

Modelowanie osiągnięć silników lotniczych wykład nr 4

Dr inż. Robert JAKUBOWSKI
Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej

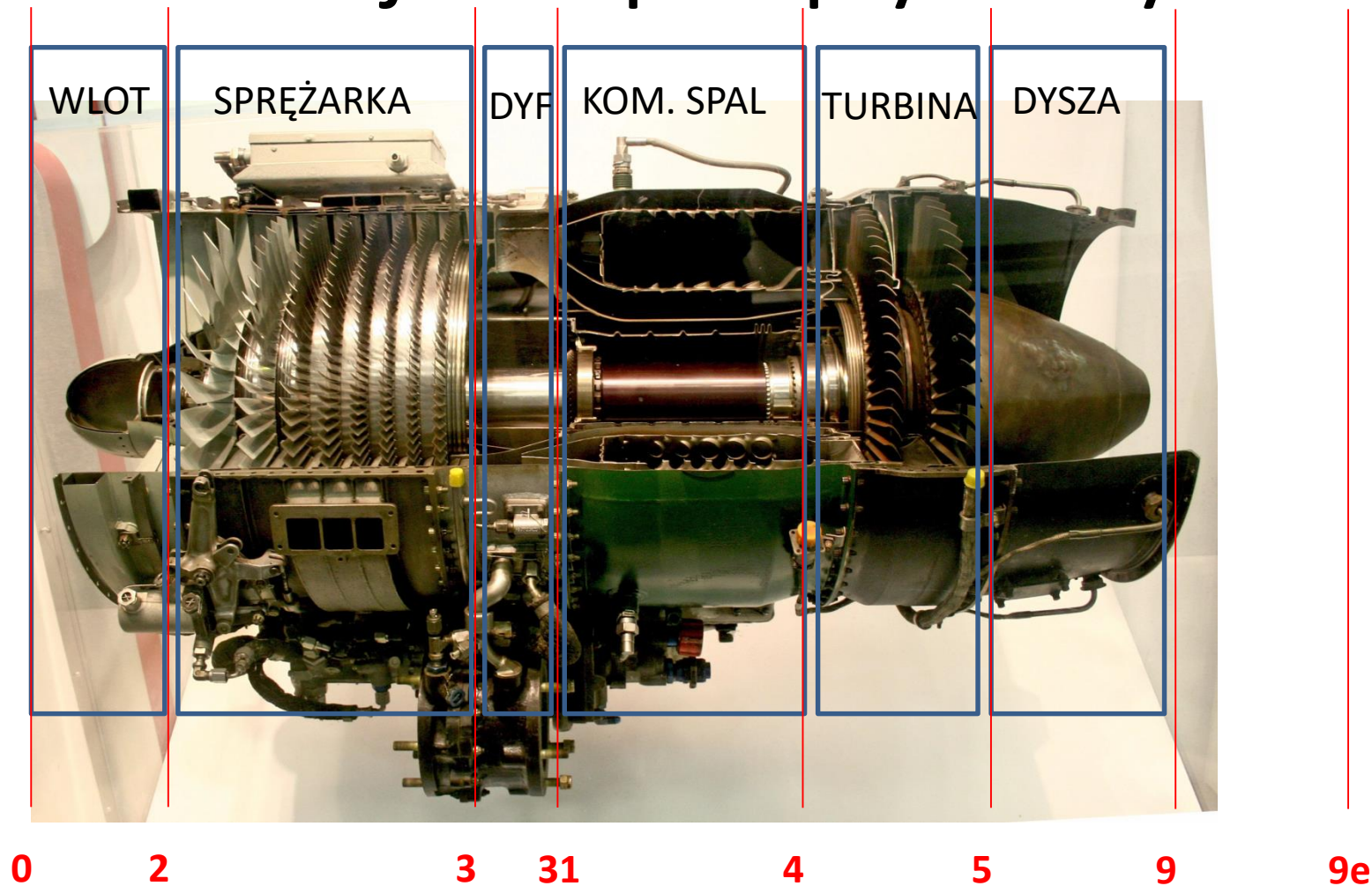
Modelowanie i obliczenia różnych form konstrukcyjnych silnika w punkcie obliczeniowym

