Cyfrowa ewidencja obiegu drewna w zakładzie stolarskim

Jak połączyć projekt wyrobu, partię materiału i bilans suchej masy

Abstrakt. Wspólna ewidencja projektowania, produkcji i magazynu wymaga zachowania powiązań między partiami przy każdym podziale i połączeniu drewna. Na przykładzie zakładu DREWNOLIT przeanalizowano, które powiązania potwierdzają dokumenty wdrożenia, a które wymagają testu na rzeczywistym zleceniu. Bilans przykładowej partii pokazuje, dlaczego rozliczenie pozostałości wymaga odrębnego zapisu masy, wilgotności i podstawy jej oznaczania.

Słowa kluczowe. identyfikowalność partii, rachunek przepływów materiałowych, CAD, ERP, przemysł drzewny

Co właściwie ma udowodnić zapis cyfrowy?

W zakładzie stolarskim z jednego rozkroju powstają element zamówiony przez klienta, krótkie fryzy o różnej przydatności i frakcja drobna. Informacja, że magazyn przyjął „drewno”, wystarcza do zaksięgowania dostawy. Do decyzji o wykorzystaniu pozostałości potrzeba jeszcze ich wymiarów, wilgotności, pochodzenia i informacji o wcześniejszej obróbce. Pytanie badawcze brzmi: jaki zakres ewidencji pozwala ustalić, ile materiału rzeczywiście wróciło do produkcji i w jakim wyrobie zakończyło swój obieg?

Analiza łączy trzy rodzaje materiału: europejską statystykę wykorzystania oprogramowania, literaturę o śledzeniu drewna oraz dokumentację wdrożenia DREWNOLIT. Na tej podstawie zaproponowano kartę zdarzeń i sprawdzono ją na hipotetycznym bilansie suszenia. Przedmiotem analizy jest zdolność do odtworzenia obiegu pojedynczej partii. Ocena oszczędności materiałowych wymagałaby odrębnego porównania uzysku przed wdrożeniem i po nim, przy podobnym surowcu oraz asortymencie.

Jakie dane ma już przemysł, a czego nadal brakuje?

W 2025 r. oprogramowania do planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP) używało w Unii Europejskiej 41,08% małych, 69,93% średnich i 88,71% dużych przedsiębiorstw objętych badaniem Eurostatu. Różnica między skrajnymi grupami wynosiła 47,63 punktu procentowego. Badanie obejmuje wybrane sektory i firmy zatrudniające co najmniej 10 osób, łącznie z pracującymi na własny rachunek. Są to dane o stosowaniu ERP w przedsiębiorstwach różnych branż. Pytanie o powiązanie konkretnej partii materiału z wyrobem wymaga odrębnego sprawdzenia w zakładzie [1].

Próbę takiego powiązania opisali Figorilli i współautorzy. W południowych Włoszech śledzili drogę drewna z dziesięciu drzew do tartaku. Przy podziale pnia na kłody przypisywali nowe znaczniki radiowe i wiązali je z identyfikatorem drzewa. Skala próby ogranicza możliwość przeniesienia wyników na koszty masowej produkcji. Z badania można jednak przejąć konkretną zasadę projektową: przy podziale trzeba zapisać pochodzenie każdej nowej partii. W stolarni może do tego wystarczyć etykieta pojemnika ze ścinkami, odczytywana przy jego przyjęciu i wydaniu [2].

Model zdarzeń dla fryzów i biomasy

Standard GS1 rozdziela zdarzenia istotne dla śledzenia produktu od danych potrzebnych do ich opisania. Specyfikacja EPCIS przewiduje zdarzenie transformacji z listą wejść i wyjść, również ilościowych. W analizowanym zastosowaniu na każdym etapie trzeba ustalić, kto odpowiada za wpis, kiedy i gdzie materiał zmienił stan oraz z jakim dokumentem można uzgodnić jego ilość [3] [4].

Przy rozkroju jedno zdarzenie łączy partię pierwotną ze wszystkimi partiami wynikowymi. Przy zasypie suszarni kierunek jest odwrotny: jedna partia wsadu może mieć kilka źródeł. Jeżeli resztki mieszają się we wspólnym silosie, właściwą jednostką rozliczenia może być napełnienie silosu albo okres pomiędzy inwentaryzacjami. Przypisanie konkretnego kilograma trocin do pojedynczego blatu po takim zmieszaniu wykraczałoby poza rozdzielczość pomiaru. Poniższy model zachowuje tę granicę.

Tabela 1. Proponowany zakres ewidencji dla zakładu stolarskiego. Opracowanie własne na podstawie GS1 [3] [4].

Zdarzenie	Minimalny zapis	Decyzja możliwa po odczycie
Rozkrój i selekcja	Partia wejściowa, zlecenie, numery pojemników, ilość i klasa frakcji	Które fryzy mają wymiary wymagane przez kolejny projekt?
Połączenie wsadu i suszenie	Partie źródłowe, masa, wilgotność i jej podstawa, czas, partia wyjściowa	Ile suchej masy ujęto po obu stronach procesu?
Wydanie do produkcji	Partia, wersja projektu, ilość wydana, zwrot oraz dokument przyjęcia wyrobu	Ile drewna pobrano i jaka ilość pozostała na stanowisku?

Test bilansu na hipotetycznej partii

Dla biomasy oznaczanej zgodnie z ISO 18134-2 wilgotność w stanie dostawy podaje się względem masy próbki wilgotnej. Przy tej podstawie sucha masa wynosi m × (1 − w), gdzie m jest masą partii, a w udziałem wody wyrażonym ułamkiem. Rekord musi zachować metodę i datę pomiaru: próbka pobrana z wierzchu pryzmy może dać wynik inny niż próbka reprezentująca cały wsad [5].

