

PolarPOL - Polskie Multidyscyplinarne Laboratorium Badań Polarnych.

Etap I : "Unikatowe Arktyczne Laboratorium Terenowe Hornsund"

Opis zakończonej inwestycji i jej charakterystyka techniczna.

Proces inwestycyjny zrealizowano zgodnie ze złożonym wnioskiem obejmującym trzy główne zadania. Realizacja inwestycji odbywała się według obowiązujących procedur ujętych w Prawie o udzielenie zamówienia publicznego, jako przetargi europejskie. Wymagało to przeprowadzenia aż 57 postępowań. Koszt całej inwestycji zamknął się kwotą 7 340 523,40 zł w tym dofinansowanie Ministerstwa 7,3 mln zł

a) **Realizacja zadania HYDRA** – zestaw aparatury do kompleksowych badań i monitoringu akwenów glacialno-morskich oraz zmian strefy brzegowej w rejonach polarnych, realizowana była w dwóch etapach (pierwszą część realizowano do końca 2016 roku), a całość zakończono w roku 2017. Cały zestaw aparatury składa się 31 elementów o niżej wymienionych parametrach:

- Łódź morska - Model: Buster Cabine E

Najważniejsze parametry i wyposażenie: długość - 6,92 m; materiał - aluminium; ciężar wraz z silnikami - 1 900 kg; wyporność 1 100 kg; zanurzenie - 0,6 m; zarejestrowana - 8 osób; silnik główny: 200 HP; silnik awaryjny - 25 HP; zasilanie - akumulatory 12V, agregat prądotwórczy Honda EU 20i (2kW); zabudowana kabina; otwarta przestrzeń robocza; przestrzeń robocza z dostępem do lustra wody; wyposażenie nawigacyjne (GPS, echosonda, radar morski, busola); radia UKF (1 stacjonarne, 2 przenośne); środki ratownicze i pierwszej pomocy (tratwa ratunkowa, kamizelki pneumatyczne, koło ratunkowe, zestaw pierwszej pomocy w standardzie PSP R-1, zestaw tlenowy, defibrylator); przyczepa transportowa.

Przeznaczenie: Najważniejszą cechą powyższej łodzi jest zapewnienie bezpieczeństwa oraz wysoki komfort pracy naukowców w warunkach morskich i polarnych. W celu spełnienia tych wymogów poza wyborem łodzi z zabudowaną kabiną zwracano uwagę na wielkość powierzchni roboczej oraz możliwość bezpośredniego dostępu do powierzchni wody, niezbędnego przy poborze prób. W celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy łódź poza standardowymi środkami bezpieczeństwa jak koło i kamizelki ratunkowe na wyposażeniu łodzi znalazła się także tratwa ratunkowa oraz rozbudowany zestaw pierwszej pomocy. Konstrukcja łodzi umożliwia także prowadzenie oraz zabezpieczenie nurkowych prac naukowych (platforma z dostępem do wody, drabinka do wychodzenia z wody, ratunkowy zestaw tlenowy).

- Dźwigi hydrograficzne - Model: Hydro-Bios Hand/Motor Winch

Najważniejsze parametry i wyposażenie: możliwość ręcznej obsługi jak i za pomocą silnika elektrycznego; mocowanie do małych łodzi; udźwig do 30 kg; licznik wydanej liny.

Przeznaczenie: Dźwigi zostały dobrane tak aby umożliwić korzystanie z większości sond do pomiarów w wodzie w jakie wyposażony jest Instytut Geofizyki PAN, oraz pobór prób wody przy wykorzystaniu butli Niskina. W tym przypadku zaletą jest kompaktowy rozmiar urządzenia, jego uniwersalność przy mocowaniu do łodzi oraz relatywnie spory udźwig przy tych wymiarach. Jeden z powyższych dźwigów wykorzystywany będzie w trakcie całorocznych prac monitoringowych wykonywanych w cyklu całego roku w rejonie fiordu Hornsund przez obserwatora oceanograficznego w Polskiej Stacji Polarnej Hornsund. Drugi z dźwigów wykorzystywany będzie w trakcie innych sezonowych prac badawczych.

- Pojazd nawodny zdalnie sterowany - Model: MUSE 24V

Najważniejsze parametry i wyposażenie: ciągłość pracy do 1,5 h; możliwość konfiguracji z różną aparaturą pomiarową; wyposażony w wyciągarke; wyposażony w system wizyjno-fotograficzny; wyposażony w stację obsługi pływaka i elementów na nim zamontowanych;

Przeznaczenie: Pojazd przystosowany do montażu prądomierza doplerowskiego oraz czujników parametrów fizycznych wody zakupionych w ramach niniejszej inwestycji. Wykorzystanie pojazdu umożliwi pomiary parametrów fizycznych wody w pobliżu czoła lodowca bez obecności człowieka.

- Zwalniaki akustyczne -Model: SubSeaSonics AR-60-E i SubSeaSonics AR-60-E

Najważniejsze parametry i wyposażenie: małe zwalniaki akustyczne działające na zasadzie korozji inicjowanej sygnałem akustycznym; zestaw wraz z 2 emiterami sygnałów akustycznych dedykowanych do konkretnego urządzenia.

Przeznaczenie: Zwalniaki będą wykorzystywane w celu łatwiejszej lokalizacji aparatury pomiarowej rozstawionej na dnie zatok w celu prowadzenia całorocznego cyklu pomiarowego. Lokalizacja ta odbywa się poprzez wypłynięcie na powierzchnię boi wypornościowej połączonej linką ze stanowiskiem pomiarowym na dnie. Takie rozwiązanie ułatwia dotarcie do stanowiska zespołowi nurków.

- Echosonda wielowiązkowa - Model: Kongsberg GeoSwath Plus 250 kHz

Najważniejsze parametry i wyposażenie: kompaktowa budowa umożliwiająca prace z małych jednostek; echosonda z dwoma emiterami; kąt przekroju poprzecznego wiązki dla obu emiterów łącznie przekraczający 180°; maksymalny zasięg powyżej 300 m; w pełni wykonywana kompensacja wszelkich przechyleń i ruchu emitera; GPS dwu antenowy z określaniem ustawienia osi pomiarowej; pomiar prędkości dźwięku; przenośny komputer pomiarowy z dodatkowym monitorem; oprogramowanie do akwizycji i wstępnego postprocessingu pomiarów.

Przeznaczenie: Pomiary batymetryczne w fiordach, w strefie brzegowej i na przedpolach lodowców. Ze względu na kompaktową budowę możliwe jest wykorzystanie echosondy wielowiązkowej z łodzi typu Buster Cabine E lub łodzi typu RIB. Cechą charakterystyczną powyższego urządzenia jest pomiar w zakresie ograniczonym lustrem wody, co ułatwia mapowanie obszarów płytkich (strefa brzegowa) oraz z pionowymi klifami (przedpole lodowców). Zasada działania tej echosondy opiera się nie na analizie rejestrowanych licznie wiązek, ale na analizie przesunięcia fazowego sygnału analogicznego jak w przypadku sonarów bocznych. Uzyskujemy, więc w trakcie jednego pomiaru zarówno obraz z sonaru bocznego o częstotliwości 250 kHz jak i pełny obraz geometrii dna.

