

FD-WIN
WERSJA 1.4-

FUNDAMENTY BEZPOŚREDNIE OBLICZENIA I WYMIAROWANIE wg PN-81/B-03020 i PN-B-03264:2002

INSTRUKCJA UŻYTKOWANIA PROGRAMU



**BIURO KOMPUTEROWEGO
WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA**

OPOLE - WRZESIEŃ 2004

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE.....	I-1
PRZEZNACZENIE PROGRAMU	I-2
WYMAGANIA SPRZĘTOWE.....	I-2
MOŻLIWOŚCI PROGRAMU	I-2
OGRANICZENIA PROGRAMU	I-4
INSTALACJA PROGRAMU W KOMPETERZE	I-4
OBOWIĄZUJĄCY UKŁAD JEDNOSTEK	I-6
UKŁAD ODNIESIENIA ORAZ UMOWA ZNAKOWANIA	I-6
II. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROGRAMU.....	II-1
FUNKCJA PROGRAMU I ZAKRES ANALIZY	II-1
III. ELEMENTY STEROWANIA FUNKCAMI PROGRAMU.....	III-1
IV. ZASADY UŻYTKOWANIA PROGRAMU.....	IV-1
WSTĘP.....	IV-1
URUCHOMIENIE PROGRAMU I USTAWIENIA JEGO PARAMETRÓW DOMYŚLNYCH	IV-2
PRZYGOTOWANIE BAZY GRUNTÓW WYSTĘPUJĄCYCH W OBSZARZE POSADOWIENIA	IV-5
KREOWANIE PLANU SYTUACYJNEGO POSADOWIENIA BUDOWLI.....	IV-6
<i>Nanoszenie obiektów posadowienia – tryb F</i>	IV-6
<i>Nanoszenie obiektów wykopów i filarów – tryb W</i>	IV-14
<i>Deklarowanie warunków II-go stanu granicznego – tryb P</i>	IV-15
SPORZĄDZANIE WYDRUKÓW	IV-21
TEORETYCZNE PODSTAWY ALGORYTMÓW OBLICZEŃ	IV-25
<i>Procedury optymalizacyjne</i>	IV-25
<i>II Stan graniczny projektowania konstrukcji – wyznaczanie osiadań</i>	IV-26
PRZYKŁAD DOKUMENTU	IV-29

I. WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie zawiera podstawowe informacje na temat przeznaczenia i użytkowania programu komputerowego o skrótowej nazwie **FD-WIN** (wersja 1.4x) przeznaczonego do analizy posadowienia i wymiarowania fundamentów bezpośrednich, a opracowanego do użytkowania na komputerach klasy IBM-PC wyposażonych w system **MS Windows**.

Instrukcja stanowi jedynie ogólnikowy raport odnośnie merytorycznych cech programu oraz zasad jego użytkowania i nie zawiera szczegółowych opisów toku postępowania odnośnie sterowania programem i operowania jego poszczególnymi opcjami, ponieważ szczegóły posługiwania się programem zawarte są w pliku pomocy kontekstowej - dołączonym do programu - a dostępnym poprzez System Pomocy w środowisku Windows. Umożliwia on łatwy, wielofunkcyjny i kontekstowy dostęp do informacji podczas pracy z programem FD-WIN.

Informacje podane w niniejszej instrukcji mają charakter ogólny i dotyczą:

- **przeznaczenia programu**
- **wymagań odnośnie sprzętu komputerowego**
- **możliwości programu**
- **ograniczeń ilościowych i merytorycznych**
- **instalacji programu w komputerze**
- **układu jednostek**
- **zasad użytkowania programu**
- **sporządzania wydruków**
- **podstaw teoretycznych algorytmów obliczeniowych**
- **przykładów**

U W A G I

- Program FD-WIN jest chroniony przed nieuprawnionym kopiowaniem i użytkowaniem za pomocą specjalnego klucza elektronicznego (ang. hardlock) dostarczanego przez autorów wraz z programem.
- Do zabezpieczenia programu stosowane są dwa typy kluczy elektronicznych: typu HASP (LPT) - który powinien być podłączony do dowolnego portu równoległego typu LPT, do którego z reguły podłączona jest drukarka oraz typu HASP (USB) - który powinien być podłączony do dowolnego portu tzw. uniwersalnej magistrali szeregowej USB. Jeśli komputer wyposażony jest w dodatkowe porty równoległe LPT lub szeregowe USB, to zaleca się podłączenie go do jednego z tych portów.
- Jeśli program FD-WIN jest zabezpieczony kluczem HASP (LPT), a inne programy posiadane przez użytkownika wymagają również obecności kluczy elektronicznych w porcie LPT, to klucz dla programu RM-WIN należy połączyć z innymi w szereg.
- Przed podłączaniem lub odłączaniem klucza typu HASP (LPT) należy bezwzględnie wyłączyć zasilanie komputera. Nie jest to wymagane w przypadku klucza typu HASP (USB).
- Dla prawidłowego działania programu RM-WIN konieczna jest stała obecność klucza w komputerze.
- Dostarczony klucz jest niepowtarzalnym układem elektronicznym i należy go chronić przed utratą.

Przeznaczenie programu

Program FD-WIN przeznaczony jest do wspomagania projektowania w zakresie analizy stanów granicznych oraz wymiarowania pojedynczego fundamentu lub grupy fundamentów o kształtach i konstrukcji objętych normą PN-81/B-03020, a posadowionych bezpośrednio na podłożu gruntowym i typowym - dla takich elementów konstrukcji - obciążeniu.

Ze względu na:

- ⇒ *prostotę jego użytkowania w środowisku Windows,*
- ⇒ *graficzną wizualizację danych i wyników obliczeń,*
- ⇒ *dużą szybkość wykonywania procedur obliczeniowych,*
- ⇒ *swobodę tworzenia dokumentacji graficzno-tabelarycznej,*
- ⇒ *automatyzację większości operacji ekranowych,*
- ⇒ *pełną ochronę przed dokonywaniem merytorycznie lub logicznie niewłaściwych operacji,*

stanowi sprawne, merytorycznie zaawansowane i efektywne narzędzie warsztatu pracy projektanta konstrukcji w zakresie budownictwa ogólnego i przemysłowego.

Wymagania sprzętowe

Program FD-WIN nie wymaga wyposażenia sprzętowego wykraczającego poza wymagania stawiane przez środowisko Windows i może być użytkowany na każdym komputerze typu IBM-PC, który pozwala na poprawne funkcjonowanie systemu Windows w wersjach: od '95 wzwyż.

Dla osiągnięcia zadowalających efektów zalecana jest następująca konfiguracja:

- procesor PENTIUM
- 32 MB pamięci operacyjnej RAM
- karta graficzna SVGA
- mysz
- 5 MB wolnego miejsca na dysku sztywnym
- polskojęzyczny system Microsoft Windows począwszy od wersji '95.

Możliwości programu

... w zakresie geometrii:

- Kreowanie planu rozmieszczenia fundamentów bezpośrednich dla całej budowli w formie dowolnie skonfigurowanej grupy typowych fundamentów takich jak:
 - ława prostokątna,
 - stopa prostokątna
 - stopa kołowa,

- Deklarowanie poziomu posadowienia poszczególnych fundamentów,
- Deklarowanie ograniczeń modelujących konstrukcje istniejące w sąsiedztwie fundamentów projektowanych,
- Łatwa edycja dowolnych elementów schematu statycznego przez dodawanie, usuwanie i zmianę położenia fundamentów lub ograniczeń wynikających z istniejącego stanu zabudowy terenu,
- Deklarowanie posadzek przylegających do fundamentu,
- Deklarowanie obszarów wykopów pod fundamenty.

... w zakresie charakterystyki podłoża gruntowego:

- Deklarowanie podłoża gruntowego wielowarstwowego,
- Deklarowanie poziomów piezometrycznych wody gruntowej,
- Deklarowanie parametrów poszczególnych warstw gruntowych,
- Deklarowanie warstw wymiany gruntu.

... w zakresie obciążenia konstrukcji:

- Możliwość zadawania typowych obciążeń dla poszczególnych fundamentów,
- Tworzenie list obciążeń - wariantów obciążeń,
- Możliwość pobierania zestawów obciążeń (wariantów obciążeń) z wyników obliczeń wykonanych przez program RM-WIN dla kombinatoryki grup obciążeń.

... w zakresie wymiarowania fundamentów:

- Sprawdzanie warunku nośności granicznej,
- Sprawdzanie warunków granicznej użyteczności,
- Sprawdzanie warunku na przebicie i zginanie fundamentu,
- Wyznaczenie ilości koniecznego zbrojenia dla fundamentów żelbetowych,
- Tworzenie zestawień ilości zbrojenia,
- Możliwość włączenia procesu optymalizacji, który pozwala na optymalny dobór wymiarów fundamentu dla którego spełniony jest warunek nośności, warunek na przebicie i warunek zginania fundamentu.

... w zakresie sporządzania dokumentacji zadania:

- Drukowanie dokumentu w formie tabelaryczno-graficznej z podziałem na blok danych i bloki wyników analizy i wymiarowania, z możliwością swobodnego wyboru zawartości wydruku,
- Skalowanie drukowanych rysunków,
- Określanie parametrów typograficznych stron wydruku (marginesy, nagłówki, czcionka),
- Przesyłanie zawartości wydruku do schowka lub bezpośrednio do edytora tekstu MS Word.

... w zakresie użytkowym:

- Pełna swoboda korzystania z poszczególnych opcji i funkcji programu w trybie interakcyjnym przy jednoczesnej jego ochronie przed próbami wykonywania operacji merytorycznie nielogicznych lub wykraczających poza zakres stosowalności programu,
- Możliwość dokonywania przez użytkownika zmian konfiguracji programu,
- Graficzna wizualizacja wszelkich danych i wyników obliczeń w postaci konwencjonalnych wykresów wybranych wielkości z możliwością określania większości parametrów wyświetlania przez użytkownika,
- Możliwość korzystania ze standardowej funkcji Pomocy na zasadach oferowanych przez środowisko systemu Windows,
- Możliwość zapisu zadania (*projektu*) i jego odczytu ze wskazanego przez użytkownika katalogu dyskowego.

Ograniczenia programu**... w zakresie ilościowym:**

Program FD-WIN nie posiada ograniczeń ilościowych, które mogłyby mieć wpływ na swobodną pracę użytkownika dla realnych zadań spotykanych w praktyce projektowej konstrukcji budowlanych. Jedynym ograniczeniem może być dostępna pamięć komputera.

... w zakresie merytorycznym:

- Podstawą obliczeń statycznych oraz wymiarowania fundamentów są normy PN-81/B-03020 i PN-B-03264:2002.
- Analizą objęte są tylko fundamenty bezpośrednie o kształtach i konstrukcji ujętych w/w normach, tj.
 - ława prostokątna pod ścianę lub szereg słupów,
 - stopa prostokątna pod słup prostokątny lub kołowy,
 - stopa kołowa pod słup prostokątny lub kołowy,
- Warunki gruntowe dla ław prostokątnych są jednakowe na całej długości, a zadawane obciążenia są równomiernie rozłożone, niezależnie od sposobu ich przekazywania (ściana lub szereg słupów),
- Opcja wymiarowania konstrukcji fundamentów zadeklarowanych jako żelbetowe nie obejmuje konstrukcji ścian lub słupów,

Instalacja programu w komputerze

Program FD-WIN dostarczany jest na płycie kompaktowej, która zawiera pliki aplikacji oraz program instalacyjny o nazwie **setup.exe**, uruchamiany w środowisku Windows.

Uruchamianie instalatora programu z płyty kompaktowej może odbywać się automatycznie - pod warunkiem włączonej opcji "autostart" systemu Windows - lub poprzez uruchomienie z płyty programu instalacyjnego **setup.exe** za pomocą menu **Start/Uruchom** lub z poziomu eksploratora systemu Windows.


Jeśli w przy użytkowaniu programu FD-WIN ma być wykorzystywana opcja pobierania wartości obciążeń będących wynikiem obliczeń reakcji w programie RM-WIN, to zalecane jest instalowanie programu FD-WIN w katalogu, w którym został zainstalowany program RM-WIN wraz z ewentualnymi jego modułami.

Po dokonaniu instalacji katalog główny programu powinien zawierać:

PROJEKTY		katalog dyskowy <i>projektów</i> (zadań),
fd-win	exe	program wykonawczy aplikacji FD-WIN,
fd-win	kfg	plik inicjujący domyślne parametry programu,
fd-win	hlp	plik systemu pomocy dla programu FD-WIN,

Katalog **PROJEKTY**

Jest przeznaczony do przechowywania zadań archiwalnych. Zadania (*projekty*) archiwizowane są w podkatalogach poszczególnych *projektów* w formie plików o nazwach nadawanych przez użytkownika z rozszerzeniem „.fnd”, które jest nadawane automatycznie przez program. W plikach tych zapamiętywane są wszystkie dane określające obliczeniowy model *projektu* posadowienia budowli (plan rozmieszczenia fundamentów wraz z ewentualnymi ograniczeniami terenowymi oraz charakterystyka geometryczna, warunki gruntowe i obciążenia poszczególnych fundamentów).

Dostęp do zadań archiwalnych zapewnia opcja **Plik / Otwórz** oraz ikona „otwarcia zadania”  lewego paska narzędzi programu.

Uwaga: W sytuacji, gdy w programie FD-WIN ma być wykorzystywana opcja pobierania obciążeń fundamentów jako wartości reakcji obliczonych przez program RM-WIN, do archiwizacji zadań mogą być wykorzystywane katalogi projektów, w których archiwizowane są zadania projektów kreowanych przez program RM-WIN. Aktualna lokalizacja (ścieżka dostępu do katalogu) projektów jest zapamiętywana podczas zamykania programu w pliku inicjującym `rm-win.ini`.

Plik **fd-win.kfg**

Jest plikiem inicjującym domyślne (wstępne) parametry programu FD-WIN. Plik ten jest czytany w momencie uruchamiania programu, a zawiera domyślne wartości parametrów zadania (projektu), a mianowicie:

- ✓ wstępne wielkości geometryczne fundamentu
- ✓ wstępne wielkości dotyczące posadzek, zasypek, warstw wyrównawczych oraz ograniczeń
- ✓ wstępne cechy materiału fundamentu
- ✓ kolory poszczególnych rodzajów gruntów ujętych w bazie programu
- ✓ parametry optymalizacji wymiarów fundamentów.

Wartości domyślne wymienionych wyżej wielkości mogą być zadane przez użytkownika w opcji **Projekt / Opcje konfiguracji..**, a następnie zapisane w pliku **fd-win.kfg**.

Pliki **fd-win.hlp** i **fd-win.cnt**

Zawierają informacje pomocy kontekstowej w posługiwaniu się opcjami i funkcjami programu, a dostępne przez standardowy system pomocy środowiska Windows poprzez użycie klawisza **F1**.

Obowiązujący układ jednostek

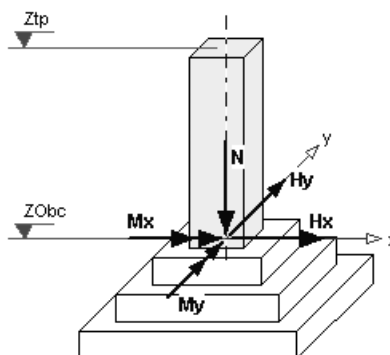
Dla wszystkich wprowadzanych wielkości liczbowych przyjęto następujący, bazowy układ jednostek:

- *długość* [m]
- *kąt* [rad]
- *siła skupiona* [kN]
- *obciążenie rozłożone* [kN/m, kN/m²]
- *moment* [kNm]

W podanych wyżej jednostkach zapamiętywane są wszystkie dane.

Układ odniesienia oraz umowa znakowania

Położenie poszczególnych fundamentów na planie sytuacyjnym posadowienia budowli oraz ich orientacja są ściśle związane z przyjętym globalnym, prostokątnym układem współrzędnych XY, którego osie są widoczne na ekranie monitora w oknie kreowania planu sytuacyjnego.



Rys. 1

Poza globalnym układem odniesienia, każdy fundament ma własny lokalny układ współrzędnych, z którym związana jest umowa znakowania obciążeń oraz mimośrodów. Umowę znakowania obciążeń fundamentu przedstawiono na Rys. 1, gdzie pokazane są wektory sił i momentów o zwrotach dodatnich.

Poziom posadowienia fundamentu, poziomy terenu istniejącego Z_t i projektowanego Z_{tp} , poziomy poszczególnych warstw podłoża gruntowego i ewentualnej wody gruntowej określone są względem osi Z , która jest zwrócona pionowo w dół, a początek tej osi jest związany z poziomem istniejącym (naturalnym) terenu.

II. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROGRAMU

Funkcje programu i zakres analizy

Przy pomocy programu FD-WIN można przeprowadzić analizę posadowienia i projektowanie pojedynczego fundamentu lub grupy fundamentów posadowionych bezpośrednio na podłożu gruntowym. Program obejmuje swym zakresem następujące rodzaje fundamentów:

- łąwa fundamentowa,
- łąwa fundamentowa szeregową,
- stopa fundamentowa prostokątna,
- stopa fundamentowa kołowa.

Zrealizowane w programie projektowanie fundamentów, obejmujące sprawdzenie I i II stanu granicznego oraz wymiarowanie konstrukcji fundamentu, jest zgodne z aktualnymi normami, tj.

- **PN-81/B-03020, Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.**
- **PN-B-03264:2002, Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie..**

Program pracuje interaktywnie, tzn. po każdej zmianie danych wejściowych (geometrii, obciążenia, układu warstw gruntowych) wykonywana jest pełna analiza zgodnie ze zadanymi parametrami w trybie natychmiastowym. Dla każdego z fundamentów obliczenia są wykonywane od momentu skompletowania minimalnej liczby danych wejściowych, a są nimi dane określające właściwości podłoża gruntowego oraz obciążenie, natomiast dla pozostałych danych (np. wymiary geometryczne fundamentu) niezbędnych do analizy są przez program przyjmowane wartości domyślne, określone przez użytkownika w opcji Projekt/Opcje konfiguracji.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego stanu granicznej nośności, czyli I-go stanu granicznego, wykonywane jest dla każdego fundamentu niezależnie. W programie przewidziano dwa tryby pracy:

- sprawdzenie warunku granicznej nośności dla zadanych obciążeń i wymiarów fundamentu. Program „odpowiada” na pytanie, czy i w jakim stopniu warunek ten jest spełniony,
- dla zadanych obciążeń program wyznacza optymalne, możliwie najmniejsze wymiary fundamentu, dla których warunek granicznej nośności jest spełniony. W tym celu program wykorzystuje wbudowane procedury optymalizacyjne.

Obliczanie osiadań fundamentu i sprawdzenie stanu granicznego użytkowania (II stan graniczny) jest realizowane w programie dopiero po spełnieniu warunku I stanu granicznego dla wszystkich fundamentów wchodzących w skład *projektu*. Dla każdego z fundamentów, naprężenia w podłożu gruntowym znajdującym się pod fundamentem są wyznaczane z uwzględnieniem oddziaływania wszystkich elementów składających się na *projekt*: fundamentów stanowiących dodat-

kowe obciążenie półprzestrzeni sprężystej oraz wykopów wpływających na odciążenie oraz ewentualnych nasypów (gdy $Z_t < Z_{tp}$).

