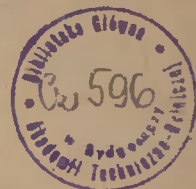


AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY



ZESZYTY NAUKOWE 86

BUDOWNICTWO 16

BYDGOSZCZ - 1981



AKADEMIA TECHNICZNO-ROLNICZA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY



ZESZYTY NAUKOWE 86

BUDOWNICTWO 16

BYDGOSZCZ - 1981

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
doc. dr hab. Juliusz Skonieczny

REDAKTOR NAUKOWY
dr inż. arch. Witold Czarnecki

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Grażyna Winiarska, Alfons Grzenkowicz

Wydano za zgodą Rektora
Akademii Techniczno-Rolniczej
w Bydgoszczy

ISSN 0208-6379

WYDAWNICTWO UCZELNIANE AKADEMII TECHNICZNO-ROLNICZEJ
W BYDGOSZCZY

Wyd. I. Nakład 150 egz. Ark. wyd. 6,4. Ark. druk. 6.
Papier kł. V, 70 g, 70 × 100 Oddano do druku w sierpniu 1981 r. Druk ukończono w październiku 1981 r.
Zam. nr 646 Cena zł 26,- MNSzWiT W-5/134 WSiP Zakł. Graficzne w Bydgoszczy

Nr cww P 15/82

S P I S T R E Ś C I

	strona
1. Witold Czarnecki, Aurelia Grad-Koźlarczyńska: Ogólna klasyfikacja budynków i próba systematyki zabudowy niskiej	5
2. Edmund Lubieniecki: Analiza obliczeniowa dźwigara przestrzennego typu bezprzekątniowego	23
3. Józef Strzelecki: Odształcenia wstępnie sprężonych cylindrycznych zbiorników metalowych	33
4. Kazimierz Mazurkiewicz, Jan Klugiewicz: Spływy wód deszczowych z terenów miejskich	45
5. Mieczysław Porowski: Wpływ czasu eksploatacji na działanie przeciwprądowych wymienników ciepłej wody gospodarczej	55
6. Witold Czarnecki: Możliwości wykorzystania rekreacyjnego rejonów miast Mogilna i Chełmży	67
7. Jan Gadomski: Ocena wpływu warunków fizycznych wykonania robót montażowych na dokładność montażu	81



Witold Czarnecki
Aurelia Grad-Kończyczyńska

OGÓLNA KLASYFIKACJA BUDYNKÓW
I PRÓBA SYSTEMATYKI ZABUDOWY NISKIEJ

Przyjęty podział obiektów na budynki niskie, średnioniskie, średniowysokie i wysokie nie odzwierciedla w pełni wszystkich cech zabudowy.

W artykule przedstawiono propozycję rozwinięcia ogólnej klasyfikacji budynków oraz systematykę zabudowy niskiej w ujęciu graficznym.

1. WSTĘP I PODSTAWY SYSTEMATYKI

Potrzeba opracowania systematyki zabudowy niskiej wynika w czasie prowadzonych w Instytucie Budownictwa Lądowego ATR w Bydgoszczy, w latach 1976/77, prac badawczych nad rozwojem budownictwa niskiego w ramach tematu rządowego PR-5 "KOMPLEKSOWY ROZWOJ BUDOWNICTWA MIESZKANIOWEGO". Brak systematyki utrudniał jednoznaczne porozumiewanie się zespołu w przedmiocie będącym tematem prac badawczych, a także w zagadnieniach objętych zakresem badań.

Systematyką zostały objęte obiekty budowlane budownictwa powszechnego, w stosunku do których używa się określenia "budynki niskie". Celem systematyki jest opisanie rodzajów, cech użytkowych oraz wyróżnienie parametrów technicznych zabudowy niskiej. Pojęcia **b u d y n e k n i s k i**, **z a b u d o w a n i s k a** sugerują, że główną cechą identyfikującą jest pionowy wymiar metryczny tj. wysokość budynku. Obowiązujące aktualne zarządzenia i akty prawne nie definiują pojęcia budynku niskiego. Ustalenie i przyjęcie zasad klasyfikacji ogólnej budynków stanowi podstawę wyjściową systematyki. W tym celu wykorzystano sformułowania zawarte w zarządzeniu nr 130 § 142-145 z dnia 29 czerwca 1966 roku, Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych /Dziennik Budownictwa nr 10 poz. 44 i nr 16 poz. 69 z 1966 r./. Wymienione zarządzenie podaje bardzo ogólną definicję budynków wysokich i średniowysokich:

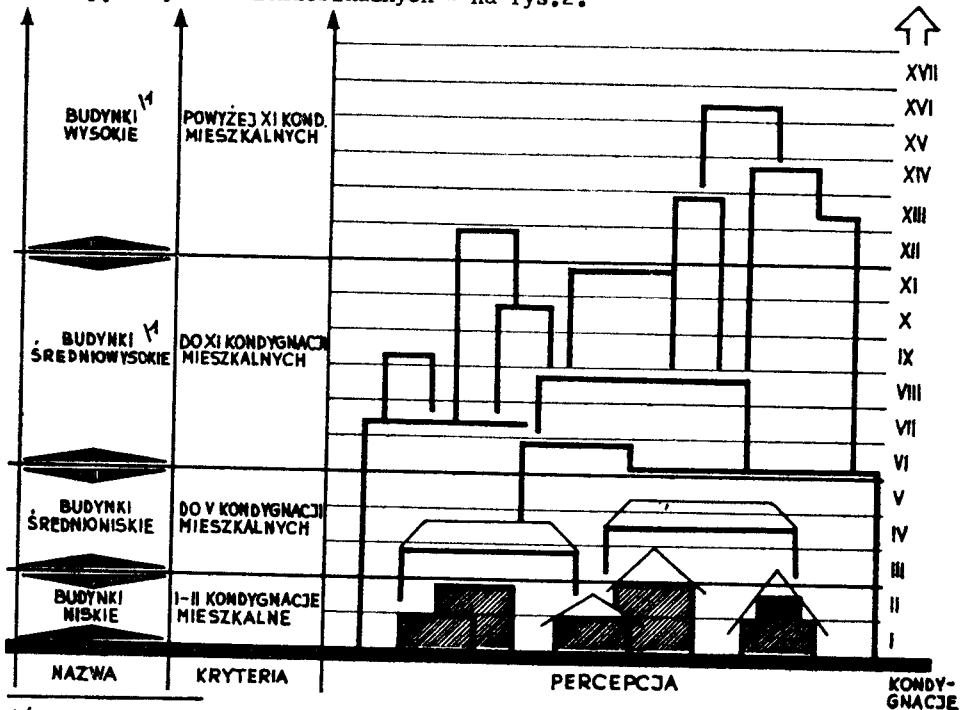
- "... - budynki wysokie są to obiekty budowlane posiadające więcej niż 11 kondygnacji w budynkach mieszkalnych lub przekraczające wysokość 30 m w innych budynkach,
- budynki średniowysokie są to obiekty budowlane posiadające więcej niż 5 kondygnacji w budynkach mieszkalnych lub przekraczające wy-

sokość 15 m w innych budynkach ...".

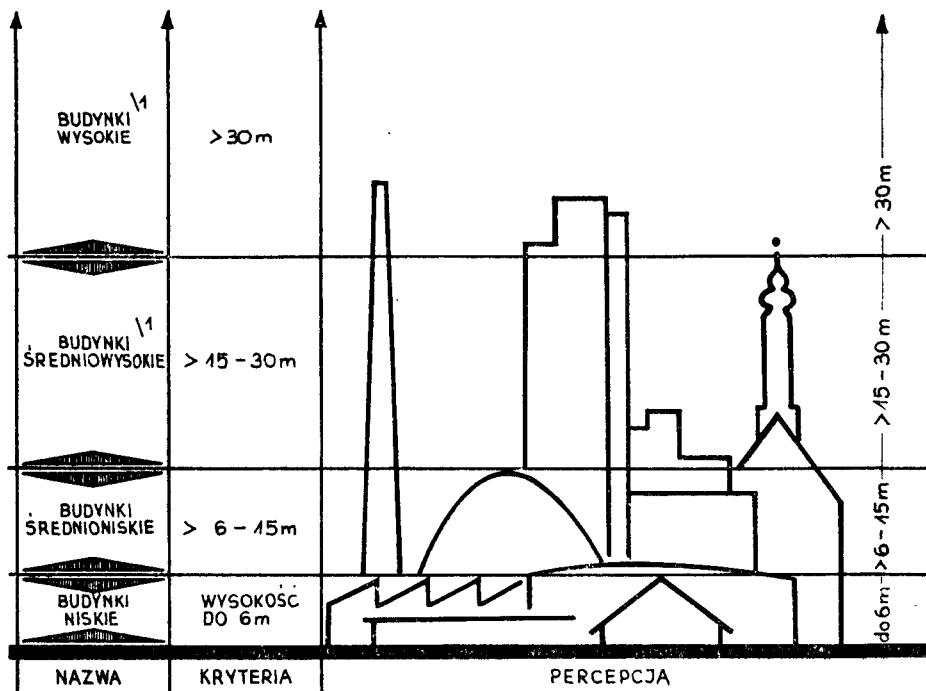
Przyjmując formuły określające budynki wysokie i średniowysokie proponuje się wniesienie niezbędnych uzupełnień w celu uzyskania jednoznacznego rozumienia definicji oraz wprowadzenie dla pozostałej grupy budynków, tj. od 1 do 5 kondygnacji w budynkach mieszkalnych i do 15 m wysokości w innych budynkach uzupełniającego podziału ze zróżnicowaniem na budynki średnioniskie i budynki niskie z następującą interpretacją obejmującą łącznie 4 grupy:

- b u d y n k i n i s k i e ^{1/} są to obiekty budowlane posiadające nie więcej niż 2 kondygnacje w budynkach mieszkalnych lub nie przekraczające wysokości 6 m w innych budynkach,
- b u d y n k i ś r e d n i o n i s k i e są to obiekty budowlane posiadające od 3 do 5 kondygnacji w budynkach mieszkalnych lub o wysokości od 6 do 15 m w innych budynkach,
- b u d y n k i ś r e d n i o w y s o k i e są to obiekty budowlane posiadające od 6 do 11 kondygnacji w budynkach mieszkalnych lub o wysokości od 15 do 30 m w innych budynkach,
- b u d y n k i w y s o k i e są to obiekty budowlane posiadające więcej niż 11 kondygnacji w budynkach mieszkalnych lub przekraczające wysokość 30 m w innych budynkach.

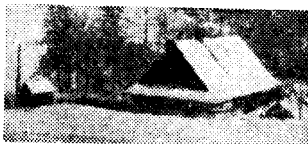
Klasyfikację budynków mieszkalnych przedstawiono na rys.1, a klasyfikację budynków niemieszkalnych - na rys.2.



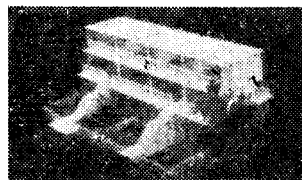
^{1/} W rozważaniach nie bierze się pod uwagę podpiwniczenia.



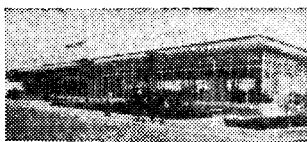
2.1. Budynki niskie



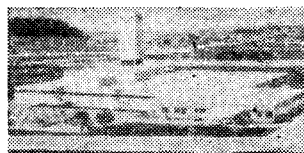
Fot.1. Budynek mieszkalny niski
1 kondygnacyjny



Fot.2. Budynek mieszkalny niski
2 kondygnacyjny



Fot.3. Niskie budynki niemieszkalne; obiekty produkcyjne -
- wysokość do 6 m

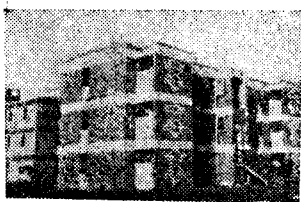


Fot.4. Niski budynek niemieszkalny, pawilon usługowy -
- wysokość do 6 m

Fot.5. Niski budynek niemieszkalny; obiekt inwentarski -
- wysokość do 6 m



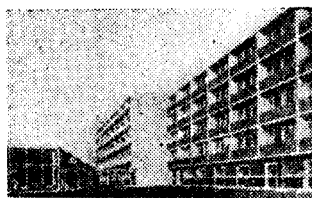
2.2. Budynki średnioniskie



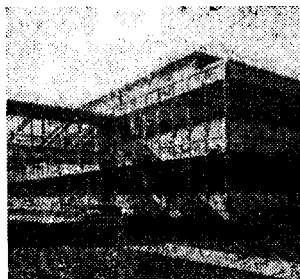
Fot.6. Budynek mieszkalny średnioniski
3 kondygnacyjny



Fot.7. Budynek mieszkalny średnioniski
4 kondygnacyjny



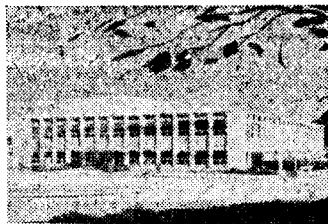
Fot.8. Budynek mieszkalny średnioniski
5 kondygnacyjny



Fot.9. Średnioniski budynek niemieszkalny; obiekt produkcyjny -
- wysokość w granicach od 6 do 15m



Fot.10. Srednioniski budynek niemieszkalny; pawilon usługowy -
- wysokość w granicach od 6 do 15 m



Fot.11. Srednioniski budynek niemieszkalny; obiekt użyteczności publicznej - szkoła -
- wysokość w granicach od 6 do 15 m



Fot.12. Srednioniski budynek niemieszkalny; obiekt użyteczności publicznej - hala sportowo-widowiskowa -
- wysokość w granicach od 5 do 15 m

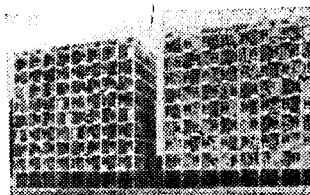


Fot.13. Srednioniskie budynki niemieszkalne; obiekty produkcyjne -
- wysokość w granicach od 6 do 15 m

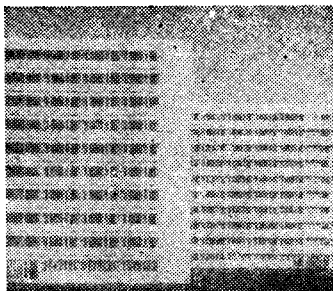
2.3. Budynki średniowysokie



Fot.14. Budynek mieszkalny średniowysoki
7 kondygnacyjny



Fot.15. Budynek mieszkalny średniowysoki
8 kondygnacyjny



Fot.16. Budynek mieszkalny
średniowysoki
10 kondygnacyjny

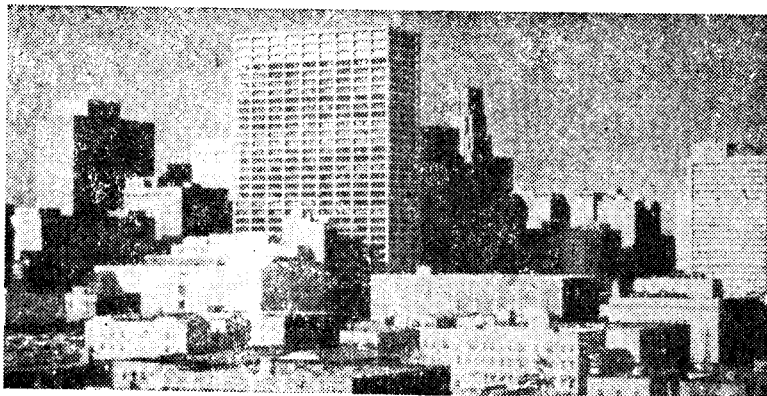


Fot.17. Średniowysoki budynek
niemieszkalny;
obiekt handlowo-administracyjny -
- wysokość w granicach od 15 do 30 m

2.4. Budynki wysokie



Fot.18. Budynek mieszkalny
wysoki
18 kondygnacyjny



Fot.19. Przykład zestawienia zabudowy o różnej wysokości
- niskiej, średnioniskiej, średniowysokiej i wy-
sokiej

3. SYSTEMATYKA ZABUDOWY NISKIEJ

W budownictwie powszechnym budynki niskie stanowią największą ilościowo grupę; służąc rozmaitym celom stwarzają szerokie możliwości ich zastosowania, mają zazwyczaj nieskomplikowaną konstrukcję, a do ich wznoszenia mogą być użyte rozmaite materiały budowlane.

A. Rodzaje i cechy zabudowy niskiej

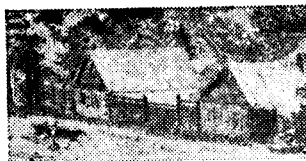
Systematyka dotyczy budynków w takim rozumieniu, że są to obiekty budowlane budownictwa powszechnego usytuowane w terenie, nadziemne, nieru-chome, trwale połączone z gruntem, stanowiące skończoną całość użytkową.

B. Ze względu na rozmieszczenie przestrzenne i administracyjny podział kraju rozróżniamy:

- zabudowę miejską,
- zabudowę wiejską.

W wyróżnianych typach zabudowy występuje podział według przeznaczenia na budynki:

- mieszkalne,
- gospodarcze,
- produkcyjne lub przemysłowe,
- użyteczności publicznej lub usługowe,
- inne,



Fot.20. Przykład zabudowy mieszkaniowej wiejskiej o cechach regionalnych



Fot.21. Przykład niskiej zabudowy mieszkaniowej miejskiej



Fot.22. Przykład niskiej zabudowy mieszkaniowej o wyrazie uniwersalnym



Fot.23. Przykład letniskowej niskiej zabudowy mieszkaniowej

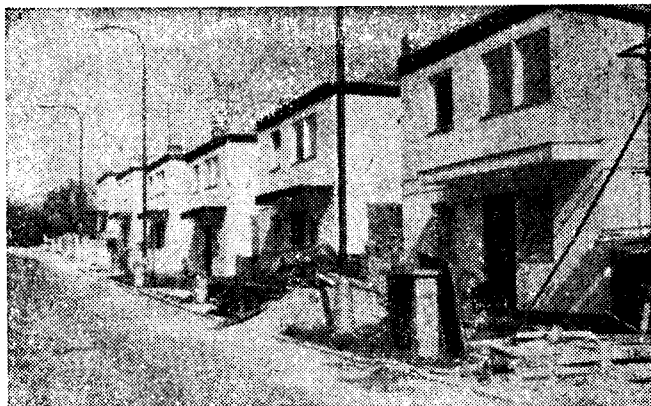


Fot.24. Przykład letniskowej niskiej zabudowy mieszkaniowej

C. Ze względu na sposób usytuowania w terenie rozróżniamy:

- budynki wolnostojące /fot.25 i 26/,
- budynki zwarte /fot.27 i 28/.

Budynki wolnostojące tworzą układy zabudowy luźno rozmieszczonej na wydzielonym obszarze i nie przylegają do siebie. Wskaźnik wykorzystania terenu zabudowanego wynosi netto do 20% dla obszarów nowoprojektowanych.



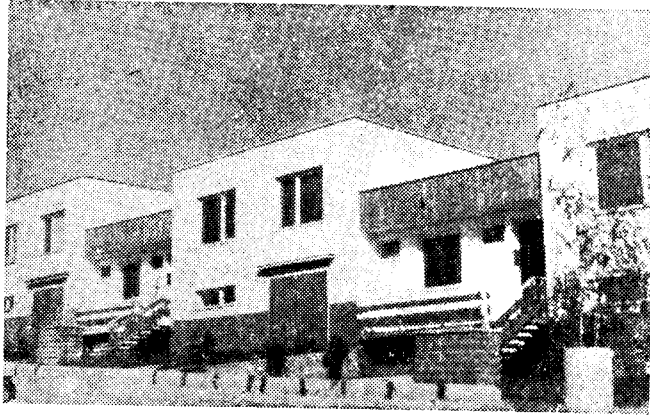
Fot.25. Przykład zabudowy mieszkaniowej niskiej
- budynki wolnostojące stosowane obecnie zarówno w miastach, jak i na obszarach wiejskich



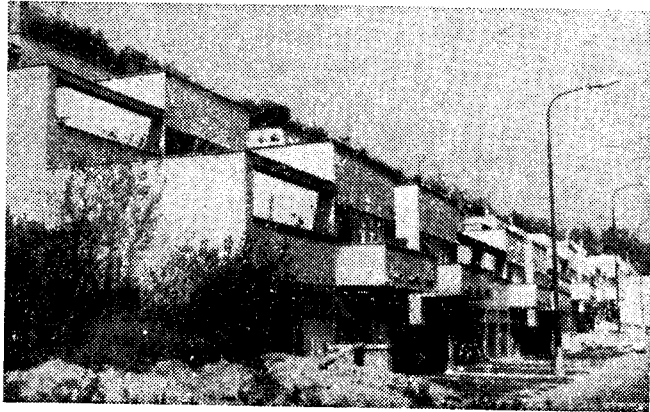
Fot.26. Przykład zabudowy mieszkaniowej niskiej
- budynki wolnostojące

Budynki zwarte tworzą układy zabudowy: ciągłej, szeregowej /fot.27/ , atrialnej, atrialnej-tarasowej /fot.28/ lub co najmniej zabudowy zespołowej - bliźniaczej, którą tworzą budynki parami przylegające do siebie.

Wskaźnik terenu zabudowanego wynosi netto powyżej 20% dla obszarów nowoprojektowanych.



Fot.27. Przykład zabudowy mieszkaniowej niskiej - budynki zwarte



Fot.28. Przykład zabudowy mieszkaniowej niskiej - budynki zwarte

D. Ze względu na przeznaczenie wyróżniamy:

- budynki jednofunkcyjne np. mieszkalne, gospodarcze, przemysłowe lub produkcyjne, usługowe lub użyteczności publicznej - szkoły, instytucje itp.,
- budynki wielofunkcyjne np. mieszkaniowo-usługowe, usługowo-produkcyjne itp.

E. Ze względu na cechy konstrukcyjno-materiałowe wyróżniamy:

- budynki trwałe tzw. niepalne,
- budynki nietrwałe tzw. palne.

F. Ze względu na sposób realizacji tj. wykonawstwo budowlane wyróżniamy:

- budynki tradycyjne,
- budynki prefabrykowane,
- budynki monolityczne.

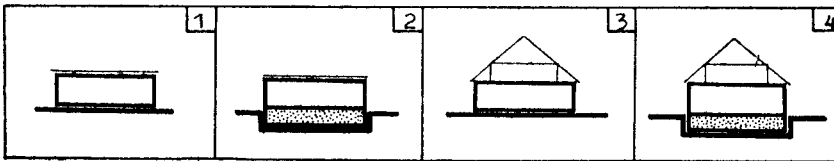
Wyróżnienie cech ogólnych, funkcjonalno-użytkowych i technicznych budynków niskich stanowi podstawę ujęcia systematyki w formę graficzną. Rezultatem jest wyróżnienie 54 rodzajów budynków niskich. Wielorakie kombinacje doboru ogólnych cech użytkowych i technicznych stwarzają możliwości wielowariantowych rozwiązań układów funkcjonalnych.

4. OZNACZENIA GRAFICZNE ZABUDOWY NISKIEJ

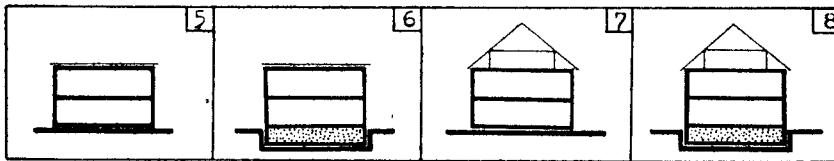
4.1. Budynki mieszkalne niskie - wolnostojące

- Symbole oznaczeń graficznych

I - KONDYGNACYJNE



II - KONDYGNACYJNE



- Opis identyfikacyjny budynków

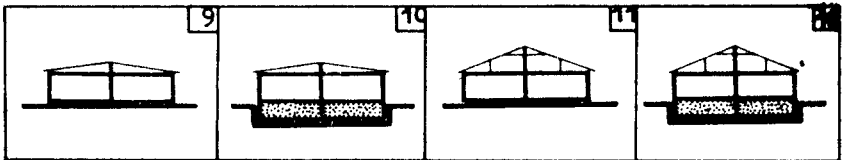
1. Budynek mieszkalny wolnostojący I-kondygnacyjny niepodpiwniczony, z dachem płaskim.
2. Budynek mieszkalny wolnostojący I-kondygnacyjny podpiwniczony, z dachem płaskim.
3. Budynek mieszkalny wolnostojący I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
4. Budynek mieszkalny wolnostojący I-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.
5. Budynek mieszkalny wolnostojący II-kondygnacyjny niepodpiwniczony, z dachem płaskim.

