

ANALIZA STANU TECHNICZNEGO WYBRANYCH TYPÓW SMUGACZY Z POCISKÓW ARTYLERYJSKICH PO DŁUGOLETNIM PRZECHOWYWANIU

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę statystyczną wieloletnich wyników badań smugaczy z pocisków artyleryjskich jako reprezentatywnych dla badania wpływu procesu naturalnego starzenia na wskaźniki jakościowe podczas długoletniego składowania. Analizowano wpływ czasu składowania na decyzje dotyczące jakości partii po badaniach na niezgodności charakteryzujące stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia. Dokonano także analizy wpływu cykli badania na występowanie niezgodności w ustalonych klasach i na kolejne decyzje jakościowe. Przeprowadzona analiza potwierdza przypuszczenie, że poziom jakości zbioru składowanych smugaczy nr 1, nr 2, nr 5, nr 7 i nr 8 ulega polepszeniu wraz z wpływem czasu składowania. Frakcja decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania ma charakter rosnący i jest zależnością dodatnią. Można przyjąć, że prowadzone badania diagnostyczne zwiększają poziom jakości zbioru składowanych partii smugaczy. Przeprowadzona analiza może mieć istotne znaczenie dla modyfikacji metodyki badań smugaczy z pocisków artyleryjskich.

THE TECHNICAL CONDITION ANALYSIS OF SELECTED TYPES OF TRACERS FROM ARTILLERY PROJECTILES AFTER LONG - TIME STORAGE.

Abstract: In this article there was presented statistical analysis of multiyear research results of tracers from artillery projectiles as representative for research of natural ageing process influence on indicators of quality during long-time storage. There was analysed the influence of storage time on decisions connected with the quality of the lots after research for inconsistencies characterizing the advancement level of the natural ageing process. The cycles research influence analysis on occurrence of inconsistencies in definite grades and for the next quality decisions was carried out. The conducted analysis confirms assumptions that the quality level of the set of the stored tracers number 1, number 2, number 5, number 7 and number 8 improve with storage time. The fraction of positive decisions depending on storage time has a increasing character and is a positive dependence. It can be assumed that conducting diagnostic research allows improving the level quality of stored tracers lots. The performed analysis can be essentially relevant to modify the research methodology of the artillery projectiles tracers.

1. Wstęp

W pociskach artyleryjskich smugacz stanowi oddzielny element wmontowany bezpośrednio w dno pocisku i zarolowany bądź dokręcony. Może być umieszczony również w specjalnej wkładce, którą wkłada się w dno pocisku.

Zadaniem smugaczy jest wytwarzanie smugi świetlnej na torze lotu pocisków przeznaczonych do niszczenia celów odkrytych stałych, a przede wszystkim ruchomych.

Smuga świetlna, pozostająca za pociskiem, umożliwia strzelającemu obserwowanie toru lotu i szybkie wnoszenie poprawek w przypadku odchylenia się pocisków od wymaganego kierunku.

Wskazywanie toru pocisków znajduje szerokie zastosowanie przy strzelaniu do czołgów, wozów pancernych, samolotów oraz schronów bojowych itp..

Masy smugowe są to mieszaniny substancji palnej i zabarwiającej płomień, utleniacza i materiału wiążącego. W skład masy smugowej wchodzi zazwyczaj około 45% azotanu strontu, 28% proszku magnezowego, 9% pudru aluminowego, 8% grafitu i 10% żywiczynu wapnia [1].

Zasadniczym wymaganiem, któremu powinien odpowiadać smugacz jest dobra widoczność płomienia w dzień i w nocy. Smugacz zapala się w lufie podczas strzału od płomienia ładunku miotającego naboju. Wyjątek stanowią smugacze przeciwpancernych pocisków kierowanych, w których zapłon smugacza następuje od spłonki elektrycznej za pośrednictwem aparatury pokładowej wyrzutni.

Analizie statystycznej poddano smugacze nr 1, nr 2, nr 5, nr 7 oraz nr 8. Pozostałe smugacze nie były analizowane ze względu na zbyt małą ilość wyników badań. Wykonana analiza zawiera wszystkie dotychczasowe wyniki badań smugaczy jakie zostały wykonane do końca 2009 roku.

W tabeli 1 podano wykaz analizowanych smugaczy stosowanych w amunicji artyleryjskiej.

Tabela 1

Numer smugacza	Zastosowanie	Wymiary zewnętrz.(mm)	Czas palenia (s)	Światłość (cd)
Nr 1	57 mm poc. smug. do armaty wz. 43 i SD-57; 76 mm poc. ppanc.-smug. do armaty wz. 43, SU i czołg.; 85 mm poc. ppanc.-smug. do armaty D-44, wz. 39, SU i czołg.; 152 mm poc. ppanc.-smug. do hb-arm. wz. 37.	Średnica = 10,65; h=16,90	1,5 ÷ 3	4000
Nr 2	57 mm poc. ppanc.-smug., do armaty plot. S-60 i S-68; 100 mm poc. ppanc.-smug. podkalibrowy do armaty SU i czołg,	Średnica = 20,00 h=20,50	>2	15000
Nr 5	37 mm poc. odł.-smug. do armaty plot. wz. 39; 37 mm poc. ppanc.-smug. do armaty plot. wz. 39.	Średnica = 13,74 h=29,00	6÷10	4000

Tabela 1 cd.				
Numer smugacza	Zastosowanie	Wymiary zewnętrz.(mm)	Czas palenia (s)	Światłość (cd)
Nr 7	85 mm poc. ppanc.-smug. do armaty D-44, D-48, D-48N, wz. 39, SU i czołg.; 100 mm poc. ppanc.-smug. do armaty wz. 44, KS-19, SU i czołg.; 122 mm poc. ppanc.-smug. do armaty wz. 31/37, SU i czołg..	Średnica = 19,84 h=36,60	2÷6	10000
Nr 8	57 mm poc. odł.-smug. do armaty plot. S-60 i S-68.	Średnica = 24,84 h=48,80	>10	17000

2. Właściwości smugaczy

Najważniejszymi cechami (z punktu widzenia użytkowników) jakimi powinny się charakteryzować smugacze to bezpieczeństwo i niezawodność działania czyli trwałość fizyko-chemiczna masy smugowej.

Trwałość traktowana jest jako odporność tej masy smugowej na warunki występujące podczas eksploatacji czyli podczas długoletniego składowania w magazynach, pod wiatami i w wozach bojowych przy naturalnych zmianach atmosferycznych – temperatury i wilgotności.

Ogólnie badaniom podlega sprawdzenie szeregu właściwości fizyko-chemicznych masy smugowej, które decydują o prawidłowym stanie technicznym smugaczy. Szczegółowo natomiast bada się następujące właściwości (cechy) smugaczy:

- odporność na korozję części metalowych,
- wilgotność masy smugowej,
- puchnięcie masy smugowej,
- wykwity soli w masie smugowej,
- czas palenia się masy smugowej,
- gęstość kostek smugacza,
- niepalenie się lub zgaśnięcie smugacza,
- pęknięcie kostek smugacza,
- aktywność metalu,
- kruchość kostek smugowych.

