

GRZEGORZ BORUTA

PODSTAWY EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ

SYSTEMY EKSPLOATACJI

Eksploatacja – procesy jakim podlega urządzenie od wytworzenia do likwidacji.

Urządzenie – narzędzie umożliwiające lub ułatwiające świadome działanie człowieka.

Użytkowanie – świadome korzystanie z urządzenia zdolnego do pracy.

W trakcie użytkowania urządzenie się zużywa i staje się coraz mniej zdolne do pracy i wymagane są procesy poprawiające tę zdolność.

Obsługiwanie / naprawianie – świadome zmiany stanu urządzenia podnoszące jego zdolność do pracy.

Ekspluatowanie urządzeń pochłania energię i materiały – wymaga finansowania – decyzje dotyczące eksploatacji są oparte na rachunku ekonomicznym funkcjonowania systemu eksploatacji (przedsiębiorstwa, gospodarstwa domowego) zapewniając wysoki poziom efektywności – eksploataowanie powinno być racjonalne.

Zasady racjonalnej eksploatacji:

- największej przydatności – dla zbioru urządzeń niejednorodnych – używać urządzenia najbardziej przydatne do wykonania danej pracy (mogące wykonać pracę przy najmniejszych nakładach),
- różnicowania intensywności użytkowania – dla zbioru urządzeń jednorodnych – przydzielać pracę w sposób zapewniający wysoki poziom gotowości całego parku urządzeń,
- równomiernego obciążenia systemu obsługi / naprawy – przydzielać pracę w sposób zapewniający równomierny napływ urządzeń do systemu obsługi / naprawy,
- najmniejszej pracochłonności obsługi / naprawy – przy spiętrzaniu zadań użytkowych pracę przydzielać urządzeniom o szybkiej odtwarzalności zdolności.

Dwie ostatnie były wymienione przy omawianiu planowania.

Kryteriami optymalizacji decyzji eksploatacyjnych mogą być:

- minimalizacja jałowej pracy urządzeń,
- minimalizacja przestojów urządzeń w obsłudze oraz przestojów organizacyjnych,
- dopasowanie struktury rodzajowej i ilościowej parku urządzeń do możliwości i zadań systemu użytkowania,
- dopasowanie systemu obsługi do potrzeb systemu użytkowania,
- wybór optymalnego sposobu odnowy potencjału eksploatacyjnego parku urządzeń itp.

Efektywność jest interpretowana w zależności od przyjętego kryterium.
Kryteria te można podzielić na techniczne, ekonomiczne i niezawodnościowe.

Efektywność E – stosunek wyniku (efektu) działania do poniesionych kosztów (nakładów)

na osiągnięcie danego wyniku działania: $E = \frac{W}{K} = \frac{W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \cdot \dots}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_2 \cdot \dots}$, gdzie:

W - uzyskany wynik działania (np. zysk, wydajność, wykorzystanie czasu pracy,
ilość wykonanej pracy, uzyskany poziom gotowości itp.),

K - koszt poniesiony w celu osiągnięcia wyniku.

Istnieje względna łatwość określenia efektywności działania, jeżeli efekt i koszt działania są wyrażone wartościowo lub w jednostkach naturalnych.

Koszt – pieniężny (finansowy) wyraz celowego i uzasadnionego zużycia określonych nakładów pracy żywej i uprzedmiotowionej dla uzyskania planowanego efektu działania.

Poprawa efektywności systemu działania jest możliwa poprzez:

- maksymalizowanie wyników działania – gdy znane są nakłady na daną sferę działalności,
- minimalizowanie nakładów (kosztów) – gdy znane są zadania i określony cel działania,
- maksymalizowanie stosunku wyników do nakładów – optymalizacji podlegają dwa czynniki determinujące efektywność działania jednocześnie.

Analiza efektywności działania powinna stanowić integralny czynnik procesu zarządzania tym działaniem. Jest zadaniem **rachunku ekonomicznego**. Rachunek ten powinien pełnić funkcje:

- **analityczne** – służące przewidywaniu procesów gospodarczych, budowie optymalnych planów eksploatacji, budowie eksploatacyjnych modeli decyzyjnych (elementy rachunku ekonomicznego efektów eksploatacji jako parametry modeli decyzyjnych),
- **kontrolne** – umożliwiające kontrolę efektów gospodarowania, porównanie wyników i kosztów działalności różnych oddziałów przedsiębiorstwa.

Korzystanie z rachunku ekonomicznego wymaga ścisłego ewidencjonowania niezbędnych informacji obejmujących wszystkie wyróżnione elementy po stronie efektów i kosztów.

Ewidencji podlegają: zużyte wartości miary eksploatacji, materiałów eksploatacyjnych, środków finansowych, sposoby wykorzystania urządzeń, wykonane prace obsługowe / naprawcze i konserwacyjne.

Bieżąca ewidencja jest prowadzona w kartach pracy urządzenia, a następnie gromadzona w systemach informatycznych zarządzania eksploatacją, też komputerowych.

Koszty eksploatacji urządzeń mają znaczny udział w całkowitych kosztach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Wynikają one z użycia urządzeń dla realizacji funkcji przedsiębiorstwa.

Koszty eksploatacji wg kryterium **rodzaju wykonywanych zadań** przez przedsiębiorstwo jako system eksploatacji:

- wykonywania zewnętrznych zadań operacyjnych przedsiębiorstwa,
- utrzymywania odpowiednio wysokiego wskaźnika gotowości technicznej (poprzez diagnozowanie i obsługiwanie / naprawianie urządzeń, odnowę potencjału eksploatacyjnego parku urządzeń oraz utrzymywanie (przechowywanie i konserwację) zapasu eksploatacyjnego),
- doskonalenia zawodowego pracowników (użytkowników i obsługujących urządzenia);
- realizacji wewnętrznych zadań organizacyjno-administracyjnych, porządkowych i gospodarczych.

Koszty eksploatacji maszyn można podzielić też ze względu na **rodzaje urządzeń** oraz **działy przedsiębiorstwa**.

Koszty obsług / napraw urządzeń pozwalają na kontrolę prawidłowości ich wykonywania. Znaczne, gwałtowne zmniejszenie kosztów obsług / napraw może świadczyć o zaniechaniu ich wykonywania lub pogorszeniu jakości. Wzrost kosztów obsług / napraw może być rezultatem zaniedbań w trakcie obsługiwania lub niskich kwalifikacji użytkowników i obsługujących.

Z przechowywaniem urządzeń związane są koszty zużycia fizycznego i moralnego.

Każde urządzenie jest charakteryzowane przez parametry eksploatacyjne, np. zużycie energii, sprawność, ergonomię, gabaryty, masę.

Jako parametry charakteryzujące ilościowo **użytkowanie** stosuje się:

- wartość zużytej przez urządzenie miary jego eksploatacji w danym stanie użytkowania L ,
- czas przebywania urządzenia w danym stanie użytkowania T_u ,
- ilość wykonanej przez urządzenie pracy Q ,
- czas przebywania urządzenia w stanie obsługiwanego / naprawianego T_o ,
- współczynnik gotowości $k_g(t) = \frac{T_u(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$,
- czas przebywania urządzenia w stanie pracy T_p ,
- wskaźnik wykorzystania urządzenia zdolnego (nie wymagającego obsługi) $k_u(t) = \frac{T_p(t)}{T_u(t)}$,
- wskaźnik wykorzystania urządzenia $k_p(t) = \frac{T_p(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$,
- średni dobowy czas pracy urządzenia $T_d(t) = \frac{T_p(t) / \text{h}}{24 \text{ h}}$,
- czas oczekiwania urządzenia zdolnego na użytkowanie (czas biernego postoju w systemie użytkowania) T_{u1} ($T_u = T_p + T_{u1}$),
- wartość miary eksploatacji zużytej przez urządzenia w czasie t : $L(t)$,

- wskaźnik intensywności użytkowania urządzenia zdatnego $\alpha_u(t) = \frac{L(t)}{T_u(t)}$,
- wskaźnik intensywności użytkowania (intensywność eksploatacji) $\alpha_e(t) = \frac{L(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$,
- wykonana praca podczas realizacji kolejnych użytków i w okresie t : $Q_L(t) = \sum_i Q_i L_i(t)$,
- teoretyczna ilość pracy wykonanej przez urządzenie w warunkach jego ciągłego maksymalnego obciążenia Q_p ,
- wskaźnik wykorzystania możliwości urządzenia $k_q(t) = \frac{Q_L(t)}{Q_p L(t)}$,
- średnia wydajność użytkowania urządzenia $\alpha_{Qe}(t) = \frac{Q_L(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$,
- średnia wydajność użytkowania urządzenia zdatnego (nie wymagającego obsługi) $\alpha_{Qu}(t) = \frac{Q_L(t)}{T_u(t)}$,
- koszty użytkowania K_U
- itd.

Wynikają one z właściwości użytkowych ustalanych przy projektowaniu i w produkcji urządzeń oraz z organizacji i realizacji przebiegu użytkowania.