- Sonar boczny - Model: EdgeTech 4125 400/900 kHz

Najważniejsze parametry i wyposażenie: zasięg sonaru: 150 m dla 400 kHz, 75 m dla 900 kHz; ciężar 20 kg; długość kabla: 50 m; wyposażony w montowany depressor; przenośny komputer pomiarowy; oprogramowanie do akwizycji i przeglądania danych; oprogramowanie do analizy danych SonarWiz 6 SideScan z kluczem produktu.

Przeznaczenie: Wysokorozdzielczościowy sonar boczny przeznaczony jest między innymi do precyzyjnej analizy powierzchniowej dna zbiorników wodnych. Jego wymiary umożliwiają wykorzystanie z małej łodzi (Buster Cabine E, RIB, pontony). Dodatkowy depressor umożliwia głębsze prowadzenie sonaru nawet przy krótszym kablu. Zakupione oprogramowanie daje możliwość tworzenia mozaiki z pojedynczych przepłynięć, co w efekcie tworzy kompleksowy obraz dna.

- Profiler osadów - Model: EdgeTech 3100 SBP SB2 16-S 2-20 kHz

Najważniejsze parametry i wyposażenie: Rozdzielczość 6-10 cm; głębokość penetracji dna 6-80 m (w zależności od typu osadu budującego dno); rozszerzony zakres częstotliwości emitowanego sygnału z przedziału 2-16 kHz na 2-20 kHz; przenośny komputer pomiarowy; oprogramowanie do akwizycji i przeglądania danych

Przeznaczenie: Analiza wglębnej struktury osadów dennych zbiorników wodnych. Ze względu na rozmiary urządzenia (masa aparatury przekracza 70 kg) istnieje ograniczenie w użytkowaniu z łodzi typu RIB i ponton, jednak aparatura została tak dobrana aby była możliwość korzystania z łodzi typu Buster Cabin E. W aparaturze zastosowano zwiększony zakres częstotliwości emitowanego sygnału w celu dokładniejszej analizy struktury osadów powierzchniowych (wyższa częstotliwość) przy ciągłej możliwości głębszej penetracji w osadach (niższa częstotliwość).

- Boje akustyczne - Model: Wildlife Acoustics SM3M Submersible

Najważniejsze parametry i wyposażenie: czas rejestracji od kilku tygodni do kilkunastu miesięcy (w zależności od opcji zasilania, pamięci, kompresji sygnału, długości rejestrowanych burstów i odstępów czasowych między nimi); zestaw pamięci w formie kart SD 512 GB każda (8 szt. po 4 na boję pomiarową); zestaw zasilania w formie akumulatorów R20 (64 szt., po 32 na boję pomiarową).

Przeznaczenie: Długookresowa rejestracji sygnałów akustycznych w celu analizy procesów lodowych w rejonach polarnych.

- Sonda ADCP - Model: Teledyne RD Instruments WH 300

Najważniejsze parametry i wyposażenie: profilowanie rozkładu wartości prędkości i kierunku przepływów do 110 m; opcja śledzenia dna; prądomierz wraz z holowanym pływakiem na warunki morskie.

Przeznaczenie: analiza struktury przepływów prądów morskich w fiordach oraz na przedpolach lodowców.

- Sonda CTD - Model: CTD SD208

Najważniejsze parametry i wyposażenie: pomiar ciśnienia, przewodności i temperatury; kalkulacja zasolenia i prędkości dźwięku; dodatkowy czujnik zamętnienia (Turbidity Sensor); dodatkowy czujnik ilości rozpuszczonego tlenu (Dissolved Oxygen).

Przeznaczenie: Monitoring parametrów fizykochemicznych w fiordzie Hornsund realizowany w ramach całorocznego monitoringu prowadzonego przez pracowników Polskiej Stacji Polarnej Hornsund.

- Sonda LISST wraz z dodatkowymi akcesoriami do zanurzeniowego analizatora cząstek - Model: Sequoia LISST-100X z czujnikiem SEA BIRD MicroCAT C-T SBE37-SIP doposażony w dedykowany BIOBLOCK oraz External Battery Pack.

Najważniejsze parametry i wyposażenie: pomiar koncentracji zawiesiny i jej rozkładu granulometrycznego; pomiar ciśnienia, temperatury i zasolenia; wykorzystanie BIOBLOCK do ochrony elementów optycznych przed obrośnięciem; dodatkowe zewnętrzne zasilanie.

Przeznaczenie: Sonda LISST w zależności od skonfigurowania służyć będzie do pomiarów in situ koncentracji i rozkładu zawiesiny w toni wodnej wraz z parametrami fizycznymi. Dodatkowe doposażenie urządzenia w BIOBLOCK oraz External Battery Pack zwiększa możliwość wykorzystania urządzenia do monitorowania tych parametrów poprzez długo czasowe pomiary trwające w zależności od potrzeb i konfiguracji od kilku dni do kilku miesięcy.

- Rejestratory parametrów fizycznych wody - Model: RBRsoloT; RBRduet TD; RBRconcerto CTD.

Najważniejsze parametry i wyposażenie: RBRsoloT – pomiar temperatury; RBRduet TD – pomiar temperatury i ciśnienia; RBRconcerto CTD – pomiar temperatury, ciśnienia i przewodności.

Przeznaczenie: Długookresowa rejestracja parametrów fizycznych wody w fiordzie. W zależności od częstości pomiaru okres rejestracji może wynieść nawet kilka lat.

- Rozeta batymetryczna - Model: Hydro-Bios Multi Water Sampler SlimeLine 6

Najważniejsze parametry i wyposażenie: relatywnie niska masa zestawu; wyposażony w czujniki temperatury i przewodności; wyposażony w butle 3,5 l; oprzyrządowanie do zdalnego sterowania rozetą przy zastosowaniu kablioliny.

Przeznaczenie: W odróżnieniu od rozet batymetrycznych stosowanych na statkach oceanograficznych zakupiona rozeta może być wykorzystana na małych jednostkach (typu Buster Cabin E) wyposażonych w wyciągarkę. Pozwala to na wykorzystywanie rozety w nowotworzących się akwenach na przedpolu lodowców, gdzie ze względu na nieznaną batymetrię ryzykownym jest wpływanie większych jednostek. Ponadto zestaw zdalnie sterujący rozetą pozwala na jej wykorzystanie na statkach wyposażonych w kabliolinę. Rozeta została dodatkowo wyposażona w czujnik temperatury i przewodności w celu równoczesnym rejestracji parametrów wody w trakcie pobierania prób do analiz.

- Pułapka sedymentacyjna - Model: Hydro-Bios Multi Sediment Trap 24 bottles

Najważniejsze parametry i wyposażenie: autonomiczna pułapka sedymentacyjna; możliwość programowania dowolnej sekwencji na okres od kilku godzin do kilkudziesięciu miesięcy.

Przeznaczenie: Pomiar tempa sedymentacji w definiowalnych sekwencjach czasowych wraz z zebraniem prób osadów do dalszych analiz.

- Radar morski - Model: Russell Technologies RTI XIR 3000 C

Najważniejsze parametry i wyposażenie: system do cyfryzacji analogowych danych z radaru morskiego; antena radaru typu Furuno FR8122

Przeznaczenie: Analiza procesów lodowych, cieleń lodowców poprzez długookresowy pomiar przy wykorzystaniu radaru i zapis danych do dalszego postprocessingu.

