

# **Innowacje w naukach inżynieryjno- -technicznych – wybrane aspekty**

Redakcja:  
Izabela Mołdoch-Mendoń  
Kinga Kalbarczyk

Lublin 2023

**Wydawnictwo Naukowe TYGIEL składa serdeczne podziękowania  
zespółowi Recenzentów za zaangażowanie w dokonane recenzje  
oraz merytoryczne wskazówki dla Autorów.**

**Recenzentami niniejszej monografii byli:**

- prof. dr hab. inż. Tadeusz Markowski
- prof. dr hab. inż. Beata Tryba
- dr hab. inż. Joanna Jankowska-Sandberg, prof. PK
- dr hab. inż. Donata Konopacka-Łyskawa
- dr hab. inż. Agnieszka Makara
- dr hab. Agnieszka Nowak-Brzezińska, prof. UŚ
- dr hab. inż. Zbigniew Paweł Omiotek
- dr hab. inż. Jarogniew Rykowski, prof. UEP
- dr hab. n. med. Agnieszka Woźniak-Kosek
- dr n. o zdr. Mariola Janiszewska
- dr inż. Radosław Patyk
- dr inż. Anna Skarbak-Żabkin

Wszystkie opublikowane rozdziały otrzymały pozytywne recenzje.

Skład i łamanie:  
Monika Maciąg

Projekt okładki:  
Marcin Szklarczyk

Korekta:  
Ewelina Chodźko

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o.

ISBN 978-83-67104-79-1

Wydawca:  
Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o.  
ul. Głowackiego 35/341, 20-060 Lublin  
[www.wydawnictwo-tygiel.pl](http://www.wydawnictwo-tygiel.pl)

## Spis treści

Leszek Majkut, Ryszard Olszewski Modelowanie i analiza drgań zazębienia w przekładni walcowej.....	7
Stanisław Pietrzyk, Piotr Palimąka Wychwytywanie dwutlenku węgla w solach stopionych – prototyp reaktora CCMS .....	18
Justyna Jońca Czujniki gazu na bazie heterozłączy tlenków metali zaprojektowanych w nanoskali .....	40
Regina Przywara, Mateusz Przywara, Wojciech Zapała Właściwości adsorpcyjne wybranych polarnych faz stacjonarnych.....	61
Marcin Krajewski Badania wpływu imperfekcji na rozkład obciążeń stabilizujących stężoną kratownicę .....	74
Andrzej Opaliński, Krzysztof Regulski, Jakub Swadźba, Piotr Sitkowski, Paweł Wąsowicz, Agnieszka Kwietniewska-Śmietana Predykcja badań laboratoryjnych w optymalizacji kontroli jakości i obciążenia pracy analizatorów .....	85
Mirosław Wieczorek Wpływ zmiany sztywności płyty nad słupem na wartość sił wewnętrznych w płycie żelbetowej konstrukcji płytowo-słupowej .....	95
Olena Stryhuniwska, Oksana Dzyundzja, Ramis Rasulov Harmonizacja podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ .....	107
Paweł Urzenitzok Czy sztuczna inteligencja powinna mieć formę jak najbardziej zbliżoną do człowieka? .....	120
Ewelina Jurczak Wybrane kierunki rozwoju Sztucznej Inteligencji okiem socjologa i... z perspektywy biznesu.....	131
Mariusz Wiśniewski, Stanisław Deniziak, Daniel Kaczmarski, Paweł Pięta, Piotr Picheta, Aleksandra Królak, Mirosław Borkowski System ekspercki wspomaganie decyzji lekarza oparty o zbiór reguł medycznych .....	157

# Harmonizacja podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ

## 1. Wprowadzenie

Pojęcie gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) jest traktowane jako efektywna gospodarka zasobami, w której wprowadzone są rozwiązania typu „win-win”, tj. efektywne, ekonomicznie i ekologicznie [19]. Pakiet działań dotyczących zrównoważonej konsumpcji i produkcji, a przede wszystkim zrównoważonej polityki przemysłowej (COM(2008)0397) ma na celu zwiększenie efektywności środowiskowej produktów w czasie ich całego cyklu życia, popytu na zrównoważone towary, ekoinnowacji produkcyjnej oraz świadomości konsumentów odnośnie minimalizacji marnotrawstwa [15]. Wdrożenie modelu GOZ w celu przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego ma zapewnić wysoki poziom bezpieczeństwa wytwarzania produktów żywnościowych na wszystkich etapach projektowania, co doprowadzi do rozwoju gospodarki cyrkularnej.

Co więcej, wymaga to współpracy wielu działów projektowych, a mianowicie architektonicznych, technicznych i technologicznych. Wspólny projekt zapewnia większe zaangażowanie organizacyjne, a przede wszystkim koncentrację na poszczególnych etapach projektowania rozwoju koncepcji aż do powstania projektu wykonawczego. Na każdym z etapów projektowania niezbędne jest przestrzeganie założeń modelu GOZ „jak uzyskać więcej, zużywając mniej” poprzez analizę cyklu życia produktu, zaczynając od dostawy odpowiednich surowców, przez projektowanie procesów technologicznych, gotową produkcję, konsumpcję aż do zagospodarowania odpadów oraz ich recykling. Założenia świadomości korzyści nie tylko ekonomicznych, ale również ekologicznych są punktem odniesienia do utworzenia idealnego układu przestrzennego.

Celem pracy jest usystematyzowanie wiedzy o GOZ, w tym zaprezentowanie nowego podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego, a mianowicie ekoprojektowania uwzględniającego efektywność procesów technologicznych i podnoszenie jakości produktu końcowego, by wydłużyć jego okres przydatności do spożycia, co prowadzi do wzrostu zysków przedsiębiorstwa.

Wykorzystując metody konstrukcyjne oraz graficzne do projekcyjnego planowania procesów technologicznych lub zmiany układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego na podstawie stworzonych w naszych badaniach modeli 2D oraz 3D za pomocą programu ArchiCad z wykorzystaniem technologii BIM (*Building Information*

---

<sup>1</sup> olestr@agh.edu.pl, Katedra Informatyki Biznesowej i Inżynierii Zarządzania, Wydział Zarządzania, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, Polska, <https://www.agh.edu.pl/>.