Modele różnych form konstrukcyjnych silników turbinowych

Model silnika jednoprzepływowego

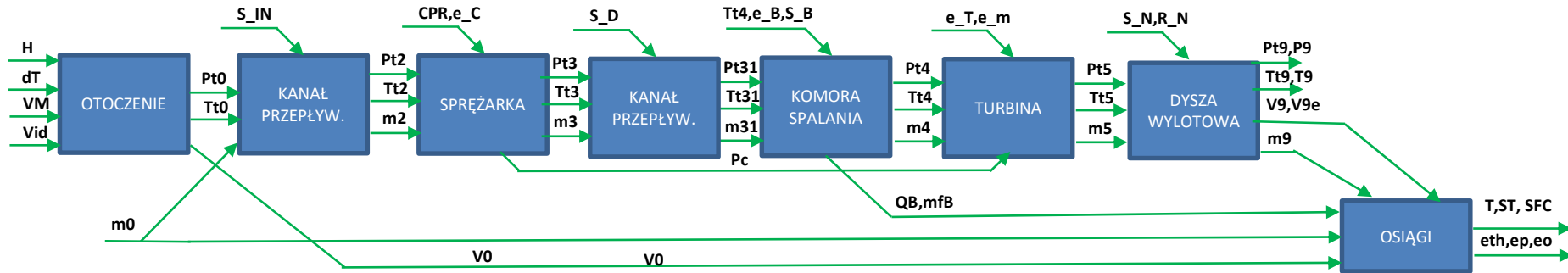
- Identyfikacja zespołów silnika – budowa struktury modelu silnika
- Dobór wartości wskaźników
- Określenie celu badawczego:
 - Obliczenia pojedynczego punktu
 - Obliczenia kolekcji punktów

Silnik jednoprzepływowy



J85-GE-17A

MODEL SILNIKA JEDNOPRZEPLYWOWEGO



```
function [ST,SFC,T,mf,A9,A_Tmin,eth,ep,eo] =
silnik_jednoprz(H,dT,VM,Vid,m0,CPR,Tt4,S_IN,e_C,S_D,S_B,e_B,e_T,e_m,S_N,r_N)
```

M_TN=1 % USTAWIONO PRĘDKOŚĆ w WDT RÓWNĄ M=1

```
[Pt0,Tt0,P0,T0,V0] = otoczenie (H,dT,VM,Vid);
```

```
[Pt2,Tt2,m2] = kanal_przep(Pt0,Tt0,m0,S_IN);
```

```
[Pt3,Tt3,m3,PC] = sprezarka(Pt2,Tt2,m2,CPR,e_C);
```

```
[Pt31,Tt31,m31] = kanal_przep(Pt3,Tt3,m2,S_D);
```

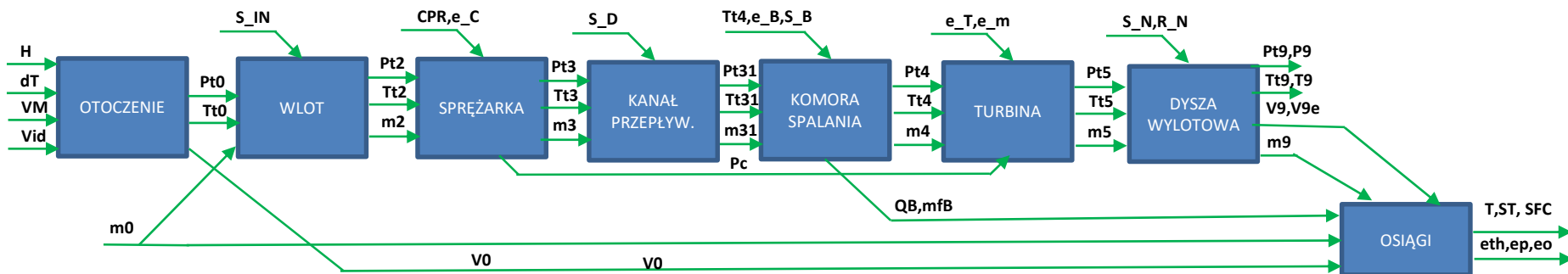
```
[Pt4,Tt4,m4,mfB,QB] = komora_spalania(Pt31,Tt31,m31,Tt4,S_B,e_B,'b');
```

```
[Pt5,Tt5,m5,TPR,A_Tmin] = turbina(Pt4,Tt4,m4,PC*e_m,e_T,M_TN);
```

```
[Pt9,Tt9,m9,V9,V9e,T9,T9e,A9] = dysza(Pt5,Tt5,m5,S_N,P0,r_N);
```

```
[T,ST,SFC,eth,ep,eo] = osiagi (m9,m0,V9e,V0,QB,mfB);
```

