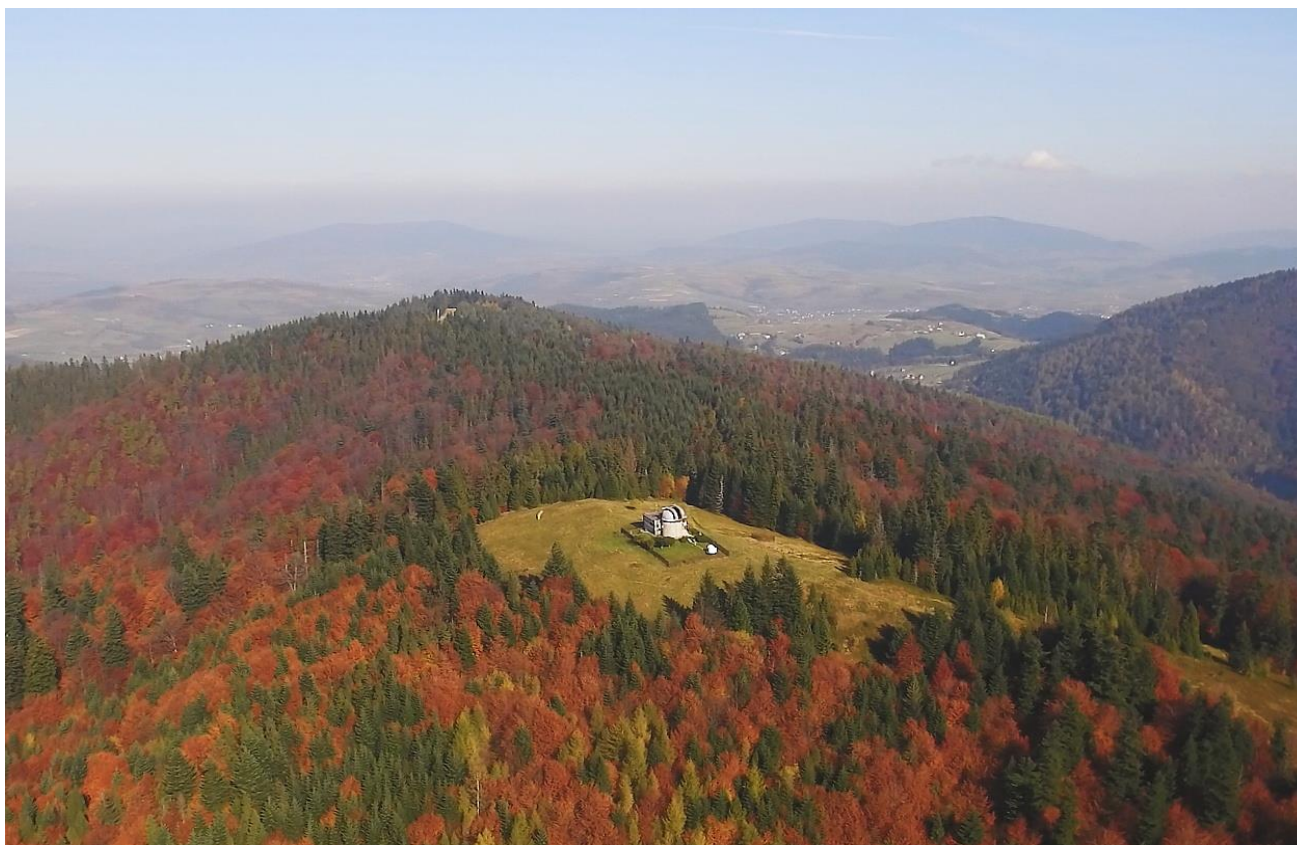




Rys.1 Obserwatorium Astronomiczne UKEN na Suhorze [fot. M.Dróżdż]

Obserwatorium Astronomiczne UKEN na Suhorze

Obserwatorium Astronomiczne UKEN na Suhorze [Rys.1] położone na szczycie Suhory (1000 m n.p.m.); $20^{\circ} 04' 03''$ E, $49^{\circ} 34' 09''$ N ($E20.0675^{\circ}$, $N49.5691^{\circ}$) na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego, jest najwyżej położonym obserwatorium astronomicznym w Polsce. Jest placówką badawczą należącą do **Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie**. Inicjatorem i twórcą obserwatorium jest profesor dr hab. **Jerzy M. Kreiner**.



