

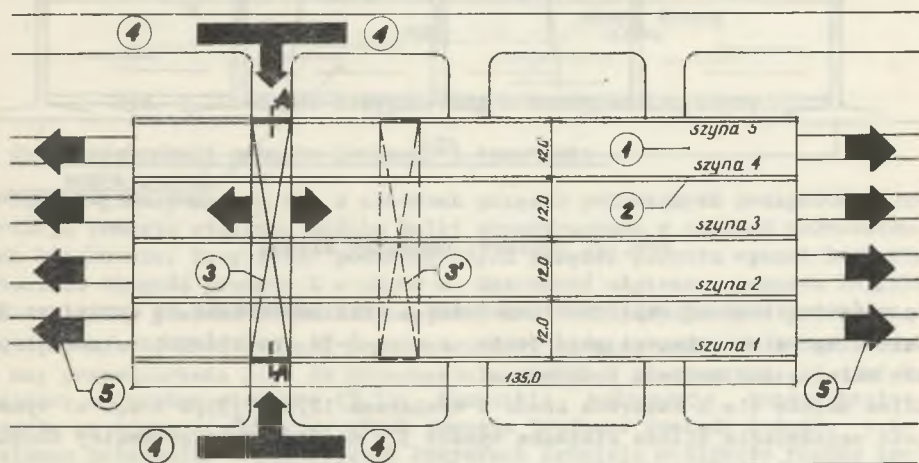
Stefan Mercik, Karol Borkowy

SPECYFIKA POMIARÓW REALIZACYJNYCH TOROWISKA  
RUCHOMEGO POMOSTU NAD SILOSEM DO KISZENIA PASZ

**Streszczenie.** Treścią pracy jest opis geodezyjnych pomiarów realizacyjnych, związanych z budową prototypowego silosu na kiszonkę z ruchomym pomostem. Dzięki pomiarom, rozpoczętym niestety dopiero w końcowym stadium realizacji, udało się naprawić błędy budowy silosu.

1. Wstęp

Jesienią 1974 r. w Państwowym Gospodarstwie Rolnym Grobniki w powiecie głubczyckim oddano do użytku silos na kiszonkę o wymiarach jak na rys. 1.



Oznaczenia: 1 - komora silosu  
2 - ściana żelbetowa komory  
3, 3' - stanowiska pomostu  
4 - drogi dowozu masy zielonej  
5 - transport kiszonki

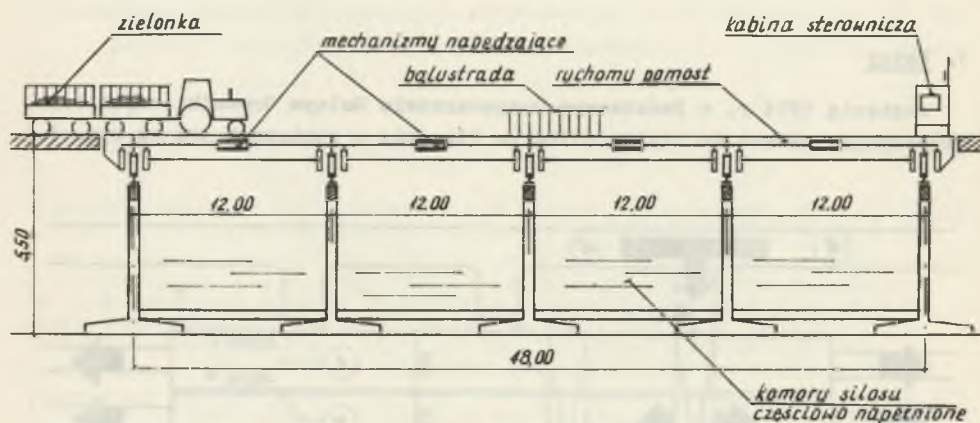
Rys. 1. Rzut poziomy silosu z ruchomym pomostem

Przekazanie do użytku tej inwestycji jest w polskim budownictwie rolniczym przedsięwzięciem bez precedensu. W zbudowanym silosie istnieje możliwość zakiszania ogromnych ilości pasz zielonych, co w gospodarstwach specjalizujących się w przemysłowym tuczu bydła ma wielkie znaczenie. Zakiszanie pasz na okres zimowy pozwala wprowadzić właściwą strukturę żywienia zwierząt i przynosi znaczne korzyści ekonomiczne.