<sup>2</sup> dzokvaok@gmail.com, Department of Food Engineering, Faculty of Biology and Technology, Kherson State Agrarian and Economic University, ksau.kherson.ua.

<sup>3</sup> r.rasulov@knute.edu.ua, Department of Design and Engineering, Faculty of Restaurant, Hotel and Tourism Business, State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine, <https://knute.edu.ua>.

*Modeling*), przeanalizowano harmonizację podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ. Dodatkowo, BIM jest rozwinięciem metod CAD, czyli Projektowania Wspomagane go Komputerowo (CAD – ang. *Computer Aided Design*, również *Computer Aided Drafting*). Nacisk został położony na z informatyzowanie całego procesu realizacji projektu, jako zorganizowanego i spójnego strumienia informacji o projekcie łączącego bezpośrednio spójność procesów technologicznych, zasad HACCP i GOZ jako całość. Wyniki pracy pokazują niezbędność synergii wyżej wspomnianych zasad w zakładach przemysłu spożywczego.

Co więcej, w pracy zwrócono uwagę na problem marnowania żywności i jego skalę w Polsce, który pośrednio powstaje w związku z nieprawidłowym zaprojektowaniem układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego. W celu zasobooszczędności zakładów w rozdziale zwrócono uwagę na minimalizowanie odpadów poprzez ponowne użycie i wdrożenie pełnego odzysku, np. wielokrotnego zagospodarowania wody, rekuperacji ciepła itd. Można stwierdzić, że zwiększenie świadomości ekologicznej w projekcie ma kluczowe znaczenie dla rozwoju i umacniania gospodarki. Ponadto działania prowadzące do efektywnego przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego powinny mieć charakter ekoinnowacji.

## **2. Wybrane działania w zakresie wspierania procesu ekoprojektowania w kierunku GOZ – ogólne wytyczne**

Działania powiązane ze wspieraniem procesu ekoprojektowania dotyczą regulacji zużycia energii, emisji oraz zaplanowania efektywnych systemów ogrzewania, oświetlenia i chłodzenia. Efektywność w ekoprojektowaniu jako kryterium oceny skuteczności dotyczy wydłużenia cyklu życia produktu końcowego, redukcji ilości odpadów i poprawy skuteczności procesów technologicznych. Kolejnym działaniem jest wdrożenie narzędzi do modelowania informacji o budynku (BIM), które umożliwiają projektantom określenie wpływu zaplanowanych procesów technologicznych na środowisko oraz wydajności kosztowej cyklu życia budynków. Technologia BIM umożliwia zaplanowanie w projekcie materiałów oraz urządzeń z możliwością ich naprawy oraz ponownego wykorzystania. Nie mniej ważnym aspektem pozostaje modernizacja procesów technologicznych za pomocą BIM oraz implementacja innowacyjnych rozwiązań odnośnie wydłużenia żywotności budynku w celu poprawy jego efektywności energetycznej. Przyjęcie zasad GOZ w projektowaniu począwszy od fazy planowania, a następnie koncepcji w celu utworzenia projektu szczegółowego – jest niezbędne, aby dojść do wyzwań powiązanych z ekoprojektowaniem. Jednocześnie technologia BIM umożliwia zwiększenie wydajności pracy, pomaga zredukować ilość marnowanych materiałów podczas projektowania, prezentuje rozwiązania skierowane na akceptację zrównoważonych i niskoemisyjnych materiałów budowlanych oraz uwzględnia i monitoruje recykling materiałów, jak i dopasowanie urządzeń technologicznych [7].

Przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ to nowe podejście do zaplanowania produkcji i konsumpcji oparte od samego początku na wzajemnych powiązaniach etapów ekoprojektowych w celu doprowadzeniem do obiegu cyrkularnego procesów technologicznych. W marcu 2020 roku Komisja Europejska w ramach implementacji Europejskiego Zielonego Ładu przyjęła kolejny plan działania UE dotyczący GOZ. W planie działań można wyróżnić następujące pozycje dotyczące projektowania technologicznego w zakładach przemysłu

spożywczego: projektowanie zrównoważonych produktów, obieg zamknięty w procesach produkcyjnych, budownictwo i budynki, żywność, woda i składniki odżywcze, bardziej skuteczna polityka dotycząca odpadów wspierająca zapobieganie powstawaniu odpadów i obieg zamknięty oraz wspieranie procesu przejścia poprzez badania, innowacje i transformację cyfrową [13].

Podczas gdy około 80% wpływu produktów na środowisko określa się wciąż na etapie projektowania, znany liniowy schemat „weź-wyprodukuj-użyj-wyrzuć” nie zapewnia procesu cyrkularnego według zasad GOZ w zakładach przemysłu spożywczego. Wiele produktów spożywczych psuje się zbyt szybko, co więcej, nie można ich przekierować do ponownego zużycia lub poddać recyklingowi w krótkim czasie, a wiele z nich jest przeznaczone wyłącznie do jednorazowego użytku, podczas gdy jednolity rynek dyktuje UE ustanawianie globalnych przepisów i standardów w zakresie zrównoważonego rozwoju produktów końcowych oraz wpływa na projektowanie technologiczne i zarządzanie łańcuchem cyrkularnym na całym świecie [11]. Ponadto należy zauważyć, że dyrektywa w sprawie ekoprojektu [6] z sukcesem reguluje efektywność energetyczną obiegu zamkniętego produktów żywnościowych związanych z energią, podczas gdy instrumenty, takie jak oznakowanie ekologiczne UE [20] lub kryteria zielonych zamówień publicznych UE (GPP) [10] mają jednak ograniczony wpływ z uwagi na „podejście dobrowolne”. W rzeczywistości nie istnieją regulacje prawne ani wymogi zapewniające, że wszystkie produkty żywnościowe wprowadzone na rynek UE odpowiadają zasadom GOZ. Dlatego komisja podjęła inicjatywę ustawodawczą dotyczącą zrównoważonej polityki produktowej z rozszerzeniem zakresu dyrektywy w sprawie ekoprojektu tak, aby ramy ekoprojektowania zapewniały obieg zamknięty w celu uregulowania następujących aspektów:

