



■ Dr inż. Andrzej Węgrzyn,
HydroH2

Zarządzanie projektami energetycznymi

Od Customer Relationship Management (CRM) do Knowledge Management Agent (KMA)

Wielkoskalowe projekty energetyczne coraz rzadziej przegrywają wyłącznie z technologią. Częściej przegrywają z rozproszoną wiedzą: nieaktualnym założeniem, zgubioną decyzją, brakiem follow-upu albo różnymi „wersjami prawdy” w zespole. Dlatego kolejnym etapem cyfryzacji zarządzania nie jest kolejny CRM, lecz agent wiedzy, który łączy relacje, dokumenty, decyzje i ryzyka w jeden kontekst działania.

Projekt energetyczny tonie w informacji wcześniej niż w CAPEX-ie

Wyobraźmy sobie program e-fuel, wodoru albo magazynowania energii rozwijany równolegle w kilku lokalizacjach. W jednym tygodniu zmienia się założenie dotyczące mocy elektrolizera, pojawia się nowy potencjalny offtaker, urząd przekazuje uwagę do ścieżki permittingowej, dostawca technologii aktualizuje parametry, a inwestor pyta, które liczby są już zatwierdzonym Baseline, a które tylko wariantem do weryfikacji. Każda informacja osobno jest łatwa do zapisania. Trudność zaczyna

się wtedy, gdy trzeba odpowiedzieć na pytanie: co z czego wynika, kto podjął decyzję, na jakiej podstawie, kogo trzeba poinformować i jakie działanie powinno nastąpić dalej.

Właśnie w tym miejscu ujawnia się ograniczenie tradycyjnych narzędzi. CRM świetnie odpowiada na pytanie „z kim rozmawiamy i co mamy zrobić dalej?”. System zarządzania projektami odpowiada „co rozwijamy, w jakim terminie i z jakim ryzykiem?”. Repozytorium dokumentów mówi „gdzie jest plik?”. Żadne z tych narzędzi samo w sobie nie odpowiada jednak na pytanie: „co organizacja naprawdę wie o projekcie w tej chwili?”.

CRM już nie wystarcza, ale nadal jest potrzebny

Customer Relationship Management pozostaje podstawowym układem operacyjnym relacji: kontakty, firmy, leady, spotkania, korespondencja, zadania, terminy i follow-up. W energetyce ma to ogromne znaczenie, bo jedna organizacja może być jednocześnie inwestorem w jednym projekcie, dostawcą technologii w drugim, partnerem lokalnym w trzecim i potencjalnym odbiorcą produktu w czwartym. CRM porządkuje relacje, ale zwykle nie jest projektowany jako pamięć wszystkich założeń technicznych, decyzji stage-gate, zmian

Baseline, raportów due diligence, czy dowodów regulacyjnych.

Dlatego błędem byłaby próba „wciśnięcia” całej wiedzy projektowej do CRM. Równie złym rozwiązaniem jest prowadzenie projektu wyłącznie w arkuszach i folderach. Potrzebna jest architektura warstwowa, w której każde narzędzie zachowuje swoją rolę, a nad nimi powstaje warstwa integrująca kontekst.

Sześć warstw jednej architektury zarządzania

Najprościej można opisać tę ewolucję sześcioma pytaniami:

- CRM odpowiada: „kto i co robimy?” - relacje, kontakty, aktywności, leady, zadania i kolejne działania.
- Project/Portfolio Management odpowiada: „co rozwijamy?” - projekty, workstreamy, WBS, harmonogram, koszty, ryzyka, stage-gates i decyzje.
- Knowledge Management Software odpowiada: „gdzie przechowujemy wiedzę?” - dokumenty, repozytoria, wyszukiwanie, klasyfikacja i współdzielenie.
- Knowledge Management System odpowiada: „jak organizacja zarządza wiedzą?” - łączy ludzi, procesy,

sy, technologię, governance i cykl życia wiedzy.

- AI-enabled KMS odpowiada: „jak wiedzę znajdujemy i interpretujemy?” - wykorzystuje wyszukiwanie semantyczne, Retrieval-Augmented Generation (RAG), ontologie, grafy wiedzy i GraphRAG. Ontologia nadaje organizacji wspólny, maszynowo interpretowalny język pojęć i relacji, co już ponad dwie dekady temu opisywali Noy i McGuinness [1].
- Knowledge Management Agent odpowiada wreszcie: „jak wiedza zaczyna pracować?”. W tym artykule używam skrótu KMA dla warstwy agentowej, która obserwuje zdarzenia, identyfikuje osoby i projekty, kojarzy fakty, weryfikuje źródła, pamięta historię, wykrywa sprzeczności, rekomenduje działania, tworzy zadania, raportuje i - w ściśle określonych granicach - wykonuje kontrolowane akcje.

