

XI KONFERENCJA PTPIREE

Architektura Odporności

Jak zaawansowana i bezpieczna infrastruktura pomiarowa definiuje nową erę Smart Grid jako cyfrowego kręgosłupa odpornej sieci elektroenergetycznej

„POMIARY I DIAGNOSTYKA W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH”

Krzysztof Swaczyński

Założyciel i właściciel SEQRED



Agenda

Plan Wystąpienia

01

Kontekst i presje

Trzy siły, które zbiegają się w jednym urzędzeniu

ćć

Inspiracje europejskie

Szwajcaria (SSUN, PowerTracker), BCG, UK DCC

02

Rdzeń techniczny i regulacje

Wymogi PTPIREE, NIS2, CRA, ENISA TL25

ćć

Synteza i rekomendacje

Cztery strumienie wartości · Pięć kroków na 18 miesięcy

Pomiar przestał być końcem drogi danych — stał się jej początkiem

Przez dwie dekady mówiliśmy o LZO w kategoriach metrologii i bilingu. W 2026 roku — w realiach NIS2, Cyber Resilience Act i rynku elastyczności wartego **58 mld € rocznie** — licznik jest cyfrowym kręgosłupem sieci, nie jej peryferium.

Czujnik

Dane pomiarowe w czasie rzeczywistym

Sterownik

Punkt wejścia DSR i elastyczności

Sensor cyberodporności

Pierwsza linia obrony OT

Punkt styku z klientem

Data Act i prawa konsumenta



Trzy presje

Cyberzagrożenie, Elektryfikacja i Regulacja zbiegają się w jednym punkcie



Cyber

ENISA TL25: **4 875 incydentów**; ataki OT = 18,2% kategorii; sektor energetyczny – cel strategiczny aktorów państwowych

Elektryfikacja

Luka **60 GW** mocy szczytowej w UE do 2030; **58 mld €** niezmonetyzowanej elastyczności gospodarstw domowych rocznie

Regulacja

PL UKSC: 3.04.2026 · CRA pełne: 11.12.2027 · Data Act core: 12.09.2025

LZO jako Cyfrowy Kręgosłup: Anatomia Wymogów PTPIREE

Standard PTPIREE definiuje **52 weryfikowalne wymagania** w siedmiu filarach — standard stawiający Polskę w pierwszej lidze europejskiej.



SLC

Software Life Cycle · ISO 27001 · SBOM · SAST/DAST · crypto-agility (≥15% rezerwy)



CRY

AES-128 / ECC-256 / SHA-256 · HWRNG · klucze unikalne per urządzenie · Secure Element / TrustZone



COM

DLMS Security Suite 1–2 · end-to-end · X.509 wzajemne uwierzytelnianie



ACC

Granularny model COSEM · wyłączenie JTAG · minimalizacja powierzchni ataku



INT / LOG / PHY

Samotestowanie · dziennik 90 dni lokalnie / 12 mies. centralnie · plomby i czujniki tamper

Audytowalność, łańcuch dostaw i lekcja konsultacji

Wynik konsultacji rynkowych

52

Wymogi łącznie

119

Uwag od dostawców

40

Pozycji
zmodyfikowanych

7 dostawców, realne kompromisy

Kluczowe ustalenia konsultacji

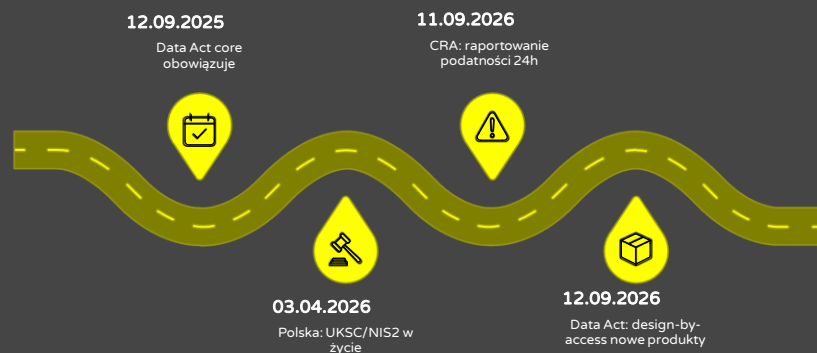
- **SBOM + HBOM (SLC-1.4):** wykaz komponentów oprogramowania i sprzętu — wprost z CRA. Ograniczenie HBOM do komponentów z logiką cyfrową.
- **Audyt u producenta:** OSD ma prawo do audytów z certyfikatem ISO/IEC 27001 Lead Auditor i doświadczeniem w OT/AMI.
- **Izolacja kryptograficzna:** dopuszczono TrustZone zamiast wymuszania zewnętrznego Secure Element.
- **Kontrolowany downgrade firmware** przez OSD w sytuacjach awaryjnych — bezpieczny wyjątek operacyjny.



