

# Koncepcja wykorzystania wybranej karty Shewharta do diagnostyki niezgodności mierzonych danych geoprzestrzennych

Ewa Dudek, Michał Kozłowski

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

**Streszczenie:** Artykuł stanowi kontynuację prac autorów nad sposobem zapewnienia jakości i bezpieczeństwa danych oraz informacji lotniczych w całym procesie ich tworzenia, gromadzenia, przetwarzania i publikacji. W jego treści krótko scharakteryzowano dane geoprzestrzenne i podkreślono potrzebę ich regularnego pomiaru. Przedstawiono ogólną charakterystykę kart kontrolnych (Shewharta) i dokonano wyboru takiej karty dla mierzonych danych geoprzestrzennych, stosowanych w lotnictwie cywilnym. Następnie opracowano koncepcję wykorzystania wybranej karty kontrolnej Shewharta do diagnostyki niezgodności mierzonych danych geoprzestrzennych, załączając algorytm postępowania oraz przykład liczbowy. W podsumowaniu odniesiono się do uzyskanych wyników i zaproponowano dalsze kierunki prac badawczych, obejmujące w szczególności nawiązanie do wyznaczonych granic kontrolnych do wymagań i specyfikacji, zawartych w obowiązujących przepisach prawa lotniczego, z uwagą, że są one adekwatne do wymagań i specyfikacji oraz celu zastosowania w transporcie morskim.

**Słowa kluczowe:** karta kontrolna, dane geoprzestrzenne, pomiar, diagnostyka niezgodności

## 1. Wprowadzenie

Wykonywanie operacji i zarządzanie ruchem w zakresie żeglugi morskiej i żeglugi powietrznej charakteryzuje się wieloma podobieństwami i analogiami w dziedzinie nawigacji, łączności oraz dozoru i pozycjonowania statków morskich i powietrznych. Podobieństwa te, przy stale zwiększającym się natężeniu i prędkości ruchu statków w żegludze morskiej, powodują, że w coraz większym stopniu i zakresie, techniki i praktyki nawigacji lotniczej przyjmowane są do stosowania w nawigacji morskiej [10].

Analogie formalne i praktyczne zachodzą w aspektach:

- nomenklatury i nazewnictwa, np. „*informacje nautyczne*” vs. „*dane i informacje lotnicze*”;
- zakresu przedmiotowego danych i informacji nautycznych i lotniczych (np.: dane geoprzestrzenne, informacje operacyjne, informacje meteorologiczne) [2, 11];
- procedur gromadzenia, tworzenia, publikowania i wykorzystania danych i informacji nautycznych i lotniczych [3, 11, 18, 22];

– integracji zasobów i uczestników procesów tworzenia danych i informacji nautycznych i lotniczych [1, 4, 8, 11]; a w szczególności w aspekcie wspólnego celu, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa żeglugi morskiej [5] i powietrznej [3, 9], co jest wprost determinowane jakością danych i informacji nautycznych i lotniczych, którą to jakość, rozumianą jako stopień spełnienia wymagań [3], autorzy rozpatrują przede wszystkim w odniesieniu do następujących atrybutów [16, 17, 20]:

- dokładność,
- spójność/integralność,
- dostępność,
- terminowość/aktualność,
- ciągłość,
- kompletność,
- wiarygodność,

czyli, co do zasady, w sposób tożsamy, jak to określono w [5].

W kontekście zapewnienia bezpieczeństwa [3, 5, 11] należy zwrócić szczególną uwagę na wspólne dla żeglugi morskiej i powietrznej przedsięwzięcia organizacyjne i operacyjne w dziedzinie Poszukiwania i Ratownictwa (ang. *Search and Rescue*), w tym holistyczne wykorzystywanie danych i informacji nautycznych i lotniczych przez Połączony Ośrodek Koordynacji Poszukiwania i Ratownictwa (ang. *Joint Rescue Coordination Centre*) w zintegrowanym zakresie koordynacji morskich i lotniczych działań poszukiwawczo-ratowniczych [7, 21].