- Urządzenie slipowe oraz hangar z magazynem na próbki

Przeznaczenie: Powyższe dwa elementy stanowią integralną część łodzi i umożliwiają jej slipowanie na wodę oraz przechowywanie w trakcie użytkowania rejonie Polskiej Stacji Polarnej Hornsund.

b) **Realizacja zadania CRYODYN** – aparatura do kompleksowych badań struktury i dynamiki kriosfery oraz zlewni polarnych, realizowana była również dwuetapowo (pierwszą część realizowano do końca 2016 roku), a całość zakończono w roku 2017. Cały zestaw aparatury składa się 32 elementów o niżej wymienionych parametrach:

- Impulsowy naziemny skaner laserowy dalekiego zasięgu Riegl VZ-6000 wraz z oprogramowaniem i wyposażeniem

Impulsowy naziemny skaner laserowy służy do wykonywania pomiarów geodezyjnych powierzchni lodowców, pokrywy śnieżnej oraz terenu tundrowego. Zakupiony impulsowy naziemny skaner laserowy Riegl VZ-6000 jest sprzętem wysokiej klasy, dostosowanym do pracy w środowiskach glacialnych i śnieżnych. W tej podklasie produktów jest najlepszym dostępnym na rynku urządzeniem ze względu na największy efektywny zasięg pomiarowy przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej rozdzielczości i szybkości pomiaru.

Efektywny zasięg pomiarowy: do 6000 metrów; efektywna szybkość pomiaru: do 222 000 pomiarów na sekundę; dokładność pomiarów: 15 mm; precyzja pomiarów: 10 mm; wielkość plamki lasera: 120 mm w odległości 1000 m; obszar roboczy: 60° x 360°. Maksymalna rozdzielczość kąтова: 1,8 arc sec (pionowa i pozioma). Jego głównym przeznaczeniem jest wykonywanie trójwymiarowych numerycznych modeli terenu. Ze względu na swoje parametry sprzęt ten umożliwia szybkie i dokładne pomiary geodezyjne takich obiektów jak np. fragmenty zlewni polarnych, pola lodu morskiego, strefy czołowe lodowców uchodzących do morza, czy wręcz całe, niewielkie lodowce dolinne. Dodatkowym efektem pomiaru jest mapa odbiciowości skanowanej powierzchni w bliskiej podczerwieni.

Zaletą naziemnego skaningu laserowego w porównaniu z innymi dostępnymi metodami geodezyjnymi jest jego wysoka dokładność przy jednoczesnym zachowaniu dużej szybkości pomiaru obiektów o znaczących rozmiarach. Jest to kluczowe w warunkach polarnych, gdzie często zmienne, trudne warunki meteorologiczne nie pozwalają na długie sesje pomiarowe. W przeciwieństwie do metod fotogrametrycznych opartych o wykorzystanie bezzałogowych statków latających (dronów), pomiarów można dokonywać także w warunkach słabego oświetlenia i stosunkowo silnego wiatru, co jest kluczowe dla rejonów polarnych gdzie trudne warunki meteorologiczne i występowanie nocy polarnej często uniemożliwiają wykorzystanie innych metod. Co ważne, naziemny skaner laserowy jest wysoce komplementarny z innymi elementami „CRYODYN-u”, przede wszystkim odbiornikami GNSS i bezzałogowymi statkami latającymi. Wspólnie pozwalają na wykonywanie kompleksowych, najwyższej klasy pomiarów geodezyjnych w warunkach polarnych, a tym samym na prowadzenie światowej klasy interdyscyplinarnych prac badawczych w dziedzinie glaciologii, geomorfologii i badań niwalnych. Jednocześnie skaner laserowy pozwala na poprawę wydajności i dokładności pomiarów geodezyjnych wspomagających prace inżynierskie utrzymania infrastruktury Polskiej Stacji Polarnej Hornsund i innych obiektów.

- Zestaw sześciu odbiorników GNSS wraz z oprzyrządowaniem i oprogramowaniem

Odbiorniki GNSS są podstawowym narzędziem geodezyjnym pozwalającym na dokładną georeferencję wykonywanych pomiarów. Mogą służyć zarówno do orientacji innych pomiarów geodezyjnych - skanowań laserowych, nalogów fotogrametrycznych - jak i do samodzielnego pomiaru pozycji np. punktów reperowych, tyczek ablacyjnych na lodowcu, profili terenu. Stacja referencyjna Leica GR25 zapewnia dane potrzebne do pomiarów różnicowych o wysokich dokładnościach. Odbiorniki GS14 umożliwiają dokonanie pomiarów mobilnych, w tym przy wykorzystaniu techniki RTK. Ich podstawowym zastosowaniem są pomiary pozycji tyczek ablacyjnych na lodowcach, punktów reperowych monitoringu wiecznej zmarzliny oraz innych urządzeń pomiarowych. Odbiorniki GS10 dzięki wysokiej wytrzymałości na warunki zewnętrzne oraz niskiemu zużyciu energii mogą być wykorzystane do długotrwałych, automatycznych pomiarów geodezyjnych bez obecności operatora. Ich podstawowym zastosowaniem jest automatyczny, długookresowy pomiar przesunięć tyczek ablacyjnych na lodowcach. Zakupione odbiorniki to sprzęt geodezyjny wysokiej klasy o doskonałych parametrach odporności i wytrzymałości pozwalających na ich użytkowanie w trudnych warunkach polarnych.

Odbiornik GNSS – stacja referencyjna z kopułą przeciwnieogową Leica GR25 z anteną AR20

Bardzo niski poziom szumów w pomiarach fazy fali nośnej GNSS, dokładność lepsza niż 0,2 mm (rms). Dokładność wyznaczania pozycji RTK - 10 mm + 1 ppm (rms) w poziomie i 20 mm + 1 ppm (rms) w pionie

Odbiornik GNSS Leica GS14 Professional

Tryb statyczny (faza), długie obserwacje: w poziomie: 3 mm + 0,1 ppm (rms) i w pionie: 3,5 mm + 0,4 ppm (rms). Tryb statyczny i szybki statyczny (faza): w poziomie: 3 mm + 0,5 ppm (rms) oraz

w pionie: 5 mm + 0,5 ppm (rms). Tryb kinematyczny (faza): w poziomie: 8 mm + 1 ppm (rms) i w pionie: 15 mm + 1 ppm (rms)

Odbiornik GNSS Leica GS10 Professional

Tryb statyczny (faza), długie obserwacje: w poziomie: 3 mm + 0,1 ppm (rms) i w pionie: 3,5 mm + 0,4 ppm (rms). Tryb statyczny i szybki statyczny (faza): w poziomie: 5 mm + 0,5 ppm (rms) oraz w pionie: 10 mm + 0,5 ppm (rms). Tryb kinematyczny (faza): w poziomie: 10 mm + 1 ppm (rms) i w pionie: 20 mm + 1 ppm (rms).

