



GEMS - Green Energy & Manufacturing Supervision

WEEKLY RESEARCH BRIEF

WR-2026-35

Industrial Energy Intelligence

ISO 50001 | EnPI/OEE + Energy | CBAM/ESG
Predictive Maintenance | BESS Integration

Issue code: WR-2026-35

Issue date: 28 August 2026

Prepared for factory leaders, energy managers and sustainability teams

From monitoring to verified, production-aware energy intelligence



Executive Summary

Thông điệp chính của tuần: thị trường đang chuyển từ việc “đo và báo cáo năng lượng” sang một lớp dữ liệu có thể chuẩn hóa, giải thích, kiểm chứng và điều khiển vận hành. Đây là đúng vùng giao nhau mà GEMS/iEnergy có thể tạo khác biệt: dữ liệu điện + dữ liệu sản xuất + carbon/compliance + tối ưu vận hành.

REGULATORY SIGNAL

CBAM

Verification guidance chính thức

PRODUCT SIGNAL

Smart EnPI

Baseline tĩnh chuyển sang mô hình động

OPERATIONS SIGNAL

OEE + Energy

Hiệu suất và năng lượng được đo chung

5 điểm cần đưa vào radar của GEMS

1

CBAM verification đi vào vận hành

Từ 01/09/2026, verifier được tiếp cận CBAM Registry; từ 01/2027 có thể phát hành verification report. GEMS cần dữ liệu có audit trail, không chỉ dashboard.

2

EnPI đang trở thành “mô hình” thay vì tỷ lệ tĩnh

Nghiên cứu ISO 50001 mới cho thấy regression, ML, forecasting và anomaly detection đang được dùng để tạo baseline/EnPI thích nghi với sản lượng và điều kiện vận hành.

3

OEE + Energy trở thành KPI quản trị nhà máy xanh

OE2E kết hợp OEE với Energy Efficiency, cho phép nhìn cùng lúc năng suất và hiệu quả năng lượng, đồng thời tạo lớp scoring ESG cho dây chuyền.

4

Predictive Maintenance bắt đầu đo tác động carbon

PdM thế hệ mới không dừng ở dự báo hỏng hóc; nó định lượng standby waste, OEE và carbon intensity theo đơn vị sản phẩm.

5

BESS phải “nhìn thấy” sản xuất

Giá trị BESS tăng khi điều khiển được phối hợp với PV, tariff, peak demand và trạng thái máy/production flow, thay vì chạy như một hệ độc lập.

Góc nhìn CBAM/ESG

CBAM và ESG không phải cùng một chuẩn báo cáo. CBAM là cơ chế tuân thủ pháp lý theo hàng hóa/installation và embedded emissions; ESG là lớp báo cáo rộng hơn về môi trường, xã hội và quản trị. Tuy nhiên, hai hệ thống có thể dùng chung một “evidence-grade data foundation”: nguồn dữ liệu, hệ số phát thải, phương pháp tính, phiên bản, người phê duyệt và lịch sử thay đổi.

Selection Method & Research Scope

Bản tin chọn 5 tài liệu theo bốn tiêu chí: (1) độ mới, (2) độ tin cậy của nguồn, (3) hàm lượng kỹ thuật, (4) khả năng chuyển thành chức năng hoặc quyết định sản phẩm cho GEMS. Ưu tiên nguồn chính thức của cơ quan quản lý và bài báo khoa học có mô hình/phương pháp đủ rõ để triển khai.