Między innymi te względy skłaniają inne PGR do budowy podobnych obiektów.

## 2. Opis konstrukcji silosu z ruchomym pomostem i główne wymiary

Poszczególne komory silosu odgrudzone są prefabrykowanymi ścianami żelbetowymi (rys. 1,2) zakończonymi w swej górnej części wieńcem, do którego



Rys. 2. Przekrój podłużny silosu

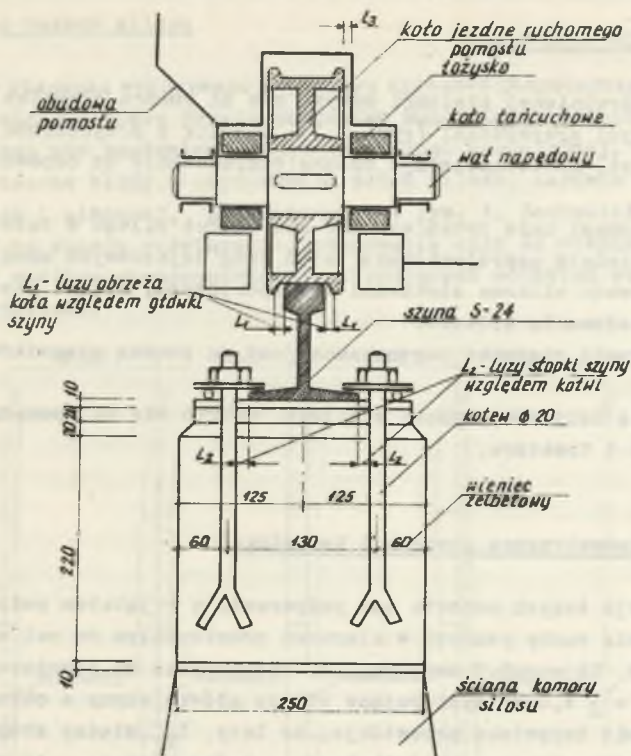
za pośrednictwem odpowiednich podkładek i śrub zamocowane są szyny (rys. 3). Całość torowiska stanowi pięć toków, z szyn S-24, po których poruszają się koła jezdne pomostu ruchomego.

Silos składa się z czterech komór o wymiarach 12,0 x 135,0 x 4,0 m. Wysokość napełniania silosu kiszonką wynosi 3,5 m. Pozostałe parametry charakteryzujące tę inwestycję to:

powierzchnia użytkowa równa  $6480 \text{ m}^2$ , pojemność użytkowa równa  $22680 \text{ m}^3$ , co stanowi około 18000 ton kiszonki.

Prefabrykowane ściany silosu są dylatowane co 20 m, natomiast dno zdylatowano w polach o wymiarach 5 x 5 m.

Komory silosu zabezpiecza przed korozją specjalna powłoka. Pomost ruchomy oraz skrajne pola silosu zabezpieczone są stalową balustradą.



