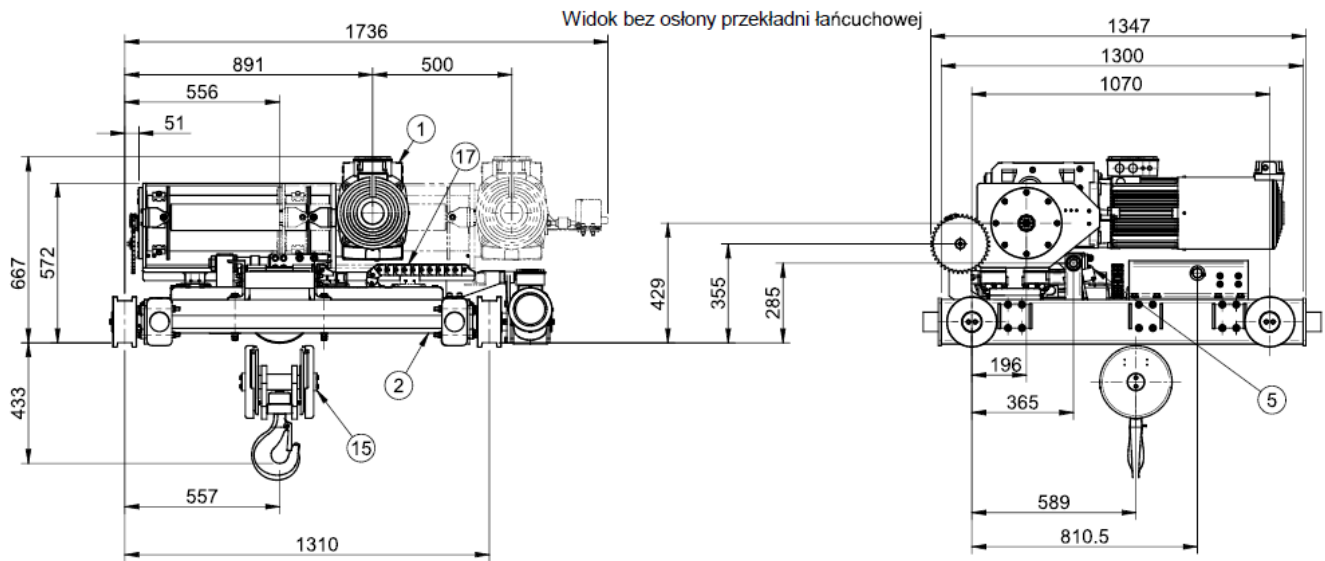
Rys.9. Fragment z dokumentacji elektrycznej - Konfiguracja PLC i sieć PROFINET

2.2.2. W ramach dokumentacji mechanicznej wykonano:

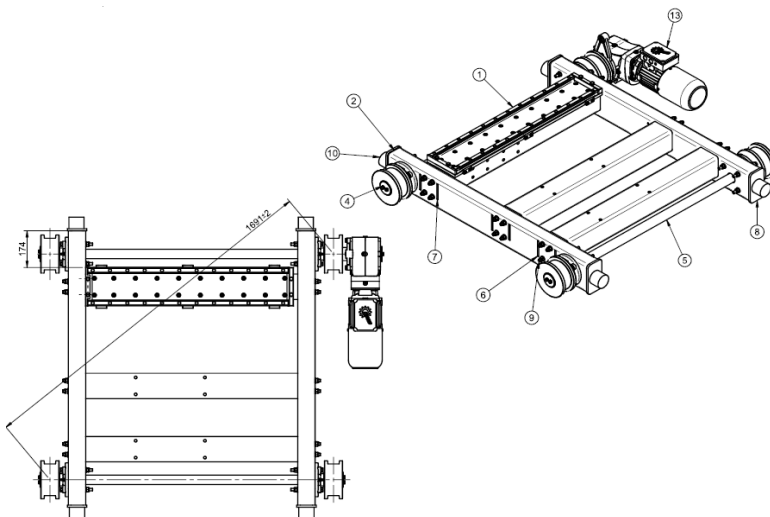
- rysunki zestawieniowe oraz wykonawcze dla wszystkich elementów wciągarki,
- pokazano zabudowę aparatów elektrycznych,
- określono tolerancje wymiarowe, kształtu i położenia dla wytwarzanych elementów,
- dobrano optymalne, od względem jakościowym i kosztowym komponenty zakupowe, jak prowadnice liniowe z wózkami oraz łożyska,
- wyspecyfikowano znormalizowane części złączne,

Na rysunkach zestawieniowych pokazano wymiary geometryczne wciągarek, sposób montażu wciągarki wraz z momentami dokręcania śrub, zakresy pracy zespołów np. długość drogi przemieszczającego się bębna linowego.