Rozważmy przyjęcie 1 000 kg biomasy o wilgotności 40%. Partia zawiera 600 kg suchej masy. Jeżeli w trakcie suszenia usuwamy tylko wodę, przy wilgotności końcowej 10% otrzymamy 600/0,90 = 666,67 kg materiału. Odparuje 333,33 kg wody. System księgujący całą zmianę masy jako stratę drewna błędnie przypisałby produkcji odpad stanowiący jedną trzecią wsadu. Wartości założono na potrzeby przykładu obliczeniowego.

Załóżmy następnie, że zarejestrowano 650 kg materiału i 10 kg oddzielonej drobnej frakcji, oba strumienie przy wilgotności 10%. Wyjścia zawierają 594 kg suchej masy. Pozostaje 6 kg do wyjaśnienia, czyli 1% suchej masy wejściowej. Już pomyłka o jeden punkt procentowy w wilgotności początkowej zmienia wynik dla takiego wsadu o 10 kg. Regułę alarmową trzeba więc oprzeć na niepewności ważenia i próbkowania, zmianie zapasu wewnątrz urządzenia oraz powtarzalności prób. Samo przekroczenie umownego progu nie rozstrzyga o rzeczywistej stracie drewna.

Co dokumentuje przypadek DREWNOLIT?

Według zestawienia końcowego na 30 czerwca 2026 r. DREWNOLIT przyjął do użytkowania trzy narzędzia: do projektowania, ewidencji zasobów oraz analizy sprzedaży. Prezentacja przedsiębiorstwa opisuje import danych o produktach i dokumentach sprzedaży z WAPRO Mag. W części poświęconej Stolcad i identyfikatorowi projektu wskazuje przygotowanie modułu do importu plików CSV i XLSX.

Powiązanie projektu, rezerwacji materiału, rozchodu i raportu środowiskowego jednym numerem przedstawiono jako cel dalszej integracji [6] [7].

Test odbiorczy dla tej integracji można przeprowadzić na jednym zleceniu. Technolog wybiera wersję projektu i wykaz elementów, magazynier wydaje partię, a operator zapisuje wyrób, zwrot i pozostałości. Ponowny import identycznego pliku powinien pozostawić pojedynczy rozchód. Zmiana projektu powinna utworzyć kolejną wersję z historią poprzedniej. Tak zaprojektowany test ujawni również pomylenie jednostek, gdy program projektowy rozlicza elementy w sztukach, a magazyn rejestruje masę.

Samo przesłanie pliku między aplikacjami potwierdza jedynie zgodność techniczną formatu. Dla porównywalności potrzebne są trzy uzgodnienia: czy pole ilości oznacza plan, wydanie czy faktyczne zużycie, jak dalej rozpoznawać ten sam materiał po zmianie nazwy indeksu i kto zatwierdza przelicznik między sztukami, objętością a masą. Dla fryzów o różnych wymiarach i wilgotności jedna stała masa sztuki może zniekształcać wynik. Warto przechowywać ilość źródłową obok wartości przeliczonej, wraz z datą i podstawą przeliczenia.

Jak oceniać korzyść z cyfryzacji?

Przy ocenie wdrożenia warto śledzić udział zamkniętych partii z pełną historią wśród wszystkich zamkniętych partii, odsetek suchej masy pozostającej do wyjaśnienia i czas potrzebny na odtworzenie źródła wybranego wyrobu. Pierwszy miernik pokazuje kompletność zapisów, drugi pozwala wychwycić problemy pomiarowe, a trzeci bada użyteczność danych podczas reklamacji. Łącząc fizyczny przepływ materiałów z kosztami, można następnie porównać korzyść netto z dwóch sposobów użycia tych samych fryzów. Dla ponownego wykorzystania w blacie obejmuje ona koszt zastępowanego surowca pomniejszony o dodatkowe wydatki na sortowanie, obróbkę i ewidencję. Dla sprzedaży frakcji jest to uzyskana cena pomniejszona o koszty przygotowania i transportu. Takie powiązanie jednostek fizycznych z kosztami odpowiada podejściu do rachunku kosztów przepływu materiałów opisanemu w ISO 14051 [8].

Przypisy i źródła

[1] Eurostat. *E-business integration. Adoption of e-business applications, zbiór isoc_eb_iip; dane za 2025 r.* (2026). Dostęp online

[2] S. Figorilli, F. Antonucci, C. Costa i in. *A Blockchain Implementation Prototype for the Electronic Open Source Traceability of Wood along the Whole Supply Chain. Sensors, 18(9), 3133. DOI: 10.3390/s18093133* (2018). Dostęp online

[3] GS1. *GS1 Global Traceability Standard, wyd. 2.0, rozdz. 3.1* (2017). Dostęp online

[4] GS1. *EPCIS Standard, wyd. 2.0.0, opis zdarzenia TransformationEvent* (2022). Dostęp online

[5] ISO. *ISO 18134-2:2024. Solid biofuels. Determination of moisture content. Part 2: Simplified method* (2024). Dostęp online

[6] Cezary Rułka DREWNOLIT. *Zakończenie projektu DREWNOLIT, zestawienie wyników na 30 czerwca, wskaźnik R26* (2026). Dostęp online

[7] Cezary Rułka DREWNOLIT. *Cyfrowe narzędzia GOZ w operacjach przemysłowych. Prezentacja konferencyjna, s. 24 i 27 pliku PDF* (2026). Dostęp online

[8] ISO. *ISO 14051:2011. Environmental management. Material flow cost accounting. General framework* (2011). Dostęp online