6. Budynek mieszkalny wolnostojący II-kondygnacyjny podpiwniczony, z dachem płaskim.
7. Budynek mieszkalny wolnostojący II-kondygnacyjny niepodpiwniczony, z wysokim dachem.
8. Budynek mieszkalny wolnostojący II-kondygnacyjny podpiwniczony, z wysokim dachem.

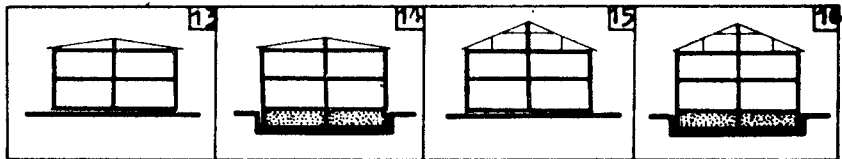
4.2. Budynki mieszkaniowe niskie - bliźniacze

- Symbole oznaczeń graficznych

I. - KONDYGNACYJNE



II. - KONDYGNACYJNE



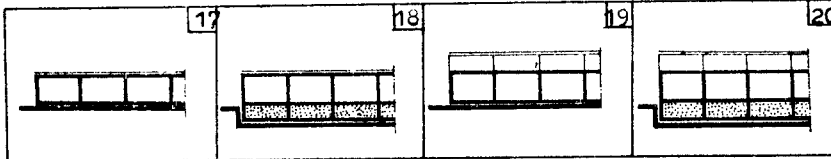
- Opis identyfikacyjny budynków

9. Budynek mieszkalny bliźniaczy I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
10. Budynek mieszkalny bliźniaczy I-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
11. Budynek mieszkalny bliźniaczy I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
12. Budynek mieszkalny bliźniaczy I-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.
13. Budynek mieszkalny bliźniaczy II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
14. Budynek mieszkalny bliźniaczy II-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
15. Budynek mieszkalny bliźniaczy II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
16. Budynek mieszkalny bliźniaczy II-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.

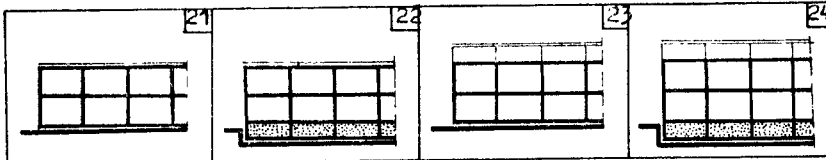
4.3. Budynki mieszkaniowe niskie - szeregowe

- Symbole oznaczeń graficznych

I. - KONDYGNACYJNE



II. - KONDYGNACYJNE



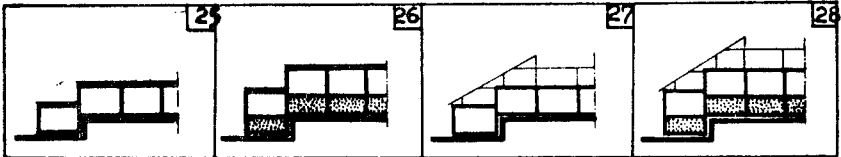
- Opis identyfikacyjny budynków

17. Budynek mieszkalny szeregowy I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
18. Budynek mieszkalny szeregowy I-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
19. Budynek mieszkalny szeregowy I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
20. Budynek mieszkalny szeregowy I-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.
21. Budynek mieszkalny szeregowy II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
22. Budynek mieszkalny szeregowy II-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
23. Budynek mieszkalny szeregowy II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
24. Budynek mieszkalny szeregowy II-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.

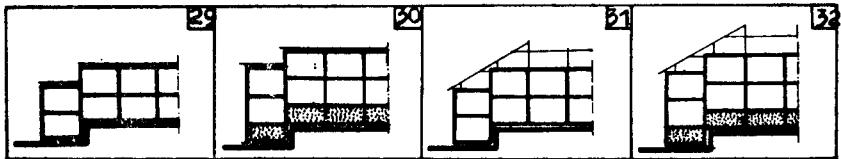
4.4. Budynki mieszkalne niskie - dywanowe, atrialne, kaskadowe

- Symbole oznaczeń graficznych

I - KONDYGNACYJNE



II - KONDYGNACYJNE



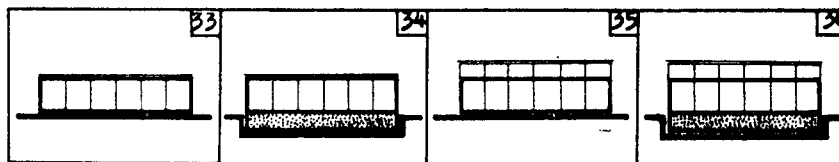
- Opis identyfikacyjny budynków

25. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
26. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej I-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
27. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
28. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej I-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.
29. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
30. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej II-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
31. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
32. Budynek mieszkalny w zabudowie dywanowej, atrialnej, kaskadowej II-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.

4.5. Budynki niskie zbiorowego zamieszkania: bursy, domy rencisty, hotele, pracownicze, domy wczasowe, małe domy mieszkalne itp.

- Symbole oznaczeń graficznych

I - KONDYGNACYJNE



II - KONDYGNACYJNE



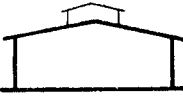







- Opis identyfikacyjny budynków

33. Budynek zbiorowego zamieszkania I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
34. Budynek zbiorowego zamieszkania I-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim
35. Budynek zbiorowego zamieszkania I-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
36. Budynek zbiorowego zamieszkania I-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.
37. Budynek zbiorowego zamieszkania II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z dachem płaskim.
38. Budynek zbiorowego zamieszkania II-kondygnacyjny podpiwniczony z dachem płaskim.
39. Budynek zbiorowego zamieszkania II-kondygnacyjny niepodpiwniczony z wysokim dachem.
40. Budynek zbiorowego zamieszkania II-kondygnacyjny podpiwniczony z wysokim dachem.

4.6. Budynki niskie niemieszkalne: gospodarcze, przemysłowe, inwentarskie, inne

- Symbole oznaczeń graficznych

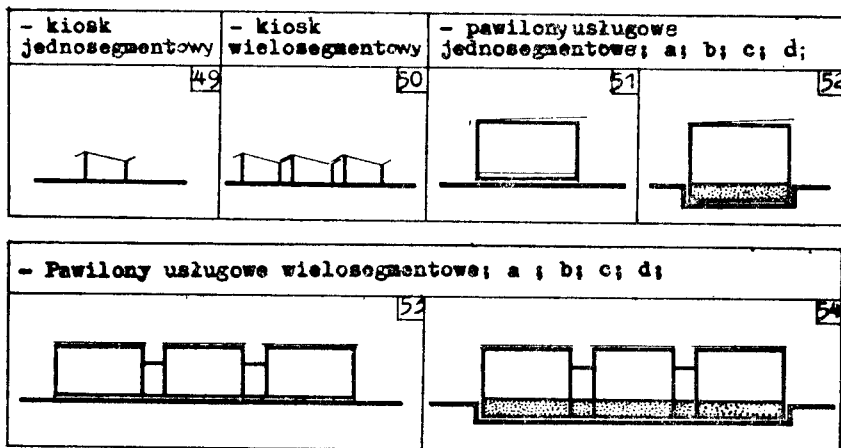
- Gospodarczy jednosegmentowy	- Gospodarczy wielosegmentowy	- przemysłowe i magazynowe	- inwentarskie
41 	42 	43 	44 
Garaż jednoboksowy	Garaż wieloboksowy	Wiata jednosegmentowa	Wiata wielosegmentowa
45 	46 	47 	48 

- Opis identyfikacyjny budynków niemieszkalnych do 6 m wysokości

41. Budynek gospodarczy jednosegmentowy niepodpiwniczony.
42. Budynek gospodarczy wielosegmentowy niepodpiwniczony.
43. Budynek przemysłowy niepodpiwniczony.
44. Budynek inwentarski niepodpiwniczony.
45. Budynek inny - garaż jednoboksowy.
46. Budynek inny - garaż wieloboksowy.
47. Budynek inny - wiata jednosegmentowa.
48. Budynek inny - wiata wielosegmentowa.

4.7. Budynki niskie użyteczności publicznej - pawilony usługowe

- Symbole oznaczeń graficznych



a - handlowy, b - rzemieślniczy, c - gastronomiczny
 d - biurowy, świetlica i in.

- Opis identyfikacyjny budynków niemieszkalnych do 6 m wysokości

- 49. Budynek usługowy - kiosk jednosegmentowy niepodpiwniczony.
- 50. Budynek usługowy - kiosk wielosegmentowy niepodpiwniczony.
- 51. Budynek usługowy - pawilon jednosegmentowy niepodpiwniczony.
- 52. Budynek usługowy - pawilon jednosegmentowy podpiwniczony.
- 53. Budynek usługowy - pawilon wielosegmentowy niepodpiwniczony.
- 54. Budynek usługowy - pawilon wielosegmentowy podpiwniczony.

A GENERAL CLASSIFICATION OF BUILDINGS AND AN ATTEMPT AT SYSTEMATIZING
LOW DEVELOPMENT

Summary

The accepted division into low, medium-low, medium-high and high does not reflect fully all features of development.

The paper presents a suggestion of developing a general classification of buildings as well as a systematics of a low development in a graphic way.

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ И ПОПЫТКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Резюме

Принятое разделение объектов на здания низкие, средненизкие, средневысокие и высокие не отображает полностью всех черт застройки.

В статье представлены предложения развития общей классификации зданий и систематизации малоэтажной застройки в графической форме.

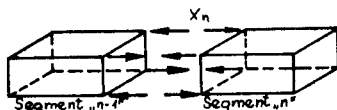
Edmund Lubieniecki

ANALIZA OBLICZENIOWA DŹWIGARA PRZESTRZENNEGO
TYPU BEZPRZEKATNIOWEGO

W artykule przedstawiono zagadnienie obliczenia dźwigarów przestrzennych typu Vierendeela według teorii cienkościennych konstrukcji skrzynkowych. Przedstawiona metoda pozwala uwzględnić wpływ skręcania układu przestrzennego i określić wielkości sił wewnętrznych.

1. METODA OBLICZENIOWA

Dźwigar przestrzenny bezprzekatniowy zwany ramą typu Vierendeela można rozpatrywać jako złożony z szeregu przyległych do siebie komór /sekcji/ według teorii cienkościennych skrzynkowych konstrukcji. Przejście od ramowego systemu do cienkościennego można zrealizować poprzez zamianę ram kraty głównej, pomocniczej i stężeń poprzecznych oraz prętowych wykratowań poziomych energetycznymi równoważnymi /ekwiwalentnymi/ ściankami pracującymi tylko na ścinanie [2]. Aby stworzyć powiązanie poszczególnych sekcji muszą powstać między nimi naprężenia podłużne, mające tę właściwość, że nie tworzą wypadkowej, a więc również i momentu wypadkowego /rys. 1/.



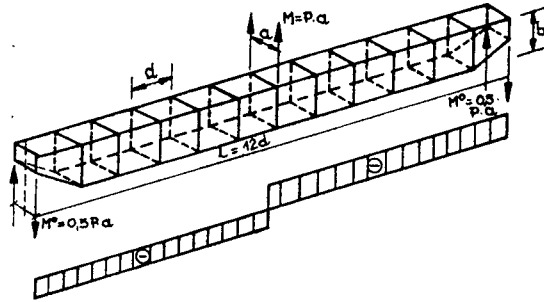
Rys. 1

Jeżeli obciążymy dźwigar w środku rozpiętości przęsła parą sił przeciwnie skierowanych czyli momentem skręcającym $M = P \cdot a$ /rys. 2/, wówczas możemy napisać układ równań kanonicznych metody sił.

$$X_1 \delta_{11} + X_2 \delta_{12} + X_3 \delta_{13} + \Delta_{1p} = 0$$

$$X_1 \delta_{21} + X_2 \delta_{22} + X_3 \delta_{23} + X_4 \delta_{24} + \Delta_{2p} = 0 \quad (1)$$

$$X_1 \delta_{31} + X_2 \delta_{32} + X_3 \delta_{33} + X_4 \delta_{34} + X_5 \delta_{35} + \Delta_{3p} = 0$$



Rys. 2

$$X_{n-2} \delta_{n,n-2} + X_{n-1} \delta_{n,n-1} + X_n \delta_{n,n} + X_{n+1} \delta_{n,n+1} + X_{n+2} \delta_{n,n+2} + \Delta_{np} = 0$$

$$X_{s-4} \delta_{s-2,s-4} + X_{s-3} \delta_{s-2,s-3} + X_{s-2} \delta_{s-2,s-2} + X_{s-1} \delta_{s-2,s-1} + X_s \delta_{s-2,s} + X_{s-3} \delta_{s-1,s-3} + X_{s-2} \delta_{s-1,s-2} + X_{s-1} \delta_{s-1,s-1} + X_s \delta_{s-1,s} + \Delta_{s-1,p} = 0$$

$$X_{s-2} \delta_{s,s-2} + X_{s-1} \delta_{s,s-1} + X_s \delta_{s,s} + \Delta_{sp} = 0$$

Z układu równań (1) wynika, że współczynnikami przy nadliczbowych różnymi od zera są tylko:

$$\delta_{n,n-2}; \delta_{n,n-1}; \delta_{n,n}; \delta_{n,n+1}; \delta_{n,n+2}$$

Rozpatrując energię potencjalną dźwigara dochodzimy do wniosku

$$\delta_{1,1} = \delta_{2,2} = \delta_{3,3} = \dots = \delta_{n,n} = A$$

$$\delta_{1,2} = \delta_{2,1} = \delta_{3,2} = \delta_{2,3} = \dots = \delta_{n,n-1} = \delta_{n,n+1} = B$$

$$\delta_{1,3} = \delta_{3,1} = \delta_{2,4} = \delta_{4,2} = \dots = \delta_{n,n-2} = \delta_{n,n+2} = C$$

Ponadto zakładając symetrię, układ równań kanonicznych przyjmuje postać:

$$\begin{aligned}
 AX_1 + BX_2 + CX_3 + \Delta_{1p} &= 0 \\
 BX_1 + AX_2 + BX_3 + CX_4 + \Delta_{2p} &= 0 \\
 CX_1 + BX_2 + AX_3 + BX_4 + CX_5 + \Delta_{3p} &= 0 \\
 CX_2 + BX_3 + AX_4 + BX_5 + CX_6 + \Delta_{4p} &= 0 \\
 \dots \dots \dots & \\
 CX_{n-4} + BX_{n-3} + AX_{n-2} + BX_{n-1} + CX_n + \Delta_{n-2,p} &= 0 \\
 CX_{n-3} + BX_{n-2} + /A+C/ X_{n-1} + BX_n + \Delta_{n-1,p} &= 0 \\
 2CX_{n-2} + 2BX_{n-1} + AX_n + \Delta_{n,p} &= 0
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Współczynniki przy nadliczbowych dla jednakowej sztywności przepon są następujące:

$$A = \frac{8d}{3EF} + \frac{1}{d} / \frac{a}{Gt_a} + \frac{b}{Gt_b} / + \frac{3ab}{2d^2Gt_p}
 \tag{3}$$

$$B = \frac{2d}{3EF} - \frac{1}{2d} / \frac{a}{Gt_a} + \frac{b}{Gt_b} / - \frac{ab}{d^2Gt_p}
 \tag{3a}$$

$$C = \frac{ab}{4d^2Gt_p}
 \tag{3b}$$

gdzie:

d, a, b - kolejno: długość jednej sekcji, szerokość i wysokość dźwigara;

t_a, t_b, t_p - grubość pasów, ścian i przepony.

Dla przepon skrajnych o nieskończonej sztywności zmienia się współczynnik A tylko w pierwszym równaniu (3)

$$A' = \frac{8d}{3EF} + \frac{1}{d} / \frac{a}{Gt_a} + \frac{b}{Gt_b} / + \frac{5ab}{4d^2Gt_p}
 \tag{4}$$

Wyrazy wolne w układzie (2) przyjmą postać

$$\Delta_{np} = \frac{L_n}{2ab} / \frac{a}{Gt_a} - \frac{b}{Gt_b} / + \frac{-L_{n-1} + 2L_n - L_{n+1}}{4dGt_p}
 \tag{5}$$

gdzie:

$$L_n = M_{n-1} - M_n$$

Dla obciążenia momentem skręcającym $M = P \cdot a$ w środku rozpiętości wzory upraszczają się:

- przepony o jednakowej sztywności

$$\Delta_{1p} = -\frac{M_0}{4dGt_p} \quad \Delta_{2p} = \Delta_{3p} = \dots = \Delta_{n-2,p} = 0 \quad (6)$$

$$\Delta_{n-1,p} = \frac{M_0}{2dGt_p} \quad (7)$$

$$\Delta_{n,p} = -\frac{M_0}{ab} \left[\frac{a}{Gt_a} - \frac{b}{Gt_b} \right] - \frac{M_0}{dGt_p} \quad (8)$$

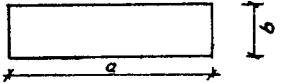
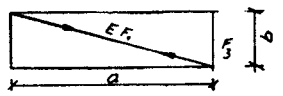
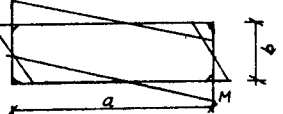
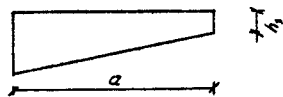
- dla przepon skrajnych o nieskończonej sztywności

$$\Delta_{1p} = 0 \quad (9)$$

Przy obliczeniu dźwigara typu bezprzekątniowego jako przestrzennej belki skrzynkowej zachodzi konieczność zastąpienia ram bocznych, krzyżulców i słupków krat poziomymi ściankami pełnymi.

Porównując odpowiednie energie potencjalne ścianki pełnej z energią potencjalną ramy, krzyżulców i ścianek trapezowych segmentów przypodporowych, otrzymamy grubości ścianek ekwiwalentnych /równoważnych/, które zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Schemat	Siła w ściance krzyżulca lub rami	Ekwiwalentna /równoważna/ grubość ścianki
	q	$t_0 = t$
	$N = q \sqrt{a^2 + b^2}$	$t_1 = \frac{E \cdot ab}{G \left[\frac{\sqrt{(a^2 + b^2)^3}}{F_1} + \frac{b^3}{F_3} \right]}$
	$M = q \frac{ab}{4}$	$t_2 = \frac{24}{Gab \left[\frac{a}{EJ_a} + \frac{b}{EJ_b} \right]}$
	-	$t_3 = \frac{-2}{2q^2} \frac{q}{b} / h_1 + h_2 /$

Równoważna grubość ścianki prostokątnej t_3

$$U_1 = \frac{q^2 a b}{2 G t_3} \quad (10)$$

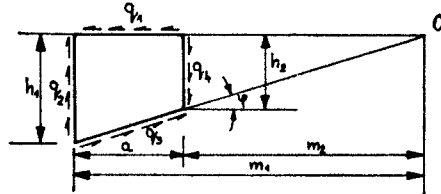
Oznaczając strumień sił stycznych /rys. 3/

$$q_1 = q_3 = \bar{q}$$

oraz wstawiając /tab. 1/

$$b = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

możemy przyjąć, że energia potencjalna ścinania ścianki równa się podobnie jak U_1



Rys. 3

$$U = \frac{\frac{q^2 a}{2 G t_3} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2}}{2} \quad (11)$$

Przyjmując, że $U_1 = U$ i przekształcając otrzymamy

$$t_3 = \frac{q}{2 q^2 b} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (12)$$

Wyznaczenie nadliczbowych X_n pozwala na określenie wielkości sił ścinających w ściankach lub w prętach. Jeżeli przez q^0 oznaczymy wielkość sił ścinających w układzie zastępczym to:

$$q_n^0 = \frac{M_{n-1} - M_n}{2 a b} \quad \text{kg/cm} \quad (13)$$

a całkowita wielkość siły

$$q_n = \frac{1}{2 d_{n-1}} / X_n - X_{n-1} / - \frac{1}{2 d_n} / X_{n+1} - X_n / + q_n^0 \quad (14)$$

Znając wartość q_n można, posługując się wzorami z tabeli 1, wyznaczyć wartości sił wewnętrznych dowolnego pręta rozpatrywanej konstrukcji.

Przykład

W tabeli 2 zestawiono przykładowo wyniki obliczeń dźwigara bezprzekątniowego poddanego działaniu momentu skręcającego $M = 1 \cdot a$, przy założe-

niu wszystkich przepon odkształcalnych /wariant I/ oraz przy założeniu dwóch przepon skrajnych jako nieskończenie sztywnych, natomiast pozostałe odkształcalne /wariant II/.

Tabela 2

Nr wzoru	Oznaczenie	Wartości	
		G t przepon jednakowych	G t przepon = ∞
3, 4	A, A'	2,23347	1,91347
3a	B	-1,42602	-1,42602
3b	C	0,32000	0,32000
6, 7, 8	Δ 1p	-0,20833	0,0
	Δ 4p	0,41667	0,41667
	Δ 5p	-0,88986	0,88986
2	X ₁ = X ₁₁	0,26101	0,01755
	X ₂ = X ₁₀	0,35413	0,04947
	X ₃ = X ₉	0,40743	0,11550
	X ₄ = X ₈	0,50708	0,24763
	X ₅ = X ₇	0,73311	0,50029
	X ₆	1,18927	0,96630
13, 14	q _n	-0,00130	-0,00219
	M ^o	15,60	26,28

Dane /rys. 2 i 4/ :

l = 30,0 m ; d = 2,50 m ; a = 1,60 m ; b = 1,92 m ;

P = 97 kN ; F_k = 11,5 cm² ; F_s = 4,8 cm² ;

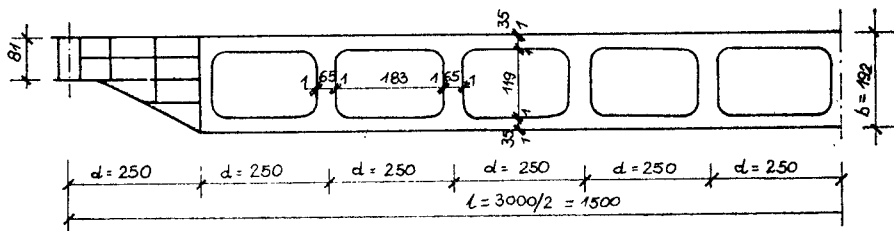
J_d = 20587 cm⁴ ; J_b = 33223 cm⁴ ; J_{dp} = J_{bp} = 668 cm⁴ ;

J_{d(p)} ; J_{b(p)} - momenty bezwładności przepon w kierunku d i wysokości b ;

J_d , J_b - momenty bezwładności ramy podłużnej w kierunku d i wysokości b ;

F_s - słupek stężenia kraty poziomej / ⊥ 50 · 50 · 5 / ;

F_k - krzyżulec stężenia kraty poziomej / = 75 · 75 · 8 / ;



Rys. 4

2. WNIOSKI

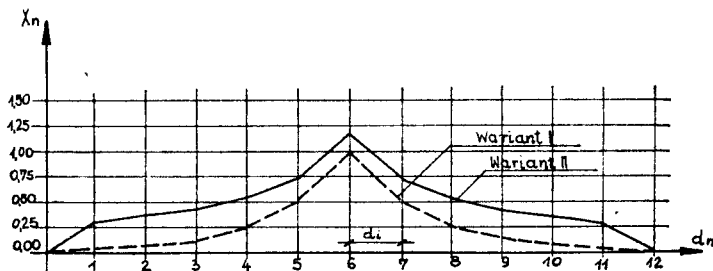
Przedstawiona metoda pozwala uwzględnić wpływ skręcania układu przestrzennego i określić wielkości sił wewnętrznych momentów przywęzłowych M w ramie i sił normalnych N w prętach kratownic poziomych.