Właściwości podzielono na trzy klasy ważności: A, B i C. Klasy B i C charakteryzują bezpieczeństwo i niezawodność działania, klasa A charakteryzuje stopień zaawansowania procesu naturalnego starzenia.

Objaśnienia decyzji prognostycznych podejmowanych po badaniach:

- B5, B3 – „wynik badania laboratoryjnego pozytywny”, partia jest zdatna do użytkowania i składowania, następne badanie diagnostyczne przeprowadzić po 5 lub 3 latach składowania. Okres gwarancji 5 lub 3 lata.
- BS – wyniki badań laboratoryjnych są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej „partie należy badać strzelaniem”.
- W – partia niezdatna do użytkowania i składowania – „wycofać z uzbrojenia”.

3. Analiza jakości smugaczy

Analizie statystycznej poddano wyniki badań diagnostycznych próbek pochodzących ze składowanych partii smugaczy następujących typów:

- smugacze nr 1 – 71 próbek,
- smugacze nr 2 – 60 próbek,
- smugacze nr 5 – 133 próbki,
- smugacze nr 7 – 193 próbki,
- smugacze nr 8 – 402 próbki.

Zbiory wyników badań ww. smugaczy są najliczniejsze i reprezentatywne dla tej grupy. Należy pamiętać, że zgodnie z obowiązującą metodyką badań smugacze podlegają tylko wrywkowym badaniom diagnostycznym. Dlatego też zbiory wyników badań smugaczy nie są zbyt liczne. Jednakże należy zauważyć, że przeprowadzana analiza wyników badań smugaczy z pocisków artyleryjskich jest pierwszą taką analizą przeprowadzoną dla elementów amunicji jakimi są smugacze artyleryjskie.

Badania diagnostyczne smugaczy prowadzono zgodnie z obowiązującą metodyką badań laboratoryjnych. Nie uwzględniono natomiast wyników badań strzelaniem (BS), ponieważ w badaniach tych obowiązują inne kryteria oceny partii smugaczy. Zatem wyniki tych badań nie są porównywalne bezpośrednio z wynikami badań laboratoryjnych i nie tworzą z nimi zbiorów jednorodnych. Założenie to nie wpływa w sposób istotny na wynik analizy, ponieważ ilość decyzji BS waha się w granicach $3 \div 5$ % w zależności od typu smugaczy.

Celem analizy jest poznanie procesów naturalnego starzenia smugaczy oraz wpływu tych procesów na wskaźniki jakościowe.

Jako jednostkę analizy statystycznej przyjęto wynik badania jednej próbki z partii smugaczy o liczności $n=20$. Badane właściwości przypisywane są całym partiom a nie tylko smugaczom wchodzącym w skład tych próbek.

Przyjęto alternatywę zero – jedynkową oceny właściwości badanych właściwości próbek. Występowanie w próbce określonych niezgodności przypisano wartość 1, bez względu na liczbę tych niezgodności lub smugaczy niezgodnych w próbce, a ich niewystępowaniu wartość 0. W praktyce statystyczne badanie zależności jednego czynnika na inny sprowadza się do badania zależności między tymi czynnikami. Do analizy statystycznej zastosowano zatem metody analizy regresji i korelacji pozwalające na ocenę i określenie charakteru zależności.

Współczynnik korelacji jest miarą stopnia zależności liniowej między dwiema zmiennymi. Wartość jego zmienia się w granicach od -1 do $+1$. Jeżeli jest on co do wartości bezwzględnej równy jedności, to zależność między zmiennymi jest liniową zależnością funkcyjną. Znaczy to, że każdej wartości jednej zmiennej odpowiada ściśle określona wartość drugiej zmiennej. Jeżeli współczynnik korelacji jest równy zero to zmienne są liniowo niezależne. Wartości pośrednie wskazują na stopień zależności. Im wartość bezwzględna

współczynnika korelacji jest bliższa wartości 1, tym mocniejsza jest zależność między zmiennymi. Dodatnia wartość współczynnika korelacji wskazuje, że wzrost wartości jednej zmiennej pociąga za sobą wzrost wartości oczekiwanej drugiej. Ujemna wartość współczynnika oznacza natomiast, że zmienne są zależne w taki sposób, że wzrost wartości jednej zmiennej powoduje spadek wartości oczekiwanej drugiej zmiennej.

Funkcja regresji liniowej jest funkcją opisującą korelacyjną zależność między zmiennymi. Jest to linia prosta wyznaczona metodą najmniejszej sumy kwadratów odchyłek tej linii od danych. Określa ona dla każdej wartości jednej zmiennej wartość oczekiwaną drugiej zmiennej. Pozwala zatem określić charakter zależności.

Przy stosowaniu analizy regresji i korelacji możliwe jest także sprawdzanie hipotez dotyczących istnienia zależności między badanymi zmiennymi. W przypadku tej analizy ze względu na zbyt obszerny artykuł nie dokonano sprawdzenia tych hipotez.

4. Wpływ czasu składowania na decyzje

Najbardziej ogólnym wskaźnikiem jakości partii smugaczy składowanych jest decyzja dotycząca tej partii, podjęta po zbadaniu pochodzącej z niej próbki. Dla celów niniejszej analizy zbiór wszystkich decyzji podzielono na dwa podzbiory: podzbiór decyzji dodatnich i podzbiór decyzji ujemnych. Do podzbioru decyzji dodatnich zaliczono decyzję B5 oraz B3, a więc decyzje o zgodności partii z wymaganiami oraz jej zdatności do użytku i składowania. Do podzbioru decyzji ujemnych zaliczono decyzje BS oraz W. Jak widać kryteria tej analizy zostały zaostrożone poprzez przyjęcie decyzji BS jako decyzji ujemnej. Podjęciu decyzji dodatniej przypisano wartość 1, ujemnej wartość 0.

Przyjęto, że jakość całego zbioru partii danego rodzaju smugaczy w danej chwili badania może zależeć od okresu przechowywania poszczególnych partii tego zbioru oraz od decyzji o jakości tych partii podejmowanych w wyniku ich uprzednich badań diagnostycznych. Efektem wpływu czasu składowania jest występowanie zmian starzeniowych smugaczy, mogących powodować powstawanie niezgodności ze względu na poszczególne właściwości smugaczy.

Przy badaniu charakteru tej zależności przyjęto, że zmienną zależną jest frakcja (lub procent) podjętych decyzji dodatnich. Frakcja jest zatem stosunkiem liczby podjętych decyzji dodatnich do ogólnej liczby decyzji. Jako zmienną niezależną przyjęto czas składowania do chwili danego badania. Czas ten jest liczony w latach jako różnica między rokiem danego badania i rokiem produkcji badanej partii smugacza.