Ze stwierdzonych i przedstawionych powyżej analogii i tożsamości wynika podjęta przez autorów praca nad koncepcją dokonania wyboru i jednolitego zastosowania jednego

### Autor korespondujący:

Ewa Dudek, edudek@wt.pw.edu.pl

### Artykuł recenzowany

nadesłany 11.08.2017 r., przyjęty do druku 22.09.2017 r.

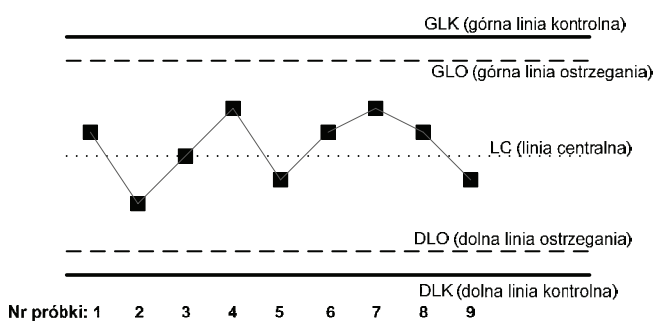


Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0

z typów karty kontrolnej Shewharta do zapewnienia jakości danych i informacji nautycznych i lotniczych, przez diagnostykę niezgodności mierzonych danych geoprzestrzennych.

## 2. Karty kontrolne Shewharta

Karty kontrolne procesu są jednym z najstarszych narzędzi, służących do sterowania jakością [12]. Ich zastosowanie w Stanach Zjednoczonych zaproponował w 1924 r. Walter A. Shewhart w celu dostarczenia (dostosowanej do ówczesnych możliwości obliczeniowych) prostej i przejrzystej graficznie informacji o tym, czy proces jest stabilny czy też w jego obrębie występują zakłócenia, wymagające szybkiego wykrycia i eliminacji. Za pomocą kart kontrolnych prowadzi się śledzenie stanu wybranych cech procesu, na podstawie próbek pobieranych w regularnych odstępach czasu, zaś nadmierne odchylenia wartości kontrolowanych cech, sygnalizują występowanie zakłóceń specjalnych, wymagających eliminacji i podjęcia działań korygujących.



Rys. 1. Przykład karty kontrolnej [opracowanie własne]  
Fig. 1. Control chart's example [own study]

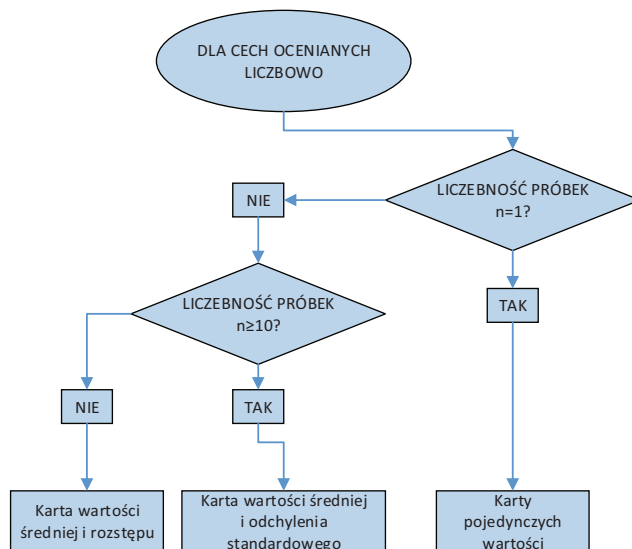
Ponieważ jednak w każdym rzeczywistym procesie występują pewne odchylenia, konieczne jest ustalenie dopuszczalnego zakresu tolerancji, czyli dolnej i górnej granicy kontrolnej, które w postaci linii nanoszone są na karty kontrolne. Jeżeli wartości cech kolejnych próbek, pobranych do badania ze strumienia produktu mieszczą się między określonymi liniami kontrolnymi (rys. 1), to proces uznaje się za stabilny i przebiegający prawidłowo [12, 13]. Rozregulowanie procesu natomiast występuje, gdy przekroczona została któraś z linii granicznych.

