

Szymon Miłkowiak

E-mail: szymon.milkow@wat.edu.pl; nr orcid 0000-0003-2845-2589  
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki

Szymon Ryrych

E-mail: szymon.ryrych@wp.pl  
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki

# Implementacja rejestratorów temperatury i wilgotności w magazynie produktów spożywczych

*Implementation of temperature and humidity recorders in the food store*

Podstawowym zadaniem logistyki jest zarządzanie strumieniami przepływów fizycznych i informacji, dlatego implementacja narzędzi usprawniających ich monitorowanie oraz kontrolę jest zasadna i pożądana. W artykule, na przykładzie wybranej firmy, przedstawiono możliwość zastosowania rejestratorów w systemie logistycznym. Ze względu na specyfikę przechowywanych produktów skupiono się na analizie temperatury i wilgotności. Zaprezentowano sposób wdrożenia rejestratorów i otrzymane rezultaty. Pomiar ważnych dla procesu parametrów, ich gromadzenie, przechowywanie, analizowanie, opracowywanie i archiwizowanie jest koniecznością, zapewniającą wysoką jakość produktom.

**Słowa kluczowe:**

rejestratory, magazyn produktów spożywczych, warunki klimatyczne w magazynie.

The main task of logistics is to manage streams flow of material and information. Implementing tools to improve and monitoring and control is well-founded and desirable. In the article are presented the possibility of using recorders in the logistic system for the example of a selected company. Due to the specificity of the stored products, the focus is on temperature and humidity analysis. Demonstrated how to implement the recorders and the results obtained. Measurement of process parameters, collection, storage, analysis, development and archiving is a must for high quality products.

**Key words:**

recorders, storage of food products, climatic conditions in the warehouse.

## Wstęp

O sukcesie przedsiębiorstwa decyduje wiele czynników. Z analizy literatury wynika, że niezwykle istotne jest prowadzenie zarówno bieżącej kontroli działalności firmy, jak i monitorowanie oczekiwań rynku. Ważną rolę w odnoszeniu przewagi konkurencyjnej mają procesy logistyczne, a szczególnie organizacja transportu i magazynowania jako nieodłącznych elementów funkcjonowania łańcucha dostaw. W procesach transportowych szczególnie istotna jest gotowość i zdolność obiektów transportowych do realizacji zadań. Ich sprawność jest gwarancją terminowości i jakości świadczonych usług (Borucka, 2018). W procesach magazynowania ważna jest ich właściwa orga-

nizacja, zapewniająca optymalne warunki składowania towaru oraz sprawność działań manipulacyjnych (Bartosiewicz, 2017).

We wszystkich sferach możliwe i pożądane jest oparcie realizowanych procesów na nowoczesnych rozwiązaniach z zakresu nowoczesnych technologii informacyjnych. Niezwykle popularna jest obecnie Inteligentna Logistyka (Smart Logistics), również Logistyka 4.0, która zakłada pełną automatyzację procesów opartą o informacje przekazywane za pomocą Internetu. Opisana i zaprezentowana w artykule metoda analizy warunków przechowywania towarów w magazynie za pomocą rejestratorów (ang. *data loggers*) w znacznym stopniu wpisuje się w najnowsze trendy logistyki.

## Charakterystyka podmiotu badania

W artykule przeprowadzono badania na przykładzie rzeczywistych procesów realizowanych w magazynie dystrybucyjnym wyrobów spożywczych, zlokalizowanym w Strykowie (woj. łódzkie). Jest to powierzchnia udostępniana wielu producentom z różnych sektorów żywnościowych. Przechowywane są tam głównie wyroby spożywcze charakteryzujące się długim terminem przydatności do spożycia. Szczegółowo przeprowadzona kontrola (audyt wewnętrzny zgodności z normą PN-EN ISO 22000:2006 Systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności), mająca na celu zapewnienie właściwego poziomu realizowanych w magazynie procesów i wysokiej jakości przechowywanych produktów oraz sprawdzenia zgodności procesu magazynowego, ujawniła pewne niedociągnięcia. Były one związane z niewłaściwą temperaturą stwierdzoną w niektórych pomieszczeniach oraz wilgotnością względną powietrza, co w efekcie spowodowało wiele niepokojących zjawisk, jak na przykład:

- obecność pleśni w produktach;
- wzrost liczby zainfekowanych ładunków;
- tworzenie się grud w materiałach sypkich.

Wybrane wyniki kontroli przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zestawienie wymagań i wyników pomiarów temperatury i wilgotności względnej powietrza

	Temperatura (°C)		Wilgotność względna (%)	
	Wymagana	Rzeczywista	Wymagana	Rzeczywista
Produkty suche	15 ÷ 18	15 ÷ 22	<55	30 ÷ 70
Produkty chłodzone	4 ÷ 7	4 ÷ 9	<75	40 ÷ 85

Źródło: opracowanie własne.

Zidentyfikowane problemy były przyczyną natychmiastowej decyzji o modernizacji systemu monitorowania i kontrolowania temperatury oraz wilgotności w pomieszczeniach magazynowych. Uznano, że konieczna jest nie tylko analiza parametrów w czasie rzeczywistym, ale również wprowadzenie systemu ostrzegania o odchyleniach od wartości normatywnych, a także archiwizacja zgromadzonych danych pomiarowych. Osiągnięcie tak zdefiniowanych wymagań możliwe jest dzięki wykorzystaniu rejestratorów, dlatego podjęto decyzję o ich wdrożeniu.