Na rys. 1÷4 przedstawiono frakcje decyzji dodatnich w funkcji czasu składowania. Frakcja decyzji dodatnich dla danego czasu składowania x_i jest więc tu frakcją tych decyzji podjętych w przedziale czasu składowania od x_{i-1} do x_i . Na podstawie krzywych łamanych reprezentujących poszczególne rodzaje smugaczy można stwierdzić, że wraz ze zmianą czasu składowania występuje tendencja zmiany frakcji decyzji dodatnich.

Przebiegi krzywych dla smugaczy nr 2 na rys. 2 oraz dla smugaczy nr 7 na rys. 3 są zbliżone. Spowodowane jest to faktem małej ilości decyzji negatywnych jakie zostały podjęte w tego typu smugaczach. Natomiast przebiegi krzywych dla smugaczy nr 1 na rys. 1 oraz dla smugaczy nr 8 na rys. 4 wskazują na istnienie zależności frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania. Wykonanie przebiegu krzywej dla smugaczy nr 5 nie miało sensu, ponieważ w tego typu smugaczach wszystkie dotychczasowe wyniki badań były wynikami pozytywnymi.

Współczynnik korelacji liniowej „r” dla smugaczy nr 1 wynosi: 0,05803, dla smugaczy nr 2 wynosi: 0,01309, dla smugaczy nr 7 wynosi: 0,22845 oraz dla smugaczy nr 8 wynosi: 0,39288. Oznacza to, że we wszystkich przypadkach frakcja decyzji dodatnich nie zależy w sposób istotny od czasu składowania. Zależności te są dodatnie, więc wpływ czasu

składowania powoduje polepszenie się frakcji podejmowanych decyzji dodatnich. Wystąpiło więc polepszenie się stanu jakościowego składowanych zbiorów smugaczy.

Należy jednak podkreślić, że zaobserwowane wartości frakcji decyzji dodatnich nie oznaczają faktu, iż im badana partia smugacza jest starsza tym jej stan jakościowy jest lepszy. Taki stan rzeczy może być spowodowany zbyt małą ilością badanych partii smugaczy, będących w późniejszym wieku składowania co oznacza, że w rzeczywistości więcej było badanych partii smugaczy, które w chwili badania miały nie więcej niż 25 lat. Należy tu podkreślić, że niektóre partie smugaczy w momencie badania miały prawie 50 lat, jednakże jak już wspomniano wyżej były to śladowe ilości.

5. Wpływ cyklu badania na decyzje

Systematyczne prowadzenie badań diagnostycznych jest czynnikiem mogącym mieć wpływ na jakość składowanych smugaczy. W wyniku tych badań ze zbioru usuwane są partie niezgodne z wymaganiami. W konsekwencji w kolejnych cyklach badawczych jakość zbioru partii smugaczy powinna ulegać poprawie, a więc powinna rosnać frakcja decyzji dodatnich uzyskanych podczas badań. Celem pełniejszego zbadania tego zjawiska przeprowadzono analizę zależności procentu decyzji dodatnich od czasu składowania w kolejnych cyklach badania. Jako zmienną niezależną przyjęto czas składowania, a jako zmienną zależną procent decyzji dodatnich. Na rysunkach 5÷9 wykreślono otrzymane procenty decyzji dodatnich dla kolejnych cykli badania w zależności od czasu składowania odpowiednio dla wszystkich rodzajów smugaczy rozpatrywanych w tej analizie.

W przypadku smugaczy nr 1, które badane były w trzech cyklach badawczych, na rys. 5 w cyklu pierwszym występuje tendencja do zmniejszania się procentu decyzji dodatnich wraz ze wzrostem czasu składowania. Natomiast w drugim cyklu badawczym widać drastyczną tendencję zwiększania się procentu decyzji dodatnich wraz z upływem czasu składowania. Dla trzeciego cyklu trudno jest określić tendencję z uwagi na zbyt małą ilość obserwacji w tym cyklu badawczym. Wydaje to się potwierdzać przypuszczenie o poprawiającym jakością wpływie badań diagnostycznych.

W przypadku smugaczy nr 2, które badane były w pięciu cyklach badawczych, w cyklach od 1 do 3 na rys. 6 występuje ostra tendencja zmniejszania się procentu decyzji dodatnich wraz z upływem czasu składowania. Tylko w czwartym cyklu badań widoczny jest wzrost procentu decyzji dodatnich wraz ze wzrostem czasu składowania. Dla piątego cyklu za mało jest wyników obserwacji.

Na rys. 7 przedstawiono wykresy procentu decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania w pięciu cyklach badawczych dla smugaczy nr 5. W pierwszym cyklu badań widać ostrą tendencję zmniejszania się procentu decyzji dodatnich, w drugim cyklu widać lekko wzrastającą tendencję natomiast w trzecim cyklu występuje ostra tendencja zwiększania się procentu decyzji dodatnich w miarę upływu czasu składowania. Czwarty cykl nie wykazuje tendencji zmian oraz w piątym cyklu jest za mało wyników obserwacji aby określić tendencję zmian. Wyniki badań w trzecim cyklu potwierdzają przypuszczenie o poprawiającym jakością wpływie badań diagnostycznych.

W przypadku smugaczy nr 7 na rys. 8, pierwsze trzy cykle badań wykazują ewidentny spadek procentu decyzji dodatnich w relacji czasu składowania. Czwarty cykl badań ma tendencję wzrostową natomiast w piątym jest za mało wyników obserwacji, aby określić rodzaj tendencji.

Na rys. 9 przedstawiono wykresy procentu decyzji dodatnich w zależności od czasu składowania w pięciu cyklach badawczych dla smugaczy nr 8. W pierwszych dwóch cyklach badań widać spadek procentu decyzji dodatnich w miarę upływu czasu składowania,

natomiast w trzecim i czwartym następuje wzrost tego procentu. Ten fakt potwierdza tezę o poprawiającym jakości wpływie badań diagnostycznych. W piątym cyklu badawczym mamy za mało wyników obserwacji, aby określić tendencję zmian.

6. Wpływ cyklu badania na występowanie niezgodności

W praktyce prowadzenia badań, partia smugaczy zbadana w 1-wszym cyklu po 10 latach składowania, nie zawsze jest badana w 2-gim cyklu w 16-tym roku składowania, po uzyskaniu decyzji B-5 lub w 14-tym roku, po uzyskaniu decyzji B-3. Także pierwszy cykl często jest rozpoczynany w różnych datach składowania. Głównie wiąże się to z przydzielaniem corocznie coraz mniejszych środków finansowych na badania amunicji po długoletnim składowaniu. W sporadycznych przypadkach opóźnienie może wystąpić z powodu trudności w znalezieniu lub dowiezieniu próbek. Podjęto próbę analizy niezgodności poszczególnych klas w zależności od cyklu badania.