Sprawdzenie stanów granicznych użytkownika jest realizowane zgodnie z warunkami zadanymi przez użytkownika. Możliwe jest zadawanie następujących warunków:

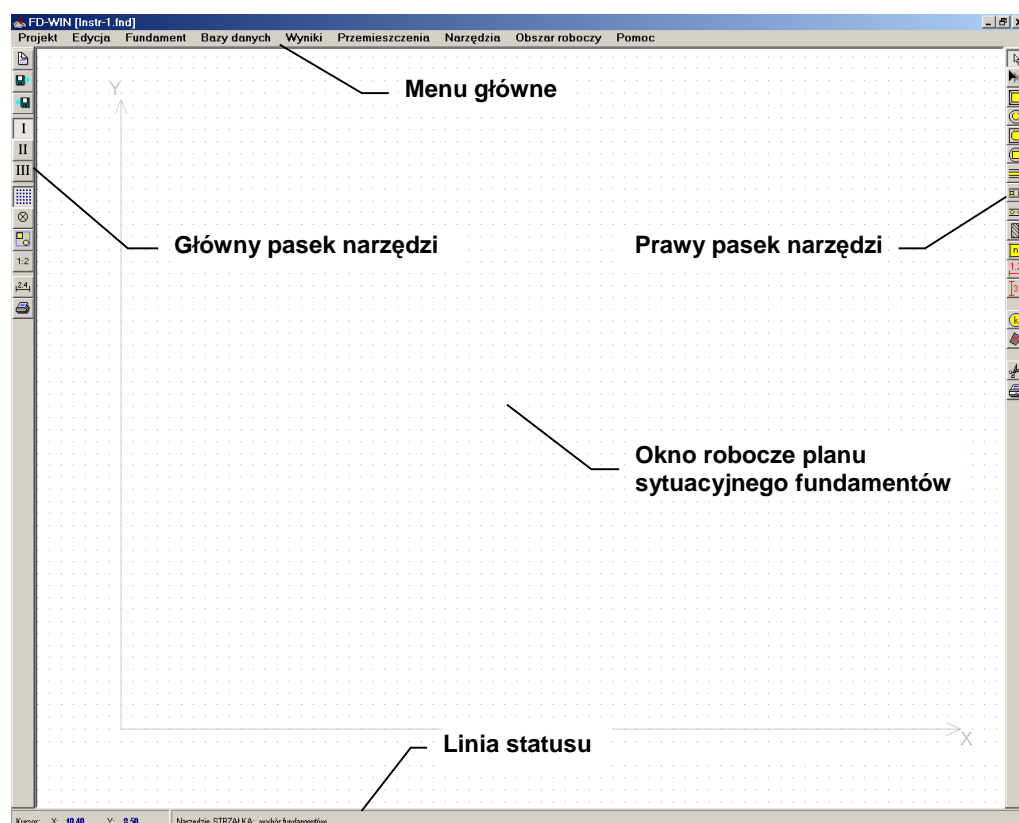
- warunek maksymalnego osiadania dla każdego wybranego fundamentu,
- warunek maksymalnej strzałki ugięcia wybranej grupy fundamentów wzdłuż określonego kierunku na rzucie poziomym,
- warunek maksymalnego przechyłu wybranej grupy fundamentów wzdłuż określonego kierunku na rzucie poziomym.

Po zadaniu wszystkich warunków program daje odpowiedź na pytanie: czy i w jakim stopniu warunki te są spełnione, ponadto użytkownik może zażądać spełnienia tych warunków. Wykorzystując wbudowane procedury optymalizacyjne program realizuje proces takiego optymalnego doboru wymiarów fundamentów, aby doprowadzić do spełnienia narzuconych warunków. Proces optymalizacji, wykonywany metodą gradientową, przeprowadzany jest w kilku etapach i nie w każdym przypadku kończy się powodzeniem.

Poza sprawdzaniem warunków wynikających z **PN-81/B-03020** program umożliwia wykonanie wymiarowania fundamentów wg **PN-B-03264:2002**. Dla poszczególnych fundamentów sprawdzane są warunki na przebiecie i zginanie wsporników fundamentu. W przypadku włączonego trybu automatycznego doboru wymiarów fundamentu program dobiera optymalny wymiar wysokości fundamentu jak również minimalną ilość zbrojenia dla fundamentów żelbetowych.

Do wymiarowania fundamentów niezbędna jest znajomość rozkładu oporu gruntu. W przypadku stopy obciążonej mimośrodowo, dla siły przyłożonej poza rdzeniem podstawy fundamentu, opracowano oryginalny algorytm wyznaczania rozkładu oporu, który opisany jest w punkcie „**Teoretyczne podstawy algorytmów obliczeń**” niniejszej instrukcji.

III. ELEMENTY STEROWANIA FUNKCJAMI PROGRAMU



Rys. 2

Ogólne zasady sterowania programem i korzystania z jego opcji są oparte na konwencji typowej dla wszystkich aplikacji systemu Windows. A więc użytkownik, mający doświadczenie w użytkowaniu z aplikacji dla systemu Windows - po zainstalowaniu programu FD-WIN - może bezpośrednio przystąpić do pracy z programem. W tym celu należy załadować program do pamięci komputera, co polega na podwójnym kliknięciu klawiszem myszy na ikonie FD-WIN lub za pośrednictwem eksploratora Windows. Po załadowaniu programu na ekranie monitora pojawi się główne okno aplikacji (Rys. 2). Do komunikowania się z programem służą następujące elementy sterowania:

- menu główne
- okno robocze planu sytuacyjnego fundamentów
- paski narzędzi
- linia statusu
- okna dialogowe

Menu główne: jest menu rozwijalnym, zapewniającym dostęp do poszczególnych podopcji i funkcji programu. Struktura menu odzwierciedla metodykę po-

stępowania związaną z analizą posadowienia i wymiarowania fundamentów bezpośrednich. W poszczególnych opcjach głównych zgrupowane są opcje, które są merytorycznie powiązane z opcjami głównymi:

Projekt	Edycja	Fundament	Baza danych	Wyniki	Przemieszczenia	Narzędzia	Obszar roboczy	Pomoc
Nowy ...	Kopiuj	Nowy fundament	Baza gruntów ...	Stany graniczne	Oblicz prze- mieszczenia	Lista opcji zależna od trybu kreowania planu sytuacyjnego fundamentów, której pozycje są odpowiednikami przycisków paska narzędzi wybranego trybu kreowania planu sytuacyjnego fundamentów.	F – właściwości fun- damentów	Spis treści
Otwórz ...	Wklej	Nowe ograniczenie	Baza betonów ...	Wymiarowanie	Globalna analiza war. przemieszczeń		W – właściwości wykopów	Pomoc konteksto- wa
Zapisz	Usuń	Edycja fundamentu	Baza stali ...		Anuluj analizę war. przemieszczeń		P – warunki prze- mieszczeniowe	O programie...
Zapisz jako ...		Edycja ograniczenia			Analiza bezp. war. przem.		Siatka grida ...	
Metryka zadania		Usuń fundament			Analiza war. przem. grupy		Promień przyciąga- nia ...	
Opcje konfigura- cji ...		Usuń ograniczenie			Analiza war. przem. szeregu		Przyciągaj do grida	
Ustawienia stro- ny ...		Parametry optymalizacja					Pokaż grid	
Ustawienia dru- karki ...							Powiększenia	
Drukuj ...							Do konturu	
Wyjście							Pomniejszenie	
						Wymiary		

Struktura głównego menu programu FD-WIN

OPIS OPCJI PROGRAMU

Projekt	
Nowy	Rozpoczęcie pracy nad nowym <i>projektem</i> . Domyślnie - po uruchomieniu - programu jest gotowy do rozpoczęcia pracy nad nowym <i>projektem</i> . W trakcie pracy z programem w dowolnym momencie można rozpocząć pracę nad nowym <i>projektem</i> . Wybranie tej opcji powoduje usunięcie z pamięci danych aktualnego <i>projektu</i> i załadowanie pliku ustawień konfiguracji domyślnej z pliku fd-win.kfg . Jeśli aktualny <i>projekt</i> nie został wcześniej zapisany, to pojawi się stosowny komunikat ostrzegający o dokonanych zmianach, które – w przypadku rezygnacji zapisu tego <i>projektu</i> – będą utracone.
Otwórz ...	Pobranie archiwalnego <i>projektu</i> z dyskowego katalogu <i>projektów</i> . W trakcie pracy z programem, w dowolnym momencie można pobrać z katalogu <i>projektów</i> zadanie archiwalne. Wybranie tej opcji powoduje usunięcie z pamięci danych aktualnego <i>projektu</i> i załadowanie do pamięci komputera danych <i>projektu</i> pobranego. Jeśli aktualny <i>projekt</i> nie został wcześniej zapisany, to pojawi się stosowny komunikat ostrzegawczy.
Zapisz	Zapis danych aktualnego <i>projektu</i> do dyskowego katalogu <i>projektów</i> . Każdy <i>projekt</i> zapisywany jest w jednym pliku dyskowym o nazwie nadanej przez użytkownika. Rozszerzenie „ fnd ” nazwy pliku <i>projektu</i> jest nadawane przez program. Zapis <i>projektu</i> dokonywany jest w bieżącym katalogu dyskowym, odczytanym z pliku „ fd-win.kfg ” lub nadanym przez użytkownika przy poprzednim użyciu tej opcji.
Zachowaj jako ...	Tak jak dla opcji Zapisz lecz z możliwością zmiany nazwy pliku <i>projektu</i> lub katalogu dyskowego.
Metryka projektu ...	Wypełnianie tzw. metryki pliku <i>projektu</i> zawierającej podstawowe informacje o projekcie, które ułatwiają jego identyfikację przy przeglądaniu katalogów <i>projektów</i> .
Opcje konfiguracji...	Wywołanie okna dialogowego dla określenia parametrów konfiguracji programu. Parametry konfiguracji zapamiętywane są w pliku „ fd-win.kfg ”.
Ustawienia strony ...	Otwarcie okna dialogowego dla ustawienia podstawowych parametrów typograficznych strony wydruku dokumentu.
Ustawienie drukarki ...	Wybór drukarki oraz ustawienie jej parametrów systemowych.

Drukuj ...	Wydruk dokumentacji zadania. Opcja wyposażona w szereg przełączników i parametrów umożliwiających selektywne sporządzenie dokumentu <i>projektu</i> . Wydruk sporządzany jest na papierze formatu A-4 i ma formę tabelaryczno-graficzną, a drukowane rysunki mogą być skalowane.
Wyjście	Zakończenie pracy z programem (zamknięcie aplikacji).

Edycja

Kopiuj	Umieszczenie w schowku systemu struktury danych aktywnego (wyróżnionego) obiektu (fundamentu, ograniczenia, wykopu) na planie sytuacyjnym fundamentów, z myślą jego powielania („wklejania”) do <i>projektu</i> za pomocą opcji Wklej . Alternatywą użycia tej opcji jest kombinacja klawiszy Ctrl+C w oknie roboczym planu sytuacyjnego.
Wklej	Wykonanie repliki umieszczonego wcześniej w schowku obiektu planu sytuacyjnego. Replika pobranego ze schowka („wklejonego”) obiektu jest umieszczana na planie sytuacyjnym fundamentów domyślnie, co z reguły wymagać będzie korekty jego położenia. Właściwości „wklejonego” obiektu są identyczne z właściwościami obiektu, skopiowanego wcześniej do schowka za pomocą opcji Kopiuj . Alternatywą użycia tej opcji jest kombinacja klawiszy Ctrl+V w oknie roboczym planu sytuacyjnego.
Usuń	Usunięcie aktywnego (zaznaczonego) obiektu planu sytuacyjnego fundamentów. Alternatywą użycia tej opcji jest kombinacja klawiszy Ctrl+X w oknie roboczym planu sytuacyjnego.

Fundament

Nowy fundament	Użycie tej opcji spowoduje umieszczenie na planie sytuacyjnym nowego fundamentu o właściwościach domyślnych, określonych w oknie dialogowym „Opcje konfiguracji”, a otwieranym w opcji Projekt/Opcje konfiguracji Położenie nowego fundamentu jest domyślne, a nadanie mu zamierzonych właściwości umożliwia okno dialogowe „Właściwości fundamentu”, które pojawia się automatycznie na ekranie po użyciu tej opcji.
Nowe ograniczenie	Użycie tej opcji spowoduje umieszczenie na planie sytuacyjnym nowego ograniczenia w postaci prostokąta i o właściwościach (wymiarach i położeniu) domyślnych. Zamierzone właściwości tego obiektu należy określić w oknie dialogowym „Właściwości ograniczenia”, które pojawia się automatycznie na ekranie po użyciu tej opcji.

Edycja fundamentu	Umożliwia wybranie dowolnego fundamentu na planie sytuacyjnym i automatyczne otwarcie okna dialogowego „Właściwości fundamentu”. Działanie tej opcji polega na tym, że po wskazaniu kursorem myszy tej opcji, rozwinięte zostanie dodatkowe menu, którego pozycje są wypełnione nadanymi przez użytkownika nazwami wszystkich fundamentów zadeklarowanych na planie sytuacyjnym posadowienia.
Edycja ograniczenia	Umożliwia wybranie dowolnego ograniczenia na planie sytuacyjnym i automatyczne otwarcie okna dialogowego „Właściwości ograniczenia”. Działanie tej opcji polega na tym, że po wskazaniu kursorem myszy tej opcji, rozwinięte zostanie dodatkowe menu, którego pozycje są wypełnione nadanymi przez użytkownika nazwami wszystkich ograniczeń na planie sytuacyjnym posadowienia.
Parametry optymalizacji ...	Dokonuje otwarcia okna dialogowego „Opcje konfiguracji”, umożliwiając – w zakładce „Wymiarowanie” tego okna – zadanie przez użytkownika parametrów optymalizacji dla trybu automatycznego doboru wymiarów fundamentów z warunków I-go stanu granicznego.

Bazy danych

Baza gruntów ...	Otwiera okno dialogowe „Baza gruntów”, którego kontrolki służą do przygotowania podręcznej bazy gruntów, jakie występują w podłożu projektowanego posadowienia. Podręczna baza gruntów jest tworzona na użytek danego <i>projektu</i> na podstawie głównej bazy gruntów zakodowanej w programie. Baza gruntów może być tworzona równolegle z kreowaniem planu sytuacyjnego fundamentów. Szczegóły na temat tworzenia podręcznej bazy gruntów <i>projektu</i> są opisane w dalszej części instrukcji.
Baza betontów ...	Otwiera okno dialogowe „Baza betonów”, którego kontrolki służą do przeglądania bazy betonów przewidzianych do zastosowania jako materiał konstrukcji fundamentów. W programie ujęto wszystkie klasy betonów objęte postanowieniami normy PN-B-03264:2002.
Baza stali ...	Otwiera okno dialogowe „Baza stali”, którego kontrolki służą do przeglądania bazy stali przewidzianych do zastosowania w projekcie jako zbrojenie konstrukcji fundamentów żelbetowych. W programie ujęto wszystkie gatunki i klasy stali objęte postanowieniami normy PN-B-03264:2002.

Wyniki

Stany

graniczne ...

Otwiera okno dialogowe „Wyniki analizy stanów granicznych” zawierające dwie zakładki odpowiednio dla wyświetlania wyników obliczeń dla I-go i II-go stanu granicznego dla aktywnego (wyróżnionego na planie) fundamentu. Za pomocą umieszczonej w tym oknie listy fundamentów można dokonać sprawdzenia wyników obliczeń dla pozostałych fundamentów w *projekcie*. Jeśli dane nie są kompletne co najmniej dla określenia I-go stanu granicznego, to wyniki obliczeń nie są dostępne.

Wyniki

wymiarowania ...

Otwiera okno dialogowe „Wyniki wymiarowania fundamentów” zawierające trzy zakładki, w których zgrupowane są kontrolki odnoszące się do zagadnień: przebicia, zginania i zbrojenia konstrukcji aktywnego (wyróżnionego na planie) fundamentu żelbetowego. Za pomocą umieszczonej w tym oknie listy fundamentów można dokonać sprawdzenia wyników wymiarowania dla pozostałych fundamentów w *projekcie*.

Przemieszczenia

Oblicz

przemieszczenia

Uruchamia procedurę obliczeń osiadań poszczególnych fundamentów *projektu*.

Globalna analiza

war. przem.

Uruchamia procedurę obliczeń wymiarów fundamentów pod kątem spełnienia warunków II-go stanu granicznego dla *grup* i *szeregów*, które zostały wcześniej zadeklarowane na planie sytuacyjnym w trybie **P**.

Program dobiera wymiary fundamentów tak, aby były spełnione wszystkie warunki osiadań. Analiza wykonywana jest według optymalnego algorytmu zapewniającego uzyskanie minimalnych wymiarów fundamentów. Analiza kończy się niepowodzeniem, jeżeli zwiększanie wymiarów fundamentów – podyktowane warunkami osiadań – jest ograniczone, np. położeniem sąsiednich fundamentów lub istniejącymi budowlami uniemożliwiającymi konieczne zwiększenie wymiarów konkretnego fundamentu.

Anuluj analizę

war. przem.

Powoduje anulowanie wyników analizy warunków osiadań pod kątem spełnienia zadeklarowanych warunków przemieszczeniowych w trybie **P**. Polega to na tym, że wymiary wszystkich fundamentów przyjmują wartości jakie miały przed wykonaniem obliczeń dla warunków osiadań.

Analiza bezp. war. przem.	Uruchamia procedurę obliczeń przemieszczeń (osiadań) odrębnie dla poszczególnych fundamentów <i>projektu</i> .
Analiza war. przem. grupy	Uruchamia procedurę obliczeń przemieszczeń (osiadań) oraz sprawdzenie warunku II-go stanu granicznego dla wskazanej grupy fundamentów.
Analiza war. przem. szeregu	Uruchamia procedurę obliczeń przemieszczeń (osiadań) oraz sprawdzenie warunku II-go stanu granicznego dla wskazanego szeregu fundamentów.

Narzędzia

Lista tej opcji menu głównego zależy od trybu kreowania lub analizy zadania (przyciski **F**, **W** lub **P** głównego paska narzędzi usytuowanego z lewej strony okna programu) i zawiera pozycje (włączniki) do uaktywnienia określonych narzędzi, a stanowią one alternatywę dostępu do tych narzędzi, które są również dostępne poprzez stowarzyszony - z danym trybem - pasek narzędzi (Patrz: **Pasek narzędzi**).

Obszar roboczy

F – Kreowanie

fundamentów

Powoduje przejście do trybu **F** (fundamenty) kreowania danych dla aktualnego *projektu*, czyli do trybu deklarowania planu fundamentów oraz obiektów ograniczających (budowli istniejących). Jednocześnie następuje uaktualnienie paska narzędzi (po prawej stronie okna programu), udostępniając funkcje i polecenia właściwe dla tego trybu.

Ta pozycja menu głównego stanowi alternatywę przycisku **F** głównego paska narzędzi programu.