## Algorytm wdrażania rejestratorów danych

Implementacja nowych rozwiązań technologicznych w przedsiębiorstwie jest najczęściej jednorazo-

wym przedsięwzięciem o dużej skali, dlatego powinna być poprzedzona szczegółową analizą biznesową. Dotyczy to również wdrażania systemu rejestratorów w magazynach, które różnią się między sobą wielkością, stosowanymi technologiami składowania, rodzajem przechowywanych dóbr oraz wieloma innymi czynnikami. I chociaż sugeruje to indywidualne podejście do każdego obiektu, to jednak istnieją pewne uniwersalne zasady i etapy, wspólne dla każdego takiego działania. Dlatego w niniejszym artykule dokonano wyodrębnienia najważniejszych etapów postępowania przy wdrażaniu systemów kontrolowania temperatury i wilgotności powietrza w magazynach, taktowanego jako zbiór najlepszych praktyk biznesowych, koniecznego do doprecyzowania i dostosowania do potrzeb danego przedsiębiorstwa. Ponadto konieczne jest podkreślenie, że mapowanie temperatury i wilgotności powietrza w magazynie może wymagać dodatkowych korekt i doskonalenia, zatem każdorazowo sesje pomiaru i analizy danych powinny kończyć wnioski dotyczące możliwych usprawnień i miejsc ich implementacji.

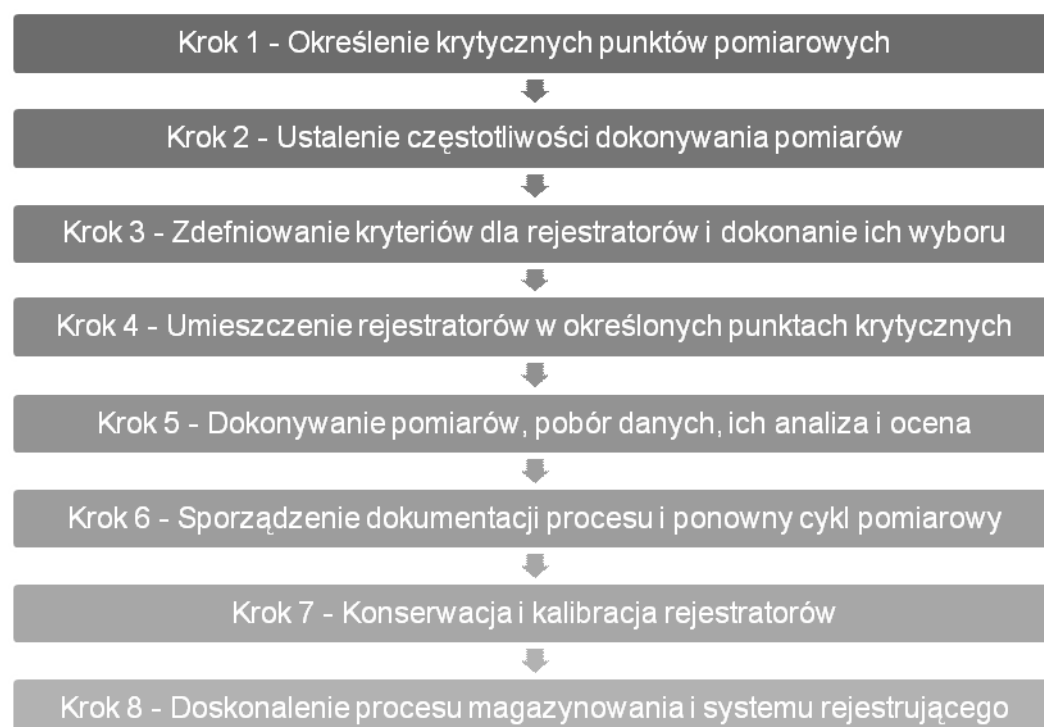
Proces wdrożenia *data loggerów* w magazynie obejmuje kilka najważniejszych kroków, do których należy zaliczyć przedstawione na rysunku 1.

W pierwszej kolejności niezbędne jest wyznaczenie w analizowanym obszarze (tutaj magazynie) punktów krytycznych, w których należałoby umieścić urządzenia monitorujące. Konieczne jest także uwzględnienie potencjalnych problemów, do których można zaliczyć:

- podwyższoną temperaturę obszarów zlokalizowanych blisko ścian wewnętrznych;
- stratyfikację temperatur, np. w obszarach przy stropie magazynu;
- problemy z obszarami, w których często są otwierane drzwi, co ma znaczący wpływ na warunki klimatyczne wewnątrz magazynu;
- wyższe temperatury w otoczeniu urządzeń grzewczych;
- złe rozmieszczenie lub zbyt niską moc wentylatorów i brak zapewnienia odpowiedniej cyrkulacji powietrza;

Rysunek 1

Algorytm wdrażania rejestratorów w magazynie



Źródło: opracowanie własne.

- tworzenie przez regały wypełnione paletami pewnego rodzaju bariery, utrudniającej wymianę powietrza;
- obecność urządzeń inżynierii sanitarnej, powodujących swoiste „mikroklimaty” w obszarze magazynu.