Na rysunkach 10÷12 przedstawiono frakcje partii smugaczy w których wystąpiły niezgodności poszczególnych klas w zależności od cyklu badania. Na rysunkach tych, w celu dokładniejszego zobrazowania, wykreślono linie regresji dla zależności między cyklem badania i frakcją próbek z niezgodnościami poszczególnych klas dla analizowanych smugaczy. W przypadku smugaczy nr 1, nr 2, i nr 5 wzięto pod uwagę tylko niezgodności B, ponieważ pozostałe klasy niezgodności nie występowały. Niestety nie udało się wykreślić krzywych zmian z uwagi na zbyt małą ilość obserwacji. W przypadku tych smugaczy dysponujemy tylko wynikami z dwóch cykli badawczych, dlatego też nie można wykreślić krzywej regresji tylko dla dwóch wartości zmiennej losowej.

Na rys. 10 przedstawiono wykres zależności frakcji niezgodności klasy B od cyklu badania dla smugaczy nr 7. Jak widać z wykresu niezgodności klasy B wystąpiły podczas badania tych smugaczy w czterech cyklach badawczych. Ujemna wartość współczynnika korelacji oraz przebieg linii regresji świadczy o fakcie zmniejszania się frakcji partii z niezgodnościami klasy B w miarę upływu czasu składowania.

W przypadku smugaczy nr 8 na rys. 11 widzimy także tendencję spadkową frakcji niezgodności klasy B. Podobny charakter zmian ma krzywa na rys. 12, która przedstawia zależność frakcji niezgodności klasy C od cyklu badania. Analizując powyższe wykresy należy pamiętać, że tendencje spadkowe tych niezgodności w obu przypadkach uwarunkowane są także zmniejszeniem się ilości obserwacji badanych w kolejnym cyklu badawczym.

Przedstawione wykresy zależności frakcji niezgodności klasy B i C od cyklu badawczego wskazują na istnienie zależności między tymi parametrami. Duża ujemna wartość współczynników korelacji mówi o silnej tendencji spadkowej frakcji niezgodności klas B i C, co potwierdza przypuszczenie o pozytywnym wpływie prowadzonych badań diagnostycznych na jakość długoletnio składowanych partii smugaczy.

7. Wpływ czasu składowania na występowanie niezgodności

Omawiana wyżej (w punkcie 6) zależność występowania niezgodności od cyklu badania związana jest z czasem składowania. Kolejne bowiem cykle badania danej partii następują w późniejszych okresach składowania. Zależność ta nie jest funkcyjna, ponieważ rozpoczęcie pierwszego cyklu badania następuje w różnym czasie składowania partii, a ponadto czas upływający pomiędzy kolejnymi cyklami badania jest różny dla różnych partii składowanego zbioru. Kolejnym zatem przedmiotem analizy jest zależność frakcji próbek z niezgodnościami należącymi do poszczególnych klas niezgodności od czasu składowania

partii smugaczy. Jako zmienną niezależną przyjęto więc czas składowania do chwili badania. Na rys. 13÷20 przedstawiono frakcje próbek z niezgodnościami poszczególnych klas dla smugaczy analizowanych w tym artykule.

Na rys. 13 przedstawiono wykres zależności pomiędzy frakcją niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 1. W przypadku tych niezgodności widzimy tendencję wzrostową co ewidentnie podkreśla fakt spadku jakości długoletnio składowanych smugaczy.

W przypadku smugaczy nr 2 krzywa przedstawiona na rys. 14 wskazuje istotną zależność frakcji niezgodności klasy B od czasu składowania. Występuje tu podobna tendencja jak w przypadku smugaczy nr 1 z tym, że wzrost frakcji niezgodności klasy B dla smugaczy nr 2 jest nieznaczny, jednakże mówiący nam, że w miarę upływu lat składowania jakość tego typu smugaczy pogarsza się.

Na rys. 15 przedstawiono frakcję niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 5. W tym przypadku ujemny współczynnik korelacji liniowej mówi nam, że poprawia się jakość zbioru partii smugaczy w miarę wzrostu czasu składowania.

W przypadku smugaczy nr 7 analizowano niezgodności klasy B i klasy C w zależności od czasu składowania. W obu przypadkach krzywe na rys. 16 i 17 wskazują na zmniejszanie się frakcji niezgodności w miarę upływu czasu składowania. Zmniejszanie to ma dosyć ostry charakter w przypadku niezgodności klasy C. Należy zwrócić uwagę, że niezgodności klasy C są w większości niezgodnościami krytycznymi, a pojawienie się w próbce przynajmniej jednej takiej niezgodności powoduje wycofanie partii ze składowania.

Na rys. 18, 19 i 20 przedstawiono frakcję niezgodności klasy A, B i C dla smugaczy nr 8. Tylko w przypadku niezgodności klasy A widzimy wzrost frakcji tych niezgodności w miarę upływu czasu składowania. Świadczy o tym dodatni współczynnik korelacji liniowej oraz przebieg linii regresji. Natomiast w przypadku niezgodności klasy B i C frakcja niezgodności maleje w miarę zwiększania się czasu składowania. Jakość partii smugaczy poprawia się.

8. Podsumowanie

W przypadku wszystkich rodzajów smugaczy zależność frakcji decyzji dodatnich od czasu składowania ma charakter rosnący i jest zależnością dodatnią. Przebieg linii regresji wyraźnie wskazuje na fakt polepszenia się stanu jakościowego smugaczy w miarę upływu czasu składowania. Dla smugaczy nr 2 i nr 7 współczynnik korelacji liniowej jest praktycznie wielkością stałą czyli stan jakościowy tych rodzajów smugaczy lekko poprawia się w miarę upływu czasu składowania. Wzrost frakcji decyzji dodatnich jest jednoznaczny ze spadkiem decyzji niezgodnych z wymaganiami. Przebieg krzywej dla smugaczy nr 5 jest linią prostą, ponieważ wszystkie podjęte decyzje dla tego rodzaju smugaczy były decyzjami pozytywnymi. Świadczy to zatem o fakcie, że ten rodzaj smugaczy jest bardzo trwały i w miarę upływu lat przechowywania procesy naturalnego starzenia nie wpływają na jego stan techniczny. Natomiast dla smugaczy nr 1 i nr 8 widać wyraźną tendencję wzrostową frakcji decyzji dodatnich. Usuwanie w kolejnych cyklach badania, że zbioru składowanych partii smugaczy niezgodnych z wymaganiami poprawia jakość tego zbioru. Świadczy to o fakcie, że prowadzone badania diagnostyczne polepszają poziom jakościowy długoletnio składowanych partii smugaczy.

Analiza zależności frakcji niezgodności poszczególnych klas w stosunku do cyklu badania wykazała, że frakcja ta ma silną tendencję spadkową dla smugaczy nr 7 i nr 8. W przypadku smugaczy nr 8 udało się wykreślić zależności dla niezgodności klasy B i C. W

pozostałych smugaczach tj. nr 1, nr 2 i nr 5 nie było dostatecznej ilości obserwacji, aby można było przedstawić przebiegi tych krzywych.