Tiêu chí	Trọng số	Cách hiểu
Authority	30%	Cơ quan quản lý, tạp chí khoa học, cơ sở dữ liệu học thuật
Technical substance	30%	Có phương pháp, kiến trúc, KPI hoặc mô hình triển khai
GEMS applicability	25%	Có thể chuyển thành data model, dashboard, analytics hoặc control logic
Recency	15%	Ưu tiên 2026 và đặc biệt các cập nhật tháng 8/2026

1

European Commission - Guidance on CBAM Verification & Accreditation

Regulatory | Published 24 Aug 2026 | Priority: CRITICAL

Điểm mới: Ủy ban châu Âu đã ban hành hướng dẫn mới cho verifier và National Accreditation Bodies trong giai đoạn CBAM definitive. Thông tin vận hành quan trọng gồm: verifier có thể bắt đầu tiếp cận CBAM Registry từ 01/09/2026; verifier phải đăng ký Registry trong vòng hai tháng sau khi được công nhận; từ 01/2027 có thể phát hành verification report để importer sử dụng actual verified emissions.

Vì sao quan trọng với GEMS: dữ liệu carbon phục vụ CBAM phải được quản trị như “evidence”, không giống một KPI ESG thông thường. Hệ thống cần có khả năng truy xuất từ chỉ số cuối cùng ngược về meter, nguồn nhiên liệu/điện, dữ liệu sản xuất, hệ số phát thải, phương pháp phân bổ và các lần hiệu chỉnh.

GEMS nên bổ sung	CBAM evidence ledger; versioning emission factors; source/timestamp lineage; approval workflow; installation/product mapping; verifier export pack.
Rủi ro nếu chưa làm	Có dữ liệu nhưng không chứng minh được nguồn và logic tính; khó sử dụng actual values khi verifier kiểm tra.
Đọc trước	Phần “What the guidance covers”, “Access to the CBAM Registry”, “Why verification matters”, và chuỗi vai trò Operator, Verifier, Declarant.
Mức sẵn sàng ứng dụng	Rất cao - nên đưa vào roadmap dữ liệu/compliance ngay.

Nguồn chính thức: [European Commission - CBAM verification guidance](#)

2

Intelligent Computational Modeling of ISO 50001 EnPIs

ISO 50001 | Systematic Review | Published 1 Jul 2026

Bài systematic review này tổng hợp 283 nghiên cứu và cho thấy EnPI đang tiến từ các chỉ số đơn giản/normalized baseline sang các mô hình sử dụng regression, machine learning, deep learning, forecasting, anomaly detection và optimization. Giá trị lớn nhất không nằm ở “AI” tự thân, mà ở khả năng tạo dynamic baseline và phản ánh đúng biến động sản lượng, thời gian, điều kiện vận hành và các relevant variables.

Hàm ý cho kiến trúc GEMS: nên tách EnPI thành ba tầng để doanh nghiệp vừa tuân thủ ISO 50001 vừa có khả năng phân tích nâng cao:

RAW EnPI	NORMALIZED EnPI	MODEL-BASED EXPECTED EnPI
kWh/tấn; kWh/sp	Điều chỉnh theo sản lượng, nhiệt độ, ca	Dự báo mức năng lượng “đáng lẽ phải dùng”
Monitoring	Fair comparison	Anomaly & opportunity detection

KPI nên hình thành trong GEMS

Energy Performance Gap = Actual Energy - Expected Energy. Khi Expected Energy được mô hình hóa theo relevant variables, “lãng phí” không còn bị lẫn với tăng sản lượng hoặc thay đổi điều kiện sản xuất.

GEMS nên bổ sung	EnPI model registry; baseline period; relevant variables; normalization rules; model accuracy; confidence band; automatic re-baselining workflow.
Đọc trước	Abstract; taxonomy của các EnPI/modeling methods; phần thảo luận về data quality, explainability và integration vào ISO 50001.
Mức sẵn sàng ứng dụng	Cao - có thể triển khai theo từng mức maturity, không cần chờ AI hoàn chỉnh.

Paper: [Algorithms 2026, 19\(7\), 533 - DOI 10.3390/a19070533](#)

3

OE2E: Overall Equipment & Energy Efficiency for FEMS + ESG

Factory Energy Management | OEE + Energy | 2026, vol.75 no.4

Nghiên cứu của Korean Institute of Electrical Engineers giới thiệu OE2E, kết hợp OEE với Energy Efficiency. Điểm đáng chú ý là nghiên cứu không xem FEMS và OEE như hai dashboard độc lập: nó dùng một KPI tích hợp để xác định vùng quản trị và đánh giá xu hướng ESG của dây chuyền.