Rys.2 Widok z drona na Obserwatorium i polanę Suhora [fot. J.M.Kreiner]

O wyborze lokalizacji [Rys.2] zadecydowało położenie: stosunkowo duża odległość od najbliższej miejscowości i centrów jasno świecących miast, brak w pobliżu zakładów przemysłowych potencjalnie emitujących do atmosfery dymy i pyły, a jednocześnie otulina leśna Gorczańskiego

Parku Narodowego. Również położenie na wysokości 1000 m n.p.m. sprawia, że przez nieco cieńszą warstwę atmosfery, do teleskopu dociera więcej światła gwiazd, szczególnie w ultrafiolecie. Taka wysokość lokalizacji obserwatorium pozwala być ponad pierwszą, najniższą warstwą chmur, co ma bezpośrednie przełożenie na liczbę nocy obserwacyjnych w ciągu roku, szacowanych na ok. 120 – 150. Takie położenie zapewnia czyste i niezaświecone niebo, co gwarantuje bardzo dobre (jak na polski klimat) warunki do prowadzenia obserwacji astronomicznych, a niski poziom tła nieba (nawet do 23 mag/arcsec²) umożliwia obserwacje również bardzo słabo świecących obiektów.

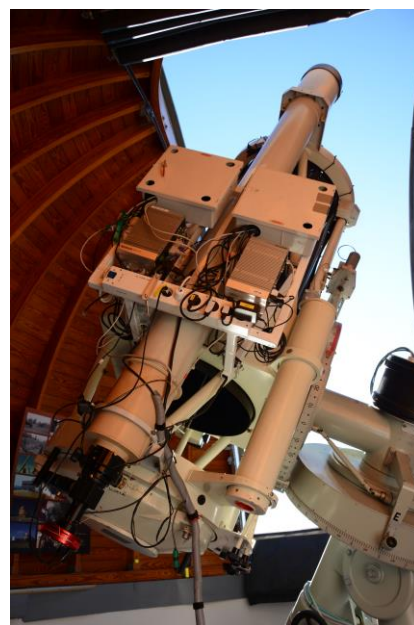
Decyzja o budowie obserwatorium i wyposażeniu go w teleskop o średnicy zwierciadła 60 cm została podjęta jesienią 1984. Akt erekcyjny został wmurowany 24 lipca 1986 r. W czasie od maja do września 1987, pracownicy firmy Carl Zeiss Jena instalowali kopułę i teleskop. Pierwsze, wstępne obserwacje wykonano 4 października 1987 r. Oficjalne otwarcie nastąpiło 5 listopada 1987 roku.

Obserwatorium Astr. na Suhorze jest placówką Instytutu Nauk Technicznych, Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Znajduje się w Gorcach, w pobliżu miejscowości Koninki (administracyjnie – Poręba Wielka), około 60 km na południowy wschód od Krakowa. Program naukowy obserwatorium obejmuje obserwacje głównie gwiazd zmiennych różnych typów, w tym układów zaćmieniowych, jak i gwiazd pulsujących na późnych etapach ewolucji. W zakresie astronomii pozagalaktycznej, są prowadzone obserwacje optyczne i polarymetryczne zmian jasności aktywnych jąder galaktyk (AGN) i kwazarów, w tym układu dwóch czarnych dziur w blazarze OJ 287. Spośród obiektów Układu Słonecznego prowadzone są również obserwacje planetoid.

Pomysł budowy nowoczesnego obserwatorium astronomicznego w terenie górzystym, a więc w dobrych warunkach klimatycznych, wyszedł od profesora Jerzego M. Kreinera w pierwszej połowie 1983 roku. Został on zaakceptowany przez władze ówczesnej Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie (później Akademii Pedagogicznej im. KEN, Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN, a obecnie Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej), które widziały w obserwatorium nie tylko miejsce, w którym mogłyby być prowadzone najnowocześniejsze badania dla Katedry Astronomii, ale także miejsce o istotnym znaczeniu w kształceniu przyszłych nauczycieli, w tym przypadku fizyki i astronomii, co było podstawową misją uczelni. Po wizytach terenowych w kilku regionach górskich, a także po przeprowadzeniu analiz warunków klimatycznych, zdecydowano, że najlepszym miejscem na budowę obserwatorium będzie szczyt *Suhora* w Gorcach, 1000 m nad poziomem morza. Lokalizacja ta była oddalona o kilka kilometrów od najbliższych wiosek i otoczona dużym obszarem leśnym, obecnie parkiem narodowym. Za budową obserwatorium na Suhorze przemawiało również istnienie wyciągu krzesełkowego na pobliskim Tobołowie (934 m n.p.m.), który rozwiązywał wiele problemów komunikacyjnych i transportowych.