Cała dokumentacja techniczna została zweryfikowana a uwagi weryfikatora zostały naniesione na finalną wersję projektu wykonawczego.



Rys.10. Fragment z dokumentacji mechanicznej – wciągarka $Q = 5,0 \text{ t}$



Uwagi:
1. Ciąg i wiercił na Ra25.
2. Osłone krawędzie ściep.
3. Tolerancja wymiarów swobodnych i kątowych - klasa mK wg PN-EN 22768-1:1999

Moment dokręcania śrub:	
Rozmiar	Moment dokręcania
M8	22 Nm
M10	45 Nm
M12	75 Nm

1	Napełniacz	SK92372-1AD-80S P4	13		0 kg	-
24	Podkładka zgrubna 613	ISO 7091	12	Ocynkowane	0 kg	
24	Nakrętki samozabiegające M12-8	ISO 7040	11	Ocynkowane	1 kg	
4	DVA 4 - Wibratory - Gumy oraz stal lub stal nierdzewna - DVA 4-70-55-M10-28-40	DVA 4-70-55-M10-28-40	10	S355JR	7 kg	0
12	Wkręty Ø 12 mm - gwintowany	1366/CBR/21/02/1.02.12.00	9	S235JR	13 kg	0
4	Zakleпка profilu	1366/CBR/21/02/1.02.11.00	8	S355JR	10 kg	0
1	Kształtowniki zamknięty kw. 120x120x8 - L2	1366/CBR/21/02/1.02.09.00	7	S355JR	29 kg	0
2	Kształtowniki zamknięty kw. 120x120x8 - L1	1366/CBR/21/02/1.02.08.00	6	S355JR	58 kg	0
1	Oś swobodna kpl.	1366/CBR/21/02/1.02.05.00	5		49 kg	0
1	Wał napędowy kpl.	1366/CBR/21/02/1.02.04.00	4		51 kg	0
1	Profil 160x80x8 - L=1300 Prawy	1366/CBR/21/02/1.02.03.00 P	3	S355JR	34 kg	0
1	Profil 160x80x8 - L=1300 Lewy	1366/CBR/21/02/1.02.03.00 L	2	S355JR	34 kg	0
1	Płyta przyłączeniowa	1366/CBR/21/02/1.02.02.00	1		36 kg	0
Ilość Nazwa przedmiotu Nr normy lub rys. Poz. Materiał Masa Rewizja						
1:10	398 kg	A2	Wózek			
Kompoz.						
Rys.						
Strona						
Zat.						
1/3						
Przedsiębiorstwo HAK Sp. z o.o.						
ul. Józefowska 81 54-618 Wrocław tel. +48 71 348 81 41 www.hak.com.pl, e-mail: hak@hak.com.pl						

Rys.11. Fragment z dokumentacji mechanicznej – wózek wciągarki $Q = 5,0 \text{ t}$

2.2.3. Opracowanie dokumentacji technicznej układu optymalizacji wykorzystania mocy napędu podnoszenia maksymalizacji prędkości pustego haka

W wyniku prowadzonych analiz i obliczeń stwierdzono, że możliwe jest znaczne przyspieszenie prędkości podnoszenia lub jazdy wciągarek podczas ruchów jałowych tj podnoszenia i jazdy na „pusto” lub minimalnym obciążeniem w stosunku o obciążenia nominalnego przy zastosowaniu falowników wykorzystując zainstalowaną moc silników elektrycznych. Uzyskano o 50% większą prędkość podnoszenia przy jednoczesnej oszczędności o ok 10% poboru prądu przy 10 cyklach podnoszenia i opuszczania. Opracowano projekt mechaniczny oraz elektryczny zawierający schematy oraz pełną specyfikację doboru i zabudowy przemienników częstotliwości jak również modułu zwrotu energii. W tabeli przedstawiono osiągnięte parametry prędkości jazdy i podnoszenia jak również kalkulacja poboru prądu w kWh dla 10 cykli.

Tab.3. Kalkulacja zapotrzebowania energii elektrycznej przez wciągarki innowacyjne oraz maksymalizacji prędkości pustego haka.

