

KONTENEROWA PIEKARNIA POLOWA

THE CONTAINER A BAKERY

Jarosław SIECZKA

jaroslaw.sieczka@wat.edu.pl

Paweł KLER

pawel.kler@wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Logistyki
Instytut Logistyki

Streszczenie: Artykuł opisuje pozyskanie pieczywa w warunkach polowych na bazie kontenerów. Opisano poszczególne operacje jakie są realizowane przy jego produkcji uwzględniając wymagania technologiczne jakie powinny zostać spełnione. Zaproponowano urządzenia jakie są niezbędne do produkcji pieczywa i ich rozmieszczenie w kontenerze.

Abstract: The article describes obtaining bread in field conditions for a the container base. The individual operations that are carried out during its production are described and taking into account the requirements that must be met. The proposed equipment necessary for the production and his arrangement of in the container.

Słowa kluczowe: logistyka, żywienie, zabezpieczenie logistyczne

Key words: logistics, nutrition, logistic support

WSTĘP

Jeden z najwybitniejszych strategów w dziejach ludzkości, Napoleon Bonaparte powiedział kiedyś „Żołnierze maszerują na żołądkach”, to stwierdzenie w pełni oddaje podstawowy problem każdej armii prowadzącej wojnę to jest zapewnienie ciągłości wyżywienia, który został dostrzeżony podczas II Wojny Światowej na wschodnim froncie.

Problem pozyskiwania chleba w warunkach polowych przewija się nieustannie w Wojsku Polskim od kilku lat. Z jednej strony utrzymywane są zapasy pieczywa długoterminowego, które może nadawać się do spożycia nawet po dwóch latach od produkcji, z drugiej zaś mamy ciągłą potrzebę wytwarzania świeżego pieczywa, nie tylko dla walczących pododdziałów ale także ze względu na możliwość wykorzystania takich rozwiązań w sytuacjach kryzysowych. Na dzień dzisiejszy do wypieku chleba używamy starego zespołu produkcyjnego piekarni polowej, zbudowanej na podwoziu samochodowym STAR - 660 z nadwoziem 117 UAM (Sarna I) z piecem piekarskim, osadzonym na przyczepie samochodowej. Problem pozyskania świeżego pieczywa w warunkach polowych jest dostrzegany przez wojskowych decydentów, którzy zlecili prowadzenie prac projektowo-rozwojowych.

Dlatego warto postawić problem badawczy w formie pytania: **Jakie urządzenia i rodzaje kontenerów należy zastosować do skonstruowania nowoczesnej kontenerowej piekarni polowej?** Tak sformułowany problem badawczy pozwoli w dalszej części artykułu, na jego odpowiedź, co w konsekwencji wskaże zastosowanie odpowiednich urządzeń działających

w procesie produkcji chleba w warunkach polowych na bazie kontenerów 20'. Do jego rozwiązania użyto głównie analizę i syntezę w pierwszej części, natomiast prezentacja użycia konkretnych procesów i rozwiązań technologicznych uzupełniła cały artykuł.

1. POTRZEBY ŻYWIENIOWE W WARUNKACH POLOWYCH

Brygada jest najmniejszym związkiem taktycznym, w skład której wchodzi bataliony i kompanie różnych rodzajów wojsk i służb. Na potrzeby artykułu poddano analizie brygadę zmechanizowaną wyposażoną w kołowe transportery opancerzone Rosomak, którą tworzą trzy bataliony piechoty zmotoryzowanej, batalion dowodzenia, dywizjon artylerii samobieżnej, dywizjon przeciwlotniczy, batalion saperów, batalion logistyczny, kompania rozpoznawcza, kompania zapasowa, pluton chemiczny i grupa zabezpieczenia medycznego. Uwzględniając powyższy skład brygady można przyjąć, że pod względem personelu tworzy ją 5363 osób dla których należy zapewnić dostawy chleba.

Zgodnie z doktryną DD/4.21.1(A) dotyczącej służby żywnościowej, bez względu na stosowany rodzaj żywienia, ilościowo-wartościowy bądź ilościowo-jakościowy, wojskom należy dostarczać pieczywo. W czasie „P” zaopatrzenie to jest zazwyczaj realizowane na podstawie umów pomiędzy wojskowymi oddziałami gospodarczymi, a piekarniami cywilnymi. W przypadku niemożności zapewnienia dostaw pieczywa wyżej wymienionym kanałem dystrybucji, na przykład w czasie kryzysu lub wojny, należy dostarczać pieczywo o długim okresie przydatności do spożycia, pieczywo takie jest składowane w magazynach wojskowych a jego okres do spożycia wynosi 2 lata, lub przy wykorzystaniu piekarni polowych zapewnić zaopatrzenie w pieczywo. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Obrony Narodowej w sprawie żywienia żołnierzy w zależności od realizowanych zadań, normy te obejmują zakres od 500g, 633g, do 700g pieczywa w przeliczeniu na jednego żołnierza. Posiadając te dane można przejść do wyliczenia minimalnego i maksymalnego zapotrzebowania na pieczywo, generowanego przez brygadę zmechanizowaną na KTO Rosomak, któremu sprostać będzie musiała piekarnia polowa. Korzystając ze wzoru nr 1 można dokonać wyliczenia jakie to są wielkości.

$$Z_{\min} = n_{\min} * X \quad (1)$$

gdzie:

Z_{\min} . – zapotrzebowanie minimalne na dobę w kilogramach,

n_{\min} . – minimalna określona rozporządzeniem norma należności pieczywa w kilogramach,

X – liczba żołnierzy którym przysługuje żywienie.

$$Z_{\min} = 0.5\text{kg} * 5363$$

$$Z_{\min} = 2681.5 \text{ kg}$$

Analogicznie należy wyliczyć potrzeby przy max. zapotrzebowaniu.

$$Z_{\max} = n_{\max} * X \quad (2)$$

Z_{\max} . – zapotrzebowanie maksymalne na dobę w kilogramach,

n_{\max} . – maksymalna określona rozporządzeniem norma należności pieczywa w kilogramach,

X – liczba żołnierzy którym przysługuje wyżywienie.

$$Z_{\max} = 0.7\text{kg} \times 5363$$

$$Z_{\max} = 3754.1 \text{ kg}$$

Jak wynika z powyższych wyliczeń potrzeby generowane przez brygadę zmechanizowaną wyposażoną w KTO Rosomak, połowa piekarnia musi być w stanie wytwarzać od 2681.5kg do 3754.5kg pieczywa na dobę. W przeliczeniu na standardowe pół kilogramowe bochenki daje to kolejno 5363 i 7509 bochenków na dobę. Niemniej jednak uwzględnić trzeba fakt że prowadzenie wypieku chleba 24 godziny na dobę jest niemożliwe. Do dalszych rozważań przyjęto produkcję bochenków o masie 0,5 kg.

