



**System
Elektroenergetyczny:
Bezpieczeństwo
Operacyjne i Rynkowe**

Jak wzbudzić atom?

dr inż. Michał Izdebski



**Instytut
Energetyki**
Oddział Gdańsk

Kazimierz Dolny, 17–19 marca 2026 r.

Jak **wzbudzić atom**, czyli...



...spowodować przeniesienie elektronów z powłok wewnętrznych na wyższe podpowłoki, powodując nietrwałe zwiększenie liczby niesparowanych elektronów?





System
Elektroenergetyczny:
Bezpieczeństwo
Operacyjne i Rynkowe

Opracowanie i wdrożenie pierwszego polskiego układu **wzbudzenia** i regulacji napięcia generatora o mocy 1000 MVA w elektrowni **atomowej**

dr inż. Michał Izdebski



Instytut
Energetyki
Oddział Gdańsk

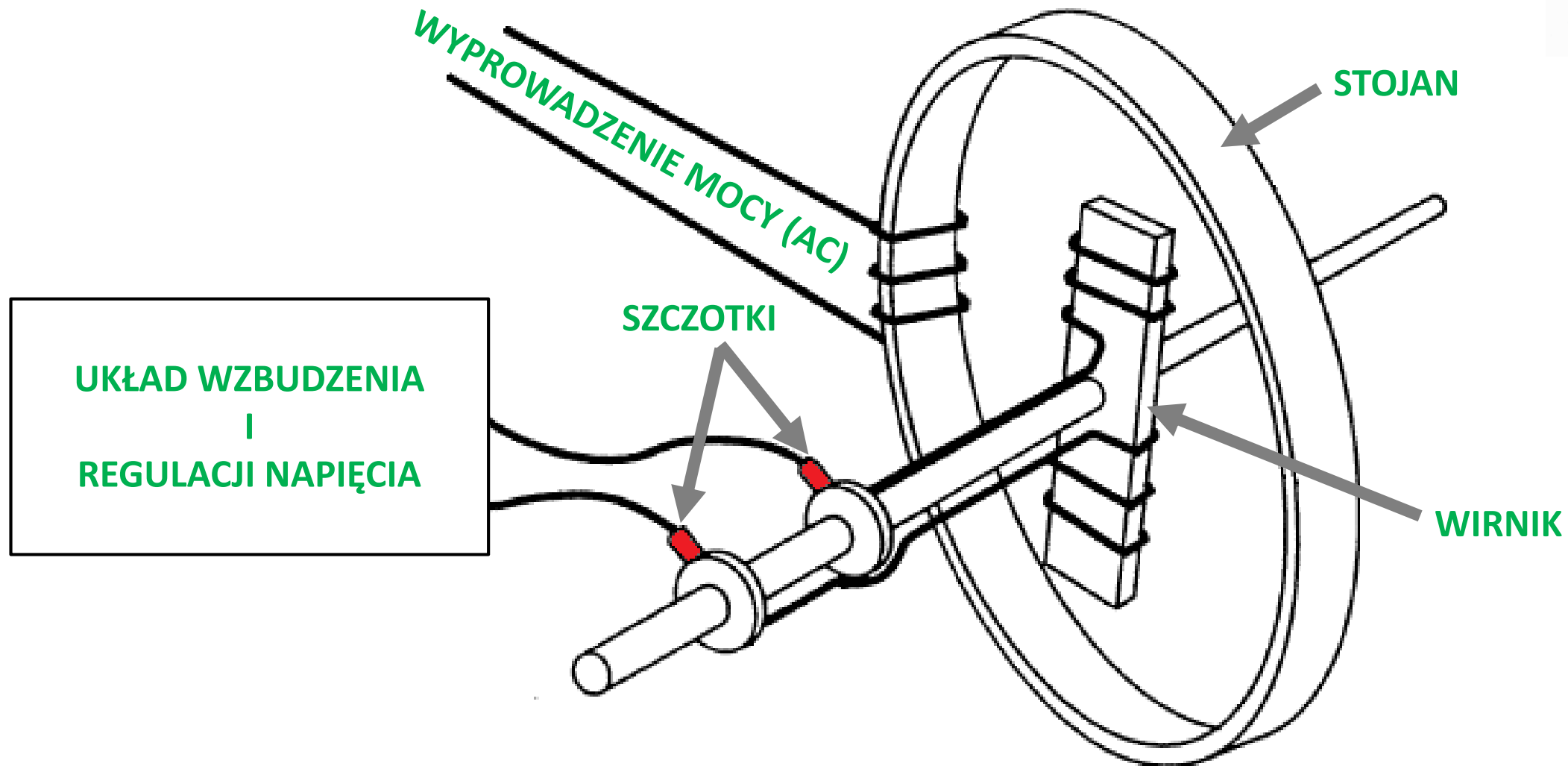
Kazimierz Dolny, 17–19 marca 2026 r.

Agenda



1. Wstęp – odrobina teorii
2. Oś czasu pierwszego polskiego układu wzbudzenia i regulacji napięcia generatora elektrowni jądrowej
3. Podsumowanie