Polski standard jest negocjowany z rynkiem — co czyni go realnie wdrażalnym.

NIS2, CRA, DORA i Data Act: europejska architektura obowiązków

Polskie wymagania LZO są **częścią systemu** — nie kolejnym lokalnym zbiorem przepisów.



Kary NIS2: do **10 mln EUR** lub **2% obrotu**; w polskim wariantcie zagrożenia bezpieczeństwa publicznego — do **100 mln PLN**. CRA: do **15 mln EUR** lub **2,5% obrotu**.



ENISA Threat Landscape 2025: co realnie zagraża OSD

Kompromitacja łańcucha dostaw i ataki na OT to nie scenariusz hipotetyczny – to udokumentowana praktyka, wymieniona z nazwy.

Ataki na łańcuch dostaw

Grupy państwowe intensyfikują ataki na telekomunikację, logistykę i produkcję – stealthy malware, nadużywanie podpisanych sterowników. 25% wzrost detekcji sekretów w repozytoriach (2023→2024) – empiryczne uzasadnienie SBOM.

Z-PENTEST-ALLIANCE i Polska

Hacktywistyczna grupa skoncentrowała aktywność na infrastrukturze energetycznej Włoch, Czech, Litwy, **Polski**, Portugalii, Holandii i Hiszpanii. Polska wymieniona z nazwy. 80% maili phishingowych używa AI.

VoltRaptor – czerwiec 2025

Nowy malware dedykowany systemom ICS, z wieloprotokołowym wsparciem, mechanizmem trwałości i anti-forensics. Cel: urządzenia takie jak LZO i koncentratory. Wymóg traceability komponentów i podpisanych aktualizacji to bezpośrednia odpowiedź.



INSPIRACJE

Wzór szwajcarski: SSUN jako branżowa odpowiedź na ENISA

Szwajcaria nie czeka na regulację — branża sama buduje suwerenną sieć zaufania.

SSUN uruchomiony 21.08.2025

VSE + Anapaya + AXPO + Swisscom +
partnerzy · Community Isolation
Domain oparta na protokole **SCION**
(ETH Zürich)

Zasada izolacji

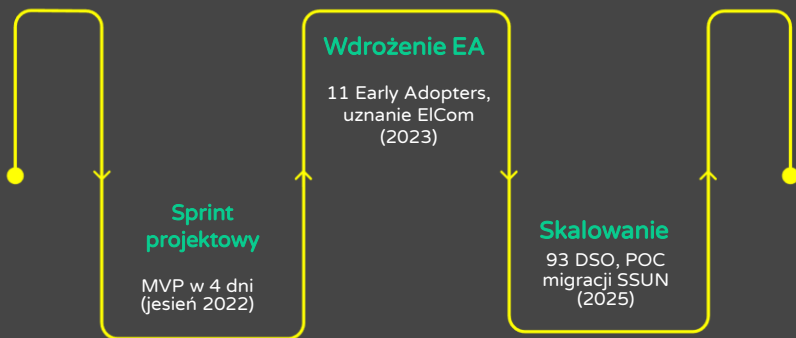
„Czego nie widać z publicznego
Internetu, tego nie da się
zaatakować” · Certyfikowany access
control · Path control · Multipathing

Governance branżowy

VSE właścicielem governance · Partnerzy jako secondary CA · Do 2030: wszystkie
podmioty w narodowej platformie danych muszą być w SSUN

PowerTracker: Anatomia Szwajcarskiej Platformy Kryzysowej

MVP w 4 dni · 11 Early Adopters · uznanie regulatora ECom · koszty zaliczone do taryfy



Geneza: hackathon „Plan E” jesień 2022 → odpowiedź na ryzyko rotacyjnych odłączeń Strommangellage.