2. ANALIZA PROCESU PRODUKCJI PIECZYWA

Powołując się na literaturę, proces produkcji jest to uporządkowany ciąg operacji, czynności lub działań, których celem jest wykonanie określonego wyrobu. Do procesu produkcyjnego zaliczają się wszystkie czynności, począwszy od pobrania surowców i materiałów wejściowych z magazynu przez czynności technologiczne, transportowe i kontrolne aż do przekazania gotowego wyrobu [Pasternak, 2005]. Proces pieczenia pieczywa, bez względu czy w warunkach stacjonarnych czy polowych, nie różni się w teorii od przedstawionej definicji. Analogicznie można zidentyfikować w nim trzy fazy procesu produkcyjnego:

1. Faza przygotowania produkcji – polega na zebraniu w obrębie przestrzeni produkcyjnej surowców niezbędnych do wykonania kolejnego cyklu produkcyjnego.
2. Faza wytwórcza – polega na wykonaniu uporządkowanych ilościowo oraz jakościowo czynności, których mają na celu zmianę zarówno właściwości fizycznych jak i chemicznych.
3. Faza końcowa – obejmuje ona procesy wykończenia, prób jakościowych, pakowania i przekazanie do transportu gotowych wyrobów.

Na uwagę zasługuje również fakt że w procesie produkcji pieczywa w warunkach polowych występują wszystkie teoretyczne czynniki produkcji:

- Środki techniczne produkcji (kontenery stanowiące bazę piekarni wraz z wyposażeniem).

- Przedmioty pracy (surowce czyli: mąka, woda, drożdże, zakwas i sól).
- Czynniki energetyczne (zasilanie z połowych źródeł energii).
- Czynniki ludzkie (żołnierze i pracownicy wojska).
- Informacje, decyzje i wiedza (zapotrzebowanie, dowodzenie i kwalifikacje).

Na jakość wypieczonego chleba duży wpływ mają produkty jakie zostały użyte. Ważne jest by parametry jakościowe substratów były jasno określone i łatwo mierzalne dzięki czemu odnawianie uszczuplanych zapasów w towar identyczny będzie znacznie prostsze.

Składnikiem mającym największy objętościowy i masowy udział w cieście jest mąka. Jest ona proszkiem powstałym na skutek mielenia zbóż, który cechuje się drobną granulacją oraz sypką konsystencją. Mąki pochodzące z tego samego zboża podzielone są na typy które określają zawartość w mące popiołu. Surowiec ten najczęściej przechowuje i transportuje się w workach optymalnej wielkości 25kg, są one wystarczająco duże by przy użyciu dwóch worków zapełnić dzieżę oraz wystarczająco lekkie by operowała nimi jedna osoba.

Woda jest składnikiem ciasta który pod względem ilościowym zajmuje drugie miejsce, zaraz za mąką. Na potrzeby kontenerowej piekarni połowej powinna być przechowywana w pojemnikach z tworzywa sztucznego przystosowanego do kontaktu z żywnością. W najlepszym razie powinny to być baniaki albo kanistry wielokrotnego użytku o kształcie prostopadłościanu z kurkiem i uchwytem transportowym wkomponowanym w bryłę pojemnika, taki kształt w znacznym stopniu ułatwiłby zarówno magazynowanie jak i użytkowanie. Optymalna wielkość pojemnika to 15 litrów. Jest to związane z proporcją pomiędzy wodą i mąką w cieście która wynosi 3:5. Przyjmując, że mąka będzie przechowywana w 25 kilogramowych workach, to woda w 15 litrowych pojemnikach byłaby zużywana z taką samą prędkością jednostkową co mąka i ułatwiałoby to obserwację stanu zapasów. Dopuszczalnym rozwiązaniem jest również zastosowanie kilku większych zbiorników, przykładowo o pojemności 1000l.

Kolejnym składnikiem jest sól. Teoretycznie sól powinna być dodawana w postaci solanki. Rozumie się przez to każdorazowe rozpuszczanie wymaganej ilości soli w ciepłej wodzie i dodanie tak przygotowanego roztworu do dzieży. Standardowo dodatek soli do ciasta wynosi 2% masy mąki co oznacza, że na 1000g mąki należy dodać 20g soli, czyli w przybliżeniu jedną łyżkę stołową. Analogicznie na jeden 25 kilogramowy worek będzie trzeba dodać 500g soli.

Drożdże są kolejnym z pięciu podstawowych składników pieczywa i są dostępne w postaci suchej, prasowane lub upłynnione, co decyduje o ich właściwościach, możliwościach wykorzystania, magazynowania oraz transportowania. Najczęściej wykorzystywane są drożdże suszone, które zawierają 92% suchej masy w przypadku drożdży aktywnych, a w przypadku

drożdży instant zawartość suchej masy wynosi nawet 96%. Cechują się dużą trwałością, mniejszą masą i objętością, znacznie ułatwiają dystrybucję. Uśredniając można przyjąć że dodatek drożdży do ciasta z mąki mieszanej, to na każdy użyty worek mąki o masie 25kg należy użyć około 100g drożdży suchych.

Ostatnim używanym składnikiem jest zakwas piekarski. Jest to gotowy preparat, który ułatwia proces wytwarzania pieczywa. Dzięki niemu zwiększa się bezpieczeństwo mikrobiologiczne, a także podniesiona zostaje wartość prozdrowotna i odżywcza pieczywa. Dodatek zakwasu w postaci pasty powinien wynosić około 4% masy mąki. Oznacza to że na każdy worek mąki o wadze 25kg należy dodać 1kg zakwasu.