Jako parametry charakteryzujące ilościowo **obsługiwanie / naprawianie** stosuje się:

- czas przebywania urządzenia w danym stanie obsługiwanie / naprawiania T_o ,
- czas wykonywania obsługi / naprawy urządzenia T_{oo} ,
- czas oczekiwania urządzenia na obsługę / naprawę (biernego postoju w systemie obsługi / naprawy) T_{o1} ($T_o = T_{oo} + T_{o1}$),
- wskaźnik postojów urządzenia w systemie obsługi / naprawy $k_o(t) = \frac{T_o(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$,
- wskaźnik postojów biernych urządzenia w systemie obsługi / naprawy $k_{o1}(t) = \frac{T_{o1}(t)}{T_u(t) + T_o(t)}$,
- koszty obsługiwanie K_o
- itd.

Wynikają one z podatności na obsługiwanie / naprawianie ustalonej przy projektowaniu i w produkcji urządzeń oraz z organizacji i realizacji przebiegu obsługi / naprawy.

Pracochłonność – wielkość nakładu pracy człowieka dla osiągnięcia założonego efektu.

Na jakość użytkowania wpływają:

- predyspozycje (zdolności), kwalifikacje (wykształcenie i doświadczenie), motywacje (chęć do pracy), zmęczenie (fizyczne i psychiczne) operatora,
- warunki pracy operatora (fizyczne otoczenie użytkowania, np. temperatura, wilgotność, oświetlenie, hałas, drgania mechaniczne),
- organizacja przebiegu użytkowania (np. tempo i koordynacja pracy, stopień samodzielności operatora).

Urządzenia mogą pracować:

- ciągle,
- okresowo z planowanymi przerwami (np. dla dobowego jednozmianowego cyklu pracy),
- okresowo z losowymi przerwami (np. dla losowych potrzeb).

Przy wykonywaniu pracy urządzenia i ich elementy podlegają obciążeniom:

- krytycznym – powodującym nieodwracalne zmniejszenie efektywności lub uszkodzenia,
- istotnym – powodującym odwracalne, chwilowe zmniejszenie efektywności,
- normalnym – towarzyszącym pracy urządzenia zgodnej z warunkami znamionowymi,
- pomijalnym.

Urządzenia są przeciążone, obciążone normalnie, niedociążone.

Obciążenia:

- chwilowe (impulsowe) lub krótkotrwałe lub długotrwałe,
- cykliczne lub ciągłe,
- stałe lub monotoniczne lub skokowe.

Niedziałające urządzenie przed rozpoczęciem pracy jest uruchamiane (usuwane są blokady, doprowadzana jest energia zasilająca i inicjowane jest działanie).

Rozruch – przejście urządzenia ze stanu spoczynku (oczekiwania na użytkowanie) do stanu pracy (wypełniania funkcji użytkowych).

Rozruch jest procesem krytycznym dla trwałości urządzeń – następuje zapoczątkowanie przepływów energii i masy, zmieniają się wartości parametrów struktury (temperatura elementów, ciśnienie płynów, wymiary elementów, warunki współpracy elementów i przetwarzania energii), elementy są wprowadzane w ruch (pokonywana jest siła ich bezwładności i tarcie spoczynkowe). Procedury rozruchu są ściśle określone, często wymagają stosowania dodatkowych urządzeń pomocniczych wspomagających i umożliwiających rozruch.

Gotowość operacyjna – zdolność do rozpoczęcia pracy, gdy oczekuje tego użytkownik.

Gotowość techniczna – prawdopodobieństwo znajdowania się w stanie zdatności.

Gotowość operacyjna jest określana dla urządzeń zdatnych:

- nowowyprodukowanych i nigdy jeszcze nie używanych, zakonserwowanych i przygotowanych do transportu przez producenta,
- znajdujących się w przestoju długotrwałym po wyłączeniu z użytkowania i zakonserwowaniu przez system obsługowy,
- znajdujących się w przestoju krótkotrwałym wynikającym z organizacji i uwarunkowań technicznych użytkowania (przerwy międzymianowe, uzupełnianie magazynów energii),
- uruchomionych, ale nie wykonujących pracy (pracujących luzem).

Dokumentacja techniczna urządzenia zawiera m.in.

- charakterystykę techniczną i dane ewidencyjne,
- rysunek złożeniowy,
- schematy funkcjonowania (mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne),
- instrukcje użytkowania i obsługi / naprawiania, w tym zalecenia bhp,
- wykazy wyposażenia normalnego i dodatkowego (fabrycznego i aktualnego),
- ewidencję pracy i wykonanych usług / napraw.

Czynności obsługowe / naprawcze:

- zapewniające utrzymanie czystości urządzeń i ich gotowości do eksploatacji,
- zapobiegające starzeniu,
- usuwające skutki starzenia,

lub:

- profilaktyczno-zapobiegawcze, podtrzymujące stan zdatności,
- naprawcze, przywracające stan zdatności.

Organizacja wykonywania tych prac przy urządzeniu określa system obsługowo-naprawczy.

Biorąc pod uwagę terminowość i zakres wykonywania usług wyróżnia się:

- **system planowo-zapobiegawczy** – obowiązkowe wykonywanie całego ściśle określonego zakresu prac po zużyciu przez urządzenie określonej wartości miary jego eksploatacji, nazywanej resursem międzyobsługowym / międzynaprawczym. Zakres wykonywanej obsługi / naprawy wynika z instrukcji użytkowania urządzenia lub innych dokumentów normatywnych obowiązujących w danym systemie eksploatacji i nie jest bezpośrednio związany z rzeczywistym stanem technicznym urządzenia. W wielu przypadkach część czynności obsługowo-naprawczych jest wykonywana zbędnie (rzeczywisty stan techniczny urządzenia nie wymaga ich przeprowadzenia), co prowadzi do zawyżania kosztów eksploatacji. Rola diagnostyki technicznej jest marginalna. System ten powinno się stosować do urządzeń, którym stawia się wysokie wymagania bezpieczeństwa technicznego i niezawodności eksploatacji, kiedy koszty obsługi są drugorzędne w stosunku do żadanego wysokiego poziomu bezpieczeństwa lub w stosunku do kosztów tych urządzeń czy kosztów skutków ich ewentualnych awarii (reaktory jądrowe, agregaty prądotwórcze w elektrowniach, instalacje chemiczne, samoloty, dźwigi, instalacje wpływające na bezpieczeństwo ludzi itd.).

- **system obsługowy według stanu technicznego**, w którym rola diagnostyki technicznej jest kluczowa. Wyróżnia się systemy:

- **klasyczny** – wykonywanie dla określonych wartości miar eksploatacji najpierw badań diagnostycznych urządzenia, określających jego stan techniczny. Wynik tych badań jednoznacznie określa zakres wykonywanych czynności obsługowo-naprawczych,
- **dynamiczny** – ciągłe monitorowanie stanu technicznego urządzenia przez pokładowe systemy diagnostyczne, prognozowanie stanu technicznego i informowanie użytkownika i obsługującego o sugerowanym terminie i zakresie czynności obsługowo-naprawczych.

W porównaniu z systemem planowo-zapobiegawczym oszczędza się na często węższym zakresie wykonywanych czynności obsługowo-naprawczych. Z drugiej strony system generuje inne koszty, związane z utrzymaniem odpowiednio wykształconych diagnostów oraz z zakupem i utrzymaniem aparatury diagnostycznej, też pokładowej.

W praktyce gospodarek rynkowych system obsług urządzeń według ich stanu technicznego jest tańszy od systemu planowo-zapobiegawczego.

Generalnie dla różnych urządzeń obserwuje się rozwój ich konstrukcji w kierunku stosowania systemu obsług / napraw według stanu technicznego, zwłaszcza dynamicznego. Możliwość łatwego diagnozowania jest uwzględniana już podczas projektowania urządzeń, np. przez umieszczanie w nich gniazd diagnostycznych, umożliwiających łatwe i szybkie podłączenie specjalistycznej stacjonarnej aparatury diagnostycznej. Droższe urządzenia posiadają również rozbudowane pokładowe systemy diagnostyczne, oparte na technice komputerowej, w sposób ciągły kontrolujące (monitorujące) stan urządzenia i wskazujące na konieczność wykonania określonej obsługi czy naprawy.

Strategia eksploatacji urządzeń: stosowanie danego systemu obsługowego, stosowanie danej metody odnowy potencjału eksploatacyjnego zbioru urządzeń z uwzględnieniem niezawodności i ekonomiki eksploatacji urządzeń.