Rzeczywiste wielkości M i N otrzymamy mnożąc wartości M^0, N^0 przez P /obciążenie zewnętrzne/.

Naprężenia w narożniku ramy od momentu skręcającego kształtują się w granicach 4 % naprężeń granicznych

$$\epsilon = \frac{15,6 \cdot 97,00 \cdot 17,5}{33223} = 0,7971 \text{ kN/cm}^2 ; \quad n = \frac{0,7971}{21,00} \cdot 100 \% = 3,8 \% \approx 4 \%$$

Z wykresu podanego na rys. 5 wynika, że największe siły X_n występują w miejscu działania momentu skręcającego /niewiadome siły samorównoważne X stanowią bimoment II rodzaju/.



Rys. 5

Zauważyć można, że w miarę oddalania się od środka rozpiętości przebieg wykresu ma charakter łagodny z nieznacznymi załomami. Gdyby pominąć w niektórych przekrojach przepony to wówczas wykres na odcinku od podpory do przepon 5 i 7 byłby prostoliniowy. Zwiększając odległość od miejsca przyłożenia momentu skręcającego zauważa się znacznie mniejszy wpływ przepon na wielkość sił normalnych, czyli niewiadomych X_n , wobec czego nasuwa się wniosek, że można ich nie uwzględniać. Można zatem przyjąć ob-

liczeniowe przybliżenie, że dźwigar składa się tylko z czterech segmentów z uwzględnieniem jedynie trzech przepon, które wywołują obciążenie tylko w dwóch sąsiednich segmentach. Pozwoli to na ułożenie trójczłonowych równań kanonicznych.

Chcąc obliczyć ugięcie dźwigara należy posłużyć się jedną ze znanych metod, np. ciężarów sprężystych, niezależnie od obliczenia układu na skręcanie.

LITERATURA

1. E. Lubieniecki: Sztywność stalowych mostów suwnicowych w szczególności wstępnie sprężonych. Zeszyty Naukowe - Budownictwo 11, ATR Bydgoszcz 1978
2. A.A. Umański: Stroitielnaja mechanika samoleta, Moskwa 1961

A COMPUTATIONAL ANALYSIS OF THREE-DIMENSIONAL GIRDERS OF NON-DIAGONAL TYPE

Summary

The paper discusses a problem of calculating three-dimensional girders of the Vierendeal type according to the theory of thin-walled box constructions. The method presented enables considering the torsion effect of a spatial set and determining the value of internal forces.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЛКИ БЕЗДИАГОНАЛЬНОГО ТИПА

Резюме

В статье представлена проблема подсчета пространственных балок типа по теории тонкостенных коробчатых конструкций. Представленный метод дает возможность принять во внимание влияние скручивания пространственного расположения и определить величину внутренних сил.

Józef Strzelecki

ODKSZTAŁCENIA WSTĘPNIE SPRĘŻONYCH
CYLINDRYCZNYCH ZBIORNIKÓW METALOWYCH

W artykule przedstawiono sprawozdanie z badań własnych prowadzonych w Zakładzie Mechaniki Budowli i Konstrukcji Metalowych ATR Bydgoszcz w zakresie wstępnie sprężonych metalowych zbiorników cylindrycznych na ciecze.

Problem poruszony w artykule to weryfikacja metod teoretycznych obliczania odkształceń konstrukcji powłokowych obrotowo-symetrycznych w świetle badań modelowych.

1. WSTĘP

Szereg problemów dotyczących wstępnego sprężania metalowych zbiorników na ciecze o kształcie cylindrycznym doczekało się już publikacji [1], [2], [3]. Nie zajmowano się dotąd zagadnieniem odkształceń powłoki zbiornika wstępnie sprężonego. Jest to pierwsza próba określenia zjawisk towarzyszących zmianom średnicy tego typu konstrukcji.

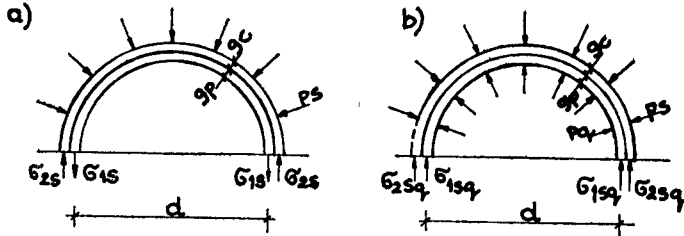
2. OBCIĄŻENIE DZIAŁAJĄCE NA POWŁOKĘ ZBIORNIKA

Pracę zbiornika wstępnie sprężonego możemy podzielić na dwie fazy:

a/ faza I - następuje obciążenie powłoki ciśnieniem dośrodkowym p_s powstałym od sił napięcia cięgna sprężającego /rys. 1a/. Zakładamy wstępnie, że grubość uzwojenia g_c jest umowną grubością ciągłego pierścienia sprężającego wyrażającego ilość stali wysokogatunkowej na jednostkę długości płaszcza zbiornika. W tej fazie pracy równanie równowagi wyrażone jest następująco:

$$G_{1s} \cdot \varepsilon_p + G_{2s} \cdot \varepsilon_c = 0 \quad (1)$$

b/ faza II - w tej fazie powłoka jest obciążona ciśnieniem dośrodkowym p_s jak w fazie I oraz ciśnieniem odśrodkowym powstałym od parcia hydrostatycznego cieczy wypełniającej zbiornik /rys. 1b/.



Rys. 1. Wstępnie sprężony pierścień w przekroju
 a/ obciążenie zbiornika w pierwszej fazie
 b/ obciążenie zbiornika w drugiej fazie

Równania równowagi przedstawiają się następująco:

- w kierunku równoleżnikowym

$$\sigma_{1sq} \cdot \varepsilon_p + \sigma_{1sq} \cdot \varepsilon_c = p_q \cdot r \quad (2)$$

- w kierunku południkowym

$$\sigma_z = \frac{p_o \cdot r}{2 \varepsilon_p \cdot s} \quad (3)$$

Równość odkształceń płaszczka i uzwojenia określa równanie:

$$\frac{-\sigma_{1s} + \sigma_{1sq} - \gamma \cdot \sigma_z}{E_p} = \frac{\sigma_{2sq} - \sigma_{2s}}{E_c} \quad (4)$$

Oznaczenia:

- E_c, E_p - współczynnik sprężystości podłużnej cięgna i płaszczka
- $\varepsilon_p, \varepsilon_c$ - grubość płaszczka zbiornika i umowna grubość pierścienia sprężającego
- r - promień zbiornika
- σ_{1s}, σ_{2s} - naprężenie równoleżnikowe w płaszczu pod działaniem uzwojenia sprężającego /zawsze ze znakiem minus/ i naprężenie w uzwojeniu
- $\sigma_{1sq}, \sigma_{2sq}$ - naprężenie równoleżnikowe w płaszczu i naprężenie w cięgnie w stadium eksploatacji
- σ_z - naprężenie południkowe w płaszczu
- p_q - ciśnienie cieczy wypełniającej zbiornik
- $\gamma = 0,3$ - współczynnik Poissona
- s - współczynnik warunków pracy dla spoin wg PN-76/B-03200

W fazie sprężenia ciśnienie dośrodkowe p_s powoduje, że sprężysty pierścień o dostatecznie cienkich ściankach pod wpływem równomiernego obciążenia zgodnie z prawem Hooke'a odkształca się o wielkość /rys. 2 a/

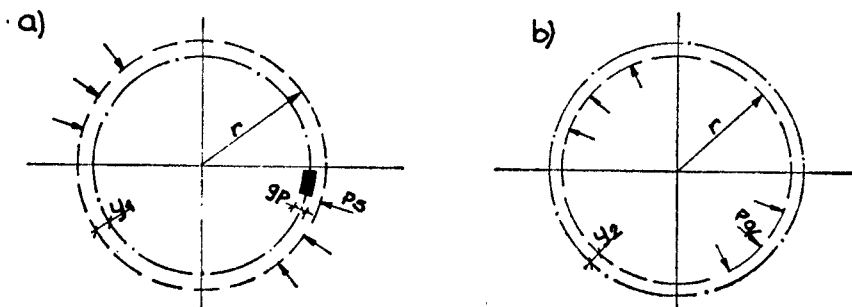
$$Y_1 = \frac{p_s \cdot r^2}{E_p \cdot \xi_p} = \frac{T_{1s} \cdot r}{E_p \cdot \xi_p} \quad (5)$$

lub też

$$Y_1 = \frac{\sigma_{1s} \cdot r}{E_p} \quad (6)$$

gdzie:

- p_s - ciśnienie dośrodkowe powstałe od napięcia strun sprężających
- T_{1s} - siła równoleżnikowa wywołana sprężeniem powłoki /odpowiada jej naprężeniu σ_{1s} /



Rys.2. Odkształcenie powłoki walcowej
a/ pod wpływem ciśnienia uzwojenia sprężającego
b/ pod wpływem parcia cieczy

Zakładając, że zbiornik nie jest sprężony i znajduje się tylko pod działaniem ciśnienia odśrodkowego cieczy możemy obliczyć jego odkształcenie /rys. 2 b/

$$Y_2 = \frac{p_q \cdot r^2}{E_p \cdot \xi_p} = \frac{T_{1q} \cdot r}{E_p \cdot \xi_p} \quad (7)$$

lub też

$$Y_2 = \frac{\sigma_{1q} \cdot r}{E_p} \quad (8)$$

gdzie:

- T_{1q} - siła równoleżnikowa wywołana ciśnieniem odśrodkowym cieczy w zbiorniku
- σ_{1q} - naprężenie w płaszczu wywołane przez siłę T_{1q}

Całkowite odkształcenie zbiornika w fazie eksploatacji wyniesie:

$$Y_c = Y_1 - Y_2 \quad (9)$$

Do wysokości

$$h = \frac{\delta \cdot d \cdot H - 2s \cdot R \cdot \sigma_{p \max}}{\gamma \cdot d} \quad (10)$$

odkształcenie płaszcza będziemy obliczać według wzoru (9), natomiast powyżej tej wielkości tak, jak dla zbiornika klasycznego według wzoru (7) lub (8).

Oznaczenia:

s - współczynnik warunków pracy dla spoin

R - wytrzymałość obliczeniowa stali płaszcza zbiornika

γ - ciężar objętościowy cieczy wypełniającej zbiornik

Na wykresie /rys. 3/ przedstawiono teoretyczne odkształcenie powłoki płaszcza zbiornika we wszystkich fazach jego pracy. Szczególnie interesującym ze statycznego punktu widzenia jest miejsce, w którym kończy się część sprężona. Następuje tu pewne zaburzenie w odkształceniu pierścienia. Związek z tym ma wykres naprężeń /rys. 4/, który także w miejscu zmiany charakteru pracy powłoki posiada znaczne zaburzenie.

3. PRACA POWŁOKI WALCOWEJ PODCZAS SPRĘŻENIA

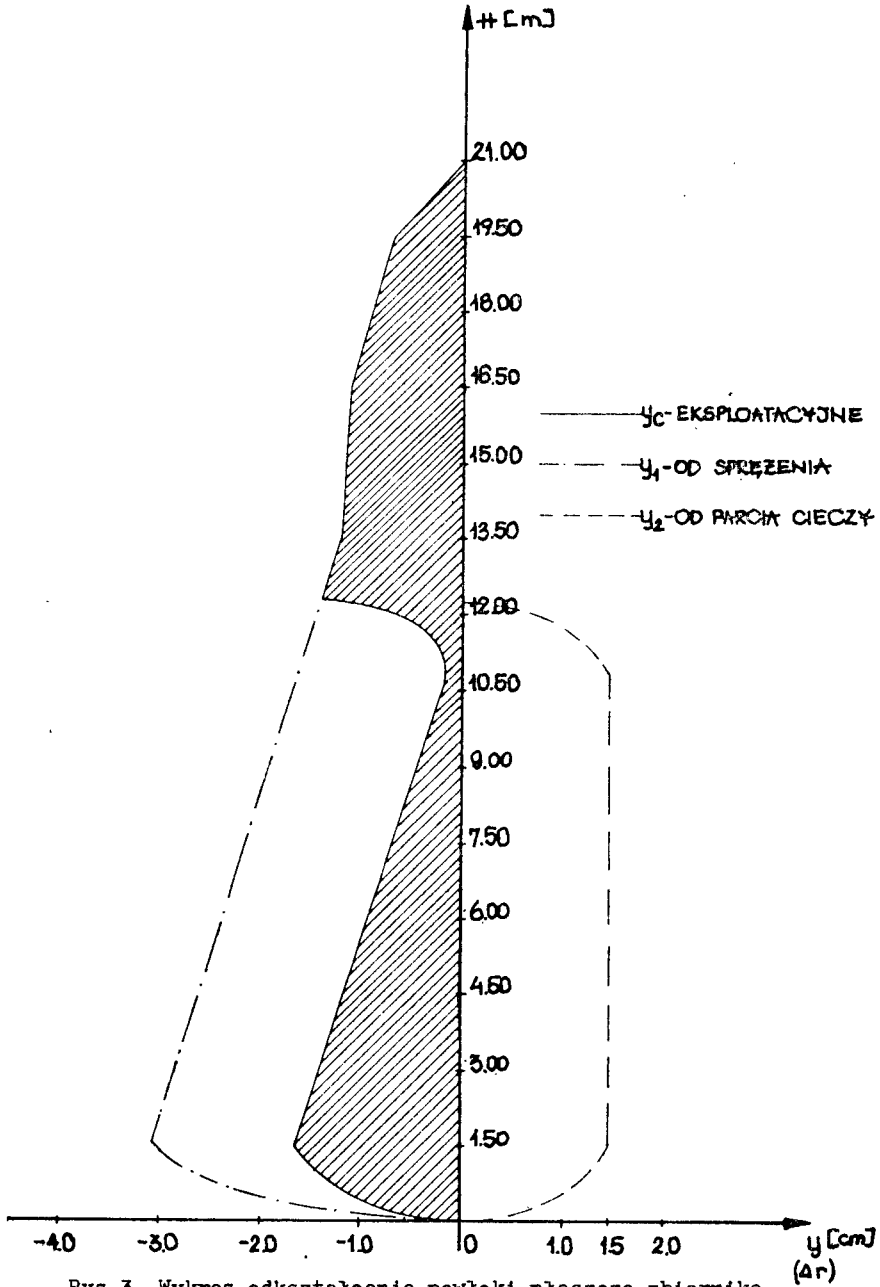
Sprężając powłokę walcową powodujemy przyłożenie do niej obrotowo-symetrycznych, skupionych oddziaływań ciągną sprężającego [4]. Jeżeli rozstaw strun jest nieduży, a siła oddziaływania pojedynczego pierścienia niewielka, sprężoną błonę możemy uważać w przybliżeniu za równomiernie obciążoną [3].

Równanie różniczkowe jednorodne błony walcowej

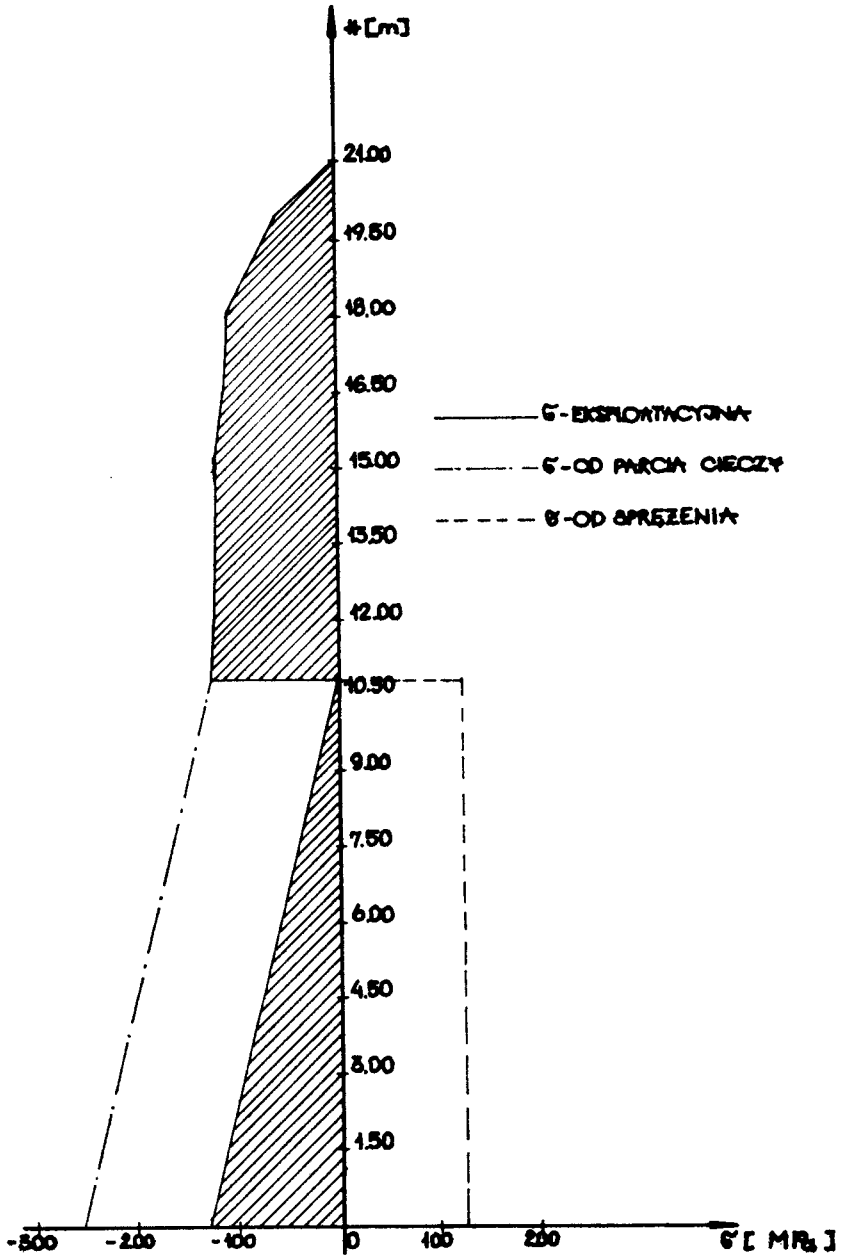
$$\frac{dy^4}{dx^4} + 4 \frac{y}{s^4} = 0 \quad (11)$$

Całka tego równania

$$\begin{aligned} \bar{y} = & K_1 \cdot e^{\frac{x}{s}} \cdot \sin \frac{x}{s} + K_2 \cdot e^{\frac{x}{s}} \cdot \cos \frac{x}{s} + K_3 \cdot e^{-\frac{x}{s}} \cdot \sin \frac{x}{s} + \\ & + K_4 \cdot e^{-\frac{x}{s}} \cdot \cos \frac{x}{s} \end{aligned}$$



Rys.3. Wykres odkształcenia powłoki płaszcza zbiornika



Rys. 4. Wykres naprężeń na wysokości zbiornika

Charakterystyka sprężysta s wyrażona jest w cm i określa ją równanie

$$s = \sqrt[4]{\frac{4 ED \cdot r^2}{E \cdot \xi_p}} = \sqrt[4]{\frac{4 \xi_p^3}{12 / 1 - \gamma^2 /} \cdot \frac{r^2}{\xi_p}} = \sqrt[4]{\frac{r^2 - \xi_p^2}{3 / 1 - \gamma^2 /}} \quad (12)$$

Dla stali i aluminium $\gamma = 0,3$

$$s = \frac{\sqrt[4]{r^2 \cdot \xi_p^2}}{1,285} = 0,7782 \sqrt{r \cdot \xi_p}$$

ED - sztywność płytowa

$$ED = \frac{E \cdot \xi_p^3}{12 / 1 - \gamma^2 /}$$

$\frac{x}{s}$

Wyrazy zawierające $e^{\frac{x}{s}}$ rosną nieograniczenie, gdy ugięcia Y maleją. Wynika stąd, że K_1 i $K_2 = 0$.

Powłokę walcową możemy uważać za obustronnie nieskończenie długą, gdy struna naciska ją w odległości $> 2\pi s$ od brzegu.

Stałe K_3 i K_4 możemy wyznaczyć z warunków

$$\begin{aligned} x = 0 & \quad \varphi = 0 & \quad Y' = 0 \\ x = 0 & \quad Q = \frac{p_1}{2} & \quad Y'' = \frac{p_1}{2} \end{aligned}$$

gdzie:

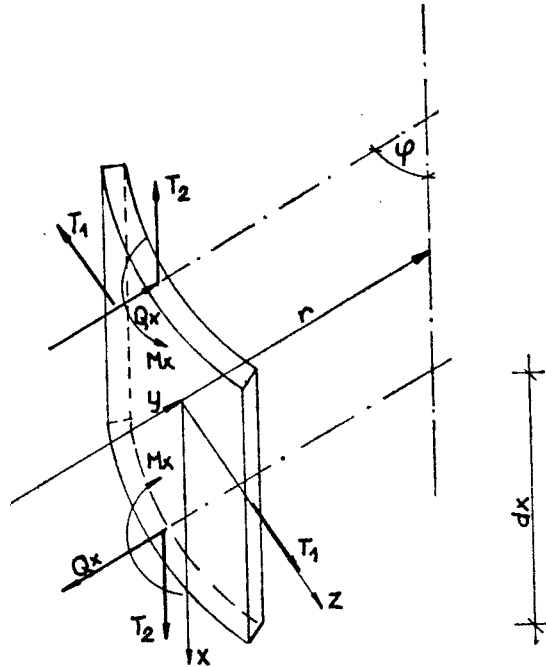
φ = kąt obrotu południka

Wielkości statyczne wynoszą

$$Y = \frac{p_1 \cdot r^2}{2 s \cdot E \cdot \xi_p} \cdot e^{-\frac{x}{s}} / \cos \frac{x}{s} + \sin \frac{x}{s} /$$

$$M_1 = \frac{p_1 \cdot s}{4} \cdot e^{-\frac{x}{s}} / \cos \frac{x}{s} - \sin \frac{x}{s} /$$

$$Q = \frac{p_1}{2} \cdot e^{-\frac{x}{s}} \cdot \cos \frac{x}{s}$$



Rys.5. Siły wewnętrzne działające na wycinek powłoki

Naprężenia styczne związane z siłą poprzeczną jako bardzo małe pomijamy.

Ugięcia γ proporcjonalne są do naprężeń normalnych równoleżnikowych natomiast południkowe naprężenia σ_z do momentów zginających M .

$$\tau_{1s} = \gamma \cdot \frac{E \cdot g_p}{r}$$

$$\sigma_{1s} = \gamma \cdot \frac{E}{r} \quad (13)$$

$$\sigma_z = \frac{M_1}{W} = \frac{6M}{g_p^2}$$

Oddziaływanie pojedynczego cięgna sprężającego p_1 wynosi

$$p_1 = \frac{f_z \cdot \sigma_{2s}}{r}$$

gdzie:

f_z - przekrój jednej struny

4. BADANIA MODELOWE

W Zakładzie Konstrukcji Metalowych ATR w Bydgoszczy prowadzone są badania modelowe wstępnie sprężonych zbiorników metalowych o kształcie cylindrycznym. Badano model zbiornika ze stopu aluminium PA-3 o następujących parametrach:

- wysokość modelu $H = 2000$ mm
- średnica modelu $D = 2000$ mm
- grubość płaszcza $\delta_p = 3$ mm

W zakres badań wchodziły między innymi zagadnienia odkształceń modelu w procesie sprężenia. W uzwojenie wprowadzono siłę sprężającą kontrolowaną o wielkości $S_k = 0,004$ MN / 400 KG/. Wywołało to naprężenie w płaszczu zbiornika o wielkości $\sigma_{kr} = 130$ MN/m² / 1300 KG/cm²/. Ugięcie zbiornika wywołane sprężeniem siłą 100 %

$$Y_1 = \frac{\sigma_{kr} \cdot r}{E_p} = \frac{130 \cdot 1,0}{70000} = 0,00186 \text{ m} = 0,186 \text{ cm}$$

Ugięcie zbiornika wywołane sprężeniem siłą 50 %

$$Y_1 = \frac{69,2 \cdot 1,0}{70000} = 0,0009885 \text{ m} = 0,09885 \text{ cm}$$

Powyższe dane stanowią przedmiot obliczeń teoretycznych. Przeprowadzono weryfikację tych obliczeń na drodze badawczej. Pomiaru odkształceń dokonano w dwóch etapach:

- przy wielkości 50 % $S_k = 0,002$ MN / 200 KG/
- przy wielkości 100 % $S_k = 0,004$ MN / 400 KG/

Dla każdego etapu dokonano pomiaru dwukrotnego czujnikiem zegarowym z dokładnością do 0,01 mm.