W – Kreowanie

wykopów

Powoduje przejście do trybu **W** (wykopy) kreowania danych dla aktualnego *projektu*, czyli do trybu deklarowania ewentualnych wykopów pod fundamenty. Jednocześnie następuje uaktualnienie paska narzędzi (po prawej stronie okna programu), udostępniając w ten sposób funkcje i polecenia właściwe dla tego trybu.


Ta pozycja menu głównego stanowi alternatywę przycisku **W** głównego paska narzędzi programu.

P – Warunki

przemieszcz.

Powoduje przejście do trybu **P** (przemieszczenia) kreowania danych dla aktualnego *projektu*, czyli do trybu deklarowania

warunków drugiego stanu granicznego związanego z osiadaniami fundamentów. Jednocześnie następuje uaktualnienie paska narzędzi (po prawej stronie okna programu), udostępniając funkcje i polecenia właściwe dla tego trybu.


Ta pozycja menu głównego stanowi alternatywę przycisku  głównego paska narzędzi programu.

Siatka grida Otwiera okno dialogowe Siatka grida, którego kontrolki pozwalają na określenie odległości punktów siatki tzw. grida oraz włączenie lub wyłączenie trybu przyciągania kreowanych obiektów do jego punktów.

Promień przyciągania Wywołanie okna dialogowego **Promień przyciągania** dla zadania minimalnej odległości od punktów charakterystycznych elementów graficznych planu fundamentów (wierzchołki, końce odcinków prostych i łukowych), przy której następuje automatyczne przyciągnięcie punktu wodzenia kreowanego obiektu. Ułatwia to łączenie nowo kreowanych elementów graficznych z istniejącymi. Wielkość promienia przyciągania jest wyrażona w procentach długości obszaru roboczego okna kreowania planu. Ponadto możliwe jest włączenie lub wyłączenie trybu przyciągania punktu wodzenia.

Pokaż grid Włączenie lub wyłączenie wyświetlania punktów grida.

Powiększenie Włączenie trybu powiększania szczegółów rysunków planu fundamentów, czyli tzw. zoom.

Jest alternatywą funkcji skojarzonej z przyciskiem .

Do konturu Automatyczne dopasowanie skali planu fundamentów do wielkości okna roboczego aktualnego trybu kreowania planu.


Jest alternatywą funkcji skojarzonej z przyciskiem .

Pomniejszenie Automatyczne dwukrotne zmniejszenie skali wyświetlania planu fundamentów w oknie aktualnego trybu kreowania planu.

Jest alternatywą funkcji skojarzonej z przyciskiem .

Wymiary Wyświetlanie lub gaszenie linii wymiarowych na planie fundamentów w oknie roboczym aktualnego trybu kreowania planu.

Pomoc

Spis treści Wywołanie systemu pomocy dla programu FD-WIN i ukazanie spisu treści, co można osiągnąć również przez użycie klawisza .

Co to jest ? Wywołanie systemu pomocy dla aplikacji FD-WIN i ukazanie tematu bezpośrednio związanego z aktywnym oknem, aktual-













nym trybem lub opcją programu, co można osiągnąć również przez użycie kombinacji klawiszy **[Shift]+[F1]**.

Informacje systemu pomocy dla programu FD-WIN są udostępniane przez system pomocy środowiska Windows. Opis posługiwania się opcjami i funkcjami tego systemu jest osiągalny przez użycie klawisza **[F1]** w momencie wyświetlania informacji systemu pomocy dla programu FD-WIN. Warunkiem poprawnego działania systemu pomocy jest obecność pliku **fd-win.hlp** w katalogu aplikacji FD-WIN.

O programie ... Wyświetlenie okna informacyjnego o wersji programu, jego autorach oraz danych o użytkowniku.

Główny pasek narzędzi: Jest usytuowany pionowo z lewej strony głównego okna programu i składa się z przycisków-ikon (piktogramów) stanowiących skróty do głównych opcji programu oraz często używanych funkcji związanych z wyświetlaniem rysunków w oknie roboczym danej opcji (powiększanie, pomniejszanie, linie wymiarowe, punkty tzw. grida i tp.).

Każdy element paska narzędzi związanego z głównym menu stanowi przycisk, którego kliknięcie powoduje natychmiastowe wykonanie przypisanego mu polecenia lub operacji, a mianowicie:

-  - Polecenie otwarcia nowego *projektu* (zadania), co pozwala na natychmiastowe rozpoczęcie pracy z nowym *projektem*.
-  - Polecenie odczytu *projektu* z dyskowego *katalogu projektu*.
-  - Polecenie zapisu *projektu* do dyskowego *katalogu projektu*.
-  - Polecenie uaktywnienia trybu rozmieszczania fundamentów na planie sytuacyjnym.
-  - Polecenie uaktywnienia trybu deklarowania wykopów na planie sytuacyjnym.
-  - Polecenie uaktywnienia trybu deklarowania warunków dla drugiego stanu granicznego grupy lub szeregu fundamentów.
-  - Polecenie wyświetlania lub gaszenia punktów tzw. grida w oknie roboczym trybów kreowania planu sytuacyjnego fundamentów.
-  - Wywołanie tzw. funkcji “zoom”, czyli powiększenia dowolnej części rysunku w oknie roboczym trybów kreowania planu sytuacyjnego fundamentów.
-  - Polecenie tzw. centrowania rysunku w oknie roboczym opcji dla uwidocznienia rysunku w całości z maksymalnym wykorzystaniem okna roboczego trybów kreowania planu sytuacyjnego fundamentów.
-  - Polecenie dwukrotnego zmniejszenia wymiarów rysunku w oknie roboczym okna roboczego trybów kreowania planu sytuacyjnego fundamentów.
-  - Polecenie wyświetlania lub wygaszania linii wymiarowych obiektów geometrycznych planu sytuacyjnego posadowienia.
-  - Polecenie wywołania okna dialogowego **Wydruki**.

Oprócz paska narzędzi, związanego z głównym menu programu, dla każdego trybu kreowania planu sytuacyjnego fundamentów przypisany jest indywidualny pasek narzędzi, którego elementami są przyciski zapewniające bezpośredni dostęp do funkcji i poleceń ściśle związanych z aktywnym trybem kreowania. Szczegółowy opis funkcji i poleceń pasków narzędzi przedstawiony jest w dalszej części instrukcji - przy omawianiu poszczególnych trybów kreowania planu sytuacyjnego.

Linia statusu: Usytuowana w dolnej części głównego okna aplikacji FD-WIN - jest ściśle związana z aktywnym trybem kreowania *projektu*. Okno statusu służy do wyświetlania najistotniejszych informacji i komunikatów.

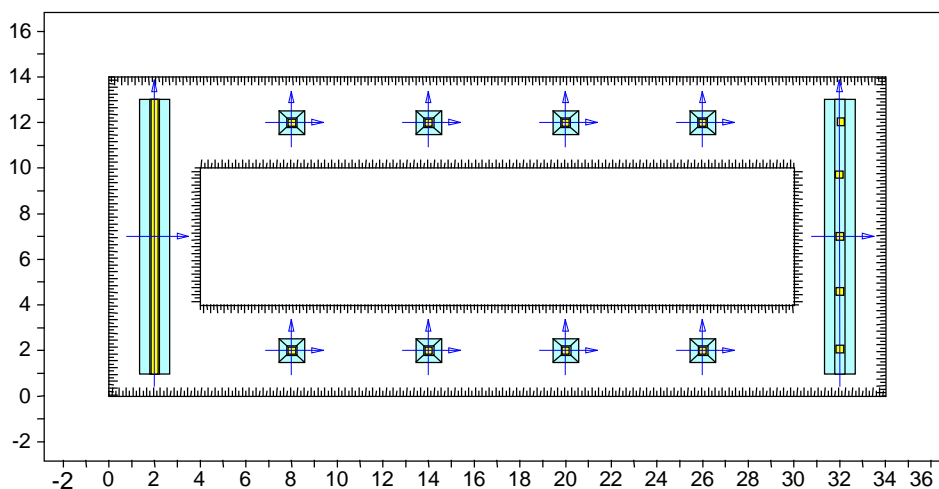
Okna dialogowe: Są to okna specjalnego typu przeznaczone do wyświetlania i modyfikowania szczegółowych właściwości poszczególnych obiektów (fundamenty, wykopy, warunki gruntowe, warunki konstrukcyjne) wchodzących w skład *projektu*.

Okno dialogowe jest wyświetlane doraźnie, tzn. na czas wykonania operacji na jego elementach kontrolnych i wszelkie polecenia pochodzące z klawiatury lub od myszy dotyczą tylko tego okna.

IV. ZASADY UŻYTKOWANIA PROGRAMU

Wstęp

W tej części instrukcji omówiona jest koncepcja działania programu oraz rola poszczególnych jego funkcji i opcji. Ponieważ program FD-WIN - jako typowa aplikacja systemu Windows - cechuje pełna interaktywność i wielowątkowość (duża swoboda operowania jego opcjami i funkcjami), to dla wyjaśnienia zasad użytkowania tego programu przyjęto pewną naturalną chronologię, wynikającą ze specyfiki zagadnienia posadowienia budowli na podłożu gruntowym za pomocą fundamentów bezpośrednich, przedstawioną na kanwie konkretnego *projektu* (Rys. 3).



Rys. 3

Powyższy przykład animuje posadowienie hali, której konstrukcja składa się z ram portalowych, jednej ściany szczytowej oraz rzędu słupów od strony frontowej. Słupy ram opierają się na żelbetowych stopach prostokątnych, natomiast ściana szczytowa oraz rząd słupów frontowych – na ławach. Przyjęto, że głębokość posadowienia wszystkich fundamentów wynosi 1,5 m względem poziomu naturalnego. W związku z tym - w celu wykonania fundamentów budowli - przewidziano wykonanie wykopu do głębokości 1,5 m wzdłuż ław i dwóch szeregów stóp. Wymiary wykopów wynikają z założenia, że ich krawędzie są odległe o 2,0 m od środków fundamentów. Przyjęto, że na całym obszarze posadowienia występują jednakowe warunki gruntowe o następującym przekroju geologicznym:

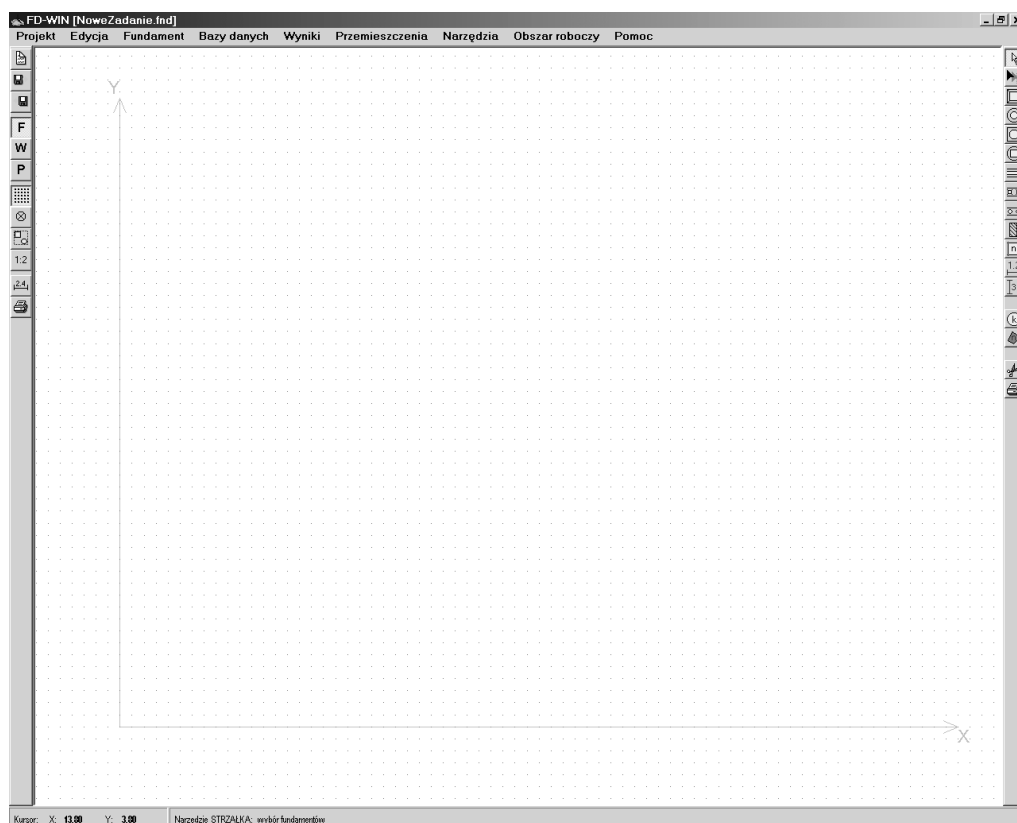
- od 0,0 m do 2,0 m – piasek gruby mało zawilgocony o stopniu zagęszczenia 0,8
- od 2,0 m do 3,0 m – piasek pylasty mało zawilgocony o stopniu zagęszczenia 0,5
- poniżej 3,0 m – piasek gliniasty o stopniu plastyczności 0,5.

Zrealizowane w programie opcje i funkcje zostały pomyślane tak, aby tok postępowania w przypadku typowych *projektów* był możliwie prosty i prowadził szybko i skutecznie do oczekiwanych wyników.

Zasadniczo, proces kreowania danych oraz analizy *projektu* składa się z następujących etapów:

- Uruchomienie programu oraz ewentualne ustawienie jego parametrów domyślnych dla podjętego *projektu*
- Przygotowanie bazy gruntów występujących w obszarze posadowienia
- Kreowanie planu sytuacyjnego posadowienia budowli (fundamenty, wykopy, filary, ograniczenia terenowe)
- Określenie właściwości poszczególnych obiektów posadowienia
- Określenie warunków II-go stanu granicznego
- Analiza II-go stanu granicznego dla zadeklarowanych jego warunków
- Przeglądanie wyników analizy
- Przeglądanie i tworzenie dokumentu

Uruchomienie programu i ustawienia jego parametrów domyślnych





Rys. 4

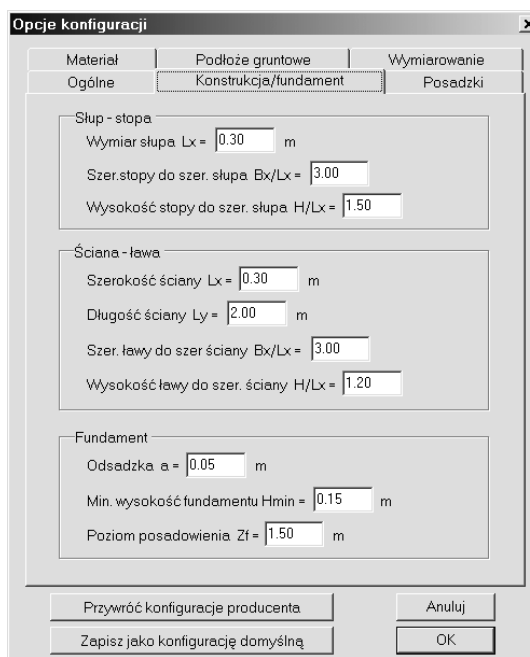
Po zainstalowaniu programu FD-WIN, na pulpicie systemu Windows zostaje umieszczona ikona tego programu, jako skrót. Wówczas uruchomienia programu FD-WIN dokonuje się przez podświetlenie tej ikony i podwójnym kliknięciem lub użycie klawisza **Enter**. Spowoduje to pojawienie się głównego okna programu wraz z menu głównym oraz głównym paskiem narzędzi (z lewej strony okna głównego). Po załadowaniu programu do pamięci komputera użytkownik ma możliwość:

- rozpoczęcie pracy nad nowym *projektem*
- pobranie pliku dyskowego *projektu* archiwalnego z zamierzonego *catalogu projektu*.

Rozpoczęcie pracy nad nowym projektem

Polega na użyciu ikony  głównego paska narzędzi lub pozycji Projekt/Nowy... menu głównego, co powoduje automatyczne otwarcie okna roboczego kreowania planu sytuacyjnego posadowienia w trybie deklarowania obiektów posadowienia (fundamenty i ograniczenia), (Rys. 4). Jednocześnie – po prawej stronie ekranu – pojawia się pasek narzędzi właściwy dla tego trybu. W oknie roboczym wyświetlane są punkty tzw. grida (przy włączonym przycisku  głównego paska narzędzi) oraz osie globalnego układu współrzędnych XY.

Przy pierwszym użyciu programu wskazane jest dopasowanie jego parametrów domyślnych do potrzeb użytkownika wynikających z doświadczeń praktyki zawodowej. Parametry te są zapisane w pliku **fd-win.kfg**, a ich ewentualna zmiana jest możliwa w oknie dialogowym Opcje konfiguracji otwieranym za pomocą pozycji Projekt/Opcje konfiguracji ..., (Rys. 5).




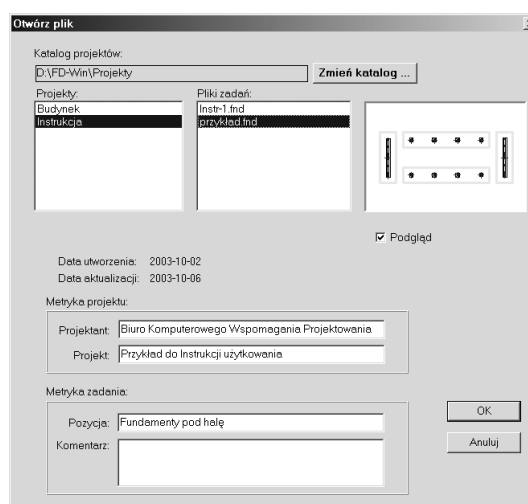
Rys. 5

Poszczególne parametry domyślne są pogrupowane w zakładkach, a wyjaśnienia ich roli i znaczenia są dostępne w systemie pomocy dla programu, uaktywnianym przy pomocy klawisza **F1**.

Wskazane jest również wypełnienie treścią tzw. *metryki projektu* w oknie dialogowym Metryka projektu, dostępnym poprzez menu główne (Projekt/Metryka projektu ...).

Pobranie pliku dyskowego projektu archiwalnego z zamierzonego katalogu projektu

polega na użyciu ikony  głównego paska narzędzi lub pozycji Projekt/Otwórz... menu głównego, co powoduje otwarcie okna dialogowego Otwórz projekt umożliwiającego pobranie pliku z katalogu projektu (Rys. 6).



Rys. 6


Okno zawiera następujące kontrolki:

- | | |
|-------------------|---|
| Katalog projektów | - pole informacyjne zawierające ścieżkę do tzw. <i>katalogu projektów</i> . Domyślnie ścieżka do <i>katalogu projektów</i> wskazuje katalog dyskowy, który zawiera <i>katalog projektu</i> zapisanego w poprzedniej sesji użytkownika programu. |
| Zmień katalog ... | - przycisk do otwarcia okna dialogowego do eksploracji zasobów dyskowych komputera pod kątem lokalizacji innego <i>katalogu projektów</i> . |
| Projekty | - lista zawierająca nazwy katalogów poszczególnych <i>projektów</i> . Są to podkatalogi <i>katalogu projektów</i> . |
| Pliki zadań | - lista plików archiwalnych <i>projektów</i> zapisanych w katalogu projektu wskazanym na liście Projekty. |
| Metryka projektu | - sekcja pól informacyjnych: Projektant – dane projektanta oraz Projekt – skrótowa nazwa opracowywanego przez użytkownika projektu technicznego, w skład którego wcho- |

dążą wszystkie zadania wykreowane w programie FD-WIN, a wyświetlane na liście Pliki zadań.