Odległość pomiędzy *data loggerami* w magazynie bez ścian blokujących przepływ powietrza powinna wynosić 25–80 m, jak podają producenci urządzeń. Określenie punktów krytycznych powinno jednak uwzględniać wyżej wymienione problemy.

Kolejnym krokiem jest ustalenie częstotliwości dokonywania pomiarów w taki sposób, aby danych nie było zbyt dużo, ani zbyt mało. Znaczna liczba pomiarów może powodować trudności w ich analizie, wydłużać proces obliczeń i wyciągania wniosków, a w konsekwencji dokonywania korekt. Natomiast niedobór nie będzie adekwatnie odzwierciedlał warunków klimatycznych wewnątrz magazynu, może prowadzić do fałszywych wniosków lub nieuwzględnienia istotnych czynników w badaniu. Ponadto w przypadku temperatury i wilgotności powietrza w magazynie raczej nie odnotowuje się drastycznych skoków, parametry te zmieniają się wolno, zatem zbyt częste dokonywanie pomiarów jest też pewnego rodzaju marnotrawstwem czasu i energii potrzebnej na gromadzenie i analizę danych. Częstotliwość dokonywania pomiarów najczęściej

przyjmuje się co 10–15 min, pozwala to reagować na zmianę temperatury w odpowiednim czasie. Przydatnym narzędziem jest też odpowiednie oprogramowanie pozwalające na szybką analizę zgromadzonych informacji.

W kolejnym, trzecim kroku, najważniejszym elementem jest wybór takiego rodzaju rejestratora, który będzie w najbardziej efektywny sposób monitorował badany magazyn. Aby tego dokonać, należy wybrać najważniejsze kryteria oraz porównać różnego typu urządzenia. Najczęściej rozpatrywanymi kryteriami są:

- pojemność — liczba pomiarów, które mogą być przechowywane w pamięci urządzenia;
- rodzaj interfejsu — sieciowy pozwala na pobór danych do systemu komputerowego w sposób ciągły, radiowy lub USB pozwala pobierać dane bez konieczności zdejmowania urządzenia;
- częstotliwość — *data logger* powinien mieć możliwość dokonywania pomiarów w ustalonych przez użytkownika odstępach czasu;
- dokładność pomiarowa — powinna wynosić nie mniej niż  $\pm 0,5$  °C i  $\pm 5\%$  wilgotności względnej;
- zakres pomiarowy — urządzenie powinno mieć możliwość pomiaru w najwyższych i najniższych możliwych temperaturach występujących w magazynie z zachowaniem właściwej dokładności;

- rozmiar — należy upewnić się, czy urządzenie pasuje gabarytami do wybranych lokalizacji;
- czas pracy — żywotność baterii, która powinna być na tyle długa, by wytrzymać przynajmniej jeden cykl mapowania temperatury i wilgotności;
- kalibracja — rejestratory powinny być kalibrowane przynajmniej co 12 miesięcy. Warto upewnić się czy producent rejestratora posiada certyfikaty zgodności z normą ISO 17025;
- oprogramowanie — powinno być łatwe w użyciu i pozwalać na bezproblemową analizę zapisanych danych.

Porównanie różnego typu rejestratorów można przeprowadzić jedną z metod wielokryterialnej analizy porównawczej. Ze względu na szeroką ofertę rynkową powinno być to poprzedzone szczegółową jej analizą.

Zdefiniowanie i zakup potrzebnej liczby rejestratorów wybranych w poprzednim kroku pozwala przejść do kolejnego etapu, polegającego na ich umieszczeniu w wybranych punktach krytycznych. Konieczne jest przy tym przyporządkowanie danej rejestratora do danej, zawsze tej samej lokalizacji. Warto przy tym przestrzegać następujących reguł:

- Korzystać z oprogramowania dołączonego do urządzeń, aby połączyć nazwę urządzenia z jego lokalizacją.
- Oznaczyć obudowę rejestratora jego lokacją.
- Oznaczyć punkt krytyczny, w którym powinien znajdować się rejestrator, jego nazwą.
- Stworzyć mapę z zaznaczonymi urządzeniami wraz z ich nazwą.

Etap piąty związany jest z uruchomieniem systemu pomiarowego i procesu monitorowania warunków klimatycznych w magazynie. W zależności od zastosowanego systemu można pobierać dane do oprogramowania:

- pod koniec cyklu mapowania — jednorazowo, po czym zazwyczaj następuje czyszczenie pamięci i ponowny start systemu;
- partiami — w trakcie trwania cyklu pomiarowego co jakiś czas dane są pobierane i dopisywane do tych obecnych już w systemie. Najczęściej odbywa się to za pomocą urządzenia przenośnego USB lub technologii RFID;
- ciągle — przy zastosowaniu systemu z możliwością podłączenia do sieci ekstrasietowej.

Zgromadzone dane analizowane są w czasie. Tworzone są wykresy temperatury i wilgotności względnej w celu zaobserwowania istniejących trendów. Obliczane są także podstawowe miary statystyki opisowej, jak np. wartość oczekiwana, odchylenie standardowe czy wariancja. Po ukończeniu każdego cyklu pomiarowego należy ponadto dokonać dokumentacji procesu. Wartości średnie dla każdego cyklu zapisuje się na utworzonej wcześniej w tym celu mapie magazynu dla każdego z rejestratorów. Pozwala to na

śledzenie zmian oraz wizualną kontrolę, a także bieżące sprawdzanie, czy podjęte działania korygujące dają oczekiwane efekty. Ważnym etapem jest także konserwacja rejestratorów (krok 7), obejmująca przegląd urządzenia, sprawdzenie stanu baterii, wyczyszczenie jego pamięci, jeśli jest taka konieczność lub naprawę pojawiającej się usterki, a także kalibracji, jeśli urządzenie w trakcie pomiarów zostało rozregulowane.