W przypadku analizowanych zależności frakcji niezgodności od czasu składowania, smugacze nr 1 i nr 2 wykazują lekką tendencję wzrostową, czyli w miarę upływu czasu składowania niezgodności klasy B dla tych smugaczy zwiększają się. Oznacza to lekki spadek stanu jakości przechowywanych zbiorów smugaczy tych typów. Natomiast w przypadku smugaczy nr 5, nr 7 i nr 8 widać ostrą tendencję spadkową, czyli stan jakościowy tych rodzajów smugaczy poprawia się. Widać tu bardzo korzystny wpływ prowadzonych badań diagnostycznych. Ponadto należy wziąć poprawkę na zbyt małą ilość obserwacji w niektórych rodzajach smugaczy. Należy tu pamiętać o fakcie, że zgodnie z obowiązującą metodyką badawczą smugacze podlegają tylko badaniom wyrывkowym.

9. Wnioski

Dogłębna analiza stanu jakości długoletnio składowanych smugaczy z pocisków artyleryjskich wykazała, że poziom jakości składowanych zbiorów smugaczy ulega polepszeniu wraz z upływem czasu składowania, dzięki prowadzonym badaniom diagnostycznym. Podczas długoletniego składowania w smugaczach następują zmiany jakościowe wynikające z zachodzących procesów naturalnego starzenia, w wyniku których cała amunicja zmienia swoje własności fizyko – chemiczne, balistyczne i mechaniczne. Głównym czynnikiem wpływającym na to są warunki atmosferyczne, a w szczególności wilgotność, zmiany temperatury i zanieczyszczenia atmosfery, a także warunki przechowywania.

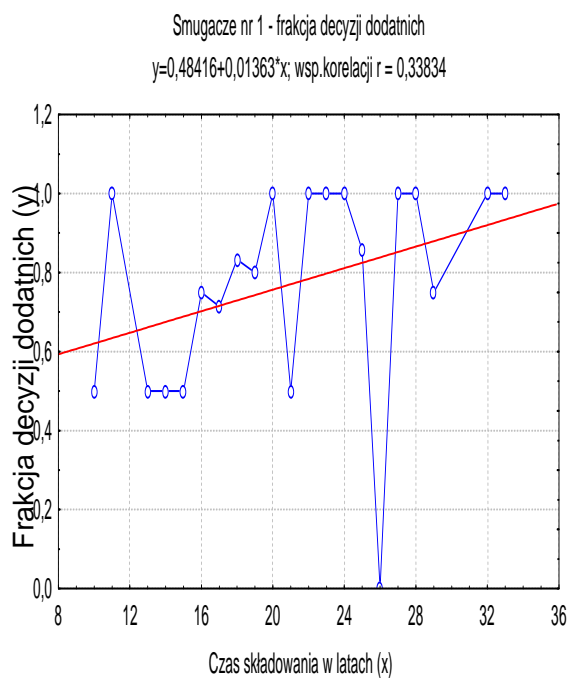
Systematyczne prowadzenie badań diagnostycznych pozwala na określenie stanu bezpieczeństwa i niezawodności działania smugaczy oraz wyeliminowanie partii niezgodnych z wymaganiami lub stwierdzenie ich dalszej przydatności do użytkowania i składowania lub przeznaczenie do likwidacji.

W wyniku usuwania partii smugaczy niezgodnych z wymaganiami ze składowanego zbioru poprawia się poziom jego jakości lub utrzymuje na stałym dobrym poziomie jakościowym.

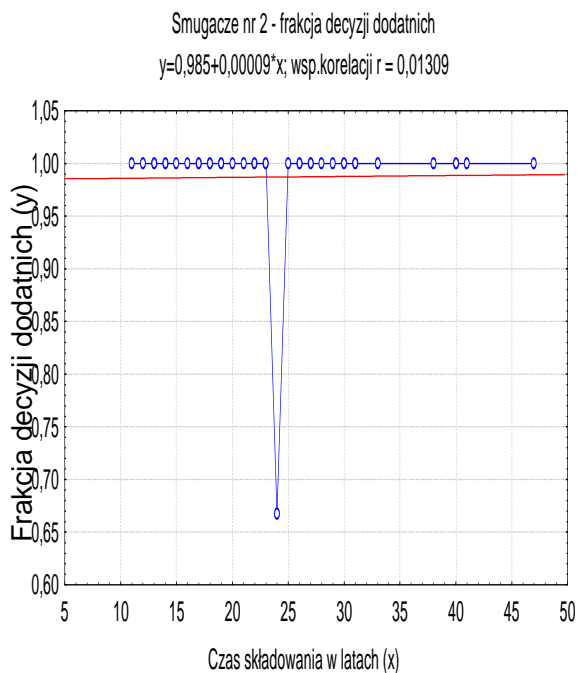
Doświadczenia wieloletnich badań wykazały, że amunicja i jej elementy, wykazują przez dziesięciolecia wysoki stopień bezpieczeństwa i niezawodności działania po upływie gwarancji producenta. Ważne jest śledzenie tych zmian i we właściwym czasie wyszukanie i wyeliminowanie partii elementów niebezpiecznych lub zawodnych.

Literatura

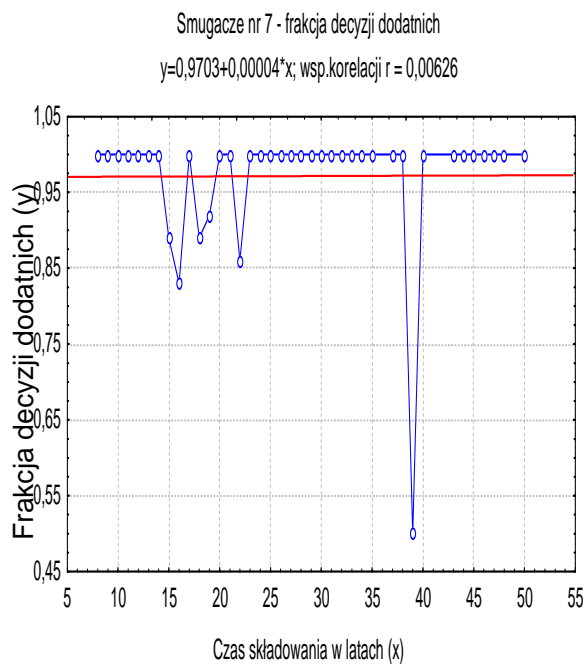
- [1] Podręcznik – Amunicja wojsk lądowych – Ministerstwo Obrony Narodowej Szefostwo Służby Uzbrojenia i Elektroniki 1985 r.;
- [2] Knychala J., Stępień L. i inni – Metodyka badań diagnostycznych amunicji – indeks N-5001 „b” 1985 r. – Archiwum WITU;
- [3] Krzysztofik M., Urbanek D. – Metody statystyczne – WNT Warszawa 1981 r.;
- [4] Sprawozdania z badań amunicji po długoletnim składowaniu – Archiwum WITU;
- [5] Statystyka 9 – Statsoft Polska 2009 r. – oprogramowanie komputerowe.