OE2E

=

OEE

×

Energy Efficiency

Nghiên cứu đề xuất ba vùng quản trị OE2E và một thang ESG A-D dựa trên thay đổi giữa các kỳ. Quan trọng hơn, case study tại cơ sở điện tử cho thấy KPI tích hợp có thể chỉ ra dây chuyền nào có năng suất tốt nhưng năng lượng kém, hoặc ngược lại - điều mà OEE truyền thống không thể hiện.

GEMS nên bổ sung	OE2E dashboard theo Factory Line Machine; quadrant OEE vs. Energy Efficiency; loss tree cho downtime, speed loss, quality loss và energy loss.
Giá trị thương mại	Tạo câu chuyện rất dễ hiểu cho khách hàng: “không chỉ máy chạy tốt, mà máy phải chạy tốt với mức năng lượng hợp lý”.
Độc trước	Định nghĩa OE2E; ba vùng management zone; logic ESG rating; phần validation tại electronics facility.
Mức sẵn sàng ứng dụng	Rất cao - phù hợp trực tiếp với GEMS hiện tại.

[KCI / Korean Institute of Electrical Engineers - OE2E/FEMS/ESG paper](#)

4

Energy-aware Predictive Maintenance with Multimodal Generative AI

Predictive Maintenance | Carbon Intensity | Computers & Industrial Engineering, Aug 2026

Bài nghiên cứu này nối ba lớp vốn thường tách rời: sensor anomaly detection + multimodal maintenance knowledge + energy/carbon impact. Case study sheet-metal báo cáo giảm thời gian sửa chữa 64.2%, tăng OEE 13.22% và giảm carbon intensity trên đơn vị sản phẩm 8.29%. Đồng thời, tổng emission theo ca có thể tăng khi throughput tăng - một cảnh báo rất quan trọng khi diễn giải KPI ESG.

Insight chuyên gia

Không nên tối ưu “carbon intensity” một cách cô lập. Một nhà máy có thể giảm kgCO₂/sp nhưng tổng phát thải tăng vì sản lượng tăng. GEMS nên hiển thị song song absolute emissions, carbon intensity, throughput và OEE để tránh kết luận sai.

SENSOR / OT	HEALTH ANALYTICS	MAINTENANCE DECISION	ENERGY & CARBON
Rung, dòng, nhiệt, hình ảnh	Anomaly, health index, RUL	Khuyến nghị + tài liệu kỹ thuật	Standby waste, kWh/unit, kgCO ₂ e/unit

GEMS nên bổ sung	Energy Degradation Index; maintenance event - energy baseline comparison; AI recommendation grounded by approved manuals/SOP; carbon impact per intervention.
Đọc trước	System architecture; CAG/traceability mechanism; gate-to-gate energy-carbon boundary; case study results and trade-off discussion.
Mức sẵn sàng ứng dụng	Trung bình-cao - cần đủ sensor/history và quy trình bảo trì được số hóa.

[Computers & Industrial Engineering 218 \(2026\) 112150 - DOI 10.1016/j.cie.2026.112150](#)

5

Integrated Control of BESS and Machine Switch-Off Policies

BESS | PV | Demand Response | Published 20 Aug 2026

Nghiên cứu mô phỏng một manufacturing flow line 4 máy sử dụng grid + PV + BESS và so sánh 6 policy điều khiển từ đơn giản đến tích hợp. Kết quả cho thấy giá trị cao nhất đến từ việc phối hợp BESS dispatch với electricity price, peak shaving, production condition và machine switch-off. Tuy nhiên, điều khiển tiết kiệm năng lượng có thể làm tăng throughput time - nghĩa là EMS phải tối ưu đa mục tiêu, không chỉ giảm tiền điện.