Wyrób pieczywa z podanych wcześniej produktów, w ograniczonej przestrzeni przez kontenery, jest możliwy poprzez zastosowanie metod potokowych dzięki seryjności wyrobu końcowego, specjalizacji, i normalizacji oraz typizacji poszczególnych procesów technologicznych. Produkcja ta cechuje się znacznym stopniem jednostajności i równomierności, znaczący udział w mechanizacji oraz automatyzacji, a także duży stopień oprzyrządowania i zmechanizowania transportu. Produkty wykonywane metodą potokową są bez przerwy przekazywane z jednego stanowiska na drugie, a ich przepływ odbywa się równomiernie w stałych odstępach czasu. Dzięki skutecznemu wprowadzeniu produkcji potokowej możliwe będzie osiągnięcie takich korzyści jak: zmniejszenie robocizny bezpośredniej, oszczędność czasu, szybkie wychwytywanie braków, zmniejszenie przerw międzyoperacyjnych, ograniczenie transportu wewnętrznego i przeładunków, uproszczenie kontroli, dzięki zastosowaniu samokontroli, natychmiastowe wyłapywanie braków materiałowych.

3. URZĄDZENIA DO PRODUKCJI CHLEBA

Dodawanie składników jest to czynność rozpoczynająca cały proces. Jej zasadniczym celem jest umieszczenie, w specjalnym mieszadle, zwanym potocznie dzieżą piekarniczą (z technicznego punktu widzenia dzieża jest elementem miesiarki, wyjezdna, bądź zamontowana na stałe misa stalowa, w której umieszcza się składniki ciasta), odmierzonej ilości wszystkich składników w skład których wchodzi: mąka, woda, drożdże, zakwas i sól.

Podsumowując miesienie ciasta jest to bardzo ważny etap w wytwarzaniu pieczywa. Parametry uwarunkowujące ten proces każdorazowo zależą od:

- rodzaju wytwarzanego ciasta;
- rodzaju zastosowanych urządzeń;
- parametrów pracy stosowanych urządzeń;

- właściwości mąki.

Czas wstępnego dojrzewania w temperaturze oscylującej pomiędzy 25°C a 30°C powinien wynosić około 40 minut. Po upływie tego czasu ciasto przebija się kilkukrotnie poprzez zanurzenie miesiła w cieście.

Kolejną czynnością jest formowanie bochenków. W celu maksymalnego ułatwienia formowania bochenków, stanowisko przystosowane do wykonywania tej czynności powinno cechować się dużą ergonomią. Statystycznie w typowej piekarni zakłada się wydajność standardowego pracownika na 50 uformowanych bochenków w czasie 15 minut. Obecnie często fazę rozrostu końcowego przeprowadza się w specjalnych maszynach zwanych garowniami. Garownie są to obudowane urządzenia o charakterze przelotowym, zapewniają one właściwą temperaturę oraz wilgotność powietrza niezbędną do sprawnego przeprowadzenia rozrostu. Wykorzystanie garowni polega na umieszczeniu kęsów ciasta w specjalnych kolebkach przymocowanych do łańcucha który powoli przesuwają się wewnątrz maszyny. Ogólny czas rozrostu jest zależny od wykorzystanej mąki, i tak dla ciast pszennych trwa on około 35 minut, żytnich 45 minut, a mieszanych około 40 minut. Podczas wypieku w strukturze ciasta zachodzi wiele procesów i zmian. Widoczną na pierwszy rzut oka zmianą jest powiększenie objętości kęsa ciasta. Pod skórką, na skutek działania ciepła powstaje miękisz który zajmuje miejsce surowego ciasta. W gotowym produkcie całe surowe ciasto powinno przekształcić się w miękisz. Do podstawowych sposobów na przekazywanie ciepła do pieczywa w piecach piekarskich można zaliczyć promieniowanie, konwekcje i przewodzenie. Temperatura pieca nie powinna przekraczać 300°C ale temperatura grzałek wynosi zazwyczaj do 400°C. Różnica ta wynika z szybkiego przekazywania ciepła do dużo chłodniejszych kęsów ciasta za sprawą powietrza o celowo zwiększonej wilgotności. Po wypieku, pieczywo należy bezwzględnie schłodzić. Schładzanie ma wpływ na to jak zachowuje się pieczywo podczas składowania i transportu, a także na procesy zachodzące w pieczywie po wypieku. W produkcji pieczywa na skale przemysłową można pokusić się o montaż specjalnych urządzeń schładzających, które wyposażone są w klimatyzatory wysokiej wydajności. W urządzeniach takich pieczywo stygnie w czasie 1-2 godzin, co w porównaniu do standardowych 4, a nawet 6, godzin jest czasem wyjątkowo krótkim.

W przedstawionym projekcie, kontener odgrywa kluczową rolę. Podstawowym kontenerem pod względem wymiarów oraz maksymalnego ciężaru całkowitego jest kontener 20', zwany również 1C. Kontener dwudziestostopowy jest szeroko wykorzystywany na rynku cywilnym i wojskowym ze względu na dużą podatność transportem lądowym, lotniczym i morskim, a także ze względu na duży stosunek ładowności do wymiarów i ciężaru własnego. Jest

on nie tylko stelażem do którego przymocowane są wszystkie urządzenia niezbędne do produkcji pieczywa ale spełnia on również szereg ról:

- ułatwia transport operacyjny i strategiczny – możliwość transportu kolejowego, na standardowym wagonie przystosowanym do przewozu kontenerów, oraz morskiego za pomocą zwykłego kontenerowca;
- ułatwia transport na małych odległościach – wystarczy użyć samochodu przystosowanego do transportu kontenerów;
- odciąża podsystem transportowy – pojazd który przywiózł kontener może zostać wykorzystany do innych celów;
- zapewnia osłonę przed czynnikami atmosferycznymi;
- zapewnia niezbędną izolację termiczną wymaganą w procesie wytwarzania pieczywa.

Dla celów projektowych, najważniejszymi danymi kontenera to:

- wymiary wewnętrzne (dł., szer., wys.) – 5867, 2299, 2197 mm,
- max. masa brutto – 20320 kg.