- wydłużenie cyklu życia produktów żywnościowych, możliwości ponownego użycia według procesów technologicznych, modernizacja technologii, a także zwiększenie efektywności energetycznej procesów produkcyjnych;
- zwiększenie wykorzystania zawartości materiałów oraz urządzeń pochodzących z recyklingu wraz z zapewnieniem ich wydajności i bezpieczeństwa;
- umożliwienie degradacji bioodpadów oraz wysokiej jakości recyklingu;
- zmniejszenie śladu węglowego i środowiskowego podczas produkcji;
- zachęcanie dostosowania modeli, w których producenci zachowują jakość produktu żywnościowego lub odpowiedzialność za jego konsumpcję przez cały cykl jego życia;
- wprowadzenie cyfryzacji, mianowicie informacji o produktach, w tym znakowanie, terminy ważności końcowe;
- motywacja producentów w zakresie postępu produkcji żywnościowej w kierunku zrównoważonego rozwoju.

Nie mniej ważną kwestią pozostaje doskonale przeanalizowanie etapów projektowania w kierunku GOZ. Umożliwia to implementację działań dotyczących gospodarki o obiegu zamkniętym pod kątem wspólnych metodologii i zasad całego projektu z uwzględnieniem wydajnych rozwiązań cyfrowych. Dzięki harmonizacji oraz uporządkowaniu etapów ekoprojektowania zgodnie z zasadami GOZ następuje akceptacja układu koncepcyjnego, który pokazuje zamknięcie obiegu procesów w wybranym zakładzie przemysłu spożywczego.

Zgodnie z Dyrektywą 2009/125/WE pojęcie „ekoprojektowanie” jest uwzględnieniem aspektów środowiskowych poprzez ograniczenie negatywnego oddziaływania produktów na środowisko podczas projektowania układu oraz produktu, aby uzyskać produkt lub układ przestrzenny przyjazny dla środowiska w czasie całego jego cyklu życia [18]. Ekoprojektowanie układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego można podzielić na poniższe działania w kierunku GOZ:

- opracowanie efektywnych układów przestrzennych z wdrożeniem innowacyjnych energooszczędnych technologii, w tym z wykorzystaniem zasobów odnawialnych oraz poprzez implementację wyrobów nowych lub przerobionych zgodnie z modelami GOZ (np. RESOLVE);
- tworzenie układów przestrzennych z uwzględnieniem stosowania materiałów recyklingowych oraz surowców odzyskanych z odpadów;
- usytuowanie układów przestrzennych z możliwością montażu maszyn i urządzeń technologicznych ze zwiększeniem trwałości ich pracy oraz z możliwością wydłużenia okresu ich eksploatacji;
- zaprojektowanie efektywnego układu przestrzennego, który wspomaga wydłużenia cyklu życia produktu końcowego;
- założenie w kosztorysie projektu materiałów niewymagających złożonego procesu przetwarzania/wytwarzania produktu końcowego oraz stanowiących korzystniejsze warunki dla środowiska;
- zapewnienie w ekoprojekcie ponownego zastosowania technologicznych maszyn i urządzeń z możliwością ich naprawy;
- uwzględnianie w ekoprojekcie oceny oddziaływania materiałów oraz urządzeń na środowisko w całym cyklu życia produkcyjnego;
- opracowanie standardów oraz norm projektowych w celu efektywnego zaplanowania układu przestrzennego, z uwzględnieniem odzyskiwanych surowców, energooszczędnych materiałów oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

Powyższe założenia należy przestrzegać na wszystkich etapach projektowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego poprzez procesy wytwarzania i konsumpcję, aż po zagospodarowanie wytworzonych odpadów i ścieków [14].

### **3. Problem marnowania żywności**

Podczas przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ należy uwzględnić, że światowa populacja będzie rosła coraz szybciej, co spowoduje wzrost konsumpcji żywności oraz produkcji odpadów [25]. Ponadto każdego roku na terenie Unii Europejskiej marnuje się prawie 88 milionów ton żywności, a wpływ takich strat na środowisko jest uciążliwy [22].

Dane wskazują, że wartość ekonomiczna marnowanej żywności w skali świata wynosi 2600 miliardów dolarów rocznie, podczas gdy 795 milionów ludzi na świecie cierpią z powodu głodu, natomiast 1,5 miliarda ludzi jest otyłych lub z nadwagą [8]. Jak pokazuje Raport Federacji Polskich Banków Żywności codziennie w Polsce są wyrzucane produkty napoczęte z oznakami przeterminowania i zepsucia oraz zwiędnięte warzywa i owoce. Ponadto w jednej czwartej badanych zakładów sektora spożywczego wyrzucano potrawy ciepłe, a w co piątym pieczywo oraz potrawy serwowane na zimno. Co więcej, stwierdzono, że najczęściej w Polsce marnowane są półprodukty. Dane wskazują, że w zakładach gastronomicznych zmarnowane dania, które zostały przygotowane danego