PRODUCTION STATE	LOAD / PV FORECAST	PRICE & PEAK	BESS SOC	CONTROL ACTION
Queue, buffer, machine state	kW/kWh theo horizon	Tariff, demand charge	SOC, power, constraints	Charge/discharge + machine policy

GEMS nên bổ sung	BESS dispatch engine có production context; PV/load forecast; demand limit; tariff calendar; SOC constraints; simulation mode trước khi auto-control.
KPI cần theo dõi	Energy cost; peak kW; renewable self-consumption; grid dependency; throughput time; production loss; battery cycling/degradation.
Đọc trước	6 control policies; Figure 2 integrated framework; kết quả economic vs production trade-off; conclusion về supply-side + demand-side coordination.
Mức sẵn sàng ứng dụng	Trung bình - nên bắt đầu bằng advisory/simulation, sau đó mới closed-loop control.

[Applied Sciences 2026, 16\(16\), 8284 - DOI 10.3390/app16168284](#)

Strategic Synthesis for GEMS/iEnergy

Năm tài liệu tuần này đều chỉ về một kiến trúc sản phẩm: GEMS không nên chỉ là FEMS/EMS dashboard; nên trở thành Industrial Energy Intelligence Platform có khả năng chứng minh dữ liệu, liên kết sản xuất và đưa ra quyết định.

LAYER 1	Evidence-grade data	Meter/PLC/SCADA/MES/ERP, timestamp, quality flag, source lineage
LAYER 2	Semantic production context	Factory line machine process product/batch; energy source & installation boundary
LAYER 3	ISO 50001 intelligence	EnB, normalized EnPI, expected energy, anomaly, energy performance gap
LAYER 4	OEE + Energy / Carbon	OE2E, kWh/unit, kgCO ₂ e/unit, absolute emissions, loss tree
LAYER 5	Predictive & Optimization	PdM energy degradation, load/PV forecast, BESS dispatch, demand response
LAYER 6	Compliance & reporting	CBAM evidence pack, ESG/GRI/ESRS exports, audit trail, verifier-ready reporting

Đề xuất hành động sản phẩm

- 0-30 ngày: chuẩn hóa asset/energy hierarchy; versioned emission factors; baseline & relevant-variable schema; log nguồn dữ liệu.
- 30-60 ngày: dashboard Normalized EnPI + Energy Performance Gap; prototype OE2E/OEE vs. Energy quadrant.
- 60-90 ngày: CBAM evidence export pack; maintenance-energy correlation; advisory BESS simulation.
- Sau 90 ngày: predictive EnPI, energy anomaly model, PdM carbon impact và BESS closed-loop control khi đủ dữ liệu/guardrail.

Quan điểm chiến lược

Lợi thế cạnh tranh khó sao chép của GEMS không nằm ở một dashboard đẹp. Nó nằm ở mô hình dữ liệu công nghiệp + logic năng lượng + production context + auditability. Khi nền dữ liệu này đúng, ISO 50001, OEE + Energy, CBAM, ESG, PdM và BESS trở thành các “ứng dụng” dùng chung một digital energy backbone.

Reading Priority & Source Register

#	Tài liệu	Lý do ưu tiên đọc	Ưu tiên
1	EC CBAM Verification Guidance	Tác động trực tiếp đến data architecture và bằng chứng kiểm chứng	10/10
2	ISO 50001 Intelligent EnPI Review	Nền tảng cho EnPI normalization + predictive energy analytics	9.5/10
3	OE2E for FEMS + ESG	Phù hợp nhất với định vị GEMS: OEE + Energy + ESG	9/10
4	BESS + Machine Control	Định hướng module tối ưu PV/Grid/BESS gắn sản xuất	8.5/10
5	Energy-aware Predictive Maintenance	Định hướng PdM gắn OEE, kWh/unit và carbon intensity	8/10