Pierwszym urządzeniem niezbędnym do prawidłowego wykonania procesu pieczenia chleba jest przesiewacz rys. 1. Uwarunkowane jest to przede wszystkim wymogami technologicznymi. Na rynku dostępne są zarówno przesiewacze mechaniczne jak i ręczne. Ze względu na projekt związany z automatyzacją procesu prac, został wzięty pod uwagę mechaniczny. Wybór tego urządzenia jest głównie związany z bardzo dużą wydajnością i możliwością wplecenia w proces mechanizacji procesu wyrobu chleba.



Rys. 1. Przesiewacz mechaniczny

Źródło: [Niewiadomski, 2016]

Kolejnym urządzeniem niezbędnym w piekarni jest miesiarka rys. 2, w tym przypadku spiralna. W porównaniu do innych maszyn tego typu, pozwalają one na dokładne wymieszanie składników ciasta zarówno ze zmienną jak i stałą intensywnością, a co najważniejsze proces

ten z wykorzystaniem miesiarek spiralnych nie zajmuje dużo czasu. Ze względu na sposób umieszczenia dzieży wyróżnia z odłączalną dzieżą i stałą. Z czego pierwsze rozwiązanie sprawdza się i jest stosowane niemal w każdej piekarni. Mobilność dzieży stwarza możliwość utworzenia osobnego pomieszczenia w którym miesiłoby się ciasto. Dzięki takiemu rozwiązaniu będzie można miesić ciasto w jednej dzieży podczas gdy w drugiej ciasto będzie w spokoju dojrzewać.



Rys. 2. Przykładowa miesiarka z wyjezdzną dzieżą i blat piekarniczy (z prawej)

źródło: [Niewiadomski, 2016]

Formowanie ciasta w tym przypadku będzie realizowane w sposób tradycyjny ze względu na oszczędność przestrzeni. Dodatkowo prędkość formownia bochenków ręcznie w porównaniu do maszyny jest zbliżona na tyle, że nie będzie miała wpływu na czas produkcji. Do formowania bochenków potrzebne jest specjalnie przystosowane miejsce zwane blatem piekarniczym rys. 2. Blat ten musi być wykonany z twardego i wytrzymałego tworzywa przystosowanego do kontaktu z żywnością oraz dający się łatwo czyścić. Każdy z kęsów powinien zostać zwarzony przy użyciu wagi piekarniczej.

Innym rodzajem stosowanych urządzeń są aparaty rozrostowo wsadowe. Ze względu na budowę do piekarni kontenerowej zostaną użyte piece obrotowe, a co za tym idzie aparaty rozrostowo-wsadowe powinny być przystosowane właśnie do tego konkretnego typu pieca. Aparaty te mają jeszcze jedną bardzo istotną zaletę można za ich pomocą przetransportować pieczywo do strefy w której będzie odpoczywało bez konieczności przekładania każdej foremki z osobna co zaoszczędzi piekarzom nakład pracy i czasu.

Uformowane kawałki ciasta wędrują do pieca na 40 minut co zapewnia odpowiednie wypieczenie się ciasta.

Głównym urządzeniem piekarni polowej jest piec w tym przypadku obrotowy rys. 3. Charakteryzuje się on bardzo dużym współczynnikiem wkładu pieczywa na metr sześcienny urządzenia. Najbardziej wydajny piec tego typu, którego montaż jest możliwy w kontenerze, zapewnia możliwość jednorazowego wypieku w pełni załadowanego wózka, którego tace mieszczą 4x6 bochenków, a wysokość nie przekracza 8 tac. Oznacza to że jednorazowo w czasie 40 minut można wypiec 192 bochenki chleba o łącznej masie 96 kilogramów.



Rys. 3. Piec obrotowy i chłodnia (z lewej strony)

źródło: [Niewiadomski, 2016]

Kolejnym urządzeniem niezbędnym na wyposażeniu każdej piekarni, a w szczególności, takiej co do której istnieje podejrzenie o nieregularne dostawy surowców, jest chłodnia do przechowywania drożdży i zakwasu chlebowego.

4. PROJEKT KONTENEROWEJ PIEKARNI POLOWEJ

W pełni funkcjonalna piekarnia polowa, jak każde urządzenie, ma swoje ograniczenia, których przekroczenie jest niemożliwe bez dokonania zmian konstrukcyjnych. Przykładowo nie można wypiec więcej chleba niż ma się mąki, zamontować pieca o wymiarach większych niż wymiary kontenera, nie można również używać pieca o większej mocy niż ta dostarczana przez agregaty. Poruszane w tym rozdziale ograniczenia podzielono na 2 zasadnicze grupy:

Ograniczenia przestrzenno-konstrukcyjne.

Główną bolączką przy projektowaniu i użytkowaniu kontenerowej piekarni polowej jest wydajność i przestrzeń. Powierzchnia użytkowa kontenera 20' zgodnego z ISO to zaledwie 13,5m². Dlatego dla zwiększenia powierzchni użytkowej kontenera należy połączyć kilka

z nich ze sobą. Dzięki takiej metodzie zyskujemy możliwość łatwego zwielokrotnienia powierzchni piekarni.

Ograniczenia wynikające z ilości surowców.

Kolejnym ograniczeniem które trzeba brać pod uwagę projektując kontenerową piekarnię polową są zasoby, których obecność jest niezbędna aby utrzymać narzucone tempo produkcji. Podstawowymi surowcami zużywanymi przez piekarnie, które nie dadzą się transportować w jej wnętrzu ze względu na gabaryty, to:

- woda,
- mąka,
- energia elektryczna.

