

Interhelioprobe 2025-2026

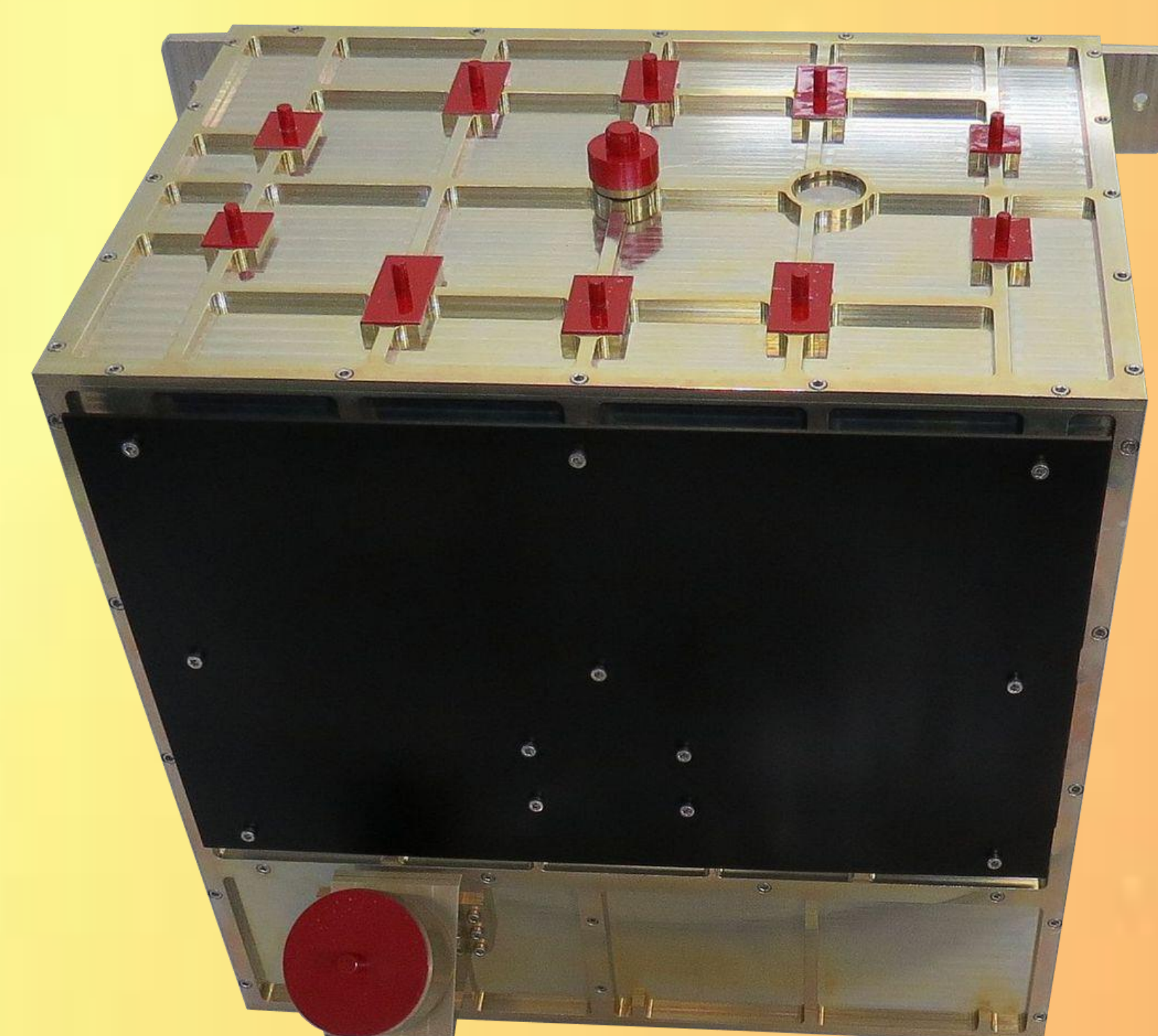
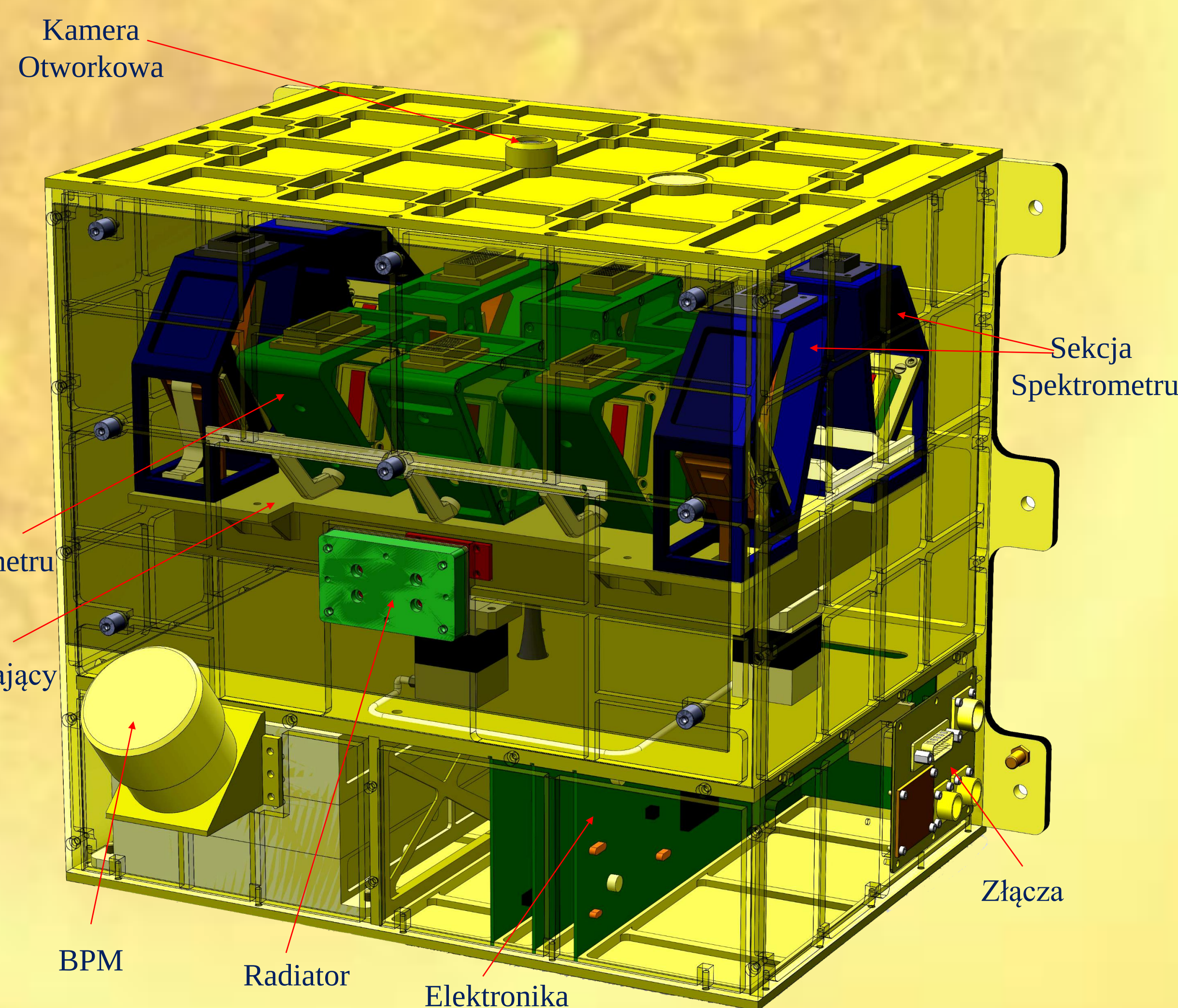
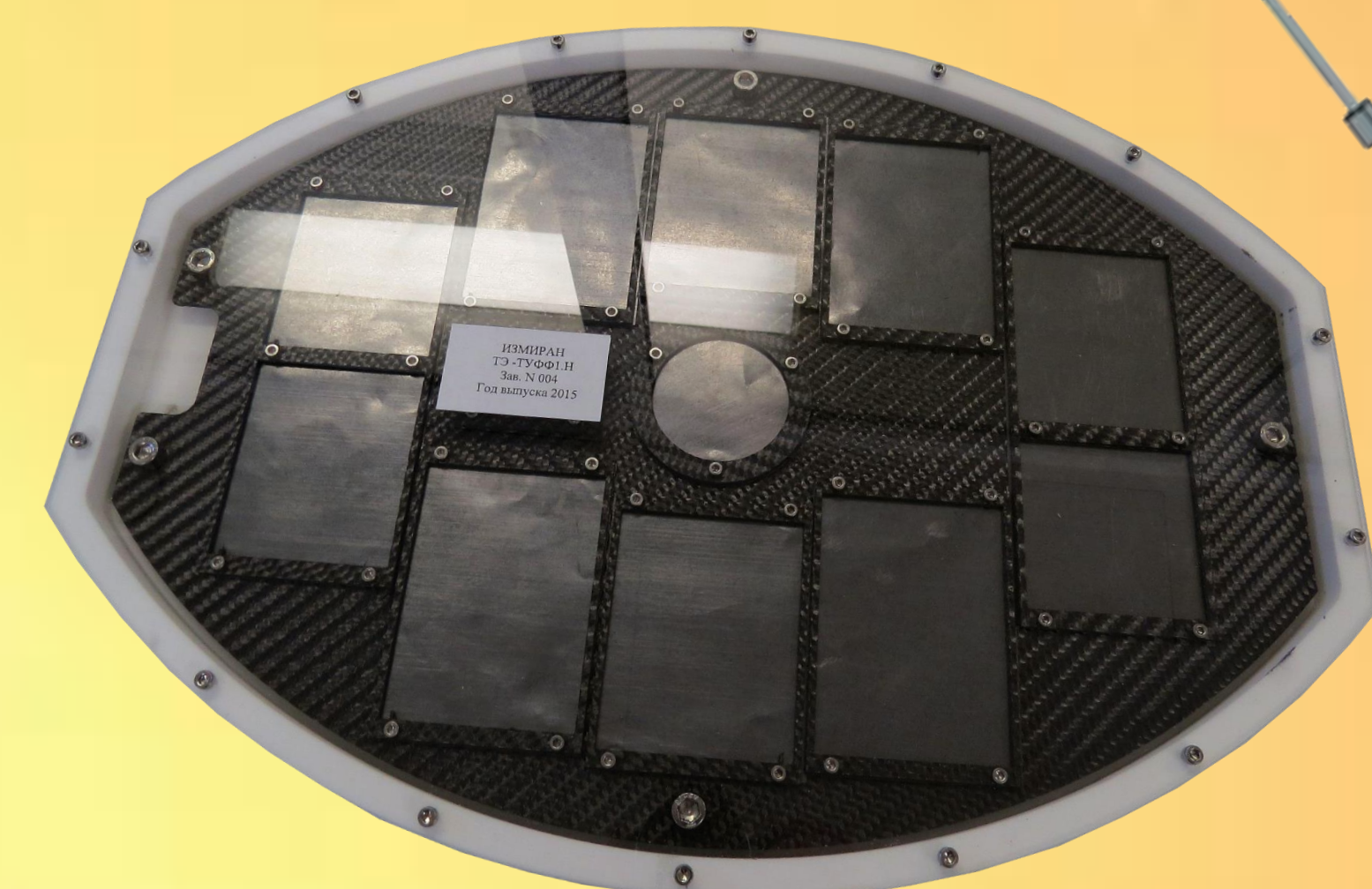