- Przenośny spektrometr fluorescencji rentgenowskiej XRF OLYMPUS VANTA M z programem GEOCHEM

Detektor pierwiastków oparty o metodę spektroskopii rentgenowskiej XRF służy do oznaczania składu chemicznego analizowanych próbek geologicznych oraz osadów i materiału biologicznego (także w lodzie), jak również innych próbek biotycznych i abiotycznych środowiska przyrodniczego. Urządzenie jest przygotowane do pracy w terenie na próbkach in situ i w laboratorium. Dodatkowo dzięki specjalnie zaprojektowanemu stolikowi oraz zestawowi pojemników, możliwe jest wykonywanie pomiarów cieczy i pyłów. Zakupione urządzenie XRF OLYMPUS VANTA M jest jednym z najnowszych przenośnych urządzeń XRF dostępnych na rynku międzynarodowym. Jest wyposażony jest w mikro-lampę rentgenowską o nominalnej mocy 4 W oraz napięci 50 kV, co czyni go jednym z najmocniejszych przenośnych urządzeń XRF. Pozwala na prowadzenie szybkich powtarzalnych analiz składu chemicznego. Ręczne spektrometry XRF Vanta są jednymi z najbardziej odpornych detektorów XRF. Dzięki wzmocnionej konstrukcji, dużej wydajności i intuicyjnemu oprogramowaniu, umożliwia szybką i dokładną analizę elementarną, o jakości laboratoryjnej w warunkach terenowych. Spełnia wymagania wytrzymałościowe U.S. Department of Defense (MIL-STD-810G) i jest wyposażony w obudowę zapewniającą ochronę IP65. Dzięki temu urządzenie XRF pozwala na pracę w trudnych polarnych warunkach terenowych.

Przenośny spektrometr fluorescencji rentgenowskiej XRF OLYMPUS VANTA M umożliwia przeprowadzanie detekcji pierwiastków w zakresie Mg – U. Urządzenie jest wyposażone w detektor Silicon Drift Detector (SDD) o rozdzielczości dla Mn K α 139 eV przy minimalnej liczbie zliczeń 90 000 impulsów/sek. Jest uzupełnieniem kompletu urządzeń do badań lodu, wody i gruntu. Umożliwia analizę składu chemicznego wody, skał i innych elementów przyrody pod ożywionej i nieożywionej in situ. Daje możliwość wykonywania ilościowych analiz w terenie, bezpośrednio po ich pobraniu.

Dzięki zastosowaniu analizatora XRF pozwoli na oznaczanie pierwiastków w zakresie od Mg do U i będzie uzupełnieniem chromatografii jonowej HPLC stosowanej w laboratorium Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie. Urządzenie XRF OLYMPUS VANTA M pozwoli rozszerzyć zakres dotychczas prowadzonych prac w rejonach polarnych i górskich.

- Przepływomierze do ciągłego pomiaru przepływu – NIVUS PCM-F z czujnikiem KDA

Przepływomierz ultradźwiękowy NIVUS PCM-F jest jednym z najnowocześniejszych urządzeń do pomiaru przepływu wody w rzekach i kanałach otwartych. Wykorzystana metoda Dopplera (ADC) jest uznawana za bardzo dokładną metodę pomiarową wykonywaną w lekko lub bardzo zabrudzonych mediach. Służą do prowadzenia ciągłej rejestracji przepływu [m³/s] w ciekach naturalnych oraz kanałach zamkniętych. Dodatkowo rejestrują stan wody oraz prędkość przepływu. Pozwalają na bezobsługową pracę przez cały okres ablacyjny. Przepływomierz ten przystosowany jest do pracy ciągłej, nawet do kilku miesięcy na jednym akumulatorze. Urządzenie, zainstalowane w obudowie IP67, umożliwia rejestrację wartości przepływu w dowolnym interwale czasowych od 1 do 60 min lub zależnym od wzrostu wartości przepływu w cieku lub zmianie wypełnienia koryta. Dzięki zainstalowanemu wyświetlaczowi oraz przyjaznemu oprogramowaniu w dowolnym momencie można sprawdzić poprawność działania urządzenia oraz wykonać poprawki w ustawieniach pomiarowych i konfiguracyjnych.

Przepływomierz NIVUS PCM F wykonuje pomiary prędkości wody w zakresie od -6 m/s do +6 m/s; minimalna głębokość umożliwiająca pomiary: 5 cm; maksymalna głębokość: 2 m; maksymalny błąd pomiaru prędkości wody (przy medium stojącym): 0,25%; maksymalny błąd pomiaru prędkości wody: 1%. Jest przystosowany do pracy w ciekach naturalnych w trudnych warunkach polarnych. Pozwala na prowadzenie rozszerzonych studiów i badań na obszarach zlewni zlodowaconych i niezlodowaconych dla określenia rzeczywistej ilości wód słodkich spływających do morza oraz związanych z tym konsekwencji ekologicznych na obszarze tundrowym. Możliwość zastosowania ciągłych obserwacji oraz dowolnie modyfikowanego interwału pomiarowego.

- Przepływomierz do punktowego pomiaru przepływu – Sontek FlowTracker

Przepływomierz ultradźwiękowy Sontek FlowTracker służy do wyznaczenia natężenia przepływu w kanałach otwartych oraz naturalnych korytach rzecznych metodą jedno- lub wielopunktowego

pomiaru prędkości. Ze względu na zastosowaną puls-koherencyjną technikę pomiaru, FlowTracker zaliczany jest do grupy najdokładniejszych urządzeń pomiarowych. Posiada najwyższą dostępną na rynku rozdzielczość pomiarową $\pm 0,0001\text{m/s}$ w zakresie pomiarowym $\pm 4,0\text{m/s}$. FlowTracker umożliwia pomiar prędkości już przy głębokości 2cm. Urządzenie FlowTracker, zaliczane jest do urządzeń bistatycznych typu ADV (Acoustic Doppler Velocimeter). Poza pomiarem prędkości punktowej, umożliwia określenie prędkości średniej w poszczególnych pionach hydrometrycznych. Przetwornik posiada zaimplementowane jedno- i wielopunktowe metody obliczeniowe zgodne z międzynarodowymi normami – w tym USGS oraz ISO. Umożliwiają one pomiar prędkości w bardzo płytkich wodach już od głębokości 2cm (sonda 2D); puls-koherencyjna technika pomiarowa umożliwiająca pomiar prędkości z rozdzielczością $\pm 0,0001\text{m/s}$ w zakresie $\pm 4,0\text{m/s}$; oraz pomiar dwóch składowych prędkości: sonda 2D.

Przepływomierz ADV Sontek FlowTracker, ze względu na swoją dokładność oraz nieskomplikowaną metodę pomiarową jest idealnym uzupełnieniem CRYODYN-n. Umożliwia precyzyjniejsze określenie zmian w reżimie hydrologicznym zlewni polarnych, które są spowodowane nie tylko zmianami pokryw lodowych i śnieżnych, lecz również spływem wód pod powierzchnią gruntu jako efekt degradacji wieloletniej zmarzliny.

- Przenośny automat do poboru prób wody (autosampler) – ISCO 6712

Przenośny automat do poboru prób wody (autosampler) ISCO 6712 służy do automatycznego poboru próbek wody z cieków oraz jezior. Aparaty ISCO 6712 są wykorzystywane w okolicy Polskiej Stacji Polarnej Hornsund do prowadzenia monitoringu hydrochemicznego w dwóch zlewniach: zlewni niezlodowaconej Fuglebekken oraz zlewni częściowo zlodowaconej Ariedalen.