MODEL SILNIKA JEDNOPRZEPŁYWOWEGO - rozszerzony



```
function [ST,SFC,T,mf,A9,A_Tmin,eth,ep,eo,TT,PP,SE] =
silnik_jednoprz(H,dT,VM,Vid,m0,CPR,Tt4,S_IN,e_C,S_D,S_B,e_B,e_T,e_m,S_N,r_N)
```

M_TN=1 % USTAWIONO PRĘDKOŚĆ w WDT RÓWNĄ M=1

```
[Pt0,Tt0,P0,T0,V0] = otoczenie (H,dT,VM,Vid);
```

...

```
[T,ST,SFC,eth,ep,eo]= osiagi (m9,m0,V9e,V0,Qad,mf);
```

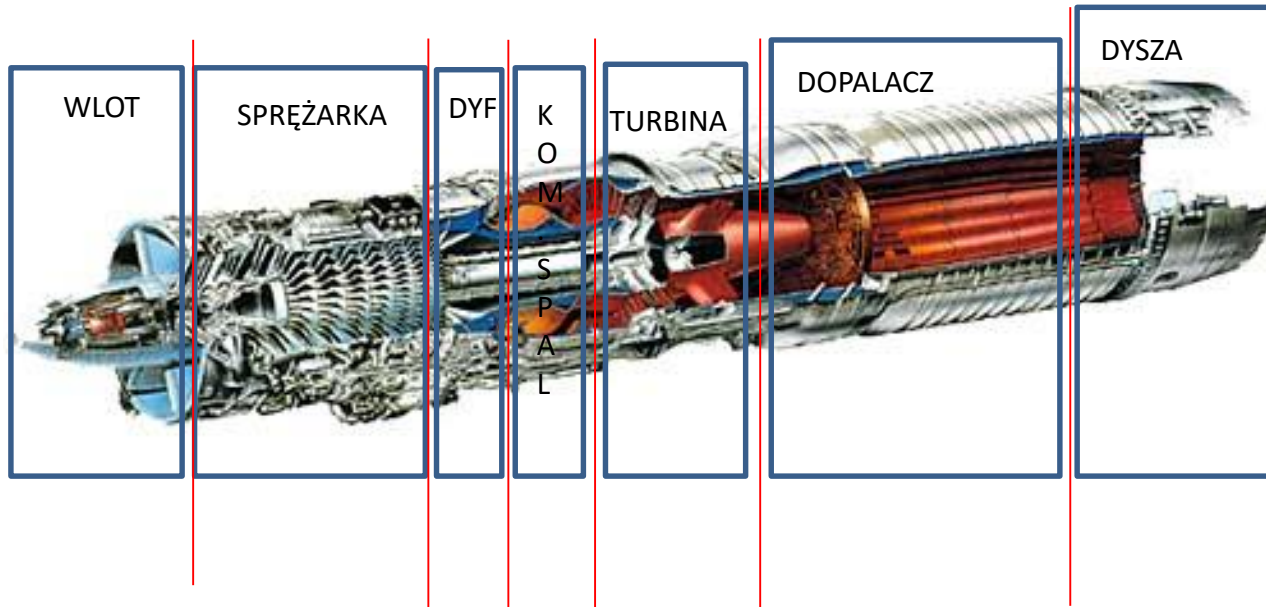
```
TT=[T0,Tt0,Tt2 Tt3 Tt31,Tt4,Tt5,Tt9,T9,T9e];
```

```
PP=[P0,Pt0,Pt2,Pt3,Pt31,Pt4,Pt5,Pt9,P9,P9e];
```