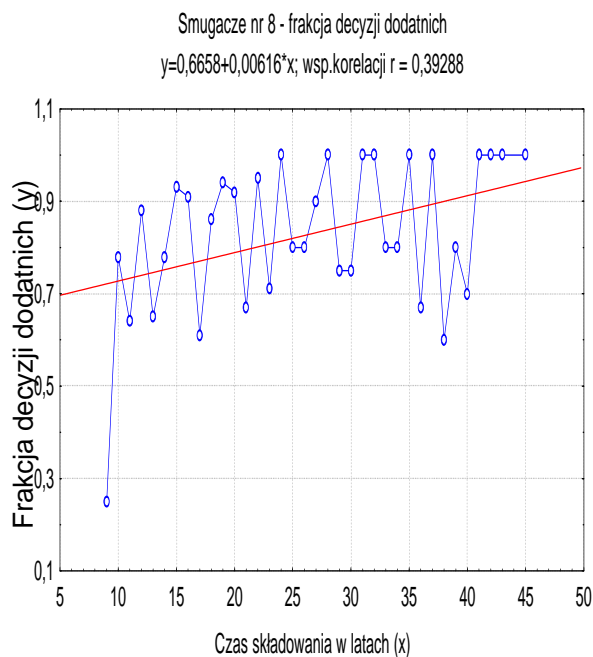
Rys.1 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tą zależność dla smugaczy nr 1.



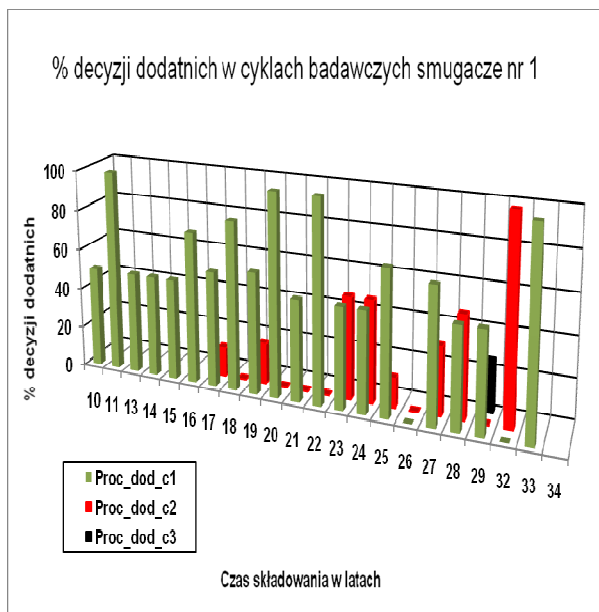
Rys.2 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tą zależność dla smugaczy nr 2.



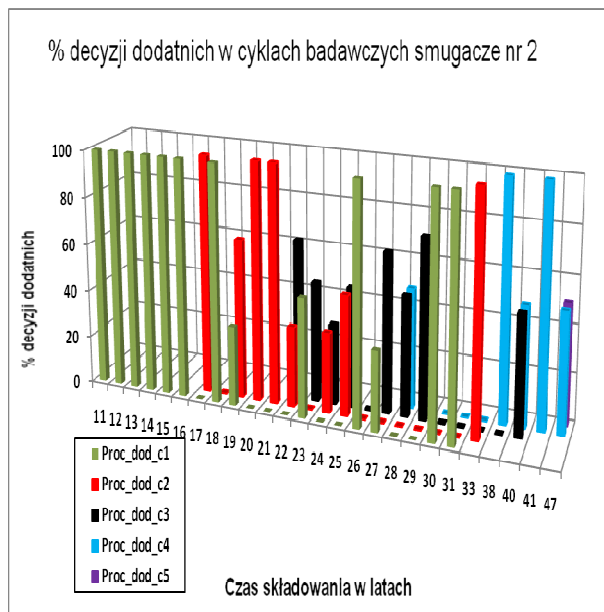
Rys.3 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tą zależność dla smugaczy nr 7.



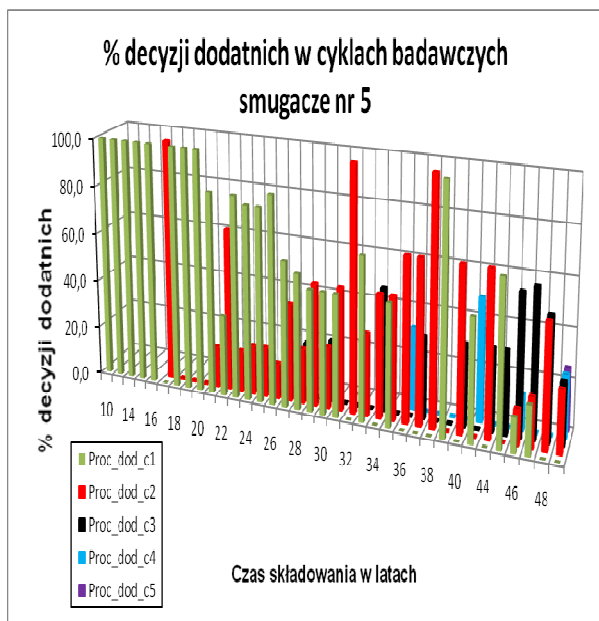
Rys.4 Wykres zależności między czasem składowania do chwili badania i frakcją decyzji dodatnich oraz linią regresji opisującą tą zależność dla smugaczy nr 8.



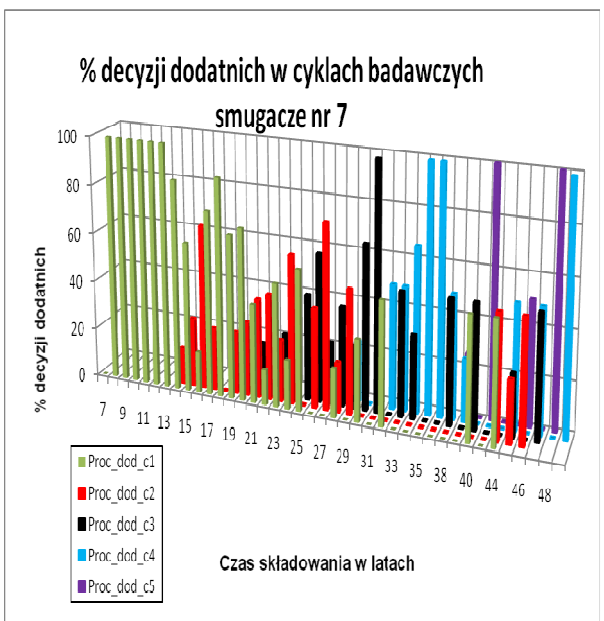
Rys.5 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 1.



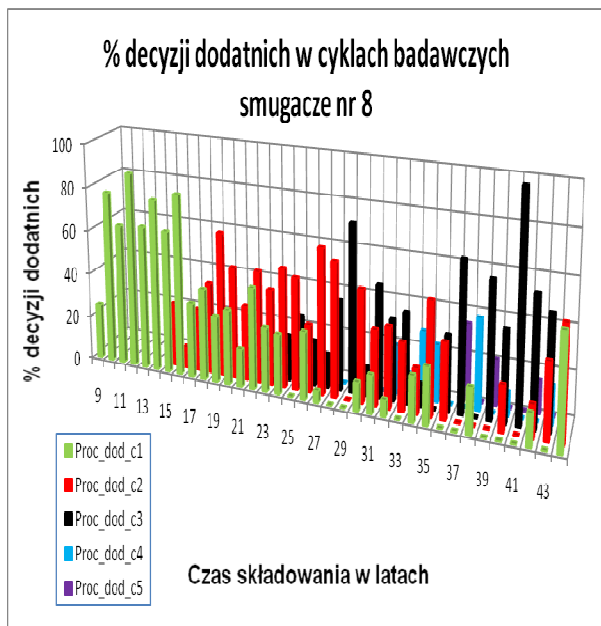
Rys.6 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 2.