Automat ISCO model 6712 jest jednym z najnowocześniejszych automatów do poboru próbek z wód płynących i ścieków w kanałach otwartych oraz zamkniętych. Ze względu na niewielką wagę (14 kg) urządzenie może być łatwo transportowane bez użycia pojazdów kołowych. Dzięki temu istnieje możliwość prowadzenia badań w oddalonych lokalizacjach obszarów chronionych takich jak Park Narodowy Południowego Spitsbergenu. Autosampler wyposażony jest w rozdzielacz kołowy umożliwiający dystrybucję próbki do 24 butelek o pojemności 1 litra. Odporna na korozję, wysokowydajna pompa perystaltyczna pozwala na uzyskanie maksymalnej wysokości podnoszenia do 8,5 m (prędkość przepływu próbki powyżej 0,5m/s). Zaawansowana elektronika umożliwia programowanie pracy urządzenia: z opóźnieniem czasowym, proporcjonalnie do przepływu, w trybie zdarzeniowym – po otrzymaniu sygnału sterującego z urządzenia zewnętrznego lub przy przekroczeniu dopuszczalnych wartości monitorowanych parametrów. Niezależnie od aktualnego programu, możliwe jest także ręczne sterowanie pobieraniem prób. Urządzenia spełniają wymogi normy PN-ISO 5667. Autosamplery ISCO 6712, były już wykorzystywane w rejonach polarnych, gdzie wykazały się dużą wytrzymałością na warunki pogodowe i żywotnością części mechanicznych oraz elektronicznych. Powtarzalność pompy perystaltycznej pobierającej próbkę to $\pm 5\text{ ml}$ lub $\pm 5\%$.

Urządzenia do automatycznego poboru próbek wody stanowią uzupełnienie CRYODYN-u. Ze względu na możliwość ustawienia precyzyjnej godziny i daty poboru próbki oraz ilości pobieranej wody, urządzenia ma zastosowanie w badaniach hydrochemicznych w rejonach polarnych, gdzie czas poboru oraz dokładna ilość próbki ma istotne znaczenie dla uzyskania wiarygodnych i porównywalnych danych. Znaczenie przenośnych, samowystarczalnych przepływomierzy w badaniu infiltracji, wydajności cieków, czy też kontroli dopływów, stale rośnie. Pozwalają one uzyskać miarodajne i precyzyjne dane obrazujące funkcjonowanie zlewni polarnych.

- Wiertnia rdzeniowa Kovacs Coring System Mark II

Kovacs Enterprise jest jedynym producentem przenośnych wiertni rdzeniowych do lodu i śniegu. Jest to urządzenie przystosowane do pracy w ekstremalnych warunkach polarnych, od lat wykorzystywane przez naukowców w Arktyce, Antarktyce oraz górach wysokich.

Wiertnia rdzeniowa Mark II umożliwia pobieranie rdzeni lodowych i śnieżnych o średnicy 9 centymetrów. Rdzenie pobierane są w odcinkach 1 metrowych. Wyposażenie wiertnicy umożliwia wykonywanie odwiertów do 10 metrów głębokości. Uzupełnieniem zestawu jest wiertnia parowa do szybkiego wiercenia w lodzie otworów o małej średnicy do głębokości 20 m.

- Zestaw georadarowy MALÅ ProEx z antenami ekranowanymi 250 Mhz i 1,2 GHz

W rejonach polarnych georadary wykorzystywane są najczęściej do rozpoznania struktury wewnętrznej lodowców, lądowych osadów glacialnych warstwy czynnej wieloletniej zmarzliny, pokryw śnieżnej oraz lodu morskiego i jeziornego. Georadary firmy MALÅ, w szczególności seria urządzeń ProEx (Professional Explorer), ze względu na wyjątkową odporność na warunki atmosferyczne, prostotę obsługi oraz współpracę z szerokim spektrum anten ekranowanych

i nieekranowanych są jednymi z najczęściej używanych tego typu urządzeń w badaniach polarnych.

Centralna jednostka sterująca *MALÁ ProEx* może współpracować z szerokim spektrum anten:

- anteny nieekranowane pracujące w zakresie: 25 – 200 MHz
- anteny ekranowane pracujące w zakresie: 100 – 800 MHz
- anteny wysokoczęstotliwościowe pracujące w zakresie: 1,2 – 2,4 GHz
- anteny przeznaczone do pracy w trudnym terenie (RTA) pracujące w zakresie 30 – 100 MHz.

Jednostka centralna zapisuje próbki w formacie 16 bitowym. Każda z rejestrowanych tras może mieć od 128 do 2048 próbek). Jednostka centralna może współpracować z systemem GPS, co umożliwia bardzo. Akwizycja danych może następować w domenie: odległości, czasu lub manualnie. Zestaw georadarowy może pracować w temperaturach: -20 °C do +50 °C. Odporność na wodę oraz zapylenie jest zapewniona na poziomie normy IP65. Anteny o niskich częstotliwościach charakteryzujące się dużym zasięgiem i stosunkową niską rozdzielczością wykorzystywane są do sondowania ośrodków o dużej miąższości (antena ekranowana *MALÁ* 250 MHz). Anteny o wysokich częstotliwościach charakteryzują się mniejszym zasięgiem i bardzo duża rozdzielczością sondowania (antena wysokoczęstotliwościowa *MALÁ* 1,2 GHz). Zasięg anteny oraz rozdzielczość uzyskanego obrazowania zależy od ośrodka, w którym prowadzone jest sondowanie georadarowe.

- *Bezzałogowe statki powietrzne – samolot MicroMap, wielowirnikowce DJI Phantom 4 Pro+*

Drony pozwalają na identyfikację oraz archiwizację różnego rodzaju zjawisk przyrodniczych biotycznych i abiotycznych, które ze względu na odległość, rozmiar lub niebezpieczeństwo, nie są dostępne dla obserwatora na ziemi.

Do prowadzenia pomiarów i obserwacji na odległe stanowiska zdecydowano o zakupie samolotu.

Samolot MicroMap jest polską konstrukcją, nie odbiegającą parametrami od innych dostępnych na rynków samolotów bezzałogowych. W swojej klasie wagowej jest jedną z najlepszych konstrukcji. Największą zaletą jest możliwość stosowania wymiennych sensorów optycznych. Samolot wyposażony jest w kamerę wykonującą zdjęcia w paśmie widzialnym oraz w kamerę multispektralną wykonującą symultaniczne zdjęcia w paśmie niebieskim, zielonym, czerwonym i bliskiej podczerwieni. Parametry tej konstrukcji to utrzymywanie się w powietrzu do 45 minut, nominalna prędkość przelotowa 15 m/s, maksymalna prędkość wiatru przy której można wykonywać loty nie mniejsza 10 m/s, sensor optyczny z matrycą 20 Mpx, sensor multispektralny umożliwiający akwizycje w paśmie niebieskim, zielonym, czerwonym, czerwonej krawędzi i bliskiej podczerwieni. Sterowanie przy pomocy stacji bazowej wyposażonej w oprogramowanie do planowania oraz kontroli nalotów fotogrametrycznych

Dla prowadzenia pomiarów obiektów zlokalizowanych blisko i wymagających obserwacji punktowych w dłuższym przedziale czasowym zakupiono drony wirnikowe. DJI Phantom 4 PRO PLUS jest jednym z najnowocześniejszych wielowirnikowców dostępnych dla półprofesjonalistów. Jedną z jego największych zalet jest nowoczesna kamera, która posiada przekątną o długości 1 cala i obiektyw 20 Mpx, dzięki czemu możliwe jest wykonywanie zdjęć o dużej rozdzielczości.

Jego konstrukcja została wykonana ze stopów tytanu i magnezu, dzięki czemu ma bardzo wysoką wytrzymałość mechaniczną, jest odporny na korozję – i to również tę, której przyczyną jest woda morska lub chlor – a przy tym jest również bardzo lekki, co sprawia, że maszyna z łatwością się unosi i porusza w powietrzu. Urządzenie sterowane jest za pomocą aplikacji DJI GO, która jest zoptymalizowana specjalnie do dalekich lotów i wykonywania precyzyjnych ujęć.