Rys. 3. Szczegół łożyska wraz z zamocowaniem szyny

### 3. Opis konstrukcji pomostu jezdnego i torowiska

Pomost jezdny składa się z czterech przęseł połączonych przegubowo. Konstrukcja pomostu stalowa. Główne belki skonstruowano w postaci pełnościennych blachownic. Rozpiętość poszczególnych przęseł pomostu wynosi  $R=12,00\text{m}$ , natomiast długość pomostu  $L = 48,00\text{m}$ . Szerokość użyteczna pomostu  $l=3,15\text{m}$ . Pomost jezdny posiada mechanizm napędowy umożliwiający jazdę z prędkością  $v = 0,25\text{ m/sek}$ . Nawierzchnię pomostu stanowi tarcica sosnowa o grubości  $70\text{ mm}$ ; przystosowana jest do przenoszenia obciążeń od ciągnika i dwóch przyczep o łącznym ciężarze  $17\text{ ton}$ . Wszystkie połączenia konstrukcyjne pomostu są spawane. Środkowy wózek pomostu jezdnego posiada łożysko o ustalonym położeniu. W pozostałych łożyskach istnieje możliwość ruchów bocznych dzięki ułożyskowaniu ślizgowemu. W ten sposób cały pomost może bezpiecznie przenieść ruchy poprzeczne do osi silosu, pochodzące od wpływów termicznych i ruchów zestawu transportującego zielonkę.

Celem ograniczenia zukosowań poszczególnych przęseł pomostu w stosunku do osi silosu zaprojektowano sterowanie stycznikowe umożliwiające jednoczesne włączenie napędów silnikowych w poszczególnych przęsełach pomostu.

Sterowanie pomostem odbywa się ze specjalnej kabiny sterowniczej (rys. 2) wyposażonej w pulpit dyspozytorski i tablicę styczników.



#### 4. Krótki opis technologii

Dowóz rozdrobnionej zielonki odbywa się za pomocą ciągnika z dwiema samorozładowniczymi przyczepami (rys. 1,2). Ciągnik z przyczepami wjeżdża na ruchomy pomost, gdzie następuje boczne rozładowanie do odpowiedniej komory.

Ruchomy pomost może przemieszczać się wzdłuż silosu w zależności od potrzeb. Odpowiednio zaprojektowana sieć dróg dojazdowych umożliwi zorganizowanie dowozu kilkoma zestawami transportowymi, dzięki czemu można skrócić czas załadowania silosów.

Luźno uasypana zielonka zagęszczana jest za pomocą ciągników gąsienicowych.

Pobieranie zakiszonej paszy z silosu odbywa się za pomocą ładowacza chwytakowego i traktora.

#### 5. Warunki geometryczne pomostu i torowiska

Konstrukcja łożysk pomostu nad podporami, z wyjątkiem podpory środkowej, umożliwi ruchy pomostu w kierunku prostopadłym do osi silosu w granicach luzów  $L_3 = \pm 5,0$  mm (rys. 3). Niezależnie od powyższego pomyślane są luzy  $L_1 = \pm 4,0$  mm występujące między główką szyny a obrzeżami kół pomostu. Projekt torowiska przewiduje, że luzy  $L_2$  między stopką szyny a kotwami mocującymi szynę do żelbetowego wieńca wynoszą  $\pm 10$  mm.