- Metryka zadania - sekcja pól informacyjnych: Pozycja – zawiera nazwę pozycji projektu technicznego, z którą kreowany *projekt* (zadanie) jest skojarzony, Komentarz – zawiera dowolny komentarz uszczegółwiający pozycję projektu technicznego.
- Podgląd - włącznik trybu wyświetlania – w oknie podglądu – rysunku planu sytuacyjnego fundamentów *projektu* wskazywanego na liście Pliki zadań.

Przykład (1): Wstępne parametry projektu

Dla ilustracji treści tego rozdziału niech posłuży postawione na wstępie zadanie, które należy traktować jako nowy projekt. A zatem – po uruchomieniu programu – należy wpięrow użyć opcji **Projekt/Nowy ...** menu głównego lub na głównym pasku narzędzi (skrótów) kliknąć ikonę , co spowoduje otwarcie okna trybu **F** deklarowania fundamentów na planie sytuacyjnym posadowienia.

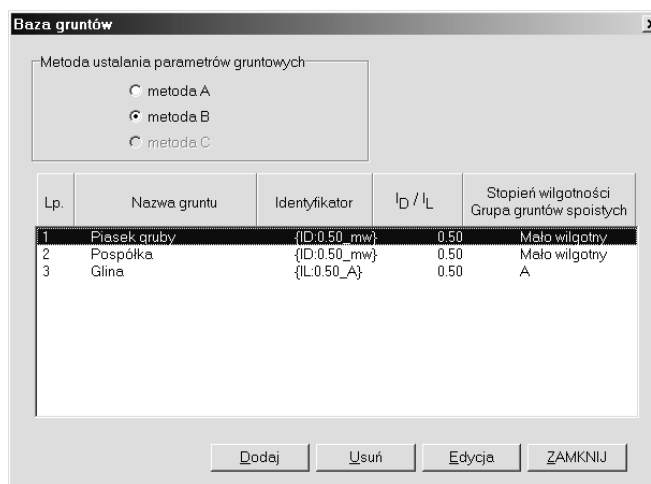
Ponieważ plan rozmieszczenia fundamentów jest określony, to wskazane jest zadanie wymiarów tzw. początkowego obszaru roboczego. W tym celu należy użyć opcji **Projekt/Opcje konfiguracji ...**, a w ukazanym na ekranie oknie dialogowym wybrać zakładkę „Ogólne” i w polach edycyjnych sekcji „Początkowy obszar roboczy” zadać odpowiednio liczby: 34 – dla pola **x_max** i 14 – dla pola **y_max**.

W zakładce „Konstrukcja fundament” można zadać wstępne parametry związane z geometrią fundamentów. W zakładce „Materiał” zadano cechy materiałowe konstrukcji fundamentów, tj. klasa betonu – B25, nazwa stali – 18G2-b, średnica zbrojenia głównego – 16 mm, grubość otulenia – 5 cm.

Pozostałe ustawienia wstępnych parametrów programu pozostawiono bez zmian w stosunku do ustawień domyślnych.

Zadane parametry wstępne należy zaakceptować przyciskiem OK okna dialogowego.

Przygotowanie bazy gruntów występujących w obszarze posadowienia



Rys. 7

Przed przystąpieniem do kreowania planu sytuacyjnego posadowienia wskazane jest przygotowanie tzw. *bazy gruntów*, czyli listy gruntów jakie występują w obrębie projektowanego posadowienia. Umożliwia to opcja menu głównego Bazy danych/Baza gruntów ..., której użycie spowoduje otwarcie okna dialogowego Baza gruntów, (Rys. 7) umożliwiające tworzenie *bazy gruntów* przypisanej do *projektu*. Tworzenie *bazy gruntów* polega na pobieraniu danych z zasobów programu FD-WIN, gdzie zostały zakodowane właściwości wszystkich – objętych Polską Normą – rodzajów gruntów, z podziałem na grunty **spoiste** i **niespoiste**. W trakcie tworzenia *bazy* istnieje możliwość zadawania głównych cech dołączanych gruntów, tj. **stopień zagęszczenia** i **stopień zawilgocenia** – dla gruntów niespoistych oraz **grupa** i **stopień plastyczności** – dla gruntów spoistych.

Utworzona w ten sposób *baza gruntów* ułatwi deklarowanie przekrojów geologicznych (uwarstwienia gruntu) pod każdym fundamentem *projektu*.

Przykład (2): Przygotowanie podręcznej bazy gruntów

Za pomocą kontrolek okna dialogowego **Baza gruntów** – otwieranym za pomocą opcji **Bazy danych/Baza gruntów** – utworzono podręczną bazę gruntów złożoną z:

1. Piasek gruby mało wilgotny o stopniu zagęszczenia 0,8
2. Piasek pylasty mało wilgotny o stopniu zagęszczenia 0,5
3. Piasek gliniasty z grupy A o stopniu plastyczności 0,5

Kreowanie planu sytuacyjnego posadowienia budowli

Nanoszenie obiektów posadowienia – tryb F

Kreowanie planu sytuacyjnego posadowienia budowli polega na rozmieszczeniu projektowanych fundamentów pod budowlę oraz ewentualnych ograniczeń terenowych, pochodzących od budowli istniejących. Wszelkie operacje z tym związane dokonuje się w trybie uaktywnianym przyciskiem **F** głównego paska narzędzi programu. Stowarzyszony z tym trybem pasek narzędzi (wyświetlany po prawej stronie okna roboczego trybu) zawiera następujące przyciski:



- Przycisk “wskaż” do wskazania (zaznaczenia) obiektu graficznego (rzutu fundamentu, konturu ograniczenia) planu sytuacyjnego.



- **Ruch obiektu** – służy do animacyjnego „przeciągania” obiektu planu sytuacyjnego po jego obszarze. Przy jego użyciu pomocne są współrzędne wyświetlane w linii statusu, których wartości zależą od położenia osi lokalnego układu współrzędnych lokowanych za pomocą prawego przycisku myszy w pobliżu punktu charakterystycznego obiektu (środku i narożniki stóp, punkt początkowy i końcowy oraz narożniki ław).



- **Stopa prostokątna pod słup prostokątny** – służy do umieszczenia na planie sytuacyjnym stopy prostokątnej projektowanej pod słup o przekroju prostokątnym.

Po wybraniu tego narzędzia należy ulokować kursor myszy na zamierzoną pozycję planu sytuacyjnego i kliknięciu, co spowoduje pojawienie się w oknie roboczym rysunku rzutu pionowego stopy prostokątnej

pod słup prostokątny o wymiarach określonych w opcji Projekt/Opcje konfiguracji



- **Stopa prostokątna pod słup kołowy** – jak wyżej lecz pod słup o przekroju kołowym.



- **Stopa kołowa pod słup kołowy** – służy do umieszczenia na planie sytuacyjnym stopy kołowej projektowanej pod słup o przekroju kołowym. Po wybraniu tego narzędzia należy ulokować kursor myszy na zamierzona pozycję planu sytuacyjnego i kliknięciu, co spowoduje pojawienie się w oknie roboczym rysunku rzutu pionowego stopy kołowej pod słup kołowy o wymiarach określonych w opcji Projekt/Opcje konfiguracji



- **Stopa kołowa pod słup prostokątny** – jak wyżej lecz pod słup o przekroju prostokątnym.



- **Ława pod ścianę** – służy do umieszczenia na planie sytuacyjnym prostokątnej ławy projektowanej pod ścianę.

Po wybraniu tego narzędzia należy ulokować kursor myszy na zamierzona pozycję pierwszego końca ławy i zaakceptować jego położenie. Następnie należy przemieścić kursor w projektowane miejsce drugiego końca ławy i zaakceptować. Spowoduje to pojawienie się w oknie roboczym rysunku rzutu pionowego ławy pod ścianę o wymiarach określonych w opcji Projekt/Opcje konfiguracji





- **Ława pod szereg słupów prostokątnych** – jak wyżej lecz pod szereg słupów o przekrojach prostokątnych .



- **Ława pod szereg słupów kołowych** – jak wyżej lecz pod szereg słupów o przekrojach kołowych.



- **Ograniczenie terenowe** – służy do umieszczenia na planie sytuacyjnym czworobocznego zarysu istniejącego obiektu trwałego, który stanowi ograniczenie w rozmiarów projektowanych fundamentów.

Po wybraniu tego narzędzia należy ulokować kursor myszy na zamierzona pozycję pierwszego narożnika prostokątnego obszaru i zaakceptować jego położenie na planie. Następnie należy przemieścić kursor w projektowane miejsce drugiego narożnika obszaru i zaakceptować. Spowoduje to pojawienie się w oknie roboczym rysunku rzutu pionowego ograniczenia w postaci prostokąta, który może być przekształcony w dowolny czworobok za pomocą narzędzi  i . Przy bardziej złożonej geometrii obiektu ograniczającego należy dokonać odpowiedniego złożenia kilku obszarów czworobocznych.



- **Renumeracja obiektów** – służy do dokonywania renumeracji poszczególnych fundamentów na planie sytuacyjnym.

Po wybraniu tego narzędzia należy w zamierzonej kolejności lokować kursor w obszarach poszczególnych fundamentów, klikając przyciskiem myszy, co spowoduje przypisanie kolejnym fundamentom numerów porządkowych, począwszy od 1.

1.2

- **Linijka pozioma** – służy do doraźnego wyświetlenia rzutu na oś X odległości pomiędzy dwoma dowolnymi punktami planu sytuacyjnego. Po wybraniu tego narzędzia należy w ulokować kursor w pierwszym punkcie mierzonej odległości i kliknąć, a następnie ulokować kursor w drugim punkcie i kliknąć. Spowoduje to pojawienie się w oknie roboczym linii wymiarowych z liczbowym opisem odległości. Przy tej operacji brane są pod uwagę tzw. punkty obiektów, tj. środki i narożniki fundamentów, wierzchołki obszarów *ograniczeń*, narożniki obszarów wykopów.

3.1

k

- **Linijka pionowa** – jak wyżej lecz dla rzutu na oś Y.

- **Włącznik numeracji fundamentów** – służy do wyświetlania lub gaszenia numerków na rysunkach fundamentów na planie sytuacyjnym.

n

- **Numeracja ograniczeń** – służy do wyświetlania lub gaszenia numerków na rysunkach obszarów *ograniczeń* na planie sytuacyjnym.

Rys. 8

Liczba i kolejność nanoszenia tych elementów nie jest skrepowana żadnymi regułami.

W przypadku większej liczby fundamentów o jednakowych właściwościach zalecane jest postępowanie polegające na naniesieniu wpierv pierwszego z nich i dokonaniu szczegółowej specyfikacji jego właściwości, a następnie – przy pomocy opcji Kopiuj i Wklej – powieleniu tego fundamentu na planie sytuacyjnym posadowienia, z odpowiednią korekcją położenia powielonych fundamentów na planie.

Określanie wszystkich właściwości nanoszonego na plan fundamentu odbywa się w oknie dialogowym **Właściwości fundamentu**, które jest otwierane bezpośrednio przez podwójne kliknięcie na rysunku fundamentu na planie lub za pomocą opcji menu głównego **Fundament/Edycja fundamentu** (Rys. 8).

Kontrolki okna dialogowego „Właściwości fundamentu”

Fundament – lista zawierająca nazwy wszystkich fundamentów naniesionych na plan sytuacyjny posadowienia. Służy do selekcji fundamentu bez potrzeby zamykania okna. Wszystkie wyświetlane w oknie wielkości i stany dotyczą wyłącznie fundamentu, którego nazwa widnieje na liście wyboru.

Grupa zakładek:

Położenie – zakładka obejmująca sekcje:

Typ konstrukcji – grupa przełączników dla wyboru typu elementu konstrukcji, poprzez który przekazywane jest obciążenie z budowli na fundament (tj. ściana, słup prostokątny, słup kołowy, rząd słupów prostokątnych, rząd słupów kołowych).

Klasa fundamentu – grupa przełączników dla określenia formy geometrycznej (klasy) fundamentu spośród dostępnych typów (ława, stopa prostokątna, stopa kołowa). Klasa fundamentu musi odpowiadać typowi konstrukcji, co nie wymaga komentarza.

Rodzaj materiału – grupa przełączników dla określenia materiału, z którego ma być wykonany fundament.

Wymiary... – kolumna sekcji pól liczbowych określających geometrię wybranego typu konstrukcji oraz współrzędne i kąt określające położenie fundamentu na planie sytuacyjnym. Symbole tych wielkości są wyjaśnione w oknie rysunku poglądowego rzutu poziomego fundamentu.

Geometria – zakładka obejmująca sekcje:

Teren z polami: poziom istniejący Z_t – do określenia istniejącego poziomu posadowienia względem poziomu odniesienia, projektowany Z_{tp} – do zadania położenia poziomu projektowanego.

Uwagi: Jeżeli poziom projektowany jest poniżej istniejącego ($Z_{tp} > Z_t$), to program w obliczeniach traktuje poziom projektowany jako istniejący, a więc nie bierze pod uwagę zdjętego nadkładu, czyli niwelacji terenu. Stan po dokonanej niwelacji uważa się za naturalny.

Jeżeli poziom projektowany jest powyżej istniejącego ($Z_{tp} < Z_t$), to program w obliczeniach traktuje grunt powyżej poziomu istniejącego jako nasyp gruntu o właściwościach identycznych z właściwościami pierwszej warstwy gruntu określonej przy deklarowaniu uwarstwienia podłoża gruntowego. W obliczeniach osiadań naprężenia pierwotne liczone są wówczas od poziomu terenu istniejącego, natomiast ciężar nasypu dodawany jest równomiernie na całej głębokości do naprężeń dodatkowych.

Posadowienie z polem poziom Z_f – do określenia głębokości posadowienia.

Warstwa wyrównawcza z polami: grubość – do zadania grubości warstwy wyrównawczej, ciężar obj.(char.) – do zadania ciężaru objętościowego materiału warstwy wyrównawczej jako wartości charakterystycznej.

Kształt przekroju – lista do wybrania kształtu przekroju fundamentu (prosty, ukośny, jedno-schodkowy, dwu-schodkowy).

Wymiary fundamentu z liczbowymi polami edycyjnymi, których zawartość określa geometrię przekroju fundamentu. Liczba tych pól oraz ichostęp-

ność zależy od rodzaju fundamentu (ława, stopa) i jego przekroju wybranego z listy Kształt przekroju. Obok niektórych z tych pól (wymiaru rzutu, wysokość i mimośród obciążenia) umieszczone są przyciski dwustanowe umożliwiające włączenie trybu automatycznego doboru związanego z nim wymiaru (optymalizacja) – kolor czerwony. Domyślnie przyciski te są w stanie wyłączonym (kolor zielony), co oznacza, że o wymiarze związanym z tym przyciskiem decyduje użytkownik, a program tylko sygnalizuje, czy zadany przez użytkownika wymiar spełnia warunek I-go stanu granicznego. Należy mieć na uwadze, że każdy wymiar z włączonym włącznikiem optymalizacji (kolor czerwony) będzie podlegał permanentnej aktualizacji w trakcie dokonywania zmian niektórych innych właściwości fundamentu (położenie, obciążenia, cechy podłoża). Z tego względu z trybu optymalizacji należy korzystać w sposób zapewniający użytkownikowi pełną kontrolę nad wymiarami fundamentów, a więc raczej doraźnie.

Obciążenia – zakładka obejmująca:

Poziom redukcji obciążenia ZObc – do zadania poziomu (względem poziomu odniesienia), na którym ma miejsce przekazywanie obciążenia na fundament z budowli. Domyślnie jest to wielkość odpowiadająca sytuacji, w której zadane obciążenia są przyłożone w miejscu połączenia fundamentu z elementem konstrukcji budowli (słup, ściana).

Wypadkowa obciążenia przyłożona powyżej 3*B – włącznik, który wskazuje, że wypadkowa obciążenia przyłożona jest powyżej trzykrotnej szerokości fundamentu, jak to jest w przypadku obciążenia suwnicą. Informacja ta jest wykorzystywana przy sprawdzaniu warunku położenia wypadkowej w poziomie posadowienia.

Dopuszczalny mimośród wypadkowej obciążenia fundamentu równy B/4 – włącznik, który - w szczególnych sytuacjach - pozwala na powiększenie dopuszczalnego mimośrodu wypadkowej obciążenia do wartości równej B/4.

Tabela obciążeń – lista, której każdy wiersz określa jeden wariant obciążenia fundamentu pochodzącego od konstrukcji. W pierwszej kolumnie umieszczona jest informacja o typie obciążenia: D oznacza obciążenie stałe i zmienne długotrwałe, natomiast D-K oznacza obciążenie stałe i zmienne długo i krótkotrwałe. Kliknięcie myszką na polu kolumny powoduje naprzemiennie przełączenie oznaczenia charakteru obciążenia. Poszczególne składowe obciążenia oznaczone są na rysunku stowarzyszonym z omawianą zakładką. Dodatkowo wartości tych składowych są zgodne z dodatnimi zwrotami przyjętego lokalnego układu współrzędnych. W ostatniej kolumnie należy zadać obliczeniowy częściowy współczynnik bezpieczeństwa - domyślna wartość równa 1,2.

Pobierz dane ... – przycisk, stowarzyszony z listą obciążeń, którego użycie powoduje wypełnienie listy obciążeń wartościami pochodzącymi z obliczeń wykonanych przez program RM-WIN z włączoną klauzulą Kombinatoryka. Aby pobranie tych wartości było możliwe, stowarzyszone zada-

nie wykreowane w programie RM-WIN musi być zapisane w tym samym katalogu projektu, co projekt kreowany w programie FD-WIN.

Dodaj – przycisk, stowarzyszony z listą obciążeń, którego użycie powoduje dodanie do listy obciążeń nowego (pustego) wiersza.

Usuń – przycisk, stowarzyszony z listą obciążeń, którego służy do usuwania z listy aktywnego wiersza (wariantu obciążenia) (zaznaczonego kursorem).

Osiadania – sekcja zawierająca przełączniki do wyboru sposobu wyznaczania osiadań oraz pole edycyjne (związane z przełącznikiem "eksploatacyjne") do zadawania bezwymiarowego współczynnika β_r (≤ 1) określającego udział ciężaru własnego budowli w całkowitym obciążeniu fundamentów pochodzącym od budowli. Na podstawie tego współczynnika wyznaczany jest normowy współczynnik redukcji osiadań eksploatacyjnych.

Uwaga: W przypadku wyboru opcji "eksploatacyjne" program wyznacza osiadania w trakcie okresu eksploatacyjnego. Zgodnie z Normą zakłada się, że w trakcie budowy w gruntach spoistych osiadanie nastąpiło w 50%, natomiast w gruntach niespoistych w 100%. Redukcja ta dotyczy osiadań od ciężaru własnego, stąd konieczność wprowadzenia współczynnika szacującego β_r . W przypadku przyjęcia $\beta_r=0$ osiadanie eksploatacyjne będzie równe osiadaniu całkowitemu. Dla $\beta_r=1$ otrzymuje się wartość osiadania zredukowanego w stosunku do osiadania całkowitego co najmniej o 50%. Wybór opcji dotyczy jednocześnie wszystkich fundamentów w projekcie.

