

STUDENCKIE KOŁO ASTRONAUTYCZNE
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

PW-SAT2

PRELIMINARY REQUIREMENTS REVIEW

Kamery *Cameras*

Faza A projektu PW-Sat2

1.0 PL

Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego



2014-04-07

Abstrakt

Niniejszy dokument jest częścią podsumowania fazy A projektu satelity studenckiego PW Sat2. Opisuje założenia i wymagania stawiane kamerze do obserwacji żagła deorbitacyjnego oraz zawiera przegląd proponowanych kamer.

Dokument jest publikowany wraz z poniższym:



PW-Sat2 – Preliminary Requirements Review

	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

HISTORIA ZMIAN

Wersja	Data	Zmiany	Odpowiedzialny
0.1		Powstanie niniejszego dokumentu w wersji polskiej.	Mateusz Sobiecki
1.0 PL	2014-04-07	Przepisanie dokumentu do spójnego szablonu	Dominik Roszkowski
1.0.1 PL	2014-07-02	Drobne zmiany redakcyjne	Dominik Roszkowski

This document is also available in English.



	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

SPIS TREŚCI

1	Wprowadzenie	3
1.1	<i>Cel.....</i>	3
2	Wymagania	4
2.1	<i>Wymagania dotyczące wyboru kamery.....</i>	4
2.2	<i>Wymagania od innych podsystemów i poziomy sukcesu</i>	5
3	Przegląd kamer	6
4	Wybór kamer do testów i dalsze prace	8
5	Szacowane koszty.....	9

INDEKS TABEL

Tabela 2-1	Poziomy sukcesu kamery CAM2.....	5
Tabela 5-1	Szacowane koszty systemu kamer.....	9



	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

1 WPROWADZENIE

1.1 CEL

Kamera CAM2 wchodząca w skład ładunku użytecznego (payloadu) eksperymentalnego satelity PW-Sat2 ma za zadanie zarejestrować proces otwierania żagla deorbitacyjnego. Nagrany film oraz zdjęcia po przesłaniu do stacji naziemnej pozwolą na wizualną ocenę działania mechanizmu systemu deorbitacyjnego, która może posłużyć do dalszego rozwoju technologii.

Kamera zamontowana zostanie na wewnętrznej powierzchni rozkładanej ścianki z ogniwami słonecznymi. Ze względu na niewielką odległość kamery od powierzchni żagla może być konieczne użycie kamery o dużym polu widzenia lub zastosowanie dodatkowego układu optycznego.



	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

2 WYMAGANIA

2.1 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYBORU KAMERY

Po przeprowadzeniu przeglądu dostępnych na rynku modułów kamerowych oraz zapoznaniu się z układami kamerowymi innych satelitów typu Cubesat, zdecydowano się na ograniczenie wyboru do modułów kamerowych z matrycą CMOS, podobnych do układów stosowanych w telefonach czy laptopach. Wybrany typ jest w stanie spełnić następujące wymagania:

- Mała masa kamery – do 40 g (masa modułu kamerowego wynosi ok. 5-10 g; ze względu na wymagane duże pole widzenia kamera może zostać wyposażona w opracowywany układ optyczny, którego masa wyniesie do 10g; możliwe uzyskanie masy całkowitej poniżej 20g);
- Niewielkie wymiary – do 20 x 20 x 20 mm (wymiary modułów kamerowych mieszczą się w zakresie 8 x 8 x 5 mm; szacowane wymiary dedykowanego układu optycznego to 8 x 8 x 8 mm);
- Możliwość pracy w przestrzeni kosmicznej (w tym celu konieczne przeprowadzenie testów próżniowych);
- Zakres temperaturowy – wstępnie szacowany szerszy zakres temperaturowy, w którym mogą być przechowywane kamery z odłączonym zasilaniem – -40°C do +90°C (podawany przez producentów zakres temperatur operacyjnych wynosi od -20/30°C do +70°C; wymagane doprecyzowanie założeń przez wykonanie analiz termicznych, w szczególności ze względu na umieszczenie kamery po wewnętrznej stronie otwieranej ścianki z ogniwami słonecznymi);
- Napięcie zasilające – poniżej 5V (typowe dla wszystkich kamer z matrycą CMOS jest 3.3V);
- Moc – poniżej 1W (typowe dla wszystkich kamer z matrycą CMOS jest ok. 0.5W);
- Rozdzielczość – ok. 0.3 Mpix (określane przez możliwości przesyłu danych do stacji naziemnej oraz minimalną akceptowalną rozdzielczość);
- Pole widzenia – ok. 100°-130° (konieczne zaprojektowanie układu optycznego zwiększającego pole widzenia z typowych 70° w celu zapewnienia możliwości obserwacji większej powierzchni żagła; znaczna dystorsja obrazu jest akceptowalna);
- Automatyczny balans bieli;
- Wbudowana kompresja obrazu (ułatwiająca przetwarzanie zebranych danych oraz umożliwiającą przesłania zdjęcia lub filmu w czasie pojedynczej sesji komunikacyjnej);