Utrzymuje się w powietrzu do 30 minut; maksymalny zasięg: 3,5 km; zasięg sensora: 30 m; wykrywanie przeszkód: w pięciu kierunkach; kamera: 1-calowa, 20 megapikseli; waga razem z baterią: 1388 g.

- *Terenowe stacje sejsmiczne VE-53-BB produkcji GeoSIG z rejestratorami GMSplus*

Pomiary sejsmiczne w badaniach mają wiele zastosowań, na uwagę zasługują specyficzne prace na lodowcach i wieloletniej zmarzlinie. Zakupione przenośne stacje krótkookresowe charakteryzują się następującymi parametrami:

- VE-53-BB do montażu poziomego charakteryzuje się następującymi parametrami: czułość min. 1000 V/m/s; całkowity zakres pomiarowy min. 10 mm/s; dynamika powyżej 120 dB w zakresie częstotliwości 1-30 Hz; nieliniowość: poniżej $\pm 0.05\%$ całkowitego zakresu; dokładność powyżej ± 0.2 dB w paśmie pomiarowym; zakres częstotliwości obejmujący przedział 0,20 - 160Hz (-3dB); pobór prądu max 50 mA przy napięciu 12V; temperatura pracy obejmująca przedział -20 do +70 °C, wilgotność 0-100%; stopień ochrony: IP 67 tj. zapewniający ochronę przed dostępem do części niebezpiecznych drutem, ochronę pyłoszczelną oraz ochronę przed strugą wody (12,5 l/min) laną na obudowę z dowolnej strony; długość kabla do rejestratora 30m.

- rejestrator GMSplus jest przystosowany do współpracy z w/w sejsmometrami jako komplet. Charakteryzuje się przetwornikiem analogowo-cyfrowym 24 bit; posiada 3 kanały sejsmiczne o dostępnym zakresie $\pm 10V$, o wejściach różnicowych, zakres dynamiczny 130 dB dla częstotliwości próbkowania 100Hz; częstotliwości próbkowania: 50,100,200,500,1000 Hz; analogowe i cyfrowe filtry antyaliasingowe; możliwość zapisu ciągłego i triggerowanego; protokół danych: SeedLink (SeedLink server zgodny z SeisComp); format danych: miniSEED; pamięć wymienna nieulotna FLASH min. 32GB; synchronizacja czasu z GPS; synchronizacja próbkowania z czasem i próbkowanie w pełnych chwilach czasowych; zasilanie 12V, akumulator podtrzymujący wystarczający na min. 24h, zasilacz sieciowy 100-240V AC, 50-60Hz; pobór prądu dla 3 kanałów przy napięciu 12V 200mA; łączność: IP statyczne i dynamiczne, Ethernet, WiFi (b/g/n); temperatura pracy obejmująca przedział -20 do +70 °C, wilgotność 0-100%; stopień ochrony: IP 67 tj. zapewniający ochronę przed dostępem do części niebezpiecznych drutem, ochronę pyłoszczelną oraz ochronę przed strugą wody (12,5 l/min) laną na obudowę z dowolnej strony, ma także odbiornik GPS do rejestratorów umożliwiające synchronizację czasu <1ms z kablem o długości 20m oraz modem 3G/GSM do rejestratorów umożliwiające przesyłanie danych przez sieci komórkowe z kablem o długości 5m.

- Magnetometr do pomiarów deklinacji i inklinacji ziemskiego pola magnetycznego

Magnetometr ten składa się z niemagnetycznego teodolitu oraz magnetometru transduktorowego. Cały komplet służy do precyzyjnych pomiarów kątów deklinacji i inklinacji ziemskiego pola magnetycznego. Pomiar takie są niezbędne kontroli poziomów absolutnych prowadzonej w PSP Hornsund ciągłej rejestracji zmian składowych XYZ pola magnetycznego. Zakupiony magnetometr jest wysokiej klasy. Chodzi tutaj szczególnie o dokładność wykonywanych pomiarów absolutnych. Takie same magnetometry są używane w czołowych obserwatoriach magnetycznych na świecie. Klasa magnetometru wynika głównie stąd, że magnetometr został skonstruowany w oparciu do wysokiej klasy teodolit firmy ZEISS. Zakres pomiarowy magnetometru wynosi +/- 70000nT, rozdzielczość 0.02 nT, a dokładność wykonywanych pomiarów absolutnych inklinacji i deklinacji ziemskiego pola magnetycznego lepsza, niż 10 sekund kątowych. Producent wykonał przyrząd z rozszerzonym zakresem pomiarowym w stosunku do typowego. Ma to istotne znaczenie w przypadku PSP Hornsund, ze względu na to, że ziemskie pola magnetyczne w pobliżu biegunów jest większe, niż w innych częściach globu.

- Rejestratory sygnałów pochodzące z czujników geofizycznych

Rejestratory służą do rejestracji sygnałów pochodzących z czujników geofizycznych i innych czujników wytwarzających na wyjściu analogowe sygnały napięciowe. W naszym przypadku są przede wszystkim wykorzystywane do współpracy z magnetometrami używanymi do ciągłego monitorowania zmian ziemskiego pola magnetycznego.

Rejestratory te to średniej klasy przyrządy do rejestracji wolnozmiennych sygnałów analogowych. Dostępny do wyboru szeroki zakres częstotliwości próbkowania czyni te rejestratory użytecznymi zarówno do prowadzenia różnorodnych rejestracji ziemskiego pola magnetycznego, jak też do rejestracji innych sygnałów z czujników wytwarzających napięciowe sygnały analogowe. Zakres rejestrowanych sygnałów wynosi +/- 10V. Sygnały wejściowe są przetwarzane na postać cyfrową przy pomocy przetworników analogowo-cyfrowych typu sigma-delta o rozdzielczości 24 bity. Wejścia analogowe są odizolowane galwanicznie od części cyfrowej rejestratora. Rejestratory są wyposażone w odbiorniki sygnałów GPS, co zapewnia dokładność rejestracji w czasie. Dokładność współczynników skali rejestrowanych sygnałów wynosi 0.025%. Rejestratory MS-2800 są urządzeniami uniwersalnymi, które z powodzeniem są stosowane do standardowych rejestracji ziemskiego pola magnetycznego rozdzielczością czasową 1sek., jakie prowadzą obserwatoria magnetyczne w sieci INTERMAGNET. Nadają się także do rejestracji zjawiska rezonansu Schumanna, gdzie częstotliwość próbkowania wynosi 100 Hz. Są też odpowiednie do rejestracji terenowych prowadzonych na zlewniach polarnych. Jednym z istotnych parametrów tego rejestratora jest mały prąd zasilania, który w stanie standby wynosi zaledwie 100 μA . W pracach terenowych można prowadzić długotrwałe rejestracje bez wymiany akumulatora, co jest bardzo ważne, szczególnie w warunkach polarnych.

