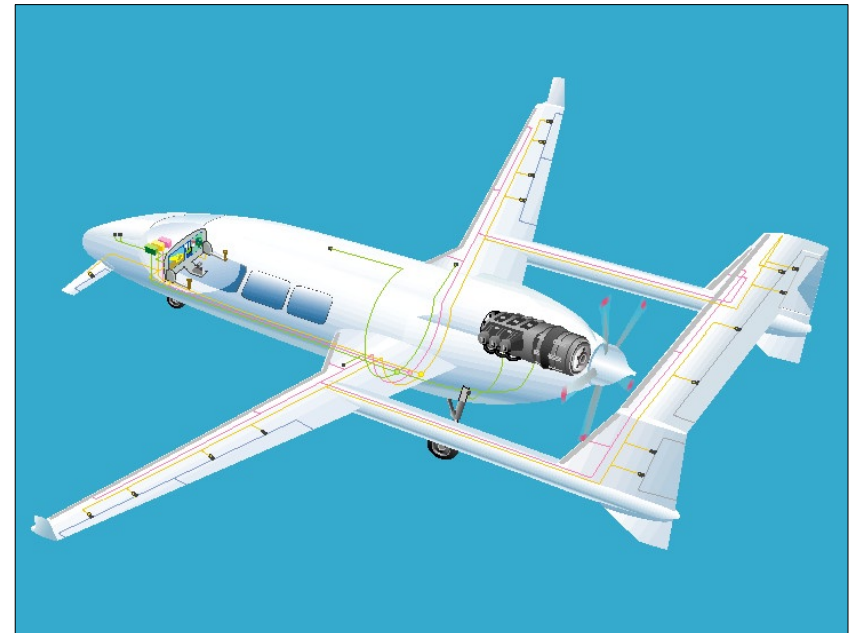




*Stan obecny i perspektywy zastosowania:*

# *Przyjazny układ sterowania dla samolotów lekkich*

*Katedra Awioniki i Sterowania PRz*





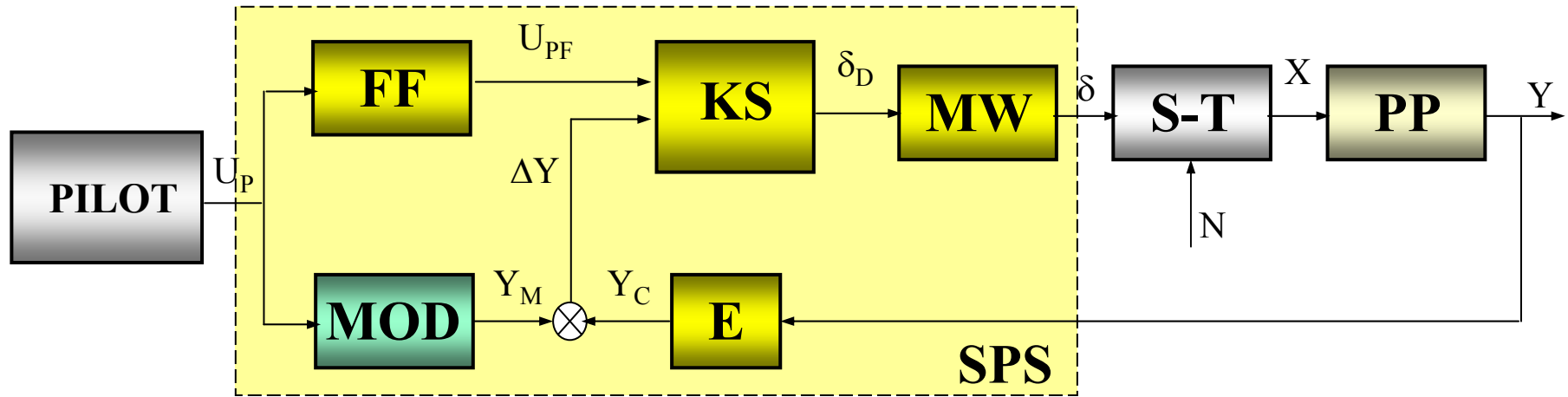
## *Samoloty ogólnego przeznaczenia:*

- Lekkie samoloty dyspozycyjne, turystyka lotnicza,
- **EPATS** – European Personal Air Transportation System,
- Samoloty lekkie są łatwe w pilotażu,
- **Statystyka: powodem 80% wypadków jest błąd człowieka,**
- Możliwość kształtowania właściwości pilotażowych samolotu,
- Samolot bezpieczny i przyjazny dla użytkownika,
- Systemy pośredniego sterowania samolotem (Fly-by-wire).



# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

## *Eksperymentalny system sterowania SPS-1*



## Kształtowanie właściwości pilotażowych samolotu wraz z systemem zabezpieczeń

**SPS** – System Pośredniego Sterowania

**FF** – Filtr formujący

**KS** – Komputer sterujący

**MW** – Mechanizm wykonawczy

**S-T** – Samolot

**PP** – Przyrządy pomiarowe

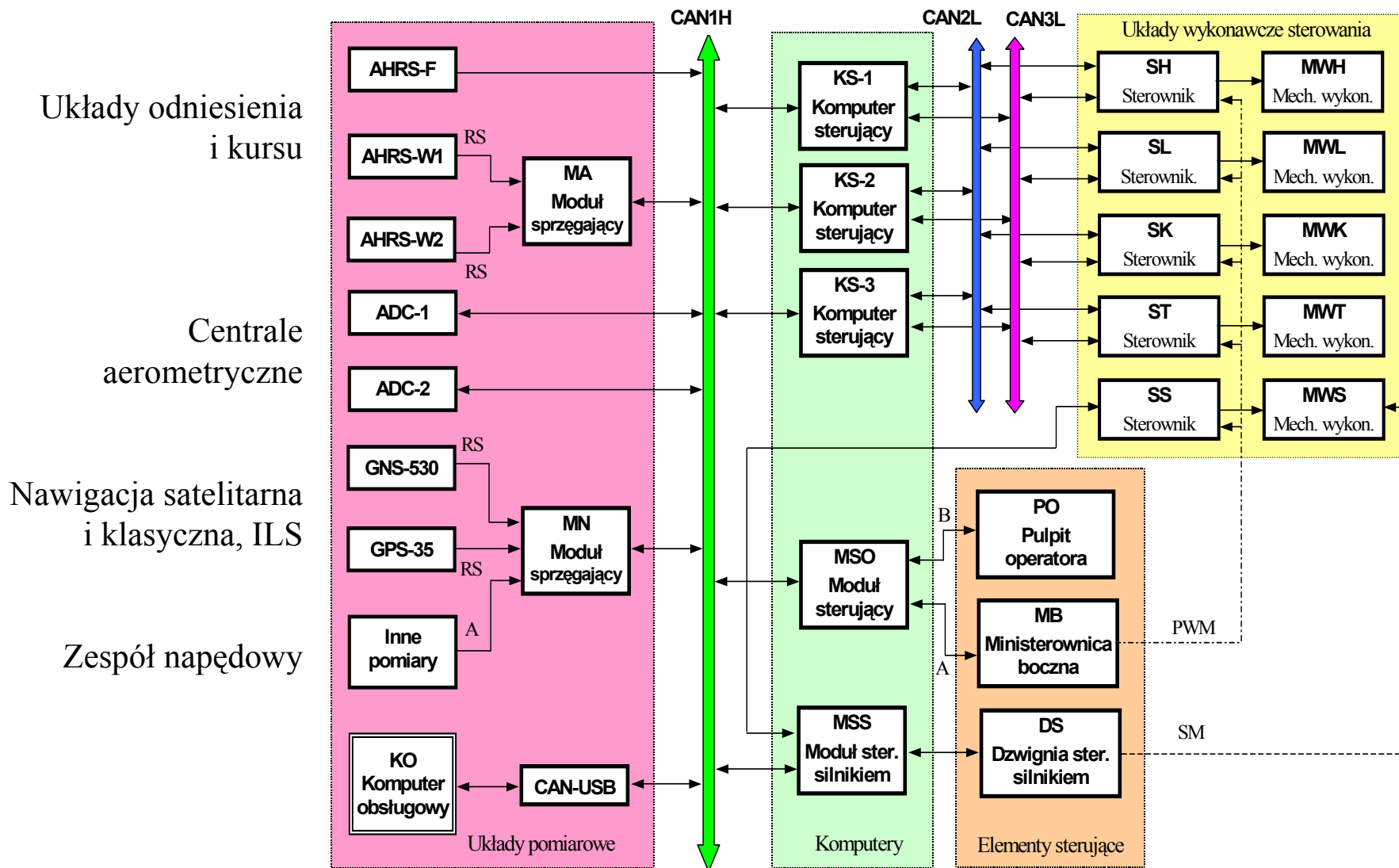