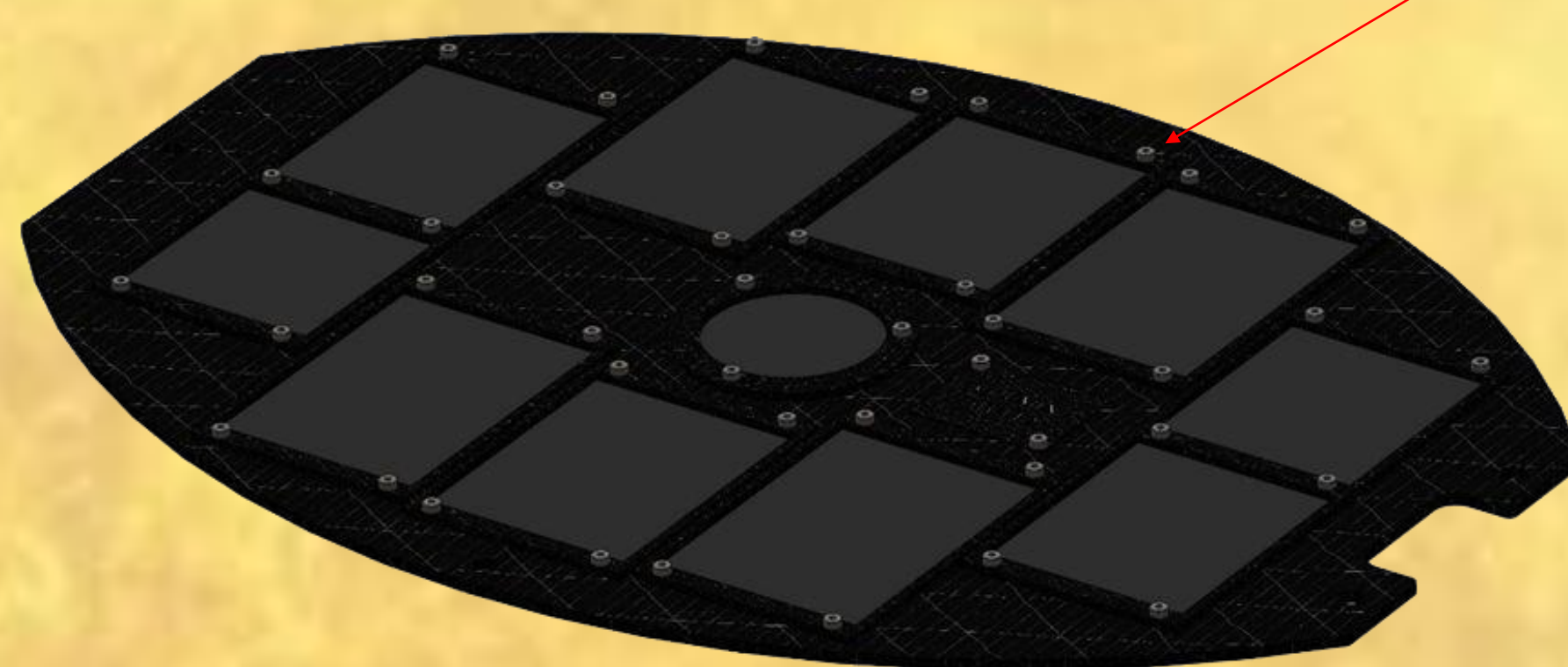
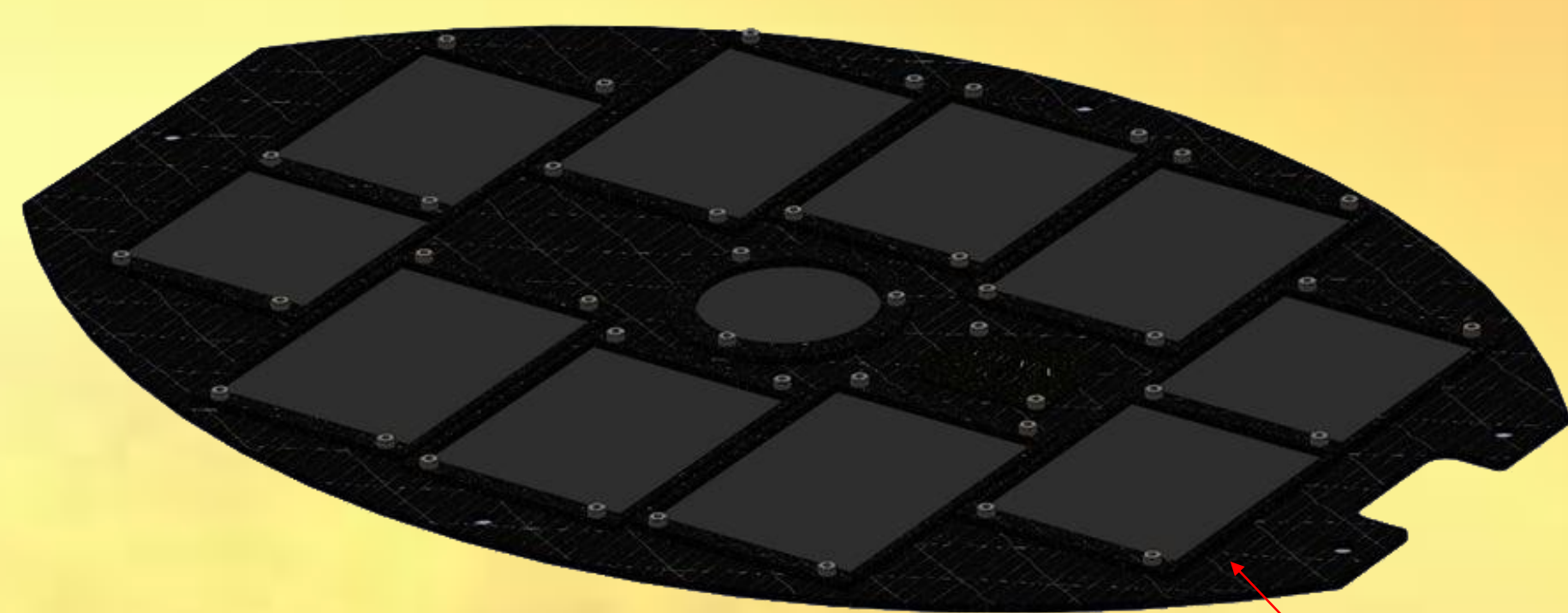
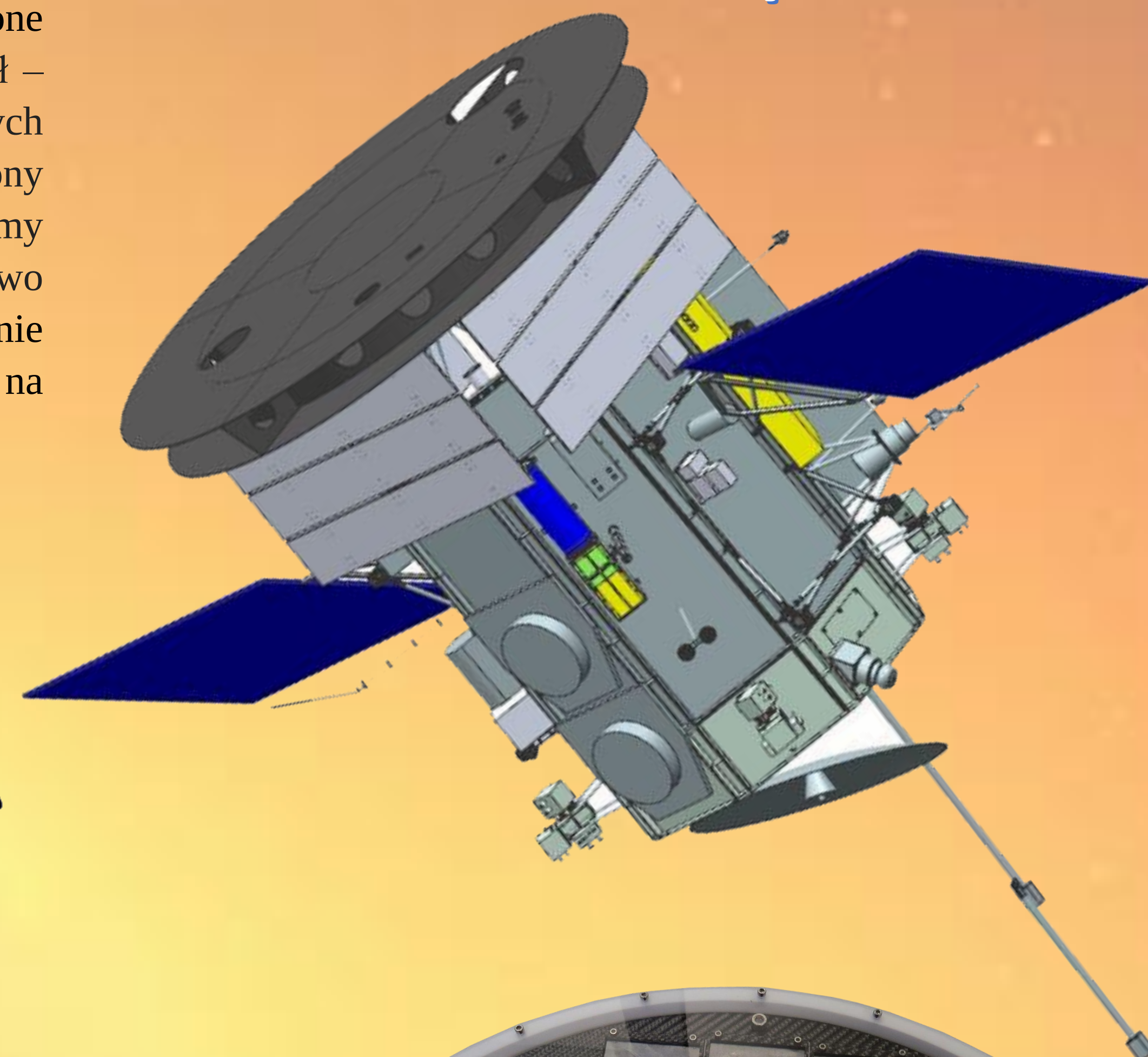