- c) **Realizacja zadania CLIMEV** – zestaw aparatury do badania ewolucji klimatu i stanu atmosfery w rejonach polarnych, była prowadzona w roku 2016 oraz uzupełniona o jeden element w roku 2017. Cały zestaw aparatury składa się 14 elementów o niżej wymienionych parametrach:

- Stacje meteorologiczne Vaisala

Unikatowe Arktyczne Laboratorium Terenowe Hornsund zostało wyposażone w nową, stacjonarną stację meteorologiczną Vaisala typu MAWS 301, która została zainstalowana na maszcie w ogródku meteorologicznym stacji Hornsund. Zastąpiła ona zainstalowaną w 2000 roku stację Vaisala QLC 50, pozwalając na kontynuację pomiarów długookresowych. Monitoring meteorologiczny stwarza dogodne możliwości uzyskania informacji o funkcjonowaniu geoekosystemu Arkyki. Spitsbergen położony jest na granicy ścierania się zimnej masy powietrza, napływającej z nad bieguna (zwanej arktyczną) i ciepłej masy powietrza napływającej od południa (zwanej atlantycką). Starcie tych mas powoduje powstawanie i przemieszczanie się nad wyspą ośrodków niżowych. Towarzyszą im częste zachmurzenie i silne, porywiste wiatry, przez co zakupiono sprzęt najwyższej klasy jakości, o odpowiednich parametrach, pozwalających na pracę w warunkach arktycznych, gdzie wymagana jest maksymalna bezobsługowość sprzętu, wysoka wiarygodność pomiarów oraz niski pobór energii. MAWS301 jest najczęściej wybieranym rozwiązaniem przy modernizacji sieci urządzeń do pomiarów meteorologicznych w Światowych Instytutach Meteorologicznych, sieciach hydrologicznych, działa też przy elektrowniach jądrowych, czy farmach elektrowni wiatrowych.

Stacja została wyposażona w dwa loggery Vaisala Data Logger QML201A, zapisujące dane o minutowym kroku czasowym. Poniżej wymieniono czujniki automatycznej stacji meteorologicznej MAWS301:

- HMP155 (2 szt - redundancja) - Czujnik temperatury i wilgotności względnej z przewodem 3m*1 i złączkami, w osłonie antyradiacyjnej. Specyfikacja: Typ sensora: Pt100 RTD 1/3 Klasa B IEC 751 Zakres T: -80 do +60°C Dokładność T przy +20°C: $\pm 0,17$ °C Zakres RH: 0 do 100% Dokładność RH: $\pm 1\%$, 0 do 90% RH $\pm 1.7\%$, 90 do 100% RH.

- PTB330 - Czujnik ciśnienia atmosferycznego - Zakres 500 – 1100 hPa, pomiar w obudowie stacji. Specyfikacja: Dokładność: $\pm 0,15$ hPa (w całym zakresie temperatur pracy) KLASA A Zakres pomiarowy: 600 do 1100hPa Zakres temperatury działania: -40 do +60°C.

- QMT107 - Czujnik temperatury gleby QMT110 (dla 12 głębokości) - Czujnik temperatury z przewodem 10m i podłączeniami. Specyfikacja: Typ czujnika: Pt-100 RTD Dokładność: $\pm 0,08$ °C przy 0°C Czułość: 0.385 ohm/ °C Średnica: 6mm, długość 150mm Wykonanie SS316.

- WMT702 – soniczny czujnik prędkości i kierunku wiatru (czujnik z ogrzewaniem przetworników, ramion oraz obudowy) – Specyfikacja: PRĘDKOŚĆ WIATRU - czujnik: ultradźwiękowy - zakres: 0,01 - 65 m/s - min prędkość odpowiedzi: 0,01 m/s - wyjście przetwornika: cyfrowe - dokładność: $\pm 0,2$ m/s KIERUNEK WIATRU - czujnik: ultradźwiękowy - kąt: 0-360o - min prędkość odpowiedzi: 0,1 m/s - dokładność: ok. 1° OGÓLNE - wejścia: zasilanie 9 do 36 VDC - temperatura pracy: -55 do +70°C.

- Czujnik PWD 52 - Optyczny czujnik warunków meteorologicznych - Czujnik mierzy aktualną widoczność/przejrzystość powietrza, Wykrywa stan atmosfery: - mgła, - aerozol, - dym (piasek, sadza), - czysta oraz rodzaj, intensywność opadu oraz akumulację i ilość świeżego śniegu - deszcz, - marznący deszcz, - mżawka, - marznąca mżawka, - deszcz ze śniegiem, - śnieg, - grad, protokół komunikacji WMO 4680(SYNOP), 4678 (METAR) i NWS 49 różnych kodów z tabeli kodów WMO4680; metoda pomiarowa: pomiar światła odbitego w przód (Forward Scatter Measurement) - zakres widzialności: 10...35 000m - dokładność pomiaru: $\pm 10\%$ zakres 10...10 000m $\pm 20\%$ zakres 10...25km - limit detekcji opadu: 0,05 mm/h lub mniej przy opadzie powyżej 10 minut - Ogrzewana elektronika czujnika - Komunikacja: RS-232 i RS-485 - Zasilanie: 12...50VDC - Zasilanie grzania: 24VDC - Zużycie mocy: czujnik 6W, grzanie 65W (opcja) - Trzy programowalne styki bezpotencjałowe - Warunki pracy: -40...+60°C, do 100% RH - Stopień ochrony: IP66

- Czujnik CMP 11 – pyranometr; czujnik promieniowania krótkofalowego, całkowitego - Zakres widzialności od 285 do 2800 nm, Czułość 7-14 $\mu\text{W}/\text{W}/\text{m}^2$, maksymalne natężenie promieniowania 4000W/m², zakres temperatury pracy -40°C do +80°C.

Ponadto zakupiono trzy przenośne stacje meteorologiczne MAWS201 z czujnikiem CMP 11; czujnikiem sonicznym do pomiaru pokrywy śnieżnej; czujnikiem WXT520 zapewniającym: pomiar temperatury powietrza od -50 do +60°C dokładność 0,1 °C; Pomiar wilgotności względnej powietrza od 0% do 100% dokładność +/-3% w zakresie 0 do 90% oraz +/-5% w zakresie 90.do 100%; Pomiar ciśnienia powietrza od 600 do 1100hPa dokładność +/-1 hPa przy 50...+60°C; Pomiar prędkości wiatru metodą ultradźwiękową od 0 do 60 m/s dokładność +/-3% dla 10m/s, czas odpowiedzi 0,25s; Pomiar kierunku wiatru metodą ultradźwiękową od 0 do 359° dokładność +/-3°, czas odpowiedzi 0,25s; Pomiar opadu, dokładność 5% - czas trwania i intensywność.

- Zestaw do prowadzenia kompleksowego monitoringu atmosfery

W skład zestawu wchodzi miernik promieniowania słonecznego: CMP21, CNR4, CSD3, UVS-E-T, są to najlepsze instrumenty w swojej klasie, natomiast i kamera całego nieba CC5MPX jest to urządzenie przeciętne jednak zaletą przyrządu jest wzmocniona obudowa i przystosowanie do pracy w niskich temperaturach (ogrzewanie), CSD3 jest jedynym tego typu automatycznym miernikiem do oceny czasu usłonecznienia.