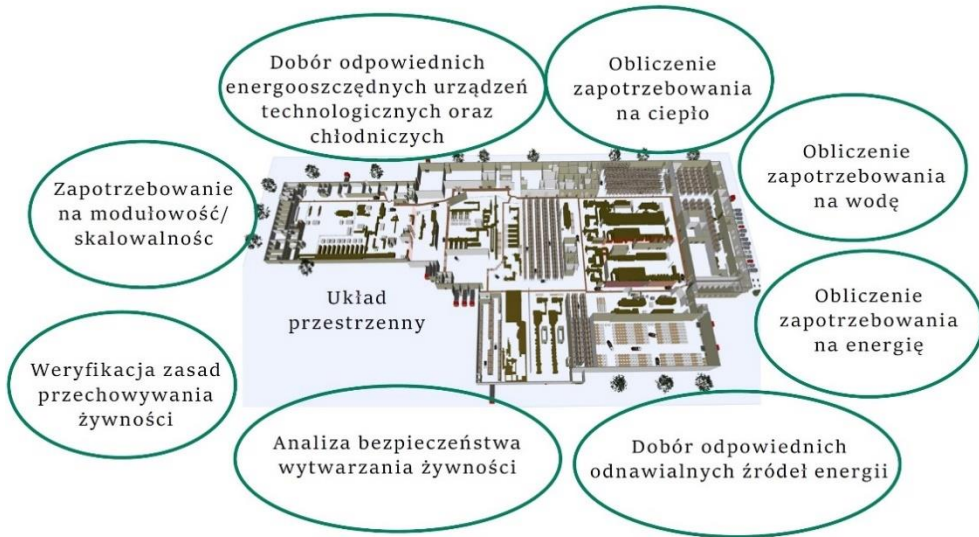
dnia to w 40,9% surówki, sałaty oraz sałatki, w 20,2% zupy, wywary oraz sosy, a 25,8% to produkty mączne. Poza tym istotne są warunki i sposób przechowywania żywności. Niemal  $\frac{3}{4}$  lokali gastronomicznych deklaruje, że zawsze znakuje przygotowane dania datą produkcji. Z kolei aż 40% lokali gastronomicznych nie znakuje na produktach czy przygotowanych daniach informacji o terminie przydatności do spożycia, co wpływa na zwiększenie poziomu marnotrawstwa żywności. Jednak ze względu na złożoność procesów technologicznych w zakładach przemysłu spożywczego trudno dokładnie oszacować skalę marnowania na etapie projektowania. Z danych jednak wynika, że straty żywności w sektorach przetwórstwa spożywczego w Polsce w stosunku do wielkości produkcji generuje się w sektorze owocowo-warzywnym, dalej w branży mięsnej i olejarskiej, a następnie w przemyśle rybnym. Analizując konsumentów, należy wspomnieć, że około 62,9% Polaków deklaruje, że z różną częstotliwością, ale mimo wszystko wyrzuca pieczywo, 57,4% stanowią świeże owoce i warzywa tzw. nietrawne, typu sałata, pomidory, rzodkiewka, 56,5% ogórków, 51,6% wędlin, 47,3% napojów mlecznych [17]. Dlatego zmiany zachowań konsumentów, mianowicie wzrost odpowiedzialności w postępowaniu z odpadami to podstawa do minimalizacji marnotrawstwa.

Wciąż ważnym aspektem pozostaje skierowanie rozwoju ekoprojektowania na minimalizację marnowania żywności, poprzez ilościowe określenie marnotrawstwa w całym łańcuchu wartości żywności. Oznaczałoby to, że należy uwzględnić w ekoprojekcie procesy technologiczne, których obrót produktami żywnościowymi oraz surowcami żywności odbywa się w kontekście minimalizacji marnotrawstwa żywności. Etapy te obejmują obróbkę surowców oraz półproduktów, ich przetwarzanie, a następnie produkcję, dystrybucję oraz konsumpcję żywności w zakładach przemysłu spożywczego. Dlatego marnotrawstwo na jakimkolwiek etapie może oznaczać niepoprawne zaplanowanie technologicznych procesów oraz wybranie nieodpowiedniej koncepcji układu przestrzennego. Z drugiej strony należy zwrócić uwagę również na niewłaściwe wykorzystanie zasobów, takich jak energia, ciepło, woda oraz inne nakłady, które są niezbędne do produkcji tej żywności. Jednym z głównych celów ekoprojektowania w zakładach przemysłu spożywczego jest ograniczenie marnowania żywności i minimalizacja skutków związanych z zanieczyszczeniem [4].

Aby zrozumieć znaczący wpływ marnotrawstwa żywności w ekoprojekcie, należy wykryć punkty zapalne na każdym etapie projektowania, mianowicie należy szczegółowo określić wpływ odpadów w całym projekcie, koszty ich utylizacji, a także przeanalizować w odniesieniu do różnych procesów technologicznych bezpieczeństwo wytwarzania żywności. Tak więc istotnym aspektem pozostaje przestrzeganie zasad odnośnie przechowywania żywności, reżimu temperaturowego w procesach wytwarzania produkcji, prawidłowego zapotrzebowania na energię podczas produkcji oraz przechowywania i transportu żywności. W związku z tym ekoprojektowanie obejmuje analizę każdego etapu projektowego oraz procesu technologicznego, dobór odpowiednich energooszczędnych urządzeń technologicznych oraz chłodniczych w celu zapobiegania marnotrawstwa nawet na etapie początkowym. Jak pokazano na rysunku 1 niemniej ważny pozostaje faktor skalowalności oraz modułowości układu przestrzennego przez możliwość jego rozbudowy, co z kolei umożliwi racjonalne zużycie materiałów. Jednocześnie dobór odpowiednich odnawialnych źródeł energii wspomaga zapobieganiu nadużycia energii oraz ciepła.



Ważnym aspektem pozostaje również weryfikacja zasad przechowania żywności, co z kolei wpływa na poziom jej marnotrawstwa. Powodem jest najczęściej niewłaściwe przechowywanie produktów, nieprzestrzeganie reżimu temperaturowego, przecenienie terminu ważności, zła jakość zakupionych produktów bądź po prostu kupowanie zbyt dużych ilości produktów.