Architektura i znaczenie

- 3 grupy użytkowników: planiści kryzysowi, ogół społeczeństwa, OSD wprowadzający plany
- Hot standby na chmurze Azure VSE; piki do 700 req/s podczas load shedding
- ECom uznał koszty za pokrywane w taryfie sieciowej
- Q4 2025: pełna migracja do SSUN (SCION)

📄 Sygnał regulacyjny: koszty alternatywnych, własnych rozwiązań mogą być przez ECom odrzucane — zachęta do branżowej standaryzacji.

BCG: AI-first dla P&U jako framework dla polskiej transformacji

Boston Consulting Group w „*The AI-First Power and Utility Company*” (marzec 2026) dokumentuje potencjał **150 mld USD efektywności nakładów inwestycyjnych** i ponad 20% efektywności operacyjnej dla sektora energetycznego dzięki AI.

DEPLOY

Wdrożenie narzędzi AI bez zmiany modelu pracy. Jedno studium P&U: **oszczędność ponad 2 000 h pracy**, wzrost adopcji z 34% do 90%.



RESHAPE

Fundamentalne przeprojektowanie procesów. Predictive outage management skraca przerwy o **15–30%**. Agentic contact center redukuje koszty obsługi o **30%**. Compliance 60% szybciej.



INVENT

Nowe modele biznesowe: AI-centric power plant, cyfrowe bliźniaki sieci, agentic AI customer — wzrost produktywności o **70–80%**.

>40%

Poprawa EBIT

3,6x

Wyższy TSR dla akcjonariuszy

1,7x

Wyższy wzrost przychodów (future-built)

5%

Firm „future-built” na świecie (n=1250)

Sześć Fundamentów Flex-Readiness

BCG Platinion: 60 GW luki szczytowej w UE; 100 GW zasobów DSR istnieje, lecz <20% jest zmonetyzowane. AMI to platforma tego rynku.

MODEL OPERACYJNY 24/7

24/7 Flex Ops
(praktyki SRE).



KOMPETENCJE AI

Prognozowanie,
optymalizacja
portfela.



MODUŁOWA ARCHITEKTURA CLOUD-NATIVE

OpenADR, OCPP,
IEC 61850,
MQTT.



SKALOWALNOŚĆ I AUTOMATYZACJA

Onboarding
bezdotykowy,
autocytacja.



BEZPIECZEŃSTWO END-TO-END

TLS, przypinanie certyfikatów,
RBAC, bezpieczne opro-
gramowanie.



DANE I INTEROPERACYJNE API

Liczniki, IoT,
HEMS,
agregatory.



Fundament #5 — bezpieczeństwo end-to-end

TLS, certificate pinning, RBAC, secure firmware OTA — bezpośrednio przełożenie na wymogi PTPIREE.

Fundament #6 — dane i interoperacyjne API

Normalizacja danych z LZO, IoT, HEMS i agregatorów w jeden *dispatchable resource* — punkt styku Data Act z licznikiem.



Polska w trakcie rolloutu AMI ma szansę wbudować te 6 fundamentów na poziomie infrastruktury — zanim presja rynku flex stanie się egzystencjalna.

Lekcje z UK DCC: skala, interoperacyjność, ślepe zaułki

41 mln liczników smart w Wielkiej Brytanii. Błędy UK są dla Polski lekcją wartą setek milionów.

1

Interoperacyjność od dnia zero

70% liczników SMETS1 traciło tryb smart po zmianie sprzedawcy. Migracja ~15 mln urządzeń — jedna z największych migracji IT w żywym środowisku.

2

Cykl życia komunikacji: 15–20 lat

Wyłączenie 2G/3G zagraża 7 mln liczników. DCC: 15-letni kontrakt z Vodafone na infrastrukturę 4G IoT. Retrofit zawsze droższy niż build-right-first-time.

3

Bezpieczeństwo operacyjne

SOC 24/7, endorsement przez National Cyber Security Centre jako standard dla infrastruktury krytycznej.

4

Wymiar społeczny

Projekt UrbanTide / DCC: dane pomiarowe jako narzędzie pomiaru ubóstwa energetycznego i polityki społecznej.

Synteza: cztery strumienie wartości z bezpiecznej AMI

Bezpieczeństwo nie jest kosztem zgodności — jest fundamentem czterech równoczesnych strumieni wartości. We wszystkich czterech LZO i systemy HES są cyfrowym kręgosłupem.