Tabela 1

Zestawienie pomierzonych zmian promienia zbiornika /I i II ETAP/

Pasma	Nr czujnika zegarowego	Odczyt - wartość ugięcia /mm/	
		ETAP I	ETAP II
1	2	ugięcie	ugięcie
		3	4
Nad uzwojeniem sprężającym	1	- 0,84	- 1,45
	2	- 0,78	- 1,37
	3	- 0,86	- 1,48
	4	- 0,80	- 1,40

Czujniki zegarowe rozmieszczono na jednym poziomie nad uzwojeniem sprężającym co 90° .

Tabela 2

Zestawienie zmian promienia zbiornika teoretycznych i pomierzonych oraz ich porównanie dla ETAPU I i II

Pasma	Nr czujnika	Sprężenie		
		Obliczone /mm/	Pomierzone /mm/	Porównanie /4:3/ · 100 %
1	2	3	4	5
E T A P I				
Nad uzwojeniem sprężającym	1	0,98	0,84	85,7
	2	0,98	0,78	79,6
	3	0,98	0,86	87,7
	4	0,98	0,80	81,6
E T A P II				
j.w.	1	1,80	1,45	80,5
	2	1,80	1,37	76,1
	3	1,80	1,48	82,2
	4	1,80	1,40	77,7

Ugięcia rzeczywiste, wyznaczone drogą pomiaru czujnikami zegarowymi wykazały mniejszą wartość od ugięć obliczonych teoretycznie o wielkość rzędu $10,7 + 16,8\%$.

Z zestawień w tabelach 1 i 2 wynika, że istnieją pewne różnice liczbowe pomiędzy ugięciami na tym samym poziomie lecz w innych punktach modelu. Należy to tłumaczyć nierównomiernym rozkładem sprężenia wynikającym ze stosunkowo dużego /minus smarowanie/ tarcia cięgien o płaszczyznę zbiornika oraz deformacji płaszczyzny spowodowanej oddziaływaniem bloku kotwiącego i prowadnicy cięgien.

5. WNIOSKI

1. Badania modelowe w znacznym przybliżeniu potwierdziły wyniki rozważań teoretycznych.

2. Wyniki uzyskane z badań modelowych są o $10,7 + 16,8\%$ niższe od obliczeń na drodze teoretycznej.

3. Powodem odchyłek ugięć teoretycznych i badawczych wydaje się być niedoskonałość przeprowadzenia badań modelowych, które są w tej dziedzinie przeprowadzone po raz pierwszy na terenie ATR w Bydgoszczy.

4. Niezbędne jest prowadzenie badań modelowych, w tym także niszczących, w celu dalszej weryfikacji metod obliczeniowych wstępnie sprężonych cylindrycznych zbiorników metalowych.

LITERATURA

1. E. Lubieniecki, J. Strzelecki : Sprężone zbiorniki stalowe, Inżynieria i Budownictwo 3/76
2. E. Lubieniecki, J. Strzelecki : Stateczność pobocznic aluminiowego zbiornika cylindrycznego w procesie sprężania, Inżynieria i Budownictwo 7/78
3. E. Lubieniecki : Sprężone zbiorniki o dużych pojemnościach, Konferencja Naukowa Politechniki Białostockiej 1977
4. S. Kuś : Konstrukcje sprężone obrotowo-symetrycznie

DEFORMATION OF PRE-COMPRESSED CYLINDRICAL METAL TANKS

Summary

The paper presents a review of the research conducted at the Division of Mechanics and Metal Construction of the Academy of Technology and Agriculture in Bydgoszcz. The research included pre-compressed cylindrical metal tanks for liquids.

The problem discussed in the paper includes a verification of theoretical methods for calculating deformation of coating constructions, rotational and symmetrical ones on the basis of model testing.

ДЕФОРМАЦИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

Резюме

Статья представляет отчет по собственным исследованиям проводимым на Кафедре строительной механики и металлических конструкций Техническо-Сельскохозяйственной Академии в Быдгоще в области предварительно напряженных резервуаров цилиндрических для жидкостей.

Проблема затронутая в статье - это проверка теоретических методов подсчета деформаций вращательно симметрических конструкций покрытых в свете модельных исследований.

Kazimierz Mazurkiewicz
Jan Klugiewicz

SPLYWY WÓD DESZCZOWYCH Z TERENÓW MIEJSKICH

W artykule dokonano analizy spływu wody z miejskich terenów po opadach deszczu. W oparciu o badania francuskie i amerykańskie wykazano, że spływ ten uzależniony jest w dużym stopniu od stanu powierzchni, który w warunkach miejskich jest wynikiem działalności człowieka. Bardzo istotnie powiększają spływy powierzchnie nieprzepuszczalne /dachy, jezdnie i chodniki, parkingi i inne powierzchnie sztucznie utwardzone/. Dla miejskich zlewni kilku miast Francji i USA podano związki korelacyjne, nomogramy i tablice. Ze względu na stosowane w Polsce podczas projektowania uproszczone metody, autorzy sugerują potrzebę badań nad spływem wód opadowych z terenów miejskich.

1. WSTĘP

Do projektowania urządzeń komunalnych, a zwłaszcza kanałów deszczowych i ogólnospławnych oraz stacji pomp i oczyszczalni ścieków niezbędne są informacje hydrologiczne, w tym głównie spływy wód z opadów atmosferycznych.

W Polsce wymiarowanie kanałów kanalizacyjnych odbywa się najczęściej wg metody natężeń granicznych i stałych. Metody te są wielokrotnie opisane w polskich podręcznikach, czasopismach i normatywach technicznych, dlatego pominięto ich omawianie. W metodach tych przyjmuje się szereg założeń upraszczających. Jak wiadomo tylko część wody z opadów trafia do odpływu i to z pewnym opóźnieniem. Redukcja opadu w odpływie może być uwzględniona poprzez współczynnik spływu, stanowiący stosunek odpływu do opadu odnoszące się do tego samego obszaru i przedziału czasu. Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie niektórych metod, stosowanych we Francji, w zakresie ustalania wielkości współczynnika spływu z terenów miejskich.

2. CHARAKTERYSTYKA SPŁYWÓW DESZCZOWYCH ZE ZLEWNI MIEJSKICH

Wzrost urbanizacji w wyniku rozbudowy dzielnic istniejących miast lub budowy nowych aglomeracji miejsko-przemysłowych powoduje duże zaburzenia procesów hydrologicznych w stosunku do tych jakie zachodziły w zlewni przed jej zabudową. Wynika to ze wzrostu powierzchni nieprzepuszczalnych takich jak: dachy, jezdnie, parkingi, place manewrowe itp., które zwięk-

szają i przyspieszają spływy z opadów atmosferycznych. W dawnych miastach o zabudowie zwartej, powierzchni nieprzepuszczalnych w stosunku do ogólnego obszaru miasta było więcej niż w obecnie stosowanej luźnej zabudowie i dużym udziale terenów zielonych. Urbanizacja wpływa na zmianę udziału składników w bilansie wodnym i w lokalnym obiegu wody. Najistotniejsze zmiany zachodzą w kształtowaniu się odpływu powierzchniowego, który zostaje powiększony kosztem infiltracji i odpływu gruntowego. W zlewniach miejskich odpływ przyspieszają urządzenia kanalizacyjne.

Z przeprowadzonych badań amerykańskich [7] w eksperymentalnych zlewniach o dużym stopniu zurbanizowania i sprawnej kanalizacji deszczowej wynika, że spływ jednostkowy może być 10-20-krotnie większy niż z terenów użytkowanych rolniczo. Dla potrzeb projektowych i planowania gospodarki wodnej w zlewniach miejskich niezbędna jest umiejętność transformacji opadu atmosferycznego w odpływ. W tym celu wykorzystuje się współczynnik odpływu /zdefiniowany wyżej/ lub opad skuteczny tzn. tą część opadu atmosferycznego, która trafia do odpływu. Powyższe parametry powinny być możliwie łatwo wyznaczalne, aby już na etapie projektowania np. osiedla można było przewidzieć lokalny bilans wodny. Zagadnienie to jest bardzo istotne, gdyż niewłaściwa zabudowa i gospodarka wodna w mieście może mieć wręcz katastrofalne skutki [5].

Na wzrost spływów z terenów miejskich główny wpływ wywierają powierzchnie nieprzepuszczalne i ich nachylenie, które mogą być także wynikiem działalności projektowej. Skoro więc o spływach powierzchniowych decydują powierzchnie nieprzepuszczalne, zatem mogą być one głównym parametrem wzorów na odpływ lub współczynnik spływu. W szeregu formułach na wydatek odpływu został więc wprowadzony współczynnik spływu jak na przykład we wzorze M. Caquot [2]

$$Q = k I^u C^v A^w \quad (1)$$

w którym:

- | | |
|------------|--|
| A | - powierzchnia zlewni |
| I | - średni spadek zlewni |
| C | - współczynnik spływu |
| k, u, v, w | - zmienne zależne od charakteru deszczu i warunków lokalnych, nad określeniem których prowadzone są od 10 lat zakrojone na szeroką skalę pomiary i badania w eksperymentalnych zlewniach Francji i USA [3] |

3. ANALIZA SZACOWANIA STRAT WODY OPADOWEJ W TERENACH ZURBANIZOWANYCH

Wielkość strat wody z opadów atmosferycznych może być uwzględniona poprzez współczynnik spływu. W czasie trwania deszczu, straty te mogą być usystematyzowane w dwóch grupach. W pierwszej grupie wyróżnia się straty

początkowe, które rozpoczynają się z chwilą wystąpienia deszczu /niesku - tecznoego/ nie powodującego odpływu, a w grupie drugiej w czasie trwania opadu /skutecznoego/ występują straty ciągłe, lecz malejące. O wielkości strat początkowych decydują intercepcja szaty roślinnej, retencja lokalnych zagłębień powierzchni, infiltracja gruntu i inne. W stratach ciągłych dominuje proces infiltracji, a znikome ubytki wody powoduje parowanie. W warunkach miejskich bardzo małe straty powodowane są intercepcją, gdyż wg oceny Hortona wynoszą one 0,5 - 2,0 mm. Straty powodowane retencyjnością zagłębień powierzchni są dość zróżnicowane i zależą oprócz geometrii zagłębień również od przepuszczalności i struktury górnych warstw powierzchni. Na podstawie doświadczeń [6] oszacowano straty wód deszczowych na terenach przepuszczalnych od 3 do 15 mm, zaś w terenach nieprzepuszczalnych od 0,2 do 3,0 mm. Lefranc [6] stwierdza, że powierzchnie nieprzepuszczalne o nachyleniu powyżej 2% praktycznie nie posiadają zdolności retencyjnych. Natomiast retencja zagłębień gruntów przepuszczalnych powoduje zmniejszenie odpływów i ich opóźnienie. Zależy to w dużym stopniu od początkowego stanu uwilgotnienia gruntu. Z badań Hicks'a [4] wynika, że współczynnik infiltracji gruntu wynosi od 20 do 30 mm/h, co odpowiada wydajności ulewy o czasie trwania 60 minut i prawdopodobieństwie $p = 50\%$ wg [1]. Wobec tego zdolności infiltracyjne gruntu istotnie zmniejszają spływ powierzchniowy z terenów przepuszczalnych. W warunkach miejskich ma to także uzasadnienie praktyczne, gdyż powierzchnie przepuszczalne /np. pod terenami zielonymi/ posiadają zazwyczaj dobrze pielęgnowaną szatę roślinną, która zwiększa zdolności infiltracyjne i retencyjne gruntu. Ponadto powierzchnie te są najczęściej oddzielone krawężnikami, murkami itp. od innego sposobu użytkowania obszaru. Powyższa - choć może dość ogólna analiza wskazuje, że należy w obliczeniach spływu z opadów atmosferycznych wnikliwiej rozpatrywać zagadnienie udziału powierzchni przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych na terenach zurbanizowanych. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki badań Hicks'a [4], uzasadniające istotność wpływu powierzchni nieprzepuszczalnych na odpływ.

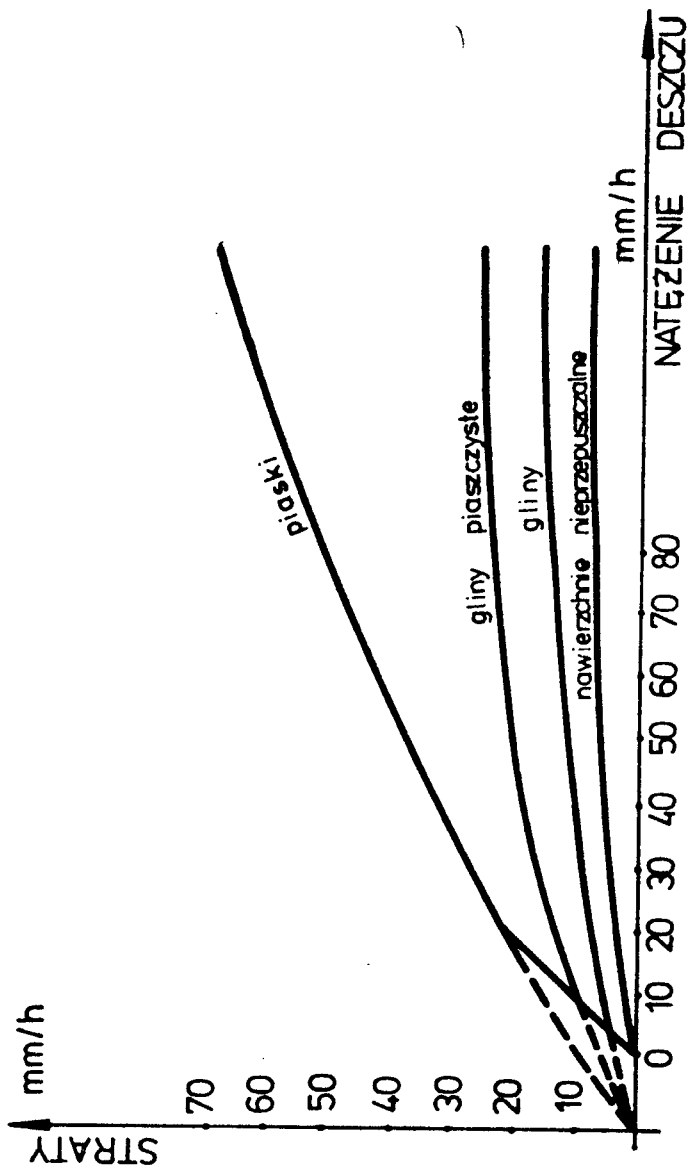
4. SPOSOBY USTALANIA WSPÓŁCZYNNIKA SPŁYWU WE FRANCJI

Współczynnik spływu po jego zbadaniu może być uzależniony od innych parametrów, które łatwiej pomierzyć lub też współczynnik ten można wyznaczyć po uprzednim ustaleniu tych składników, które wynikają z definicji tego współczynnika. W tym ostatnim przypadku będą to więc odpływ /opad skuteczny/ i opad.

Desbordes [2] w oparciu o wyniki badań sześciu miejskich zlewni francuskich i czterech zlewni amerykańskich zaproponował ogólną postać równania:

$$R = M / H - PI /$$

(2)



Rys.1. Straty spływu powierzchniowego wg Hicks'a

w którym:

- R - odpływ wody, mm
 M - współczynnik kierunkowy prostej
 H - opad całkowity, mm
 PI - straty początkowe, mm

Dla zlewni francuskich szczegółowe postacie równań i dla nich uzyskane współczynniki korelacji oraz inne charakterystyki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Charakterystyki hydrologiczne zlewni francuskich

Nazwa zlewni	Powierzchnia nieprzepuszczalna F_n %	Liczba deszczów nawalnych	Zależność między R i H mm	Współczynnik korelacji	Straty początkowe PI mm
ZUP Grenoble odcinek górny	70	18	$R = 0,58/H - 0,42/$	0,987	0,42
ZUP Grenoble odcinek dolny	78	19	$R = 0,59/H - 1,16/$	0,967	1,16
ZUP Aix odcinek górny	52	20	$R = 0,35/H - 1,47/$	0,927	1,47
ZUP Aix odcinek dolny	39	16	$R = 0,28/H - 0,50/$	0,920	0,50
Lotissement St. Egreve	22	20	$R = 0,16/H - 1,99/$	0,953	1,99
Fabryka Caterpillar /parking/	100	18	$R = 0,97/H - 1,26/$	0,997	1,26

Z analizy danych w tej tabeli wynika, że uzyskano wysokoistotną korelację badanych zależności. Ponadto straty początkowe są niewielkie, co świadczy, że zlewnie miejskie szybko reagują na opad atmosferyczny oraz, że współczynnik M z równania (2) powiększa się wraz ze wzrostem udziału powierzchni nieprzepuszczalnych.

Dla zlewni francuskich i amerykańskich /wg charakterystyk podanych w tabeli 2/ ustalono [2] ogólną zależność między współczynnikiem M a stosunkiem F_n/F typu

$$M = a / \frac{F_n}{F} - b / \quad (3)$$

w której:

F_n - powierzchnia zlewni nieprzepuszczalnej

F - powierzchnia całkowita zlewni
 a, b - współczynniki empiryczne

Tabela 2

Charakterystyki hydrologiczne zlewni francuskich i amerykańskich

Nazwa zlewni	Powierzchnia całkowita F ha	Powierzchnia nieprzepuszczalna F_n %	Współczynnik kierunkowy prostej M	Straty początkowe PI mm
ZUP Grenoble /odcinek górny/	1,5	70	0,578	0,42
ZUP Grenoble /odcinek dolny/	4,6	78	0,593	1,16
ZUP Aix /odcinek górny/	3,0	52	0,351	1,47
ZUP Aix /odcinek dolny/	5,5	39	0,280	0,50
Lotissement St. Egreve	5,3	22	0,163	1,99
Fabryka Caterpillar /parking/	3,6	100	0,968	1,26
Dakdale - Chicago	5,2	55	0,480	2,30
Norlhwood Baltimore	19,1	68	0,560	4,60
Grayhaven Baltimore	9,4	52	0,460	3,00
Bone - Yard Greek - Champaign	925,0	44	0,250	1,80

Równanie szczegółowe dla sześciu zlewni francuskich jest następujące

$$M = 1,0 \left/ \frac{F_n}{F} - 0,11 \right/ \quad (4)$$

dla którego współczynnik korelacji wynosi 0,98.

Natomiast równanie szczegółowe dla dziesięciu zlewni francuskich i amerykańskich ma postać

$$M = 1,01 \left/ \frac{F_n}{F} - 0,12 \right/ \quad (5)$$

dla którego uzyskano współczynnik korelacji 0,97.

Z równań (2 - 5) wynika, że współczynnik spływu można z dużym przybliżeniem oszacować w oparciu o znaną wielkość powierzchni nieprzepuszczalnych $/F_n/$.

Na podstawie równań (2) i (4) opracowano nomogram /rys. 2/, który ułatwia proces obliczeń.

Dla zlewni amerykańskich 1/ Dakdale i 2/ Bone-Yard Greek znaczny odsetek powierzchni nieprzepuszczalnej $/F_n/$ jest bezpośrednio związany ze spływem wody do sieci kanalizacyjnej $/F'_n/$, gdyż wynosi on odpowiednio:

$$1/ \quad F_n = 55 \% \\ F'_n = 46 \%$$

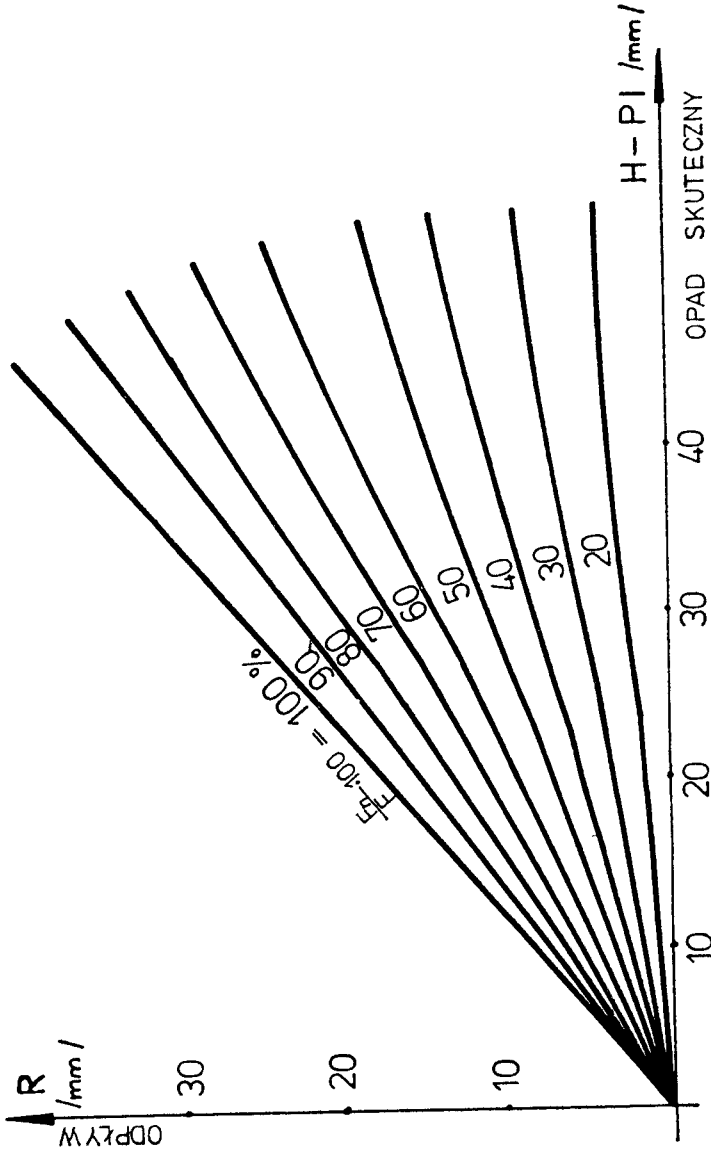
$$2/ \quad F_n = 44 \% \\ F'_n = 22 \%$$

Dla wyżej wymienionych zlewni wyznaczone stosunki $M = F'_n / F$ świadczą, że o spływie wód z opadów decyduje tzw. powierzchnia aktywna zlewni.

5. UWAGI KONCOWE

W ostatnich latach obserwuje się dość intensywny rozwój matematycznego modelowania systemów hydrologicznych [8], a wcześniej metody hydrogramu jednostkowego lub infiltracyjnej teorii spływu. Metody te, oprócz swych zalet wynikających z walorów naukowo-poznawczych posiadają szereg mankamentów utrudniających wdrożenie ich do praktyki projektowej lub eksploatacyjnej. Z wypowiedzi różnych autorów wynika, iż zaniechanie w ostatnich latach poszukiwań metod służących do wyznaczania odpływu w oparciu o współczynnik spływu nie było uzasadnione. Uwzględniając więc duże uproszczenia stosowane obecnie w projektowaniu urządzeń komunalnych wydaje się, że dość istotny postęp można uzyskać stosując współczynniki spływu, dla których badania są znacznie łatwiejsze i tańsze od tych, które są niezbędne do modelowania matematycznego zlewni hydrologicznych. Zdaniem autorów celowe jest zapoczątkowanie w Polsce badań nad współczynnikami spływu wód opadowych w zlewniach miejskich, w których wykorzystać można pewne elementy zaprezentowane w niniejszym artykule. W celu zmniejszenia wielkości spływu wód z opadów, a tym samym obniżenia wymiarów i kosztów urządzeń kanalizacyjnych, a także dla wykorzystania w większym stopniu piękna naturalnego krajobrazu, należy ograniczyć do niezbędnego minimum prace związane z plantowaniem terenu i pokrywaniem jego powierzchni materiałami nieprzepuszczalnymi dla wód opadowych.