Wyróżnia się dwa typy kart Shewharta [6]:

1. dla cech ocenianych liczbowo (mieralne) – jest to klasyczne zastosowanie kart kontrolnych do monitorowania mierzalnych czynników jakości produktu procesu;
2. dla cech ocenianych alternatywnie (niemierzalne).

W niniejszej publikacji skupiono się na analizie mierzonych lub deklarowanych danych geoprzestrzennych, wychodząc od lotnictwa, gdzie m.in. dokonuje się pomiarów przeszkód lotniczych w otoczeniu portów lotniczych, współrzędnych geograficznych posadownienia urządzeń nawigacyjnych i elementów infrastruktury oraz deklarację współrzędne punktów nawigacyjnych i granicznych elementów przestrzeni powietrznej, przeznaczonych dla żeglugi powietrznej.

Wskazane przykładowe geoprzestrzenne dane lotnicze i związane z nimi metadane [15] mają postać liczbową i sens obliczeniowy, a w związku z tym możliwe jest, w celu diagnostyki niezgodności, prowadzenie i wykreślanie kart kontrolnych z pierwszej wyróżnionej powyżej grupy, którą szerzej przedstawiono na rys. 2. Na podstawie wykazanych powyżej analogii, autorzy wyrażają przekonanie, iż podobną analizę można przeprowadzić dla morskich informacji geoprzestrzennych/informacji nautycznych [4], zapewnianych np. przez Biuro Hydrograficzne



Rys. 2. Karty kontrolne dla cech ocenianych liczbowo (opracowanie własne na podstawie [14])  
Fig. 2. Variables control charts (own study based on [14])

Marynarki Wojennej RP, dotyczących np. portów morskich – głębokość, główki portu, sytuacji wrakowej itp.

Najpopularniejszymi dwoma kartami przy ocenie liczbowej są karty: wartości średniej i rozstępu ( $\bar{X} - R$ ) oraz wartości średniej i odchylenia standardowego ( $\bar{X} - \sigma$ ). Ich stosowanie, zgodnie ze standardem ISO 7870 [14], zależy jest od liczności wykonanych pomiarów. Kartę ( $\bar{X} - R$ ), zaleca się stosować, gdy liczebność próbek jest mała lub umiarkowanie mała, zazwyczaj  $n < 10$ . W przypadku większej liczebności próbek ( $n \geq 10$ ) preferowane jest stosowanie karty wartości średniej i odchylenia standardowego ( $\bar{X} - \sigma$ ) – rys. 2, gdyż wówczas odchylenie standardowe jest lepszą miarą rozproszenia niż rozstęp.

## 3. Zastosowanie wybranej karty kontrolnej do mierzonych danych geoprzestrzennych

### 3.1. Wybór karty kontrolnej

Karty kontrolne dla zmiennych ocenianych liczbowo opisują dane procesowe zarówno pod kątem rozrzutu (zmienności procesu), jak i położenia (wartości średniej). Z tego powodu karty kontrolne tego typu są prawie zawsze przygotowywane i analizowane w parach [14] – jeden wykres dla położenia, a drugi dla rozrzutu. W przypadku kart dla omawianych danych geoprzestrzennych należy przygotować dwa wykresy, zgodnie z zasadami przedstawionymi poniżej:

- za pomocą jednej karty można nadzorować jeden parametr ( $\bar{X}$  albo  $R$  lub  $\sigma$ ),
- próbki powinny mieć stałą liczebność,
- rozkład danych powinien być normalny albo co najmniej zbliżony do normalnego.