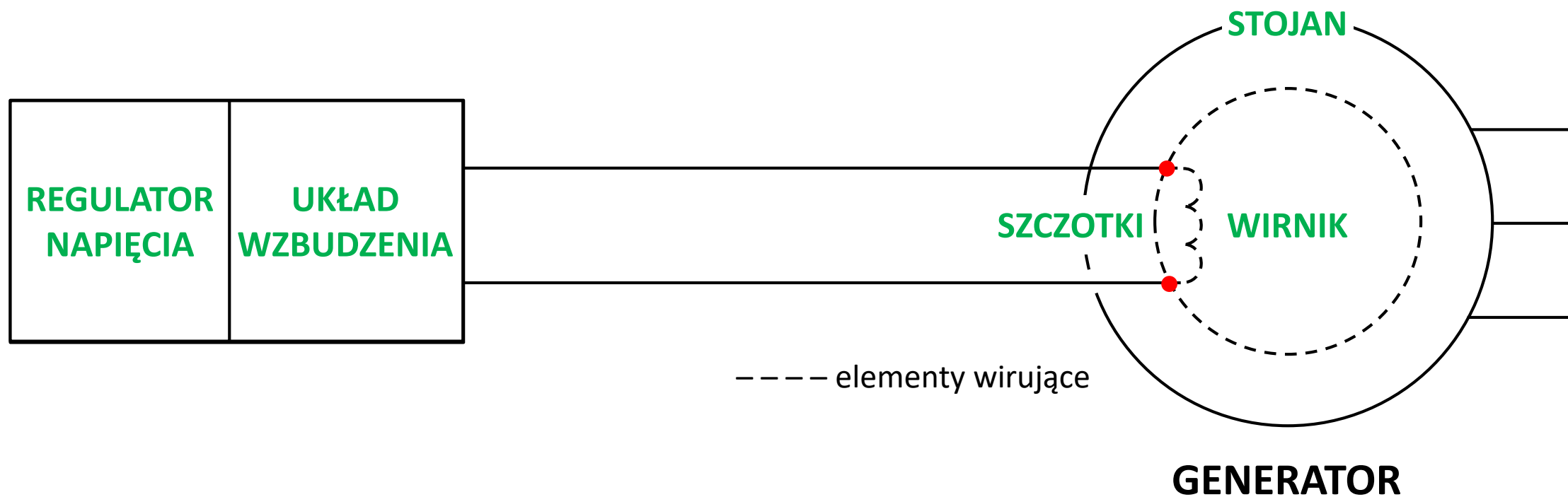
Wstęp – generator synchroniczny



Wstęp



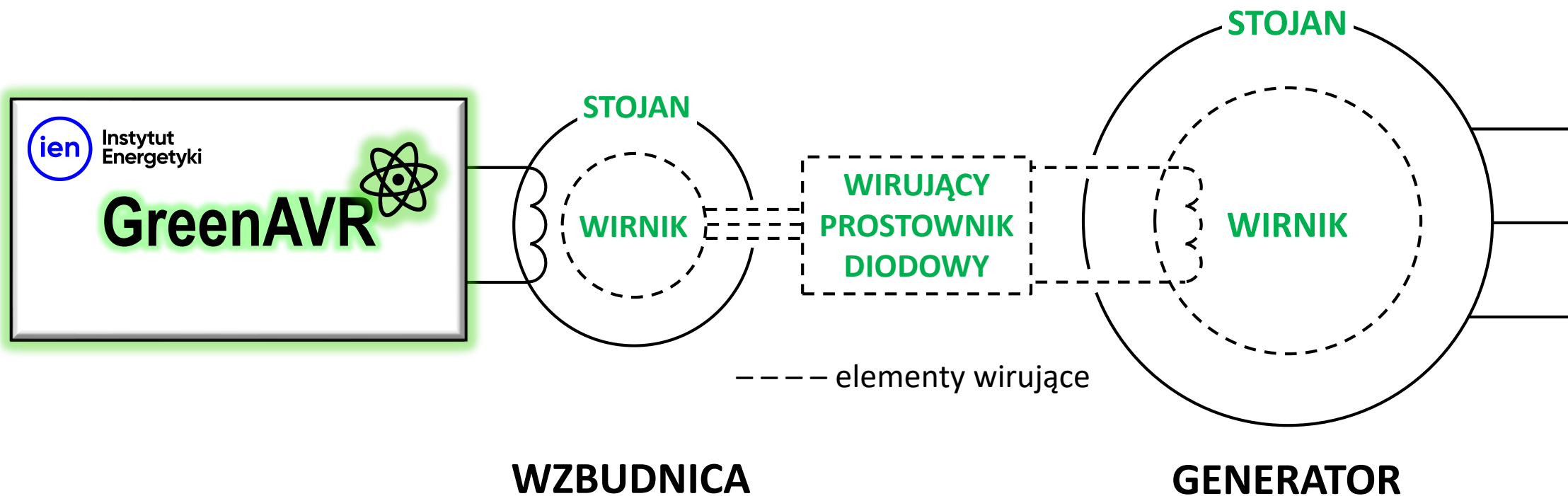
Statyczny układ wzbudzenia generatora



Wstęp



Bezszczotkowy układ wzbudzenia generatora



Oś czasu GreenAVR

Powstaje
Oddział
Gdańsk
Instytutu
Energetyki
(IEN OG)

1954

2004



4.2024

10.2024

Prof. Włodzimierz Hellmann (1911-1987)
 Założyciel Oddziału Gdańsk



**Instytut
Energetyki**

MINISTERSTWO ENERGETYKI
Departament Kadr

WARSZAWA, dn. 1954 r.
ul. Mysia 2 22 PAZ 1954

ZNAK: K.I.A./851./54

NA PISMO ZNAK

Z DNIA:

SPRAWA:

Z a ś w i a d c z e n i e
=====

Departament Kadr Ministerstwa
Energetyki wyraża zgodę na zatrudnienie
Ob. HELLMANNA Włodzimierza na pełnym
etacie w Politechnice Gdańskiej.

Jednocześnie zaznaczamy, że inż.
HELLMANN pracuje w Instytucie Energetyki
na 1 etatu.

[Signature]
Dyrektor Departamentu

B. Białochi

Oś czasu GreenAVR



Powstaje
Oddział
Gdańsk
Instytutu
Energetyki
(IEN OG)