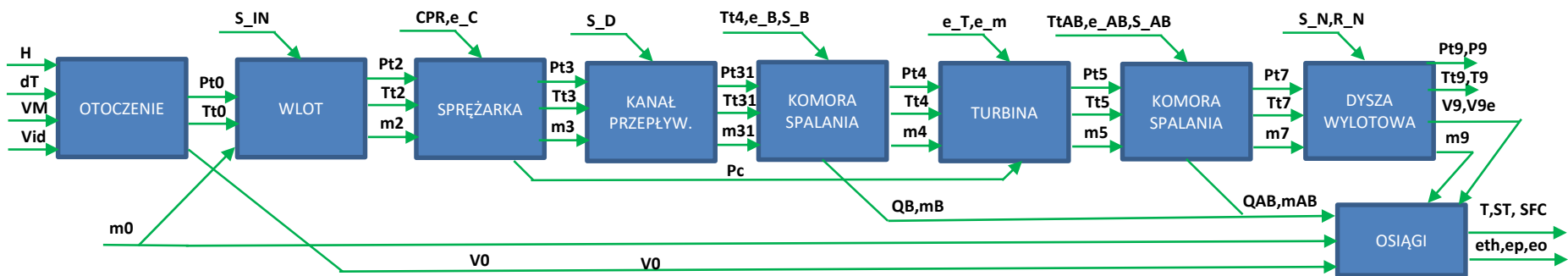
```
SE={'0''t0','t2','t3','t31','t4','t5','t9','9','9e'}
```

Dodatkowe zmienne
zawierające kolekcje
temperatur, ciśnień i
opisów przekrojów

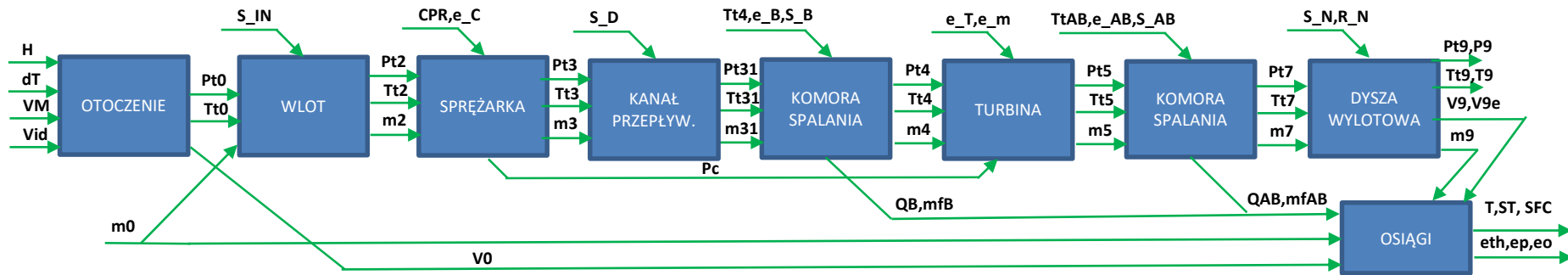
PRZYKŁAD OBLICZEŃ I WIZUALIZACJI WYNIKÓW DLA SILNIKA JEDNOPRZEPŁYWOWEGO



0 2 3 31 4 5 7=AB 9



MODEL SILNIKA JEDNOPRZEPŁYWOWEGO z DOPALACZEM



```
function [ST,SFC,T,mf,A9,A_Tmin,eth,ep,eo] =
silnik_jednoprz_AB(H,dT,VM,Vid,m0,CPR,Tt4,TtAB,S_IN,e_S,S_B,e_B,e_T,...
e_m,S_AB,e_AB,S_N,r_N)
```

M_MT=1 % USTAWIONO PRĘDKOŚĆ w WDT JAKO M=1

```
[Pt0,Tt0,P0,T0,V0] = otoczenie (H,dT,VM,Vid);
```

```
[Pt2,Tt2,m2] = kanal_przep(Pt0,Tt0,m0,S_In);
```

```
[Pt3,Tt3,m3,PC] = sprezarka(Pt2,Tt2,m2,Pis,e_C);
```

```
[Pt31,Tt31,m31] = kanal_przep(Pt3,Tt3,m2,S_D);
```

```
[Pt4,Tt4,m4,mfB,QB] = komora_spalania(Pt31,Tt31,m31,Tt4,S_B,e_B,'b');
```

```
[Pt5,Tt5,m5,TPR,A_Tmin] = turbina(Pt4,Tt4,m4,PC*em,e_T,M_TN);
```

```
[Pt7,Tt7,m7,mfAB,QAB] = komora_spalania(Pt5,Tt5,m5,TtAB,S_AB,e_AB,'a');
```

```
[Pt9,Tt9,m9,V9,V9e,T9,T9e,A9] = dysza(Pt7,Tt7,m7,S_N,P0,r_N);
```

```
[T,ST,SFC,eth,ep,eo] = osiagi (m9,m0,V9e,V0,QB+QAB,mfB+mfAB);
```


MODEL SILNIKA JEDNOPRZEPŁYWOWEGO z DOPALACZEM - rozszerzony

```
function [ST,SFC,T,mf,A9,A_Tmin,eth,ep,eo,TT,PP,SE] =  
silnik_jednoprz_AB(H,dT,VM,Vid,m0,CPR,Tt4,TtAB,S_IN,e_S,S_B,e_B,e_T,...  
e_m,S_AB,e_AB,S_N,r_N)  
M_MT=1 % USTAWIONO PRĘDKOŚĆ w WDT JAKO M=1  
[Pt0,Tt0,P0,T0,V0] = otoczenie (H,dT,VM,Vid);  
...  
[T,ST,SFC,eth,ep,eo] = osiagi (m9,m0,V9e,V0,QB+QAB,mfB+mfAB);  
% Temperatura, ciśnienie i oznaczenie przekrojów kontrolnych  
TT=[T0,Tt0,Tt2 Tt3 Tt31,Tt4,Tt5,Tt7,Tt9,T9,T9e];  
PP=[P0,Pt0,Pt2,Pt3,Pt31,Pt4,Pt5,Pt7,Pt9,P9,P9e];  
SE={'0''t0','t2','t3','t31','t4','t5','t7','t9','9','9e'}
```

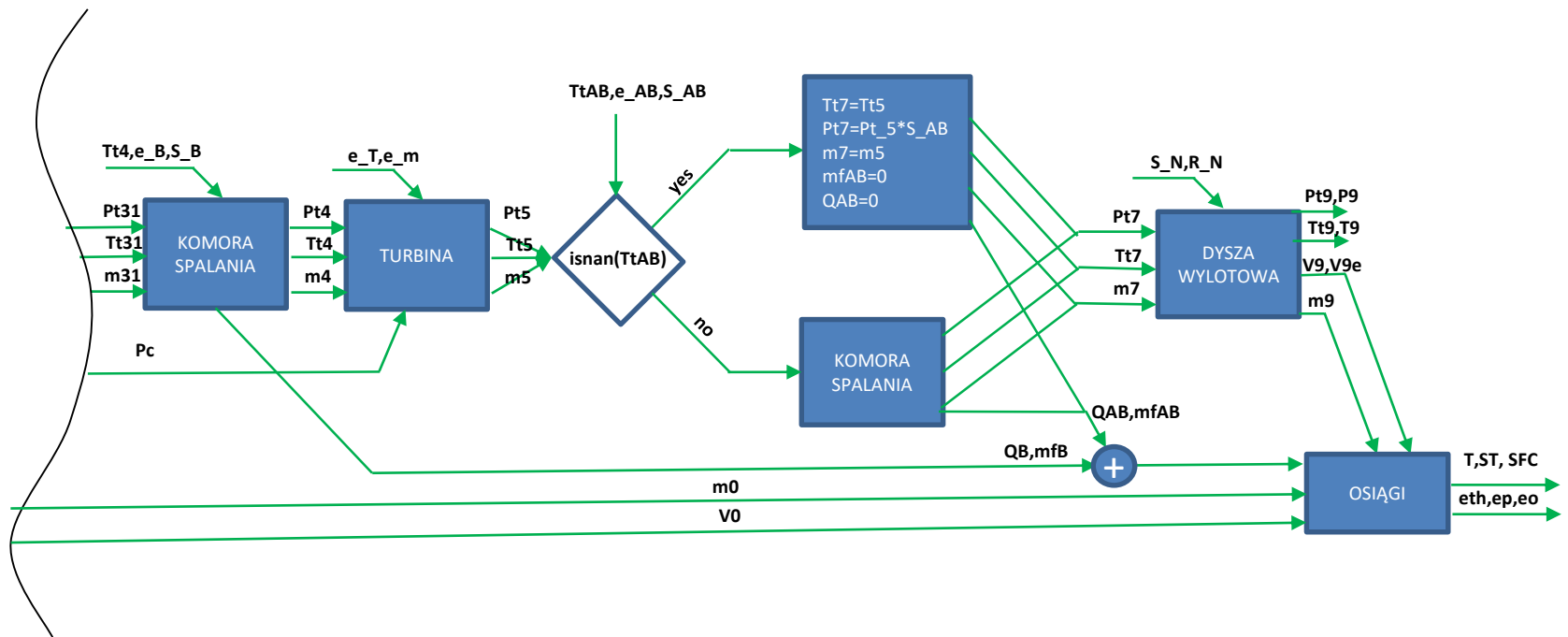
MODEL SILNIKA JEDNOPRZEPŁYWOWEGO z DOPALACZEM (opcja obliczenia dla dopalacza ON/OFF)

Założenia:

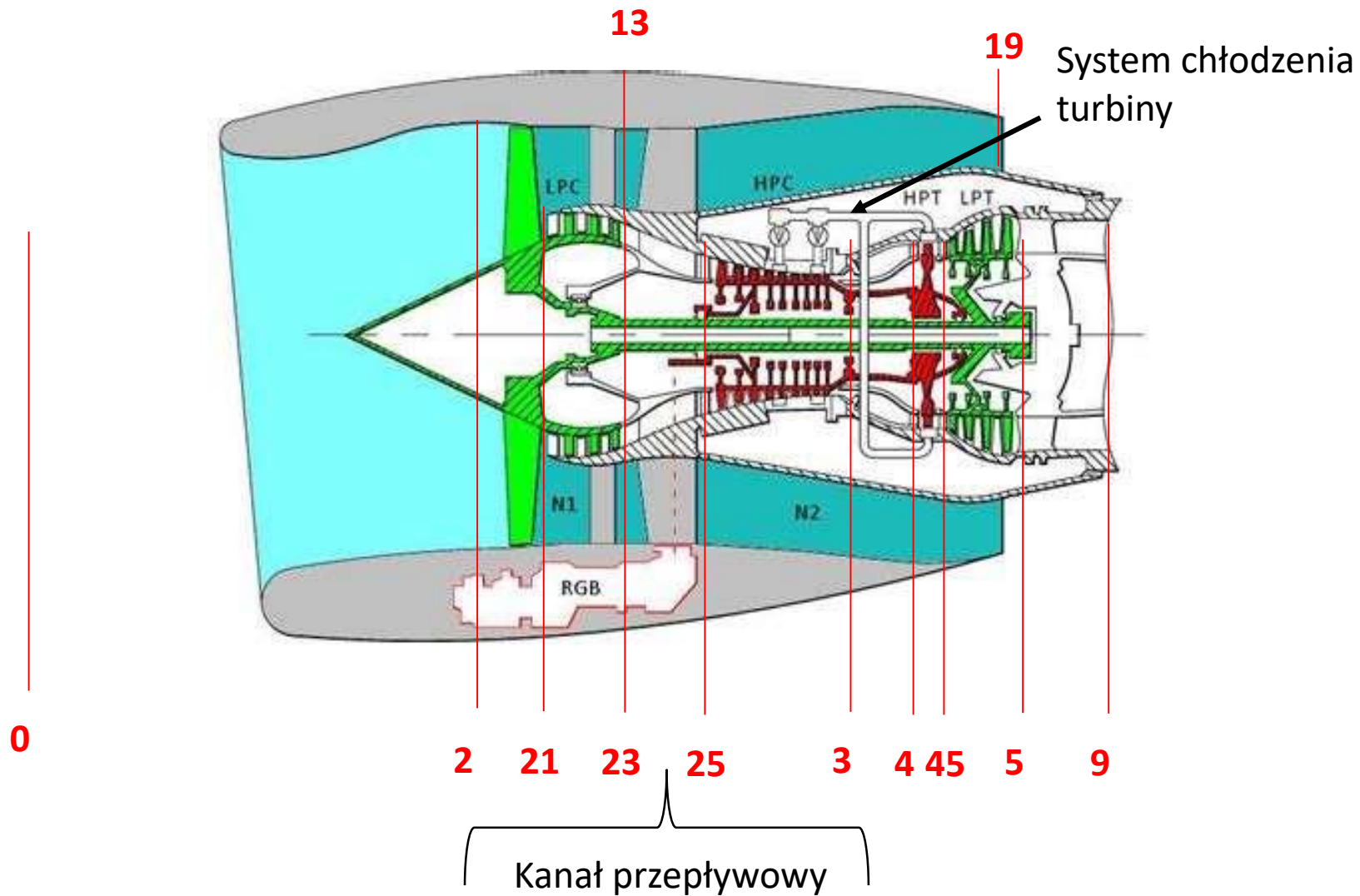
- Obliczenia są prowadzone dla włączonego dopalacza, gdy T_{AB} , S_{AB} , e_{AB} są podane jako wartości
- Obliczenia są prowadzone dla wyłączonego dopalacza, gdy $T_{AB}=\text{NaN}$, bez względu na wartość e_{AB} , wartość S_{AB} jest wymagana
- S_{AB} są traktowane jako straty przepływowe wynikające z elementów dopalacza przekrój (5-7), uwzględnia on starty powodujące elementami dopalacza – przedłużonym kanałem, wtryskiwaczami i zawirowaczami, a przy włączonym dopalaczu dodatkowo stratami w procesie spalania.
- Dla obydwu stanów pracy będzie występował przekrój 7 w wynikach z przypisaną mu wartością temperatury całkowitej i ciśnienia całkowitego

Algorytm obliczeń dla włączonego i wyłączzonego dopalacza

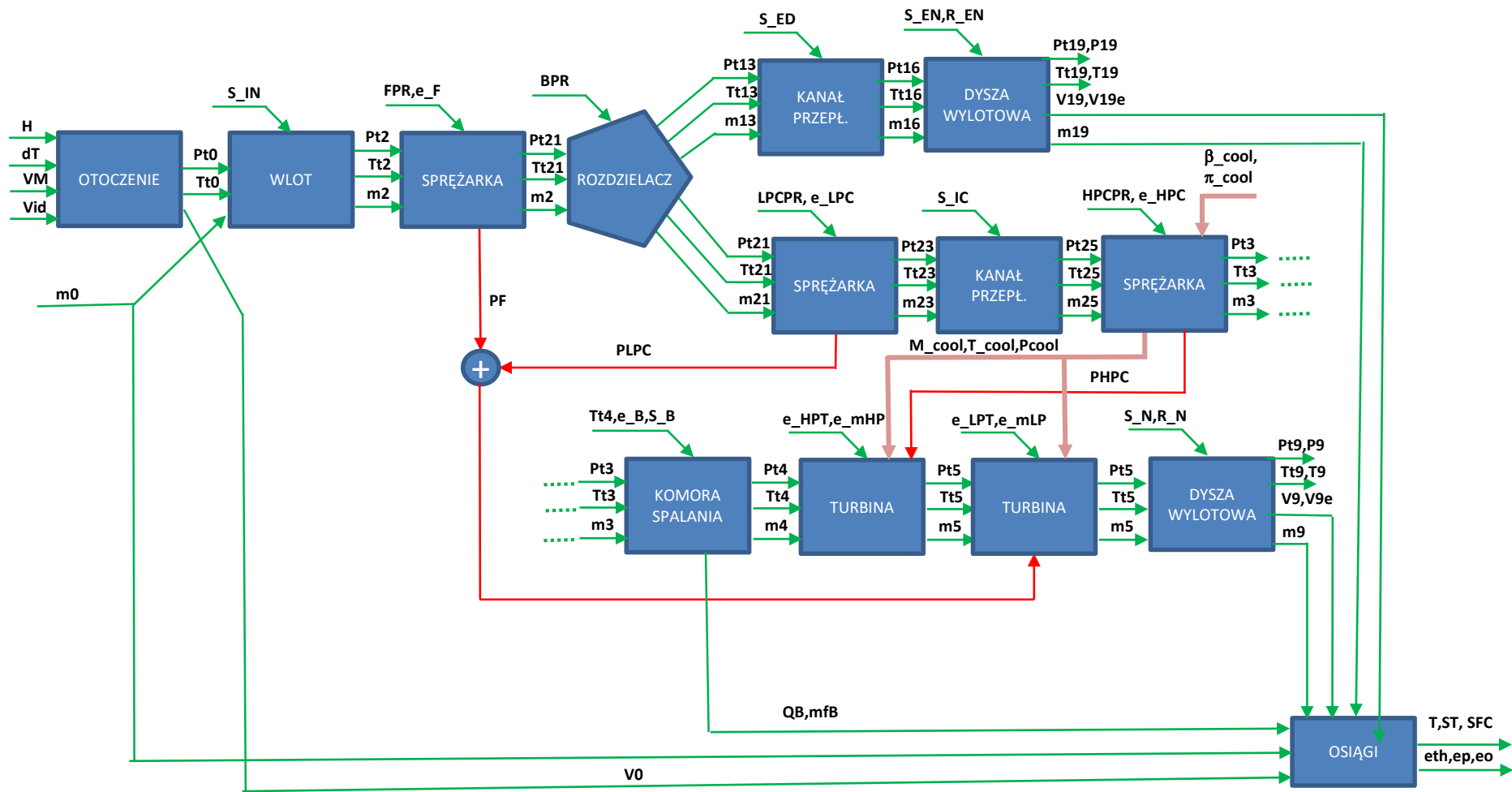
function [ST,SFC,T,mf,A9,A_Tmin,eth,ep,eo,TT,PP,SE] =
silnik_jedno prz_AB(H,dT,VM,Vid,m0,CPR,Tt4,TtAB,S_IN,e_S,S_B,e_B,e_T,e_m,S_AB,e_AB,S_N,r_N)



MODEL SILNIKA DWUPRZEPLYWOWEGO



MODEL SILNIKA DWUPRZEŁYWOWEGO



function [ST,SFC,T,mf,A9,Awdt,eth,ep,eo,TT,PP,SE,mm] = **silnik_dwuprz**
 (H,dT,VM,Vid,m0,BPR,FPC,LPCHPC,Tt4,sIN,eF,eLPC,eHPC,sIC,sB,eB,eHPT,eLPT,em1,em2,SED,sN,sEN,Bcool,Pi_cool)

R_EN i R_N oraz M_HPT_min i M_LPT_min – można ustawić wewnątrz programu jako stałe wartości

NAKŁADKI DO PRACY Z MODELAMI SILNIKA

- **OBLICZENIA POJEDYNCZEGO PUNKTU**
 - Możliwość wykorzystania Live Script lub mfile, lub samej platformy Matlab
- **OBLICZENIA SZEREGU PUNKTÓW
(Charakterystyk)**
 - Możliwość wykorzystania Live Script lub mfile, lub samej platformy Matlab

DOKOŃCZENIE WYKŁADU ZNAJDUJE SIĘ W
PLIKU:

Obliczenia_silnika_jednoprzeplywowego.pdf