SPACE RESEARCH CENTRE
Polish Academy of Sciences
ul. Kopernika 11, 51-622 Wrocław
tel.: 071 3483238, fax: 071 3729372
www.cbk.pan.wroc.pl

Interhelioprobe (IHP) to projekt realizowany przez Rosyjską Agencję Kosmiczną. Poprzez serię manewrów grawitacyjnych w pobliżu Wenus sonda *Interhelioprobe* będzie stopniowo zbliżać się do Słońca, by ostatecznie osiągnąć odległość ~ 60 promieni słonecznych. Manewry grawitacyjne spowodują również nachylenie orbity sondy o ok. 30° w stosunku do orbity Ziemi. Jednym z głównych celów misji będzie badanie biegunów i obszarów równikowych Słońca z wysokich szerokości heliograficznych. Do celów misji IHP należą również badania procesów związanych z dynamiką i strukturą subtelną naszej gwiazdy, grzaniem korony słonecznej i przyspieszaniem wiatru słonecznego. Przebadana zostanie również plazma heliosferyczna. Planowane są dwie misje IHP, które zostaną wyniesione w przestrzeń kosmiczną przy użyciu rakiet Sojuz-Fregat w latach 2025 oraz 2026.

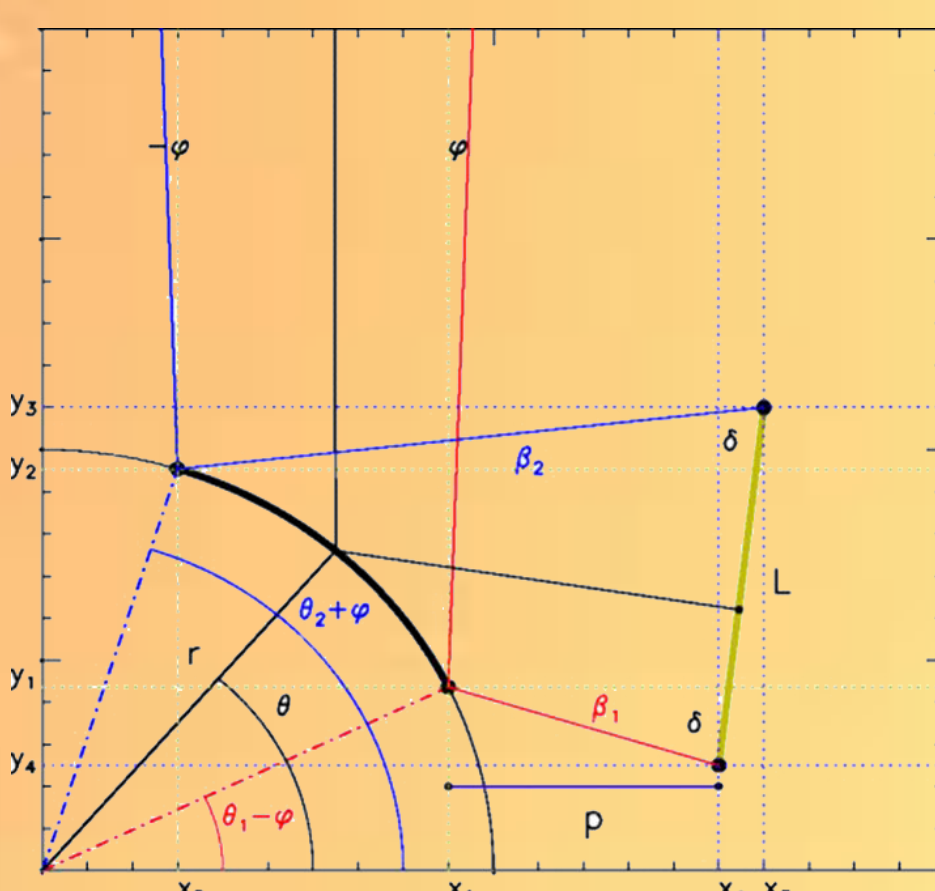
ChemiX- najnowszy i najnowocześniejszy instrument powstający obecnie we Wrocławiu. W jego skład wchodzi 4 spektrometry Bragga z odpowiednio wygiętymi kryształami i detektorami CCD oraz sekcja dopplerometru. Widma mierzone przez spektrometry pokryją całkowicie przedział długości fali od 1.5 do 9 Å. Sekcję dopplerometru tworzą 3 układy kryształ – detektor, które będą mierzyły widma w wąskich przedziałach długości fali wokół trzech silnych linii wysoko zjonizowanych pierwiastków: Fe (~ 1.85 Å), Ca (~ 3.2 Å) i Ar (~ 3.9 Å). W układzie dopplerometru każdy z przedziałów widma będzie mierzony przez 2 kryształy i 2 detektory ułożone w taki sposób, aby można było rozróżnić efekty wywołane przez ruchy poprzeczne plazmy na powierzchni Słońca od przesunięć dopplerowskich linii wywołanych ruchem wzdłuż linii widzenia obserwatora. Dodatkowo ChemiX będzie wyposażony w monitor cząstek wysokiej energii oraz kamerę typu pin-hole pozwalającą na uzyskanie rentgenowskich obrazów Słońca w czasie rzeczywistym. Spektrometry oraz sekcja dopplerometru zamontowane będą na platformie śledzącej, która, wykorzystując wskazania kamery, nakieruje je na poszczególne, interesujące obszary korony.