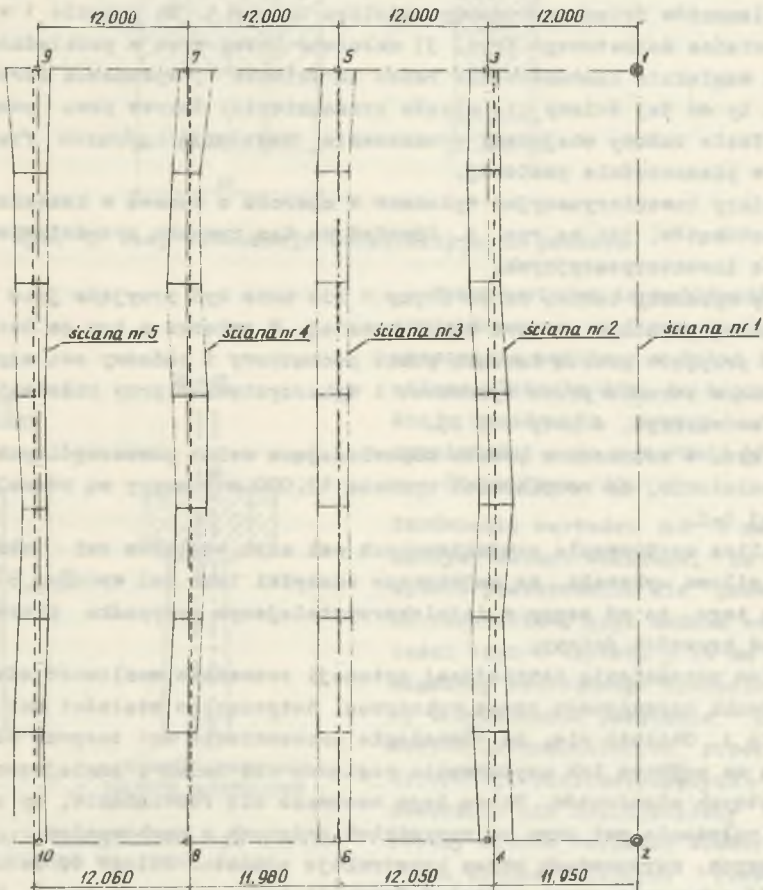
Projektanci pomostu uzyskali formalną zgodę Rejonowego Dozoru Technicznego, by projektowanego urządzenia nie kwalifikować jako dźwignicy. Autorzy pragną polemizować z taką kwalifikacją obiektu, gdyż jest ona sprzeczna z aktami normatywnymi. Zgodnie z normą PN-63/M-4500, dźwignica jest to maszyna robocza będąca środkiem transportowym o zasięgu ograniczonym i ruchu przerywanym, stosowana w transporcie wewnętrznym, której zadaniem jest przenoszenie ładunku w pionie i w poziomie. Według tej samej normy suwnica jest to dźwignica złożona z przesuwnego ustroju nośnego i poruszającego się po nim wózka lub ciągnika.

Biorąc za punkt wyjścia literę i duch tych definicji, pomost roboczy należy zakwalifikować jako dźwignicę. W związku z tym powinien podlegać on Urzędowi Dozoru Technicznego i odpowiadać określonym normami warunkom geometrycznym. Jeśli chodzi o jezdnię suwnicową i tor suwnicowy, to powinny one spełniać warunki przewidziane w Instrukcji Technicznej eksploatacji i budowy suwnic w przemyśle hutniczych z 1962 r. Kontrola tych warunków geometrycznych odbywa się na drodze sprawdzenia charakterystycznych parametrów, zgodnie z Zarządzeniem Nr 10 Ministra Przemysłu Ciężkiego z dnia 24 lutego 1972 r., w sprawie wykonania pomiarów suwnic i jezdni suwnicowych.

Opis sprawdzonych, metodami geodezyjnymi, parametrów geometrycznych charakteryzujących kształt jezdni suwnicowych zawarty jest w pracy [2].

## 6. Opis wad budowy silosu

Silos na kiszonkę wykonywano częściowo systemem gospodarczym, siłami inwestora i częściowo przez Przedsiębiorstwo Budownictwa Rolniczego. W czasie budowy silosu nie zapewniono fachowej obsługi geodezyjnej, w wyniku czego powstały znaczne błędy w usytuowaniu ścian silosu, zarówno w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej, zilustrowane na rys. 4. Zachodziła też obawa, że ze względu na sposób rozwiązania zamocowania szyn do wieńca ściany (rys. 3) nie będzie możliwe skompensowanie występujących odchyłek wieńca ruchami szyn na podkładce.



## Oznaczenia

Skala długości 1:800  
 Skala szerokości 1:400  
 Skala deformacji 1:40

1, 2, 3... 10 - wierzchołki osnowy  
 ——— boki osnowy  
 - - - - - optymalizowane położenie  
 osi szyn

Rys. 4. Wykres odchyłek wykonawczych ścian silosu

Należy też podkreślić, że rozpiętość szyn w poszczególnych przeszłych musiały być zachowane, gdyż na te rozpiętości projektowano pomost ruchomy.