- CMP 21 pomiar natężenia całkowitego promieniowania słonecznego w paśmie krótkofalowym (zakres spektralny 285 - 2800nm, czułość 7 – 14 $\mu\text{V/W/m}^2$);
- CNR4 pomiar bilansu promieniowania słonecznego w paśmie krótko i długo falowym (zakres spektralny krótkofalowy 300 - 2800 nm, długofalowy 4.5 - 42 μm , i czułości odpowiednio 7-20 $\mu\text{V/W/m}^2$ oraz 5 - 10 $\mu\text{V/W/m}^2$);
- CSD3 pomiar usłonecznienia i bezpośredniego promieniowania słonecznego (zakres spektralny 400 - 1100 nm);
- UVS-E-T pomiar natężenia promieniowania słonecznego UV erytemalnego (zakres spektralny zgodny z normą ISO 17166:1999 CIE S 007/E-1998);
- CC5MPX określanie stopnia zachmurzenia jak i jego zmienności w czasie oraz rodzajów i gatunków chmur (zakres temperatur pracy -40° to $+60^\circ\text{C}$, max rozdzielczość 2592 x 1944 (JPEG), opóźnienie między kolejnymi zdjęciami 0 – 1439 min).

Nie są to urządzenia prototypowe i sprawdziły się na innych stacjach polarnych. Instrumenty są przystosowane do automatycznej pracy w warunkach polarnych, są łatwe w obsłudze i nie wymagają codziennego nadzoru. Kamera całego nieba przystosowana jest do pracy ciągłej i fotografowania całej pół sfery atmosferycznej. Pozwala na określanie stopnia zachmurzenia oraz rodzajów i gatunków chmur. Urządzenia ułatwia pracę meteorologom na Stacji i pozwala na zwiększenie częstości pomiarów tego typu, które standardowo były prowadzone przez obserwatora, co 3 godziny.

- Ceilometr Luft CHM15

Jest to element aparatury komplementarny do aparatury obserwacyjno-rejestrującej parametry fizyczne atmosfery i warunki pogodowe. Przyrząd umożliwia precyzyjne określanie wysokości pięter chmurowych a także stopnia zachmurzenia:

- pomiar wysokości podstawy chmur do 4 warstw;
- pomiar profilu współczynnika ekstynkcji/rozproszenia wstecznego cząstek aerozoli atmosferycznych na długości fali 1064 nm.

Jest to najlepszy sprzęt w swojej klasie o zasięgu do 15 km i rozdzielczości przestrzennej 15 m, przy rozdzielczości czasowej 1 min.

- Liczniki cząstek NanoScan

Sprzęt ten plasuje się w środku stawki, jeśli chodzi o parametry pomiarowe, jednak jego przewagą jest mobilność. W skład zestawu wchodzi liczniki cząstek aerozolu TSI 3330 i TSI 3910 do wyznaczanie rozkładów rozmiarów cząstek aerozoli w pomiarach stacjonarnych jak i terenowych:

- TSI 3910 zakres rozmiarów cząstek aerozoli 10 - 420 μm .
- TSI 3330 zakres rozmiarów cząstek aerozoli 0.3 - 10 μm .

- Zestaw do pomiaru radioaktywności powietrza: detektor NAIS 2x2, analizator Osprey DTB, Detektor ECO Gamma –G, oprogramowanie Genie 2000

Zestaw przeznaczony jest do pomiarów radionuklidów w powietrzu, w zakresie promieniowania α , β , γ i energii 2000 eV

Klasa sprzętu pomiarowego odpowiada aktualnie najnowszym rozwiązaniom technicznym w tym zakresie, dodatkowo zestaw spełnia wymagania (niestandardowe) związane z pracą w warunkach polarnych. Parametry przyrządów zostały zoptymalizowane pod kątem temperaturowym.

Detektor scyntylacyjny- Detektor 2"x2" NaI (TI) jest stabilizowany temperaturowo za pomocą LED, Stabilność wynosi +/-2% w zakresie -20°C do $+20^\circ\text{C}$, a zdolność rozdzielcza wynosi 7.5% dla Cs-137. Analizator Osprey to cyfrowy 2048 kanałowy procesor widma pomiarowego. Posiada przetwornik analogowo cyfrowy 14-Bit 20 MHz, temperaturowy dryft zera wynosi 3 ppm/ $^\circ\text{C}$ po 15 min. od włączenia w zakresie od -10°C do $+20^\circ\text{C}$. Oprogramowanie Genie 2000 jest standardowym pakietem oprogramowania używanym w spektrometrii w środkach zajmujących się fizyką jądrową w zakresie radiacji. Detektor Eco (licznik G-M) posiada dwa zakresy pomiarowe: pierwszy od 10 nSv/hr do 5 mSv/hr , czułość - 960 CPM/ $\mu\text{Sv/hr}$; 9.6 CPM/ $\mu\text{R/hr}$, liniowość $\pm 10\%$ w odniesieniu do Cesium-137, zakres energii – $\pm 28\%$ 60 keV do 1.25 MeV, oraz drugi od 0.05 mSv/hr do 10 Sv/hr , czułość - 1.56 CPM/ $\mu\text{Sv/hr}$; 15.6 CPM/mR/hr, liniowość- $\pm 10\%$, zakres energii- $\pm 28\%$ 83 keV do 5.0 MeV.

- Zestaw do pomiaru pola elektrycznego Ziemi

Zestaw pomiarowy przeznaczony jest do ciągłych pomiarów natężenia pola elektrycznego Ziemi (składowej pionowej tj. E_z) oraz gęstości elektrycznego prądu pionowego jonosfera- ziemia (J_z). Sensory mierzą parametry Globalnego Obwodu Elektrycznego Ziemi w zakresie składowej stałej DC tj w zakresie 0 do 10 Hz.

Zastosowane sensory pomiarowe użyte w zestawie są własnym rozwiązaniem konstrukcyjnym, spełniającym wszystkie obecne wymagania w zakresie pomiaru prądów (antena tzw. Wilsina) oraz pól (ang. field mill) elektrycznych. Dodatkowe zalety: autonomiczne zasilanie akumulatorowe, radiowa łączność z jednostką centralną w celu przekazywania danych, niewielki pobór prądu zasilania sprawiają, że zestaw może pracować w dowolnym miejscu pomiarowym, co zdecydowanie wyróżnia ten sprzęt w porównaniu z wyposażeniem innych zagranicznych ośrodków naukowych. Zestaw pomiarowy posiada wewnętrzny rejestrator danych z adresem IP oraz przemysłowy komputer z oprogramowaniem do sterowania i kontroli pracy zestawu. Sensor do pomiaru natężenia pola elektrycznego ziemi oparty jest na zasadzie pomiaru „field mill of rotating dipole”. Posiada zakres pomiarowy ± 1000 V/m oraz czułość 5V/m, a częstotliwościowe pasmo pomiarowe wynosi 0-10 Hz. Sensor do pomiaru gęstości prądu jonosfera –ziemia posiada zakres pomiarowy prądu przewodzenia ± 20 pA/m² oraz czułość ± 0.5 pA/m², a częstotliwościowe pasmo pomiarowe wynosi 0-10 Hz.

Aparatura weszła do zadania badawczego CLIMEV - zestaw aparatury do badania ewolucji klimatu oraz stanu atmosfery w rejonach polarnych, ponieważ pomiary elektryczności atmosfery w rejonach polarnych pozwalają na prowadzenie własnych, obecnie bardzo interesujących badań dotyczących sprzężeń elektrycznych (M-I- A) pomiędzy wiatrem słonecznym, magnetosferą, jonosferą a dolną atmosferą . Zastosowanie dwóch mobilnych zestawów pomiarowych umożliwi zainstalowanie ich w punktach charakterystycznych pod jonosferą polarną np. oddalonych o 100-300km. Uzyskane w ten sposób przebiegi pomiarowe pola elektrycznego pozwalają na analizę przestrzenną i czasową procesu mapowania potencjału jonosfery do powierzchni Ziemi.