Strategie:

- **bierna (reaktywna)** – urządzenia odnawia się w chwili jego uszkodzenia;
- **według resursu** – urządzenia są eksploatowane w systemie planowo-zapobiegawczym, zgodnie z instrukcyjnymi resursami międzyobsługowymi, międzyremontowymi i docelowymi;
- **według stanu technicznego** – urządzenia są eksploatowane w klasycznym lub dynamicznym systemie według stanu technicznego;

- **według efektywności** – w sytuacji pojawiania się nowocześniejszych i efektywniejszych (bezpieczniejszych, bardziej ergonomicznych, zwiększających humanizację pracy, oszczędniejszych w użytkowaniu i obsłudze, wydajniejszych, mniej uciążliwych dla środowiska itp.) urządzeń, po przeprowadzeniu rachunku ekonomicznego uwzględniającego czynniki wizerunkowe (Public Relation) przedsiębiorstwa eksploatującego urządzenia dla potencjalnych klientów, wymienia się urządzenia dotychczas eksploatowane na urządzenia nowego typu, pomimo nie wyczerpania przez nie ресурсu docelowego (przerywa się łańcuch wykonywanych planowych obsług i napraw) - wymienia się urządzenia w stanie zdatności w skutek ich niezadowalającej, w porównaniu do urządzeń nowych, efektywności (bardziej opłaca się kupić urządzenie nowe niż eksploatować stare, w dobrym stanie technicznym, ale zużyte „moralnie”) lub niespełnienia innych kryteriów, które zaczęły obowiązywać (np. administracyjnie wprowadzono przepisy podwyższające poziom bezpieczeństwa dla ludzi czy środowiska, których dotychczas eksploatowane urządzenia nie spełniają);
- **według niezawodności spełniania oczekiwań użytkownika w określonych warunkach eksploatacji** (Reliability Centered Maintenance (RCM)) – na podstawie analizy statystycznej uszkodzeń i czynności obsługowo-naprawczych, charakterystyk niezawodności oraz prognozowania stanu technicznego urządzenia określa się dynamicznie resursy międzyobsługowe, a po stwierdzeniu wzrostu intensywności uszkodzeń, wymienia się urządzenia na nowe;

- **według bezpieczeństwa (ryzyka) eksploatacji** (Risk Based Inspection (RBI) i Risk Based Maintenance (RBM)) – poszerzenie strategii według niezawodności o analizę skutków wystąpienia uszkodzenia – dla urządzeń złożonych z wielu układów skutki uszkodzenia każdego z nich mogą mieć różne konsekwencje, a więc można ustanowić zróżnicowany priorytet utrzymania tych układów odpowiednio do ustalonego rankingu ryzyka;
- **całościowego utrzymania ruchu** (Total Productive Maintenance (TPM)) – poszerzenie strategii według bezpieczeństwa dla całego przedsiębiorstwa eksploatującego urządzenie o:
 - analizę logistyczną (dostępności materiałów, narzędzi i części wymiennych),
 - analizę obciążenia i efektywności wykorzystania pracowników realizujących procesy eksploatacji - powinni oni pracować wg zasady 5S:
 - seiri (pozbądź się rzeczy niepotrzebnych),
 - seiso (posprzątaj miejsce pracy),
 - seiton (miejsce na wszystko i wszystko na swoim miejscu),
 - seiketsu (ustalaj standardy)
 - shitseke (utrzymuj standardy)),
 - analizę inwestycji potrzebnych do zwiększenia (a przynajmniej utrzymania) poziomu bezpieczeństwa eksploatacji w przyszłości.

Stanowisko obsługowo-naprawcze – odpowiednio wyposażone miejsce, w którym wykonywane są czynności obsługi i naprawy urządzenia.

Baza obsługowo-naprawcza – zbiór stanowisk obsługowo-naprawczych wraz z infrastrukturą (zapleczem technicznym).

Wyróżnia się stanowiska:

- uniwersalne,
- specjalizowane:
 - w realizacji poszczególnych rodzajów usług i napraw,
 - w realizacji niektórych czynności obsługowo-naprawczych,
 - w realizacji usług wybranych rodzajów urządzeń.

Bazy obsługowo-naprawcze mogą być:

- publiczne, ogólnodostępne,
- własne określonych jednostek organizacyjnych lub osób fizycznych.

W zależności od rodzaju stanowisk obsługowo-naprawczych wyróżnia się metody wykonywania usług i napraw:

- **na stanowiskach uniwersalnych** – wykonywanie wszelkich prac związanych z danym rodzajem obsługi / naprawy na jednym stanowisku przez jednego wszechstronnego wykonawcę lub przez grupę wykonawców o różnych specjalnościach w określonej kolejności,
 - **na stanowiskach specjalizowanych** – podział prac związanych z danym rodzajem obsługi / naprawy na grupy i wykonywanie ich na kilku stanowiskach; stanowiska i zatrudnieni na nich wykonawcy są wyspecjalizowani w zakresie uwzględniającym jednorodność wykonywanych przez nich prac lub racjonalność łączności tych prac. Wyróżnia się metody:
 - **potokowe** – prace wykonywane są na stanowiskach specjalizowanych rozmieszczonych wzdłuż tzw. linii potokowej, a urządzenia przemieszczane są od stanowiska do stanowiska za pomocą odpowiedniego transportera. Wyróżnia się linie:
 - **ciągłego działania** – występuje nieprzerwany ruch transportera z obsługiwanymi urządzeniami wzdłuż kolejnych stanowisk i pomiędzy nimi z prędkością pozwalającą na wykonanie prac obsługowych / naprawczych (zwykle 0,8 – 1,5 m/min),
 - **okresowego działania** – urządzenia są szybko przemieszczane ze stanowiska na stanowisko, a sama obsługa / naprawa odbywa się w jednym, nieruchomym miejscu;
- aby zapewnić optymalne wykorzystanie stanowisk obsługowo-naprawczych dąży się do tego, aby czasy przebywania maszyny na kolejnych stanowiskach były jednakowe,

- **operacyjno-stanowiskowe** – prace wykonywane są na stanowiskach specjalizowanych rozmieszczonych równolegle, zwykle nieprzelotowych; urządzenie ze stanowiska operacyjnego (np. diagnostycznego) trafia na dane stanowisko obsługowo-naprawcze wtedy, gdy zakres prac tego wymaga, po czym wraca na stanowisko operacyjne i kierowane jest dalej do kolejnego stanowiska obsługowo-naprawczego lub do wyjścia z systemu obsługi / naprawy; na stanowisku operacyjnym urządzenie może też być demontowane i na różne stanowiska obsługowo-naprawcze trafiają tylko jego zespoły, gdzie są jednocześnie obsługiwane.

W zależności od rodzaju stanowisk i charakteru obsługi wyróżnia się metody obsług:

- **zespołową** – obsługa / naprawa realizowana jest poprzez wymianę zużytych lub uszkodzonych zespołów na zdatne, nowe lub zregenerowane pochodzące z innych maszyn,
- **indywidualną** – obsługa / naprawa realizowana jest poprzez ewentualny demontaż, regenerację i montaż zespołów do tej samej maszyny.

Zaplecze techniczne eksploatacji – ogół środków niezbędnych do zapewnienia prawidłowej eksploatacji. Obejmuje:

- teren połączony z drogami dojazdowymi, z wyznaczonymi obszarami wykonywania różnych procedur eksploatacyjnych (użytkowania, obsługiwanie, oczekiwania, przechowywania, ...),
- budynki i pomieszczenia odpowiednio urządzone, wyposażone i podłączone do instalacji energetycznej, gazowej i wodno-kanalizacyjnej,
- system zaopatrywania,
- pracownicy,
- system informacyjny ewidencyjno-planistyczno-kontrolny, tradycyjny (papierowy) lub komputerowy.

Procesy zaopatrywania zapewniają zasilanie systemów eksploatacji w energię i materiały niezbędne do ich funkcjonowania.

Przedmiotem zaopatrywania mogą być:

- całe urządzenia służące odnowie lub powiększeniu potencjału eksploatacyjnego (systemu użytkowania, operacyjnego) parku urządzeń,
- urządzenia obsługowo-naprawcze i narzędzia służące odnowie lub powiększeniu potencjału produkcyjnego bazy obsługowo-naprawczej systemu eksploatacji,
- części zamienne (elementy, które można zastosować w urządzeniu zamiast analogicznych uszkodzonych lub zużytych) służące odnowie potencjału konkretnych urządzeń,
- materiały eksploatacyjne (substancje potrzebne do prawidłowego działania urządzeń, np. paliwa, oleje, smary, płyny chłodnicze, hydrauliczne, hamulcowe itp.) służące zapewnieniu ciągłości procesu użytkowania urządzeń,
- materiały techniczne (farby, środki konserwujące, kleje, środki czystości, materiały warsztatowe (ślusarskie, spawalnicze, stolarskie itd.)) służące realizacji procesu obsługi / naprawy urządzeń.

System zaopatrywania tworzy odpowiednia baza (zbiór komórek organizacyjnych) oraz relacje występujące między jej elementami i określające strukturę systemu. Struktura systemu zaopatrzenia powinna być dostosowana do struktury i potrzeb systemu eksploatacji.

W zależności od sposobu wzajemnego przyporządkowania elementów struktury systemów eksploatacji i zaopatrywania wyróżnia się struktury:

- *terytorialne* - o przyporządkowaniu ściśle związanym z miejscem rozlokowania elementów systemu eksploatacji (zaopatrywanie wszystkich odbiorców znajdujących się na określonym obszarze),
- *funkcjonalne* - związane z relacjami organizacyjnymi w systemie eksploatacji (zaopatrywanie tylko przydzielonych odbiorców),
- *mieszane*.

Wybór struktury systemu zaopatrywania może stanowić ważny problem optymalizacyjny rozwiązywany pod kątem minimalizacji czasu lub kosztów transportu związanego z zaopatrywaniem.