Ostatnim etapem jest korygowanie i doskonalenie systemu monitorującego poprzez na przykład zmianę lokalizacji urządzeń, typu użytych *loggerów* lub częstotliwości próbkowania, a także usprawnianie badanego magazynu zgodnie z o wnioski z przeprowadzonych analiz. Wśród najczęściej spotykanych problemów w tym zakresie należy wymienić:

- występowanie tzw. gorących punktów (ang. *hot spots*) — są to cieplejsze miejsca często powodowane przez ściany lub regały, w których przepływ powietrza jest utrudniony. W takim wypadku warto rozważyć zwiększenie liczby wentylatorów lub usunięcie niepotrzebnych ścian i reorganizację przestrzeni magazynowej w sposób umożliwiający swobodną cyrkulację powietrza;
- fluktuacje temperatury i wilgotności wynikające z oddziaływania zewnętrznych źródeł powietrza. Sprzyjają temu często otwierane drzwi lub fronty przeładunkowe utrudniające utrzymywanie stałych warunków klimatycznych w magazynie. Pomocne mogą okazać się w takich przypadkach osłony w postaci np. plastikowych żaluzji w drzwiach i frontach blokujących napływ powietrza z zewnątrz.

W dalszej części artykułu zostanie zaprezentowana aplikacja zaproponowanego algorytmu w rzeczywistym systemie magazynowym.

## Przykład zastosowania rejestratorów w rzeczywistym systemie

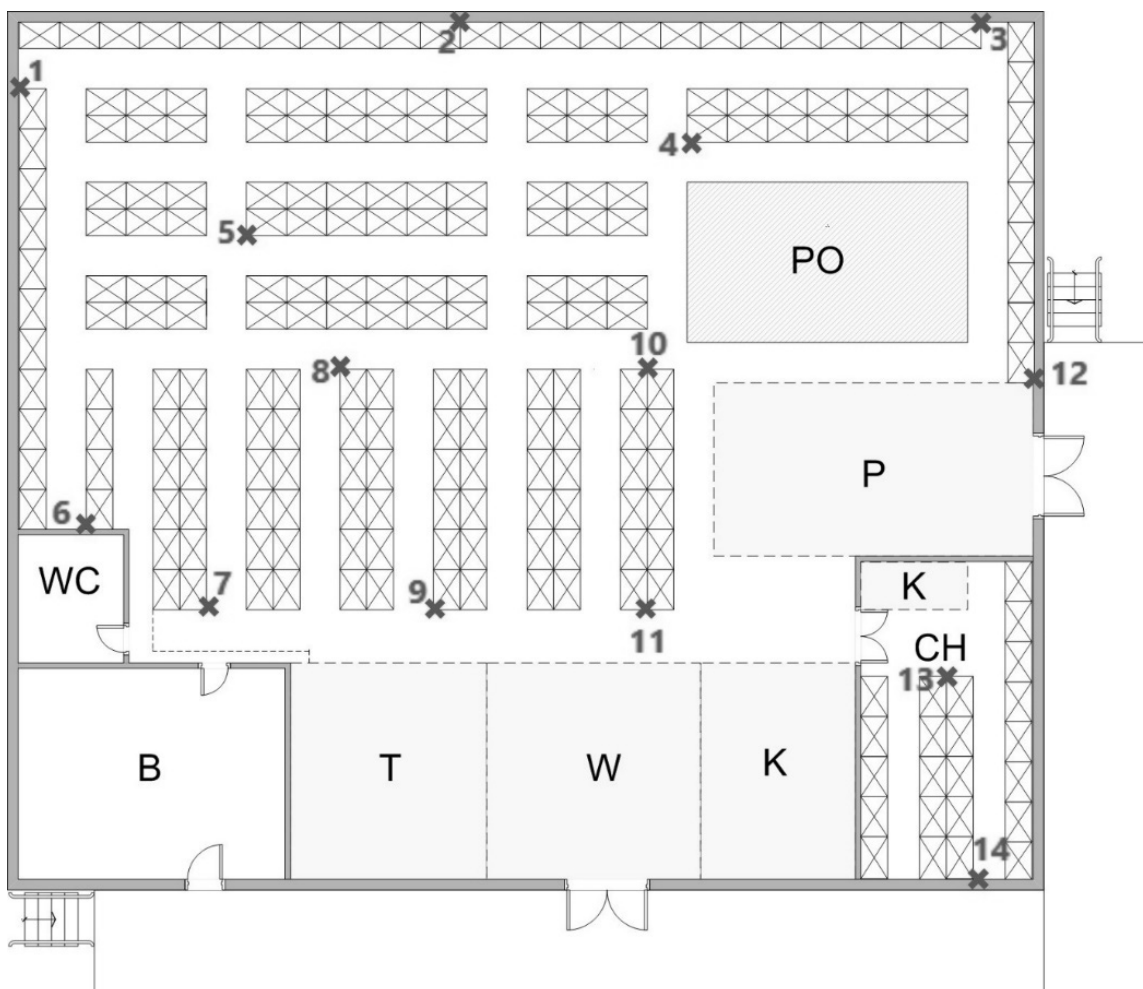
Proces implementacji systemu monitorującego warunki klimatyczne w obiekcie logistycznym zaprezentowano na przykładzie magazynu, w którym przechowywana jest żywność. W pierwszym etapie określono krytyczne punkty kontrolne, proponując 14 lokacji pomiarowych (12 punktów znajdujących się w magazynie dedykowanym produktom suchym oraz 2 punkty w chłodni). Poszczególne odległości pomiędzy sąsiadującymi punktami nie przekraczają 35 m. Rejestratory umieszczono także w niewalidycznych miejscach, tj. w pobliżu drzwi magazynu oraz ścian zewnętrznych. Uwzględniono także występujące blokady cyrkulacji powietrza pomiędzy regałami i tam także umieszczono urządzenia. Wybrane lokalizacje przedstawiono na schemacie magazynu na rysunku 2. Oznaczenia: P — strefa przyjęć, PO