Satelita *Interhelioprobe*



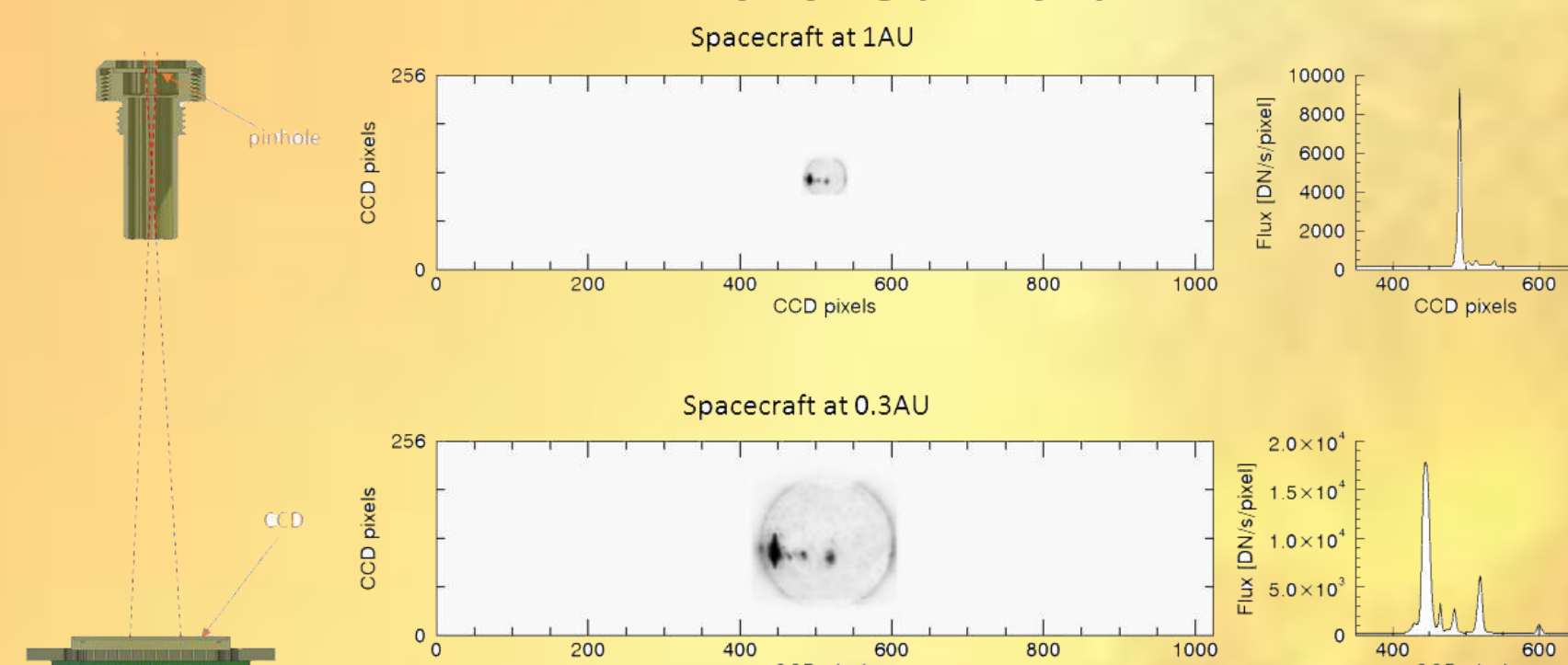
ChemiX wymiary:
334 x 253 x 310 mm
Waga: 6 kg

Makieta gabarytowa przyrządu **ChemiX**. Widoczna jest płyta radiatora (w kolorze czarnym) oraz główka detektora cząstek BPM (czerwona). Czerwonymi zaślepkami zasłonięto rentgenowskie tory pomiarowe (górna płyta).

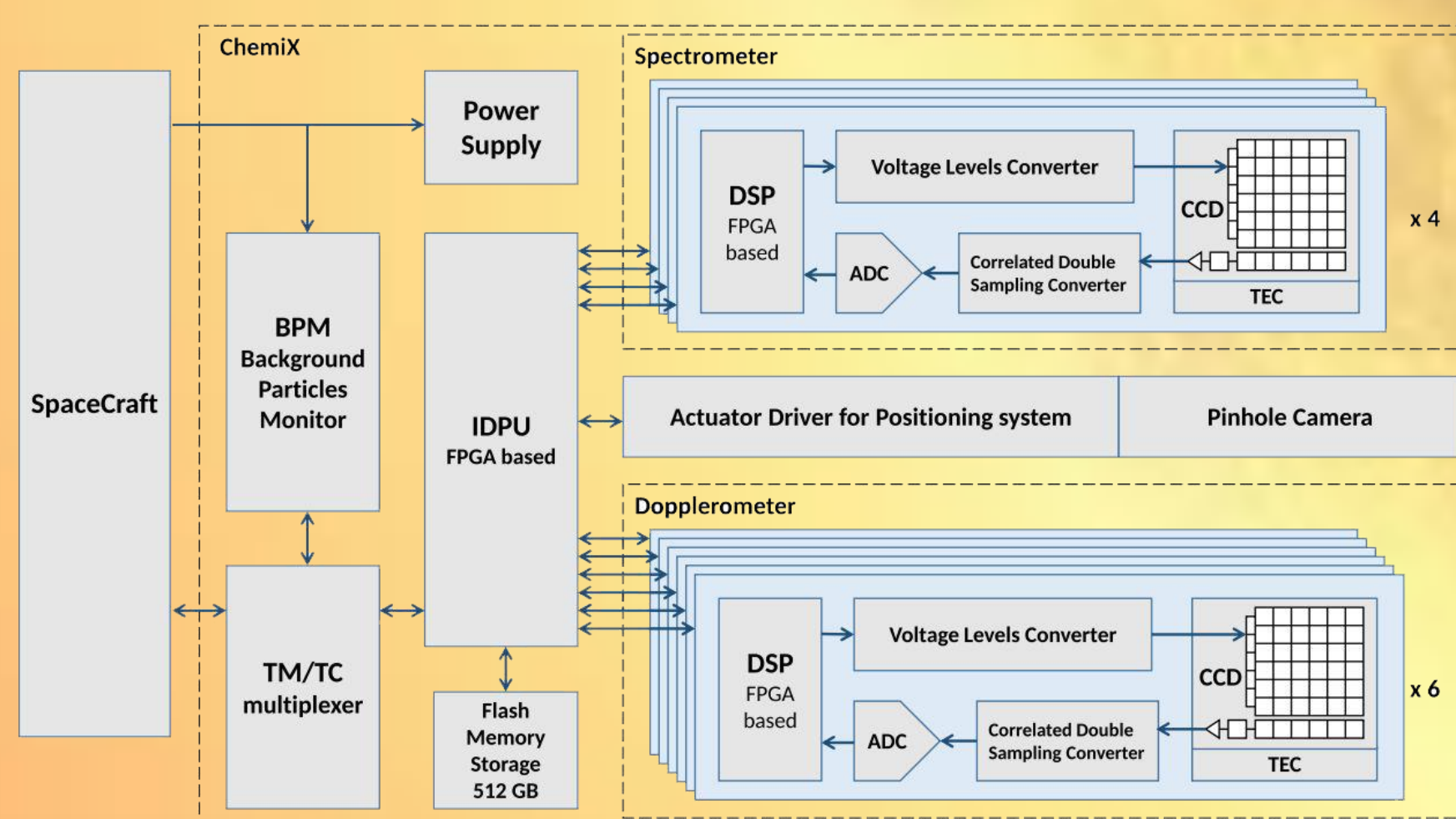


Na rysunku przedstawiony jest schemat układu kryształ-detektor. Promieniowanie rentgenowskie padające ze Słońca ulega dyfrakcji na kryształ o promieniu krzywizny r (gruba, ciemnoniebieska linia), po czym pada na detektor o długości L (gruba, żółta linia). Kąty θ , δ , β i φ są kątami niezbędnymi do wyznaczenia optymalnej geometrii układu.

Pin-Hole Camera

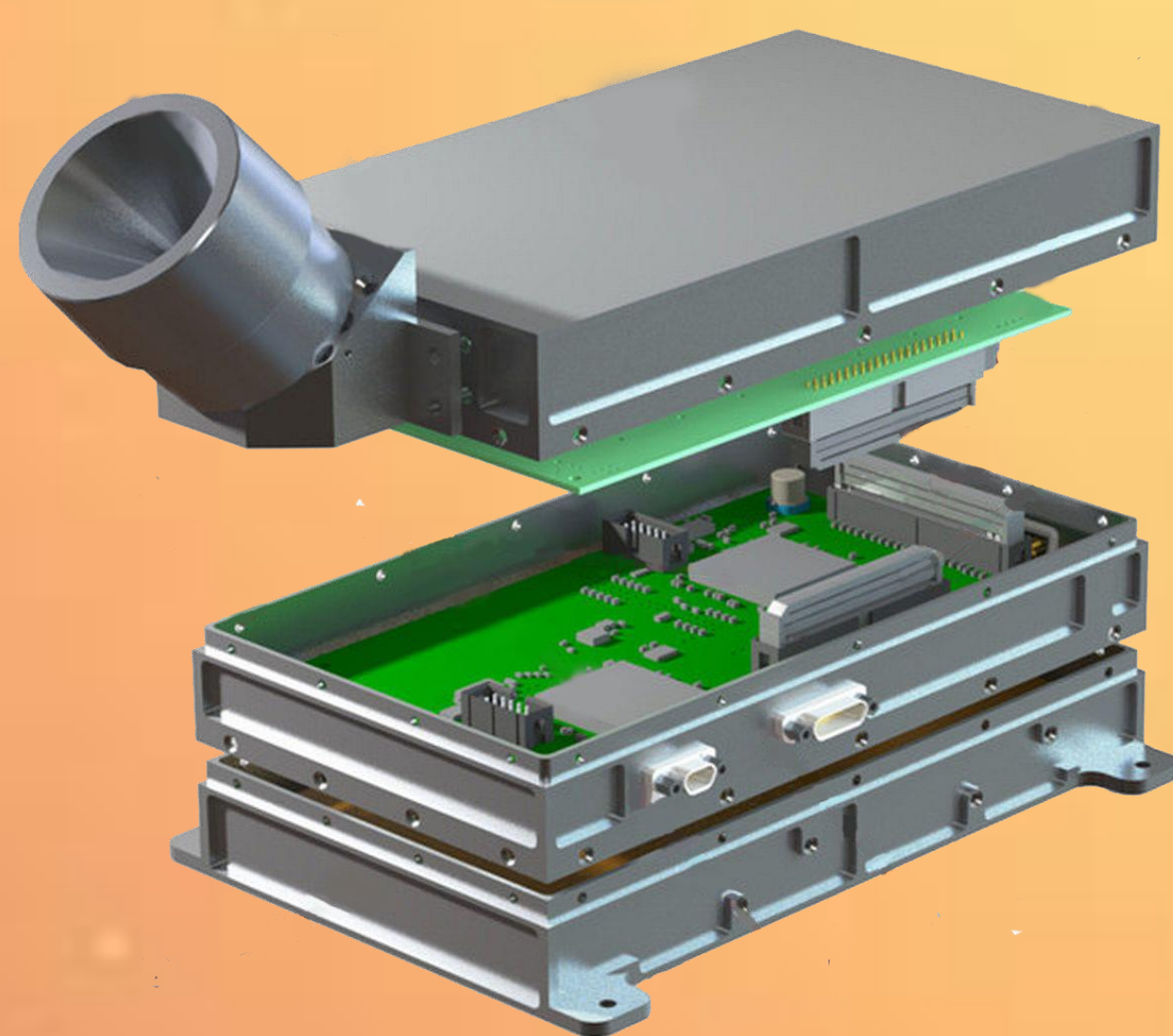


Kamera otwarkowa (pin-hole camera) o aperturze ok. 1 mm^2 tworzyć będzie rentgenowskie obrazy korony Słońca. Obrazy rejestrowane będą na detektorze CCD (1024×256) po przejściu przez cienki filtr grafitowy, co pozwoli na detekcję efektu tzw. pojaśnienia brzegowego. Obraz Słońca z wyraźnie obserwowanym pojaśnieniem brzegowym dysku pozwoli na wyznaczanie położenia obszarów o podwyższonej emisji we współrzędnych słonecznych.