	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

- Interfejs I²C do sterowania kamerą oraz 8-bitowy interfejs równoległy do przesyłania danych;



2.2 WYMAGANIA OD INNYCH PODSYSTEMÓW I POZIOMY SUKCESU

Określono następujące wymagania dla pracy kamery:

- Kamera CAM2 wymaga poprawnego zadziałania układu otwieranych paneli słonecznych (SADS);
- Układ zasilania powinien zapewnić wystarczającą moc wymaganą dla pracy kamery;
- Pamięć wewnętrzna musi zapewnić możliwość przechowywania przynajmniej 20 skompresowanych zdjęć o rozmiarze 200kB każde oraz 10 skompresowanych filmów o rozmiarze 1MB każdy (na podstawie analiz dotyczących kompresji obrazów i filmów);

Poziomy sukcesu kamery CAM2:	
1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ uruchomienie kamery przed otwarciem żagla; ▪ nagranie filmu podczas otwierania żagla oraz wykonanie kilku zdjęć późniejszego zachowania żagla w przestrzeni kosmicznej; ▪ przesłanie danych na Ziemię;
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ w przypadku problemów z przesyłaniem dużej ilości danych ograniczenie się do przesłania zdjęć/zdjęcia;
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ w przypadku problemów z przesłaniem zdjęcia ograniczenie się do porównania przez komputer pokładowy obrazów uzyskanych przed i po potencjalnym otwarciu żagla; ▪ dane zapisane w telemetrii przesłane do stacji naziemnej.



Tabela 2-1 Poziomy sukcesu kamery CAM2


	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		



3 PRZEGLĄD KAMER

Do tej pory wytypowano kilka kamer najbliższych spełnieniu wszystkich wymagań:

Kamera	Cechy	Cena	Fotografia
Sparkfun	dostępna w sklepie Nettigo matryca 1/6" rozdzielczość: 640x480 do 30 ramek na sekundę rozmiar: 6x6x4.5mm interfejs I2C format: YUV422, RGB565 waga: 1g pole widzenia: 45°	41 zł	
Micron	dostępna w sklepie Kamami matryca 1/6" rozdzielczość: 1600x1200 do 30 ramek na sekundę pobór mocy: do 245mW format: BT601, RGB565/555/444, YCbCr422 pole widzenia: 45°	47 zł	
Leopard Imaging LI-OV5640-MIPI-AF	dostępność: czeski sklep Mouser Electronics z serwisem i obsługą techniczną w Polsce matryca 1/4" rozdzielczość 5Mpix ramek na sekundę: od 15 do 120 pole widzenia: 65° format: RAW RGB, RGB565/555/444, YUV422/420, YCbCr422, kompresja pobór prądu: do 140mA wymiary: 7.4x7.4mm	64€	

	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		



<p>Leopard Imaging LI-5M05CM-AF</p>	<p>dostępność: czeski sklep Mouser Electronics z serwisem i obsługą techniczną w Polsce. matryca 1/4" rozdzielczość 5Mpix ramek na sekundę: od 15 do 120 pole widzenia: 66° format: RAW RGB, RGB565/555/444, YUV422/420, YCbCr422, I2C kompresja pobór mocy: 550mW wymiary: 8.5x8.5x5.5mm</p>	<p>72€</p>	
---	---	------------	---

	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

4 WYBÓR KAMER DO TESTÓW I DALSZE PRACE

Do tej pory zakupiono dwa egzemplarze kamery Sparkfun ze względu na swoją niską cenę. Trwa integracja z własną elektroniką, planowane testy wytrzymałościowe w komorze próżniowej. Planowany jest zakup kamery firmy Leopard Imaging.

Rozpoczęto również prace nad opracowaniem układu optycznego zwiększającego pole widzenia kamery.

	PW-Sat2	Kamery	
	1.0 PL	Kategoria: Tylko do użytku wewnętrznego	
	Faza A projektu PW-Sat2		

5 SZACOWANE KOSZTY

Moduły kamerowe	do 1,5 tys. zł (możliwy zakup do 5 sztuk);
Elektronika	do 1 tys. zł;
Wykonanie obiektywu	do 0,5 tys. zł;
Koszty przesyłki	do 0,5 tys. zł
Łącznie	ok. 3,5 tys. zł

Tabela 5-1 Szacowane koszty systemu kamer

W przypadku pomyślnego przejścia testów przez pierwsze modele kamer możliwe jest zmieszczenie się w kwocie 2,5 tys. zł.