Ważnym elementem jest również wyznaczenie granic kontrolnych (górną –  $GLK$  oraz dolną –  $DLK$ ) i linii centralnej karty ( $LC$ ). Granice kontrolne powinny być umieszczone symetrycznie po obu stronach linii centralnej, zazwyczaj w odległości  $3\sigma$  od wartości średniej. Szczegółowy sposób wyznaczania granic kontrolnych zależy od rodzaju stosowanej karty, a ich obliczenia można dokonać np. na bazie wzorów, zamieszczonych w tabeli 1.

Linie centralną natomiast wyznacza wartość średnia ze wszystkich umieszczonych na karcie pomiarów/wyników, a sposób obliczenia również zależy od rodzaju zastosowanej karty (tabela 1).

**Tabela 1. Wzory wyznaczania linii kontrolnych kart  $(\bar{X} - R)$  oraz  $(\bar{X} - \sigma)$  (na podstawie [14])**Table 1. Formulas allowing determination of charts'  $(\bar{X} - R)$  and  $(\bar{X} - \sigma)$  control limits (based on [14])

Wykres	Wyznaczone granice kontrolne	
	Linia centralna (LC)	Górna i dolna granica kontrolna
$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$ lub $\bar{\bar{X}} \pm A_3 \bar{\sigma}$
$R$	$\bar{R}$	$GLK = D_4 \bar{R}$ , $DLK = D_3 \bar{R}$
$\sigma$	$\bar{\sigma}$	$GLK = B_4 \bar{\sigma}$ , $DLK = B_3 \bar{\sigma}$

gdzie:  $\bar{X}$  – wartość średnia ze wszystkich pomiarów,  $\bar{X} = \sum X/k$ , $k$  – liczba próbek, liczba mierzonych obiektów/punktów, $\bar{\bar{X}}$  – wartość średnia z wartości średnich, $\bar{R}$  – rozstęp średni, $\bar{\sigma}$  – wartość średnia z odchyłeń standardowych w poszczególnych próbkach, $A_2, A_3, B_4, B_3, D_3, D_4$  – współczynniki, dobierane w zależności od liczebności kolejnych próbek na podstawie specjalnych tabel (np. z tabeli 2 oraz [14]).

nych, a jednocześnie mierzonych danych i informacji lotniczych jest publikowana w Zbiorze Informacji Lotniczych AIP (ang. *Aeronautical Information Publication*) zgodnie z terminarzem AIRAC; ponadto przyjęcie takiego niezbyt długiego okresu czasowego (a nie na przykład kwartalnego, półrocznego czy rocznego) umożliwi bieżące wprowadzanie działań korygujących i naprawczych,

– zgodnie z zasadami określonymi w [14] przy  $n = 2$  do analizy danych należy przyjąć kartę wartości średniej oraz rozstępu  $(\bar{X} - R)$ .

Dla przyjętej karty  $(\bar{X} - R)$  współczynniki do obliczenia granic kontrolnych przedstawiono w tabeli 2.

### 3.2. Opracowana koncepcja

W opracowanym rozwiązaniu na wybranej karcie kontrolnej Shewharta wartości średniej i rozstępu zaznaczane będą błędy bezwzględne zmierzonych/obliczonych wartości. Umieszczenie na karcie błędu bezwzględnego zamiast samej wartości zmierzonej wynika z następujących przesłanek. Po pierwsze w procesie zapewniania jakości interesującymi są jej atrybuty, np. dokładność lub występowanie niezgodności procesowych, a nie konkretne wartości bezwzględne zmierzonych/obliczonych punktów. Ponadto często w danej serii zbiorów danych [22] (np. przeszkody lotnicze) mierzone są różne

**Tabela 2. Współczynniki służące do wyznaczania linii kontrolnych karty  $(\bar{X} - R)$  (na podstawie [14])**Table 2. Factors for computing control chart's  $(\bar{X} - R)$  lines (based on [14])