Rysunek 1. Podejście do przeplanowania według zasad GOZ dla przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, opracowanie własne

Tworząc odpowiedni projekt przemysłu spożywczego, należy uwzględnić następujące zasady w celu wyeliminowania najważniejszych ogniw łańcucha żywności, począwszy od tworzenia układu przestrzennego z uwzględnieniem wszystkich procesów technologicznych oraz implementacji produkcji podstawowej przez przetwórstwo, sieci handlowe aż po finalnych odbiorców żywności – konsumentów:

- ustalenie funkcjonalnej i ergonomicznej koncepcji układu przestrzennego z zapewnieniem bezpieczeństwa żywności zgodnie z przepisami sanitarnymi, BHP oraz warunkami technicznymi (Prawo Budowlane);
- szczegółowe rozmieszczenie urządzeń i maszyn technologicznych zgodnie z projektem z uwzględnieniem minimalizacji marnotrawstwa żywności;
- przygotowanie dokładnego opisu technologicznego oraz wdrożenie procedur opartych na zasadach HACCP i GOZ [21];
- przeanalizowanie bezpieczeństwa wytwarzania żywności oraz zmniejszenie ilości odpadów;
- zaplanowanie układów przestrzennych z możliwością utrzymania modułowości oraz skalowalności;
- szczegółowe obliczenie w projekcie zapotrzebowania na energię, ciepło i wodę z wdrożeniem procesów rekuperacji ciepła oraz odnawialnych źródeł energii;
- usytuowanie układów przestrzennych z możliwością montażu urządzeń technologicznych i maszyn ze zwiększeniem energooszczędności i trwałości ich pracy;

- zmiana układów przestrzennych, przeprowadzenie relokacji maszyn oraz urządzeń technologicznych podczas reorganizacji zakładów przemysłu spożywczego z możliwością wydłużenia okresu ich eksploatacji i ponownego zużycia.

#### **4. Model procesu projektowego według zasad GOZ**

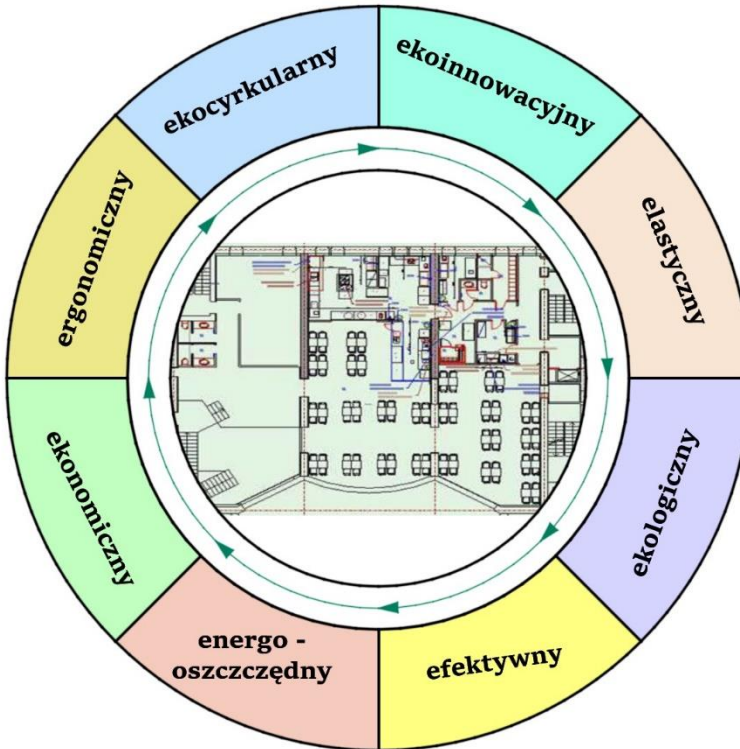
Koncepcja GOZ obejmuje projektowanie procesów produkcyjnych z uwzględnieniem wykorzystania surowców i materiałów wtórnych oraz wydłużenie cyklu życia projektowanego produktu. Zgodnie z normą ISO 14040s, pojęcie „cykl życia” definiowany jest jako „kolejne i powiązane ze sobą etapy”.

Prawidłowe podejście do projektowania układów przestrzennych jest kluczowe w kontekście realizacji koncepcji GOZ. Tradycyjne projektowanie zakładów przemysłu spożywczego uwzględnia potrzeby odbiorcy końcowego, mianowicie różnorodne produkty spożywcze, które można kupić lub zamówić w restauracjach. Analizując projektowanie w kontekście GOZ, należy znacznie szerzej spojrzeć na ten proces. Należy spojrzeć na gruntowne przygotowanie specjalistów ze specjalistyczną wiedzą inżynierską i technologiczną, którzy mogą podejść do kreatywnego podejmowania decyzji w zakresie ekoprojektowania, usytuowania oraz eksploatacji linii technologicznych, maszyn i urządzeń według zasad koncepcji GOZ.

Ponadto oprócz zaplanowania finalnego produktu, który jest bezpośrednio skierowany na konsumenta, należy uwzględnić wpływ produkcji na każdy element łańcucha technologicznego i jego interakcję z uczestnikami procesu projektowego w celu wprowadzenia produktu końcowego do obiegu zamkniętego. Analizę podjęto z wykorzystaniem zasady 6E, która wywodzi się z zasady 4E i została rozszerzona do zasady 8E, co z kolei pozwoliło uzyskać efektywny model procesu projektowego według zasad GOZ [3, 23].

Nacisk został położony na wspólne dane wejściowe, dla których powstają prawidłowe synergetyczne relacje między procesami. Istotne jest sprecyzowanie każdego procesu, który może sprzyjać powstawaniu synergii polegającej na wzajemnie korzystnych oddziaływaniach modelu GOZ [23]. Poszukiwanie rozwiązań modelu produkcji i konsumpcji [16] w odniesieniu do tradycyjnych koncepcji ma na celu implementację efektywnych rozwiązań, dzięki którym zostanie zredukowane zużycie zasobów (tj. energii, wody, materiałów, żywności itd.) w zakładach przemysłu spożywczego, z łagodnym wpływem na klimat. Zasada 8E jest podstawą dla ekoprojektowania, jako że integruje rozwiązania technologiczne pod kątem uwarunkowania zasad GOZ. Zasada 8E jest również niezbędna dla projektowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego w aktualnym czasie. Ponadto należy przestrzegać norm projektowych oraz uwzględnić warunki klimatyczne i wymogi inwestorów, aby dochodziło do integracji i synergii każdego etapu projektowego.

Niemniej jednak, wybór końcowego układu przestrzennego zależy od klienta przy założeniu, że wszystkie normy projektowe będą spełnione łącznie ze wszystkimi dobranymi kryteriami [24]. Na rysunku 2 został pokazany model procesu projektowego według zasad 8E oraz zasad GOZ, który odnosi się zarówno do pojedynczego zakładu, jak i szeregu zakładów przemysłu spożywczego powiązanych między sobą procesami wytwarzania.