Rys.2. Zależność między opadem skutecznym a odpływem

LITERATURA

1. Chomicz K.: Ulewy i deszcze nawalne w Polsce. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. II, z. 3, 1951
2. Desbordes M.: Etudes et memoires estimation des coefficients du ruissellement urbains. Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux, 376, 1975
3. Desbordes M.: Experimentation recente sur bassins urbains. Laboration d'Hydrologie Mathématique 1979
4. Hicks W.J.: A method of computing runoff. Transactions of the ASCE, 109, 1944
5. Jankowski A.T.: Intensywność urbanizacji a zróżnicowanie dynamiki wód podziemnych na obszarze Bydgoszczy. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 1975
6. Lefranc J.R.: Ruissellement sur des éléments artificiels de chaussées. Dossier C/CS/104. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées 1968
7. Moore W.L., Mogran C.W.: Effects of Watershed changes on streamflow. Water Resources Symposium 2, 1969
8. Praca zbiorowa: Matematyczne modele zlewni. PAN, Ossolineum 1974

RAIN WATER RUN-OFF FROM MUNICIPAL AREAS

Summary

The paper presents an analysis of water run-off from municipal areas after rain falls. On the basis of French and American investigations there was depicted that the run-off is dependent, to a great extent, on the condition of surface which is a result of man's activity. Impermeable surfaces cause a considerable increase in the run-off /roofs, roads, pavements, car parks and other surfaces which are artificially hardened/. Correlation coefficients, nomograms and tables are given for municipal basins in several towns in France and the USA. Because of the simplified methods applied in Poland during the process of designing, the authors suggest a need for an investigation into the rain water run-off from municipal areas.

СТОК ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ С ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Резюме

В статье представлен анализ стока дождевых вод в городах после дождя. На основании французских и американских исследований установлено, что сток этот в значительной степени зависит от состояния поверхности, которая в городских условиях является результатом человеческой деятельности. Очень значительно увеличивается сток за счет крыш, дорог и тротуаров, стоянок автомашин и других искусственно уплотнённых поверхностей земли, которые не пропускают влаги. Для водосборных городских бассейнов нескольких городов во Франции и в США даны коррелятивные связи, монограммы и таблицы. В связи с тем, что в Польше при проектировании применяются упрощенные методы, авторы указывают на необходимость проведения исследований над стоком дождевых вод с городских территорий.

Mieczysław Porowski

WPLYW CZASU EKSPLOATACJI NA DZIAŁANIE PRZECIWPŁĄDOWYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁEJ WODY GOSPODARCZEJ

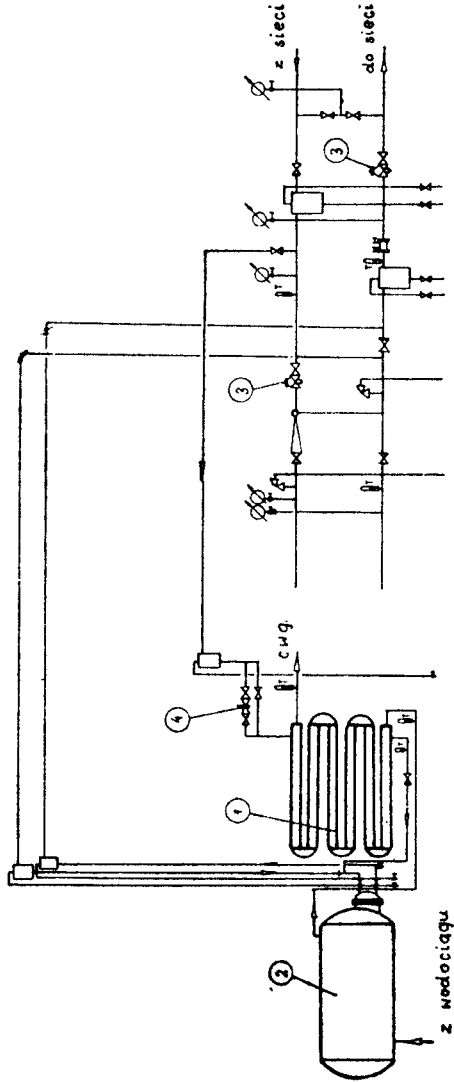
W pracy przeprowadzono analizę wpływu czasu eksploatacji na zmianę współczynnika przenikania ciepła, wydajności cieplnej oraz temperatury ciepłej wody gospodarczej (c.w.g.), dla przeciwprądowych wymienników typu WCW eksploatowanych w węzłach c.w.g. w Bydgoszczy. Obliczono również na ile należałoby zwiększyć długość wymiennika, względnie strumień wody grzejnej lub jej temperaturę, aby mimo upływu czasu eksploatacji, wymagana, początkowa wydajność cieplna wymiennika pozostała zachowana. Wyniki zestawiono w tabeli.

1. WSTĘP

Podczas podgrzewania wody wodociągowej w wymiennikach ciepłej wody gospodarczej (c.w.g.), na powierzchniach rurek lub płaszczu powstają zanieczyszczenia. Zanieczyszczenia te występują w postaci twardego osadu będącego mieszaniną produktów korozji i kamienia kotłowego. W miarę upływu czasu eksploatacji grubość warstwy osadu zwiększa się, zwiększają się opory cieplne i hydrauliczne wymiennika, w konsekwencji zmniejsza się jego wydajność cieplna, a więc temperatura lub strumień masy c.w.g. W pracy przeprowadzono analizę wpływu czasu eksploatacji na zmianę powyższych parametrów, dla przeciwprądowych wymienników c.w.g. typu WCW. Dane eksperymentalne wykorzystane w analizie dotyczą wymienników eksploatowanych w Bydgoszczy.

2. PRZEDMIOT, ZAKRES I ZAŁOŻENIA ANALIZY

Przeciwprądowe wymienniki c.w.g. typu WCW działają w większości węzłów c.w.g. w Bydgoszczy w 3-elementowych zestawach, jako drugi stopień podgrzewania c.w.g. (rys. 1). W wymiennikach tych woda wodociągowa przepływa wewnątrz rurek, natomiast woda grzejna w przestrzeni międzyrurkowej. Jak wykazały badania [3] powierzchnie stykające się z uzdatnioną wodą grzejną, tzn. powierzchnia zewnętrzna rurek i wewnętrzna płaszcz są czyste, a zanieczyszczeniu ulega jedynie powierzchnia wewnętrzna rurek, stykająca się z wodą wodociągową. Przybliżona zależność pomiędzy grubością g_w warstwy zanieczyszczeń wewnątrz rurek tych wymienników wyrażoną w mili-



Rys.1. Schemat węzła cieplnego z badanymi wymiennikami c.w.g.

1 - badane wymienniki c.w.g. typu WCW

2 - wymiennik pojemnościowy c.w.g.

3 - bezpośredni regulator ciśnienia BRC

4 - bezpośredni regulator temperatury BRT

metrach, a czasem τ eksploatacji wyrażonym w miesiącach ma postać liniową [3]:

$$\varepsilon_w = 0,0179932 \cdot \tau \quad (1)$$

słuszną dla czasu eksploatacji zawartego w przedziale $0 < \tau < 72$ miesięcy^{1/}. Wykorzystując zależność (1) przeprowadzono dla zestawu trzech wymienników WCW działających w układzie jak na rysunku 1, analizę wpływu czasu eksploatacji na zmniejszanie współczynnika przenikania ciepła, wydajności cieplnej, temperatury c.w.g. oraz na zwiększanie straty ciśnienia na wymienniku po stronie wody wodociągowej. Obliczenia te przeprowadzono przy następujących założeniach^{2/}:

- a/ strumień wody grzejnej $\dot{m}_1 = \text{const}$,
- b/ strumień wody ogrzewanej $\dot{m}_2 = \dot{m}_{\text{max}} = \text{const}$, gdzie \dot{m}_{max} - maksymalny strumień c.w.g.,
- c/ temperatura wody grzejnej na wlocie $t_{1p} = \text{const}$,
- d/ temperatura wody ogrzewanej na wlocie $t_{2p} = \text{const}$.

Obliczono również, na ile powinna zwiększyć się długość rurek wymiennika, względnie strumień wody grzejnej lub jej temperatura, aby mimo upływu czasu eksploatacji, wymagana początkowa wydajność cieplna pozostała zachowana. Wszystkie obliczenia przeprowadzono dla najbardziej niekorzystnego z punktu widzenia wymiany ciepła, okresu działania wymiennika c.w.g., tzn. takiego, gdy strumień wody grzejnej i jej temperatura mają najmniejszą wartość /początek i koniec sezonu grzewczego/, a rozbiór c.w.g. jest maksymalny. Parametry a, b, c i d oraz pozostałe dane do obliczeń przyjęto jak dla typowego węzła c.w.g. w Bydgoszczy, zasilającego 30 mieszkań.

3. DANE WYJSCIOWE DO OBLICZEŃ

Parametry eksploatacyjne, dla których przeprowadzono obliczenia, są równe:

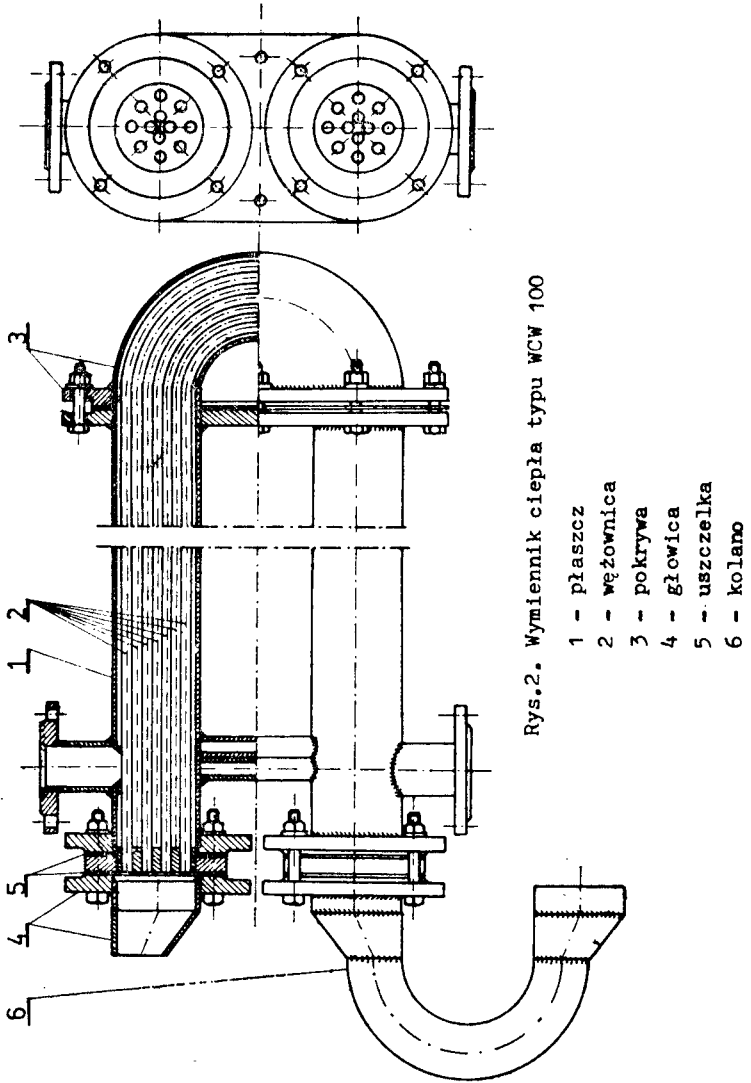
- strumień wody grzejnej $\dot{m}_1 = 0,4 \text{ kg/s}$,
- strumień wody ogrzewanej $\dot{m}_2 = \dot{m}_{\text{max}} = 0,56 \text{ kg/s}$,
- temperatura wody grzejnej na wlocie $t_{1p} = 70^\circ\text{C}$,
- temperatura wody ogrzewanej na wlocie $t_{2p} = 30^\circ\text{C}$.

Wymiary geometryczne wymiennika WCW 100 /rys. 2/ są równe:

- średnica wewnętrzna płaszczka $D = 0,1 \text{ m}$;
- średnica wewnętrzna rurek czystych $d_{2cz} = 0,0121 \text{ m}$;
- średnica zewnętrzna rurek czystych $d_{1cz} = 0,0171 \text{ m}$;

^{1/} W układzie SI wzór (1) ma postać $g_w = 6,9417765 \cdot 10^{-12} \cdot \tau$

^{2/} Parametry odniesione do wody grzejnej, która płynęła w przestrzeni międzyrurkowej oznaczono indeksem 1, natomiast do wody ogrzewanej, płynącej wewnątrz rurek, indeksem 2.



- liczba rurek $n = 12$;
- pionowa odległość między osiami rurek $s_1 = 0,025$ m;
- pozioma odległość między osiami rurek $s_2 = 0,025$ m.

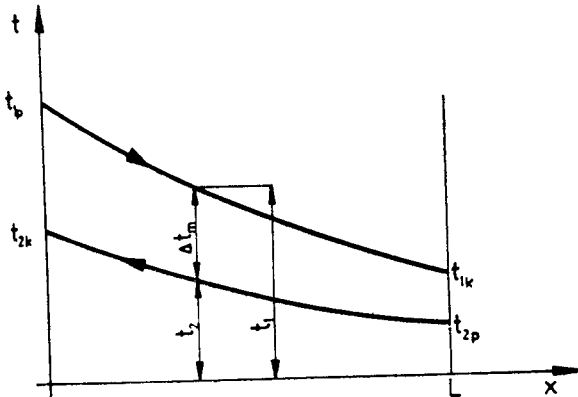
Łączna długość dwóch wymienników WCW 100/3,0 m i jednego WCW 100/5,0 m działających w rozpatrywanym węźle c.w.g. jest równa $l = 11,0$ m; natomiast łączna długość rurek tych wymienników $L = 132$ m.

Przyjęto współczynnik przewodzenia ciepła dla stali $\lambda_s = 40$ W/mK, a dla osadu $\lambda_k = 1,16$ W/mK [1].

4. OBLICZENIA

Obliczenia przeprowadzono metodą kolejnych przybliżeń wykorzystując powszechnie spotykane w literaturze zależności obliczeniowe. Dla zadanego czasu τ eksploatacji obliczono ze wzoru (1) grubość g_w warstwy zanieczyszczeń wewnątrz rurek, a następnie średnicę wewnętrzną rurki zanieczyszczonej: $d_2 = d_{2cz} - 2 \cdot g_w$.

Z kolei założono temperaturę końcową t_{2k} wody ogrzewanej i z równania bilansu ciepła obliczono temperaturę końcową t_{1k} wody grzejnej. Następnie obliczono średnią logarytmiczną różnicę temperatur Δt_m , średnią temperaturę t_2 wody ogrzewanej i średnią temperaturę t_1 wody grzejnej /rys. 3/.



Rys.3. Rozkład temperatur wody grzejnej i ogrzewanej na długości wymiennika

Współczynniki wnikania ciepła obliczono korzystając ze wzoru kryterialnego o postaci [1, 5]:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^r$$

(2)

słusznego, gdy liczba Reynoldsa $Re > 10000$ i liczba Prandtla $0,7 < Pr < 100$, przy czym wykładnik $r = 0,4$ dla wody ogrzewanej oraz $r = 0,3$ dla wody grzejącej. Współczynnik wnikania ciepła α_1 na zewnątrz rurek, czyli po stronie wody grzejącej, obliczono wprowadzając we wzorze (2) mnożnik

$$\left(\frac{s_1 \cdot s_2}{d_1^2} \right)^{0,18} \quad \text{uwzględniający rozstaw rurek w wymienniku [1].}$$

Z kolei obliczono współczynnik przenikania ciepła k_1 i wydajność cieplną \dot{Q} wymiennika, po czym sprawdzono założoną na wstępie temperaturę końcową t_{2k} wody ogrzewanej przyjmując tolerancję $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Następnie obliczono względną zmianę współczynnika przenikania ciepła $\frac{k_1}{k_{10}}$, wydajności cieplnej $\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_0}$ oraz temperatury końcowej wody ogrzewanej $\frac{t_{2k}}{t_{2ko}}$, przy czym indeksem „0” oznaczono wartości tych parametrów na początku okresu eksploatacji wymiennika, tzn. dla $\tau = 0$. Z kolei dla średniej temperatury t_2 wody ogrzewanej odczytano z tablic [5] wartości gęstości wody $\rho_2 = f(t_2)$ i dynamicznego współczynnika lepkości $\eta_2 = f(t_2)$ oraz obliczono wartość liczby Reynoldsa dla przepływu wody ogrzewanej w zanieczyszczonych rurkach. Następnie obliczono wartość chropowatości bezwzględnej stosując wzór o postaci ^{1/}:

$$K = K_{oz} + \xi_w \quad (3)$$

gdzie przez K_{oz} oznaczono wartość chropowatości bezwzględnej dla rurki czystej, która według [2] jest równa: $K_{oz} = 0,045 \text{ mm}$. Z kolei obliczono wartość chropowatości względnej $\xi = \frac{k}{d_2}$, po czym z wykresu Colebroocka-White'a [6] odczytano wartość współczynnika oporów liniowych $\lambda = f(Re_2, \xi)$. Znając wydajność cieplną \dot{Q} i współczynnik wnikania ciepła α_2 wewnątrz rurek obliczono temperaturę ścianki $t_{2\text{śc}}$ od strony wody ogrzewanej i dla tej temperatury, a także dla średniej temperatury t_2 wody ogrzewanej odczytano z tablic [5] wartości liczb Prandtla $Pr_{2\text{śc}} = f(t_{2\text{śc}})$, $Pr_2 = f(t_2)$. Sumę współczynników oporów miejscowych dla trzech elementów typu WCW /pięć łuków/ obliczono korzystając ze wzoru ^{2/}:

$$\sum \xi = 5 \cdot \left(\frac{d_2}{R} + \pi \cdot \lambda \cdot \frac{R}{d_2} \right) + 1,5 \quad (4)$$

^{1/} Należy wspomnieć, że w rzeczywistości wartość chropowatości bezwzględnej może być jeszcze większa, niż to wynika ze wzoru (3), ponieważ ξ_w jest uśrednioną grubością warstwy zanieczyszczeń, które rozkładają się nierównomiernie [3].

^{2/} Według [7] dla łuku o kącie środkowym 180° i promieniu R , przy średnicy rurki d , współczynnik oporów miejscowych wyraża się wzorem:

$$\xi = \frac{d}{R} + \pi \cdot \lambda \cdot \frac{R}{d}.$$

gdzie:

- $R = 135 \text{ mm}$ - średni promień łuku
 $1,5$ - suma współczynników oporów miejscowych na wlocie i wylocie

Z kolei obliczono stratę ciśnienia Δp_2 przy przepływie wody ogrzewanej wewnątrz rurek korzystając ze wzoru o postaci [4]:

$$\Delta p_2 = \left(\frac{Pr_{2\dot{m}}}{Pr_2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{v_2^2}{2} \cdot \rho_2 \quad (5)$$

słusznego dla występującego w rozważanym przypadku przepływu nieizotermicznego. Obliczono również względną zmianę straty ciśnienia $\frac{\Delta p_2}{\Delta p_{20}}$, przy czym przez Δp_{20} oznaczono stratę ciśnienia na początku okresu eksploatacji wymiennika, czyli dla $\tau = 0$. Następnie, znając współczynnik przenikania ciepła k_1 i średnią logarytmiczną różnicę temperatur Δt_m obliczono długość L' rurek wymiennika, niezbędną dla zachowania stałej, początkowej wydajności cieplnej wymiennika $\dot{Q} = \dot{Q}_0$, a więc i stałej temperatury c.w.g. $t_{2k} = t_{2k0}$ oraz jej procentowy wzrost $\frac{L' - L}{L} \cdot 100\%$, w stosunku do długości L rurek wymiennika. Z kolei, stawiając identyczne żądanie zachowania stałej, początkowej wydajności cieplnej wymiennika $\dot{Q} = \dot{Q}_0$, obliczono strumień \dot{m}_1 wody grzejnej oraz jego procentowy wzrost $\left(\frac{\dot{m}_1' - \dot{m}_1}{\dot{m}_1} \right) \cdot 100\%$, w stosunku do strumienia \dot{m}_1 wody grzejnej, przy nie zmienionej długości L rurek wymiennika i pozostałych danych wyjściowych. Następnie obliczono temperaturę t_{1p} wody grzejnej na wlocie, niezbędną dla zachowania stałej, początkowej wydajności cieplnej wymiennika $\dot{Q} = \dot{Q}_0$ oraz jej względną zmianę $\frac{t_{1p}}{t_{1p0}}$, w stosunku do temperatury t_{1p0} na początku okresu eksploatacji, przy nie zmienionej wartości pozostałych danych wyjściowych. Strumień \dot{m}_1 , podobnie jak i temperaturę t_{1p} obliczone metodą kolejnych przybliżeń: dla założonej wartości \dot{m}_1 i $t_{2k} = t_{2k0}$ lub odpowiednio t_{1p} i t_{2k0} , obliczano w sposób omówiony już wyżej wydajność cieplną wymiennika, po czym sprawdzano założoną wartość strumienia \dot{m}_1 z tolerancją $\pm 0,005 \text{ kg/s}$, a temperaturę t_{1p} z tolerancją $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

5. OMOWIENIE WYNIKÓW

Wyniki obliczeń, dla siedmiu wartości czasu eksploatacji: 0, 12, 24, 36, 48, 60 i 72 miesiący, zamieszczono w tabeli 1. Wynika z niej, że w badanym okresie eksploatacji poszczególne parametry zmieniają się w miarę upływu czasu w stosunku do początkowych, w sposób następujący:

- współczynnik przenikania ciepła zmniejsza się coraz mniej intensywnie np. po upływie 1 roku jest o 11%, po 3 latach o 29%, a po 6 latach o 46% mniejszy od początkowego, coraz to mniejszemu spadkowi współczynnika k

Tabela 1

Wyniki obliczeń wpływu czasu eksploatacji na zmianę rozpatrywanych parametrów eksploatacyjnych lub konstrukcyjnych badanego wymiennika

τ	k_1	$\frac{k_1}{k_{10}}$	\dot{Q}	$\frac{\dot{Q}}{\dot{Q}_0}$	t_{2k}	$\frac{t_{2k}}{t_{2k0}}$	Δp_2	$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_{20}}$	L'	$\frac{L'-L}{L} \cdot 100\%$	\dot{m}_1	$\frac{\dot{m}_1 - \dot{m}_1}{\dot{m}_1} \cdot 100\%$	t'_{1p}	$\frac{t'_{1p}}{t_{1p0}}$
m-ce	$\frac{W}{m \cdot K}$	-	W	-	$^{\circ}C$	-	$\frac{N}{m^2}$	-	m	-	$\frac{kg}{s}$	-	$^{\circ}C$	-
0	8,859	1,00	50500	1,00	51,5	1,00	4800	1,00	132,0	0,0	0,400	0,0	70,0	1,000
12	7,922	0,89	48500	0,96	50,7	0,98	8200	1,70	137,4	4,1	0,425	6,25	71,5	1,021
24	6,963	0,79	46350	0,92	49,8	0,97	12800	2,67	143,9	9,0	0,470	17,5	73,4	1,048
36	6,321	0,71	44500	0,88	49,0	0,95	19100	3,98	150,3	13,9	0,510	27,5	75,1	1,073
48	5,770	0,65	42800	0,84	48,2	0,94	26400	5,50	155,6	17,9	0,570	42,5	76,8	1,097
60	5,176	0,59	40700	0,80	47,4	0,92	40800	8,50	164,3	24,5	0,670	67,5	79,0	1,129
72	4,765	0,54	39100	0,77	46,7	0,91	61900	12,90	170,6	29,2	0,790	97,5	81,0	1,157

- odpowiada jednak coraz to niższa wartość tego współczynnika - około 9 W/m K na początku i około 4,5 W/m K po 6 latach eksploatacji;
- wydajność cieplna wymiennika zmniejsza się równomiernie, średnio o 4% rocznie;
 - temperatura c.w.g. zmniejsza się równomiernie, średnio o 1,5 % rocznie;
 - strata ciśnienia po stronie wody wodociągowej zwiększa się coraz bardziej intensywnie, np. po upływie 1 roku jest 1,7-krotnie, po 3 latach 4-krotnie, a po 6 latach 13-krotnie większa od początkowej;
 - długość rurek, niezbędna dla zachowania stałej, początkowej wydajności cieplnej wymiennika, obliczona przy nie zmienionych pozostałych danych wyjściowych, zwiększa się równomiernie, średnio o około 5 % rocznie;
 - strumień wody grzejnej, niezbędny dla zachowania stałej, początkowej wydajności cieplnej wymiennika, obliczony przy nie zmienionych pozostałych danych wyjściowych, zwiększa się coraz bardziej intensywnie, np. po upływie 1 roku jest o około 6 %, po 3 latach o 28 %, a po 6 latach o 98 % większy od początkowego;
 - temperatura wody grzejnej na wlocie, niezbędna dla zachowania stałej, początkowej wydajności cieplnej wymiennika, obliczona przy nie zmienionych pozostałych danych wyjściowych, zwiększa się równomiernie, średnio o 2,6 % rocznie.