Liczebność próbek w podgrupie $n$	Wykres $\bar{X}$			Wykres $R$				Współczynnik linii centralnej
	A	$A_2$	$A_3$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	
2	2,121	1,880	2,659	0	3,686	0	3,267	1,128
3	1,732	1,023	1,954	0	4,358	0	2,575	1,693
4	1,500	0,729	1,628	0	4,698	0	2,282	2,059
5	1,342	0,577	1,427	0	4,918	0	2,115	2,326
6	1,225	0,483	1,287	0	5,078	0	2,004	2,534
7	1,134	0,419	1,182	0,205	5,203	0,076	1,924	2,704
8	1,061	0,373	1,099	0,387	5,307	0,136	1,864	2,847
9	1,000	0,337	1,032	0,546	5,394	0,184	1,816	2,970
10	0,949	0,308	0,975	0,687	5,469	0,223	1,777	3,078

W odniesieniu do będących przedmiotem rozważań danych geoprzestrzennych oraz uwzględniając specyfikę tych danych, Autorzy uznali, iż należy przyjąć, że:

- liczebność próbek, czyli *de facto* liczba pomiarów jednego obiektu/punktu/wartości będzie stała i wynosić będzie  $n = 2$ ; wynika to z potrzeby weryfikacji otrzymanego wyniku przez dwie niezależne osoby, wykonujące terenowe i kameralne prace geodezyjne;
- liczbę próbek, czyli liczbę mierzonych punktów/obiektów/wartości, na poziomie kilkunastu do kilkudziesięciu z założeniem, iż liczba ta może się zmieniać w kolejnych okresach (np. w zależności od pory roku, potrzeb itp.);
- za okres tworzenia kolejnych kart przyjmuje się kolejne cykle publikacyjne AIRAC [22], ponieważ większość zidentyfikowa-

ni obiektów, o różnych wartościach nominalnych, a technika ich pomiaru jest zbliżona. Wykorzystanie błędu bezwzględnego na karcie Shewharta umożliwi umieszczenie różnych obiektów ze wspólnej grupy danych na jednej karcie.

Opracowano i przyjęto następujący algorytm postępowania przy tworzeniu takiej karty:

- wyberz  $k$  obiektów/punktów z danej grupy danych,
- dokonaj  $n = 2$  pomiarów każdego z  $k$  obiektów/punktów,
- oblicz błąd bezwzględny  $b_{nk}$  dla każdego z  $k$  zidentyfikowanych obiektów/punktów, przyjmując zgodnie z definicją, iż błąd bezwzględny to różnica między wartością zmierzoną/obliczoną a wartością nominalną/rzeczywistą ( $b = x_m - x_n$ ) – tabela 3,

**Tabela 3. Obliczenie błędu bezwzględnego dla k obiektów/punktów przy n = 2 [opracowanie własne]**

Table 3. Calculation of the absolute error for k objects/points assuming n = 2 [own study]

Numer próbki/numer punktu/objektu	Błąd bezwzględny pomiaru n = 1	Błąd bezwzględny pomiaru n = 2	Średni błąd z pomiarów n = 1 oraz n = 2
	$b_{1i}$	$b_{2i}$	
1	$b_{11}$	$b_{21}$	$\tilde{b}_1$
2	$b_{12}$	$b_{22}$	$\tilde{b}_2$
3	$b_{13}$	$b_{23}$	$\tilde{b}_3$
...	...	...	...
k	$b_{1k}$	$b_{2k}$	$\tilde{b}_k$

- d) oblicz wartość średnią  $\bar{b}$  z wartości średnich  $\tilde{b}_i$  gdzie  $i = 1, 2, \dots, k$ , równą LC na karcie Shewharta dla wartości średnich,
- e) oblicz pozostałe potrzebne wartości do przygotowania karty Shewharta, czyli średni rozstęp i granice kontrolne, zgodnie ze wzorami z tabeli 1 oraz wykorzystując wskaźniki z tabeli 2,
- f) przygotuj karty Shewharta dla rozstępu i wartości średnich, nanosząc na nie wszystkie k zidentyfikowanych obiektów/punktów,
- g) dokonaj analizy wyników, odnieś uzyskane wyniki do wymagań i specyfikacji, zawartych w obowiązujących przepisach prawnych.