**MOD** – Model idealnego samolotu

**E** – Estymator stanu



# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

## *Eksperymentalny system sterowania SPS-1A*



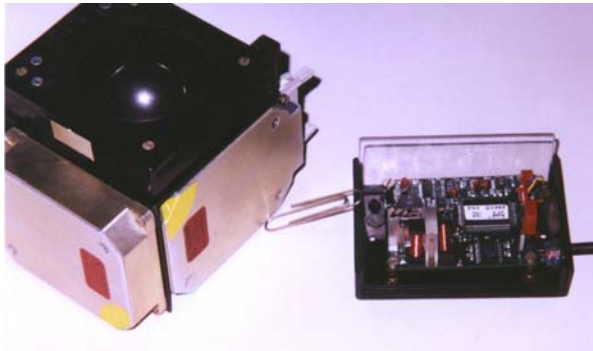


# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

## Eksperymentalny system sterowania SPS-1

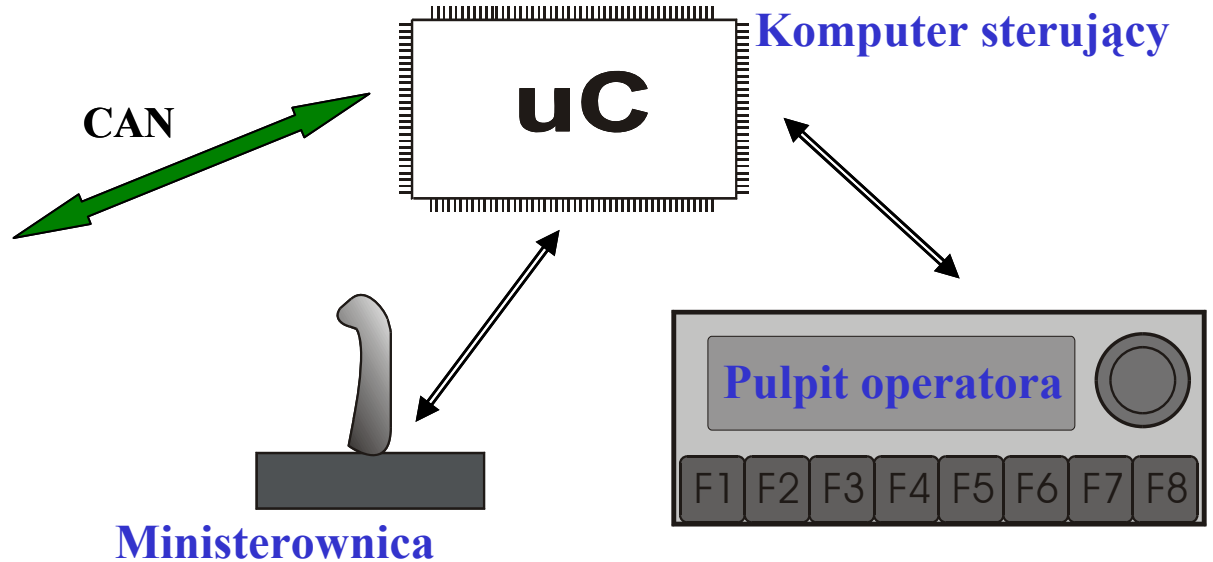
### Rozwiązania sprzętowe

#### Układy pomiarowe



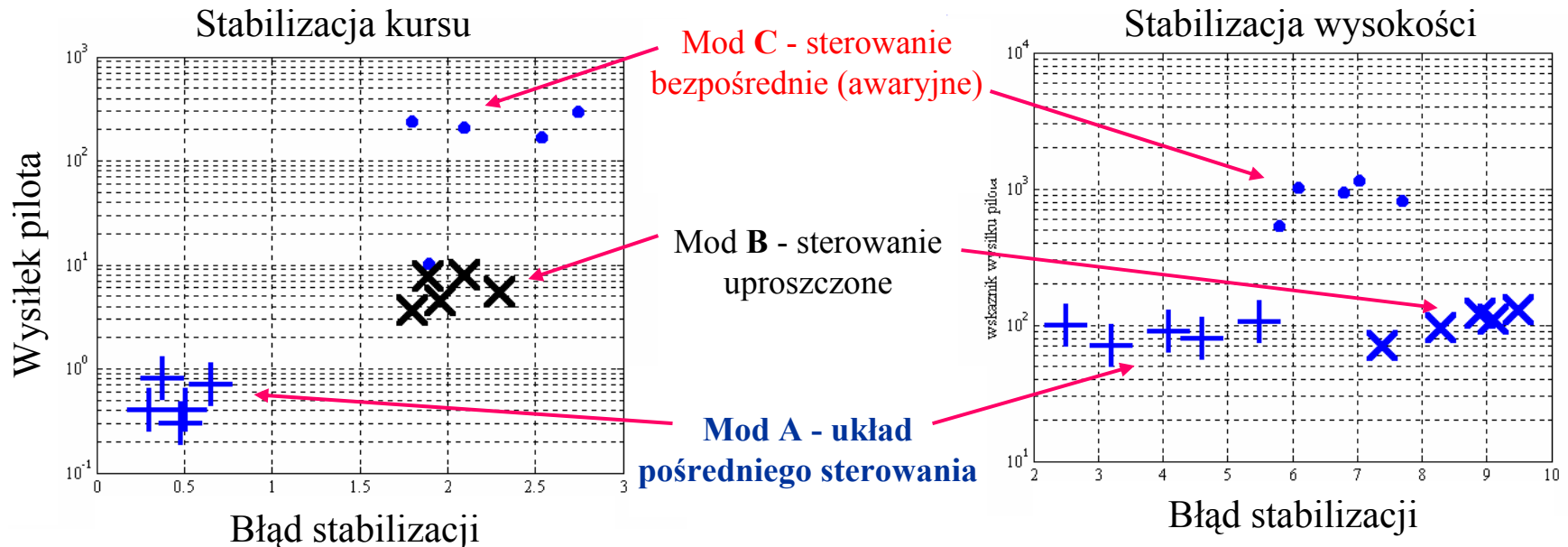
#### GNS-530

- GPS