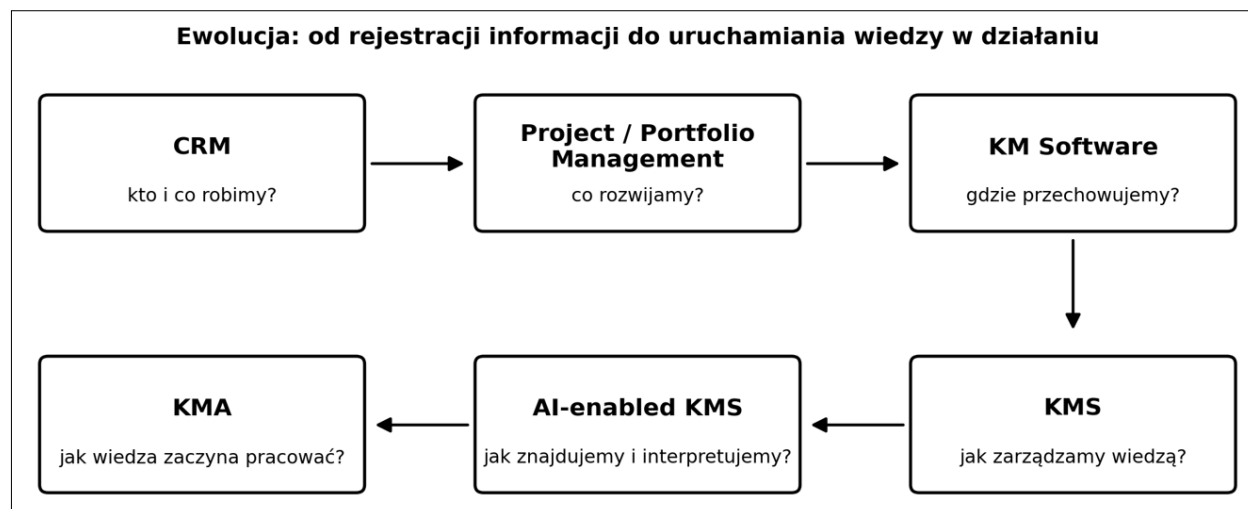
Klasyczne ujęcie Alavi i Leidner pokazuje, że system zarządzania wiedzą nie jest wyłącznie bazą dokumentów, lecz infrastrukturą wspierającą tworzenie, przechowywanie, transfer i zastosowanie wiedzy [2].

Od repozytorium do pamięci instytucjonalnej

Różnica między folderem, a pamięcią instytucjonalną jest zasadnicza. Folder przechowuje dokument. Pamięć instytucjonalna zna jego wersję, autora, datę obowiązywania, projekt, którego dotyczy, decyzję, którą uzasadnia, i relacje z innymi dokumentami. Wie również, czy dana informacja jest robocza, zweryfikowana, zatwierdzona, czy wycofana.

To szczególnie ważne w energetyce, gdzie projekt jest „żywym organizmem”. Założenia dotyczące CAPEX, źródeł energii, dostępności CO₂, certyfikacji, przyłączenia, lokalizacji, finansowania, czy offtake zmieniają się wraz z postępem analiz. Jeśli kolejne wersje dokumentów istnieją bez jawnej hierarchii źródeł, zespół szybko zaczyna pracować na różnych rzeczywistościach.

KMS powinien więc być kontrolowaną pamięcią instytucjonalną, a nie tylko chatbotem nad folderem. Rdzeniem są wersjonowane źródła, właściele treści, taksonomia lub ontologia domenowa, wyszukiwanie hybrydowe oraz Retrieval Augmented Generation (RAG) respektujący uprawnienia. Odpowiedź AI powinna wskazywać źródło, datę, wersję, status zatwierdzenia i poziom pewności. Wiedza wygenerowana przez model



Rys. 1. Ewolucja architektury zarządzania informacją i wiedzą w projektach energetycznych: od CRM do Knowledge Management Agent
Źródło: Opracowanie własne autora

nie może być niezauważalnie mieszana z wiedzą zatwierdzoną przez człowieka.

Dlaczego AI zmienia reguły gry

Systematyczny przegląd 40 publikacji przeprowadzony przez Gelashvili-Luik, Vihmę i Pappel pokazuje, że AI przesuwając wiedzę od statycznego repozytorium w stronę dynamicznego, aktualizowanego w czasie rzeczywistym przepływu wiedzy. Autorzy podkreślają jednocześnie znaczenie jakości danych, dopasowania do workflow, governance i nadzoru człowieka [3].

To przejście dobrze odpowiada logice dynamic capabilities: organizacja musi umieć wychwytywać sygnały, podejmować działania i rekonfigurować zasoby wraz ze zmianą otoczenia [4]. W projekcie energetycznym oznacza to zdolność do zauważenia, że zmiana jednej informacji - np. nowego warunku przyłączenia albo ceny produktu - wpływa jednocześnie na model techniczny, harmonogram, finansowanie, ryzyka i rozmowy z partnerami.