Cyberodporność

NIS2 i CRA: realne ryzyko kar do **10 mln €** lub 100 mln PLN.
Wymogi PTPIREE jako kompas. Bez zgodności — ryzyko reputacyjne i operacyjne.

DSR i elastyczność

Flex potencjał UE podwaja się do 2030. BCG mierzy go w **dziesiątkach miliardów euro**. Liczniki bez DLMS Security Suite 1 i interoperacyjnych asocjacji blokują ten strumień.

AI-first operations

BCG: **150 mld USD** efektywności capex i 20% efektywności operacyjnej. Predictive outage, field force optimization, agentic contact center — wymagają strukturyzowanych danych z LZO.

Dane jako produkt


Data Act od 12.09.2025: konsumenci mają prawo do danych z urządzeń podłączonych i do przekazania ich agregatorom. Otwiera rynek nowych modeli biznesowych.





Strumienie się wzajemnie wzmacniają — nie konkurują o budżet. Inwestycja w bezpieczną AMI jest inwestycją we wszystkie cztery jednocześnie.


Rekomendacje: pięć kroków, dwa benchmarki


Co konkretnie zrobić w ciągu 18 miesięcy, żeby **nie nadrobić, lecz wyprzedzić**.

 **Krok 1 (0–3 mies.): Compliance hardening**
Przyjąć wymogi PTPIREE w przetargach jako standard de facto. Zmapować portfolio LZO/HES wobec 52 wymogów. Zarejestrować spółkę w UKSC do 3.10.2026.

 **Krok 2 (3–6 mies.): PSIRT**
Zbudować Product Security Incident Response Team z procedurą 24-godzinnego raportowania do CSIRT NASK, zsynchronizowaną z CRA.

 **Krok 3 (6–12 mies.): Branżowa sieć**
Zainicjować w PTPIREE grupę roboczą „Bezpieczna komunikacja AMI” – analiza kierunków rozwoju na bazie doświadczeń z innych rynków, np. warsztat z VSE i BCG Platinion.

 **Krok 4 (6–12 mies.): Pilotaż AI-first**
Wybrać jeden proces (rekomendacja: predictive outage lub field force optimization). KPI: skrócenie przerw o 15–30% w 12 miesiącach. Benchmark: BCG „future-built”. Benchmark BCG “flex-readiness”

 **Krok 5 (12–18 mies.): Standaryzacja i Data Act**
Aktywne uczestnictwo w DLMS UA, IEC 61850, grupach ENISA. Architektura API dla agregatorów zgodna z Data Act. TLPT co 3 lata jako wewnętrzny standard.

Rynek Szwajcarski – za pośrednictwem VSE otwarty jest na współpracę i wymianę doświadczeń



VSE Purpose & Vision



VSE is the recognized umbrella organization of the Swiss electricity industry.

VSE bundles the **common interests** and **expertise** of its members and asserts its positions in politics, business and society.

It is committed to **security of supply**, climate neutrality and **energy efficiency** in Switzerland.



Kontakt:

Markus Riner

Head of Digitization and IT – VSE

markus.riner@strom.ch

Zamknięcie: zaproszenie do wymiany doświadczeń

Licznik zdalnego odczytu nie jest urządzeniem pomiarowym z funkcją komunikacji. Jest węzłem cyfrowego kręgosłupa odpornej sieci. Reszta — AI, flex, dane — jest tylko o tyle warta, o ile ten kręgosłup jest bezpieczny.

Polska branża dystrybucji energii ma dziś unikalne okno. Jesteśmy w połowie rolloutu LZO, z wymogami PTPIREE w pierwszej lidze europejskiego rygoru. Mamy żywe przykłady — szwajcarskie SSUN i PowerTracker. Mamy mierzalny benchmark w BCG.

Dystans nas dzielący od obu benchmarków jest ujemny tylko pozornie — mamy unikalną przewagę startującego później: **możemy nie powtarzać błędów.**

PTPIREE Załącznik nr 6

52 wymogi bezpieczeństwa LZO + raport z konsultacji (119 uwag)

BCG AI-First P&U

Executive Perspectives, marzec 2026 — framework DEPLOY/RESHAPE/INVENT

VSE SSUN + PowerTracker

Materiały SCION Day 2025; ECom Newsletter 12/2023

Dziękuję. Zapraszam do dyskusji.

Krzysztof Swaczyński · XI Konferencja PTPIREE