6. WNIOSKI

1. Parametry charakteryzujące proces wymiany ciepła w badanych wymiennikach c.w.g., obliczone przy założeniu najniekorzystniejszych warunków działania wymienników, zmieniają się w rozpatrywanym okresie eksploatacji, w stosunku do wartości początkowych, w sposób następujący:

- współczynnik przenikania ciepła zmniejsza się średnio o około 8 % rocznie, przy czym spadek jego jest w miarę upływu czasu coraz mniej intensywny, np. w pierwszym roku wynosi 11 %, a w szóstym 5 % ; coraz to mniejszy spadek współczynnika k następuje jednak na coraz to niższym pułapie wartości tego współczynnika - jest ona po kilku latach tak niska, że dalsze działanie wymiennika jest ze względów eksploatacyjnych i ekonomicznych niemal nieusprawiedliwione;
- wydajność cieplna zmniejsza się równomiernie, średnio o 4 % rocznie;
- temperatura c.w.g. zmniejsza się równomiernie, średnio o 1,5 % rocznie, przy czym po 21 miesiącach spada poniżej 50°C.

2. W miarę upływu czasu eksploatacji, bardzo intensywnie zwiększa się strata ciśnienia na badanych wymiennikach c.w.g. po stronie wody wodociągowej. W okresie maksymalnego rozbioru c.w.g. jest ona po 2 latach 3-krotnie, a po 6 latach 13-krotnie większa od początkowej.

3. Minimalna temperatura wody grzejnej w sezonie grzewczym, dla której zapewniona jest wymagana wydajność cieplna badanych wymienników c.w.g., zwiększa się w miarę upływu czasu równomiernie, średnio o 2,6 % rocznie i

wynosi np. po 2 latach $73,4^{\circ}\text{C}$, po 4 latach $76,8^{\circ}\text{C}$, a po 6 latach $81,0^{\circ}\text{C}$.

4. Wymaganą wydajność cieplną badanych wymienników c.w.g. w całym okresie ich eksploatacji można zapewnić, zwiększając na etapie projektowania węzłów c.w.g. długość tych wymienników w stosunku do obecnie projektowanej, o wartość zależną od przewidywanego okresu ich działania, średnio o 5% na rok.

5. W pracujących węzłach c.w.g. można zapewnić wymaganą wydajność cieplną badanych wymienników c.w.g. w całym okresie ich eksploatacji, zwiększając w miarę upływu czasu strumień wody grzejnej, o wartości wynikające z przeprowadzonych obliczeń /tabela 1/, np. po 2 latach o 17,5%, po 3 latach o 27,5%, a po 4 latach o 42,5%, w stosunku do wartości początkowej.

6. Istnieje kryterium ekonomiczne określające granice czasowe eksploatacji wymiennika. Spadek intensywności procesu wymiany ciepła oraz kilkakrotny wzrost oporów przepływu - powodujący wzrost mocy pomp przetłaczających czynnik ogrzewany - sprawiają, że koszty eksploatacji wymiennika w miarę upływu czasu rosną. Gdy suma kosztów amortyzacji i kosztów eksploatacji przekroczy sumę tych kosztów dla nowego wymiennika, działający wymiennik należałoby wycofać z eksploatacji.

7. OZNACZENIA

D, d - średnica,

δ_w - grubość warstwy zanieczyszczeń,

k_1 - współczynnik przenikania ciepła,

K - chropowatość bezwzględna,

L, l - długość,

\dot{m} - strumień masy,

$Nu = \frac{\alpha \cdot d}{\lambda}$ - liczba Nusselta,

$Pr = \frac{\eta \cdot C_p}{\lambda}$ - liczba Prandtla,

$Re = \frac{w \cdot d}{\nu}$ - liczba Reynoldsa,

t - temperatura,

w - prędkość przepływu,

Q - wydajność cieplna wymiennika,

α - współczynnik wnikania ciepła,

ξ - współczynnik oporów miejscowych,

η - dynamiczny współczynnik lepkości,

ε - chropowatość względna,

λ - współczynnik oporów liniowych,

λ - współczynnik przewodzenia ciepła,

ν - kinematyczny współczynnik lepkości,

ρ - gęstość,

τ - czas eksploatacji wymiennika,

LITERATURA

1. Hobler T.: Ruch ciepła i wymienniki. WNT, wyd. 5, W-wa 1979
2. Kamler W.: Ciepłownictwo. PWN, wyd. 1, W-wa 1970
3. Klugiewicz J., Porowski M., Dzieweczyński P.: Statystyczne badania zanieczyszczeń wymienników ciepła remontowanych i wyeksploatowanych na terenie Bydgoszczy. Praca zrealizowana w ramach problemu MR-1-10 w temacie 1.6.2., Kierownik tematu: doc. dr inż. F. Dembecki Politechnika Poznańska; maszynopis ATR 1979
4. Michijew M.: Zasady wymiany ciepła. PWN W-wa 1953
5. Staniszewski B.: Wymiana ciepła. PWN, wyd. 2, W-wa 1979
6. Szuster A., Wyszowski K.: Zbiór zadań z mechaniki płynów. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, W-wa 1977
7. Weber A.: Centralne ogrzewania wodne. Arkady, wyd. 1, W-wa 1975

THE EFFECT OF OPERATION TIME ON THE WORK OF COUNTER-FLOW
HEAT EXCHANGERS

Summary

The paper presents an analysis of the effect of operation time on the change in the over-all heat transfer coefficient, calorific effect, as well as the temperature of heating water for counter-flow heat exchangers of the WCW type used in nodes for industrial heating water in Bydgoszcz. The author calculated also the increase in the length of the exchanger, or water jet or its temperature in order to preserve an initial calorific effect of the exchanger despite expiring of the operation time. The results are listed in the table.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ДЕЙСТВИЕ ПРОТИВОТОЧНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ
ТЕПЛОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ВОДЫ

Резюме

В работе представлен анализ влияния времени эксплуатации на изменение коэффициента теплоотдачи, отдачи тепла, а также температуры теплой хозяйственной воды, для противоточных обменников типа WCW эксплуатируемых в узлах теплой хозяйственной воды в г. Быдгощ. Подсчитано также на сколько нужно было бы увеличить длину обменника, или струю теплой воды или ее температуру, чтобы несмотря на прошедшее время эксплуатации требуемая начальная тепловая производительность обменника сохранялась. Результаты представлены на таблице.

Witold Czarnecki

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA REKREACYJNEGO
REJONÓW MIAST MOGILNA I CHELMŻY

Opracowane w latach 1974 i 1975 prace studialne dotyczące miast Mogilno i Chełmża, dały podstawę do rozważań na temat możliwości wykorzystania rekreacyjnego tych ośrodków. W oparciu o charakterystykę badanych miast, ich wartości zabawkowe oraz warunki naturalne /szczególnie jeziora, nad którymi są położone/ przedstawiono próbę wyodrębnienia obszarów rekreacji, dzieląc je na dwie strefy:

A - wypoczynku codziennego,
B - wypoczynku tygodniowego lub pobyтового.
Rozwój funkcji rekreacyjnej i turystycznej tego typu miast może przyczynić się do ich aktywizacji.

1. WSTĘP

Problemy związane z zapewnieniem warunków rekreacji mieszkańcom miast i wsi występują we wszystkich ośrodkach kraju. Większość opracowań dotyczy jednak wielkich skupisk przemysłowych o dużym zatrudnieniu, bądź też miejscowości o dominującym charakterze wypoczynkowym lub stanowiącym centra krajoznawcze z tytułu swej bogatej historii i ilości zabytków. Osiedla znajdujące się w grupie miast małych, o zaludnieniu 10 - 25 tys. M reprezentują na pewno odmienną specyfikę tego zagadnienia. Nie mając "bogatych mecenasów" w postaci wielkich zakładów przemysłowych, skupiają zwykle pewną liczbę pracowników przemysłu i innych zakładów pracy oraz dysponują często potencjalnymi możliwościami zapewnienia warunków rekreacji, tak własnym mieszkańcom jak i przybyszom z zewnątrz.

Reorganizacja podziału administracyjnego kraju nie tylko wyzwoli inicjatywy w kierunku poszukiwań nowych możliwości gospodarczego rozwoju tych ośrodków, ale wręcz zmusił do takich poczynań. Likwidacja powiatów zmniejszyła znaczenie wielu miast - dawniej pełniących w znacznym stopniu funkcje administracyjne. Jednocześnie szereg innych, podniesionych do rangi ośrodków gminnych, poszukuje możliwości aktywizacji. Wydaje się, że rozwój funkcji rekreacyjnej tego typu miast, oczywiście w miarę naturalnych warunków, pozwoli na uzyskanie pewnych efektów.

W granicach dawnego województwa bydgoskiego znajdowało się 51 miast małych /poniżej 25,0 tys. M/, a wśród nich 15 pełniło funkcję miast powia-

towych ^{1/}. W nowym układzie administracyjnym wszystkie te miasta stanowią gminy miejskie, pełniąc funkcje usługowo-przemysłowe, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji usługowej dla rolnictwa. Zebrane w roku 1974 materiały pod kątem możliwości zagospodarowania rekreacyjnego dla miast: Mogilna ^{2/} położonego w województwie bydgoskim i Chełmży ^{3/} znajdującej się obecnie w województwie toruńskim dały podstawę do niniejszego opracowania.

2. CHARAKTERYSTYKA MIAST

Mogilno znajdujące się w rejonie Pojezierza Gnieźnieńskiego, usytuowane jest w sąsiedztwie trasy kołowej łączącej Gniezno - Trzemeszno - Inowrocław, w odległości około 5 km od szosy. Miasto położone jest na skraju południowego kompleksu turystyczno-wypoczynkowego między Biskupinem i Lubostroniem na północnym zachodzie a Strzelnem i Kruszwicą na wschodzie.

Między miastem a trasą kołową, przy której położona jest wieś Wylatowo, rozciągają się połączone ze sobą jeziora Żabno i Mogileńskie, na południu Szydłowskie, a na północy Wiecanowskie. Wszystkie te jeziora połączone są ze sobą, z tym, że jedynie przesmyk między jeziorami Mogileńskim i Żabno umożliwia przepłynięcie łodzią. W bezpośrednim kontakcie wschodniego brzegu obu jezior przebiega droga kołowa, łącząca miasto z szosą. Oba wymienione jeziora tworzą ponad czterokilometrową drogę wodną.

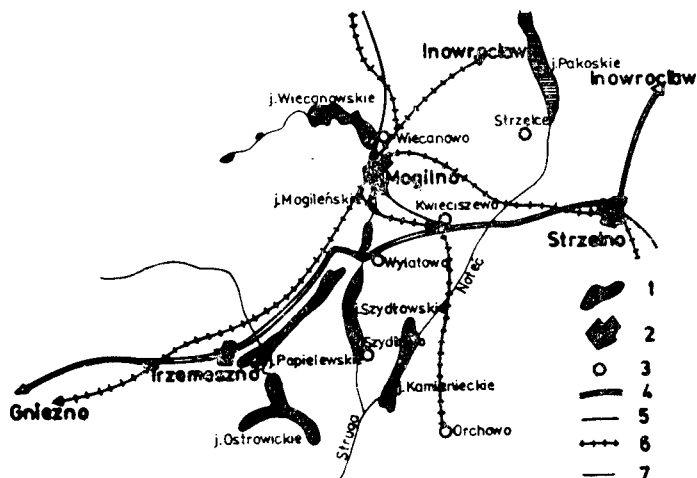
Mogilno jest miastem starym, o jego długiej historii świadczą zabytki. Dookoła jeziora Mogileńskiego znanych jest kilkanaście stanowisk archeologicznych. Aktualnie prowadzone są badania archeologiczne na terenie klasztoru pobenedyktynskiego, "osady otwartej" z X-XII wieku położonej na południe od klasztoru oraz na terenie "osady obronnej" z X-XII wieku położonej po przeciwnej stronie jeziora. Najciekawszym obiektem /I klasy/ jest kościół i klasztor pobenedyktynski, ufundowany i wzniesiony przez Bolesława Śmiałego w roku 1065. Jest to po Tyńcu najciekawsze założenie klasztorne. Na końcu dziedzińca zachowana jest studnia romańska z XII wieku. Podczas prac archeologicznych znaleziono wiele ciekawych i unikalnych eksponatów, jak np. naczynie liturgiczne do polewania rąk z XII wieku wykonane z gliny w kształcie konia, pastorał cynowy itp. W skrzydle klasztornym organizowane jest muzeum regionalne, a na terenie zabudowań klasztornych projektuje się utworzenie rezerwatu archeologicznego. W jeziorze Mogileńskim odkryto dobrze zachowany most drewniany łączący osadę "otwartą" z grodem. Most znajduje się pod czterometrową warstwą wody. Również

^{1/} Dane z roku 1973

^{2/} Czarnecki Witold przy współpracy A. Boraka "Studium możliwości wykorzystania jeziora Mogileńskiego dla celów rekreacji" cz.2. Analiza możliwości zagospodarowania, maszynopis, ATR Bydgoszcz 1974

^{3/} Czarnecki Witold przy współpracy A. Boraka "Studium możliwości zagospodarowania przestrzennego rejonu miasta Chełmży w aspekcie turystyczno-rekreacyjnym", maszynopis, ATR Bydgoszcz 1975

ciekawym zabytkiem architektonicznym jest kościół pod wezwaniem św. Jaku - ba. Jest to kościół gotycki z XIV wieku, kilkakrotnie przebudowywany i odnawiany.



Rys.1. Położenie Mogilna w podregionie

- 1 - jeziora
- 2 - miasta
- 3 - osiedla
- 4 - ważniejsze drogi
- 5 - drogi lokalne
- 6 - kolej
- 7 - rzeki

Miasto, do roku 1975 siedziba powiatu, według dostępnych materiałów ma pełnić funkcję usługowo-przemysłową. Przewidywany wzrost liczby mieszkańców z 8.600 w roku 1970, do 11.100 M w roku 1990. Plan ogólny miasta opracowany w roku 1973 zakłada zwiększenie wzrostu liczby mieszkańców do 15.000 M. Planowany, wyższy wzrost liczby mieszkańców miasta może okazać się realny, jeśli rozwinie się przemysł oraz zwiększy atrakcyjność miasta w innych dziedzinach, jak np. rozreklamowanie i udostępnienie zwiedzającym zabytków, stworzenie bazy turystycznej itp.

Przewidywany wzrost zatrudnienia w przemyśle, z 11,6 % ogółu ludności miasta w roku 1970, do około 20% w roku 1990, wiąże się z planowaną budową kopalni soli oraz zakładów przemysłu spożywczego. Będzie występować także modernizacja i rozbudowa istniejących zakładów przemysłowych.

Plan ogólny miasta Mogilna opracowany w roku 1973 przewiduje w zakresie perspektywicznym następujące obiekty związane z rekreacją:

a/ rozbudowa

- zespołu boisk z 2,3 ha do 5,0 ha,
- strzelnicy z 0,44 ha do 0,5 ha.

- parków i skwerów z 9,5 ha do 43,7 ha,
- ogrodów działkowych z 15,5 ha do 18,7 ha;

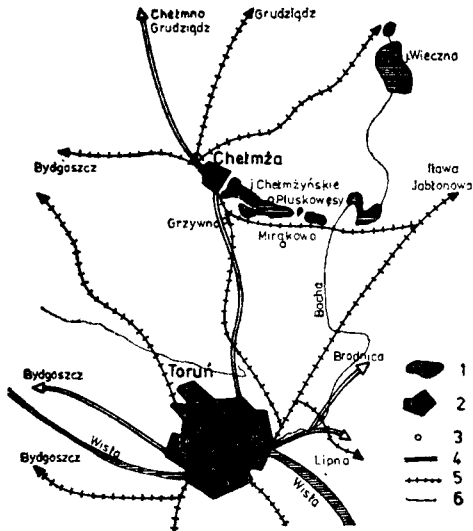
b/ budowa:

- hali sportowej o powierzchni użytkowej 470 m²,
- basenów o powierzchni 2.500 m²,
- pola namiotowego z ośrodkiem sportów wodnych 2,0 ha.

W zbyt małym stopniu uwzględniane jest w planach zagospodarowania miasta jezioro Mogileńskie. Powierzchnia jego wynosi 78,9 ha. Należy ono do jezior typu rynnowego i charakteryzuje się wydłużonym kształtem o południkowym przebiegu. Długość jeziora wynosi 4400 m, natomiast szerokość 150 do 400 m. Jezioro Mogileńskie jest jeziorem płytkim. Średnia głębokość wynosi 3,2 m zaś maksymalna 6,8 m. Dno zamulone jest osadami. Brzegi jeziora porośnięte są roślinnością wodną: trzcina, pałąką wąskolistną oraz niewielką ilością drzew i krzewów. W części przylegającej do miasta, ze względu na spływ ścieków, brzegi porośnięte są grzybieniami o pływających liściach. W południowej części jezioro zwęża się do kilku metrów i łączy z jeziorem Żabno. Jezioro to budową swoją jest bardzo podobne do jeziora Mogileńskiego. Za pomocą cieku wodnego łączy się ono z jeziorem Szydłowskim. Połączenie między jeziorami Mogileńskim, Żabno i Szydłowskim stwarza naturalny szlak wodny, którego mankamentem jest zastawka w miejscu połączenia cieku z jeziorem Szydłowskim, uniemożliwiająca przepływanie łodzią. Wzdłuż jezior Mogileńskiego, Żabno i Szydłowskiego biegnie droga asfaltowa łącząca miejscowości Mogilno, Wylatowo i Targowica.

Jezioro Mogileńskie w południowej części posiada brzegi podmokłe, trudnodostępne. Także trudnodostępne są południowo-zachodnie brzegi jeziora. Podobnie jak na stronie wschodniej wzdłuż brzegu zachodniego przebiega droga łącząca Mogilno i Wylatowo. Łagodniejszy i łatwodostępny, chociaż miejscami podmokły, jest brzeg jeziora w okolicy wsi Stawiska. W granicach miasta, w północno-zachodniej części jeziora zlokalizowana jest wypożyczalnia sprzętu wodnego. Cieszy się ona dużym zainteresowaniem mieszkańców miasta i pomimo niesprzyjających warunków atmosferycznych w poprzednich latach oraz braku jakiegokolwiek zainwestowania rekreacyjnego, miała duże powodzenie.

Chełmża położona jest w północnej części dawnego powiatu toruńskiego w odległości 20 km od Torunia, w obrębie pojezierza Chełmżyńskiego, nad dużym jeziorem Chełmżyńskim. Obejmuje ono obszar wysoczyzny morenowej wzniesionej 85 - 100 m n.p.m. Jest to obszar falisty, urozmaicony jeziorami rynnowymi. Miasto jest dogodnie usytuowane w stosunku do urodzajnych gleb, a także korzystnie ze względów komunikacyjnych z uwagi na fakt krzyżowania się kilku linii kolejowych i tras kołowych.



Rys.2. Położenie Chełmży
w podregionie

- 1 - jeziora
- 2 - miasta
- 3 - osiedla
- 4 - ważniejsze drogi
- 5 - drogi lokalne
- 6 - kolej
- 7 - rzeki

Liczne znaleziska archeologiczne, w tym grodzisko wczesnośredniowieczne świadczą o sprzyjających warunkach dla rozwoju osadnictwa na tym terenie. We wczesnym średniowieczu znajdował się tutaj gród o nazwie Łoza, zniszczony przez Prusaków. W 1222 roku przekazany został przez Konrada Mazowieckiego misyjnemu biskupowi pruskiemu Chrystianowi. W 1251 roku Biskup Chełmiński Heidenreich przeniósł tutaj stolicę diecezji z Chełmna, z czym wiąże się również zmiana nazwy na "Culmsee", /t.j. jezioro Chełmińskie/, a ludność polska nadała miastu nazwę Chełmża. Osadę przygodową przekształcono krótko przed 1251 rokiem w miasto na prawie magdeburskim, które było własnością i siedzibą Diecezji Chełmińskiej do roku 1824. Miasto było niszczone w czasie wojen polsko-krzyżackich w XV wieku i w czasie wojen szwedzkich oraz pożarami w latach 1531 i 1762. Od 1772 roku Chełmża jest w Zaborze Pruskim, w 1807 roku w granicach Księstwa Warszawskiego, a od roku 1815 ponownie pod panowaniem Prusaków.

Znaczny wzrost miasta nastąpił dopiero po 1880 roku. Rozbudowano w Chełmży węzeł kolejowy i zbudowano największą wówczas w Europie cukrownię. Miasto stało się ośrodkiem robotniczym. Powierzchnia miasta wynosiła w 1961 roku 15,3 km², zabudowa obejmuje około 500 budynków, w tym 98% murowanych. Mimo zmiany pierwotnej zabudowy, śródmieście w średniowieczu obwarowane murami ma charakterystyczną dla tamtego okresu kompozycję układu przestrzennego. Usytuowane na lekkim wzniesieniu nad jeziorem zachowało średniowieczne, regularne rozplanowanie o zarysie owalnym, z prostokątnym rynkiem pośrodku. Miasto ma wodociągi, kanalizację, gazownię oraz szpital. Jest tu średnia szkoła zawodowa, liceum oraz dobrze wyposażony Dom Kultury z krytym basenem pływackim. Do roku 1974 nie posiadając rangi administracyjnej, szczebla powiatowego znajdowało się w grupie miast małych odgrywają-

cych ważną rolę w ówczesnym województwie bydgoskim. Jest jedną z dwóch miast szczebla gminnego, które swoją wielkością /14.700 M/ dorównywały większym miastom, podówczas powiatowym w województwie bydgoskim, jak np. Chojnice, Brodnica, Świecie, Chełmno - znajdującym się pod względem wielkości w tym samym przedziale statystycznym. Natomiast 10 miast dawniej powiatowych w województwie bydgoskim, to miasta mniejsze od Chełmży, mające poniżej 10.000 M jak np. Rypin, Golub-Dobrzyń, Aleksandrów Kujawski, Radziejów i inne. Jednocześnie Chełmża pełni coraz poważniejszą rolę jako satelitarny ośrodek przemysłowy Torunia o znacznym wyposażeniu w infrastrukturę techniczną, mający także i inne walory. Jest on silnie uprzemysłowiony, a około 55 % ludności utrzymuje się z pracy w przemyśle. Do ważniejszych zakładów na terenie miasta należy zaliczyć:

- największy w Polsce kombinat cukrowniczy, obejmujący cukrownię, wytwórnię alkoholu bezwodnego i rafinerię soli potasowych;
- zakłady przemysłu galanteryjnego;
- fabrykę papy;
- fabrykę chemikali.