Ogólna koncepcja konstrukcji elektronicznej przyrządu ChemiX.

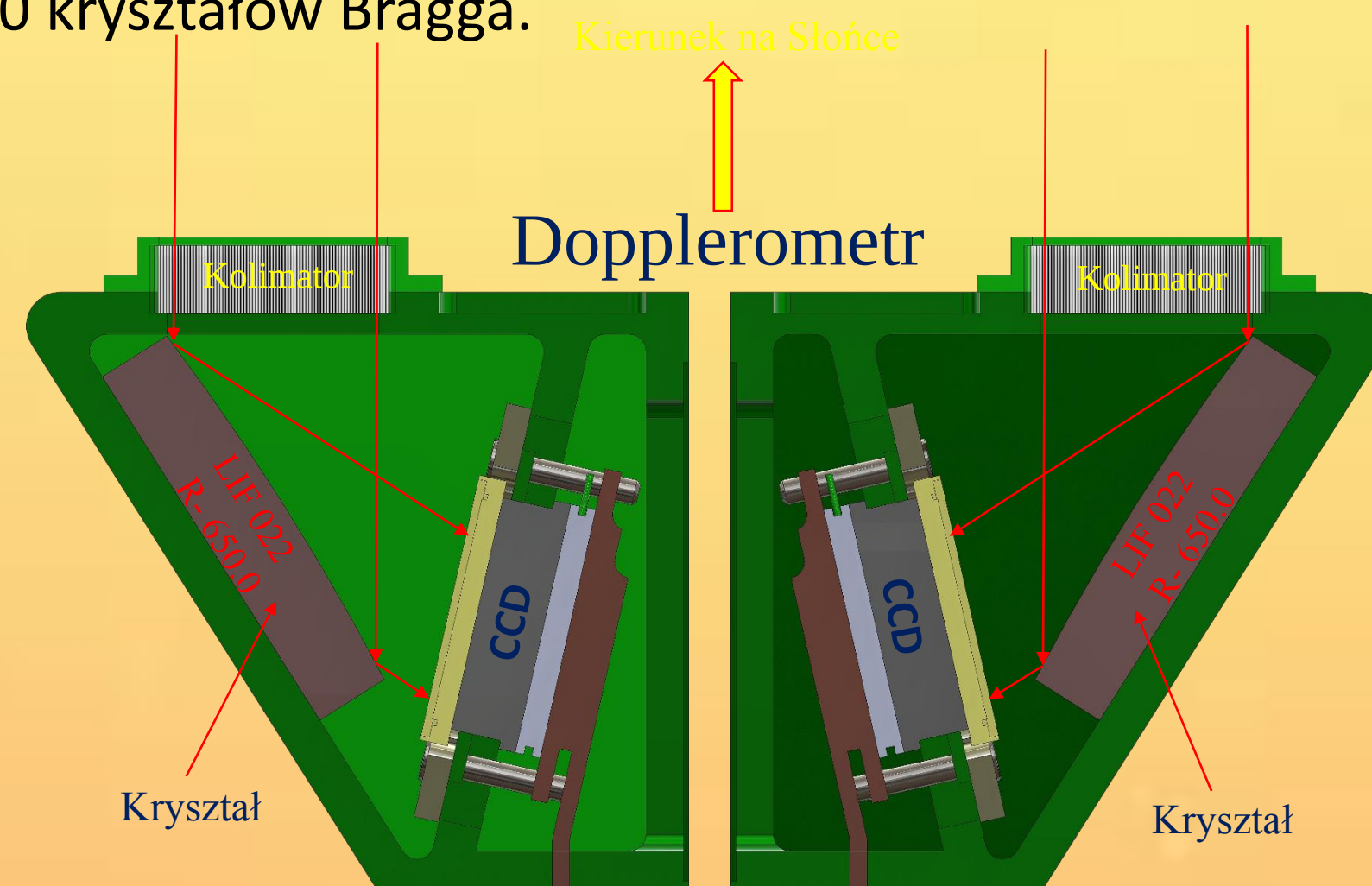
BPM Background Particle Monitor



System **BPM** to pół-autonomiczny moduł, którego głównym zadaniem jest ochrona delikatnych części elektroniki detektorów przed wpływem obecności „w środowisku” wysokoenergetycznych, naładowanych cząstek. Strumień cząstek mierzony przez BPM może rosnąć znacząco w trakcie przechodzenia sondy przez obłok naładowanych cząstek pochodzenia słonecznego (SEP), który może towarzyszyć niektórym rozbłyskom lub koronalnym wyrzutom materii (CMEs). Dla szczególnie silnych zjawisk, strumienie naładowanych cząstek mogą spowodować uszkodzenie elektroniki instrumentu, zatem obserwacje BPM posłużą do określenia, czy należy w danej sytuacji wyłączyć instrument lub ograniczyć zakres prowadzonych pomiarów.

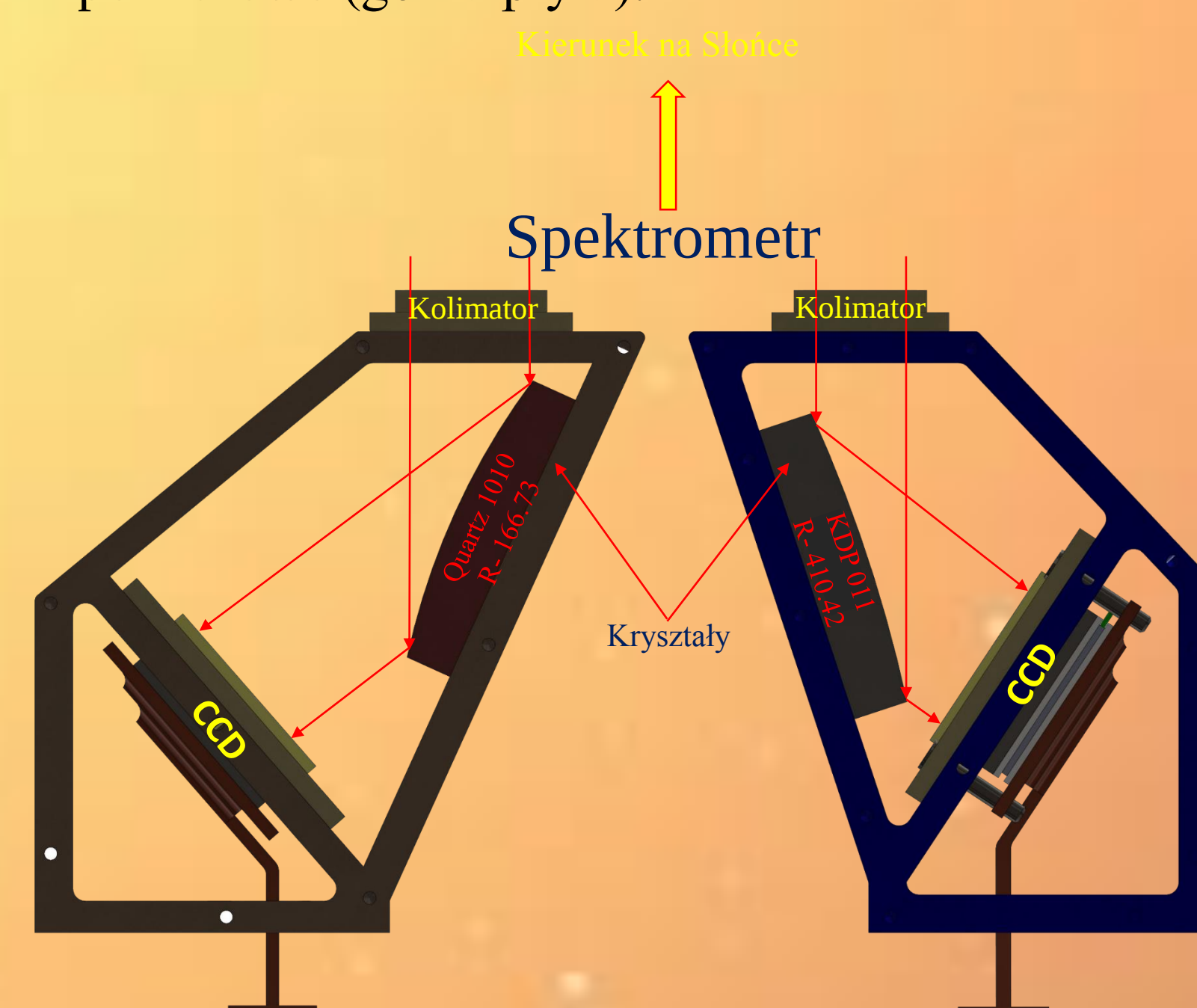
Schemat konstrukcji przyrządu **ChemiX**.