Rysunek 2. Model procesu projektowego według zasady GOZ i zasady 8E dla przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, opracowanie własne na podstawie [23]

Ten model można scharakteryzować według procesów w następujący sposób:

*Ekologiczny proces* – synergia architektury środowiska przemysłowego z innowacyjnym podejściem technologicznym bazuje na odpowiedzialności ekologicznej. Kontekst ekologiczny układu przestrzennego stanowi istotny czynnik wpływu na środowisko zabudowane. Analiza procesu ekologicznego jest oparta na założeniach, że środowisko zabudowane powinno być zaprojektowane racjonalnie i chronić środowisko naturalne. Należy wziąć również pod uwagę, że projektowanie układu przestrzennego polega na uwzględnieniu procesów wytwarzania ekologicznej produkcji oraz polepszeniu wartości odżywczych żywności [12]. W tym celu zadaniem głównym jest zaprojektowanie niezbędnych urządzeń technologicznych, lodówek i innych urządzeń do przechowywania żywności. Ponadto należy uwzględnić zwiększenie mocy produkcyjnej urządzeń oraz implementację technologii podnoszących efektywność energetyczną (EE) lub z obszaru odnawialnych źródeł energii (OZE) w zakładach przemysłu spożywczego.

*Ekonomiczny proces* – synergia w kontekście racjonalnych rozwiązań procesów technologicznych oraz funkcjonalno-przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego. Synergia służąca uzyskaniu optymalnych parametrów nakładów finansowych w procesie projektowania, podczas procesu wytwarzania (proces budowy), aż do późniejszej eksploatacji (proces użytkowania). Proces użytkowania zamieszcza w sobie proces technologiczny, mianowicie proces wytwarzania. Zastosowanie rozwiązań materiałowo-

-konstrukcyjnych oraz technologicznych pod kątem czynnika ekonomicznego jest ważnym filarem GOZ.

Kolejny czynnik ekonomiczny oparty jest na regule 10R (ang. *refuse, rethink, reduce, reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle, and recover*) oraz jego zdolności do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju [1]. Implementacja zasady 10R prowadzi do określonego planu, unikając zbędnych zakupów i ograniczając w tym konsumpcję, produkcję odpadów oraz ślad węglowy (ang. *carbon footprint*). Zasady te jak na przykład redukcja (ang. *refuse*), racjonalizacja (ang. *rethink*), ponownie zużycie (ang. *reuse*), recykling (ang. *reduce*) skierowane są na przeciwdziałanie marnowania żywności w zakładach przemysłu spożywczego. Naprawa (ang. *repair*) jest kluczowym czynnikiem wyboru urządzenia technologicznego, którego gabaryty i usytuowanie wpływa na formowanie końcowego układu przestrzennego. Co więcej, wydłużony cykl życia urządzeń technologicznych prowadzi do mniejszej ilości zużytego sprzętu elektronicznego i zmniejsza koszty częstotliwości zakupu nowych urządzeń. Odnowienie (ang. *refurbish*) wydłuża cykl życia urządzeń technologicznych; przynosi korzyści środowisku, zmniejszając zużycie nowych urządzeń i wytwarzanie odpadów [9]. Jednak należy uwzględnić tutaj ważny faktor oznaczający, że wraz ze wzrostem liczby zmian technologicznych występuje ryzyko, że długotrwałe użytkowanie urządzenia technologicznego może spowodować przestarzenie go oraz doprowadzić do wzrostu kosztów naprawy i spadku konkurencyjności w odniesieniu do wytwarzania produktów wysokiej jakości, co z kolei może również przysporzyć strat finansowych.

Przyjęcie zasad 10R na linii produkcyjnej pomoże doprowadzić do zamkniętego łańcucha dostaw i zwiększyć trwałość urządzeń technologicznych. Starzenie lub trwałe zużycie części urządzenia prowadzi do jej wymiany lub regeneracji (ang. *remanufacture*), czyli użycia części wyrzuconego urządzenia technologicznego w nowym urządzeniu o tej samej funkcji. Istnieje również możliwość montażu części wyrzuconego urządzenia technologicznego w nowym produkcie z innymi funkcjami, zmieniając ich przeznaczenie (ang. *repurpose*). Może skrócić to czas zamawiania właściwej nowej części i naprawy oraz zmniejszyć przestoje linii produkcyjnej. Co więcej, umożliwi to zakładom przemysłu spożywczego poprawę jakości środowiska i tym samym dostosowanie do celów zrównoważonego rozwoju. Jakościowe tworzenie układów przestrzennych polega na przestrzeganiu zasad koncepcji wytwarzania mniej odpadów od samego początku, aby obniżyć koszty recyklingu (ang. *recycle*), zamiast generować dużo odpadów do recyklingu [2]. Kluczowym faktorem jednak pozostaje uwzględnienie w projekcie technologicznym rekuperacji ciepła. Przemysłowe nadwyżki ciepła od urządzeń technologicznych mogą przejść w proces cyrkulamy, czyli odzyskanie (ang. *recover*) ciepła, co wiąże się ze zmniejszeniem zużycia energii pierwotnej i globalnym ograniczeniem emisji CO<sub>2</sub> [26]. W rezultacie, tworząc układ przestrzenny, należy na każdym etapie projektowym uwzględniać redukcję kosztów w kontekście racjonalnych rozwiązań procesów technologicznych według zasad 10R.

*Energooszczędny proces* – synergia, dzięki której odpowiednie usytuowanie układu przestrzennego oraz dobór urządzeń technologicznych przyczyni się do optymalizacji energooszczędności. Jest to również zastosowanie rozwiązań materiałowych, instalacyjnych oraz technologicznych pozyskujących energię cieplną ze źródeł niekonwencjonalnych, ale wpływających na oszczędność naturalnych zasobów i wykorzystanie

odnawialnych źródeł energii. Tak na przykład instalacje oparte na technologiach OZE generują darmową energię (słoneczna, wiatrowa, wodna, geotermalna) [3].