Projekt obserwatorium został przygotowany przez R. Walczykiewicza i jego zespół, w krakowskim przedsiębiorstwie budowlanym Biprostal, a załatwienie wszystkich niezbędnych spraw formalnych nastąpiło w 1985 roku. Prace budowlane rozpoczęły się wiosną następnego roku. 24 lipca 1986 roku wmurowano kamień węgielny, a kilka miesięcy później zakończono zasadniczą budowę obserwatorium. Oficjalne otwarcie obserwatorium, w dniu 5 listopada 1987 roku, zostało dokonane przez ówczesnego rektora WSP w Krakowie, profesora dr. hab. Mieczysława Rozmusa.

Głównym instrumentem obserwacyjnym jest **teleskop zwierciadłowy** [Rys.3] produkcji firmy Carl Zeiss Jena, oryginalnie w układzie Cassegraina, o **średnicy zwierciadła głównego 60 cm**, na montażu paralaktycznym niemieckim, umieszczony wewnątrz obrotowej kopuły o średnicy 5 m. [Rys.5] Oryginalny układ Cassegraina, złożony z wklęsłego zwierciadła głównego o powierzchni paraboloidy obrotowej, i wtórnego – wypukłego o powierzchni hiperboloidy obrotowej miał efektywną ogniskową 750 cm.



*Rys.3 Teleskop zwierciadłowy w Obserwatorium na Suhorze
[fot. M.Dróżdż]*

Po demontażu zwierciadła wtórnego, dysponujemy obecnie teleskopem w układzie „*prime focus*” – czyli używamy tylko zwierciadła głównego o ogniskowej 240 cm. Na taką operację zdecydowaliśmy się w celu zwiększenia pola widzenia kamery CCD i zminimalizowania strat światła, nieuniknionych przy dodatkowym odbiciu od zwierciadła wtórnego.

Pomysł taki był możliwy do realizacji w momencie, kiedy pojawiły się kamery CCD o stosunkowo małych rozmiarach, przez co nie zasłaniały światła gwiazd docierającego do teleskopu w większym stopniu, niż miało to miejsce w przypadku zamontowanego oryginalnie zwierciadła wtórnego. Jednakże taki zabieg nałożył większe wymagania na kamery CCD możliwe do wykorzystania, wymuszając stosowanie lepszych kamer o mniejszym rozmiarze pikseli na matrycy. Krótsza ogniskowa układu nie tylko powoduje zwiększenie pola widzenia, ale generuje również pewne zniekształcenia w okolicy brzegów powiększonego pola widzenia, uwidaczniając niedoskonałość toru optycznego w postaci wady zwanej komą. W dzisiejszych czasach nie stanowi to jednak większego problemu, gdyż komputerowe programy redukcyjne dobrze sobie radzą z niedoskonałościami kształtu zniekształconych obrazów gwiazd, które to zniekształcenia nie są ostatecznie aż tak duże.

Teleskop zasadniczo od samego początku nie służył do bezpośrednich obserwacji wizualnych, lecz był wyposażony w detektory czulsze niż oko ludzkie, mające zdolność kumulacji przychodzącego światła i przetwarzania go na postać „elektroniczną”, możliwą do zapisania i dalszej „obróbki” za pomocą komputerów. Początkowo był to fotometr fotoelektryczny jednokanałowy, wyposażony w zestaw filtrów U, B, V w standardzie Johnsona – Morgana, gdzie detektorem światła był fotopowielacz (PMT) z katodą S20, zamontowany „z tyłu” teleskopu, w ognisku Cassegraina. Dość szybko fotometr jednokanałowy ustąpił miejsca fotometrowi dwukanałowemu, z dwoma niezależnymi torami optycznymi i – oczywiście – z dwoma fotopowielaczami, umożliwiając jednoczesne obserwacje gwiazdy zmiennej i gwiazdy porównania (zamiast naprzemiennie – jak to miało miejsce w przypadku użycia fotometru jednokanałowego).

W momencie przystąpienia obserwatorium do sieci Teleskopu Globalnego (WET) zaistniała potrzeba dostosowania sprzętu do standardów używanych w sieci WET – i teleskop został wyposażony w fotometr trójkanałowy, gdzie, oprócz jednoczesnego monitorowania gwiazdy zmiennej i gwiazdy porównania, trzeci kanał służył do symultanicznego monitorowania zmian jasności tła nieba. Potrzeba stosowania fotometru wielokanałowego wynikała z częściowego uniezależnienia się od nie zawsze dobrych warunków atmosferycznych.