PARAMETRY WCIĄGAREK STANDARDOWYCH				PARAMETRY WCIĄGAREK INNOWACYJNYCH				
UDŻ WIG	Prędkość jazdy Vj	Prędkość podnoszenia Vp	Pobór prądu na 10 cykli podnoszenia i opuszczania z udźwigniem nominalnym	Prędkość jazdy dla udźwigu nominalnego Vjn	Prędkość jazdy dla pustego haka Vjp	Prędkość podnoszenia dla udźwigu nominalnego Vpn	Prędkość podnoszenia dla pustego haka Vpp	Pobór prądu na 10 cykli podnoszenia i opuszczania z udźwigniem nominalnym
t	m/min	m/min	kWh	m/min	m/min	m/min	m/min	kWh
1	20	8	0,365	20	30	8	12	0,304
1,6	20	8	0,585	20	30	8	12	0,487
2	20	8	0,731	20	30	8	12	0,609
2,5	20	8	0,914	20	30	8	12	0,761
3,2	20	8	1,171	20	30	8	12	0,975
4	20	8	1,146	20	30	8	12	1,219
5	20	8	1,812	20	30	8	12	1,52
6,3	20	8	2,303	20	30	8	12	1,921
8	30	8	2,925	20	30	8	12	2,438
10	20	8	3,656	20	30	8	12	3,047
12,5	20	8	4,751	20	30	8	12	3,809
16	20	5	5,851	20	30	5	8	4,876
20	20	5	7,313	20	30	5	8	6,095
25	20	4	9,141	20	30	4	6	7,619

2.3.4. Opracowanie dokumentacji technologicznej projektowanego typoszeregu wciągarek:

Na podstawie otrzymanych projektów technicznych typoszeregu wciągarek innowacyjnych opracowana została dokumentacja technologiczna uwzględniająca; wielozwojny układ prowadzenia liny, wykonanie wózków wciągarek z pominięciem technologii spawania, zastosowania falowników na podnoszeniu i jeździe wózka wciągarki wraz z modułem zwrotu energii do sieci.

Ta więc dla wciągarek 5,0 t i 16,0 t opracowano pełną dokumentację technologiczną, która określała procesy technologiczne i niezbędne środki produkcji, a mianowicie:

- dokumenty określające przebieg procesów technologicznych wykonywania części i ich montażu,
- dokumenty określające pomoce i specjalne urządzenia warsztatowe, potrzebne do realizacji procesów technologicznych,
- normy i warunki techniczne,

Zakres opracowania dokumentacji technologicznej dla wciągarek ze względu na całkowicie nowe innowacyjne podejście do wykonania wciągarek był bardzo szczegółowy. W opracowanej dokumentacji technologicznej wykonywanych wciągarek znajdują się następujące dokumenty:

- karty technologiczne (zwane kartami operacyjnymi, planami obróbki), dla wszystkich elementów wciągarek, które określały:
 - wykorzystane w budowie wciągarek materiały,
 - wykaz wszystkich operacji należących do procesu, w kolejności ich wykonywania z oznaczeniem stanowisk pracy,
 - normy czasowe operacji i grupy zaszeregowania operacji.
- instrukcję obróbki, która jest dokumentem opisującym szczegółowo proces technologiczny obróbki wyrobu, dodatkowo instrukcja zawiera:
 - wyszczególnienie części, łączonych zespołów w danej operacji oraz niezbędnych pomocy,

- szczegółową listę zabiegów składających się na daną operację,
- szkic zespołu po zakończeniu operacji, na którym są przedstawione zmontowane części oznaczone odpowiednimi symbolami oraz dane niezbędne do wykonania operacji,

c) karty normowania czasu,

Opracowano również w zależności od zaistniałej potrzeby :

a) Rysunki:

- przyrządów i uchwytów specjalnych,
- narzędzi specjalnych,
- pomocy pomiarowych,

b) Wykazy:

- kart (norm) zużycia materiału,
- pomocy normalnych,
- pomocy specjalnych.

c) Dokumenty związane z organizacją produkcji:

- rozplanowanie stanowisk pracy oddziału, linii lub gniazda,
- zestawienie obciążenia stanowisk oddziału, linii lub gniazda,
- zestawienie pracochłonności wyrobu.

Ze względu zakładany zakres realizowanego zadania stwierdza się jednoznacznie, że Zadanie nr 2 Etapu 2 zostało zrealizowane w 100 % o czym mogą świadczyć załączniki z fragmentami wykonanej dokumentacji, pełna dokumentacja znajduje się w archiwach Przedsiębiorstwa HAK

Nr i tytuł zadania/etapu²	Etap:2 /Zadanie:3 Wykonanie prototypowni i stanowiska badawczego w oparciu o założenia zatwierdzone w etapie 1			
Data rozpoczęcia zadania/etapu	planowana	2021-07-01	rzeczywista	2021-07-01
Data zakończenia zadania/etapu	planowana	2022-02-28	rzeczywista	w realizacji
Podmioty realizujące (wykonawcy zadania/etapu, w tym podwykonawcy)⁴	Przedsiębiorstwo „HAK” z o.o.			