— pole odkładcze, K — strefa kompletacji, CH — chłodnia, W — strefa wydań, T — strefa techniczna, B — biuro.

lenie standardowe dla tych miar. Pozwoli to zgromadzić w jednym cyklu monitorowania (dla jednego rejestratora) w przybliżeniu 2880 obserwacji dla każde-

Rysunek 2

Schemat rozmieszczenia rejestratorów w magazynie



Źródło: opracowanie własne.

Następnie określono częstotliwość ustalając, że pomiary powinny być pobierane co najmniej 4 razy w ciągu godziny, jednak nie częściej niż raz na 10 minut, żeby nie utrudniało to analizy. Biorąc pod uwagę te dwa ograniczenia, zdecydowano pobierać dane dotyczące wilgotności względnej i temperatury powietrza w następujący sposób:

- co 15 min dla rejestratorów umieszczonych w magazynie suchym;
- co 10 min wewnątrz chłodni.

Ustalono jednocześnie, że czas trwania jednego cyklu pomiarowego będzie wynosił miesiąc kalendarzowy. Po upływie takiego czasu dane z rejestratorów będą poddawane badaniu statystycznemu i obliczana będzie średnia temperatura i wilgotność oraz odchy-

go z rejestratorów w magazynie suchym, co daje ponad 34,5 tysiąca rekordów w ciągu miesiąca. Pomiarów w chłodni będzie łącznie 8640 zapisów, zatem na jeden rejestrator przypada ich 4320.

W następnym etapie zakupione rejestratory (model TRE38 producenta Newsteo) zamontowano we wcześniej określonych punktach, przyporządkowując im kolejne numery od 1 do 14 (rys. 2) i uruchomiono system. Po upływie pierwszego cyklu zebrane obserwacje poddano analizie. Celem lepszej wizualizacji i interpretacji wyników zdecydowano o ich podziale na 3 grupy, które zaznaczono szarościami (tab. 2):

1) Temperatura powietrza:

**dla magazynu produktów suchych:**

– biały — wartość średnia temperatury mieści się

w przedziale  $16 \div 17^{\circ}\text{C}$  lub suma wartości średniej i odchylenia standardowego nie wykracza poza granice przedziału  $15 \div 18^{\circ}\text{C}$ ;

- szary — wartość średnia znajduje się w przedziałach  $15 \div 16^{\circ}\text{C}$  i  $17 \div 18^{\circ}\text{C}$  oraz wykracza poza przedział  $15 \div 18^{\circ}\text{C}$  z uwzględnieniem odchylenia standardowego;
- ciemny szary — wartość średnia temperatury wykracza poza przedział  $15 \div 18^{\circ}\text{C}$ ;

#### dla chłodni:

- biały — średnia wartość temperatury jest z przedziału  $4,5 \div 6,5^{\circ}\text{C}$ ;
- szary — średnia wartość temperatury mieści się w przedziałach  $4 \div 4,5^{\circ}\text{C}$  lub  $6,5 \div 7^{\circ}\text{C}$ ;
- ciemny szary — wartość średnia temperatury jest wyższa niż  $7^{\circ}\text{C}$  lub niższa niż  $4^{\circ}\text{C}$ ;

#### 2) Wilgotność względna powietrza:

##### dla magazynu produktów suchych:

- biały — średnia wilgotność względna powietrza wynosi mniej niż  $47\%$  lub suma średniej i odchylenia niższa niż  $55\%$ ;
- szary — wilgotność powietrza w przedziale  $47 \div 50\%$ ;
- ciemny szary — wartość średnia wilgotności przekracza  $50\%$ .

##### dla chłodni:

- biały — średnia wilgotność powietrza nie przekracza  $60\%$ ;
- jasny szary — średnia wilgotność nie przekracza  $70\%$ ;
- ciemny szary — średnia wilgotność powietrza przekracza  $70\%$ .

Kolor biały oznacza, że w danym miejscu w magazynie wartości temperatury i/lub wilgotności względnej mieszczą się w wymaganych przedziałach i nie ma konieczności ich korygowania. Szary kolor oznacza czasowe przekraczanie założonych wartości, które wymaga podjęcia akcji korygującej, jednak nie jest stanem alarmowym. Kolor ciemny szary natomiast wskazuje konieczność natychmiastowej interwencji i oznacza ryzyko utraty właściwości przechowywanych produktów.