Podłoże gruntowe – zakładka obejmująca:

Rodzaj danych gruntowych – grupa przełączników do wskazania dla jakiego zakresu warunków gruntowych ma być określana jego charakterystyka, a mianowicie: Warstwy gruntu – specyfikacja uwarstwienia gruntu istniejącego, Wymiana gruntu – określanie warstw wymiany gruntu (jeżeli jest to przewidziane w projekcie), Zasyпка – określanie właściwości zasyпки (jeżeli jest to przewidziane w projekcie).

Tabela gruntów – zawiera listę gruntów określającą uwarstwienie podłoża (w przypadku wyboru przełącznika warstwy gruntu) lub listę gruntów do wymiany (w przypadku wyboru przełącznika wymiana gruntu). W przypadku określania zasyпки (przełącznik Zasyпка) w miejsce listy pojawia się sekcja z polem edycyjnym do wpisania wartości ciężaru objętościowego materiału projektowanej zasyпки.

Materiał – zakładka obejmująca:

Rodzaj materiału – grupa przełączników do wskazania rodzaju materiału fundamentu.

Charakt. ciężar objętościowy – pole liczbowe – dostępne tylko dla przypadku inny materiał do zadania wartości charakterystycznej ciężaru objętościowego tego materiału.

Klasa betonu – lista klas betonów (wg PN-B-03264:2002) pojawiająca się tylko dla przypadku beton do wybrania klasy betonu przewidzianego na konstrukcję fundamentu.

Nazwa stali – lista gatunków stali (wg PN-B-03264:2002) pojawiająca się tylko dla przypadku żelbet do wybrania klasy stali przewidzianego na zbrojenie konstrukcji fundamentu.

Średnica prętów zbrojenia – sekcja zawierająca dwie listy średnic prętów zbrojeniowych pojawiające się tylko dla przypadku żelbet do wybrania średnic prętów przewidzianych na zbrojenie konstrukcji fundamentu w obu kierunkach.

Kierunek zbrojenia – sekcja zawierająca dwa przełączniki pojawiająca się tylko dla przypadku żelbet do wskazania kierunku zbrojenia głównego.

Grubość otulenia – pole liczbowe pojawiające się tylko dla przypadku żelbet do zadania wielkości otulenia zbrojenia głównego.

zbroić strzemionami jeśli warunek wytrzymałości na przebicie tego wymaga – włącznik pojawiający się tylko dla przypadku żelbet (nie wymagający wyjaśnienia).

Pokaż wyniki ... – przycisk do wyświetlenia wyników obliczeń dla fundamentu w oknie dialogowym Wyniki analizy stanów granicznych, w którym można przeglądać relacje warunków I-go stanu granicznego na poziomie posadowienia fundamentu oraz na poziomach stropów poszczególnych warstw gruntu. Oprócz tego – jeśli są spełnione warunki I-go stanu granicznego dla wszystkich fundamentów – to możliwe jest zadanie warunku osiadania oraz podgląd wyników związany z II-gim stanem granicznym fundamentu.


Oblicz przemieszczenia – przycisk do uruchomienia procedury obliczeń osiadań dla wszystkich fundamentów. Przycisk jest aktywny tylko wtedy, gdy są spełnione warunki I-go stanu granicznego dla wszystkich fundamentów *projektu*.

Przykład (3): Kreowanie planu sytuacyjnego posadowienia


Przykładowy projekt posadowienia przewiduje dwa fundamenty w postaci łąw oraz osiem fundamentów w formie stóp prostokątnych. A więc w celu naniesienia ich na plan wystarczy wykonać następujące kroki:

4. Za pomocą opcji **Fundament/Nowy fundament** otworzyć okno dialogowe **Właściwości fundamentu**, a w nim na zakładce „Położenie” wykonać:
 - wybrać pozycję „ściana” w sekcji „Typ konstrukcji”,
 - zaznaczyć pozycję „żelbet” w sekcji „Rodzaj materiału”,
 - zadać wymiary $l=12$, $b=0,40$,
 - zadać współrzędne $X1=2,00$, $Y1=1,00$, $X2=2,00$, $Y2=13,00$.
5. Przejść do zakładki „Geometria” i wykonać:
 - w sekcji posadowienie zadać wartość $Z_f=1,50$,
 - z list „Kształt przekroju” wybrać pozycję „ukośny”,
 - w sekcji „Wymiary fundamentu” zadać: $H=0,60$, $H_0=0,20$, $B=1,00$, $B_0=0,50$,
 - kliknąć na przycisku „Posadzki”, a po pojawieniu się okna **Właściwości posadzki** włączyć włącznik „posadzka 2” i zadać wartości: poziom $P_{p2}=0,00$, grubość $h=0,10$, $\gamma_p=22$, $q_{char}=100,0$, $\gamma_\Phi=1,20$, $dx=3,00$
6. Przejść do zakładki „Obciążenie” i wykonać:
 - w polu „poziom redukcji obciążenia” zadać wartość $Z_{Obc}=0,90$, co oznacza, że obciążenie jest przyłożone bezpośrednio na szczycie fundamentu,
 - w kolumnie „N” zadać wartość 250 kN,
 - w kolumnie H_x zadać wartość 25 kN,

7. Przejść do zakładki „Podłoże gruntowe” i wykonać:
 - w sekcji „rodzaj danych gruntowych” wybrać pozycję „Warstwy gruntu”,
 - użyć przycisku „Dodaj ...”, a w wyświetlony oknie dialogowym „Nowa warstwa gruntu” wybrać pozycję „piasek gruby” oraz włączyć włącznik „warstwa nawodniona” i w udostępnionym polu „Poziom piezometryczny wody” wpisać wartość 1,20 i zaakceptować przyciskiem OK.
 - ponownie użyć przycisku „Dodaj ...” i w oknie „Nowa warstwa gruntu” wybrać pozycję „piasek pylasty” oraz w polu „Poziom stropu warstwy” zadać wartość 2,00, włączyć włącznik „warstwa nawodniona” i w udostępnionym polu „Poziom piezometryczny wody” wpisać wartość 2,00 i zaakceptować przyciskiem OK,
 - trzeci raz użyć przycisku „Dodaj ...” i w oknie „Nowa warstwa gruntu” wybrać pozycję „piasek gliniasty” oraz w polu „Poziom stropu warstwy” zadać wartość 3,00 i zaakceptować przyciskiem OK.
8. Przejść do zakładki „Materiał” i wykonać:
 - z listy „Nazwa stali” wybrać gatunek 18G2-b,
 - w zakładce „Średnica prętów zbrojeniowych” wybrać średnicę 16 mm dla obu kierunków,
 - w polu grubość otuliny zadać wartość $a=5,0$ oraz włączyć włącznik „zbroić strzemionami jeżeli warunek wytrzymałości na przebicie tego wymaga”.
9. Powrócić do zakładki „Geometria” i kliknąć na przycisku obok pola „B”, co spowoduje zmianę koloru tego przycisku na czerwony, czyli włączenie optymalizacji wymiaru „B” ze względu na ten wymiar. Oznacza to, że przy wszelkich zmianach właściwości fundamentu będzie na bieżąco korygowana wielkość tego wymiaru w taki sposób, aby był spełniony dla niego warunek nośności. W przykładzie – włączenie trybu optymalizacji dla wymiaru „B” – spowoduje obliczenie przez program i wyświetlenie wymiaru $B=1,10$ m, przy którym spełnione są warunki I-go stanu granicznego. Na podglądzie wyników (przycisk **Pokaż wyniki** widać, że zarówno na poziomie posadowienia, jak i na stropach każdej z warstw gruntu jest zachowany – ze znacznym zapasem – warunek mimośrodków. A więc nie ma potrzeby jego optymalizowania, co sprawia, że przekrój ławy pozostaje symetryczny.
10. Zamknąć okno **Właściwości fundamentu**.
11. Dla naniesienia drugiej ławy wykorzystano mechanizmy „kopiowania” i „wklejania”. W tym celu należy uaktywnić rysunek naniesionej już ławy, użyć opcji menu głównego **Edycja/Kopiuj**, a następnie opcji **Edycja/Wklej**. Spowoduje to pojawienie się na planie sytuacyjnym (obok „oryginału”) kopii ławy fundamentowej, której właściwości wymagają korekty.
12. Otworzyć okno dialogowe **Właściwości fundamentu**, a w nim:
 - uaktywnić zakładkę „Położenie”
 - ustawić przełącznik grupy „Typ konstrukcji” na pozycję „rząd słupów prost.”
 - w polu „Liczba słupów” zadać $n=5$
 - w wyświetlonej sekcji „Wymiary rzędu słupów” zadać: $t=1,00$, $l=0,30$, $b=0,30$
 - w sekcji „Współrz. p. początkowego” zadać $X1=32,00$, $Y1=2,00$, a w sekcji „Współrz. p. końcowego” $X2=32,00$, $Y2=12,00$
Uwaga: Należy tu mieć na uwadze, że punktami; początkowym i końcowym są środki skrajnych słupów ławy.
 - uaktywnić zakładkę „Geometria” i wybrać „kształt przekroju” jako „ukośny” oraz zadać wymiary: $H=0,60$, $H0=0,20$, a następnie użyć przycisku „Posadzki”, a po pojawieniu się okna **Właściwości posadzek** wyłączyć posadzkę z prawej strony, a włączyć – z lewej. Następnie zadać wartości takie, jak dla ławy pierwszej
 - w zakładce obciążenia zmienić znak wartości siły poziomej H_x na przeciwny
 - powrócić do zakładki „Geometria” i włączyć przyciski optymalizacji przy wymiarze „B”, co spowoduje dobranie przez program wartości $B=1.20$.
 - zamknąć okno **Właściwości fundamentu**

13. Dla naniesienia stóp fundamentowych w trybie **F** wybrać narzędzie  paska narzędzi tego trybu, naprowadzić kursor w pobliże zamierzonego położenia pierwszej stopy i kliknąć, a następnie – przez podwójne kliknięcie na rysunku rzutu stopy – wywołać okno **Właściwości fundamentów**, a w nim:
- w zakładce „Położenie” zadać: $l=0,30$, $b=0,30$, $X_0=8,00$, $Y_0=2,00$
 - w zakładce „Geometria” zadać: „Kształt przekroju” – ukośny, $H=0,60$, $H_0=0,20$
 - w zakładce „Obciążenia” zadać $Z_{obc}=0,9$, $N=800$, $H_y=20$
 - w zakładce „Podłoże gruntowe” zadeklarować warstwy gruntu w sposób opisany w p.7
 - zadeklarować posadzki w polach 1 i 2 o parametrach jak dla ław fundamentowych z tym, że należy odpowiednio zadać wymiary obszarów zalegania posadzek na planie sytuacyjnym tak, aby obejmowały tą część powierzchni hali, która przypada na kreowaną stopę fundamentową, a więc: $dx=3,00$ m, $dy=6,00$ m
- Uwaga: Można uniknąć ponownego deklarowania warstw gruntu dla stopy poprzez skopiowanie i wklejenie wcześniej naniesionej ławy, a następnie w oknie Właściwości fundamentu zmienić „Typ konstrukcji” z „ściana” na „słup prostokątny” i zadać pozostałe właściwości jak wyżej.*
14. Ponieważ przy zadanych danych warunki I-go stanu granicznego nie są spełnione, to należy powrócić do zakładki „Geometria” i włączyć optymalizację dla wymiarów B_x i B_y , w wyniku której zostaną obliczone wymiary: $B_x=0,95$ m i $B_y=1,10$ m.
15. Dla naniesienia pozostałych siedmiu stóp wystarczy użyć mechanizmu kopiowania i wklejania, korygując położenie poszczególnych stóp przy użyciu narzędzia

Nanoszenie obiektów wykopów i filarów – tryb W

Jeżeli w projekcie posadowienia są przewidywane wykopy o znacznych wymiarach i kubaturze, to mogą mieć one znaczący wpływ na ostateczne warunki II-go stanu granicznego fundamentów. W związku z tym, w programie FD-WIN przewidziano oddzielny tryb kreowania planu sytuacyjnego posadowienia, przeznaczony do deklarowania wykopów i tzw. filarów tj. obszarów gruntu nienaruszonego. Uaktywnienia tego trybu dokonuje się przy użyciu przycisku  głównego paska narzędzi.

Z trybem **W** związany jest oddzielny pasek narzędzi, którego przyciski mają następujące funkcje i role:



- **Strzałka** – służy do wskazania (zaznaczenia) obiektu graficznego (rzutu wykopu, filara) lub odcinka konturu tego rodzaju obiektu.



- **Wykopy** – służy do zadawania głębokości wykopów lub deklarowania tzw. filara w obrębie wcześniej naniesionego, zamkniętego konturu.



- **Prostokąt** – służy do nanoszenia konturu wykopu w formie prostokąta.



- **Koło** – służy do nanoszenia konturu wykopu w formie koła.



- **Odcinek** – służy do kreowania wielobocznego konturu wykopu.



- **Łuk** – służy do przekształcenia odcinka konturu w łuk kołowy.



- **Węzeł** – służy do wprowadzenia dodatkowego punktu (węzła) na dowolnym odcinku konturu.



- **Ruch węzła** – służy do przeciągania dowolnego węzła (wierzchołka) konturu wykopu za pomocą myszy.



- **Współrzędne węzła** – służy do zadawania bezpośredniej wartości liczbowej współrzędnych węzłów (wierzchołków) konturu wykopu.






- **Linijka pozioma** – patrz: opis paska narzędzi dla trybu **F**.

- **Linijka pionowa** – patrz: opis paska narzędzi dla trybu **F**.

Przykład (4): Kreowanie planu wykopów


Do realizacji posadowienia wg przykładowego projektu przewidziano wykonanie wykopów na głębokość 1,50 m wzdłuż ław oraz obu szeregów stóp. W celu naniesienia wykopów na plan wystarczy wykonać następujące kroki:

16. Za pomocą przycisku  przejść do trybu **W** kreowania planu sytuacyjnego projektu posadowienia.
17. Z paska narzędzi tego trybu wybrać  i nanieść prostokąt o pierwszym narożniku w punkcie (0, 0) i drugim w punkcie (34,14). Tym samym narzędziem nanieść drugi prostokąt o punktach (4, 4) i (30, 10).
18. Wybrać narzędzie  i kliknąć w obszarze pierwszego prostokąta tak, aby punkt kliknięcia nie należał do drugiego prostokąta. W wyświetlonym oknie dialogowym **Parametry wykopu** wybrać przełącznik „wykop”, a w polu „Poziom dna wykopu” zadać wartość 1,50 m i zaakceptować. Następnie kliknąć w obszarze drugiego prostokąta i – po pojawieniu się okna **Parametry wykopu** – wybrać przełącznik „filar”, co oznacza, że w obszarze drugiego prostokąta grunt pozostaje nienaruszony.

*Uwaga: Plan wykopów w omawianym przykładzie może być naniesiony w inny sposób, np. przez złożenie z kilku – odpowiednio rozmieszczonych – prostokątów. Generalnie dostępne narzędzia trybu **W** pozwalają na naniesienie konturów wykopów o dowolnym kształcie.*

Deklarowanie warunków II-go stanu granicznego – tryb **P**

Dzięki przyjętej koncepcji realizacyjnej programu FD-WIN – polegającej na kompleksowej analizie problemu posadowienia budowli, czyli całościowym rozpatrywaniu wszystkich fundamentów projektowanego obiektu budowlanego – możliwa jest zaawansowana analiza II-go stanu granicznego (osiadań). Warunkiem koniecznym podjęcia tej analizy jest spełnienie warunków I-go stanu granicznego (nośności) wszystkich fundamentów naniesionych na plan sytuacyjny projektu posadowienia.

Uaktywnienia trybu deklarowania warunków przemieszczeniowych dokonuje się za pomocą przycisku  głównego paska narzędzi lub – poprzez menu główne – za pomocą opcji **Obszar roboczy/P-Warunki przemieszczeniowe**.

Z trybem **P** związany jest oddzielny pasek narzędzi, którego przyciski mają następujące funkcje i role:



- **Przekrój** – służy do deklarowania przekroju przez plan sytuacyjny, wzdłuż którego ma być wygenerowany wykres osiadań fundamentów. Używanie tego narzędzia polega na naniesieniu na plan odcinka łączącego środki dwóch dowolnie wybranych fundamentów. Jeżeli na przedłużeniach tego odcinka leżą środki innych fundamentów, to będą one uwzględnione w wykresie.



- **Grupa fundamentów** – służy do wskazania (zaznaczenia) grupy fundamentów pod kątem warunku maksymalnego przechyłu tzw. płaszczyzny regresji wyznaczanej na bazie wybranej grupy fundamentów na planie sytuacyjnym posadowienia.



- **Szereg fundamentów** – służy do wskazania (zaznaczenia) szeregu fundamentów pod kątem warunku maksymalnego odchylenia wartości osiadania (strzałki) od rozwiniętej linii łączącej wybrane fundamenty na planie sytuacyjnym. Używanie tego narzędzia polega na kliknięciach na fundamentach, które mają stanowić *szereg*. Na planie sytuacyjnym *szereg* fundamentów jest oznaczany symbolem **R** i opatrzony numerem *szeregu*, (szeregów może być więcej niż jeden).



- **Warunek osiadania** – służy do zadawania wartości granicznej osiadania poszczególnym fundamentom. Jego użycie polega na kliknięciu w obrębie zamierzonego fundamentu i – po pojawieniu się odpowiedniego okienka dialogowego – zadanie wartości granicznej osiadania wybranego fundamentu. Zadawane wartości są brane pod uwagę w kompleksowej analizie posadowienia dla stanu granicznego jego użytkowania (II-gi stan graniczny) w połączeniu z optymalizacją podstawowych wymiarów fundamentów.



- **Linijka pozioma** – patrz: opis paska narzędzi dla trybu **F**.



- **Linijka pionowa** – patrz: opis paska narzędzi dla trybu **F**.



- **Tablica warunków osiadań** – służy do otwarcia okna dialogowego **Tabela warunków osiadań**, w którym można dokonać kompleksowej analizy projektu posadowienia stosownie do zadeklarowanych warunków II-go stanu granicznego (Rys. 9).

Tabela warunków przemieszczeniowych

Główna analiza warunków przem. Anuluj analizę warunków przem.