Planowane możliwości wypieku piekarni kontenerowej są na poziomie 192 bochenków. Stąd dla potrzeb Brygady na KTO Rosomak liczba planowanych cykli wypieków wynosi odpowiednio:

$$G_n = Z_n/g \quad (3)$$

gdzie:

G_n – liczba wypieków potrzebnych do pokrycia normalnego zapotrzebowania (liczba),

Z_n – normalne zapotrzebowanie na dobę w bochenkach 0,5 kg(liczba),

g – liczba bochenków wypiekanych w jednym wypieku (liczba).

$$G_n = 5363/192$$

$$G_n = 28$$

Dla tak wyliczonych potrzeb pod względem liczby wypieków należy przewidzieć następujące ilości mąki i wody:

$$M_n = G_n * m \quad (4)$$

gdzie:

M_n – ilość mąki zużywanej w czasie 1 dnia przy normalnym zapotrzebowaniu w kg,

G_n – liczba wypieków potrzebnych do pokrycia normalnego zapotrzebowania (liczba),

m – ilość mąki zużytej do wytworzenia jednej partii ciasta = 75kg.

$$M_n = 28 * 75\text{kg}$$

$$M_n = 2100\text{kg}$$

$$W_n = G_n * w \quad (5)$$

gdzie:

W_n – ilość wody zużywanej w czasie 1 dnia przy normalnym zapotrzebowaniu w litrach,

G_n – liczba wypieków potrzebnych do pokrycia normalnego zapotrzebowania (liczba),

w – ilość wody zużytej do wytworzenia jednej partii ciasta = 45l.

$$W_n = 28 * 45l$$

$$W_n = 1260l$$

Kolejnym ograniczeniem surowcowym jest energia elektryczna. Wszystkie urządzenia pracujące w zintegrowanym zespole kontenerowej piekarni połowej działają na prąd elektryczny. W związku z tym niezbędne jest aby za piekarnią podążał zawsze agregat prądotwórczy. Największe zapotrzebowanie energetyczne jest przeznaczone na piec obrotowy, który potrzebuje 80kW mocy. Dodatkowo trzeba zasilić również miesiarkę i inne mniejsze urządzenia jak lodówka, pompa podająca wodę itd. Takie możliwości posiadają bazujące standardowych kontenerach ISO zespoły agregatów prądotwórczych. Rozwiązanie takie ułatwia ich obsługiwanie i transport. Najczęściej drugi fragment kontenera adaptowany jest na pomieszczenie socjalne dla obsługi agregatów albo na przestrzeń magazynową. Rozwiązanie takie zaimplementowane na potrzeby kontenerowej piekarni połowej niesie za sobą szereg wymiernych korzyści. Po pierwsze zyskujemy wydajne źródło energii elektrycznej, niezbędne do prowadzenia produkcji. Po drugie zyskujemy do użytku powierzchnie magazynowe w których możemy przewozić niezbędne materiały. Po trzecie, ze względu na posiadane środki przeładunkowe, użytkowanie opisywanych zespołów nie wymagałoby żadnych dodatkowych urządzeń przeładunkowych. Aktualnie WP ma możliwość łatwego pozyskania sprzętu tego typu, w postaci kontenera magazynowo-energetyczny typu KDS.ME-02, który charakteryzuje się mocą 130kVA i powierzchnią magazynową równą połowie kontenera 1C.

Potrzeby energetyczne połowej piekarni będą sumą mocy zużywanej przez poszczególne zamontowane urządzenia w kontenerze tj.:

- pieca – 80 kW,
- miesiarki – 5,8 kW,
- przesiewacza – 2,4 kW,
- chłodziarki – 0,3 kW,
- pompy – 0,5 kW.

Łączne zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi 89 kW. Moc kontenera została wyrażona w kVA, stąd po przeliczeniach:

$$1kW = 1.25kVA$$

$$89kW = 111,25kVA$$

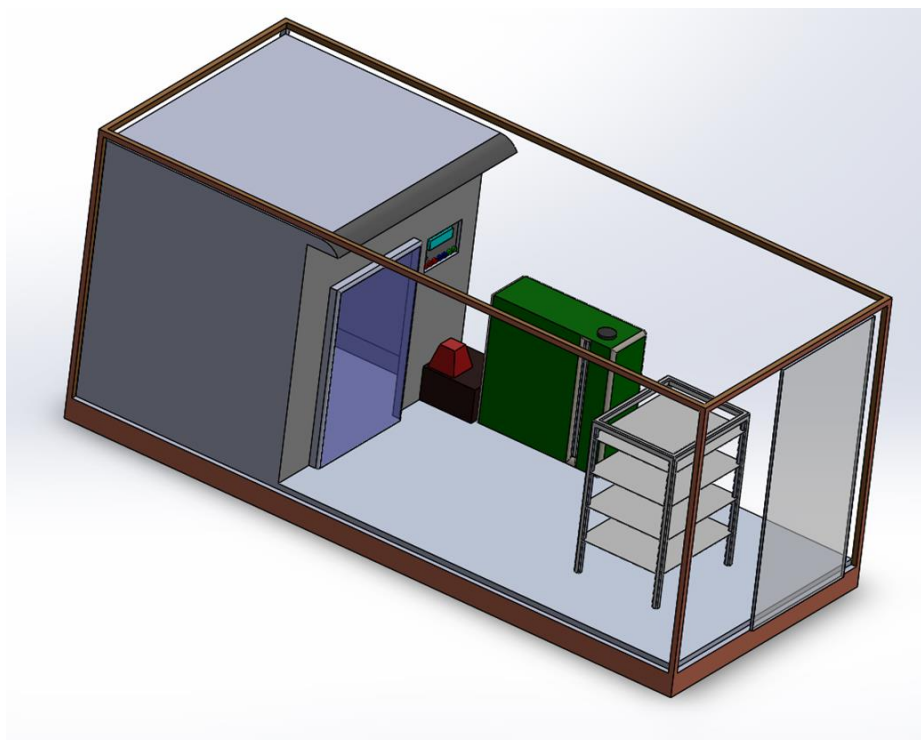
$$111,25kVA < 130kVA$$

Wynika, że proponowana jednostka będzie w stanie pokryć zapotrzebowanie na energię elektryczną jakie generuje piekarnia polowa, a nadwyżka w postaci 15kW może zostać użyta do zasilania innych urządzeń.

Ponadto omawiane urządzenie przy obciążeniu wynoszącym 100% jest w stanie zużyć nawet 32 l oleju napędowego na motogodzinę. Uzasadnioną wydaje się decyzja, żeby dać pododdziałom piekarniczym możliwość do magazynowania minimalnej niezbędnej do utrzymania produkcji ilości paliwa. Przy założeniu, że piekarnia będzie pracować 10 godzin potrzeby wynoszą 320 litrów.