Otoczenie systemu zaopatrywania stanowią:

- system produkcji, który jest dla niego systemem zabezpieczenia,
- system eksploatacji maszyn, który jest dla niego przedmiotem działań operacyjnych.

Celem działania systemu zaopatrywania jest zapewnienie prawidłowości i ciągłości działania systemu eksploatacji.

Podstawowymi cząstkowymi zadaniami stanowiącymi składowe zaopatrywania są:

- gromadzenie (pozyskiwanie od producentów lub sprzedawców) zapasów,
- utrzymywanie (przechowywanie i magazynowanie) zapasów,
- dystrybucja (rozdzielanie i dostawa do odbiorców, np. stanowisk obsługowo-naprawczych, lub do innych magazynów) zapasów.

Istnienie zapasów jest zjawiskiem niepożądanym w sensie gospodarczym (koszty gromadzenia i utrzymania elementów w danej chwili zbędnych w systemie eksploatacji) i jednocześnie przy eksploataowaniu urządzeń o zadanym odpowiednio wysokim bezpieczeństwie – nieuniknionym.

Konieczność gromadzenia zapasów jest bezpośrednim wynikiem na ogół losowego zużywania urządzeń oraz braku możliwości dostarczania odpowiednich przedmiotów zaopatrywania w chwili, w której powstaje na nie zapotrzebowanie.

Konsekwencją celu działania i zadań zaopatrywania jest tendencja zwiększania zapasów. Czynnikiem przeciwdziałającym gromadzeniu nadmiernej ilości zapasów są koszty ich utrzymywania oraz straty jakościowe i ilościowe podczas przechowywania.

Biorąc pod uwagę wielkość i potrzebę gromadzenia zapasu wyróżnia się:

- **zapas prawidłowy** – zapas ekonomicznie uzasadniony, zgodny z potrzebami systemu pod względem ilości i struktury asortymentowej,
- **zapas nieprawidłowy** – zapas ekonomicznie nieuzasadniony pod względem:
 - ilości (**zapas nadmierny**),
 - struktury asortymentowej (**zapas zbędny**).

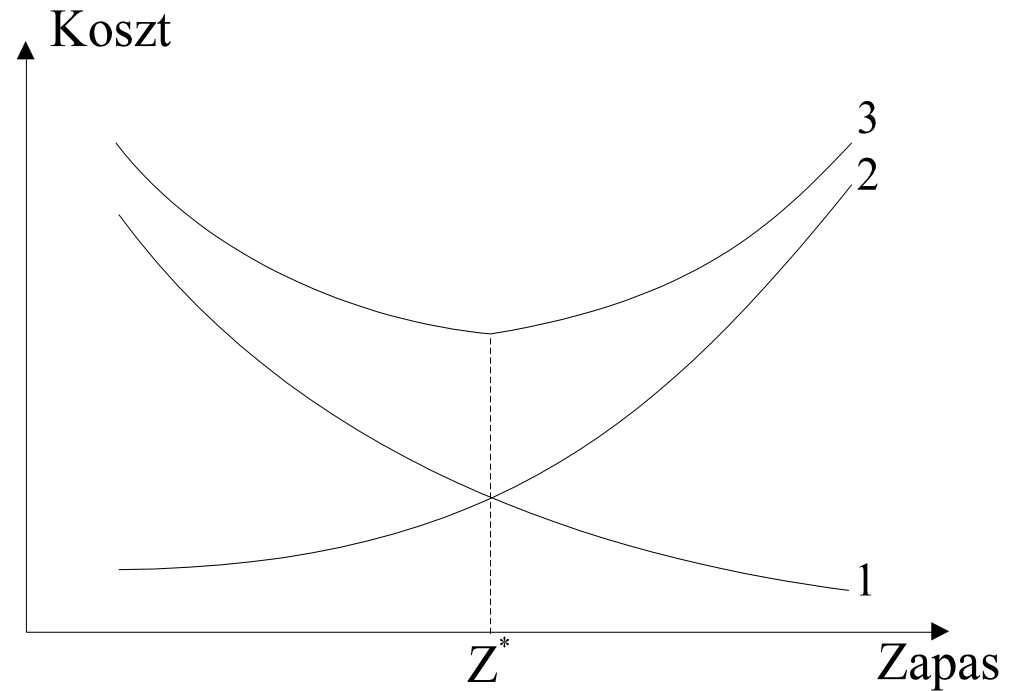
Uwzględniając inne kryteria klasyfikacyjne zapasy dzieli się na:

- zapasy początkowe, bieżące, rezerwowe, sezonowe,
- zapasy minimalne, średnie, maksymalne.

Koszty:

- 1) **zamówień** – koszty realizacji czynności prowadzących do oceny wielkości zapotrzebowań i przygotowania zamówień. Istnieje ich część stała i zmienna – niezależna i zależna od wielkości zapotrzebowań,
- 2) **transportu** – związane z koniecznością przemieszczania zapasów. Istnieje ich część stała (utrzymanie pojazdów – środków transportu, płace kierowców i operatorów) i zmienna związana z ilością wykonanej pracy przewozowej i przeładunkowej (zużycie resursów, koszty paliw, itp.),
- 3) **utrzymania zapasu:**
 - finansowania – obejmujące środki finansowe przeznaczone na zakup części i materiałów stanowiących zapasy,
 - magazynowania – związane z utrzymaniem bazy magazynowej i personelu magazynów,
 - starzenia – zależne od wielkości strat części wymiennych i materiałów w czasie przechowywania,
- 4) **braku zapasu** – koszty wywołane przez skutki przestoju urządzeń i nie wykonania określonych zadań operacyjnych z powodu braku części zamiennych lub materiałów eksploatacyjnych.

Decydujący wpływ na efektywność działania systemu mają koszty utrzymania i koszty braku zapasu. W oparciu o analizę tych kosztów można tak określić wielkość zapasu średniego Z^* aby koszt całkowity osiągnął wartość minimalną.



1 - koszt braku zapasu; 2 - koszt utrzymania zapasu;
3 - całkowity koszt zaopatrywania

Metody planowania zapasów

- a) **metody statystyczne** – planowane wielkości zapasów wyznaczone są na podstawie danych z ubiegłych okresów. Zakłada się, że procesy eksploatacji powtarzają się cyklicznie;
- b) **metody techniczne** – wielkości zapasów obliczane są na podstawie założeń technicznych, np. intensywności zużycia materiałów i zużycia części wymiennych oraz intensywności eksploatacji dla okresu planowania. Metody te nie uwzględniają czynników losowych zakłócających działanie systemu eksploatacji i systemu zaopatrywania;
- c) **metody techniczno-ekonomiczne** – przy ustalaniu średniego poziomu zapasów lub wielkości partii dostaw uwzględniane są założenia techniczne oraz czynniki ekonomiczne;
- d) **metody statystyczno-analityczne** – podstawę do obliczeń stanowią założenia techniczno-ekonomiczne oraz dane o wielkościach zapotrzebowań w okresach ubiegłych. Mogą być traktowane jako połączenie metod wyżej przedstawionych.

W procesie zaopatrywania magazyn może być traktowany jako element sumujący dynamicznie.

Wielkość zapasu w chwili t : $Z(t) = Z_0 + \sum_i q_i(t_i) - \sum_j y_j(t_j)$, gdzie:

Z_0 - zapas początkowy w chwili $t = 0$,

$q_i(t_i)$ - strumień dostaw zaopatrzenia do magazynu w kolejnych chwilach czasu t_i w przedziale od 0 do t ,

$y_j(t_j)$ - strumień zrealizowanych zapotrzebowań odbiorców (zapasów zaopatrzenia wydanych z magazynu) w chwilach czasu t_j w przedziale od 0 do t .