Analiza średnich temperatur wskazuje, że istnieją 3 punkty wymagające natychmiastowej interwencji (rejestrator numer 6, 7 oraz 12). Pojawiło się również kilka wyników w obszarze szary, jednak na tym etapie za wysoce niepokojący uznano jedynie rejestrator nr 13 mieszczący się wewnątrz chłodni. Dla wilgotności względnej powietrza podwyższone ryzyko (ciemny szary kolor) dotyczyło 2 rejestratorów: 11 i 12 oraz urządzenia numer 14 (kolor szary — chłodnia). Przeprowadzono szczegółową analizę potencjalnych przyczyn przekroczenia dopuszczalnych granic i na jej podstawie zaproponowano działania naprawcze. Opracowane wnioski zaprezentowano w tabeli 3.

Zgodnie z ustalonym algorytmem, nakazującym udokumentowanie procesu, dokonano archiwizacji przeprowadzonych analiz na karcie pomiarowej z oznaczeniem numeru cyklu. Do każdego z działań korygujących wyznaczano osoby odpowiedzialne za ich wdrożenie i rozpoczęto kolejny cykl pomiarowy, umożliwiając sprawdzenie poprawności wdrożonych działań naprawczych, wśród których zaplanowano:

Tabela 2

Wyniki obliczonych miar dla każdego z rejestratorów z podziałem na 3 grupy ryzyka dla pierwszego cyklu pomiarowego

Rejestrator	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )		Wilgotność względna (%)	
	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe
1	17,4	2,0	43,4	9,8
2	17,2	1,9	47,4	12,3
3	16,6	1,7	46,9	14,2
4	16,9	1,7	43,8	11,4
5	17,5	2,1	41,9	9,1
6	19,2	2,7	40,6	11,3
7	19,7	3,1	41,6	10,1
8	17,6	2,3	43,3	12,0
9	16,6	1,5	48,5	14,6
10	16,9	1,7	49,0	15,2
11	15,4	2,1	52,5	15,3
12	14,9	1,0	56,5	16,6
13	6,7	1,6	58,6	16,8
14	5,7	1,3	66,1	16,9

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Analiza przyczyn przekroczeń założonych wartości oraz działania korygujące

Numer rejestratora	Wynik analizy	Działanie korygujące
6	Zbyt wysoka temperatura. <i>Logger</i> znajduje się na rogu, pomiędzy częścią składowania na regałach a lepiej nagrzewaną strefą biurową. Bliska odległość urzędu grzewczego i brak cyrkulacji powietrza wpływa na wysoką temperaturę.	Zmniejszenie ogrzewania magazynu przez konkretnie to urządzenie grzewcze. Zwiększenie mocy wentylacji.
7	Blisko urzędu nr 6 i podobna sytuacja z sąsiedztwem biura i słabą cyrkulacją powietrza	Zapewnienie lepszej cyrkulacji powietrza poprzez zwiększenie mocy wentylatorów.
11	Zbyt wysoka wilgotność powietrza oraz możliwość przekroczenia wymagań temperatury związane z położeniem urzędu pomiędzy drzwiami magazynu przy strefie przyjęć i wydań. Przeciągi powodują obniżenie temperatury oraz wzrost wilgotności powietrza	Budowanie świadomości pracowników dotyczącej otwierania drzwi w magazynie. Polecenie, by drzwi były otwarte tylko w momentach załadunku i rozładunku. W miarę możliwości unikać otwierania dwóch par drzwi jednocześnie.
12	Bliskie sąsiedztwo frontu przeładunkowego przy strefie przyjęć. Częste otwieranie drzwi sprzyja obniżeniu temperatury i wzrostowi wilgotności	Dodanie obudowy jednej ściany regału, tak aby obniżyć wpływ zimnego powietrza z zewnątrz oraz działanie z rejestratora 11.
13	Czasowe przekraczanie temperatury w chłodni przy drzwiach wejściowych i strefie kompletacji chłodniczej.	Zamykanie drzwi chłodni podczas kompletacji produktów chłodniczych powinno obniżyć ryzyko przekroczenia temperatury.
14	Czasowe przekraczanie wilgotności względnej powietrza.	Kontrola i konserwacja urządzeń chłodzących.

Źródło: opracowanie własne.

- zmniejszenie o 2°C poziomu temperatury w urzędzie grzewczym przy rejestratorze nr 6;
- zwiększenie mocy wentylatorów w okolicy rejestratorów nr 6 i 7;
- zabudowę jednej ściany regału przy rejestratorze nr 12;
- konserwację urządzeń chłodzących.

Podjęte zostały także instruktaże dotyczące zachowania pracowników w kwestii otwierania drzwi w magazynie. Pomimo zauważalnych efektów konieczne będzie jednak zastosowanie dodatkowych elementów w postaci np. samodomykających się zawiasów w drzwiach.