Jednocześnie nasze fotometry zostały doposażane w nowe zestawy filtrów systemu Johnsona – Krona – Cousinsa. Później nastąpiła era wykorzystania w obserwacjach astronomicznych kamer CCD, które dawały możliwość znacznie precyzyjniejszych pomiarów docierającego do nas światła gwiazd. Można też było monitorować jednocześnie wszystkie obiekty znajdujące się w polu widzenia kamery. Fotometr musiał ustąpić miejsca na teleskopie kamerze CCD. Wiązało się to również nierozdzielnie z rozwojem techniki komputerowej – zaistniała potrzeba wykorzystania znacznie lepszych, szybszych komputerów, z pojemniejszą przestrzenią dyskową, gdyż kamery CCD „produkowały” znacznie większe ilości danych, które następnie trzeba było opracować przy pomocy odpowiednio wydajnych komputerów. Kamerę wyposażono również w zestawy filtrów systemów:

Johnsona – Krona – Cousinsa, Strömgrena –



Rys.4 Zespół teleskopów w Obserwatorium na Suhorze
[fot. M.Dróżdż]

Crawforda, czy Sloana (SDSS), a także w płytki Savarta, umożliwiające prowadzenie obserwacji polarymetrycznych.

Niezależnie od modernizowania sprzętu służącego do detekcji i akwizycji światła gwiazd pozyskiwanego przez teleskop, trwały prace nad usprawnieniem prowadzenia obserwacji astronomicznych. I tak, już w czasie, kiedy używane były fotometry dwu i trójkanałowy, sprzęt obserwacyjny został dodatkowo wyposażony w system automatycznego *guiding-u* – precyzyjnego prowadzenia teleskopu za gwiazdą. Taki system koryguje niedoskonałości fabrycznego napędu teleskopu – obracającego teleskop wokół osi równoległej do osi obrotu Ziemi z prędkością obrotową Ziemi. Ostatecznie zaowocowało to zamontowaniem na teleskopie dodatkowego refraktora o średnicy obiektywu 15 cm i ogniskowej 240 cm [Rys.3 i 4], „uzbrojonego” w dodatkową kamerę. Również sam teleskop został wyposażony w nowy napęd przy pomocy precyzyjnego silnika krokowego, a także w enkodery odczytujące na bieżąco współrzędne teleskopu. Po przeliczeniu ich przez komputer, umożliwia to automatyczne ustawianie położenia kopuły (również wyposażonej dodatkowo w enkoder odczytujący jej położenie), tak aby teleskop podczas obserwacji stale „patrzył” przez otwartą szczelinę. Takie rozwiązania znakomicie poprawiają komfort pracy obserwatora i zwiększają precyzję prowadzonych badań.

Wprawdzie nowoczesne konstrukcje teleskopów automatycznych umożliwiają z założenia takie rozwiązania, jednak w przypadku obserwatorium na Suhorze wymiana podstawowego sprzętu obserwacyjnego wymagałaby znacznych nakładów finansowych.

W 2020 roku do teleskopu została dodana równoległa tuba optyczna SCT 35 cm (*Schmidt - Cassegrains Telescope*) [Rys.4], która umożliwia jednocześnie obserwacje fotometryczne w kilku zakresach oraz obserwacje polarymetryczne.

Obserwatorium dysponuje również mniejszymi teleskopami, w tym jeden RCT 20 cm (*Ritchey - Chretien Telescope*), umieszczony w małej kopule o średnicy 2 m [Rys.1], umożliwiający obserwacje jaśniejszych obiektów.



Rys.5 Budynek Obserwatorium
z 5-metrową kopułą [fot. M. Dróżdż]

W obserwatorium pracują:

sejsmometr z Instytutu Geozagrożeń Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie,

stacja PFN-77 Polskiej Sieci Bolidowej (*Polish Fireball Network – PFN*). Zadaniem sieci jest rejestracja meteorów nad terytorium Polski, wyznaczanie ich trajektorii w atmosferze, a także orbit oraz miejsc potencjalnych spadków meteoroidów w oparciu o obserwacje bazowe,

stacja sieci ALPS (*All-sky Light Pollution Survey*) mająca za zadanie monitorowanie „zanieczyszczenia światłem”, poprzez rejestrację obrazów i pomiary jasności nocnego nieba.

Długie ciągi obserwacyjne znakomicie poprawiają jakość wyznaczenia widma częstotliwości pulsacji gwiazd. Uzyskanie długich (obejmujących kilka do kilkudziesięciu dób) nieprzerwanych ciągów obserwacji gwiazd pulsujących nie jest możliwe dla jednego naziemnego obserwatorium astronomicznego, głównie z powodu dobowych zmian dnia z nocą.