IEN OG
wdraża w
pełni cyfrowy
dwukanałowy
reg. napięcia,
El. Bełchatów

1954

2004

2019

11.2023

04.2024

10.2024

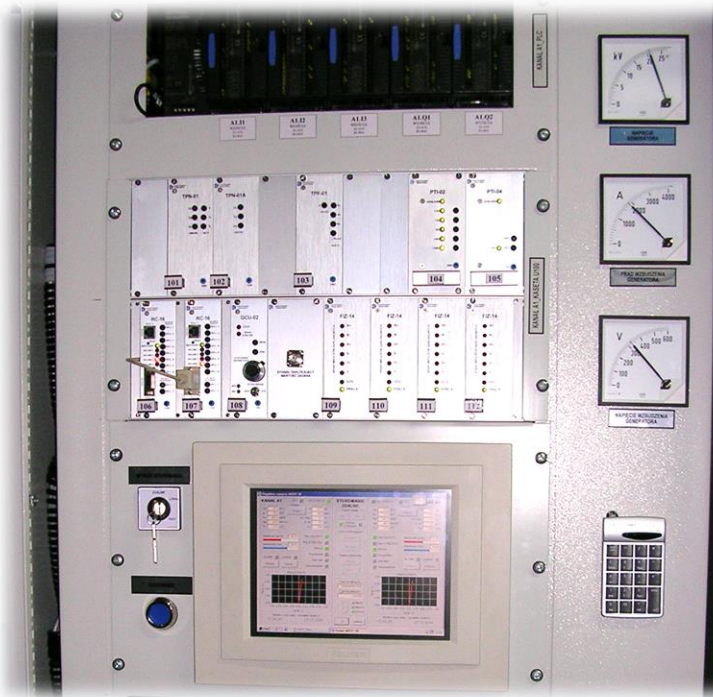
11.2024

12.2024

tecznie



P100C-SX



Oś czasu GreenAVR



Powstaje
Oddział
Gdańsk
Instytutu
Energetyki
(IEN OG)