Przed podjęciem decyzji odnośnie sposobów zarządzania złu zlecono wykonanie pomiarów inwentaryzacyjnych i realizacyjnych mających na celu przewidziane ułożenie osi szyn w poziomie i w pionie (rys. 4).

## 7. Analiza wyników pomiarów inwentaryzacyjnych

W czasie przystępowania do pomiarów kończono ustawianie prefabrykowanych elementów ścian na końcowym odcinku ściany 5. Na ścianie 1 w deskowaniu wieńca żelbetowego (rys. 3) układano kotwy wraz z podkładkami. Mając na względzie zaawansowanie robót na ścianie 1, wykonawca narzucił warunek, by oś tej ściany nie uległa przesunięciu. Zakres prac pomiarowych w tej fazie budowy obejmował wyznaczenie położenia górnych fragmentów ścian w płaszczyźnie poziomej.

Pomiary inwentaryzacyjne wykonano w oparciu o osnowę w kształcie siatki prostokątów, jak na rys. 4. Również na tym rysunku przedstawiono wyniki prac inwentaryzacyjnych.

Pomiary wykazały także, że oś szyny 1 nie może być przyjęta jako baza odniesienia, gdyż nie stanowi linii prostej. W związku z tym za bazę odniesienia przyjęto prostą łączącą punkt początkowy i końcowy osi szyny 1, zaznaczone w terenie przez wykonawcę i wykorzystywane przy układaniu podładek i kotwi (rys. 4 pkt 1 i 2).

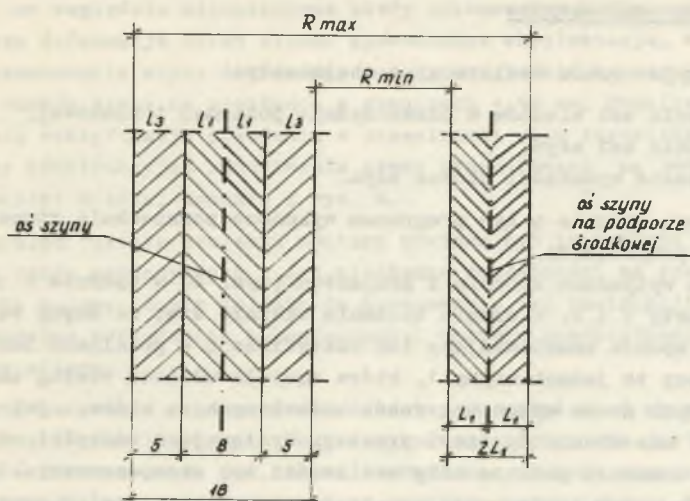
Na rys. 4 zaznaczono proste odpowiadające osiom poszczególnych szyn, przy założeniu, że rozpiętości wynoszą 12.000 m i szyny są równoległe do prostej 1-2.

Analiza usytuowania projektowanych osi szyn względem osi istniejących ścian silosu wykazała, że największe odchyłki tych osi wynoszą 8 cm. Wynika z tego, że oś szyny w najniekorzystniejszym przypadku przebiegałaby 4 cm od krawędzi ściany.

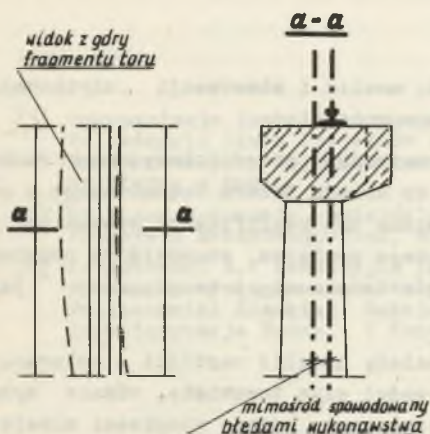
Celem poprawienia istniejącej sytuacji rozważano możliwość odstąpienia od warunku narzuconego przez wykonawcę, dotyczącego stałości osi szyny na ścianie 1. Okazało się, że równoległe przesunięcia osi zespołu szyn nie wpłyną na poprawę ich usytuowania względem osi ścian i zmniejszenie niekorzystnych mimośrodów. Wobec tego nasuwało się rozwiązanie, by zoptymalizować położenie osi szyn na wszystkich ścianach z zachowaniem warunków brzegowych, narzuconych przez konstrukcję pomostu. Należy tu rozumieć możliwość pokonania przez pomost deformacji toru, w ramach luzów konstrukcyjnych pomostu.