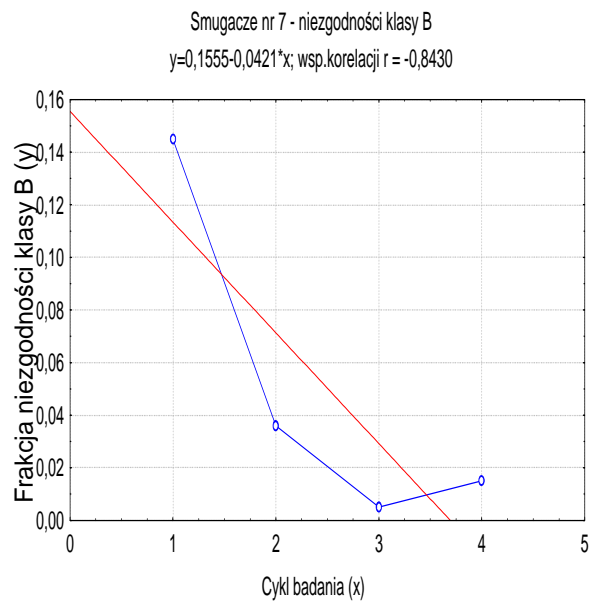
Rys.7 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 5.



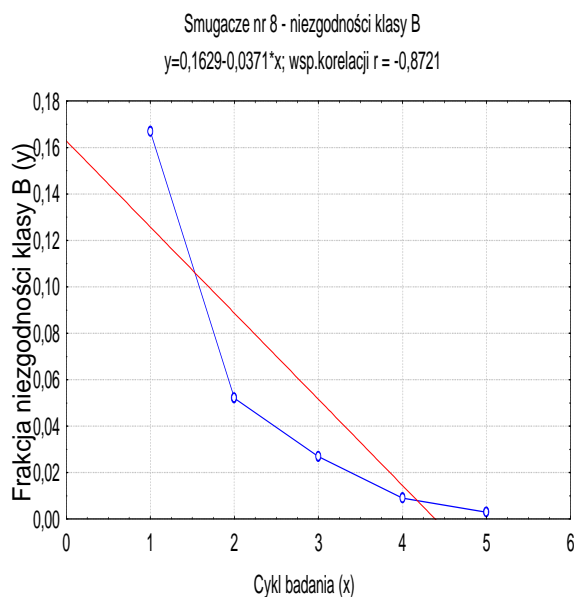
Rys.8 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 7.



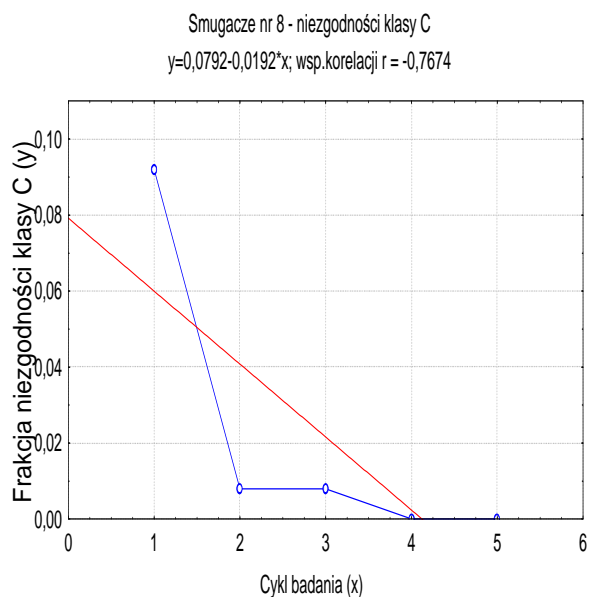
Rys.9 Procent decyzji dodatnich w poszczególnych cyklach badania w zależności od czasu składowania dla smugaczy nr 8.



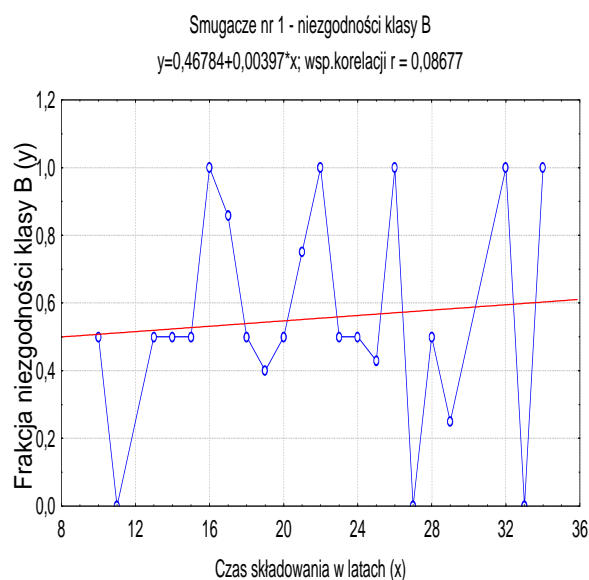
Rys.10 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 7.



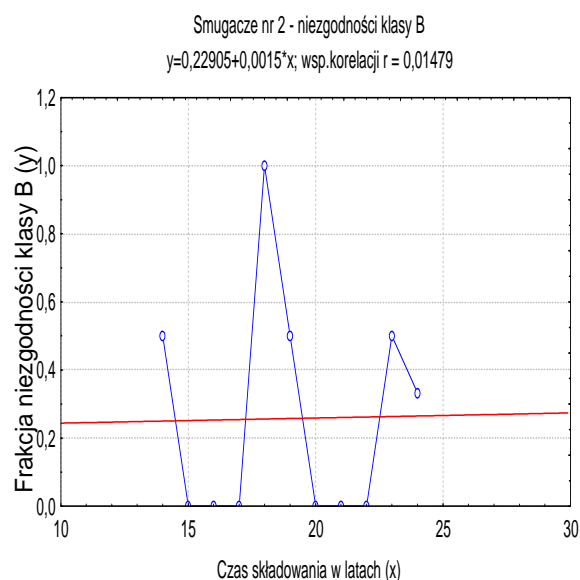
Rys.11 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 8.