*Ergonomiczny proces* – synergia, dzięki której jest przemyślany wpływ projektowania na optymalizację elementów pracy przez dostosowanie do pracowników procesu produkcyjnego. Jest to także zaprojektowanie właściwego stanowiska pracy w sposób zwiększający bezpieczeństwo komfort pracy człowieka, a także przeprowadzanie analizy relacji człowiek-technologia. Tworząc układ przestrzenny, należy przestrzegać przepisów bezpieczeństwa oraz uwzględniać występujące ograniczenia przestrzenne, czynniki techniczne i organizacyjne [5].

*Ekocykularny proces* – synergia z myślą o „cyklu życia” na etapach projektowania, budowy oraz użytkowania w celu lepszego gospodarowania zasobami, gdzie wszystkie odpady traktowane są jako materiały wykorzystane przez naturę. W ekocykularnym procesie ważna jest rola projektantów, którzy nawet na wczesnym etapie projektowania biorą pod uwagę cykl życia produktu, a scenariusze ponownego użycia materiałów i produktów definiują na początku procesu projektowego.

*Elastyczny proces* – synergia poszukiwania elastycznych rozwiązań na każdym etapie projektowania dla całego cyklu życia zaplanowanych procesów technologicznych. Efektem jest uznanie wartości wynikających z założeń, mianowicie zastosowania cyklu obiegu zamkniętego w całym projekcie oraz implementacji nowych form konsumpcji opartych na aktualnych konsumentach. Z drugiej strony elastyczny proces można traktować jako modułowe i funkcjonalne zaplanowanie procesów technologicznych w odniesieniu do produkcji pozwalających na szybkie i dogodne zmiany przestrzeni w zakładach przemysłu spożywczego nawet już w procesie użytkowania [3].

*Efektywny proces* – synergia poszukiwania ekologicznych rozwiązań wdrożenia efektywnych zmian w zakładach przemysłu spożywczego. Do realizacji systemowego ujęcia kierunków rozwoju planowania należy powiązać wiedzę praktyczną z wiedzą teoretyczną, przyjmując ich współzależność oddziałującą na końcowy wynik przeplanowania. Z drugiej strony pojęcie efektywny proces – to synergia, która dalej rozwija ramy modelowania „Efektywnego Czasu Procesu” do analizy:

- wydajności systemów produkcyjnych i procesów budowlanych;
- przepływu zużywanych surowców, zużywanej energii i materiałów;
- warunków technicznych, technologicznych, organizacyjnych i środowiskowych [23].

*Ekoinnowacyjny proces* – synergia poszukiwania innowacyjnych i kompleksowych rozwiązań według zasad GOZ, wdrożenia ekologicznych zmian w zakładach przemysłu spożywczego. Występuje tutaj zintegrowane podejście do planowania układu przestrzennego według zasad GOZ. Co więcej, jest to również opracowanie bibliotek wspierających BIM oraz standaryzacja techniki BIM we wszystkich fazach projektowania. Odnosi się do niego także stosowanie metod i narzędzi do ekoinnowacyjnego, zrównoważonego i zintegrowanego projektowania, opierających się na wielokryterialnej optymalizacji decyzji projektowych. Z drugiej strony przy przeplanowaniu układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego ważnym aspektem pozostaje implementacja odpowiedniej technologii poprzez wdrożenie systemu inteligentnego budynku ze stworzeniem nowych algorytmów oszczędzania energii zintegrowanych z technologią źródeł odnawialnych.

## 5. Wnioski/Podsumowanie

W rozdziale badania dotyczą harmonizacji podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ. Podstawowym wymaganiem w zakresie wytwarzania produkcji żywności jest efektywne planowanie układu przestrzennego. Mając na uwadze dbałość o jakość projektowania według zasad GOZ niezależnie od skali produkcji produkowanej żywności, należy podkreślić ważną rolę projektowania technologicznego. Dlatego budowa nowych lub przeplanowanie już istniejących zakładów zależy od prawidłowej wybranej koncepcji i powinna być prowadzona według zasad GOZ i 8E w oparciu o opracowane projekty technologiczne. Podczas procesu projektowego należy przeanalizować etapy technologiczne w celu zmniejszenia marnotrawstwa żywności, mianowicie cyklu życia – od produkcji do konsumpcji należy również wyeliminować zagrożenia wynikające z procesu produkcyjnego. Dlatego wdrożenie ekoprojektu będzie w dalszym ciągu sprzyjać rozwojowi efektywności energetycznej i energooszczędności zakładu oraz doprowadzi do obiegu zamkniętego produkcji żywnościowej. Należy również wspomnieć, że zasady ekoprojektu są skuteczne i powinny być implementowane we wszystkich sektorach przemysłu spożywczego, aby zmniejszyć wpływ na środowisko na początkowych etapach projektowania.

Przejęcie na gospodarkę o obiegu zamkniętym ma charakter systemowy, dlatego już na etapie projektowania należy prawidłowo zaprojektować układ przestrzenny pomieszczeń według zasad 10R, co z kolei pomoże doprowadzić do zamkniętego łańcucha dostaw, zwiększyć trwałość i energooszczędność urządzeń technologicznych oraz zredukować koszty w kontekście racjonalnych rozwiązań procesów technologicznych.

W taki sposób można ułatwić dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych, dostosować systemy urządzeń wodno-kanalizacyjnych i wentylacji oraz dobrać wyposażenie według specyfiki zakładu i rozmiarów produkcji. Czynniki te wpływają na jakość oraz standard higieny wytwarzania produkcji żywnościowej.

Pozostaje jednak obszar do dalszych badań, które mogą zostać przeprowadzone w przyszłości, mianowicie, ocena stopnia ustandaryzowania procesów przeplanowania układów przestrzennych w sklepach spożywczych według zasad GOZ.

## Podziękowania

Praca ta została wsparta przez Wydział Zarządzania Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Badania wykonano wspólnie z AGH Kraków oraz Department of Food Engineering, Faculty of Biology and Technology, Kherson State Agrarian Economic University, Ukraine oraz Department of Design and Engineering, Faculty of Restaurant, Hotel and Tourism Business, State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine.