Chełmża stanowi ważny węzeł kolejowy. Przecinają się tu linie: Toruń-Grudziądz-Malbork oraz Brodnica-Bydgoszcz i linia w kierunku Jabłonowo-Olsztyn. Węzeł drogowy tworzą trasy kołowe do: Torunia, Chełmna, Grudziądz, Wąbrzeźna, Golubia-Dobrzyń, Bydgoszczy. W perspektywie do roku 2000 projektuje się wybudowanie autostrady o przebiegu północ-południe w ciągu miast Łódź-Włocławek-Toruń-Chełmża-Gdańsk.

Do cennych zabytków architektonicznych znajdujących się na terenie Chełmży należy zaliczyć:

- kościół gotycki zbudowany w 1251 roku, kilkakrotnie burzony i odbudowywany. Ma on bogaty wystrój barokowy i rokokowy z XVII/XVIII wieku. Gotyckie kamienne "Sedillia" z końca XIII wieku, późnorenansowy nagrobek biskupa Piotra Kostki /zmarł w 1595 r./. Liczne epitafia biskupów i kanoników z XVII i XVIII wieku oraz gotyckie rzeźby. Z otoczenia kościoła na uwagę zasługuje ceglana brama wjazdowa zapewne z XVI wieku, będąca pozostałością muru zamykającego dawny teren katedralny
- kościół św. Mikołaja gotycki /dawny parafialny, wzmiankowany około 1248 roku, w latach 1827-1945 ewangelicki/ budowany w końcu XIII i na początku XIV wieku.

W sąsiedztwie miasta znajduje się grodzisko wczesnośredniowieczne, niższe, usytuowane nad zachodnim brzegiem jeziora Archidiakonka /2 km na północ od miasta/.

Chełmża ma bogate tradycje rekreacji czynnej, stąd też wyposażenie miasta jest lepsze niż gdzie indziej. W skład zespołu boisk sportowych, zlokalizowanych między ul. 1-go Maja a jeziorem Chełmżyńskim, wchodzi boisko duże okolone bieżnią oraz boisko do gier ręcznych. Boisko duże posiada trybunę dla widzów. Kryty basen pływacki /długość niecki 25 m/ znajdujący się w Domu Kultury jest wykorzystywany także przez mieszkańców Chełmna i Wąbrzeźna. Miasto posiada strzelnicę o długości toru l = 200 m. Nad

jeziorem, w obrębie zainwestowania miejskiego zlokalizowane są dwie przystanie wioślarskie. Istnieją dwa boiska sportowe - nieurządzone - przy ul. Polnej i ul. Świerczewskiego. Wymienione obiekty sportowe wymagają remontów i modernizacji oraz rozbudowy. Jezioro Chełmińskie długości 6 km i szerokości około 500 m stwarza bardzo dogodne warunki dla sportów wodnych, a także możliwości zorganizowania ośrodków wypoczynkowych typu stałego. Walory jeziora podnosi czystość wody. W tych warunkach w Chełmży od dawna rozwija się żeglarsstwo, a istniejące zespoły, które biorą udział w międzynarodowych regatach mają na swoim koncie szereg sukcesów.

Tabela 1

Ludność w tysiącach mieszkańców

Miasto	1950	1960	1970	1975	1980	1990	2000
Mogilno	5,3	7,1	8,5	9,4	10,0	11,1	12,3
Chełmża	11,1	13,4	14,3	14,7	15,2	15,8	16,3

3. POTRZEBY ROZWOJU REKREACJI

Przewidywane w ciągu najbliższych kilku lat skrócenie czasu pracy z 46 godzin do 40 godzin tygodniowo stworzy mieszkańcom kraju możliwości wypoczynku sobotnio-niedzielnego na świeżym powietrzu, nad wodą lub w lesie, zmiany otoczenia, odprężenia psycho-fizycznego, przynoszącego w efekcie regenerację sił. Pod tym względem obszar dawnego województwa bydgoskiego znajduje się w korzystnej sytuacji, bowiem należy do posiadających znaczną ilość jezior i lasów.

W ostatnich latach w regionie bydgoskim przebywało ponad 4,5 mln turystów rocznie, w tym ponad 50% to uczestnicy korzystający z wypoczynku świątecznego. Według założeń perspektywicznych, liczba uczestników wypoczynku sobotnio-niedzielnego i świątecznego wzrośnie do roku 1990 czterokrotnie. Wiąże się z tym konieczność budowy odpowiedniej bazy turystycznej, której tak Mogilno, jak i Chełmża nie mają w ogóle, a która powinna zaspokoić potrzeby mieszkańców tych miast. Dynamiczny wzrost turystyki wycieczkowej spowoduje z kolei konieczność stworzenia bazy turystycznej dla osób przybywających z zewnątrz. Wiąże się to ze wzrostem motoryzacji, a więc większą ruchliwością ludności. Napływ ludzi z zewnątrz może wpływać na rozwój miast i wzrost ich atrakcyjności, choćby właśnie ze względu na lokalizację bazy turystycznej w jego pobliżu. Takie wykorzystanie naturalnych walorów małych miast daje możliwości uzyskania dodatkowych miejsc pracy, szczególnie w usługach.

Także przewidywany do roku 1990 - 2000 wzrost liczby uczestników wypoczynku świątecznego oraz wzrost turystyki wycieczkowej spowoduje ko-

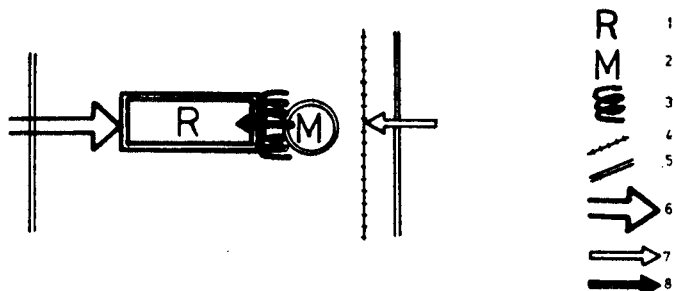
nieczność wydatnego zwiększenia ilościowego bazy turystycznej, a także jakości świadczonych usług. W roku 1970 województwo bydgoskie posiadało ca 36,0 tys. miejsc turystycznych noclegowych, w tym około 30% w bazie otwartej i 70% w zamkniętej. W stosunku do zapotrzebowania stanowiło to około 40%. Do roku 1990-2000 bazę noclegową należy zwiększyć 10-krotnie i to głównie w urządzeniach typu wczasowo-pensjonatowego, hotelach, motelach, domach wycieczkowych, schroniskach turystycznych itp. obiektach o wysokim standardzie wykończenia i wyposażenia.

Obszary i miejscowości krajoznawcze dawnego województwa bydgoskiego dzielone są w opracowaniach tego tematu na trzy kategorie:

- I - do której zaliczamy Toruń oraz Pojezierze Kaszubskie;
- II - Bydgoszcz, Grudziądz, Chełmno, Włocławek, Pojezierze Brodnickie, obszar Koronowski i Dolnej Wisły;
- III - skupia ponad 20 mniejszych zespołów i obiektów.

Mogilno i Chełmża należą do tej ostatniej grupy, co nie znaczy jednak, że nie należy liczyć na zainteresowanie ich możliwościami zapewnienia rekreacji. Wprost przeciwnie, można wymienić kilka bardzo ważnych przyczyn, które spowodują konieczność rozwoju bazy turystyczno-rekreacyjnej. Poza naturalnymi warunkami jakie reprezentują, bardzo istotny jest fakt, że renomowane miejscowości rekreacyjno-wczasowe mają swoją ograniczoną chłonność, tak pod względem możliwości budowy bazy noclegowej, jak i usług, chłonności terenów rekreacyjnych itp.

Na podstawie analizy zebranych materiałów można sformułować szereg wniosków o kierunkach zainteresowań omawianymi miastami. Mogilnem zainteresowani są turyści z zewnątrz tj. z trasy łączącej Gniezno z Inowrocławiem, stanowiącej szlak turystyczny o znaczeniu krajowym. Natomiast Chełmżą interesują się turyści przejeżdżający trasą E-16 /Łódź-Toruń-Wybrzeże/ oraz osoby uprawiający sporty wodne, szczególnie mieszkańcy Torunia. Ponadto obydwa miasta jako ośrodki gminne powinny się stać centrum rekreacji swojego obszaru rolnego, w szerokim ujęciu tego określenia.



Rys.3. Schemat występujących zainteresowań rekreacją

- 1 - tereny rekreacji, 2 - miasto, 3 - tereny rekreacji codziennej,
- 4 - kolej, 5 - drogi, 6 - zainteresowanie turystów z kraju,
- 7 - zainteresowanie mieszkańców podregionu, 8 - zainteresowanie mieszkańców miasta.

Zainteresowania wewnętrzne, to w przypadku obu miast zaspokojenie potrzeb ich mieszkańców. Możliwości rekreacji stwarzają tu jeziora, których część akwenu znajduje się w granicach administracyjnych omawianych miast. Dotyczy to zapewnienia wypoczynku i rekreacji z uwzględnieniem potrzeb wszystkich grup, tzn. młodzieży, osób w wieku produkcyjnym oraz osób starszych.

4. MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA REKREACYJNEGO

Rozpatrując możliwości zagospodarowania terenów rekreacyjnych obu miast możemy proponować podział na dwie strefy użytkowania:

- " A " - strefa wypoczynku codziennego, przeznaczona dla mieszkańców miasta, sięgająca odległości około 1 - 1,5 km, licząc od centrum starego miasta;
- " B " - strefa wypoczynku tygodniowego lub pobytowego, obejmująca pozostałą powierzchnię jezior i przyległego terenu.

Według tak przyjętego podziału, w Mogilnie można by proponować, po przeprowadzeniu prac związanych z oczyszczeniem jeziora^{1/}, lokalizację następujących elementów zagospodarowania:

w strefie " A " - związanej z wypoczynkiem codziennym mieszkańców:

- kontynuacja zagospodarowania terenów przybrzeżnych jeziora w granicach miasta na zachodnim brzegu jeziora Mogileńskiego. Powinien to być pas o szerokości co najmniej 100 - 150 m, wykorzystujący istniejącą już aleję i piękny drzewostan w tym rejonie;
- budowa Ośrodka Sportów Wodnych /stacja wodna/ w rejonie wskazanym w planie ogólnym miasta, z wykorzystaniem istniejącej zatoki jako basenu na łódzie, kajaki, żaglówki;
- rozbudowa istniejącej przystani w parku, z wprowadzeniem funkcji kawiarnianej, przy jednoczesnej likwidacji magazynowania sprzętu, który byłby przeniesiony do nowego obiektu;
- budowa plaży i kąpieliska przy Ośrodku Sportów Wodnych;

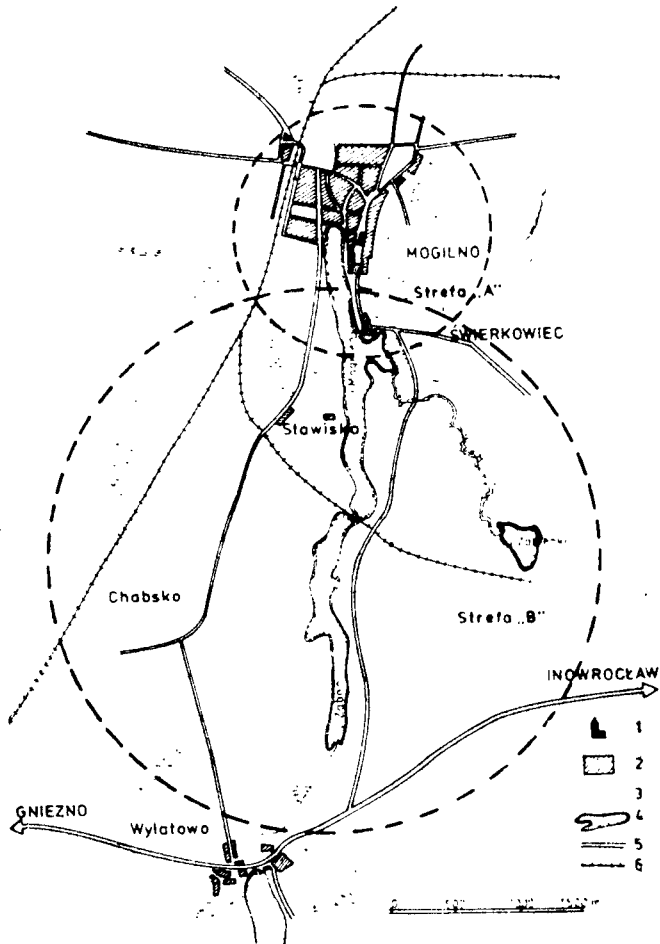
w strefie " B " - związanej z wypoczynkiem sobotnio-niedzielnym i świątecznym mieszkańców miasta:

- wyznaczenie terenów pod budowę letnich domków campingowych dla mieszkańców miasta;
- budowa Ośrodka Wypoczynku Świątecznego z polem biwakowym dla rozbijania namiotów, ewentualnie z obiektami stałymi oraz plażą i kąpieliskiem;

a także związane z przyjęciem turystów z zewnątrz:

- budowa motelu ze stacją benzynową i stacją obsługi samochodów oraz: polem biwakowym, wypożyczalnią sprzętu wodnego itp.

^{1/} Dr inż. J. Kureczko: Studium przyczyn zanieczyszczenia, stanu oraz technicznej możliwości poprawienia jakości wody w jeziorze Mogileńskim, maszynopis, ATR Bydgoszcz 1974



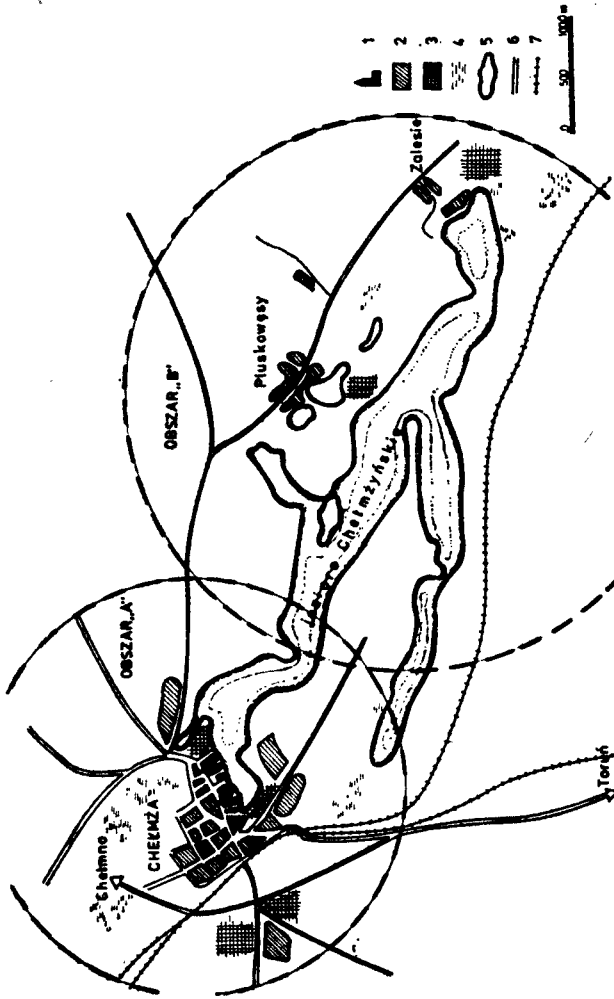
Rys.4. Tereny rekreacyjne Mogilna

- 1 - zabytki
- 2 - zabudowa miejska
- 3 - tereny podmokłe
- 4 - jezioro
- 5 - drogi
- 6 - kolej

Elementami łączącymi poszczególne obiekty mogłyby być:

- szlaki turystyki pieszej i rowerowej jako ścieżki wzdłuż obu brzegów jezior,
- budowa pomostów dla wędkarzy,
- uruchomienie w lecie komunikacji wodnej między motelem i miastem, z przystankami w odległości około 300 m.

Podobnie przedstawia się sytuacja w Chełmży, która jest miastem bardziej przemysłowym i już obecnie ma większe powiązania z jeziorem.



Rys.5. Tereny rekreacyjne Chełmży

- 1 - zabytki
- 2 - zabudowa miejska
- 3 - proponowane tereny inwestycji rekreacyjnych
- 4 - tereny podmokłe
- 5 - jezioro
- 6 - drogi
- 7 - kolej

Strefa "A" - znajdująca się w promieniu dojścia 10-15 minut stwarza dogodny warunki dla:

- uzyskania ciągu parkowo-bulwarowego z możliwością wprowadzenia wzbogaconego programu. Cały ciąg parkowy, zazieleniony, wyposażony w boiska, place zabaw, kawiarenki, może stworzyć wiele atrakcji, tak mieszkańcom miasta, jak i turystom;
- w strefie tej, po stronie północnej jeziora, należałoby także zlokalizować ośrodek wypoczynku codziennego, z plażą o południowej wystawie, wyposażony w rozbieralnię, część gastronomiczną, rozrywkową, wypożyczalnię sprzętu wodnego itp.;
- w dogodnym powiązaniu z trasą E-16, powinien być także zlokalizowany motel.

Natomiast w strefie "B" powinny znajdować się:

- ośrodki wypoczynku tygodniowego lub pobytowego, bowiem akwen jeziora Chełmżyńskiego zapewnia dogodny warunki uprawiania sportów wodnych. Powinno to wpłynąć na charakter tych ośrodków;
- tereny działek campingowo-ogrodniczych dla mieszkańców Chełmży, a także pobliskiego Torunia.

5. PRÓBA PODSUMOWANIA

Obydwa rozpatrywane miasta można by scharakteryzować w sposób następujący:

- są to miasta o wielowiekowej tradycji. Mają szereg cennych zabytków z okresu średniowiecza, a nawet i wcześniejszych;
- położone są w sąsiedztwie tras turystycznych o krajowym znaczeniu;
- sprawują funkcję centrum mikroregionu, będą pełnić rolę usługową względem otaczających je terenów rolnych oraz w pewnym stopniu także ośrodków przemysłowych, głównie przemysłu spożywczego;
- położenie nad stosunkowo dużymi jeziorami stwarza potencjalne możliwości wykształcenia funkcji dodatkowej, rekreacyjno-turystycznej;
- oba miasta w dziedzinie szeroko pojętej rekreacji są niedoinwestowane. Dotyczy to tak potrzeb ich mieszkańców, jak i mieszkańców mikroregionu oraz turystów z dalszych części kraju.

Większość miasteczek tego typu w kraju jeszcze nie została "odkryta", należy więc liczyć się z tym, że w niedługim czasie wzrośnie zainteresowanie ich naturalnymi walorami. Wpłyną na to wzrastające wymagania mieszkańców tych miast, którzy mają prawo domagać się zapewnienia im takich samych warunków wypoczynku, jakie mają mieszkańcy wielkich aglomeracji oraz przybyszów z zewnątrz, poszukujących możliwości wypoczynku w mniejszych ośrodkach. Wreszcie należy wspomnieć o "przemysle turystycznym", który dla wielu miast i miasteczek Europy stanowi niebagatelne źródło dochodu. To zagadnienie powinno być brane poważnie pod uwagę w planach rozwoju małych miast.

Podstawę uzyskania prawidłowych efektów powinny dać trzy generalne kierunki działania:

1. Kompleksowa renowacja starej części miasta wraz z jego zabytkami, z uwzględnieniem atrakcyjnego programu wszelkiego rodzaju usług: handlowo-gastronomicznych, kulturalnych i rekreacyjno-turystycznych. W programie tym szczególnie pieczołowicie powinno być potraktowane wykorzystanie zabytków urbanistycznych i architektonicznych.
2. Opracowanie i realizacja zagospodarowania terenów wypoczynku oodziennego /strefa "A"/, które służyłyby mieszkańcom miasta i przybywającym turystom.
3. Przygotowanie kompleksowe możliwości realizacji zagospodarowania terenów rekreacyjno-turystycznych wypoczynku tygodniowego i pobytowego /strefa "B"/ z uwzględnieniem potrzeb własnych mieszkańców jak i przybyłych z zewnątrz. Ważne to jest szczególnie dla terenów przyległych do akwenów wodnych, aby nie dopuścić do negatywnych przykładów, jakie obserwowaliśmy nad zalewem Koronowskim czy Zegrzyńskim.

POSSIBILITIES OF RECREATION UTILIZATION OF THE COUNTRY-SIDE AROUND
THE TOWNS OF MOGILNO AND CHELMZA

Summary

The studies concerning the towns of Mogilno and Chelmza conducted in the years 1974 and 1975 are the basis for considerations on the possibility recreational utilization of the sites. Taking into account a characteristics of the examined towns, their historical value as well as natural conditions /especially lakes/ there is presented an attempt at singling out recreational areas dividing them into two zones:

A-everyday recreation

B-Week's recreation or longer one

The development of recreation and tourist function of such towns may increase their activity.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТ ОТДЫХА В ГОРОДАХ МОГИЛЬНО И ХЭЛМЖА

Резюме

В 1974-1975 г.г. были проделаны работы, касающиеся городов Могильно и Хэлмжа, которые показали возможность использования этих городов, как зон отдыха. На основании характеристики исследуемых городов, их исторических памятников и природных условий /особенно озёра, на берегах которых расположены эти города/ представляется возможность выделения территорий отдыха разделяя их на две зоны:

А - ежедневного отдыха

Б - недельного отдыха и домов отдыха.

Использование этих городов, как мест отдыха и туристики может способствовать их большей активизации.

Jan GadomsKI

OCENA WPŁYWU WARUNKÓW FIZYCZNYCH WYKONANIA
ROBÓT MONTAŻOWYCH NA DOKŁADNOŚĆ MONTAŻU

W pracy rozpatrywano wpływ warunków fizycznych wykonania robót montażowych na dokładność montażu. Z przeprowadzonej wieloczynnikowej analizy wariancji wynika, że jedynie istotne znaczenie ma wpływ wiatru na wielkość odchyłek montażowych. Wpływ ten jest większy na odchyłki montażowe góry elementów niż dołu elementów.

W pracy wykazano również, że jednym z czynników powodujących wzrost odchyłek na wyższych kondygnacjach jest zmieniająca się prędkość wiatru wraz ze zmianą wysokości.

1. WSTĘP

Na ostateczną wielkość odchyłek realizacji obiektu ma wpływ wiele różnych źródeł błędów. Według [10] dokładność realizacji budynku uzależniona jest od następujących czynników:

- dokładności wyrobów prefabrykowanych,
- zmiany kształtu i położenia budynku oraz jego elementów,
- dokładności montażu.

Z kolei dokładność montażu uzależniona jest od:

- dokładności wymiarów siatki osi konstrukcyjnych,
- dokładności usytuowania prefabrykatów w stosunku do projektowanego położenia,
- innych czynników.

Do grupy innych czynników zaliczane są warunki fizyczne wykonania robót montażowych. W wytycznych prowadzenia montażu określa się warunki w jakich może odbywać się montaż konstrukcji budynku. Warunki fizyczne wykonania robót montażowych są lub mogą być tak ustalone, aby jakość wykonanego montażu była zadowalająca i aby zostały spełnione podczas montażu warunki BHP.

W pracy tej rozpatrywane są warunki fizyczne wykonania robót montażowych pod kątem ich wpływu na wielkość odchyłek montażowych. Badania dotyczące oceny istotności wpływu czynników fizycznych oraz przyczyn wzrostu odchyłek montażowych na wyższych kondygnacjach przeprowadzono w oparciu o odchyłki montażowe /różnice między istniejącym położeniem elementu obiektu budowlanego a jego położeniem określonym przez wskaźnik konstrukcyjny/, uzyskane z powykonawczych pomiarów inwentaryzacyjnych wykonanych

na budynkach mieszkalnych wznoszonych systemem szczecińskim.

2. ANALIZA WARIANCJI WPŁYWU WARUNKÓW FIZYCZNYCH NA WIELKOŚĆ ODCHYLEK MONTAŻOWYCH

Z pomiarów inwentaryzacyjnych na budynku XI-kondygnacyjnym uzyskano następujące liczby odchyłek montażowych:

- 1305 odchyłek dołu elementów Δd /,
- 1300 odchyłek góry elementów Δg /.