### 3.3. Przykład obliczeniowy

W pewnym cyklu AIRAC zmierzono 7 przeszkód lotniczych, uzyskując następujące wyniki pomiarów (tabela 4):

**Tabela 4. Wyniki pomiarów 7 przeszkód lotniczych – dane przykładowe [opracowanie własne]**

Table 4. Measurement results of 7 aeronautical obstacles – exemplary data [own study]

k [m]	$x_n$	$x_{m1i}$	$x_{m2i}$	$b_{1i}$	$b_{2i}$	$\tilde{b}_i$	$R_i$
1	15	15,3	15,1	0,3	0,1	0,2	0,2
2	29	29,8	29,3	0,8	0,3	0,55	0,5
3	6	5,5	5,7	-0,5	-0,3	-0,4	0,2
4	18	17,8	18,1	-0,2	0,1	-0,05	0,3
5	27	27,5	27,2	0,5	0,2	0,35	0,3
6	9,6	9,6	9,8	0	0,2	0,1	0,2
7	17	16,8	16,7	-0,2	-0,3	-0,25	0,1

### Obliczenia:

$$LC = \bar{b} = \frac{\sum \tilde{b}_i}{k} = \frac{0,2 + 0,55 - 0,4 - 0,05 + 0,35 + 0,1 - 0,25}{7} \approx 0,071 \text{ m,}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{k} = \frac{0,2 + 0,5 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,1}{7} \approx 0,257 \text{ m,}$$

górną i dolną wartość graniczną dla R:

$$GLK = D_4 \bar{R} = 3,267 \cdot 0,257 \approx 0,84 \text{ m,}$$

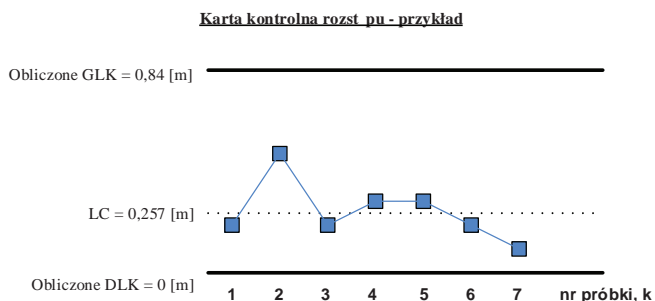
$$DLK = D_3 \bar{R} = 0 \cdot 0,257 = 0 \text{ m.}$$

górną i dolną wartość graniczną dla  $\bar{b}$ :

$$GLK = \bar{b} + A_2 \bar{R} = 0,071 + 1,88 \cdot 0,257 \approx 0,554 \text{ m,}$$

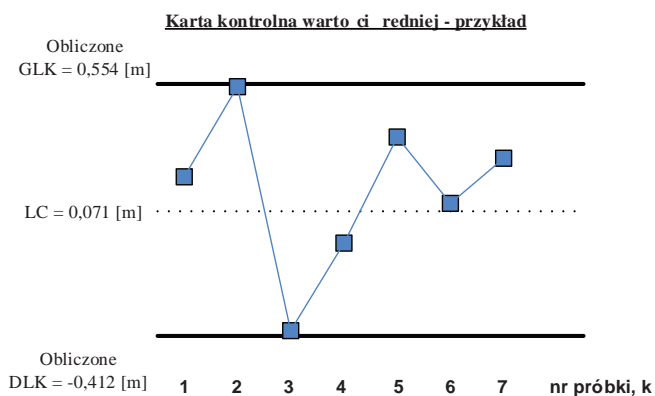
$$DLK = \bar{b} - A_2 \bar{R} = 0,071 - 1,88 \cdot 0,257 \approx -0,412 \text{ m.}$$

Uzyskane karty przedstawiono na rysunkach 3 i 4.