## Literatura

1. Bag S., Gupta S., Kumar S., *Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development*, International journal of production economics, 2021, s. 231, 107844.
2. Bigdeloo M., Teymourian T., Kowsari E., Ramakrishna S., Ehsani A., *Sustainability and circular economy of food wastes: Waste reduction strategies, higher recycling methods, and improved valorization*, Materials Circular Economy, 3(1), 2021, s. 1-9.

3. Biskup K., *Inteligentna architektura w środowisku mieszkaniowym*, Rozprawa doktorska, Politechnika Krakowska (PK), Polska, 2018, s. 47-50.
4. De Oliveira M.M., Lago A., Dal' Magro G.P., *Food loss and waste in the context of the circular economy: A systematic review*, Journal of Cleaner Production, 2021, s. 294, 126284.
5. Del Fabbro E., Santarossa D., *Ergonomic analysis in manufacturing process. A real time approach*, Procedia CIRP, 41, 2016, s. 957-962.
6. Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products, OJ L 285, 31.10.2009, s. 10.
7. European Commission, Leading the way to a global circular economy, SWD(2020) 100, 11 March 2020.
8. Fassio F., Tecco N., *Circular economy for food: A systemic interpretation of 40 case histories in the food system in their relationships with SDGs*, Systems, 7(3), 43, 2019.
9. Guide Jr V.D.R., Van Wassenhove L.N., *OR FORUM – The evolution of closed-loop supply chain research*, Operations research, 57(1), 2009, s. 10-18.
10. [https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu\\_gpp\\_criteria\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu_gpp_criteria_en.htm) [data dostępu: 01.12.2022].
11. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content> data dostępu: 07.12.2022].
12. <https://gozwpraktyce.pl/raport/miasta-dla-zywnosci/> [data dostępu: 05.12.2022].
13. <https://gozwpraktyce.pl/regulacja/nowy-plan-dzialania-goz/> [data dostępu: 07.12.2022].
14. <https://krajoweinteligentnespecjalizacje.pl/> [data dostępu: 07.12.2022].
15. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/77/zrownowazona-konsumpcja-i-produkcja> [data dostępu: 01.11.2022].
16. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS\\_BRI%282016%29573899\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI%282016%29573899_EN.pdf) [data dostępu: 05.02.2023].
17. <https://www.gov.pl/web/ijhars/marnowanie-zywnosci--raport-2020> [data dostępu: 01.12.2022].
18. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/ekoprojektowanie> [data dostępu: 06.12.2022].
19. Kulczycka J., *Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych*, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2019, s. 5-6.
20. Regulation (EC) No 66/2010 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel, OJ L 27, 30.1.2010, s. 1.
21. Rozporządzenie (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych.
22. Scherhauser S., Moates G., Hartikainen H., Waldron K., Obersteiner G., *Environmental impacts of food waste in Europe*, Waste management, 77, 2018, s. 98-113.
23. Stryhunivska O., Gdowska K., Rumin R., *Implementation of synergetic planning for factory*, Scientific Papers of Silesian University of Technology – Organization and Management Series, 155, 2022, s. 503.
24. Stryhunivska O., *Integracja wizualizacji 3D z metodami projektowania procesów wytwarzania*, Rozprawa doktorska, AGH Kraków, Polska, 2019, s. 20-22.
25. Tamasiga P., Miri T., Onyeaka H., Hart A., *Food Waste and Circular Economy: Challenges and Opportunities*, Sustainability, 14(16), 2022, 9896, s. 1-2.
26. Viklund S.B., Johansson M.T., *Technologies for utilization of industrial excess heat: Potentials for energy recovery and CO<sub>2</sub> emission reduction*, Energy conversion and Management, 77, 2014, s. 369-379.

## **Harmonizacja podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ**

### **Streszczenie**

Kluczowym etapem, decydującym o wpływie środowiskowym w budownictwie jest projektowanie. Celem artykułu jest analiza podejścia do przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ. Nie mniej ważnym aspektem jest to, że na każdym etapie transformacji przedsiębiorstwa powinna zostać wykonana analiza aktualnego stanu układu przestrzennego. Model będący wynikiem badań naukowych pozwala wdrażać innowacje i nowe inicjatywy zmniejszające konsumpcję zasobów. Co więcej model stara się, aby produkty, ich części i materiały były używane tak długo jak to tylko możliwe. Przeanalizowano etapy technologiczne w celu zmniejszenia marnotrawstwa żywności, mianowicie cyklu życia – od produkcji do konsumpcji. W artykule uwaga została zwrócona na powiązanie procesów technologicznych i na współpracę w łańcuchach wartości w celu rozwiązywania problemów marnowania żywności. Ponadto w niniejszym artykule podane zostały wskazówki stanowiące narzędzie efektywnego wsparcia procesów planowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ. Pozostaje jednak obszar do dalszych badań, które mogą zostać przeprowadzone w przyszłości, mianowicie, ocena stopnia ustandaryzowania procesów przeplanowania układów przestrzennych w zakładach przemysłu spożywczego według zasad GOZ.

Słowa kluczowe: GOZ, układ przestrzenny, ekoprojektowanie, przeplanowanie, zakład przemysłu spożywczego

## **Harmonization of the approach to the re-planning of spatial layouts in food industry plants according to the principles of circular economy**

### **Abstract**

The key stage that determines the environmental impact in construction is design. The aim of the article is to analyze the approach to the spatial layout redesign in food industry plants according to the principles of GOZ. Another important aspect involves the analysis of the current state of the spatial layout at each stage of an enterprise transformation. The research model enables innovation and new initiatives to be implemented in order to reduce resource consumption. Furthermore, the model tries to prolong the usage of products, parts and materials for as long as possible. Technological steps were analysed to reduce food waste, namely, the life cycle – from production to consumption. The article focuses on linking technological processes and on cooperation in value chains to solve the problems of food waste. In addition, this article provides guidelines that are a tool for effective support of spatial layout planning processes in food industry plants according to the principles of circular economy. However, there is still area for further research that may be carried out in the future regarding the assessment of the degree of standardization of spatial layout remodeling processes in food industry plants according to the principles of GOZ.

Keywords: circular economy, spatial layout, eco-design, replanning, food industry plant