- VOR
- ILS
- Comm





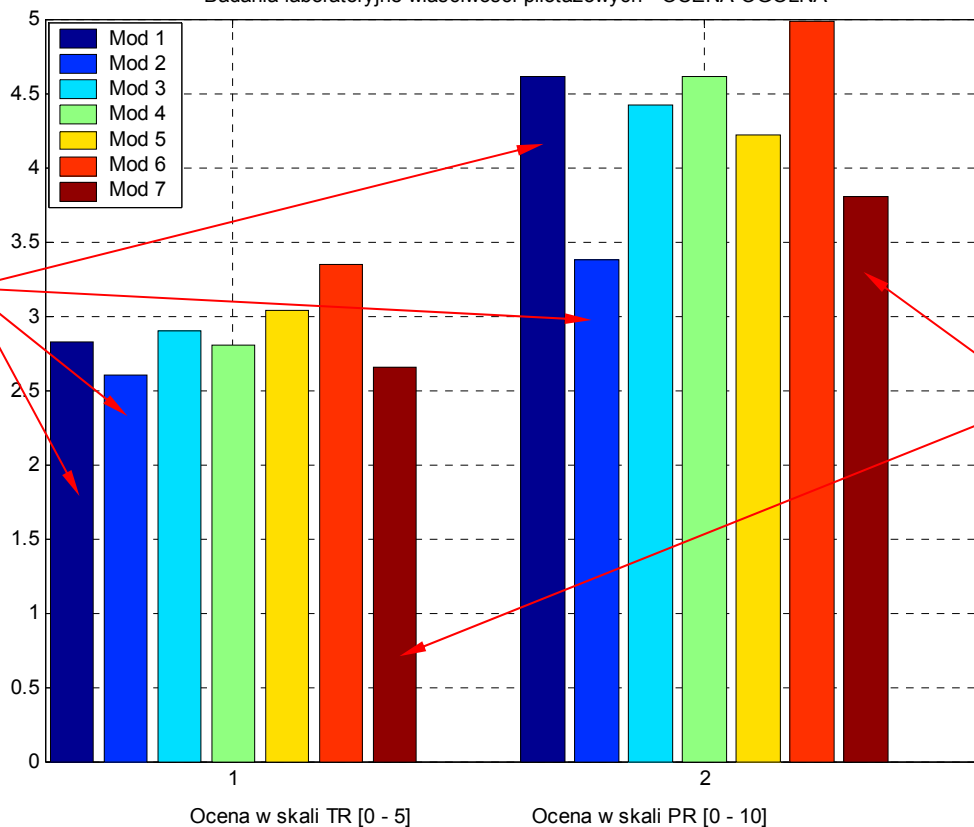
- **Testowanie sprzętu i oprogramowania (Hardware-in-the-loop-simulation)**
- **Weryfikacja praw sterowania systemu**
- **Ocena właściwości pilotażowych (T. Rogalski)**





## Ocena właściwości pilotażowych (1 – doskonały)

Badania laboratoryjne właściwości pilotażowych - OCENA OGOLNA



Sterowanie klasyczne  
(proporcjonalne)

Sterowanie pośrednie  
(SPS-1A)