Sekcja A zintegrowanego zespołu piekarni polowej jest jedną z dwóch podstawowych sekcji kontenerowej piekarni polowej. Sekcja ta mieści się w standardowym kontenerze 1C. Do urządzeń na stałe zamontowanych w sekcji można zaliczyć serce kontenerowej piekarni polowej czyli piec obrotowy o długości 2000mm, szerokości 2350mm i wysokości 2300mm i masie 1900kg. Oznacza to, że piec ten w żadnej płaszczyźnie nie wykracza poza wymiary wewnętrzne kontenera. Jest to piec o maksymalnej możliwej wydajności w grupie pieców obrotowych których montaż jest możliwy w kontenerze o standardowej szerokości. Piec ten zapewnia średnią wydajność na poziomie 288 bochenków na godzinę o łącznej masie 144kg. W sekcji tej znajduje się również dedykowany zbiornik na wodę o pojemności 550 litrów i wymiarach 450x1200mm oraz wysokości 1200mm. Zbiornik ten ma za zadanie zapewnić niezbędną dla prawidłowego funkcjonowania pieca ilość wody. Pomiędzy frontem pieca, a bokiem zbiornika na wodę znajduje się pompa która umożliwi podanie wody ze zbiornika do parowników w piecu. Na ścianie przeciwległej względem pieca, znajdują się drzwi kurtynowe o szerokości 1200mm, otwierane w płaszczyźnie pionowej, prowadzące do namiotu-ekspedycji w którym studzone będzie pieczywo wyjęte z pieca i czekające na obsługę chlebowozów, które podejmą je do dalszego transportu. W czasie transportu mogą być w tej sekcji przewożone również aparaty wsadowo rozrostowe w ilości niezbędnej do bezproblemowego przeprowadzenia początkowych faz pracy piekarni. W czasie pracy piekarni na stanowisku w sekcji tej przetrzymywany będzie aparat rozrostowo-wsadowy z pieczywem które właśnie dojrzewa, a także część aparatu który jest w tym czasie zapełniany przez piekarzy nowymi kęsami ciasta. Opcjonalnie, w celu zapewnienia wyższej temperatury, głównie w okresie zimowym, zapewnione jest jeszcze miejsce na dodatkowy aparat rozrostowo-wsadowy z pieczywem wyjętym prosto z pieca. W czasie pracy piekarni w sekcji tej pracować będzie jeden z piekarzy, którego głównym zadaniem będzie formowanie kęsów ciasta przy stole piekarniczym, a jako zadanie dodatkowe będzie on dokonywał przemieszczenia aparatów wsadowo-rozrostowych z pieca do sekcji piekarni oraz

z sekcji piekarni do ekspedycji. Boczna ściana kontenera jest wykonana w sposób umożliwiający jej zawinięcie, co jest niezbędne do utworzenia przestrzeni łączącej obie sekcje kontenerowej piekarni polowej.

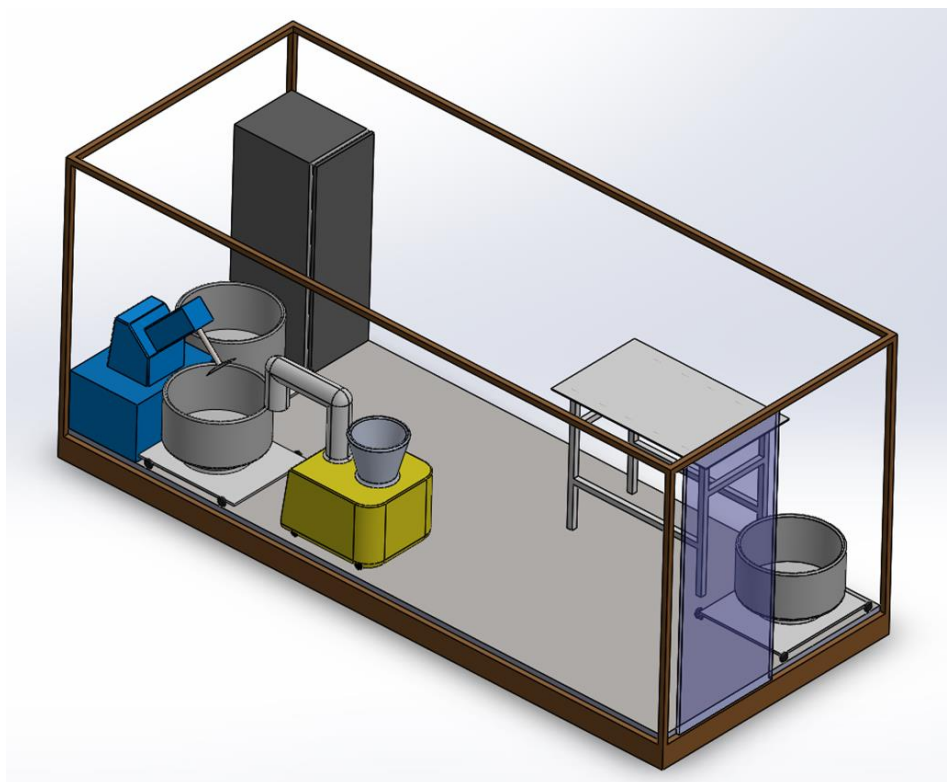


Rys. 4 Sekcja A.

źródło: [Niewiadomski, 2016]

Seksja B zintegrowanego zespołu piekarni polowej jest jedną z dwóch podstawowych sekcji kontenerowej piekarni polowej. Sekcja ta mieści się w standardowym kontenerze 1C. Znajduje się w niej zdecydowana większość urządzeń wykorzystywanych w procesie wytwarzania pieczywa. Głównym urządzeniem które znajduje się w tej sekcji jest miesiarka o wadze 600kg, szerokości 850mm i długości na 1500mm wraz z 3 wyjezdnymi dziezami o wadze 150kg każda. W pierwszej dzieży ciasto się miesi, w drugiej gotowe ciasto poddawane jest procesowi wstępnego dojrzewania, natomiast trzecia dzieża znajduje się przy stole piekarniczym i umożliwia piekarzom łatwy dostęp do ciasta w czasie formowania bochenków. Każda dzieża jest w stanie pomieścić 100kg mąki, lub 180kg gotowego ciasta. Uwzględniając jednak wydajność zastosowanego pieca należy każdorazowo umieszczać w dzieży 45l wody, 75kg mąki, a także inne składniki zgodnie z recepturą. Obok miesiarki znajdują się mała szafa chłodnicza o wadze 100kg i wymiarach 630x750mm. Pojemność użytkowa chłodni to niecałe 450dm³. W lodówce tej znajduje się zapas składników wykorzystywanych do pozyskania ciasta i wymagających obniżonej temperatury przechowywania czyli drożdży i zakwasu. Równoległe do miesiarki znajduje się przesiewacz mąki. Ma on wymiary 700x800mm i wagę 180kg.