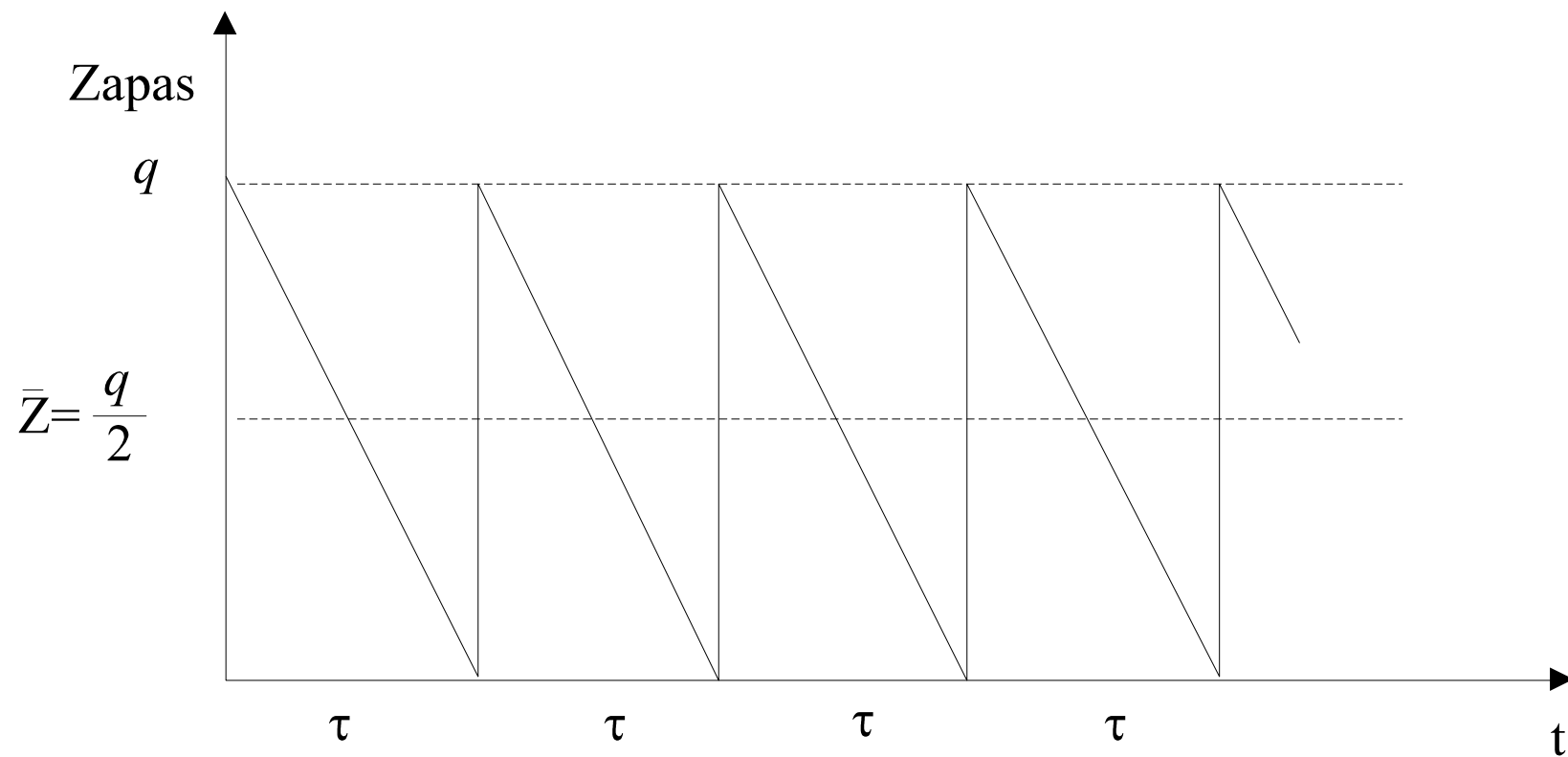
Każdy ze strumieni dostaw i zrealizowanych zapotrzebowań może być:

- ciągły: zmienny lub stały,
- dyskretny: regularny lub nieregularny (ze względu na odstępy czasu między kolejnymi dostawami) oraz stały lub zmienny (ze względu na wartość jednorazowej dostawy do magazynu),
- zdeterminowany lub losowy.

Metody wyznaczania optymalnych wielkości zapasów

Metoda Wilsona, opracowana w 1915 roku przez F. W. Harrisa, klasyczna metoda teorii zapasów. W modelu zaopatrywania przyjmuje się:

- zużycie asortymentu jest ciągle i równomierne w czasie,
- wielkość jednorazowej dostawy q jest stała,
- dostawa realizowana jest w chwili gdy poziom zapasu w magazynie osiąga wartość zero,
- kolejne dostawy następują w jednakowych odstępach czasu τ ,
- średni zapas asortymentu w magazynie jest równy $\bar{Z} = \frac{q}{2}$,
- koszt zaopatrywania w okresie T jest sumą kosztów zamówień i kosztów magazynowania,
- jednostkowy koszt zamówienia jest stały i niezależny od wielkości zamówienia i jest równy k_z ,
- jednostkowy koszt magazynowania jest równy k_m .



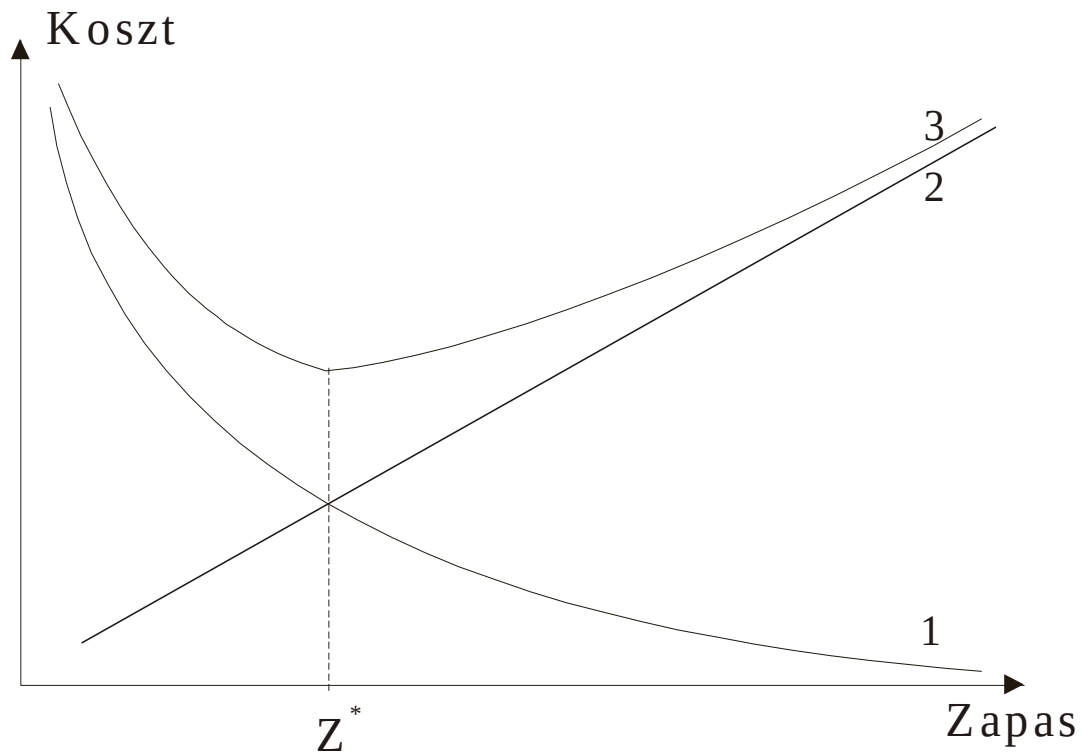
Zależność wartości zapasu w magazynie od czasu dla modelu Wilsona.

Podstawowym zadaniem metody jest wyznaczenie wartości dostawy q na podstawie analizy kosztów zaopatrywania. Niech sumaryczne zapotrzebowanie na dany asortyment w okresie T wynosi Q . Wtedy:

- liczba partii dostaw w okresie T jest równa $n = \frac{Q}{q}$,
- koszt zamówień w okresie T wynosi $nk_z = \frac{Q}{q}k_z$ (hiperboliczna funkcja wielkości dostawy),
- koszt magazynowania jest proporcjonalny do poziomu zapasu średniego i wynosi $k_m \bar{Z} = k_m \frac{q}{2}$ (liniowa rosnąca funkcja wielkości dostawy),
- całkowity koszt zaopatrywania w okresie T wyraża się zależnością $K(q) = k_z \frac{Q}{q} + k_m \frac{q}{2}$.

W celu określenia wielkości dostawy, dla której koszty zaopatrywania są najmniejsze, wyznacza się pochodną kosztów całkowitych i przyrównuje ją do zera:

$$\frac{dK(q)}{dq} = -\frac{k_z Q}{q^2} + \frac{k_m}{2} = 0 \rightarrow \frac{k_z Q}{q^2} = \frac{k_m}{2} \rightarrow q_{opt} = \sqrt{2Q \frac{k_z}{k_m}}$$



albo porównuje koszty zamówień 1
i magazynowania 2:

$$\frac{Q}{q_{opt}} k_z = k_m \frac{q_{opt}}{2}$$

$$q_{opt}^2 = 2Q \frac{k_z}{k_m}$$

$$q_{opt} = \sqrt{2Q \frac{k_z}{k_m}}$$

Model Wilsona mimo przyjęcia znacznych uproszczeń procesu zaopatrywania znajduje praktyczne zastosowania do chwili obecnej.

Metoda stałej wielkości zamówień – zamawianie kolejnych dostaw o stałej wielkości q w chwilach, gdy zapas w magazynie zmniejszy się do wartości **zapasu minimalnego** Z_{min} .