14 pilotów zawodowych wykonało po 5 symulowanych lotów testowych



# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

## Zabudowa systemu SPS-1 w samolocie

### Samolot doświadczalny: PZL-110 Koliber

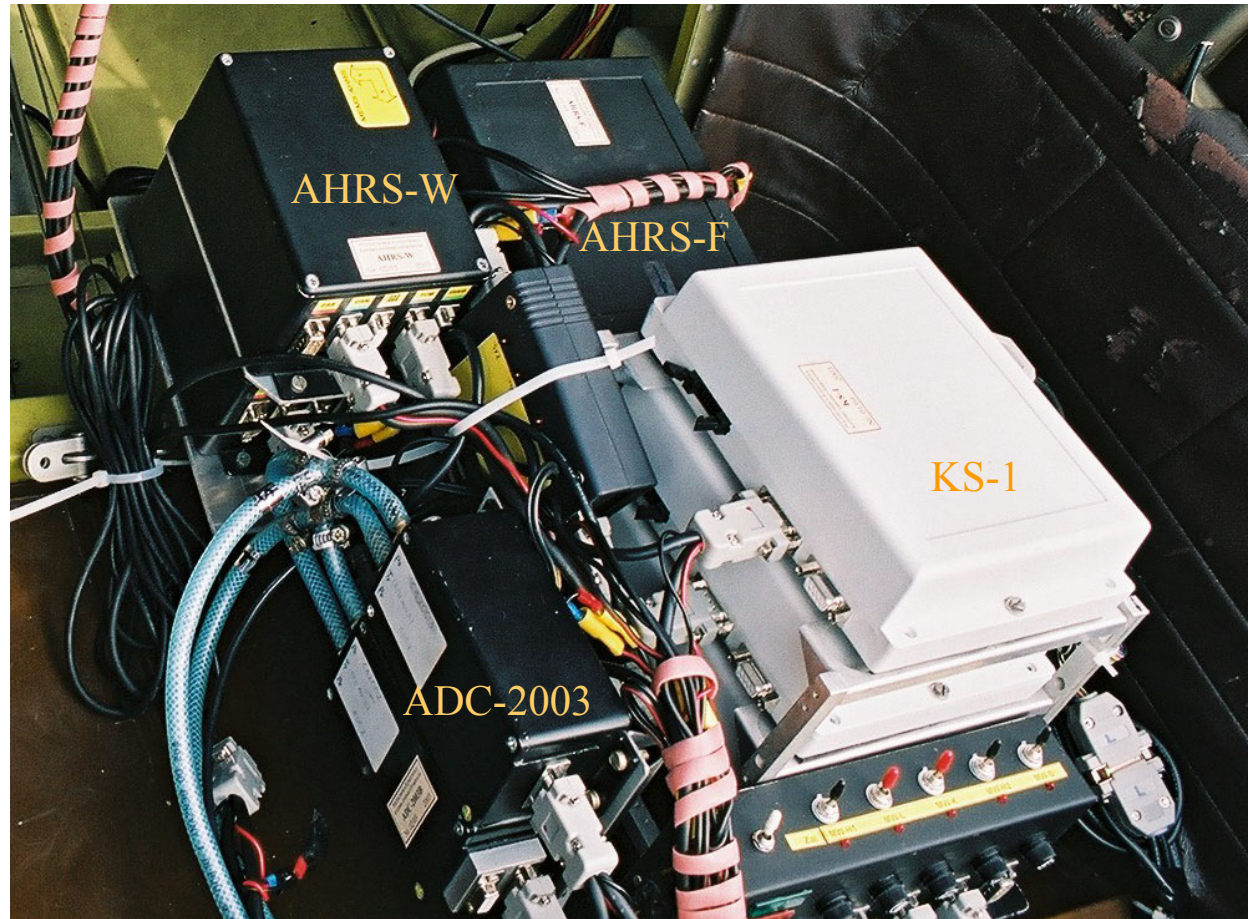




# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

