



POLITECHNIKA KRAKOWSKA im. TADEUSZA KOŚCIUSZKI
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
INSTYTUT MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH

ZAKŁAD MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH

TEMAT PRACY DYPLOMOWEJ MAGISTERSKIEJ/INŻYNIERSKIEJ	
Student	Bzdzoła Piotr
Rok i rodzaj studiów	Rok V, studia II stopnia stacjonarne
Kierunek	Budownictwo
Specjalność	Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie
Tytuł pracy	Projekt wybranych elementów konstrukcji żelbetowej galerii handlowej
Promotor	Dr inż. Krzysztof Koziński
Katedra/Zakład	Zakład Konstrukcji Żelbetowych
Podstawy opracowania	1. Projekt architektoniczno-budowlany 2. Obowiązujące normy, zwłaszcza: PN-EN 1992-1-1:2008/NA:2010 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków 3. Dane producentów materiałów budowlanych 4. Literatura techniczna
Zakres opracowania	1. Dostosowanie otrzymanego projektu architektoniczno-budowlanego do celów pracy dyplomowej 2. Wykonanie modelu obliczeniowego w programie RFEM5 3. Obliczenie wymaganej powierzchni zbrojenia z uwagi na ULS i SLS dla: - płyty fundamentowej - płyty stropowej (poziom +0.00m) - belki krawędziowej - słupów dla najniższej kondygnacji 4. Wykonanie rysunków deskowań i zbrojenia dla wyżej wymienionych elementów
Regulaminowy termin złożenia pracy	15.06.2016r
Temat wydał:	Zatwierdził : Kierownik Zakładu
podpis promotora, data	Kraków, dnia

STRESZCZENIE:

Niniejsze opracowanie przedstawia projekt wybranych elementów żelbetowej konstrukcji galerii handlowej. Obiekt zlokalizowany w Gliwicach. Galeria jest podzielona na 11 segmentów dylatacyjnych, segment nr 9 będzie analizowany w niniejszej pracy. Projekt architektoniczno-budowlany został udostępniony autorowi pracy dzięki uprzejmości promotora.

Projekt został dostosowany do celów pracy (wprowadzono trzon komunikacyjny, urozmaicono bryłę budynku, wprowadzono słupy o różnych przekrojach). Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe przeprowadzono zgodnie z obecnie obowiązującymi normami i wiedzą zdobytą podczas toku studiów.

Praca jest złożona z dwóch części: obliczeniowej oraz rysunkowej. W pierwszej części wykonano opis techniczny, dobrano wymiary elementów, zestawiono obciążenia, wykonano model konstrukcji w programie RFEM - zastosowano kombinacje automatyczne. W zakres pracy wchodzi wymiarowanie płyty stropowej, słupów środkowych, płyty fundamentowej oraz belki krawędziowej. Dla płyty stropowej i fundamentowej obliczono powierzchnię zbrojenia za pomocą modułu RF-CONCRETE, poprawność modułu u sprawdzono analitycznie. Dla wymiarowanych elementów został sprawdzony stan graniczny nośności ULS (zginanie, ścinanie, przebicie i skręcanie) oraz stan graniczny użyteczności SLS (ugięcia, zarysowanie), dodatkowo sprawdzono nośność w sytuacji pożaru.

Szczegóły dotyczące poszczególnych elementów:

- 1) Płyta stropowa: osobny model obliczeniowy, zbrojenie obliczone za pomocą "kalkulatora żelbetu", SGN (zginanie, przebicie) SGU (zarysowanie, ugięcia)
- 2) Słupy o przekroju kołowym i prostokątnym: SGN (zginanie ukośne, ścinanie, słup okrągły - obwiednia nośności)
- 3) Płyta fundamentowa: model podłoża gruntowego (moduł RF-SOILIN), SGN (zginanie, przebicie), SGU (zarysowanie)
- 4) Belka krawędziowa SGN (zginanie, skręcanie, ścinanie), SGU (zarysowanie, ugięcie)

Dla wyżej wymienionych elementów (z wyjątkiem fundamentu) sprawdzono warunki pożarowe metodą tablicową oraz metodą izotermi 500⁰ C

Część rysunkowa pracy zawiera rysunki deskowań wszystkich stropów i przekroje a także rysunki zbrojenia wymiarowanych elementów.