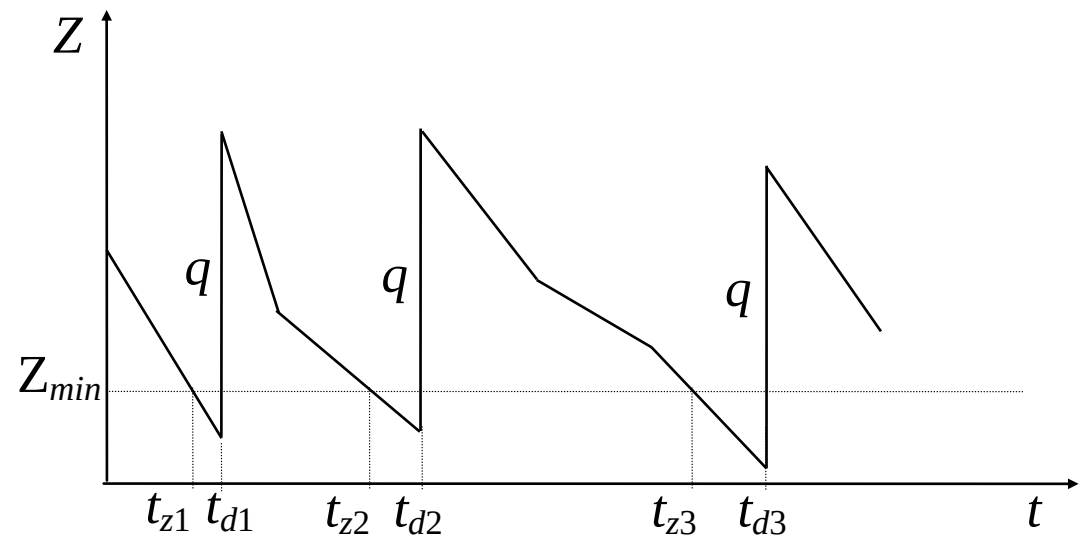
Zapasy minimalny powinien z żądanym prawdopodobieństwem zapewnić zaspokojenie potrzeb odbiorców w okresie między złożeniem zamówienia a dostawą – powinien być dostosowany do warunków, w których występuje maksymalna intensywność zapotrzebowania i najdłuższy czas między chwilą złożenia zamówienia a chwilą nadejścia dostawy:

$$Z_{min} = D_{max} T_{max}$$

D - prognozowana intensywność zapotrzebowania odbiorców,

$T = t_d - t_z$ - czas realizacji zamówienia – przedział czasu między chwilą złożenia zamówienia t_z i chwilą nadejścia dostawy t_d .

Wielkość dostawy może być określona na podstawie modelu Wilsona. Aby nie występował brak zapasów powinien być spełniony warunek: $q > Z_{min}$.



Metoda stałej długości cyklu zamawiania – przyjęcie stałego odstępu czasu między chwilami składania kolejnych zamówień, nazywanego cyklem zamawiania T_c . W kolejnych cyklach zamawia się ilość asortymentu zużytą w poprzednim cyklu zamawiania.

Należy wyznaczyć wielkość **zapasu maksymalnego** Z_{max} , który zabezpiecza z żądanym

prawdopodobieństwem zapotrzebowanie odbiorców w okresie przyjętego cyklu zamawiania. Zapas maksymalny wyznacza się dla warunków, w których występuje maksymalna intensywność zapotrzebowania z uwzględnieniem nieregularności dostaw:

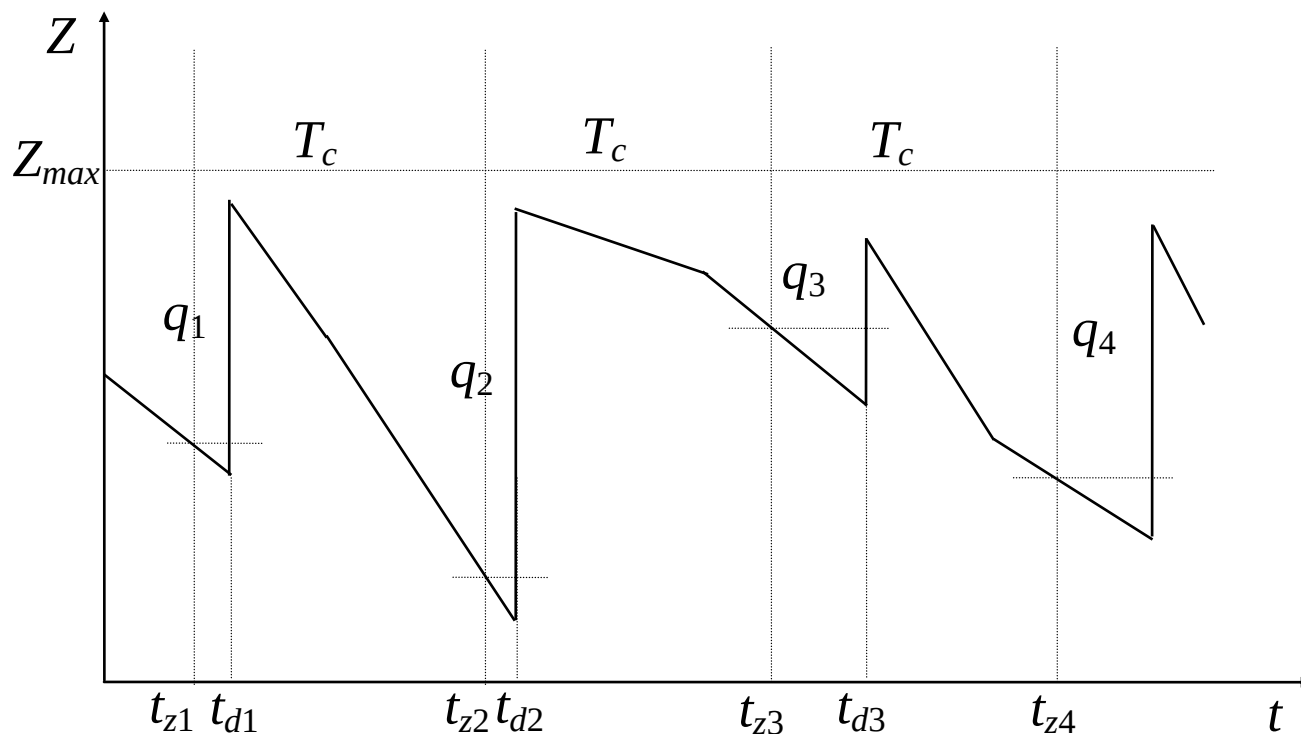
$$Z_{max} = D_{max} [T_c + (T_{max} - T_{min})]$$

D - prognozowana intensywność zapotrzebowania odbiorców,

T_c - długość cyklu zamawiania,

$T = t_d - t_z$ - czas realizacji zamówienia – przedział czasu między chwilą złożenia zamówienia t_z i chwilą nadejścia dostawy t_d .

Kolejne dostawy są równe $q(t_z) = Z_{max} - Z(t_z)$, $Z(t_z)$ jest wielkością zapasu w magazynie w chwili t_z składania zamówienia.



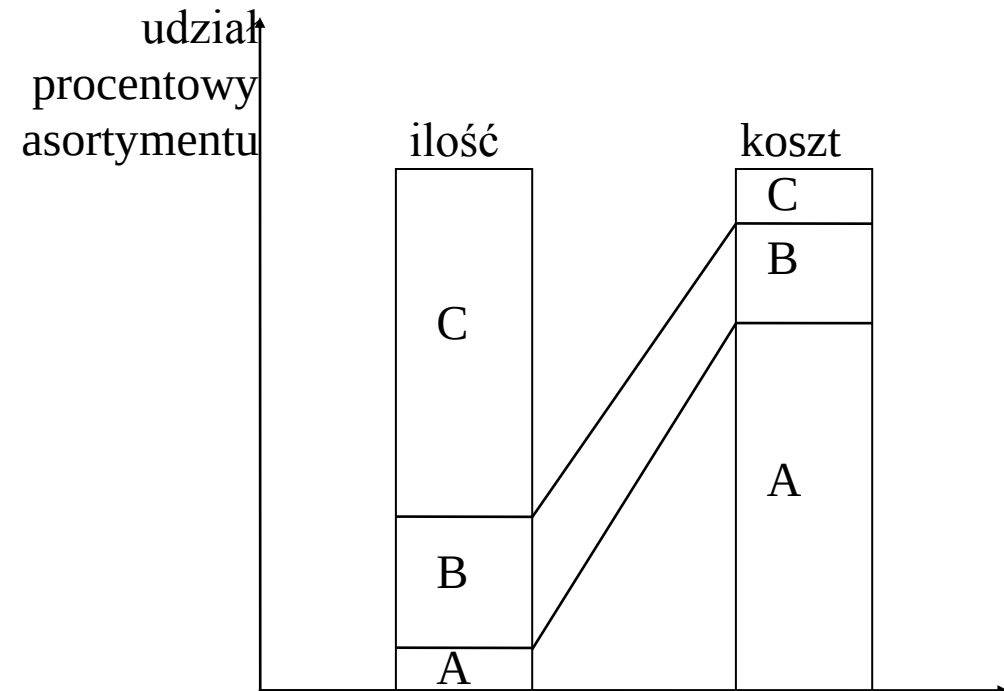
Metoda ABC planowania zapasów – podaje zasady postępowania przy planowaniu zapasów wielu asortymentów o zróżnicowanej wartości i ważności. Dokonuje się podziału asortymentów na trzy grupy według kryterium udziału asortymentu w ogólnej ilości i wartości zapasów. Sposób i dokładność planowania zapasu danego asortymentu jest zależna od tego, w której z trzech grup dany asortyment się znajduje.

Grupa A – szczególnie dokładne planowanie

i kontrola; ustalana się indywidualne normy ilościowe wyrażone w jednostkach miar właściwych dla danego asortymentu.