## Zabudowa systemu SPS-1 w samolocie

### Samolot doświadczalny: PZL-110 Koliber

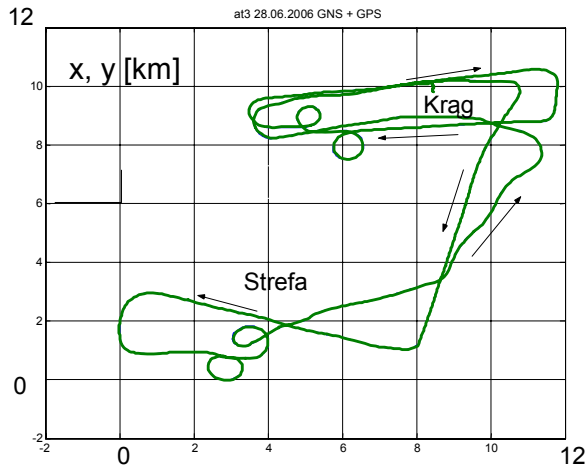




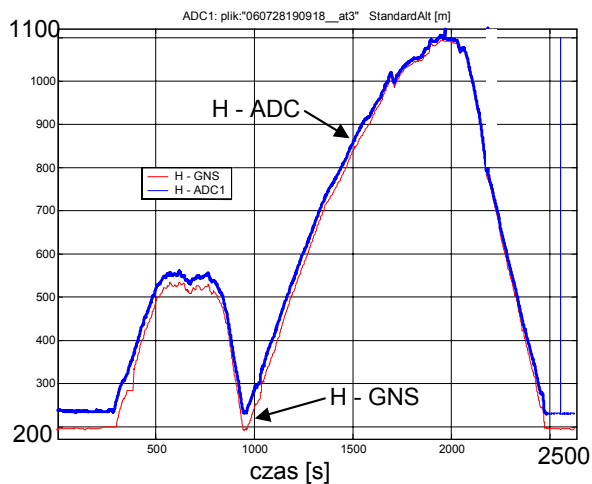
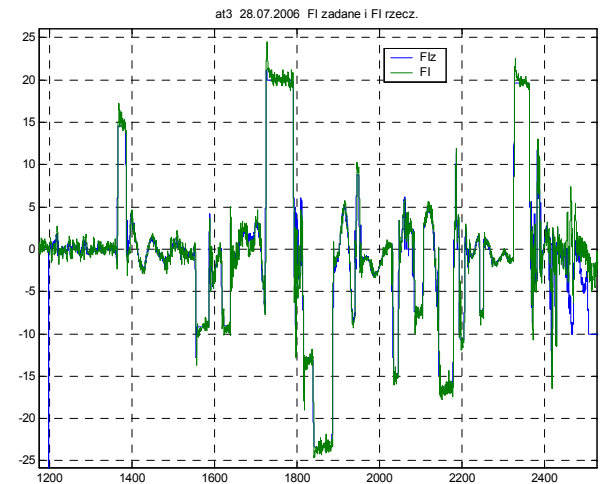
# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