W górnej części przyrządu znajdują się dwa filtry promieniowania X, które mocowane będą do ekranów termicznych sondy *Interhelioprobe*. Spodziewana temperatura filtru to ok. 400°C (w perihelium, na odległości 0.3 j.a.). Pod filtrami znajduje się zespół pomiarowy zawierający między innymi 10 kryształów Bragga.



Crystal	Diffracting plane	Wavelength Range [Å]	Radius
LiF	022	1.835-1.949	650.0
Si	111	3.150-3.324	2500.0
Si	111	3.900-4.080	1000.0

Sekcja dopplerometru rentgenowskiego składa się z trzech par układów kryształ-detektor. W każdej parze oba kryształy są identyczne, układy różnią się jedynie przeciwnymi kierunkami dyspersji. Kryształy i ich promienie krzywizny dobrano tak, aby obserwować widma wokół linii wysoko zjonizowanych pierwiastków: Fe (~ 1.85 Å), Ca (~ 3.2 Å) i Ar (~ 3.9 Å).



Crystal	Diffracting plane	Wavelength Range [Å]	Radius
Si	111	1.500-2.713	176.000
Quartz	1010	2.700-4.304	166.729
KDP	011	4.290-5.228	410.425
KAP	001	5.200-8.800	364.731

Schemat wzajemnego rozmieszczenia kryształów i detektorów w jednej z dwóch **sekcji spektrometru** wraz z pokazanym przebiegiem promieni (czerwone linie) dla dwóch kanałów.

SOLPEX 2018-2019

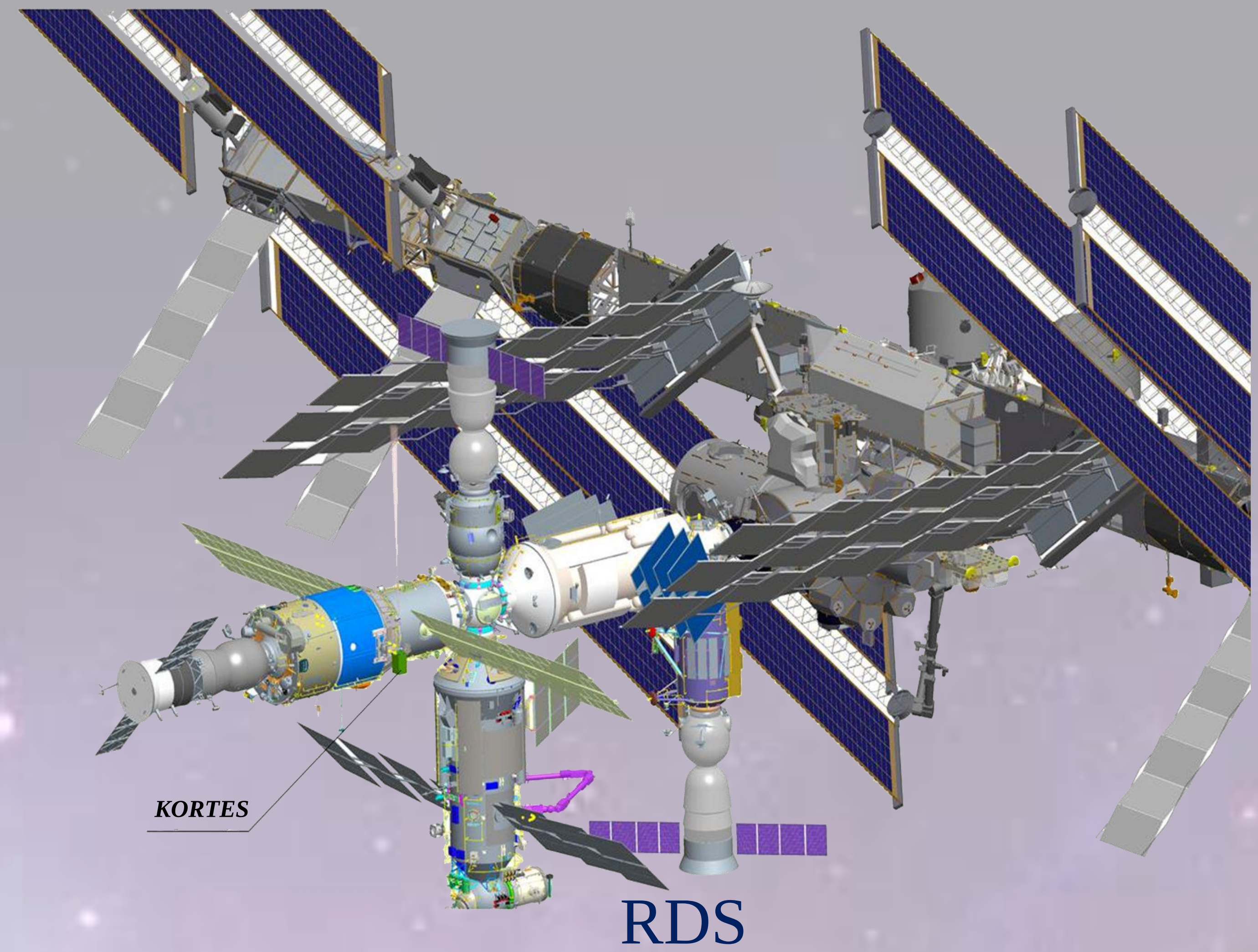


SPACE RESEARCH CENTRE
Polish Academy of Sciences
ul. Kopernika 11, 51-622 Wrocław
tel.: 071 3483238, fax: 071 3729372
www.cbk.pan.wroc.pl

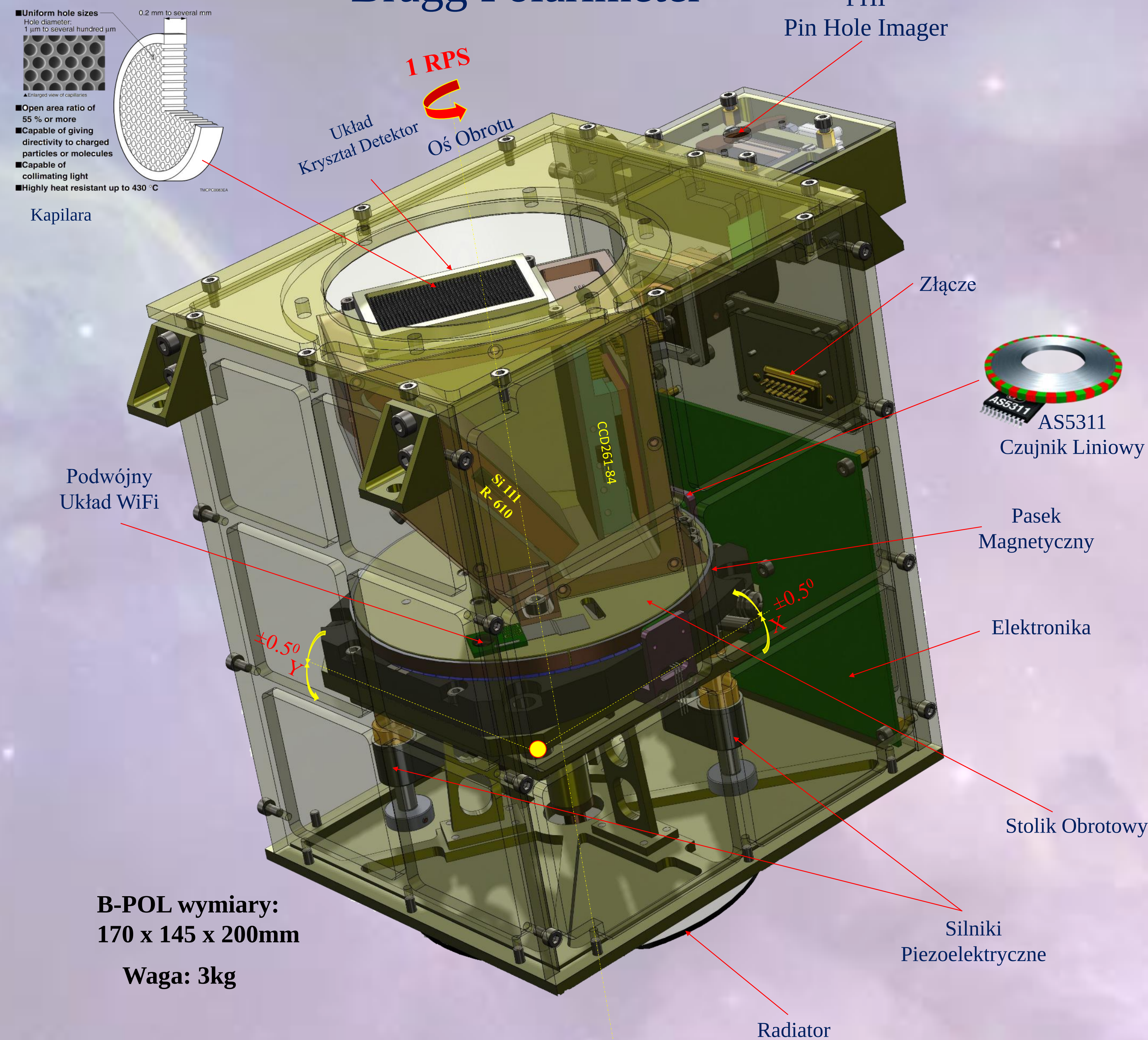
Międzynarodowa Stacja Kosmiczna

SOLPEX będzie częścią instrumentu **KORTES**, który zostanie **umieszczony** na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, na specjalnym wysięgniku naprowadzanym na Słońce. Głównymi celami naukowymi instrumentu **SOLPEX** są:

- Pomiary liniowej polaryzacji w zakresie promieniowania rentgenowskiego pochodzącej od rozbłysków słonecznych, jak też i innych źródeł astrofizycznych będących w zasięgu obserwacji.
- Zbadanie zmian parametrów fizycznych plazmy rozblyskowej takich jak np. funkcja rozkładu plazmy po temperaturach, prędkość turbulentna, przesunięcia dopplerowskie linii widmowych i określenie składu chemicznego emitującej plazmy. Wszystkie te pomiary będą wykonywane z niespotykaną dotąd rozdzielczością czasową.
- Pomiary słonecznego widma promieniowania rentgenowskiego w zakresie 1-15 keV, ze średnią rozdzielczością widmową, z czułością około 10^{-10} W/m² i rozdzielczością czasową bliską 1 ms.
- Pomiary widm promieniowania rentgenowskiego pochodzącego od obszarów aktywnych i rozbłysków z bardzo dużą rozdzielczością czasową i niespotykaną rozdzielczością spektralną.