Przesiewacz jest jedynym urządzeniem nieprzymocowanym na stałe, podyktowane to jest koniecznością jego przysuwania i odsuwania do miesiarki w celu umożliwienia swobodnego przemieszczania wyjezdnej dzieży oraz aparatu rozrostowo-wsadowego. Po przeciwległej stronie znajduje się stół piekarniczy który odsunięty jest od ściany kontenera na odległość niezbędną do umieszczenia między stołem a ścianą dzieży. Jednocześnie jest on na tyle szeroki by umożliwić pracę dwóch osób po przeciwnych stronach i jednocześnie na tyle długi by umożliwić pracę piekarzy i zmieścić formę na pieczywo o wymiarach 800x1000mm. Stół wykonany jest z stali szlachetnej jego wymiary to 1500x900mm a masa to 120kg. W ścianie kontenera znajdują się również drzwi kurtynowe podobne do tych zamontowanych w sekcji A. Różnią się one jedynie wymiarem, gdyż mają szerokość 1000mm, i przeznaczeniem, ponieważ służą one do wchodzenia i wychodzenia personelu. Dodatkowa wolna przestrzeń w piekarni przeznaczona jest na gromadzenie składników wykorzystywanych podczas pieczenia pieczywa i jednocześnie nie przewożonych w piekarni, takich jak mąka i woda. W czasie transportu w sekcji tej można przewozić namiot pneumatyczny oraz podłogę do niego. W czasie pracy piekarni, w sekcji tej funkcjonuje dwóch piekarzy. Jeden zajmuje się formowaniem kęsów ciasta, a także przemieszczaniem dzież miesiarki wewnątrz sekcji. Drugi ma za zadanie dostarczać i magazynować niezbędne ilości wody i mąki oraz zająć się wszystkimi czynnościami związanymi z dodawaniem składników i miesieniem ciasta chlebowego. Podobnie jak w sekcji A jedna z ścian kontenera jest ruchoma aby umożliwić ruch pomiędzy obiema sekcjami.



Rys. 4 Sekcja A.

źródło: [Niewiadomski, 2016]

W projekcie kontenerowej piekarni polowej kwestia pomieszczenia zwanego ekspedycją jest bardzo istotna, ponieważ w żadnej z dwóch omówionych wcześniej sekcji piekarni nie ma miejsca na przechowywanie nadmiernej liczby aparatów rozrostowo-wsadowych, na których studził by się upieczony chleb. Należy pamiętać że warunki w jakich powinno przebiegać stygnięcie pieczywa nie są już tak rygorystyczne jak miało to miejsce w przypadku warunków w czasie jego wytwarzania do momentu wypieku. Jedynymi ograniczeniami jest zastrzeżenie, aby ekspedycja była w miarę możliwości odizolowana od sekcji wytwórczej piekarni oraz aby personel który ma za zadanie odebrać pieczywo, owej sekcji nie zanieczyścił. Uwzględniając te warunki wydaje się, że idealnym rozwiązaniem ekspedycji jest zastosowanie namiotu o konstrukcji pneumatycznej. Namiot taki nie zajmuje dużo miejsca, jest lekki, jego rozłożenie i złożenie zajmuje kilkukrotnie mniej czasu niż w przypadku namiotu o konstrukcji tradycyjnej. W dodatku zapewnia minimalną wymaganą izolację od środowiska zewnętrznego. Namiot wyposażony w wejścia po przeciwległych stronach zapewniałby możliwość dosyłania pieczywa z piekarni jedną stroną, tą przylegającą do boku kontenera, oraz odbieranie go przez załogi chlebowozów z drugiej strony. Konstrukcja namiotów pneumatycznych oparta jest na pneumatycznym stelażu, przystosowana jest ona również do rozkładania namiotu w warunkach polowych, w szerokim zakresie warunków terenowych i klimatycznych. Do standardowego

wyposażenia, które obejmuje pokrowiec, komplet szpilek i kołków, podstawowy zestaw narzędzi i miech nożny, warto dołączyć podłogę składaną, wykonaną z cienkich paneli sklejk lub tworzywa sztucznego. Dzięki zastosowaniu twardej nieodkształcalnej podłogi, przemieszczanie wózków wyposażonych w małe kółeczka będzie dużo łatwiejsze. Wymiary namiotu pneumatycznego powinny być dostosowane do charakteru w jakim będzie on użytkowany. Jego szerokość nie powinna znacząco przekraczać szerokości kontenera, tak by nie blokował on wejścia do sekcji B zintegrowanego zespołu piekarni polowej. Jego wysokość powinna być wystarczająca by przy uwzględnieniu krzywizny ściany frontowej drzwi w nią wkomponowane, zapewniały swobodny ruch piekarza pchającego aparat wsadowo rozrostowy. Długość namiotu nie ma aż tak dużego znaczenia jak pozostałe dwa wymiary, niemniej jednak nie powinien być on długi ze względu na możliwość zniszczenia przez silny wiatr, minimalna długość powinna pozwalać na przechowywanie równolegle obok siebie 4-5 aparatów wsadowo-rozrostowych, czyli powinna wynosić około 5-6 metrów.