Osiadanie
☒ całkowite
☐ eksploatacyjne
 Średni udział ciężaru własnego w całym obc. $\beta_r =$

Fundamenty	Fund. 1	Fund. 2	Fund. 3	Fund. 4	Fund. 5	Fund. 6	Fund. 7	Fund. 8	Fund. 9	Fund. 10	s_{gr}/l [cm]
Blokada wym.											
Wymiary Bx=	1,30	1,30	1,60	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	
stan gr. I By=			3,20	1,10	1,10	1,10	1,80	1,10	1,10	1,10	
H=	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Wymiary Bx=	1,30	1,30	1,60	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00	
aktualne By=			3,20	1,10	1,10	1,10	1,80	1,10	1,10	1,10	
H=	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
$s[\text{cm}] =$	0,67	0,53	0,32	2,80	2,45	2,33	3,54	3,13	2,58	2,36	
$s_{\text{Hnn}}[\text{cm}] =$	2,10	2,10		2,10	2,10	2,10		2,00	2,10	2,10	
Grupa nr 1											2,05 2,00
Szereg nr 1											1,81 0,30

Usuń... Dodaj grupę fund. Dodaj szereg fund. ZAMKNIJ

Rys. 9

Głównym elementem okna dialogowego **Tabela warunków osiadań** jest panel zawierająca tablicę, która służy do deklarowania warunków II-go stanu granicznego dla projektu posadowienia. Informacje

zawarte w kolumnach tej tabeli odnoszą się do poszczególnych fundamentów, a kolejne wiersze tabeli zawierają:

- **Blokada wym.** – przyciski dwustanowe służące do zwalniania lub blokady wymiarów fundamentu, co oznacza, że w trakcie analizy warunków osiadań wymiary konkretnego fundamentu będą automatycznie korygowane (dla spełnienia warunków osiadań) lub zachowane z obliczeń dla I-go stanu granicznego.
- **Wymiary Bx, By, H** – wymiary początkowe fundamentów podlegające optymalizacji, których wielkość została ustalona w ramach obliczeń dla I-go stanu granicznego.
- **Wymiary aktualne Bx, By, H** – wymiary fundamentów wyznaczone w ramach globalnej analizy optymalizacyjnej dla spełnienia zadeklarowanych warunków osiadań.
- **s / s_{dop}** – wielkości liczbowe osiadań poszczególnych fundamentów obliczone w ramach globalnej analizy optymalizacyjnej dla spełnienia zadeklarowanych warunków osiadań, a pod nimi – zadane przez użytkownika dopuszczalne wartości osiadań poszczególnych fundamentów. Jeżeli zadana wartość dopuszczalna **s_{dop}** jest mniejsza od wyznaczonej przez program rzeczywistej wartości osiadania **s**, to odpowiadająca jej liczba wyświetlana jest w tabeli w kolorze czerwonym. Oznacza to, że konieczne jest zwiększenie optymalizowanych wymiarów fundamentów dla spełnienia warunku **s < s_{dop}**.

Następujące po tym wiersze tabeli odnoszą się do zadeklarowanych w trybie **P** warunków II-go stanu granicznego dla *grup* i *szeregów* fundamentów. Każdej *grupie* i każdemu *szeregowi* odpowiada odrębny wiersz tabeli, którego elementami są włączniki (przyciski) służące do usuwania lub włączania poszczególnych fundamentów do danej *grupy* lub *szeregu*. Dodanie zamierzonego fundamentu do *grupy* lub *szeregu* polega na kliknięciu w pustej pozycji wiersza odpowiadającej temu fundamentowi, co spowoduje pojawienie się w tej pozycji kolorowego kwadratu. Powtórne kliknięcie na tej pozycji powoduje usunięcie odpowiadającemu tej pozycji fundamentu z *grupy* lub *szeregu*. Na końcu każdego wiersza odpowiadającego *grupie* lub *szeregowi* są umieszczone dwie pary pól oraz przycisk „Oblicz”. Pierwsza para pól (kolumna **s_{sr}/f [cm]**) służy do określania warunku **s_{sr}/f**, czyli relacji średniej wartości osiadań fundamentów **s_{sr}** danej *grupy* lub *szeregu* (pierwsze pole pary) do wielkości dopuszczalnej **f** – zadanej przez użytkownika (drugie pole pary). Druga para pól służy do formułowania warunku θ/Φ , czyli relacji maksymalnego kąta przechylenia linii łączącej skrajne fundamenty (w przypadku *szeregu*) lub maksymalnego gradientu tzw. powierzchni regresji (w przypadku *grupy*) θ – do wartości dopuszczalnej Φ zadanej przez użytkownika w radianach lub jako tangens. Przyciski „Oblicz” umieszczone w pozycjach wierszy odpowiadających kolumnie „Analiza” służą do wywołania właściwej akcji analizy określonych warunków przemieszczeniowych. Użytkownik ma możliwość sterowania

procesem wymuszając spełnianie warunków osiadań w ustalonej przez siebie kolejności. Przyciski te nie są dostępne (nieaktywne), jeżeli warunki są spełnione lub nie są określone.

Pod tabelą umieszczone są przyciski:

Usuń - do usuwania zadeklarowanej wcześniej *grupy* lub *szeregu*.

Dodaj grupę fund. - do dodawania *grupy* fundamentów, co stanowi alternatywę narzędzia **G** trybu **P**.

Dodaj szereg fund. - do dodawania *grupy* fundamentów, co stanowi alternatywę narzędzia **R** trybu **P**.

Nad tabelą umieszczone są przyciski:

Globalna analiza

warunków przem. - do uruchomienia procesu obliczeń (optymalizacji) fundamentów ze względu na zadeklarowane warunki dla II-go stanu granicznego. Jeśli warunki stanu granicznego są spełnione dla aktualnych wymiarów fundamentów, to przycisk ten – z oczywistych względów – nie jest aktywny.

Po użyciu tego przycisku program inicjuje procedurę optymalizacyjną dla zadanych warunków osiadań, wyświetlając w tym czasie okienko z informacjami postępu obliczeń.

Może się okazać, że – ze względu na ograniczenia terenu posadowienia lub zbyt rygorystyczne warunki osiadań – proces optymalizacji zakończy się niepowodzeniem, co spowoduje wyświetlenie stosownego komunikatu.

Po pomyślnym zakończeniu procedury optymalizacyjnej w wierszu „Wymiary aktualne” tabeli wyświetlone zostaną nowe wymiary fundamentów, dla których spełnione są wszystkie zadane warunki II-go stanu granicznego. Jeśli nowe wymiary fundamentów będą nierealistyczne (zbyt duże), wówczas należy przywrócić im poprzednie wielkości, używając w tym celu przycisku **Anuluj analizę warunków przem.** Przywracanie wymiarów fundamentów polega zawsze na nadaniu im wartości liczbowych, jakie wynikały bezpośrednio z warunków I-go stanu granicznego.

Uwaga: Jeśli procedura optymalizacyjna zakończy się powodzeniem i zostaną ustalone nowe główne wymiary fundamentów, to ten stan właściwości posadowienia jest utrzymywany do momentu jakiegokolwiek zmiany dokonanej przez użytkownika, a mającej wpływ na wyzna-

czone wielkości. W momencie dokonania takiej zmiany – program uprzedza, że dokonana zmiana powoduje przywrócenie optymalizowanych wymiarów dla wszystkich fundamentów projektu posadowienia, a więc nadanie im wartości, jakie były określone przed uruchomieniem procedury optymalizacyjnej dla spełnienia narzuconych przez użytkownika warunków osiadań.

Anuluj analizę

warunków przem. - do przywracania wymiarów fundamentów, jakie obowiązywały przed wykonaniem procedury optymalizacyjnej dla spełnienia warunków II-go stanu granicznego.

Anulowanie wyników analizy może okazać się konieczne w przypadku zbyt dużych wymiarów fundamentów jakie wynikną z konieczności spełnienia zadanych warunków osiadań.

Osiadanie

- sekcja zawierająca przełączniki wyboru sposobu wyznaczania osiadań oraz pole edycyjne (związane z przełącznikiem "eksploatacyjne") do zadania współczynnika β_r określającego udział ciężaru własnego budowli w całkowitym obciążeniu fundamentów. Na podstawie tego współczynnika wyznaczany jest normowy współczynnik redukcji osiadań, który obowiązuje dla wszystkich fundamentów projektu posadowienia.

Uwaga: W przypadku wyboru opcji "eksploatacyjne" program wyznacza osiadania w trakcie okresu eksploatacyjnego. Zgodnie z Normą zakłada się, że w trakcie budowy w gruntach spoistych osiadanie nastąpiło w 50%, natomiast w gruntach niespoistych w 100%. Redukcja ta dotyczy osiadań od ciężaru własnego, stąd konieczność wprowadzenia współczynnika szacującego β_r . W przypadku przyjęcia $\beta_r=0$ osiadanie eksploatacyjne będzie równe osiadowi całkowitemu. Dla $\beta_r=1$ otrzymuje się wartość osiadania zredukowanego w stosunku do osiadania całkowitego co najmniej o 50%. Wybór opcji dotyczy jednocześnie wszystkich fundamentów w projekcie.

Przykład (5): Zadawanie warunków osiadań (II-gi stan graniczny)

W przykładowym projekcie zadano trzy rodzaje warunków osiadań. Pierwszy rodzaj stanowią warunki zwykłe, tj. ograniczenie bezwzględne wielkości osiadań wszystkich fundamentów do wartości 4,0 cm ($s \leq s_{\text{dop}} = 4,0$ cm). Drugi rodzaj warunków związany jest z szeregiem – obejmującym fundamenty 3-6, dla których żąda się, aby maksymalne odchylenie osiadania od linii łączącej skrajne fundamenty tego szeregu nie przekraczało 0,3 cm. Trzeci rodzaj warunku stanowi ograniczenie dla grupy fundamentów 2, 5, 6, 9, 10, aby ich średnie osiadanie nie było większe od 3,5 cm. W celu zadania tych warunków należy (Rys. 10):

Tabela warunków przemieszczeniowych


Globalna analiza warunków przem. Anuluj analizę warunków przem.

Osiadanie:
☒ całkowite
☐ eksploatacyjne
Średni udział ciężaru własnego w całym obc. $\beta_f =$

Fundamenty	Fund. 1	Fund. 2	Fund. 3	Fund. 4	Fund. 5	Fund. 6	Fund. 7	Fund. 8	Fund. 9	Fund. 10	s_{gr}/f [cm]
Blokada wym.											
Wymiary Bx=	1,10	1,20	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
stan gr. I By=			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
H=	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Wymiary Bx=	1,10	1,20	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
aktualne By=			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
H=	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
$s[cm] =$	2,81	3,02	3,83	4,20	4,22	3,94	3,83	4,20	4,22	3,94	
$s_{dop}[cm] =$	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
Grupa nr 1											3,78 3,50
Szereg nr 1											0,32 0,30

Usuń ... Dodaj grupę fund. Dodaj szereg fund. ZAMKNIJ

Rys. 10

19. Z poziomu trybu **P** użyć narzędzia  lub pomocą opcji menu **Narzędzia/Tablica warunków osiadań** otworzyć okno dialogowe **Tabela warunków**
20. W wierszu tabeli s_{dop} dla każdego fundamentu zadać wartość 4,0. Ponieważ aktualne wartości osiadań poszczególnych fundamentów są większe od zadanych ograniczeń, to te aktualne wartości są wyświetlane w kolorze czerwonym.
21. W polu wiersza **Grupa nr 1** i kolumny s_{gr}/f zadać wartość 3,5.
22. W polu wiersza **Szereg nr 1** i kolumny s_{gr}/f zadać wartość 0,3.
23. Uruchomić procedurę optymalizacyjną za pomocą przycisku **Globalna analiza warunków przem..**


*Uwaga 1: W zależności o liczby fundamentów i warunków osiadań działanie procedury optymalizacyjnej może trwać dłuższą chwilę, w trakcie której na ekranie monitora wyświetlane jest okno postępu obliczeń. Po pomyślnym wykonaniu obliczeń w wierszu **Wymiary aktualne** pojawią się wyznaczone nowe wymiary fundamentów, które można wizualnie porównać z wymiarami początkowymi. Zarówno początkowe jak i aktualne wymiary fundamentów są zapamiętywane w pliku archiwalnym, co pozwala na łatwy powrót do stanu wyjściowego (I-go stanu granicznego).*

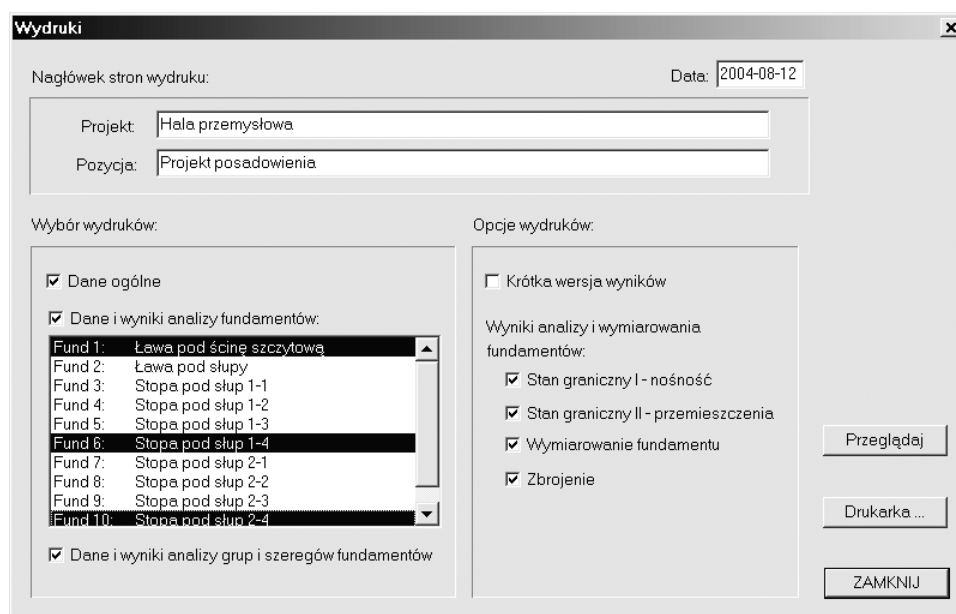
Uwaga 2. Procedura optymalizacji wymiarów fundamentów jest realizowana tylko dla przypadku osiadań całkowitych, a więc przy wyborze przełącznika "całkowite" w sekcji "Osiadania" okna "Tabela warunków przemieszczeniowych".

Sporządzanie wydruków

Wydruki są jedną z najważniejszych funkcji każdego użytkowego programu komputerowego dlatego dołożono starań, aby opcję wydruku programu FD-WIN cechowała przejrzystość i prostota oraz elastyczność w redagowaniu dokumentu.

Idea tworzenia dokumentu opiera się na predefiniowanych arkuszach (zawartych w plikach instalacyjnych programu) zredagowanych w standardowym formacie RTF (ang. Reach Text Format). Tworzenie dokumentu polega na pobieraniu przez program tych arkuszy i przetwarzaniu ich na aktualny dokument w taki sposób, aby jego zawartość merytoryczna i struktura ściśle wiązała się z konkretnym projektem.

Opcja wydruku jest dostępna poprzez menu główne **Projekt/Drukuj...** lub przycisk głównego paska skrótów , a jej wywołanie powoduje otwarcie okna dialogowego **Wydruki** (Rys. 11).



Rys. 11

Okno **Wydruki** jest wyposażone w kontrolki służące do określania merytorycznej zawartości dokumentu, a mianowicie:

- Sekcja Nagłówek stron wydruku zawiera dwa pola informacyjne: „Projekt” i „Pozycja” pobrane przez program z tzw. metryki projektu (opcja **Projekt/Metryka projektu ...**)
- Sekcja Wybór wydruków zawierająca:
 - Włącznik Dane ogólne służący do włączenia do dokumentu części zawierającej dane ogólne wskazanego fundamentu lub grupy fundamentów. Da-

ne ogólne zawierają następujące informacje: plan sytuacyjny posadowienia oraz klasa fundamentu, typ konstrukcji, położenie fundamentu względem układu globalnego, wymiary podstawy fundamentu, współrzędne położenia fundamentu, kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego.

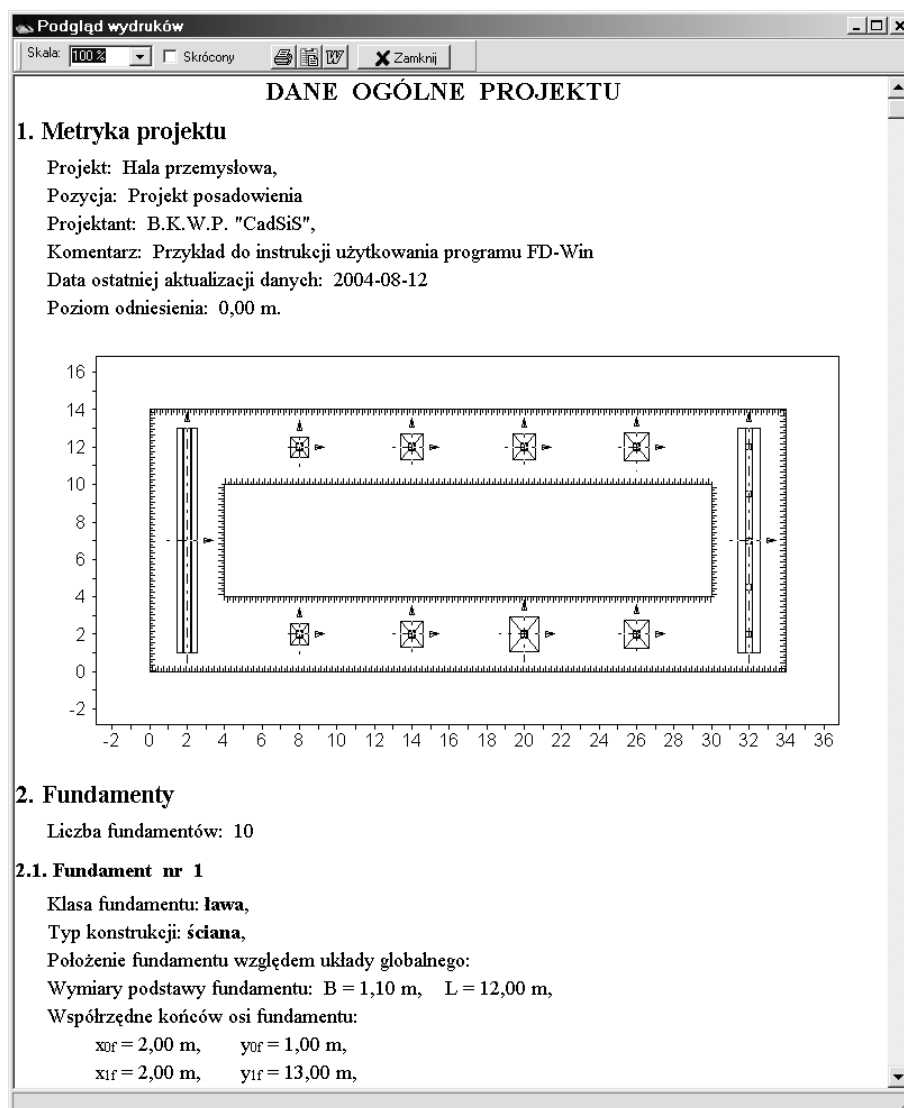
- Włącznik Dane i wyniki analizy fundamentów służący do włączenia do dokumentu części zawierającej dane szczegółowe (uwarstwienie podłoża, parametry geotechniczne warstw, konstrukcja fundamentu, obciążenia, posadzki i inne) wskazanego fundamentu lub grupy fundamentów oraz wyniki obliczeń.
- Lista fundamentów służąca do selekcji fundamentów, dla których ma być sporządzony dokument. Selekcja fundamentów polega na typowych operacjach myszą lub klawiaturą.
- Włącznik Dane i wyniki analizy grup i szeregów fundamentów służący do włączenia do dokumentu części zawierającej dane oraz wyniki obliczeń związane z warunkami osiadań zadanymi dla zadeklarowanych *grup* i *szeregów* fundamentów.
- Sekcja Opcje wydruków zawierająca:
 - Włącznik Krótka wersja wydruku, którego włączenie spowoduje wygenerowanie skróconej formy dokumentu. Różnice pomiędzy pełną i skróconą wersją dokumentu określa poniższa tabela:

Zawartość	Wydruk pełny	Wydruk skrócony
Dane ogólne	Pełne dane	Pełne dane jak dla wydruku pełnego
Dane dla fundamentu	Pełne dane	Bez szczegółowych parametrów gruntu
Fundament: wyniki analizy stanu gran. I	Wyniki dla każdego z wariantów obciążenia	Wyniki dla jednego wariantu obciążenia i jednego poziomu, który jest najbardziej niekorzystny z uwagi na współczynniki nośności. Nieco skrócone zestawienie obciążeń.
Fundament: wyniki analizy stanu gran. II	Wyniki osiadań i szczegółowe wyniki osiadań warstewek	Wyniki przemieszczenia
Fundament: wymiarowanie	Wyniki dla każdego z wariantów obciążenia – dla przebiecia i zginania	Wyniki dla jednego wariantu obciążenia i jednego najniekorzystniejszego przekroju – oddzielnie dla przebiecia i oddzielnie dla zginania
Grupy i szeregi fundamentów	Pełne wydruki	Pełne wydruki

- Włącznik Stan graniczny I - nośność, którego włączenie spowoduje dołączenie do dokumentu wyników obliczeń ściśle związanych z analizą I-go stanu granicznego.
- Włącznik Stan graniczny II - przemieszczenia, którego włączenie spowoduje


dołączenie do dokumentu wyników obliczeń ściśle związanych z analizą II-go stanu granicznego.