Jak wynika z wartości luzów  $L_1$  i  $L_2$  (rys. 3), pomost może pokonać różnicę rozpiętości o maksymalnej wartości  $R_{\max} - R_{\min} = 26$  mm (rys. 5).





Rys. 5. Pasy tolerancji konstrukcyjnych pomostu



Rys. 6. Szkic zmodyfikowanego usytuowania wieńca względem ścian

Wykorzystując tę możliwość, zaprojektowano najkorzystniejsze wpasowanie osi szyn w układ ścian silosu. Okazało się, że tego rodzaju wpasowanie wymaga zmiany rozpiętości szyn o wartość  $\Delta R_{\max} = \pm 60$  mm (rys. 4).

Porównanie wartości  $\Delta R$  z maksymalnymi luzami wskazuje, że ten sposób postępowania nie prowadzi do rezultatów, gdyż zmiana rozpiętości szyn o wartość  $\pm 26$  mm wymagałaby bezbłędnego ułożenia szyny i wykluczała powstanie przyszłych, nieuniknionych przecięć, deformacji eksploatacyjnych a jednocześnie nie zmniejszałaby w istotny sposób wartości mimośrodków.

Na drodze kolejnych rozważań ustalono, że najlepszym sposobem zaradzenia istniejącej sytuacji jest poszerzenie wieńca ścian wg schematu jak na rys. 6.

## 8. Pomiary realizacyjne

Geodezyjne prace realizacyjne obejmowały:

- wytyczenie osi wieńców w płaszczyźnie poziomej i pionowej,
- wytyczenie osi szyn,
- wyznaczenie wysokości główek szyn.

Pomiary, zgodnie z tym programem wykonano powszechnie stosowanymi metodami i przyrządami.

Osie szyn wytyczono zgodnie z projektem (rys. 4) w oparciu o prostą łączącą punkty 1 i 2. W czasie tyczenia okazało się, że szyny są ułożone na wieńcu w sposób umożliwiający ich rektyfikację w granicach luzów  $L_2$  (rys.3). Nie dotyczy to jednak szyny 1, która została ułożona według znaków wykorzystywanych przez wykonawcę robót budowlanych, a które - jak wspomniano w pktcie 7 nie stanowiły linii prostej. Występujące odchyłki od prostoliniowości znacznie przekraczały możliwości ich skompensowania luzami  $L_2$ . Zachodziła zatem konieczność wypalenia stopek szyn, celem prawidłowego ułożenia ich osi.

Wyznaczenie wysokości główek szyn posłużyło do zaprojektowania rektyfikacji układu szyn w płaszczyźnie pionowej.

## 9. Wnioski i zalecenia

Na podstawie przeprowadzonych badań, analiz i obserwacji użytkowania całego obiektu, nasuwają się następujące wnioski:

- a) Zgodnie z obowiązującymi aktami normatywnymi przedmiotowy pomost ruchomy jest dźwignicą. Należy wystąpić do Urzędu Dozoru Technicznego o rewizję poprzedniej kwalifikacji. Zamiana tej kwalifikacji spowoduje, że obiekt będzie musiał podlegać okresowym pomiarom, stanowiącym podstawę do wydania przez Urząd Dozoru Dźwigów orzeczenia o bezpiecznej jego eksploatacji.
- b) Ze względu na nietypowość obiektu należy ustalić wartości tolerancji dla różnic rozpiętości, prostoliniowości szyn torowiska, różnic wysokości niwelety szyn w przekroju poprzecznym, różnic wysokości niwelety poszczególnych szyn oraz przeswitów między konstrukcją pomostu a skrajnymi ścianami silosu. Podstawą ustaleń wartości dopuszczalnych tolerancji parametrów geometrycznych mogą być rozważania zawarte w pracy [2] zrealizowanej w Zakładzie Geodezji Politechniki Śląskiej. Przy ustalaniu tych tolerancji należy szczegółowo rozpatrzyć konstrukcję pomostu pod kątem możliwości jego wpisywania się w torowisko.
- c) Należy dokonać zmian konstrukcyjnych w rozwiązaniu zamocowania szyny do wieńca. Obecne rozwiązanie umożliwia przesuwanie stopki szyny w granicach luzów  $L_1 = \pm 10$  mm.