Rys. 5. Namiot pneumatyczny produkowany przez Lubawę

źródło: [Niewiadomski, 2016]

Umieszczenie w otoczeniu piekarni polowej kontenera magazynowo-energetycznego jest niezbędne dla zapewnienia jej sprawnego funkcjonowania. Sprzęt taki ma za zadanie spełniać dwie zasadnicze funkcje. Po pierwsze zapewnia on piekarni polowej niezbędną dla pracy urządzeń piekarniczych ilość energii elektrycznej. Po drugie w przestrzeni magazynowej kontenera można przechowywać mąkę. Zgodnie z planem rozmieszczenia znormalizowanych europalet w kontenerze ISO 1C można umieścić 11 palet. Dysponując jedynie połową przestrzeni kontenera, należy przyjąć że możliwe będzie umieszczenie jedynie 5 palet. Zważywszy że

każda paleta może być załadowane 1000 kilogramów mąki, górną granicę pojemności magazynu mącznego urządzonego w omawianym kontenerze należy wyznaczyć na poziomie 5000 kilogramów. Wartość ta jest większa od wyliczonego maksymalnego zapotrzebowania jednej piekarni na mąkę w okresie między dostawami. Oznacza to że jeden kontener magazynowo-energetyczny w pełni pokrywa zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz przestrzeń niezbędną do magazynowania założonej ilości mąki dla jednego zintegrowanego zespołu kontenerowej piekarni polowej. Kontener taki można transportować przystosowanym do tego samochodem ciężarowym. Dodatkowo, zastosowanie podnośników narożnikowych nie obciąży w sposób nadmierny posiadanych środków przeładunkowych. Ze względu na fakt że kontener ten nie musi znajdować się w odległości od piekarni określonej co do centymetra zastosowanie tak szybkiego, jednak mało dokładnego środka rozładowczo-załadowczego jest możliwe. Dodatkowo załoga takiego samochodu składać się będzie z żołnierzy obsługujących piekarnie kontenerowe, dzięki czemu nie będzie konieczności przewożenia ich osobnymi środkami transportowymi.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane w pracy rozwiązania, poprzez analizę i syntezę oraz symulację możliwych do zastosowania procesów technologicznych, pozwoliły w pełni odpowiedzieć na pytanie postawione jako problem badawczy na wstępie, a także umożliwiły wygenerowanie następujących wniosków:

1. Wnętrze standardowego 20' kontenera wymaga zastosowania miniaturyzacji urządzeń do wypieku chleba. Kluczowym więc jest znalezienie sposobu na zwiększenie powierzchni użytkowej piekarni. Po zbadaniu dostępnych możliwości, najlepszym i najprostszym rozwiązaniem tego problemu okazało się połączenie za sobą dwóch kontenerów. Zastosowano kurtynową ścianę boczną, która po podniesieniu pozwalała na połączenie obu przestrzeni.
2. Dużym ograniczeniem dla prowadzenia produkcji w piekarni polowej jest dostępność surowców. Żeby upiec dziennie chleb dla ponad 5000 ludzi, co stanowi etat brygady, w niektórych przypadkach potrzeba aż 3000kg mąki, 1800l wody i około 1000l oleju napędowego dziennie.
3. Najslabszym ogniwem w produkcji pieczywa w przyjętym rozwiązaniu może okazać się czynnik ludzki. Szacowana produktywność piekarni nie uwzględnia opóźnień wynikających z błędów popełnianych przez piekarzy. Wyjściem z tego problemu może być obsadzanie etatów piekarzy żołnierzami Narodowych Sił Rezerwowych, którzy zarobkowo wykonują zawód piekarza. Mobilizowani byłiby oni tylko w przypadku zaistnienia

konieczności użycia piekarni polowych. Dzięki ich doświadczeniu zawodowemu i użyciu praktycznie identycznego sprzętu piekarniczego jak w przedsiębiorstwach cywilnych dowódcy zyskiwali by podwładnych doskonale odnajdujących się na nowych stanowiskach służbowych.

Od kilku lat, na szczeblu Sił Zbrojnych RP realizowana jest praca rozwojowa nt. „Kontenerowa piekarnia polowa (KPP) pod kryptonimem RYDZ” prowadzona przez Inspektorat Uzbrojenia MON. Aktualnie trwa proces produkcji prototypu. Zgodnie z założeniami taktyczno - technicznymi KPP powinna składać się z 2 do 4 samodzielnych modułów produkcyjnych (zamontowanych w kontenerach typu ISO 1C), których łączna wydajność powinna wynosić minimum 8 ton pieczywa w ciągu 18 godzin pracy piekarni. Jeden moduł produkcyjny KPP powinien być zbudowany na bazie nie więcej niż dwóch kontenerów i stanowić samodzielną jednostkę produkcyjną, o wydajności od 2 do 4 ton pieczywa, z własnym zespołem prądowym i elastycznym zbiornikiem na ścieki. Skład modułu produkcyjnego KPP powinien być uzupełniony o kontener magazynowy (gotowego pieczywa) z funkcją konfekcjonowania pieczywa. Zasilanie modułu jak i całej KPP w wodę byłoby realizowane w oparciu o źródła zewnętrzne (nie będące przedmiotem pracy rozwojowej). Foremki do wypieku chleba powinny zapewnić uzyskanie bochenka chleba o masie 0,5 i 0,7 kg, zgodnej z aktualnym wymiarem rzeczowym pieczywa na jednego żołnierza.

LITERATURA

1. Brzeziński M., [2005]. Logistyka wojskowa, Bellona. Warszawa.
2. Doktryna logistyczna wojsk lądowych DD/4.2
3. Duraj J., *Podstawy ekonomiki przedsiębiorstwa*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2004
4. Instrukcja o zasadach wykorzystania palet i kontenerów w Siłach Zbrojnych RP, DD/4.4.8(A), Warszawa 2013
5. Konkol S., *Almanach cukierniczo piekarski tom 5 produkcja piekarska*, wydanie elektroniczne
6. Kurasiński Z., *Kompendium logistyka wojskowego*, WAT, Warszawa 2014
7. Niewiadomski Mateusz [2016]. Projekt kontenerowej piekarni polowej. Niepublikowana praca magisterska. Wojskowa Akademia Techniczna.
8. Pasternak K., *Zarys zarządzania produkcją*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2005

9. Przepisy o działalności służby żywnościowej DD/4.21.1(A)
10. Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 4 grudnia 2014r. w sprawie bezpłatnego wyżywienia żołnierzy zawodowych i żołnierzy pełniących służbę kandydacką
11. Siczka J. [2013]. Transport komponentów ekspedycyjnych SZ RP poza granice państwa. *Gospodarka materiałowa & Logistyka*. 5/2013. S. 531-540.
12. Siczka J. [2014]. Operacje SZ w zagrożeniach asymetrycznych. *Systemy Logistyczne Wojsk*. 40/2014. Warszawa.