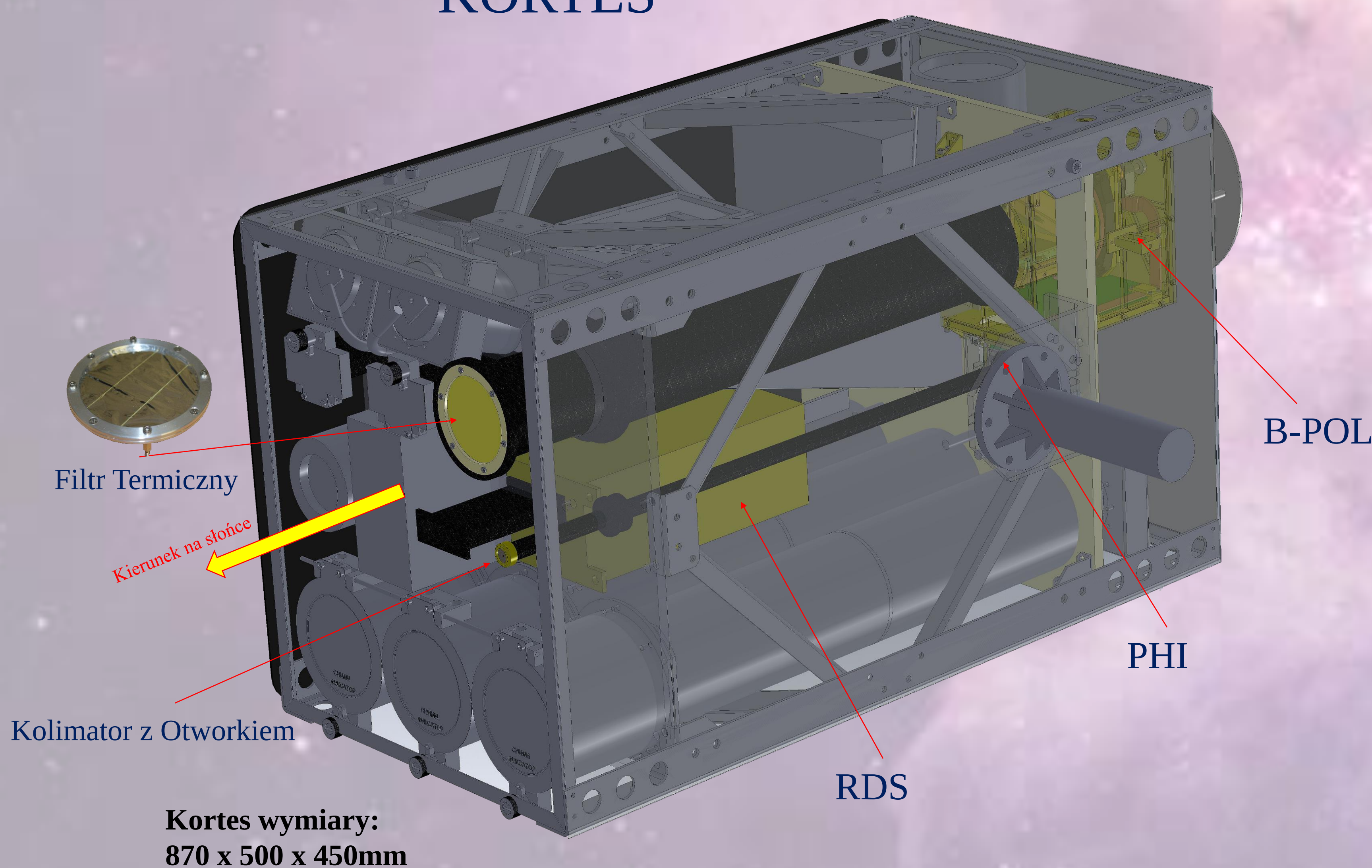
B-POL Bragg Polarimeter



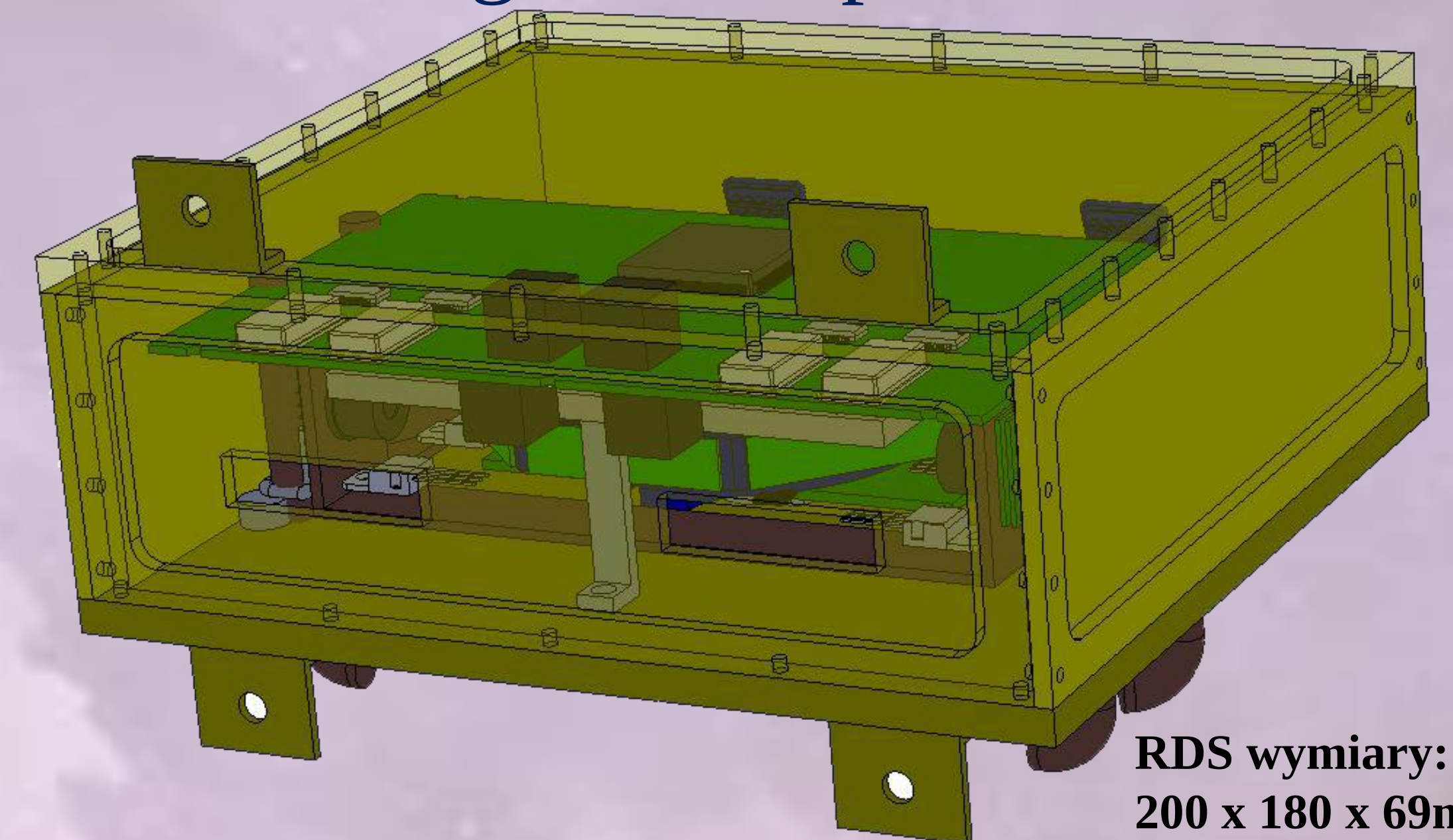
B-POL wymiary:
170 x 145 x 200mm
Waga: 3kg

Polarymetr rentgenowski **B-POL** składa się z cylindrycznie wygiętego kryształu, który odbija promieniowanie rentgenowskie zgodnie z prawem Bragga w kierunku detektora CCD. Zastosowano kryształ krzemu (Si 111) o promieniu krzywizny 610 mm oraz duży detektor CCD firmy E2V (2048x4104; 30.7 mm x 61.6 mm). Układ ten będzie rotował wzdłuż osi skierowanej na wybrane źródło promieniowania rentgenowskiego na Słońcu. Prędkość rotacji wyniesie 1 obrót na sekundę. Polarymetr będzie rejestrował promieniowanie rentgenowskie z zakresu 3.940 Å - 4.504 Å z bardzo dobrą rozdzielczością widmową ok. 0.00014 Å/bin. W tym wybranym przedziale obserwuje się szereg linii emisyjnych pochodzących od silnie zjonizowanych pierwiastków: Ar XVII, S XV, S XVI oraz Cl XVI.