- Włącznik Wymiarowanie fundamentu, którego włączenie spowoduje dołączenie do dokumentu wyników obliczeń ściśle związanych z wymiarowaniem konstrukcji wybranych fundamentów.
- Włącznik Zbrojenie, którego włączenie spowoduje dołączenie do dokumentu rysunków i wykazu zbrojenia konstrukcji fundamentów.
- Przycisk Przeglądaj służący do otwarcia okna podglądu dokumentu (Rys. 12), którego elementami sterowania są:





Rys. 12

- Okno podglądu dokumentu, które jest zdolne do przyjmowania poleceń związanych z przewijaniem dokumentu myszą lub klawiaturą

- Lista Skala do skalowania tekstu i rysunków dokumentu w oknie podglądu.
- Włącznik Skrócony, którego włączenie spowoduje wygenerowanie i wyświetlenie w oknie podglądu skróconej formy dokumentu.
- Przycisk , który służy do inicjowania akcji bezpośredniego wydruku na drukarce. Po jego użyciu pojawi się systemowe okno dialogowe **Drukowanie** pozwalające na wybór drukarki i określenie jej typograficznych parametrów.

Wydruk bezpośredni nie jest formatowany i nie posiada paginacji, a podział na strony jest dokonywany automatycznie przez menadżera wydruku systemu Windows, bez numeracji stron, a więc wydruk bezpośredni nadaje się raczej do sporządzania wydruków roboczych.

- Przycisk  służący do umieszczenia dokumentu w schowku systemu Windows z myślą importowania tego dokumentu do dokumentu tworzonego w edytorze zdolnym do importu tekstu w formacie RTF.
- Przycisk  przeznaczony do bezpośredniego przesłania dokumentu do edytora MS Word, pod warunkiem, że jest on zainstalowany w systemie. Dokument jest „wklejany” do aktywnego dokumentu edytora MS Word w miejscu wskazywanym przez kursor tekstowy, co pozwala na dołączanie dokumentu jako części dokumentacji technicznej tworzonej w MS Word. Jeśli w momencie użycia przycisku edytor nie jest załadowany, to nastąpi jego uruchomienie, otwarcie nowego dokumentu i „wklejenie” dokumentu z programu FD-WIN.

Teoretyczne podstawy algorytmów obliczeń

Procedury optymalizacyjne

W programie FD-WIN wbudowano dwie procedury optymalizacyjne stosowane odpowiednio w analizie I-go stanu granicznego oraz w analizie II-go stanu granicznego. W procedurach tych zastosowano algorytmy optymalizacyjne typu gradientowego. W obu zagadnieniach optymalizacyjnych funkcją celu jest objętość fundamentu

$$V = b_1 \cdot b_2 \cdot b_3, \quad (1)$$

natomiast parametrami projektowymi (zbiór parametrów projektowych zależy od klasy fundamentu; poniżej podano zbiór parametrów projektowych dla stopy prostokątnej) są wymiary zewnętrzne fundamentu B_x, B_y, H , oraz mimośrodowość fundamentu względem osi konstrukcji E_x, E_y

$$\mathbf{b} = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) \equiv (B_x, B_y, E_x, E_y, H) \quad (2)$$

Ograniczeniami przestrzeni parametrów wspólnymi dla obu algorytmów są:

- wymogi konstrukcyjne wynikające z relacji konstrukcja-fundament,
- ograniczenia geometryczne przestrzeni projektowej
- ograniczenia wynikające ze wzajemnego usytuowania sąsiednich fundamentów (fundamenty nie mogą nakładać się wzajemnie).

Warunki te można zapisać w postaci układu nierówności

$$R_i(\mathbf{b}, a_1, a_2, \dots, a_k) < 0, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

gdzie a_1, a_2, \dots, a_k są zadanymi parametrami konstrukcyjnymi i geometrycznymi.

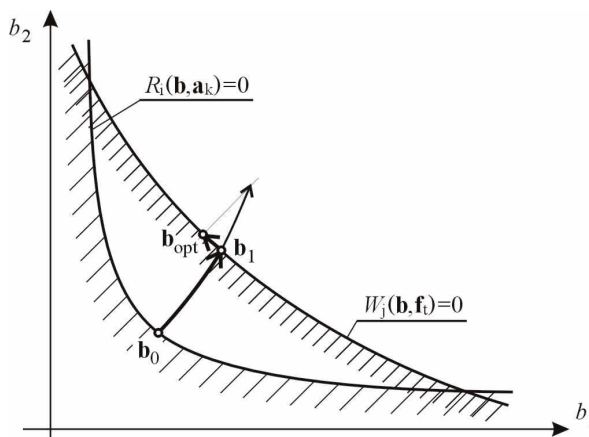
Algorytm 1 dotyczy optymalizacji pojedynczego fundamentu. Dodatkowymi warunkami nałożonymi na proces optymalizacji są warunki nośności oraz warunki wytrzymałości konstrukcji fundamentu zapisane w postaci

$$W_j(\mathbf{b}, f_1, f_2, \dots, f_t) < 0, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

W praktyce warunki (3) i (4) można podzielić na dwie grupy z których jedna grupa zależy od zmiennych projektowych b_1, b_2, b_3, b_4 , natomiast druga grupa zależy od b_5 . Tym samym przestrzeń zmiennych projektowych można traktować jako iloczyn kartezjański dwóch podprzestrzeni. Stwarza to możliwości wykonania optymalizacji niezależnie w obu podprzestrzeniach, co zostało praktycznie zrealizowane w programie.

W procesie optymalizacji (patrz:) poszukuje się minimum funkcji celu V w dopuszczalnej przestrzeni parametrów projektowych \mathbf{b} . Punktem startu procesu optymalizacji są minimalne wymiary fundamentu wynikające z ograniczeń konstrukcyjnych - punkt \mathbf{b}_0 w przestrzeni parametrów projektowych. Następnie wyznacza się punkt \mathbf{b}_1 , najbliższy punktowi \mathbf{b}_0 na brzegu obszaru wyznaczonego przez warunki $W_j(\dots) < 0$. W kolejnym kroku „poruszając się” wzdłuż tego brze-

gu wyznaczamy punkt \mathbf{b}_{opt} dla którego funkcja celu osiąga minimum. Linia pomiędzy punktami \mathbf{b}_0 i \mathbf{b}_1 jest styczna do gradientu $\nabla_{\mathbf{b}} W_j(\dots)$, natomiast linia \mathbf{b}_1 - \mathbf{b}_{opt} otrzymuje się rzutując gradient $\nabla_{\mathbf{b}} V(\mathbf{b})$ na brzeg $W_j(\dots)=0$. W praktyce, z uwagi na osiowo symetryczny rozkład funkcji celu, punkty \mathbf{b}_1 i \mathbf{b}_{opt} leżą w bliskiej odległości, a często się pokrywają.



Rys. 13. Graficzna ilustracja procesu optymalizacyjnego

Algorytm 2 związany z analizą granicznego stanu użytkowania obejmuje jednoczesną optymalizację wszystkich fundamentów projektu. Sprzężenie to jest wynikiem zależności przemieszczeń każdego z fundamentów od pozostałych fundamentów projektu. Ograniczona objętość artykułu nie pozwala na szczegółowe omówienie tego algorytmu.

II Stan graniczny projektowania konstrukcji – wyznaczanie osiadań

Opis założeń. Informacje podstawowe

Wyznaczanie osiadań fundamentów bezpośrednich posadowionych na ośrodku gruntowym można podzielić na dwa etapy: wyznaczenie rozkładu naprężeń normalnych pionowych wzdłuż osi pionowej przechodzącej przez środek fundamentu, a następnie wyznaczenie osiadań.

W podłożu wyznacza się naprężenia:

- pionowe naprężenia pierwotne – od obciążenia warstwami gruntu zalegającymi powyżej poziomu, w którym wyznaczamy naprężenia,
- odprężenie podłoża – wartość, o którą zmniejszają się naprężenia pierwotne w wyniku wykonania wykopu,
- naprężenia od obciążenia budowlą – od obciążeń przekazywanych przez rozpatrywany fundament i ewentualnie od innych obciążeń (sąsiednie fundamenty, nasypy)

Naprężenia w podłożu gruntowym wyznacza się przy założeniu, że ośrodek gruntowy jest półprzestrzenią liniowo-sprężystą i ma właściwości ciała jednorodnego i izotropowego.

Przy obliczaniu naprężeń stosuje się zasadę superpozycji i zasadę de Saint Venanta.

Przyjmuje się, że konstrukcja spoczywająca na fundamencie jest idealnie wiotka.

Przyjmuje się, że uwarstwienie podłoża o nieznacznie zróżnicowanej podatności nie ma wpływu na rozkład normalnych naprężeń pionowych wywołanych obciążeniami pochodzącymi od budowli, nasypów oraz od odciążenia wykopami.

Odciążenie podłoża wykopami uwzględnia się w obliczeniach jak obciążenie równomiernie rozłożone, działające w poziomie dna wykopu i skierowane ku górze.

Przy uwzględnianiu wpływu sąsiednich fundamentów lub wykopów, dla położonych wyżej niż poziom dna rozpatrywanego fundamentu rozpoczyna się ich uwzględnianie dopiero od tego poziomu, dla położonych niżej rozpoczyna się ich uwzględnianie dopiero od ich poziomów.

Ze względu na inną odkształcalność gruntu obciążanego po raz pierwszy i obciążonego wstępnie naprężenia od obciążenia, do dalszych obliczeń dzieli się na dwie części: naprężenia wtórne (o wartości odprężenia podłoża) oraz naprężenia dodatkowe (pozostała część naprężeń od obciążenia budowlą).

Osiadania podłoża s oblicza się metodą odkształceń jednoosiowych podłoża (metoda analogu edometrycznego).

$$s = \sum_{i=1}^n s_i$$

$$s_i = \frac{\sigma_{zdi} \cdot h_i}{M_{oi}} + \frac{\sigma_{zsi} \cdot h_i}{M_i}$$

σ_{zdi} - naprężenia dodatkowe w i -tej warstwie gruntu

σ_{zsi} - naprężenia wtórne w i -tej warstwie gruntu

h_i - grubość i -tej warstwy gruntu

M_{oi} - edometryczny moduł ścisłości pierwotnej i -tej warstwy gruntu

M_i - edometryczny moduł ścisłości wtórnej i -tej warstwy gruntu

Podłoże dzielone jest na warstwy – przy czym grubość warstwy nie może być większa niż połowa szerokości fundamentu oraz nie większa niż 2m – a następnie dla każdej warstwy wyznaczane jest osiadanie.

Osiadanie fundamentu liczy się jako sumę osiadań warstw gruntu. Sumowanie przeprowadza się do głębokości, na której naprężenia dodatkowe stają się mniejsze niż 30% naprężeń pierwotnych.

Opis rozwiązań w algorytmie programu

Przy obliczaniu pionowych naprężeń normalnych od obciążeń sąsiednimi fundamentami (obszar, na który działa obciążenie jest prostokątny), niezależnie od ich położenia i orientacji w globalnym układzie współrzędnych, przyjęto

metodę punktów narożnych, zakładając, że fundament taki obciąża podłoże gruntowe obciążeniem rozłożonym o stałej wartości (średniej wartości rzeczywistego rozkładu oporu gruntu). Przy obliczaniu naprężeń od wykopów (ponieważ w programie można zdefiniować obszary wykopów i filarów odbiegające kształtem od prostokąta) dzielony jest siatką linii na zbiór prostokątów. Prostokąty, które nie zawierają się całkowicie w dzielonym obszarze, są zastępowane prostokątami równoważnymi (o takiej samej powierzchni). Dla każdego, z tak otrzymanego zbioru prostokątów, są wyznaczane (metodą punktów narożnych) naprężenia w wybranym punkcie.

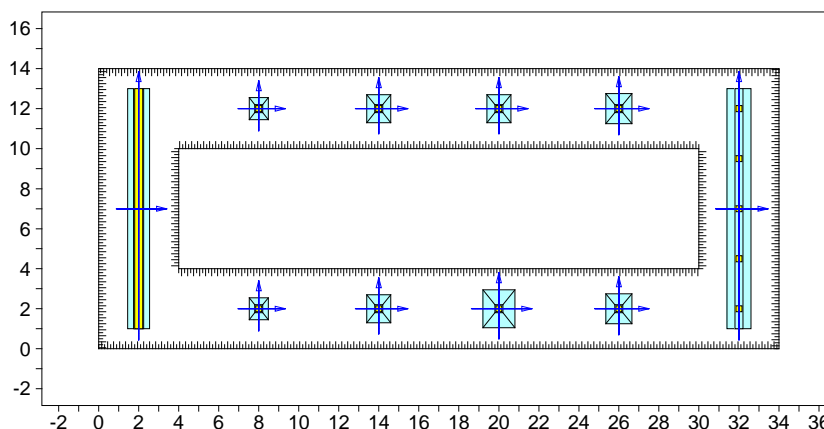
Przykład dokumentu

Poniżej załączono przykład dokumentu utworzonego przez program FD-WIN dla przykładowego projektu posadowienia. W tym celu wykorzystano funkcję opcji wydruku polegającą na bezpośrednim eksporcie dokumentu do edytora MS Word.

Ponieważ dokument został wygenerowany dla pełnego zakresu jego opcji – co przy większej liczbie fundamentów sprawia, że staje się on obszerny – to ograniczono się jedynie do jednego fundamentu, a konkretnie do stopy fundamentowej nr 5.

DANE OGÓLNE PROJEKTU**1. Metryka projektu**

Projekt: Hala przemysłowa,
Pozycja: Projekt posadowienia
Projektant: B.K.W.P. "CadSiS",
Komentarz: Przykład do instrukcji użytkowania programu FD-Win
Data ostatniej aktualizacji danych: 2004-08-12
Poziom odniesienia: 0,00 m.

**2. Fundamenty**

Liczba fundamentów: 10

2.1. Fundament nr 5

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,
Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,
Położenie fundamentu względem układu globalnego:
Wymiary podstawy fundamentu: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,90$ m,
Współrzędne środka fundamentu:
 $x_{0f} = 2,00$ m, $y_{0f} = 1,00$ m,
Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,0^\circ$.

3. Wykopy

Liczba wykopów: 1

3.1. Wykop nr 1

Poziom dna wykopu: $z_w = 1,50$ m,

Współrzędne naroży wykopu:

punkt 0: $x = 34,00$ m, $y = 14,00$ m,

punkt 1: $x = 0,00$ m, $y = 14,00$ m,

punkt 2: $x = 0,00$ m, $y = 0,00$ m,

punkt 3: $x = 34,00$ m, $y = 0,00$ m,

Filar wewnątrz wykopu

Współrzędne naroży filara:

punkt 0: $x = 30,00$ m, $y = 10,00$ m,

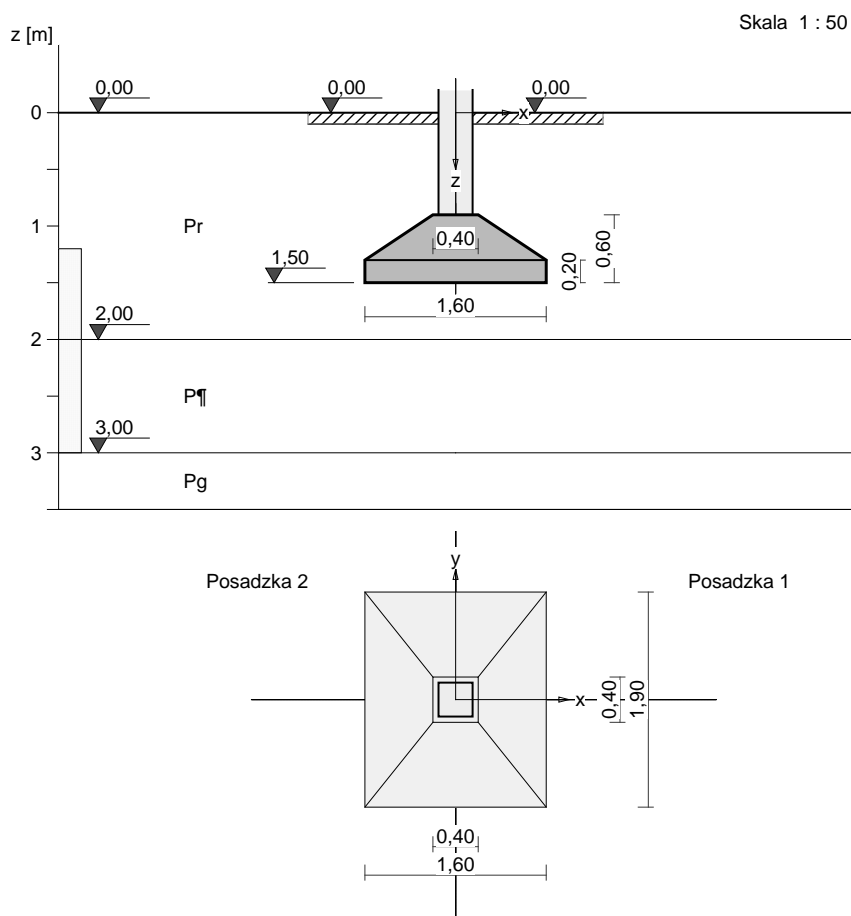
punkt 1: $x = 4,00$ m, $y = 10,00$ m,

punkt 2: $x = 4,00$ m, $y = 4,00$ m,

punkt 3: $x = 30,00$ m, $y = 4,00$ m,

FUNDAMENT 5. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: Stopa pod słup 1-3



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący poziom terenu: $z_t = 0,00$ m,

Projektowany poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]
1	0,00	2,00	Piasek gruby	1,20
2	2,00	1,00	Piasek pylasty	2,00
3	3,00	nieokreśl.	Piasek gliniasty	brak wody

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol gruntu	I_D [-]	I_L [-]	ρ [t/m ³]	stopień wilgotn.	c_u [kPa]	Φ_u [°]	M_0 [kPa]	M [kPa]
Pr	0,80		1,80	m.wilg.	0,00	34,9	154327	171475
P Π	0,50		1,65	m.wilg.	0,00	30,4	61908	77385
Pg		0,50	2,10	m.wilg.	27,80	16,3	23290	25878

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,30$ m, $l = 0,30$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 20,00$ m, $y_0 = 2,00$ m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 0,00^\circ$.