1954

IEN OG
wdraża w
pełni cyfrowy
dwukanałowy
reg. napięcia,
El. Bełchatów

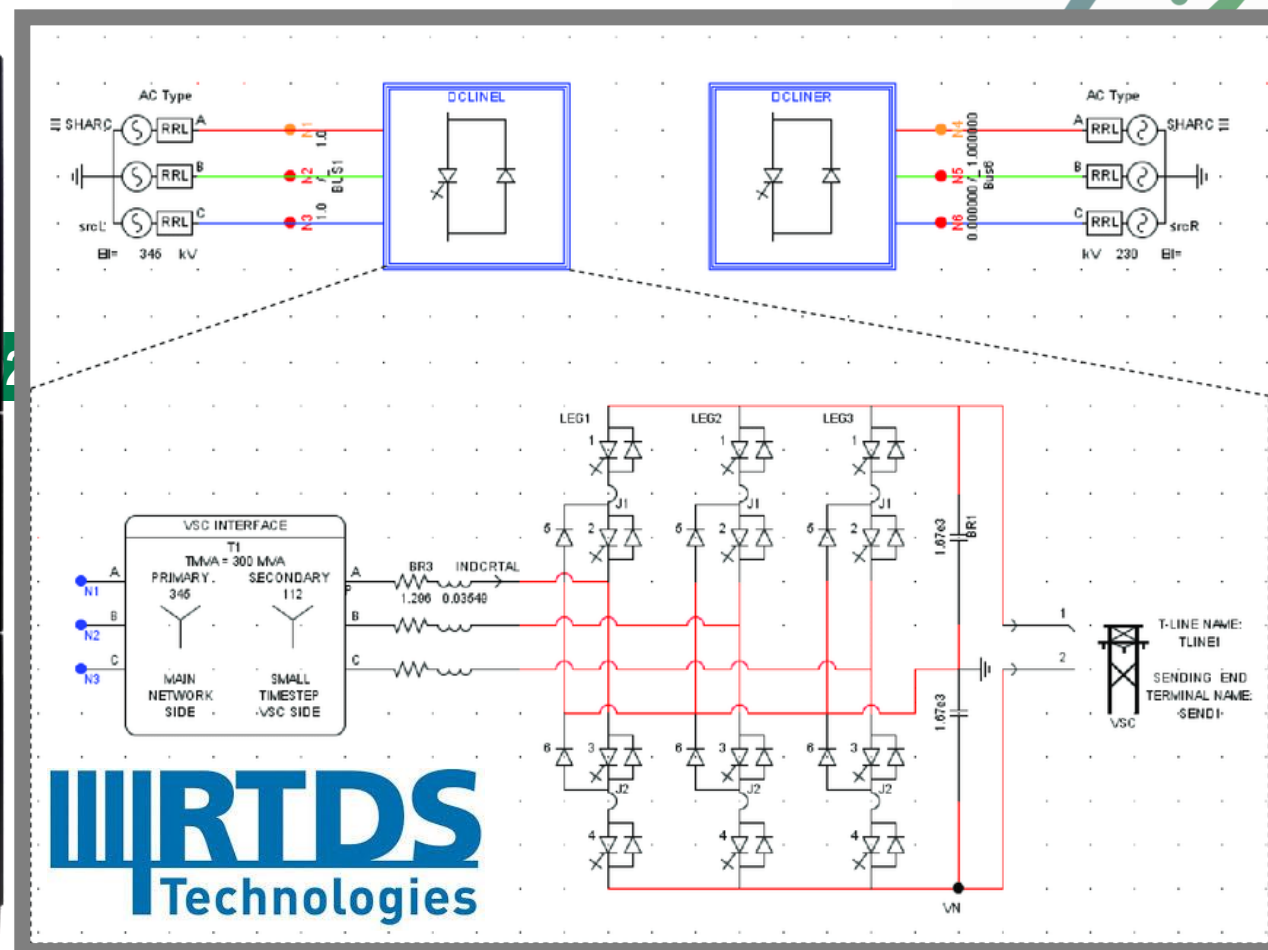
2004

Zakup
przez IEN
OG Real
Time
Digital
Simulator

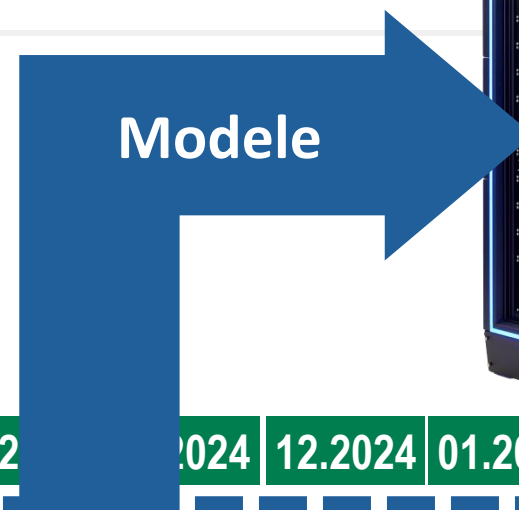
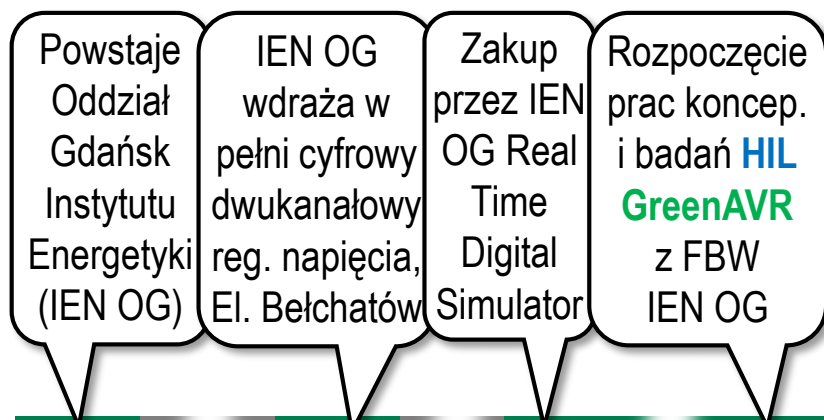
2019



Real Time Digital Simulator
cyfrowy bliźniak dedykowany
do modelowania systemów
elektroenergetycznych



Oś czasu GreenAVR



UKŁAD
WZBUDZENIA

STOJAN

WIRNIK

RTDS
Technologies

WIRUJĄCY
PROSTOWNIK
DIODOWY

STOJAN

WIRNIK

----- elementy wirujące

SIEĆ
PRZESYŁOWA

Założenia dla **GreenAVR**:

- redundantny, wyposażony w dodatkowe ograniczniki
- wyjątkowo niezawodny, również przy obniżonej częstotliwości
- zintegrowany z systemami bezpieczeństwa elektrowni jądrowej
- gotowy na zakłócenia takie jak:
 - zwarcia: diody wirującej, trójfazowe, niesymetryczne na szynach SN, trójfazowe w sieci NN, w prostowniku tyrystorowym, jednofazowe doziemne na szynach SN
 - zanik jednej fazy zasilania transformatora wzbudzenia i inne...



19

02.2025

06.2025

Obecnie

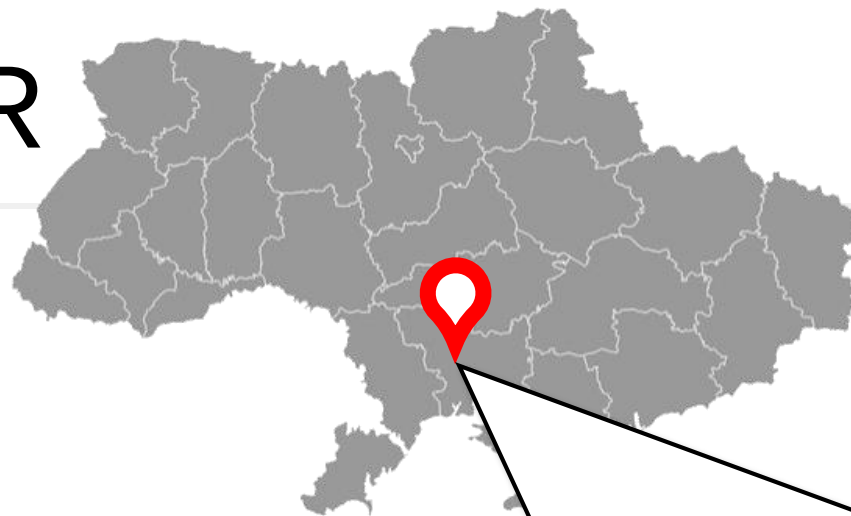


HARDWARE

IN THE LOOP

RTDS
Technologies

Oś czasu GreenAVR



Powstaje
Oddział
Gdańsk
Instytutu
Energetyki
(IEN OG)