Zwykły RAG pomaga znaleźć właściwy fragment dokumentu. GraphRAG idzie krok dalej: wykorzystuje strukturę relacji pomiędzy obiektami. Przegląd Peng i współautorów opisuje GraphRAG jako połączenie indeksowania grafowego, wyszukiwania prowadzonego przez graf i generowania odpowiedzi wzbogaconej o strukturę relacji [5]. Dla energetyki jest to szczególnie atrakcyjne, bo projekty naturalnie mają postać grafu: lokalizacja - pozwolenie - właściciel - technologia - dostawca - parametr - decyzja - ryzyko - finansowanie - offtaker.

KMA: wiedza zaczyna pracować

Najważniejsza zmiana nie polega na tym, że system „lepiej odpowiada na py-

tania”. Agent zaczyna działać na podstawie wiedzy. Może na przykład rozpoznać, że w nowej wiadomości od partnera pojawia się inna wartość mocy instalacji niż w zatwierdzonym Baseline. Zamiast nadpisać dane, oznacza sprzeczność, wskazuje oba źródła, przygotowuje propozycję zmiany i kieruje ją do osoby odpowiedzialnej. Po akceptacji aktualizuje zadanie, wiąże decyzję z projektem i zapisuje ślad audytowy.

W koncepcji rozwijanej w HydroH2 oznacza to zachowanie wyraźnych granic odpowiedzialności: CRM pozostaje systemem operacyjnym relacji i aktywności, kontrolowany tracker projektu pozostaje źródłem Baseline i decyzji, repozytorium dokumentów zachowuje wersje i dowody, a KMA staje się warstwą integracyjną, semantyczną i raportową. Agent nie „wchłania” systemów źródłowych. Czyta je, łączy identyfikatory, rozumie relacje i uruchamia proces wiedzy.

Praktyczne pytania kierowane do takiego agenta mogą być bardzo konkretne: które założenia techniczne dla projektu nie mają jeszcze właściciela? Jakie decyzje stage-gate są blokowane przez brak danych? Które rozmowy z inwestorami odnoszą się do nieaktualnej wersji parametrów? Jakie ryzyka pojawiają się jednocześnie w kilku projektach? Jakie ustalenia z ostatnich spotkań nie zostały zamienione w zadania? To już nie jest wyszukiwarka. To mechanizm operacyjnej pamięci projektu.

Agent nie może stać się „autonomicznym zarządem”

Im większa zdolność systemu do działania, tym ważniejsza staje się kontrola. Wysokiego ryzyka są zwłaszcza:

zmiana zatwierdzonego Baseline, komunikacja zewnętrzna, modyfikacja danych inwestorskich, decyzje finansowe i prawne. Tu zasada human-in-the-loop nie jest dodatkiem, lecz elementem architektury.

Dobry KMA powinien rozróżniać statusy „proposed”, „reviewed”, „approved” i „rejected”, przechowywać pełny audit log oraz stosować zasadę najmniejszych uprawnień. Powinien także wykrywać luki wiedzy, a nie tylko generować odpowiedzi. Czasem najlepszą odpowiedzią systemu jest: „nie ma wystarczających danych”, „dwa źródła są sprzeczne”, albo „ten dokument utracił ważność”.

Od kolejnej aplikacji do przewagi projektowej

W sektorze energetycznym nie potrzebujemy następnej aplikacji, która tworzy jeszcze jeden silos. Potrzebujemy architektury, która skraca drogę od sygnału do zweryfikowanej decyzji i od decyzji do działania. Dlatego kierunek rozwoju można streścić w trzech zdaniach: CRM rejestruje relacje. KMS organizuje wiedzę. KMA rozumie kontekst projektów i uruchamia wiedzę w działaniu.

W miarę wzrostu liczby projektów przewaga organizacji będzie coraz mniej zależeć od tego, ile ma dokumentów, ekspertów, czy arkuszy, a coraz bardziej od tego, czy potrafi zachować ciągłość wiedzy pomiędzy projektami, ludźmi i decyzjami. Dobrze zaprojektowany Knowledge Management Agent może stać się właśnie takim „cyfrowym systemem nerwowym” portfela energetycznego - nie zastępującym ludzi, lecz sprawiającym, że organizacja szybciej pamięta, rozumie i działa. □

Bibliografia:

1. Noy N.F., McGuinness D.L., „Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology”, Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, Stanford Knowledge Systems Laboratory, Stanford 2001.
2. Alavi M., Leidner D.E., „Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues”, MIS Quarterly, vol. 25, 2001, nr 1, s. 107-136. DOI: 10.2307/3250961.
3. Gelashvili-Luik T., Vihma P., Pappel I., „Navigating the AI revolution: challenges and opportunities for integrating emerging technologies into knowledge management systems. Systematic literature review”, Frontiers in Artificial Intelligence, vol. 8, 2025, art. 1595930. DOI: 10.3389/frai.2025.1595930.
4. Teece D.J., „Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance”, Strategic Management Journal, vol. 28, 2007, nr 13, s. 1319-1350.
5. Peng B., Zhu Y., Liu Y., Bo X., Shi H., Hong C., Zhang Y., Tang S., „Graph Retrieval-Augmented Generation: A Survey”, arXiv preprint arXiv:2408.08921, 2024.