Source Register

1. European Commission, 24 Aug 2026 - Guidance on CBAM verification and accreditation for verifiers and National Accreditation Bodies. <https://taxation-customs.ec.europa.eu/news/european-commission-publishes-guidance-cbam-verifiers-and-accreditation-bodies-2026-08-24-en>

2. Carrera et al., 1 Jul 2026 - Intelligent Computational Modeling of ISO 50001 Energy Performance Indicators for Sustainable Energy Management Systems: A Systematic Review. Algorithms 19(7):533. <https://www.mdpi.com/1999-4893/19/7/533>

3. Lee, Cha & Kim, 2026 - Study on the advancement of FEMS using Overall Equipment & Energy Efficiency and evaluation of ESG performance. Korean Institute of Electrical Engineers, 75(4):909-916. <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART003316761>

4. Chiu, Hsu & Kao, Aug 2026 - Cache-augmented multimodal generative AI for energy-aware predictive maintenance. Computers & Industrial Engineering 218:112150. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835226003517>

5. Renna, 20 Aug 2026 - Integrated Control of Battery Storage and Switch-Off Policies for Energy-Efficient Manufacturing Systems. Applied Sciences 16(16):8284. <https://www.mdpi.com/2076-3417/16/16/8284>

Publishing note & disclaimer

Bản tin này là tài liệu nghiên cứu/market intelligence của iEnergy, nhằm hỗ trợ định hướng sản phẩm và cung cấp thông tin tham khảo cho khách hàng. Nội dung không thay thế tư vấn pháp lý, chứng nhận ISO 50001, dịch vụ xác minh CBAM hoặc bảo đảm/assurance ESG độc lập. Khi sử dụng cho mục đích tuân thủ, doanh nghiệp cần đối chiếu văn bản pháp lý và hướng dẫn chính thức tại thời điểm áp dụng.

iEnergy JSC

Website

GEMS - Green Energy & Manufacturing Supervision

www.ienergy.vn

About iEnergy & GEMS

iEnergy JSC là đơn vị phát triển giải pháp số hóa năng lượng và giám sát sản xuất cho nhà máy, tòa nhà và hạ tầng kỹ thuật. Định hướng của iEnergy là biến dữ liệu năng lượng, dữ liệu vận hành và dữ liệu tuân thủ thành các quyết định quản trị có thể hành động.

GEMS - Green Energy & Manufacturing Supervision là nền tảng Industrial Energy Intelligence của iEnergy, hỗ trợ doanh nghiệp trong các bài toán: giám sát năng lượng theo thời gian thực, ISO 50001, EnPI, OEE + Energy, CBAM/ESG reporting, predictive maintenance và tối ưu tích hợp PV/BESS.

Năng lực cốt lõi	Giám sát năng lượng theo hierarchy nhà máy khu vực dây chuyền máy; data historian; cảnh báo; dashboard vận hành.
Chuẩn quản trị	ISO 50001, normalized EnPI, expected energy, Energy Performance Gap, báo cáo kỹ thuật và executive reporting.
Tuân thủ & bền vững	CBAM/ESG evidence-ready data foundation; emission factors; audit trail; source lineage; verifier-ready export pack.
Tối ưu vận hành	OEE + Energy, energy loss tree, maintenance-energy correlation, advisory analytics cho demand response và BESS dispatch.

Gợi ý cách sử dụng bản tin Weekly Research

Doanh nghiệp có thể dùng bản tin này như một tài liệu tham khảo nhanh cho Ban giám đốc, Energy Manager, EHS/ESG team, bộ phận cải tiến sản xuất và đội kỹ thuật. Với iEnergy, đây cũng là thư viện kiến thức công khai để khách hàng theo dõi các xu hướng công nghệ và tuân thủ mới nhất.

Thông tin liên hệ	Kênh công bố
Website: www.ienergy.vn Brand: iEnergy JSC Product: GEMS - Green Energy & Manufacturing Supervision	Series: GEMS/iEnergy Weekly Research Issue code: WR-2026-35 Format: PDF research brief + 16:9 website thumbnail