3. Posadzki

3.1. Posadzka 1

Poziom posadzki: $p_{p1} = 0,00$ m, grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{p1 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p1} = 100,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $\gamma_{qt} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 3,00$ m, $d_y = 6,00$ m.

3.2. Posadzka 2

Poziom posadzki: $p_{p2} = 0,00$ m, grubość: $h = 0,10$ m,

Charakterystyczny ciężar objętościowy: $\gamma_{p2 \text{ char}} = 22,00$ kN/m³,

Obciążenie posadzki: $q_{p2} = 100,00$ kN/m², współcz. obciążenia: $\gamma_{qt} = 1,20$,

Wymiary posadzki: $d_x = 3,00$ m, $d_y = 6,00$ m.

4. Obciążenie od konstrukcji

Poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,90$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	800,0	0,0	20,0	0,00	0,00	1,20

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

5. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: 18G2-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 18,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 18,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebiecie nie uwzględniać strzemion.

6. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,50$ m

Kształt fundamentu: **ukośny**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,60$ m, $B_{x0} = 0,40$ m,
 $B_y = 1,90$ m, $B_{y0} = 0,40$ m,

Wysokości: $H = 0,60$ m, $H_0 = 0,20$ m,

Mimośrodki: $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m.

7. Stan graniczny I

7.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,50	0,40	0,29
	D	2,00	0,44	0,29
*	D	3,00	0,52	0,28

7.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,90$ m.

Poziom posadowienia: $H = 1,50$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	33,55	0,00	0,00	1,10	36,91	0,00	0,00
Grun - pole 1	12,16	0,42	-0,50	1,20	14,60	-7,29	6,11
Grun - pole 2	12,16	-0,42	-0,50	1,20	14,60	-7,29	-6,11
Grun - pole 3	13,47	-0,42	0,50	1,20	16,16	8,05	-6,75
Grun - pole 4	13,47	0,42	0,50	1,20	16,16	8,05	6,75
Posadzka - pole 1	69,70	0,41	-0,49	1,30	90,61	-44,15	37,14
Posadzka - pole 2	69,70	-0,41	-0,49	1,30	90,61	-44,15	-37,14
				Suma	279,63	-86,77	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 800,00$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

siła pozioma: $H_y = 20,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm,

moment: $M_y = 0,00$ kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 800,00 + 279,63 = 1079,63 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 800,00 \cdot 0,00 - 20,00 \cdot 0,60 + (-86,77) = -98,77 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -800,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1079,63 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 98,77/1079,63 = 0,09 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,048 = 0,048 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,60 - 2 \cdot 0,00 = 1,60 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,90 - 2 \cdot 0,09 = 1,72 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 3):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,49 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,49 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 21,94 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 34,90 \cdot 0,90 = 31,41^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 9,45 \quad N_C = 33,79, \quad N_D = 21,63.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1079,63 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,6106 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 20,00/1079,63 = 0,02, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0185/0,6106 = 0,030,$$

$$i_{By} = 0,94, \quad i_{Cy} = 0,97, \quad i_{Dy} = 0,97.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,07 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,41 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,77, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,28, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,40$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 3425,72 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 3321,59 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1079,63 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 3321,59 = 2690,49 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego**Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,77 \text{ m}, \quad B_y = 2,07 \text{ m}.$ Poziom posadowienia: $H = 2,00 \text{ m}.$ Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 21,31 \text{ kN}.$

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 800,00 + 279,63 + 21,31 = 1100,94 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 800,00 \cdot 0,00 - 20,00 \cdot 1,10 + (-86,77) = -108,77 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -800,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1100,94 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 108,77/1100,94 = 0,10 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,77 - 2 \cdot 0,00 = 1,77 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,07 - 2 \cdot 0,10 = 1,87 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 3):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,36 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,36 \cdot 9,81 \cdot 2,00 = 26,71 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 30,40 \cdot 0,90 = 27,36^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 4,94 \quad N_C = 24,59, \quad N_D = 13,73.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_x &= |H_x|/N_r = 0,00/1100,94 = 0,00, & \operatorname{tg} \delta_x/\operatorname{tg} \Phi_{u(r)} &= 0,0000/0,5175 = 0,000, \\ i_{B_x} &= 1,00, & i_{C_x} &= 1,00, & i_{D_x} &= 1,00. \\ \operatorname{tg} \delta_y &= |H_y|/N_r = 20,00/1100,94 = 0,02, & \operatorname{tg} \delta_y/\operatorname{tg} \Phi_{u(r)} &= 0,0182/0,5175 = 0,035, \\ i_{B_y} &= 0,95, & i_{C_y} &= 0,97, & i_{D_y} &= 0,97. \end{aligned}$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,45 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 12,81 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,28, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,42$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_x} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_x} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{B_x}) = 3208,83 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_y} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_y} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{B_y}) = 3121,83 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1100,94 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 3121,83 = 2528,68 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 2,02 \text{ m}$, $B_y = 2,32 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 3,00 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 128,56 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 800,00 + 279,63 + 128,56 = 1208,19 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 800,00 \cdot 0,00 - 20,00 \cdot 2,10 + (-86,77) = -128,77 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -800,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodki sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/1208,19 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 128,77/1208,19 = 0,11 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,02 - 2 \cdot 0,00 = 2,02 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 2,32 - 2 \cdot 0,11 = 2,10 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 3):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,19 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 3,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,19 \cdot 9,81 \cdot 3,00 = 35,13 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 16,30 \cdot 0,90 = 14,67^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 25,02 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,55 \quad N_C = 10,77, \quad N_D = 3,82.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\operatorname{tg} \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/1208,19 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_x/\operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2618 = 0,000,$$

$$i_{B_x} = 1,00, \quad i_{C_x} = 1,00, \quad i_{D_x} = 1,00.$$

$$\operatorname{tg} \delta_y = |H_y|/N_r = 20,00/1208,19 = 0,02, \quad \operatorname{tg} \delta_y/\operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0166/0,2618 = 0,063,$$

$$i_{B_y} = 0,96, \quad i_{C_y} = 0,97, \quad i_{D_y} = 0,98.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,10 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,54 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_x/B'_y = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_x/B'_y = 1,29, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_x/B'_y = 2,44$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{C_x} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{D_x} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{B_x}) = 2926,82 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNB_y} = B_x \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 2851,94 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 1208,19 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNB_x}, Q_{fNB_y}) = 0,81 \cdot 2851,94 = 2310,07 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

8. Stan graniczny II

8.1. Osiadanie fundamentu

Osiadanie całkowite:

Osiadanie pierwotne: $s' = 3,70 \text{ cm}$.

Osiadanie wtórne: $s'' = 0,52 \text{ cm}$.

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: $\lambda = 0$.

Osiadanie: $s = s' + \lambda \cdot s'' = 3,70 + 0 \cdot 0,52 = 3,70 \text{ cm}$,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{dop} = 4,00 \text{ cm}$.

$s = 3,70 \text{ cm} < s_{dop} = 4,00 \text{ cm}$

Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.

8.2. Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

Nr warstwy	Poziom stropu w. [m]	Grubość warstwy [m]	Napr. pierwotne [kPa]	Napr. wtórne [kPa]	Napr. dodatk. [kPa]	Osiadanie pierwotne [cm]	Osiadanie wtórne [cm]	Osiadanie sumaryczne [cm]
1	0,0	0,10	1	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,1	0,27	4	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,4	0,27	9	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,6	0,27	14	0	0	0,00	0,00	0,00
5	0,9	0,27	19	0	0	0,00	0,00	0,00
6	1,2	0,30	24	0	0	0,00	0,00	0,00
7	1,5	0,25	30	24	251	0,04	0,00	0,04
8	1,8	0,25	35	24	231	0,04	0,00	0,04
9	2,0	0,25	40	24	209	0,08	0,01	0,09
10	2,3	0,25	45	23	187	0,08	0,01	0,08
11	2,5	0,25	50	22	168	0,07	0,01	0,07
12	2,8	0,25	54	21	150	0,06	0,01	0,07
13	3,0	0,32	60	20	134	0,18	0,02	0,21
14	3,3	0,32	67	19	119	0,16	0,02	0,19
15	3,6	0,32	73	18	107	0,15	0,02	0,17
16	4,0	0,32	80	16	97	0,13	0,02	0,15
17	4,3	0,32	86	15	89	0,12	0,02	0,14
18	4,6	0,32	93	14	83	0,11	0,02	0,13
19	4,9	0,32	100	13	78	0,11	0,02	0,12
20	5,2	0,32	106	13	74	0,10	0,02	0,12
21	5,6	0,32	113	12	71	0,10	0,01	0,11
22	5,9	0,32	119	11	68	0,09	0,01	0,11
23	6,2	0,32	126	11	65	0,09	0,01	0,10
24	6,5	0,32	133	10	63	0,09	0,01	0,10
25	6,8	0,32	139	10	61	0,08	0,01	0,10
26	7,2	0,32	146	9	59	0,08	0,01	0,09
27	7,5	0,32	152	9	58	0,08	0,01	0,09
28	7,8	0,32	159	9	56	0,08	0,01	0,09
29	8,1	0,32	165	9	55	0,08	0,01	0,09
30	8,4	0,32	172	8	54	0,07	0,01	0,08
31	8,8	0,32	179	8	52	0,07	0,01	0,08
32	9,1	0,32	185	8	51	0,07	0,01	0,08
33	9,4	0,32	192	8	50	0,07	0,01	0,08
34	9,7	0,32	198	8	49	0,07	0,01	0,08
35	10,0	0,32	205	7	48	0,07	0,01	0,08
36	10,4	0,32	212	7	47	0,06	0,01	0,07
37	10,7	0,32	218	7	46	0,06	0,01	0,07

38	11,0	0,32	225	7	45	0,06	0,01	0,07
39	11,3	0,32	231	7	44	0,06	0,01	0,07
40	11,6	0,32	238	7	43	0,06	0,01	0,07
41	12,0	0,32	245	7	42	0,06	0,01	0,07
42	12,3	0,32	251	6	42	0,06	0,01	0,07
43	12,6	0,32	258	6	41	0,06	0,01	0,06
44	12,9	0,32	264	6	40	0,05	0,01	0,06
45	13,2	0,32	271	6	39	0,05	0,01	0,06
46	13,6	0,32	278	6	38	0,05	0,01	0,06
47	13,9	0,32	284	6	38	0,05	0,01	0,06
48	14,2	0,32	291	6	37	0,05	0,01	0,06
49	14,5	0,32	297	6	36	0,05	0,01	0,06
50	14,8	0,32	304	6	35	0,05	0,01	0,06
51	15,2	0,32	311	6	35	0,05	0,01	0,05
52	15,5	0,32	317	5	34	0,05	0,01	0,05
53	15,8	0,32	324	5	33	0,05	0,01	0,05
54	16,1	0,32	330	5	33	0,05	0,01	0,05
55	16,4	0,32	337	5	32	0,04	0,01	0,05
Suma						3,70	0,52	4,21

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

9. Wymiarowanie fundamentu

9.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca V [kN]	Nośność betonu V_r [kN]	Nośność strzemion V_s [kN]
* 1	1	117	430	–

9.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 1

Zestawienie obciążeń:

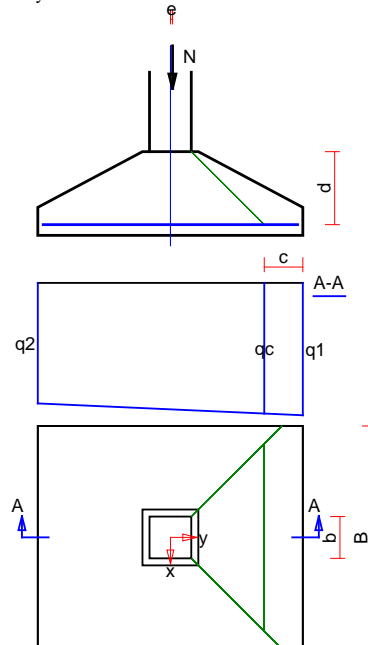
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 800$ kN,

momenty: $M_{xr} = -12,00$ kNm, $M_{yr} = 0,00$ kNm.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00$ m, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,01$ m.



Oddziaływanie podłoża na fundament:

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 276 \text{ kPa}, \quad q_2 = 251 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $c = 0,28 \text{ m}$, $q_c = 272 \text{ kPa}$.

Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca: $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 117 \text{ kN}$.

Nośność betonu na ścinanie: $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,30+0,52) \cdot 0,52 \cdot 1000 = 430 \text{ kN}$.

$$V_{Sd} = 0 \text{ kN} < V_{Rd} = 430 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

9.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność betonu M _r [kNm]
* 1	x	1	76	-
	y	1	102	-

9.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x**Zestawienie obciążeń:**

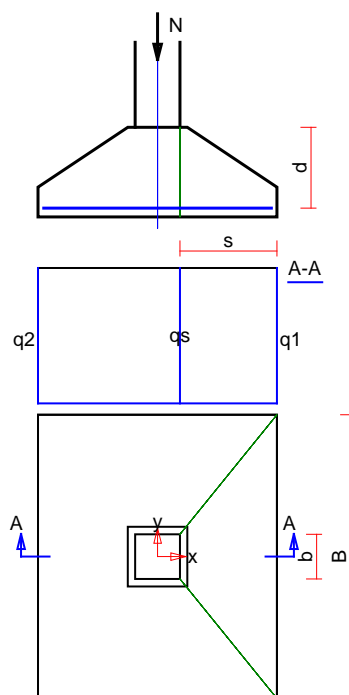
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 800 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = -12,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,01 \text{ m}.$$

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 263 \text{ kPa}, \quad q_2 = 263 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,65 \text{ m}$, $q_s = 263 \text{ kPa}$.

Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,30+3 \cdot 1,90) \cdot 263 + (0,30+1,90) \cdot 263] \cdot 0,42 / 12 = 76 \text{ kNm}.$$

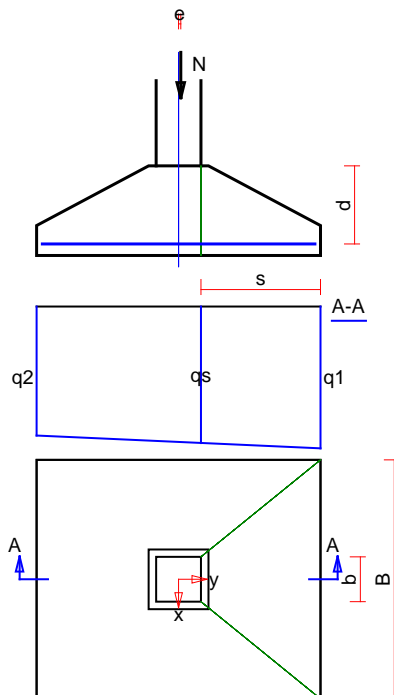
Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 4,7 \text{ cm}^2$.**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.****9.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku y****Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 800 \text{ kN}$,momenty: $M_{xr} = -12,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,00 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,01 \text{ m}.$$

**Oddziaływanie podłoża na fundament:**

Oddziaływania na krawędziach fundamentu w przekroju środkowym A-A:

$$q_1 = 276 \text{ kPa}, \quad q_2 = 251 \text{ kPa}.$$

Oddziaływanie podłoża w przekroju 1: $s = 0,80 \text{ m}$, $q_s = 265 \text{ kPa}$.**Zginanie stopy w przekroju 1:**

Moment zginający:

$$M_{sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,30+3 \cdot 1,60) \cdot 276 + (0,30+1,60) \cdot 265] \cdot 0,64 / 12 = 102 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 6,6 \text{ cm}^2$.**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.****10. Zbrojenie stopy****Zbrojenie główne na kierunku x:**

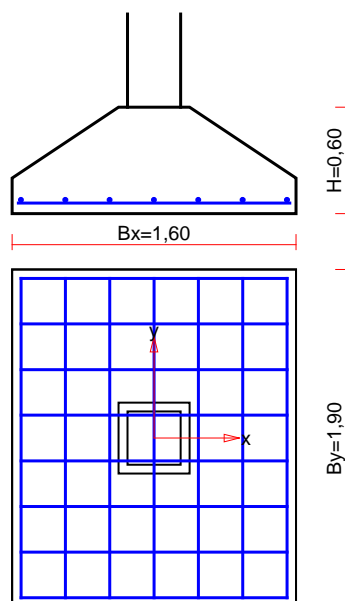
$$\text{Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego } A_{xs} = 4,7 \text{ cm}^2.$$

Średnica prętów: $\phi = 18 \text{ mm}$, rozstaw prętów: $s = 26 \text{ cm}$.

Zbrojenie główne na kierunku y:

Obliczona powierzchnia przekroju poprzecznego $A_{ys} = 6,6 \text{ cm}^2$.

Średnica prętów: $\phi = 18 \text{ mm}$, rozstaw prętów: $s = 25 \text{ cm}$.



Ilość stali: 49 kg.

GRUPY FUNDAMENTÓW

Grupa fundamentów nr 1

Liczba fund.: 4, numery fund.: 2 5 6 10

Średnie osiadanie $s_{sr} = 3,50 \text{ cm}$, przechylenie $\theta = 0,0006 \text{ rad}$,

Sprawdzenie warunku średniego osiadania:

Dopuszczalne osiadanie: $s_{dop} = 3,50 \text{ cm}$.

$s_{sr} = 3,50 \text{ cm} < s_{dop} = 3,50 \text{ cm}$

Wniosek: Warunek średniego osiadania jest spełniony.

Sprawdzenie warunku przechylenia:

Warunek nie jest określony.

SZEREGI FUNDAMENTÓW

Szereg fundamentów nr 1

Liczba fund.: 5, numery fund.: 3 4 5 6 7

Strzałka osiadania $f = 0,22 \text{ cm}$, przechylenie skrajnych fund. $\phi = 0,0001 \text{ rad}$,

Sprawdzenie warunku strzałki osiadania:

Dopuszczalna strzałka: $f_{dop} = 0,30 \text{ cm}$.

$f = 0,22 \text{ cm} < f_{dop} = 0,30 \text{ cm}$

Wniosek: Warunek strzałki osiadania jest spełniony.

Sprawdzenie warunku przechylenia skrajnych fundamentów:

Warunek nie jest określony.