1954

IEN OG
wdraża w
pełni cyfrowy
dwukanałowy
reg. napięcia,
El. Bełchatów

2004

Zakup
przez IEN
OG Real
Time
Digital
Simulator

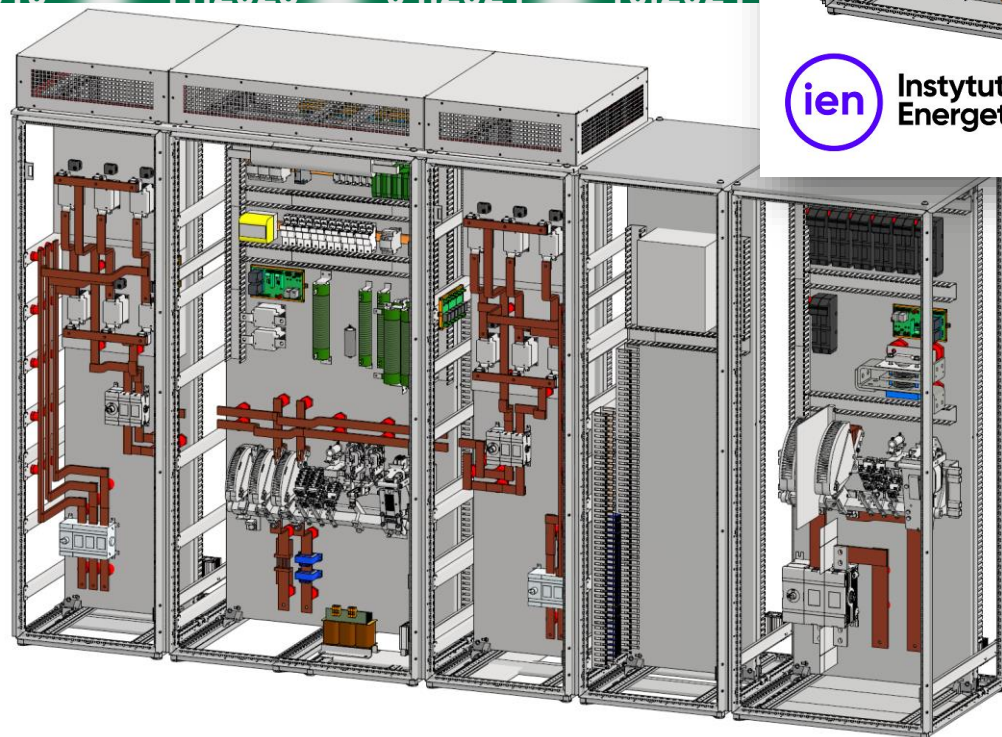
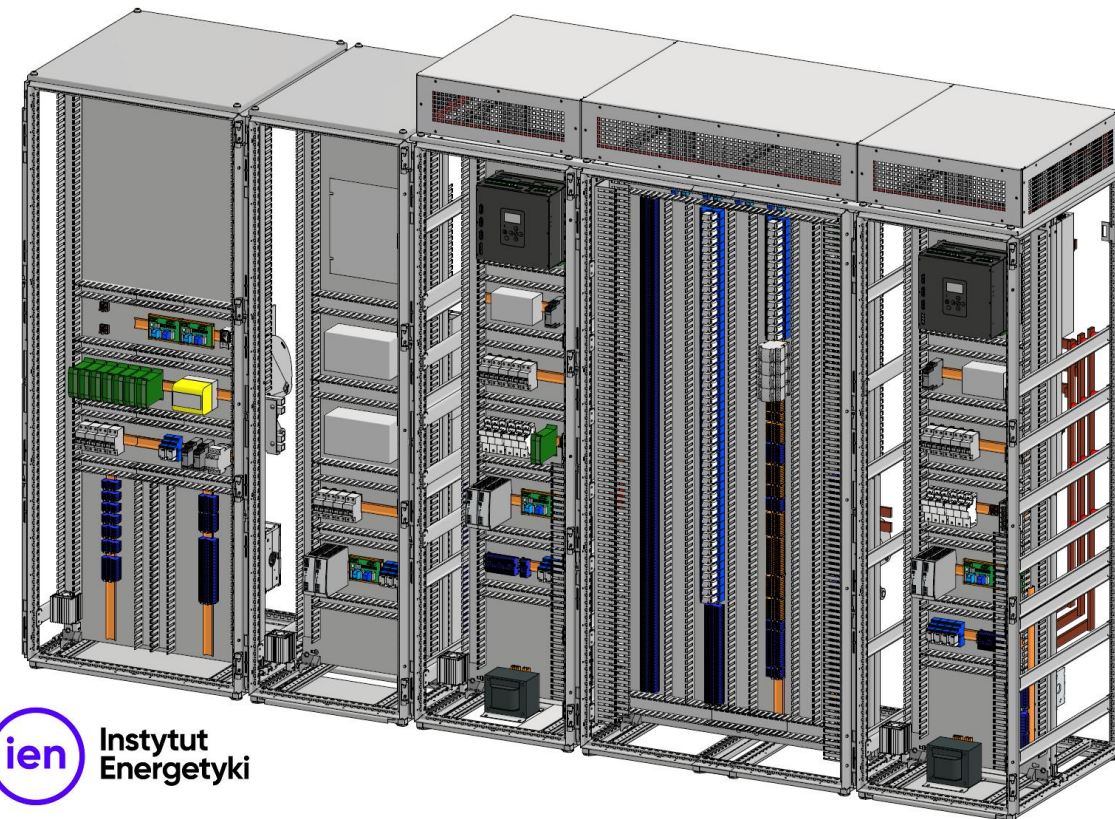
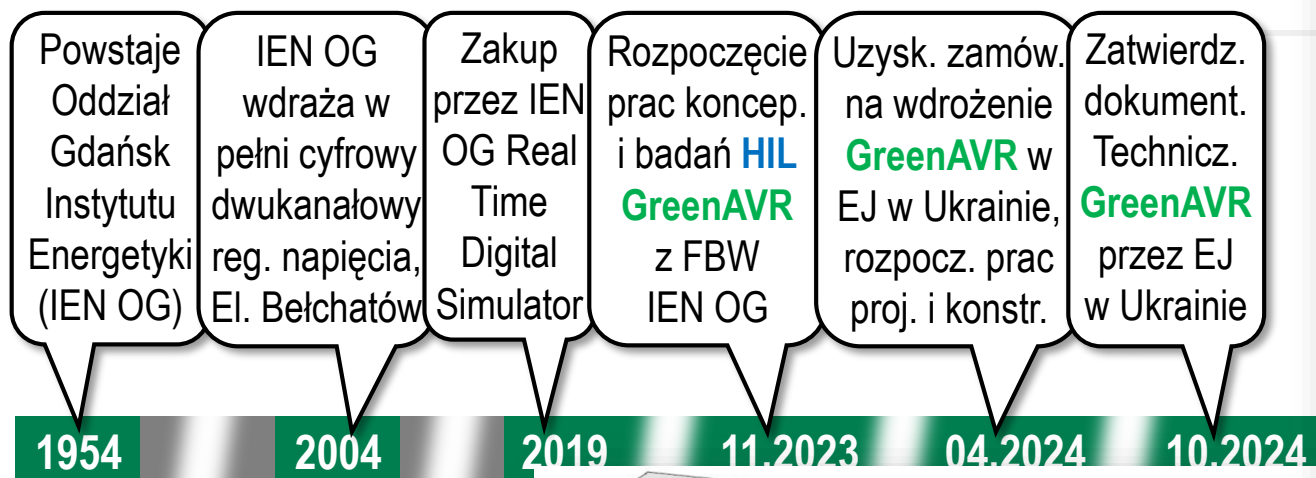
2019