## Badania w locie – pierwsze wyniki

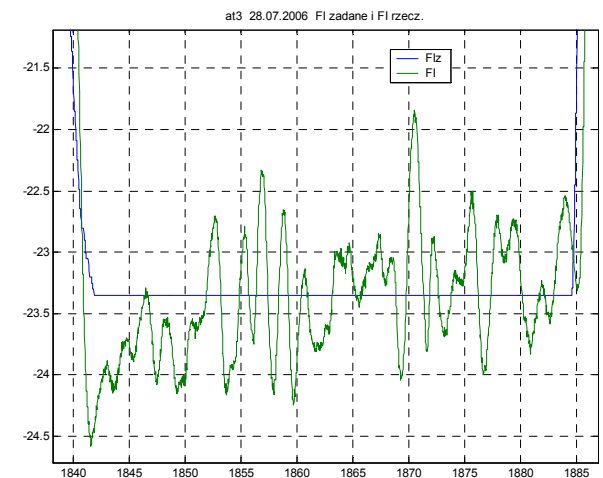
**A jednak samolot lata...**



Typowy lot pomiarowy



Stabilizacja kąta przechylenia



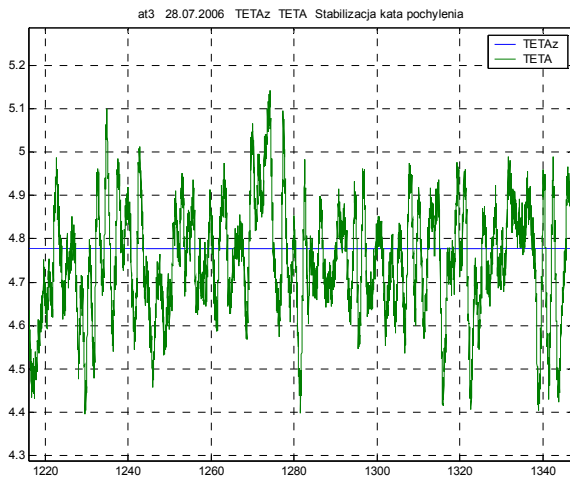
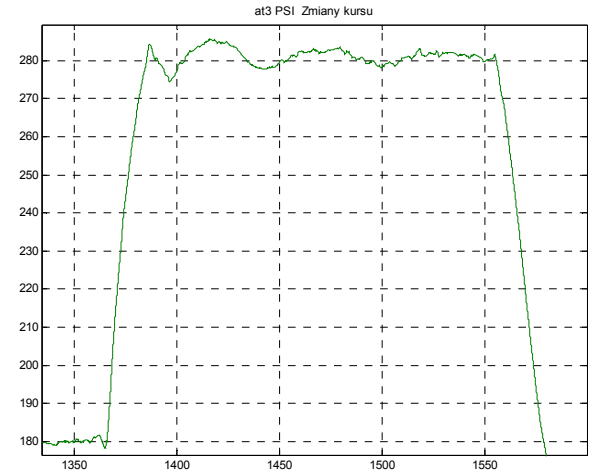
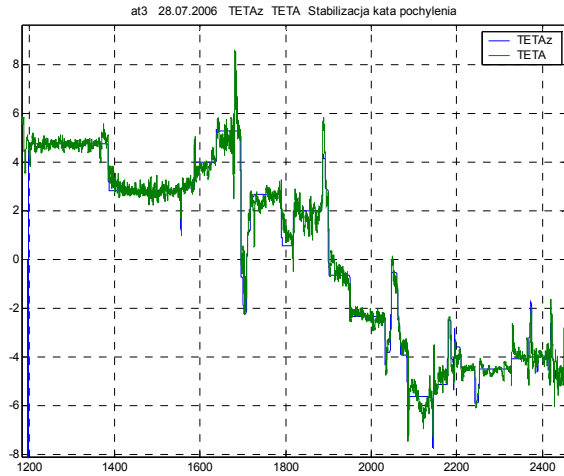