Spis treści

1. Przedmiot i zakres pracy dyplomowej magisterskiej.....	9
2. Opis techniczny.....	9
2.1. Przeznaczenie i lokalizacja.....	9
2.2. Wymiary konstrukcji.....	9
2.3. Opis konstrukcji.....	9
2.4. Materiały.....	10
2.5. Zalecenia wykonawcze.....	11
3. Wstępne przyjęcie wymiarów elementów konstrukcyjnych.....	12
4. Zestawienie obciążeń.....	14
5. Model obliczeniowy.....	19
5.1. Założenia do modelu obliczeniowego.....	19
5.2. Elementy podlegające wymiarowaniu.....	22
5.3. Przypadki obciążeń.....	22
5.4. Kombinacje obciążeń na podstawie PN-EN-1990-1-1.....	25
5.5. Sprawdzenie poprawności modelu obliczeniowego.....	26
6. Obliczenie zbrojenia w płycie - poziom +0.00 m.....	27
6.1. Dane materiałowe.....	28
6.2. Trwałość konstrukcji.....	28
6.2.1. Wyznaczenie otuliny zbrojenia.....	28
6.2.2. Wymagania przeciwpożarowe dla płyty stropowej.....	30
6.3. Minimalne i maksymalne pole przekroju zbrojenia podłużnego wg 9.2.1.1 [N1].....	31
6.3.1. Minimalna powierzchnia zbrojenia w strefach rozciąganych płyty stropowej.....	31
6.3.2. Minimalna powierzchnia zbrojenia w strefach ściskanych płyty stropowej.....	32
6.3.3. Minimalna powierzchnia zbrojenia dołem i górą w miejscach pogrubień płyty.....	32
6.4. Nośność dla zbrojenia minimalnego w kierunku X(Y).....	32
6.5. Mapy momentów zginających w płycie dla kombinacji podstawowej.....	34
6.6. Obliczenie powierzchni zbrojenia w płycie z uwagi na SGN przy użyciu RF-CONCRETE.....	35
6.6.1. Sprawdzenie poprawności obliczeń - obliczenie powierzchni zbrojenia na krawędzi słupa w osiach A-1.....	35
6.6.2. Mapy zbrojenia dla płyty stropowej.....	37
6.7. Sprawdzenie Stanu Granicznego użytkowalności.....	40
6.7.1. Wyznaczenie współczynnika pełzania dla betonu normalnego wg [N1] zał. B.....	41
6.7.2. Sprawdzenie zarysowania.....	42
6.7.3. Kontrola ugięcia płyty.....	47
6.8. Warunki konstrukcyjne.....	50
6.8.1. Długość zakotwienia.....	51
6.8.2. Długość zakładu.....	53
6.9. Wymiarowanie płyty na przebicie (wg. p.6.4 [N1]).....	54
6.10. Sprawdzenie nośności ogniowej płyty.....	59
6.10.1. Metoda tablicowa.....	59
6.10.2. Metoda izotermy 5000C.....	59
7. Wymiarowanie słupów.....	62
7.1. Geometria słupa.....	63
7.2. Wyznaczenie otuliny zbrojenia.....	63
7.3. Długość efektywna dla wydzielonego elementu.....	64
7.4. Zbrojenie słupa - kombinacja 1 (Nmax).....	65
7.4.1. Przyjęcie zbrojenia w słupie.....	65
7.4.2. Imperfekcje geometryczne.....	66
7.4.3. Wyznaczenie efektywnego współczynnika pełzania.....	68
7.4.4. Kryterium smukłości (sprawdzenie czy wystąpią efekty II rzędu).....	70