Grupa B – opracowuje się grupowe normy wartościowe lub grupowe wskaźniki zapasu; normy wartościowe wyrażane są w jednostkach finansowych; wskaźniki zapasu to czasowe normy zapasu wyrażane w jednostkach czasu, np. ilość dni przeciętnego zużycia, na które planowany zapas powinien wystarczać.

Grupa C – najmniej dokładne planowanie; ustala się wspólny wskaźnik zapasu wyrażany w jednostkach czasu i zbiorczą normę zapasu wyrażoną wartościowo.



Metody statystyczne planowania zapasów

Zapotrzebowanie na części zamienne i materiały eksploatacyjne ma najczęściej charakter losowy w związku z losowym przebiegiem procesów eksploatacji. Podstawę do określania zapotrzebowania stanowią dane o zużyciu asortymentów w okresach ubiegłych. Podstawowymi parametrami charakteryzującymi zapotrzebowanie jako proces losowy są wartość oczekiwana (średnia) i odchylenie standardowe wielkości zapasów i zapotrzebowań.

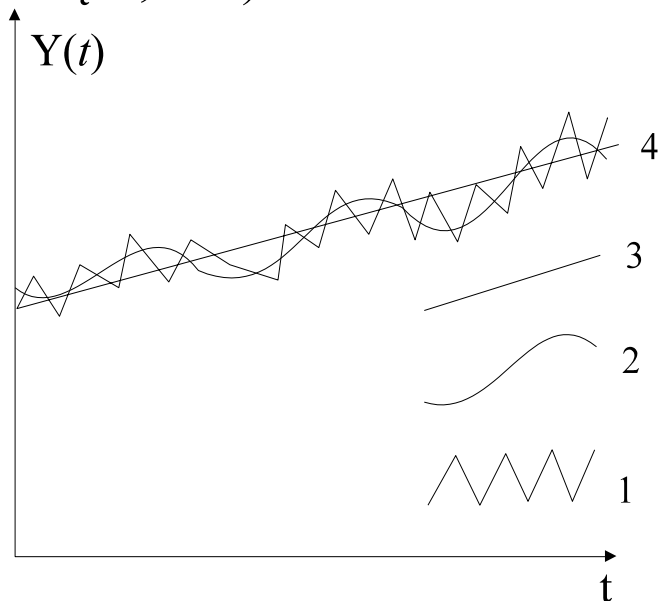
Metoda obsługi masowej– można ją zastosować jeśli charakterystycznym parametrom systemu obsługiwanego: intensywności strumienia zgłoszeń do obsługiwanego λ , intensywności obsługiwanego μ (odwrotności czasu obsługiwanego τ) i liczbie kanałów obsługi n przyporządkuje się odpowiednie parametry procesu zaopatrywania:

- a) kanałem obsługi jest zapasowa część zamienna,
- b) strumień zapotrzebowań na części zamienne odpowiada strumieniowi zgłoszeń do obsługiwanego,
- c) czasem obsługiwanego jest czas zrealizowania zapotrzebowania.

Metoda wyrównywania wykładniczego

Metody statystyczne nie mogą być bezpośrednio stosowane, jeśli średnie zapotrzebowanie na dany asortyment jest zmienne w czasie. Wyróżnia się trzy podstawowe składowe zależności zapotrzebowania na dany asortyment jako funkcji czasu:

- 1) wahania losowe – zmiany wielkości zapotrzebowania w krótkich przedziałach czasu (np. dzienne) wynikające z działania czynników losowych i wyrażające stochastyczny charakter procesów zużycia części zamiennych i materiałów,
- 2) wahania okresowe – zmiany wielkości zapotrzebowania występujące w dostatecznie długich okresach czasu, związane najczęściej z porami roku lub działaniem innych powtarzanych cyklicznie czynników,
- 3) trend – zmiany średniej wartości zapotrzebowania występujące w długich okresach czasu (miesiące, lata).



Składniki zapotrzebowania na asortyment części wymiennych lub materiałów:

- 1) wahania losowe,
- 2) wahania okresowe,
- 3) trend,
- 4) zależność zapotrzebowania od czasu.

Metoda wyrównywania wykładniczego pozwala uwzględnić istniejące trendy zapotrzebowania poprzez wyznaczenie i przyporządkowanie pewnych współczynników wagowych w_i wartościom realizowanych zapotrzebowań z ubiegłych okresów. Współczynniki wagowe determinują wpływ kolejnych okresów poprzednich na planowaną wielkość zapasu w okresie planistycznym. Planowaną wielkość zapasu V można wyrazić ogólną zależnością: $V_j = \sum_i w_i Y_i$,

V_j - planowane wielkości zapasów dla okresu j ,

Y_i - rzeczywiste, zaobserwowane zapotrzebowanie odbiorców w poprzednich okresach i .

Planowanie zapasów w wielopoziomowych systemach zaopatrywania

W wielopoziomowym systemie zaopatrywania wyróżnia się:

- magazyny szczebla podstawowego, na którym odbywa się proces eksploatacji urządzeń,
- magazyny szczebla wyższego, występujące na kolejnych szczeblach struktury hierarchicznej systemu zaopatrywania.

Zadaniem każdego magazynu szczebla podstawowego jest pokrycie z odpowiednim prawdopodobieństwem zapotrzebowania na części zamienne i materiały systemu eksploatacji, na rzecz którego pracuje. Określona liczba magazynów szczebla podstawowego jest podporządkowana magazynowi szczebla wyższego. Zadaniem magazynu szczebla nadrzędnego jest pokrycie ewentualnego niedoboru – różnicy między rzeczywistymi potrzebami a przewidywanym poziomem zapasu w magazynach szczebla niższego.

Dowodzi się, że dla magazynu szczebla nadrzędnego zaopatrującego J magazynów szczebla podstawowego łączny zapas dodatkowy $\sum_{i=1}^J M_i$ zgromadzony we wszystkich magazynach szczebla podstawowego daje taki sam stopień zabezpieczenia ryzyka braku zapasu jak poziom zapasu $\sqrt{\sum_{i=1}^J M_i^2}$ zgromadzony w magazynie szczebla nadrzędnego.

Przedstawione metody planowania zapasów wyczerpują w niewielkim stopniu wiedzę w tym zakresie. Wielokryterialne metody planowania pozwalają na uwzględnianie wielu kryteriów efektywności gospodarowania zapasami takich jak:

- intensywność zużycia zapasu,
- koszt zaopatrywania,
- współczynnik gotowości zabezpieczanego parku urządzeń,
- czas oczekiwania na dany asortyment,
- warunki eksploatacji urządzeń,
- właściwości użytkowe części zamiennych,
- jakość eksploatacji urządzeń.

Odrębną dziedzinę w zakresie planowania zapasów stanowią metody symulacji komputerowej. Umożliwiają przeanalizowanie większej ilości czynników charakteryzujących działanie systemu oraz rozpatrywanie wielu wariantów możliwych decyzji. Istnieją pakiety oprogramowania służące do sterowania zapasami.

Rodzaje obsług

Obsługiwanie bieżące (w dniu użytkowania) (**OB**) - zespół czynności wykonywanych przed, w czasie i po zakończeniu użytkowania urządzenia przez bezpośredniego użytkownika. Zakres czynności obsługowych zawierają instrukcje, dokumentacja techniczno-ruchowa, przewodniki technologiczne poszczególnych typów urządzeń. Celem OB jest techniczne przygotowanie urządzenia do użytkowania, nadzór podczas użytkowania i bieżące usuwanie usterek powstałych w trakcie jego pracy. OB obejmuje:

- przegląd przed użytkowaniem (**PPU**), wykonywany przed uruchomieniem urządzenia oraz bezpośrednio po uruchomieniu; sprawdza się działanie układów i mechanizmów decydujących o bezpieczeństwie użytkowania, wyposażenie oraz wygląd urządzenia,
- przegląd w trakcie użytkowania (**PWU**), wykonywany podczas przerw organizacyjnych w trakcie realizacji zadań operacyjnych z urządzeniem; sprawdza się stan techniczny urządzenia oraz usuwa zauważone usterki,
- obsługiwanie po użytkowaniu (codzienne) (**OC**), wykonywane po zakończeniu użytkowania urządzenia w danym dniu; ma na celu doprowadzenie urządzenia do pełnej zdolności i przygotowanie go do ponownego użytkowania; obejmuje między innymi uzupełnianie nośników energii, czyszczenie, mycie, konserwację itp.