Rozpoczęcie
prac koncepc.
i badań **HIL**
GreenAVR
z FBW
IEN OG

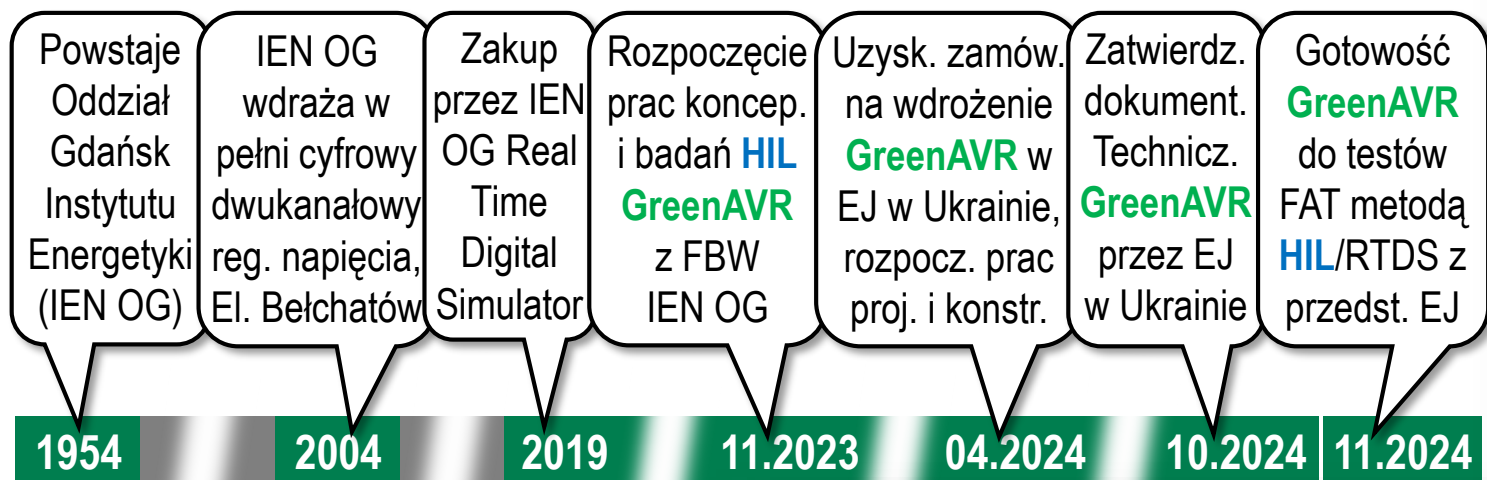
Uzysk. zamów.
na wdrożenie
GreenAVR w
EJ w Ukrainie,
rozpocz. prac
proj. i konstr.



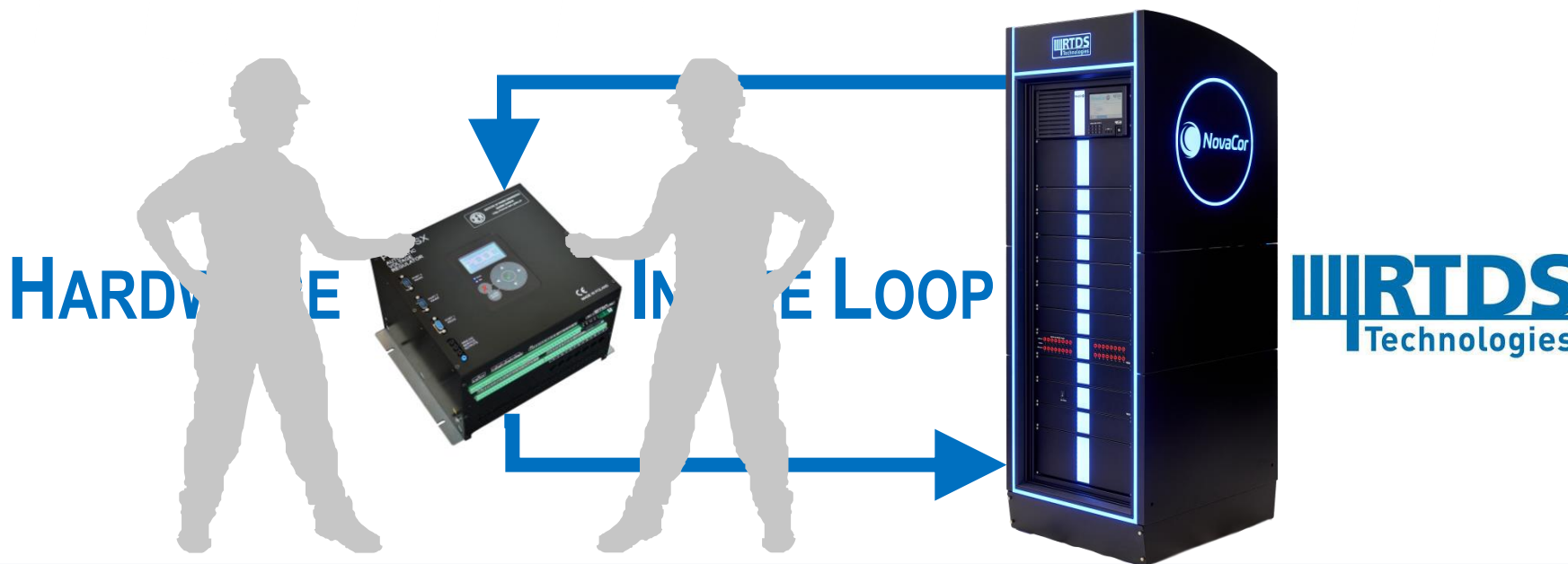
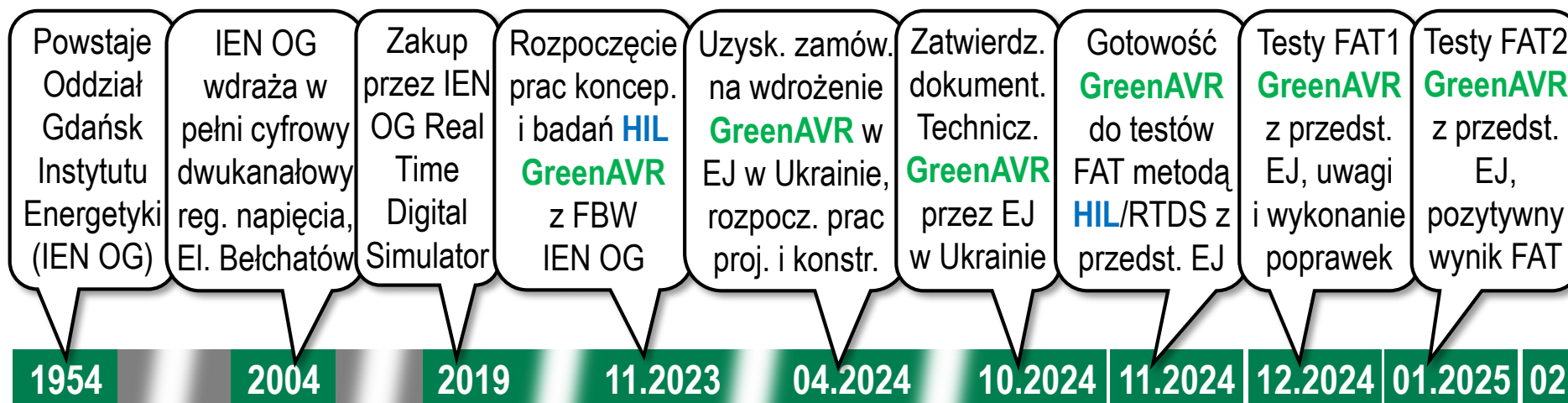
Oś czasu GreenAVR