Mając na względzie nieuniknione błędy wykonawstwa budowlanego oraz późniejsze deformacje ścian silosu spowodowane eksploatacją, w rozwiązaniu zamocowania szyny do wieńca, należy uwzględnić konstrukcyjną możliwość ruchów szyny na podkładce w granicach  $\pm 50$  mm. Umożliwi to późniejszą rektyfikację położenia w przestrzeni szyn torowiska. Wspomniane zmiany konstrukcyjne zamocowania szyny uwarunkowane są powiększeniem szerokości wieńca, zgodnie z rys. 6.

- d) Integralną częścią projektu montażu powinna być instrukcja ujmująca zakresy robót geodezyjnych i ich niezbędne dokładności na poszczególnych etapach budowy. Zanim dojdzie do opracowania tej instrukcji, należy wydać doraźne zarządzenie o konieczności nadzoru geodezyjnego w czasie budowy silosu.
- e) Obiekt, na którym zebrano doświadczenia, przestał mieć charakter jednostkowy. W chwili pisania tego artykułu realizuje się już podobny obiekt w Gołuszowicach pow. Strzelce Opolskie. Należy przypuszczać, że konieczność intensyfikacji wzrostu поголівья trzody skłoni Państwowe Gospodarstwa Rolne w innych województwach do budowy podobnych obiektów. Na tym tle wyłania się konieczność zbierania dalszych doświadczeń w zakresie pomiarów realizacyjnych i pomiarów przemieszczeń pod wpływem eksploatacji.

#### LITERATURA

- [1] Dokumentacja techniczna pomostu jezdni i silosu czterokomorowego - Wojewódzkie Biuro Projektów Budownictwa Wiejskiego w Opolu, Pracownia Projektowa przy Wojewódzkim Zjednoczeniu Przedsiębiorstw Mechanizacji Rolnictwa w Opolu.
- [2] Wytyczne wykonania pomiarów suwnic i jezdni suwnicowych. Wydawnictwa Przemysłu Maszynowego Wema, Warszawa 1973.
- [3] Krzeszowski M.: Geodezyjna inwentaryzacja powierzchni operacyjnych, rzecznych wyciągów statków. Sympozjum OPT Katowice, Zakład Geodezji Politechniki Śląskiej, Sekcja Geodezji Inżynierskiej SGP "Geodezyjna Inwentaryzacja Budowli i Konstrukcji", Katowice 22-24 październik 74r.

#### СПЕЦИФИКА ИЗМЕРЕНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ ВЫДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМЫ НАД СИЛОСОМ ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ КОРМА

#### Резюме

В статье дается описание геодезических съёмок, связанных с постройкой силоса-прототипа с выдвижной платформой. Благодаря измерениям, начатым, к сожалению, только в конечной стадии строительства, удалось исправить ошибки в постройке силоса.

REALIZATIONAL GEODETIC MEASUREMENTS CONNECTED WITH THE CONSTRUCTION OF A MOVABLE PLATFORM ABOVE THE SILO

Summary

The present paper contains the description of realizational geodetic measurements connected with constructing a prototype ensilage silo with a movable platform.

Thanks to the measurements, which unfortunately had started only in the final stage of realisations, it was possible to correct the errors in the silo construction.