7.4.5. Analiza II rzędu metodą nominalnej krzywizny.....	70
7.4.6. Sprawdzenie interakcji z uwagi na ukośne zginanie.....	72
7.5. Zbrojenie słupa - kombinacja 2 (Mmax,y).....	74
7.5.1. Przyjęcie zbrojenia w słupie.....	75
7.5.2. Imperfekcje geometryczne.....	75
7.5.4. Kryterium smukłości (sprawdzenie czy wystąpią efekty II rzędu)	75
7.5.5. Analiza II rzędu metodą nominalnej krzywizny.....	75
7.5.6. Sprawdzenie interakcji z uwagi na ukośne zginanie.....	77
7.5.7. Sprawdzenie nośności słupa za pomocą krzywych interakcji (Arkusze Excel wg [4]) dla Komb.1 i Komb.2.....	78
7.6. Sprawdzenie SGN z uwagi na ścinanie.....	80
7.7. Warunki konstrukcyjne.....	81
7.8. Sprawdzenie warunków przeciwpożarowych dla słupa.....	81
7.8.1. Metoda tablicowa	81
7.8.2. Metoda izotermy 5000C.....	82
7.9. Sprawdzenie nośności słupa okrągłego wg algorytmów zawartych w [4].....	85
7.9.1. Wymiarowanie zbrojenia wg algorytmu AP3 zawartego w [4]	87
7.9.2. Sprawdzenie nośności słupa za pomocą krzywych interakcji wg [4] dla Komb.1.....	90
8. Wymiarowanie płyty fundamentowej.....	91
8.1. Model obliczeniowy.....	91
8.1.1. Założenia do modelu.....	91
8.1.2. Procedura wymiarowania w RF-SOILIN.....	92
8.1.2. Określenie statycznych współczynników sprężystości podłoża.....	92
8.2. Dane materiałowe.....	93
8.3. Przyjęcie otuliny stali zbrojeniowej.....	93
8.4. Minimalne i maksymalne pole przekroju zbrojenia podłużnego wg 9.2.1.1 [N1].....	94
8.5. Wyniki obliczeń statycznych.....	97
8.6. Obliczenie powierzchni zbrojenia za pomocą RF-CONCRETE.....	99
8.6.1. Sprawdzenie poprawności obliczeń kalkulatora żelbetu.....	99
8.6.2. Mapy zbrojenia płyty fundamentowej.....	100
8.6. Sprawdzenie Stanu Granicznego Użytkowalności.....	102
8.6.1. Sprawdzenie zarysowania	103
8.7. Wymiarowanie płyty na przebicie wg p.6.4 [N1].....	107
9. Wymiarowanie belki krawędziowej (strop poziom 0,00 m).....	112
9.1. Dane materiałowe.....	113
9.2. Przyjęcie otuliny stali zbrojeniowej.....	113
9.3. Minimalne i maksymalne pole przekroju zbrojenia podłużnego wg 9.2.1.1 [N1].....	114
9.4. Sprawdzenie Stanu Granicznego Nośności.....	115
9.4.1. Wykresy sił wewnętrznych w belce.....	115
9.4.2. Obliczanie zbrojenia podłużnego na zginanie.....	116
9.4.3. Wyznaczenie zbrojenia na ścinanie.....	120
9.4.4. Sprawdzenie SGN z uwagi na ścinanie ze skręcaniem.....	123
9.5. Sprawdzenie Stanu Granicznego Użytkowalności.....	131
9.5.1. Sprawdzenie zarysowania.....	131
9.5.2. Kontrola ugięcia	134
9.5. Wymiarowanie zbrojenia dla wspornika liniowego belki.....	136
9.6. Warunki konstrukcyjne.....	138
9.7. Sprawdzenie nośności ogniowej belki.....	139
9.7.1. Metoda tablicowa.....	139
9.7.2. Metoda izotermy 5000C.....	139
10. Podsumowanie.....	143
11. Bibliografia.....	144

SUMMARY:

This summary presents a design of selected components of a shopping mall reinforced structure. The mall is located in Gliwice. The shopping mall is divided into 9 expansion segments; in this thesis, expansion segment No. 9 shall be analyzed. The thesis author was provided with the architectural-construction design thanks to the courtesy of the thesis advisor.

The design has been adopted for purposes connected with the thesis (communication facilities have been implemented, shape of the building has been made more interesting, columns with different cross-sections have been implemented). Structural analysis and design was performed in accordance with standards in force and knowledge gained while studying.

The thesis comprises of two parts: calculation and drawings. In the first part, a technical description has been presented, dimensions of the components have been selected, loads have been compiled, the RFEM model has been prepared – automatic combinations have been used. The thesis includes the calculation of a floor slab, middle columns, foundation slab and edge beam. In case of the floor slab and the foundation slab, surface of reinforcement has been calculated using the RF-CONCRETE module; the module accuracy has been checked analytically. For the calculated elements, ultimate limit state ULS (bending, shearing, punching and torsion) as well as serviceability limit state SLS (deflection, cracking) have been checked; additionally, fire resistance has been checked.

Details for individual components:

- 1) Floor slab: separate design model, reinforcement designed using “reinforced concrete calculator”, ULS (bending, punching), SLS (deflection, cracking)
- 2) Columns with circular and rectangular cross-section: ULS (diagonal bending, shearing, round column – load-bearing envelope)
- 3) Foundation slab: model of soil (RF-SOILIN module), ULS (bending, punching), SLS (cracking)
- 4) Edge beam: ULS (bending, shearing, torsion), SLS (deflection, cracking)

For the above mentioned elements, fire design was checked using the tabulated data method and the 500° C isotherm method.

Drawings include drawings of molds of all ceilings and cross-sections as well as drawings of reinforcement of the designed elements.