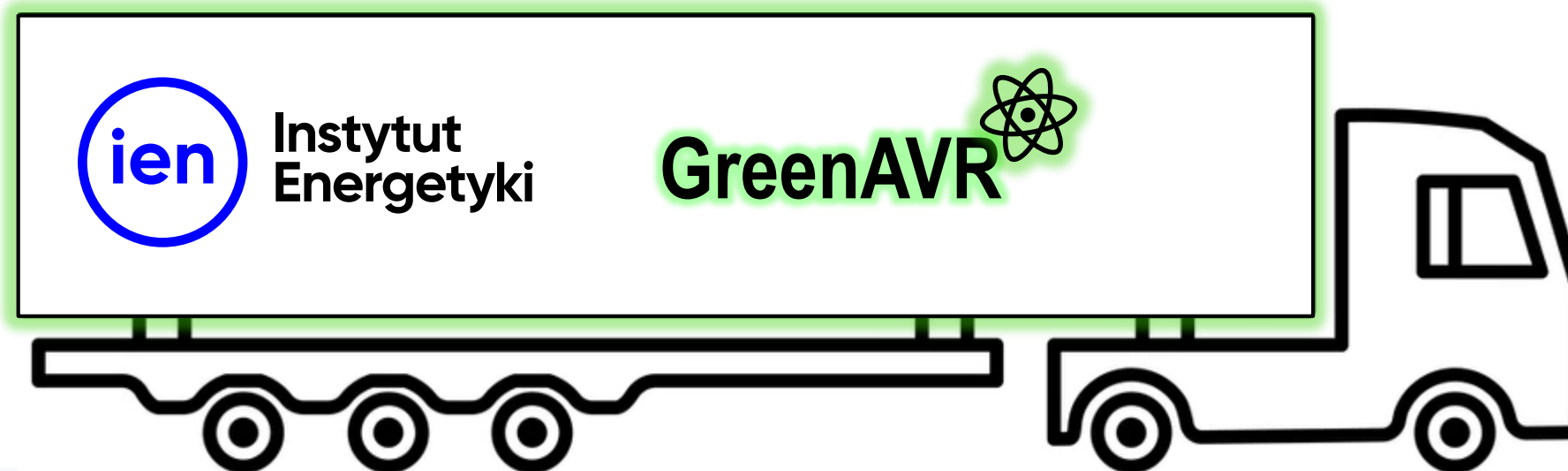
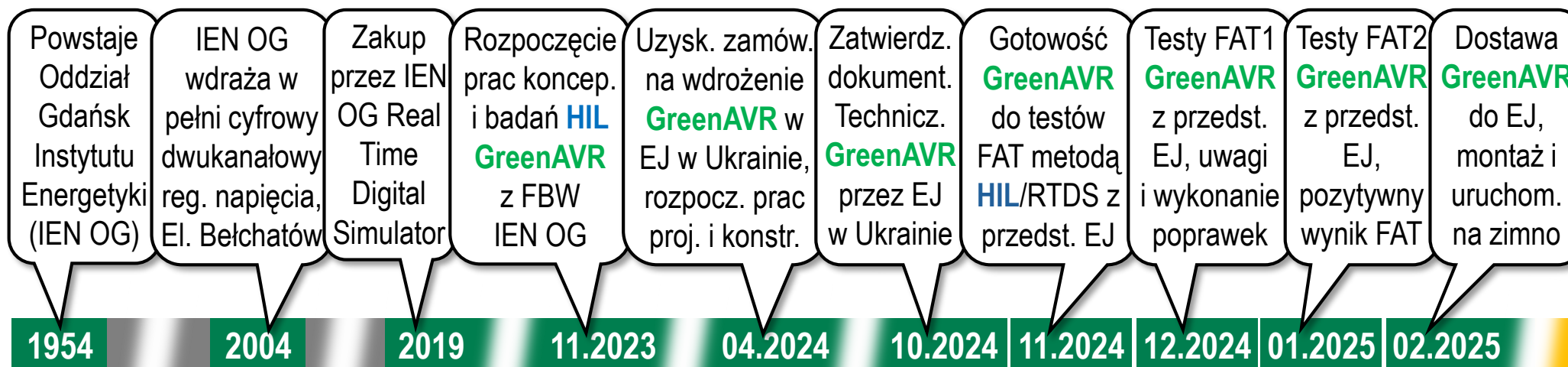
Oś czasu GreenAVR



Oś czasu GreenAVR



Oś czasu GreenAVR



Oś czasu GreenAVR



**Instytut
Energetyki**

**ODDZIAŁ
GDAŃSK**



INTERNET

**POŁUDNIOWOUKRAIŃSKA
ELEKTROWNIA JĄDROWA
GENERATOR 1000 MVA**



**Instytut
Energetyki**

GreenAVR



Oś czasu GreenAVR



Powstaje
Oddział
Gdańsk
Instytutu
Energetyki
(IEN OG)