Zebrane po drugim cyklu dane pozwoliły na odnotowanie pierwszych zmian (tab. 4):

- 1) Zmniejszyła się liczba rejestratorów w najwyższej grupie ryzyka z 3 do 1:
  - rejestrator nr 6 zakwalifikował się do grupy „jasnoszarej”. Średnia temperatura w ciągu miesiąca obniżyła się aż o 1,3 °C, zmniejszyło się także jej odchylenie standardowe. Jednak wartości te są nadal zbliżone do granicznych i wymagają kontynuowania działań usprawniających;
  - rejestrator 7 wciąż jest w grupie „ciemnoszarej”, ale zauważono obniżenie średniej temperatury;
  - dla rejestratora nr 12 temperatura średnia nieznacznie wzrosła, co pozwoliło zakwalifikować go do grupy „jasnoszarej”. Nadal jednak należy zwracać uwagę na to miejsce w magazynie.

- 2) W drugiej grupie ryzyka liczba rejestratorów zmalała z 6 do 5:

- 2 rejestratory znalazły się w tej grupie wskutek poprawy wyników i przejścia z obszaru „ciemnoszarej”;
- dla rejestratorów nr 1 i 2 zmniejszyła się średnia temperatura i odchylenie standardowe, co pozwoliło zakwalifikować je do grupy „białej”;
- rejestratory nr 5, 8 i 11 zanotowały lepsze wyniki, jednakże wciąż są w grupie o podwyższonym ryzyku;
- dla rejestratora nr 13 w chłodni nastąpiło obniżenie średniej temperatury, które umożliwiło zakwalifikowanie tego miejsca magazynu do grupy bezpiecznej.

- 3) W grupie bezpiecznej nastąpiły niewielkie zmiany, podjęte działania spowodowały nieznaczne podwyższenie średniej temperatury powietrza, jednak taki wzrost nie stanowi zagrożenia. Konieczne jest jednak ciągłe monitorowanie podjętych działań i ich wpływu na wartości mierzonych parametrów.

Zauważono także następujące zmiany w średnich wartościach wilgotności względnej powietrza:

- 1) Zmalała liczba rejestratorów zakwalifikowanych do grupy „ciemnoszarej”
  - rejestrator nr 11 zanotował spadek średniej wilgotności aż o 3,2% i przeszedł do mniej zagrożonej grupy;

Tabela 4

Wyniki obliczonych miar dla każdego z rejestratorów z podziałem na 3 grupy ryzyka dla drugiego cyklu pomiarowego

Rejestrator	Temperatura (°C)		Wilgotność względna (%)	
	Średnia	Odchylenie standardowe	Średnia	Odchylenie standardowe
1	16,8	1,7	43,1	9,3
2	16,8	1,5	47,5	13,8
3	16,0	1,1	46,0	14,0
4	17,0	1,9	45,3	13,4
5	17,3	2,1	42,1	10,6
6	17,9	2,3	40,6	10,9
7	18,6	2,4	41,1	10,5
8	17,3	1,9	40,4	9,0
9	16,8	1,9	46,5	13,0
10	16,5	1,3	48,4	14,4
11	15,7	1,3	49,3	15,2
12	15,3	1,1	52,2	15,7
13	6,3	1,4	58,1	15,6
14	5,7	1,4	62,3	16,7

Źródło: opracowanie własne.

- rejestrator nr 12 również zanotował duży spadek wilgotności (o 4,3%), ale wartość ta wciąż jest wysoka.
- 2) W grupie „jasnoszarej” jest taka sama liczba urządzeń co w pierwszym cyklu, jednakże:
  - rejestrator nr 9 zanotował poprawę jakości powietrza i został zakwalifikowany do grupy „białej”.
  - rejestrator nr 11 z grupy wysokiego ryzyka został zakwalifikowany do grupy „jasnoszarej”.

## Podsumowanie

Analiza implementacji systemu monitorującego warunki klimatyczne w magazynie pokazuje, że już po dwóch miesiącach od wdrożenia systemu rejestratorów zauważono zdecydowaną poprawę zarówno w przypadku temperatury, jak i wilgotności

względnej powietrza. Oczywiście sam system rejestratorów nie przyczynia się samoistnie do poprawy warunków klimatycznych w magazynie, jest jednak doskonałym narzędziem wskazującym obszary wymagające korekty, a także wspomagającym proces decyzyjny.

Oczywiście podjęte działania muszą być stale kontrolowane i doskonalone. Konieczne jest bieżące śledzenie zmian zachodzących w magazynie związanych np. z porą roku, rodzajem przechowywanych produktów, natężeniem prac w magazynie itp.

Podsumowując, należy uznać, że poprawna implementacja rejestratorów w przedsiębiorstwie może w znaczny sposób usprawnić procesy logistyczne i chociaż każde przedsiębiorstwo powinno dostosować takie wdrożenie do specyfiki realizowanych zadań, to istnieją pewne ogólne, uniwersalne zasady, które wraz z rzeczywistym przykładem przedstawiono w niniejszym artykule.

## Bibliografia

- Ashton, K. (2009). That „internet of things” thing. *RFiD Journal*, 22 (7), 97–114.
- Bartosiewicz, S. (2017). Optymalizacja procesów magazynowych w przedsiębiorstwie. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (5), 14–32.
- Blaik, P. (2018). Megatrendy i ich wpływ na rozwój logistyki i zarządzania łańcuchem dostaw. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (4), 2–11.
- Borucka, A. (2013). Funkcjonowanie wojskowych oddziałów gospodarczych w nowym systemie logistycznym sił zbrojnych. *Logistyka*, (6), 39–48.