Na podstawie opracowanej technologii stanowiska badawczo-pomiarowego wydzielono z powierzchni magazynowej obszar na którym zlokalizowano stanowisko- badawczo pomiarowe. Obszar ten został oddzielony od magazynu ogrodzeniem. Pomieszczenie zaprojektowano jako niezależne od magazynu - prowadzi do niego oddzielna klatka schodowa. Zakupioną zrywarkę Q=50t posadowiono na uprzednio wykonanym fundamencie. Wykonanie fundamentu wzmacniającego strop pod zrywarkę zlecono firmie zewnętrznej. Projekt stanowiska badawczo-pomiarowego przewidział również lokalizację stołu pomiarowego, wyważarki bębnowej oraz konstrukcji wsporczej do prowadzenia prób i testów wciągarek innowacyjnych. Prace zostały wykonane zgodnie z projektem wykonawczym i opracowaną technologią.

Zakup oraz wykonanie elementów stanowiska badawczego i prototypowni:

- materiałów – stal służąca do budowy stanowiska oraz prototypowni,
- komputer stacjonarny,
- dwukierunkowy licznik energii elektrycznej,
- przetwornik siły,
- zrywarka,
- motoreduktor 30kW wraz z osprzętem,

- kamera termowizyjna,
- płyta pomiarowa ze stołem,
- wyważarka do bębnow,
- miernik drgań,

Osiągnięte rezultaty zadania/etapu⁵

Kamień milowy: Zwalidowane modele rzeczywiste dwóch wciągarek;

Zaprojektowane rzeczywiste modele dwóch wciągarek cechują się rozwiązaniami i parametrami technicznymi, które pozwalają na zrealizowanie pełnego zakresu stawianych przed nimi wymagań, planowanych na etapie składania wniosku o dofinansowanie, w związku z czym uznaje się, że **kamień milowy dla tego zadania został osiągnięty**.

Parametry:

Wciągarka: Q = 5,0 [t], Hp = 25 [m], - przeprowadzone badania rzeczywistych modeli wciągarki Q = 5,0 [t] wykazały, że:

- konstrukcja wciągarki wraz z wózkiem przeniesie zakładane obciążenie nominalne wynoszące 5,0 [t],
- układ ciągnowy wciągarki osiągnął zakładaną wysokość podnoszenia równą 25,0 [m], ponadto napęd podnoszenia wciągarki osiągnął zakładaną prędkość podnoszenia,

Wciągarka: Q = 16,0 [t], Hp = 25 [m], - przeprowadzone badania rzeczywistych modeli wciągarki Q = 16,0 [t] wykazały, że:

- konstrukcja wciągarki wraz z wózkiem przeniesie zakładane obciążenie nominalne wynoszące 16,0 [t],
- układ ciągnowy wciągarki osiągnął zakładaną wysokość podnoszenia równą 25,0 [m], ponadto napęd podnoszenia wciągarki osiągnął zakładaną prędkość podnoszenia,

Kamień milowy: Zwalidowane założenia techniczne stanowiska pomiarowego;

Na podstawie zrealizowanych prac, w których skład wchodziły analizy techniczne oraz badania zbudowanych ustrojów nośnych i układów ciągnowych dwóch wciągarek pozwoliły na potwierdzenie założeń konstrukcyjno-eksploatacyjnych projektowanych wciągarek oraz opracowanie wytycznych projektowych dla całego typoszeregu wciągarek. Uzyskane wytyczne projektowe pozwoliły na stworzenie dokumentacji technicznej dla dwóch wciągarek z typoszeregu oraz opracowanie dla nich dokumentacji technologicznej , w związku z czym uznaje się, że **kamień milowy dla tego zadania został osiągnięty**.

Zadanie 1: Ze względu na zakładany zakres realizowanego zadania stwierdza się jednoznacznie, że Zadanie nr 2 Etapu 2 zostało zrealizowane w 100 % .

Zadanie 2: Ze względu na zakładany zakres realizowanego zadania stwierdza się jednoznacznie, że Zadanie nr 2 Etapu 2 zostało zrealizowane w 100 % .

Zadanie 3: Szacuje się, że zadanie jest zrealizowane w ok. 90 % i nie zakłada się opóźnienia terminu realizacji.