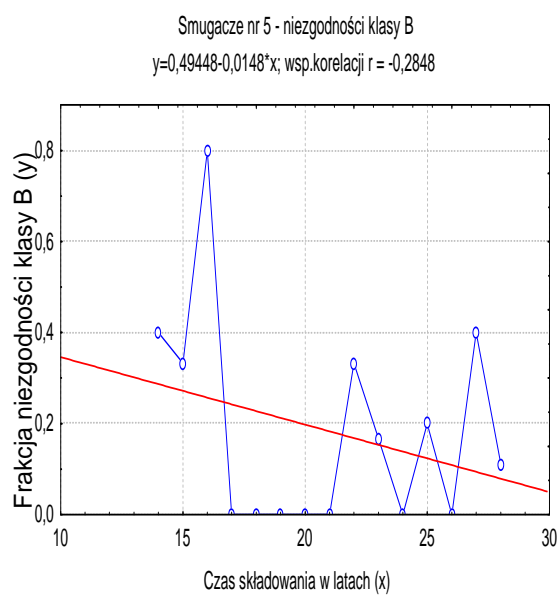
Rys.12 Frakcja niezgodności klasy C w zależności od cyklu badawczego oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 8.



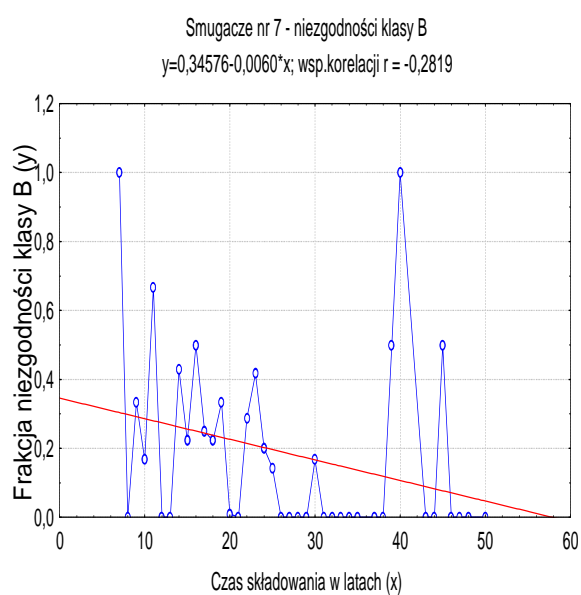
Rys.13 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 1.



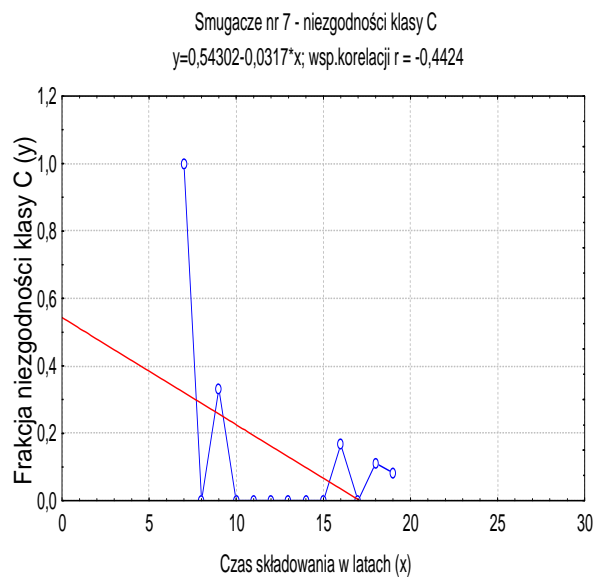
Rys.14 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 2.



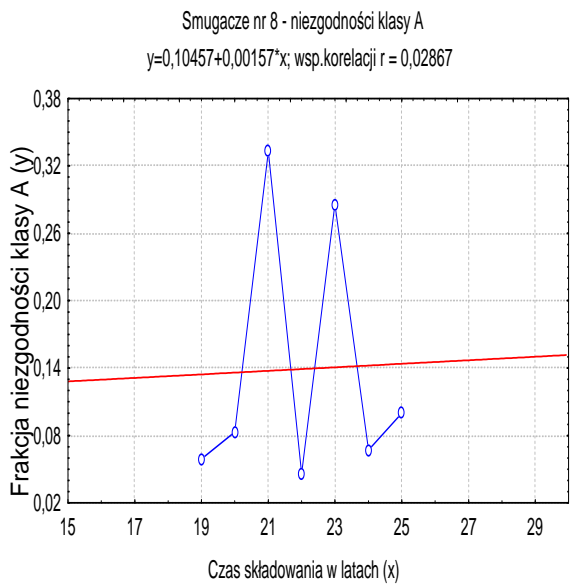
Rys.15 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 5.



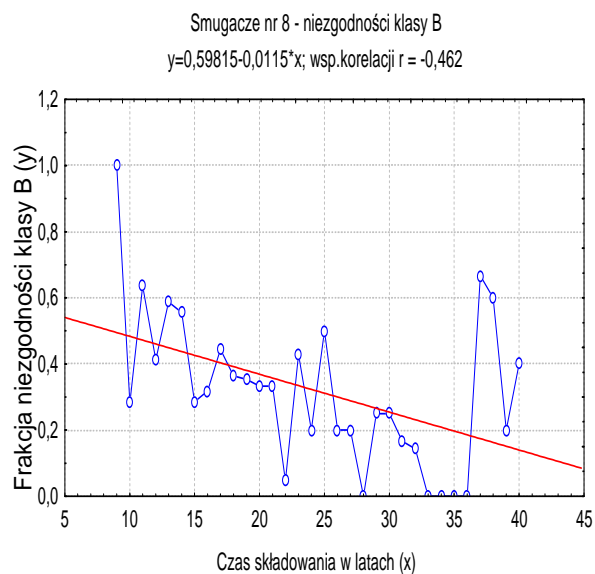
Rys.16 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 7.



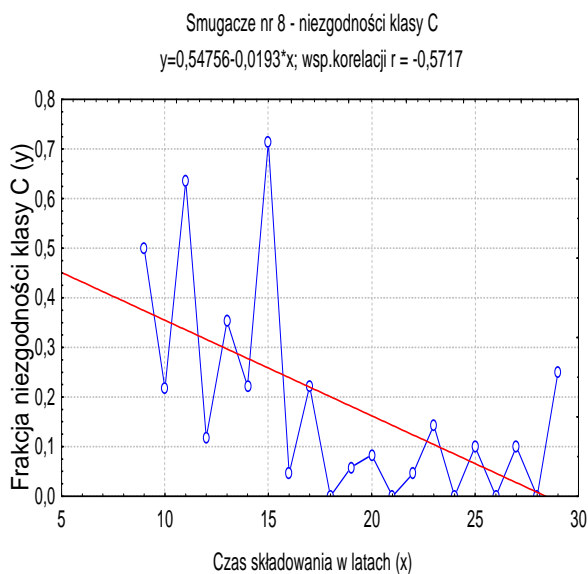
Rys.17 Frakcja niezgodności klasy C w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 7.



Rys.18 Frakcja niezgodności klasy A w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 8.



Rys.19 Frakcja niezgodności klasy B w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 7.



Rys.20 Frakcja niezgodności klasy C w zależności od czasu składowania oraz linia regresji opisująca tę zależność dla smugaczy nr 8.