- Borucka, A. (2018). Forecasting of fire risk with regard to readiness of rescue and fire-fighting vehicles. *Interdisciplinary Management Research XIV*. Croatia, 395–397.
- Borucka, A. (2018). *Markov models in the analysis of the operation process of transport means* (1073–1082). Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference. Belgrad.
- Borucka, A. (2018). *Risk Analysis of Accidents in Poland Based on ARIMA Model, Transport Means* (162–166). Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Borucka, A. (2018). *Three-state Markov model of using transport means* (3–19). Proceedings of the 18th International Scientific Conference, Business Logistics In Modern Management. Croatia.
- Borucka, A. (2018). *Model of the operation process of aircraft in the transport system* (22–30). Proceedings of the ICTTE International Journal For Traffic And Transport Engineering Conference. Serbia.
- Brdulak, H. (red.). (2012). *Logistyka przyszłości*. Warszawa: PWE.
- Długosz, J. (red.). (2009). *Nowoczesne technologie w logistyce*. Warszawa: PWE.
- Frankowska, M., Nowicka, K. (2018). Zarządzanie łańcuchem dostaw w dobie Smart Industry. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (3), 2–12.
- Jacyna-Golda, I., Świdorski, A., Borucka, A., Szczepański, E. (2019). Wear of brake system components in various operating conditions of vehicle in the transport company. *Eksplatacja i Niezawodność — Maintenance and Reliability*, 1(21), 1–9.
- Mikosz, B., Borucka, A. (2008). Organizacja gospodarki odpadami w siłach zbrojnych na tle zmian militarnych i nowych wyzwań stawianych polskiej armii. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, (8), 1–12.
- Mitkow, Sz., Borucka, A. (2018). *Mathematical model of travel times related to a transport congestion: an example of the capital city of Poland — Warsaw* (501–526). Proceedings of the 18th International Scientific Conference. Business Logistics In Modern Management. Croatia.
- Niemczyk, A. (2008). *Zapasy i magazynowanie (Tom II). Magazynowanie*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Rykała, Ł. (2018) Zastosowanie technologii Ultra Wideband w magazynie. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (10).
- Skoczyński, P., Świdorski, A., Borucka, A. (2018). *Characteristics and Assessment of the Road Safety Level in Poland with Multiple Regression Model* (92–97). Transport Means 2018. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part I). Lithuania.
- Świdorski, A., Borucka, A. (2018) *Mathematical Analysis of Factors Affecting the Road Safety in Selected Polish Region* (651–654). Transport Means 2018. Proceedings of the 22nd International Scientific Conference (part II). Lithuania.
- Waśniewski, T., Borucka, A. (2011). Sieciowe rozwiązania w łańcuchu dostaw w oparciu o technologię radiowej identyfikacji towarów. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (37), 223–233.
- Wielgosik, M., Borucka, A. (2016). Istota i znaczenie służby przygotowawczej i szkolenia rezerw. *Systemy Logistyczne Wojsk*, (45), 51–66.
- Wincewicz-Bosy, M., Stawiarska, E. (2017). *Współczesne wyzwania łańcuchów dostaw*. Warszawa: Texter.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *A method for determination of combat vehicles availability by means of statistic and econometric analysis, Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2925–2934.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *Application of Markov processes to the method for analysis of combat vehicle operation in the aspect of their availability and readiness, Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2343–2352.
- Żurek, J., Ziółkowski, J., Borucka, A. (2017). *Research of automotive vehicles operation process using the Markov model, Safety and Reliability. Theory and Applications*. ESREL, 2353–2362.

**NOWOŚĆ**

[www.pwe.com.pl](http://www.pwe.com.pl)

Ewa Sońta-Drączkowska

**ZARZĄDZANIE PROJEKTAMI  
we wdrażaniu innowacji**



Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne

W książce zaprezentowano różne wątki teoretyczne dyskusji nad zarządzaniem projektami w innowacjach i podjęto próbę całościowego opracowania zagadnienia znajdującego się na styku subdyscyplin zarządzania projektami i zarządzania innowacjami. Monografia składa się z trzech części. W części pierwszej omówiono problemy wdrażania innowacji w przedsiębiorstwie. W części drugiej omówiono strategię zarządzania projektami innowacyjnymi, które zostały zidentyfikowane w ramach badań literaturowych. W część trzeciej zaprezentowano syntezę badań empirycznych autorki, obejmujących wielokrotne studia przypadków: młodych spółek technologicznych, korporacji transnarodowych oraz giełdowych spółek budowlanych z rynku polskiego. Na zakończenie została zaproponowana autorska koncepcja zarządzania projektami we wdrażaniu innowacji, jak również mapa metod, które mogą uzupełnić instrumentarium kierownika projektu wdrażającego przedsięwzięcia oparte na innowacji. Książka jest skierowana zarówno do badaczy, zajmujących się tematyką innowacyjności, zarządzania strategicznego oraz zarządzania projektami, jak i praktyków: zarządów przedsiębiorstw, kierowników projektów oraz pracowników zespołów projektowych. Przeglądowy charakter nadaje publikacji wymiar kompendium wiedzy, wspierającego organizację w budowie kompetencji zarządzania projektami we wdrażaniu innowacji. Zaprezentowane wyniki stanowią również inspirację do dyskusji i podejmowania tematów dalszych badań.