W czasie montażu elementów prefabrykowanych rejestrowano:

- siłę wiatru,
- temperaturę,
- warunki pogodowe /słonecznie, pochmurno, opady/,
- oświetlenie.

Po pomiarzeniu odchyłek montażowych, każdej z nich przydzielono parametry czynników zarejestrowanych w czasie montażu danego elementu. Do opracowania tak przygotowanych obserwacji wykorzystano metodę analizy wariancji. Celowość stosowania analizy wariancji przedstawiono w pracy [4].

Po wstępnej jednoczynnikowej analizie wariancji odrzucono oświetlenie - jako czynnik nieistotny i nie mający wpływu na wielkość odchyłek montażowych. Po podzieleniu pozostałych czynników na odpowiednie poziomy /tabele 1 i 2/ wykonano trójczynnikową analizę wariancji z niejednakową ilością obserwacji w każdej podklasie /przypadek nieortogonalny/. Podstawowym celem zastosowania takiej analizy jest stwierdzenie czy zarejestrowane czynniki fizyczne i ich współdziałania, czyli interakcje mają istotny wpływ na wielkość odchyłek montażowych, czy też nie. Ze względu na dużą ilość obserwacji w podklasach dokonano podziału na przedziały. Przyjęto długość przedziału 5 mm, a środki przedziałów zawarte są w granicach - 45 mm do + 45 mm.

Obliczenia przeprowadzono według znanych wzorów [1], [6], [9] z pewną modyfikacją ze względu na wprowadzone przedziały.

Wyniki analizy zestawiono w tabelach 3 i 4. W kolumnie 5 obu tabel podana jest obliczona wartość statystyki F, a w kolumnach 6 i 7 wzięta z tablic dla odpowiednich poziomów prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$ i $\alpha = 0,01$.

Statystyka F jest testem pozwalającym ustalić, czy stosunek dwóch wariancji jest większy niż można by oczekiwać z przypadku, gdyby próbki pobrano z tej samej populacji. Jeśli otrzymujemy z przeprowadzonych obserwacji pewną wartość $F \leq F_{\alpha}$, to z góry zadany ryzykiem błędu α należy przyjąć hipotezę, że nie ma istotnych różnic między poziomami badanego czynnika. Jeśli $F > F_{\alpha}$, to hipotezę tę należy odrzucić.

Z przytoczonych obliczeń wynika, że jedynie wiatr ma istotny wpływ na wielkość odchyłek Δd i Δg . Pozostałe czynniki i współdziałania czynników ze sobą nie mają żadnego wpływu.

Klasyfikacja odchyłek montażowych Δg

Temperatura	Środki prze- działów	Wiatr / m/s /											
		0-2			3-5			6-8			9-11		
		Pogoda			Pogoda			Pogoda			Pogoda		
		sło- necz- nie	poch- murnie	opa- dy	sło- necz- nie	poch- murnie	opa- dy	sło- necz- nie	poch- murnie	opa- dy	sło- necz- nie	poch- murnie	opa- dy
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	-25	1											
	-20												
	-15												
	-10												
	-5	1	3										
	0	4	10										
	5	8	3										
	10	9	1										
	15	5											
	20	2											
	25	1											
	-20	1			2	2		1			2		
	-15	5	3		11	5		3			2		
	-10	4	8		19	5		17			2		
	-5	16	9		11	7		4			3		
	0	13	9		10			4			6		
	5	14	4		6			2			4		
	10	7	3		4			1			2		
	-15	1			1								
	-20	3											
	25	3											
	30												

od. Tabeli 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
- 2° - 0°	40 - 35 - 30 - 25 - 20 - 15 - 10 - 5 0 5 10 15 20 25 30	1 6 34 13 5 8 7	1 1 3 7 5 8 4 4 5 1	1 2 15 12 4 9 1	1 1 4 4 4 4 2 1	2 1 2 1 3 6 23 11 11 8 2 3	1 6 25 15 8 1	3 2 2 1 1 3 3 3 1						
1° - 3°	40 - 35 - 30 - 25 - 20 - 15 - 10 - 5 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45	2 3 3 7 9 39 26 35 15 15 4 2			2 1 6 6 18 16 65 32 39 8 3 6	1 1 3 9 2		5 6 49 13 11 10 4 3 3 1 1 1 1 1					1 1 9 4 6 6 12 1 1 3	

cd. Tabeli 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4° - 6°	- 15										1		
	- 10	5			2						5	1	1
	- 5	14			18					13	7	12	8
	0	15			6					7	5	8	9
	5	5	5		19					2			2
	10	1			2							1	4
7° - 9°	- 20								2				
	- 15												
	- 10								1				
	- 5								6				
	0								6				
	5								1				
	10								3				

Tabela 3

Wyniki analizy wariancji odchyłek Δd

Źródło zmienności	Liczba stopni swobody	Suma kwadratów	Sredni kwadrat	Wartość statystyki F	F _{0,05}	F _{0,01}
1	2	3	4	5	6	7
Temperatura	5	2,05	0,410	0,190	2,21	3,04
Wiatr	3	31,93	10,643	4,941	2,61	3,80
Pogoda	2	7,23	3,615	1,678	3,00	4,63
Interakcje:						
temperatura x wiatr	15	49,03	3,269	1,518	1,67	2,06
temperatura x pogoda	10	12,73	1,274	0,591	1,84	2,34
wiatr x pogoda	6	24,41	4,068	1,889	2,11	2,82
temperatura x pogoda x wiatr	30	84,42	2,814	1,306	1,46	1,72
Błąd	1233	2655,81	2,154			

Tabela 4

Wyniki analizy wariancji odchyłek Δg

Źródło zmienności	Liczba stopni swobody	Suma kwadratów	Sredni kwadrat	Wartość statystyki F	F _{0,05}	F _{0,01}
1	2	3	4	5	6	7
Temperatura	5	28,11	5,622	1,466	2,21	3,04
Wiatr	3	127,99	42,663	11,128	2,61	3,80
Pogoda	2	3,34	1,670	0,436	3,00	4,63
Interakcje:						
temperatura x wiatr	15	87,70	5,847	1,525	1,67	2,06
temperatura x pogoda	10	66,94	6,694	1,746	1,84	2,34
wiatr x pogoda	6	24,27	4,045	1,055	2,11	2,82
temperatura x pogoda x wiatr	30	81,95	2,732	0,713	1,46	1,72
Błąd	1228	4708,07	3,834			

W tabeli 5 zestawiono obliczone podczas analizy wariancji wartości średnie odchyłek dla badanych poziomów prędkości wiatru.

Tabela 5

Rodzaj odchyłki	Prędkości wiatru w m/s			
	0 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 11
Δd	- 0,40	- 2,15	- 1,70	- 0,95
Δg	5,45	2,25	3,85	6,35

W oparciu o dane zawarte w tabeli 5 obliczono regresję krzywoliniową według wzorów podanych w [13]. I tak, zależność odchyłek /y/ od prędkości wiatru /x/ można zapisać w postaci równań:

- dla odchyłek Δd

$$y_{\Delta d} = 0,9 - 1,13 \cdot x + 0,104 \cdot x^2 \quad (1)$$

- dla odchyłek Δg

$$y_{\Delta g} = 7,1 - 2,02 \cdot x + 0,216 \cdot x^2 \quad (2)$$

3. PORÓWNANIE ZMIAN PRĘDKOŚCI WIATRU I ZMIAN WIELKOŚCI ODCHYLEK MONTAŻOWYCH

Wiadomo, że wraz ze wzrostem wysokości zmienia się prędkość wiatru i tym samym ciśnienie dynamiczne wiatru. Profil pionowy średnich prędkości jak i maksymalnych prędkości wiatru może być zadowalająco opisany wzorem potęgowym [2]:

$$v_H = v_{10} \left(\frac{H}{10} \right)^\alpha \quad (3)$$

gdzie:

v_H - prędkość na wysokości H m

v_{10} - prędkość na wysokości 10 m

H - wysokość nad poziomem terenu

α - wykładnik potęgi, zależny od chropowatości podłoża

W normie PN-70/B-02011 profil pionowy określono przy pomocy współczynnika poprawkowego / σ /, uwzględniającego wzrost prędkości wiatru na wysokościach większych niż 10 m nad powierzchnią terenu. Wartości współczynnika przytoczono za tą normą w tabeli 6.

W pracach [3], [11] zwrócono uwagę, że przy montażu budynków o dużej liczbie kondygnacji wartości odchyłek rosną wraz ze wzrostem liczby kondygnacji. Na pięciu badanych budynkach również zaobserwowano zmiany odchyłek Δd i Δg wraz ze wzrostem wysokości.

Tabela 6

Wysokość H od poziomu odniesienia	10 m	20 m	40 m
δ	1,00	1,35	1,80

Do sprawdzenia, czy zmiany wielkości odchyłek mają charakter przypadkowy, czy też systematyczny zastosowano metodę analizy wariancji. Wyniki analizy zestawiono w tabelach 7 i 8.

Tabela 7

Wyniki analizy wariancji odchyłek Δd

Budynek	Rodzaj zmienności	Liczby stopni swobody	Suma kwadratów	Sredni kwadrat	Wartość statystyki F	F _{0.05}	F _{0.01}
A	Między kondygnacjami Błąd	10 1293	441,13 2132,30	44,113 1,649	26,751	1,84	2,34
B	Między kondygnacjami Błąd	10 1810	230,89 4013,35	23,089 2,217	10,415	1,84	2,34
C	Między kondygnacjami Błąd	10 1279	14,90 1638,89	1,490 1,281	1,154	1,84	2,34
D	Między kondygnacjami Błąd	5 198	157,11 390,17	31,423 1,971	15,942	2,14	2,90
E	Między kondygnacjami Błąd	5 174	68,34 210,30	13,668 1,209	11,305	2,26	3,11

Tabela 8

Wyniki analizy wariancji odchyłek Δg

Budynek	Rodzaj zmienności	Liczba stopni swobody	Suma kwadratów	Sredni kwadrat	Wartość statystyki F	F _{0.05}	F _{0.01}
A	Między kondygnacjami Błąd	10 1302	288,98 5233,23	28,898 4,017	7,194	1,81	2,34
B	Między kondygnacjami Błąd	10 1850	433,30 8278,94	43,330 4,475	9,682	1,84	2,34
C	Między kondygnacjami Błąd	10 1308	50,34 4776,17	5,034 3,652	1,378	1,84	2,34
D	Między kondygnacjami Błąd	5 198	116,94 578,13	23,388 2,920	8,010	2,14	2,90
E	Między kondygnacjami Błąd	5 174	42,23 461,41	8,446 2,652	3,185	2,26	3,11

Na podstawie przytoczonych danych liczbowych można stwierdzić, że na obiektach A, B, D, E zmiany wielkości odchyłek Δd i Δg mają charakter systematyczny, a na obiekcie C są zmianami przypadkowymi. Charakter systematyczny jest bardziej wyraźny dla odchyłek dołu elementów Δd , niż góry elementów Δg .

4. WPŁYW WIATRU NA WZROST ODCHYLEK MONTAŻOWYCH NA WYŻSZYCH KONDYGNACJACH

W celu rozstrzygnięcia kwestii, czy zmiany wielkości odchyłek montażowych wraz ze wzrostem wysokości montowanych kondygnacji spowodowane są wiatrem, przeprowadzono szczegółową analizę w oparciu o pomiary wykonane na budynku A.

W tabeli 9 zestawiono wielkości odchyłek Δd i Δg dla poszczególnych kondygnacji, średnie prędkości wiatru i dla tych prędkości przypuszczalne wielkości odchyłek Δd_0 i Δg_0 obliczone według wzorów 1 i 2.

Tabela 9

Wartości średnie	Kondygnacje										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Δd	-7,25	-2,00	-2,40	0,45	-0,60	0,25	1,25	-0,65	-2,55	-1,55	-0,10
Δg	-2,75	4,20	5,05	5,15	4,10	4,90	7,15	3,90	4,20	3,20	4,75
prędkość wiatru	3,4	4,0	3,2	3,3	2,5	2,6	7,0	6,3	5,1	5,2	2,6
Δd_0	-1,74	-2,15	-1,66	-1,70	-1,28	-1,78	-1,70	-2,08	-2,15	-2,16	-1,78
Δg_0	2,81	2,25	2,92	2,86	3,46	3,32	3,85	2,95	2,42	2,45	3,32

Ustalono współczynnik korelacji dla odchyłek $\Delta d - \Delta d_0$ i $\Delta g - \Delta g_0$ według wzorów podanych w [9], [13].

Do obliczenia współczynnika korelacji nie brano odchyłek I kondygnacji /parteru/, ponieważ bardzo wyraźnie odbiegają od pozostałych odchyłek i prawdopodobnie powstały na skutek innych przyczyn /np. wadliwego wykonania stanu zerowego lub też braku doświadczenia grupy montażowej/.

Ustalono również poziom istotności współczynnika korelacji przy pomocy testu t [13]

$$t = \frac{\sqrt{r} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Współczynniki korelacji wynoszą:

- dla odchyłek $\Delta d - \Delta d_0$

$$r = 0,491$$

$$t_{\text{obliczone}} = 1,429$$

$$t_{0,20} = 1,597 \quad /z\ tablic\ dla\ rozkładu\ Studenta/$$

- dla odchyłek $\Delta g - \Delta g_0$

$$r = 0,632$$

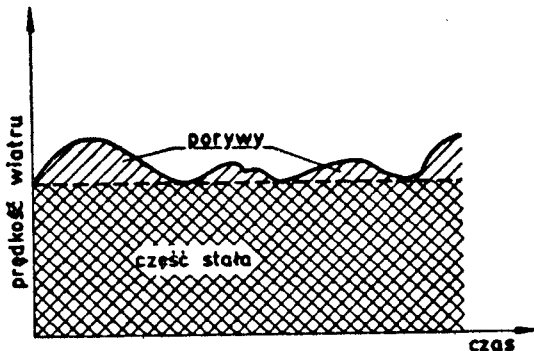
$$t_{\text{obliczone}} = 2,630$$

$$t_{0,05} = 2,306$$

Można przypuszczać na podstawie obliczonych współczynników korelacji, że na poszczególnych kondygnacjach istnieje zależność odchyłek Δd i Δg od wiatru. Należy stwierdzić, że poziomy istotności nie są zbyt wysokie, bo dla Δd wynosi tylko 0,20, a dla $\Delta g - 0,05$ /dla wyższych poziomów istotności wartości t wzięte z tablic będą większe od wartości t obliczonych z testu, co wskazuje na to, że korelacja jest nieistotna przy takich poziomach istotności/. Przyczyną tego jest sposób ustalenia wartości średniej prędkości wiatru, dla której to następnie obliczono przypuszczalne wartości odchyłek Δd_0 i Δg_0 .

Wcześniej ustalono krzywoliniową zależność odchyłek od prędkości wiatru, natomiast średnią prędkość wiatru obliczono jako zwykłą średnią arytmetyczną i dla tej zwykłej średniej ustalono odchyłki. Takie postępowanie spowodowało to, że odchyłki średnie dla danej kondygnacji Δd_0 i Δg_0 są odchyłkami przybliżonymi

Inna trudność wynika z samej istoty wiatru. Obserwacje wiatru wykazują, że w pewnych warunkach prędkości wiatru wykazują dużą czasową zmienność [5]. Można nawet wyróżnić część stałą prędkości wiatru i część zmienną tzw. porywy /rys. 1/.



Rys.1. Wykres zmiany prędkości wiatru

Część stała prędkości wiatru będzie powodowała zmiany systematyczne w odchyłkach, a oprócz tego porywy będą powodowały zmiany czysto przypadkowe. Kierunek wiatru wykazuje również dużą zmienność czasową i to też może być przyczyną zmian typu przypadkowego.

5. WNIOSKI

Z badanych warunków fizycznych wykonania robót montażowych jedynie istotne znaczenie ma wpływ wiatru na wielkość systematycznych odchyłek montażowych, a mniejszy - na odchyłki dołu elementów. Zmiany wielkości odchyłek montażowych góry elementów mogą wynosić nawet 4 mm, natomiast dołu elementów są o połowę mniejsze. Wielkość wpływu wiatru jest trudna do ustalenia i wyeliminowania ze względu na to, że:

- kierunek wiatru wykazuje dużą zmienność czasową,
- zmiany prędkości wiatru w czasie są bardzo nieregularne,
- maksymalne prędkości wiatru na różnych poziomach nie są osiągalne w tych samych chwilach czasu.

Tym niemniej należy stwierdzić, że wpływ jest znaczący i rząd wielkości wpływu wiatru powinien być uwzględniany przy rozważaniach nad odchyłkami realizacji obiektu.

W praktyce obserwuje się w większości przypadków systematyczny wzrost wielkości odchyłek montażowych wraz ze wzrostem wysokości. Wiadomym jest również, że ze zmianą wysokości następuje wzrost prędkości wiatru, a tym samym jego siły. Jak wynika z przeprowadzonej analizy jedną z przyczyn wzrostu odchyłek montażowych jest prędkość wiatru.

LITERATURA

1. Ahrens H.: Analiza wariancji. PWN, Warszawa 1970
2. Ciesielski R., Flaga A.: Dynamiczne obciążenie wiatrem wysokich budowli inżynierskich. Konferencja - Metody doświadczalnych badań właściwości mechanicznych zrealizowanych konstrukcji inżynierskich, Kraków - 1977 Janowice
3. Czeczian T.T., Złotnikow G.Z., Pawlis G.F.: O wlijanii pogresznostiej tiechnologiczeskich processow na tocznost wozwiedienia połnosbornych zdanii. Stroitielnoje Proizwodstwo, wyp. 6/1967
4. Gadomski J.: Badania dokładności montażu konstrukcji prefabrykowanych w oparciu o pomiary geodezyjne. Sesja Naukowa /Problemy konstrukcji i technologii budowlanych/, Bydgoszcz 1976
5. Kopciewicz T.: Fizyka atmosfery. PWN, Warszawa 1956
6. Łyszkowicz S.: Opracowanie niepełnego eksperymentu /układy niezależne/ metodą analizy wariancji dwu- i trójczynnikowej z wykorzystaniem EMC Odra 1204. Zeszyty Naukowe ART Olsztyn, 140/1975
7. PN-70/B-02011. Obciążenie wiatrem
8. PN-73/N-99310. Geodezja. Pomiary realizacyjne. Nazwy i określenia

9. Smirnow N.W., Dunin-Barkowski I.W.: Kurs rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej dla zastosowań technicznych. PWN, Warszawa 1973
10. Stepczyński J.: Metrologiczna analiza parametrów geometrycznych budynków z elementów wielkopłytowych na przykładzie systemów stosowanych w Poznaniu. Praca doktorska, Poznań 1976
11. Sytnik W.S.: Normirowanie toczności geodezycznych robót w stroitelstwie. Biulletin Stroitelnoj Techniki, 5/1969
12. Sytnik W.S.: Stroitel'naja geodezija. Nedra, Moskwa 1974
13. Volk W.: Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT, Warszawa 1965
14. Wytyczne technologii mechanizacji i organizacji montażu budynków /system szczeciński/. Warszawa 1971

AN ESTIMATION OF THE EFFECT OF PHYSICAL CONDITIONS OF THE ASSEMBLY WORK
PERFORMANCE ON ITS PRECISION

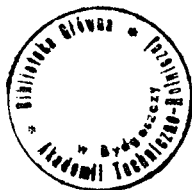
Summary

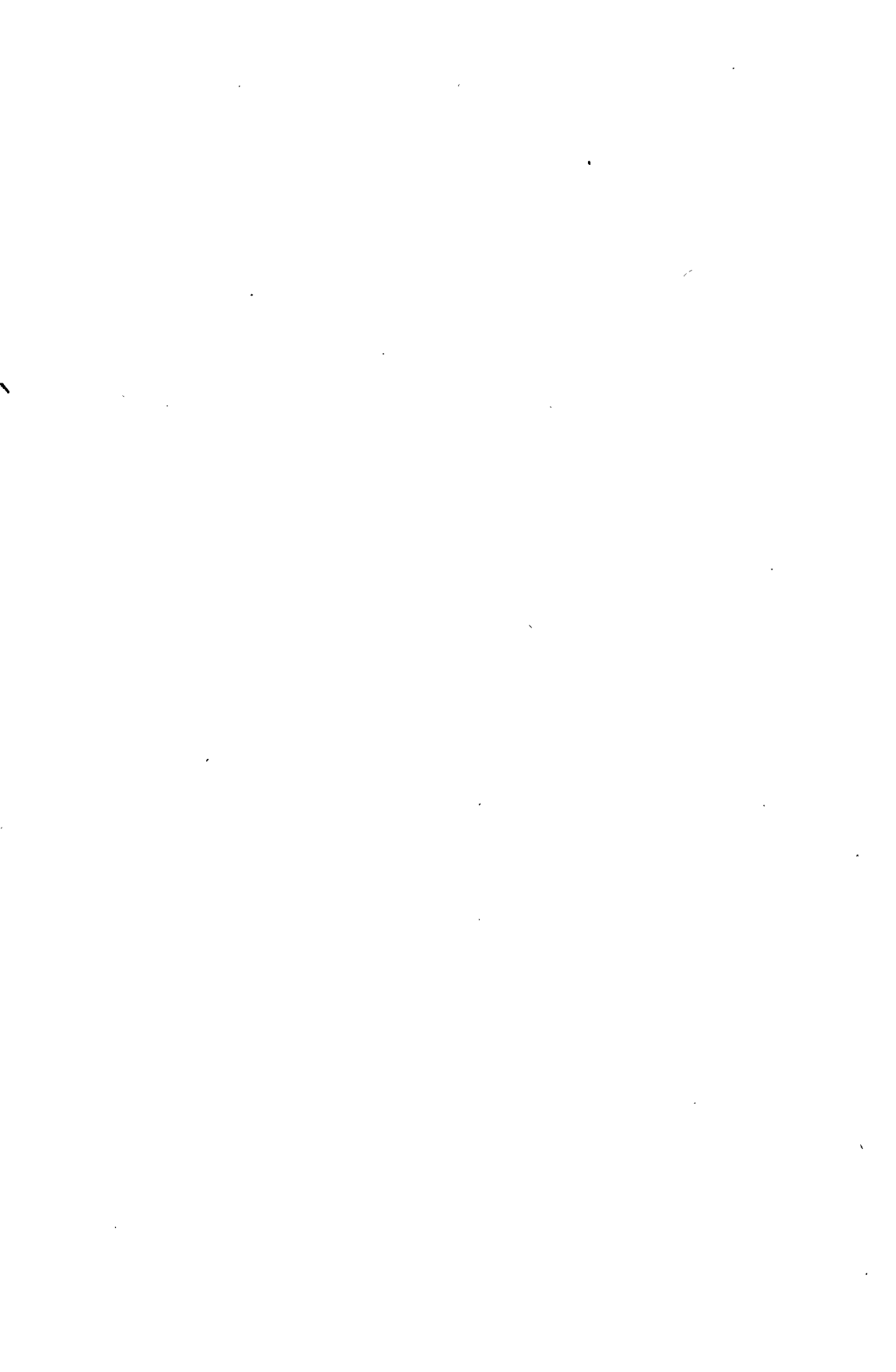
The paper discusses the effect of physical conditions of assembly work performance on the assembly precision. The conducted multi-factor variance analysis shows that the influence of wind on the amount of assembly deviations is the only essential factor. The influence is greater on assembly deviations of upper parts of elements than on lower ones. The paper also proves that changing wind velocity as well as the height are factors causing an increase in deviations on higher storeys.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ТОЧНОСТЬ
МОНТАЖА

Резюме

В работе рассмотрено влияние физических условий выполнения монтажных работ на точность монтажа. На основе проведенных многосторонних анализов следует, что единственно существенное значение имеет влияние ветра на величину монтажных отклонений. Это влияние больше на монтажное отклонение верхней части элемента, нежели нижней. В работе показано также, что одним из факторов вызывающих увеличение отклонений на более высоких этажах является изменяющаяся скорость ветра одновременно со сменой высоты.





Biblioteka Główna ATR
w Bydgoszczy

G

596

16 1981