**Rys. 3. Przykładowa karta rozstępu dla danych z przykładu [opracowanie własne]**

Fig. 3. Exemplary range (R) chart based on data from the example [own study]



**Rys. 4. Przykładowa karta wartości średniej dla danych z przykładu [opracowanie własne]**

Fig. 4. Exemplary mean chart based on the data from the example [own study]

## 4. Podsumowanie

Bieżące stosowanie kart kontrolnych Shewharta do mierzonych danych geoprzestrzennych ułatwi diagnostykę niezgodności w odniesieniu do wybranych atrybutów jakości, wynikających wprost z wymagań określonych w specyfikacjach prawnych. Odpowiednio ustalony zakres wybranych danych i metadanych oraz wymagań i kryteriów zgodności umożliwi bieżące diagnozowanie niezgodności i potencjalnych niezgodności w procesie tworzenia mierzonych danych geoprzestrzennych, a tym samym adekwatne określanie i realizację działań korygujących i zapobiegawczych. Cykliczne prowadzenie karty kontrolnej umożliwi również ocenę skuteczności tych działań w kolejnych iteracjach procesu, a tym samym jego ciągle doskonalenie i zmniejszanie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia lotniczego lub innej sytuacji zagrożenia w ruchu lotniczym.

W odniesieniu do danych geoprzestrzennych, stosowanych w lotnictwie cywilnym, w celu praktycznej implementacji opracowanej koncepcji celowym wydaje się odniesienie wyznaczonych granic *GLK* i *DLK* do wymagań i specyfikacji, zawartych w obowiązujących przepisach prawnych. Dla najliczniejszej rozważanej grupy danych lotniczych, jaką są dane geograficzne i geoprzestrzenne, wymagania jakości danych lotniczych w postaci konkretnych wartości rozdzielczości, dokładności oraz klasyfikacji spójności specyfikuje Zharmonizowana Lista [19]. Podana w Zharmonizowanej Liście np. w metrach czy stopniach dokładność konkretnej danej powinna więc zostać odniesiona do obliczonych granic kontrolnych kart Shewharta – *GLK* i *DLK*. Zagadnienie to będzie przedmiotem dalszych prac Autorów.