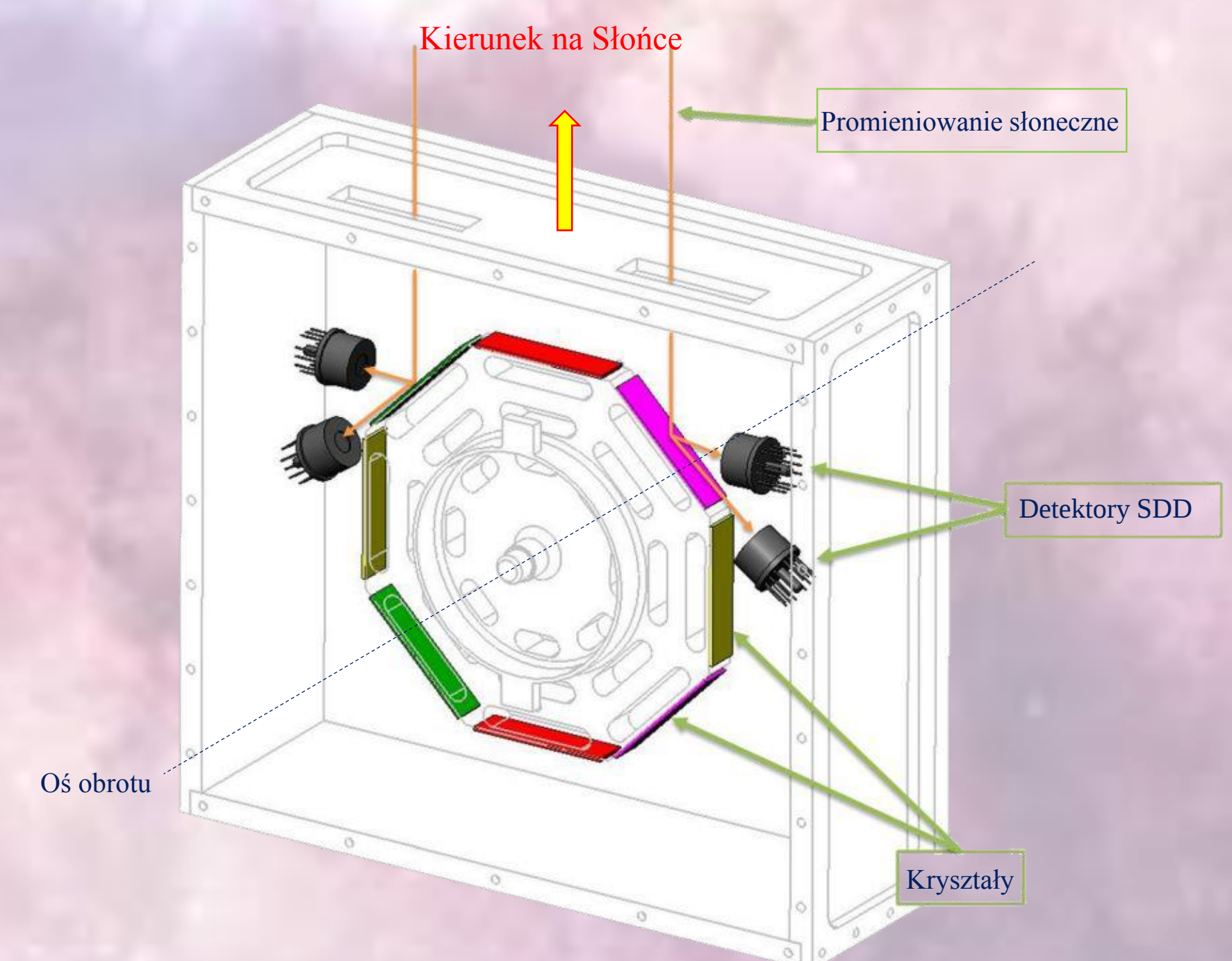
KORTES



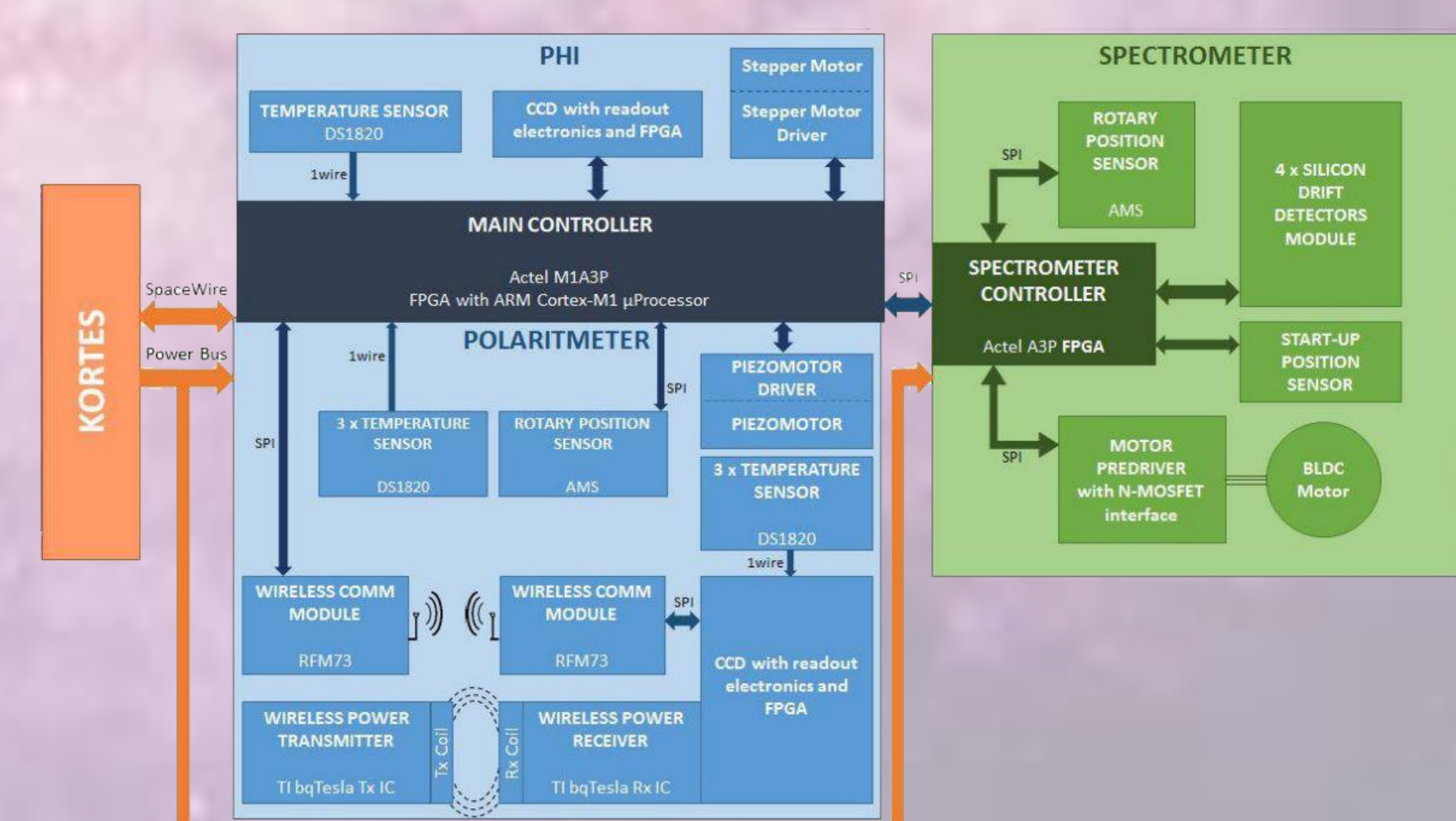
RDS Rotating Drum Spectrometer



Szybko rotujący spektrometr rentgenowski **RDS** składa się z bębna w kształcie ośmiościanu rotującego z prędkością 10 obrotów/s. Na ścianach bębna zamontowane są płaskie kryształy. Promieniowanie pochodzące ze Słońca oświetla je i (zgodnie z prawem Bragga) z wiązki padającej pod zadanym kątem na określony kryształ, odbite zostaje promieniowanie o określonej długości fali. Dzięki rotacji kąty padania promieniowania na ściany bębna ulegają ciągłej zmianie - a tym samym obserwowane są różne długości fali. Bęben będzie rotował w taki sposób, że promieniowanie odbijane będzie kolejno w kierunku jednego z czterech detektorów SDD. Używane będą detektory firmy Ketek (Vitus) o dużej powierzchni i bardzo dużej szybkości odpowiedzi (1 μs). Zastosowanie siedmiu różnych kryształów pozwoli nam obserwować szeroki zakres promieniowania rentgenowskiego od 0.3 do 22.8 Å. Jeden z kryształów będzie powielony i ustawiony w konfiguracji dopplerometru, co pozwoli nam dokładnie wyznaczać prędkości radialne plazmy.



Schemat funkcjonalny szybko rotującego spektrometru RDS



Ogólna koncepcja konstrukcji elektronicznej przyrządu SolpeX