Obsługiwanie okresowe (OO) wykonuje się po zużyciu przez urządzenie określonego ресурсu. Normy resursów międzyobsługowych i zakresy czynności obsługowych zawierają instrukcje, dokumentacja techniczno-ruchowa i przewodniki technologiczne poszczególnych typów urządzeń oraz ustalenia wewnętrzne w przedsiębiorstwach. Celem OO jest wykonanie obowiązkowych prac smarowniczych, regulacyjnych, odnawiających (np. związanych z wymianą płynów eksploatacyjnych i wkładów filtracyjnych) i innych, których częstotliwość jest mniejsza od częstotliwości OB oraz zapobieganie przyczynom powodującym nadmierne zużycie lub uszkodzenia zespołów, podzespołów i części urządzeń. Podczas wykonywania OO należy ściśle przestrzegać postanowień zawartych w aktach normatywnych, określających zasady użytkowania i obsługi technicznego urządzeń oraz zaleceń kierownika eksploatacji przedsiębiorstwa. OO urządzeń w zależności od zakresu wykonywanych czynności dzieli się na:

- obsługiwanie niższego rzędu (np. obsługiwanie okresowe nr 1 (**OO1**)), które może wykonać bezpośredni użytkownik urządzenia z udziałem specjalistów z brygad remontowych (warsztatu),
- obsługiwanie wyższych rzędów (np. obsługiwanie okresowe nr 2 (**OO2**), nr 3 (**OO3**) itd.), które wykonują specjaliści z brygad remontowych (warsztatu) z lub bez udziału bezpośredniego użytkownika urządzenia; obsługiwanie w przedsiębiorstwach zewnętrznych wykonywane są tylko pod nieobecność bezpośredniego użytkownika.

Obsługiwanie specjalne (OS) wykonuje się w szczególnych przypadkach wynikających ze specyfiki eksploatacji danego typu urządzeń. Zakres czynności, jaki należy wykonać podczas OS, określają odpowiednie instrukcje o eksploatacji poszczególnych rodzajów urządzeń. Celem OS jest zapewnienie utrzymania zdolności urządzenia w czasie użytkowania w warunkach jakościowo odmiennych od standardowych. Do OS zalicza się między innymi czynności przygotowujące urządzenie do pracy w warunkach nadmiernego zapylenia powietrza, ekstremalnie wysokich lub niskich temperatur otoczenia, czynności przygotowujące urządzenie do transportu, obsługiwanie osprzętu specjalnego zamontowanego na urządzeniach itp. OS wykonują bezpośredni użytkownicy urządzeń i, jeśli zachodzi taka konieczność, specjaliści z brygad remontowych (warsztatu).

Obsługiwanie podczas przechowywania (OP) ma na celu zabezpieczenie przechowywanych urządzeń przed skutkami niszczącego oddziaływania otaczającego środowiska. OP wykonuje bezpośredni użytkownik urządzenia lub specjalna grupa konserwatorów w czasie przygotowania do przechowywania, w czasie przechowywania i w czasie przygotowania do użytkowania po przechowywaniu. Zakres czynności wykonywanych w trakcie OP określają instrukcje specjalistyczne. OP obejmuje:

- obsługiwanie przed przechowywaniem, obejmujące: diagnozowanie, wykonanie kolejnego OO, wprowadzenie urządzenia na miejsce przechowywania, wykonanie czynności wchodzących w zakres przeglądu bez sprawdzania działania, zdjęcie osprzętu i wyposażenia oraz wykonanie dodatkowych czynności konserwacyjnych, wykonanie powłok ochronnych, podłączenie i uruchomienie urządzeń technicznych zabezpieczających proces przechowywania (np. osuszających powietrze otaczające przechowywane urządzenia), ewentualne utworzenie dokumentacji przechowywania, zawierającej informacje o metodzie przechowywania, dacie postawienia na przechowywanie i dacie planowanego zdjęcia z przechowywania, cyklu obowiązujących przeglądów i obsług oraz dodatkowe informacje wynikające ze specyfiki przechowywania (np. dane o miejscu przechowywania zdjętego osprzętu i wyposażenia),

- obsługa w czasie przechowywania, wykonywane w celu utrzymania urządzeń we właściwym stanie technicznym i składające się z:

1. przeglądu codziennego (**PC**), wykonywanego na wszystkich egzemplarzach przechowywanych urządzeń w godzinach porannych oraz dodatkowo w innym czasie w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków atmosferycznych (burze, obfite opady, silny wiatr, grad itp.); zakres PC w zależności od zastosowanej metody przechowywania oraz wyposażenia technicznego obejmuje sprawdzenie: stopnia wilgotności wewnątrz urządzeń lub magazynu, ukończenia i opłombowania urządzeń, zewnętrznego stanu opakowań, plandek i pokrowców, stanu powłok konserwacyjnych, wycieków płynów eksploatacyjnych, śladów korozji, stanu urządzeń technicznych, regałów, szaf,
2. przeglądu bez sprawdzania działania (**PBS**), wykonywanego w określonych chwilach czasu a także doraźnie na urządzeniach, w których podczas przeglądu codziennego stwierdzono zmiany korozyjne lub starzeniowe, uszkodzenie elementów uszczelnienia (pokrowca) lub wilgotność powyżej 50 % wewnątrz urządzeń; PBS polega na sprawdzeniu stanu technicznego wszystkich podstawowych mechanizmów i układów urządzeń bez ich uruchamiania oraz wyposażenia urządzeń zgodnie z wymaganiami instrukcyjnymi dla danego rodzaju maszyn; PBS planuje kierownik eksploatacji przedsiębiorstwa, a wykonuje stała komisja powołana np. decyzją dyrektora przedsiębiorstwa,

3. przeglądu ze sprawdzeniem działania (**PZS**), wykonywanego po dłuższym czasie przechowywania na wszystkich egzemplarzach przechowywanych urządzeń oraz na urządzeniach, które w wyniku PBS otrzymały ocenę negatywną; PZS obejmuje czynności pełnej diagnostyki technicznej oraz sprawdzenie osprzętu i wyposażenia indywidualnego,
4. przeglądu specjalnego (**PS**), któremu podlega urządzenie, którego warunki techniczno-eksploatacyjne wymagają okresowego uruchamiania, sprawdzenia lub wykonania innej czynności w celu utrzymania zdolności,

Wykryte podczas przeglądów ewentualne usterki powinny być niezwłocznie usunięte. Sprawdzone zdolne urządzenia należy poddać ponownemu zabezpieczeniu w zakresie odtwarzającym naruszony system ochronny.

- obsługiwanie po magazynowaniu, którego zakres w zależności od zastosowanej metody przechowywania obejmuje: odłączenie urządzeń technicznych zabezpieczających proces przechowywania, zdjęcie powłok konserwacyjnych i dodatkowych zabezpieczeń oraz założenie zdjętego osprzętu i wyposażenia.

Urządzenia należy zdejmować z przechowywania zgodnie z kartą technologiczną opracowaną dla określonego rodzaju urządzeń. Po zdjęciu urządzenia z przechowywania należy wykonać czynności PPU.

Rodzaje napraw:

- **naprawa bieżąca** wykonywana w sytuacji wykrycia uszkodzenia w celu jego usunięcia i przywrócenia zdatności; jej zakres zależy od rodzaju wykrytego uszkodzenia (uszkodzeń),
- **naprawa planowa** wykonywana po wyczerpaniu ресурсu międzynaprawczego o zakresie określonym przez producenta urządzenia lub kierownictwo systemu eksploatacji dla danej strategii eksploatacji urządzeń przyjętej w systemie eksploatacji,
- **modernizacja** wykonywana na skutek starzenia moralnego urządzeń w sytuacji braku możliwości lub celowości wymiany urządzeń na nowe; modernizacja nie zmienia funkcji użytkowych urządzenia, tylko zwiększa jego efektywność i bezpieczeństwo.

Adaptacja – zmiana funkcji użytkowych urządzenia.

Obsługi i naprawy realizowane dla danego urządzenia są wykonywane cyklicznie i wszystkie tworzą cykl obsługowo-naprawczy.

Uwarunkowanie prawne eksploatacji urządzeń

- jakie ma być produkowane urządzenie (certyfikacja, deklaracja zgodności) – ustawy o systemie zgodności i akty do nich wykonawcze określające wymagania konstrukcyjno-funkcjonalne dla produktów podlegających obowiązkowi certyfikacji i wszystkich innych, na których chce się umieścić oznaczenie CE; unijne normy zharmonizowane i dyrektywy maszynowe,
- jak eksploatować urządzenia w pracy – kodeks pracy i akty do niego wykonawcze określające minimalne wymagania dla bhp w zakresie użytkowania maszyn w pracy; unijne dyrektywy narzędziowe (socjalne),
- jak eksploatować urządzenia w domu – prawo cywilne,
- jak sprawdzać stan technicznych urządzeń – ustawa o dozorze technicznym i akty do niej wykonawcze określające sposób kontroli wybranych urządzeń niezależnie od miejsca ich pracy,
- jaki ma być pojazd (homologacja, świadectwo homologacji) – ustawa o homologacji pojazdów i akty do niej wykonawcze określające wymagania dla pojazdów, ONZ-owskie i unijne dyrektywy pojazdowe,
- jak eksploatować pojazdy w pracy i w domu – prawo o ruchu drogowym i akty do niego wykonawcze regulujące ruch drogowy,
- jak sprawdzać stan technicznych pojazdów – prawo o ruchu drogowym i akty do niego wykonawcze określające sposób kontroli pojazdów,
- jak maksymalizować jakość świadczonego produktu (świadczonej usługi lub produkowanej rzeczy) poprzez powtarzalność wykonywanych operacji – np. norma PN-EN ISO 9001:2001.