# UKŁAD POŚREDNIEGO STEROWANIA DLA SAMOLOTÓW LEKKICH

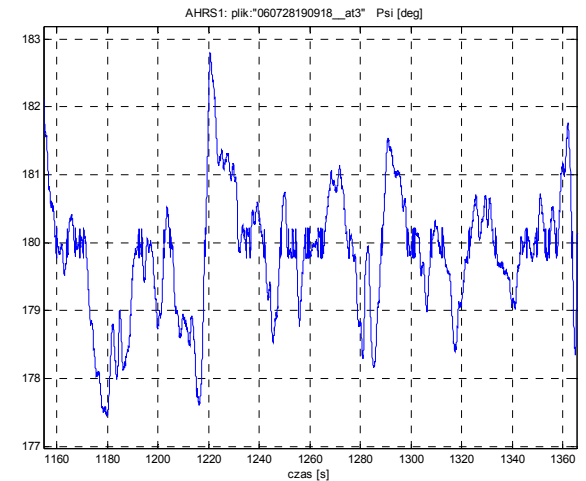
## Badania w locie – pierwsze wyniki

**A jednak samolot lata...**

Stabilizacja kąta  
pochylenia



Stabilizacja  
kursu





***... i pierwsze wnioski***

- *Poprawność rozwiązań sprzętowych i programowych*
- *System pośredniego sterowania ułatwia technikę pilotażu*
- *Integracja systemów sterowania, nawigacji i nadzoru*
- *Możliwe jest wspomaganie pilota podczas wykonywania wielu typowych czynności*
- *Zwiększenie bezpieczeństwa pilotowania: sygnalizacja, ograniczenia stanów zagrożenia*
- *Samolot może być przyjazny dla początkującego pilota*



## ***Działania poprawiające bezpieczeństwo lotów:***

- *Wysoka niezawodność elementów i układów sprzętowych*
- *Redundancja sprzętowa i analityczna*
- *Bezpieczne prawa sterowania (ograniczenia, podpowiedzi)*
- *Intuicyjny sposób sterowania*
- *Automatyczna kompensacja zakłóceń*
- *Pełna zautomatyzowana informacja ruchowa i pogodowa*
- *Unifikacja wymagań pilotażowych i treningu lotniczego*
- *Niezawodne systemy ratunkowe*



## **Program budowy i badań układu pośredniego sterowania dla zastosowań praktycznych:**

- *Prawa sterowania korzystne dla pilota*
- *Diagnostyka i rekonfiguracja systemu sterowania*
- *Wybór racjonalnych ograniczeń eksploatacyjnych*
- *Opracowanie kryteriów oceny nowych właściwości pilotażowych samolotu ogólnego przeznaczenia*
- *Zasady certyfikacji systemu i szkolenia pilotów*
- **Finansowanie budowy wersji komercyjnej :**
  - **Inicjatywa Technologiczna,**
  - **Fundusze strukturalne SPO-WKP.**



## Zastosowanie systemu pośredniego sterowania:

- **Samoloty ogólnego przeznaczenia**

Orka

I-23

Iskierka



- **Latające symulatory samolotu F-16**

Bielik

Iryda



- **Latające symulatory badawcze**

Mewa

M-28

?