W związku tym w 1986 roku powstał projekt badawczy obejmujący szereg współpracujących ze sobą obserwatoriów astronomicznych rozmieszczonych na Ziemi w lokalizacjach o różnych długościach geograficznych. Takie rozmieszczenie obserwatoriów pozwala na ciągłe monitorowanie wybranych celów obserwacyjnych pomimo obrotu Ziemi.

Od 1991 roku Obserwatorium Astronomiczne na Suhorze jest częścią takiej ogólnoswiatowej sieci obserwatoriów astronomicznych o nazwie „*The Whole Earth Telescope Project*” (**WET**) (**Teleskop Globalny**). Obserwatoria znajdują się na różnych długościach geograficznych wokół całego globu, tak, że jeśli w jednym miejscu noc się kończy, inne miejsce położone dalej na zachód może kontynuować obserwacje.

Badania koncentrują się głównie na badaniu pulsacji białych karłów, kompaktowych gwiazd o dużej gęstości, w końcowych etapach ich ewolucji. Większość takich gwiazd wykazujących nieradialne pulsacje ma wiele trybów pulsacji, a niektóre z nich mają częstotliwości rzędu jednego cyklu na dzień. Jedynym sposobem na zaobserwowanie tych rozszerzonych częstotliwości jest ciągła obserwacja w czasie dłuższym niż 24 godziny.

Dla każdej lokalizacji obserwacje rozpoczynają się, gdy niebo jest ciemne i trwają do momentu zatrzymania przez pogodę lub świt. Dane są następnie przesyłane do centrum kontroli. Każde miejsce po kolei wykonuje nakładające się na siebie obserwacje, dzięki czemu uzyskuje się ciągłą sekwencję danych, które mogą być następnie przetwarzane. Po skonstruowaniu krzywej zmian jasności, dane są poddawane transformacji Fouriera w celu uzyskania częstotliwości pulsacji. Typowa sesja obserwacyjna za pomocą WET, trwa od 10 do 14 dni i jest planowana raz lub dwa razy w roku. Początkowo do akwizycji danych obserwacyjnych używany był – zamontowany do teleskopu – fotometr trójkanałowy PMT (*Photomultiplier tube* – *fotopowielacz*), który umożliwiał jednoczesne obserwacje: obiektu, wybranego jako cel sesji obserwacyjnej, gwiazdy porównania i tła nieba. Później fotometr zastąpiony został kamerą CCD.

W 2004 r., w związku ze zmianą sposobu finansowania projektu, projekt zmienił nazwę na **DARC** (*Delaware Asteroseismic Research Center*). Jednakże nazwa **WET** funkcjonuje do dziś i do dziś kontynuowane są sesje obserwacyjne, w których uczestniczą obserwatoria astronomiczne z całego świata, w tym również Obserwatorium Astronomiczne UKEN na Suhotrze.

Od początku istnienia obserwatorium, prace badawcze koncentrowały się na fotometrii gwiazd zmiennych, ze szczególnym zwróceniem uwagi na gwiazdy zmienne zaćmieniowe, konstruowaniu i analizie diagramów O–C, badaniu układów zawierających dyski akrecyjne. Później dołączyły programy dotyczące badania gwiazd pulsujących (również w ramach WET). Jeszcze inną kategorią jest wieloletni program badawczy kwazarów – bardzo odległych i masywnych obiektów, w tym blazara OJ 287 – układu podwójnej czarnej dziury, generującej quasi-regularne rozbłyski, których natura wyjaśniana jest jako efekt obiegu mniejszej czarnej dziury, przechodzącej w ruchu orbitalnym przez dysk akrecyjny większej.

Aktualnie, oprócz kontynuowania wcześniejszych projektów, prowadzone prace badawcze dotyczą również młodych gwiazd typu T Tauri i FU Ori, obserwacji asteroid i bliskich Ziemi obiektów NEO, czy prowadzonych wspólnie z astronomami z Uniwersytetu Masaryka w Brnie (Republika Czeska) – badań gromad otwartych.

Obserwatorium na Suhorze, dysponując dobrymi warunkami obserwacyjnymi, posiada również możliwość prowadzenia badań polaryzacyjnych, które z powodzeniem prowadzone są od kilku lat, badając zmiany polaryzacji m.in. podczas rozbłysków wspomnianego wyżej OJ 287, a aktualnie gwiazdy EE Cep – unikalnego układu podwójnego, w którym mniejsza gwiazda ukryta jest w dysku gazowo – pyłowym, uczestniczącym w zaćmieniach jasnej, masywnej gwiazdy typu Be – głównego składnika układu.