## Bibliografia

1. Dudek E., Kozłowski M., *Koncepcja zarządzania jakością danych lotniczych*, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport”, Z. 113, 2016, 141–150, ISSN: 1230-9265.
2. Dudek E., Kozłowski M., *Koncepcja zastosowania metody DMAIC do zapewnienia jakości danych lotniczych*, [w:] Kwasiborska A. (red.) *Transport lotniczy i jego otoczenie*, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, 2016, 67–78, ISBN: 978-83-7814-548-6.
3. Dudek E., Kozłowski M., *The concept of a method ensuring aeronautical data quality*, „Journal of KONBiN”, No. 1(37), 2016, 319–340, DOI: 10.1515/jok-2016-0015.
4. Dyrz Cz., *Koncepcja bazy danych nawigacyjno-hydrograficznego zabezpieczenia (NHZ) na polskich obszarach morskich*, „Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej”, R. 52, Nr 3 (186), 2011, 7–13.
5. Dyrz Cz., *Wpływ informacji nautycznej na bezpieczeństwo morskie*, „Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej”, R. 51, Nr 4 (183), 2010, 51–76.
6. Hamrol A., Mantura W., *Zarządzanie jakością: teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
7. International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual; International Civil Aviation Organization (ICAO Doc 9731) / International Maritime Organization (IMO IAMSAR Manual), 2013.
8. Klinger G., *Enabling INSPIRE for Aeronautical Information Management*; MSc thesis, VDE Verlag, 2009, 121–129.
9. Kozłowski M., Dudek E., *NOTAM jako bariera bezpieczeństwa informacji lotniczych*, artykuł złożony do druku w ramach VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej Bezpieczeństwo w portach lotniczych i morskich, Dęblin, wrzesień 2016.
10. Krata P., *Eliptyczne funkcje trygonometryczne w transporcie morskim – koncepcja implementacji wybranych elementów z lotnictwa*, „Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni”, Nr 19, 2006, 85–99.
11. Kubicki K., *Rola morskiej informacji geoprzestrzennej dla zabezpieczenia działań morskich*, „Przegląd Hydrograficzny”, Nr 3, Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej RP, Gdynia 2007.
12. Mazur A., Golaś H., *Zasady, metody i techniki wykorzystywane w zarządzaniu jakością*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.
13. Myszewski J., *Po prostu jakość: podręcznik zarządzania jakością*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2009.
14. Norma ISO 7870-2:2013 *Control charts – Part 2: Shewhart control charts*.
15. Norma PN-EN ISO 19115-1:2014 *Informacja geograficzna – Metadane – Część 1: Podstawy*.
16. Norma PN-EN ISO 19157:2014:04 *Informacja Geograficzna – Jakość danych* (wersja angielska), Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2014.
17. Norma PN-ISO/IEC 27001:2007 *Technika informatyczna – Techniki bezpieczeństwa – Systemy zarządzania bezpieczeństwem informacji*, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2007.
18. Schroth W.R., *Aeronautical Data Quality – A New Challenge for Surveyors*; FIG Congress 2014 Engaging the Challenges – Enhancing the Relevance Kuala Lumpur, Malaysia, 16–21 June 2014.
19. Specyfikacja EUROCONTROL – *Wymagania jakości danych lotniczych*, Nr referencyjny dokumentu: EUROCONTROL-SPEC-152.
20. Wenguan X., *Means for Avionics Manufacturers to Define the Aeronautical Data Quality Requirements*, [in:] Proceedings of International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2012), 2383–2387, DOI: 10.1109/ICSAI.2012.6223533.
21. Załącznik 12 do Konwencji o Międzynarodowym Lotnictwie Cywilnym: Poszukiwanie i Ratownictwo; Aneks 12 ICAO, lipiec 2004.
22. Załącznik 15 do Konwencji o Międzynarodowym Lotnictwie Cywilnym: Służby Informacji Lotniczej; Aneks 15 ICAO, lipiec 2013.

# The Concept of Selected Shewhart Control Chart's Utilization for Diagnostics of Measured Geospatial Data Incompatibilities

**Abstract:** This article is a continuation of the Authors' study on the ways to ensure the quality and safety of aeronautical data and information in the entire process of those data and information creation, collection, processing and publication. In its content a brief characteristic of geospatial data was placed and the necessity of their regular measurements was stressed. The general description of Shewhart control charts was presented and chart's selection for the measured geospatial data used in civil aviation was made. Then the concept of selected Shewhart control chart's utilization for diagnostics of measured geospatial data incompatibilities was developed, and operation algorithm as well as an example were attached. In the summary, references to the obtained results were made and further research directions were proposed, including, in particular, the reference of designated control limits to the requirements and specifications contained in the valid aeronautical law regulations, with a note that they are adequate to requirements and specifications as well as the purpose of use in maritime transport.

**Keywords:** control chart, geospatial data, measurement, incompatibilities diagnostics

//////

**mgr inż. Ewa Dudek**  
edudek@wt.pw.edu.pl

Pracuje na stanowisku asystenta w Zakładzie Telekomunikacji w Transporcie na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Zainteresowania naukowe obejmują telematykę transportu, integrację systemów, zagadnienia, związane z ruchem lotniczym oraz automatykę procesów ciągłych.



**dr inż. Michał Kozłowski**  
m.kozlowski@wt.pw.edu.pl

Adiunkt w Zakładzie Inżynierii Transportu Lotniczego Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Bogate doświadczenie w zakresie zarządzania portem lotniczym, wyniesione z ponad dwudziestoletniej pracy zawodowej w obszarze operacyjnym Lotniska Chopina w Warszawie. Autor licznych badań, publikacji i wdrożeń, m.in. z zakresu systemów zarządzania, w tym bezpieczeństwem i przepustowością.