IEN OG
wdraża w
pełni cyfrowy
dwukanałowy
reg. napięcia,
El. Belch

Zakup
przez IEN
OG Real
Time
Digital
Simulator

Rozpoczęcie
prac koncepc.
i badań **HIL**
GreenAVR
z FBW
IEN OG

Uzysk. zamów.
na wdrożenie
GreenAVR w
EJ w Ukrainie,
rozpocz. prac
projektowych

Zatwierdz.
dokument.
Technicz.
GreenAVR
przez EJ
w Ukrainie

Gotowość
GreenAVR
do testów
FAT metodą
HIL/RTDS z
pomocą EJ

Testy FAT1
GreenAVR
z przedst.
EJ, uwagi
i wykonanie
poprawek

Testy FAT2
GreenAVR
z przedst.
EJ,
pozytywny
wynik FAT

Dostawa
GreenAVR
do EJ,
montaż i
uruchom.
na zimno

Zdalne
uruchom.
GreenAVR
przeprow.
z IEN OG, w
razie awarii

Eksploatacja
GreenAVR
w warunkach
wojny, zdalne
stałe wsparcie
z IEN OG

1954

200



ecnie

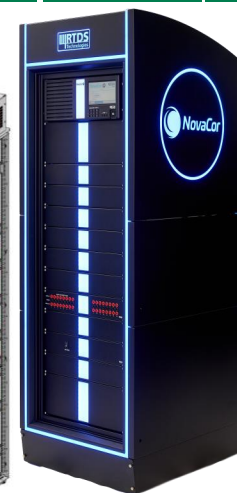
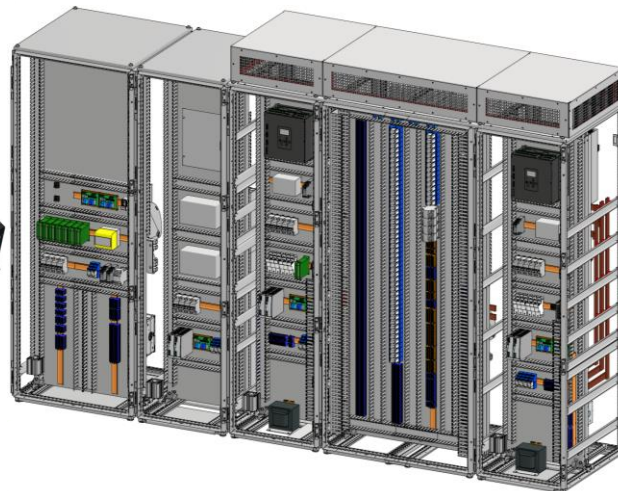
Podsumowanie 1/3



Prof. Hellmann



Badania **HIL**



Testy Fabryczne **HIL**



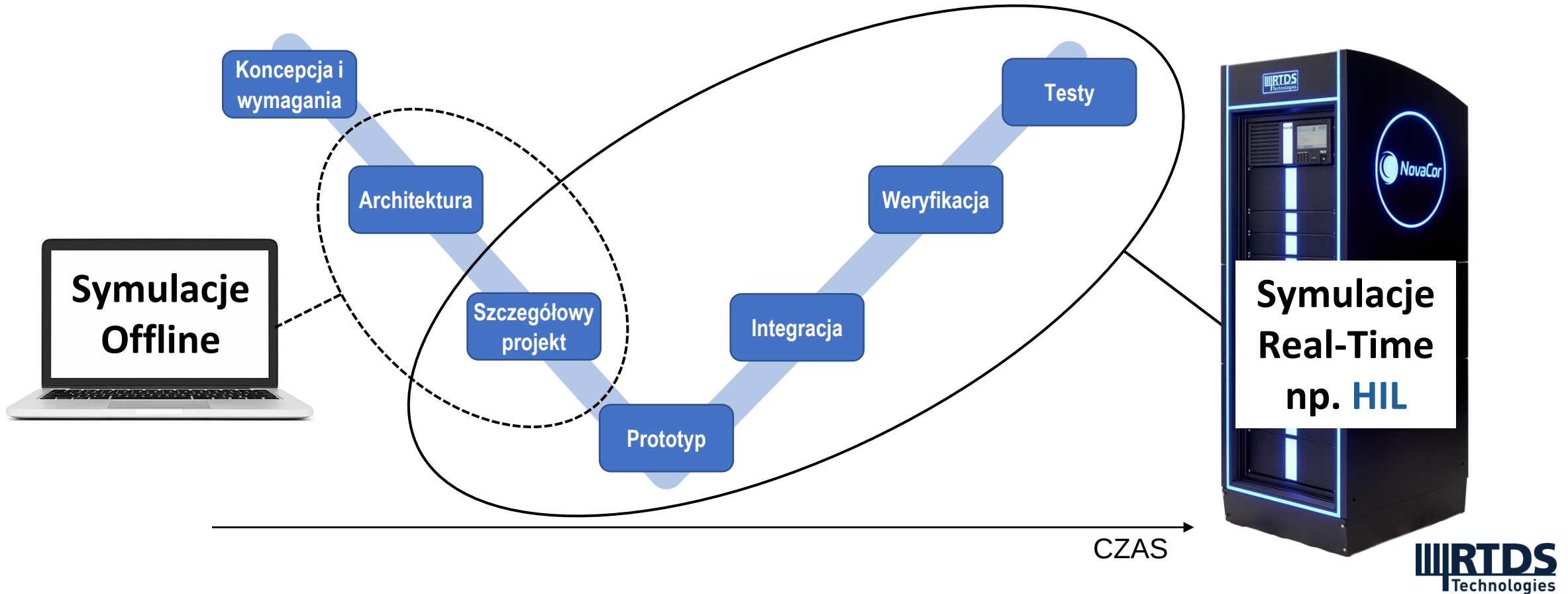
POŁUDNIOWOUKRAIŃSKA
ELEKTROWNIA
JĄDROWA



Podsumowanie 2/3



Model V – ścieżka postępowania, która ma zapewnić opracowanie niezawodnego systemu



Podsumowanie 3/3



Instytut
Energetyki

GreenAVR 



POLSKIE
ELEKTROWNIE
JĄDROWE

Poglądowa wizualizacja pierwszej
elektrowni jądrowej w Polsce



Dziękuję za uwagę

dr inż. Michał Izdebski
m.izdebski@ien.gda.pl