„D” - E1366/CBR/21/2v0 Wciągarka Q=5 t, - fragment dokumentacji,

„D” - E1366/CBR/21/3v0 Wciągarka Q=16 t, - fragment dokumentacji,

„D” - 1366/CBR/21/02/1.00.00.00 K - Wciągarka Q=5,0 t, - fragment dokumentacji,

„D” - 1366/CBR/21/03/1.00.00.00 K - Wciągarka Q=16,0 t, - fragment dokumentacji,

„R” – Załącznik nr 1.2.3 – Opracowanie dokumentacji technologicznej stanowiska do prób i testów.

D. WSKAŹNIKI

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka miary wskaźnika	Wartość bazowa mierzona przed rozpoczęciem realizacji projektu	Wartość docelowa wskaźnika	Wartość wskaźnika osiągnięta w okresie sprawozdawczym	Wartość wskaźnika osiągnięta od początku realizacji projektu	Stopień realizacji wskaźnika (%)
	1	2	3	4	5	6	7=(6/4)*100
1.							
2.							
3.							

4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							

E. ZGODNOŚĆ POSTĘPÓW W REALIZACJI PROJEKTU Z UMOWĄ

Czy postęp i zakres prac są zgodne z umową?

Jeśli zaznaczono NIE, tzn. w ciągu okresu sprawozdawczego nastąpiły odstępstwa od ustaleń rzeczowych/czasowych zawartych w umowie, należy poniżej wskazać, jakie są to odstępstwa (i jakich zadań dotyczą), podać ich przyczyny, wymienić podjęte lub planowane działania naprawcze, określić wpływ na dalsze prowadzenie projektu i osiągnięcie planowanych rezultatów.

TAK

NIE*

Nr zadania/etapu	Tytuł zadania/etapu	Odstępstwo	Przyczyna	Działania naprawcze	Wpływ na rezultaty projektu

*niepotrzebne skreślić

F. CELOWOŚĆ DALSZEJ REALIZACJI PROJEKTU

Czy dalsze prowadzenie prac prowadzi do osiągnięcia zakładanych celów projektu i zakładanych wartości wskaźników realizacji celów projektu?

W przypadku odpowiedzi „NIE” należy uzasadnić konieczność zaniechania realizacji projektu.

TAK

NIE*

*niepotrzebne skreślić

G. SPOSOBY UPOWSZECHNIANIA WYNIKÓW PROJEKTU, PROMOCJI¹

np. publikacje w czasopismach recenzowanych (należy podać: nazwisko i imię autora, tytuł publikacji, "tytuł czasopisma" rok wydania, numer czasopisma, numery stron); wystąpienia konferencyjne i seminaria (należy podać: nazwisko i imię autora, tytuł wystąpienia, nazwa konferencji, miejsce konferencji, referat/plakat); inne (nie wymienione powyżej np. materiały promocyjne, informacyjne, szkoleniowe, edukacyjne)

1.	
----	--

H. DZIAŁANIA INFORMACYJNO-PROMOCYJNE W RAMACH REALIZOWANEGO PROJEKTU²

Czy w ramach projektu prowadzone są działania informacyjno – promocyjne zgodnie zapisami § umowy o dofinansowanie dot. tych działań?

TAK

NIE

(W przypadku odpowiedzi „TAK” należy opisać, jakie działania są realizowane w ramach obowiązków informacyjno – promocyjnych projektu. W przypadku odpowiedzi „NIE”, należy opisać dlaczego Beneficjent nie wypełnia tych obowiązków oraz jakie i kiedy zostaną wprowadzone środki zaradcze w tym zakresie.)

Oświadczam, że kierownik B+R, kierownik zarządzający projektem oraz osoby wykonujące w zastępstwie ich obowiązki nie były i nie są jednocześnie wykonawcami jakichkolwiek prac po stronie podwykonawcy, w tym nie pozostawały i nie pozostają w stosunku służbowym lub innej formie współpracy z podwykonawcą (dotyczy stosunku pracy, stosunków cywilnoprawnych lub innych form współpracy)*.

Oświadczam, że informacje zawarte w niniejszym raporcie są zgodne ze stanem faktycznym. Jestem świadomy/a odpowiedzialności karnej wynikającej z art. 271 Kodeksu karnego, dotyczącej poświadczania nieprawdy co do okoliczności mającej znaczenie prawne.

Osoba odpowiedzialna za sporządzenie raportu z realizacji zadań	Imię i nazwisko:	
	Telefon:	
	e-mail:	
	podpis:	

Pieczęć firmowa Beneficjenta

Podpis i pieczęć osoby upoważnionej do reprezentowania Beneficjenta

Data: