



Cyfrowa Replika

Autobusu Elektrycznego
w oprogramowaniu MATLAB

Michał Sierszyński

Solaris Bus & Coach sp. z o.o., AGH w Krakowie

Agnieszka Pril

Solaris Bus & Coach sp. z o.o., Politechnika Poznańska



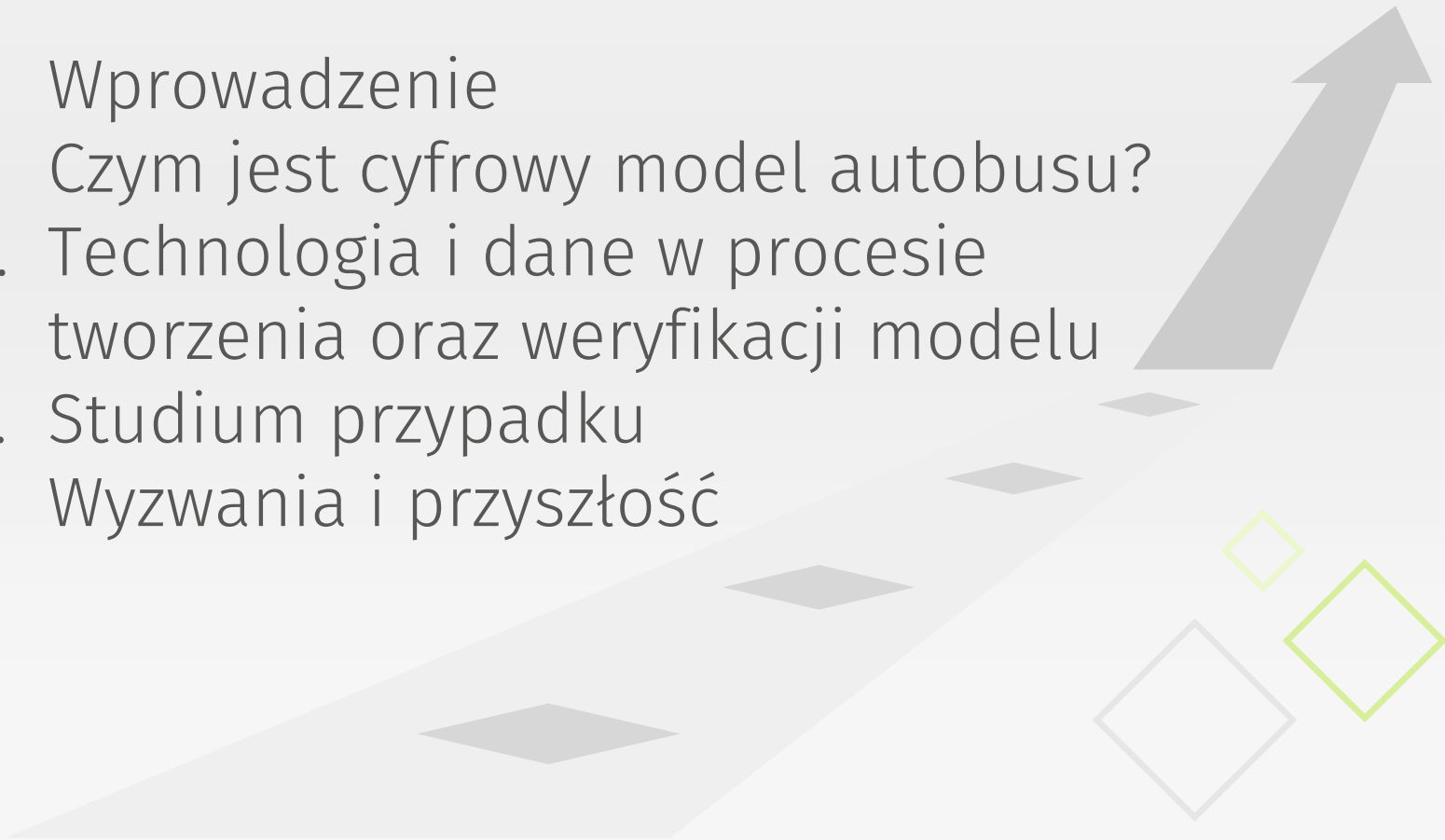
Transport publiczny stanowi fundament zrównoważonych miast

Innowacje w transporcie otwierają nowe możliwości



Struktura prezentacji

- I. Wprowadzenie
- II. Czym jest cyfrowy model autobusu?
- III. Technologia i dane w procesie tworzenia oraz weryfikacji modelu
- IV. Studium przypadku
- V. Wyzwania i przyszłość



Kim jesteśmy?

Produkujemy nowoczesne
i ekologiczne pojazdy
transportu publicznego
– **autobusy i trolejbusy**



Jesteśmy **liderem**
europejskiego
rynku **autobusów**
elektrycznych



Miliony pasażerów w 33 krajach



23 000 pojazdów
wyjechało z naszej fabryki
w różne części świata



750 miast



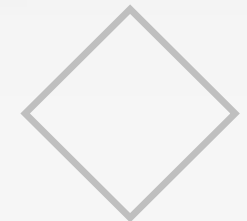
27 lat doświadczenia

Działamy od
1996 roku



CAF

Jesteśmy częścią
Grupy CAF



Szerokie portfolio napędów



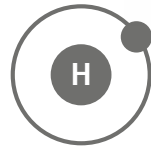
TROLEJBUSY
Bezemisyjne



HYBRYDOWE
Niskoemisyjne



ELEKTRYCZNE
Bezemisyjne



WODOROWE
Bezemisyjne



SILNIK
EURO 6



CNG

Właściwości trakcyjne pojazdów

zależą między innymi od:

DŁUGOŚCI I WYPOSAŻENIA AUTOBUSU

- Urbino 9 LE electric
- Urbino 12 electric
- Urbino 15 LE electric
- Urbino 18 electric
- Urbino 24 electric

RODZAJU I ILOŚCI BATERII

- Solaris High Power
- Solaris High Energy

RODZAJU NAPĘDU

- Silnik elektryczny montowany centralnie
- Oś elektryczna z dwoma zintegrowanymi silnikami



W jakim celu przeprowadza się symulacje i co to są studia wykonalności?

WSPARCIE I DORADZTWO

w procesie przechodzenia na bezemisyjny transport publiczny



AUTOBUS ELEKTRYCZNY

w pełni dostosowany do potrzeb klienta



WSPARCIE POSPRZEDAŻOWE

dedykowane symulacje dla już istniejących struktur



INFRASTRUKTURA ŁADOWANIA

doradztwo, realizacja projektu, wdrożenie



KOMFORT PASAŻERÓW

Weryfikacja i dobór komponentów HVAC



W jakim celu przeprowadza się symulacje i co to są studia wykonalności?

- **Symulacje** przeprowadza się w celu modelowania i analizowania zachowania oraz wyników systemów, procesów lub zjawisk w kontrolowanych warunkach, co pozwala na uzyskanie wglądu w ich funkcjonowanie i prognozowanie potencjalnych wyników. Symulacje są używane do badania różnych scenariuszy, eksperymentowania bez ryzyka dla rzeczywistych zasobów i testowania hipotez.
- **Studia wykonalności**, to kompleksowe badania mające na celu ocenę potencjalnej możliwości i opłacalności realizacji określonego projektu lub przedsięwzięcia. W ramach studiów wykonalności analizuje się różne aspekty, takie jak techniczne, finansowe, ekonomiczne, społeczne, ekologiczne i prawne. Celem tych badań jest określenie, czy projekt jest wykonalny, czy też nie, oraz czy jest zasadny z punktu widzenia inwestora lub organizacji.



Kluczowe zagadnienia, które wymagają przeprowadzenia symulacji.

Własności trakcyjne



Komfort pasażerów



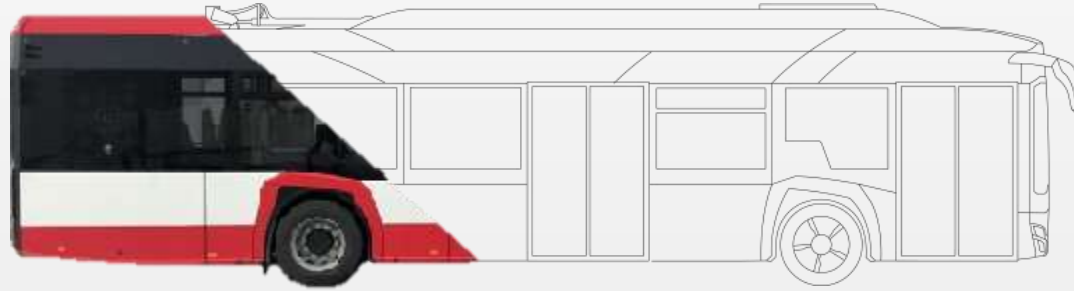
Czas życia komponentów



I. Wprowadzenie



II. Czym jest cyfrowy model autobusu?



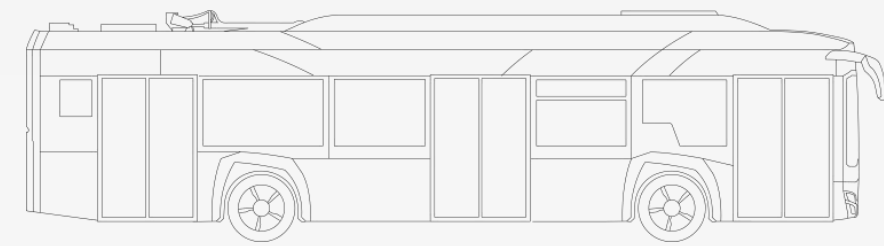
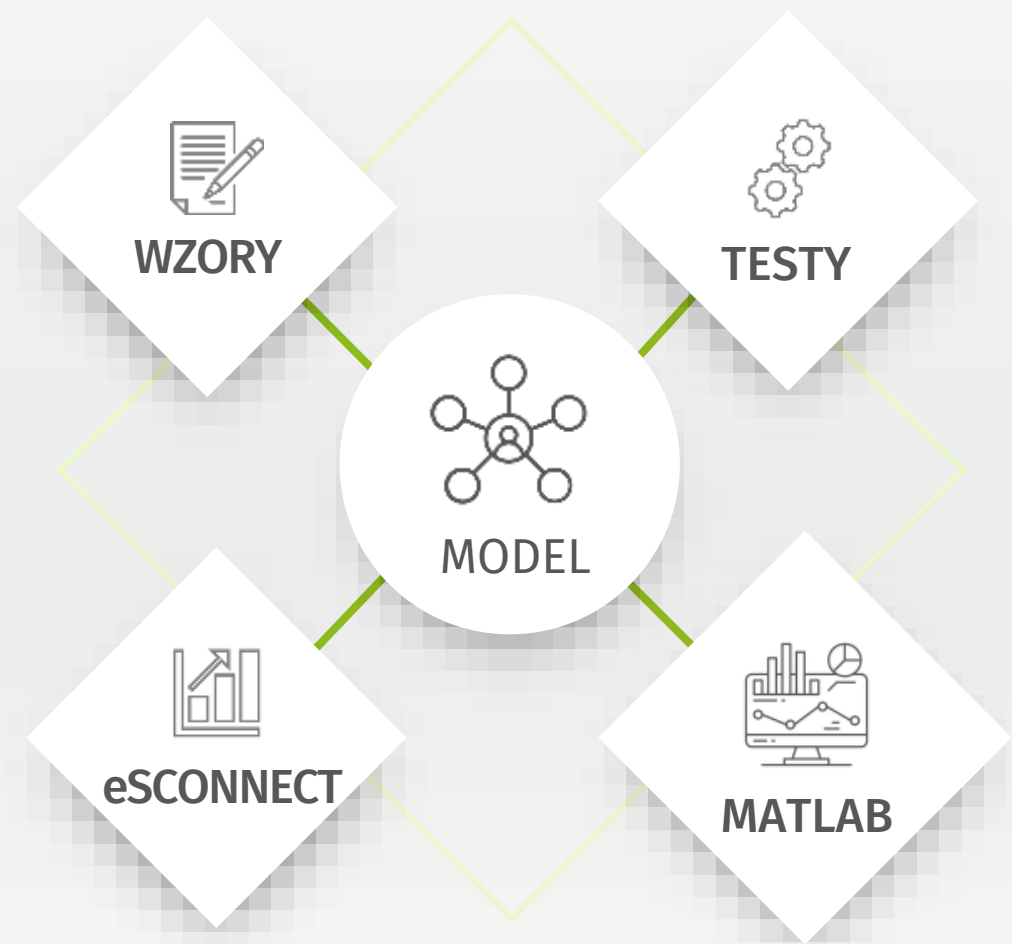
Cyfrowy model autobusu

stanowi zaawansowaną matematyczną lub informatyczną reprezentację pojazdu, łącząc dane dotyczące jego parametrów technicznych i zachowania.

Ma na celu odzwierciedlenie rzeczywistych układów i systemów związanych z funkcjonowaniem autobusu.

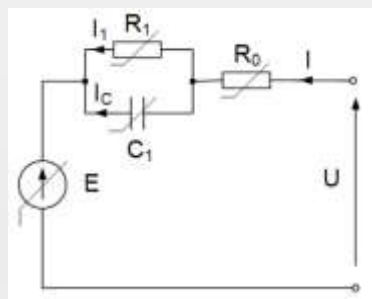


III. Technologia i dane w procesie tworzenia oraz weryfikacji modelu





Wzory i schematy zastępcze



$$\frac{\Delta p}{\rho} = \sum_i^k C_i \frac{Q_i^2}{2S_i^2} + \sum_j^k \lambda_j \frac{L_j}{D_j} \frac{Q_j^2}{2S_j^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(A(x)\rho c_p T(x)) + V(x)\left(\frac{\partial}{\partial x}\rho c_p T(x)\right) = q(x)$$

$$SOC_{\max} = \frac{Q_{init_max} + \int i(t) dt}{C_n \left(1 + \frac{Cn_tolerance}{100\%}\right)} [-]$$

$$\Delta p_{wlot} = 0.42 \frac{\rho V^2}{2} \left(1 - \left(\frac{D_{wylot}^2}{H_{zbiornik}^2}\right)\right)$$

Rozpoznanie własności i zachowania komponentów (dane literaturowe)



Badania stanowiskowe oraz testy w warunkach eksploatacyjnych



ELEKTRYCZNE
BADANIA
STANOWISKOWE



ANALIZA WYNIKÓW
POMIARÓW ZEBRANYCH
W TRAKCIE PRÓBY
EKSPLOATACYJNEJ



BADANIA
WERYFIKUJĄCE
PROCESY
STARZENIOWE



TESTY W WARUNKACH EKSPLOATACYJNYCH

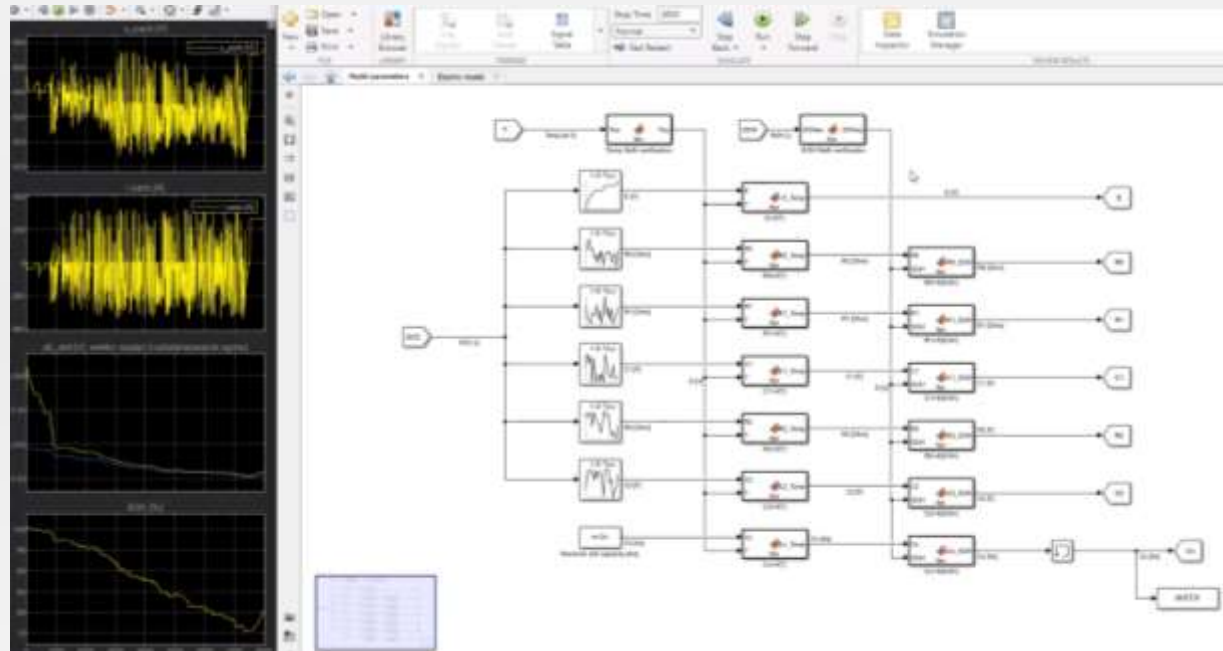


Rozpoznanie własności i zachowania komponentów (dane rzeczywiste)





Narzędzie do tworzenia modeli komponentów

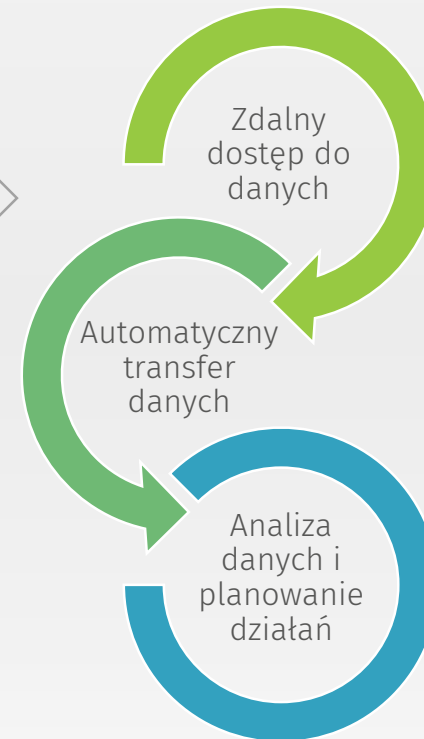


MATLAB & SIMULINK

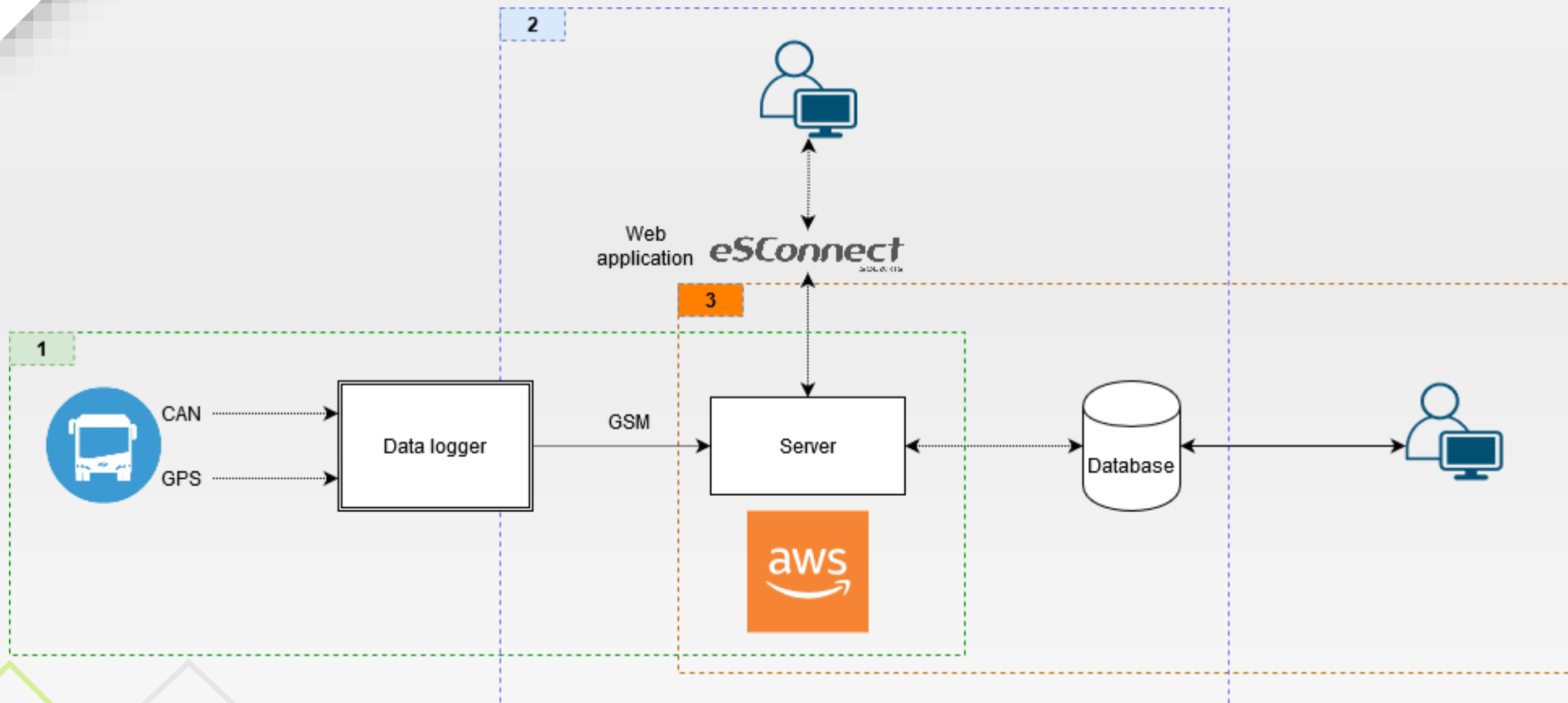
- MATLAB Report Generator
- Mapping Toolbox
- Parallel Computing Toolbox
- Vehicle Network Toolbox
- Deep Learning Toolbox
- Optimization Toolbox

Użycie narzędzia **MATLAB** do **modelowania oraz symulacji** systemów dynamicznych dostarcza inżynierom możliwość dokładnej analizy zachowania systemów **w czasie rzeczywistym** i stanowi fundamentalny aspekt w procesie **projektowania oraz doskonalenia** zaawansowanych systemów.

Strojenie i weryfikacja modeli cyfrowych



Strojenie i weryfikacja modeli cyfrowych



Strojenie i weryfikacja modeli cyfrowych



Analiza i eksploracja danych



Wiedza ekspercka i uczenie maszynowe



Predykcja zdarzeń



Projekt w ramach programu „Doktorat Wdrożeniowy”:

Wykrywanie anomalii i predykcja awarii
oraz nieprawidłowości w działaniu akumulatorów
trakcyjnych autobusów miejskich

Wykorzystanie danych dotyczących akumulatorów trakcyjnych, zarejestrowanych podczas eksploatacji w różnych warunkach środowiskowych do opracowania algorytmów predykcyjnych.



Przykłady zastosowań
oprogramowania **MATLAB**
& **SIMULINK** do budowy
modeli wirtualnych



MATLAB & SIMULINK

w modelowaniu komponentów i zachowania autobusu

Własności trakcyjne



Moduł wykresy
trakcyjne

Komfort pasażerów



Moduł HVAC

Czas życia komponentów



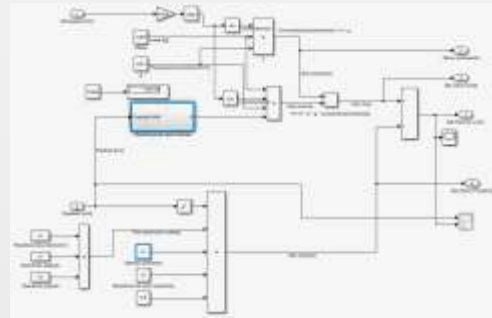
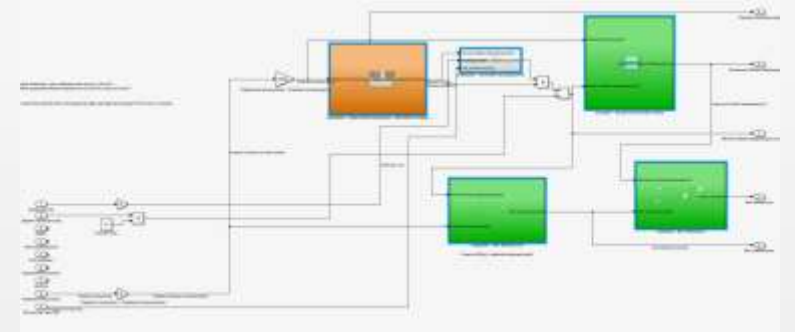
Moduł bateria
trakcyjna

IV. Studium przypadku

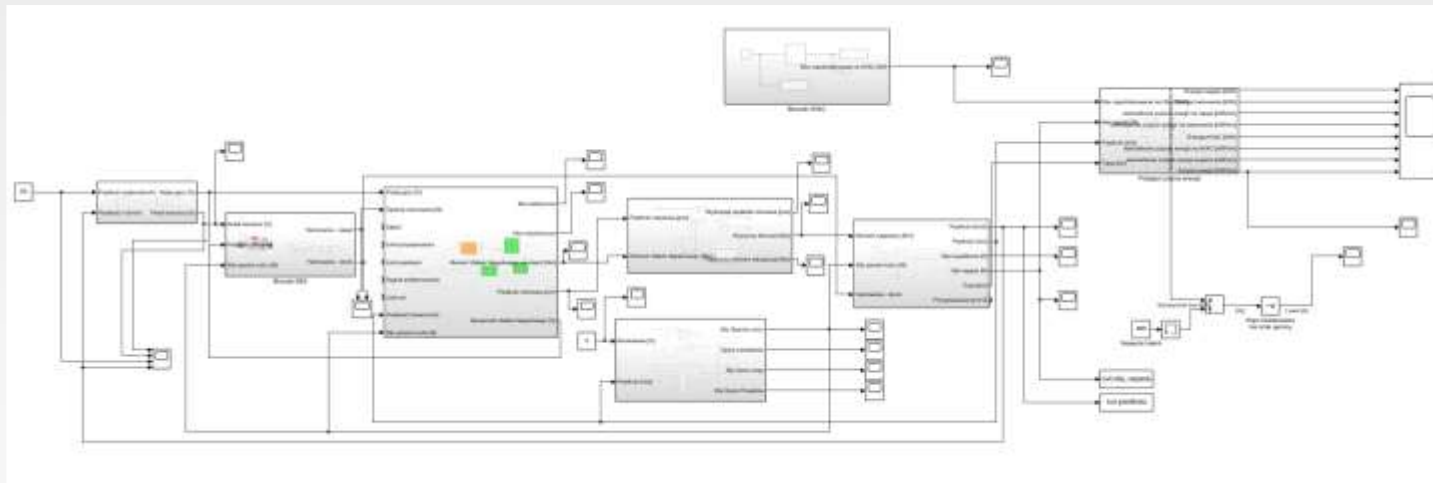
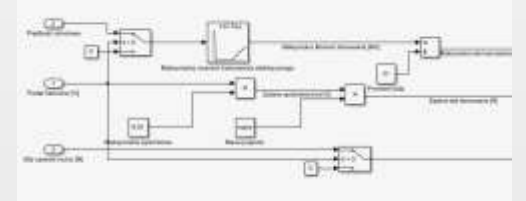
Własności trakcyjne



Moduł wykresy trakcyjne



```
view 'MOTOR'  
abstractType = 'MOTOR'  
engineDescription = get_parameter('MOTOR_type')  
akumulacja = 0.0001  
if accumulator_enabled == '100'  
    acc = 10000  
    acc_parameter = 'max_of_acc100', '100000'  
else  
    if MTRMTR_type = 'MTRMTR'  
        MTRMTR_type = '0'  
        MTRMTR_type = get_parameter('MTRMTR_type')  
        MTRMTR_type = get_parameter('MTRMTR_type')  
    else  
        if MTRMTRMTR_type = 'MTRMTRMTR'  
            MTRMTRMTR_type = '0'  
            MTRMTRMTR_type = get_parameter('MTRMTRMTR_type')  
            MTRMTRMTR_type = get_parameter('MTRMTRMTR_type')
```



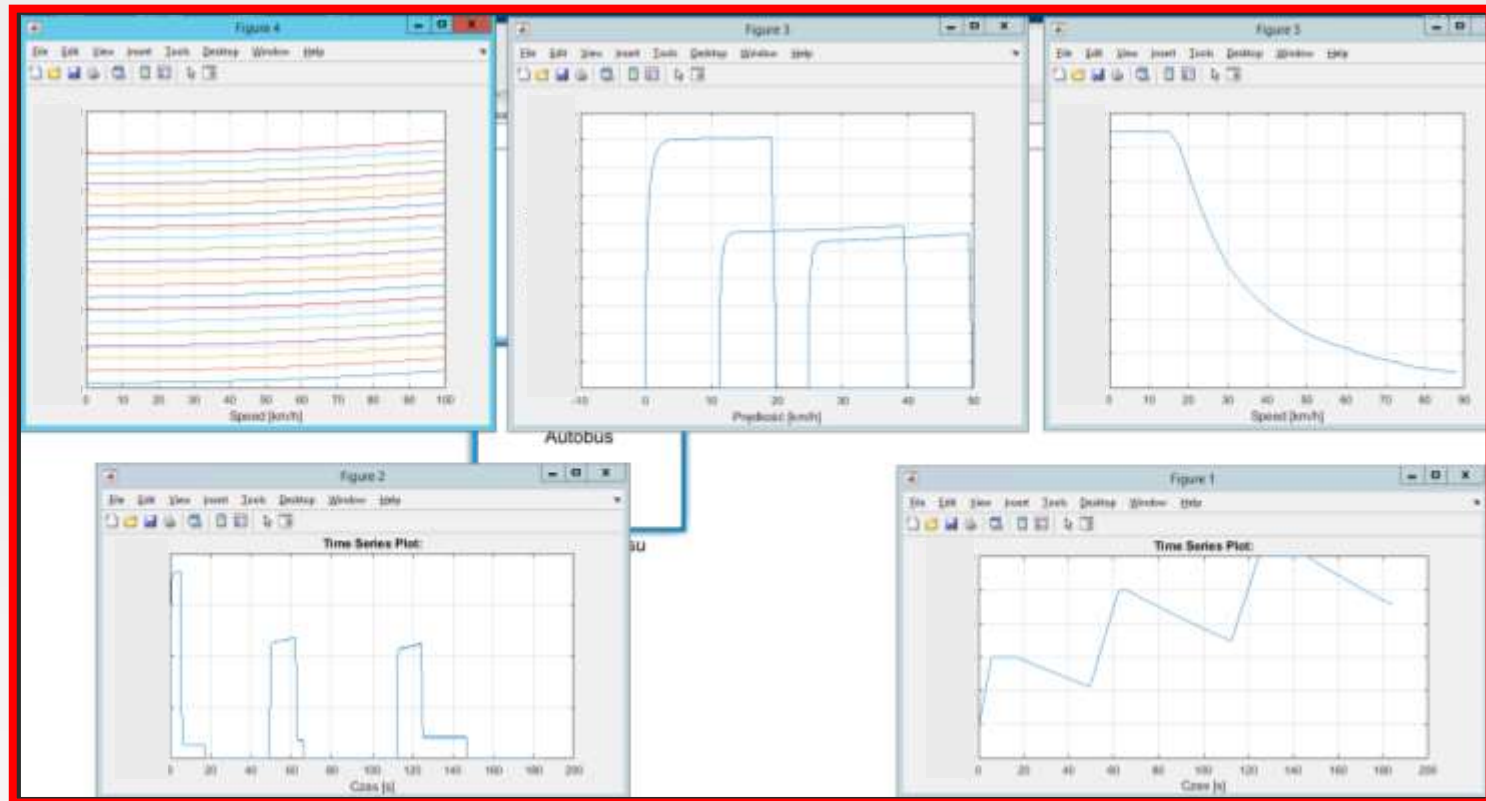
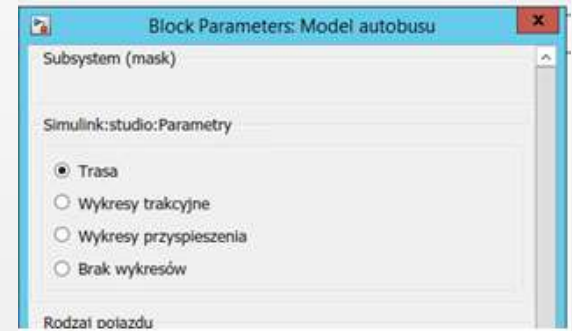
```
view 'MOTOR' (type, 'MOTOR')  
    type = 'MOTOR'  
    engineDescription = get_parameter('MOTOR_type')  
    akumulacja = 0.0001  
    if accumulator_enabled == '100'  
        acc = 10000  
        acc_parameter = 'max_of_acc100', '100000'  
    else  
        if MTRMTR_type = 'MTRMTR'  
            MTRMTR_type = '0'  
            MTRMTR_type = get_parameter('MTRMTR_type')  
            MTRMTR_type = get_parameter('MTRMTR_type')  
        else  
            if MTRMTRMTR_type = 'MTRMTRMTR'  
                MTRMTRMTR_type = '0'  
                MTRMTRMTR_type = get_parameter('MTRMTRMTR_type')  
                MTRMTRMTR_type = get_parameter('MTRMTRMTR_type')
```


IV. Studium przypadku

Własności trakcyjne



Moduł wykresy trakcyjne



IV. Studium przypadku

Komfort pasażerów



Moduł HVAC

Components	Target temperature [C]	20
Model	Maximum simulation time [s]	1800
Initial Conditions	Export interval	1
Solver	Monitor update interval	120
Post	Orbit size [m]	0.91
	Time step [s]	20
	Pressure solver time step	1e-07
	Maximum number of pressure solver iterations	15
	Pressure solver absolute tolerance in Pa	1e-05
	Pressure solver flow rate absolute tolerance [m³/s]	1e-05
	Reference temperature load in integration of hydraulic system [C]	-32.0

Components	Length [m]	12
Model	Width [m]	3.1
Initial Conditions	Height [m]	2.55
Solver	Length of driver cabin [m]	1.8
Post	Number of bus cabin sections	10
	Area of bus frame cross section [m²]	1.5e-2
	Total mass of bus frame (scalar/vector) [kg]	2500
	Specific heat capacity of bus frame (scalar/vector) [J/kgC]	500
	Heat conduction coefficient of bus frame [W/mC]	58
	Heat transfer coefficient from bus frame to atmosphere [W/m²C]	2
	Heat transfer coefficient from cabin air to bus frame [W/m²C]	0.7
	Heat transfer between driver and passenger cabin [%]	50
	Number of people in the bus	5
	Heat source of human body [W]	80
	Load heat capacity cav table = Temp[C], ΔkgC⁺	data/glycerin50_cp_table
	Load density cav table = Temp[C], kg/m³	data/glycerin50_rho_table
	Load kinematic viscosity cav table = Temp[C], m²/s	data/glycerin50_nu_table
	Load dynamic viscosity cav table = Temp[C], N s/m²	data/glycerin50_mu_table
	Load heat conductivity cav table = Temp[C], W/mK	data/glycerin50_amboda_j
	Update settings	Reset settings

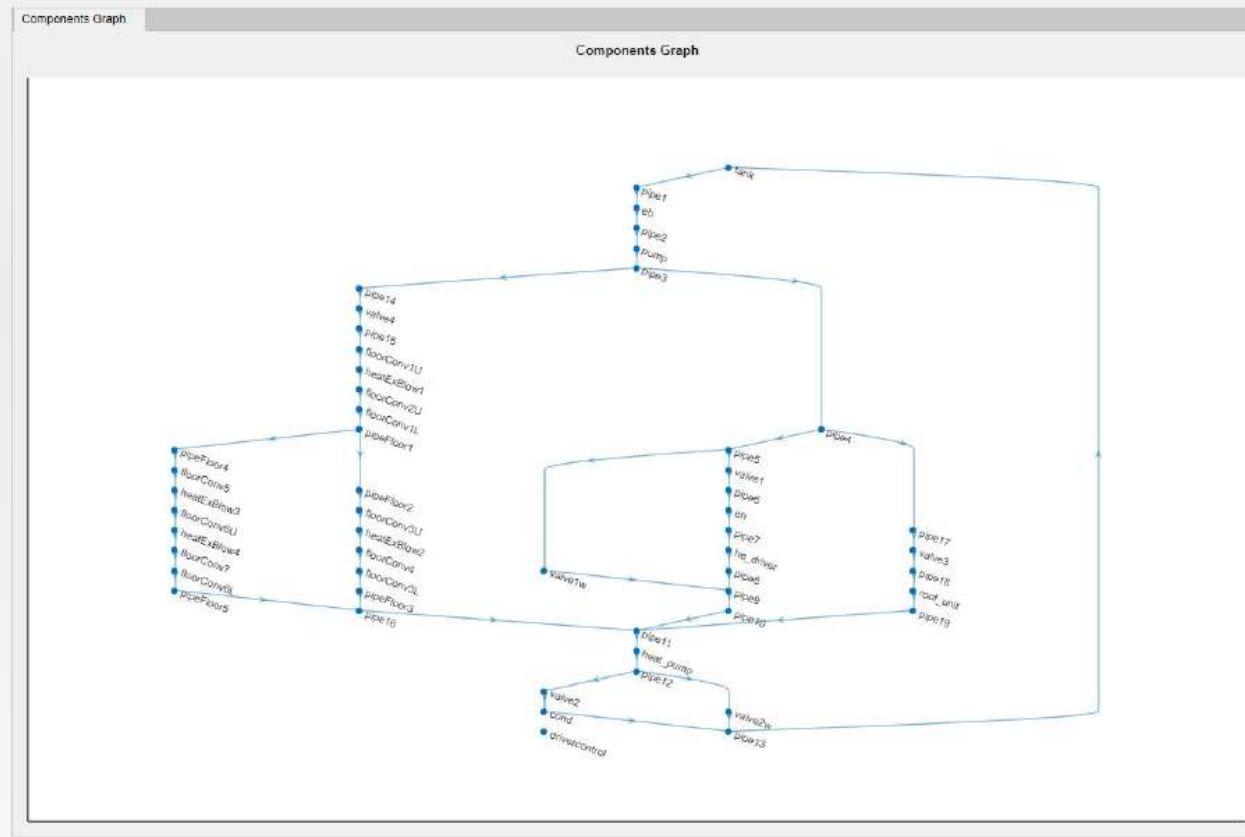
Components	Select components for postprocessing		
Model	Post	Component Type	Name ID
Initial Conditions	<input checked="" type="checkbox"/>	tank	tank
Solver	<input type="checkbox"/>	driver controller	driverctrl
Post	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe1
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe2
	<input checked="" type="checkbox"/>	heat pump	heat_pump
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe3
	<input type="checkbox"/>	air conditioner	ac
	<input checked="" type="checkbox"/>	pipe	pipe4
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe5
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe6
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe7
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe8
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe9
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe10
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe11
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe12
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe13
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe14
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe15
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe16
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe17
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe18
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe19
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe20
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe21
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe22
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe23
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe24
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe25
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe26
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe27
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe28
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe29
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe30
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe31
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe32
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe33
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe34
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe35
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe36
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe37
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe38
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe39
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe40
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe41
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe42
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe43
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe44
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe45
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe46
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe47
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe48
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe49
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe50
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe51
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe52
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe53
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe54
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe55
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe56
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe57
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe58
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe59
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe60
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe61
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe62
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe63
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe64
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe65
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe66
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe67
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe68
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe69
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe70
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe71
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe72
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe73
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe74
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe75
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe76
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe77
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe78
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe79
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe80
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe81
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe82
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe83
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe84
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe85
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe86
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe87
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe88
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe89
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe90
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe91
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe92
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe93
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe94
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe95
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe96
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe97
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe98
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe99
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe100
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe101
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe102
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe103
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe104
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe105
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe106
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe107
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe108
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe109
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe110
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe111
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe112
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe113
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe114
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe115
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe116
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe117
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe118
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe119
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe120
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe121
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe122
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe123
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe124
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe125
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe126
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe127
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe128
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe129
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe130
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe131
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe132
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe133
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe134
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe135
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe136
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe137
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe138
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe139
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe140
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe141
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe142
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe143
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe144
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe145
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe146
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe147
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe148
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe149
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe150
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe151
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe152
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe153
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe154
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe155
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe156
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe157
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe158
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe159
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe160
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe161
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe162
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe163
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe164
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe165
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe166
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe167
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe168
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe169
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe170
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe171
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe172
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe173
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe174
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe175
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe176
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe177
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe178
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe179
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe180
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe181
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe182
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe183
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe184
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe185
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe186
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe187
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe188
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe189
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe190
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe191
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe192
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe193
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe194
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe195
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe196
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe197
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe198
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe199
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe200
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe201
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe202
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe203
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe204
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe205
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe206
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe207
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe208
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe209
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe210
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe211
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe212
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe213
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe214
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe215
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe216
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe217
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe218
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe219
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe220
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe221
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe222
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe223
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe224
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe225
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe226
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe227
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe228
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe229
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe230
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe231
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe232
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe233
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe234
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe235
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe236
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe237
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe238
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe239
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe240
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe241
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe242
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe243
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe244
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe245
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe246
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe247
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe248
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe249
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe250
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe251
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe252
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe253
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe254
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe255
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe256
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe257
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe258
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe259
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe260
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe261
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe262
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe263
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe264
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe265
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe266
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe267
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe268
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe269
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe270
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe271
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe272
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe273
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe274
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe275
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe276
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe277
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe278
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe279
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe280
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe281
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe282
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe283
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe284
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe285
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe286
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe287
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe288
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe289
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe290
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe291
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe292
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe293
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe294
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe295
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe296
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe297
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe298
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe299
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe300
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe301
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe302
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe303
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe304
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe305
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe306
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe307
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe308
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe309
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe310
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe311
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe312
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe313
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe314
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe315
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe316
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe317
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe318
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe319
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe320
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe321
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe322
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe323
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe324
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe325
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe326
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe327
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe328
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe329
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe330
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe331
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe332
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe333
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe334
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe335
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe336
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe337
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe338
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe339
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe340
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe341
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe342
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe343
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe344
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe345
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe346
	<input type="checkbox"/>	pipe	pipe347
	<		

IV. Studium przypadku

Komfort pasażerów



Moduł HVAC



Components Parameters

Component: plate heat exchanger

Length [m]:

Width [m]:

Height [m]:

Reference height [m]:

Input diameter [mm]:

Output diameter [mm]:

Roughness [mm]:

Number of plates:

Heat source type:

Heat source power [W]:

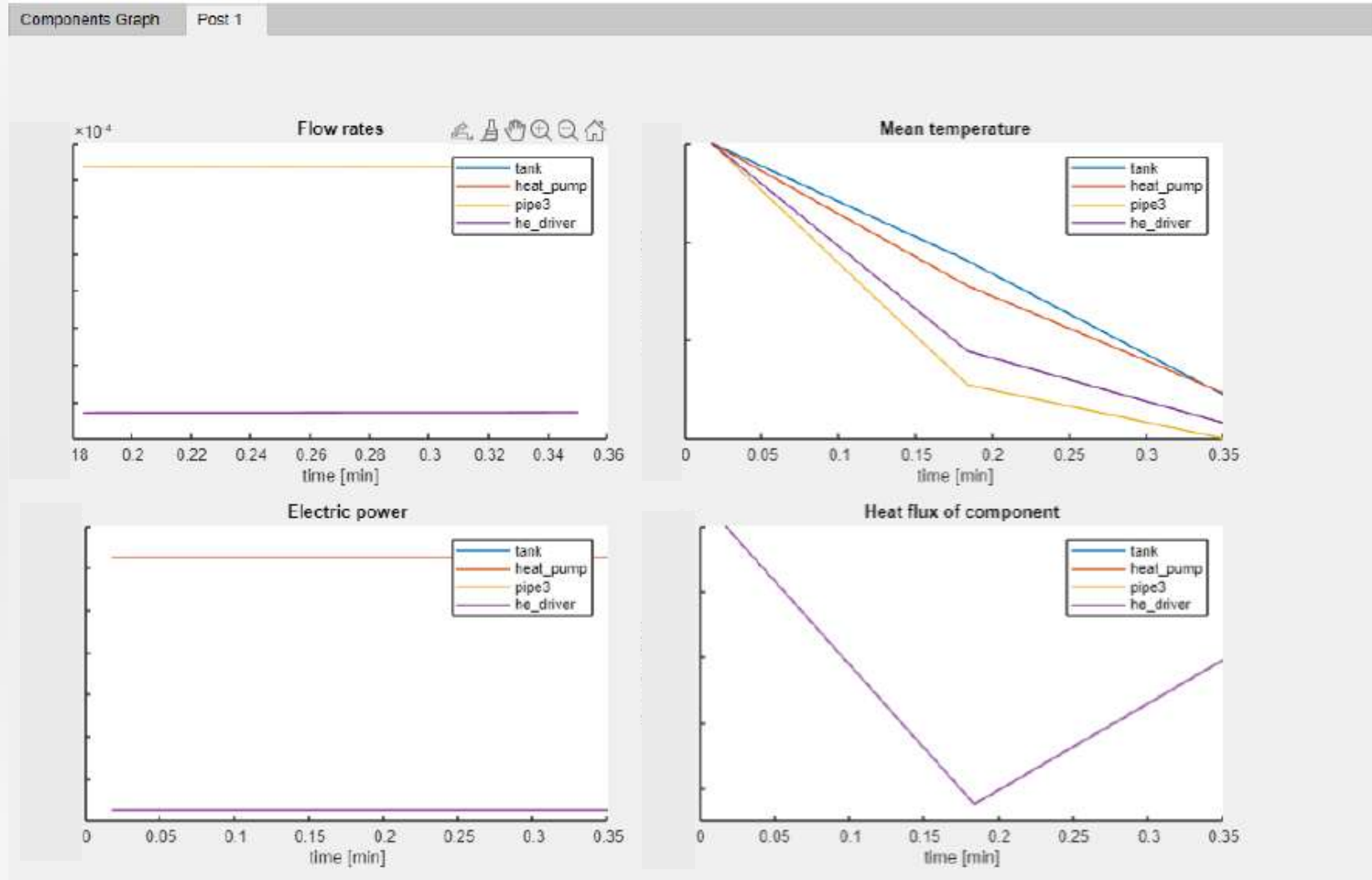
Setup heating power
UDF function name:

IV. Studium przypadku

Komfort pasażerów



Moduł HVAC



IV. Studium przypadku

Komfort pasażerów



Moduł HVAC

Block Parameters: Model autobusu

Subsystem (mask)

Simulink:studio:Parametry

- Trasa
- Wykresy trakcyjne
- Wykresy przyspieszenia
- Brak wykresów

Rodzaj pojazdu

Auto: nE9LE

Silnik

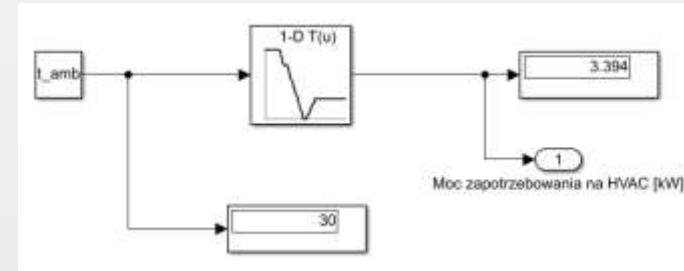
HVAC

Rodzaj ogrzewania: Elektryczne

Temperatura zewnętrzna: 30

Prekondycjonowanie

HVAC model uproszczony



HVAC

Rodzaj ogrzewania: Elektryczne

Temperatura zewnętrzna: Elektryczne

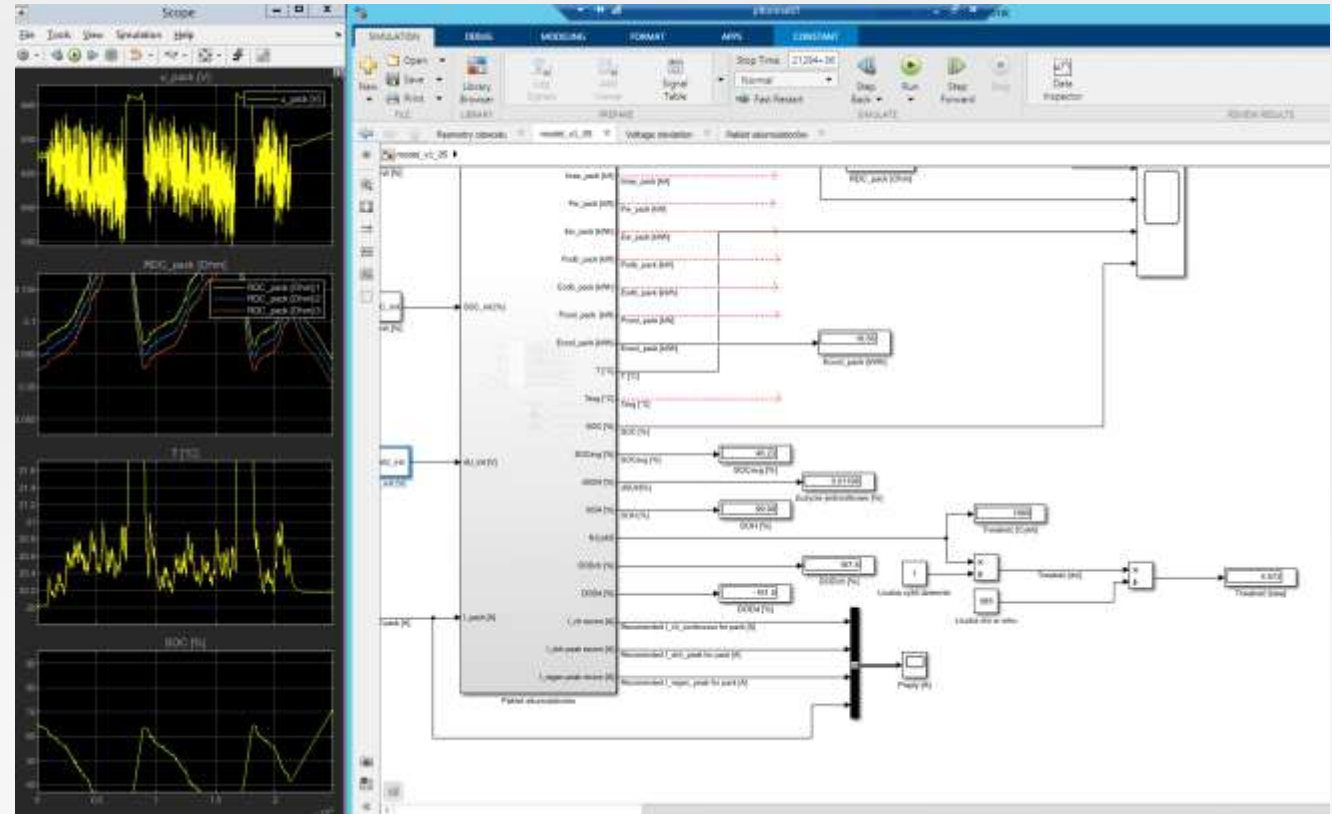
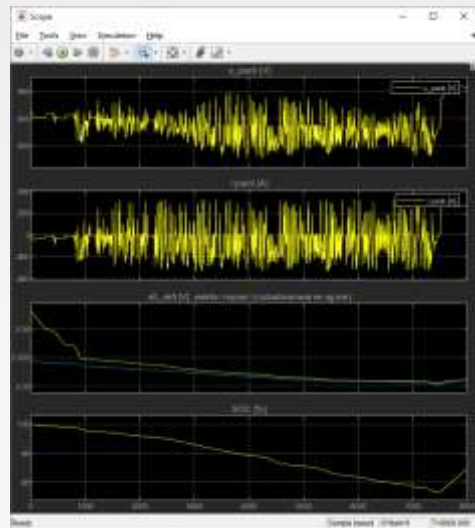
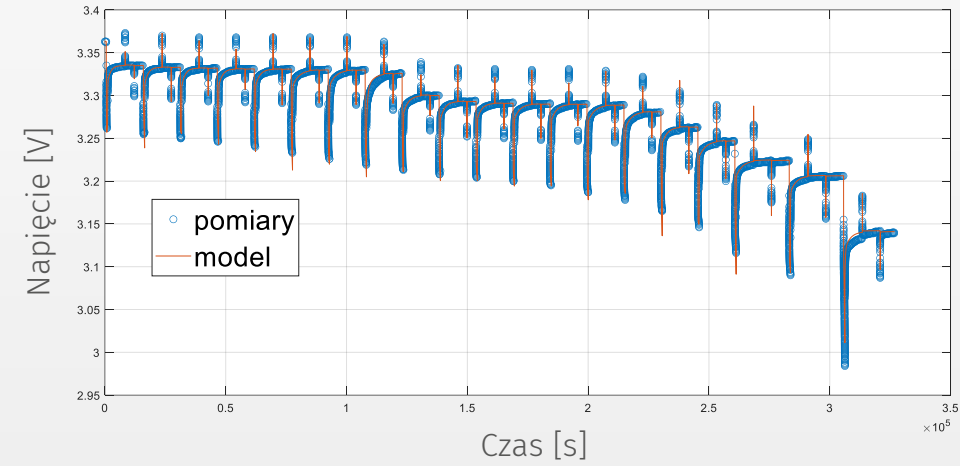
Prekondycjonowanie: CNG/Biodiesel

IV. Studium przypadku

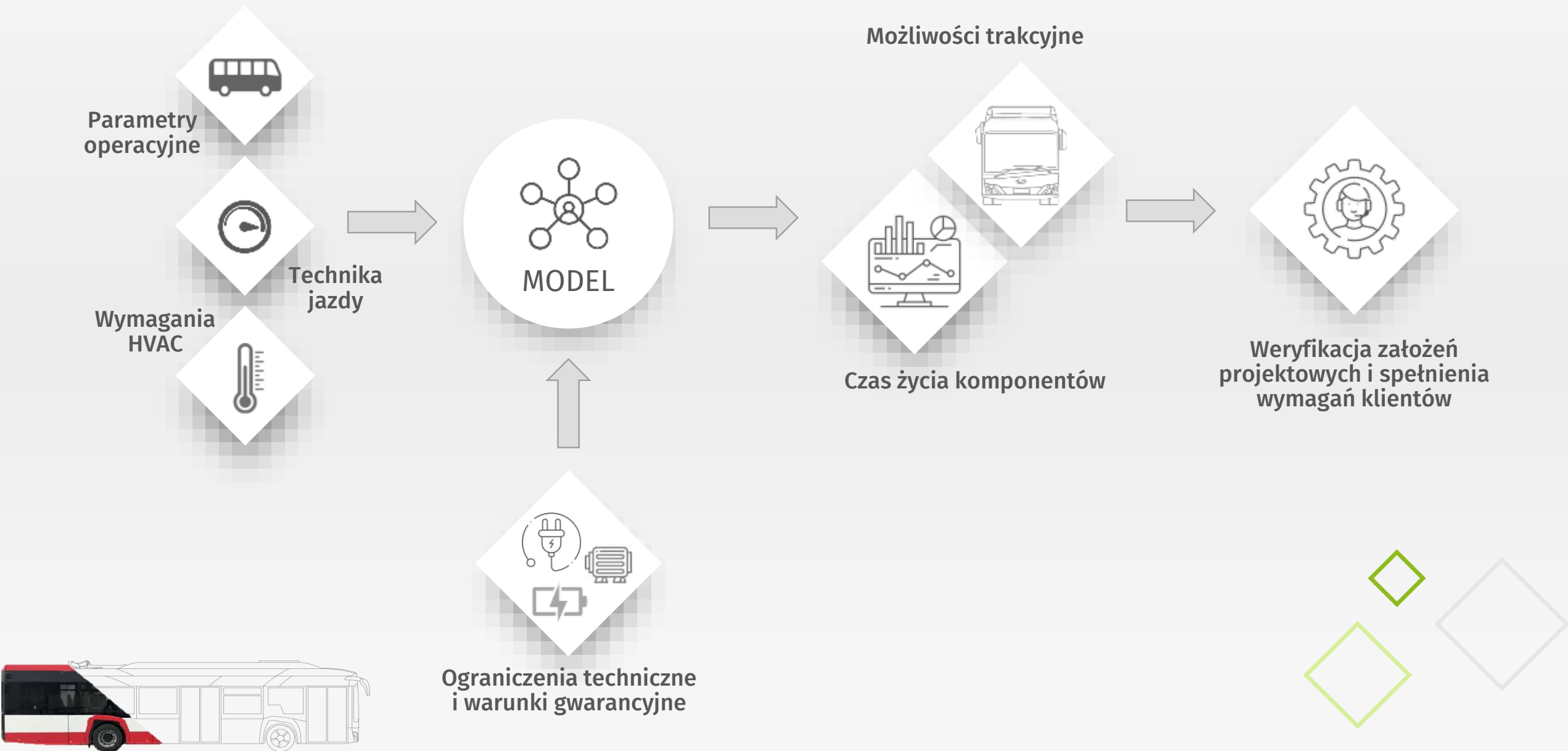
Czas życia komponentów



Moduł baterii trakcyjnej



V. Wyzwania i przyszłość





Koniec